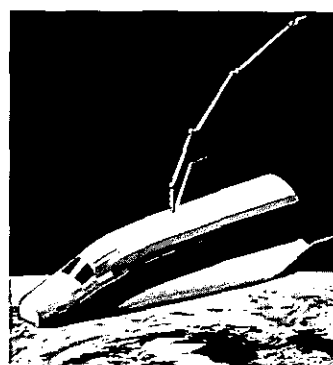
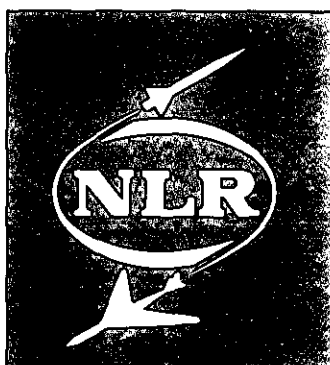
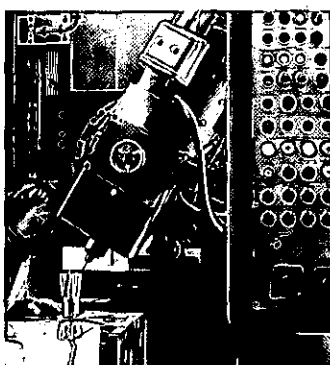
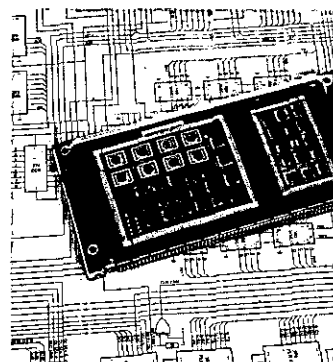
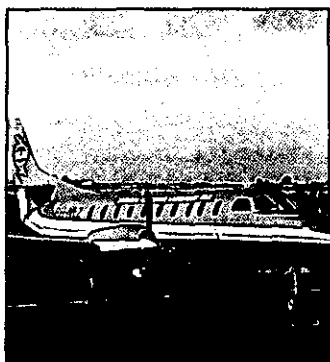


STICHTING

Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium



VERSLAG
OVER HET JAAR

1988

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 (stn/r 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 (nlrbba nl)
Fax (05274) 38 97

VERSLAG
OVER HET JAAR
1988

STICHTING
NATIONAAL LUCHT- EN
RUIMTEVAARTLABORATORIUM

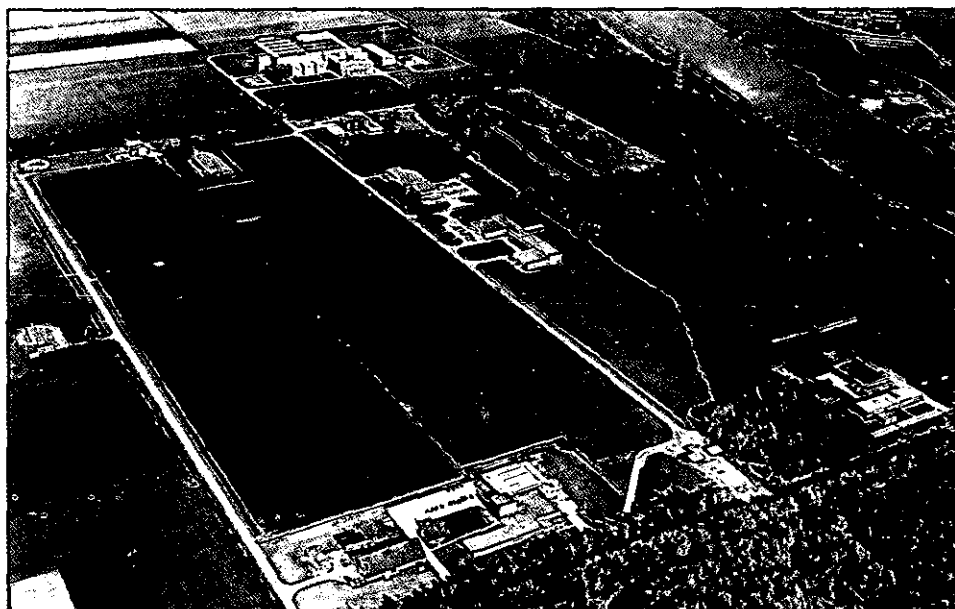
MET GEGEVENS OMTRENT
DE WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR,
DE INTERNATIONALE SAMENWERKING
IN AGARD-, DNW-, ETW-, EN GARTEUR-VERBAND,
EN OMTRENT DE SAMENWERKING MET INDONESIË



NLR Amsterdam
(foto: KLM Aerocarto)



NLR Noordoostpolder
(foto: KLM Aerocarto)



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
Drs. C.A. Stants	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	Fokker B.V.
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	TNO
M.G. Geschiere, Lt.Gen. b.d.	Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR)
Jhr. mr. J.W.E. Storm van 's Gravesande	

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

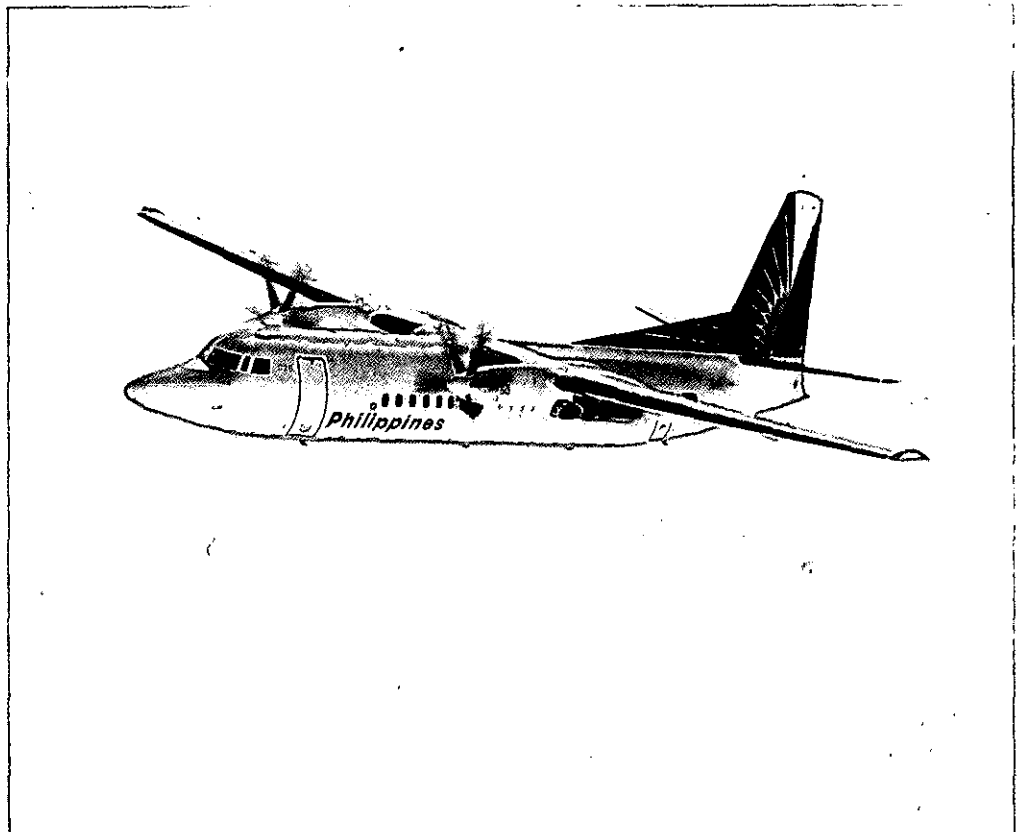
* Samenstelling op 31 december 1988

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	13
1.4	Achtergronden van het beleid: Onderzoek ten behoeve van Defensie	14
2	ORGANISATIE EN PERSONEEL VAN HET LABORATORIUM	17
3	OVERZICHT VAN HET WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK	21
3.1	Stromingen	21
3.2	Vliegtuigen	26
3.3	Constructies en materialen	31
3.4	Ruimtevaart	35
3.5	Toegepaste informatica	39
3.6	Milieubeheer	46
4	TECHNISCHE OUTILLAGE	47
4.1	Technische outillage voor stromingsonderzoek	47
4.2	Technische outillage voor vliegtuiggebruik en vliegmechanisch onderzoek	48
4.3	Technische outillage op het gebied van constructies en materialen	50
4.4	Technische outillage voor ruimtevaartonderzoek	51
4.5	Technische outillage voor toegepaste informatica	51
4.6	Technische outillage voor mechanische techniek	53
5	CAPITA SELECTA	55
5.1	Bepaling van mathematische modellen van het Citation-vliegtuig voor de vluchtnabootser van de Rijksluchtvaartschool	55
5.2	Het project NH90, de NAVO-helikopter voor de jaren '90	64
5.3	De simulatiefaciliteit HSFP voor de robotarm HERA	72
6	BIBLIOTHEEK EN DOCUMENTATIE	79
7	EXTERNE EN INTERNE BETREKKINGEN	81
8	WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR	85
9	INTERNATIONALE SAMENWERKING	89
9.1	Internationale samenwerking in AGARD-verband	89
9.2	Internationale samenwerking in DNW-verband	93
9.3	Internationale samenwerking in ETW-verband	96
9.4	Internationale samenwerking in GARTEUR-verband	98
9.5	Samenwerking met Indonesië op het gebied van luchtvaartonderzoek	101
	Bijlage 1: Publikaties	103
	Bijlage 2: Bijdragen aan congressen en cursussen	113
	Bijlage 3: Verklaring van een aantal van de gebruikte afkortingen	117



Fokker 100 in de kleuren van
InterCanadian
(foto: Fokker)



Fokker 50 in de kleuren van
Philippine Airlines
(foto: Fokker)

1 ALGEMENE BESCHOUWINGEN

1.1 BESTUUR VAN DE STICHTING

Vergaderingen

Het NLR-bestuur vergaderde op 24 februari, 27 april, 6 juli, 29 september en 21 december. De voorzitter van de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR en de directie woonden de vergaderingen bij. De vergaderingen vonden plaats in de NLR-vestiging Amsterdam, met uitzondering van de juli-vergadering, die werd gehouden in de NLR-vestiging Noordoostpolder. Na afloop van die vergadering vond de jaarlijkse lunch met de leden van de Ondernemingsraad NLR plaats.

Samenstelling

In het verslagjaar vonden de volgende wijzigingen plaats:

KTZT H.S.N. van Kampen werd per 1 april 1988 opgevolgd door KTZT ir. D. Sierp;

mr. G.W. van Hasselt werd per 1 oktober opgevolgd door ir. K.H. Ledeboer.

Aangezien mr. Van Hasselt tevens voorzitter was van de Stichting Pensioenfonds NLR en het zeer gewenst is een directe band tussen het bestuur van het NLR en dat van het Pensioenfonds te handhaven, werd jhr. mr. J.W.E. Storm van 's Gravesande, werkzaam bij de KLM, benoemd tot tijdelijk bestuurslid, tevens voorzitter van de Stichting Pensioenfonds NLR.

De heer Storm van 's Gravesande is jarenlang secretaris geweest van de KLM-pensioenfondsen.

Herbenoemd werden ir. C. Wit (per 1 april), dr. P.A.J. Tindemans (per 10 december),

prof. ir. H. Wittenberg (per 8 juni) en dr. P.B.R. de Geus (per 1 november).

Begin 1989 werd in de vacature van het bestuurslid benoemd door het bestuur van het NLRGC voorzien door de benoeming van de heer E.J. Gerritsen (Gen.maj. KLu b.d.).

Langs deze weg zegt het bestuur de heer Van Kampen nogmaals dank voor de wijze waarop hij sinds 1985 bijgedragen heeft aan de totstandkoming van het bestuursbeleid. Mede dankzij zijn inspanningen zijn de contacten tussen de Koninklijke marine en het NLR in deze periode verder geïntensiveerd.

Een speciaal woord van dank richt het bestuur aan mr. G.W. van Hasselt. Mr. Van Hasselt heeft sinds 1966 zitting gehad in de besturen van de Stichting NLR en de Stichting Pensioenfonds NLR. In die lange periode heeft hij zeer wezenlijke bijdragen voor het bestuursbeleid gegeven, en meegeholpen de groei van de activiteiten van het NLR mogelijk te maken. Daarnaast heeft mr. Van Hasselt zeer grote verdiensten gehad als lid – en vanaf 1968 als voorzitter – van het Pensioenfondsbestuur. In die periode zijn er grote veranderingen op pensioengebied gekomen, waarvan de belangrijkste was de vernieuwing van de NLR-pensioenregeling in 1975.

Wijziging samenstelling directie

Zoals in het Verslag over 1987 reeds was vermeld, heeft ir. J.A. van der Blik de functie van directeur van de AGARD voor de periode 1 juli 1988 t/m 1 juli 1991 aanvaard. Aan het afscheid van ir. Van der Blik, de vijfde algemeen directeur van het NLR sinds de oprichting in 1919, is veel aandacht besteed. De heer Van der Blik kwam in 1967 in dienst bij het NLR en trad in 1971 toe tot de directie van het NLR. In 1976 aanvaardde hij de functie van algemeen directeur.

Onder zijn leiding heeft het NLR een sterke groei doorgemaakt. De omzet werd in de periode 1976-1988 verdubbeld; de personeelsomvang nam toe met ca. 150 personeelsleden.

Op deze plaats wil het bestuur nogmaals zijn grote waardering en dank uitspreken voor al hetgeen ir. Van der Blik voor het laboratorium heeft gedaan. Hoezeer ook het bestuur en het NLR als geheel zijn markante persoonlijkheid en leiderschap missen, het bestuur realiseert zich het grote belang voor de samenwerking in AGARD-verband van het toetreden van ir. Van der Blik tot die organisatie.

Door het bestuur werd dr. ir. B.M. Spee per 1 juli 1988 tot algemeen directeur benoemd.

Prof. ir. F.J. Abbink volgde per die datum dr. Spee op in de functie van adjunct-directeur.

Gedurende het verslagjaar werden vele onderwerpen besproken. Naast de gebruikelijke bestuurs-aangelegenheden, zoals de begrotingen, het financieel verslag, het jaarverslag, de werkplannen en de grote investeringen, werd aan een aantal onderwerpen speciaal aandacht besteed.

Een onderwerp dat in 1988 de aandacht van het bestuur vroeg was de Nederlandse deelname in de Europese Transone Windtunnel (ETW). In 1988 konden de voorbereidingen voor de start van de bouwfase van dit project worden afgerond. Na de oprichting van de ETW GmbH kon met de bouw van deze unieke faciliteit worden begonnen.

Het NLR heeft nogmaals bij de overheid aangedrongen op verhoging van het exploitatiesubsidie, teneinde meer achtergrondonderzoek te kunnen uitvoeren. Voorts is met Fokker en NIVR aangedrongen op voortzetting van het in 1987 gestopte Vliegtuig Technologie Programma (VTP). Dit VTP is de schakel tussen het precompetitief onderzoek en de ontwikkelingsfase. Helaas kon in 1988 geen goedkeuring worden verkregen voor de voortzetting van het VTP.

Een ander onderwerp betrof de concretisering van een EG-initiatief om in één van de EG-stimuleringsprogramma's, het BRITE/EURAM-programma, plaats in te ruimen voor onderzoek op het gebied van de luchtvaart. Dit luchtvaartprogramma is enerzijds gericht op stimulering van samenwerking tussen industriën, laboratoria en universiteiten op het gebied van de vliegtuigbouw, anderzijds op stimulering van de vergroting van de researchinspanning in deze sector. De strategische achtergrond van dit programma is de noodzaak om het marktaandeel van de Europese civiele vliegtuigen in de wereldmarkt te behouden en te laten groeien. De elementen voor een dergelijk programma werden aangedragen in de door de vliegtuigindustrie in Europa uitgevoerde EUROMART-studie. Uit deze studie bleek, dat voor het verstevigen van de concurrentiebasis van deze industrietaak, aanzienlijke financiële injecties nodig zijn.

Nadat de studie gunstig was ontvangen bij de EG, werd een onderzoeksprogramma geformuleerd. Het NLR was bij de opstelling van dat programma in een adviesrol betrokken.

Eind december besloot de Raad van Ministers een "pilot project" goed te keuren. Voor 1989 en 1990 is thans een bedrag van 60 miljoen ECU beschikbaar gesteld. Dit deelprogramma is gedurende deze jaren ondergebracht in het BRITE/EURAM-programma.

Aan het bestaande programma is 25 miljoen ECU toegevoegd, terwijl voor 35 miljoen ECU een apart luchtvaartprogramma is gedefinieerd. Voorzien is, dat in het volgende EG-kaderprogramma (1991-1996) een apart stimuleringsprogramma voor de vliegtuigbouw kan worden geïntroduceerd.

Het NLR is in overleg met Fokker, het NIVR, de TU-Delft, alsmede buitenlandse bedrijven en instellingen eind 1988 begonnen met de voorbereiding van concrete voorstellen voor projecten.

Na juni 1989 zal de EG aan de hand van tevoren vastgestelde criteria een keuze bepalen uit een aantal projectvoorstellen. Door de EG wordt 50% van de kosten van de uitgekozen programma's gefinancierd. De andere 50% moet door de participant zelf worden opgebracht. Eind 1988 was nog overleg gaande over de wijze waarop het NLR zou kunnen participeren, mede gezien de financieringsmodaliteit van de werkzaamheden.

Niet onvermeld mag blijven, dat door de overheid besloten werd de garantie voor de exploitatieuitkomst van het NLR (het zogenaamde tekortfinancieringsmodel) te handhaven. In de afgelopen jaren is er veel discussie geweest over de vraag, of een ander bestuurlijk en financieel model, waarbij het NLR op grotere afstand van de overheid zou opereren, zou moeten worden doorgevoerd.

Mede gezien de extra uitgaven die zo'n financieringswijze voor de overheid met zich mee zou brengen vanwege reservevorming e.d., is besloten het huidige financieringsmodel te handhaven.

Gezien de investeringsbehoeften bij het NLR, besloot het Ministerie van Verkeer en Waterstaat in 1988 het subsidie voor investeringen te brengen op een niveau van f 10 miljoen. Voor 1989 en latere jaren werd dit subsidie structureel verhoogd tot een niveau van f 11,2 miljoen. Hierdoor is het mogelijk in de komende jaren een bescheiden begin te maken met de modernisering van de hoge-snelheidswindtunnel (HST) van het NLR. Deze modernisering zal, gezien de omvang van de beschikbare middelen, nu gefaseerd moeten worden uitgevoerd.

De 15%-bijdrage van het Ministerie van Economische Zaken in het exploitatiesubsidie werd verlaagd in het kader van de in het regeerakkoord opgenomen omroepingen van f 500 miljoen voor Economische Zaken. Na overleg met zijn ambtgenoten heeft de minister van Economische Zaken in dit verband besloten een korting op de EZ-bijdragen aan instituten, waaronder ook het

NLR, toe te passen. Het bestuur is de Minister van Verkeer en Waterstaat erkentelijk dat een daarvoor dreigend exploitatietekort in 1988 door een eenmalige extra subsidie-bijdrage van dat departement kon worden opgevangen.

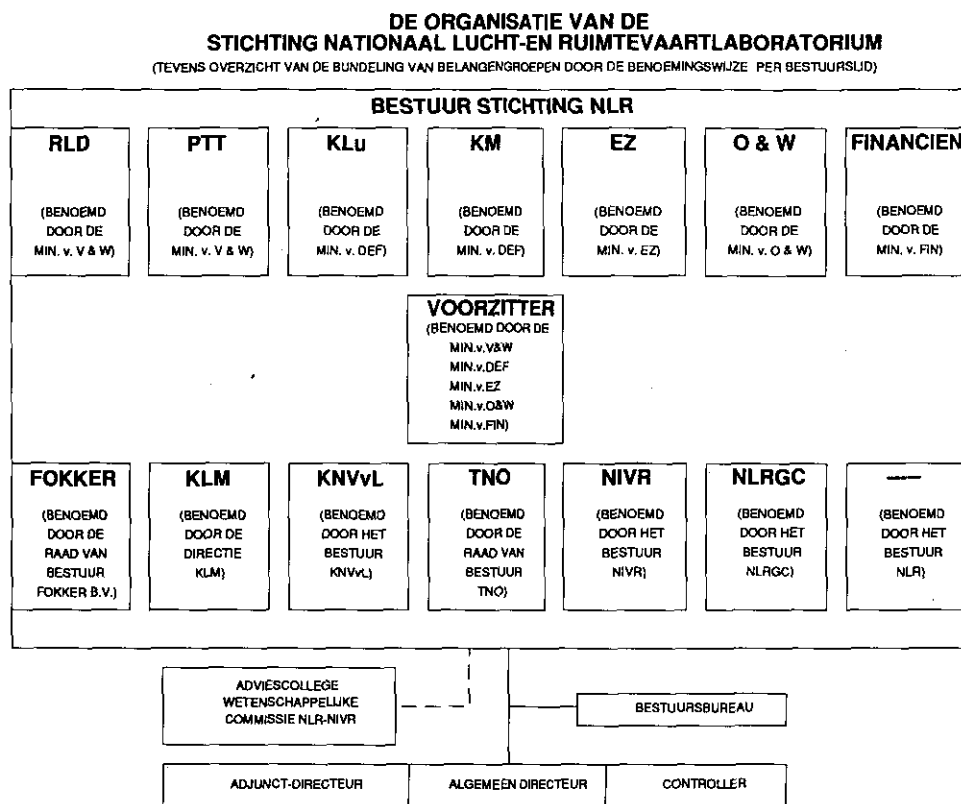
Samenwerking

Het bestuur spreekt zijn waardering uit over de wijze, waarop in het verslagjaar kon worden samengewerkt met de overheid en speciaal de Rijksluchtvaartdienst, de grote nationale opdrachtgevers, de Centrale Accountantsdienst en de leden van de NLR Computer Commissie, bestaande uit prof. dr. ir. A.J.W. Duyvestein en drs. F. Schriever.

Ook is het bestuur dank verschuldigd aan de leden van de Wetenschappelijke Commissie en de Subcommissies, voor de belangrijke adviezen die het van die zijde mocht ontvangen.

Bestuursbureau

In het verslagjaar werd het bestuur bijgestaan door de secretaris-penningmeester, drs. A. de Graaff, en de stafmedewerkers de heren N. van Dam, J.P. Klok en mevrouw J.J.P. van den Berg. De heer E.J.H. Bleeker, nationaal coördinator voor de AGARD, nam op 1 november afscheid, gebruikmakend van de VUT-regeling. Deze functie wordt thans vervuld door ir. L. Sombroek, die op 1 juli bij het bureau in dienst kwam.



1.2 ACTIVITEITEN VAN DE STICHTING

Inleiding

Het is verheugend te kunnen constateren, dat de beide nieuwe Fokker-produkten, de Fokker 50 en de Fokker 100, ook commercieel een succes zijn. De ervaringen van de luchtvaartmaatschappijen met deze vliegtuigen zijn zeer gunstig, onder meer wat het passagierscomfort betreft. Ook in 1988 leverde het NLR een aanzienlijke inspanning voor de ontwikkeling van deze vliegtuigen. Door het NLR werden daarnaast in 1988 vele opdrachten uit het buitenland ontvangen.

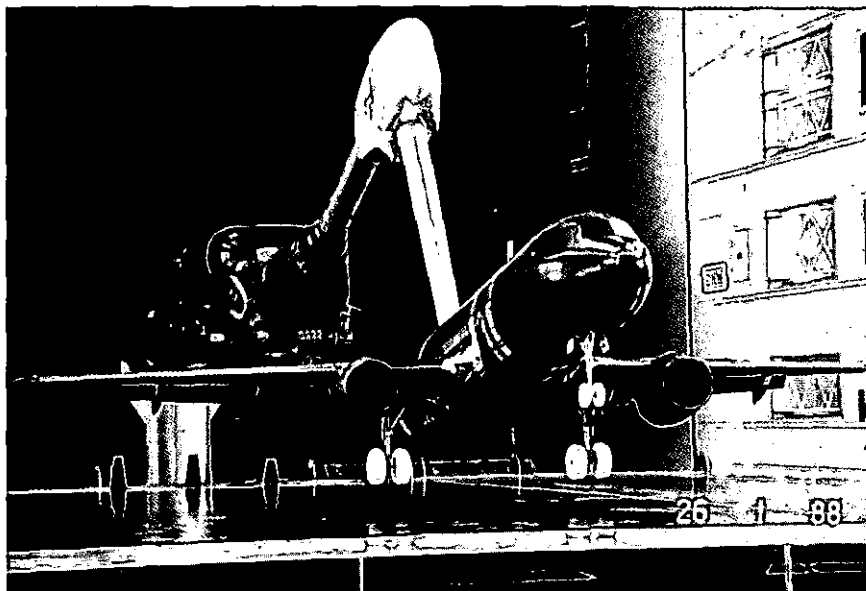
Op 6 april vond de feestelijke ingebruikstelling plaats van de nieuwe NEC SX-2 supercomputer van het NLR, door de Minister van Verkeer en Waterstaat, mevrouw drs. N. Smit-Kroes.

De bezettingsgraad van de supercomputer is gedurende het verslagjaar snel toegenomen, vooral door het uitvoeren van ingewikkelde aërodynamische berekeningen. Voorts werd deze faciliteit benut door de universitaire wereld in Nederland, wat werd gefinancierd door de Werkgroep Gebruik Supercomputer (WGS).

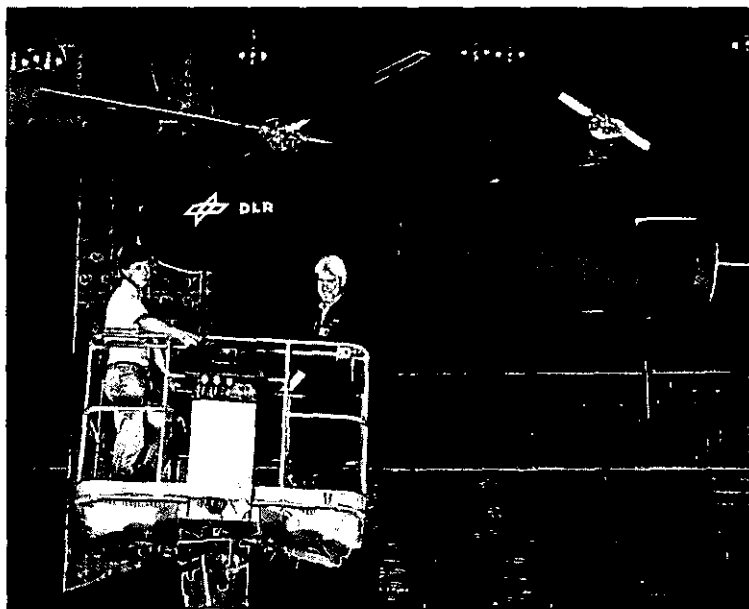
Binnenlandse opdrachten	In 1988 werd voor f 47,9 miljoen aan binnenlandse opdrachten verwerkt. Het opdrachtenpakket van het NIVR voor de ontwikkeling van de Fokker 50 en de Fokker 100 vertoonde een aanzienlijke daling ten opzichte van 1987. De totale omvang van de NIVR-opdrachten bedroeg f 13,2 miljoen. De opdrachten van de Koninklijke luchtmacht bedroegen ca. f 10,5 miljoen, terwijl voor de Rijks-luchtvaartdienst voor f 3,5 miljoen werd verwerkt. In paragraaf 1.4, "Achtergronden van het beleid", wordt nader ingegaan op het werk dat het laboratorium verricht voor Defensie. De overige binnenlandse opdrachten, onder andere van Fokker, de DNW en de Beleidscommissie Remote Sensing (BCRS), lagen op een zeer hoog niveau (f 20,7 miljoen). In 1988 kon de eerste fase van het project TTA-79, de ondersteuning van de Republiek Indonesië bij het opbouwen van eigen onderzoeks- en ontwikkelingscapaciteit op gebied van de vliegtuigbouw, succesvol worden afgesloten. Dit project, en het vervolgproject ISARD, werd en wordt grotendeels gefinancierd uit fondsen van de Minister voor Ontwikkelingssamenwerking. Eind 1988 ging de tweede fase van dit project van start.
Buitenlandse opdrachten	In 1988 werd voor een bedrag van f 19 miljoen aan opdrachten uit het buitenland ontvangen, hetgeen een stijging van ruim f 7 miljoen betekent ten opzichte van 1987. Deze opdrachten hadden onder andere betrekking op ontwikkelingsprojecten voor de ruimtevaart (Ariane, Hermes) in het kader van ESA-programma's (f 7 miljoen), op windtunnelonderzoek voor diverse vliegtuig-fabrikanten (f 4 miljoen) en op onderzoek voor Eurocontrol (f 2 miljoen).
Eigen werkzaamheden	De werkzaamheden in eigen beheer van het laboratorium betreffen eigen speurwerk en onderzoek op het gebied van de ontwikkeling van de uitrusting. De kosten van het speurwerk bedroegen f 21,9 miljoen, terwijl het onderzoek voor ontwikkeling van de uitrusting f 11,9 miljoen vergde. Deze werkzaamheden werden vrijwel geheel gefinancierd uit het ter beschikking staande exploitatiesubsidie. Evenals in voorgaande jaren werd meer dan de helft van het speurwerk verricht in enigerlei vorm van internationale samenwerking. Een groot deel van het onderzoek op het gebied van de uitrusting had betrekking op de voorbereiding van de modificatie van de hoge-snelheidswindtunnel HST, verbetering van windtunnels in het algemeen, de opbouw van de ATC-simulator NARSIM en op het nieuwe bewegingsmechanisme voor de vluchtnabootser van het NLR.
Investeringsen	In 1988 vonden wederom enkele belangrijke investeringen plaats, zoals de aanschaffing van een geavanceerd radarbeeldscherm voor de ATC-simulator NARSIM, installaties voor EMI-onderzoek en een vacuüm-pomp voor de HST. Daarnaast werd aandacht besteed aan verbetering van de NLR-infrastructuur door de bestelling van nieuwe telefooncentrales in de vestigingen Amsterdam en Noordoostpolder. Opdracht werd gegeven voor de verbouwing van het Elektronisch Laboratorium en de uitbreiding van het gebouw van de hoofdafdeling Constructies en Materialen.
Milieuaspecten	Het NLR heeft ook in 1988 veel onderzoek in opdracht uitgevoerd op het gebied van de geluidshinder door vliegtuigen. Er is sprake van een toenemende belangstelling voor dit onderzoek, in verband met eventuele uitbreidingen van luchthavens. Verwacht wordt dat de groeiende zorg voor het milieu aanleiding zal geven tot meer onderzoek naar de uitstoot en verspreiding van schadelijke verbrandingsproducten door vliegtuigmotoren en naar mogelijkheden die te beperken.
Personeelszaken	Op 6 juni werd aandacht geschonken aan het feit, dat de Ondernemingsraad van het NLR voor de honderdste maal bijeen kwam. Voor die gelegenheid had de Ondernemingsraad de heer H. Vos, lid van de Tweede Kamer, uitgenodigd om zijn visie te geven op de ontwikkeling van de vliegtuigbouw in Nederland in de toekomst. Voorts werd in 1988 veel aandacht besteed aan de effecten van de Wet Arbeidsvoorwaardenontwikkeling Gepremieerde en Gesubsidieerde Sector (WAGGS). Het NLR is bij wet aangewezen om de WAGGS toe te passen. Helaas blijkt in de praktijk, dat er wat die toepassing betreft een aantal onduidelijkheden bestaat. Zo wijkt de financieringsmethodiek van de pensioenen bij het NLR af van die bij de overheid. Hiermee lijkt in de Wet geen rekening te worden gehouden.



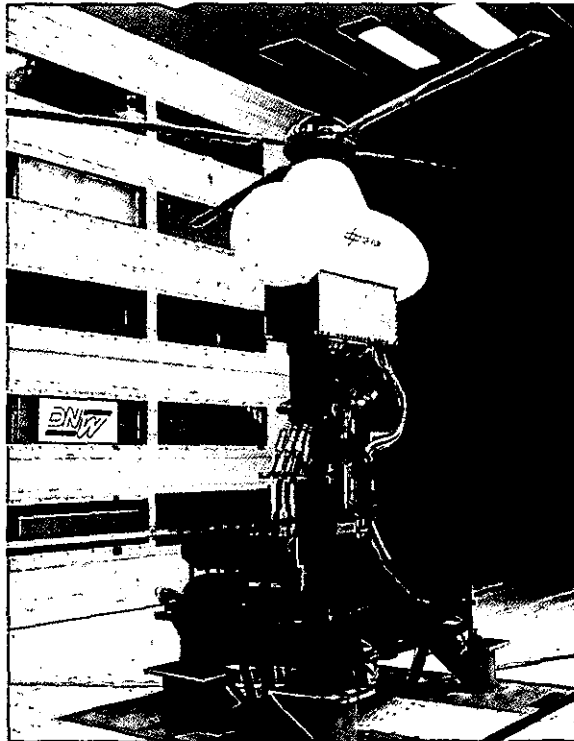
Onderzoek aan een halfmodel (schaal 1:2) van een vleugel voorzien van manchetten voor onderzoek naar Natural Laminar Flow in de DNW (met toestemming van MBB-UT).



Onderzoek naar grondinvloed met een model (schaal 1:7,5) van een Airbus Industrie A320 boven het "Moving Belt Ground Plane".



Onderzoek naar geluid door interactie tussen hoofdrotor en staartrotor, gebruikmakend van modellen (schaal 1:2,5) van de BO 105 op de nieuwe rotoropstellingen in de open configuratie van de DNW, voor de DLR.



Vierbladige BO 105 helikopterrotor (schaal 1:2,5) op de testopstelling van de DLR in de meetplaats met doorsnede van 8 m x 6 m van de DNW, voor een "higher harmonic control" onderzoek.

Nationale en internationale samenwerking

In 1988 werd samen met de Netherlands Aerospace Group deelgenomen aan de Farnborough Air Show.

De samenwerking met de Nederlandse universitaire wereld werd verder versterkt, door het gezamenlijk uitvoeren van opdrachten, het afstemmen van werkplannen en de inschakeling van AIO's. Voorts vervulden vier medewerkers van het NLR een functie als deeltijd hoogleraar. Tenslotte kon het NLR wederom een beroep doen op velen uit de universitaire wereld, om via deelname in het werk van de Wetenschappelijke Commissie en de Subcommissies een waardevolle inbreng te leveren.

De samenwerking met het Waterloopkundig Laboratorium, de TU-Delft en de TU-Twente binnen het ISNaS-project, voor de ontwikkeling van een informatiesysteem op basis van de Navier-Stokes vergelijkingen, verliep voorspoedig.

De contacten met de BCRS werden gedurende het verslagjaar geïntensiveerd, onder meer door stimuleringsubsidies van de Minister van Onderwijs en Wetenschappen.

Besloten werd het SIBAS-samenwerkingsverband voor beleidsanalytische studies met ingang van april 1989 een "slapende" status te geven, totdat er een duidelijke nieuwe behoefte blijkt voor activiteiten met een multidisciplinair, beleidsanalytisch karakter.

De internationale samenwerking ondervond op verschillende gebieden nieuwe impulsen. Van de zijde van de EG zijn nieuwe stimulansen uitgegaan voor verdergaande Europese samenwerking op het gebied van de luchtvaartresearch. Binnen het IEPG-kader werden nieuwe samenwerkingsprojecten gestart. De coördinatie van een deel van deze projecten wordt door het NIVR uitgevoerd.

De Stichting Duits-Nederlandse Windtunnel ondervond in 1988 de gevolgen van de trage besluitvorming op politiek niveau terzake van een aantal nieuwe grote Europese vliegtuigontwikkelingsprojecten. Voorts werden enige opdrachten voor onderzoek van het zgn. "propfan concept" naar latere jaren verschoven. Hierdoor was het niet mogelijk de goede bezetting van deze windtunnel zoals in voorgaande jaren te continueren en waren de moederorganisaties, de Duitse DLR en het NLR, verplicht een bijdrage in de exploitatiekosten en de investeringen te leveren. Op verzoek van het NLR bleek het Ministerie van Verkeer en Waterstaat bereid, een additioneel subsidie ad f 1,5 miljoen beschikbaar te stellen, waarmee het tekort kon worden afgedekt. Voor 1989 en later wordt weer een hoge bezettingsgraad voor de DNW verwacht, omdat in 1988 overeenstemming werd bereikt over een aantal grote Europese vliegtuigprojecten.

Vooruitzichten

Mede als gevolg van de steeds toenemende vraag naar luchtvervoer wordt de toekomst van de luchtvaart als zeer positief beoordeeld. Nieuwe technische ontwikkelingen zullen nodig zijn om te komen tot verbetering van de prestaties, vermindering van het brandstofverbruik, en vergroting van de levensduur van vliegtuigen, tot vermindering van de belasting van het milieu en tot vergroting van de capaciteit van het luchtruim en de luchthavens.

Het jaar 1989 zal voor het NLR een belangrijk jaar worden. De EG-initiatieven betekenen een extra stimulans voor het onderzoek op internationaal niveau. Verwacht mag worden dat het NLR, met zijn grote ervaring op het gebied van internationale samenwerking, in staat zal worden gesteld, een belangrijke bijdrage aan die activiteiten te leveren. Teneinde de positie van de Nederlandse zelfontwikkende vliegtuigindustrie in de toekomst te versterken is uitvoering van het Vliegtuig Technologie Programma (VTP) op nationaal niveau noodzakelijk. Het NLR gaat ervan uit dat de VTP-activiteiten in 1989 weer ter hand kunnen worden genomen. Naar verwachting zal voorts extra aandacht worden besteed aan de Technologie Projecten van Defensie.

De exploitatie-vooruitzichten voor 1989 zijn niet ongunstig. Toch blijft een punt van zorg, dat de capaciteit voor eigen onderzoek ver achter blijft bij het gewenste niveau, waardoor niet voldoende aandacht kan worden geschonken aan de noodzakelijke verbreding en verdieping van het onderzoek. Samen met de overheid zal naar wegen moeten worden gezocht om het NLR in dat opzicht meer armslag te geven. Immers, het onderzoek van vandaag is de basis voor de welvaart van morgen.

1.3 FINANCIËLE AANGELEGENHEDEN VAN DE STICHTING

In het kader van de algemene beschouwingen over de werkzaamheden in 1988, wordt in het onderstaande in het kort aandacht geschonken aan de financiële aangelegenheden van de Stichting.

In de vergadering van 24 februari 1988 heeft het bestuur de herziene exploitatie- en kapitaalbegroting voor 1988 vastgesteld. Voorts werden in die vergadering de begrotingen voor 1989 en het meerjareninvesteringsplan behandeld.

In zijn vergadering van 6 juli 1988 stelde het bestuur de financiële jaarstukken over 1987 vast.

De omzet bedroeg in 1988 f 103,3 miljoen, waarvan de verdeling in figuur 1 is weergegeven.

Uit het subsidie (rijksbijdrage) werden de kosten van de in eigen beheer uitgevoerde werkzaamheden grotendeels gefinancierd. De specificatie van de kosten voor werk in eigen beheer luidt als volgt:

– speurwerk	f 21,9 miljoen
– onderzoek en ontwikkeling met het oog op de uitrusting van het laboratorium	f 11,9 miljoen
– wetenschappelijke diensten aan derden	f 1,2 miljoen
	f 35,0 miljoen

In 1988 werden voor een bedrag van f 13,4 miljoen investeringsverplichtingen aangegaan. Ultimo 1988 stond nog f 4,0 miljoen aan verplichtingen uit.

In 1988 werd op investeringsverplichtingen uit 1988 en voorgaande jaren een bedrag van f 13,3 miljoen betaald. De aan opdrachtgevers doorberekende rente en afschrijving bedroeg f 3,3 miljoen.

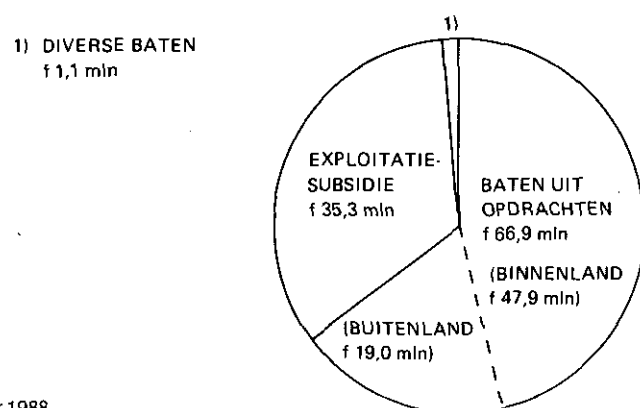


Fig. 1 – De verdeling van de inkomsten over 1988.

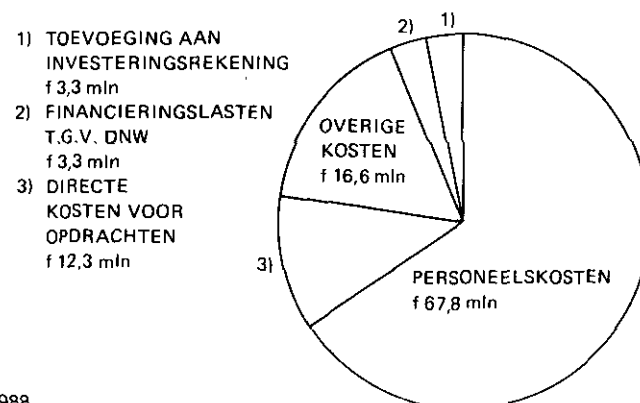


Fig.2 – De verdeling van de uitgaven over 1988.

1.4 ACHTERGRONDEN VAN HET BELEID: ONDERZOEK TEN BEHOEVE VAN DEFENSIE

De relatie tussen het NLR en het Ministerie van Defensie dateert al vanaf de oprichting van de voorganger van het NLR, de in 1919 ontstane Rijks Studiedienst voor de Luchtvaart (RSL).

De snelle technologische ontwikkelingen in de eerste Wereldoorlog deden bij de krijgsmacht de behoefte groeien aan wetenschappelijke inbreng op het gebied van de luchtvaart. Vandaar dat de eerste plannen werden gesmeed om tot de oprichting van een studiedienst voor de luchtvaart te komen. Toen in 1918 een einde kwam aan de vijandelijkheden, nam de belangstelling van Defensie daarvoor echter wat af. Maar door de komst van Fokker naar Nederland en de opkomst van de civiele luchtvaart door de oprichting van de KLM, bleef toch de belangstelling voor een Rijksstudiedienst bestaan. In 1919 werd daarom de RSL opgericht. In 1920 werd de RSL ingedeeld bij het Departement van Waterstaat. Het in 1937 opgerichte NLR is uit deze RSL voortgekomen.

In de afgelopen 70 jaar is de relatie met de militaire luchtvaart blijven bestaan. Het NLR verricht veel onderzoek voor de Koninklijke luchtmacht en de Koninklijke marine. Dit onderzoek heeft vooral betrekking op ondersteuning bij het uitvoeren van operationele taken. Het betreft onder andere:

- **Certificatie- en kwalificatiewerkzaamheden.** Deze hebben onder meer betrekking op het vaststellen van de limieten waarmee veilig kan worden gevlogen bij bepaalde vliegtuigconfiguraties. Bij dat onderzoek verschaft het NLR de instrumentatie, bereidt het proeven voor en evalueert deze in samenwerking met de testgroep van de Koninklijke luchtmacht. Een ander voorbeeld van certificatiewerkzaamheden is het bepalen van de limieten waaronder het nog veilig is om met een helikopter op het vliegdek van een schip te landen.
- **Evaluaties,** zowel van complete systemen als van subsystemen. In het verleden heeft het NLR evaluaties uitgevoerd voor de aanschaf van nieuwe jachtvliegtuigen, helikopters e.d. Voorts is het NLR betrokken bij het technische evaluatieproces bij de aanschaf van nieuwe bewapeningspakketten.
- **Operations research.** Dit is een zeer belangrijk element in het totale werkpakket. Enerzijds betreft het onderzoek naar de benodigde middelen in toekomstige scenario's. Anderzijds omvat het de ondersteuning bij de huidige taakuitoefening. Bij deze categorie van werkzaamheden wordt onder meer gedacht aan de applicatieprogramma's die ten behoeve van de Koninklijke luchtmacht zijn ontwikkeld. Deze omvatten onder meer: OMIS (Operations Management Information System), CAMPAL (Computer Aided Mission Planning at Airbase Level) en ABCCIS (Airbase Command and Control Information System). Door de grote kennis van alles wat het vliegen van militaire missies met zich meebrengt, de jarenlange ervaring bij het NLR en de gedegen kennis op het gebied van informatica-systemen en programmatuur, is het NLR bij uitstek geschikt om dergelijke ingewikkelde applicatieprogramma's en systeemopzetten te maken.

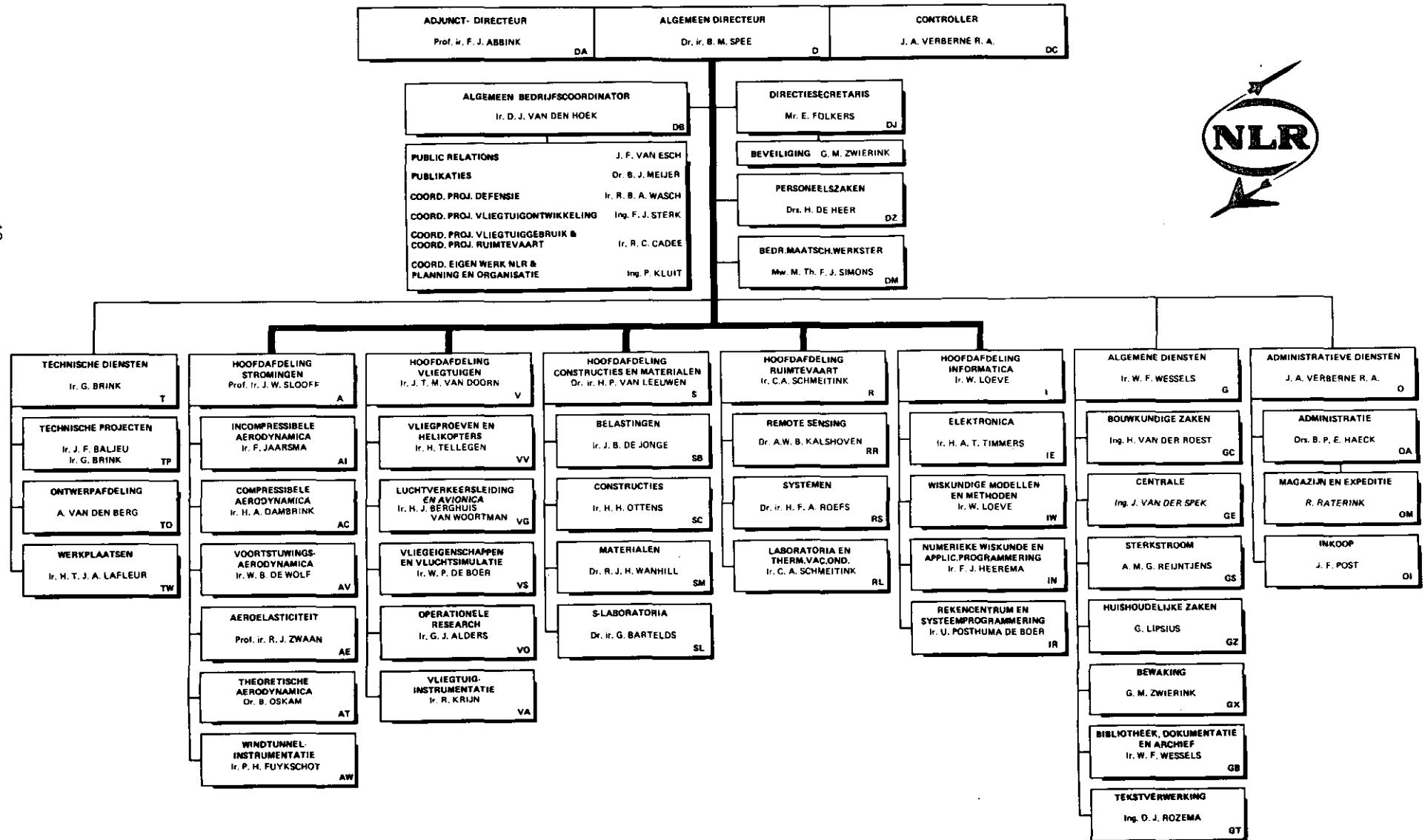
Een volgend voorbeeld van operations research is de ondersteuning bij de opleiding en training van vliegers. Het NLR levert bijdragen aan allerlei trainingsprogramma's (TACPOL, REDFLAG). Voorts omvat operations research het geven van adviezen omtrent de optimale inzet en het gebruik van vliegtuigen en helikopters in een vijandelijke omgeving.
- **Vluchtnabootsers.** Nauw verwant aan het eerdergenoemde trainings- en opleidingsaspect, is het werk op het gebied van vluchtnabootsers voor de krijgsmacht. Zo ondersteunde het NLR de Koninklijke marine bij de aanschaf van simulatoren voor patrouillevliegtuigen en -helikopters, en werden simulaties uitgevoerd voor de ontwikkeling van jachtvliegtuigen.
- **Levensduurbewaking.** Een van belang blijvend element van het NLR-werk is de levensduurbewaking van vliegtuigen en motoren. In samenwerking met de Koninklijke luchtmacht worden programma's uitgevoerd teneinde de resterende levensduur van systemen en systeemcomponenten te bepalen. Daartoe worden zowel tests uitgevoerd op laboratoriumschaal als operationeel vliegende systemen geïnstrumenteerd.
- **Incidenten- en ongevalenonderzoek.** Dit vaak intensieve onderzoek wordt uitgevoerd teneinde de oorzaken te achterhalen, om daarmee ongevallen in de toekomst te vermijden.

Het onderzoek ten behoeve van de Koninklijke luchtmacht wordt jaarlijks besproken in de CKN (Contactcommissie Koninklijke luchtmacht/NLR) en beschreven in het zogenoemde Rolling Budget KLu. Ook met de Koninklijke marine vindt jaarlijks overleg plaats over het onderzoeksprogramma.

Sinds enkele jaren voert het NLR ook onderzoek uit in het kader van het defensie-technologie-beleid. Dit betreft zowel defensie-technologieprojecten gefinancierd door Defensie als ondersteuning van de industrie. Het onderzoek wordt grotendeels in internationaal verband uitgevoerd, onder andere in het kader van de IEPG-samenwerking. De ondersteuning aan de industrie betreft onder andere de helikopterprojecten LAH en NH90.

In de toekomst zullen de werkzaamheden voor Defensie toenemen. Enerzijds zullen de hierboven genoemde activiteiten ter ondersteuning van de operationele taken van de KLu en de KM worden voortgezet. Anderzijds zal het NLR goed kunnen inspelen op de wens, om de Nederlandse industrie op geselecteerde gebieden in een vroeg stadium te betrekken bij de ontwikkeling van nieuwe systemen, c.q. de modificatie van bestaande systemen. Zoals ook uit een recent rapport van de adviesraad Militaire Productie bleek, is het NLR goed in staat aan de industrie de nodige ondersteuning te verlenen.

ORGANISATIESCHEMA VAN HET LABORATORIUM



2 ORGANISATIE EN PERSONEEL VAN HET LABORATORIUM

Organisatie

De dagelijkse leiding van het laboratorium werd gevoerd door de directie (zie pag. 3 en 7).

Met de leiding van de hoofdafdelingen en dienstengroepen waren aan het eind 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. H.P. van Leeuwen	<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 (directiesecretaris).

Per 1 juli heeft een reorganisatie van de hoofdafdeling Vliegtuigen plaatsgevonden. In verband met deze reorganisatie werden de volgende wijzigingen doorgevoerd:

- Ir. J.T.M. van Doorn werd benoemd tot leider van de hoofdafdeling Vliegtuigen. Hij volgde in deze functie dr. ir. H.A. Mooij op, die het NLR met ingang van 1 juli 1988 heeft verlaten.
- Ir. R. Krijn werd benoemd tot chef van de afdeling Vliegtuiginstrumentatie, als opvolger van ir. Van Doorn.
- Ir. G.J. Alders werd benoemd tot chef van de nieuw gevormde afdeling Operationele Research, waarin de groepen Operationele Research, Boordsystemen en Certificaties werden samengebracht.

Met ingang van 1 juli bestaat de hoofdafdeling Vliegtuigen uit de volgende afdelingen:

- Vliegproeven en Helikopters (VV), onder leiding van ir. H. Tellegen;
- Luchtverkeersleiding en Avionica (VG), onder leiding van ir. H.J. Berghuis van Woortman;
- Vliegeigenschappen en Vluchtsimulatie (VS), onder leiding van ir. W.P. de Boer;
- Operationele Research (VO), onder leiding van ir. G.J. Alders;
- Vliegtuiginstrumentatie (VA), onder leiding van ir. R. Krijn.

Per 1 juli heeft ing. P. Kluit de functie Coördinator Eigen Werk NLR (CEW) overgenomen van ing. J.H.A. te Boekhorst, die overgeplaatst is naar de afdeling Compressibele Aërodynamica (AC). Ing. Kluit blijft daarnaast zijn taken als staffunctionaris Planning en Organisatie (DPO) uitvoeren. Zijn deelfunctie van Coördinator Projecten Vliegtuiggebruik (CPG) is per 1 augustus overgenomen door ir. R.C. Cadée, die in verband hiermee is overgeplaatst naar de directiestaf. Ir. Cadée behoudt daarnaast zijn functie van Coördinator Projecten Ruimtevaart (CPR).

Per 1 augustus is de heer G.M. Zwierink in zijn functie van Beveiligingsinspecteur (BVI) toegevoegd aan de directiesecretaris, mr. E. Folkers.

Per 1 augustus is ing. J. van der Spek benoemd tot Chef Centrale, als opvolger van de heer K.A.P. Lantinga, die met ingang van dezelfde datum gebruik maakte van de VUT-regeling.

Per 1 september heeft de heer J.K. Westhoff, chef Huishoudelijke Zaken NOP, het NLR verlaten. Zijn taken zijn overgenomen door de heer G. Lipsius, die hierdoor behalve chef Huishoudelijke Zaken Amsterdam ook chef Huishoudelijke Zaken NOP is geworden.

De heer Lipsius treedt in beide vestigingen tevens op als plaatsvervangend chef Bewaking.

Uitmo 1988 was het laboratorium georganiseerd volgens het schema op blz. 16.

Pensionering en
vervroegde uittreding

Een personeelslid, ing. J. Kuipers, ging met pensioen. Tot zijn pensionering op 1 juni 1988 was ing. Kuipers senior hogere technicus B bij de afdeling Compressibele Aërodynamica.

