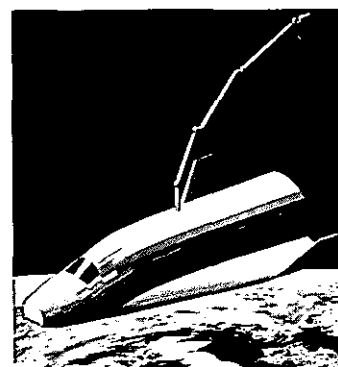
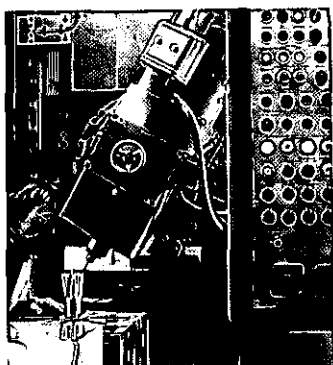
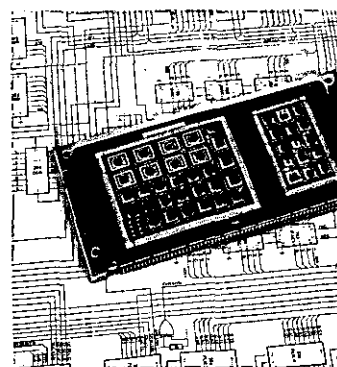
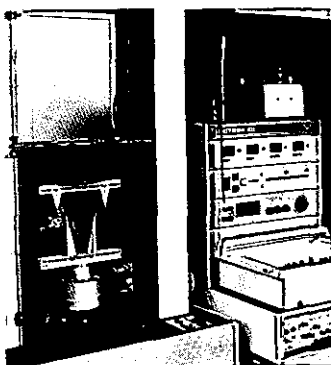
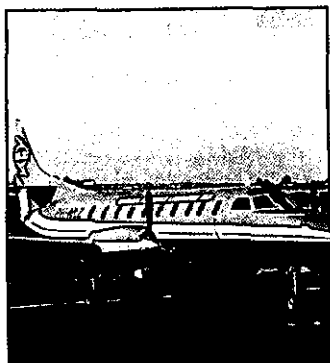


STICHTING

Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium



VERSLAG
OVER HET JAAR

1987

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 (stnlr 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) 28 28 – Telex 42134 (nlrbp nl)
Fax (05274) 38 97

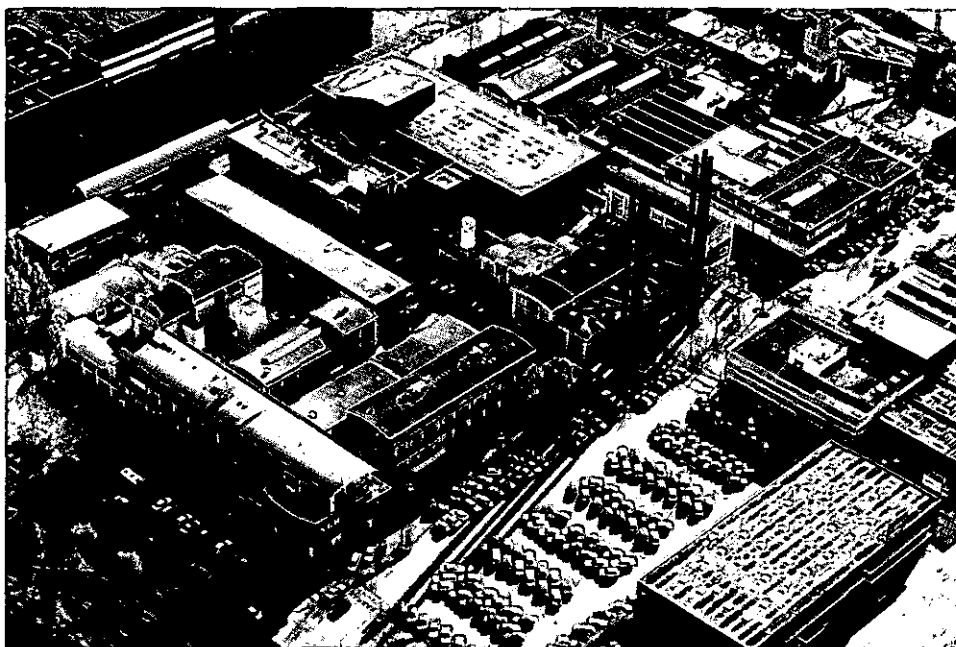
VERSLAG
OVER HET JAAR
1987

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



NLR NOORDOOSTPOLDER
(foto's: 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 H.S.N. van Kampen	Minister van Defensie voor de Koninklijke marine (KM)
Ir. J.J. Kooyman	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.
Mr. G.W. van Hasselt	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.KLu b.d.	Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR)

DIRECTIE VAN HET NATIONAAL LUCHT- EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM*

Ir. J.A. van der Blik	algemeen directeur
Dr.ir. B.M. Spee	adjunct-directeur
J.A. Verberne, R.A.	controller

* Samenstelling op 31 december 1987

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: Spin-off	15
2	ORGANISATIE EN PERSONEEL VAN HET LABORATORIUM	19
3	OVERZICHT VAN HET WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK	23
3.1	Stromingen	23
3.2	Vliegtuigen	27
3.3	Constructies en materialen	33
3.4	Ruimtevaart	38
3.5	Toegepaste informatica	43
3.6	Milieubeheer	50
4	TECHNISCHE OUTILLAGE	51
4.1	Technische outillage voor stromingsonderzoek	51
4.2	Technische outillage voor vliegtuiggebruik en vliegmechanisch onderzoek	53
4.3	Technische outillage op het gebied van constructies en materialen	54
4.4	Technische outillage voor ruimtevaartonderzoek	54
4.5	Overige technische outillage	55
5	CAPITA SELECTA	57
5.1	Statische en dynamische beproeving van het Fokker 100 stabilo	57
5.2	Vluchtnabootseronderzoek in GARTEUR-verband naar vliegeigenschappen van toekomstige verkeersvliegtuigen	69
6	BIBLIOTHEEK EN DOCUMENTATIE	75
7	EXTERNE EN INTERNE BETREKKINGEN	78
8	WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR	81
9	INTERNATIONALE SAMENWERKING	83
9.1	Internationale samenwerking in AGARD-verband	83
9.2	Internationale samenwerking in DNW-verband	89
9.3	Internationale samenwerking in ETW-verband	91
9.4	Internationale samenwerking in GARTEUR-verband	93
9.5	Samenwerking met Indonesië op het gebied van luchtvaartonderzoek (Project TTA-79)	97
	Bijlage 1: Publikaties	99
	Bijlage 2: Bijdragen aan congressen en cursussen	103
	Bijlage 3: Verklaring van een aantal van de gebruikte afkortingen	107



Op 6 april 1988 stelde de minister van Verkeer en Waterstaat, mw. drs. N. Smit-Kroes, de NEC SX-2 supercomputer officieel in gebruik. Van links naar rechts: de voorzitter van het bestuur van de Stichting NLR, prof. dr. ir. O.H. Gerlach, mw. drs. N. Smit-Kroes, dr. Masato Saito, Vice President van NEC, en ir. W. Loeve, leider van de hoofdafdeling Informatica van het NLR.

1 ALGEMENE BESCHOUWINGEN

1.1 BESTUUR VAN DE STICHTING

Vergaderingen

Het NLR-bestuur vergaderde op 20 februari, 25 juni, 9 oktober en 18 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 juni-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. Bij die gelegenheid is door het bestuur nog eens de grote waardering uitgesproken voor de inzet van het NLR-personeel in de afgelopen jaren.

Samenstelling

In de verslagperiode vonden geen wijzigingen plaats. Prof.dr.ir. O.H. Gerlach werd per 7 mei 1987 herbenoemd in de functie van voorzitter.

Herbenoemd tot bestuurslid werden drs. C.A. Stants (per 15 oktober 1987) en drs. B.R. Barten (per 13 oktober 1987). Voorts werd prof.dr.ir. J.P. Zandbergen door het NLR-bestuur (en het NIVR-bestuur) herbenoemd tot voorzitter van de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR.

Bestuursoverleg

Gedurende het verslagjaar werden, naast de gebruikelijke zaken zoals de begrotingen, het werkplan, de investeringen, de financiële verslagen en het jaarverslag, vele andere onderwerpen behandeld.

Zo besteedde het bestuur speciaal aandacht aan de ontwikkelingen bij de Nederlandse vliegtuig-industrie Fokker in relatie tot het Strategieplan van het NLR. Voorts werden de noodzaak van intensivering van het eigen onderzoek van het laboratorium, de ontwikkelingen op het gebied van het technologiebeleid en de toenemende internationale samenwerking op lucht- en ruimtevaartgebied besproken. Hierbij kwamen naast de werkzaamheden uitgevoerd in GARTEUR-verband, de ontwikkelingen in IEPG-, EEG- en Eureka-kader aan de orde. De mogelijkheden voor het uitvoeren van onderzoek in internationaal verband nemen de laatste jaren sterk toe. Een zorgvuldige selectie van het eigen onderzoek dat in internationaal kader kan worden verricht, is noodzakelijk teneinde met de beperkte capaciteit van het NLR een zo groot mogelijk effect te sorteren.

Uitvoerig werd in het bestuur de noodzaak van de modernisering van de Hoge-Snelheids Wind-tunnel (HST) van het NLR besproken. Helaas konden daarvoor in 1987 geen fondsen van de overheid worden verkregen.

In de hoofdstukken 1.2 en 9 wordt nader ingegaan op andere beleidsaangelegenheden. Niet onvermeld mag blijven, dat vanuit het bestuur bezoeken werden gebracht aan Japan, Indonesië, Canada en de Verenigde Staten, terwijl de banden met de Duitse DFVLR werden verstevigd.

Tijdens de "National Delegates Board Meeting" van de AGARD in september, werd aan het Militair Comité van de NAVO ir. J.A. van der Blik voorgedragen voor de functie van directeur van de AGARD voor de periode 1 juli 1988 t/m 1 juli 1991. Inmiddels heeft het Militair Comité deze benoeming bekrachtigd. Door het bestuur werd besloten aan de Ondernemingsraad ter advies het voorstel voor te leggen om dr. ir. B.M. Spee te benoemen in de functie van algemeen directeur van het NLR en prof.ir. F.J. Abbink in de functie van adjunct-directeur. Hierover heeft de Ondernemingsraad positief geadviseerd. De directiewisseling zal per 1 juli 1988 worden geëffectueerd.

50 jaar Stichting NLR

In 1987 werd herdacht, dat op 14 juni 1937 de Stichting Nationaal Luchtvaart Laboratorium, later Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium, werd opgericht. Deze Stichting was de voortzetting, in gepri-vatiseerde vorm, van de in 1919 opgerichte Rijks Studiedienst voor de Luchtvaart. De Stichting vervult een belangrijke functie in de Nederlandse samenleving.

In de afgelopen 50 jaar is er veel veranderd. Zo is de vliegtuigindustrie thans geconcentreerd bij Fokker, is het NIVR opgericht als intermediair tussen overheid en bedrijfsleven, is de toezichthou-dende taak van de Rijksluchtvaartdienst ingewikkelder en veelzijdiger geworden en zijn de taken

van Defensie veelomvattend en vragen deze het inzetten van gespecialiseerd personeel en hoogwaardig materieel.

Voorts is internationale samenwerking op velerlei gebieden tot stand gekomen. De taak van het laboratorium is in principe dezelfde gebleven, n.l. de technisch-wetenschappelijke ondersteuning van de luchtvaart (en thans ook van de ruimtevaart). Deze taak is omvangrijker geworden, doordat enerzijds de militaire en de civiele luchtvaart sterk zijn gegroeid en anderzijds de technische complexiteit van lucht- en ruimtevaart sterk is toegenomen.

Bij het laboratorium hebben zich ook grote veranderingen en vernieuwingen voorgedaan. Er zijn nieuwe onderzoeksterreinen betreden, terwijl andere weer zijn verlaten. Experimenten zijn aanzienlijk meer verfijnd en ingewikkelder geworden. De theoretische onderbouwing en mathematische modellering heeft een grote vlucht genomen.

Het personeelsbestand, de onderzoekinstallaties en de rekenfaciliteiten zijn sterk uitgebreid. In 1957 werd een tweede vestiging, in de Noordoostpolder, noodzakelijk.

Dit alles heeft ertoe geleid, dat thans een goed geoutilleerde, effectieve en efficiënte organisatie is ontstaan, die een goede basis vormt voor hoogwaardige onderzoeks- en ontwikkelingswerkzaamheden in de toekomst. Een belangrijke voorwaarde daarvoor blijft dat de overheid – net als in het verleden – de Stichting in staat zal stellen, voldoende te investeren in menselijke know-how en in apparatuur.

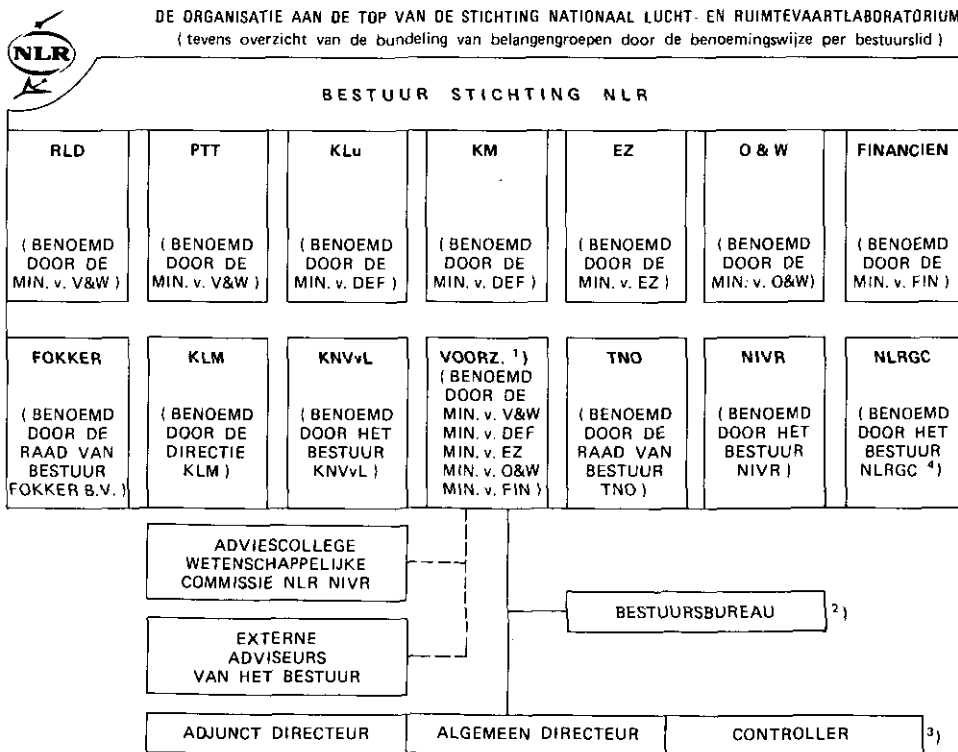
Samenwerking

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 en de Centrale Accountantsdienst. Advies werd wederom gevraagd aan de leden van de NLR Computer Commissie, prof. dr. ir. A.J.W. Duyvestein en mr. F.E. Schaake. In februari werd mr. Schaake opgevolgd door mr. drs. P.E. Millicam.

Het bestuur is ook grote dank verschuldigd aan de Wetenschappelijke Commissie en de Subcommissies voor de belangrijke adviezen, die het gedurende het verslagjaar mocht ontvangen.

Bestuursbureau

In het verslagjaar werd het bestuur bijgestaan door de secretaris-penningmeester drs. A. de Graaff, en door de stafmedewerkers de heren E.J.H. Bleeker, N. van Dam en J.P. Klok, alsmede door mw. J.J.P. van den Berg.



1) Leidt bestuursvergaderingen, leidt het bestuursbureau en behandelt de dagelijkse bestuurszaken waaronder contacten met de Overheid en het geregeld en ad-hoc-overleg met de directie o.a. omtrent opdrachtenbeleid, werk in eigen beheer, financiële aangelegenheden, externe relaties, personeelsbeleid, interne organisatie en modernisering c.q. uitbreiding van apparatuur en gebouwen.

2) Staat onder leiding van de voorzitter en heeft o.m. tot taak deze te assisteren in technische, juridische en financiële zaken bij contacten met Overheid en directie.

3) Dagelijkse leiding laboratorium.

4) Vacant.

1.2 ACTIVITEITEN VAN DE STICHTING

Inleiding

De Rijksluchtvaartdienst overhandigde op 15 mei aan Fokker het Bewijs van Luchtwaardigheid (BVL) voor de Fokker 50. De eerste serievliegtuigen werden inmiddels afgeleverd. Op 20 november werd het BVL voor de Fokker 100 uitgereikt. Mede dankzij de grote inspanning die door het NLR-personeel tijdens het certificatieproces werd geleverd, konden de werkzaamheden voor de ontwikkeling van de Fokker 50 worden afgerond. De werkzaamheden voor de ontwikkeling van de Fokker 100 zullen in 1988 worden afgerond. Het is verheugend dat de Nederlandse overheid bereid was de nationale vliegtuigindustrie Fokker financieel verder te steunen, toen het duidelijk werd dat door allerlei oorzaken Fokker ernstige financiële problemen ondervond. Met twee uitstekende nieuwe vliegtuigtypen als de Fokker 50 en de Fokker 100 is een goede basis gelegd voor de komende jaren. In de toekomst zal echter, meer nog dan in het verleden, industriële samenwerking in de vliegtuigbouw nodig zijn.

Het NLR zal een belangrijke rol kunnen spelen bij het versterken van de positie van de vliegtuigindustrie in internationale kaders. Daarbij is van belang dat het NLR met betrekking tot het technisch-wetenschappelijk onderzoek, in de laatste 10 à 15 jaar reeds in vele internationale samenwerkingsverbanden heeft geparticipeerd.

In de Europese Ruimtevaart Conferentie van de Ministers van de ESA-landen in Den Haag, werd een aantal belangrijke beslissingen genomen met betrekking tot de ontwikkeling van de Ariane 5 raket, het ruimteveer Hermes, het ruimtestation Columbus en het wetenschappelijk programma van de ESA. Nederland onderschreef de ESA-voorstellen voor de ontwikkeling van deze projecten. Daarmee kwam een lange-termijnstrategie tot stand voor de ruimtevaartactiviteiten in Nederland. De omvang van de financiële bijdrage van Nederland is voor de eerstkomende jaren echter beperkt. Indien Nederland als een volwaardige partner in ESA-verband wil deelnemen, zullen in de komende jaren zeker grotere nationale bijdragen noodzakelijk zijn.

Binnenlandse opdrachten

In 1987 werd voor ruim f 60 miljoen aan binnenlandse opdrachten verwerkt. Ongeveer een vierde deel daarvan had betrekking op de ontwikkeling van de Fokker 50 en de Fokker 100 vliegtuigen. Daarnaast werd, in opdracht van het NIVR en in nauwe samenwerking met Fokker, op beperkte schaal verder gewerkt aan het Vliegtuig Technologie Programma (VTP) voor de ontwikkeling van technologieën die toegepast zullen worden in vliegtuigen in de jaren '90 en daarna. In 1986 was daarmee een bescheiden begin gemaakt. Eind 1987 moest dit programma echter voorlopig worden stopgezet, omdat door de overheid aan het NIVR geen verdere fondsen voor dit doel werden verstrekt. Deze beslissing, gerelateerd aan de huidige financiële situatie bij Fokker, is te betreuren, omdat daarmee de basis voor deelname aan toekomstige vliegtuigontwikkelingen, zeker ook in internationaal verband, wordt aangetast.

De opdrachtpakketten van de andere grote nationale opdrachtgevers (de Koninklijke Luchtmacht en de Rijksluchtvaartdienst) waren omvangrijker dan in voorgaande jaren. Een bijzonder project voor de RLD was het uitvoeren van vliegproeven, in samenwerking met de Faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TU-Delft, met een Citation-vliegtuig van de Rijksluchtvaartschool (RLS) ten behoeve van de aanschaffing van een vluchtnabootser door de RLS.