Twaalf personeelsleden maakten gebruik van de regeling voor vervroegde uittreding (VUT): ir. P. Hanrath (Technische Projecten), de heer A.H. de Vries (Werkplaatsen), de heer G. Fidler (Bewaking), de heer A.F. Idema (Werkplaatsen), de heer A. van der Hoorn (Werkplaatsen), ing. A. Blaauw (Vliegproeven en Helikopteronderzoek), ir. D.J. van Dieren (Algemene Diensten), de heer K.A.P. Lantinga (Centrale), ir. J. Mannée (Stromingen), de heer J.W.T. Hartman (Centrale), de heer D. Vorink (Ontwerpfdeling), en mevrouw S.J.A. Boeijsing (directiesecretaresse).

Jubilea

Drie medewerkers vierden hun 40-jarig jubileum, en negentien hun 25-jarig jubileum als medewerker van het NLR.

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.

Personeelsbestand

De personeelsformatie per einde 1988 wordt weergegeven in de tabel op pagina 19, en de spreiding van het personeel over de beide vestigingen in onderstaande tabel.

Personeelsspreiding over de beide NLR-vestigingen op 31-12-1988
(tussen haakjes de cijfers op 31-12-1987)

Personeelscategorie	Amsterdam	Noordoostpolder	Totaal
Academici en daarmee gelijkgestelden	156 (159)	100 (98)	256 (257)
Hogere technici en daarmee gelijkgestelden	134 (145)	116 (121)	250 (266)
Overigen	135 (141)	118 (120)	253 (261)
Totaal	425 (445)	334 (339)	759 (784)

Stichting Pensioenfonds

Aan het einde van het jaar trad mr. G.W. van Hasselt af als voorzitter van het bestuur van de Stichting Pensioenfonds van de Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium. Als zijn opvolger werd jhr. mr. J.W.E. Storm van 's Gravesande benoemd. De personeelsvertegenwoordigers in het bestuur ir. L.J.M. Joosten (penningmeester) en ir. R. Krijn (plaatsvervangend lid) werden herkozen.

Het bestuur was aan het einde van het jaar 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: ing. C.S. Beers, ir. A.L.C. van Dorp, drs. H.W.G. de Jonge (voorzitter), de heer P. Koster, de heer J.W. van der Laan, de heer G. van Lunteren, ing. C.J. Lof, de heer L.H.A. van der Meer, de heer J.H. Nassette, de heer P.W.H. Peteri, ing. P.J. Sevenhuijsen (secretaris) en ir. F.J. Sonnenschein (vice-voorzitter).

Personeelsvereniging

Het bestuur van de Personeelsvereniging bestond aan het einde van het jaar uit de heer L.C.M. Dinkgreve, ing. E.Th.R. Funck, de heer H. Keppel, mevrouw S.N. Mimoun (penningmeester), ir. O.B.M. Pietersen (voorzitter) en mevrouw ing. K.M. van Wijk (secretaris).

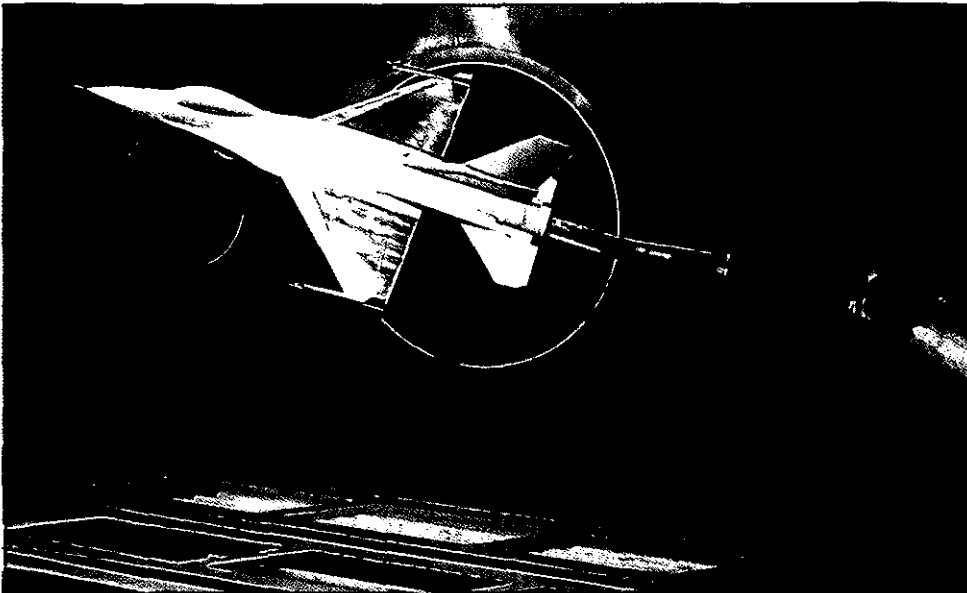
Activiteiten PF, OR en PV

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.

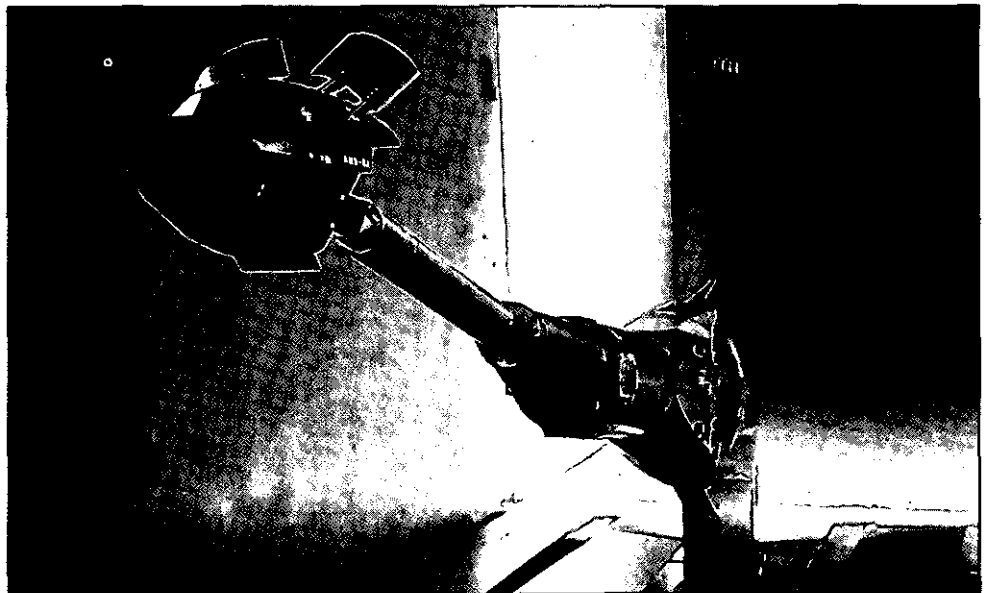
NLR-PERSONEELSFORMATIE EIND 1988
(tussen haakjes de cijfers van eind 1987)

		Academici en daarmee gelijkgest.	Hogere technici en daarmee gelijkgest.	Overigen	Totaal
DIRECTIE		3 (3)	— (—)	— (—)	3 (3)
– Directiestaf		9 (8)	9 (11)	1 (1)	19 (20)
		12 (11)	9 (11)	1 (1)	22 (23)
HAFD. STROMINGEN	A	3 (3)	1 (1)	3 (3)	7 (7)
– Incompr. aërodynamica	AI	10 (11)	5 (5)	6 (6)	21 (22)
– Compr. aërodynamica	AC	9 (8)	18 (18)	13 (12)	40 (38)
– Voortstuwingsaërodynamica	AV	5 (6)	3 (4)	4 (4)	12 (14)
– Aëroelasticiteit	AE	9 (9)	2 (2)	1 (1)	12 (12)
– Theoretische aërodynamica	AT	11 (11)	— (—)	— (—)	11 (11)
– Windtunnelinstrumentatie	AW	6 (6)	8 (10)	6 (6)	20 (22)
– DNW	AD	4 (3)	9 (11)	12 (11)	25 (25)
		57 (57)	46 (51)	45 (43)	148 (151)
HAFD. Vliegtuigen	V	2 (2)	1 (1)	2 (2)	5 (5)
– Vliegpr. en helikopteronderz.	VV*	15 (—)	6 (—)	2 (—)	23 (—)
– Vliegtuiggebruik	VG*	14 (45)	4 (17)	1 (4)	19 (66)
– Operationele Research	VO*	15 (—)	7 (—)	1 (—)	23 (—)
– Stabiliteit en besturing	VS	11 (12)	8 (8)	3 (3)	22 (23)
– Vliegtuiginstrumentatie	VA	12 (14)	28 (32)	10 (12)	50 (58)
		69 (73)	54 (58)	19 (21)	142 (152)
HAFD. CONSTR. en MAT.	S	1 (1)	— (—)	1 (1)	2 (2)
– Belastingen	SB	6 (6)	3 (3)	— (—)	9 (9)
– Constructies	SC	7 (8)	1 (1)	1 (1)	9 (10)
– Materialen	SM	6 (6)	4 (4)	— (—)	10 (10)
– S-Laboratoria	SL	3 (3)	6 (6)	15 (16)	24 (25)
		23 (24)	14 (14)	17 (18)	54 (56)
HAFD. RUIMTEVAART	R	3 (3)	— (—)	1 (1)	4 (4)
– Remote sensing	RR	5 (3)	3 (2)	— (—)	8 (5)
– Systemen	RS	11 (11)	— (1)	— (—)	11 (12)
– Lab. en therm. vac. onderzoek	RL	4 (4)	7 (7)	1 (1)	12 (12)
		23 (21)	10 (10)	2 (2)	35 (33)
HAFD. INFORMATICA	I	3 (3)	— (—)	3 (2)	6 (5)
– Elektronica	IE	15 (13)	21 (19)	10 (11)	46 (43)
– Wisk. modellen en methoden	IW	11 (11)	— (—)	— (—)	11 (11)
– Num. wisk. en appl. program.	IN	19 (18)	23 (25)	3 (3)	45 (46)
– Rekencentr. en syst. program.	IR	15 (15)	14 (14)	10 (11)	39 (40)
		63 (60)	58 (58)	26 (27)	147 (145)
TECHNISCHE DIENSTEN	T	1 (1)	— (—)	1 (1)	2 (2)
– Techn. projecten	TP	3 (4)	3 (3)	2 (1)	8 (8)
– Ontwerpfdeling	TO	— (—)	12 (12)	2 (3)	14 (15)
– Werkplaatsen	TW	1 (1)	9 (9)	28 (32)	38 (42)
		5 (6)	24 (24)	33 (37)	62 (67)
ALGEMENE DIENSTEN	G	1 (2)	1 (1)	— (—)	2 (3)
– Bouwkundige zaken	GC	— (—)	2 (2)	1 (1)	3 (3)
– Centrale	GE	— (—)	3 (4)	9 (9)	12 (13)
– Sterkstroom	GS	— (—)	2 (2)	8 (8)	10 (10)
– Huishoudelijke zaken	GZ	— (—)	1 (2)	31 (32)	32 (34)
– Bewaking	GX	— (—)	— (—)	7 (8)	7 (8)
– Bibl., documentatie, archief	GB	2 (2)	2 (3)	7 (6)	11 (11)
– Tekstverwerking	GT	— (—)	3 (4)	29 (29)	32 (33)
		3 (4)	14 (18)	92 (93)	109 (115)
ADMINISTRATIEVE DIENSTEN	O	— (—)	— (—)	— (—)	— (—)
– Administratie	OA	1 (1)	16 (17)	12 (13)	29 (31)
– Magazijn en expeditie	OM	— (—)	1 (1)	4 (4)	5 (5)
– Inkoop	OI	— (—)	4 (4)	2 (2)	6 (6)
		1 (1)	21 (22)	18 (19)	40 (42)
TOTAAL GENERAAL		256 (257)	250 (266)	253 (261)	759 (784)

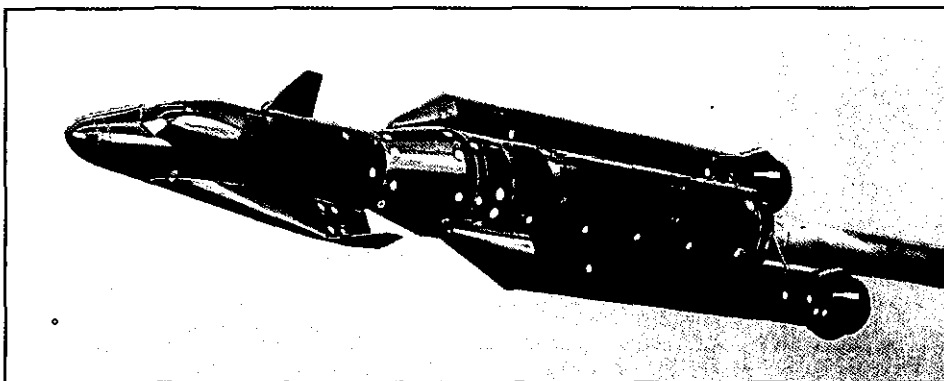
* Per 1 juli 1988 heeft een reorganisatie in de hoofdafdeling Vliegtuigen plaatsgevonden, die onder meer heeft geleid tot een herindeling van de (oude) afdelingen Vliegproeven en helikopteronderzoek (VV), Vliegtuiggebruik (VG) en Prestaties (VP). Zie hierover blz. 17.



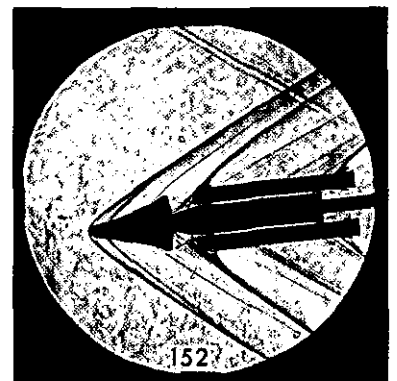
Model van een F-16 Fighting Falcon in de hoge-snelheidstunnel HST.



Model van de Hermès Escape Cabin in de HST.



Windtunnelmodel van het Europese ruimteveer Hermès op de Ariane 5 draagraket, gebruikt voor onderzoek in de HST en in de supersone SST.



Schokgolfpatroon rondom een model van de Hermès op de Ariane 5, bij Mach 2 in de SST.

3 OVERZICHT VAN HET WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK

3.1 STROMINGEN

Rekenmethoden voor stationaire stroming en daarmee samenhangend experimenteel onderzoek

Aërodynamische rekenmethoden die zijn vervat in computerprogrammasystemen, zijn niet meer weg te denken hulpmiddelen bij het aërodynamisch ontwerp en de aërodynamische analyse van vliegtuigconfiguraties.

In de diverse stadia van het ontwerpproces worden uiteenlopende eisen gesteld aan de nauwkeurigheid en aan de snelheid van verwerking van te gebruiken rekenmethoden. Hiermee samenhangend worden zowel methoden ontwikkeld gebaseerd op eenvoudige stromingsmodellen (potentiaalstroming, al of niet met grenslaageffecten) als methoden waarbij een volledige modellering van de stroming plaatsvindt, op basis van de Euler- en de Navier-Stokes-vergelijkingen. De ontwikkeling en toepassing van de laatste typen is eerst goed mogelijk geworden na de introductie van supercomputers.

Niet-viskeuze stromingen

Voor het tijdens de ontwerpfase van het vliegtuig berekenen van de stroming om gecompliceerde configuraties, zoals die voorkomen bij start en landing, wordt een nieuwe panelenmethode ontwikkeld. Enkele versies hiervan werden reeds aan Fokker overgedragen. Met de laatste versie kan tevens de geïnduceerde weerstand worden berekend voor een grote diversiteit van configuraties en stromingscondities. In overleg met Fokker werd een werkplan opgesteld voor verdere ontwikkelingen.

Een oriënterend, tweedimensionaal onderzoek heeft aangetoond dat voor slipstromen en motor-uitlaatstromen een nieuwe formulering van het randwaardeprobleem noodzakelijk is.

Het onderzoek naar procedures voor het iteratief oplossen van volle stelsels vergelijkingen zoals die bij panelenmethoden voorkomen, heeft aangetoond dat de oplossing van zulke stelsels vergelijkingen aanzienlijk kan worden versneld.

De ontwikkeling van het programmasysteem MATRICS voor het berekenen van de transsone stroming om transportvliegtuigen in kruisvluchtconfiguraties was vooral gericht op vleugel/rompconfiguraties. Uit de evaluatie van de door FFA (Zweden) ontwikkelde netwerkgenerator (MAT-GRID) voor netwerken met zogenaamde CH/CO-topologie, bleek dat bevredigende netwerken kunnen worden gegenereerd voor vleugelconfiguraties zonder romp. Voor vleugel/romp-combinaties zijn nog verbeteringen nodig.

De module voor de berekening van schokgolfweerstand werd voltooid. De convergentie-eigenschappen van het oplossingsalgoritme van de "flow solver" moeten voor netwerken met een CO-topologie verder worden verbeterd.

De installatie van MATRICS op de NEC SX-2 supercomputer kwam gereed, evenals de koppeling aan het grafische visualisatiepakket VISU3D voor het analyseren van de rekenresultaten.

Goede voortgang werd gemaakt met de ontwikkeling van de programma's voor de numerieke simulatie, op basis van de Euler-vergelijkingen, van de stroming om complexe driedimensionale aërodynamische configuraties in aanwezigheid van propellerslipstromen. Een belangrijke factor hierin was het beschikbaar komen bij het NLR van de supercomputer en de bijbehorende voorzieningen aan het computernetwerk.

Testberekeningen toonden aan dat bij de simulatie van propellerslipstromen vooruitgang is geboekt, maar tevens dat de stromingssimulatie nog verbetering behoeft, vooral voor wat betreft de nauwkeurigheid en stabiliteit van de rekenprocessen, de vermindering van de rekentijd en het efficiënter benutten van het centraal geheugen van de computer.

In samenwerking met vliegtuigfabrikanten werden testberekeningen uitgevoerd voor een stroming om een complete vliegtuigconfiguratie met werkende propellers.

Het onderzoek naar de toepassing van de panelenmethode voor het simuleren van wervelstromen om relatief eenvoudige deltavleugel/romp-configuraties werd afgesloten. Vervolgens werd een begin gemaakt met het onderzoek naar het simuleren van dit soort stromingen met behulp van een rekenmethode gebaseerd op de Euler-vergelijkingen.

Viskeuze stromingen

De ontwikkeling van de programmasystemen voor de berekening van de grenslaag gekoppeld aan de niet-viskeuze buitenstroming werd voortgezet. Het programma VISTRAFS voor transsone (2D)-profielstromingen werd getest en kon op een aantal punten worden verbeterd; voorts werd een aanzienlijke vermindering van de rekentijd bereikt. Begonnen werd aan een uitbreiding die de effecten van drukvariaties door de grenslaag in aanmerking neemt. Tests hebben aangetoond dat configuraties tot aan de maximale draagkracht met VISTRAFS berekend kunnen worden. Om het toepassingsgebied van VISTRAFS nog verder uit te breiden, met name door een betere modellering van losgelaten stromingen, dient het bij de grenslaagberekening gebruikte turbulentiemodel verder te worden verbeterd.

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

- een driedimensionaal grenslaagexperiment dat uitvoerige en gedetailleerde metingen omvat van de gemiddelde snelheden en de turbulentiegrootheden in de driedimensionale grenslaag op de boven- en onderzijde van een pijlvleugel en in het nabije zog. Het windtunnelmodel voor de metingen in de LST 3 x 2.25 kwam gereed en wordt geïnstrumenteerd. Dit betreft een Europees onderzoek dat in GARTEUR-verband wordt uitgevoerd.
- experimenteel onderzoek in de stroming nabij een profielachtterrand.
Na een eerste onderzoek, dat in 1987 in samenwerking met de TU-Delft werd uitgevoerd, werden de definitieve snelheidsmetingen verricht en werd begonnen met de analyse van de meetresultaten. De uitkomst moet leiden tot verbetering van het bovengenoemde programma VISTRAFS.
- turbulentiemetingen in een zog.
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.

Het programmasysteem VISCOMP, waarmee de grenslaag en het zog rond roterende compressorbladen van motoren kan worden berekend, werd na validatietests overgedragen aan de opdrachtgever.

Voor het berekenen van complexe stromingen is het onderzoek naar rekenmethoden voor de Reynolds-gemiddelde Navier-Stokes-vergelijkingen voor driedimensionale compressibele stromingen voortgezet. Dit onderzoek vindt plaats in samenwerking met andere Nederlandse instituten, in het kader van het nationale project ISNaS voor het ontwikkelen van een informatiesysteem op basis van de Navier-Stokes vergelijkingen.

Een Navier-Stokes-programma voor de berekening van tweedimensionale stromingen werd geïmplementeerd op de NEC SX-2 supercomputer.

Onderzoek werd verricht naar geschikte algoritmen voor het oplossen van Navier-Stokes-vergelijkingen voor supersone en hypersonische stromingen. De wiskundige formulering van reële-gaseffecten werd vastgelegd.

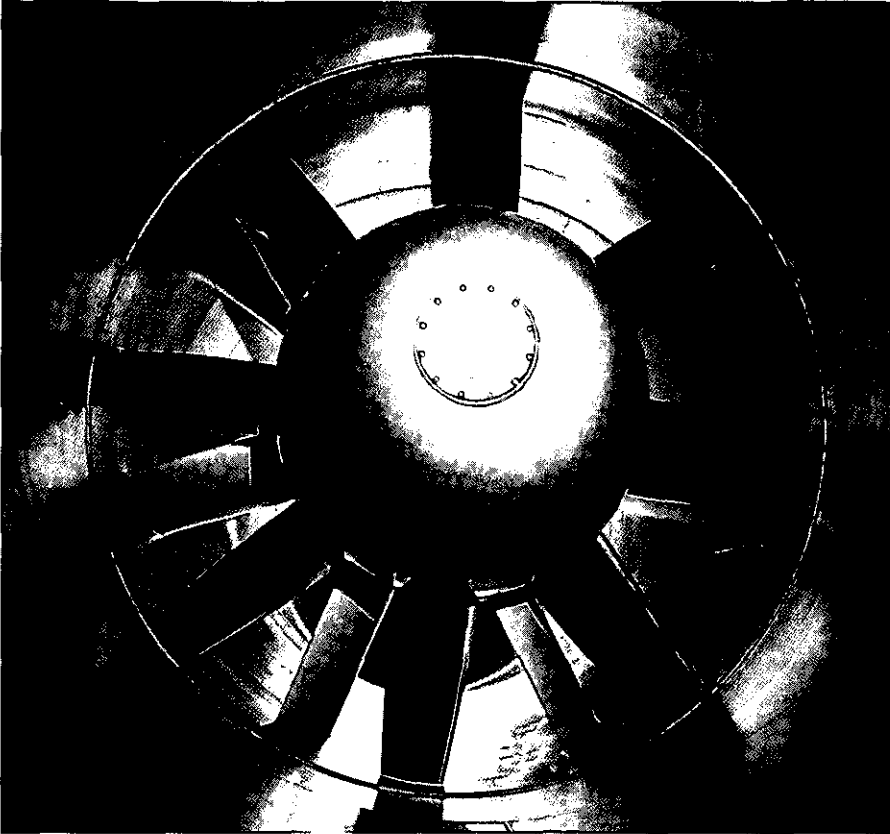
Ontwerpmethoden

Onderzoek werd verricht naar de weerstandsoptimalisatie van driedimensionale configuraties, met name naar de minimalisatie van de geïnduceerde weerstand bij aanwezigheid van propellerslipstromen, (actieve) flaprail fairings en motorgondels.

Toegepast aërodynamisch onderzoek Draagkrachtverhogende middelen

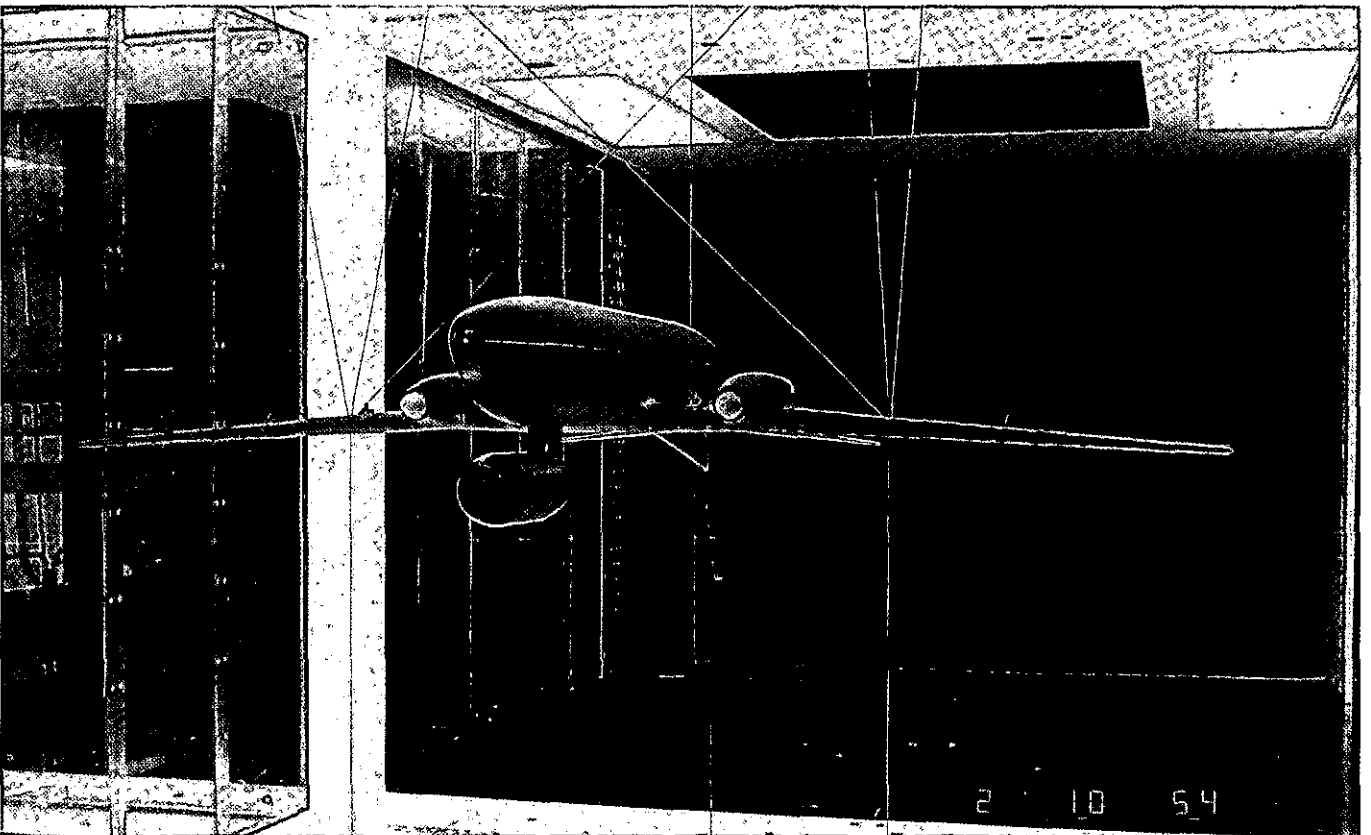
Een reeks metingen in de lage-snelheidswindtunnel LST 3 x 2,25 en in de hoge-snelheidswindtunnel HST aan een vleugel met neus- en staartkleppen in zowel een startstand als een landingsstand, werd voltooid. Dit onderzoek maakt deel uit van een GARTEUR-programma dat zowel metingen in verschillende Europese windtunnels bij Reynolds-getallen tussen 2×10^6 en 16×10^6 en onafhankelijk gevarieerde Machgetallen als metingen in de vrije vlucht omvat. De resultaten zullen inzicht verschaffen over schaafeffecten bij onderzoek in de windtunnel.

Natuurlijke laminaire stroming	Een experimenteel onderzoek in de LST 3 x 2.25 naar kritische afmetingen voor oppervlakteverstoringen die omslag veroorzaken werd nagenoeg afgerond. Een theoretisch onderzoek werd begonnen naar mogelijkheden om de gevoeligheid voor oppervlakteverstoringen te verminderen door middel van een geschikte vorm van de profielneus. Het lineaire stabiliteitsprogramma COSAL werd verder gevalideerd voor evenwichtsgrenslagen in gunstige en ongunstige drukgradiënten. Gedurende het jaar 1988 werd wekelijks op Schiphol een aantal vliegtuigen van drie verschillende typen geïnspecteerd op onder normale bedrijfscondities optredende vervuiling van de vleugels. Gedurende een belangrijk deel van het jaar werd een aanzienlijke vervuiling door opgevangen insecten geconstateerd.
Voortstuwingsaërodynamica	Nadat eerder in de lage-snelheidswindtunnel LST 3 x 2.25 het instationaire snelheidsveld achter een draaiende propeller was bepaald met een laser-techniek, werd de bruikbaarheid van deze techniek gedemonstreerd in de hoge-snelheidswindtunnel HST bij een snelheid van Mach 0,7. Het onderzoek vond plaats in samenwerking met Dowty Roto1, die de propellerbladen leverde, en Rolls-Royce, die de laser-apparatuur beschikbaar stelde. Voor de ontwikkeling van meettechnieken aan propellers werd een opstelling gemaakt, geschikt voor het meten aan modelpropellers met een diameter van ca. 30 cm. Een methode werd ontwikkeld waarmee bladen voor modelpropellers kunnen worden vervaardigd van met koolstofvezel versterkte kunststof. Voor de ijking van TPS-motoren werd gewerkt aan de verdere verbetering van de kwaliteit door foutenanalyse, herijking van het balanssysteem en ijking van een kalibratie-uitlaat. Voorbereidingen werden getroffen voor de toepassing van elektronische in plaats van pneumatische drukscanners. <i>Een oriënterende studie werd uitgevoerd naar de aërodynamische eigenschappen van ramjetmotoren bij hoge vliegsnelheden, toegepast bij lanceervliegtuigen voor de ruimtevaart.</i> Als bijdrage aan de GARTEUR Action Group "Flow computation for advanced propellers" werden met diverse door het NLR ontwikkelde rekenprogramma's berekeningen uitgevoerd voor een aantal conventionele propellers. De resultaten daarvan worden samen met die van andere partners verzameld in een databestand en onderling vergeleken.
Aëro-akoestiek	De resultaten werden geanalyseerd van metingen van het geluid dat in een stromingskanaal ontstaat als een statorbladkrans wordt getroffen door de zogen van een stroomopwaarts gelegen rotorkrans in de vorm van een spakenwiel. Voor de grondtoon bleek goede overeenstemming te bestaan met berekeningen uitgevoerd met behulp van een theoretisch model voor fanlawaaier, ook voor wat betreft de instationaire drukken op de statorbladen. Bij hogere frequenties bleek de overeenstemming wat minder goed te zijn. Voorts werd het effect van akoestische bekleding van de wand van een stromingskanaal onderzocht, afhankelijk van het aangeboden geluidsdrukpatroon (mode-verdeling). Een verkennend theoretisch en experimenteel onderzoek werd uitgevoerd aan geluiddempende bekleding voor lage frequenties, toe te passen in turbofanmotoren met zeer hoge omloopverhouding. Voorbereidingen werden getroffen voor een experimenteel onderzoek op modelschaal naar het effect van de aanwezigheid van een romp op het geluidsveld nabij een propeller. In het kader van de ontwikkeling van diagnosetechnieken voor cabinegeluid werd begonnen met een verkennend onderzoek om de voortplanting van trillingsenergie in constructies te kunnen vaststellen. Een van de mogelijke technieken, de "structural intensity technique" werd toegepast op een trillende staaf met gedempt uiteinde. Een rapport werd opgesteld over de theorie voor de berekening van de geluidsbronsterkte van axiale compressoren en propellers. De theorie is gebaseerd op een instationaire-draagvlakmodellering. De vergelijking van berekende bladdrukverdelingen met gemeten resultaten van het zogspakenwielexperiment leidde voor lage frequenties tot goede resultaten. Voor hogere frequenties moet de nauwkeurigheid van de berekeningen nog worden vergroot.



De schroef voor het opwekken van de stroming in de lage-snelheidswindtunnel LST 3 x 2.25.

Model van een F-27 met een rotodome op het rompvoorstuk, opgehangen in de LST 3 x 2.25 voor onderzoek van stabiliteit en bestuurbaarheid.



Een eenvoudige methode werd opgesteld om het geluidsveld van conventionele propellers te berekenen. De modellering berust op een dragende-lijntheorie gecombineerd met bladprofiel-eigenschappen. Proefberekeningen voor een Fokker 50 modelpropeller leverden bemoedigende resultaten.

Aëro-elasticiteit

De ontwikkeling van het rekenprogramma CAR (voorheen ARSPNSC genaamd) voor het berekenen van luchtkrachten op trillende dragende en niet-dragende lichamen in samendrukbare niet-viskeuze stroming werd voortgezet. Met de verificatie van CAR werd begonnen voor romp/vleugel/vleugellast-combinaties in subsone en supersone stroming.

De verificatie van het rekenprogramma ULTRAN-V voor het berekenen van luchtkrachten op een trillend profiel in subsone en transsone stroming in aanwezigheid van grenslagen werd voortgezet. Bevredigende resultaten werden verkregen voor betrekkelijk dunne profielen, hetgeen onder meer bleek uit een goede overeenstemming met experimenteel verkregen gegevens. De toepassing op dikkere profielen met heftiger schokgolf-grenslaaginteractie behoeft nog verder onderzoek.

De voorbereidingen voor een onderzoek in de HST van de stroming om een halfmodel van een vleugel met "strakes" werden voortgezet. Dit onderzoek beoogt de effecten van stromingsloslating bij de vleugelvoorrand en vleugeltippen op de luchtkrachten na te gaan, die bij gevechtsvliegtuigen kunnen leiden tot een onaanvaardbaar hoog trillingsniveau. Het ontwerp van het windtunnelmodel en de modelopstelling kwam gereed, en een begin werd gemaakt met de fabricage. Verder werd de geschiktheid onderzocht van een rekstrookbalans waarmee de stationaire en dynamische belasting op het model zullen worden gemeten.

Als eenvoudig alternatief voor trillingsmetingen d.m.v. bewerkelijke slingerproeven, waarbij het vliegtuig in een speciale bok moet worden opgehangen, werden trillingsmetingen uitgevoerd aan enkele kleinere vliegtuigen die, op hun onderstel rustend, bij hun resonantiefrequenties werden geëxciteerd. Uit de responsies konden met redelijk succes de massastraagheidsmomenten van de vliegtuigen worden bepaald.

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 heeft drie geëvalueerde technieken opgeleverd voor de bepaling van subsone wandinvloed in een meetplaats met gesloten wanden:

- de klassieke spiegelmethode met verbeterde correctietermen;
- een "on-line sparse data" wanddrukkenmethode;
- een "volledige" wanddrukkenmethode.

De klassieke spiegelmethode maakt gebruik van een wiskundige modelrepresentatie. Bij de wanddrukkenmethode is dit niet geval, wat het in principe mogelijk maakt de wandinvloed te bepalen voor willekeurige modellen. De daaruit volgende correctie van gemeten grootheden is echter veelal nog onvoldoende nauwkeurig gedefinieerd.

De rekentechnieken werden uitgebreid voor flexibele gesloten wanden en voor spleetwanden. De methode voor flexibele wanden werd toegepast ter ondersteuning van de werkzaamheden van Werkgroep 12 van het Fluid Dynamics Panel van AGARD ("Adaptive Walls"). Voor de ontwikkeling en evaluatie van spleetwandmethoden werden metingen verricht aan SWIM in twee, aan de DNW ontleende, spleetwandconfiguraties van de PLST. Een vervolgonderzoek bij transsone snelheden (in de PHST en HST) werd voorbereid door het definiëren van een Transsone Wandinvloed Generator (TWIG)-model. Dit transsone onderzoek zal vooral gericht zijn op optimalisatie van de spleetbreedte in de voorziene gemoderniseerde HST.

Staakinvoled

De analyse van de invloed van (twee verschillende) modelondersteuningen op de gemeten aëro-dynamische coëfficiënten werd afgerond. De conclusie van dit onderzoek is dat de beïnvloeding op afstand (de verre-veldbijdrage) wel, maar het effect ter plaatse van de staak/romp-doorgang niet langs theoretische weg te beschrijven is.

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 TPS-motoren en analyse van resultaten). Waar mogelijk werd het betreffende onderzoek in het kader van de zgn. "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 de Fokker 100

Nadat in 1987 de ontwikkelingswerkzaamheden aan het Meet- Registratie- en Verwerkingssysteem (MRVS) waren voltooid en zowel voor de Fokker 50 als voor de Fokker 100 het Bewijs van Luchtwaardigheid (BVL) aan Fokker was verleend, werden de vliegproeven voor evaluatie en verdere certificatie van de Fokker 50 en de Fokker 100 in 1988 op uitgebreide schaal voortgezet.

Fokker 50

Tijdens vliegproeven met de Fokker 50 werden metingen verricht ten behoeve van de Acceptance Test Guide voor een Fokker 50 simulator, waarbij de Niet-Stationaire Meetmethode (NSM) werd toegepast. Het NLR verzorgde de verwerking van de meetresultaten en bepaalde een asymmetrisch en een symmetrisch aërodynamisch model. Het eerste prototype van de Fokker 50 werd op Woensdrecht voorzien van een digitaal autopilotsysteem en EFIS-beeldschermen, terwijl ook het NLR-meetsysteem aan boord ingrijpend werd gewijzigd. Ten behoeve van onderzoek naar de mogelijkheid van ijsvorming in de motorinlaat werden vele meetvluchten uitgevoerd, o.a. vanuit Oslo.

Het tweede prototype van de Fokker 50, de POO2, waaruit de meetsystemen medio 1987 waren verwijderd, werd van een beperkt meetsysteem voorzien. Deze proef betrof start- en landingsproeven op gedeeltelijk verharde banen (gravel runways) op IJsland.

De voorspoedig verlopende productie van de Fokker 50 vereiste de veelvuldige inzet van het door het NLR in opdracht van Fokker ontwikkelde Production Test Flight systeem (PTF). Met een PTF-systeem werden ook diverse metingen voor de verdere ontwikkeling van de Fokker 50 met serie-vliegtuigen uitgevoerd.

Daartoe werd een tweede PTF-systeem gerealiseerd. Het eerste PTF-systeem werd uitgebreid met een microcomputer waarmee tijdens de vlucht meetgegevens tot "engineering units" kunnen worden herleid. Hierdoor zijn de vliegproefgegevens vrijwel onmiddellijk na de vlucht voor Fokker beschikbaar.

Een NLR-team verzorgde tijdens bovengenoemde vliegproeven het NLR-gedeelte van de MRVS-instrumentatie aan boord van de vliegtuigen. Door het NLR werd assistentie verleend bij kalibraties, onderhoud van hardware en software, ontwerp en aanmaak van nieuwe of wijziging van bestaande meetsystemen en bij de verwerking van de gemeten gegevens. De omvangrijke administratie en documentatie van meetsystemen en gegevens werd zorgvuldig bijgehouden, zodat ook in de toekomst de goede werking van de meetsystemen en de dataverwerking verzekerd is. Alle elementen van het Meet-, Registratie- en Verwerkingssysteem hebben goed gefunctioneerd.

Fokker 100

Voor de Fokker 100 werd eveneens een uitgebreid vliegproevenprogramma uitgevoerd, met beide prototypen. Het NLR assisteerde bij prestatietellingen uitgevoerd bij Granada in Spanje, "water ingestion trials" in Engeland, metingen van automatische landingen in Frankrijk, "cold weather"-proeven in Zweden en "hot weather"-proeven in Tunesië. Ook vanaf Schiphol werden vele vluchten ondernomen. Nieuw te beproeven onderdelen of zelfs complete systemen vereisten vaak ingrijpende wijzigingen van de vliegproefinstrumentatie. Zo waren wijzigingen nodig voor de certificatieproeven met de zwaardere Tay 650 motor en voor de inmiddels met succes uitgevoerde geluidsmetingen bij Orange County, in de V.S.

Andere metingen betroffen het Automatic Flight Control and Augmentation System (AFCAS) en speciale certificatie-eisen van buitenlandse luchtvaartautoriteiten.

In november werd aan Fokker het certificaat voor Categorie III B automatische landingen voor de Fokker 100 verleend. Hiervoor is op uitgebreide schaal gebruik gemaakt van gegevens die met het door het NLR ontwikkelde "ALAND"-baanbepalingssysteem waren verkregen. Van ca. 300 landingen werden de baangegevens bepaald.

Ook bij de Fokker 100 verzorgde een NLR-team het NLR-gedeelte van de MRVS-instrumentatie. Ook bij de vliegproeven met de Fokker 100 hebben alle elementen van het Meet-, Registratie- en Verwerkingssysteem goed gefunctioneerd.

Bij het Data Verwerkingsstation Vliegproeven (DVS) van het NLR was het werkaanbod zo groot dat vrijwel het gehele jaar in tweeploegendienst moest worden gewerkt. In totaal werden ca. 1400 dataverwerkingsopdrachten door het DVS uitgevoerd.

Ook voor de afleveringsproeven van de Fokker 100 serievliegtuigen werd een PTF-systeem gebouwd en in gebruik genomen.

In de eerste helft van 1988 maakte een NLR-medewerker deel uit van het Fokker Avionics Flight Test team voor de Fokker 100.

Mathematisch model van de Cessna Citation 500

Naar aanleiding van de acceptatieproeven van de Citation-vluchtnabootser van de Rijksluchtvaartschool werd door de fabrikant van de vluchtnabootser, CAE, een aantal wijzigingen in de mathematische modellen van de Citation aangebracht. Dit betrof vooral het model dat de grondinvloed op het gedrag van het vliegtuig in rekening brengt. Deze wijzigingen zijn door het NLR geëvalueerd door simulatiegegevens te vergelijken met resultaten van vliegproeven.

Ondersteuning bij vliegproeven

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

Beproevers- en meettechnieken voor onderzoek in de vlucht

De werkzaamheden gericht op de bepaling van het aërodynamisch model van het Metro II laboratoriumvliegtuig werden voortgezet. Hiertoe werden vliegproeven voorbereid ter verbetering van de modellering van de stroming achter de schroef. Tevens zijn de eigenschappen van de besturingsystemen van hoogte-roer en rolroeren gemeten.

De deelneming aan de GARTEUR "Flight Mechanics Action Group on Aircraft Mathematical Modelling" werd voortgezet. De gegevens verkregen door verschillende instituten bij vliegproeven in een gezamenlijk gedefinieerd meetprogramma met een middelgroot tweemotorig straalvliegtuig, werden geanalyseerd. De resultaten van de parameteridentificatietechnieken van de deelnemende instituten kwamen in het algemeen goed overeen.

NLR-medewerkers verleenden ondersteuning aan de Rijksluchtvaartdienst bij certificatietaakzaamheden voor de Fokker 50, de Fokker 100, de Boeing 757, de Boeing 747-400 en de Airbus 320.

Verwerking van de resultaten van vliegproeven

Drukverdelingsmetingen over verscheidene dwarsdoorsneden van de vleugel van de Fokker 100 werden uitgevoerd; de resultaten werden gedeeltelijk bij het NLR verwerkt. De analyse hiervan werd, in nauw overleg met Fokker, voortgezet. Uit de gegevens werd een betere kalibratie van de invalshoek afgeleid, zodat de resultaten van vliegproeven beter vergeleken konden worden met die van windtunnelmetingen.

De mogelijkheden om het tijdens vliegproeven meetgegevens te verwerken aan boord van het vliegtuig zullen belangrijk toenemen als de nieuwe, op VME-leest geschoeide, computersystemen op ruimere schaal beschikbaar komen. In 1988 werd een prototype-systeem met beperkte capaciteit ontwikkeld dat zal worden toegepast in de "Production Test Flights" van de Fokker 50.

De telemetriefaciliteit ten behoeve van vliegproeven voor de Koninklijke luchtmacht zal in de toekomst veel meer mogelijkheden bieden door de installatie van een krachtige Personal Computer en door snellere dataverbindingen binnen het grondstation.

Gebruik van de laboratoriumvliegtuigen De Beechcraft Queen Air 80

Met het Queen Air laboratoriumvliegtuig, uitgerust met de DUTSCAT (radarscatterometer met zes frequenties), werd een meetcampagne uitgevoerd ten behoeve van landbouwonderzoek, boven proefgebieden in Nederland, Engeland, West-Duitsland, Frankrijk en Italië.

De Fairchild Metro II

Het Metro II laboratoriumvliegtuig werd ingezet voor metingen met de SLAR (Side Looking Airborne Radar) en met CAESAR (optische CCD-scanner) ten behoeve van landbouwonderzoek en oceanografisch onderzoek, en voor het beproeven van een nieuwe toepassing van het On-Board Computer Systeem van de Fokker 100.

Met de Metro II werden interceptieprocedures onderzocht met het oog op de introductie van MLS als naderingshulpmiddel. Hierbij werd gebruik gemaakt van de programmeerbare EFIS die in het rechter instrumentenpaneel was ingebouwd.

De beide laboratoriumvliegtuigen werden ook gebruikt bij korte programma's ter controle van nieuwe en gewijzigde instrumentatiesystemen.

Vliegtuiguitrusting en navigatiesystemen

Er werd deelgenomen in de in het kader van het "Programme for Harmonised Air Traffic Management Research in Eurocontrol" (PHARE) opgerichte Experimental Flight Management System (EFMS) Development Group. De plannen voor de realisatie van het Avionics Research Testbed, betreffende het uitrusten van het Metro II laboratoriumvliegtuig met programmeerbare avionica-systemen en voor de ATC Research Simulator (NARSIM) werden in lijn gebracht met de EFMS-plannen.

Een studie werd gemaakt van de mogelijkheden van satellietnavigatiesystemen (GPS) voor het uitvoeren van "non-precision" naderingen.

Vliegtuigonderhoud

Op basis van opgedane kennis over de bij vliegtuigonderhoud toegepaste diagnosemethodieken en over het airconditioningsysteem van een modern vliegtuig werd een laboratoriumversie van een expertsysteem gebouwd, waarmee de toepasbaarheid van expertsystemen ter ondersteuning van het liegtuigonderhoud kan worden onderzocht. Deze laboratoriumversie wordt geëvalueerd.

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 meegewerkt aan de verdere ontwikkeling van het Nederlandse luchtverkeersleidingssysteem. Zo was het NLR betrokken bij het opstellen van de specificaties voor de apparatuur in de nieuwe verkeersstoren. Voorts werd de mathematische basis voor een automatisch conflictdetectie-module uitgewerkt. Deze module moet kunnen werken in een luchtruimte met een flexibel routesysteem, dat verschilt van het thans gebruikte systeem van vaste luchtwegen.

Een systeem waarmee diverse "trackers" operationeel kunnen worden geëvalueerd kwam gereed en werd bij de Rijksluchtvaartdienst geïnstalleerd.

De eerste versie van een door het NLR ontwikkelde geavanceerde tracker, de zogenaamde jump diffusie tracker werd op de centrale computer geïnstalleerd. Tests met door primaire radar geregistreerd "live" vliegverkeer gaven goede prestaties te zien. De uitbreiding van de tracker voor de verwerking van gegevens van secundaire radar kwam nagenoeg gereed.

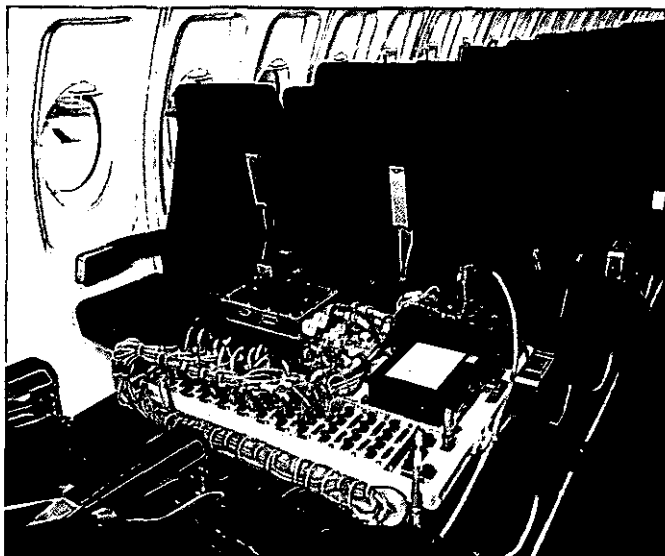
Als onderdeel van studies betreffende de capaciteit van de luchthaven Schiphol werden scenario's bepaald van de verdeling van landende vliegtuigen over de typen en over het etmaal, voor toekomstige jaren. Met een herzien model zullen mogelijke vertragingen van het vliegverkeer worden berekend.

In opdracht van de Rijksluchtvaartdienst werd deelgenomen aan de werkzaamheden van een aantal internationale organisaties. Assistentie werd verleend bij het opstellen van het eindrapport van het "Special Committee on Future Air Navigation Systems" (FANS) van de ICAO. Hierin wordt een blauwdruk gegeven van de gewenste ontwikkeling van systemen voor communicatie, navigatie en surveillance voor de komende 25 jaar. Tevens wordt een mogelijke aanpak van Air Traffic Management gegeven.

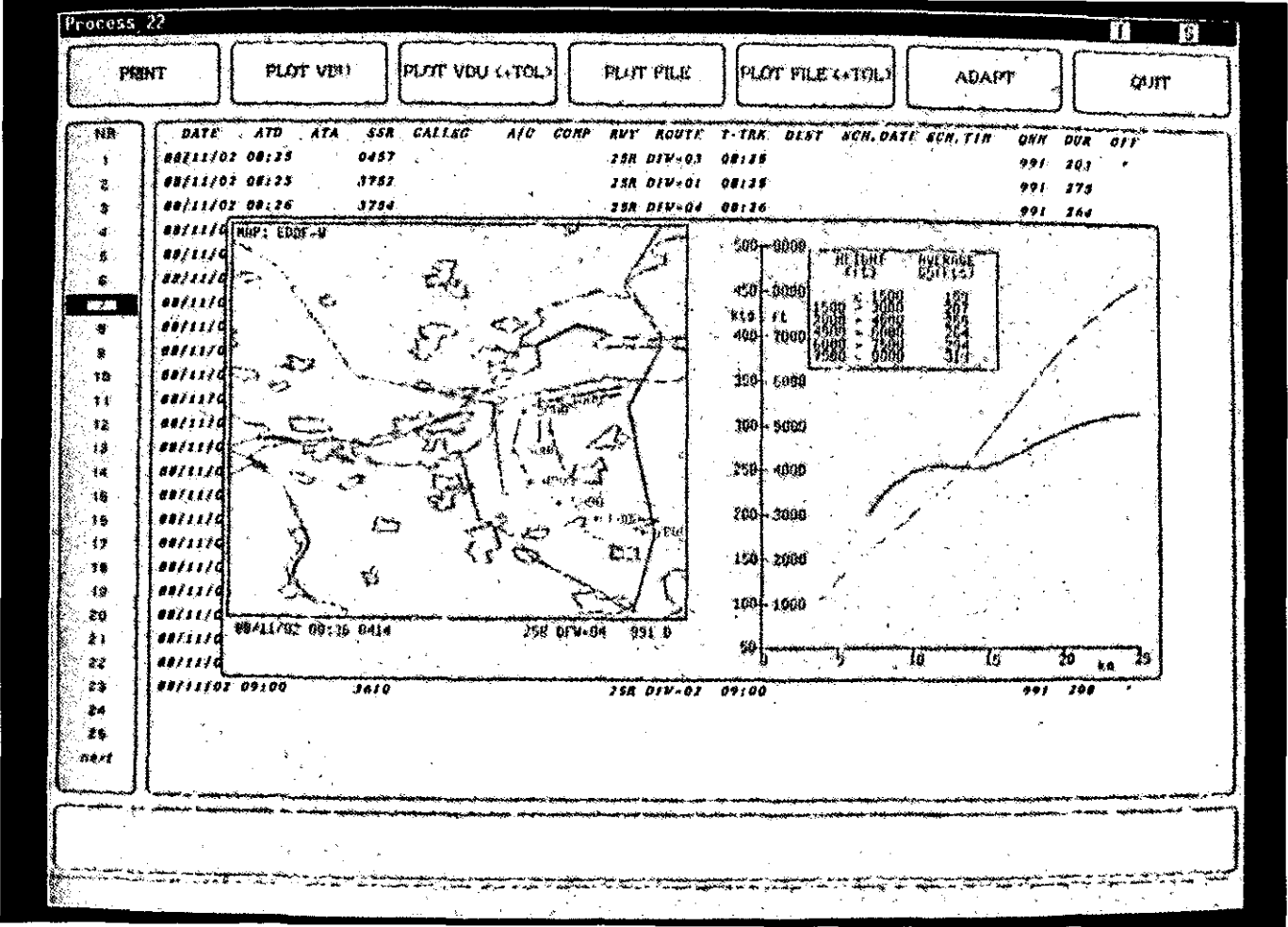
Deelgenomen werd aan vergaderingen van het ICAO "SSR Improvement and Collision Avoidance Systems Panel" (SICAS) en aan de SSR Mode S-werkgroep van Eurocontrol. In laatstgenoemde werkgroep werd meegewerkt aan het opstellen van een rapport dat de introductie van een tweezijdige grond-lucht data link in Europa beschrijft.

Op verzoek van de Rijksluchtvaartdienst werd in Montreal (Canada) een drieweekse vergadering van het ICAO-RGCS Panel bijgewoond waar het eindrapport van de Europese verticale datacollectie werd besproken. Het NLR heeft hiervoor de gehele data-analyse en een belangrijk deel van de bepaling van het botsingsrisico uitgevoerd.

Een medewerker van het NLR participeerde, in opdracht van de RLD, in de werkzaamheden van het Obstacle Clearance Panel (OCP).



Het door het NLR ontwikkelde Production Test Flight (PTF) systeem bestaat uit een data-acquisitie-module (links) en een dataverwerkingsmodule (rechts). Beide modules worden op eenvoudige wijze aan de stoelen van de Fokker 100 of Fokker 50 vastgesnoerd. Het PTF-systeem kan worden aangesloten op de boordapparatuur zonder modificaties, en levert direct na de proefvlucht de verwerkte meetgegevens.



Beeldscherm van het FANOMOS-systeem met door dit systeem gereconstrueerde vliegbaangegevens. Het centrale (lichtgroene) gedeelte toont links de "ground track" (rood), en rechts de snelheid (groen) en de hoogte (rood) van een vertrekkend vliegtuig. Het achterliggende blauwe beeld geeft een overzicht van gereconstrueerde vliegbanen.

Helikopters

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

Tevens werd in opdracht van de RLD aandacht besteed aan de luchtwaardigheidseisen te stellen aan vliegoperaties met helikopters. Daartoe werd een rekenmodel ontwikkeld waarmee een schatting kan worden gemaakt van de vliegbaan na een storing in één motor van een twee-motorige helikopter tijdens een verticale start vanaf een booreiland of vanaf een beperkt terrein op het land.