Het NLR ontving voorts een zeer groot aantal opdrachten van andere nationale opdrachtgevers.

Buitenlandse opdrachten

In 1987 werd voor een bedrag van f 11,1 miljoen aan buitenlandse opdrachten verwerkt.

Begin 1987 werd het z.g. COSMOSS-grondstation, ontwikkeld door Signaal en het NLR, afgeleverd aan de Indonesische autoriteiten. Dit station dient voor de ontvangst en verwerking van satellietgegevens van de Amerikaanse NOAA- en de Japanse GMS-satellieten. Voorts werd in 1987 intensief gewerkt aan de ontwikkeling van een grondstation voor de Food and Agriculture Organization (FAO) van de Verenigde Naties, dat in de eerste helft van 1988 zal worden afgeleverd. Het betreft hier een systeem voor het "monitoren" van de droogtegebieden in Afrika. Voorts werden de werkzaamheden voor de specificatie, het ontwerp en de installatie van een meet- en registratiesysteem voor de Indonesische Lage-snelheidstunnel op tijd en binnen het beschikbare budget afgerond.

In 1987 werd door het NLR op het gebied van de ruimtevaart een groot aantal studies uitgevoerd in opdracht van de ESA (European Space Agency) en het NIVR, veelal in samenwerking met Nederlandse industrieën en buitenlandse organisaties. Hoewel er, zoals vermeld in de inleiding, belangrijke politieke beslissingen werden genomen met het oog op de Europese ontwikkeling van de ruimtevaarttechniek, ondervinden vele projecten nog steeds grote vertraging door de beperkte lanceermogelijkheden.

Eigen werkzaamheden

In 1987 werd ca. f 35,5 miljoen besteed aan werkzaamheden in eigen beheer. Deze betroffen zowel speurwerk als ontwikkelingswerkzaamheden voor de uitrusting van het laboratorium. Meer dan de helft van het eigen speurwerk geschiedt in enigerlei vorm van internationale samenwerking. Door het bestuur is er bij de Minister van Verkeer en Waterstaat op aangedrongen, mogelijkheden voor verdieping en verbreding van het eigen speurwerk te scheppen door verhoging van het exploitatiesubsidie. Gezien de budgettaire situatie bij de overheid kon hieraan nog geen gevolg worden gegeven.

Investeringsen

De in december 1986 bestelde NEC SX-2 supercomputer werd geïnstalleerd in de vestiging Noordoostpolder in het Centrumgebouw, nadat dit gebouw was uitgebreid en aangepast. De computer werd verbonden met het NLR-computernetwerk. De installatie en de beproeving verliepen zeer voorspoedig. (Op 6 april 1988 heeft de officiële ingebruikstelling door de Minister van Verkeer en Waterstaat, mw. drs. N. Smit-Kroes, plaatsgevonden.) Zowel in Nederland als daarbuiten bestaat grote belangstelling voor medegebruik van deze computer.

Het nieuwe bewegingsmechanisme voor de tweede vluchtnabootserinstallatie kwam nagenoeg gereed. De aflevering hiervan zal begin 1988 plaatsvinden. Het Vluchtnabootsergebouw in de vestiging Amsterdam is daartoe uitgebreid en aangepast.

Voorts werd een nieuwe computer aangeschaft voor de besturing en gegevensvergaring van de windtunnels HST en SST. Het Centrumgebouw in de NOP wordt tevens uitgebreid met een vleugel voor het Elektronisch laboratorium. De oplevering daarvan zal in de eerste helft van 1988 plaatsvinden. Hiermede wordt voor de hoofdafdeling Informatica een moderne ruimte gerealiseerd voor de ontwikkeling en beproeving van informatiesystemen en hun subsystemen.

Luchtverkeersleidings-simulator

Door de aanhoudende groei van de vraag naar luchtvervoer is er een sterke toename van het aantal vliegtuigbewegingen. Dit leidt, met de gegeven beperkte capaciteit van luchtwegen en vliegvelden, tot knelpunten. Het aantal incidenten neemt toe en het probleem van de congestie van de luchthavens is weer terug. Dit geldt zowel voor de Verenigde Staten als voor Europa.

Door toepassing van nieuwe technieken is het in principe mogelijk het luchtverkeer door geringere separatie aanzienlijk te intensiveren, met handhaving van de veiligheid. Microwave Landing Systems, satellietnavigatie, boordcomputers en data links kunnen hiertoe een belangrijke bijdrage leveren.

Er is nog veel onderzoek nodig om te komen tot geoptimaliseerde systemen voor luchtverkeersbeveiliging en bijbehorende procedures. Het NLR beschouwt de studies m.b.t. die nieuwe systemen en procedures als een belangrijk onderzoekgebied. In 1987 is begonnen met de ontwikkeling van een luchtverkeersleidingssimulator. Deze zal naar verwachting in 1989 operationeel zijn. De simulator zal worden gekoppeld aan de NLR-vluchtnabootsers en het Metro-laboratorium-vliegtuig. Het onderzoek zal onder meer plaatsvinden in overleg met de RLD, de KLM, de Luchthaven Schiphol en Signaal.

Er worden afspraken gemaakt voor onderzoek in internationaal verband (GARTEUR, Eurocontrol en FAA/NASA). Nederland heeft in het verleden bij dergelijke internationale studies steeds een belangrijke rol gespeeld.

Ondersteuning defensie-projecten

De werkzaamheden van het NLR t.b.v. de Koninklijke Luchtmacht, de Koninklijke Marine en de Koninklijke Landmacht hebben voornamelijk betrekking op de effectieve taakuitvoering, de evaluatie van nieuwe wapensystemen en het instandhouden van het materieel.

Van meer recente datum is de ondersteuning bij c.q. de deelname aan de ontwikkeling van materieel, waarin de Nederlandse overheid deelneemt. Zo wordt in het kader van de ontwikkeling van Europese helikopters door het NLR sinds 1985 ondersteuning geleverd in het NH-90 project (NATO-helikopter voor de jaren '90). Na voltooiing van de FPDS-fase (Feasibility and Pre Definition Study), waarin tevens windtunnelproeven werden uitgevoerd, werd de ondersteuning gecontinueerd in de Project Definition Phase. Ook in deze fase zullen windtunnelproeven worden uitgevoerd.

In het Europese project A129-LAH (Light Attack Helicopter), dat medio 1987 van start is gegaan, wordt ondersteuning geleverd in de FCD-fase (Feasibility and Cost Definition Phase). Ook voor dit project wordt verwacht dat het NLR ondersteuning zal leveren in de volgende fasen. In het kader van deze internationale projecten treedt het NLR ook op als adviseur van de Nederlandse overheid (Ministerie van Defensie).

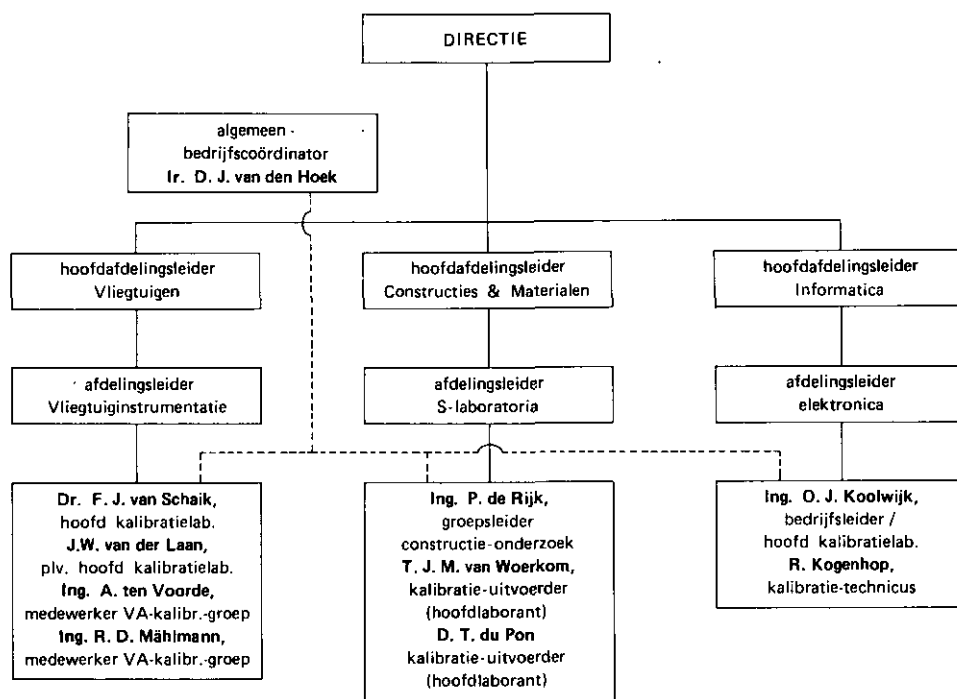
Eveneens wordt onderzocht op welke gebieden het NLR de industrie kan ondersteunen bij de verbeteringen (de "up-date") van het F-16 vliegtuig, zoals die mogelijk zullen worden uitgevoerd in de jaren '90.

Hierbij kan aansluiting worden gezocht bij reeds eerder door het NLR uitgevoerd onderzoek t.b.v. de F-16, in samenwerking met de fabrikant en de USAF. Op deze wijze wordt de jarenlange ervaring in de militaire luchtvaart, die is opgebouwd door directe opdrachten van de KLu en de KM, toegepast bij de industriële ondersteuning.

In het Verslag over het jaar 1982 werd vermeld dat er binnen het NLR een Werkgroep Kwaliteitszorg was opgericht. De taak van deze werkgroep is het uitvoeren van een inventarisatie en het doen van voorstellen m.b.t. kwaliteitszorg. De activiteiten waren in de eerste plaats gericht op het verwerven van erkenningen van de Nederlandse Kalibratie Organisatie (NKO) voor een aantal afdelingen t.b.v. het meten en kalibreren. Inmiddels hebben deze activiteiten er toe geleid dat NKO-erkenningen werden verkregen voor drie laboratoria, te weten:

- Erkenning nr. 038 (1985): het IJklaboratorium van de afdeling Elektronica (IE) (elektrische grootheden);
- Erkenning nr. 039 (1986): het IJklaboratorium van de afdeling Vliegtuiginstrumentatie (VA) (drukmetingen);
- Erkenning nr. 042 (1987): het Laboratorium voor Constructie-onderzoek van de hoofdafdeling Constructies en Materialen (SL) (krachten).

De organisatorische inpassing in de NLR-organisatie is aangegeven in het onderstaande schema.



Organisatieschema met betrekking tot de door de Nederlandse Kalibratie Organisatie erkende kalibratielaboratoria van het NLR.

Een ander aspect van kwaliteitszorg is het kwaliteitsplan (handboek) voor de uitvoering van projecten. Voor het uitvoeren van onderzoek van uiteenlopende aard is het niet eenvoudig te komen tot een dergelijk min of meer "standaardplan". Niettemin worden bepaalde standaards reeds gehanteerd, b.v. in het kader van opdrachten van ESA (European Space Agency) en bij de ontwikkeling van software.

Ten slotte zal er naar worden gestreefd een algemene erkenning voor het NLR te verkrijgen van de Nederlandse Stichting voor de Erkenning van Laboratoria (STERLAB).

Deze activiteiten zijn van belang omdat enerzijds in toenemende mate door opdrachtgevers wordt gevraagd de werkzaamheden volgens bepaalde standaards uit te voeren en anderzijds omdat in veel gevallen meer geformaliseerde procedures de kwaliteit van het werk ten goede komen.

Personeelsbeleid

Ultimo 1987 waren 792 personen in vaste dienst bij de Stichting. Hiervan bezaten 260 medewerkers een academische opleiding, 288 een HBO-opleiding en 264 een andere opleiding. Daarnaast waren 43 personen in tijdelijke dienst. Voorts waren 17 oproep- en uitzendkrachten gedurende 1987 bij het laboratorium in dienst.

Evenals in 1985 en 1986 kon het werkpakket slechts worden uitgevoerd dankzij de zeer grote loyaliteit van de medewerkers. Vooral voor het uitvoeren van de certificatiwerkzaamheden voor de nieuwe Fokker-vliegtuigen moest veel overwerk worden verricht.

De opleiding van het personeel, middels het laten volgen van cursussen en het bezoek aan congressen, is een punt van voortdurende aandacht. Vooral in de komende periode, waarin het personeelsbestand zal teruglopen en de middelen schaarser worden, vraagt dit extra aandacht. Een bijzonder punt is dat het NLR in de komende jaren zelf de opleiding van Ir-vliegers zal dienen te bekostigen, vanwege de zuigkracht die er thans uitgaat van de civiele luchtvaartmaatschappijen, op studenten die deze opleiding hebben gevolgd.

Nationale en internationale samenwerking

In 1987 werd wederom veel aandacht besteed aan nationale samenwerking. De contacten met de Netherlands Aerospace Group (NAG) werden versterkt, onder meer door een bezoek aan het NLR. Voorts werd samen met de NAG deelgenomen aan de tweejaarlijkse luchtvaarttentoonstelling te Parijs.

Met een toenemend aantal Nederlandse ondernemingen werd overleg gevoerd m.b.t. overdracht van kennis en ondersteuning op technisch-wetenschappelijk gebied.

Er kwam een regeling tot stand voor ondersteuning van een beperkt aantal Assistenten In Opleiding (AIO) van Nederlandse Universiteiten.

Voorts kon in 1987 een begin worden gemaakt met het ISNaS-project (Informatiesysteem voor de simulatie van stromingen op basis van de Navier-Stokes vergelijkingen) waaraan wordt deelgenomen door de Universiteit Twente, de Technische Universiteit Delft, het Waterloopkundig Laboratorium en het NLR.

In hoofdstuk 9 wordt nader ingegaan op de belangrijkste geïnstitutionaliseerde samenwerkingsverbanden met het buitenland. Hier wordt volstaan met te vermelden, dat de eerste fase van het "technology-transfer"-project met Indonesië (het TTA-79 project) uiterst succesvol is afgerond.

Terzake van de plannen voor de bouw van de Europese Transsone Windtunnel werd goede voortgang gemaakt. De formele overeenkomsten zijn thans gereed, zodat in april 1988, na de ondertekening door de participerende landen, een begin kan worden gemaakt met de bouw van deze unieke faciliteit.

Naast multilaterale contacten onderhield het NLR ook in 1987 vele bilaterale contacten. Gezamenlijk onderzoek werd uitgevoerd met organisaties in Duitsland, Italië, Zweden en de Verenigde Staten.

Contacten werden gelegd met Aziatische en Zuidoost-Aziatische landen.

Vooruitzichten

Nu de ontwikkelingsfasen van de Fokker 50 en de Fokker 100 in respectievelijk 1987 en 1988 zijn afgerond, zal het werkpakket in die sector afnemen. Het besluit van de Nederlandse overheid, geen fondsen ter beschikking te stellen voor Nederlandse participatie in de Airbus A330/340-programma's heeft tot gevolg, dat de kans klein geacht moet worden, dat het NLR bij die ontwikkelingsprojecten zal worden betrokken.

Het beleid van het NLR is er echter op gericht, door actieve acquisitie, in 1988 een opdrachtenpakket te realiseren van f 66,5 miljoen. De daling ten opzichte van 1987 ad f 6 miljoen kan worden opgevangen binnen de normale exploitatie.

Op langere termijn zijn de vooruitzichten voor het NLR gunstig. In de eerste plaats wordt verwacht dat, mede gezien de voorziene groei in de civiele luchtvaart en de uitstekende produkten van de Nederlandse vliegtuigindustrie, ook in de jaren '90 door Fokker zal worden deelgenomen in nieuwe vliegtuigontwikkelingsprojecten. In de tweede plaats dient genoemd te worden de betrokkenheid van Nederland bij nieuwe helikopterprojecten voor de krijgsmacht en de verdere ontwikkeling van de huidige jachtvliegtuigen. Voorts bieden de intensivering van de Europese ruimtevaartinspanning en de verdergaande Europese samenwerking op het gebied van lucht- en ruimtevaart goede mogelijkheden voor het NLR.

Op korte termijn baart het gebrek aan financiële middelen voor het Vliegtuig Technologie Programma en het gebrek aan extra middelen voor grotere investeringen bij het NLR, zoals de modernisering van de HST, echter grote zorgen.

1.3 FINANCIËLE AANGELEGENHEDEN VAN DE STICHTING

In het kader van de algemene beschouwingen over de werkzaamheden in 1987 wordt in het onderstaande in het kort aandacht geschonken aan de financiële aangelegenheden van de Stichting.

In de vergadering van 20 februari 1987 heeft het bestuur de herziene exploitatie- en kapitaalbegroting voor 1987 vastgesteld.

In zijn vergadering van 25 juni 1987 stelde het bestuur de financiële jaarstukken van de Stichting over 1986 vast.

De inkomsten over 1987 bedroegen f 107,6 miljoen, waarvan de verdeling in figuur 1 is weergegeven.

Uit het subsidie (rijksbijdrage) worden de kosten van in eigen beheer uitgevoerde werkzaamheden grotendeels gefinancierd.

De specificatie van de kosten voor het werk in eigen beheer luidt als volgt:

– speurwerkonderzoekingen	f 22,7 mln
– research en ontwikkeling met het oog op de uitrusting van het laboratorium	f 12,2 mln
– wetenschappelijke diensten aan derden	f 1,1 mln
	f 36,0 mln

In 1987 werden voor een bedrag van f 11,1 miljoen investeringsverplichtingen aangegaan. Ultimo 1987 stond nog f 3,8 miljoen aan verplichtingen uit.

In 1987 werd op investeringsverplichtingen uit het lopende jaar en uit voorgaande jaren een bedrag van f 11,3 miljoen betaald. De aan opdrachtgevers doorberekende rente en afschrijving bedroeg f 2,0 miljoen in 1987.

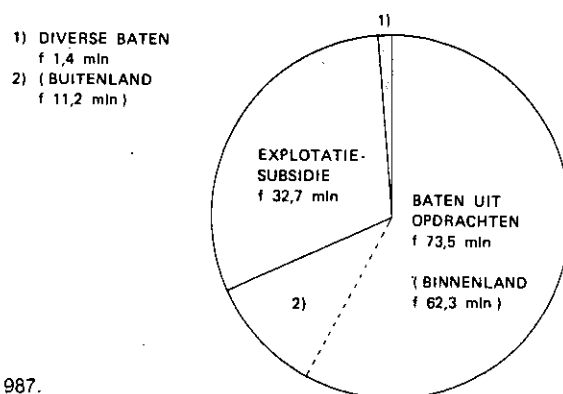


Fig. 1 – De verdeling van de inkomsten over 1987.

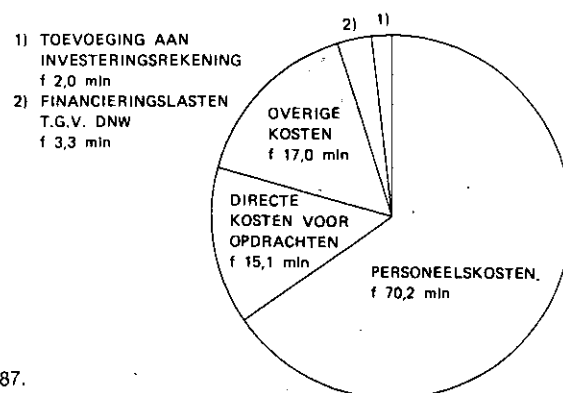
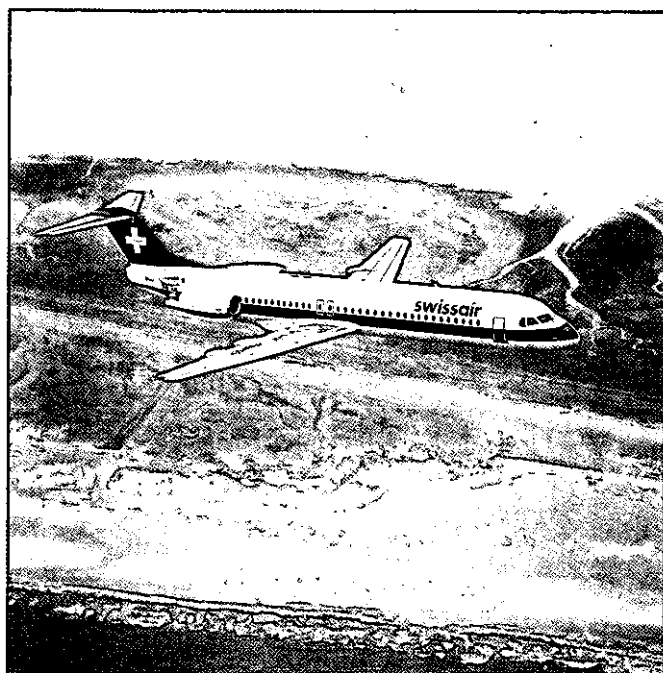
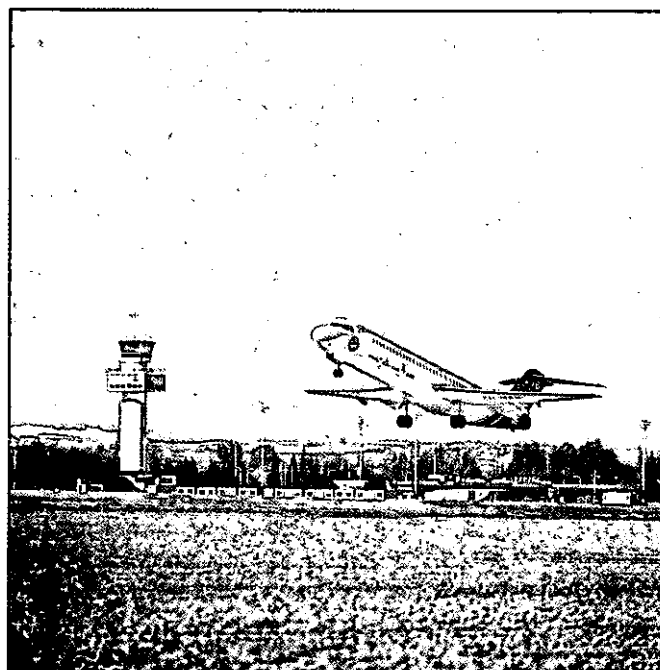


Fig. 2 – De verdeling van de uitgaven over 1987.

Een Fokker 50 van DLT (foto: Fokker).



Een Fokker 100 van Swissair (foto: Fokker).



Een prototype van de Fokker 100 tijdens vliegproeven in Granada, Spanje (foto: Fokker).

1.4 ACHTERGRONDEN VAN HET BELEID: "SPIN-OFF"

Van bedrijven en instellingen met technologisch hoogwaardige produkten wordt veelal aangenomen, dat de in die bedrijven gebruikte technologische kennis uit zal waaiëren over andere bedrijfstakken, waardoor uiteindelijk andere produkten of productieprocessen zullen worden vernieuwd of verbeterd. Dat proces wordt veelal aangeduid met "spin-off".

Dit is vaak een geleidelijk proces, dat zich voltrekt zonder dat de participanten zich ervan bewust zijn. Het is dan ook vaak moeilijk een directe relatie te leggen tussen de technologische vooruitgang in bepaalde sectoren en de effecten daarvan op andere bedrijfs- en dienstensectoren.

Van "spin-off" vanuit de lucht- en ruimtevaart zijn echter spectaculaire voorbeelden bekend. Genoemd kunnen worden de invloed van de lucht- en ruimtevaart

op het gebied van **materialen**:

- legeringen (aluminium, magnesium, titanium, nikkel, lithium),
- composieten,
- lijmprocessen,
- plastics;

op het gebied van **elektronica**:

- micro-elektronica,
- radar,
- CAD/CAM/CIM,
- simulatoren,
- telecommunicatie;

op het gebied van **voortstuwing/energie**:

- gasturbines,
- zuigermotoren,
- windenergie,
- zonnecellen;

op het gebied van **aërodynamica**:

- stroming door buizen, magnetohydrodynamica,
- windhinder, windbelasting op constructies,
- energiebesparing transportmiddelen;

op het gebied van **werktuigbouwkunde**:

- hydrauliek,
- pneumatische technieken,
- kennis metaalvermoeding en belastingen;

op het gebied van **productiemethoden**:

- elektro-chemische metaalbewerking,
- lasmethoden,
- gietmethoden,
- vonkverspaning,
- productie onder nul-g condities in de toekomst;

op **andere gebieden**:

- aardobservatie t.b.v. het milieu, delfstofwinning, landbouw,
- zuurstofapparaten,
- onderzoek naar de relatie mens-machine,
- optronica.

Op grond van bovenstaande opsomming moge duidelijk zijn, dat veel technieken uit lucht- en ruimtevaartonderzoek en -toepassingen, gebruikt worden in tal van andere bedrijfssectoren (metaal- en houtverwerkende industrie, elektronica- en procesindustrie, transportmiddelenindustrie, verpakings- en kledingindustrie, bouwindustrie, enz.). Het omgekeerde komt natuurlijk ook voor, maar is dikwijls minder duidelijk herkenbaar.

Het Nederlandse lucht- en ruimtevaartonderzoek en de Nederlandse lucht- en ruimtevaartindustrie bestrijken niet alle disciplines die hierboven zijn genoemd. Technologie-overdracht naar de overige Nederlandse industrieën is minder waarschijnlijk wanneer bij die industrieën geen eigen ontwikkelingen plaatsvinden.

Interessanter dan de voorbeelden is de vraag, op welke wijze en via welke mechanismen het "spin-off"-effect tot stand komt.

Als men als uitgangspunt neemt de wijze waarop nieuwe technologische kennis in het bedrijfsleven wordt toegepast, kan een onderscheid gemaakt worden tussen zogeheten "high-tech"- en "low-tech"-bedrijven.

De OESO (Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling) hanteert daarvoor bijvoorbeeld als criterium de uitgaven voor onderzoek en ontwikkeling als percentage van de totale omzet in een bepaalde sector¹⁾. Bij "high-tech"-industrieën is dat percentage gemiddeld 11%. Deze sectoren omvatten de lucht- en ruimtevaartindustrie, de computer- en elektronica-industrie en de farmaceutische industrie. In andere industriële sectoren liggen de percentages veel lager. Onderzoek²⁾ heeft aangetoond dat er een groot verschil is in de wijze waarop "high-tech"- en "low-tech"-bedrijven hun nieuwe technologische kennis vergaren. In volgorde van afnemende belangrijkheid komen voor:

bij "high-tech"-bedrijven	bij "low-tech"-bedrijven
1. eigen kennisontwikkeling	1. inkoop van producten/machines
2. specificaties van afnemers	2. aannemen van nieuwe mensen
3. inkoop van kennis bij derden	3. specificaties van afnemers
4. aannemen van nieuwe mensen	4. eigen kennisontwikkeling
5. inkoop van producten/machines	5. inkoop van kennis bij derden

In het afgelopen jaar is veel discussie gevoerd over de vraag, hoe de "low-tech"-industrie, veelal geconcentreerd in kleine en middelgrote ondernemingen, op een hoger technologisch plan is te brengen door stimuleringsmaatregelen van de overheid. Hier zag de overheid ook een rol weggelegd voor de Grote Technologische Instituten zoals het NLR. Maatregelen als de INSTIR (loonkosten-subsidies op onderzoek) en het Technisch Ontwikkelingskrediet zijn daarop mede gericht.

Uit een onderzoek van de SER (Sociaal Economische Raad)³⁾ blijkt echter, dat de Grote Technologische Instituten gezien hun aard en werkwijze meer de natuurlijke partner van de "high-tech"- dan van de "low-tech"-bedrijven zijn.

Dat wil niet zeggen, dat het NLR via "spin-off" of anderszins geen bijdrage levert aan het op een hoger technologisch plan brengen van de huidige "low-tech"-industrie.

Aan de hand van een aantal voorbeelden wordt hieronder verduidelijkt, op welke wijze het NLR een bijdrage levert:

- Bij **inkoop van producten en machines** kan het NLR slechts in beperkte mate behulpzaam zijn.
- Bij het **aannemen van nieuwe mensen** ligt de taak van het NLR al duidelijker. Bepalend voor de toegevoegde waarde van nieuwe medewerkers is het opleidings- en ervaringsniveau. Mede dankzij de uitstekende samenwerking van de lucht- en ruimtevaartsector met de faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TU-Delft, ligt die opleiding op een hoog niveau. Globaal de helft van de aldaar afgestudeerden vindt een werkkring buiten de lucht- en ruimtevaart. Daarnaast kent het NLR stageplaatsen voor zowel WO- als HBO- en MBO-niveau. Het NLR stelt voorts deeltijd hoogleraren voor de Universiteiten en leerkrachten voor het HBO-onderwijs ter beschikking. Van nationaal belang is het feit, dat uit de geledingen van het NLR vele hoogleraren in de toegepaste wiskunde en mechanica zijn voortgekomen, die daardoor een grote invloed hebben gehad op het niveau van het technisch-wetenschappelijk onderwijs in Nederland. Ten slotte is er de mobiliteit van NLR-medewerkers naar andere bedrijven. Jaarlijks vinden zo'n 20 NLR-medewerkers een nieuwe werkkring buiten de lucht- en ruimtevaart.
- Voor **specificaties van afnemers** speelt de lucht- en ruimtevaart een belangrijke rol als stimulator voor technologie-ontwikkeling. Naast voorbeelden bij Fokker, kent het NLR ook voorbeelden waarbij de industrie gedwongen werd innoverend te werken door opdrachten van het NLR. Een recent voorbeeld is de bestelling van een nieuw computergestuurd hydraulisch bewegingsmechanisme voor de nieuwe vluchtnabootser van het NLR. Deze opdracht werd verstrekt aan Hydraudyne te Boxtel. Een ander voorbeeld betreft elektronische componenten geproduceerd door de firma Hymac.

- Het NLR kan tevens behulpzaam zijn bij de **ontwikkeling van nieuwe kennis** bij bedrijven zelf. Een voorbeeld is de jaarlijkse verspreiding via het NLR van honderden technisch-wetenschappelijke publikaties van de AGARD (Advisory Group for Aerospace Research and Development). Voorts vindt kennisoverdracht plaats via het lidmaatschap van vele verenigingen en door deelname van NLR-medewerkers aan vergaderingen en symposia. De NLR-inbreng geschiedt door het geven van lezingen en presentaties, maar vooral door persoonlijke contacten. Er zijn nog vele andere voorbeelden waarbij technologieoverdracht van het NLR een rol speelde. Met tientallen bedrijven wordt samengewerkt. Dikwijls was er niet zozeer sprake van kennisoverdracht naar een "low-tech"-bedrijf (samenwerking met Signaal, BSO, Holec, Moekotte), maar steeds was de bijdrage van het NLR essentieel in de uitvoering van de werkzaamheden.
- **Inkoop van kennis** via opdrachten aan het NLR is de laatste maar zeker niet onbelangrijkste vorm van kennisoverdracht. Het NLR heeft in het verleden tal van opdrachten uit de Nederlandse "low-tech"-industrie ontvangen. Voorbeelden daarvan zijn de transportmiddelenindustrie en de scheepsbouwindustrie. Mogelijk kunnen stimuleringsmaatregelen als de INSTIR hier de helpende hand bieden in de toekomst.

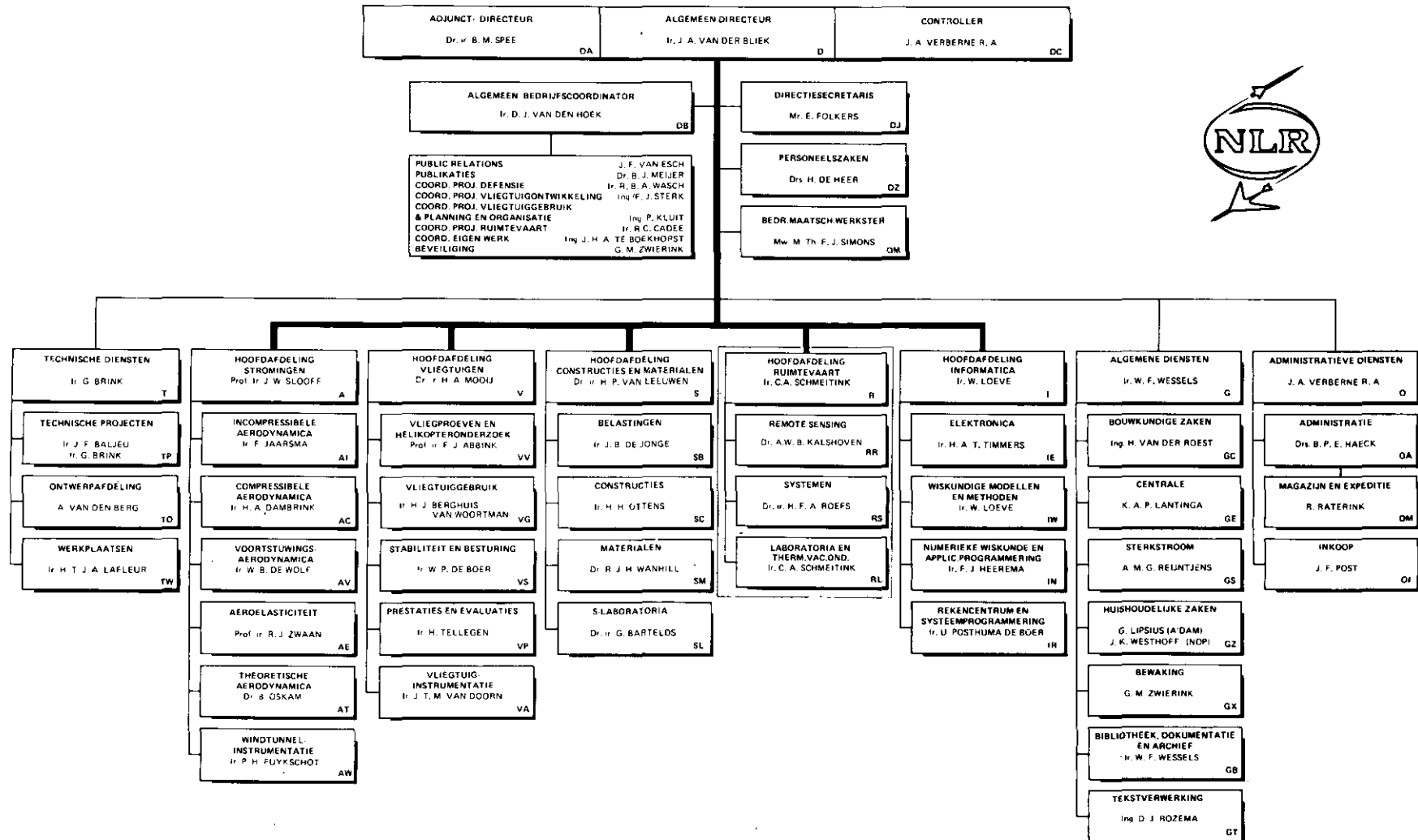
Zoals reeds eerder betoogd, zijn de Grote Technologische Instituten niet primair de natuurlijke partner van "low-tech"-industrieën. Het overheidsbeleid is er echter op gericht, een deel van de "low-tech"-industrie te stimuleren om tot de "high-tech" te gaan behoren. Het NLR is in staat en bereid in te spelen op dit overheidsbeleid.

1) OECD Science and Technology Indicators no. 2, OECD, Paris, 1986

2) Grote Technologische Instituten en kleine ondernemingen, COB-SER, Den Haag, 1987

ORGANISATIESCHEMA VAN HET LABORATORIUM

18



2 ORGANISATIE EN PERSONEEL VAN HET LABORATORIUM

Organisatie

De dagelijkse leiding van het laboratorium werd gevoerd door de directie (zie pag. 3). 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>
Dr. ir. H.A. Mooij	<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 het Management Team. Het secretariaat wordt gevoerd door mr. E. Folkers (directie-secretaris).

Per 1 januari werd prof.ir. J.W. Slooff benoemd tot leider van de hoofdafdeling Stromingen, als opvolger van dr. ir. H. Tijdeman, die werd benoemd tot hoogleraar aan de Universiteit Twente.

Per 1 januari werd dr. B. Oskam benoemd tot chef van de afdeling Theoretische Aërodynamica, als opvolger van prof. ir. J.W. Slooff.

Met ingang van 1 april is dr. A.W.B. Kalshoven benoemd tot chef van de afdeling Remote Sensing. Dr. Kalshoven is dr. ir. N.J.J. Bunnik opgevolgd, die het NLR in 1986 heeft verlaten.

Per 1 januari 1988 is ir. C.A. Schmeitink benoemd tot leider van de hoofdafdeling Ruimtevaart, als opvolger van ir. P. Kant, nadat hij deze functie reeds enige tijd ad interim had vervuld. De heer Kant moest helaas, tengevolge van een ernstig ongeval, zich definitief terugtrekken. Naast zijn functie van hoofdafdelingsleider blijft de heer Schmeitink zijn functie van chef van de afdeling Laboratoria en Thermisch Vacuum Onderzoek vervullen.

Met ingang van 13 juli is de heer J.K. Westhoff in dienst getreden als chef Huishoudelijke Zaken in de vestiging Noordoostpolder. De heer Westhoff volgt mevrouw E.M.G. Immink op, die het NLR heeft verlaten.

Met ingang van 1 augustus is ir. R.C. Cadée benoemd tot Coördinator Projecten Ruimtevaart, en maakt hij als zodanig deel uit van de Directiestaf. De heer Cadée blijft daarnaast voor 50% van zijn werktijd de functie van stafmedewerker van de hoofdafdeling Vliegtuigen vervullen.

Met ingang van 1 oktober heeft ir. J. Mannée zijn functie van chef van de afdeling Incompressibele Aërodynamica neergelegd, en werd benoemd tot staffunctionaris van de hoofdafdeling Stromingen. De leiding van de afdeling Incompressibele Aërodynamica is voortgezet door ir. F. Jaarsma.

Met ingang van 1 november is de heer J.F. Post benoemd tot chef van de afdeling Inkoop, als opvolger van de heer ing. M.J.Th. Smits, die gebruik heeft gemaakt van de VUT-regeling.

Uitmo 1987 was het laboratorium georganiseerd volgens het schema op p. 18.

Pensionering en vervroegde uittreding (VUT)

Geen van de personeelsleden ging met pensioen.

Twaalf personeelsleden maakten gebruik van de regeling voor vervroegde uittreding (VUT): de heer F.R. Schram (Centrale), prof. ir. H. Bergh (hoofdingenieur in algemene dienst), de heer

G.G. Kruis (Inkoop), ing. F.A. Jacobs (S-laboratoria), mevrouw M.E. Zijlstra-Kuiken (Numerieke wiskunde en applicatieprogrammering), de heer J.E. Sunter (Elektronica), ing. F.W. Greebe (Vliegtuiginstrumentatie), ing. G.J.F. Lenoir (Ontwerpafdeling), de heer B.A. Noorlander (Vliegproeven en Helikopteronderzoek), de heer J. de Clercq (Administratie), de heer H. van Tubergen (Vliegtuiginstrumentatie) en de heer M.J.Th. Smits (Inkoop).

Jubilea Vier personeelsleden vierden hun 40-jarig jubileum, en twintig personeelsleden hun 25-jarig jubileum als medewerker bij het NLR.

Koninklijke onderscheidingen Ir. F. Jaarsma, chef van de afdeling Incompressibele Aërodynamica en adviseur van de Indonesische overheid voor de bouw van de Indonesische Lage Snelheids Tunnel (ILST), werd benoemd tot Ridder in de Orde van Oranje-Nassau. Mevrouw A.C. van Rooijen, directiesecretaresse, ontving de Eremedaille in Goud, verbonden aan de Orde van Oranje-Nassau.

Assistentie Wetenschappelijk Onderwijs Vier medewerkers van het NLR waren in 1987 tevens als deeltijd hoogleraar verbonden aan de Technische Universiteit Delft: prof. ir. F.J. Abbink, prof. ir. J.W. Slooff, prof. dr. A.E.P. Veldman en prof. ir. R.J. Zwaan. Voorts verzorgde ir. H. Berghuis van Woortman een aantal colleges op het gebied van de luchtverkeersleiding aan de Technische Universiteit Delft.