In opdracht van de Koninklijke landmacht en de Koninklijke luchtmacht werd ondersteuning geleverd bij de evaluatie van potentiële opvolgers van de Alouette III helikopter. Naast de bestudering van aspecten als vliegeigenschappen en -prestaties, omvat dit ook onderzoek naar missie-gerelateerde avionica en visionicasystemen.

In opdracht van de Koninklijke marine werd ondersteuning verleend aan het projectbureau voor het NH-90 project (NAVO-helikopter voor de jaren '90).

In de "Project Definition Phase" van het Europese samenwerkingsproject voor de NH90-helikopter verleende het NLR, in de door Fokker gecoördineerde Nederlandse bijdrage, assistentie aan drie "Expert Teams", evenals in een haalbaarheidsstudie voor een "Station Keeping System" en voor een "Obstacle Warning System". Verder verleende het NLR assistentie bij het Italiaans/Engels/Nederlands/Spaanse samenwerkingsverband voor de ontwikkeling van een "Light Attack Helikopter" (LAH).

Bijdragen werden geleverd aan de GARTEUR Helicopter Action Groups:

- Mathematical Modelling of Helicopters;
- Advanced Rotorcraft Evaluation;
- Helicopter Fuselage Rotor Interaction Aerodynamics;

en aan de AGARD Working Groups:

- WG15, Integration of external weapon systems with military helicopters;
- WG18, Rotorcraft parameter identification.

Onderzocht werd op welke wijze een helikopter-vluchtnabootser kan worden gerealiseerd met gebruikmaking van elementen van de bestaande vluchtnabootser van het NLR.

Er werd ondersteuning verleend aan studenten van de Technische Universiteit Delft bij afstudeeropdrachten op het gebied van helikopters.

Gebruik vluchtnabootser Fokker 100 EFIS

In een eerder verricht onderzoek zijn de specificaties vastgesteld van de symbolen te gebruiken voor de MLS-functies van het EFIS-"display format" van de Fokker 100.

In een aansluitend onderzoek werden deze in de EFIS-apparatuur geïmplementeerde MLS-functies met behulp van de vluchtnabootser geëvalueerd. Hierbij werd onder andere gebruik gemaakt van het beschikbare "MLS noise model". Aan het evaluatieprogramma werkten vliegers mee van Fokker, KLM en Swissair.

Vliegeigenschappen

De werkzaamheden van de GARTEUR "Action Group on Handling Qualities Guidelines for Future Transport Aircraft with Active Control Technology" werden voortgezet met de analyse van de resultaten van het onderzoek dat eind 1987 met de vluchtnabootser van het NLR heeft plaatsgevonden, en waarbij de reacties van vliegers werden bepaald op veranderingen van vliegeigenschappen die het gevolg zijn van storingen in een geavanceerd besturingssysteem. Voorlopige resultaten werden gepresenteerd op de AIAA "Atmospheric Flight Mechanics Conference" te Minneapolis (V.S.). Het doel van het onderzoek, dat gedeeltelijk in opdracht van het NIVR plaatsvond, is het formuleren van richtlijnen voor het ontwerp van geavanceerde elektrische besturingsystemen voor toekomstige verkeersvliegtuigen.

MLS

Op het vliegveld van Manchester (V.K.) werden vliegproeven met het Metro II laboratoriumvliegtuig uitgevoerd teneinde procedurele intercepties van een Microwave Landing System (MLS) te onderzoeken. Zowel vliegers als verkeersleiders waren zeer tevreden met de resultaten van het onderzoek waarbij bleek dat de voorgeschreven naderingen eenvoudig en nauwkeurig zijn uit te voeren met beperkte MLS-apparatuur aan boord van het vliegtuig.

In opdracht van de RLD werd onderzoek met behulp van een vluchtnabootser uitgevoerd om na te gaan wat de mogelijkheden zijn van het gebruik van het MLS bij vertrekprocedures; de resultaten van het eind 1987 uitgevoerde experiment werden verwerkt en geanalyseerd.

Tevens werd in opdracht van de RLD aan de validatie van het door ICAO ontwikkelde "MLS noise model" gewerkt. Dit model zal in de toekomst gebruikt gaan worden voor certificatie- en simulatiedoeleinden.

3.3 CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

Werkzaamheden aan
vliegtuigprojecten

De vermoeiingsproef op de stabilo-kielvlakcombinatie van de Fokker 100 werd voortgezet. Aan het einde van het jaar waren 62.800 vluchten gesimuleerd. Tijdens inspecties (dagelijks, en om de 5000 vluchten) werd op een aantal plaatsen in het kielvlak schade gedetecteerd, wat Fokker aanleiding gaf tot het ontwikkelen van enkele modificaties. De vermoeiingsproef wordt voortgezet tot het equivalent van 360.000 vluchten is uitgevoerd.

Belastingen op vliegtuigen,
motoren, ruimtevoertuigen
en windturbines

In de afgelopen jaren werden in opdracht van de KLM meetgegevens van de tijdens operationeel gebruik optredende belastingen verzameld van Boeing 747 vliegtuigen behorende tot de maatschappijen die samenwerken in KSSU-verband. Deze gegevens zijn opgeslagen in de Fatigue Data Base van het Aircraft Condition Monitoring System. De gegevens van in totaal 25000 vluchten zijn in het bestand opgenomen.

De statistische kennis van staartvlakbelastingen is relatief gering. In opdracht van het NIVR wordt een studie van 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. Anderzijds zullen staartvlakbelastingsspectra gemeten worden gedurende een jaar van operationeel gebruik, aan een Fokker 100 van de KLM. In het afgelopen jaar werden analytische studies uitgevoerd en werd de meetinstrumentatie voorbereid.

Ten behoeve van de levensduurbewaking van militaire vliegtuigen worden routinematig belastingsregistraties uitgevoerd tijdens operationeel gebruik. Een eerder ontwikkeld systeem voor de "Cyclic Life Control" van de motoren van een helikopter werd met succes beproefd.

In opdracht van de Rijksluchtvaartdienst werd verder gewerkt aan het onderzoek van het remousverschijnsel in relatie tot de in de luchtwaardigheidsvoorschriften gestelde ontwerpcriteria. Een methode voor de toepassing van PSD-ontwerpcriteria (PSD: Power Spectral Density) bij vliegtuigen met niet-lineaire responsie-eigenschappen werd ontwikkeld. Ter ondersteuning van dit onderzoek werd in het kader van het eigen speurwerk een methode ontwikkeld om een "random" proces te genereren met een vermogenspectrum waarvan de dichtheid een fractionele macht van de frequentie is.

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

Inmiddels is "Cold TURBISTAN", representatief voor compressordelen, gereedgekomen en bij verscheidene instituten geïmplementeerd. "Hot TURBISTAN", dat representatief is voor turbinecomponenten, nadert zijn definitieve vorm.

In opdracht van de Nederlandse Maatschappij voor Energie en Milieu B.V. (NOVEM), werden voor een aantal commerciële windturbines de optredende vermoeiingsbelastingen gemeten. De resultaten werden vergeleken met de bij het ontwerp gebruikte spectra, en de geschatte levensduren werden gecorrigeerd. Op basis van de metingen werd in samenwerking met instituten in binnen- en buitenland een standaard-belastingsvolgorde opgesteld voor bladen van windturbines (WISPER).

Dynamisch gedrag van
constructies

Methoden werden onderzocht om de flexibiliteit van manipulator-armen die worden toegepast in ruimtevoertuigen, in rekening te brengen bij het ontwerp van regelsystemen.

In GARTEUR-verband werd meegewerkt aan de ontwikkeling van methoden voor het verbeteren van dynamische modellen van constructies met behulp van gemeten gegevens.

In samenwerking met Fokker werd gewerkt aan de analyse van de geluidstransmissie door de rompwand van een vliegtuig in het frequentiegebied van 0 tot 500 Hz.

Het met behulp van de eindige-elementenmethode berekende dynamisch gedrag van aluminium en ARALL rompwandpanelen stemde goed overeen met gemeten waarden. Tevens werden bij de meting de dempingeigenschappen van de panelen bepaald. Gewerkt werd aan een model om de demping van een uit lagen opgebouwd materiaal te kunnen bepalen. Dit onderzoek vormt een onderdeel van een groter programma waarin naast de rompwand ook het uitwendige en het inwendige geluidsveld worden gemodelleerd. Hiermee zal het mogelijk worden in een vroeg stadium van het ontwerpproces de constructieve mogelijkheden tot verlaging van het geluidsniveau in de cabine zo goed mogelijk te benutten.

Sterkte en stijfheid van constructies

De ontwikkeling van het programmasysteem B2000 werd voortgezet. Met dit op de eindige-elementenmethode gebaseerde systeem kunnen niet-lineaire analyses van constructies worden uitgevoerd. Gewerkt werd aan de verbetering van de oplossingsmethoden en aan de implementatie van robuuste schaalementen.

Een lineaire-knikmodule en een macroprocessor voor het uitvoeren van dynamische analyses zijn gereed gekomen. Verder werd een koppeling van het B2000-systeem aan het standaard invoeren en uitvoerprogramma PATRAN gemaakt.

Onderzoek werd uitgevoerd aan op druk belaste compositiepanelen die door hun speciale constructieve uitvoeringsvorm minder gevoelig zijn voor inslag schade. Panelen werden ontworpen, die in de buitenvleugel van de Fokker 100 zouden kunnen worden toegepast. Dit ontwerp leidt ertoe dat de panelen tot in het na-knikgebied kunnen worden belast. Het aanbrengen van inslag schade leidde niet tot verlaging van de bezwijkrek van deze panelen.

In samenwerking met enkele Nederlandse industrieën en in opdracht van de RLD werd gewerkt aan de ontwikkeling van een ondersteuningsconstructie voor landingsbaanverlichting. Deze constructie moet licht en "frangible" zijn, zodat bij een botsing van een vliegtuig tegen deze constructie, minimale schade aan het vliegtuig optreedt. De beproeving van een prototype voor een maximaal statisch belastingsgeval werd met succes uitgevoerd, en een botsingsproef werd voorbereid.

Schadegevoeligheid

Voor de analyse van de schadegevoeligheid van ruimtevaartconstructies en van militaire vliegtuigen is onderzocht op welke wijze doelmatig gebruik kan worden gemaakt van database-managementsystemen en van expert-systemen. Een eerste opzet van een nieuw systeem voor de analyse van schadegevoeligheid is gemaakt. De mogelijkheden tot het voorspellen van scheurgroei onder variabele belastingen werden verbeterd door het formuleren van een incrementele scheurgroeiwet. Deze wet werd in de bestaande computerprogramma's ingevoerd en met succes toegepast.

In het kader van een GARTEUR-samenwerkingsverband werd deelgenomen aan de ontwikkeling van methoden voor het voorspellen van de reststerkte van composietconstructies met delaminatieschade.

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 twee fabrikanten. Het onderzoek werd aangevuld met fractografisch en metallografisch onderzoek.

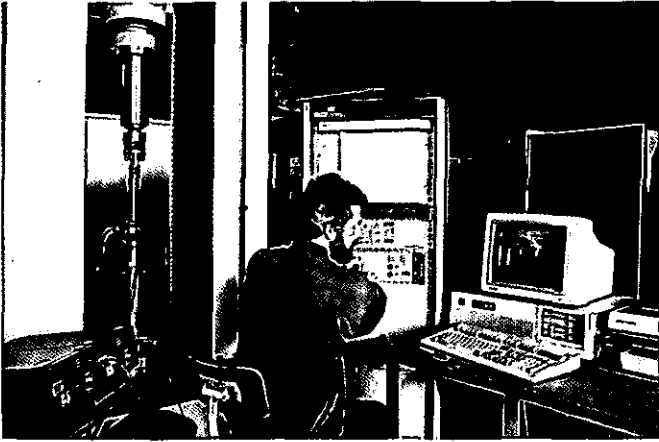
Van nieuwe composieten werd de weerstand tegen inslag schade bepaald door het meten van de druksterkte na het toebrengen van inslag schade bij hoge snelheid.

Schadegroei in composietlaminaten voor primaire constructiedelen werd bestudeerd aan de hand van vermoeiingsproeven bij belasting met constante amplitude. Deze werkzaamheden vormden de NLR-bijdragen aan een GARTEUR-werkgroep.

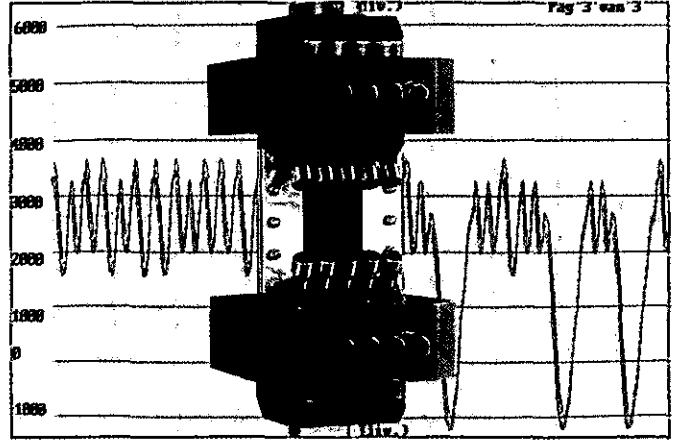
In samenwerking met de Faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de Technische Universiteit Delft en met Fokker wordt gewerkt aan de verdere ontwikkeling van het hybride composietmateriaal ARALL (Aramid Aluminium Laminate). Naast het schadetolerantie-onderzoek wordt een studie gemaakt van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

Een proefstuk dat speciaal was ontwikkeld voor het uitvoeren van vermoeiingsonderzoek onder twee-assige belasting, werd gewijzigd om hinderlijke scheurvorming aan de randen te belemmeren. Daarbij werd gebruik gemaakt van de thermo-elasticiteitsmethode voor contactloze spanningsmeting aan proefstukken in een vermoeiingsopstelling.

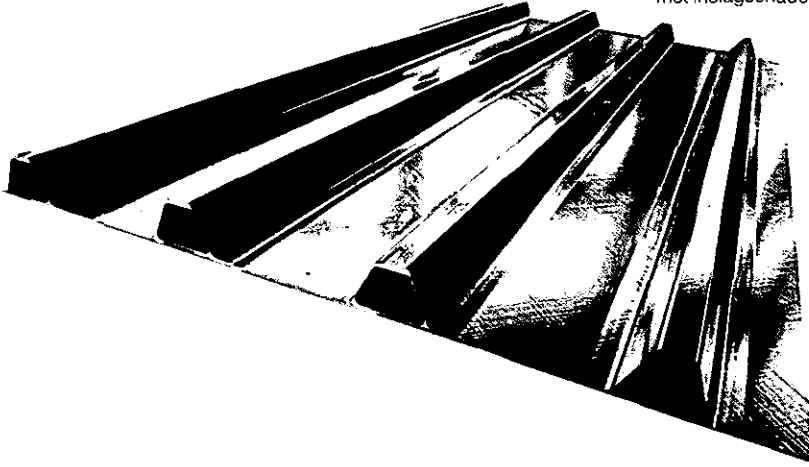
Met behulp van de apparatuur voor thermische analyse werd onderzoek uitgevoerd aan met koolstofvezels versterkte kunststoffen. Hierbij werd o.a. het verloop van het uithardingsproces van epoxy's als functie van de tijd en de temperatuur bestudeerd. Getracht wordt met behulp van de verkregen resultaten een model op te stellen waarmee de uithardingsgraad na een willekeurige autoclaafcyclus kan worden berekend.



Het laboratorium voor Constructie-onderzoek bezit een NKO-erkenning voor krachtenkalibratie, ook op locatie. In het laboratorium worden onder meer krachtopnemers gekalibreerd die zijn opgenomen in de ware-grootte vermoeiingsproefopstelling voor de stabiloconstructie van de Fokker 100.



In het kader van de kwaliteitszorg worden regelmatig controles uitgevoerd op de nauwkeurigheid van dynamische belastingen in een vermoeiingsproef. De computergestuurde SOLIST-apparatuur vergelijkt gevraagde (soll-) en bereikte (ist-)waarden van de belastingen op een koolstof-epoxy laminaat met inslag schade.



Een geoptimaliseerd vleugelpaneel met gesloten verstijvers werd via een speciaal ontwikkeld fabricageprocédé in het kunststoffenlaboratorium vervaardigd uit koolstof-epoxy materiaal. De constructie is vormzuiver en stabiel en ze is zeer goed bestand tegen inslag schade.



Bij het onderzoek naar de aard en de plaats van vermoeiingsschade in vezelversterkte aluminium-laminaten wordt een proefstuk wisselend belast in een elektronenmicroscop. Op het proefstuk is een roosterpatroon aangebracht om de vervorming zichtbaar te maken.

De linkerfoto toont een ruitvormig defect dat in een harsrijke zone is ontstaan tijdens het opvoeren van de afschuifbelasting. Op de rechterfoto is te zien dat na het verwijderen van de belasting een blijvende schade aanwezig is, die de kern vormt voor verdere groei bij volgende belastingswisselingen.

Voor onderzoek naar de effectiviteit van reparaties van een vleugel-onderhuid met behulp van opgelijmde titanium pleisters werden vermoeiingsproeven uitgevoerd met vluchtsimulatiebelasting.

Het onderzoek naar de invloed van herhaalde reparaties op de mechanische eigenschappen van de superlegering Inconel 718 bij 650° C werd afgesloten.

Soldeerproeven werden uitgevoerd op diverse gasturbine-materialen. Goede resultaten werden verkregen met Inconel 718, Waspaloy, MarM200, L605 en HS188 bij solderen met een toevoegmateriaal op basis van nikkel.

Verder bleek dat deze materialen uitstekend zijn te reinigen in een fluor-waterstof atmosfeer. Dit laatste als voorbereiding om een hoogwaardige soldeerverbinding te kunnen realiseren.

Vermoeiing

In het kader van een AGARD-samenwerkingsprogramma werd onderzoek verricht naar het gedrag van kleine vermoeiingsscheuren in de aluminiumlegering 2024-T3. Vast gesteld kon worden dat het zogenaamde "short crack effect" inderdaad bestaat, zowel voor constante-amplitude- als voor vluchtsimulatie-belastingen. Dit effect betekent dat de scheurgroei snelheid hoger is dan men zou verwachten op basis van de gegevens voor lange scheuren. Dit verschijnsel kan betekenis hebben voor de voorspelling van de duurzaamheid van vliegtuigconstructies.

Het onderzoek, begonnen in 1987, naar drempelwaarden bij vermoeiingsscheurgroei onder variabele-amplitudebelasting 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 verbeteren c.q. te toetsen.

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

In het kader van het onderzoek naar de vermoeiingseigenschappen van materialen en verbindingen voor windturbines werd begonnen met de beproeving van twee typen bladwortelverbindingen met het in internationaal verband opgestelde belastingspectrum "WISPER". De beproefde verbindingen zijn: een pen-gat verbinding, waarbij het glasvezel-composietmateriaal in dikterichting onder voorspanning staat, en een driedimensionale vormverbinding.

In EG-verband werd begonnen met de beproeving van glasvezelpolyester couponproefstukken. In dit project nemen deel: DLR, Risø-laboratorium (Denemarken), Rijks Universiteit Gent, ECN en NLR.

Corrosie en spanningscorrosie, erosie

Nieuwe verfsystemen voor het F-16 vliegtuig werden onderzocht op corrosie-werende werking en flexibiliteit bij lage temperaturen.

Van diverse nieuwe coatings voor compressoren van gasturbines werd de weerstand tegen erosie bepaald. De bedoelde componenten worden behalve door coatings ook door wassen tegen corrosie beschermd. De beschermende werking van corrosie-inhibitoren in wasmiddelen werd beproefd.

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

De resultaten van spanningscorrosieproeven volgens de door ALCOA voorgestelde "breaking load" beproevingsmethode werden geëvalueerd.

Het onderzoek naar de invloed van corrosieproducten aan de scheurtip op de spanningscorrosiescheurgroei van aluminiumlegeringen werd voortgezet.

Schadeonderzoek	Voor verschillende legeringen werd het breukgedrag onder invloed van de deformatiesnelheid onderzocht. Schokproeven ter bestudering van het breukgedrag van de filamenten van waarschuwing slampjes werden voortgezet. 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 spelen echter ook een rol.
-----------------	---

Materiaalkeuringen en ijkingen	Een groot aantal weegkoffers en beproevingsmachines werd geijkt of gekalibreerd.
--------------------------------	--

3.4 RUIMTEVAART

Standregeling van satellieten	In opdracht van de European Space Agency (ESA) werd de "Test and Simulation Assembly" voor het "Modular Attitude Control System" (MACS-TSA), die eerder voor de ESA door het NLR werd vervaardigd, gemodificeerd. Deze modificatie werd uitgevoerd om een grotere afstand te kunnen overbruggen tussen testcomputer en "front end" en om een uitgebreide "real time" simulatie te kunnen uitvoeren. Daartoe werd de "front end" uitgerust met een real-time mini VAX, werd een SNAP "array processor" aan de testcomputer gekoppeld en een Ethernet-verbinding tussen testcomputer en front end aangelegd. De software werd over de drie computers verdeeld.
-------------------------------	---

Een tweede MACS-TSA, welke door de ESA voor het Infrared Space Observatory (ISO) project beschikbaar wordt gesteld, wordt eveneens door het NLR gemodificeerd. Dit systeem wordt gereed gemaakt voor de beproeving van het onder leiding van Fokker Space & Systems te bouwen standregelsysteem (AOCS) van de ISO. Tevens werd assistentie verleend bij het opstellen van de testplannen en bij de definitie van de boordsoftware van het standregelsysteem.
De aanvang van de werkzaamheden voor de C/D-fase van de ontwikkeling van de Italiaanse Röntgensatelliet SAX is tot 1989 uitgesteld.

Warmtehuishouding	De ontwikkeling van een sensor waarmee de damp-vloeistofverhouding (kwaliteit) van een twee-fasenstroming kan worden gemeten, werd voortgezet in opdracht van de ESA en het NIVR. Drie sensoren werden vervaardigd en beproefd. Een hiervan zal door de ESA worden gebruikt in een demonstratie-opstelling van een "two-phase heat transport system". De ontwikkeling van regel-algoritmen voor de thermische regeling van deze opstelling werd voortgezet, waarbij veel aandacht werd besteed aan de dynamische modellen van de systeemcomponenten.
-------------------	--

Voor de ESA werd een thermische analyse uitgevoerd van de Columbus "Resource Module" met behulp van het rekenprogramma VWHEAT. Hiermee kunnen zichtfactoren en de opvallende en geabsorbeerde zonne-energie voor een ruimtevoertuig dat een baan om de aarde beschrijft, worden berekend.

Micro-zwaartekrachttechnologie	Het vooronderzoek naar de mogelijkheden van een kleine vrij-vliegende satelliet voor vloeistoffysisch onderzoek, de "WETSAT", werd in opdracht van het NIVR voortgezet. Overleg werd gepleegd met eventuele buitenlandse partners in België en Spanje en met het SRON. Een model van de WETSAT zal mogelijk worden beproefd tijdens de Spacelab-D2 vlucht. Oriënterende proeven werden uitgevoerd in perioden van micro-zwaartekracht tijdens parabolische vluchten met een KC-135 vliegtuig.
--------------------------------	---

Het Prototype Optisch-Diagnostisch Instrument (PODI) wordt gebruikt voor de ontwikkeling van technologieën voor de observatie van vloeistoffysische processen bij micro-zwaartekracht. Het instrument werd voorzien van aandrijfmechanismen om het beeldveld van elk van de drie CCD-videocamera's op afstand te kunnen besturen. De camerabeelden kunnen elektronisch worden uitgelezen en verwerkt. De opstelling zal worden gebruikt in een "telescience" experiment, tussen ESTEC in Noordwijk en het NLR in de Noordoostpolder, dat in 1989 in opdracht van de ESA zal worden uitgevoerd.

De studie naar "High Temperature Facility Technology" werd voortgezet. Het betreft twee delen van een onderzoek dat door Dornier voor de ESA wordt verricht. In het eerste deel worden door het NLR methoden bestudeerd om de stroming in niet-doorzichtige vloeistoffen, zoals gesmolten metalen, te meten. Het tweede deel betreft onderzoek van de stroming in verbrandingsprocessen, waarbij wordt samengewerkt met de Spaanse firma LAMF/ETSIA. De nadruk ligt op methoden welke met behulp van PODI kunnen worden getest.

PODI wordt ook gebruikt voor de ontwikkeling van microscoop-diagnostiek voor de observatie van biologische cellen bij micro-zwaartekracht tijdens een vlucht in een sondeerraket.

In opdracht van de ESA wordt 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 betreft methoden voor optische diagnostiek.

Communicatie voor de ruimtevaart

Begonnen werd met een studie naar de communicatieverbindingen via het toekomstige Europese "Data Relay" satellietstelsel (EDRS). De resultaten zijn van belang voor de Telescience-simulator die door de ESA wordt ontwikkeld.

Crew workstations

In opdracht van de ESA en van het NIVR werd in samenwerking met OSL Integrators deelgenomen aan de studie Advanced Man Machine Interface and Crew Support van MBB/ERNO. In die studie worden richtlijnen opgesteld voor de interfaces tussen het toekomstige ruimtestation en de astronauten, zoals beeldschermen, muizen/track-balls/sticks en stem-invoer en -uitvoer. Tevens werd meegewerkt aan de ontwikkeling van de "Central Operators Interface Nucleus" (COIN) van OSL Integrators, een software-systeem dat de informatiestroom naar de operatoren filtert en voorbereidt.

Een bijdrage werd geleverd aan de ESA-studie "Equipment Manipulation and Transportation System" (EMATS), welke door Dornier wordt uitgevoerd. De NLR-bijdrage betreft vooral de tele-operatie/telescience aspecten.

Ruimte-robotica

Een belangrijk deel van de robotica-werkzaamheden had betrekking op de HSF, de simulatiefaciliteit voor de manipulatorarm HERA van de toekomstige ruimtependel Hermes. De faciliteit bestaat uit drie delen:

- de HSF-Pilot (HSFP) voor ontwerpactiviteiten en voor de initiële bestudering van mens-machine interacties;
- een "non-real-time" simulatiefaciliteit (NRT-HSF) ter ondersteuning van de detailontwikkeling;
- de "real-time" faciliteit (RT-HSF) voor detailontwikkeling, hardware tests en training.

In 1988 werd een groot gedeelte van de HSFP gerealiseerd. De verschillende documenten betreffende gebruikerseisen, systeemontwerp, software-ontwerp, test plan en gebruikershandleiding van de diverse onderdelen werden opgesteld. Voor de simulatie van de flexibiliteit werd een haalbaarheidsonderzoek uitgevoerd. De codering van de HSFP-onderdelen werd grotendeels voltooid. Met de bouw van de mock-up werd begonnen.

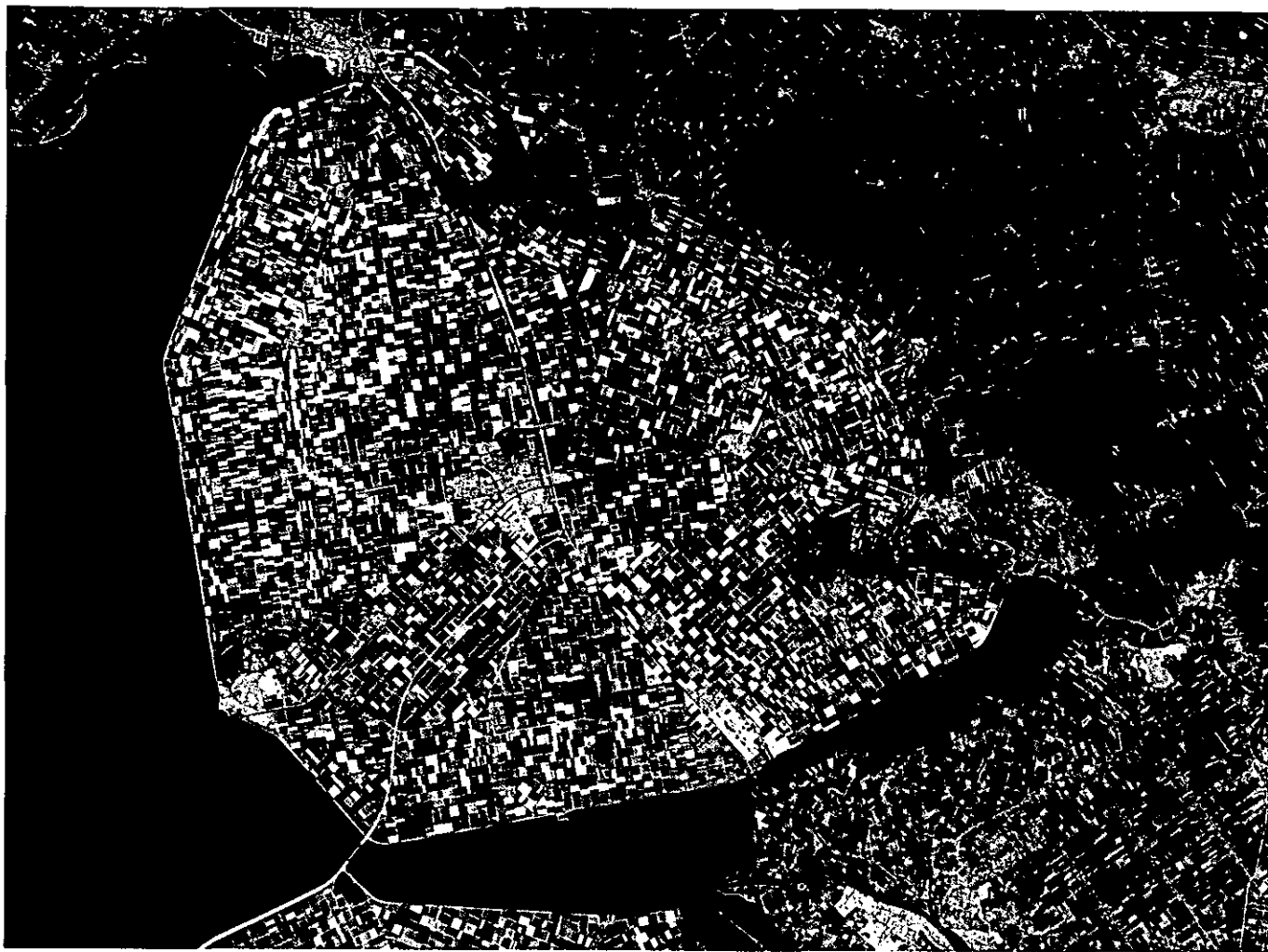
In de loop van het jaar werden enkele wijzigingen aangebracht ten opzichte van het oorspronkelijke plan:

- als basiscomputer werd een GOULD gekozen i.p.v. een VAX;
- de visualisatie zal worden uitgevoerd met een IRIS 4D/50GT werkstation in plaats van met een IRIS 3020;
- een deel van de boordcomputer zal worden gesimuleerd op een SUN 3/50 werkstation;
- de mock-up werd aanzienlijk uitgebreid.

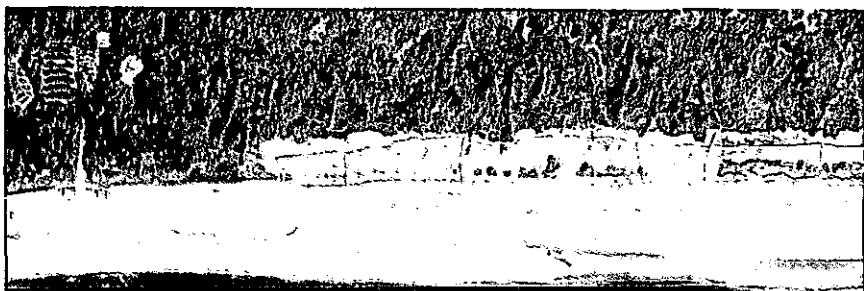
Voor de HSF-NRT werd het User Requirements Document opgesteld. Tevens werd een voorstel ingediend voor de C1-fase van de ontwikkeling die medio 1989 zal beginnen. Met de C0-fase werd een begin gemaakt. In deze tussenfase worden enige haalbaarheidsstudies ten aanzien van de modellering van de dynamica uitgevoerd.

In opdracht van het NIVR werd het onderzoek naar de mathematische beschrijving van de flexibiliteit van robotarmen voortgezet. Een model werd ontwikkeld waarin starre elementen worden gekoppeld door middel van equivalente fictieve scharnieren. De koppels in de scharnieren zijn multivariabel en afhankelijk van de hoekverdraaiingen in de overige gewrichten. Met deze methode kan gebruik worden gemaakt van bestaande software voor starre armen en kan bovendien de rekensnelheid aanzienlijk worden opgevoerd. In het kader van het onderzoek werd tevens een aantal bestaande simulatieprogramma's (DCAP, SPACAR en DADS) geëvalueerd.

In 1987 werd onderzoek verricht naar de toepasbaarheid van een videocamera voor de positie- en standbepaling van de robotarm HERA. In 1988 werd deze studie voortgezet, waarbij de toepassing van twee video-camera's en stereovisie-algoritmen werd onderzocht. Deze methode van positiebepaling is eventueel ook toe te passen bij micro-zwaartekrachtsonderzoek.



Opname van de Noordoostpolder gemaakt met de satelliet SPOT, met een door het NLR ontwikkelde methode getransformeerd naar meer natuurlijke kleuren.



Twee gedeelten van een opname van een kuststrook van Voorne-Putten, gemaakt vanuit het Metro II laboratoriumvliegtuig met de opto-elektronische scanner CAESAR en verwerkt met het RESEDA-systeem van het NLR.

In opdracht van het NIVR werd voor de firma's Stork Product Engineering (SPE) en Pratt and Whitney Europe (PWE) onderzoek verricht naar de modellering en digitale regeling van een aandrijfmotor uit het polsgewricht van de HERA. Uit simulaties is gebleken dat een standaard PID-regeling zou kunnen leiden tot stabiliteitsproblemen. Alternatieve mogelijkheden voor de regeling werden door het NLR aangegeven.

In samenwerking met Fokker werd onderzoek verricht naar de visualisatie van de HERA op een grafisch werkstation bij ESTEC. Voor de regelalgoritmen in de boordcomputer werden software-eisen opgesteld.

De eerste fase van de ontwikkeling, in samenwerking met de DLR, van het "European Proximity Operations Simulation" laboratorium dat bij het DLR in Oberpfaffenhofen (BRD) zal worden geplaatst, werd afgesloten. De software-eisen en het architectuurontwerp kwamen gereed. De hardware van het computerdeel wordt afgeleid van de MACS-TSA hardware.

In samenwerking met Fokker werden voor de EUROSIM-faciliteit van de ESA eisen opgesteld voor de beginwaarden van het simulatiemodel en voor de analyse en presentatie van de simulatieresultaten. Deze (software-)faciliteit zal bij ESTEC worden gebruikt voor onderzoek van operaties in de ruimte en voor de training van astronauten.

Remote sensing Gegevensverwerking

In opdracht van het NIVR werd onderzoek verricht naar systemen die geschikt zijn voor de vervanging van het huidige RESEDA-systeem. Verschillende systemen werden op hun mogelijkheden onderzocht. Een belangrijke eis aan het nieuwe systeem is de flexibiliteit van de software, in verband met toekomstige uitbreidingen van het beeldbewerkingspakket.

De ontwikkeling van stralingsinteractiemodellen werd voortgezet. Deze modellen zijn van belang voor kwantitatieve analyse van de opgenomen beelden.

In samenwerking met de TU-Delft werd begonnen met een evaluatie van classificatiemethoden voor wolkenbeelden verkregen met METEOSAT. Onderzoek werd verricht naar het toepassen van een expertsysteem naast de traditionele beeldbewerkingsmethoden om de classificatieresultaten te verbeteren.

Voor de verwerking van aardobservatiebeelden werd het RESEDA-systeem door een groot aantal onderzoekers van diverse instellingen gebruikt, veelal in opdracht van de Beleidscommissie Remote Sensing (BCRS). Enkele toepassingen hierbij waren: de beheersing van de waterkwaliteit in het IJsselmeer en in Zeeland voor de Dienst Binnenwateren/RIZA van Rijkswaterstaat, onderzoek naar de bewaking van de boskwaliteit met behulp van satellietbeelden en onderzoek naar de waterverdamping in de Egyptische woestijn.

Ook werden weer vele satellietfoto's van Landsat en SPOT verwerkt in opdracht van de firma Robas, die de opnamen in de vorm van posters verspreidt. Door Malmberg, Robas en het NLR werd een nieuwe mozaïekfoto van Nederland uitgebracht.

Het NLR trad ook in 1988 voor de ESA 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-satelliet binnen Nederland verspreid. In opdracht van de Beleids Commissie Remote Sensing (BCRS) werd het beschikbare beeldmateriaal opgenomen in een Nationaal Satelliet Data Archief (NSDA).

Sensoren

De CCD-scanner CAESAR, welke in samenwerking met de Technisch Fysische Dienst TNO-TH werd ontwikkeld, werd boven een aantal gebieden in Nederland beproefd. Aan de hand van de resultaten werd de radiometrische kalibratie geoptimaliseerd. Het systeem is nu operationeel.

In opdracht van het NIVR en in het kader van het eigen speurwerk werden studies verricht naar de eigenschappen van optische sensoren en van Synthetische Apertuur Radarsystemen (SAR) in vliegtuigen en satellieten.

In samenwerking met het Fysisch en Elektronisch Laboratorium van TNO (FEL-TNO) en met de TU-Delft werd begonnen aan de ontwikkeling van de Nederlandse "Phased Array Universal SAR" (PHARUS) voor gebruik in vliegtuigen.

Het aandeel van het NLR betreft:

- de analyse van de fouten ontstaan door 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.

De werkzaamheden worden gefinancierd door het Ministerie van Defensie en de BCRS, met eigen bijdragen van het FEL-TNO en het NLR.

Meetvluchten

In opdracht van de BCRS werd deelgenomen aan de "AGRISCATT 88"-campagne van de ESA, waarbij metingen werden uitgevoerd boven landbouwgewassen in zeven testgebieden in Nederland, Groot Britannië (2), de Bondsrepubliek, Frankrijk en Italië (2). Gevlogen werd met het Queen Air laboratoriumvliegtuig uitgerust met de DUTSCAT, de zes-kanáls Nederlandse Scatterometer welke door de TU-Delft is ontwikkeld.

In opdracht van de BCRS werden met de Metro II voorzien van de Side Looking Airborne Radar (SLAR) twee meetvluchten uitgevoerd ten westen van Zandvoort voor het bepalen van de bodem-topografie van de Noordzee. Boven Ulvenhout werd een meetvlucht uitgevoerd t.b.v. het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW).

3.5 TOEGEPASTE INFORMATICA

CAE-infrastructuur (Computer-Aided Engineering)

In het verslagjaar werd ervaren dat het NLR over een duidelijk gestructureerde, op industriële leest geschoeide ontwikkel- en productieomgeving voor informatiesystemen beschikt, zodat met vrucht projecten kunnen worden uitgevoerd in samenwerking met de industrie (Fokker, Signaal, diverse KMO's) en met zusterorganisaties in binnen- en buitenland (Waterloorkundig Laboratorium, ONERA, CIRA). Deze ontwikkel- en productieomgeving wordt in samenwerkingspatronen (Europese technologieprojecten, ESA- en Eurocontrol-projecten) ingebracht als basis voor het afstemmen, structureren en integreren van software-pakketten van verschillende herkomst. In dit kader werd gewerkt aan de verdere ontwikkeling en toepassing van de diverse standaard-bouwenstenen voor informatiesystemen, en aan het verder vastleggen van procedures voor het tot stand brengen van informatiesystemen.

Beheer, analyse en presentatie van gegevens

Het systeem EDIPAS werd wederom ingezet in uiteenlopende projecten. De EDIPAS-versie die onder het NOS/VE-besturingssysteem beschikbaar is op de CYBER 180-855 computer van het NLR, werd verder verbeterd aan de hand van gebruikerseisen; tevens werden er functies aan toegevoegd. Genoemd kunnen worden een back-up faciliteit voor het selectief verwijderen en weer terugzetten van de inhoud van een database, en mogelijkheden voor door de gebruikers gedefinieerde presentatie en opmaak van tabellen in de vorm van "reports". Bij Aeritalia werden nieuwe "releases" van de NOS/VE-versie van EDIPAS geïnstalleerd.

Beheer, samenstelling en gebruik van methoden

In het kader van het ISNaS-project (een nationaal samenwerkingsprogramma voor het ontwikkelen van een informatiesysteem op basis van de Navier-Stokes-vergelijkingen) werd de eerste versie van het methodenbestandsysteem MEBAS opgeleverd. Aan het subsysteem in MEBAS waarmee de applicatieprogramma's in het ISNaS-informatiesysteem kunnen worden uitgevoerd, de ISNaS-Executive, is door het Waterloorkundig Laboratorium gewerkt; het zal in 1989 worden opgeleverd.

Aangezien MEBAS een veel breder toepassingsgebied heeft dan alleen het ISNaS-project, zijn de projecten geïnventariseerd waarin MEBAS toegepast kan worden. Veel aandacht werd besteed aan de integratie van MEBAS in enkele van deze projecten en aan de daarmee samenhangende aanpassingen van procedures en werkwijzen.

Definitie en afhandeling van de besturing van interactieve informatiesystemen

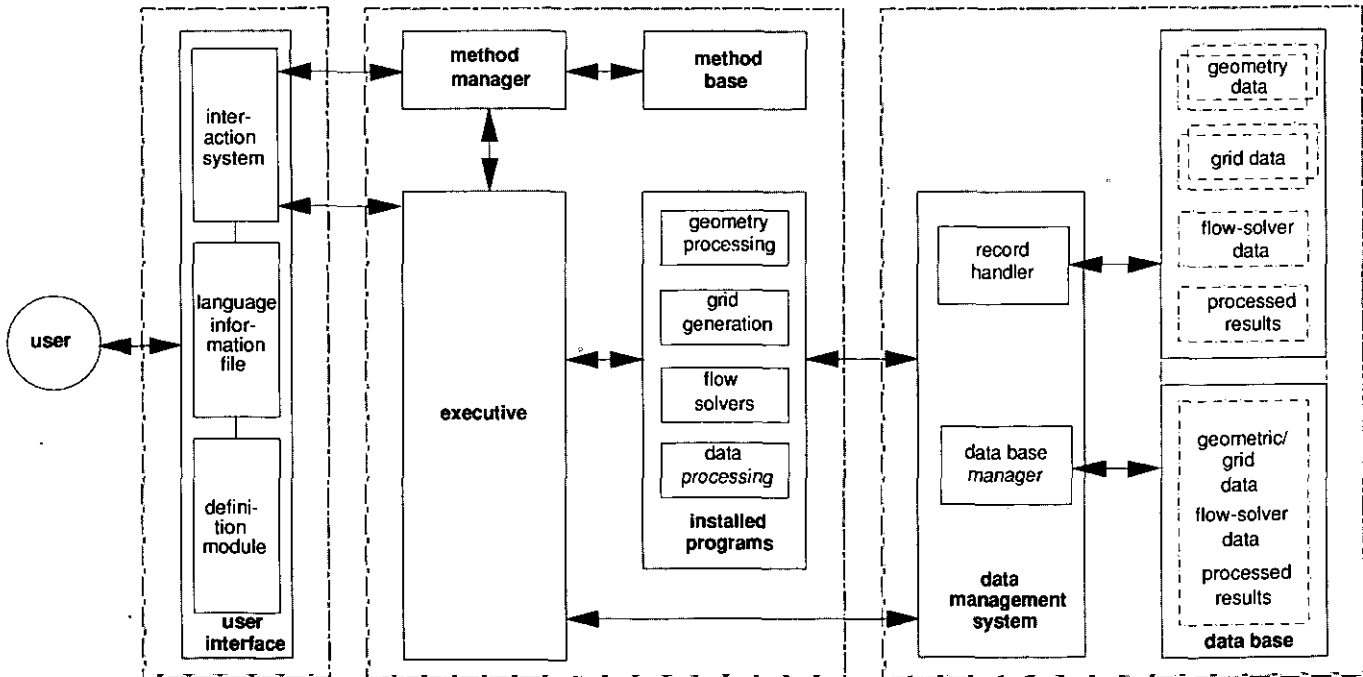
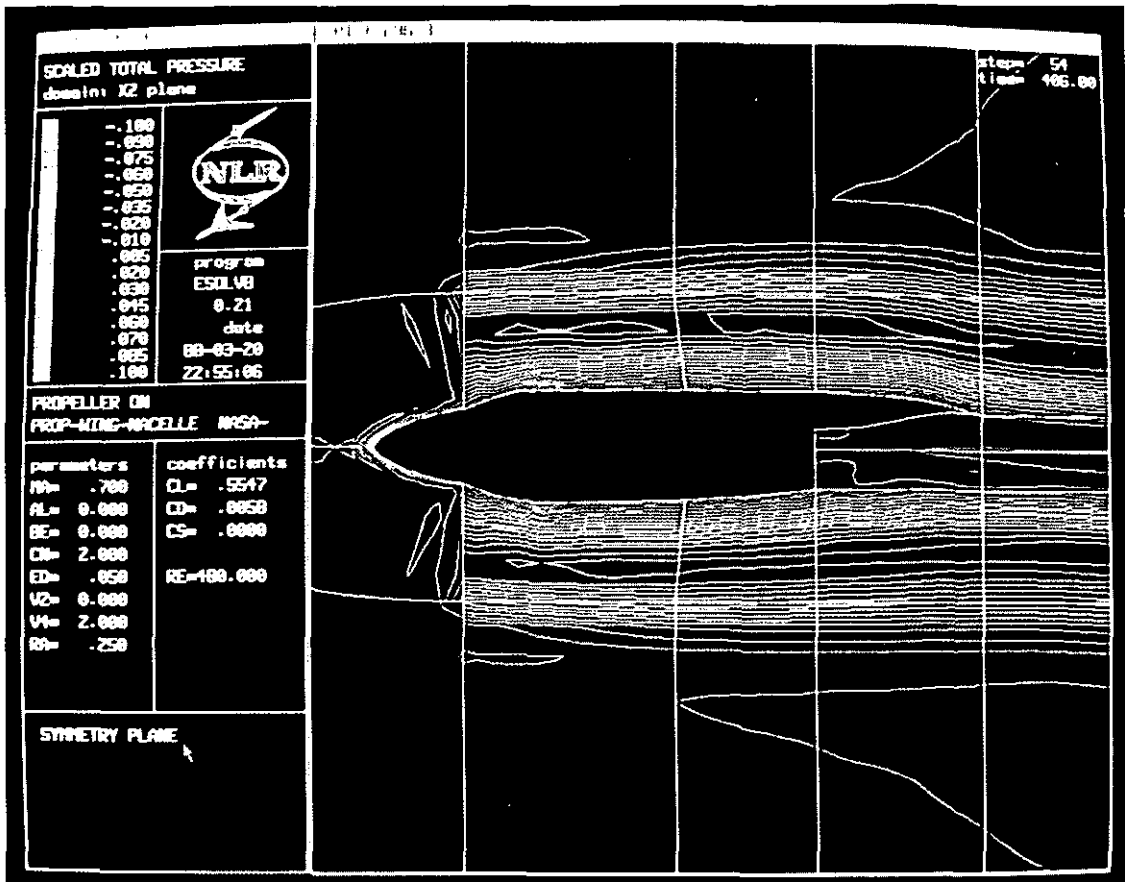
Bij de ontwikkeling van informatiesystemen wordt de gebruikersinteractie gedefiniëerd door een User Interface Management System (UIMS), bij het NLR is dat COLAS. COLAS controleert tijdens de uitvoering van een met COLAS ontwikkeld programma of de gebruikersinteractie volgens de definitie verloopt. De eindgebruiker kan kiezen tussen een commando-georiënteerde of een menu-georiënteerde interface. De eerder voor een VAX-computer ontwikkelde menu-georiënteerde interface werd algemeen gemaakt.

Bij de verdere ontwikkelingen van COLAS wordt ernaar gestreefd zo onafhankelijk mogelijk te zijn van computer- en terminal-soorten (ANSI-standaard-terminals). COLAS is beschikbaar onder NOS/VE op de CYBER 180-855 en ondersteunt de VT100- en VT200-terminalklassen. Tevens is COLAS beschikbaar op de GOULD S.E.L. computer voor het pilot-systeem van de HERA-simulatiefaciliteit, en op VAX- en HP-computers.

Visualisatie

Ter ondersteuning van de analyse van resultaten van digitale simulaties werd verder gewerkt aan het grafische pakket VISU3D. De eerste versie, bestemd voor stromingsvisualisatie, is voor algemeen gebruik beschikbaar gemaakt op de CYBER 180-855.

Momentopname van de animatie van een Euler-stroming om een configuratie van een vleugel met propeller en motorgondel, gemaakt met het visualisatiepakket VISU3D.



Voorbeeld van het gebruik van standaard software bouwstenen bij stromingssimulatie.

Het pakket VISU3D is bruikbaar voor algemene toepassingen op een mainframe. Het ligt in de bedoeling om, hiervan uitgaande, een algemeen visualisatiehulpmiddel te ontwikkelen op een CYBER 910 grafisch werkstation, ter ondersteuning van de analyse van berekeningen met de NEC SX-2 supercomputer.

Met de Franse, Italiaanse en Duitse zusterinstellingen ONERA, CIRA en DLR werd overleg gevoerd, om te komen tot een Europees pakket voor (stromings)visualisatie.

Multidisciplinaire infrastructuur voor ontwerpen

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

Op luchtvaartgebied is in 1987 een eerste aanzet gegeven door SAMID (een door het NLR ontwikkeld programma voor het minimaliseren van de geïnduceerde en de viskeuze weerstand van vliegtuigconfiguraties) in MEBAS te implementeren, gekoppeld aan een grafisch geometriepakket en een eenvoudige netwerkgenerator. In 1988 werd hiervoor een database en een database-interface ontwikkeld en geïmplementeerd. Op deze wijze kon de bruikbaarheid van MEBAS in een multidisciplinair systeem worden aangetoond. Vervolgens werden in MEBAS op te nemen methoden uit andere disciplines gespecificeerd.

Op ruimtevaartgebied werd verder gewerkt aan de definitie van een infrastructuur voor het ontwerpen van space multi-body systemen. Hierbij werd gebruik gemaakt van bestaande NLR-ontwikkelingen (HSFP, MEBAS, EDIPAS etc.), zodat de lopende projecten (HSF-NRT, HSF-RT) direct van deze infrastructuur gebruik zullen kunnen maken. Een voorontwerpdokument werd opgesteld en ter beoordeling aan de gebruikers voorgelegd.

Computational physics

Ten behoeve van het aërodynamisch ontwerpen van verkeersvliegtuigen worden, in samenwerking met aërodynamici, informatiesystemen ontwikkeld voor het simuleren van stromingen voor een veelheid van configuraties en omstandigheden. Zo werd in het kader van het ISNaS-project, in nauwe samenwerking met de Universiteit Twente, verder gewerkt aan het ontwikkelen van een informatiesysteem voor simulatie van (compressibele) stromingen op basis van de Navier-Stokes-vergelijkingen. In het ISNaS-systeem worden beschikbare NLR-systemen voor geometriebehandeling, netwerkgeneratie en postprocessing toegepast. ISNaS wordt geïmplementeerd in MEBAS en operationeel gemaakt op de NEC SX-2 supercomputer. ISNaS is van grote betekenis voor de ontwikkeling van de Nederlandse technologie, met name voor de vliegtuigontwikkeling.

Ten behoeve van het simuleren van het knik- en na-knikgedrag van vliegtuigconstructies werd, in samenwerking met sterktespecialisten, het informatiesysteem B2000 verder ontwikkeld. B2000 werd tevens op de NEC SX-2 supercomputer geïnstalleerd. Aandacht werd besteed aan verbetering van de efficiency van continuïeringsmethoden voor het analyseren van het gedrag van constructies onder variërende belasting.

Simulatiesystemen

Het pakket PROMISE, een "event-driven" simulatiepakket dat oorspronkelijk vervaardigd is voor de ESA ten behoeve van parameterstudies voor het NAVSAT-satelliet-navigatiesysteem, werd toegepast om een Ethernet-datacommunicatienetwerk te evalueren wat datatransport en tijdkritische elementen betreft.

In het kader van het ruimtebotica-project HSFP werd een cyclisch, tijdgedreven simulatiepakket ontwikkeld dat, wat het gereedschapsdeel betreft, eveneens geschikt is voor andere, soortgelijke toepassingen. In het modellerende deel moeten de modellen per toepassing echter meestal opnieuw worden gedefinieerd.

Om de invloed van vliegveldbebouwing op de goede werking van elektronische grondsystemen (ILS, radiocommunicatie) te kunnen bepalen, werd een eenvoudig simulatiemodel opgesteld. Dit model vormde de basis voor onderzoeken op Schiphol en het vliegveld Zuid-Limburg.

Het pakket ANABASIS voor het simuleren van antennesystemen en ontvangers werd toegepast bij het voorbereiden van de vliegproeven met Navstar-apparatuur.

Kennissystemen

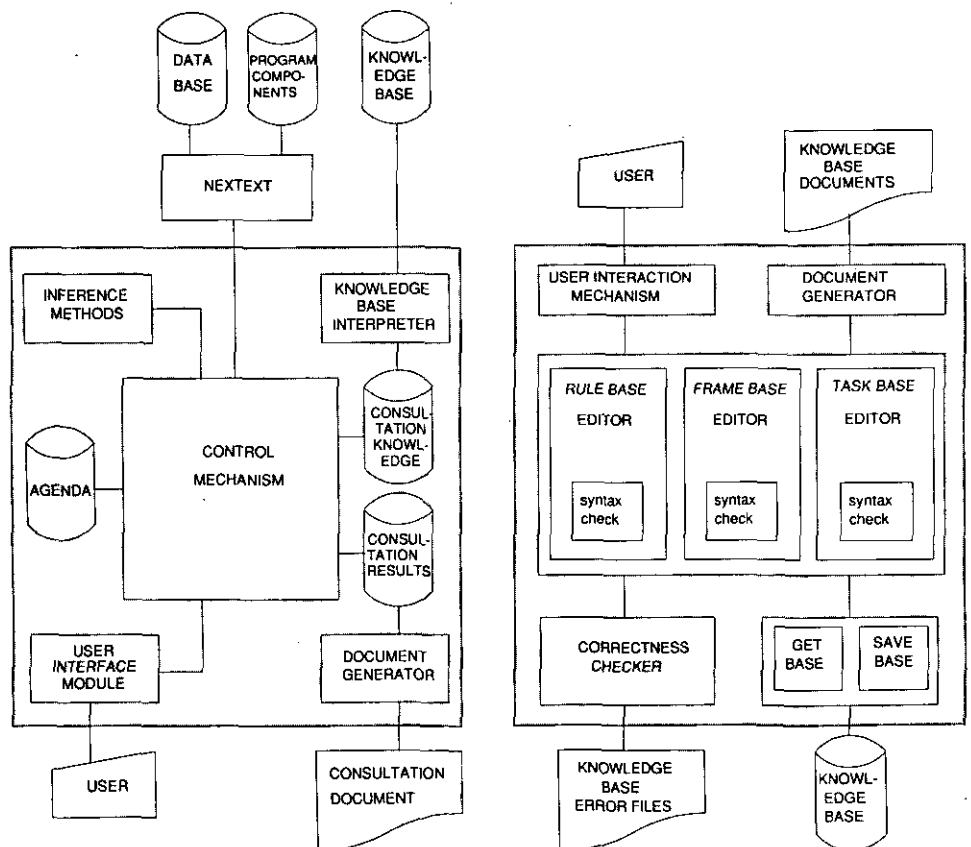
Voor het ontwerpen en onderhouden van kennissystemen beschikt het NLR over de ontwikkelomgeving NEXT (NLR Engineering X-pert system Toolkit). Sinds 1986 wordt NEXT gebruikt door, respectievelijk voor, verscheidene opdrachtgevers (KLu, NIVR, Fokker, KLM, KMA, APT).