Personeelsbestand De personeelsformatie per eind 1987 wordt weergegeven in de tabel op pagina 21 en de spreiding van het personeel over de beide vestigingen in onderstaande tabel.

Personeelsspreiding over de beide NLR-vestigingen op 31 december 1987
(tussen haakjes de cijfers per 31 december 1986)

Personeelscategorie	Amsterdam	Noordoostpolder	Totaal
– Academici en daarmee gelijkgestelden	159 (156)	98 (96)	257 (252)
– Hogere technici en daarmee gelijkgestelden	145 (152)	121 (118)	266 (270)
– Overigen	141 (143)	120 (124)	261 (267)
Totaal	445 (451)	339 (338)	784 (789)

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

Stichting Pensioenfonds In het bestuur van de "Stichting Pensioenfonds van de Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium" vonden geen wijzigingen plaats. Het was als volgt samengesteld:

Mr. G.W. van Hasselt	<i>voorzitter</i>	werkgeversvertegenwoordiging
J.A. Verberne r.a.	<i>vice-voorzitter</i>	
Ing. J.H.A. te Boekhorst	<i>secretaris</i>	werknemersvertegenwoordiging
Ir. L.J.M. Joosten	<i>penningmeester</i>	
Ing. A. Nederveen	<i>lid</i>	

Ing. A. Nederveen (*lid*) en ir. R. Ross (*plaatsvervangend lid*) waren reglementair aan de beurt om af te treden. De heer Nederveen stelde zich herkiesbaar en werd herkozen; in de plaats van de heer Ross, die zich niet herkiesbaar stelde, werd dr. ir. J.W. Boerstool gekozen.

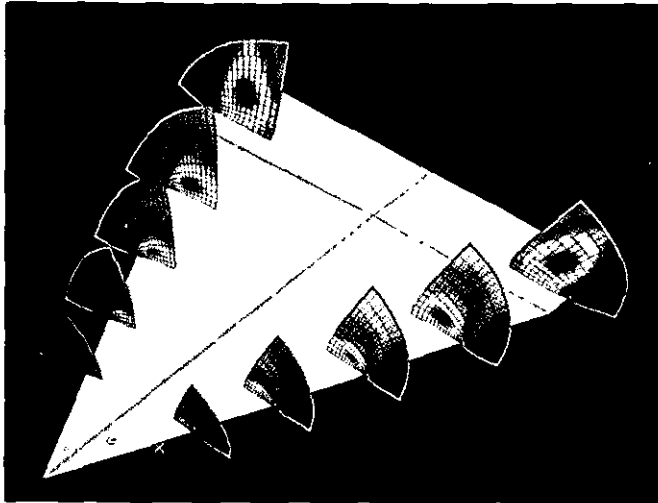
Ondernemingsraad Aan het eind van het jaar bestond de Ondernemingsraad uit de heren C.S. Beers, A.L.C. van Dorp, H.W.G. de Jonge (*voorzitter*), P. Koster, J.W. van der Laan, G. van Lunteren, C.J. Lof, L.H.A. van der Meer, J.H. Nassette, P.W.H. Peteri, P.L. Sevenhuijsen (*secretaris*) en F.J. Sonnenschein (*vice-voorzitter*).

Personeelsvereniging Het bestuur van de Personeelsvereniging bestond aan het eind van het jaar uit de dames S.N. Mimoun (*penningmeester*) en K.M. van Wijk (*secretaris*) en de heren L.C.M. Dinkgreve, J.P. Floor, E.Th.R. Funck, H. Keppel en O.B.M. Pietersen (*voorzitter*).

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.

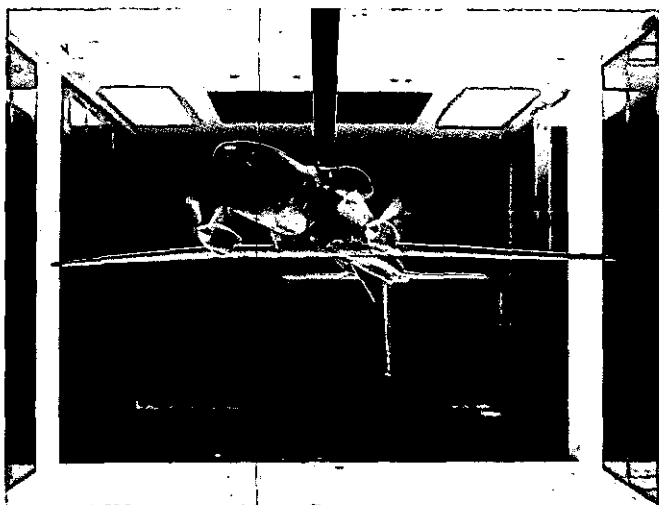
NLR-PERSONEELSFORMATIE EIND 1987
(tussen haakjes de cijfers van eind 1986)

		Academici en daarmee gelijkgest.	Hogere technici en daarmee gelijkgest.	Overigen	Totaal
DIRECTIE		3 (3)	- (-)	- (-)	3 (3)
- Directiestaf		8 (9)	11 (11)	1 (1)	20 (21)
		11 (12)	11 (11)	1 (1)	23 (24)
HAFD. STROMINGEN	A	3 (2)	1 (1)	3 (3)	7 (6)
- Incompr. aërodynamica	AI	11 (12)	5 (5)	6 (6)	22 (23)
- Compr. aërodynamica	AC	8 (8)	18 (17)	12 (14)	38 (39)
- Voortstuwingsaërodynamica	AV	6 (5)	4 (3)	4 (4)	14 (12)
- Aëroelasticiteit	AE	9 (8)	2 (2)	1 (1)	12 (11)
- Theoretische aërodynamica	AT	11 (10)	- (-)	- (-)	11 (10)
- Windtunnelinstrumentatie	AW	6 (6)	10 (9)	6 (7)	22 (22)
- DNW	AD	3 (3)	11 (10)	11 (11)	25 (24)
		57 (54)	51 (47)	43 (46)	151 (147)
HAFD. VLIEGTUIGEN	V	2 (2)	1 (-)	2 (2)	5 (4)
- Vliegpr. en helikopteronderz.	VV	23 (21)	9 (10)	1 (1)	33 (32)
- Vliegtuiggebruik	VG	17 (17)	7 (7)	3 (2)	27 (26)
- Stabiliteit en besturing	VS	12 (13)	8 (9)	3 (2)	23 (24)
- Prestaties en evaluaties	VP	5 (5)	1 (1)	- (-)	6 (6)
- Vliegtuiginstrumentatie	VA	14 (13)	32 (32)	12 (15)	58 (60)
		73 (71)	58 (59)	21 (22)	152 (152)
HAFD. CONSTR. en MAT.	S	1 (1)	- (-)	1 (1)	2 (2)
- Belastingen	SB	6 (6)	3 (3)	- (-)	9 (9)
- Constructies	SC	8 (7)	1 (1)	1 (1)	10 (9)
- Materialen	SM	6 (6)	4 (4)	- (-)	10 (10)
- S-Laboratoria	SL	3 (3)	6 (7)	16 (15)	25 (25)
		24 (23)	14 (15)	18 (17)	56 (55)
HAFD. RUIMTEVAART	R	3 (2)	- (-)	1 (1)	4 (3)
- Remote sensing	RR	3 (3)	2 (3)	- (-)	5 (6)
- Systemen	RS	11 (11)	1 (1)	- (-)	12 (12)
- Lab. en therm. vac. onderzoek	RL	4 (5)	7 (6)	1 (1)	12 (12)
		21 (21)	10 (10)	2 (2)	33 (33)
HAFD. INFORMATICA	I	3 (3)	- (-)	2 (2)	5 (5)
- Elektronica	IE	13 (12)	19 (22)	11 (10)	43 (44)
- Wisk. modellen en methoden	IW	11 (11)	- (-)	- (-)	11 (11)
- Num. wisk. en appl. program.	IN	18 (17)	25 (27)	3 (4)	46 (48)
- Rekencentr. en syst. program.	IR	15 (16)	14 (13)	11 (12)	40 (41)
		60 (59)	58 (62)	27 (28)	145 (149)
TECHNISCHE DIENSTEN	T	1 (1)	- (-)	1 (1)	2 (2)
- Techn. projecten	TP	4 (4)	3 (6)	1 (1)	8 (11)
- Ontwerpfabdeling	TO	- (-)	12 (12)	3 (3)	15 (15)
- Werkplaatsen	TW	1 (1)	9 (9)	32 (34)	42 (44)
		6 (6)	24 (27)	37 (39)	67 (72)
ALGEMENE DIENSTEN	G	2 (2)	1 (1)	- (-)	3 (3)
- Bouwkundige zaken	GC	- (-)	2 (2)	1 (1)	3 (3)
- Centrale	GE	- (-)	4 (4)	9 (10)	13 (14)
- Sterkstroom	GS	- (-)	2 (2)	8 (8)	10 (10)
- Huishoudelijke zaken	GZ	- (-)	2 (2)	32 (30)	34 (32)
- Bewaking	GX	- (-)	- (-)	8 (9)	8 (9)
- Bibl., documentatie, archief	GB	2 (2)	3 (3)	6 (6)	11 (11)
- Tekstverwerking	GT	- (-)	4 (4)	29 (28)	33 (32)
		4 (4)	18 (18)	93 (92)	115 (114)
ADMINISTRATIEVE DIENSTEN	O	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
- Administratie	OA	1 (1)	17 (15)	13 (14)	31 (30)
- Magazijn en expeditie	OM	- (-)	1 (1)	4 (3)	5 (4)
- Inkoop	OI	- (1)	4 (5)	2 (3)	6 (9)
		1 (2)	22 (21)	19 (20)	42 (43)
TOTAAL GENERAAL		257 (252)	266 (270)	261 (267)	784 (789)



Modellering van voorrandwervelstroming bij een delta-vleugel, op basis van de Euler-vergelijkingen.

Een model van een Airbus vliegtuig tijdens de installatie in de hoge-snelheidswindtunnel HST (foto: Flug Revue).



Model van een verkeersvliegtuig met draaiende propellers dat werd onderzocht in de lage-snelheidswindtunnel LST 3 x 2.25.

3 OVERZICHT VAN HET WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK

3.1 STROMINGEN

Vliegtuig Technologie Programma

In dit programma, dat in nauwe samenwerking met Fokker wordt uitgevoerd, ligt de nadruk bij het toegepast aërodynamisch onderzoek op het gebied van schroefvoortstuwing, verbetering van het aërodynamisch rendement en configuratiestudies voor vliegtuigen.

Schroefvoortstuwing

In 1986 werd een opstelling gespecificeerd voor onderzoek in de transsone windtunnel HST naar de installatie-effecten van een geavanceerde propeller op de stroming rond een geschematiseerde vleugel. Om budgettaire redenen moesten medio 1987 de plannen worden bijgesteld. Als eerste prioriteit werd gekozen voor een onderzoek in de lage-snelheidswindtunnel LST 3 x 2.25 aan een laagdekker met als voortstuwingseenheid een contra-roterende duw-schroef achter aan de romp. Met het ontwerp van het windtunnelmodel en met het opstellen van de specificatie voor de te gebruiken voortstuwinginstallatie werd een begin gemaakt.

Parallel hieraan is gewerkt aan het programmasysteem voor de berekening van de stroming om geïsoleerde enkelvoudige propellers, waarbij gebruik wordt gemaakt van aangeleverde tweedimensionale profielgegevens. Er is begonnen met de uitbreiding van het programmasysteem voor toepassing op contra-roterende propellers en met de realisatie van de mogelijkheid om de effecten van scheve aanstroming op bladbelasting en prestaties te berekenen.

De vergelijking van uitkomsten van het rekenmodel voor de berekening van het geluid van een geïsoleerde propeller met resultaten van een experimenteel onderzoek in de Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW) heeft geleid tot de conclusie dat de aërodynamische modellering in het rekenmodel nog verbeterd moet worden.

Aërodynamisch raffinement

Door vergroting van de effectiviteit van de draagkrachtverhogende middelen die bij de start en de landing gebruikt worden, kan de aërodynamische kwaliteit van de huidige generatie vliegtuigen nog worden verbeterd. Daarvoor is het vooral belangrijk meer inzicht te krijgen in de invloed van schaal- en compressibiliteitseffecten op het functioneren van de start- en landingskleppen. Hiertoe zijn uitgebreide en gedetailleerde metingen uitgevoerd in de windtunnels LST 3 x 2.25 en HST aan een aantal tweedimensionale vleugel/klep-configuraties bij verschillende waarden van de Reynolds- en Machgetallen. Met een voor dit doel gemaakt traverseringsmechanisme zijn uitvoerige grenslaag- en zogmetingen op verschillende posities op en achter de vleugel en de klep uitgevoerd. Het onderzoek vindt in samenwerking met andere Europese luchtvaartlaboratoria plaats, in GARTEUR-verband. Door deze samenwerking kunnen metingen worden uitgevoerd tot getallen van Reynolds die bij het werkelijke vliegtuig voorkomen. Tot het meetprogramma behoren, naast proeven in de ONERA F1 en RAE 5 m tunnels, ook proeven in de vrije vlucht.

Het voor routinegebruik kunnen beschikken over computergesteunde ontwerpgereedschappen stelt de vliegtuigindustrie in staat slagvaardig te ontwerpen. Met het INSSYST-ontwerpsysteem kunnen vleugel/romp-configuraties in transsone stroming worden ontworpen op basis van de X-FLO22 rekenmethode. De trefzekerheid van het INSSYST ontwerpsysteem wordt bepaald door dit X-FLO22 programma. Bij toepassing van een standaard netwerk produceert dit programma drukverdelingen over vleugels, die representatief zijn voor viskeuze stroming bij een getal van Reynolds van ca. 30×10^6 . Dit ontwerpsysteem werd overgedragen aan Fokker en is gebruikt bij het ontwerp van een vleugel voor één kruisvluchtconditie bij een hoog getal van Mach. Deze nieuwe vleugel werd, in combinatie met een bestaande romp, in de hoge-snelheidswindtunnel HST beproefd, zodat een verificatie van het ontwerpproces kan plaatsvinden.

De ontwikkeling van het rekenprogramma VISPAN voor het berekenen van de viskeuze stroming met loslating om meervoudige profielen werd voortgezet. De eerste testberekeningen hebben

aangetoond dat de koppeling tussen de niet-viskeuze buitenstroming en de viskeuze grenslaagstroming naar behoren functioneert.

Configuratietoets

In de voorontwerpfase van de ontwikkeling van een vliegtuig moeten aan de hand van berekende of geschatte aerodynamische grootheden snel de merites van verschillende configuraties beoordeeld kunnen worden. De nadruk ligt hier op het snel verkrijgen van rekenresultaten welke in het algemeen zullen bestaan uit krachten en momenten, stabiliteitsafgeleiden en draagkrachtverdelingen over dragende delen van het vliegtuig. Voor deze functie is het computerprogramma PDAERO ontwikkeld. Dit programma werd uitgetest voor configuraties met slipstromen en vleugels met draagkrachtverhogende middelen.

Ariane 5

In opdracht van Aérospatiale werd een begin gemaakt met de uitvoering van krachtenmetingen aan een model van de Ariane 5 draagraket met satellietkap (version automatique) en van de Ariane 5 met de ruimtewagen Hermes. Deze krachtenmetingen, uitgevoerd in de HST en in de supersonische windtunnel SST dienen voor het bepalen van de bestuurbaarheid van de Ariane 5 en van de verdeling van krachten en momenten over de hoofd-onderdelen.

Onderzoek op het gebied van stromingsberekeningen

De snelle vooruitgang op het gebied van computertechnologie en numerieke methoden zal de mogelijkheden voor numerieke stromingssimulatie in het komende decennium aanzienlijk verruimen. Het simuleren van stromingen op basis van Euler-vergelijkingen en Reynolds-gemiddelde Navier-Stokes vergelijkingen is met de komst bij het NLR van de NEC SX-2 supercomputer binnen bereik gekomen.

De keuze van te ontwikkelen rekenmethoden wordt mede bepaald door het feit dat in de diverse stadia van het ontwerpproces uiteenlopende eisen worden gesteld aan de nauwkeurigheid en aan de snelheid van verwerking. Hiermee samenhangend wordt aandacht besteed aan zowel methoden gebaseerd op eenvoudige stromingsmodellen (niet-viskeus, al of niet met grenslaageffecten) als aan modellering op basis van de Navier-Stokes vergelijkingen.

Niet-viskeuze stromingen

In de detailontwerpfase van de ontwikkeling van een vliegtuig wordt de geometrie van de configuratie in detail vastgesteld. In deze fase wordt voor het berekenen van de stroming bij subsone vliegsnelheid gebruik gemaakt van zgn. panelenmethoden. Een nieuwe panelenmethode is in ontwikkeling. Met deze panelenmethode zijn reeds stromingsberekeningen uitgevoerd aan een gecompliceerde inlaatconfiguratie van de Fokker 50. Hierbij is een goede overeenstemming bereikt tussen de drukverdelingen die werden gemeten in de windtunnel en de berekende resultaten.

De ontwikkeling van het programmasysteem MATRICS voor het berekenen van transsonische potentiaalstromingen met schokgolven om vliegtuigconfiguraties werd voortgezet. Dit systeem bestaat uit een netwerkgenerator, een "flow-solver" en een "post processor". Versies van de door FFA (Zweden) ontwikkelde netwerkgenerator zijn bij het NLR geïnstalleerd. Aan Fokker is een verbeterde versie van de "flow-solver" overgedragen. Met de uitbreiding van de MATRICS "flow-solver" voor een andere topologie van het netwerk werd goede voortgang gemaakt.

Op verzoek van Fokker werd een moduul voor de berekening van schokgolfweerstand ontwikkeld.

Het ontwikkelen van een simulatiesysteem voor driedimensionale niet-viskeuze stromingen op basis van de Euler-vergelijkingen werd voortgezet. Dit systeem bestaat uit drie separate componenten: het netwerkgeneratie-programma, de "flow-solver" en het systeem voor stromingsvisualisatie. De eerste testberekeningen gericht op het simuleren van propellerslipstromen om een vleugel/motorgondel-configuratie in transsonische stroming werden uitgevoerd op de CRAY XMP48/SSD supercomputer van het rekencentrum CINECA van de Universiteit van Bologna (Italië). Deze berekeningen werden uitgevoerd vanaf de CYBER computer van Aeritalia te Napels, in het kader van een samenwerkingsovereenkomst tussen het NLR en Aeritalia. Een eerste transsonisch resultaat met propellereffect werd verkregen. De ontwikkeling van het simulatiesysteem zal worden voortgezet in 1988 op de NEC SX-2 supercomputer van het NLR. "Benchmark tests" hebben aangetoond dat de Euler-rekenmethode op de SX-2 in hoge mate vectoriseert. Hierdoor is een korte "turn-around"-tijd mogelijk, wat de ontwikkeling van het systeem ten goede zal komen.

Tevens werd in het kader van het internationale IEPG-TA15 project een aanvang gemaakt met de berekening van niet-viskeuze stromingen om delta-vleugels met scherpe voorrand. Het doel van dit project is het ontwikkelen van aerodynamische rekenmethoden gebaseerd op de Euler-vergelijkingen of Navier-Stokes-vergelijkingen voor het simuleren van de stroming om configuraties van toekomstige jachtvliegtuigen. De rekenmethode wordt getoetst aan de hand van resultaten van windtunnelmetingen aan zulke configuraties.

In Stockholm werd een symposium gehouden rond het zgn. "International Vortex Flow Experiment". Dit samenwerkingsproject van researchinstituten uit de USA, Zweden, West-Duitsland en Nederland omvat theoretisch en experimenteel onderzoek aan delta-vleugels ten behoeve van de ontwikkeling en validatie van rekenresultaten van "Euler"- en "Navier-Stokes"-methoden. De "Proceedings" van dit symposium zijn verschenen in 1987.