In 1988 werd een nieuwe versie, NEXT 2, gerealiseerd. Deze heeft als belangrijkste kenmerken een hybride kennisrepresentatievorm (bestaande uit frames en produktieregels) en een gescheiden

inferentie- en besturingsmechanisme. Hiermee kan een betere structurering van de toepassingskennis worden bereikt, wat leidt tot een kortere ontwikkeltijd en een betere onderhoudbaarheid.

Om ook bij complexe technische toepassingen het menselijk redeneerproces te kunnen weer-geven is het noodzakelijk dat een kennissysteem een mechanisme bevat waarmee gevolgtrekkingen op basis van onvolledige of onzekere kennis kunnen worden bijgehouden en zonodig herzien. Mede in het kader van een samenwerkingsproject met de TU-Delft op dit gebied, werd een dergelijk niet-monotoon inferentie- en besturingsmechanisme ontworpen voor NEXT 2. Dit mechanisme zal een grote rol spelen bij de projecten die betrekking hebben op de onderhouds- en inzetbaarheidsproblematiek van vliegtuigen.

In samenwerking met nationale vliegtuiggebruikers en de industrie onderzoekt het NLR de toepasbaarheid van kennissysteemtechnologie voor diagnoseproblemen in complexe vliegtuigsystemen. In het kader van dit onderzoek wordt o.a. gewerkt aan het identificeren van diagnosemethoden die door onderhoudstechnici worden toegepast bij het oplossen van problemen in vliegtuigsystemen. De wijze van functioneren van een kennissysteem dat technici kan assisteren bij de diagnose zal ook op deze methoden zijn gebaseerd.



De ontwikkelomgeving NEXT 2 voor kennissystemen bestaat uit drie delen: NEXTCON, NEXTEXT en NEXTEDT. Links: de architectuur van een kennissysteem gebaseerd op NEXT 2, waarin onderin het consultatiemechanisme NEXTCON voor de eindgebruiker en bovenin NEXTEXT, dat alle externe routines verzorgt. Rechts: de opbouw van de editor NEXTEDT waarmee de "knowledge-engineer" kennis van een expert kan invoeren.

Robotica

Het eerder ontwikkelde programma voor simulatie van gekoppelde dynamische systemen werd qua opzet geëvalueerd. Uitvoerig werd getest hoe de simulatieresultaten worden beïnvloed door de algebraïsche vergelijkingen die de koppeling beschrijven.

Voorts werden de generieke taken in het planningsproces bestudeerd ten behoeve van de planning en uitvoering van robotoperaties.

Op verzoek van ESA en Fokker werd het DCAP-5/MIDAS-simulatiepakket op de NEC SX-2 supercomputer geïnstalleerd, en geëvalueerd.

Een eerder geïmplementeerd ontwerp van een module voor het vastleggen van de inverse kinematica van een willekeurige starre robot werd geëvalueerd.

Vergaren en verwerken van informatie

Ter beheersing van het traject van waarneming via de sensor tot de uiteindelijke presentatie van de informatie werd verder gewerkt aan de ontwikkeling van technieken voor het vergaren, verwerken, transporteren en presenteren van informatie. De ontwikkeling en de toepassing van datacompressie/decompressietechnieken werd voortgezet, evenals de toepassing van "knowledge engineering"-technieken voor het verwerken van sensorinformatie en de ontwikkeling van simulatieprogramma's voor de studie van satellietssystemen.

Verwerking van sensorinformatie

In het kader van internationale samenwerkingsprojecten werd assistentie verleend aan nationale en internationale industrieën bij studies betreffende het detecteren vanuit laagvliegende vliegtuigen van obstakels boven land met lasertechnieken, en van zeer kleine doelen op zee met radar-technieken.

Medewerking werd eveneens verleend aan studies over het avionicaconcept van militaire gevechts- en transporthelikopters.

Data-acquisitie

In opdracht van Eurocontrol (Brussel) wordt een "Data Link Processor Unit" (DLPU) ontwikkeld. Deze zal worden ingezet bij onderzoek aan data-link-protocollen en datacommunicatie tussen luchtverkeersleidingscentra en vliegtuigen. De DLPU verzorgt, via een data-link (bijvoorbeeld SSR-mode S), de communicatie met het boordsysteem. Op verzoek van het luchtverkeersleidingscentrum wordt specifieke boordinformatie verzameld en verzonden. Het ontwerp voor de DLPU kwam gereed; met de validatie ervan werd begonnen. De apparatuur is gebaseerd op vliegwaardige VME-technologie. De programmering geschiedt in Pascal, en als real-time kernel wordt pSOS toegepast.

In opdracht van Fokker Space & Systems werd ten behoeve van de ESA samengewerkt in de ontwikkeling en realisering van een faciliteit voor onderzoek aan cellen onder microzwaartekracht (aan boord van de ESA-MASER III sondeerraket, die voorjaar 1989 zal worden gelanceerd). Het NLR-aandeel omvat de "Service Electronics Box, Cells in Space" (SEBCIS) voor het regelen van de temperatuur, het sturen van de experimenten en het verzamelen van de gegevens en de resultaten van vier onafhankelijke experimenten; de "Electronic Ground Support Equipment" (EGSE) voor het bijhouden van een overzicht van alle experimenten gedurende de aftelperiode; en een volledig schaduwsysteem als 1-g-referentie. Bijzonder is dat de ijkgegevens, de instelpunten en de uit te voeren stuurgegevens voor de experimenten via tabellen uit de EGSE naar SEBCIS worden verstuurd, waardoor een flexibel en gebruikersvriendelijk systeem tot stand is gebracht.

Ten behoeve van "real-time" data-acquisitie en -verwerking worden VME-systemen gebruikt met processoren uit de 68000-familie. De VME-ontwikkelingomgeving werd uitgebreid met een transputer (een krachtige processor met een op de chip geïntegreerde communicatiestructuur) en OCCAM-software. Hierdoor kan een transputer-netwerk worden gerealiseerd, hetgeen als eerste toegepast zal worden bij de compressie/decompressie van METEOSAT-weergegevens.

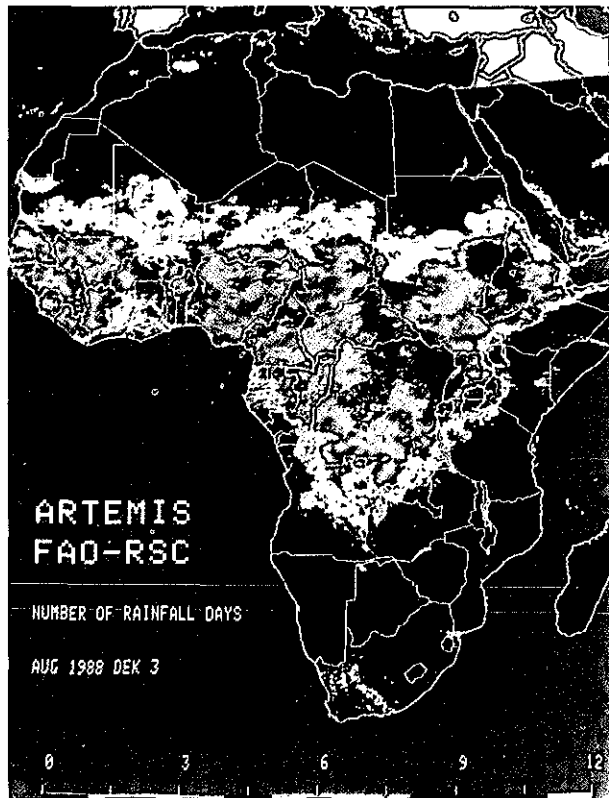
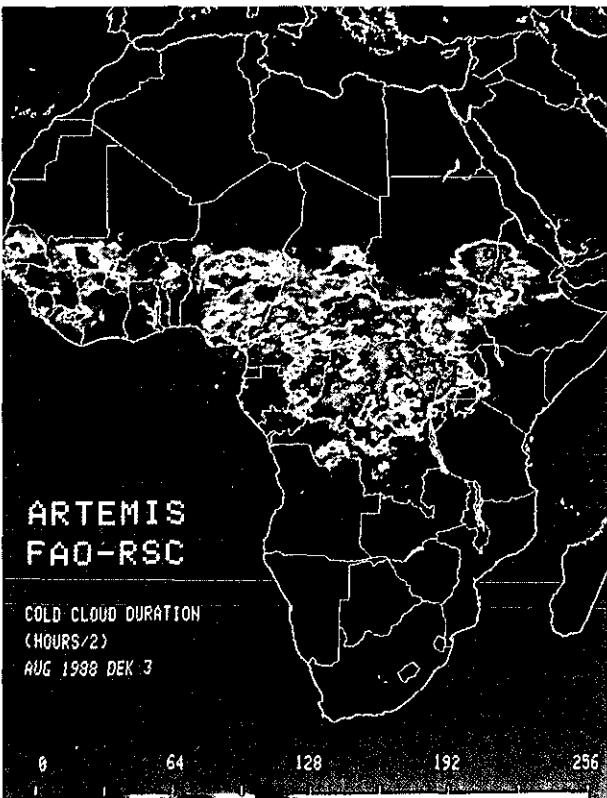
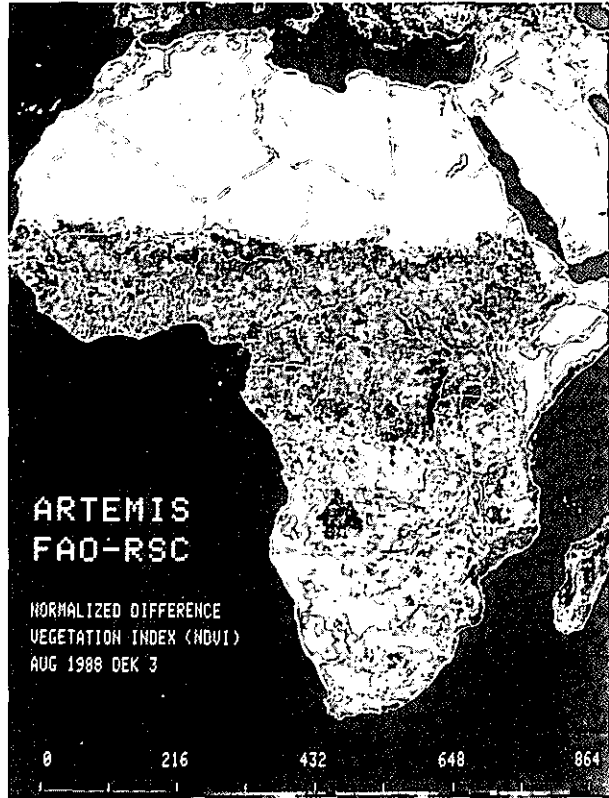
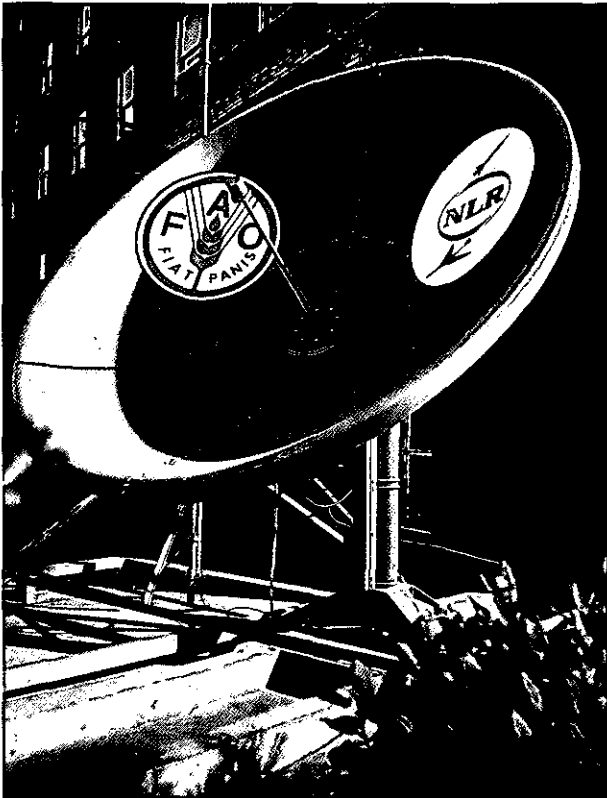
Datacompressie en -encryptie

In het kader van het METEODEC/METEOCRYPT-project dat in opdracht van ESOC en ESTEC wordt uitgevoerd, wordt een systeem ontwikkeld waarmee de mogelijkheden van datacompressie en data-encryptie kunnen worden gedemonstreerd onder operationele omstandigheden, namelijk voor het ontvangen van gegevens en het verspreiden van weerbeelden van de METEOSAT-weersatelliet. Onderzocht werd welk datacompressiealgoritme het meest geschikt is voor de METEOSAT-satellietgegevens, wat de invloed is van storingen op de gecomprimeerde beelden, en hoe de kwaliteit – ondanks de grotere gevoeligheid voor storingen van gecomprimeerde beelden – kan worden gewaarborgd door toepassing van foutencorrigerende codes. Tevens werd een systeem ontworpen voor het beheer en de distributie van encryptiesleutels, zodat dergelijke sleutels op betrouwbare en eenvoudige manier kunnen worden gebruikt en uitgewisseld, zelfs door gebruikers in afgelegen gebieden.

Een simulatieomgeving werd ontworpen, gebaseerd op MEBAS.

Adaptieve antennes

In het kader van het NAVSTAR-onderzoek werd de theorie van zogenaamde adaptieve antennes (voor het onderdrukken van doelbewuste en toevallige storingen van radionavigatie- en communicatieapparatuur) verder bestudeerd. De resultaten van het theoretisch onderzoek en het experi-



De antenne voor ontvangst van satellietbeelden van het grondstation ARTEMIS (Africa Real Time Environmental Monitoring using Imaging Satellites) bij de FAO te Rome, en een drietal produkten van dit door het NLR ontwikkelde grondstation.

menteel onderzoek aan een laboratoriummodel waren dermate veelbelovend, dat besloten werd een prototype voor een nulsturende antenne te bouwen ter beproeving aan boord van een schip van de Koninklijke marine. Het ontwerp van de prototype-antennes is grotendeels voltooid.

Grondstations

Het in opdracht van de Voedsel- en Landbouworganisatie (FAO) van de VN gebouwde grondstation ARTEMIS, voor het ontvangen van satellietbeelden en het verwerken van gegevens ten behoeve van de landbouw in Afrika en Zuidwest-Azië kwam gereed. Het werd aan de FAO overgedragen en bij de FAO in Rome geïnstalleerd. Gebruik is gemaakt van programmatuur voor interactief gebruik en vegetatie-indexmethoden van de NASA, van regenvalalgoritmen van de Universiteit van Reading (UK), en van een waterbalansmethode van de FAO.

ARTEMIS ontvangt beelden van de aarde die vanuit de Europese METEOSAT-satelliet en de Amerikaanse NOAA-satellieten worden waargenomen. Deze beelden worden verwerkt tot overzichtelijke kleurenkaarten, die de geschatte regenval, het aantal regendagen en de hoeveelheid vegetatie tonen. De regenvalgegevens worden berekend uit een reeks van wol kentemperatuurbeelden; de hoeveelheid vegetatie wordt afgeleid uit verschillen in lichtreflectie in het zichtbare en nabij-infrarode gebied. Regelmatig worden deze gegevens door ARTEMIS gegenereerd. Vanaf midden 1988 worden deze gegevens in de vorm van polaroid-foto's verzonden naar gebruikers in de regionale centra (Nairobi, Harare, enz.). De gegevens worden tevens op diskette verspreid, en zijn voor sommige FAO-gebruikers beschikbaar via "remote log-in".

Door ESA is tevens het DIANA-programma goedgekeurd, dat beoogt de verspreiding van ARTEMIS-beelden via INTELSAT naar vijf regionale stations in Afrika vanaf 1991 mogelijk te maken.

Meegewerkt werd aan een door Afrikaanse (toekomstige) gebruikers bezocht seminar over remote sensing met ARTEMIS, georganiseerd door het ITC (Internationaal Instituut voor Lucht- en Ruimtekaartering en Aardkunde) in opdracht van de FAO.

Een formele evaluatie van het ARTEMIS-programma van de FAO door de SAPRO-adviescommissie van het Ministerie van Ontwikkelingssamenwerking resulteerde in gunstige conclusies t.a.v. het gebruik van de satellietbeelden in de praktijk bij het bewaken van voedselproductie en voedselveiligheid en bij het bestrijden van sprinkhanenplagen.

CAE-infrastructuur voor elektronica-ontwikkeling

Uitgaande van functionele eisen is een concept opgesteld voor een CAE-infrastructuur voor de ontwikkeling van elektronica. Op basis van dit concept werd een voorontwerp opgesteld voor de integratie van diverse CAE-hulpmiddelen voor de ontwikkeling van elektronica (ladebedrading, printed-circuit board layout, schema-invoer, en bedrijfszekerheidsanalyse van elektronica) tot één CAE-infrastructuur, gekoppeld aan het computernetwerk van het NLR. Voor de uitwisseling van ontwerp informatie tussen de diverse hulpmiddelen is standaardisering van belang; de Europese standaard EDIF wordt daartoe geëvalueerd.

Ruimtewaardige elektronica

In opdracht van ESA werd samen met Signaal en Van der Heem Electronics verder gewerkt aan het onderzoek naar de toepasbaarheid van optische data-opslag voor het ruimtestation Columbus en andere ruimtevaartprojecten.

Ter voorbereiding van opdrachten werden diverse studies uitgevoerd in samenwerking met een aantal Nederlandse bedrijven (Computer Assisted Televideo, BSO, Van der Heem). Dit betrof: de toepassing van optische data-opslag in het "Crew Work Station" van Columbus; de technische en operationele mogelijkheden van verschillende opslagtechnieken; de mogelijkheden van multimedia technieken voor het geïntegreerd opslaan en weergeven van data, tekst, beeld en geluid; en de definitie van de "end-to-end" service voor het gebruik van multimedia technieken in het Columbus-project (zowel voor het ruimtewaardige deel als voor het grondsegment), die het voorbereiden, opslaan, gebruiken en beheren van informatie inhoudt.

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.

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.

Voor het behouden van de verkregen erkenning door de Nederlandse Kalibratie Organisatie (NKO) werden diverse verfijningen in de meetprocedures aangebracht. Dit betreft met name elektromagnetische grootheden (spanning, stroom, weerstand) en tijd.

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/civil, 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 trillfaciliteit werden, eveneens in opdracht, metingen aan apparatuur uitgevoerd ten behoeve van evaluatie en certificatie.

Voor de DLPU werd het certificatieprotocol ten behoeve van gebruik aan boord van civiele vliegtuigen opgesteld. De metingen zijn met succes uitgevoerd.

3.6 MILIEUBEHEER

In opdracht van de Rijksluchtvaartdienst werden berekeningen uitgevoerd voor de bepaling van de geluidsbelasting voor de actuele situatie (1988) rondom de luchthavens Schiphol, Rotterdam en Zuid-Limburg.

In verband met een mogelijke uitbreiding van het vliegveld Zuid-Limburg zijn voor een groot aantal varianten de gevolgen voor de geluidsbelasting berekend.

In opdracht van de N.V. Luchthaven Schiphol werd de geluidsbelasting berekend voor een aantal varianten van het toekomstige luchtverkeer op Schiphol.

Voor de West-Duitse Bundesanstalt für Flugsicherung (BFS) werd een FANOMOS-vliegbaanbewakingssysteem geïnstalleerd op de luchthaven Frankfurt. Met behulp van gegevens van een radar wordt met dit systeem de vliegbaan van een vertrekkend vliegtuig vergeleken met de voorgeschreven vliegbaan.

4 TECHNISCHE OUTILLAGE

4.1 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR STROMINGSONDERZOEK

Algemene apparatuur

In het kader van de werkzaamheden gericht op het verbeteren van de nauwkeurigheid van krachtenmetingen in de windtunnel werd de aanmaak van een door het NLR ontwikkelde zescomponentenbalans, inclusief het bijbehorende ijklichaam, voltooid. Begonnen werd met het ontwerp en de aanmaak van een nieuwe halfmodelbalans. Deelconstructies van deze balans welke zijn gebaseerd op nieuwe ontwerpfilosofieën, werden beproefd.

Teneinde de snelheid van drukkenmetingen te verhogen werd een "multiport" meetsysteem van Pressure Systems Incorporated (PSI) aangeschaft. Dit systeem maakt gebruik van één miniatuur transducer per drukgaatje, waarbij de transducers elektronisch afgetast worden. In de HST werden voor een opdrachtgever uitgebreide zogmetingen succesvol uitgevoerd met dit "multiport"-meetsysteem. De verwachting is dat de apparatuur nog zodanig kan worden uitgebreid dat tijdens drukkenmetingen de instelhoek van het windtunnelmodel continu kan variëren.

Gegevensverwerking van windtunnelmetingen

De installatie van het nieuwe computersysteem voor de vergaring, verwerking en analyse van gegevens bij de HST werd voltooid; de bestaande programmatuur werd daaraan aangepast. Daarnaast werd de ontwikkeling van een geheel nieuw verwerkingspakket APROPOS (Aerodynamics Processing and Presentation Open-ended System) voortgezet, waarmee beter aan wensen van opdrachtgevers zal kunnen worden tegemoetgekomen.

Lage-snelheidstunnels

Ten behoeve van het niet-luchtvaartonderzoek is een nieuw systeem voor de bepaling van de windsnelheid in gebruik genomen. Tevens zijn voorzieningen getroffen voor een betere simulatie van de grenslaag bij metingen aan modellen van auto's.

Voor een betere ijking van de externe meetbalans bij de LST 3 x 2.25 werd het ijkframe voor het bevestigen van de ijkbelastingen, gewijzigd. Met de uitbreiding van het lokale systeem van data-vergaring bij de LST's is een begin gemaakt, zodat met twee meetopstellingen tegelijk kan worden gewerkt.

Transsonen en supersonen tunnels HST

Het geautomatiseerde systeem voor de regeling van het Mach-getal werd verbeterd en geïmplementeerd op een nieuwe computer. De ontwikkeling van dit systeem zal nog worden voortgezet, gedeeltelijk in samenwerking met de TU-Delft.

Voor de detectie van omslag, in het bijzonder op NLF-profielen, werd een infrarood-systeem aangeschaft; het werd met succes toegepast bij een aantal experimenten. Hiervoor werden in de onder- en bovenwand van de meetplaats speciale infrarood-doorlatende vensters aangebracht.

Maatregelen werden genomen om de vervuiling van de tunnelstroming (waarvoor NLF-profielen uitermate gevoelig zijn) verder terug te dringen.

Het nieuwe sonde-traverseermechanisme werd op een aantal punten verbeterd, zowel in het mechanische deel als in de instrumentatie. Om de snelheid van metingen in zogen op te voeren wordt de besturing van dit mechanisme geautomatiseerd.

Om de HST sneller op onderdruk te kunnen brengen werd een nieuwe vacuümpomp besteld, die in 1989 zal worden geïnstalleerd. Hiermee kan de regeftijd aanmerkelijk worden bekort (van 60 naar 30 minuten voor een druk van 250 mbar). De studie naar de mogelijkheden van een persluchtsysteem voor motorsimulatieproeven bij een hogere druk dan het huidige "40-bar"-systeem toelaat, werd voortgezet. In deze studie wordt ook de mogelijkheid van het gebruik van stikstof beschouwd.

De temperatuurregeling van het persluchtsysteem zal in de toekomst automatisch worden bestuurd; daarvoor is inmiddels een algoritme ontwikkeld.

Modificatie HST

De studies ten behoeve van de modernisering van de HST werden voortgezet. Het voorontwerp van de nieuwe modelondersteuning werd afgerond. In de PHST, een schaalmodel van de HST, werd onderzoek uitgevoerd naar de technische consequenties en haalbaarheid van de beoogde wijzigingen. Daarnaast werden studies uitgevoerd die vooral betrekking hebben op verbetering van de produktiviteit van de HST. De eerste fase van de modernisering werd vastgelegd. De lengte van de meetplaats zal worden vergroot, en de hoogte ervan instelbaar gemaakt tussen de huidige waarde van 1,6 m en 1,8 m. Er zullen drie nieuwe modelondersteuningen komen, waarvan twee zijn bestemd voor metingen aan modellen van verkeersvliegtuigen, terwijl de derde speciaal bestemd is voor het meten bij zeer grote invalshoeken. Ter verhoging van de produktiviteit zal de processturing worden geautomatiseerd. Daarnaast zal ook de besturing van de Centrale, die de energie voor de HST levert, worden verbeterd en geautomatiseerd. Met de uitvoering van de eerste fase van de HST-modernisering zal in 1989 worden begonnen.

SST

In verband met wijzigingen in de suskamer van de SST en ter verbetering en bewaking van de kwaliteit werden opnieuw kalibraties en controle-metingen uitgevoerd. Enkele verouderde regelkleppen en drukventielen werden vervangen.

Apparatuur voor aëro-elastisch onderzoek

Een nieuw meetsysteem voor veelkanaals Fourieranalyse bij aëro-elastisch en aëro-akoestisch onderzoek werd in gebruik genomen. Ten behoeve van aëro-elastisch onderzoek werd een ontwerp voor conditioneringseenheden voor 128 meetkanalen gemaakt. Een prototype hiervan werd met succes beproefd.

Laboratorium voor voortstuwingsaerodynamica en aëro-akoestiek

Voor het laboratorium voor voortstuwingsaerodynamica werden drie nieuwe centrifugaal-compressoren, voorzien van motoren met variabel toerental, in gebruik genomen. De meetbekabeling werd vernieuwd en het balanssysteem van de iijktank voor TPS-motoren werd opnieuw geijkt.

Een nieuw systeem voor de analyse van dynamische metingen, zowel voor geluids- als voor trillingsonderzoek, met een capaciteit van 64 kanalen, werd in gebruik genomen.

4.2 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR VLEGTUIGGEBRUIK 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 Avionics Research Testbed (ART) en de NLR Air Traffic Control Research Simulator (NARSIM). Deze onderzoekfaciliteiten worden opgezet in samenwerking met buitenlandse researchinstituten.

NARSIM

Voor de NLR Air Traffic Control Research Simulator (NARSIM) werd de centrale computereenheid geïnstalleerd, evenals het lokale netwerk en een werkstation met bijbehorende computer. Een deel van de real-time programmatuur kwam gereed. Het is nu mogelijk eenvoudige nagebootste radar-beelden van vliegverkeer op een beeldscherm te presenteren.

Een vijftal eenvoudige beeldschermen werd geïnstalleerd waarmee "pseudo-vliegers" vliegtuigen kunnen besturen die door mathematische vliegtuigmodellen worden gerepresenteerd. Voor deze modellen kan een verschillend niveau van complexiteit worden gekozen.

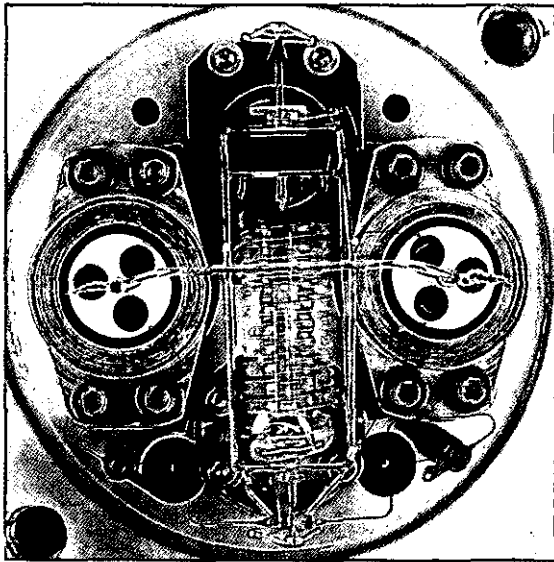
Avionics Research Testbed

De ontwikkeling van het "Avionics Research Testbed" (ART) werd voortgezet. De inbouw van een tweede programmeerbaar Electronic Flight Instrument System (EFIS) werd voorbereid.

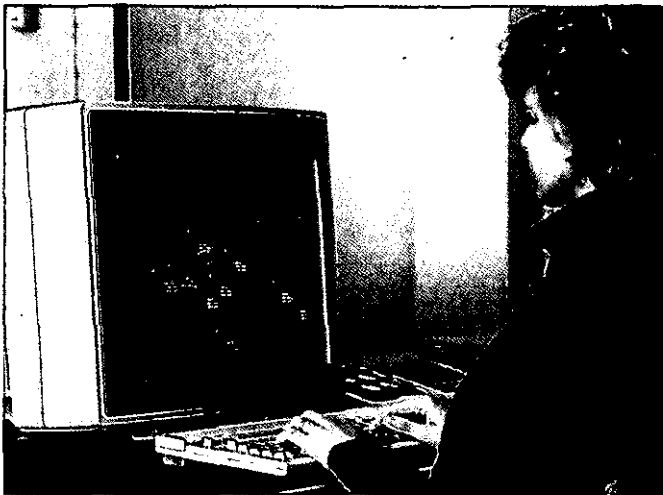
In internationaal verband werd meegewerkt aan de opzet van een experimenteel Flight Management System. Door het NLR werd in het bijzonder gewerkt aan de bedieningsaspecten (mens-machine relatie) van dit systeem.

Vluchtnabootser

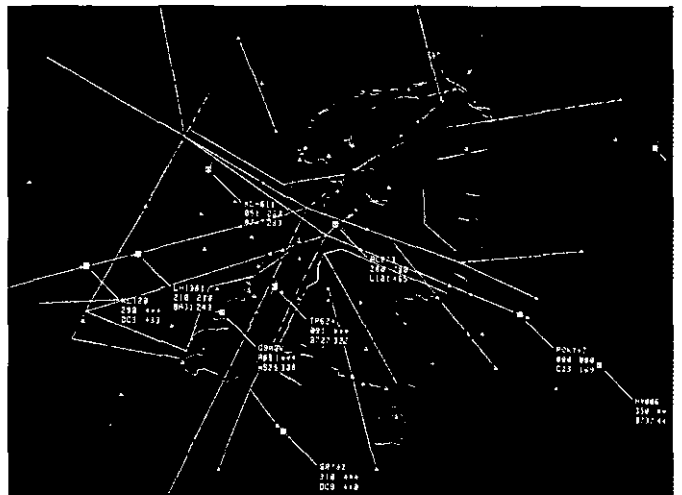
Na de "Factory Acceptance Test" bij de firma Hydraudyne werd het nieuwe bewegingsmechanisme met zes vrijheidsgraden naar Amsterdam getransporteerd en bij het NLR opgebouwd. De Final Acceptance Test zal in de loop van 1989 plaatsvinden. De "motion-interface" (MOTIF) voor de communicatie met de computer werd aangepast naar aanleiding van de resultaten van de Factory Acceptance Test. Een nieuwe bedienings- en controlelessenaar werd aangeschaft, en



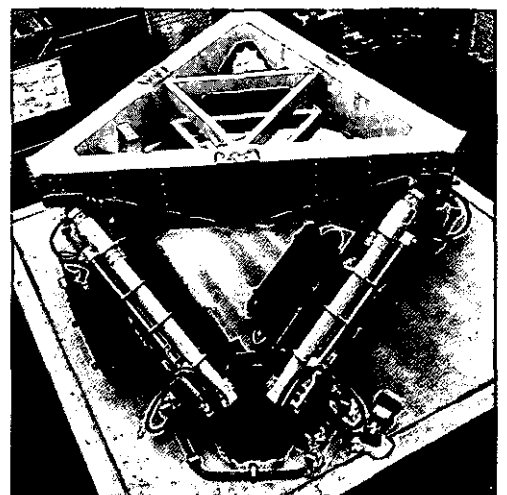
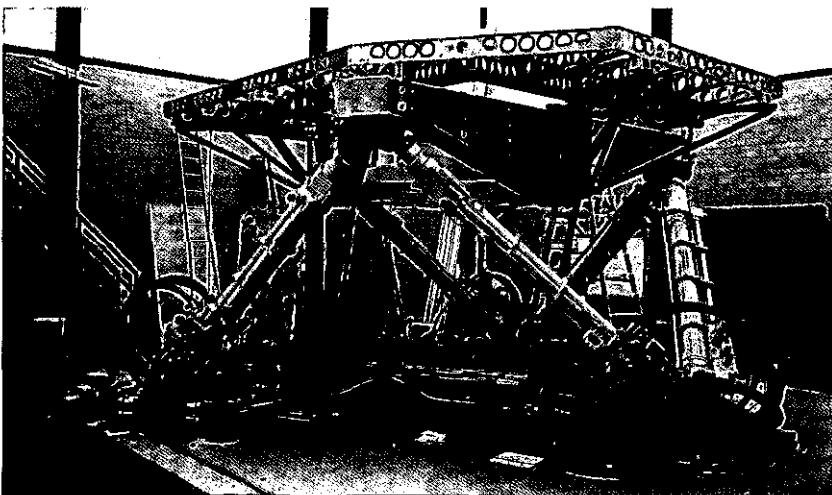
Voor kalibratie van vliegtuiginstrumentatie beschikt het NLR over Ruska werkstandaarden voor drukkalibratie met een relatieve onzekerheid van slechts 10^{-4} . De foto toont het binnenwerk van een dergelijke werkstandaard op ongeveer 60% van de ware grootte, met de kwartsBourdon (spiraal) en de "force balance" magneetspoelen (ronde schijven links en rechts). Het geheel is gelagerd met zeer dunne kwartsdraadjes (boven en onder, in het midden).



Werkstation voor een luchtverkeersleider, van de NLR ATC Research Simulator (NARSIM).



Het Nederlandse luchtruim getoond op het beeldscherm van de luchtverkeersleider, onderdeel van het NARSIM-systeem.



Het nieuwe bewegingsmechanisme, met zes vrijheidsgraden, voor de vluchtnabootser van het NLR (links: zij aanzicht, rechts: bovenaanzicht).

begonnen werd met het ontwerpen van de inrichting ervan. Voor de verbinding van de computer met de nieuwe bedienings- en controlelessenaar en met de stuurhut op het nieuwe bewegingsplatform werd een nieuw interface-systeem gedefinieerd. Een aantal standaardsystemen werd geëvalueerd.

Voor het uitvoeren van modificaties en onderhoud aan de stuurhut op het nieuwe bewegingsplatform werd een "maintenance catwalk" ontworpen en aangemaakt.

Voor een betere aanpassing van de nieuwe kleurencamera van het TV-maquette zichtsysteem aan de bestaande optiek werd een nieuwe lens gemaakt.

Voor de koppeling van een analoge side-stick aan het dynamische beeldgeneratiesysteem (IRIS) werd een interface ontworpen en aangemaakt.

In de eenpersoonsstuurhut werd een F-16 side-stick geïnstalleerd, en voor de communicatie met de computer werd een interface ontwikkeld.

Apparatuur voor vliegproeven en gegevensverwerking

Het "quick look" telemetrie-grondstation werd ingezet bij vliegproeven voor de Koninklijke luchtmacht.

De transmissiemogelijkheden voor videobeelden werden uitgebreid. De nieuwe verbindingen werden bij vliegproeven ingezet.

Een klein type datarecorder werd gemodificeerd en ingezet bij vliegproeven voor Fokker en voor de Koninklijke luchtmacht.

Een prototype van een nieuw On-Board Computer systeem werd ontwikkeld.

De programmatuur van het Data Verwerkings Station Vliegproeven (DVS) werd uitgebreid op grond van eisen die voortvloeien uit het operationele gebruik van het station. Het DVS werd zeer intensief gebruikt.

IJk- en beproevingsapparatuur

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

Voorzieningen voor het automatisch kalibreren van digitale air data computers in het laboratorium kwamen gereed.

Voor temperatuurijkingen werd de installatie van een nieuwe primaire standaard voorbereid.

Laboratoriumvliegtuigen

De eerste versie van een gecomputeriseerd systeem voor het beheer en het onderhoud van de laboratoriumvliegtuigen kwam gereed.

Wegens nieuwbouwplannen op Schiphol-Oost verhuisden de vliegtuigen en de onderhoudsruimten van Hangaar 7 naar Hangaar 8. Met de Dutch Dakota Association (DDA) werd overeenstemming bereikt over de huur door het NLR van een apart gedeelte van de nieuwe DDA-hangaar op Schiphol-Oost, die begin 1989 gereed zal komen.

Met de faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TU-Delft (TUD/LR) zijn besprekingen gaande over integratie van de beide technische diensten van TU en NLR voor vliegtuigonderhoud en over de gezamenlijke aanschaffing van één laboratoriumvliegtuig ter vervanging van de Queen Air van het NLR en de Beaver van de TUD/LR.

4.3 TECHNISCHE OUTILLAGE OP HET GEBIED VAN CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

Belastingsapparatuur

Het prototype van een bij het NLR ontwikkelde hydraulisch bekrachtigde inspankop werd beproefd. Het blijkt mogelijk wisselende krachten tot 100 kN nauwkeurig in te leiden in een 160 mm breed proefstuk van composietmateriaal. Enkele onderdelen van het inspanstelsel zullen nog moeten worden verbeterd.

Voor de hoogfrequent-pulsatoren werd nieuwe stuuerelectronica geïnstalleerd.

Het opstellen van documentatie van applicatieprogrammatuur die wordt gebruikt bij het uitvoeren van vermoeiingsproeven werd voortgezet. De computerbesturingen van enkele vermoeiingsopstellingen werden via DEC-NET verbonden met het centrale NLR-computersysteem.

Apparatuur voor materiaalonderzoek

Een nieuwe hoogvacuum soldeeroven werd in gebruik genomen.

Veel aandacht werd besteed aan het vergroten van de inzetbaarheid van apparatuur voor de analyse van composietmateriaal.

Apparatuur voor
corrosie-onderzoek

Een systeem voor het meten van temperaturen tot 1100° C aan roterende proefstukken werd ontworpen; met de aanmaak in eigen beheer werd begonnen.
Een nieuwe klimaatkast werd in gebruik genomen.

Apparatuur voor
data-acquisitie en -verwerking

Voor het rekstrookmeetsysteem AUTOLOG werden meet- en verwerkingsprogramma's geschreven als aanvulling op het standaardpakket, onder meer om grafische presentatie van resultaten mogelijk te maken.

Er werd software geschreven voor een DAS-500 data-acquisitiesysteem, teneinde metingen aan stuur- en meetsignalen tijdens vermoeiingsproeven te kunnen uitvoeren. De meetgegevens, die inzicht geven in de nauwkeurigheid van de aangebrachte vermoeiingsbelastingen, kunnen na grafische presentatie gemakkelijk worden geïnterpreteerd. De presentatie van resultaten verkregen bij ultrasone inspectie met de C-scan methode, werd aanzienlijk verbeterd. Ten behoeve van de bewerking, de opslag en het beheer van belastingsmeetgegevens werd een werkstation aangeschaft.

4.4 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR RUIMTEONDERZOEK

Het RESEDA-systeem werd voorzien van een nieuwe diskcontroller.
Het OPTIPARES pakket voor de bewerking van met CAESAR gemaakte opnamen werd operationeel gemaakt en gedocumenteerd.
Het Airborne Video Quick Look systeem kwam grotendeels gereed. Hiermee kunnen ruwe remote-sensing beelden van verschillende sensorsystemen tijdens de opnamen dan wel tijdens het bewerken van de gegevens zichtbaar gemaakt worden.

Het systeem PODI voor de ontwikkeling van technologieën voor het observeren van vloeistoffysische processen bij micro-zwaartekracht, werd voorzien van een aandrijfmecanisme waarmee het beeldveld van de videocamera's op afstand kan worden veranderd. Begonnen werd met de ontwikkeling van een testbed TELEPODI waarin PODI wordt gecombineerd met beeldbewerkingssoftware in het FICAD-systeem (FICAD: Fluid Physics Images Compression and Decompression) voor het waarnemen op afstand. Hiertoe werden het TELEPODI-werkstation, het IRIS-werkstation en de VAX-11/75-FICAD combinatie door middel van een Ethernet-verbinding gekoppeld.

4.5 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR TOEGEPASTE INFORMATICA

Computernetwerk

Na een zeer voorspoedig verlopen installatie- en acceptatieperiode vond op 6 april de officiële ingebruikstelling van de NEC SX-2 supercomputer door de Minister van Verkeer en Waterstaat, mw.drs. N. Smit-Kroes plaats, de belangrijke gebeurtenis in 1988.

De ingebruikstelling werd gevolgd door het symposium "Supercomputer en Technologie", dat door vertegenwoordigers van de industrie, de wetenschappelijke wereld en zusterinstellingen die betrokken zijn bij omvangrijk rekenwerk, werd bijgewoond.

Aansluitend stelde het NLR de supercomputer gedurende een week gratis beschikbaar voor industrie, universiteiten en zusterinstellingen. Tijdens deze week werden bijna 6000 maal rekenprogramma's verwerkt voor een dertigtal belangstellenden van zeer uiteenlopende disciplines. De conversieproblemen bleken geringer te zijn dan verwacht en het systeem bleek zich onder zware belasting goed te gedragen.

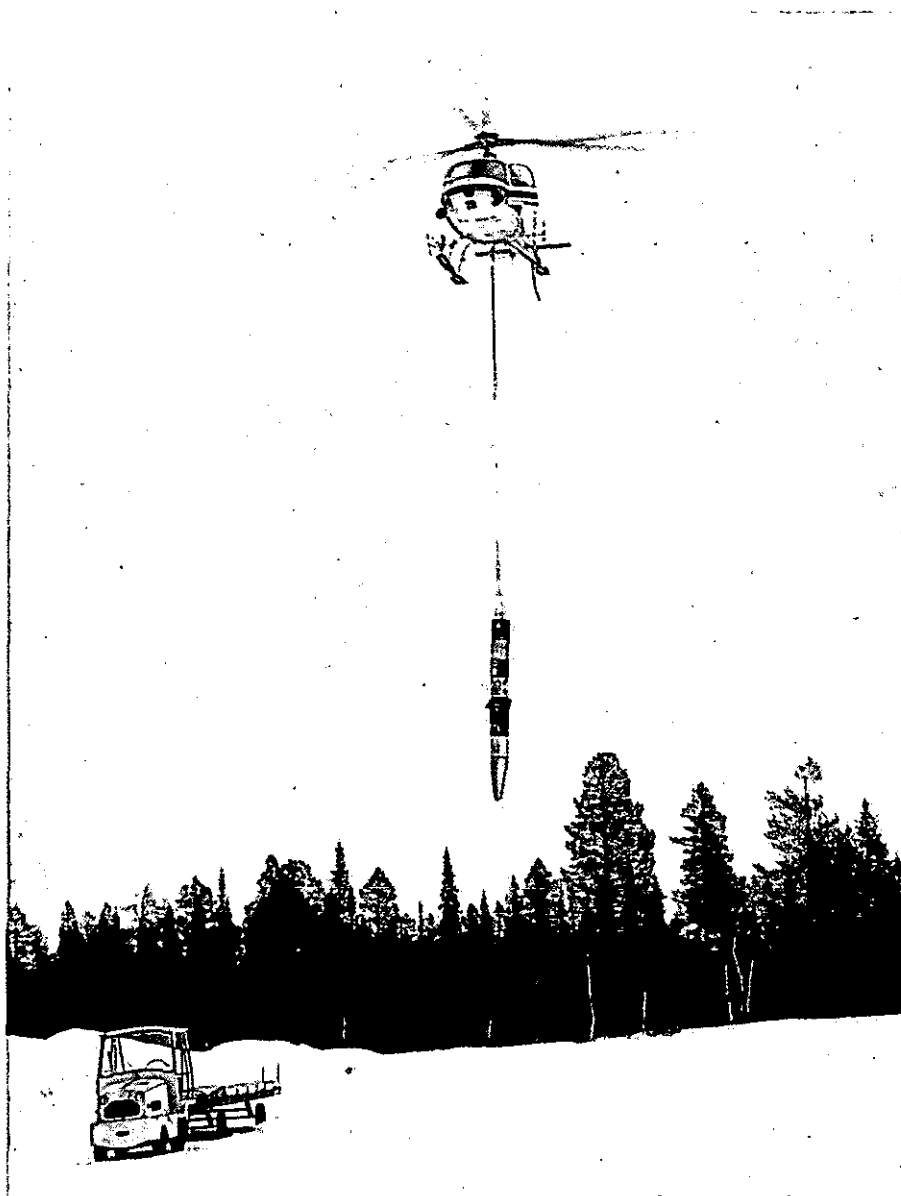
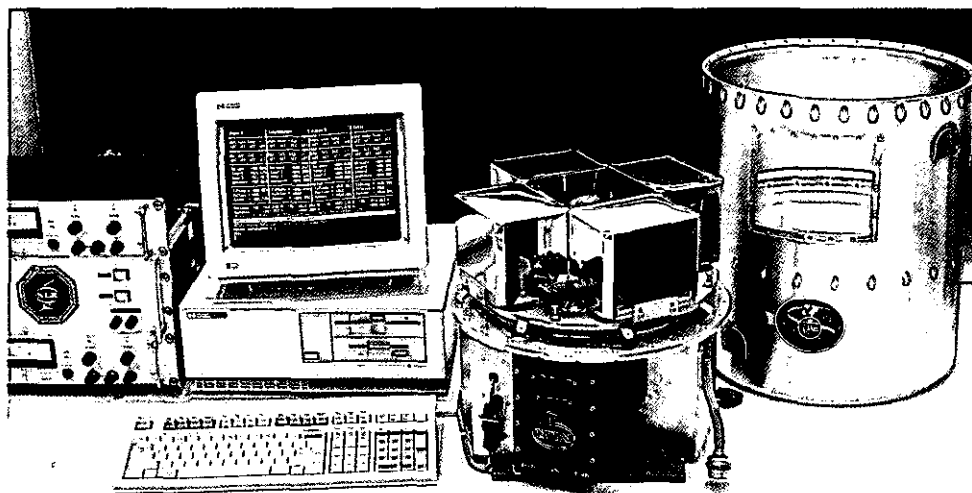
Ditzelfde kan gezegd worden van de daarop aansluitende operationele periode van de NEC SX-2. In een jaar van operationeel gebruik – zowel voor lucht- en ruimtevaarttoepassingen als voor diverse andere toepassingen – is slechts éénmaal een kortdurende storing opgetreden.

Het gebruik van de CYBER 180-855 nam toe, ondanks het feit dat een deel van het rekenwerk naar de NEC SX-2 is overgegaan.

Veel aandacht werd besteed aan de installatie van een nieuw netwerk, dat de vereiste snelle datacommunicatie mogelijk moet maken. Aangezien file-transfer en terminal-verkeer geheel verschillende eisen stellen aan het netwerk, werd besloten voor deze beide vormen van datacommunicatie twee netwerktypen te creëren, beide op basis van internationale standaards.

In beide vestigingen is via het nieuwe netwerk toegang tot de SX-2 en de CYBER 180-855 mogelijk voor grootschalig rekenwerk. De aansluiting voor andere toepassingen, waaronder die voor de verwerking van gegevens uit windtunnelmetingen en vliegproeven, wacht nog op de nieuwe glasvezelbekabeling die in 1989 in beide vestigingen zal worden aangelegd.

Apparatuur voor de biologische proeven bij micro-graviteit "Cells In Space 1". Links het grondstation, rechts de vier experimentboxen voor de inbouw in de sondeerraket MASER-3 (foto: Fokker).



Het bergen van de sondeerraket na afloop van de biologische proeven bij microzwaartekracht.

In verband met aansluiting op DEC-netwerken, waaronder die van Fokker, werd een DECnet-communicatie-gateway in het netwerk opgenomen, waarmee tevens de beveiliging kan worden geregeld. Via SURFnet is ook SARA (Stichting Academisch Rekencentrum Amsterdam) hierop aangesloten. SARA bleek bereid op te treden als intermediair wanneer vertegenwoordigers van universitair Nederland, na goedkeuring van het project door de Werkgroep Gebruik Supercomputers, rekenwerk op de NEC SX-2 wil uitvoeren.

Veel aandacht werd besteed aan de overgang naar het nieuwe bedrijfsstelsel NOS/VE van de CYBER 180-855.

Microprocessor/
VME-ontwikkelomgeving

De microprocessor/VME-ontwikkelomgeving, die bestaat uit een "Micro Concurrent Pascal" (MCP) compiler, cross-assembler en "linker" op de CYBER-computer, en een Philips Microprocessor Development Station (PMDS), is speciaal bestemd voor het programmeren van zogeheten "embedded" systemen. Deze ontwikkelomgeving werd uitgebreid met een UNIX-systeem, dat het voornaamste gereedschap voor het ontwikkelen van "real-time" microprocessorsystemen zal worden. Het is uitgerust met C- en Pascal-compilers en beschikt over krachtige hulpmiddelen voor het opsporen en verbeteren van fouten. In de "target" is pSOS ingebouwd als "real-time" besturingssysteem. Pascal wordt gebruikt als hogere-orde programmeertaal. Via een Ethernet-uitbreiding werd de ontwikkelomgeving aan het NLR-computernetwerk gekoppeld, zodat nu ook op afstand programmatuur kan worden ontwikkeld.

Automatisering van de
ontwikkeling van elektronica

De CAE-infrastructuur voor het ontwikkelen van elektronica (een gekoppeld ontwerp-, teken- en "bedradings"-systeem) werd uitgebreid met mogelijkheden voor het ontwerpen met programmeerbare logica (PAL's, en ASIC's). Een concept werd opgesteld voor de op de CYBER 180-855 geïnstalleerde "centrale elektronische componenten database". Hieruit zullen de lokale, op het computernetwerk aangesloten werkstations hun informatie kunnen gaan betrekken.

Automatisering van metingen
en testen

De bestaande apparatuur voor geautomatiseerd meten en testen van elektronica en apparatuur zal worden vernieuwd. Daartoe wordt een gemeenschappelijk technisch concept ontwikkeld, gebaseerd op een open-systeemconcept met gebruikmaking van UNIX als besturingssysteem en Pascal als hogere-orde programmeertaal. De functionele eisen voor een dergelijk systeem werden verzameld, waarna het technische concept werd gedefinieerd. Begonnen werd met de conversie van de bestaande programmatuur van de EMI- en van de kalibratiefaciliteit.

Faciliteiten voor
omgevingstesten

Een nieuwe, aanzienlijke grotere EMI-faciliteit (5 m x 5 m x 8 m) werd geïnstalleerd, voorzien van bekleding voor het dempen van elektromagnetische golven. Hiermee kan worden voldaan aan de meest recente militaire en civiele eisen gesteld aan EMI-testfaciliteiten. Deze faciliteit is ook geschikt voor metingen aan antennes bij frequenties boven 1 GHz, en zal onder meer worden gebruikt bij het testen van bij het NLR ontwikkelde of gebruikte antennesystemen, zoals het antennesysteem van het NAVSTAR-navigatiesysteem.

De trillfaciliteit werd opnieuw geïnstalleerd en voorzien van een nieuwe vermogensversterker alsmede van een hijsinstallatie voor het behandelen van zware apparatuur.

Om de temperatuurhuishouding van luchtwaardige elektronica te kunnen bepalen werd een model opgesteld, dat reeds met succes werd toegepast in het DLPU-project.

4.6 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR MECHANISCHE TECHNIEK

Modelpropellers

Een methode werd ontwikkeld om modelpropellers te vervaardigen uit met koolstofvezel versterkt materiaal. Deze modelpropellers worden gebruikt bij onderzoek aan modelmotoren in de windtunnel.

De belangrijkste voordelen van deze propellers ten opzichte van metalen propellers zijn:

- de hoge vermoeiingssterkte;
- de geringe aanmaakkosten per propellerblad;
- de mogelijkheid om de resonantiefrequenties van de bladen te beïnvloeden, waardoor het samenvallen van aanstootfrequenties en resonantiefrequenties in het gebruiksgedrag kan worden voorkomen.

CAD/CAM-systeem

Een specificatie voor een CAD/CAM-systeem voor de Technische Diensten werd opgesteld, en met een tweetal potentiële leveranciers werd overleg gevoerd.

Een functionaliteitstest werd uitgevoerd met daarvoor in aanmerking komende systemen. In 1989 zal een begin worden gemaakt met de gefaseerde implementatie van het nieuwe CATIA CAD/CAM-systeem.

5 CAPITA SELECTA

5.1 BEPALING VAN MATHEMATISCHE MODELLEN VAN HET CITATION-VLIEGTUIG VOOR DE VLUCHTNABOOTSER VAN DE RIJKSLUCHTVAARTSCHOOL

In samenwerking met de Technische Universiteit Delft (TUD) heeft het NLR de mathematische modellen bepaald van het Cessna Citation 500 vliegtuig. Deze modellen zijn geïmplementeerd in een vluchtnabootser die de Canadese firma CAE voor de Rijksluchtvaartschool (RLS) heeft gebouwd. De RLS gebruikt deze vluchtnabootser bij de opleiding tot verkeersvlieger.

Voor het bepalen van de mathematische modellen werd eerst een vliegproeven-programma uitgevoerd met een Cessna Citation 500 van de RLS, die door het NLR voorzien was van een meet- en registratiesysteem. De meetgegevens werden verwerkt bij het NLR, terwijl de vluchtnabootser van de TUD gebruikt werd voor het opstellen van de modellen. In oktober 1988 werd de vluchtnabootser voor de Cessna Citation 500, die ruimschoots voldoet aan de eisen die de FAA stelt voor een Phase II vluchtnabootser, overgedragen aan de Rijksluchtvaartschool.

Inleiding

De Cessna Citation 500 (figuur 1) is bij de Rijksluchtvaartschool (RLS) in gebruik als lesvliegtuig tijdens de laatste fase van de opleiding tot verkeersvlieger. Begin 1986 besloot de RLS een vluchtnabootser aan te schaffen om een gedeelte van de vliegtraining te verplaatsen naar de grond. Hierdoor kon het aantal lesvliegtuigen gereduceerd worden van zes tot drie. Omdat de Citation een relatief oud vliegtuigtype is (ontwerp eind jaren '60), waren de mathematische modellen ervan van onvoldoende kwaliteit voor een dergelijke vluchtnabootser. Bovendien waren er nauwelijks vliegproefgegevens beschikbaar aan de hand waarvan de modellen konden worden gevalideerd.

Gezien de beschikbaarheid van moderne instrumentatiesystemen bij het NLR en de ervaring en kennis op het gebied van niet-stationaire meettechnieken en bijbehorende digitale dataverwerking van het NLR en de Vakgroep Stabiliteit en Besturing van de faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de Technische Universiteit Delft (TUD), werd aan het NLR een opdracht verstrekt om in samenwerking met de TUD deze modellen en vliegproefgegevens te bepalen. De opdracht omvatte het installeren van een meetsysteem in één van de Citation-vliegtuigen, het opstellen en uitvoeren van een vliegproevenprogramma, de verwerking van de gegevens en het maken van een analyse van de resultaten teneinde de simulatiemodellen en bijbehorende gegevens te kunnen genereren. Tevens dienden de modellen gevalideerd te worden aan de hand van onafhankelijke vliegproevenmetingen.

Algemeen

De vluchtnabootsers die tegenwoordig in gebruik zijn voor trainingsdoeleinden en bij technisch-wetenschappelijk onderzoek bestaan uit een aantal complexe systemen:

- volledig geïnstrumenteerde cockpit;
- zichtstelsel;
- bewegingssystemen;
- stuurkrachtensysteem;
- modelsoftware, welke de verschillende mathematische modellen van het gesimuleerde vliegtuig beschrijft;
- systeemsoftware, noodzakelijk voor de koppeling van de verschillende systemen.

De precisie van een vluchtnabootser hangt niet alleen af van de getrouwheid van de nabootsing door de afzonderlijke delen, maar ook van de kwaliteit van de integratie van de systemen.

Fig. 1 – De Cessna Citation 500, van de
Rijksluchtvaartschool voorzien van
instrumentatie, in de vlucht.

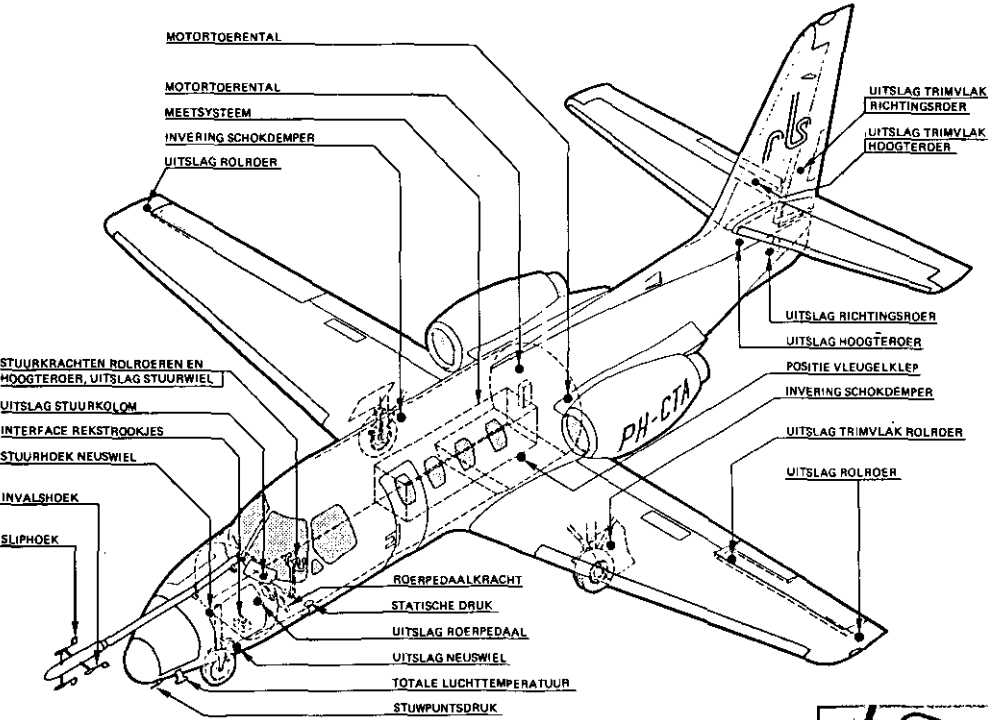
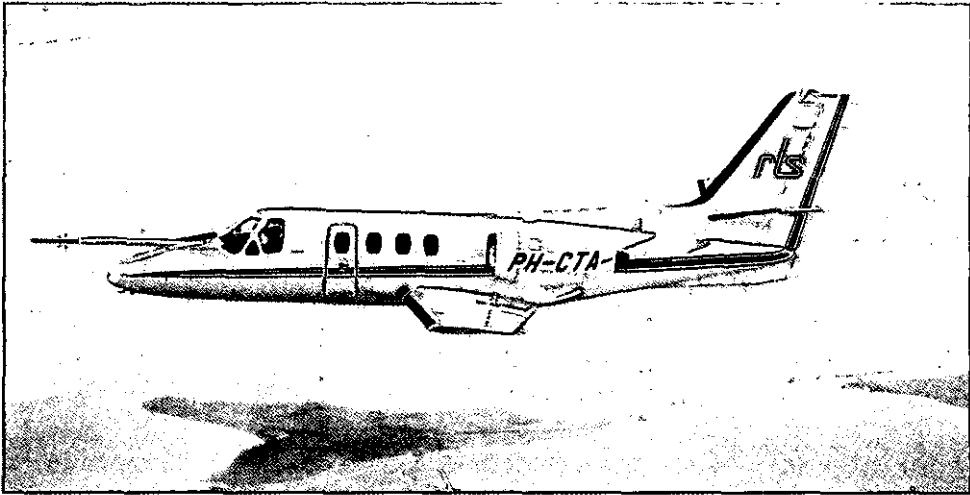


Fig. 2 – De posities van de sensoren.

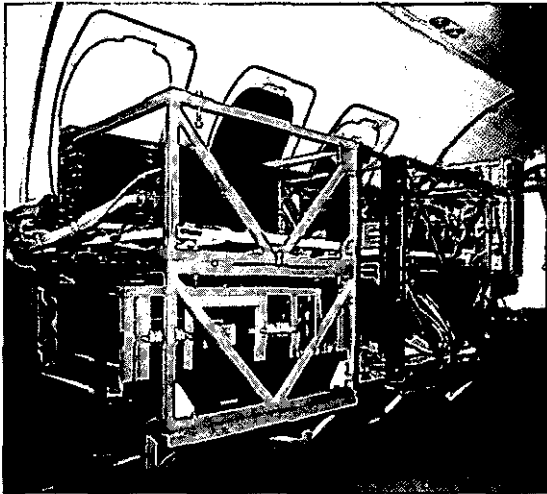


Fig. 3 – Het instrumentatiesysteem in het vliegtuig.

De modelsoftware van moderne vluchtnabootsers is modulair opgebouwd en omvat de volgende submodellen:

- aërodynamica;
- motor;
- besturingssystemen;
- onderstel;
- atmosfeer, wind en turbulentie;
- navigatie.

Een van de doelstellingen van het Citation-project was het opstellen van de vier eerstgenoemde submodellen met de bijbehorende gegevens. Deze submodellen zijn belangrijk voor de beoordeling van de eigenschappen van de vluchtnabootser.

In het begin van het vluchtnabootsertijdperk werd de precisie op subjectieve wijze getest door gerichte vragen over de vliegeigenschappen te stellen aan de vliegers. Doordat de interpretaties van deze vliegeigenschappen door verschillende vliegers van elkaar kunnen afwijken, was het gevaar aanwezig dat door de daarop gebaseerde wijzigingen van de vluchtnabootsers te grote verschillen zouden ontstaan tussen vluchtnabootsers onderling voor hetzelfde type vliegtuig. Daarom zijn door de FAA richtlijnen opgesteld met betrekking tot de precisie van vluchtnabootsers en de taken die van het werkelijke vliegtuig overgenomen kunnen worden. Drie richtlijnen werden gedefinieerd: Phase I, II en III, waarin steeds hogere eisen worden gesteld aan de precisie en de systemen van de vluchtnabootser, maar waarbij ook steeds meer taken van de werkelijke vlucht overgenomen kunnen worden.

Naast deze richtlijnen zijn ter validatie van vluchtnabootsers eveneens specificaties opgesteld in de vorm van de zogenoemde "Acceptance Test Guide" (ATG). In de ATG wordt een groot aantal metingen gedefinieerd, die uitgevoerd moeten worden ter verificatie van de aerodynamica, de motor, de systemen en de eigenschappen van het vliegtuig op de grond. Een gedeelte van deze ATG wordt door de FAA geëvalueerd (de "Proof of Match") voor het toekennen van een certificaat voor Phase I, II of III. Het uitvoeren van de ATG-test vormde de tweede doelstelling van het Citation-project.

De Rijksluchtvaartschool verstrekke de opdracht voor de bouw van de vluchtnabootser aan CAE (Canadian Aviation Electronics Ltd.).

Instrumentatie

Het instrumentatiesysteem voor vliegproeven waarvan dynamische meettechnieken een essentieel onderdeel vormen, moet van een hogere kwaliteit zijn dan voor conventionele vliegproeven het geval is.

Zes min of meer onafhankelijke sensorsystemen worden hierbij onderscheiden:

- inertiaal-meetsysteem;
- drukmeetsysteem;
- staak met vanen voor de meting van invalshoek en sliphoek;
- transducers voor de meting van motorparameters
- positiegevers voor roer en trimvlakken;
- transducers voor de meting van:
 - a. stuurkrachten en stuurverplaatsingen
 - b. inverteringen van de schokdempers
 - c. uitslag van het neuswiel.

De inertiaalmetingen zijn verricht met behulp van een Honeywell laser-gyro Inertial Reference System (IRS), dat vast verbonden is aan de vliegtuig-constructie ("strapped-down"). Dit type IRS is ook gebruikt voor de beproeving van de prototypen van de Fokker 50 en de Fokker 100.

Voor de meting van de statische druk en de stuwdruk zijn de standaard pitotbuis en statische drukgaatjes van het vliegtuig gebruikt. Nauwkeurige waarden van deze drukken werden verkregen door speciale Garrett druktransducers te gebruiken, die kunstmatig op een constante temperatuur werden gehouden.

Zoals figuur 2 laat zien zijn de invalshoek- en sliphoekvaan gemonteerd op een speciaal daarvoor ontworpen staak, die uit constructieve overwegingen en om vaanpositiefouten zo klein mogelijk te houden bovenop het neuscompartiment was geplaatst.

Voor de meting van de motorparameters is waar mogelijk gebruik gemaakt van de standaard-systemen en -transducers aan boord van het vliegtuig.

De transducers voor het meten van de roer- en trimvlakuitslagen en schokdemperinverteringen, zijn zo dicht mogelijk bij het desbetreffende onderdeel ingebouwd.

Figuur 3 toont het instrumentatiesysteem in het vliegtuig.

Vliegproevenprogramma

Het vliegproevenprogramma werd zodanig opgesteld dat voldaan kon worden aan de twee volgende doelstellingen van het project:

- het verzamelen van gegevens voor de evaluatie van de mathematische simulatiemodellen (modelproeven);
- het verzamelen van gegevens voor de Acceptance Test Guide (ATG) en voor de Proof of Match (POM) (ATG-proeven). De resultaten hiervan worden gebruikt door de vluchtnabootserfabrikant en de FAA ter beoordeling van de kwaliteit van de modellen.

Modelproeven

Voor de uitvoering van de modelproeven werd een testmatrix opgesteld bestaande uit combinaties van vlieghoogte en vliegsnelheid. Voor de kenmerkende configuraties werd een netwerk van hoogten en snelheden over de van belang zijnde "flight envelope" gelegd. Dit leverde een serie testpunten op, gekarakteriseerd door configuratie, ligging van het massacentrum, hoogte en lift-coëfficiënt. Per hoogte werden testpunten gekozen met min of meer gelijke ΔC_L -intervallen. Een manoeuvre-trein werd gedefinieerd, die bestond uit een serie manoeuvres, die kort na elkaar voor ieder testpunt gevlogen moesten worden. De belangrijkste manoeuvres in deze trein waren:

- versnelde en vertraagde vlucht naar het van belang zijnde testpunt;
- symmetrische niet-stationaire manoeuvres, waarbij het vliegtuig met de hand geëxciteerd werd d.m.v. blokvormige hoogteroeruitslagen;
- asymmetrische niet-stationaire manoeuvres, door middel van blokvormige uitslagen van ailerons en richtingsroer, eveneens met de hand uitgevoerd;
- quasi-stationair slippende manoeuvre, waarbij langzaam de sliphoek gevarieerd werd;
- "wind-up" bocht, waarbij de rolhoek vergroot werd bij constante vliegsnelheid, hoogte en motorinstelling.

De duur van deze manoeuvres varieerde van ± 10 tot ± 30 seconden. Per testpunt was ongeveer 13 minuten vliegtijd benodigd.

Voor de niet-stationaire manoeuvres werden blokvormige stuursignalen gekozen, omdat deze relatief gemakkelijk met de hand uitgevoerd kunnen worden en omdat het vliegtuig daarmee zodanig kan worden geëxciteerd, dat de van belang zijnde vlieg eigenschappen voldoende nauwkeurig kunnen worden bepaald.

Voor het genereren van gegevens voor de modellering van het grondeffect en van het onderstel zijn proeven vlak boven de startbaan en taxiproeven uitgevoerd.

Met behulp van de testmatrix werd een schema ontworpen voor de noodzakelijke testvluchten. Binnen één testvlucht werden de verschillende elementen van de matrix functioneel gerangschikt en de acties die nodig waren voor de uit te voeren metingen beschreven op "test cards", die werden gebruikt door de testvliegers en door de instrumentatie- en vliegproefspecialisten.

ATG-proeven

Voor de uitvoering van het gedeelte van het vliegproevenprogramma voor de Acceptance Test Guide (ATG) werd grotendeels gebruik gemaakt van een document van CAE. Hierin wordt een volledige beschrijving gegeven van de tests met de wijze van uitvoering, de configuraties en de condities die van belang zijn, en met de parameters die geregistreerd moeten worden.

Met behulp van dit document werden de verschillende proeven zo goed mogelijk verdeeld over een aantal ATG-vluchten. Omdat het instrumentatiesysteem het toeliet, werden in vluchten van twee uur zowel starts als proeven in de vlucht, landingen en taxiproeven geregistreerd, zodat slechts zes ATG-vluchten benodigd waren.

Het totale vliegproevenprogramma omvatte 23 testvluchten, uitgevoerd tussen eind februari en begin april 1987, en een totale vliegtijd van ongeveer 52 uur.

Dataverwerking

Voor de verwerking van de meetgegevens van de proeven werd gebruik gemaakt van het door het NLR ontwikkelde Meet-, Registratie- en Verwerkings Systeem (MRVS) uitgebreid met systeemsoftware voor de verwerking van niet-stationaire metingen en bijbehorende applicatieprogramma-tuur. Figuur 4 geeft een schematisch overzicht van de gegevensverwerking.

In de preprocessing fase, uitgevoerd bij het DVS (Data Verwerkings Station Vliegproeven), worden de gemeten signalen van de geselecteerde parameters geconverteerd naar gekalibreerde fysische grootheden. Deze worden vervolgens gezonden naar een database behorende bij het NLR Post Processing systeem (NPP) in de centrale computer van het NLR. Aan deze database worden via een vooraf gedefinieerd protocol de gegevens toegevoegd voor de verdere verwerking, afkomstig uit de zgn. Centrale Data Base (CDB). Hierin ligt alle informatie opgeslagen met betrekking tot het vliegtuig en de instrumentatiesystemen. Wanneer alle informatie in de NPP database aanwezig is, kan met de NSM-dataverwerking begonnen worden. Deze module is op grond van voorgaande vliegproevenprogramma's ontwikkeld. Het belangrijkste onderdeel ervan is het

baanreconstructieprogramma, waarmee met behulp van een wegingsproces via een Kalman-filter een zo nauwkeurig mogelijke schatting wordt gemaakt van de gevlogen baan, uitgedrukt in een aantal kenmerkende vliegmechanische parameters, waarvan de invalshoek en sliphoek de belangrijkste zijn. Een tweede belangrijk onderdeel is de module die de statische stuwkracht berekent als functie van gemeten parameters. Het motormodel in deze module is gebaseerd op prestatiegegevens afkomstig van de motorfabrikant.

Na behandeling van de meetgegevens met de NSM-module zijn alle tijdsporen van de benodigde parameters beschikbaar voor de tweede fase van de verwerking.

Bij de tweede fase werden twee methoden toegepast. Gegevens voor de identificatie van het besturings- en onderstelmodel werden geconverteerd naar een tapeformaat (THCOPY) dat geschikt is om te worden ingevoerd in en geëvalueerd met de vluchtnabootsercomputer van de TUD. Dezelfde procedure werd gevolgd voor de "Proof of Match" (POM) gegevens, die voor de beoordeling van de kwaliteit van de modellen gebruikt werden. De overige ATG-gegevens werden na de tapeconversie rechtstreeks naar CAE gezonden.

Gegevens die gebruikt werden bij de evaluatie van de aërodynamische modellen en stuwkrachtmodellen, werden naar de Resultaten Database (RSDB) geschreven waarna verdere analyse plaatsvond met een module genaamd PIAS (Processing of dynamic manoeuvre measurements with an Interactive Adaptive System). In deze module worden de coëfficiënten van de submodellen geschat met behulp van een regressie-algoritme, dat is gebaseerd op de methode der kleinste kwadraten. Deze coëfficiënten behoren bij gekozen modelvormen die representatief zijn voor de beschrijving van de aërodynamica in de verschillende testcondities.

In de modelleringsfase werden de submodelcoëfficiënten die bepaald waren door verwerking van de gevlogen testpunten, geïntegreerd tot coëfficiënten van een volledig model. Dit uiteindelijke model werd tenslotte geconverteerd naar tabellen, geschikt voor implementatie in het simulatieprogramma van de TUD en van CAE.

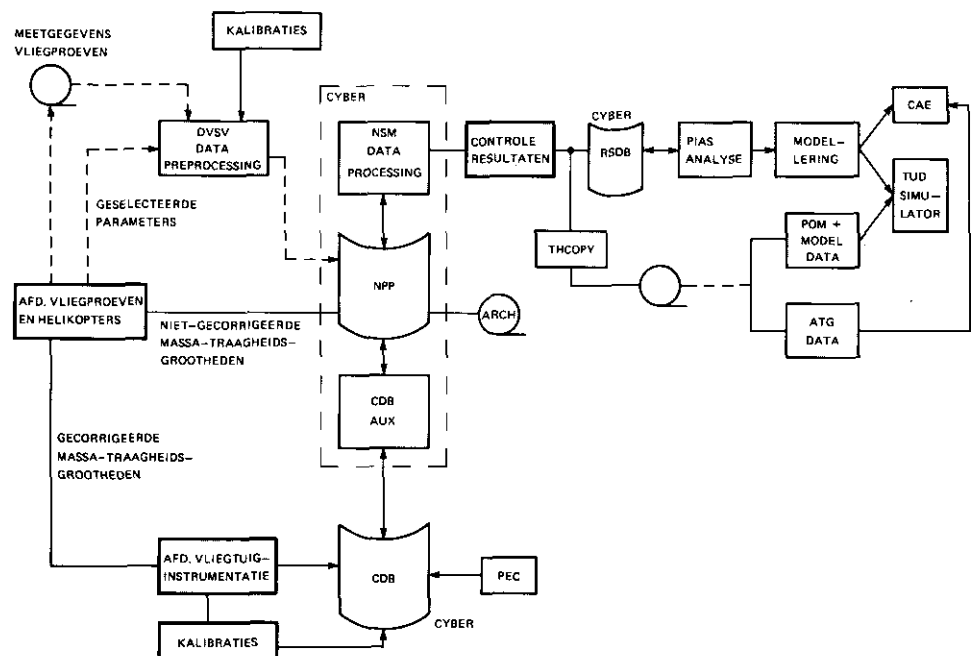


Fig. 4 – Schematisch overzicht van de verwerking van de vliegproefgegevens.

Analyse en modellering

Om in een vroeg stadium inzicht te verkrijgen in de modellen werd voordat de vliegproeven plaatsvonden een à priori model opgesteld op grond van beschikbare informatie en "engineering judgement". Tevens fungeerde dit à priori model als uitgangspunt voor de uiteindelijke modellen die na de vliegproefanalyse werden opgesteld.

Begin 1987 waren à priori modellen van de aërodynamica, de motor, het besturingssysteem en het onderstel geïmplementeerd op de vluchtnabootser van de TUD en kon met een à priori Citation "gevlogen" worden.

Kort na het begin van het vliegproevenprogramma werd begonnen met de analyse. Allereerst werd

de analyse gericht op het aërodynamisch model, dat opgesplitst was in een "prestatie"-model en een stabiliteits- en besturingsmodel voor respectievelijk de symmetrische en de asymmetrische beweging. De identificatie van de overtrekeigenschappen en grondeffecten vormden eveneens een deel van de analyse van het aërodynamisch model.

De analyse met betrekking tot de motor richtte zich voornamelijk op de identificatie van de kenmerkende parameters van de motordynamica.

De analyse en identificatie van het besturingssysteem (in het bijzonder de scharniermomenten van de roeren) en van het onderstelmodel werd grotendeels uitgevoerd door de TUD.

Aangezien een bespreking van alle analyse- en modelleringsactiviteiten in dit kader te ver zou voeren wordt volstaan met een keuze hieruit, nl. het aërodynamisch model voor de symmetrische beweging.

In figuur 5 zijn, voor de configuratie met kleppen op, de waarden van de liftcoëfficiënt C_L en het Mach-getal bij een aantal testpunten gepresenteerd voor de vier testhoogten. Tevens zijn hierin aangegeven de variaties van C_L als gevolg van blokvormige hoogteroer-excitaties.

Voor de aërodynamica werd een algemene submodelstructuur gepostuleerd, die geldig is voor elk testpunt en bijbehorende invalshoekvariatie. Uiteraard zullen de coëfficiënten in deze modelstructuur variëren van testpunt tot testpunt. De numerieke waarden van deze coëfficiënten zijn bepaald door regressieanalyse.

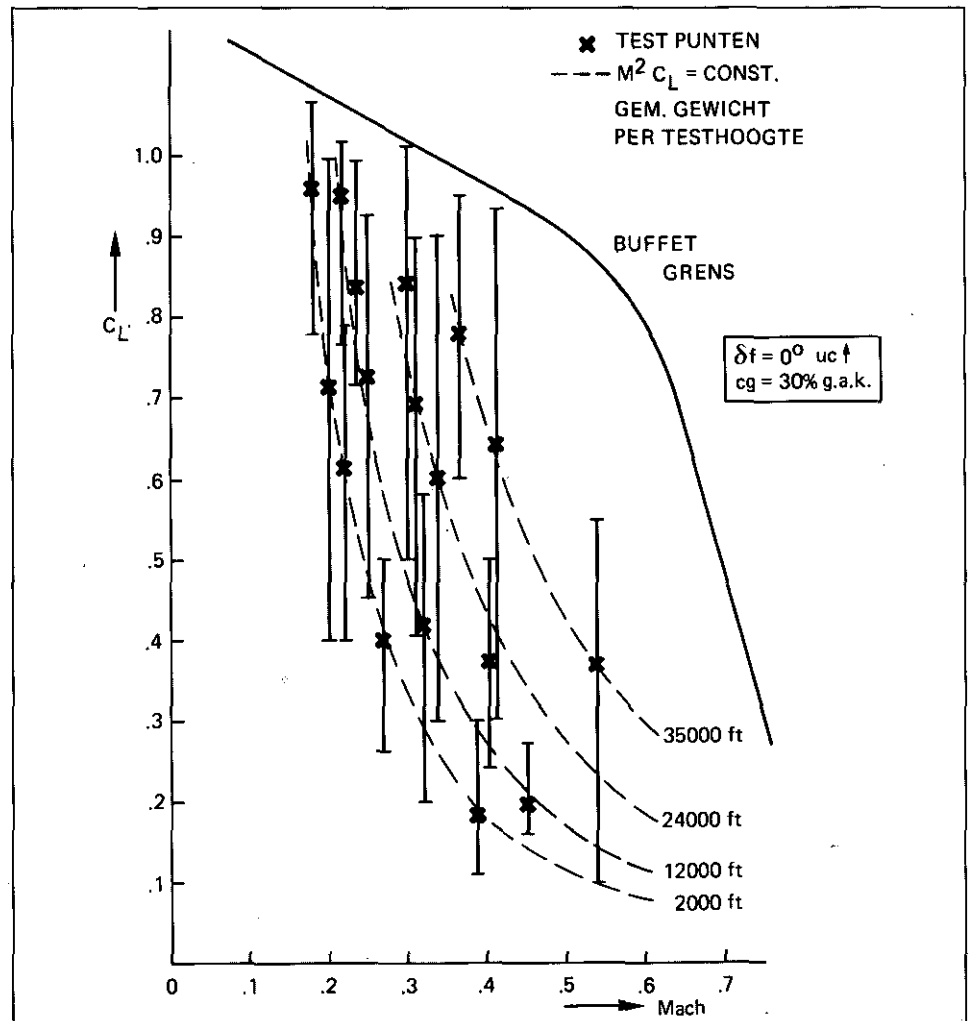


Fig. 5 — De liftcoëfficiënt C_L als functie van het Mach-getal van testpunten bij vier vlieghoogten. De verticale lijnstukken geven de variaties in C_L aan, veroorzaakt door blokvormige hoogteroer-excitatie.

In figuur 6 zijn de drie submodelstructuren voor de symmetrische beweging aangegeven die geldig zijn binnen de normale "flight envelope" van het vliegtuig. Ze bestaan uit polynoom-functies,

waarin de invalshoek, de hoeksnelheid om de dwarsas en de hoogteroeruitslag de belangrijkste parameters zijn. De α^2 -termen zijn toegevoegd om met mogelijke niet-lineariteiten rekening te houden in het bovenste gedeelte van het invalshoekbereik. Voor de laterale beweging is een soortgelijke submodelstructuur gedefinieerd als functie van de sliphoek, de hoeksnelheid om de langsas en gieras en de stand van de stuurvlakken. Voor overtrek, buffeting en grondeffect zijn aparte modellen ontwikkeld, die uiteindelijk in het volledige model zijn geïntegreerd.

Het mathematisch model dat in figuur 6 is weergegeven, is gebaseerd op het type vliegtuig en op ervaringsgegevens waaruit blijkt welke parameters binnen een gegeven formulering goed identificeerbaar zijn. De Cessna Citation 500 heeft een rechte, taps toelopende vleugel en is ontworpen met de nadruk op de prestaties in het lage-snelheidsgebied. Zo bedraagt de maximale snelheid in horizontale vlucht slechts Mach 0,62. Vanwege de grootte van het vliegtuig, het snelheidsgebied dat bestreken wordt en de doelstelling van het mathematisch model, is het vliegtuig als star lichaam beschouwd.

$$\begin{aligned}
 C_{D_{M0}} &= C_{D_0} + C_{D_\alpha} \cdot \alpha + C_{D_{\alpha^2}} \cdot \alpha^2 + C_{D_{q_{M0}}} \cdot \frac{q_{M0} \cdot \bar{c}}{V} + C_{D_{\delta_e}} \cdot \delta_e \\
 &\quad + \left[C_{D_{\beta^2}} \cdot \beta^2 \right] \\
 C_{L_{M0}} &= C_{L_0} + C_{L_\alpha} \cdot \alpha + C_{L_{\alpha^2}} \cdot \alpha^2 + C_{L_{q_{M0}}} \cdot \frac{q_{M0} \cdot \bar{c}}{V} + C_{L_{\delta_e}} \cdot \delta_e \\
 C_{m_{M0}} &= C_{m_0} + C_{m_\alpha} \cdot \alpha + C_{m_{\alpha^2}} \cdot \alpha^2 + C_{m_{q_{M0}}} \cdot \frac{q_{M0} \cdot \bar{c}}{V} + C_{m_{\delta_e}} \cdot \delta_e \\
 &\quad + \left[C_{m_{\beta^2}} \cdot \beta^2 + C_{m_{\delta_r^2}} \cdot \delta_r^2 \right] + C_{m_{\delta_{et}}} \cdot \delta_{et}
 \end{aligned}$$

MO : Modelassenstelsel

Fig. 6 – De symmetrische submodelstructuur.

Uit de analyse kwamen resultaten beschikbaar zoals weergegeven in figuur 7. Hierin is voor een aantal testpunten de liftcoëfficiënt uitgezet tegen de invalshoek. Voor één hoogte en drie configuraties zijn de resultaten gepresenteerd. Tevens worden per testpunt de variaties in C_L en invalshoek getoond die optreden als gevolg van dynamische manoeuvres met het hoogteroer. Deze variaties zijn gecorrigeerd voor dynamische effecten en voor uitslagen van hoogteroer en trimvlak. In tegenstelling tot bij gegevens uit windtunnelmetingen behoort bij ieder deelsegment een specifieke Mach-getal. Deze Mach-getallen zijn in figuur 7 aangegeven.

Een bekend probleem bij de modellering van de weerstandcoëfficiënt uit vliegproeven is hoe de scheiding moet worden aangebracht tussen de aërodynamische weerstand en de stuwkracht. Zoals vermeld, is in het vliegproevenprogramma gebruik gemaakt van inertiaal sensoren, waarmee specifieke krachten worden gemeten die de som zijn van de aërodynamische krachten en voortstuwingskrachten.

De doelstelling van het Citation-project was het genereren van modellen voor een trainings-vluchtnabootser, zodat prestatie-eisen zoals die gebruikelijk zijn voor certificatie doeleinden minder relevant waren. Daarom is verondersteld dat de stuwkrachtcomponenten voldoende nauwkeurig konden worden bepaald uit het statisch motormodel, dat via de motorfabrikant beschikbaar was. Dit maakte het mogelijk om de aërodynamische componenten af te leiden uit de metingen.

Bovendien werd hetzelfde motormodel geïmplementeerd in het simulatieprogramma van de TUD. De wijze waarop de dataverwerking van de niet-stationaire metingen plaatsvindt, is bij benadering het omgekeerde van de wijze waarop digitale simulatie plaatsvindt. Dit betekent, dat na integratie van het geïdentificeerde aërodynamisch model in het simulatieprogramma de som van beide modellen (specifieke krachten) in principe dezelfde vliegbaan moet opleveren. Door gebruik te maken van hetzelfde motormodel bij analyse en simulatie, werd getracht om de correlatie te verhogen tussen vliegproefresultaten en simulatie, hetgeen gunstige resultaten heeft opgeleverd. Voor zowel de longitudinale als de laterale beweging werden voor alle beschikbare testpunten de coëfficiënten geschat, die in de submodellen voorkomen. Vervolgens werden al deze deelcoëfficiënten geïntegreerd in een aantal "data sets" als functie van invalshoek, Mach-getal en configuratie. In totaal resulteerden hieruit zeven data sets. De configuratie met kleppen op werd gekozen als basismodel, waarvan de bijbehorende data set steeds van de overige data sets werd afgetrokken. Op deze manier werd een geschikt stelsel van coëfficiënten gecreëerd voor simulatietoepassing in de vorm van een basismodel, waarop de effecten van kleppen, onderstel, luchtremmen e.d. kunnen worden gesuperponeerd. Tevens werden alle aërodynamische coëfficiënten geformuleerd als functie van de invalshoek, hetgeen de integratie van de overtrek- en grondeffectmodellen aanzienlijk vereenvoudigde. Hierna werden de modellen gedigitaliseerd, ondergebracht in tabellen en geïmplementeerd in de vluchtnabootser van de TUD. De ontwikkelde à priori modelstructuur bleek ruimschoots in staat de uit de vliegproeven afgeleide modellen op te nemen.

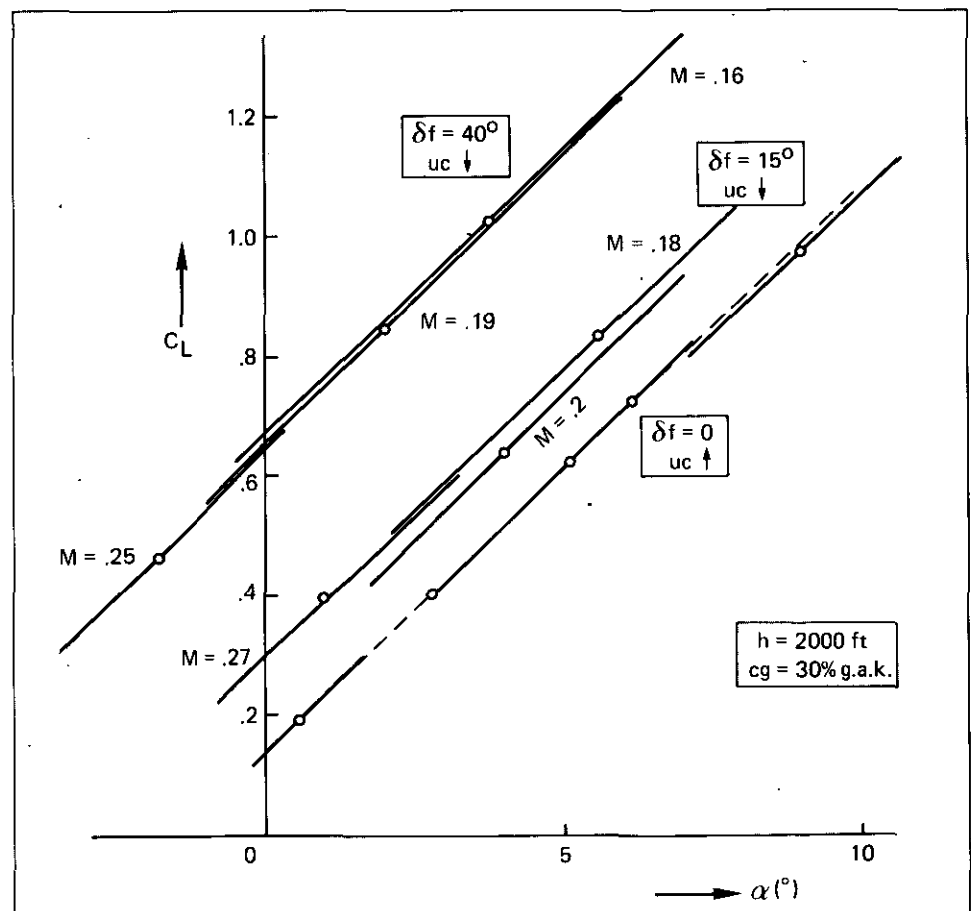


Fig. 7 - De liftcoëfficiënt C_L als functie van de invalshoek afgeleid uit de metingen en de modellen (M = Mach-getal, f = flapstand, uc = onderstel).

Resultaten

De opgestelde modellen en gegevens werden gevalideerd aan de hand van vliegproefmetingen die niet werden gebruikt voor de analyse en modellering, zodat een onafhankelijke toetsing van de modellen is uitgevoerd.

Voor deze validatie werden manoeuvres gebruikt die gespecificeerd waren door de FAA en die uitgevoerd waren in het testprogramma. De hieronder beschreven procedure werd gevolgd.

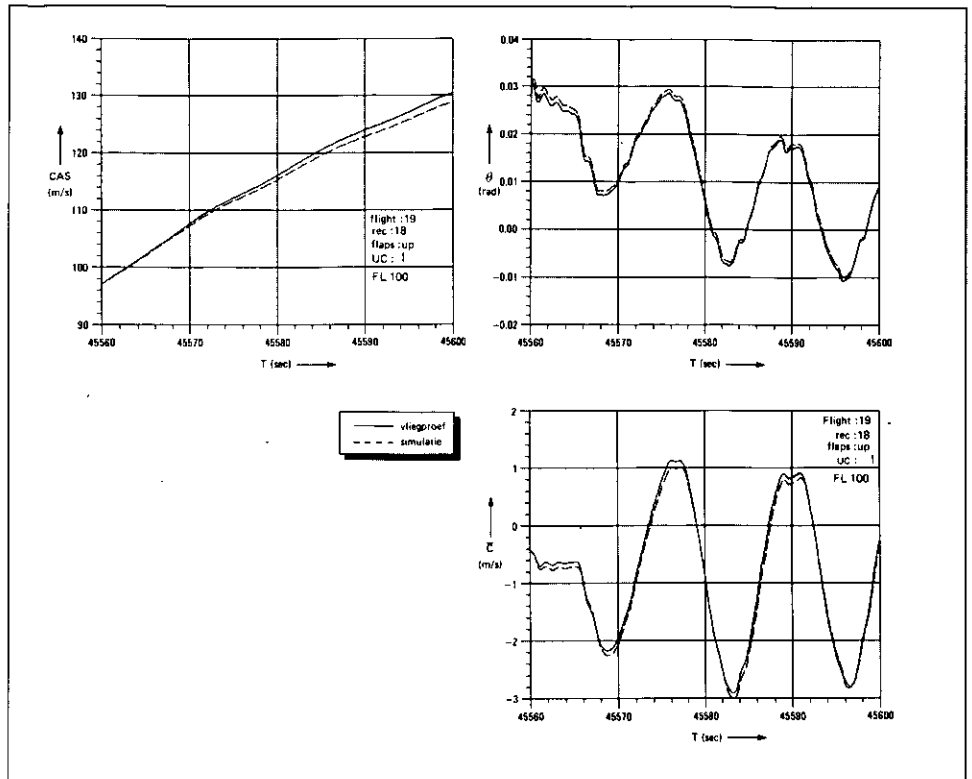


Fig. 8 – Vergelijking van gemeten en gesimuleerde waarden van karakteristieke parameters tijdens een versnelde vlucht: de gekalibreerde lichtsnelheid CAS, de langshelling θ en de stijgsnelheid $\dot{C}$.

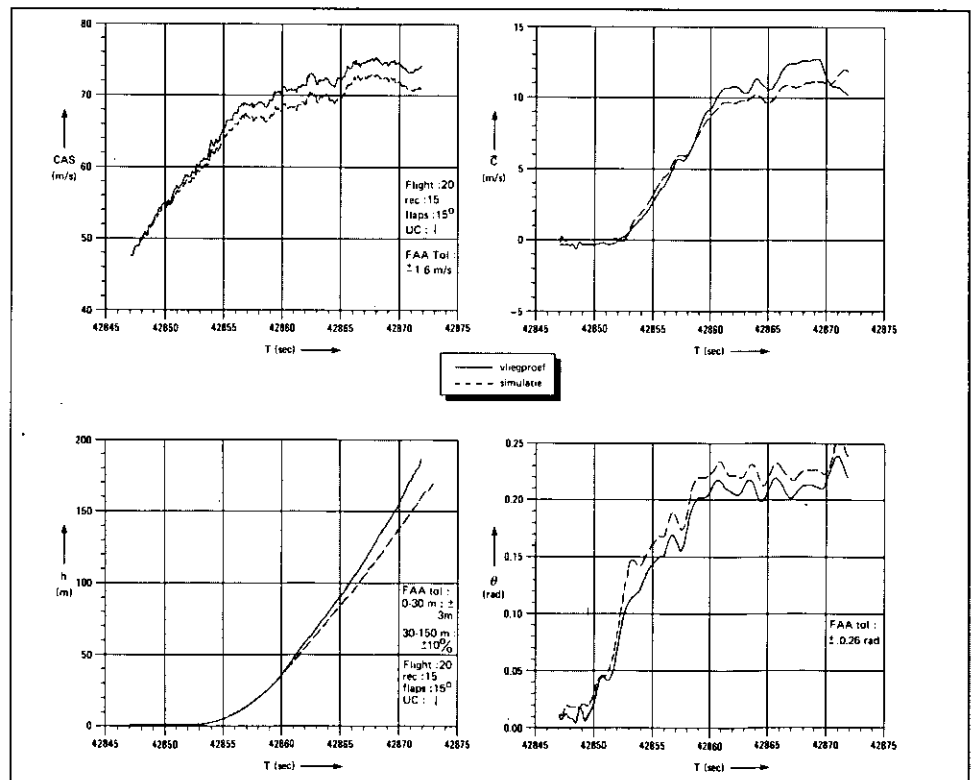


Fig. 9 – Gemeten en gesimuleerde waarden van de gekalibreerde lichtsnelheid CAS, de stijgsnelheid $\dot{C}$, de vlieghoogte h en de langshelling θ tijdens een normale start.

De waarden van de massagroottheden en de initiële atmosferische parameters bij het begin van een manoeuvre werden geïmplementeerd in het simulatieprogramma. Vervolgens werd het in de proefvlucht gegeven stuurcommandosignaal (stuurvlak, gashendel, enz.) gebruikt om het simulatiemodel te exciteren. De resulterende modelresponsie kon dan direct vergeleken worden met de vliegproefresponsie.

Uiteraard zijn criteria noodzakelijk om een modelresponsie te accepteren of te verwerpen. Voor de verschillende garanticertificaten (Phase I, II, III) zijn toleranties gedefinieerd voor een aantal specifieke parameters, die representatief zijn voor de uit te voeren tests.

In figuur 8 t/m 10 is een aantal tijdsresponsies gepresenteerd uit de "Proof of Match" (POM) database. Karakteristieke parameters zijn aangegeven van een versnelde vlucht (figuur 8) en een normale start (figuur 9). In figuur 10 is één van de laterale eigenbewegingen weergegeven, nl. de zwierbeweging. De stippellijn geeft de simulatie aan. In figuur 9 en figuur 10 zijn tevens de FAA-toleranties aangegeven, zoals die voor Phase II simulaties gelden.

Gesteld kan worden, dat de resultaten aan de doelstellingen van het project beantwoorden. Echter, tijdens de acceptatietests van de vluchtnabootser bleek dat de modellen voor de randgebieden van de "flight envelope" (overtrekgedrag, grondgedrag, grondeffect) nog aanpassingen behoeften. Daarom wordt zowel door NLR als CAE verder onderzoek in deze gebieden met behulp van vliegproefgegevens voorgesteld.

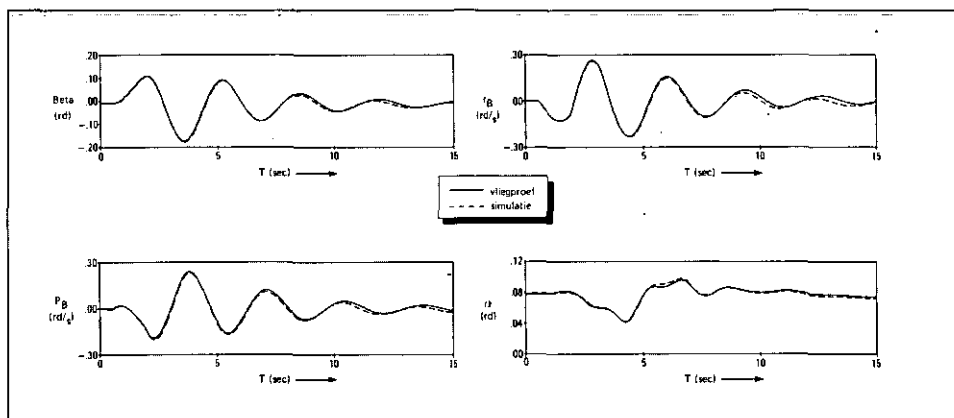


Fig. 10 — Gemeten en gesimuleerde parameters van een zwierbeweging (met uitgeschakelde gierdemper): de sliphoek β , de gierhoeksnelheid r_B , de rolsnelheid P_B en de invalshoek α .

Conclusies

Vliegtraining met behulp van vluchtnabootsers is belangrijk en zal steeds belangrijker worden, niet alleen voor de grote luchtvaartmaatschappijen, maar ook voor maatschappijen die gebruik maken van kleine vliegtuigen. Voor kleine vliegtuigen bestaat grote behoefte aan goede mathematische modellen, omdat vooral van de oudere typen nauwelijks gegevens bestaan. Het Citation-project heeft bewezen dat het ook in dat geval mogelijk is, met behulp van dynamische vliegproeftechnieken, geavanceerde dataverwerking en parameteridentificatietechnieken, de benodigde mathematische modellen en gegevens te genereren in een relatief korte tijdsperiode. Daarmee kan een precisie bereikt worden van vluchtnabootsers voor dergelijke typen vliegtuigen, die tot nu toe slechts vereist werd voor grote transportvliegtuigen.

De Cessna Citation 500 vluchtnabootser was medio 1988 operationeel en werd begin oktober 1988 officieel aan de RLS overgedragen.

5.2 HET PROJECT NH90, DE NAVO-HELIKOPTER VOOR DE JAREN '90

Door een consortium van industrieën in vier Europese NAVO-landen wordt de NH90, een NAVO-helikopter voor de jaren '90, ontwikkeld. Het NLR draagt bij aan deze ontwikkeling. De Nederlandse deelname staat onder leiding van Fokker. Het NLR heeft diverse onderzoeken verricht in de "Feasibility and Pre-Definition Study" en in de "Project Definition Phase", die inmiddels zijn afgesloten.

Inleiding

Tussen 1981 en 1984 werden binnen de NAVO studies verricht over een 8- tot 9-tons transport- en marinehelikopter. Er werden twee versies voorzien: een tactische transporthelikopter (TTH) en een

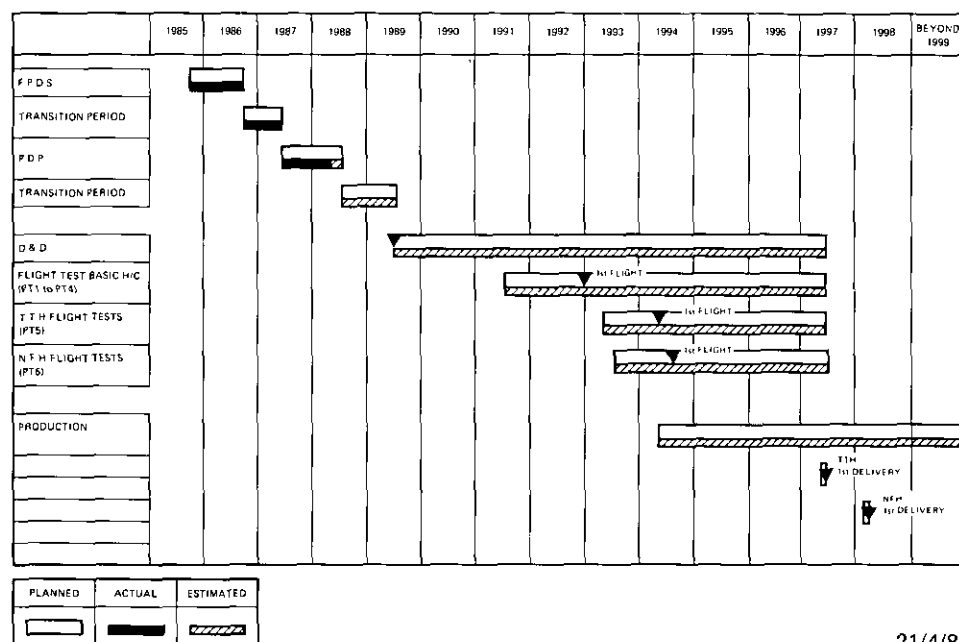
helikopter (NFH) voor operaties vanaf het nieuwe NAVO-fregat. Op 19 september 1985 werd door de regeringen van Frankrijk, het Verenigd Koninkrijk, de Bondsrepubliek Duitsland, Italië en Nederland een "Memorandum of Understanding" (MoU) getekend.

Een hoofdschema ("masterplan") van het totale NH90 project wordt getoond in figuur 1. De aflevering van de produktieserie zal moeten beginnen in 1997.

Het industriële consortium, bestaande uit Aérospatiale (Frankrijk), Gruppo Agusta (Italië), MBB (Duitsland), Westland Helicopters Ltd. (Verenigd Koninkrijk) en Fokker (Nederland), voerde in 1986 een haalbaarheids- en pre-definitiestudie uit (FPDS). Het doel was een totaalsysteem te ontwerpen waarin de verschillende wapensystemen, die zijn vereist voor de verschillende missies, in een zo vroeg mogelijk stadium zouden kunnen worden geïntegreerd dankzij maximale flexibiliteit van zowel de helikopter zelf als de uitrusting aan boord.

Na een zes maanden durende transitieperiode werd de tweede fase van het project, de project-definitiefase (PDP), uitgevoerd. Hierin werd door Westland Helicopters Ltd. niet meer deelgenomen. De doeleinden van deze fase waren:

- het opstellen van definities van de basis-helikopter, van de TTH-versie met bijbehorende systemen en van de NFH-versie met bijbehorende systemen, die voldoende nauwkeurig waren om als basis te kunnen dienen voor de ontwikkeling;
- het leveren van technische, financiële, plannings- en organisatorische gegevens voor de ontwikkelingsfase;
- het leveren van technische, financiële, plannings- en organisatorische gegevens voor de industrialisatie-, productie- en ondersteuningsfase.



21/4/88

Fig. 1 - Masterplan van het NH90-project.

De taken van de NH90

Operationele studies hebben aangetoond dat twee typen helikopter benodigd zullen zijn in de 8-tot 9-tons klasse, nl. een tactische transporthelikopter (TTH) en een helikopter (NFH) voor gebruik aan boord van het nieuwe NAVO-fregat, te ontwikkelen in het kader van het NAVO Fregat Vervangingsprogramma (NFR). Het is mogelijk gebleken beide typen te ontwikkelen als versies van een gemeenschappelijk basisontwerp.

De taken van de TTH zijn als volgt voorzien:

- vervoer van personeel (actieradius 250 km);
- vervoer van goederen;
- SAR (Search And Rescue);
- verzamelen van informatie ("intelligence gathering");
- elektronische oorlogvoering;
- overige taken (vuursteun, vliegende commandopost, etc.).

Organisatorische opzet
en fasering

De taken van de NFH zijn als volgt voorzien:

- onderzeebootbestrijding (ASW);
- oppervlakteschepenbestrijding (ASUW), met doelaanwijzing over de horizon ("Over-The-Horizon Targeting, OTHT");
- luchtdoelbestrijding ("Anti-Air Warfare", AAW) voor zover dat mogelijk is binnen de uitvoering van de twee voorgaande taken.

Aan de FPDS-fase van het NH90-project namen deel: Aérospatiale, MBB, Westland, Agusta en Fokker. Voor de PDP-fase viel Westland af. Voor Nederland participeerde Fokker als "leading industry", en werd verder deelgenomen door het NLR, DAF Special Products, Hollandse Signaal Apparaten (HSA) en Philips Usfa.

De diverse industrieën werden gebundeld in de projectorganisatie voor de PDP-fase zoals aangegeven in figuur 2. De overheidsorganisatie omvat een Steering Committee (SC) en een Joint Executive Committee (JEC). Op deze niveaus vindt overleg plaats met respectievelijk het Industrial Management Committee (IMC) en de Industrial Project Group (IPG).

Het IPG is het managementteam van het project, terwijl de technische activiteiten in de Expert Teams (ET) worden uitgevoerd. Deze bestonden eerst (tijdens de FPDS) uit vijf specialisten en later (in de PDP) uit vier. Ter ondersteuning werden speciale groepen samengesteld voor meer gericht onderzoek.

Het in figuur 1 getoonde Masterplan van het NH90-project laat zien dat er twee fasen zijn voltooid: de "Feasibility and Pre-Definition Study" (FPDS), en de "Project Definition Phase" (PDP). Volgende fasen zijn de "Design and Development" (D&D) fase, de "Production-isation" fase en de "In-service support" fase.

De organisatie voor de volgende fase (D & D) zal bestaan uit:

- een International Programme Office (IPO), een gezamenlijke overheidsorganisatie, waarschijnlijk gebed in een NAVO-structuur;
- een International Industrial Organisation (IIO), een "joint venture"-bedrijf opgezet door de deelnemende industrieën.

IPO en IIO worden zoveel mogelijk aan elkaar gespiegelde organisaties, gevestigd in Frankrijk, in elkaars nabijheid.

Er worden vier prototypen van de basis-helikopter voorzien: twee specifieke prototypen (één voor de TTH en één voor de NFH) en twee "hack" helikopters (bestaande helikopters, uitgerust met deelsystemen van de NH90). De eerste vlucht is gepland voor begin 1993. De serieproductie van de TTH zal medio 1997 beginnen en die van de NFH eind 1997.

Verwacht wordt dat in totaal 600 helikopters zullen worden gebouwd, waarvan ongeveer 200 in de NFH-versie. Met inbegrip van een mogelijke civiele versie voor "offshore" operaties en VIP-transport, en van mogelijke export van militaire versies, zal het totale aantal te produceren NH90-helikopters naar verwachting ongeveer 1200 bedragen.

Verdeling van het werkpakket

Omdat het onmogelijk was de gehele studie door één fabrikant te laten uitvoeren, werd een taakverdeling tot stand gebracht. Elk land droeg in gelijke mate bij aan het project in de FPDS- en de PDP-fasen, behalve Nederland, dat in de FPDS-fase voor de helft van haar aandeel participeerde. Nederland droeg in de PDP-fase bij voor 25% van het totale budget. Fokker schakelde het NLR in vanwege zijn kennis op het gebied van helikopters. Naast specifieke helikopter kennis was uiteraard ook kennis nodig op het terrein van boordsystemen en elektronische systemen, radars en dergelijke. DAF Special Products nam een gedeelte van het ontwerp van het landingsgestel voor haar rekening, en het ontwerp van de aandrijf as en overbrenging van de staartrotor.

De werkzaamheden in de verschillende Expert Teams werden zoveel mogelijk verdeeld overeenkomstig de wensen van de deelnemers. Diverse afdelingen van het NLR hebben meegewerkt aan de uitvoering van dit werkpakket.

In Expert Team 1, General Architecture, voerde het NLR taken uit op de volgende gebieden:

- algemene ontwerpstudies en systeemintegratie;
- stabiliteit bij operaties vanaf scheepsdekken;
- landen op zee met gebruik van nooddrijvers;
- vliegeigenschappen, prestaties en evaluaties;
- toetsen van het ontwerp aan de eisen.