Viskeuze stromingen

Gewerkt werd aan het ontwikkelen van rekenmethoden voor complexe viskeuze stromingen, bij vleugelachtterranden, in zogen daarachter en voor losgelaten stromingen. Hierbij wordt uitgegaan van de zgn. sterke-interactie modellering tussen de grenslaag en de wrijvingsloze buitenstroming. De NLR-methode VISIAN voor het simuleren van grenslagen en zogen in sterke interactie met een niet-viskeuze buitenstroming om profielen is inmiddels afgerond. Daarna is de ontwikkeling voortgezet met het koppelen van VISIAN aan het programma TRAFS voor het berekenen van transsone profielstromingen. Dit programmasysteem, VISTRAFS, werd aan validatietests onderworpen. Voor niet te ingewikkelde stromingssituaties komen de uitkomsten goed overeen met die van experimenten en van andere, reeds bestaande rekenmethoden. Getracht wordt het toepassingsgebied uit te breiden voor meer complexe stromingen.

Rekenmethoden op basis van Navier-Stokes vergelijkingen

Voor het berekenen van complexe stromingssituaties, zoals bijvoorbeeld bij vleugels met uitgeslagen kleppen en bij uitlaatgasstralen van dubbelstroomstraalmotoren, is een begin gemaakt met de ontwikkeling van een oplosmethode op basis van Reynolds-gemiddelde Navier-Stokes vergelijkingen. Voor de "flow-solver" werd de mathematische formulering bestudeerd in samenhang met het turbulentiemodel. Tevens werd de ontwikkeling van een netwerkgenerator ter hand genomen.

Door de komst van de NEC SX-2 supercomputer bij het NLR kan deze ontwikkeling aanzienlijk worden versneld.

Bij rekenmethoden voor viskeuze stromingen is de kwaliteit van de turbulentiemodellering zeer belangrijk. Op dit gebied is een experimenteel onderzoek verricht in de LST 3 x 2.25 naar de turbulente stromingseigenschappen in een zog boven een klep aan de vleugelachtterrand.

In het kader van GARTEUR werd gewerkt aan een gezamenlijk Europees experiment betreffende meting van driedimensionale grenslagen. Met verschillende technieken zullen uitgebreide turbulentiemetingen in de grenslaag van een halfmodel van een pijlvleugel en in het zog erachter plaatsvinden. De pijlvleugelgeometrie is inmiddels vastgelegd. Het theoretisch ontwerp werd in de LST 0.8 x 0.6 geverifieerd, en bleek de beoogde, sterk driedimensionale grenslaagstroming op te leveren.

Het programma BOLA voor grenslaagberekeningen werd verder geschikt gemaakt voor routinematige berekening van de grenslaag op pijlvleugels, inclusief de stuwlijnstroming op de voorrand. In het kader van een AGARD-werkgroep werden de verschillende aspecten van driedimensionale stromingsloslatingen bestudeerd, mede aan de hand van grenslaagberekeningen aan een ellipsoïde onder een invalshoek.

Ontwerpmethoden

De behoefte om het (aërodynamische) ontwerpproces met grotere trefzekerheid en doelmatigheid te kunnen uitvoeren heeft geleid tot het programmasysteem CADOS voor het berekenen van gewenste drukverdelingen door wiskundige optimalisatie. In 1987 zijn ontwerpstudies uitgevoerd om inzicht te verkrijgen in de doelmatigheid van dit systeem.

Het programmasysteem MAD bestuurt op interactieve wijze de programmatuur voor de berekening en het ontwerp van zowel enkelvoudige als meervoudige profielconfiguraties. Begonnen werd met de aansluiting van het programma VISWAKE voor de berekening van viskeuze stroming rond meervoudige profielen op dit programmasysteem.

Overig onderzoek Natuurlijke laminaire stroming

De resultaten van metingen aan een "Natural Laminar Flow" (NLF)-profiel in de HST werden nader geanalyseerd. De meeste ontwerpdoelstellingen bleken te zijn gerealiseerd. Een minimale weerstand van circa 45 "counts" werd gevonden, minder dan de helft van die van conventionele profielen. Het turbulentie- en geluidsniveau in de HST zijn zodanig laag dat een getal van Reynolds, betrokken op de lengte van het laminaire gebied, van meer dan 8×10^6 kon worden bereikt. Hierbij hoort een waarde van ongeveer 7 voor de zgn. kritische opslingeringsfactor uit de lineaire stabiliteitstheorie.

Als gevolg van vervuiling van het model tijdens de meting bleek de grenslaag voortijdig turbulent te worden; een oplossing voor dit probleem wordt gezocht.

In de modeltunnel van de LST 3 x 2.25 werd fundamenteel onderzoek verricht naar de kritische ruwheidshoogte die omslag veroorzaakt bij aanwezigheid van een drukgradiënt. De metingen bevestigden de uit de literatuur bekende gegevens zonder drukgradiënt. Het onderzoek wordt voortgezet.

Een begin werd gemaakt met een systematisch onderzoek op het platform van Schiphol naar vervuiling en beschadiging van het vleugeloppervlak van verkeersvliegtuigen, die optreden tijdens operationeel gebruik.

Voortstuwingsaërodynamica

Bij de stuwkrachtijking van TPS-motorsimulatoren ("Turbine Powered Simulator") bleek, ondanks filtering, stof in de aangezogen atmosferische lucht te leiden tot vervuiling van de TPS, waardoor de prestaties terugliepen. Door fijnere inlaatfilters aan te brengen werd weliswaar het vervuilingsprobleem opgelost, maar door het grote drukverlies over de nieuwe filters waren aanvullende maatregelen nodig om secundaire stromingen te onderdrukken die parasitaire krachten op de balans veroorzaakten.

Ter voorbereiding van een onderzoek aan een geavanceerde propeller in de hoge-snelheidstunnel HST werden met succes snelheidsmetingen uitgevoerd in de lege meetplaats van de HST met een twee-focus lasertechniek.

Voor onderzoek in de DNW werd wederom een aantal TPS-motoren geijkt. Voor de Europese Transsone Windtunnel (ETW) werd een studie uitgevoerd naar de mogelijkheden van motorsimulatie bij cryogene tunnelcondities.

Aëro-elasticiteit

Door het NLR wordt een computerprogramma ontwikkeld, ARSPNSC genaamd, voor het berekenen van luchtkrachten op trillende dragende en niet-dragende lichamen in compressibele uniforme stroming. Goede voortgang werd gemaakt met het geschikt maken van het programma voor toepassing in supersone stroming en in laag-subsonische stroming en bij grote invalshoeken waarbij zich wervelvlakken vanaf de vleugelvoorzand hebben gevormd.

In het rekenprogramma ULTRANV (vroeger: LTRAN2-NLR) voor het berekenen van luchtkrachten op een trillend profiel in aanwezigheid van grenslagen werden enkele verbeteringen aangebracht. Het is nu mogelijk berekeningen uit te voeren in het gehele subsonische en transsonische snelheidsgebied tot voorbij de buffetgrens. Er werd een gebruikershandleiding opgesteld. Het programma werd geïmplementeerd bij Fokker, waar het is toegepast voor de bepaling van de draagkracht van profielen in de buurt van de overtreksgrens.

De rapportering van het omvangrijke windtunnelonderzoek in de LST 3 x 2.25 aan een trillend vleugelmodel met "strakes" is nagenoeg gereedgekomen. Het rapport bevat drukverdelingen en met een balans gemeten aërodynamische krachten en momenten bij sinusvormige en bij z.g. (1-cos)-bewegingen, alsmede de resultaten van stromingsvisualisatie.

Een begin is gemaakt met de voorbereidingen voor soortgelijke metingen in de HST aan een half-model van een vleugel met "strakes". Deze metingen hebben tot doel de effecten van stromingsloslating bij de tip te bestuderen, die bij gevechtsvliegtuigen kunnen leiden tot een verhoogd trillingsniveau. Een ander doel is gegevens te verzamelen voor de verificatie van rekenmethoden. Het onderzoek wordt met enkele Amerikaanse partners uitgevoerd.

Omdat de rekstrookbalans die tijdens bovengenoemd windtunnelonderzoek wordt toegepast zowel statisch als dynamisch zwaar zal worden belast, werd met behulp van een proefbalans een studie uitgevoerd naar de bereikbare nauwkeurigheid.

Een door NASA ontwikkelde parameteridentificatiemethode voor de behandeling van gemeten fluttersignalen werd bij het NLR geïmplementeerd. Ter beproeving van de methode werd in samenwerking met Fokker begonnen met de analyse van vluchtgegevens van de Fokker 50 en de Fokker 100.

Aëroakoestiek

In de LST werden geluidsmetingen uitgevoerd in een doorstroomgondel, voorzien van een roterend "spakenwiel" stroomopwaarts van een statorbladkrans. Een begin werd gemaakt met het vergelijken van de resultaten van deze metingen, in combinatie met die van eerder uitgevoerde metingen aan het zog achter het roterende spakenwiel en de instationaire drukken op een statorblad, met resultaten van een theoretisch model voor het ontstaan van fanlawaaï.

Het theoretisch model voor de berekening van de geluidsbronsterkte van axiale compressoren werd op verschillende punten verbeterd. Voortgang werd geboekt bij de beschrijving van de installatoire drukverdeling over de compressorbladen. Tevens werd de numerieke nauwkeurigheid van de oplossing verhoogd.

Ten behoeve van experimenteel onderzoek aan spiraliserende geluidsgolven in stromingskanalen, bijvoorbeeld motorinlaten, en hun demping door akoestische bekleding, werden de benodigde meettechnieken en de bijbehorende methode voor signaalverwerking verder ontwikkeld en beproefd.

Ter ondersteuning van geluidsmetingen in de DNW werd de correctiemethode voor geluid dat de straalrandbegrenzing passeert, geverifieerd voor laagfrequent propellergeluid (80 Hz en veelvouden daarvan).

Onderzoek samenhangend met het meten in windtunnels

Gebruikers van windtunnels eisen dat vliegtuigprestaties en vliegtuigeigenschappen met de grootst mogelijke nauwkeurigheid voorspeld worden. Dit stelt hoge eisen aan de nauwkeurigheid van metingen in windtunnels.

Aandacht werd besteed 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, bijvoorbeeld als gevolg van de aanwezigheid van tunnelwanden en van de modelondersteuning.

Wandinvloed

In het kader van het SWIM (Subsoon Wandinvloed Model)-project worden diverse typen correctiemethoden getoetst aan meetgegevens verkregen in zowel een kleine (LST 0.8 x 0.6) als een veel grotere (LST 3 x 2.25) meetplaats. Gestreefd wordt naar de ontwikkeling van een modelonafhankelijke correctiemethode die een minimaal aantal gemeten wanddrukken vereist en tevens minimale rekentijden vergt, zodat het toepassen van wandinvloedcorrecties tijdens een windtunnelproef op routinebasis mogelijk is. Deze doelstelling lijkt inmiddels bereikt voor meetplaatsen met vlakke gesloten wanden en symmetrische stromingscondities. Uitbreiding naar gekromde (bijvoorbeeld flexibele) gesloten wanden en, vervolgens, naar asymmetrische condities wordt voorzien.

Het theoretisch onderzoek naar de mogelijkheden van tweedimensionale flexibele wanden ter vermindering van de wandinvloed op driedimensionale modellen heeft geleid tot een rekenprogramma, dat onder meer ingezet kan worden voor het opstellen van specificaties voor de modernisering van de HST-metplaats.

Staakinvoed

In nauwe samenwerking met een opdrachtgever werd theoretisch onderzoek uitgevoerd naar de invloed van twee verschillende modelondersteuningen op de gemeten aërodynamische coëfficiënten voor een bepaalde vliegtuigconfiguratie. De resultaten van deze berekeningen konden worden vergeleken met experimentele gegevens. Daardoor werd een goed inzicht verkregen in de oorzaak en de grootte van de verschillende bijdragen in de staakinterferentie. De analyse wordt voortgezet.

Ondersteuning DNW

Een aantal van de bovengenoemde onderwerpen is tevens van belang voor de Duits-Nederlandse Windtunnel DNW. Tot deze onderwerpen behoren: wandinvloed, invloed van de modelondersteuning, voortstuwingsaërodynamica (ijking van TPS-motoren en analyse van resultaten). Over deze onderwerpen werd met DNW en DFVLR overleg gevoerd, en 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 DFVLR geleverd.

3.2 VLIEGTUIGEN

Evaluatie en certificatie van de Fokker 50 en de Fokker 100

In nauwe samenwerking met Fokker en in opdracht van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR) werden de ontwikkelingswerkzaamheden aan het Meet-, Registratie- en Verwerkingssysteem (MRVS) voor de vliegtuigtypen Fokker 50 en Fokker 100 afgerond.

Met de beschikbare hardware en software modules en procedures kunnen nu in korte tijd instrumentatiesystemen worden opgebouwd, die toegesneden zijn op de meetopdracht.

Fokker 50

Begin 1987 waren voor vliegproeven de beide prototypen en het eerste serievliegtuig van de Fokker 50 beschikbaar. Met deze drie vliegtuigen werden de resterende proeven voor het ver-

krijgen van het Bewijs van Luchtwaardigheid (BVL) uitgevoerd. Het totaal aantal vliegreizen daarvoor bedroeg ca. 900. Op 15 mei werd het BVL door de Rijksluchtvaartdienst aan Fokker verstrekt.

Na deze datum werden vliegproeven uitgevoerd om nog openstaande vragen te beantwoorden en om specifieke klanteneisen te evalueren en te certificeren. Een drietal geïnstrumenteerde serie-vliegtuigen speelde hierbij een belangrijke rol. Na 15 mei 1987 werd het tweede prototype van zijn instrumentatie ontdaan om verder als lestoestel te kunnen worden gebruikt. Een eenvoudig instrumentatiesysteem werd ontwikkeld dat in elk serievliegtuig wordt geplaatst voor metingen van de vliegtuigprestaties tijdens het invliegen vóór de aflevering van het toestel. Een NLR-team verzorgde tijdens bovengenoemde vliegproeven het NLR-gedeelte van de MRVS-instrumentatie aan boord van de diverse vliegtuigen. Vanuit het NLR werd assistentie verleend bij kalibraties, onderhoud van hardware en software, ontwerp en aanmaak van nieuwe instrumentatiesystemen en bij de verwerking van de gegevens. Een zeer aanzienlijke inspanning werd ook geleverd in het up-to-date houden van administratie en documentatie, nodig om over een reeks van jaren de validiteit van de meetgegevens te kunnen waarborgen.

Een belangrijke meetcampagne vond plaats in Senegal, waar bij extreem hoge buitenluchttemperatuur werd gemeten. Andere proeven betroffen standaard certificatie-onderdelen als vliegeigenschappen, motorprestaties, systemen (o.a. voor motor- en propellerbediening) en avionica, maar ook speciaal onderzoek zoals het stromingsonderzoek rond de propellerbladen met behulp van tufts, Categorie II naderingsonderzoek en het meten van de prestaties op smalle banen bij sterke dwarswind. Voor het meten van de dwarsafwijking op de baan werd het meetinstrumentarium uitgebreid met een videocamera in de cockpit, die werd gebruikt zoals de neuscamera die in de Fokker 100 bij metingen tijdens automatische landingen wordt toegepast.

Gedurende al deze vliegproeven heeft het gehele Meet-, Registratie- en Verwerkingssysteem zonder noemenswaardige haperingen gefunctioneerd.

Fokker 100

Op 25 februari 1987 kwam het tweede prototype van de Fokker 100 beschikbaar voor het vliegproevenprogramma. Het werd voorzien van een omvangrijk instrumentatiesysteem, dat vrijwel identiek was aan dat in het eerste prototype van de Fokker 100.

Hierdoor werd bereikt dat beide vliegtuigen voor vrijwel alle onderdelen van het beproevingsprogramma konden worden ingezet, wat duidelijk kosten-effectief is gebleken. Op 25 september 1987 werd een derde vliegtuig, met een beperkt MRVS-instrumentatiesysteem, aan het programma toegevoegd.

In de periode tot eind november 1987 werden ca. 1100 uren gevlogen, waarna op 20 november 1987 het Bewijs van Luchtwaardigheid door Fokker in ontvangst kon worden genomen.

Een groot deel van de metingen werd in het buitenland uitgevoerd. Prestatie- en geluidsmetingen bij Granada in Spanje, "water ingestion trials" in Engeland, "icing-trials" in Noorwegen, "hot-weather trials" in Tunesië en "cold weather trials" in Zweden. Voor metingen van automatische landingen werden regelmatig vliegvelden in Denemarken en Frankrijk bezocht, waarvan de landingsbanen tevoren zeer nauwkeurig in kaart waren gebracht om uitwerking van de neuscamerafilms mogelijk te maken.

Metingen die in het Nederlandse luchtruim werden uitgevoerd, en dat betrof het merendeel, waren de flutter-, overtrek- en vliegeigenschappenproeven, beproevingen van de motor, motorinlaatmetingen, metingen aan de straalomkeerders, de avionica-metingen en de metingen aan de verschillende vliegtuigboordsystemen.

Ook bij de Fokker 100 verzorgde een NLR-team het NLR-gedeelte van de MRVS-instrumentatie. Alle elementen van het Meet-, Registratie- en Verwerkingssysteem hebben ook bij de proeven met de Fokker 100 vliegtuigen goed gefunctioneerd. Ondanks het overgaan op een 24-uurs dienst in het Data Verwerkingsstation Vliegproeven (DVS) ontstond soms enige achterstand in de uitwerking van de meetgegevens, doordat in sommige perioden het aanbod van meetgegevens een veelvoud was van de verwerkingscapaciteit waarvoor het DVS was gedimensioneerd.

Het in voorgaande jaren door het NLR ontwikkelde multisensor (DME + traagheidsnavigatie) positiebepalingssysteem werd met succes gebruikt als referentie bij de certificatie van onderdelen van het Flight Management System van de Fokker 100.

Naast de verwerking van meetgegevens tot tijdreeksen in "engineering units" en het berekenen van de vliegtuigbaan tijdens prestatie-metingen en automatische landingen, werden ook de resultaten van drukverdelingsmetingen op de vleugel voor Fokker omgezet in dimensieloze drukcoëfficiënten.

	De Niet-Stationaire Meetmethode vond toepassing bij het reconstrueren van de vliegtuigbaan tijdens overtrekproeven en bij het bepalen van het asymmetrische aërodynamisch model van de Fokker 100. Een klein meetsysteem werd ontwikkeld dat gebruikt zal worden in elk serievliegtuig tijdens het invliegen vóór de aflevering van het toestel. De hoofdtak ervan is het controleren van de vliegtuigprestaties. Dit "Production Test Flight" (PTF) Systeem werd met succes toegepast bij de eerste vlucht van het eerste serievliegtuig, bestemd voor Swissair, op 30 december 1987. In 1987 maakte een NLR-medewerker deel uit van het Fokker Avionics Flight Test team voor de Fokker 100.
Mathematisch model van de Cessna Citation 500	Nadat begin 1987 de benodigde instrumentatie in de Cessna Citation was ingebouwd en beproefd, werden de vliegproeven uitgevoerd, die nodig waren om enerzijds de mathematische modellen te kunnen opstellen en anderzijds de simulatorfabrikant (CAE) te voorzien van gegevens om de modellen te valideren. Reeds tijdens het vliegproevenprogramma werd met de dataverwerking begonnen, waardoor een goede terugkoppeling met het vliegproevenprogramma werd verkregen. Vervolgens werd de analyse van de vliegproefgegevens uitgevoerd. Modellen werden opgesteld die de aërodynamica, de motor, het besturingssysteem en het onderstel beschrijven. Dankzij een grote inzet van de medewerkers van zowel de TU-Delft als het NLR konden de modellen, de bijbehorende gegevens en de tijdresponsies volgens contract aan CAE afgeleverd worden. Diverse vragen van CAE over de geleverde modellen werden beantwoord en additionele informatie werd verstrekt. Tevens werd begonnen met het opstellen van een rapportering.
Certificatie Northrop F-5	Voor de Noorse luchtmacht werden vliegproeven uitgevoerd voor de certificatie van nieuwe F-5 configuraties. Een NLR-team instrumenteerde het vliegtuig, voerde de grondproeven uit en verzorgde de data-analyse tijdens de in Andoya (Noorwegen) uitgevoerde vliegproeven.
Microzwaartekracht-condities met behulp van vliegtuigen	In opdracht van Fokker werd een studie uitgevoerd naar het gebruik van vliegtuigen om microzwaartekrachtcondities te genereren. Hierbij werd ook onderzocht welke typen vliegtuigen thans beschikbaar zijn voor dergelijke experimenten. De studie vormde een onderdeel van een door de ESA aan Fokker verstrekte opdracht na te gaan onder welke voorwaarden en met welke aanpassingen, de F 28 A1 voor microzwaartekracht-experimenten zou kunnen worden gebruikt.
Beproevingen- en meettechnieken voor onderzoek in de vlucht	De Niet-Stationaire Meetmethode ter bepaling van stabiliteits- en besturingsgrootheden uit metingen tijdens niet-stationaire vlucht werd toegepast voor het bepalen van het aërodynamische model van het Metro II laboratoriumvliegtuig. In 1987 kwam het rapport over de analyse van de asymmetrische gegevens gereed. De deelneming aan de GARTEUR "Flight Mechanics Action Group on Aircraft Modelling" werd gecontinueerd. De werkgroep heeft, ter voorbereiding van de door diverse instituten uit te voeren modelbepaling voor het gedrag van een verkeersvliegtuig, de resultaten van het in het voorjaar van 1987 uitgevoerde vliegproevenprogramma besproken en deze gegevens ter verdere analyse verspreid. NLR-medewerkers hebben ondersteuning verleend aan de RLD bij certificatiwerkzaamheden voor de Fokker 50 en de Fokker 100. Het start- en landingsmeetsysteem STALINS werd bij de vliegproeven met zowel de Fokker 50 als de Fokker 100 met succes gebruikt. Daarnaast werd een aantal speciale versies ontwikkeld om aan specifieke vragen van Fokker-gebruikers tegemoet te komen. Dit betrof aanpassingen voor de certificatie op smalle banen en voor de validatie van de vluchtnabootsers voor deze typen vliegtuigen. Het ALAND-meetsysteem, waarmee zeer nauwkeurig de werkelijke baan van een vliegtuig tijdens automatische landingen kan worden bepaald, werd bij ca. 275 landingen van de Fokker 100 gebruikt.
Verwerking van de resultaten van vliegproeven	De dataverwerking van de meting van de drukverdeling over één of meerdere dwarsdoorsneden van een vliegtuigvleugel werd belangrijk verbeterd, en vond toepassing bij metingen met de Fokker 100.

De gedeeltelijke verwerking van vliegproefgegevens tijdens de vlucht aan boord van het vliegtuig door "on-board" computersystemen is bij de Fokker-vliegproefprogramma's een groot succes gebleken. Een heroriëntering op kleinere en krachtiger computersystemen vindt plaats. De telemetriefaciliteit ten behoeve van vliegproeven voor de Koninklijke Luchtmacht, is gereed-gekomen en werd toegepast. Enige uitbreidingen worden nog voorzien.

Gebruik van de laboratoriumvliegtuigen

De beide laboratoriumvliegtuigen, de Beechcraft Queen Air 80 (PH-NLR) en de Fairchild Metro II (PH-NLZ) werden ingezet voor remote-sensing doeleinden, voor de beproeving van transducers en meetsystemen, en voor verschillende andere onderzoekprojecten.

Met het Queen Air laboratoriumvliegtuig, uitgerust met de Dutsat (scatterometer met zes radar-frequenties) werden twee meetcampagnes uitgevoerd. In de zomer een "landbouwcampagne" met proefgebieden in Nederland, Engeland, Duitsland en Italië, en in het najaar een campagne voor de meting van wind en golfpatronen bij de Golf van Biskaje. Deze laatste campagne maakte deel uit van het ESA-onderzoekprogramma rond de ERS-1 satelliet.

Het Metro II laboratoriumvliegtuig werd ingezet voor metingen met SLAR (Side Looking Airborne Radar) en CEASAR (optische CCD-scanner) ten behoeve van onderzoek van gewassen en water-kwaliteit en tevens voor oceanografisch onderzoek.

Tevens werden vluchten uitgevoerd voor de evaluatie van het programmeerbare EFIS (Electronic Flight Instrument System) en voor onderzoek naar de navigatie met behulp van twee DME-bakens.

Vliegtuiguitrusting en navigatiesystemen

In opdracht van de RLD werd begonnen met een onderzoek naar de beste oriëntatie van de weergave van de vliegsnelheid met een "vertical tape" (lage snelheid boven of hoge snelheid boven) op het Electronic Flight Instrument System (EFIS).

De resultaten werden geanalyseerd van in 1986 uitgevoerde vluchten ter evaluatie van de positiebepaling met de Navstar-GPS ontvanger. Uit de vergelijking met de positie die werd bepaald met behulp van een in het vliegtuig aanwezig videosysteem bleek dat de nauwkeurigheden conform de specificatie voor de "Coarse Acquisition (C/A) Navstar-mode" waren.

Vliegtuigonderhoud

Ten behoeve van de ontwikkeling van expertsystemen voor het onderhoud van verkeersvliegtuigen werden in opdracht van het NIVR de bij vliegtuigonderhoud toegepaste diagnosemethoden bestudeerd.

Voorts werd een structurele en functionele beschrijving gemaakt van het airconditioning systeem van een modern verkeersvliegtuig.

Ongevallenonderzoek

Ter ondersteuning van de Koninklijke Luchtmacht bij het verrichten van onderzoek van vliegtuig-ongevallen, werd begonnen met het opstellen van een "Accident Investigation Manual". In het "manual" zullen ervaringen van zowel Klu- als NLR-specialisten worden vastgelegd in de vorm van procedures en technieken. Doel van het "manual" is te komen tot een verbeterde efficiëntie van het ongevallenonderzoek.

Luchtverkeersleiding

In opdracht van de RLD werd meegewerkt aan de verdere ontwikkeling van het Nederlandse luchtverkeersleidingsysteem.

Het vorig jaar ontwikkelde demonstratiesysteem voor een "short term conflict alert" functie (waarschuwingstijd ca 2. minuten) werd verder ontwikkeld, vooral op het gebied van prestatie-aspecten.

Begonnen is met de opzet van een nieuw "planningsconflictonderzoek"-functie. Voorwaarde daarbij is het gebruik van een flexibel routesysteem.

Aan de RLD werd assistentie verleend bij een offerte-aanvraag aan de industrie voor een nieuwe ATC-simulator voor de opleiding van adspirant-verkeersleiders.

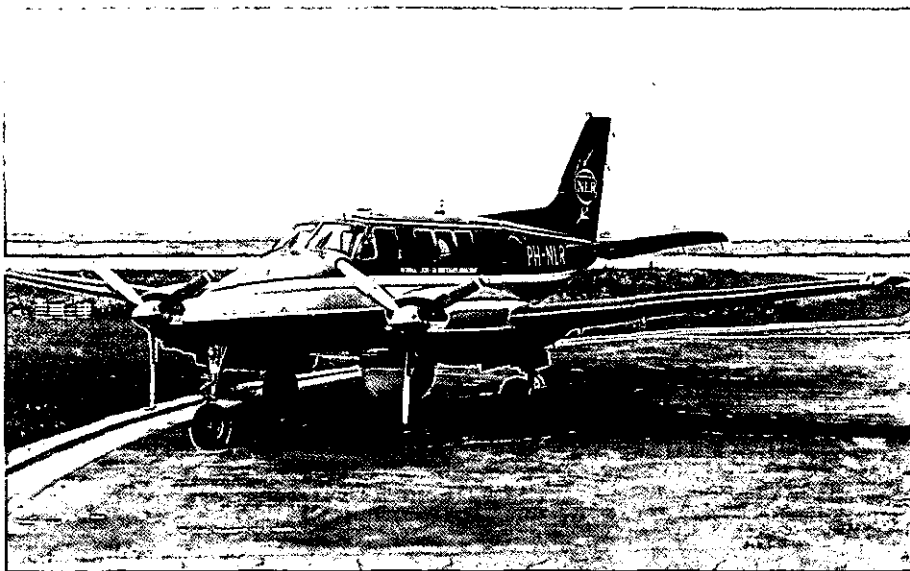
Het ontwikkelde systeem voor het operationeel evalueren van "trackers" werd verbeterd. Van een nieuwe versie kwam het functioneel ontwerp gereed.

Het prototype van een "monoradar jump diffusie tracker" kwam gereed. De eerste resultaten lieten goede prestaties zien.

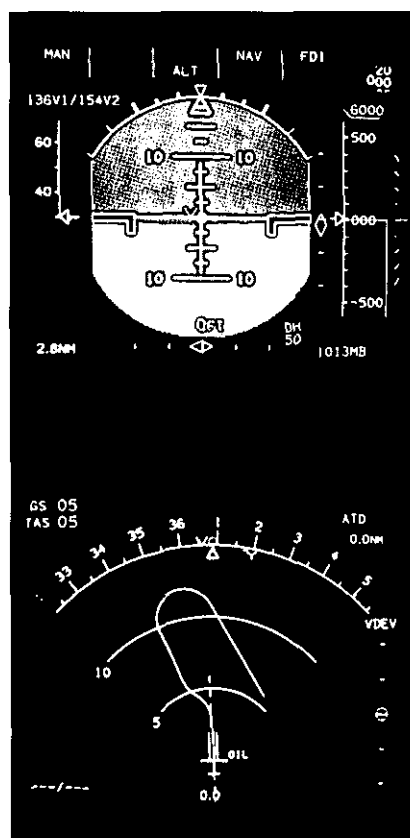
In opdracht van Eurocontrol werd een tweetal mathematische vliegtuigmodellen geleverd voor de ATC-simulatiefaciliteit in Brétigny.



Model van de romp van een NH-90 helikopter in de LST 3 x 2.25.



Het Queen Air laboratoriumvliegtuig met onder aan de romp de antenne van de radar scatterometer Dutscat.



Primary flight display (boven) en navigatiedisplay met MLS-procedure. De displays geven de toestand vlak voor vertrek aan.



De vluchtnabootser van het NLR met EFIS primary flight display en navigatiedisplay.

Een medewerker van het NLR participeerde, in opdracht van de RLD, in werkzaamheden van het Obstacle Clearance Panel (OCP) en van de Study Group on Take-Off Obstacle Accountability Areas (SGTOAA) van de ICAO.

Ook werd aan de RLD assistentie verleend bij de werkzaamheden van het "Special Committee on Future Air Navigation Systems (FANS)" van de ICAO. Dit Comité werkt aan de ontwikkeling van een wereldomvattend systeemconcept voor "Communication, Navigation & Surveillance (CNS)" voor de komende 25 jaar. Dit FANS-CNS concept omvat zowel de CNS-systemen zelf, als het ontwerp voor een mogelijke aanpak van toekomstig Air Traffic Management.

In opdracht van de RLD nam een medewerker van het NLR deel aan het "SSR Improvement and Collision Avoidance Systems Panel (SICAS)" en aan de "SSR Mode S werkgroep" van Eurocontrol. Deze groepen werken aan het opstellen van procedures voor de technische specificaties van "Secondary Surveillance Radar (SSR) mode S" met de daaraan gerelateerde tweezijdige dataverbinding tussen vliegtuig en grondapparatuur, en het "Airborne Collision Avoidance System (ACAS)".

Eveneens werd in opdracht van de RLD onderzoek verricht in het kader van internationale normgeving voor het gebruik van MLS bij een procedurele interceptietechniek voor het MLS-eindnaderingspad. Er zijn voorbereidingen getroffen voor een vliegproevenprogramma met de Metro II (ART) om de haalbaarheid van interceptietechnieken onder werkelijke vluchtomstandigheden aan te tonen.

In het kader van de GARTEUR "Action Group on Integration of Flight Management Systems and Air Traffic Management Systems" werd een concept voor Air Traffic Management ontwikkeld, waarin het Flight Management System aan boord van het vliegtuig wordt geïntegreerd met het ATC-systeem.

Separaties

De verwerking en analyse van de "European Vertical Radar Data Collection" werd afgerond. Het eindrapport werd in de relevante internationale panels (o.a. ICAO/RGCS) gepresenteerd.

In totaal zijn ca. 10.000 vluchtregistraties geanalyseerd, welke in de periode 1984-1985 in Aberporth (Verenigd Koninkrijk), Hannover (Duitse Bondsrepubliek) en Brétigny (Frankrijk) met behulp van precisievolgradars waren verkregen. De tevoren gespecificeerde meetnauwkeurigheden bleken ruimschoots te worden gerealiseerd.

De bepaling van het botsingsrisico op basis van deze metingen is nagenoeg afgerond, waarbij grote aandacht is besteed aan het "fitten" van analytische kansdichtheden. Met de FAA is overleg gevoerd met betrekking tot de overeenstemming tussen Europese en Amerikaanse meetresultaten.

Helikopters

In opdracht van de RLD werd gewerkt aan een vergelijking van verschillende luchtwaardigheids-eisen (JAR, BCAR, FAR). In dit kader vertegenwoordigde het NLR de RLD ook in de Airworthiness Authorities Steering Committee (AASC) Part 29 Study Group. Voorts werd in opdracht van de RLD onderzoek verricht naar de veiligheid van helikopteroperaties op en in de nabijheid van "off-shore" installaties. Een "Collision Risk Model" werd opgesteld volgens de ICAO instrument vliegprocedures die zijn verwoord in de "Procedures for Air Navigation Services Aircraft Operations (PANS-OPS)".

In opdracht van Canadian Aviation Electronics (CAE) en in nauwe samenwerking met de Koninklijke Marine werd een evaluatie uitgevoerd van de beschikbare gegevens van de Lynx helikopter van Westland Helicopters Ltd, die benodigd zijn voor de realisatie van de Lynx missietrainings-simulator voor de Koninklijke Marine.

Voorts werd in opdracht van de Koninklijke Marine (KM) ondersteuning verleend aan het project-bureau voor het NH-90 project (NAVO-helikopter voor de jaren '90).

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

In het kader van de Europese samenwerking met betrekking tot de "Project Definition Phase" van het NH-90 project verleende het NLR in de door Fokker gecoördineerde Nederlandse bijdrage

assistentie in drie "Expert Teams". Verder verleende het NLR assistentie bij het Italiaans/Engels/Nederlands Spaanse samenwerkingsverband met betrekking tot de ontwikkeling van een "Light Attack Helicopter" (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 helikoptervluchtnabootser kan worden gerealiseerd met gebruikmaking van elementen van de bestaande vluchtnabootser van het NLR.

Gebruik vluchtnabootser
Fokker 100 EFIS

De vluchtnabootser en de IRIS beeldgeneratie-apparatuur van het NLR werden gebruikt voor de ondersteuning van de activiteiten van Fokker voor de certificatie van EFIS "display formats" van de Fokker 100. Met de vluchtnabootser zijn de wijzigingen die zijn aangebracht in de display-software geëvalueerd door vliegers van Fokker, de Rijksluchtvaartdienst, Swissair, KLM en USAir.

Op de IRIS beeldgeneratie-apparatuur werd een aantal alternatieve vormen van de "single cue flight director"-presentatie gedefinieerd en geëvalueerd.

Verder heeft Fokker bij de specificatie van symbolologie voor MLS-functies gebruik gemaakt van evaluaties door KLM-vliegers van een aantal alternatieve presentatievormen gepresenteerd op het IRIS grafisch werkstation.

Vliegeigenschappen

Een onderzoek werd uitgevoerd met de vluchtnabootser van het NLR naar de reacties van vliegers op veranderingen van vliegeigenschappen die het gevolg zijn van storingen in een geavanceerd besturingssysteem. Dit onderzoek, dat gedeeltelijk plaatsvond in opdracht van het NIVR, was een voortzetting van de werkzaamheden voor de GARTEUR "Action Group on Handling Qualities Guidelines for Future Transport Aircraft with Active Control Technology". Het doel van het onderzoek is het formuleren van richtlijnen voor het ontwerp van geavanceerde elektrische besturings-systemen voor toekomstige verkeersvliegtuigen.

MLS

In opdracht van de RLD werd een vluchtnabootseronderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden van het gebruik van het Microwave Landing System (MLS) bij vertrekprocedures. De beschikbaarheid van een MLS-naderingsazimuth-zender en van DME-grondapparatuur werd hierbij verondersteld.

Ten aanzien van de minimum boorduitrusting werd onderscheid gemaakt tussen twee "capability levels", te weten: vliegtuigen met eenvoudige instrumentatie en vliegtuigen met meer geavanceerde instrumentatie.

Er werd gebruikt gemaakt van de tweepersoonsstuurhut, die was uitgerust met twee EFIS-displays. Eén van deze displays werd gebruikt als "Primary Flight Display", terwijl het tweede, afhankelijk van het type meting, als HSI of als navigatiedisplay (MAP mode) werd gebruikt. De presentatie op het navigatiedisplay was speciaal ontwikkeld voor het vliegen van deze MLS-vertrekprocedures.

Werkbelasting van de vlieger

Het werkbelastingsonderzoek aan de hand van de met het Metro II laboratoriumvliegtuig verkregen vluchtgegevens werd uitgebreid met een modelanalyse van vlieger-vliegtuigprestaties voor een aantal naderingscondities. Hiermede werd dit werkbelastingsonderzoek afgerond.

3.3 CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

Werkzaamheden aan
vliegtuigprojecten

Voor de Fokker 100 ontwikkeling werden enkele aanvullende niet-lineaire berekeningen uitgevoerd van het scheurgedrag in de wand van een op inwendige overdruk belaste romp. Deze berekeningen werden uitgevoerd met het programma STAGS.

Medewerking wordt verleend aan de ware-grootte vermoeiingsbeproeving van de vleugel-romp-combinatie van de Fokker 100, die bij Fokker wordt uitgevoerd. De medewerking bestond in 1987 uit de ontwikkeling van het belastingsprogramma.

De beproeving van de staartvlakken van de Fokker 100 wordt door het NLR, in de vestiging Noord-oostpolder, uitgevoerd. De statische belastingsproeven op het stabilo zijn met succes voltooid.

Met de vermoeiingsproef op het stabilo met een deel van het kielvlak werd medio 1987 begonnen. Aan het eind van het jaar waren 15.000 vluchten gesimuleerd, zonder dat dit tot schade aan de constructie heeft geleid.

Vliegtuig Technologie Programma

In overleg met Fokker is een "pilot"-versie ontwikkeld van een systeem voor het computer-gesteund ontwerpen van composiet-constructies (COCOMAT). Dit systeem werd eind 1987 op de computer van Fokker geïnstalleerd.

Aandacht werd besteed aan methoden voor het kwantificeren van de schadegevoeligheid van composiet-constructies. In dit kader werden berekeningen en metingen uitgevoerd aan gescheurde en gedelamineerde ARALL-proefstukken, om te onderzoeken of de parameters van de klassieke breukmechanica kunnen worden toegepast voor het beschrijven van de schadegevoeligheid van deze hybride composiet. Daartoe werden vermoeiingsproeven uitgevoerd ter bepaling van de delaminatiesnelheid als functie van de belasting. Tevens werden met het eindige-elementenprogramma MARC berekeningen uitgevoerd ter bepaling van de "energy release rate" voor de gekozen proefstukconfiguratie.

In samenwerking met Fokker werd gewerkt aan de reductie van de geluidstransmissie door de rompwand in het frequentiegebied van 0 tot 500 Hz. Het bleek mogelijk een rompwandpaneel zodanig met behulp van de eindige-elementenmethode te modelleren, dat het berekende dynamisch gedrag zeer nauwkeurig overeenstemt met gemeten waarden. 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 de geluidsaspecten in een vroeg stadium in het ontwerpproces te betrekken.

Belastingen op vliegtuigen, motoren, ruimtevoertuigen en windturbines

In opdracht van de KLM werd het verzamelen van belastingsservaringsgegevens voortgezet van Boeing 747 vliegtuigen behorende tot de maatschappijen die samenwerken in KSSU-verband. Deze gegevens zijn opgeslagen in de ACMS Fatigue Data Base (ACMS: Aircraft Condition Monitoring System). Eind 1987 waren belastinggegevens van in totaal circa 24.000 vluchten in dit bestand opgenomen.

Ten behoeve van de levensduurbewaking van militaire vliegtuigen worden routinematig belastingregistraties uitgevoerd tijdens operationeel gebruik. Een systeem werd ontwikkeld voor de "Cyclic Life Control" van de motoren van een hefschroefvliegtuig.