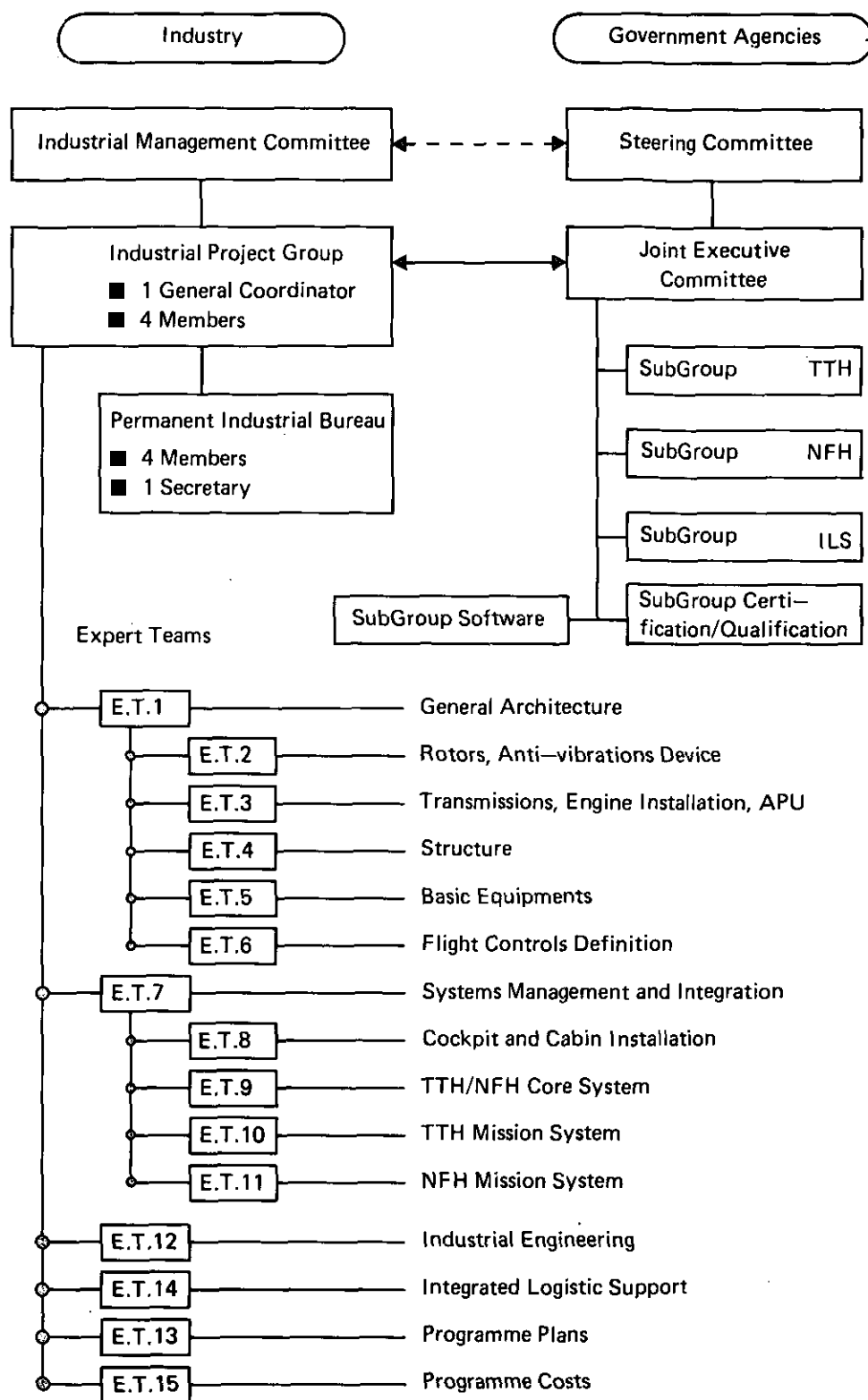


Fig. 2 - Organisatie in de Project Definition Phase.

Zoals te verwachten was voor een helikopter in deze klasse trad bij de NH90-helikopter interferentie op van het rotorzog met de staartvlakken. Deze problematiek werd door het NLR onderzocht met behulp van windtunnel-gegevens en met het door het NLR ontwikkelde simulatieprogramma voor helikopters CFT (Computer Flight Testing program). Door deze interferentie bleek de standhoek, in getrimde toestand, sterk afhankelijk te zijn van de vliegsnelheid, wat resulteerde in een

zgn. "pitch-up" tijdens de transitie van standvlucht naar voorwaartse vlucht (zie figuur 3). In verband met de gestelde eisen aan de vliegeigenschappen ("handling qualities", HQ) werd overwogen of daarom een "all-moving" staartvlak nodig zou zijn. Dit zou consequenties hebben voor het besturingssysteem van dit stuurvlak, in verband met veiligheidsaspecten. Voorlopig is afgezien van een dergelijk staartvlak.

In Expert Team 2, Rotors, Anti-vibration Devices, was de taak van het NLR het uitvoeren van een onderzoek voor de keuze van het bladprofiel van hoofd- en staartrotor. Door het NLR zijn berekeningen uitgevoerd om de eigenschappen van verschillende profielen, die door de helikopterindustrie werden voorgesteld, met elkaar te kunnen vergelijken. Met deze gegevens konden ook schattingen worden gemaakt van de maximale trekkracht van de rotor en van de eventuele invloed van de profielkeuze op de vliegeigenschappen.

In Expert Team 6, Flight Controls Definition, lagen de taken van het NLR op de volgende gebieden:

- stabiliteitseisen;
- specificaties voor de vliegeigenschappen;
- "flight state"-sensoren en specificaties;
- specificatie van het automatisch besturingssysteem (AFCS);
- RAM (Reliability, Availability, Maintainability) en kwaliteitsbeoordeling e.d.

De stabiliteitseisen werden mede aan de hand van de opgestelde eisen voor "handling qualities" bepaald. Deze zijn gebaseerd op de nieuwe militaire specificatie MIL H-8501 Update. Verder werd een database aangelegd van betrouwbaarheidsgegevens voor het berekenen van de betrouwbaarheid en veiligheid van het "fly-by-wire" besturingssysteem. In verband hiermee werd een zgn. "Reliability Block Diagram" gemaakt van dit systeem (zie figuur 4). Veel werk werd verricht voor aan het opstellen van de specificaties voor het AFCS en de sensoren, waarin veel van deze betrouwbaarheidsgegevens werden verwerkt.

Overige activiteiten
van het NLR

Naast deze werkzaamheden werden door het NLR werkzaamheden uitgevoerd die niet waren ondergebracht bij een van de Expert Teams.

Windtunnelmetingen werden uitgevoerd aan een model van de romp van de NH90-helikopter volgens het concept zoals gedefinieerd tijdens de FPDS (in 1985) en de daaropvolgende PDP-fase (in 1987). Een configuratie van de NH90 in de meetplaats van de LST 3 x 2.25 is te zien in figuur 5. Doel van deze metingen was een eerste indruk te verkrijgen van de krachten en momenten op de romp, voor een eerste schatting van de missieprestaties en van de statische en dynamische stabiliteit. Deze schattingen werden uitgevoerd met gebruikmaking van het simulatieprogramma CFT.

Het NLR nam deel in de evaluatie van de "Full Scale Engineering Mock-up" van de NH90-helikopter, afgebeeld in figuur 6. Hierbij ging het vooral om systeemintegratie, ILS (Integrated Logistic Support, o.a. plaatsing van luiken, toegankelijkheid, timing van onderhoudswerkzaamheden), uitzicht, instap/uitstap, etc.

Het NLR voerde speciale studies uit met betrekking tot:

- "Station Keeping System" voor het formatievliegen. In samenwerking met AEG, Thomson CSF en Marconi Italiana werd een voorontwerp gemaakt van dit systeem. Door het NLR werd nagegaan welke invloed de bemonsteringsfrequentie ("sampling rate") van de positie in de formatie had op de dynamische eigenschappen van de formatie, vooral tijdens manoeuvres. Hierbij werd gebruik gemaakt van het MATRIXx programmapakket bij het NLR, met gegevens geleverd door het simulatieprogramma CFT.
- "Second Generation Radar" voor de NFH. Diverse eigenschappen van deze radar (o.a. pulsherhalingsfrequentie, modulatie, draaggolffrequentie, type antenne) en het nuttig effect werden nagegaan in het licht van de gestelde eisen, de kosten, en het tijdschema van de NFH-ontwikkeling.
- "Obstacle Warning System". Diverse mogelijkheden van sensortypen werden nagegaan en geëvalueerd voor het detecteren van obstakels in of nabij de bedoelde vliegbaan, evenals de wijze waarop deze aan de vlieger kenbaar worden gemaakt d.m.v. nachtzichthulpmiddelen voor de vlieger (Pilot's Night Vision System m.b.v. FLIR en/of "night vision goggles" – PNVS), de bijbehorende symboliek en de (lage) frequentie van "false alarms".
- "CQ"-activiteiten, werkzaamheden op het gebied van certificatie (Certification) en kwalificatie (Qualification) van het vliegtuig. Een aparte werkgroep werd opgericht om deze zaken internationaal aan te pakken.

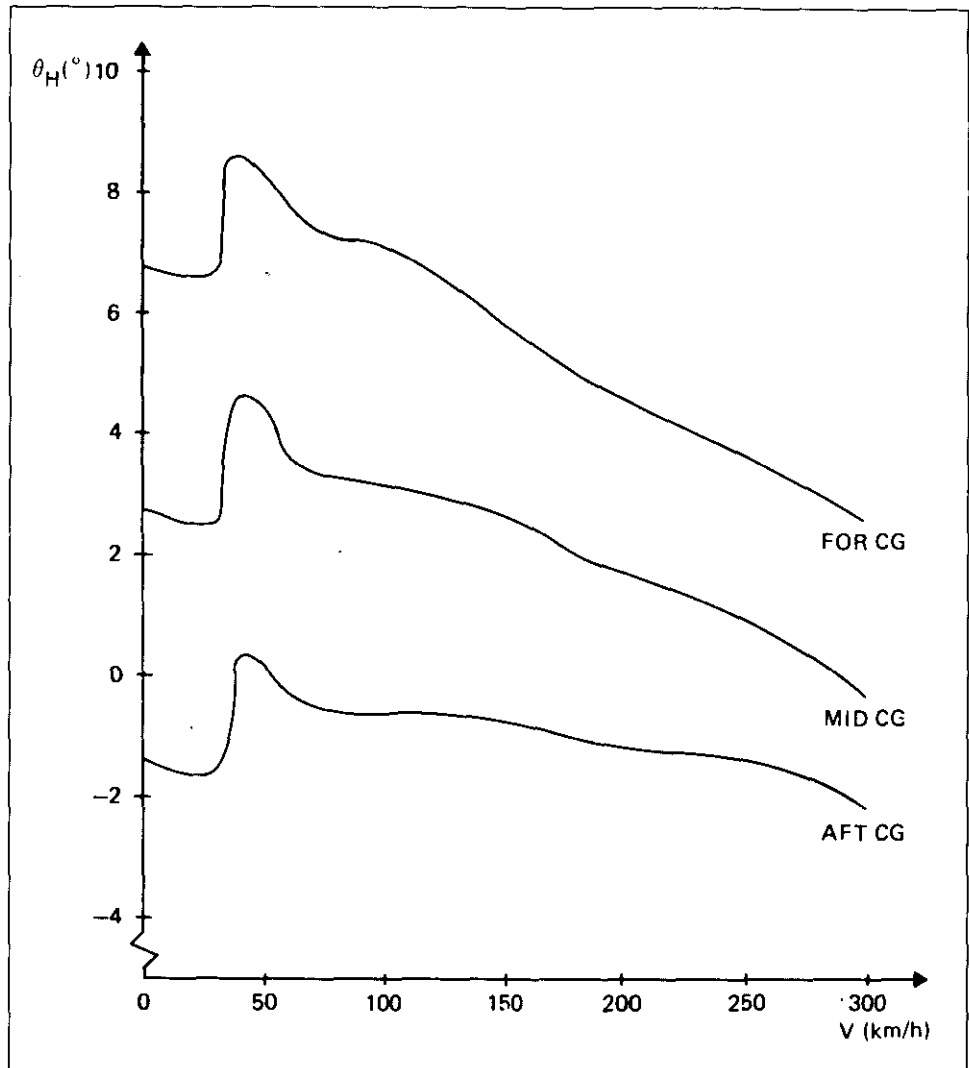


Fig. 3 – Invloed van de rotor-"downwash" op de standhoekresponsie.

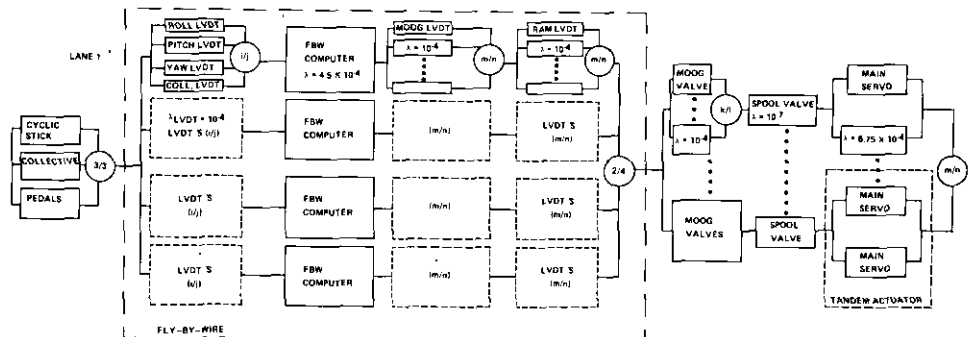


Fig. 4 – Reliability Block Diagram van het "fly-by-wire" besturingssysteem van de NH90-helikopter.

Technische beschrijving
van de NH90

De NH90-helikopter is een tweemotorige helikopter geworden in de 8- tot 9-tons klasse, met een vierbladige hoofdrotor, een enkelvoudige staartrotor en een driedelig intrekbaar landingsgestel met neuswiel. Twee versies zullen worden ontwikkeld, een tactische transporthelikopter (TTH) en een helikopter (NFH) voor operatie vanaf het nieuwe NAVO-fregat.

Moderne motoren (RTM 322 of CT 7/6) met een laag specifiek brandstofverbruik, voorzien van een digitaal regelsysteem zullen worden gebruikt. Een aanzienlijk groeipotentieel is aanwezig.

Fig. 5 — Model van de NH90 in de lage-snelheidswindtunnel LST 3 x 2.25 van het NLR.

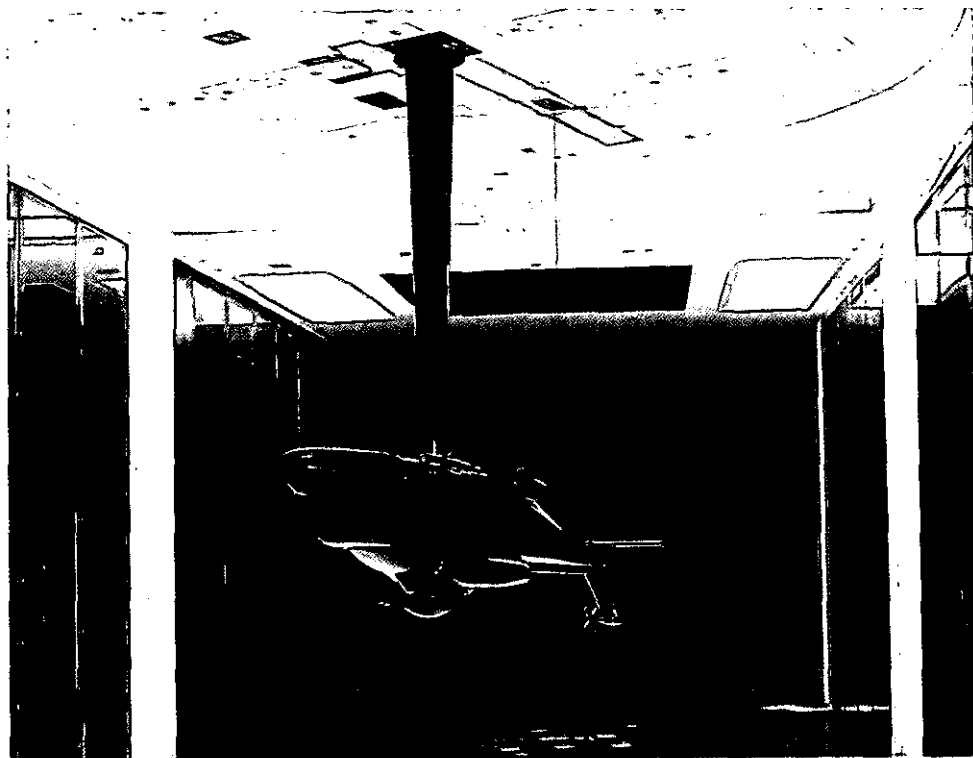


Fig. 6 — NH90 Full-Scale Engineering Mock-up, met (hierboven) en zonder (hiernaast) gevouwen staart.

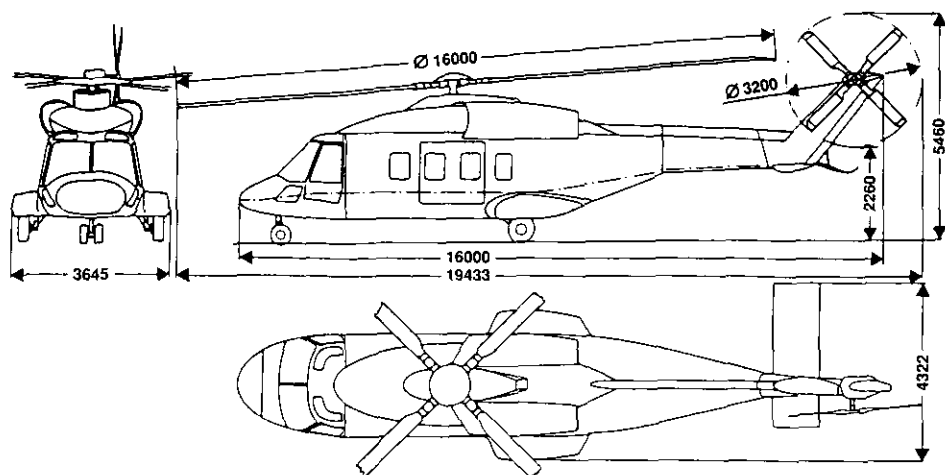


Fig. 7 – Maatschets van de NH90-helikopter.

Aan boord bevindt zich een hulpaggregaat (APU, "Auxiliary Power Unit") voor het leveren van vermogen voor de boordsystemen wanneer de motoren niet draaien.

De cockpit is een zgn. "side-by-side" cockpit, waarin de vliegers naast elkaar zitten, elk met een eigen deur voor toegang tot de cockpit, en met een gezamenlijke toegang tot de cabine erachter. Verdere kenmerken zijn: een goed uitzicht en de integratie van "multifunction displays" (MFD's) van 20 cm x 20 cm in het instrumentenpaneel. In de cockpit heeft de vlieger de beschikking over twee "mini-sticks" voor het "fly-by-wire" besturingssysteem, één links voor de collectieve besturing, en één rechts (aan de stoel) voor de cyclische besturing. Het voetenstuur werkt mechanisch, met elektrische signalering. De synchronisatie van de "side-arm controllers" tussen linker en rechter cockpit-helft werkt elektrisch.

De staartsectie van de NFH kan worden teruggevouwen, zodat deze gemakkelijker in de hangar (op schepen) past. Ook kunnen de rotorbladen automatisch worden opgevouwen. Een maatschets is gegeven in figuur 7.

Er wordt veelvuldig gebruik gemaakt van composietmateriaal, voor gewichtsbesparing en wegens corrosiebestendigheid.

De romp is diamantvormig teneinde het radarreflecterend oppervlak te beperken. De romp is relatief laag gehouden zodat de helikopter in een militair transportvliegtuig (C130) vervoerd kan worden.

De hoofdrotor bestaat uit een moderne titanium kop, type "Spheriflex", met elastomerische scharnieren en met composietbladen in verband met geringere kwetsbaarheid. De meest geavanceerde profielen, blad- en tipvorm zijn geselecteerd, om de prestaties te optimaliseren.

De staartrotor is een vierbladige rotor van het type "crossbeam" van composietmateriaal, geselecteerd wegens zijn geringe gewicht en eenvoudige constructie.

Het primaire besturingssysteem is een digitaal, elektrisch, quadruplex, zgn. fly-by-wire systeem. In verband met de gewenste veiligheid (kans op catastrofaal falen 10^{-9} per uur) en betrouwbaarheid is een quadruplexe architectuur toegepast. Vier digitale computers regelen de stand van de actuators waarmee de rotortuimelschijf wordt gestuurd, rekening houdend met de commando's gegeven door de vlieger(s) en met signalen van de helikopter zelf. De functies van het systeem voor besturing en dempingvergroting (CSAS, Control and Stability Augmentation System) zijn geïntegreerd in de regelwetten die in de computers zijn geprogrammeerd.

Er is voorzien in een automatische piloot voor het automatisch uitvoeren van allerlei manoeuvres en navigatiefuncties. Om redenen van missiebetrouwbaarheid is de automatische piloot dubbel uitgevoerd (zgn. "fail passive").

Voor het bewaken van het functioneren van het systeem, en voor het wijzigen van de configuratie

van sensoren ingeval van verlies van een sensor, wordt een bewakingssysteem toegepast dat onafhankelijk is van de overige systemen. Vanwege de "flight criticality" mag geen enkel ander systeem ingrijpen in het fly-by-wire systeem om configuratiewijzigingen uit te voeren. Het totale fly-by-wire systeem is door redundantie bestand tegen TREE (Transient Effects on Electronics) en nucleaire effecten, en door middel van bescherming resistent tegen EMI (Electro Magnetic Interference). Door distributie van de bekabeling door de gehele helikopter is gestreefd naar een zo gering mogelijke kwetsbaarheid.

Het besturingssysteem kan samenwerken met het "Higher Harmonic Control"-systeem. Dit zorgt ervoor dat de vibraties in de helikopter verminderd worden, waarmee een groter vliegercomfort en een langere levensduur van de diverse avionica-onderdelen en van de mechanische componenten wordt bereikt. De vibraties worden verminderd door het geven van stuursignalen met een frequentie van minstens de passeerfrequentie van de bladen van de hoofdrotor. De betreffende simplex computer wordt gevoed door zes versnellingsignalen, o.a. vanuit de cockpit. De invoersignalen voor het HHC-systeem worden geleverd door de (dubbele) actuators van het primaire besturingssysteem. Vanwege de hoge frequentie is een hoge "flow" nodig waardoor zware actuators nodig zijn.

Het avionica-systeem, gebaseerd op twee redundante MIL-STD 1553B bussen (een voor de "core"- en een voor de missieuitrusting), is modulair opgebouwd en flexibel. De nieuwste ontwikkelingen zijn erin aangebracht. De geselecteerde architectuur garandeert een lage busbelasting ten tijde van de inbedrijfstelling.

Aan boord van de NH90 bevindt zich een datamanagement-systeem voor het regelen en aan elkaar koppelen van diverse systemen. Dit zgn. Aircraft Management Subsystem (AMS) heeft tot taak:

- detectie van fouten in sensoren (o.a radar, Doppler);
- cross-monitoring van redundante kanalen;
- detectie van grensoverschrijdingen in parameters;
- trendanalyse van parameters, o.a. voor onderhoud;
- berekening van additionele parameters, o.a. voor navigatie.

Toekomstverwachting

In de ontwikkelingsfase van het NH90-project zal het NLR naar verwachting de volgende werkzaamheden uitvoeren:

- research, "system engineering", probleemoplossing, deelontwerpen van systemen, etc.;
- mock-ups, o.a. de "flight dynamics simulator" voor onderzoek naar regelwetten en/of de minisicks (met "motion" als een belangrijke factor), "structure rig" voor het testen van (componenten van) de romp van de NH90;
- windtunnelonderzoek voor verder aërodynamisch onderzoek;
- onderzoek aan rotormodellen in de DNW;
- vliegproeven, o.a. het leveren van flight test engineers en mogelijk data acquisitiesystemen;
- activiteiten in het kader van het certificatieproces.

5.3 DE SIMULATIEFACILITEIT HSFP VOOR DE ROBOTARM HERA

Inleiding

Nog voor het jaar 2000 wordt de eerste lancering voorzien van de Europese ruimtevaartpendel Hermes. Hermes zal vermoedelijk drie personen kunnen vervoeren van en naar het Amerikaanse ruimtestation "Space Station Freedom". Ook kan Hermes vracht in de ruimte brengen, of instrumenten uit bijvoorbeeld het vrij-vliegende ruimtelaboratorium "Columbus Free Flying Laboratory" terughalen. De Hermes zal daartoe naar alle waarschijnlijkheid worden voorzien van een manipulatorarm, de Hermes Robot Arm (HERA), welke door Fokker en onderaannemers zal worden ontworpen en gebouwd.

De ontwikkeling en kwalificatie van een manipulatorarm als HERA stelt speciale eisen aan de ontwerpmethoden en testfaciliteiten. Een aantal essentiële eigenschappen kan niet aan de hand van proefmodellen worden bepaald. Hardware-tests zijn moeilijk, op aarde vaak in het geheel niet, uitvoerbaar. Software-simulaties zijn dan ook onmisbaar.

Door Fokker wordt thans gebruik gemaakt van de, door Fokker zelf ontwikkelde, "General Purpose Simulation Facility" (GPSF). Door zijn algemene opzet kan de GPSF niet worden toegespitst op de specifieke eigenschappen van de HERA, zodat de rekenintensiteit, en de computerkosten voor simulatie, zeer hoog zouden worden. Dit is een van de redenen waarom besloten is tot de ontwikkeling van drie specifiek op HERA toegesneden simulatiefaciliteiten, waaronder de HERA Simulation Facility Pilot (HSFP).

De drie HERA simulatiefaciliteiten worden door het NLR gebouwd, in opdracht van het NIVR, de Europese ruimtevaartorganisatie ESA en Fokker Space & Systems.

Bij verschillende andere simulatieprojecten zoals HSF-NRT, EPOS en EUROSIM, kan geprofiteerd worden van de ervaring opgedaan in het HSFP-project, en kan software worden toegepast die voor de HSFP is ontwikkeld. Zo worden bij het project HSF-NRT ("non real time") veel van de ontwerpideeën en de software van de HSFP opnieuw gebruikt.

EPOS, een acroniem voor "European Proximity Operations Simulation facility", is een testfaciliteit die in samenwerking met de Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DLR) voor ESA wordt gebouwd in Oberpfaffenhofen. De ontwikkeling van EPOS is in een ver gevorderd stadium. Het is een "real-time" simulator, speciaal gericht op het testen van vluchthardware. Het kenmerkende van EPOS is, dat de te testen onderdelen worden gemonteerd op een bewegingssysteem van zeer grote afmetingen met zes vrijheidsgraden.

Het NLR-aandeel omvat de ontwikkeling van het "test control"-gedeelte en de real-time simulatie. Voor gereedschaps-software wordt gebruik gemaakt van ontwerpen en software ontwikkeld voor de HSFP.

EUROSIM, acroniem voor "EUropean Real-time Operation SIMulation", is een real-time simulatiefaciliteit die voor ESA wordt ontwikkeld. EUROSIM zal in eerste instantie worden gebruikt voor het trainen van astronauten in het gebruik van de HERA. Kenmerkend daarbij zal zijn het geavanceerde gecomputeriseerde beeldgeneratiesysteem. Het NLR is vanaf het begin betrokken geweest bij de ontwikkeling ervan. Ook hier zal ervaring opgedaan bij het HSFP-project door het NLR worden ingebracht.

De Hermes manipulatorarm HERA

Volgens het huidige concept heeft de HERA zes graden van vrijheid, d.w.z. de arm heeft zes bestuurbare gewrichten. Tevens heeft de HERA een ontplooiingsmechanisme (een mechanisme waarmee hij in een operationele positie gebracht kan worden) met vaste posities. De arm zal onder meer worden gebruikt voor: het onderscheppen van vrij-vliegende voorwerpen en platforms, het verplaatsen van voorwerpen, het uitvoeren van visuele inspecties en het ondersteunen van werkzaamheden door astronauten.

De arm (met een totale lengte van 10,5 meter) zal in de ruimte in staat zijn een nuttige lading van meer dan 20 ton te verplaatsen. De arm zelf wordt echter uiterst licht geconstrueerd: het totale gewicht mag niet meer zijn dan 200 kg.

Als gevolg hiervan moet bij de besturing van de bewegingen rekening worden gehouden met de effecten van de mechanische flexibiliteit in de armdelen. Van dezelfde orde van grootte zijn de effecten veroorzaakt door de elasticiteit van de tandwieloverbrenging in de gewrichten. Belangrijk is ook dat de arm niet op een vast platform gemonteerd is, maar op de Hermes, die zelf ook beweegt tengevolge van de armbewegingen en van zijn stand- en baanregeling.

Ten behoeve van de besturing zal het grijpmechanisme (de "end-effector") van de arm worden uitgerust met een vaste camera voor de stand- en oriëntatiebepaling en met een kracht- en koppelsysteem.

De arm zal worden bediend vanaf de plaats van de co-piloot door middel van twee stuurknuppels met elk drie graden van vrijheid, een toetsenbord met een "muis" of een "track ball" en een aantal schakelaars. De co-piloot ziet de gevolgen van zijn stuursignalen uitsluitend op twee video-schermen (met keuze uit vijf camera's) en op twee grafische schermen.

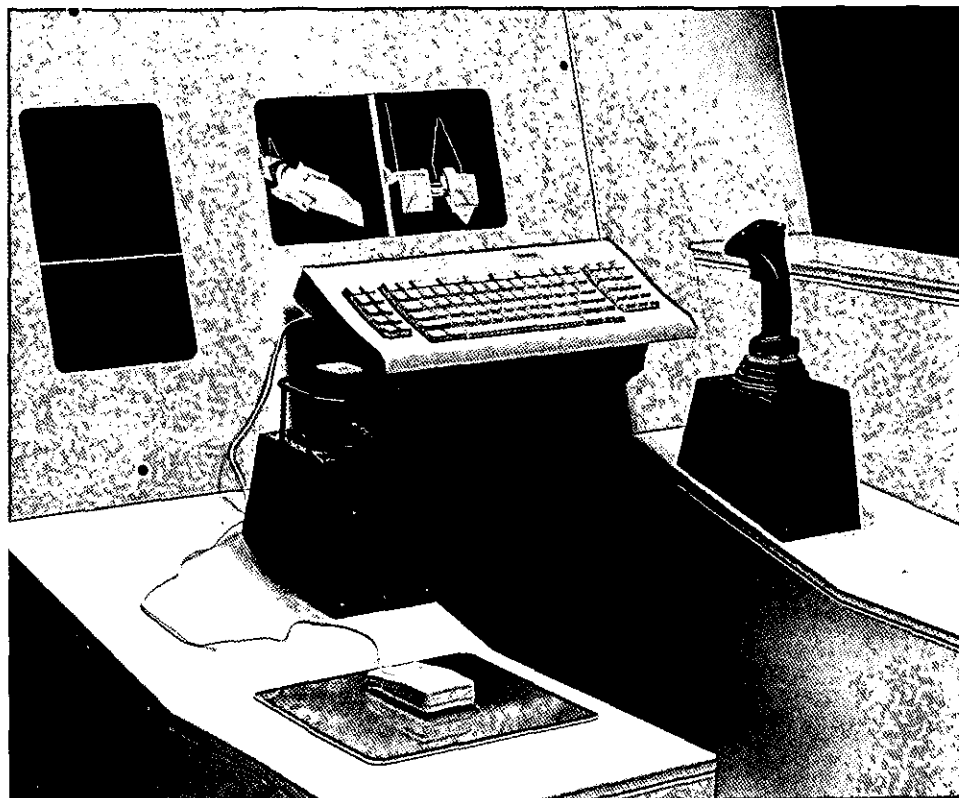
De HERA Simulatie Faciliteit (HSF)

De HSF zal worden gebruikt voor ondersteuning van het ontwerpen, het ontwikkelen en het testen van de HERA. Ook zal de ontwikkeling van de trainingssimulator EUROSIM voor de astronauten ermee worden ondersteund.

Wanneer mensen (in dit geval astronauten) deel uitmaken van een regelkring zoals bij de Hermes-arm en/of wanneer met hardware-in-de-lus moet worden getest, is simulatie zonder tijds-

vertragingen ("real time") noodzakelijk. Dit vereist hoge rekensnelheden en optimalisatie en vereenvoudiging van de complexe wiskundige modellen die het gedrag van de gesimuleerde hardware in detail beschrijven. Wanneer de eis van real-time vervalt, is volledige berekening mogelijk van de complexe wiskundige formules die de karakteristieke grootheden van de arm en de Hermes beschrijven. In dat geval kunnen bepaalde ontwerp- en ontwikkelingsproblemen in detail worden onderzocht.

Er zullen daarom twee aparte simulatiefaciliteiten worden ontwikkeld, de (non-real-time) HSF-NRT en de (real-time) HSF-RT.



De Hermes cockpit mock-up met een ingebouwd werkstation, en voorzien van een "muis" en twee stuurknuppels.

De HSF-NRT (non real time) zal worden gebruikt als referentie voor alle prestatieberekeningen, voor de evaluatie van ontwerp mogelijkheden, voor het ontwerp van de regelalgoritmen in de boordcomputers, voor de voorbereiding en de evaluatie van tests van componenten en subsystemen en later van de gehele arm.

In een later stadium zal de HSF-NRT kunnen worden gebruikt voor het testen en voorbereiden van vluchtoperaties en voor evaluaties daarna. De HSF-NRT zal vermoedelijk gedurende meer dan tien jaar door Fokker worden gebruikt.

Inmiddels is het NLR begonnen met voorbereidende werkzaamheden voor de ontwikkeling van de HSF-NRT, zoals het gedetailleerd specificeren van gebruikerseisen en het uitvoeren van haalbaarheidsstudies op het gebied van wiskundige modelvorming.

De HSF-RT (real-time) zal onder andere worden gebruikt voor het uitvoeren van tests waarbij een software-simulator gekoppeld is aan een hardware testsysteem, voor het evalueren van het ontwerp van de mens/machine interface en het ondersteunen van de ontwikkeling van de trainingssimulator. Deze faciliteit zal gebruik maken van een speciaal daartoe aan te schaffen krachtig computersysteem waarin een computer-beeldgeneratiesysteem is opgenomen.

HSF-Pilot (HSFP)

De bovengenoemde faciliteiten HSF-NRT en HSF-RT zijn geen van beide op korte termijn beschikbaar voor de HERA-ontwikkeling. Daarom ontwikkelt het NLR momenteel een HSF-Pilot (HSFP), waarmee met voldoende nauwkeurigheid vooronderzoek kan worden gedaan naar het mens/machine-samen spel van astronaut en manipulator in real time.

Uiterlijk vertoont de HSFP grote overeenkomst met een vluchtnabootser, door de aanwezigheid van een "mock-up" van de cockpit van Hermes en een instructeurstation.

De belangrijkste hardware onderdelen van de HSFP (zie fig. 1) zijn:

- een "host computer", voor de besturing van simulaties, voor real-time simulatie van dynamica en kinematica en voor de onboard software (een GOULD/SEL 32/6742 D met twee processoren van 2 MIPS en 0,5 Mflops elk en een RAM geheugen van 8 MB);
- een grafisch werkstation voor het genereren van de camerabeelden in real time (een Silicon-Graphics IRIS 4D/50GT, met een RISC CPU van 7 MIPS, een RAM geheugen van 8 MB en 92 bitplanes);
- de genoemde Hermes cockpit mock-up met een ingebouwd SUN 3/50 werkstation, een muis of "track-ball", een IRIS monitor en twee stuurknuppels;
- een instructeursstation voor simulatorcontrole; en
- twee testingenieursstations voor testvoorbereiding en resultaatverwerking.

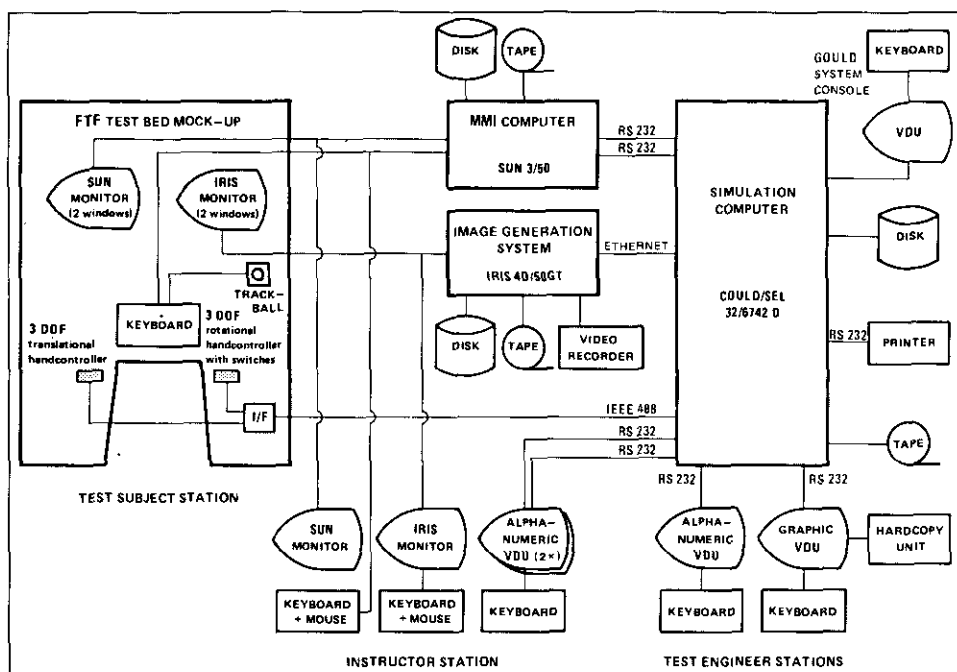


Fig. 1 - Schematisch overzicht van de hardware van het simulatiesysteem Hermes Simulation Facility Pilot (HSFP).

De software van de HSFP bestaat uit gereedschaps-software en modellen-software.

De HSFP-modellen zijn georganiseerd volgens een modellenboom: het HSFP-model bestaat uit een aantal submodellen (dynamica, on-board software, enz.) die ieder zijn opgebouwd uit lagere-orde submodellen (zie figuur 2). Van sommige modellen bestaan verschillende typen, die modelleren met verschillende gedetailleerdheid.

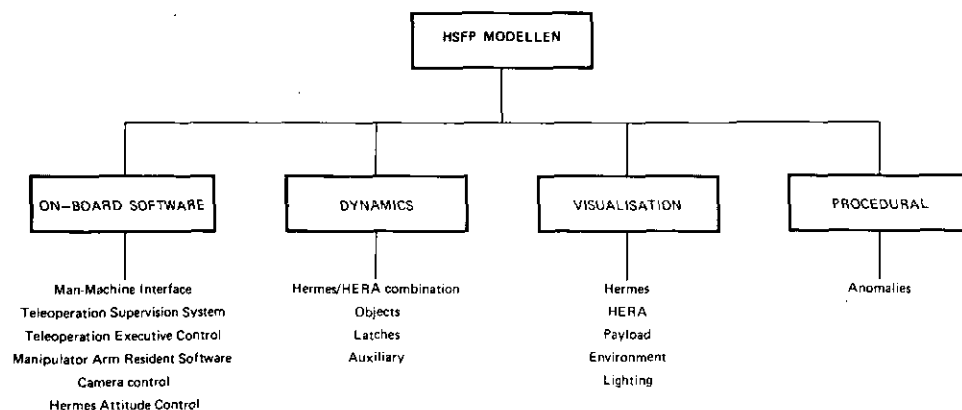


Fig. 2 - De modellensoftware van de HSFP is opgebouwd volgens een boomstructuur, waarvan de eerste drie niveaus hier zijn aangegeven.

De simulatiemodellen voor de dynamica

Het real-time simulatiemodel voor de dynamica bestaat uit de volgende onderdelen:

- een dynamisch model, met zes vrijheidsgraden, van de Hermes inclusief standregelsysteem;
- een dynamisch model, met tien vrijheidsgraden, van de HERA (zes gewrichten plus vier toegevoegde vrijheidsgraden voor de simulatie van de flexibiliteit van de arm) gekoppeld aan Hermes;
- een dynamisch model voor elk van de zes scharnieren (model van de motordynamica, de overbrenging, de diverse soorten wrijving, de stand- en snelheidsopnemers en de flexibiliteit in de overbrenging);
- een kinematisch model van het Columbus Free Flying Laboratory;
- diverse modellen voor gereedschappen en voor de nuttige lading.

De simulator berekent het gedrag van het gesimuleerde systeem als functie van de tijd door numerieke integratie van de bewegingsvergelijkingen van Hermes en HERA.

De niet-lineaire toestandsafhankelijke bewegingsvergelijkingen worden voor een belangrijk deel berekend met recursieve algoritmen, om het aantal benodigde berekeningen zoveel mogelijk te beperken. Elke 10 millisekonden wordt de nieuwe toestandsvector – bestaande uit posities en snelheden van de verschillende modellen – berekend, mede op basis van besturingcommando's gegenereerd door de on-board software.

Deze toestandsvectoren worden gebruikt door de on-board software (o.a. via sensormodellen voor positie en snelheid) en door het visualisatiesysteem.

Om de real-time berekeningsfrequentie van 100 Hz te bereiken wordt een berekeningsschema gehanteerd dat bepaalde componenten van de bewegings-vergelijkingen – te weten de gegenereerde traagheidsmatrix, de inverse daarvan en de vector die de Coriolis- en centrifugaalkrachten en koppels bevat – met een gereduceerde frequentie van 1 Hz berekent op basis van geëxtrapoleerde toestandsinformatie.

Tijdens de ontwikkeling van de dynamica-modellen werd speciale aandacht besteed aan het effect dat de flexibiliteit van de manipulator heeft op de stabiliteit van de simulator. In dit verband is ook van groot belang de keuze van modellen voor de representatie van niet-lineaire wrijvingsmodellen in de gewrichten van de manipulator.

De mogelijkheid tijdens het simulatieproces de configuratie van de end-effector te veranderen is noodzakelijk voor het on-line bevestigen of verwijderen van gereedschappen en nuttige lading. Een speciaal geval hierbij is het "grijpen" van het "Columbus Free Flying Laboratory". Deze configuratiewijzigingen vinden plaats tijdens een onderbreking van het simulatieproces, gevolgd door een kinematische herinitialisatie. Deze onderbreking is voor de gebruiker zoveel mogelijk onzichtbaar gemaakt.

Het on-board software "model"

De te "simuleren" on-board software bestaat uit vier hiërarchische lagen, t.w.:

- de "Teleoperation Supervisory System" software;
- de "Teleoperation Executive Control" software;
- de "Man-machine Interface" software;
- de scharnierbesturingssoftware.

Daarnaast wordt de besturing van de vijf camera's en een eenvoudig standregel-algoritme met drie vrijheidsgraden voor de Hermes gesimuleerd.

De simulatiefrequenties lopen uiteen van 100 Hz voor de gewrichtsregeling tot 0,1 Hz voor de berekening van de traagheidsmatrix.

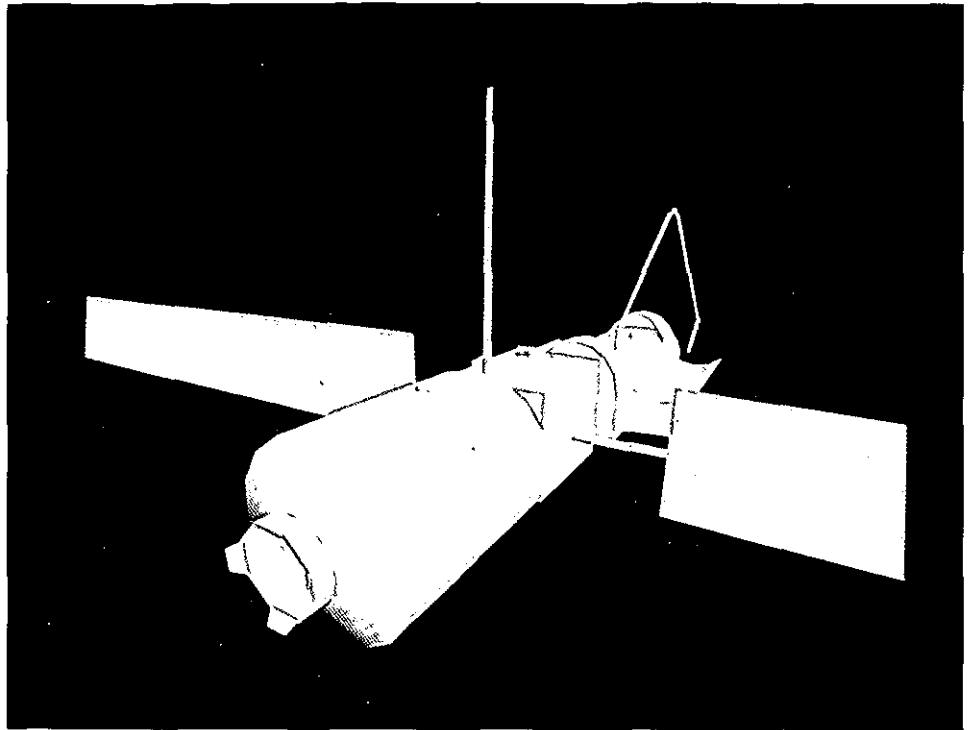
Het geometriemodel

Het geometriemodel ten behoeve van de visualisatie bestaat uit de volgende hoofdcomponenten:

- Hermes, met openstaande deuren;
- de arm met zes "links" (ledematen) en een "end-effector" (hand);
- "Columbus Free Flying Laboratory";
- gereedschappen zoals: het "capture tool", het gereedschap om vrijvliegende voorwerpen te onderscheppen en het "inspection tool", een uitschuifbare staak met aan het uiteinde een camera voor inspectie;
- diverse nuttige ladingen;
- een sterrenhemel op de achtergrond.

Dit geometriemodel wordt door het IRIS-systeem op twee monitoren in de cockpit getoond zoals het wordt waargenomen door de twee geselecteerde camera's (de bestuurder heeft de keuze uit vijf camera's). Deze beelden op de monitoren worden berekend met een frequentie van 20 Hz, de camera-beeldfrequentie aan boord van Hermes. De beide monitoren (uitgevoerd als twee vensters

op een IRIS scherm) zijn elk 600 bij 600 pixels groot. Het beeld wordt gegenereerd met de zogenaamde "solid surface modelling" techniek, inclusief "Gouraud shading" en "hidden surface removal".



Visualisatie van de combinatie van Hermes met de robotarm HERA en het Free Flying Laboratory gemaakt door het beeldgeneratiesysteem van de HSFP.

Het simulatorgereedschap

Met behulp van de gereedschapssoftware van de HSFP worden de volgende functies uitgevoerd:

- modellen worden gecombineerd tot een simulator ("composition");
- simulaties worden voorbereid ("pre-processing");
- simulaties worden uitgevoerd ("real-time execution, test-control, image generation");
- simulatieresultaten worden geschikt gemaakt voor interpretatie ("post-processing, post-run visualisation").

Tijdens het samenstellen van een complete simulator wordt voor iedere te modelleren eigenschap een specifiek model gekozen. Op deze manier bevat één simulator één enkele representatie van de te modelleren werkelijkheid.

Om simulaties te kunnen uitvoeren worden gespecificeerd:

- de begintoestand van de simulator, weergegeven door de initiële waarden van simulatievariabelen en de waarden van de simulatieparameters;
- het verloop van de simulatie ("scenario");
- een tijdschema voor de activering van de submodellen die synchroon moeten worden uitgevoerd ("scheduling scheme");
- een selectie van de simulatievariabelen waarvan het verloop gedurende de simulatie moet worden vastgelegd voor verdere verwerking.

Het specificeren van de simulatie wordt ondersteund door de "pre-processing software". Deze software stelt de gebruiker in staat zijn weg te vinden in de simulator aan de hand van de modellenboom: de voorstelling die de gebruiker heeft van zijn simulator. De "pre-processing software" vertaalt het beeld dat de gebruiker heeft van zijn simulator naar de interne organisatie van die simulator.

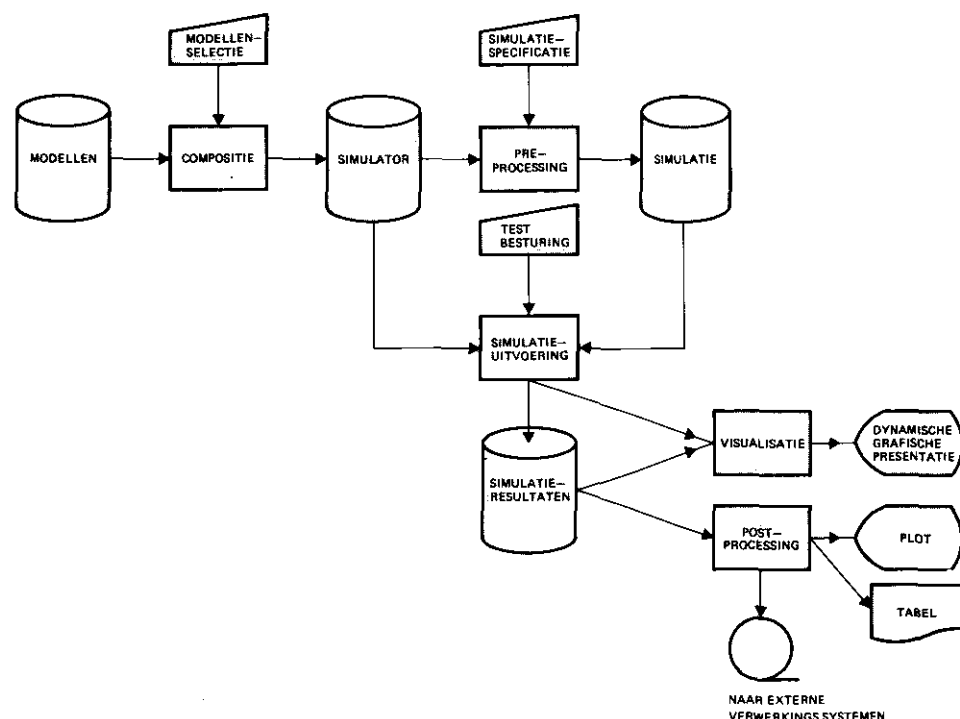
Een simulator bevat modellensoftware die het te modelleren systeem weergeeft en gereedschapssoftware die het simulatieproces bestuurt. Die gereedschapssoftware voert de volgende taken uit:

- initialisatie van de simulator in een gedefinieerde uitgangstoestand;
- activering van de software modules aan de hand van het "scheduling scheme";
- visualisatie;
- bewaren van geselecteerde simulatieresultaten;
- de gebruiker in staat stellen de simulatie te besturen ("test control").

Gedurende de uitvoering van de simulatie zorgt de "real-time executive software" voor de activering van alle softwaremodulen. Het real-time visualisatiesysteem geeft een dynamische grafische weergave van het gesimuleerde systeem.

Na uitvoering van de simulatie worden de resultaten geschikt gemaakt voor interpretatie en analyse door de gebruiker. De "post-processing software" presenteert de simulatieresultaten in grafische vorm of in tabelvorm, en kan er eenvoudige berekeningen mee uitvoeren. Voor verdere verwerking worden de resultaten geschikt gemaakt voor andere softwarepakketten voor database-management en analyse (bijvoorbeeld EDIPAS).

Met behulp van de "Replay and collision detection software" kan na het uitvoeren van de simulatie de dynamische grafische weergave herhaald worden. Het is hierbij mogelijk de simulatie "heen en terug te spoelen", de simulatie stil te zetten, en de simulatiesituatie vanuit verschillende standpunten te observeren. Tevens is het mogelijk met deze software eventuele botsingen tussen objecten te signaleren.



Schematisch overzicht van het uitvoeren van simulaties met de HSFP met de daarvoor ontwikkelde gereedschapssoftware.

De gereedschapssoftware van de HSFP is zoveel mogelijk machine-onafhankelijk ontwikkeld, en los van de modellensoftware. Hierdoor is het mogelijk gemaakt dat modellen worden uitgewisseld tussen verschillende projecten of systeemconfiguraties, zodat de volle aandacht kan worden gegeven aan het werkelijke probleem: het modelleren van de fysische werkelijkheid van dynamische systemen.

Het project HSFP werd uitgevoerd door medewerkers van de hoofdafdeling Ruimtevaart in nauwe samenwerking met medewerkers van de hoofdafdeling Informatica. Ter ondersteuning van het NLR-team waren tijdens de software-ontwikkeling twee medewerkers van het software-bureau BSO gestationeerd bij het NLR. Met de ontwikkeling van de HSFP werd in 1987 begonnen; het systeem dient begin 1989 operationeel te zijn.

De ontwikkeling van de HSFP wordt uitgevoerd in opdracht van het NIVR, de ESA en Fokker Space & Systems, met bijdragen van het NLR.

6 BIBLIOTHEEK EN DOCUMENTATIE

In de loop van het jaar werd een wijziging doorgevoerd ten aanzien van de collectievorming en catalogusopbouw. Voortaan worden alleen documenten aangeschaft en beschreven ter ondersteuning van lopend onderzoek bij het NLR. De aansluiting op lopend onderzoek wordt ook als selectie criterium gehanteerd voor rapporten uit seriële publikaties zoals NASA-rapporten. De samenstelling van het pakket abonnementen op periodieken werd gewijzigd in verband met herinvoering van de vrije circulatie van tijdschriften.

De jaarcijfers komen lager uit dan in voorgaande jaren, als gevolg van personeelsverloop, waardoor de verspreiding van aanwinstenlijsten en de uitlening van tijdschriften zelfs tijdelijk onderbroken moesten worden.

Het aantal literatuuraanvragen bedroeg mede daardoor in 1988 13.306 (34.528), hetgeen betekent dat per werkdag gemiddeld 60 (157) aanvragen behandeld konden worden. Ter vergelijking zijn tussen haakjes de aantallen van 1987 vermeld.

De aanvragen zijn te onderscheiden in:

Leenaanvragen als gevolg van attendering in de aanwinstenlijst van het NLR

- voor periodieken	- (14656)
- voor rapporten, boeken en congresverslagen	1938 (4703)

1938 (19359)

Aanvragen voor copieën van lezingen en

tijdschriftartikelen genoemd in de aanwinstenlijst

1147 (1868)

3085 (21227)

Overige literatuuraanvragen

- van NLR-medewerkers	6795 (9685)
- van andere bibliotheken in Nederland	3426 (3616)

10221 (13301)

Totaal 13305 (34528)

Door het NLR werden 1462 (1583) literatuuraanvragen bij andere bibliotheken ingediend.

Eind 1988 bedroeg het aantal lopende abonnementen op periodieken 677 (744).