In opdracht van de Rijksluchtvaartdienst werd verder gewerkt aan het onderzoek van het remousverschijnsel in relatie tot de in de luchtwaardigheidsvoorschriften gestelde ontwerpcriteria. In dit kader werd deelgenomen aan een Workshop rond het onderwerp "Flight of Elastic Aircraft in Turbulence", welke door een werkgroep van het AGARD Structures and Materials Panel was georganiseerd.

In het afgelopen jaar kon de werkgroep ENSTAFF, die een "Environment" (temperatuur en vochtigheid) heeft vastgesteld voor de standaardbelastingsvolgorde FALSTAFF, zijn werkzaamheden afsluiten met een eindrapport dat door alle deelnemende instituten, waaronder het NLR, zal worden gepubliceerd.

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

In opdracht van het Europese ruimtevaartagentschap ESA werd een onderzoek uitgevoerd naar een representatief belastingsspectrum voor de betalende lading van een ruimteveer.

In opdracht van de Stichting Projectbeheersbureau Energieonderzoek (PEO) 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 en in samenwerking met instituten in binnen- en buitenland werd een standaard-belastingsvolgorde opgesteld voor bladen van windturbines (WISPER). Medewerking werd verleend aan het opstellen van normen en voorschriften voor het ontwerpen van windturbines en in het bijzonder aan het specificeren van de ontwerpbelastingen.

Dynamisch gedrag van constructies

Methoden werden onderzocht om de flexibiliteit van constructies van ruimtevoertuigen en van manipulatorarmen 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 met behulp van gemeten gegevens.

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 schaalconstructies worden uitgevoerd. Gewerkt werd aan de verbetering van de oplosmethoden en aan de implementatie van robuuste schaalementen.

Onderzoek werd uitgevoerd aan op druk belaste composietpanelen die door speciale constructieve uitvoeringsvormen minder gevoelig zijn voor inslagschade. 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 worden belast. Proeven werden uitgevoerd om de ontwerp-berekeningen te verifiëren.

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 van de constructie zal worden voortgezet.

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 expert-systeem 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.

Materiaaleigenschappen

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

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

Schadegroei in composietlaminaten voor primaire constructiedelen werd bestudeerd aan de hand van vermoeiingsproeven bij constante-amplitude belasting.

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 Lamine).

Naast het schadetolerantie-onderzoek in het kader van het VTP wordt een studie gemaakt van de toepasbaarheid van ARALL als materiaal voor de romphuid. Hiertoe werd een proefstuk ontwikkeld voor onderzoek van vermoeiing onder twee-assige belasting.

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.

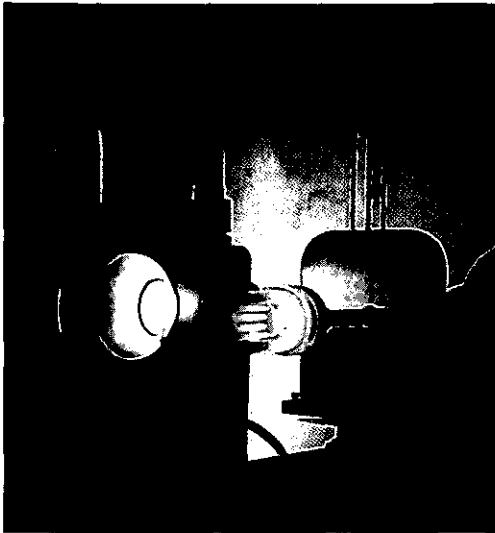
Het onderzoek aan gelijmde composietverbindingen richtte zich op het bepalen van de invloed van de oriëntatie van aan het grensvlak liggende lagen op de statische sterkte en de vermoeiingssterkte. Met behulp van het eindige-elementenprogramma MARC werd een spanningsanalyse gemaakt van het toegepaste proefstuk.

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

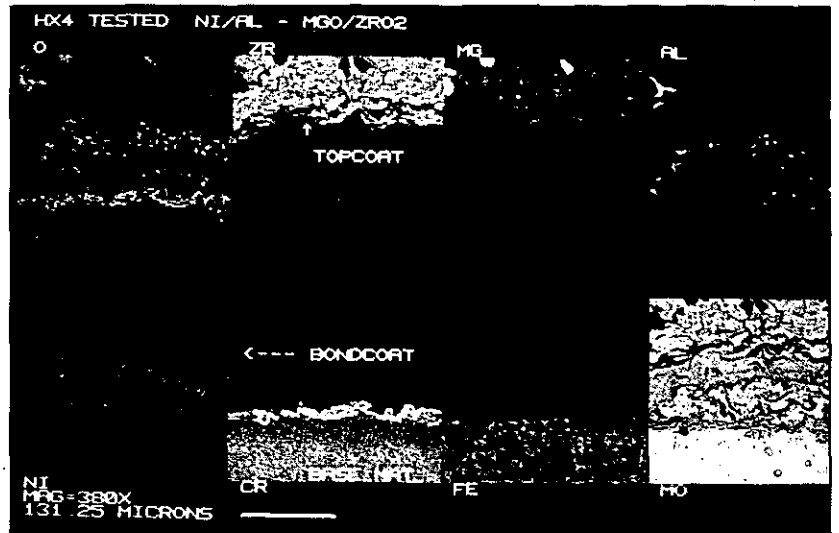
De invloed van herhaalde reparaties op de mechanische eigenschappen van de superlegering INCONEL 718 bij 650°C werd onderzocht. Ter verklaring van de waargenomen invloed werd fractografisch en metallografisch onderzoek verricht.

Soldeerproeven werden uitgevoerd op diverse gasturbine-materialen. Goede resultaten werden verkregen met INCONEL 718 en WASPALLOY bij solderen met een nikkel-palladium toevoegmateriaal.

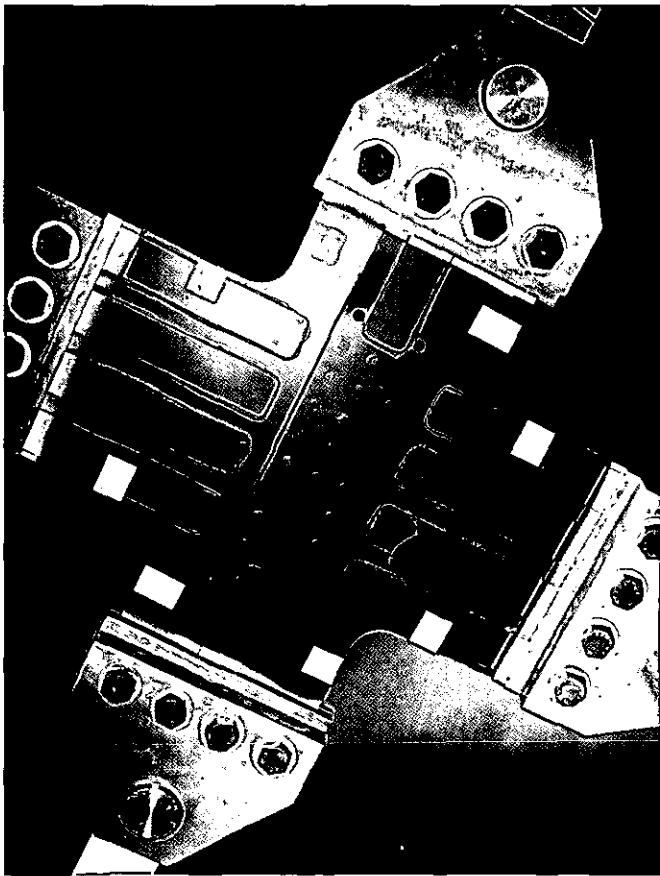
Ook werden reinigingsproeven uitgevoerd op legeringen met hoge percentages (Al + Ti). Het reinigen vond plaats onder de omstandigheden: nat-chemisch, in vacuüm en in een fluorwaterstof-atmosfeer.



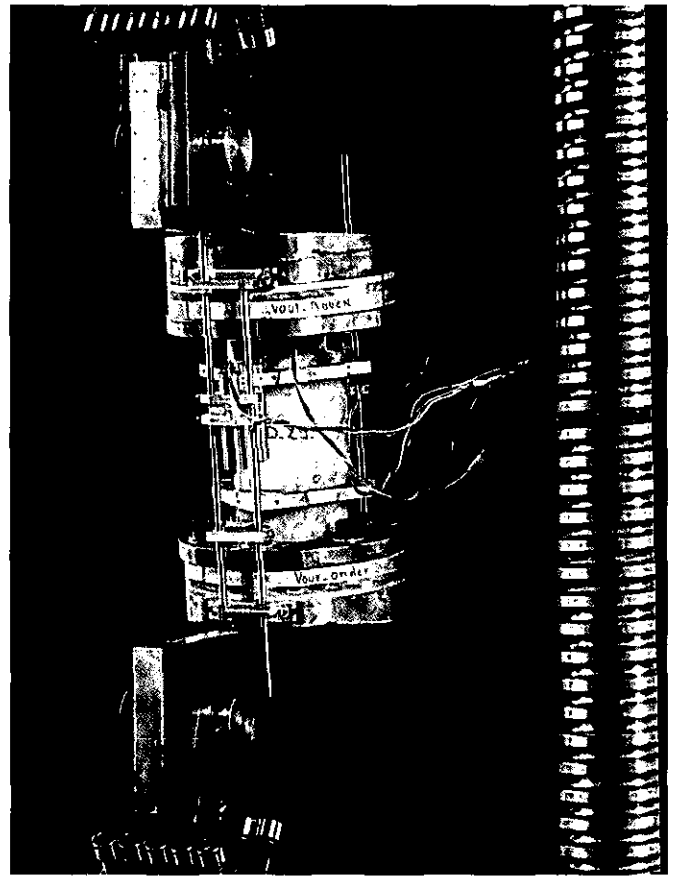
Ter beperking van corrosie in vliegtuigmotoren worden thermische-barrière coatings toegepast. De eigenschappen van zulke beschermlagen worden in een gasstroom van 1380°C onderzocht bij een Mach-getal van 0.8.



Na duur-beproeving in de hoge-temperatuur testinstallatie wordt de structuur (rechtsonder) van topcoating en bondcoating bestudeerd in een rasterelectronenmicroscop. Het daaraan gekoppelde energie-dispersieve analyse-systeem maakt de verdeling van de elementen zuurstof, zirkonium, magnesium, platina, nikkel, chroom en ijzer zichtbaar.



De mogelijke toepassing van eenassig-vezelversterkt aluminium in een rompconstructie leidt tot klinkverbindingen die, als gevolg van cabinedruk, tweeassig worden belast. Een kruisvormig proefstuk ondergaat, in een speciale opstelling, een vermoeïngproef waarbij het ontstaan en de uitbreiding van schade nauwkeurig worden gevolgd met behulp van thermo-elastische spanningsmetingen.



Drie-dimensionaal glasvezel-polyester vermoeïngsproefstuk voor onderzoek naar de levensduur van bladvoetkoppelingen in windturbines. De gebruikte standaard-belastingsvolgorde WISPER is gebaseerd op metingen aan molenwieken tijdens bedrijf.

Vermoeiing

Het onderzoek van de vermoeiingsscheurgroei in aluminiumlegeringen bij lage waarden van de spanningsintensiteitsfactor werd voortgezet. De relatie tussen de vermoeiingsscheurgroei, de breukmechanismen en de microstructuur van een aantal aluminium 2024-T3 plaatmaterialen werd onderzocht. Hierbij kon een verklaring worden gegeven voor de vorm van de vermoeiingsscheurgroiekrommen.

In het kader van een AGARD-samenwerkingsprogramma wordt onderzoek verricht naar het gedrag van kleine vermoeiingsscheuren in de aluminiumlegering 2024-T3. De proeven onder constante-amplitudebelasting werden voltooid; begonnen werd met proeven onder variabele-amplitudebelasting (Fokker 100 vleugelspectrum).

Ook werd begonnen met een onderzoek naar de drempelwaarde van de vermoeiings-scheurgroei onder variabele-amplitudebelasting voor de aluminiumlegering 7475-T735 en de staalsoort 4340. Hierbij werd gebruik gemaakt van een vereenvoudigde belastingsgeschiedenis voor onderstellen.

Een onderzoek naar het scheurgroeigedrag van enkele titaanlegeringen, die worden toegepast voor compressorwielen van gasturbines, werd voortgezet. In het bijzonder werd het verband onderzocht tussen de vorm van de scheurgroei-kromme onder constante-amplitudebelasting, de breukmechanismen en de microstructuur voor de veel toegepaste legering Ti-6Al-4V. Ook 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 de beproeving van twee typen bladwortelverbindingen bij constante-amplitudebelasting afgesloten. Deze verbindingen zijn:

- een pen-gat verbinding, waarbij het glasvezel-composietmateriaal in dikte-richting onder spanning staat en
- een driedimensionale vormverbinding.

Corrosie en spanningscorrosie

In samenwerking met de Koninklijke Militaire Academie werd een inventarisatie gemaakt van corrosieverschijnselen in avionica-systemen.

Het verfsysteem van het F-16 vliegtuig werd onderzocht op zijn corrosiewerende werking en zijn 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. Van een groot aantal wasmiddelen werd de effectiviteit bepaald.

In de branderinstallatie voor de simulatie van het turbine-milieu, die in 1987 werd geïnstalleerd, werd een onderzoek uitgevoerd van keramische coatings. Met magnesium en yttrium gestabiliseerde zirkonaat-coatings werden in deze installatie onderworpen aan thermische schokken en oxidatie. De met yttrium gestabiliseerde zirkonaat-coating bleek beter bestand te zijn tegen thermische schokken en vertoonde na de beproeving minder oxidatieschade dan de met magnesium gestabiliseerde zirkonaat-coating.

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

Begonnen werd met een onderzoek naar de invloed van corrosieproducten aan de scheurtip op de spanningscorrosie-scheurgroei van aluminiumlegeringen.

Schadeonderzoek

Voor verschillende legeringen werd het breukgedrag onder invloed van de deformatiesnelheid onderzocht.

Door middel van schokproeven werd het breukgedrag van de filamenten van waarschuwing-lampjes bestudeerd. Aan het uiterlijk van de lampjes kan worden beoordeeld of deze al dan niet brandden tijdens een schok als gevolg van een ongeval.

Materiaalkeuringen en ijkingen

Een groot aantal weegkoffers en beproevingsmachines werd geijkt of gekalibreerd.

Een erkenning werd verworven van de Nederlandse Kalibratie Organisatie voor het kalibreren van apparatuur voor het genereren van trek- en drukkrachten tot 3 MN, binnen het laboratorium en op lokatie.

3.4 RUIMTEVAART

Standregeling van satellieten

In opdracht van Fokker werden de voorbereidende werkzaamheden voor de Italiaanse röntgen-satelliet SAX voortgezet. Voor de "onboard software" van het Attitude and Orbit Control system (AOCS) werden het "Software Requirements Document" en het "Architectural Design Document" opgesteld.

De definitieve versie van het testplan voor de beproeving van het "Electrical Model" en het "Flight Model" van het AOCS kwamen gereed. Voor de testapparatuur werden de "User Requirements" opgesteld.

De ontwerpspecificaties van de testapparatuur zijn gebaseerd op het concept van de MACS-TSA, de Test and Simulation Assembly voor het Modular Attitude Control System.

Fokker is hoofdaannemer van het standregelsysteem bij de bouw van de Infrared Space Observatory (ISO) van de ESA. Mogelijk zal het NLR de beproeving van dit standregelsysteem uitvoeren. Hiervoor werden een testplan en een beschrijving van de testapparatuur en van de interfaces opgesteld. Bij het testen zal gebruik worden gemaakt van de MACS-TSA.

In opdracht van de ESA werd een gewijzigde opzet bestudeerd van de MACS-TSA. De wijzigingen betreffen een vergroting van de afstand tussen de testcomputer en het z.g. "Front-End" bij de satelliet tot 500 meter, en een grotere capaciteit van de testcomputer.

Warmtehuishouding

In opdracht van het NIVR werd het onderzoek aan twee-fasensystemen voor de warmteregeling van satellieten voortgezet. Algoritmen werden opgesteld voor de beschrijving van de werking van twee-fasensystemen, evenals mathematische modellen voor verschillende systeemcomponenten.

De ontwikkeling van regelalgoritmen voor een twee-fasensysteem, waarbij van deze mathematische modellen gebruik wordt gemaakt, werd t.b.v. Fokker en Dornier voortgezet.

De beproeving van een prototype van een sensor waarmee de damp/vloeistof-verhouding (kwaliteit) van een twee-fasenmengsel kan worden gemeten, werd voortgezet in opdracht van het NIVR. Aan het eind van het verslagjaar werd van Dornier opdracht gekregen een prototype voor een sensor te ontwikkelen in het kader van het Columbus PSTP (Preparatory Support Technology Program).

In opdracht van de ESA werd een thermische analyse uitgevoerd van verschillende uitwisselbare systeemcomponenten van het Columbus Polar Platform. Daarbij werd uitgegaan van de warmtestraling in verschillende mogelijke polaire banen.

Metingen werden verricht aan GCHP en VCHP warmtepijpen ("Constant Conductance Heat Pipes" en "Variable Conductance Heat Pipes"). De karakteristieke grootheden bleken redelijk overeen te stemmen met de theoretische voorspellingen. Het onderzoek van warmtepijpen werd hiermee afgerond.

Onderzocht werd hoe het ontwikkelde VCHP-rekenprogramma kan worden geïntegreerd in het thermische programma SINDA. Het nieuwe ESA-programma ESATAN werd geëvalueerd.

Micro-zwaartekracht-technologie

Het onderzoek naar de systeemconcepten en instrumentatie-eisen voor een toekomstig vloeistoffysisch laboratorium (Fluid Science Lab) in het ruimtestation Columbus werd voltooid met een eindpresentatie voor de opdrachtgever ESA.

Het onderzoek werd uitgevoerd in samenwerking met het laboratorium LAMF/ETSIA in Madrid.

De ontwikkeling van een Prototype Optisch-Diagnostisch Instrument (PODI) voor de bestudering van vloeistoffysische processen bij micro-zwaartekracht werd voortgezet. Onder andere werd het PODI voorzien van een staak-systeem waarmee metingen met een klein gezichtsveld kunnen worden verricht. Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van de ESA en het NIVR.

Gedeeltelijk in opdracht van het NIVR werd de studie van de instrumentatie van vloeistoffysische experimenten voortgezet. Metingen werden verricht aan een prototype van een thermostaat met hoge precisie.

Onderzoek werd verricht naar de verbetering van het moiré/schlieren-systeem van het PODI m.b.v. een Reticon camera.

Meetresultaten van het PODI werden gebruikt voor een studie naar digitale beeldverbetering en naar transformatie van beelden van vloeistoffysische experimenten in een zodanige vorm dat transmissie over communicatielijnen met beperkte capaciteit mogelijk is. Hierdoor kan een experimentator op de aarde direct invloed uitoefenen op het verloop van het experiment. Simulaties werden uitgevoerd waarbij het boordsysteem werd nagebootst in een VAX-computer en het grondstation in een IRIS-beeldverwerkingssysteem. Verwacht wordt, dat dit "Telescience" concept in de toekomst van groot belang zal zijn voor onderzoek in de ruimte.

De ervaring die bij de ontwikkeling van PODI werd opgedaan resulteerde in een opdracht van Aeritalia voor het verlenen van technische ondersteuning bij de ontwikkeling van de "Bubble, Drop and Particle Unit" (BDPU) door Aeritalia, te zamen met CISE, Laben, Techno System en Dornier. Met dit instrument zal onder meer onderzoek worden gedaan naar de invloed van micro-zwaartekracht op mengprocessen.

Gedeeltelijk in samenwerking met LAMF/ETSIA in Madrid wordt deelgenomen aan de studie naar "High Temperature Facility Technology" (HTFT), welke Dornier in opdracht van de ESA verricht. Het NLR zal in deze studie onderzoek verrichten naar de instrumentatiemogelijkheden ten behoeve van het onderzoek naar verbrandingsprocessen bij micro-zwaartekracht. Het tweede studieonderdeel betreft de instrumentatie voor onderzoek naar vloeistoffysische eigenschappen van ondoorzichtige vloeistoffen zoals gesmolten metalen.