In totaal werden 5469 (5603) ontvangen afleveringen alsmede 50 (97) jaarverslagen geregistreerd en opgenomen in de aanwinstenlijsten. Verder registreerde de bibliotheek 250 (243) abonnementen op aanvullingen van losbladige uitgaven en de contributies van 95 (92) NLR-lidmaatschappen.

In het verslagjaar werden 1848 (2804) nieuwe boeken, rapporten e.d. alsmede 1961 (4170) tijdschriftartikelen en lezingen onder de aandacht van de NLR-medewerkers gebracht.

Het gegevensbestand (de geautomatiseerde bibliotheekcatalogus) groeide met 3138 (7194) "records" tot 57854 "records". Deze catalogus werd in het tweede kwartaal van 1988 "on line" toegankelijk en afzoekbaar.

Een drietal 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 1988 en 1989, 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.

Evenals in voorgaande jaren heeft in 1988 een aantal instellingen en bedrijven hun rapporten e.d., al dan niet op aanvraag, toegestuurd aan het NLR in zijn functie van NASA Nationaal Centrum (NNC). Door het NLR/NNC zijn deze rapporten verzonden aan ESA-IRS (Frascati) ter opname in het NASA-STAR literatuurbestand. Dit betrof in totaal 826 rapporten en proefschriften, waaronder 133 NLR-rapporten. Van deze rapporten en van de rapporten die in 1987 werden opgestuurd, zijn er in 1988 in de NASA-STAR 459 opgenomen, inclusief 84 NLR-rapporten. Uit een analyse van de literatuur van Nederlandse herkomst, aanwezig in de NASA-STAR, blijkt dat 71,5% van de in 1988 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 1988 zijn door het NNC 470 rapporten e.d. via de BTUD naar NTIS gestuurd. Omgekeerd komt een deel (in 1988 een derde) 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 40%) 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. Door middel van de in de bibliotheek aanwezige PC's kan via internationale datanetwerken verbinding worden gemaakt met een aantal externe "host" computersystemen (o.a. in Italië en de V.S.), waardoor meer dan 350 bestanden beschikbaar zijn voor literatuuronderzoek. In 1988 bedroeg het aantal zoekuren 350.

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. Tijdens binnen- en buitenlandse "airshows" en tentoonstellingen waar het NLR vertegenwoordigd was, stelden velen zich op de hoogte van de getoonde, vooral recente activiteiten. Verscheidene groepen werden voor excursies bij het NLR ontvangen. Verschillende evenementen vonden plaats bij het NLR waarbij genodigden van buiten het NLR aanwezig waren.

Voor het personeel werden Nieuwjaarsbijeenkomsten en een Open Dag (te Amsterdam) gehouden, en voor de gepensioneerden werd een uitstapje georganiseerd.

Binnenlandse bezoekers

Van de vele bezoekers aan één of beide vestigingen worden hier enkele genoemd:

- Mr. P. van Vollenhoven, die een werkbezoek bracht aan de vestiging Noordoostpolder, waar hij in verband met zijn functies op het gebied van de verkeersveiligheid veel belangstelling toonde voor onderzoek aan auto's in de DNW;
- Generaal E. Margherita, Directeur Wetenschappelijk Onderzoek en Ontwikkeling van het Directoraat-Generaal Materieel van het Ministerie van Defensie;
- Generaal-Majoor C. Dekker, Hoofd Militaire Inlichtingen Dienst van het Ministerie van Defensie;
- Voorzitter en Directieleden van Ultra-Centrifuge Nederland N.V.;
- Lt.Kol. W. Sneek en Lt.Kol. J. Zijlstra, nieuwe luchtmachtattaché's in resp. Washington en Ottawa;
- KTZ ir. J. Brink, attaché defensie-materieel te Washington;
- De heer H. Vos, lid van de Tweede Kamer voor de PvdA;
- Ir. H.N. Wolleswinkel en ir. H.G. Paar van de Rijksluchtvaartdienst, dienst Luchtvaartininspectie;
- Ir. K.H. Ledeboer, nieuw bestuurslid van de Stichting NLR benoemd door de KLM.

Buitenlandse bezoekers

- Mr. S. Matthews, President Fokker Aircraft USA, in gezelschap van de heer S. Hellman en de heer T. van Rooijen;
- Mr. A.D. Mayfield, mr. J. Frinks en dr. W. Spreen van General Dynamics;
- Mr. Kong Guamsong, Second Secretary Science and Technology van de Chinese Ambassade;
- Mr. F.W. Armstrong en dr. Kirkpatrick van het RAE;
- Col. B. Tucker (USAF) van het F-16 Steering Committee en Kol. J.H. Hemler van DMKLu;
- Mr. W.A. Quinn, mr. E.F. Renner en mr. W.J. Boggan van General Dynamics;
- De Russische kosmonaut Valerie Koebasov, begeleid door de journalist Piet Smolders;
- Leden van de Singapore Development Board en de Sheng Li Group uit Singapore, die een bezoek aan het NLR te Amsterdam brachten na een vergadering met medewerkers van het NLR, Fokker en de NAG;
- Professor Koichi Oshima, Director Space Systems Engineering Division van het Institute of Space and Aeronautical Science, Tokyo, Japan;
- Mr. Tom Belden, vooraanstaand luchtvaartjournalist uit de USA;
- Mr. R.L. Kerber, mr. A.R. Atkins, en mr. D.O. Swan van McDonnell Douglas;
- Mr. Graham L. Harris, Algemeen Directeur van de European Transonic Windtunnel;
- De ambassadeurs van Denemarken, Finland, Noorwegen en Zweden met hun echtgenotes.

Tentoonstellingen

Het NLR was vertegenwoordigd op vele binnen- en buitenlandse tentoonstellingen.

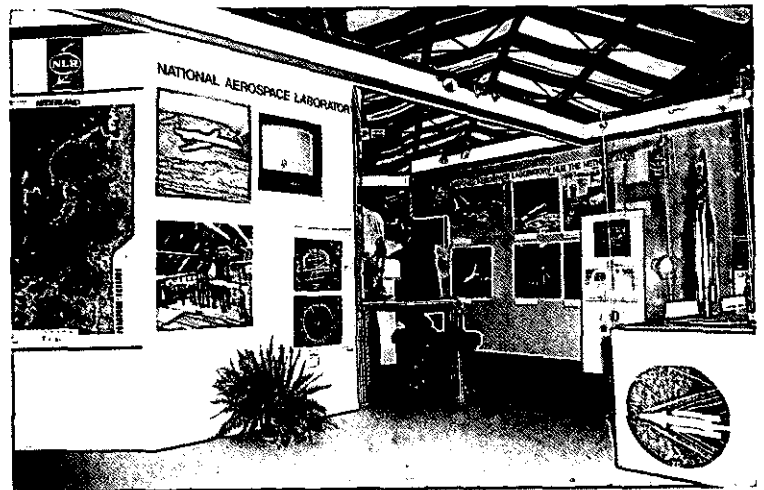
Tijdens onderstaande evenementen toonde het NLR door middel van exposities zijn kunnen:

- De Open Dag van de MTS Anthony Fokkerschool te 's-Gravenhage;
- De manifestatie "Beroep 2000" op het vliegveld Hoogeveen;
- Het Symposium "Fly-by-Wire", gehouden op de Hogeschool Haarlem;
- De Software Beurs te Utrecht;
- De viering van het 10-jarig jubileum van de Kring voor Remote Sensing te Scheveningen;
- De ASME Conference and Exhibition in de RAI;



Mr. P. van Vollenhoven toonde tijdens een bezoek aan het NLR grote belangstelling voor diverse onderzoeken.

Het NLR-gedeelte van de stand van de Netherlands Aerospace Group op de Farnborough Airshow.



De ambassadeurs van Denemarken, Finland, Noorwegen en Zweden, vergezeld van hun echtgenotes, brachten een bezoek aan de vestiging Noordoostpolder van het NLR. Zij werden begeleid door de burgemeester van de gemeente Noordoostpolder en zijn echtgenote.

- De manifestatie "KLu 75", van 28 juni t/m 2 juli, op de vliegbasis Deelen waar alleen al op 2 juli zo'n 350.000 bezoekers kwamen;
- De Efficiency Beurs in de RAI te Amsterdam, op de stand van SURF (Samenwerkende Universitaire Rekenfaciliteiten);
- De Farnborough Airshow 1988, in combinatie met de Netherlands Aerospace Group;
- Het Symposium "European Cooperation in Aerospace" georganiseerd door Euroavia in de Aula van de TU-Delft;
- Het Symposium "1992 en de Nederlandse Luchtvaart" in het Microcentrum te Delft;
- De bijeenkomst van CIAD, de Vereniging voor Computertoepassingen in de ingenieurspraktijk, gehouden in "de Flint" te Amersfoort.

Excursies

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

- De Luchtvaartgroep Zeist;
- De Studievereniging "Sipke Wynia" van de Hogeschool Haarlem;
- Gepensioneerden van de TU-Delft;
- Studenten van de Noordelijke Hogeschool Leeuwarden;
- Studenten van de TU-Eindhoven;
- Directie en havenmeesters van de N.V. Luchthaven Schiphol;
- Studenten van de Faculteit der Werktuigbouwkunde en Maritieme Techniek van de TU-Delft;
- De Wiskundige Studievereniging "Abacus" van de Universiteit van Twente;
- De Vliegtuigbouwkundige Studievereniging "Leonardo da Vinci" van de TU-Delft;
- Personeelsleden van de produktieafdeling van Fokker;
- Het Avionica Dispuut van de TU-Delft;
- Leden van de NSSF (overlegorgaan van luchtvaartautoriteiten uit Nederland, Zwitserland, Scandinavië en Frankrijk);
- Leerlingen van de Martinair Vliegschool;
- Studenten van het Von Kármán Instituut;
- Studenten van de Universiteit van München;
- Leden van de Amsterdamse Kamer van Koophandel;
- Leerlingen van de MTS-Groningen;
- Studenten van de Universiteit van Aken;
- Bestuursleden van de Stichting NLR en hun dames;
- Leden van de Studievereniging "Scintilla" van de Universiteit Twente;
- Technische medewerkers van de Koninklijke luchtmacht, vliegbasis Twenthe;
- Leerlingen van de Hogere Onderofficierscursus van de Koninklijke luchtmacht;
- Jonge academici van Signaal;
- Vertegenwoordigers van het "Aerospace Medical Panel" van AGARD.

Overige evenementen

Op 6 april werd in de vestiging Noordoostpolder op feestelijke wijze door mw.drs. N. Smit-Kroes, minister van Verkeer en Waterstaat, de NEC SX-2 supercomputer in gebruik gesteld. Na een "Superlunch" werd 's middags het symposium "Supercomputer en technologie" gehouden, waarvoor veel belangstelling bestond.

De Nederlandse Vereniging voor Fijnmechanische Techniek (NVFT) heeft haar "Fijnmechanische Dag" bij het NLR te Amsterdam gehouden. De deelnemers toonden grote belangstelling voor de activiteiten van de Technische Diensten bij de grote onderzoeksinstallaties van het NLR.

Op 17 mei werd in de vestiging Noordoostpolder het grondstation "ARTEMIS" overgedragen aan de Voedsel- en Landbouworganisatie van de Verenigde Naties, de FAO. Naast het feestelijke hapje en drankje werden er voor de belangstellenden demonstraties met het grondstation gegeven.

In de vestiging Noordoostpolder vond op 1 juni de ledenvergadering van de Vereniging voor Computertoepassingen in de Ingenieurspraktijk (CIAD) plaats. Na de vergadering werd voor de deelnemers een presentatie gegeven over de NEC SX-2 supercomputer, gevolgd door een demonstratie.

Op 3 juni werd, eveneens in de vestiging Noordoostpolder, het symposium "Rekenen op de SX-2" gehouden, met ongeveer 100 deelnemers.

Televisie-uitzendingen

Ook bij de TV was belangstelling voor het NLR:

- De LST en de DNW kwamen beide in beeld in het jeugdprogramma "Klokhuis". Er werden onder meer proeven getoond op een model van de Volvo 480 en op een maquette van een bankgebouw.
- Door "Brandpunt in de markt" werd belangstelling getoond voor aërodynamische ontwikkelingen in de schaatssport (proeven op een supersnel schaatspak werden in de LST uitgevoerd). Hiervoor was ook veel belangstelling van de schrijvende pers.
- De actualiteitenrubriek "Hier en nu" besteedde aandacht aan het eerder genoemde grondstation ARTEMIS.

Interne betrekkingen

Het grootste, en zeer geslaagde, evenement bij het NLR was de "Open Dag Amsterdam 1988"; zo'n 1750 personeelsleden en familieleden toonden belangstelling voor de activiteiten van de afdelingen in de vestiging Amsterdam. De afdelingen hadden stuk voor stuk fraaie, overzichtelijke exposities ingericht, sommige zelfs met demonstraties.

Een volle zaal trok de 100ste OR-vergadering in de Noordoostpolder met als thema: "De toekomst van de lucht- en ruimtevaart in Nederland". Het PvdA-kamerlid H. Vos luisterde dit evenement op met een boeiende inleiding.

Wederom vonden de gebruikelijke Nieuwjaarsbijeenkomsten plaats in Amsterdam en in de Noordoostpolder.

Op 23 september werd voor de vijfde keer het tweejaarlijkse uitstapje voor gepensioneerden gehouden. Voor deze ontmoetingsdag schreven 106 personen zich in.

8 WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR

Inleiding	De Wetenschappelijke Commissie bracht in het verslagjaar aan het bestuur onder meer adviezen uit over: – het "Overzicht 1987, Eigen speurwerk en Apparatuurontwikkeling NLR, opdrachten van algemene aard NIVR"; – het "Werkplan voor 1989", waarin opgenomen de plannen voor de "Werkzaamheden in eigen beheer", in de jaren 1989 t/m 1993. Daarnaast werden, op verzoek van de directie, vele rapporten beoordeeld op geschiktheid voor publicatie. Het bestuur is de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR zeer erkentelijk voor de terzake uitgebrachte adviezen.
Samenstelling	Dr. ir. R. Roos werd als secretaris van de Wetenschappelijke Commissie opgevolgd door ir. P.G. Vermeulen. Bestuur en directie zijn de heer Roos erkentelijk voor de wijze waarop hij deze functie sinds 1981 heeft bekleed. De samenstelling van de Wetenschappelijke Commissie en die van de Subcommissies was aan het einde van het verslagjaar als volgt:
Wetenschappelijke Commissie	Prof.dr.ir. P.J. Zandbergen, voorzitter Prof.ir. C.J. Hoogendoorn Prof.ir. P. Jongenburger Prof.dr.ir. J.A. Steketee Ir. P.G. Vermeulen, secretaris
Subcommissie voor Aërodynamica	Prof.dr.ir. J.A. Steketee, voorzitter Dr.ir. R. Coene Prof.dr.ir. J.L. van Ingen Prof.ir. E. Obert Prof.ir. E. Torenbeek Ir. N. Voogt Prof.dr.ir. P. Wesseling Prof.dr.ir. L. van Wijngaarden
Subcommissie voor Ruimtevaarttechniek	Prof.ir. H. Wittenberg, voorzitter Prof.dr.ir. J.A.M. Bleeker Ir. P.Ph. van den Broek 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, voorzitter Prof.dr. Joh. Arbocz Ir. F. Holwerda Prof.ir. P. Jongenburger Dr. P.V. Kandachar Ir. A.N. Kraan Kol.ir. J.J. van der Nagel Prof.dr. A. Rothwell Prof.dr.ir. J. Schijve Prof.dr.ir. H. Tijdeman Prof.dr. J.H. de Wit

Subcommissie voor
Toegepaste Wiskunde en
Informatica

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

Subcommissie voor
Vliegeigenschappen en
Vliegtuiggebruik

Prof. J.H.D. Blom, voorzitter
Ir. H. Benedictus
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 1988 van de Wetenschappelijke Commissie:

"Getuige de positieve beoordeling van het grote aantal uitgebrachte rapporten, heeft de Wetenschappelijke Commissie geconstateerd, dat het NLR ook in 1988 het onderzoek op lucht- en ruimtevaartgebied op adequate wijze heeft uitgevoerd. De Wetenschappelijke Commissie wenst uitdrukking te geven aan het feit dat zij telkenmale onder de indruk is van de kwaliteit van het geleverde werk en van de inzet van de NLR-medewerkers, vooral gegeven het grote aantal onderwerpen wat behandeld moet worden. De bereikte resultaten vormen een goede basis voor toekomstig onderzoek in nationale of internationale opdrachten.

De Wetenschappelijke Commissie kan instemmen met het voor 1989 opgestelde Werkplan. De Wetenschappelijke Commissie heeft daarbij haar bezorgdheid geuit over de steeds teruglopende financiële middelen, waardoor het fundamentele ondersteunend onderzoek in het kader van het Eigen Speurwerk op termijn gevaar dreigt te lopen. Dit fenomeen wordt met name gesignaleerd in het traag vorderende onderzoek dat wordt uitgevoerd naar de luchtverkeersleiding, waarbij de onderzoeken op het gebied van de cockpitinstrumentatie, informatieverstrekking en verkeersleiding worden gekoppeld.

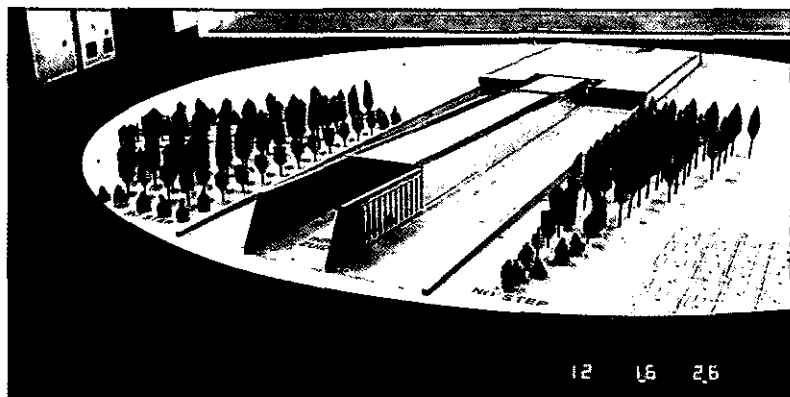
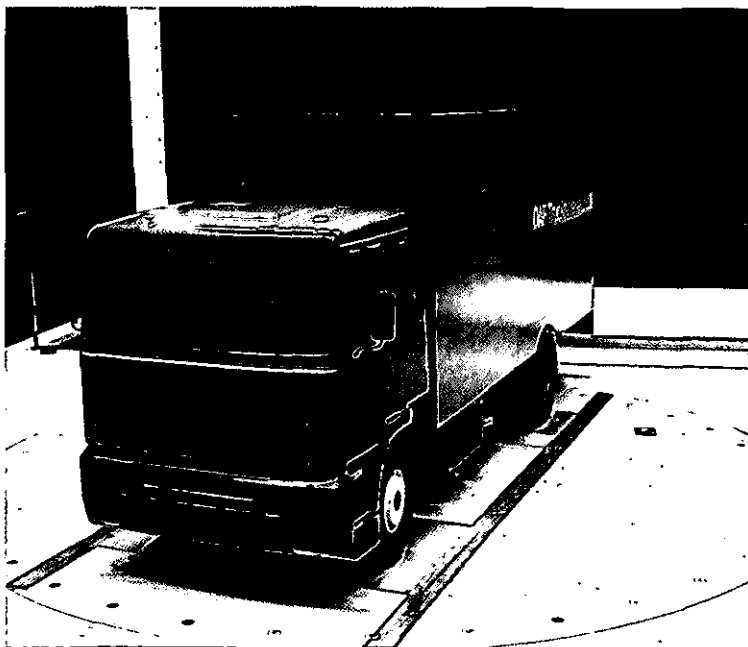
In het verleden heeft de Wetenschappelijke Commissie reeds meerdere malen de noodzaak tot technologie-ontwikkeling, gericht op toekomstige ontwikkelingen van de huidige vliegtuigprojecten of geheel nieuwe vliegtuigprojecten, benadrukt, en de uitvoering van een daarop gericht Vliegtuig Technologie Programma ten volle ondersteund. De commissie acht de voortzetting van de eind 1987 gestopte werkzaamheden in het kader van het VTP noodzakelijk, ten einde de technologische basis van de Nederlandse vliegtuigindustrie te versterken, hetgeen een doorslaggevende invloed heeft op het realiseren van toekomstige internationale samenwerkingsverbanden.

In dit kader heeft de Wetenschappelijke Commissie van gedachten gewisseld over het EG-technologieprogramma EUROMART. Deelname hieraan wordt door de Wetenschappelijke Commissie hoogst noodzakelijk geacht om de aansluiting in Europees verband niet te missen. Nederland dreigt door het niet participeren in andere Europese projecten, zoals de Airbus A330/A340, in een isolement te geraken.

De Wetenschappelijke Commissie is van mening dat de dienstverlening van het NLR voor een belangrijk deel wordt bepaald door de kwaliteit in de haar ten dienste staande onderzoeksfaciliteiten. In dit kader is de Commissie verontrust over het ontbreken van de middelen om met name het voorgestelde plan voor vernieuwingen van de HST integraal uit te voeren. Deze tendens heeft tot gevolg dat het NLR zijn vooraanstaande plaats in internationaal verband begint te verliezen.

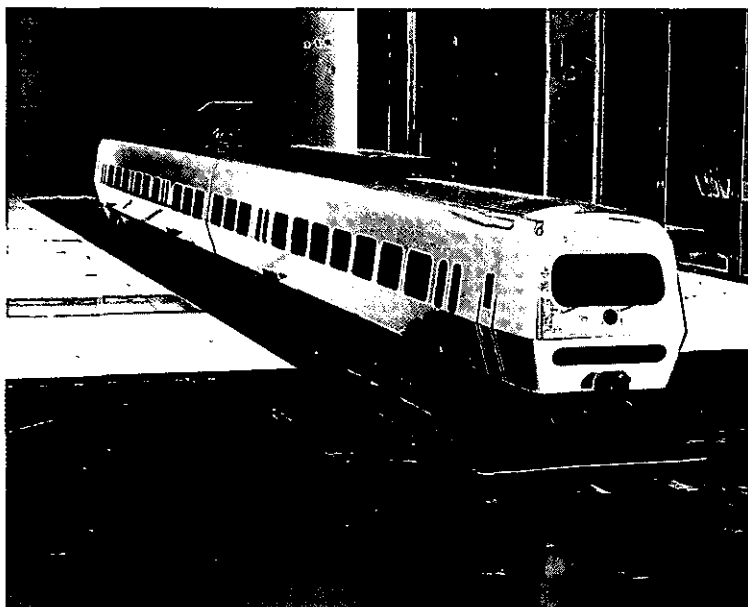
Ten slotte benadrukt de Wetenschappelijke Commissie dat bij de steeds groter wordende invloed van de informatica in de verschillende vakgebieden het van essentieel belang is dat het NLR blijft beschikken over mensen die inzicht in numerieke modelleringsmethoden paren aan fundamentele kennis van de te beschrijven fysische verschijnselen en hun wetmatigheden."

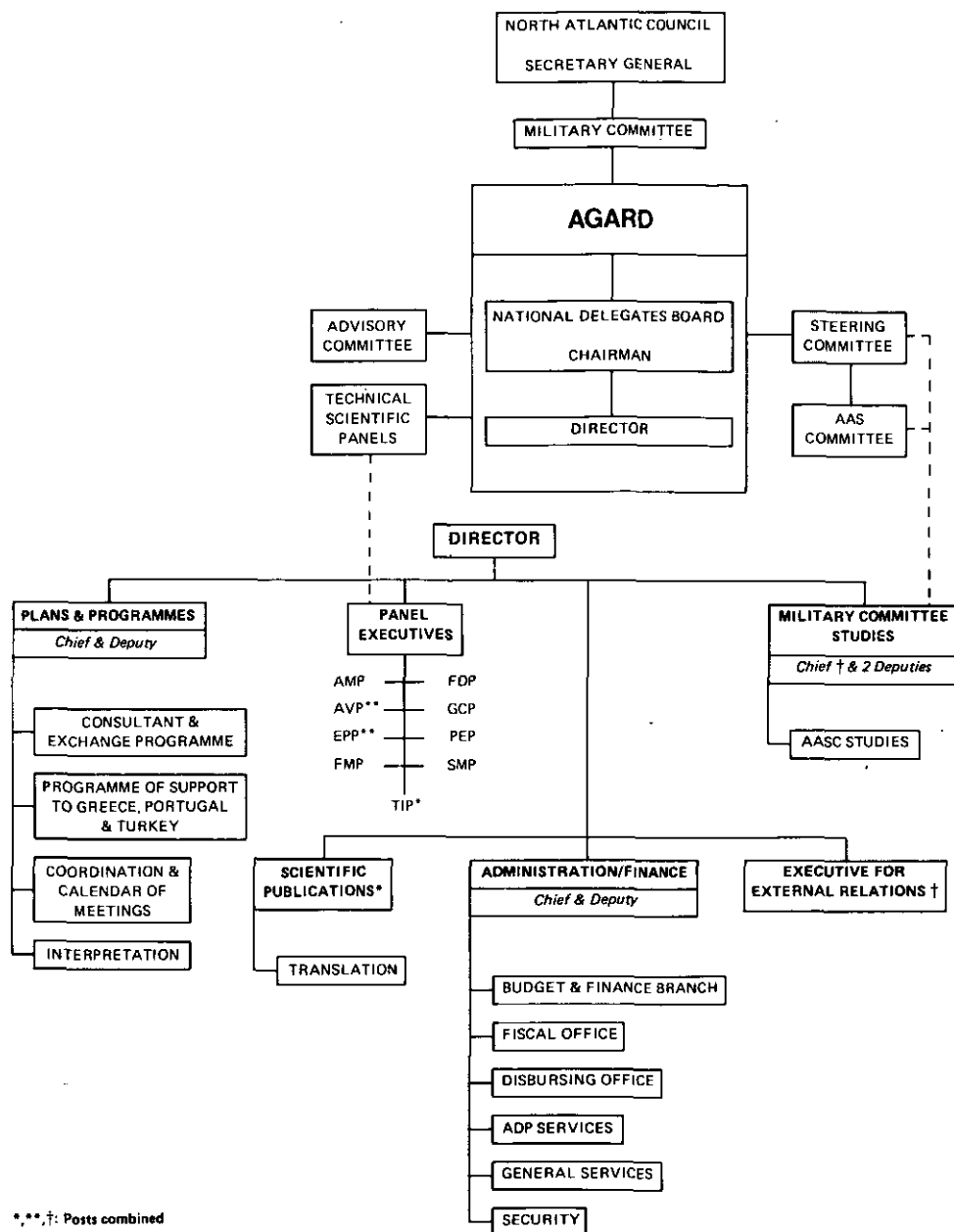
Krachtenmeting aan een model (schaal 1:5) van een DAF truck in de LST 3 x 2.25.



Onderzoek in de LST 3 x 2.25 naar de invloed van de wind op de ventilatie van de Schipholtunnel.

Model van een toekomstig treinstel van de Nederlandse Spoorwegen, onderzocht met behulp van het uitwendig meetsysteem van de LST 3 x 2.25.





Organisatieschema van AGARD

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 R en D in de luchtvaart;
- adviseren van de lidstaten omtrent gebruik en inzet van hun R en D capaciteiten;
- assisteren van de lidstaten bij het versterken van hun wetenschappelijk en technisch potentieel;
- geven van wetenschappelijke en technische adviezen aan het Militaire 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 vergadering,
- lezingen series,
- korte cursussen,
- consultant missies,
- uitwisselingsprogramma's,
- uitgifte publikaties;

waarmede uitvoering aan de doelstelling wordt gegeven.

Organisatie

Het organisatieschema op pagina 88 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", waarin per land maximaal drie vertegenwoordigers zitting hebben (overigens met één gezamenlijke stem). Deze Nationaal Gedelegeerden vergaderen tweemaal per jaar, waarbij de voorjaarsvergadering altijd in Parijs plaatsvindt en de najaarsvergadering in de hoofdstad van één van de NAVO-landen.

Deelname van Nederland in AGARD

De Nederlandse deelname in AGARD bestaat uit 2 Nationaal Gedelegeerden, een Nationaal Coördinator en 24 panelleden.

Daarnaast wordt op dit moment de functie van "Director" vervuld door de voormalige algemeen directeur van het NLR, ir. J.A. van der Bliek.

Gelet op de positie van het NLR in de wetenschappelijke wereld van de luchtvaarttechniek is het niet verwonderlijk dat een groot gedeelte van de Nederlandse bijdrage aan AGARD wordt geleverd door medewerkers van het NLR.

In de loop van het jaar 1988 hebben zich de volgende mutaties in de samenstelling van de Nederlandse afvaardiging in de AGARD-organisaties voorgedaan:

Nationaal Gedelegeerden	Ontheffing: Ir. J.A. van der Blik, NLR (benoemd tot Directeur AGARD) Benoemd: Dr.ir. B.M. Spee, NLR
Nationaal Coördinator	Ontheffing: E.J.H. Bleeker, NLR Benoemd: Ir. L. Sombroek, NLR
Panelleden	Ontheffing: Dr.ir. H.A. Mooij, NLR Ir. J.B. de Jonge, NLR Benoemd: Cdre Vliegerarts H.H.M. van den Biggelaar, DDMGC Kol. Vliegerarts P.I.C.J. Burgers, KLu Prof.ir. F.J. Abbink, NLR Ir. H.H. Ottens, NLR

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/TU-Delft 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

De Nederlandse vertegenwoordiging in de vaste AGARD-Panels bestaat per 31 december 1988 uit:

<i>Aerospace Medical Panel (AMP)</i>	Cdre Vliegerarts b.d. G.K.M. Maat, NLRGC Prof.dr. W.J. Oosterveld, AMC Cdre Vliegerarts H.H.M. van den Biggelaar, DDMGC Kol. Vliegerarts P.I.C.J. Burgers, KLu
<i>Avionics Panel (AVP)</i>	Prof.ir. D. Bosman, Universiteit Twente (Fac. Elektrotechniek) Ir. H.A.T. Timmers, NLR
<i>Electromagnetic Wave Propagation (EPP)</i>	Ir. A. Boesveld, Directie Technische Zaken van de PTT Ir. H. Vissinga, Fysisch en Elektronisch Laboratorium TNO
<i>Flight Mechanics Panel (FMP)</i>	Ir. J.T.M. van Doorn, NLR Prof.ir. F.J. Abbink, NLR Dr.ir. J.A. Mulder, TU-Delft (Fac. Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek)
<i>Fluid Dynamics Panel (FDP)</i>	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)
<i>Guidance and Control Panel (GCP)</i>	Ir. G.J. Alders, NLR
<i>Propulsion and Energetics Panel (PEP)</i>	Ir. J.P.K. Vlegheert, NLR Ir. W. B. de Wolf, NLR
<i>Structures and Materials Panel (SMP)</i>	Ir. H.H. Ottens, NLR Dr.ir. H.P. van Leeuwen, NLR Prof.ir. R.J. Zwaan, NLR
<i>Technical Information Panel (TIP)</i>	Ir. G.M. Breas, TDCK Ir. A.S.T. Tan, NLR

AGARD-bijeenkomsten

Tijdens de voorjaarsvergadering, die altijd in Parijs wordt belegd, is het technische programma van het lopende jaar (1988) in beschouwing genomen, terwijl de basis voor het programma voor 1989 is vastgelegd.

Tevens zijn de richtlijnen voor het programma voor 1990 gegeven. Tijdens deze vergadering wordt ook besloten wie in aanmerking zal komen voor de "Von Kármán medaille", een onderscheiding voor een lid van AGARD die zich uitzonderlijke inspanningen heeft getroost voor deze organisatie. Dit jaar werd de Fransman dr. Gabriel Coupry voor deze onderscheiding voorgedragen.

Omdat betrokkene in juni 1988 is overleden is deze onderscheiding hem posthuum, tijdens de najaarsvergadering, toegekend.

De voorjaarsvergadering werd geopend met een "keynote address" van Generaal Eberhard Eimler (BRD), Deputy Supreme Allied Commander Europe over het onderwerp "a conceptual view of future air operations".

Tijdens de najaarsvergadering, die altijd in één van de NATO hoofdsteden, anders dan Parijs, wordt belegd (dit jaar Madrid) is het programma voor 1989 vastgelegd. Tevens wordt het gastland de gelegenheid geboden om haar lucht- en ruimtevaartindustrie alsmede de daarop gerichte onderzoeksinstituten te presenteren.

De "keynote address" van deze vergadering werd uitgesproken door de Ambassadeur van de Verenigde Staten bij de NAVO, Ambassadeur A.G. Keel.

In het afgelopen jaar zijn er 29 technische bijeenkomsten en korte cursussen georganiseerd, waarvan er vier in Nederland hebben plaatsgevonden, en wel:

FMP – Lecture Series
"Advances in Flying Qualities",
TU-Delft, 26 - 27 mei 1988

AMP – Short Course
"Human Engineering Design Considerations for Aircrew Station modification",
TU-Delft, 27 - 29 mei 1988

SMP – 67e Panel vergadering/symposium
"New Light Alloys",
Mierlo, 2 - 7 oktober 1988

AMP – 66e Panel vergadering/symposium
"Human Behaviour in Crisis Situations in Aerospace Operations",
's-Gravenhage, 24 - 28 oktober 1988

AGARD Consultant and Exchange Programme

In het kader van het AGARD "Consultant Programme" is door een buitenlandse deskundige een bezoek aan Nederland gebracht. Op verzoek van het NLR is de volgende consultant mission uitgevoerd:

dr. Robin S. Whitehead van Northrop Aircraft Corporation, over het onderwerp "Damage tolerance of Composite Structures".

Deze Consultant Mission is ook uitgevoerd bij de TU-Delft en bij Fokker.

Studies ten behoeve van het Militair Comité van de NAVO

Tijdens de voor- en najaarsvergadering zijn de volgende door het Aerospace Applications Studies Committee voorgestelde studies, accoord bevonden.

AAS-29, Sensors and Battle management, Command, Control and Communication for Extended Air Defence Architectures.

AAS-30, Low Cost Aircraft Self-Protection Kit for NATO Tactical Aircraft.

Deze studie vangt aan in januari 1989. Door een medewerker van het NLR zal hieraan worden deelgenomen.

AGARD-PUBLIKATIES

Een overzicht van alle in 1988 verschenen AGARD-publicaties wordt met vermelding van samenvattingen van de inhoud opgenomen in het AGARD Bulletin 89-1, dat in het eerste kwartaal van 1989 zal worden verspreid.

Een complete verzameling van de AGARD-uitgaven bevindt zich o.a. bij het Wetenschappelijk en Technisch Documentatie- en Informatiecentrum voor de Krijgsmacht (TDCK). Van de geclassificeerde AGARD-publicaties zijn voorts exemplaren aanwezig bij de NATO-registraties van de militaire staven.

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, terzake van de exploitatie van de grote lage-snelheidstunnel DNW op het terrein van de NLR-vestiging Noordoostpolder.

Samenstelling bestuur

In de verslagperiode vond een tweetal wijzigingen plaats. Ir. J.A. van der Blik werd opgevolgd door dr.ir. B.M. Spee op 27 april 1988. Op 1 juli 1988 werd prof.dr. F. Thomas opgevolgd door dr.rer.publ. J. Blum.

Uitmo 1988 waren de bestuursleden (benoemd door het NLR):

Prof.dr.ir. O.H. Gerlach	(NLR), vice-voorzitter
Dr.ir. B.M. Spee	(NLR)
Drs. C.A. Stants	(V&W)
M.G. Geschiere Lt.gen. b.d.	(EZ)

De bestuursleden benoemd door DLR, waren:

Dr.rer.publ. J. Blum	(DLR), voorzitter
Dr.ing. O. Lawaczek	(DLR)
Dr.ing. H. Hertrich	(BMFT)
Dipl.ing. K.H. Heilmann	(BMVg)

Als secretaris van het DNW-bestuur trad op de heer N. Dreifürst.

Vergaderingen van het bestuur

Het bestuur vergaderde in het verslagjaar tweemaal. 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 eind van de verslagperiode als volgt:

Dipl.ing. H. Max	(Dornier), voorzitter
Prof.dr.-ing. U. Ganzer	(MBB)
Prof.dr.ir. J.L. van Ingen	(TU-Delft)
Dr.ing. H. Körner	(DLR)
Prof.ir. E. Obert	(Fokker)
Dipl.ing. J. Röder	(Airbus)
Prof.ir. J.W. Slooff	(NLR)
Dipl.ing. V. von Tein	(MBB)

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

Directie

De directie van de DNW bestaat uit:

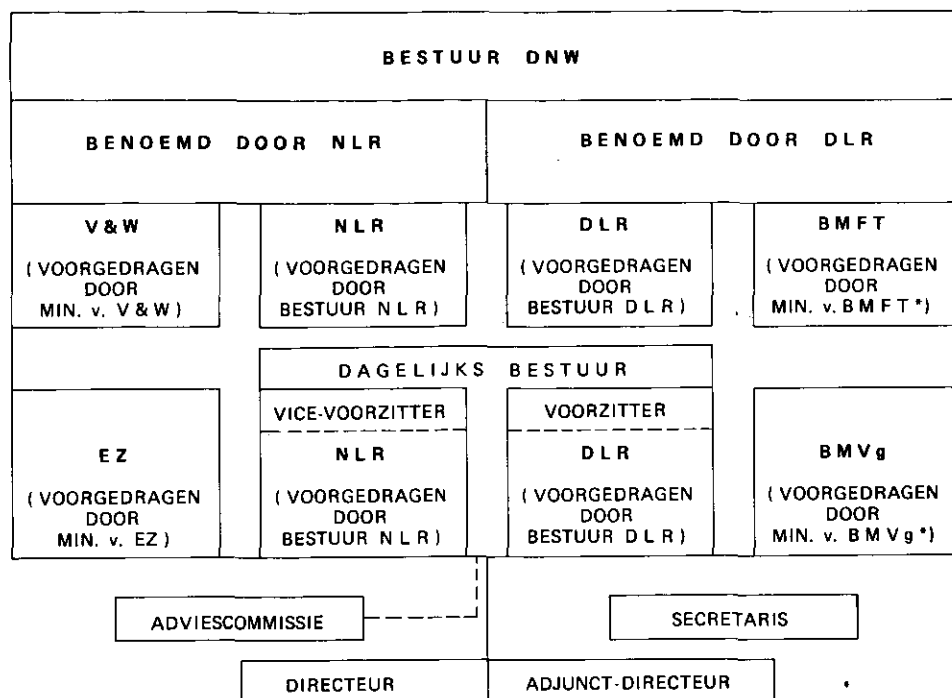
Dr.-ing. H.U. Meier
Ir. A.H. Runge

Activiteiten

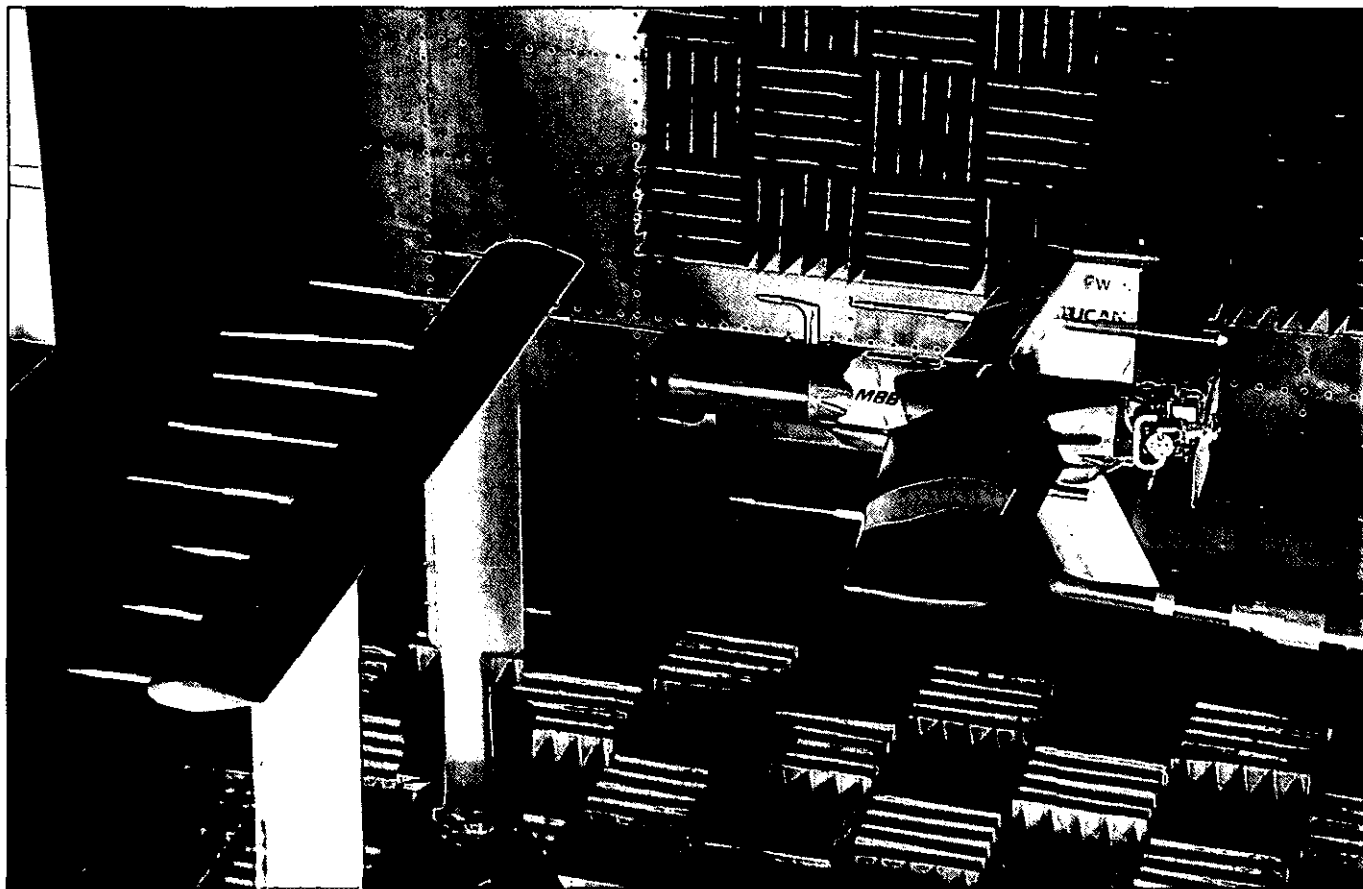
Door vertragingen in de propfan-ontwikkeling en in de besluitvorming rond grote vliegtuigontwikkelingsprojecten (zoals Airbus) nam het aantal metingen aan vliegtuigen af.

Het aantal opdrachten voor de auto-industrie nam daarentegen iets toe. In 1988 beliep de bezetting met opdrachten in totaal 120 shifts (1 shift = 8 uur bezetting).

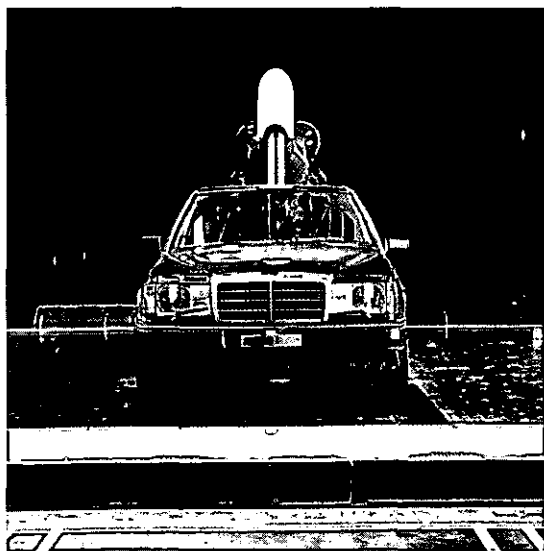
Verwacht wordt dat de DNW in de komende jaren weer veel opdrachten zal ontvangen in het kader van vliegtuig- en helikopterontwikkelingsprogramma's, en dat de bezetting weer op een niveau van ca. 200 shifts per jaar zal liggen.



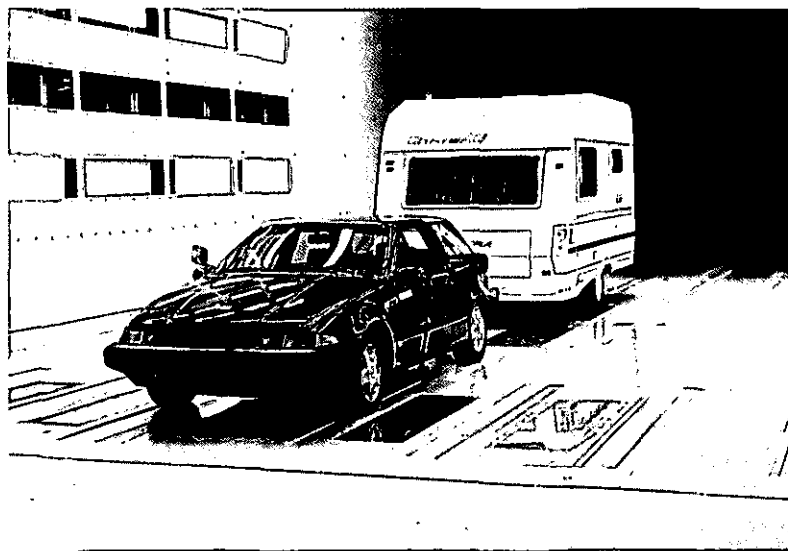
*) BMFT: Bundesministerium für Forschung und Technologie
 BMVg: Bundesministerium für Verteidigung



Aëroakoestisch onderzoek aan een radiografisch bestuurd vliegtuig in de open configuratie (met toestemming van MBB-UT).



Simulatie van grondinvloed door middel van het "Moving Belt Ground Plane" tijdens een experiment waarbij een Mercedes automobiel via een interne balans aan de staak is bevestigd (met toestemming van Daimler-Benz).



Onderzoek naar een luchtweerstand van combinaties van auto's en caravans, uitgevoerd in de meetplaats met een doorsnede van 9,5 m x 9,5 m op initiatief van de Koninklijke Nederlandse Toeristenbond ANWB.

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 Transsonische 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 op dat moment kon worden aangevangen met Fase 3.

Oprichting ETW GmbH

Op 28 april werd te Keulen de Samenwerkingsovereenkomst, waarin opgenomen de Statuten van de ETW GmbH, ondertekend door prof.dr.ir. O.H. Gerlach, voorzitter van het bestuur van het NLR, en door vertegenwoordigers van de "Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt" (DLR), van het "Office National d'Etudes et de Recherches Aéropatiales (ONERA) en van de Minister van Defensie van het Verenigd Koninkrijk van Groot-Brittannië en Noord-Ierland.

Op dezelfde dag vond de oprichting van de ETW GmbH plaats, gevolgd door de benoeming van de leden van de "Supervisory Board ETW" (door elk van de vier oprichters maximaal drie leden), alsmede door de benoeming van de leden van de directie van de ETW GmbH.

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

Samenstelling Supervisory Board ETW Frankrijk

De Supervisory Board ETW was per 1 januari 1989 als volgt samengesteld:

IGAA. Queinac	(Defensie)
IGA G. Dorey	(ONERA)
ICAG. Delalande	(Transport, Civil Aviation Dept.)

Bondsrepubliek Duitsland

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

Verenigd Koninkrijk

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

Nederland

Drs. C.A. Stants	(V&W)
Prof.dr.ir. O.H. Gerlach	(NLR)
Dr.ir. B.M. Spee	(NLR)

Als voorzitter fungeert, per 1 januari 1989, dr.ir. B.M. Spee, secretaris is de heer U. Walter.

Vergaderingen van de Supervisory Board ETW

De Board vergaderde in 1988 vijf maal.

Directie

Op 1 november 1988 trad de heer G. Harris aan in de functie van Algemeen Directeur van de ETW GmbH als opvolger van de heer K.J. Fergusson, die op 18 september, na de afloop van Fase 2.2, de ETW had verlaten.

Grote dank is verschuldigd aan de heer Fergusson voor de wijze waarop hij vanaf medio 1986 het ETW-project heeft geleid.

De directie van de ETW was per 1 januari 1989 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

Na de oprichting van de ETW GmbH werd het aanvragen van offertes voor een aantal werkpakketten voortgezet. Overeenkomstig de tekst van het Memorandum van Overeenstemming zal rekening worden gehouden met een "fair return" voor de vier deelnemende landen op basis van hun bijdrage aan het ETW-project, met dien verstande dat de kosten en de technische kwaliteit de doorslaggevende factoren bij de contractverlening zullen zijn. In de loop van 1989 vindt de gunning van een aantal grote contracten plaats. Beslissingen hierover worden genomen in de Supervisory Board.

9.4 INTERNATIONALE SAMENWERKING IN GARTEUR-VERBAND

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.

GARTEUR is aanvankelijk begonnen met de uitwisseling van gegevens en met enkele beperkte samenwerkingsprogramma's. Mede gelet op de ontwikkelingen in Europa is het de bedoeling dat GARTEUR zich versterkt, enerzijds door andere landen in Europa te betrekken bij het GARTEUR-werk en anderzijds door het ontwikkelen van nieuwe initiatieven de programmatische samenwerking te intensiveren. Financiering van de werkzaamheden geschiedt echter nog steeds op nationale basis.

In het bijzonder in 1988 vond in Europa een aantal ontwikkelingen plaats op het gebied van luchtvaartonderzoek. Sommige programma's van de Independent European Planning Group (IEPG), EUREKA en de EEG bewegen zich op het terrein van het luchtvaartonderzoek.

Een en ander was voor de GARTEUR-Council aanleiding zich te beraden op de strategie van GARTEUR.

De jaarlijkse vergadering van de GARTEUR-Council vond op 7 en 8 november plaats te Bonn, onder voorzitterschap van dr. H. Strub (BRD). Een belangrijk agendapunt voor deze vergadering vormde de strategie van GARTEUR. De discussies tijdens de vergadering resulteerden in de oprichting van een werkgroep, die voorstellen moet uitwerken om de positie van GARTEUR te versterken, onder meer door de onderlinge samenwerking tussen de vier researchinstituten van de deelnemende landen beter mogelijk te maken. Uitbreiding van GARTEUR met landen als Spanje en Italië kan hier ook toe bijdragen.

Samenstelling van de GARTEUR-Council

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

Frankrijk	IGA A. Queinéc	(Defensie)
	ICA G. Delalande	(Transport Civil Aviation Dept.)
	ICA X. de Maistre	(STPA)
	IGA A. Journeau	(ONERA)
	ICA P. Kleinknecht ¹⁾	(Defensie)
Bondsrepubliek Duitsland	Dr. H. Strub	(BMFT)
	Dr.ing. H. Hertrich	(BMFT)
	Min.Dirig. dr. W.-D. Meisel	(BMVg)
	Prof.dr. F. Thomas	(DLR)
	Dr. W. Rasch ¹⁾	(DFVLR)
Verenigd Koninkrijk	Mr. F.W. Armstrong	(RAE)
	Dr. G.T. Coleman	(DTI)
	Dr. G. Pocock ¹⁾	(RAE)
Nederland	Prof.dr.ir. O.H. Gerlach	(NLR)
	Ir. L. Sombroek	(NLR)
	Prof.ir. F.J. Abbink ¹⁾	(NLR)

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

Als voorzitter fungeert dr. H. Strub.

De secretaris van de GARTEUR-Council is mr. J.P. Chevallier.

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 (NLR) |
| – "Helicopter Group" | Ir. H. Tellegen (NLR) |

In de "Provisional Group of Responsables" voor "Propulsion Technology" werd Nederland vertegenwoordigd door ir. J.P.K. Vlegghert (NLR).

Onder de "Aerodynamics Group" waren in 1988 zes "Action Groups" werkzaam. In vijf "Action Groups" was Nederland vertegenwoordigd:

- | | |
|--|---|
| – "Convergence Study of Transonic Flow Computations for 3-D wings" | Prof.ir. J.W. Slooff (NLR, voorzitter)
Ir. J. van der Vooren |
| – "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
Dr.ir. B. van den Berg, (NLR, voorzitter)
Ir. D.J. Laan (Fokker) |
| – "High Lift (Phase II)" | |
| – "Flow Computation for Advanced Propellers" | Ir. W.B. de Wolf (NLR) |

In alle "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 Air Traffic Management Systems" | Ir. T.B. Dalm (NLR)
Ir. T.H.M. Hagenberg (NLR) |

Ook in alle "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) |
| – "Improved Composite Materials" | Ir. H. Boekhol (Fokker)
Ir. W.G.J. 't Hart (NLR, voorzitter) |
| – "Damage Mechanics for Composite Materials" | Dr.ir. J. Laméris (NLR) |
| – "Mechanically Fastened Composite Joints" | Ir. A.A. ten Have (NLR)
Ir. P. Minderhoud (Fokker) |
| – "Refinement of Structural Dynamics Computational Models" | Ir. H.H. Ottens (NLR) |

Onder de "**Helicopters Group**" waren twee "Action Groups" werkzaam. In beide was Nederland vertegenwoordigd:

- | | |
|--|----------------------------|
| – "Helicopter Fuselage/Rotor Interaction Aerodynamics" | Ir. A.C. de Bruin (NLR) |
| – "Advanced Rotorcraft Evaluation" | Ir. J.M.G.F. Stevens (NLR) |

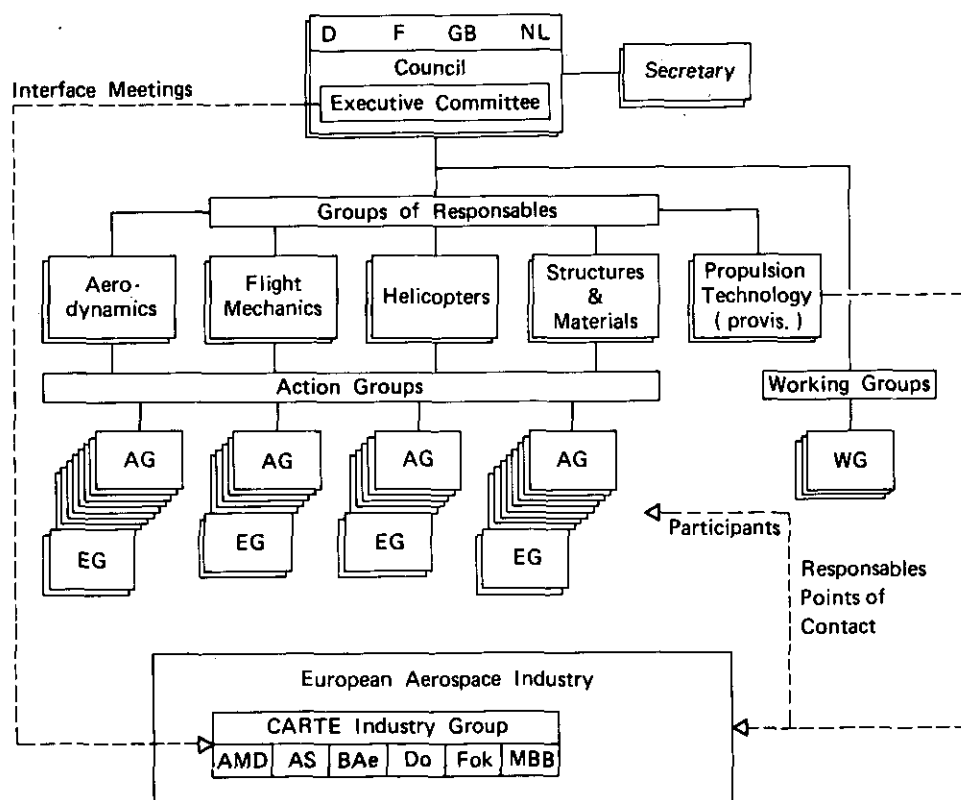
Mr. E. Folkers (NLR) was lid (tevens voorzitter) van de "Working Group on Security Regulations". Evenals in voorgaande jaren kreeg het overleg over de GARTEUR-activiteiten met de industrieën in de aangesloten landen veel aandacht. De "CARTE Industry Group" ("Collaboration on Aeronautical Research and Technology in Europe"), waarin de industrieën van de aangesloten landen samenwerken, vergaderde met het "Executive Committee" eenmaal in 1988.

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 GARTEUR

9.5 SAMENWERKING MET INDONESIË OP HET GEBIED VAN LUCHTVAARTONDERZOEK

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, inclusief een verlenging met negen maanden, werd op 1 oktober 1987 succesvol afgesloten. In aansluiting op het oorspronkelijk 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".
De plenaire vergadering	Op 2 maart werd in Amsterdam de (zesde) jaarlijkse plenaire vergadering gehouden, waarvoor Fokker als gastheer optrad. Tijdens de ochtendzitting werd het project TTA-79 formeel afgesloten. Nadat aan de hand van de rapporteringen en de financiële analyse was geconcludeerd dat het project buitengewoon succesvol was verlopen, werd de projectorganisatie door de voorzitter, prof.dr.ir. O.H. Gerlach, ontbonden. Gedurende de middagzitting werd de "Governing Group" voor het vervolgproject ISARD geïnstalleerd en werden de leden van de projectorganisatie benoemd door de "National Project Principals", prof.dr.ir. H. Wiryosumarto voor Indonesië en prof.dr.ir. O.H. Gerlach aan Nederlandse zijde. In verband met zijn aanstaand vertrek als algemeen directeur van het NLR werd ir. J.A. van der Blik – die door zijn positieve en directe inbreng een zeer belangrijk aandeel heeft gehad in het welslagen van de samenwerking met Indonesië – in de "Governing Group" opgevolgd door dr.ir. B.M. Spee. Vervolgens werden de activiteitenplannen voor de beide deelprojecten en de begrotingen in grote lijnen besproken en goedgekeurd.
Samenvatting ISARD-activiteiten	Gedurende het verslagjaar werd een bevredigende voortgang geboekt ten opzichte van het tijd/activiteitenplan, zoals vermeld in het werkplan. Op 13 juli 1988 werd het "Administrative Arrangement" voor het project namens beide regeringen te Jakarta ondertekend.
Ondersteuning ILST-operaties	Daar de oplevering van aanvullende hulpsystemen voor de ILST gedurende het verslagjaar een redelijke voortgang vertoonde, werd het zwaartepunt van de ondersteuning geleidelijk verlegd naar begeleiding en verdere opleiding van het Indonesisch tunnelpersoneel. Op enkele punten ontstond vertraging ten opzichte van het oorspronkelijke activiteitenplan; over het geheel genomen was de voortgang echter goed.
Ondersteuning ITB	Hoewel verschillende belangrijke activiteiten volgens plan werden gerealiseerd, werd het in de loop van het verslagjaar duidelijk, dat de oorspronkelijke doelstellingen van dit deelproject niet geheel haalbaar zijn. In ieder geval zal de uitvoering van de plannen een aanmerkelijke vertraging ondervinden. Naar aanleiding hiervan werd de activiteitenplanning voor het jaar 1989 ingrijpend aangepast.
Looptijd ISARD	De vertragingen bij de uitvoering van de projectactiviteiten hadden tot gevolg, dat de uitgaven aan Nederlandse zijde gedurende de verslagperiode ca. 25% achterbleven bij de oorspronkelijke financiële planning. In de verwachting dat deze ontwikkeling zich in de komende jaren zal voortzetten hebben de nationale projectcoördinatoren de "Governing Group" voorgesteld de projectduur te wijzigen van drie in vijf jaar.

BIJLAGE 1 – PUBLIKATIES

In het verslagjaar zijn 268 rapporten verschenen. Hiertoe behoren ook de niet voor publikatie bestemde rapporten, maar niet de eenvoudige ijkings- en keuringsrapporten. De onderstaande rapporten werden vrijgegeven voor publikatie.

NLR TR 83135 U	Comparison of low-speed test results from NLR-HST and ONERA-F1 wind tunnels. S.J. Boersen
NLR TR 85046 U	US/European vortex flow experiment test report of wind-tunnel measurements on the 65° wing in the NLR high speed wind tunnel HST. R.H.C.M. Hirdes
NLR TR 85085 U	Study of synthetic aperture radar data compression and encoding. Part I: SAR image data analysis. M. Langemann, J.C.A. van der Lubbe, G.J.L. Nooren Part II: SAR image speckle suppression and data compression algorithms. M. Langemann and W.C. Huisman Part III: Performance evaluation and speckle suppression. W.C. Huisman and W. Verhoef Part IV: Algorithm implementation aspects. K. Hoffman (DS)
NLR TR 85094 U	Final report on study, design and evaluation of data reduction encoding or information extraction. Part I: Data Generation Analysis. J.C.A. v.d. Lubbe, J.B. Börger Part II: Operational Considerations. J.B. Börger Part III: Algorithm design. W.C. Huisman, J.C.A. v.d. Lubbe, J. Rooijackers (THE) Part IV: Performance demonstration. W. Verhoef, J.B. Börger, W.C. Huisman Part V: Algorithm implementation aspects. A. Monkel
NLR TR 86029 U	Data compression systems for operational remote sensing (METEODAR). J.B. Börger, W.C. Huisman, J.C.A. v.d. Lubbe, A. Rosema (EARS)
NLR TR 86096 U	Het gebruik van Landsat-TM opnamen voor detectie van ruimtebegrenzende elementen ten behoeve van landschapsbeeldkartering. F.B. v.d. Laan, J. Stolp, A.A. de Veer en W. Verhoef.
NLR TR 86104 U	Resultaten van de beproeving van het segmentatieprogramma op RESEDA. G.J.L. Nooren en D.H. Hoekman (LU)

NLR TR 86105 U	HERA simulation facility pilot concise review of ROSI 2. R.W. Harnisch and P. Dieleman
NLR TR 86110 U	System design study for an electronic document delivery system. H.J. Simons, L.J.M. Joosten, F.B. Visser, J. Dijk and A.P. Verlijdsdonk
NLR TR 86117 U	Test report of wind tunnel measurements on the 65° delta wing in the NLR supersonic facility SST. S.J. Boersen
NLR TR 86129 U	Gewas-identificatie met behulp van microgolven (Uitwerking SLAR-gegevens 1985). P. Binnenkade en D. Uenk
NLR TR 87002 U	The acoustics of a lined duct with flow. S.W. Rienstra
NLR TR 87003 U	Implementation aspects of a decompressor for compressed METEOSAT data on a VME/68000 system. M.H.J.B. Versteeg
NLR TR 87014 U	Translational and rotational dynamics of rigid, spacecraft-based manipulators. P.Th.L.M. van Woerkom
NLR TR 87021 U	A finite element analysis of cracks in a thin walled cylinder under internal pressure. E. Riks and P.J. den Reyer
NLR TR 87023 U	A preliminary study of a fluid science laboratory for space station (Columbus), – Final Report – Part I: Scientific background of experiments. I. da Riva (LAMF/ETSIA) Part II: Survey of equipment and hardware items. I. da Riva, I. Martinez, R. Martinez-Val (LAMF/ETSIA); R.H. Huyser, F.B. Visser, J.P.B. Vreeburg (NLR) Part III: Descriptors for an operational FSL. I. da Riva, I. Martinez, R. Martinez-Val, A. Sanz (LAMF/ETSIA); R.H. Huyser, F.B. Visser, J.P.B. Vreeburg (NLR) Part IV: Executive Summary. I. da Riva, I. Martinez, R. Martinez-Val, A. Sanz (LAMF/ETSIA); R.H. Huyser, F.B. Visser, J.P.B. Vreeburg (NLR)
NLR TR 87047 U	Modelling and control of a Spacecraft Based Manipulator. M. Guelman
NLR TR 87052 U	Voorontwerp methodenbestandssysteem. J.J.P. van Hulzen
NLR TR 87053 U	Standard sequence for durability evaluation of composite components in combat aircraft ENSTAFF. (Editor J.J. Gerharz). J.B. de Jonge
NLR TR 87055 U	Studie naar de opzet van een nationaal ERS-1 datacentrum. R.W. van Swol
NLR TR 87059 U	Frequency response analysis of hybrid systems. J. Schuring
NLR TR 87074 U	Rinsing water analysis of helicopter jet engine compressors. H.J. Kolkman

NLR TR 87076 U	CADISS: A multiprocessor system for image compression/ decompression on board scientific satellites. A. Monkel and H.F.A. Roefs
NLR TR 87079 U	Development of an optical diagnostic instrument – final report – Part I: Executive summary. D. v.d. Assem and R.H. Huijser Part II: Instrument development. D. v.d. Assem and R.H. Huijser
NLR TR 87092 U	De weg van eisen naar eigenschappen voor informatievoorziening. R.P. de Moel en J.J.P. van Hulzen
NLR TR 87093 U	Technical concept for data management systems of flow solvers using BOLA as an example. J.I. van den Berg
NLR TR 87102 U	PROMISE software user manual. Part I: Theory and manual. H. de Jong
NLR TR 87126 U	Accuracy of modal frequency set with fictitious joints modelling. P.Th.L.M. van Woerkom
NLR TR 87128 U	Corrosion fatigue crack arrest in aluminium alloys: basic data. R.J. Wanhill and L. Schra
NLR TR 87129 U	Flexible robotic manipulator in space: Towards a mathematical dynamics truth model. P.Th.L.M. van Woerkom
NLR TR 87132 U	De netwerkvoorzieningen op het NLR ten behoeve van het supercomputergebruik. F.J. van den Bosch, U. Posthuma de Boer
NLR TR 87158 U	On the feasibility of applying robot vision to proximity extraction based on one camera in space. E.A. Kuijpers
NLR TR 87160 U	Information system for flow simulation based on Navier-Stokes equations ISNaS, wp 3a,b: MEthod BAsE System MEBAS, MEBAS functional design document. J.J.P. van Hulzen and J.J. Schuurman
NLR TR 87173 U	Modelling and simulation of a manipulator joint. G.J.J. Steenman
NLR TR 87178 U	Handleiding voor het gebruik van NEXT 1.2 (NLR Engineering X-pert system Toolkit). P.J. Kat en J.C. Donker
NLR TR 88005 U	Telescience and image processing for PODI: an analysis and proposal for a simulation setup. E.A. Kuijper
NLR TR 88009 U	Some capabilities provided by space station elements. J.P.B. Vreeburg
NLR TR 88012 U	Long-term outdoor stress corrosion testing of overaged 7000-series aluminium alloys. L. Schra and W.G.J. 't Hart
NLR TR 88013 U	Statistical properties of atmospheric turbulence relevant to the calculation of airplane loads. R. Nobak

- NLR TR 88032 U Fatigue damage in composites under different loading conditions.
W.G.J. 't Hart
- NLR MP 85084 U A scene radiation model based on four-stream radiative transfer theory.
(Paper presented at the 3rd International Colloquium on Spectral Signatures of Objects in Remote Sensing, Les Arcs, France, 16 – 20 Dec. 1985)
W. Verhoef
- NLR MP 86010 U Trajectory measurement of the Fokker 100 aircraft during Autoland testing.
(Paper prepared for presentation on the 1986 Aerospace Industries/ Test Measurement Symposium, Seattle, Wa, USA, May 5 – 8, 1986)
J.C.T. van der Veen
- NLR MP 86039 U Observations on behaviour of liquid weightlessness.
(Invited paper at the occasion of the 30th anniversary of the Von Kármán Inst. for Fluid Dynamics, Rhode-St-Genèse, Belgium, June 1986)
J.P.B. Vreeburg
- NLR MP 86042 U Liquid motions in partially filled containers: Preliminary results of the D-1 mission.
(Paper presented at 26th COSPAR, Toulouse, France, June/July 1986)
J.P.B. Vreeburg, M.E.S. Vogels
- NLR MP 86044 U Rate distortion functions of SAR imagery.
(Paper presented at ISPRS (Intern. Soc. for Photogrammetry and Remote Sensing), Commission II Symposium (WG II.5), Baltimore, Maryland, USA)
R.W. Okkes (ESTEC), W.C. Huisman
- NLR MP 86045 U AGARD engine disc cooperative test programme – CORE programme results –.
A.J.A. Mom, M.D. Raizenne
- NLR MP 86057 U Digitale registratie van radar-gegevens in een vliegtuig.
(Lezing tijdens studiedag "Digitale signaalbewerking voor real-time toepassingen, georganiseerd door Ned. Ing. Ver. NIRIA en KIVI, Utrecht, 27 februari 1986)
H. Pouwels
- NLR MP 86061 U The interacting multiple model algorithm for systems with Markovian coefficients.
(Paper prepared for publication in the IEEE Transactions on Automatic Control).
H.A.P. Blom, Y. Bar-Shalom
- NLR MP 86062 U Results on the forced liquid motion experiment "FLIM", WL-FPM-08.
(Paper prepared for presentation at the D-1 Symposium, Norderny, FRG, 27 – 29 August 1986).
J.P.B. Vreeburg
- NLR MP 86063 U Data compression as a means to disseminate more METEOSAT data over the existing channel.
(Paper presented at the 6th METEOSAT Scientific Users Meeting, Amsterdam, 25 – 27 November 1986)
W.C. Huisman, K. Börger
- NLR MP 86067 U ARTEMIS: An integrated approach to environment monitoring using data from METEOSAT and NOAA Imaging satellites.
(Paper prepared for the METEOSAT Scientific Users' Meeting, Amsterdam, November 25 – 27, 1986)
H.A. van Ingen Schenau, J.C. Venema
- NLR MP 86068 U A data user station based on VME/68000 technology for the acquisition of weather satellite data.
(Paper prepared for the METEOSAT Scientific Users' Meeting, Amsterdam, November 25 – 27, 1986)
H.A. van Ingen Schenau

- NLR MP 86069 U A modular and versatile acquisition, recording and preprocessing system for airborne remote sensing.
(Paper presented at the Symposium "Progress in Imaging Sensors", organized by the Int. Society of Photogrammetry and Remote Sensing, Stuttgart, West-Germany, Sept. 1 – 5, 1986)
H. Pouwels, L.J. Aartman
- NLR MP 86071 U Document transfer by a digital satellite link.
(Paper presented at conference "New systems and services in Telecommunication", University of Luik, Belgium, 12 – 14 November 1986)
H.J. Simons, A. Dijk (EUT), A.P. Verlijsdonk (EUT)
- NLR MP 86072 U ERS.1: Een oceanografische satelliet.
(Bijdrage aan het IRO-Journaal van de Industriële Raad voor de Oceanologie)
R.W. van Swol
- NLR MP 86078 U Automated electromagnetic interference measurements.
(Paper prepared for presentation at the ATE '87 congress, Wiesbaden, West-Germany, May 24 – 26, 1987)
C. Wagemaker
- NLR MP 86079 U Development of an optical diagnostic instrument for use in microgravity fluid physics research.
(Prepared for presentation at the 6th European Symposium on Material Sciences under micro-gravity conditions, Bordeaux, 2 – 5 December 1986)
R.H. Huijser, D. v.d. Assem
- NLR MP 87001 U Low stress intensity fatigue crack growth in 2024-T3 and T351.
(Paper prepared as a contribution to a publication for the AGARD-coordinated programme on short cracks).
R.J.H. Wanhill
- NLR MP 87003 U Investigation of pilot workload measuring techniques under in-flight task conditions.
(Paper prepared for the 1986 IEEE Intern. Conf. on Systems, Man and Cybernetics, Atlanta, USA, October 14 – 17, 1986).
R.C. van de Graaff
- NLR MP 87004 U Aërodynamisch geluid van windturbines.
(Voordracht op de Workshop "Geluid en Windturbines", Utrecht, 19 februari 1987)
W.B. de Wolf
- NLR MP 87005 U Towards an expert system for missile simulation.
(Paper prepared for presentation at the Int. Conf. on Computer Aided Design, Manufacture and Operation in the Aeronautics and Space Industries, COMPAS 87, Paris, June 16 – 18, 1987)
J.H.J.M. Vriends, A.L. Spijkervet
- NLR MP 87008 U A database oriented system for the support of flight tests.
(Paper prepared for presentation at the Int. Conf. on Computer Aided Design, Manufacture and Operation in the Aeronautics and Space Industries, COMPAS 87, Paris, June 16 – 18, 1987)
O. van Teunenbroek, F.J. Heerema
- NLR MP 87009 U Elektronica in de burgerluchtvaart.
(Presentatie gehouden op de KIVI-NIRIA-dag over "Elektronica in Luchtvaart en Ruimtevaart", Delft, 11 november 1987)
F.J. Abbink
- NLR MP 87017 U Simulation of space manipulator operations, EUROSIM.
(Paper presented at the Summer Computer Simulation Conference, Montreal, Canada, 27 – 30 July, 1987)
C.N.A. Pronk, A. Elfving (ESTEC), E. Ersü (ISRA), A.L. Lippay (AE)

- NLR MP 87019 U On the evaluation of aerodynamic influence coefficients.
(Paper presented at the 3rd GAMM-Seminar on Panel Methods in Mechanics, Kiel, West-Germany, January 16 – 18, 1987)
H. Schippers
- NLR MP 87021 U Wind hindrance on the Eastern Scheldt storm surge barrier.
(Paper presented for the 7th International Conference on Wind Engineering, Aachen, West-Germany, July 6 – 10, 1987)
R. Ross, G. In der Maur
- NLR MP 87022 U Review of aeronautical fatigue investigations in the Netherlands during the period March 1985 – February 1987.
(Paper prepared for presentation at the 20th Conference of the International Committee on Aeronautical Fatigue (ICAF), Ottawa, Canada, June 8 – 9, 1987)
J.B. de Jonge
- NLR MP 87023 U Fluid science investigations in microgravity.
(Paper prepared for presentation at the SRON Symposium on Microgravity Research, Utrecht, April 2 – 3, 1987)
J.P.B. Vreeburg
- NLR MP 87024 U Combining characteristic forms of boundary conditions and conservation equations at boundaries of cell-centered Euler-flow calculations.
(Presented at the AIAA 8th Computational Fluid Dynamics Conf., Honolulu, USA, June 9 – 11, 1987)
J.W. Boerstoeel
- NLR MP 87025 U Multigrid methods in boundary element calculations.
(Paper presented at the 9th International Conference on Boundary Element Methods in Eng., Stuttgart, West-Germany, 31 August – 4 Sept. 1987)
H. Schippers
- NLR MP 87026 U Calculation of the boundary layer around an ellipsoid at 10° angle of attack.
(Paper prepared for the AGARD WG10 meeting, London, 2 – 3 April 1987)
J.I. van den Berg, J.P.F. Lindhout, B. van den Berg
- NLR MP 87027 U Optical data storage in space missions.
(Paper presented at the Symposium of Technology and Standardisation for On-Board Data Management Systems, 1 – 5 June 1987, Madrid, Spain)
L.J.M. Joosten, R.M.M. Sijmonsma, F.B. Visser and W.E. Reesink (VDHE)
- NLR MP 87028 U Panel methods in aerodynamics; some highlights.
(Invited lecture presented at the Third GAMM-Seminar "Panel Methods in Mechanics", Kiel, West-Germany, January 16 – 18, 1987)
H.W.M. Hoeijmakers
- NLR MP 87029 U Corrosiepreventie in gasturbines.
(Voordracht gehouden tijdens de Corrosiedag 1986 van de NCC- sector Energie, Arnhem, 16 september 1986)
A.J.A. Mom
- NLR MP 87030 U A numerical method for the simulation of liquid-solid body dynamics.
(Paper presented at the 12th IMACS World Congress on Scientific Computation, Paris, July 18 – 22, 1988)
M.E.S. Vogels
- NLR MP 87031 U The application of trajectory prediction algorithms for planning purposes in the Netherlands ATC-system.
(Contribution to Guidance and Control Panel AGARDograph 301 on Computation, Prediction and control of aircraft trajectories (to be published December 1987))
J.N.P. Beers, T.B. Dalm, J.M. ten Have, H. Visscher

- NLR MP 87032 U A flight simulator evaluation of the approach path parameters for MLS curved approaches.
(Paper prepared for the AIAA Flight Simulation Technology Conference, Monterey, CA, USA, August 17 – 19, 1987)
L.J.J. Erkelens
- NLR MP 87033 U The challenge of lowered visibility limits for precision approach and landing with helicopters.
(Paper prepared for publication in: *Blauwboek, Society of Aerospace Students, Delft University of Technology, 1985*)
Tj. Hoekstra
- NLR MP 87034 U Future satellite navigation systems – with emphasis on NAVSTAR GPS –.
(Paper prepared for "Post academic course on Radionavigation Systems, Delft University of Technology, 17 – 19 June, 1987)
O.B.M. Pietersen
- NLR MP 87037 U Schade-onderzoek aan gasturbines.
(Paper gepresenteerd op het Symp. van de Bond van Materialenkennis "Schade in constructies voor gebruik bij hoge temperatuur", Wageningen, 16 oktober 1986)
A.J.A. Morn
- NLR MP 87038 U A frequency-domain method for the computation of propeller acoustics.
(Paper to be presented at the AIAA 11th Aeroacoustics Conference, Sunnyvale, CA, USA, October 19 – 21, 1987)
J.B.M.H. Schulten
- NLR MP 87039 U Accuracy of various wall-correction methods for 3D subsonic wind tunnel testing.
(Paper presented at the AGARD FDP Symp. "Aerodynamic data accuracy and quality. Requirements and capabilities in wind tunnel testing", Naples, Italy, 28 Sept. – 1 Oct. 1987)
R.A. Maarsingh, Th.E. Labrujère, J. Smith
- NLR MP 87040 U Measurement uncertainty of the AGARD/PEP uniform engine test program.
(Paper presented at the AGARD Fluid Dynamics Panel Symp. on Aerodynamic Data Accuracy and Quality, Naples, Italy, 28 Sept. – 1 Oct. 1987)
J.P.K. Vleghert
- NLR MP 87041 U On Reynolds number effects and simulation – Report of the review committee of AGARD Working Group 09.
(Paper presented at the AGARD Symp. on "Aerodynamic Data Accuracy and Quality: Requirements and Capabilities in Wind Tunnel Testing", Naples, 28 Sept. – 1 Oct. 1987)
A. Elsenaar
- NLR MP 87042 U Sensory systems: A tactical decision aid.
(Paper presented at the 54th Symp. of the Avionics Panel on the Electro-Optical Systems and Image Analysis of Airborne Appl., Athens, Greece, 5 – 9 Oct. 1987)
B.J.P. van der Peet, J.C. Donker
- NLR MP 87043 U Acoustic and Aerodynamic Characteristics of Perforin, the Linear Perforated Plate acoustic liner.
(Paper presented at the AIAA 11th Aeroacoustic Conf., Sunnyvale, CA, USA, October 19 – 21, 1987)
T. Zandbergen
- NLR MP 87046 U A wind tunnel investigation at low speed of the flow about a straked delta wing, oscillating in pitch.
(Paper presented at the AIAA Atmospheric Flight Mechanics Conference, Monterey, CA, USA, August 17 – 19, 1987)
R.G. den Boer, A.M. Cunningham, Jr.
- NLR MP 87047 U The data acquisition for the Fokker 100 test aircraft.
(Paper prepared for presentation at the Society of Flight Test Engineers 18th Annual Symp., Amsterdam, 28 Sept. – 1 Oct. 1987)
S. Storm van Leeuwen, A. Voskes

- NLR MP 87048 U Spanningscorrosiescheuren in aluminium vliegtuigconstructies.
(Bijdrage aan de najaarsvergadering van de werkgroep Spanningscorrosie van het NCC, 6 oktober 1987)
L. Schra
- NLR MP 87049 U Automated measurement of crack length and load line displacement at elevated temperature.
(Paper prepared for presentation at a meeting of an Ad Hoc Group on High Temperature Cyclic Behaviour of Aerospace Materials at the occasion of the 65th meeting of the AGARD SMP in Cesme, Turkey, October 1987)
H.P. van Leeuwen, F.F. Groep, L. Schra
- NLR MP 87052 U Prediction of fatigue crack growth.
(Paper prepared for presentation at the Advanced Seminar on Fracture Mechanics ASFM6 "Assessment of Cracked Components by Fracture Mechanics", ISPRA (Varese), Italy, 28 Sept. – 2 Oct., 1987)
A.U. de Koning
- NLR MP 87053 U Dynamics modelling, simulation, and control of a spacecraft/ manipulator system.
(Paper presented at the First European In-Orbit Operations Techn. Symp., Darmstadt, 7 – 9 Sept. 1987)
P.Th.L.M. van Woerkom, M. Guelman
- NLR MP 87054 U Definition of the EUROSIM simulation subsystem.
(Paper presented on the first European In-Orbit Operations Technology Symp., Darmstadt, 7 – 9 Sept. 1987)
C.N.A. Pronk, E. Ersü (ISRA), A.L. Lippay (AE), E. Elfving (ESTEC)
- NLR MP 87056 U New erosion resistant compressor coatings.
(Paper prepared for presentation at the 33rd ASME International Gas Turbine and Aeroengine Congress and Exposition, Amsterdam, 5 – 9 June 1988)
H.J. Kolkman
- NLR MP 87057 U Bordered equations in continuation methods: An improved solution technique.
E. Riks, C.C. Rankin (Lockheed)
- NLR MP 87058 U Bulging cracks in pressurized fuselages; a numerical study.
(Paper published in the AIAA Journal of Aircraft Structures)
E. Riks
- NLR MP 87059 U Matching P.S.D.-design loads.
(Paper presented at the Workshop: The flight of flexible aircraft in turbulence", at the occasion of the 65th meeting of the AGARD SMP, Cesme, Turkey, 4 – 9 Oct. 1987)
R. Noback
- NLR MP 87060 U Technology involved in the simulation of motion cues: The current trend.
(Paper presented at the AGARD Aerospace Medical Panel Symp. on Motion Cues in Flight Simulation and Simulation Sickness, Brussels, 28 Sept. – 2 Oct. 1987)
H.A. Mooij
- NLR MP 87061 U The potential of combined use of satellite data with topographic information.
(Contribution to the Willi Nordberg Symp. "Remote sensing towards operational cartographic application", Graz, Austria, Sept. 1987)
F.B. van der Laan
- NLR MP 8762 U A systematic worldwide cover of satellite mosaics.
(Contribution to the Willi Nordberg Symp. "Remote sensing towards operational cartographic application", Graz, Austria, Sept. 1987)
F.B. van der Laan

- NLR MP 87063 U Landuse inventory using Landsat Thematic Mapper imagery to study environmental pollution.
(Contribution to the Willi Nordberg Symp. "Remote sensing towards operational cartographic application", Graz, Austria, Sept. 1987)
F.B. van der Laan, O.F. Schoumans (STIBOKA), H.A.M. Thunissen (STIBOKA)
- NLR MP 87064 U The Hermes manipulation system (HERA) simulation facility development.
(Paper presented at the First European In-Orbit Operation Technology Symp., Darmstadt, 7 – 9 Sept. 1987)
J.J.M. Prins, P. Dieleman, J.A. Hoogstraten
- NLR MP 87065 U Analysis of crack opening behaviour by application on a discretised strip yield model.
(Paper presented at the International Symposium on Fatigue Crack Closure, Charleston, USA, May 1986)
A.U. de Koning, G. Liefing
- NLR MP 87066 U Requirements and capabilities in unsteady windtunnel testing.
(Paper presented at the AGARD FDP Symposium on Aerodynamic data accuracy and quality, Naples, Italy, 28 Sept. – 1 Oct. 1987)
R.G. den Boer, R. Houwink, R.J. Zwaan
- NLR MP 87067 U Corrosie in gasturbines.
(Voordracht gehouden tijdens de "Corrosiedag" 1987, van het Nederlandse Corrosie Centrum", 10 – 12 november 1987)
H.J. Kolkman
- NLR MP 87068 U De instrumentatie voor de vliegproeven van de Fokker 100.
(Voordracht gehouden tijdens de studiedag "Elektronika in de Lucht- en Ruimtevaart", Delft, 11 november 1987)
J.T.M. van Doorn, A. Voskes
- NLR MP 87069 U Considerations concerning the assessment of pilot workload for complex task conditions.
(Paper presented at the AGARD FMP/GCP Symp. on Man-Machine Interface in Tactical Aircraft Design and Combat Automation, Stuttgart, Sept. 1987)
R.C. van de Graaff
- NLR MP 87070 U Real-time environment monitoring using data from METEOSAT and NOAA imaging satellites.
(Paper presented at the SPIE Symp. on Digital Image Processing and Visual Communications Techn. in Meteorology, Cambridge, Mass., USA, 27 – 28 Oct. 1987)
H.A. van Ingen Schenau, J.C. Venema
- NLR MP 87072 U 12 Jaar overzicht van wolkenvrije Landsat-beelden van heel Nederland.
(Artikel in nieuwsbrief Kring van Remote Sensing)
F.B. van der Laan
- NLR MP 87073 U On the breakdown of the steady and unsteady interacting boundary-layer description.
(Paper published in the Journal of Fluid Mechanics)
R.A.W.M. Henkes (TU Delft), A.E.P. Veldman
- NLR MP 87076 U Continuous-discrete filtering for systems with Markovian switching coefficients and simultaneous jumps.
(Paper presented at the 21st Asilomar Conf. on Signals, Systems and Computers, Pacific Grove, Ca, USA, 2 – 4 November, 1987)
H.A.P. Blom
- NLR MP 87078 U COCOMAT, a CAE system for composite structures design.
(Paper presented at the Conference on Computer Aided Design in Composite Materials Technology (CADCOMP 88), Southampton, UK, 13 – 18 April, 1988)
H.J.W.M. Koelman, H.W. Veerbeek
- NLR MP 87079 U Bouwstenen voor de ontwikkeling van informatiesystemen bij het NLR.
(Presentatie tijdens het SURF Symp., Delft, 7 december 1987)
J.J. Schuurman

- NLR MP 87080 U An alternative method to solve a variational inequality applied to an air traffic control example.
(Paper presented at the 8th Intern. Conf. on Analysis and Optimization of Systems, Antibes, France, 8 – 10 June, 1988)
G.B.M. Heuvelink, H.A.P. Blom
- NLR MP 87081 U Het simuleren van systemen met behulp van het PROMISE-simulatiepakket.
(Artikel voorbereid voor plaatsing in het maandblad "Informatie")
G.J. Dekker, H. de Jong
- NLR MP 88001 U Current status of flight simulation fatigue crack growth concepts.
(Paper prepared for the Third International Spring Meeting of the French Metallurgical Society, Paris, June 1988)
R.J.H. Wanhill, J. Schijve (TUD)
- NLR MP 88003 U Quench sensitivity of airframe aluminium alloys.
(Paper presented at the Eighth International Conference on the Strength of Metals and Alloys, August 22 – 26, 1988, Tampere, Finland)
H.J. Kolkman, W.G.J. 't Hart, L. Schra
- NLR MP 88004 U Environment-assisted aerospace fatigue problems in the Netherlands.
(Paper presented at the Symposium on Environmentally Assisted Fatigue, Sheffield University, April 1988)
R.J.H. Wanhill
- NLR MP 88005 U NEN 6096, de norm voor kleine horizontale-as windturbines.
(Lezing gehouden tijdens de Nationale Windenergie Conferentie 1988, Noordwijkerhout, 23 – 24 februari 1988)
L.A.H. Machielse (ECN), H.H. Ottens
- NLR MP 88006 U Observed Reynolds number effects on airfoils and high aspect ratio wings at transonic flow conditions.
(Chapters 1 and 3 of an AGARDograph on Reynolds number effects, for use of an AGARD special course on "Boundary Layer simulation methodology in Transonic Wind Tunnel Testing, to be held in Brussels and Tullahoma, 1988)
A. Elsenaar
- NLR MP 88007 U Fracture control guidelines for stress corrosion.
(Paper presented for publication by the NCC (Nederlands Corrosie Centrum))
R.J.H. Wanhill
- NLR MP 88008 U Numerical accuracy of a two-stream radiative transfer model from comparison with an N-stream model.
(Paper presented at the 4th Colloquium on Spectral Signatures of Objects in Remote Sensing, Aussois, France, 18 – 22 January 1988)
W. Verhoef
- NLR MP 88010 U EMC Meetfaciliteiten.
(Lezing gehouden tijdens de "Electromagnetic Interference and Compatibility" Werkoverlegvergadering, Eindhoven, 5 november 1987)
C. Wagemaker
- NLR MP 88012 U Prediction of low and high crack growth rates under constant and variable amplitude loading.
(Paper prepared for presentation at the Third Intern. Spring meeting on "Fatigue crack growth under variable amplitude loading", Paris, July 15 – 17, 1988)
A.U. de Koning, D.J. Dougherty (Purdue University)
- NLR MP 88015 U NEXT 2.0, een expert system shell voor technische toepassingen.
(Publikatie ter gelegenheid van de Ned. AI Conf. 1988, onder auspiciën van de Nederlandse Vereniging voor Kunstmatige Intelligentie (NVKI), Amsterdam, 12 – 13 april 1988)
P.J. Kat, J.C. Donker
- NLR MP 88017 U WISPER: Introducing variable-amplitude loading in windturbine design.
(Paper presented at the BWEA Wind Energy Association 10th Annual Conference, London, March 23 – 25, 1988)
A.A. ten Have

BIJLAGE 2 – BIJDRAGE AAN CONGRESSEN EN CURSUSSEN

Ir. A. Elsenaar, Observed Reynolds number effects on airfoils and high aspect ratio wings at transonic flow conditions, AGARD Special course on "Boundary Layer Simulation Methodology in Transonic Wind Tunnel Testing, Brussel, 25 – 29 April, en Tullahoma, Tenn., USA, 20 – 24 juni.

Ir. A. Elsenaar, dr. L. Hjelmberg (FFA), dr. K. Bütefisch (DLR), ir. W.J. Bannink (TUD), The international vortex flow experiment, AGARD FDP Symp. "Validation of Computational Fluid Dynamics", Lissabon, 5 mei 1988.

Ir. J.M.J.W. Jacobs e.a., Numerical simulation of the flow about a wing with leading-edge vortex flow, 11th Int. Conf. on Numerical Methods in Fluid Dynamics, Williamsburg, V.S., 27 juni – 1 juli 1988.

Ir. J.H.M. Gooden en ir. J.W. Kooi, Comparison of LDA and LTA application for propeller tests in windtunnels, 4th Int. Symp. on Applications of Laser Anemometry to Fluid Mechanics, Lissabon, Portugal, 11 – 14 juli 1988.

Ir. J.W. Kooi en ir. J.H.M. Gooden, Selection of a laser anemometer technique for propeller tests in wind tunnels, AIAA/ASME/ASME/SAE 24th Joint Propulsion Conf. and Exhibit "Thrust for the 21st Century", Boston, V.S., 11 – 14 juli 1988.

Ir. T. Zandbergen, Stator vane response due to the impingement of the wake of an unloaded rotor, AIAA/ASME/ASME/SAE 24th Joint Propulsion Conf. and Exhibit, Boston, V.S., 11 – 14 juli 1988.

Ir. H.W.M. Hoeijmakers, Aspects of the Development and Application of panel methods in aerodynamics, 10th Int. Conf. on Boundary Element Methods in Engineering, Southampton, V.K., 6 – 9 september 1988.

Ir. R. Houwink, ing. J.A. van Egmond en ir. P.A. van Gelder, Computation of viscous aerodynamic characteristics of 2-D airfoils for helicopter applications, 14th European Rotorcraft Forum, Milaan, Italië, 20 – 23 september 1988.

Dr. ir. B. van den Berg, A European collaborative investigation of the three-dimensional turbulent shear layers of a swept wing, AGARD FDP Symp. "Fluid Dynamics of three-dimensional turbulent shear flows and transition", Cesme, Turkije, 3 – 6 oktober 1988.

Ir. H.W.M. Hoeijmakers, The role of CFD in missile aerodynamics, Missile Aerodynamics Conf., Monterey, V.S., 31 oktober – 2 november 1988.

Dr. B. Oskam, Supercomputers in aerospace, SARA's Vijfde Supercomputer Gebruikersdag, Amsterdam, 10 november 1988.

Ir. J.M.J.W. Jacobs, Numerical Interactive Grid Generation for 3D-Flow calculations, co-authors: ing. A. Kassies, dr. ir. J.W. Boerstool, drs. F.A. Buijsen en ir. J.L. Kuijvenhoven (Fokker Aircraft), 2nd Int. Conf. on Numerical Grid Generation in Computational Fluid Dynamics, Miami, V.S., 5 – 9 december 1988.

H.A. Mensink, Ongevallenonderzoek bij de Koninklijke luchtmacht, Lezing voor de Nederlandse Vereniging voor Luchtvaarttechniek, Amsterdam, 24 januari 1988, en voor de Vereniging Onze Luchtmacht, mei 1988.

Ir. M. Baarspul (TUD), dr.ir. J.A. Mulder (TUD), ir. A.M.H. Nieuwpoort en ir. J.H. Breeman, Mathematical model identification for flight simulation based on flight and taxi tests, RAes Symp. on Flight Simulation: Recent developments in technology and use, London, 12 – 13 april 1988.

Dr. G.B.M. Heuvelink (RUU) en ir. H.A.P. Blom, An alternative method to solve a variational inequality applied to an Air Traffic Control example, 8th Int. Conf. on Analysis and Optimization of Systems, Antibes, Frankrijk, 8 – 10 juni 1988.

Dr.ir. H.A. Mooij, Low-speed Longitudinal flying qualities of modern transport aircraft, AGARD FMP Lecture Series no. 157: "Advances in flying qualities", Delft, 26 – 27 mei 1988, Rome, 30 – 31 mei 1988 en Torrance, USA, 15 – 16 juni 1988.

Ir. J.A.J. van Engelen, Results of a flight simulator experiment to establish handling quality guidelines for the design of future transport aircraft, AIAA Flight Mechanics Conf., Minneapolis, Minnesota, USA, 15 – 17 augustus 1988.

Drs. S. Storm van Leeuwen, The measurement of linear and angular displacements in prototype aircraft – instrumentation, calibration and operational accuracy, Society of Flight Test Engineers 19th Annual Symp., Arlington, Texas, V.S., 15 – 17 augustus 1988.

Ir. J.T.M. van Doorn, ir. P.J.H.M. Manders, O. van Teunenbroek en ir. A. Voskes, MRVS, a system for measuring, recording and processing flight test data, 16th Congr. of the Int. Council of the Aeronautical Sciences (ICAS), Jeruzalem, 28 augustus – 2 september 1988.

Ir. L.J.J. Erkelens, Flight simulations on MLS-guided interception procedures and curved approach path parameters, 16th Congr. of the Int. Council of the Aeronautical Sciences (ICAS), Jeruzalem, 28 augustus – 2 september 1988.

Ir. A.M.H. Nieuwpoort, ir. J.H. Breeman, ir. M. Baarspul (TUD) en dr.ir. J.A. Mulder (TUD), Phase II flight training simulator mathematical model and data package based on flight test and simulation techniques, 16th Congr. of the Int. Council of the Aeronautical Sciences (ICAS), Jeruzalem, 28 augustus – 2 september 1988.

Ir. P.M. Broos, Cessna Citation Simulation Program, invited lecture, European Chapter Meeting Society of Flight Test Engineers, Rochester, V.K., 7 – 10 september 1988.

Ir. C.J. Jansen, Present and future developments of the NLR Research Flight simulator, AIAA Flight simulation Technologies Conference, Atlanta, Georgia, V.S., 7 – 9 september 1988.

Ir. J.T.M. van Doorn, Flight testing in The Netherlands, AGARD Symp. on Flight test techniques, Edwards AFB, V.S., oktober 1988.

Ing. C.S. Beers, drs. A.N. Lefferts (Min. van Defensie) en lt.kol. D.G.G. Margadant (CLS), Cursus geluidshinder, KMA, Breda, 5 – 6 oktober 1988.

Ir. J. Brüggem, Development and applications of an avionics research testbed, 8th Digital Avionics Systems Conference, San José, V.S., 17 – 20 oktober 1988.

Ir. H.A.P. Blom, From piecewise deterministic to piecewise diffusion Markow processes, 27th IEEE Conf. on Decision and Control, Austin, Texas, V.S., 7 – 9 december 1988.

Ir. L.A.H. Machielse (ECN) en ir. H.H. Ottens, NEN 6096, de norm voor kleine horizontale-as wind-turbines, Nationale Windenergie Conferentie 1988, Noordwijkerhout, 23 – 24 februari 1988.

Ir. A.A. ten Have, WISPER: Introducing variable-amplitude loading in windturbine design, BWEA Wind Energy Association 10th Annual Conference, London, 23 – 25 maart 1988.

Ir. H.J.W.M. Koelman en ing. H.W. Veerbeek, Cocomat, a CAE system for composite structures design, Conf. on Computer Aided Design in Composite Material Technology (CADCOMP 88), Southampton, V.K., 13 – 18 april 1988.

Ir. R. Noback, SDG, PSD and the nonlinear airplane, Gust Specialist Research Workshop, Williamsburg, V.S., 21 april 1988.

Ir. H. Vlieger, Statische en damage tolerance beproeving van Fokker 100 stabilo, NVvL-VSV Symp. "Certificatie van vliegtuigen", TU-Delft, 29 april 1988.

Dr.ir. E. Riks, Numerical aspects of shell stability analysis, Int. Conf. on Computational Engineering Science, Atlanta, V.S., 10 – 14 april 1988.

Dr. R.J.H. Wanhill, Environment-assisted aerospace fatigue problems in The Netherlands, Symp. on Environmental Assisted Fatigue, Sheffield, V.K., april 1988.

Dr.ir. H.J. Kolkman, Reinigen van compressoren, Contactdag NCC-Sector Energie, Utrecht, 3 mei 1988.

Dr.ir. H.J. Kolkman, New erosion resistant compressor coating, 33rd ASME Int. Gas Turbine and Aeroengine Congr. and Exp., Amsterdam, 5-9 juni 1988.

Ir. A.A. ten Have, WISPER: a standardized fatigue load sequence for HAWT loads, 1988 ECWEC Conf., Herning, Denemarken, 6 – 10 juni 1988.

Dr. R.J.H. Wanhill en prof.dr.ir. J. Schijve (TUD), Current status of flight simulation fatigue crack growth concepts, 3rd Int. Spring Meeting of the French Metallurgical Society, Parijs, juni 1988.

Ir. A.U. de Koning en D.J. Dougherty (Purdue University), Prediction of low and high crack growth rates under constant and variable amplitude loading, 3rd Int. Spring Meeting on "Fatigue crack growth under variable amplitude loading, Parijs, 15 – 17 juli 1988.

Dr.ir. H.J. Kolkman, ir. W.G.J. 't Hart en ing. L. Schra, Quench sensitivity of airframe aluminium alloys, 8th Int. Conf. on the Strength of Metals and Alloys, Tampere, Finland, 22 – 26 augustus 1988.

Ir. W.G.J. 't Hart, Damage tolerance and engineering properties of aluminium-lithium alloys, co-auteurs: ing. L. Schra en dr. R.J.H. Wanhill, 16th Congress of the Int. Council of the Aeronautical Sciences (ICAS), Jeruzalem, 28 augustus – 2 september 1988.

Dr.ir. H.J. Kolkman, Coatings for gas turbine compressors, 2nd Parsons Int. Turbine Conf. "Materials development in Turbo-Machinery Design", Cambridge, V.K., 12 – 14 september 1988.

Ir. W.G.J. 't Hart, Mechanical properties and fracture toughness of 8090-T651 plate and 2091 and 8090 sheet, co-auteurs: ing. L. Schra, dr. D.S. McDermid (RAE) en dr. M. Peters (DLR), AGARD specialists meeting on New Light Alloys, Mierlo, 3 – 5 oktober 1988.

Dr.ir. A. de Boer, ir. H.H. Ottens, dr.ir. B.W. Kooi (Fokker S&S) en ir. J.J. Wijker (Fokker S&S), Application of matrix correction methods on a plate and a truss structure, "StruCoMe '88" Conf., Parijs, 2 – 4 november 1988.

Dr. R.J.H. Wanhill en ing. L. Schra, Corrosion fatigue crack arrest in aluminium alloys, ASTM Symp. on Evaluation and Techniques in Fractography, Atlanta, V.S., november 1988.

Ir. A.A.M. Delil, Development of a sensor for high-quality two-phase flow, co-auteur: ir. J.F. Heemskerk, Eurotherm no. 7: "Thermal Non-Equilibrium in Two-Phase Flow", Rome, 23 – 24 maart 1988.

Ing. W. Verhoef, Numerical accuracy of a two-stream radiative transfer model from comparison with an N-stream model, 4th Colloquium on Spectral Signatures of Objects in Remote Sensing, Aussois, Frankrijk, 18 – 22 januari 1988.

Ir. A.A.M. Delil, A sensor for high-quality two-phase flow, 16th International Symp. on Space Technology and Science, Sapporo, Japan, 22 – 29 mei 1988.

Ir. A.A.M. Delil, A sensor for high quality two-phase flow, Colloquium University of Tsukuba, Department of Engineering Mechanics, Tsukuba, Japan, 6 juni 1988.

Drs. F.B. van der Laan, Improvement of classification results of satellite imagery using context information from a topographic map, 16th Congress of the Int. Soc. for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS), Kyoto, Japan, 1 – 10 juli 1988.

Ir. J.P.B. Vreeburg en prof. R. Monti (Universiteit van Napels), Effects of microgravity on matter, Summer School Space Cell Biology, La Loude les Maures, Frankrijk, 5 – 10 september 1988.

Drs. F.B. van der Laan en drs. P.G. Meijer, *Updating landuse information on topographic maps using satellite imagery; combining the advantage of two accessible sources of geographic information*, IGARSS Conf. "Remote Sensing - moving towards the 21st century, Edinburgh, V.K., 12 – 16 september 1988.

Ir. A.A.M. Delil, Vapour quality control in a two-phase flow system, 3rd Int. Heat Pipe Symp., Tsukuba, Japan, 12 – 14 september 1988.

Ir. A.A.M. Delil, Prospects of advanced thermal management systems for spacecraft, 3rd Int. Heat Pipe Symp., Tsukuba, Japan, 12 – 14 september 1988.

Ir. A.A.M. Delil, Aspects of heat pipe quality assurance and safety, National Research Institute of Environmental Pollution and Resources Workshop on Heat Pipe Safety, Tsukuba, Japan, 14 september 1988.

Ir. A.A.M. Delil, Vapour quality sensor for a control system of a spacecraft two-phase thermal bus, National Space Development Agency Workshop on Prospects of Future Thermal Technology in Space, Tokyo, Japan, 16 september 1988.

Ir. A.A.M. Delil, Development of a sensor for high-quality two-phase flow, co-auteur: ir. J.F. Heemskerk, 3rd European Symp. on Space Thermal Control & Life Support Systems, Noordwijk, 2 – 6 oktober 1988.

Ir. M.E.S. Vogels, *A numerical method for the simulation of liquid-solid body dynamics*, 12th IMACS World Congress on Scientific Computation, Parijs, 18 – 22 juli 1988.

Dr.ir. J.W. Boerstael, Numerical grid generation in 3D Euler-flow simulations, Conf. on Numerical Fluid Dynamics, Oxford, V.K., 21 – 24 maart 1988.

Ir. B. van der Moezel en ir. T.P. Zwijsling, The use of expert systems for preprocessing image data, SPIE Symp. on Applications of Artificial Intelligence, Orlando, Florida, V.S., 4 – 6 april 1988.

Drs. J.C. Venema en ir. H.A. van Ingen Schenau, Definition and design of an operational environment-monitoring system, SPIE's Technical Symp. on Optics, Electro-optics and Sensors, Orlando, Florida, V.S., 4 – 8 april 1988.

Dr.ir. J.W. Boerstael, Numerical accuracy assessment, 62nd AGARD meeting of the FDP Symp. on Validation of Computational Fluid Dynamics, Lissabon, Portugal, 2 – 5 mei 1988.

Ir. J. van der Vooren, Aircraft drag prediction for transonic potential flow, 62nd AGARD meeting of the FDP Symp. on Validation of Computational Fluid Dynamics, Lissabon, Portugal, 2 – 5 mei 1988.

Drs. W.J.M. Nelis, Datacommunicatie: standaardproducten of eigen ontwikkeling? Telecommunicatienetwerk-week, georganiseerd door Computable Informatics Seminars, Amsterdam, 16 – 20 mei 1988.

Ir. J.J.P. van Hulzen en ir. J.J. Schuurman, Method bases, a new tool for applied information system design, First European Conf. on Information Technology for Organizational Systems EUROINFO '88, Athene, mei 1988.

Ing. A. Kassies, Informatica-aspecten van omvangrijke stromingsberekeningen op de SX-2 super-computer, NLR-WGS Symposium "Rekenen op de SX-2", 3 juni 1988.

BIJLAGE 3 - VERKLARING VAN EEN AANTAL VAN DE GEBRUIKTE AFKORTINGEN

AGARD	Advisory Group for Aerospace Research and Development (NAVO)	FAA	Federal Aviation Administration
AIAA	American Institute Aeronautics and Astronautics	FAO	Food and Agriculture Organization
AMC	Amsterdams Medisch Centrum	FAA	Aeronautical Research Institute of Sweden
APT	ATT en Philips Telecommunicatie	GARTEUR	Group for Aeronautical Research and Technology in Europe
ARALL	ARamide Aluminium Laminate	GPS	Global Positioning System
ATC	Air Traffic Control	HST	Hoge-Snelheidstunnel
BCRS	Beleidscommissie Remote Sensing	ICAO	International Civil Aviation Organization
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie	IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
BMVg	Bundesministerium für Verteidigung	IEPG	Independent European Programme Group
CAD	Computer-Aided Design	ILST	Indonesische Lage-Snelheidstunnel
CAE	Canadian Aviation Electronics	INSP	Informatica Stimulerings Plan
CAE	Computer-Aided Engineering	ITB	Institut Teknologi Bandung (Indonesië)
CAESAR	CCD Airborne Experimental Scanner for Applications in Remote Sensing	JAR	Joint Airworthiness Regulations
CAM	Computer-Aided Manufacturing	KLM	Koninklijke Luchtvaart Maatschappij N.V.
CARTE	Collaboration on Aeronautical Research and Technology in Europe	KLu	Koninklijke luchtmacht
CCD	Charge-Coupled Device	KM	Koninklijke marine
CIM	Computer Integrated Manufacturing	KMA	Koninklijke Militaire Academie
DLR	Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt (voorheen: DFVLR, Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt)	KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
DNW	Duits-Nederlandse Windtunnel	KNVvL	Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart
DVSV	Dataverwerkingsstation Vliegproeven	KSSU	KLM, SAS, Swissair, UTA
ECN	Energieonderzoek Centrum Nederland	LAGG	Aero-Gas Dynamics and Vibration Laboratory
ECS	European Communication Satellite	LAMF/ETSIA	Laboratorio de Aerodinamica de la Escuela Technica Superior de Ingenieros Aeronauticos (Madrid)
EDIPAS	Engineering Data Interactive Presentation and Analysis System	LST	Lage-SnelheidswindTunnel
EG	Europese Gemeenschappen	MBB	Messerschmitt-Bölkow-Blohm
EFIS	Electronic Flight Instrument System	MLS	Microwave Landing System
ERS	ESA Remote-Sensing Satellite	MRVS	Meet-, Registratie- en Verwerkingssysteem
ESA	European Space Agency	NAG	Netherlands Aerospace Group
ESA-IRS	ESA Information Retrieval Service	NASA	National Aeronautics and Space Administration
ESPRIT	European Strategic Programme for Research and Development	NAVO	Noord-Atlantische VerdragsOrganisatie
ESTEC	European Space Research and Technology Centre	NAVSEP	Panel of Experts on Navigation and Separation (Eurocontrol)
ETW	Europese Transsone Windtunnel	NAVSTAR	Navigation System with Time and Ranging
Eurocontrol	European Organization for the Safety of Air Navigation	NIVR	Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart
EVD	Economische Voorlichtings Dienst	NKO	Nederlandse Kalibratie Organisatie
EZ	Ministerie van Economische Zaken	NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
		NLRGC	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartgeneeskundig Centrum
		NNC	NASA Nationaal Centrum
		NOP	Noordoostpolder

NPOC	National Point of Contact
NRT	NIVR Ruimtetechnologieprogramma
NSM	Niet-Stationaire Meetmethode
NTIS	National Technical Information Service (USA)
ONERA	Office National d'Etudes et de Recherches Aerospatiales
O&W	Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen
PETW	Pilottunnel ETW
PUSPIPTK	Nationaal Centrum voor Research, Wetenschap en Technologie (Indonesië)
RAE	Royal Aircraft Establishment
RESEDA	Remote-Sensing Dataverwerkingssysteem
RLD	Rijksluchtvaartdienst
RLS	Rijksluchtvaartschool
SARA	Stichting Academisch Rekencentrum Amsterdam
SICAS	SSR Improvement and Collision Avoidance System
Signaal	Hollandse Signaalapparaten B.V.
SLAR	Side-Looking Airborne Radar
SPOT	Système Probatoire Observation Terrestre
SSR	Secondary Surveillance Radar
SST	Supersone-snelheidstunnel
TDCK	Wetenschappelijk en Technisch Documentatie- en Informatiecentrum voor de Krijgsmacht
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast- Natuurwetenschappelijk Onderzoek
TPD	Technisch Fysische Dienst TNO-TH
TPS	Turbine-Powered Simulation
TTA	Technological/Technical Assistance
TUD/LR	TU-Delft, Faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek
USAF	United States Airforce
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