Het onderzoek naar het dynamisch gedrag van satellieten met vloeistof aan boord, dat in opdracht van het NIVR wordt uitgevoerd, werd voortgezet met de ontwikkeling van een algemeen en flexibel numeriek simulatiepakket, voortbouwend op de ervaringen die met eerdere simulaties werden opgedaan (SAVOF, PROMISE). De specificatie van de software voor de simulatie van het standgedrag kwam gereed.

In opdracht van het NIVR werd een onderzoek verricht naar de elementen van het ruimtestation Columbus welke voor Nederland van bijzonder belang kunnen zijn. Met name werden de voorzieningen voor microzwaartekrachtonderzoek, de vereiste infrastructuur en operationele aspecten zoals "Telescience" bestudeerd.

Een vooronderzoek werd verricht naar de mogelijkheden van een vrij-vliegend instrument voor vloeistoffysisch onderzoek, de "Wetsat".

Dataverwerking

Het project FICAD (Fluid Physics Images Compression and Decompression), waarin in opdracht van de ESA de goede werking van het CADISS-systeem voor beeldcompressie en decompressie werd aangetoond, werd afgesloten met een eindpresentatie bij de ESA.

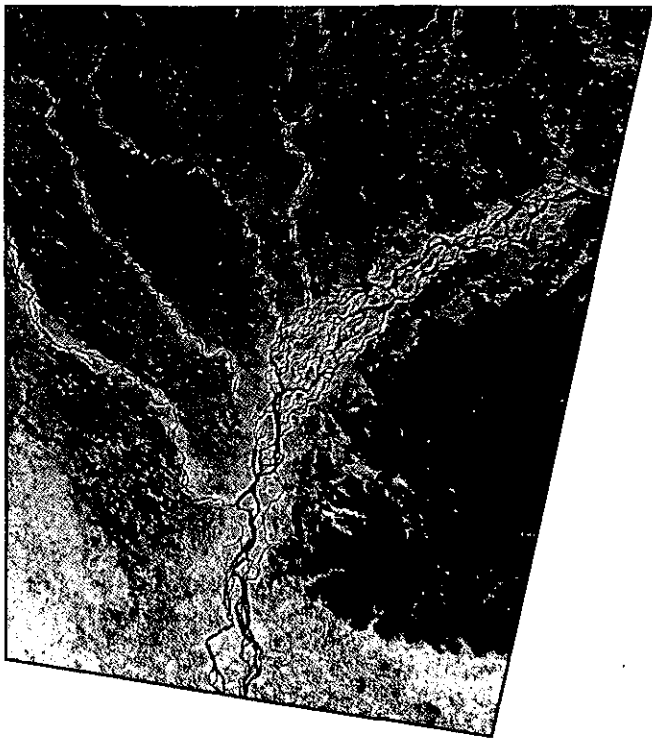
In opdracht van het NIVR werden in aansluiting op de ESA-studies voorlichtingsbijeenkomsten georganiseerd voor Nederlandse firma's die in de toekomst betrokken kunnen worden bij de vervaardiging van componenten voor satelliet-navigatiesystemen.

In samenwerking met de Nederlandse firma's Open Systems Liaison BV en HCS Technology werd voor het NIVR en de ESA een studie uitgevoerd naar de structuur van werkstations voor de bemanning van toekomstige ruimtestations, en de gebruikers-eisen voor een "Crew Work Station Validation Facility".

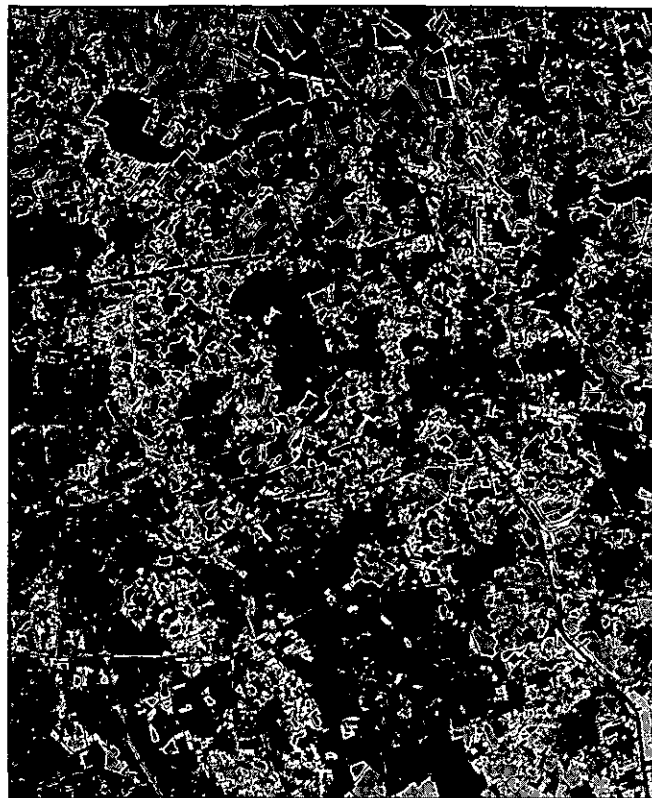
In opdracht van de ESA werd een bijdrage geleverd aan voorstudies voor een Europese Data Relay Satellite (EDRS) voor de toekomstige Hermes-ruimtependel. Het onderzoek richtte zich vooral op het gebruik van NAVSTAR-GPS voor de navigatie van Hermes, op de zichtbaarheid van verschillende EDRS-satellieten vanuit Hermes, en op het gebruik van optische verbindingen voor de data-overdracht.

Satellietnavigatie

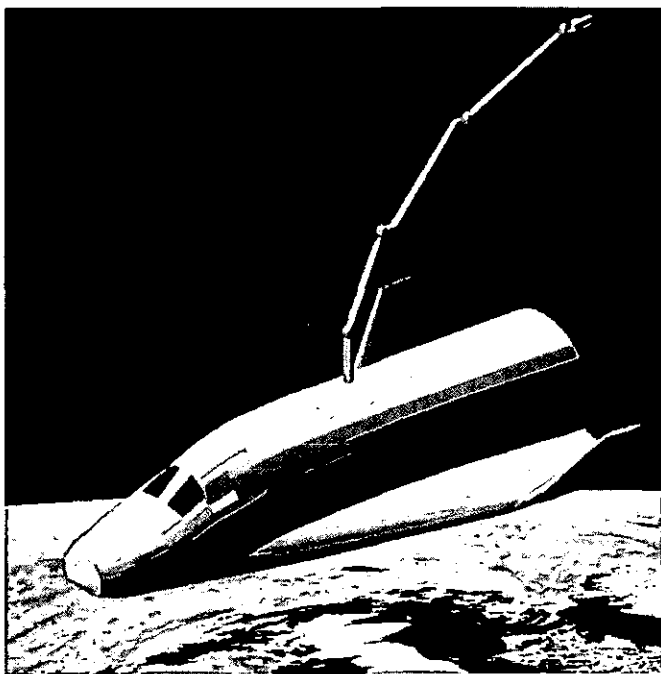
In samenwerking met SEL, RACAL-DECCA, Italspatio en MBB-Erno werd voor de ESA het voorgestelde Europese NAVSAT-systeem voor navigatie m.b.v. satellieten vergeleken met een soortgelijk Duits systeem GRANAS. Geconcludeerd werd dat beide systemen levensvatbaar zijn. Op technische gronden wordt echter enige voorkeur gegeven aan het GRANAS-systeem dat gebruikt maakt van "on-board" computers, waardoor de taken van de grondstations worden vereenvoudigd.



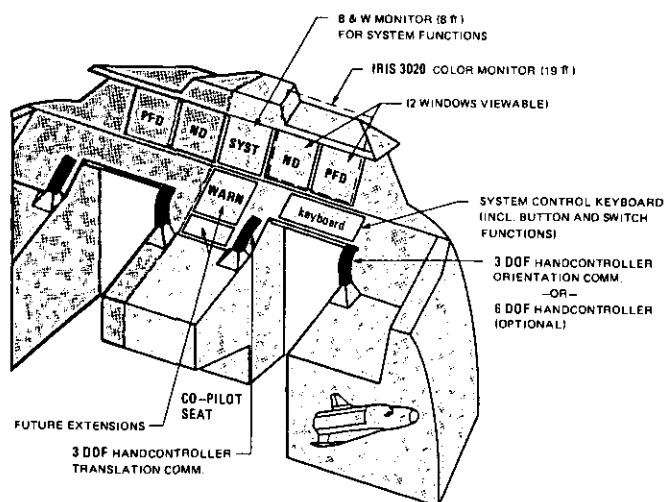
Onderzoek naar de veranderingen in het verloop van de rivier de Jamuna in Bangladesh.



Geautomatiseerde vergelijking van topografische gegevens met remote-sensing opnamen. De nauwkeurigheid van de classificatie van satelliet-beelden kan door het toevoegen van topografische informatie tot ca. 98% worden vergroot. Anderzijds geeft de vergelijking de recente veranderingen in de topografie aan. De foto toont de omgeving van Helmond. De topografische kaart is gemaakt in 1980, het satellietbeeld in 1986.



Simulatie van een Hermes ruimtevoertuig met robotarm HERA.



Ontwerp van het Flight Teleoperator Facility testbed van de Hermes Simulatie Faciliteit Pilot.

Een belangrijk deel van de robotica-werkzaamheden betrof de HSF, de simulatiefaciliteit voor de manipulator-arm van de toekomstige ruimtependel Hermes. In opdracht van het NIVR werd de ontwikkeling van deze faciliteit voortgezet, in samenwerking met de firma BSO.

De faciliteit zal bestaan uit drie onderdelen:

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

Als basis voor de simulatie van de dynamica van de manipulatorarm werd na evaluatie van een aantal simulatiepakketten, het NLR-robotsimulatieprogramma JAMES gekozen. De ontwikkeling van dit programma werd voortgezet.

Voor de dynamica van de delen van de manipulatorarm en voor de dynamica van de scharnierconstructies werden mathematische modellen ontwikkeld en geïmplementeerd. Van de architectuur van de HSFP werd een voorontwerp gemaakt. Als simulatie-computer werd een Gould 6780 dual-processor systeem gekozen, mede in verband met een soortgelijke keuze bij het EUROSIM-project.

De visualisatie van de Hermes-arm vindt plaats op een IRIS grafisch workstation.

Een groot aantal documenten kwam gereed, waaronder het "User Requirements Document", het "Project Management Plan" en het "Software Quality Assurance Plan".

Voor de NRT-HSF werden in opdracht van de ESA de gebruikerseisen opgesteld.

In opdracht van het NIVR werd onderzoek verricht naar de mathematische beschrijving van de flexibiliteit van robotarmen ten behoeve van het accuraat simuleren hiervan. Bij de simulatie zal gebruik worden gemaakt van eindige-elementen methoden.

In het kader van het Hera/Long Term Preparatory Program worden in samenwerking met Fokker de gebruikerseisen opgesteld voor de visualisatie van de Hermes-arm op een grafisch workstation bij ESA/ESTEC. Aan de hand hiervan zijn geometriemodellen en animatiescenario's opgesteld. Een tweede deeltaak in dit programma betreft de software-eisen voor de implementatie van de "on-board"-regelalgoritmen in de Hera-simulatiefaciliteit. De regelalgoritmen zelf worden opgesteld door de Universiteit van Leuven.

Onderzoek werd verricht naar de toepassing van robot-visie voor de autonome positie- en standbepaling van de arm, op grond van beelden van een enkele camera. Voor de detectie van markeringen in het beeld werd gebruik gemaakt van een door TNO/TPD ontwikkeld beeldverwerkingspakket. Voor de analyse van de positie- en standbepaling werd een kleinste-kwadratenmethode ontwikkeld, waarmee werd aangetoond dat implementatie in een boordcomputer mogelijk moet zijn.

De bouw van een laboratorium voor het dynamisch testen van naderingsoperaties in de ruimte in Oberpfaffenhofen (Duitsland) werd voortgezet in opdracht van de ESA en in samenwerking met de DFVLR en MBB-Erno. Het NLR is in dit EPOS-project (European Proximity Operations Simulation facility) verantwoordelijk voor de ontwikkeling van de software voor het test- en simulatiesysteem. Na een grondige evaluatie van het voorontwerp werden de gebruikerseisen voor de testcontrole en de simulatie opgesteld. Ook werd begonnen met het opstellen van de software-eisen en het ontwerp van de software-architectuur.

Het NLR is ook betrokken bij de definitiestudie van de simulatiesoftware voor de EUROSIM-faciliteit waarmee bij ESTEC onderzoek en training van operaties in de ruimte zullen worden uitgevoerd. Voor de simulatie van toekomstige toepassingen werd een ontwikkelingsplan opgesteld, alsmede eisen voor de gebruikers-interface. Het onderzoek wordt uitgevoerd in samenwerking met de Duitse firma ISRA en met de Canadese firma CAE.

Hiermee wordt een goede uitgangspositie verworven om deel te nemen in de vervolgactiviteiten van EUROSIM die onder leiding van Fokker worden uitgevoerd.

De studie van geavanceerde classificatiemethoden werd afgerond met een onderzoek naar beeldinterpretatie door de mens, met het doel hieruit bruikbare methoden voor automatische classificatie af te leiden. Begonnen werd met de ontwikkeling van programmatuur voor zône-afhankelijke classificatie, waarbij o.a. informatie verkregen uit topografische kaarten in samenhang met remote-sensing beelden verwerkt kan worden.

Bij de ontwikkeling van een beeldvormend aardobservatie-simulatiemodel werd de nauwkeurigheid van het model getoetst aan de hand van de resultaten verkregen met de zogenaamde N-flux rekenmethode. Gebleken is dat voor de atmosferische omstandigheden waaronder optische remote sensing nog bruikbare resultaten oplevert, het simulatiemodel voldoende nauwkeurig is. Met het model kan een beter inzicht worden verkregen in de invloed van de atmosfeer, de zonnestand en de kijkrichting op de remote-sensing opnamen.

In opdracht van de Beleidscommissie Remote Sensing (BCRS) werd het onderzoek naar de opzet van een datacentrum voor de verspreiding van ERS-1 gegevens in Nederland voortgezet. Op grond van eerdere studieresultaten werd een voorstel geformuleerd voor de te treffen infrastructuurele voorzieningen. Voorzien wordt dat de datastroom dermate hoog zal zijn, dat satellietverbindingen noodzakelijk zijn. In verband hiermee werd het APOLLO-concept bestudeerd.

Onderzocht werd of aardobservatiebeelden kunnen worden gecombineerd met gegevens van topografische kaarten. Enerzijds kan een dergelijke combinatie worden gebruikt om veranderingen in de topografie sneller te kunnen detecteren. Anderzijds kan van de nauwkeurige topografische informatie gebruik worden gemaakt om de nauwkeurigheid van de beeldclassificatie te vergroten.

Het onderzoek werd gedeeltelijk in opdracht van de BCRS en in samenwerking met de Topografische Dienst en met Intergraph verricht.

Voor de verwerking van aardobservatiebeelden werd het RESEDA-systeem door een groot aantal onderzoekers van diverse instellingen gebruikt, veelal in opdracht van de BCRS. Enkele toepassingen hierbij waren de waterkwaliteitsanalyse in het IJsselmeer t.b.v. Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren/RIZA, de verdampingskaartering in drinkwateronttrekingsgebieden t.b.v. het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding ICW, en het volgen van de jaarlijkse variaties in de loop van de Jamuna rivier in Bangladesh in opdracht van het Waterloopkundig Laboratorium. Daarnaast zijn vele satellietfoto's van Landsat en SPOT vervaardigd in opdracht van de firma Robas, die opnamen van o.a. de Nederlandse provincies in de vorm van posters verspreidt.

Het NLR trad ook dit jaar voor de ESA op als "National Point Of Contact" (NPOC) voor de verspreiding van remote-sensing gegevens afkomstig van de Landsat-satellieten. Voor de Franse onderneming SPOT-Image worden de beelden van de SPOT binnen Nederland verspreid.

In opdracht van de BCRS werd het beschikbare beeldmateriaal opgenomen in een Nationaal Satelliet Data Archief (NSDA).

Sensoren

In opdracht van de BCRS werd, in samenwerking met de Technisch Fysische Dienst TNO-TH, een vooronderzoek uitgevoerd naar een uitbreiding van CAESAR met een infrarood-module, de "CAESAR Thermal Scanner" (CATS).

Daarnaast werd onderzoek verricht naar de eigenschappen van geavanceerde satellietsensoren, met name SAR (Synthetic Aperture Radar) en SLAR (Side-Looking Airborne Radar) radarsystemen, en naar de verwerking van radargegevens.

Meetvluchten

In opdracht van de BCRS werd deelgenomen aan de "AGRISCATT"-campagne van de ESA, waarbij metingen werden uitgevoerd boven landbouwgewassen in vijf testgebieden, gelegen in Duitsland, Italië, Engeland, Frankrijk en Nederland. Gevlogen werd met de Queen Air uitgerust met de Dutscat, de zes-kanaals Nederlandse Scatterometer welke door de TU-Delft is ontwikkeld. Aan de laatste cyclus van vluchten namen ook een Franse B17 en een Canadese Convair deel, beide uitgerust met een SAR. Aan de laatste proefvlucht boven de Flevopolder werd ook deelgenomen door het Metro-laboratoriumvliegtuig, uitgerust met de SLAR.

Tevens werd met de Queen Air met de Dutscat deelgenomen aan de ESA-campagne "Toscane 2", waarbij metingen boven de Golf van Biskaje werden uitgevoerd. Aan deze campagne nam ook een Do228 van het DFVLR deel.

Voor de TU-Delft werd een meetvlucht uitgevoerd om de invloed van de atmosfeer op de meetresultaten verkregen met de scatterometer te onderzoeken. Met de CAESAR werden voor de Vrije Universiteit twee vluchten uitgevoerd boven de de Loosdrechtse plassen, en voor de werkgroep "Radaronderzoek Vegetatie" van de BCRS, vluchten boven Schiermonnikoog en boven Voorne-Putten.

Met de SLAR werden twee meetvluchten uitgevoerd om de bodemtopografie in een deel van de Noordzee te kunnen bepalen. Alle vluchten werden uitgevoerd in opdracht van de BCRS.

3.5 TOEGEPASTE INFORMATICA

CAE-infrastructuur ("Computer-Aided Engineering")

De ontwikkeling van de basiselementen in de CAE-infrastructuur van het NLR is erop gericht een afspiegeling van een industriële CAE-infrastructuur tot stand te brengen. Kenmerkend voor de werkwijze van het NLR is dat resultaten van onderzoek worden vastgelegd in informatiesystemen die bestemd zijn voor inzet in een industriële of operationele omgeving. De CAE-infrastructuur van het NLR wordt dan ook zo opgezet dat niet alleen de informatievoorziening van het NLR blijft gewaarborgd, maar dat ook de informatiesystemen die voor industrieel gebruik worden ontwikkeld, daarin (tijdelijk) kunnen worden opgenomen.

Naast het computernetwerk (zie 4.5) nemen de basiselementen programmatuur, informatie en kennis in de CAE-infrastructuur een centrale plaats in. Wat de programmatuurelementen betreft werd verder gewerkt aan de ontwikkeling van het systeem MEBAS voor het beheren, samenstellen en gebruiken van methoden, het systeem EDIPAS voor het beheren, analyseren en presenteren van technische gegevens, en het pakket COLAS voor het definiëren en afhandelen van de besturing van interactieve informatiesystemen.

Beheer, analyse en presentatie van gegevens

Het systeem EDIPAS werd ingezet bij qua omvang en toepassingsgebied uiteenlopende projecten. Zowel de gebruiksfrequentie als het aantal "intensieve" gebruikers stegen. Vooral is gewerkt aan het beschikbaar maken van een EDIPAS-versie (versie 5) voor gebruik onder het NOS/VE-besturingssysteem van de centrale Control Data CYBER-computer.

Aanpassingen en wijzigingen op verzoek van gebruikers worden in deze nieuwe versie aangebracht.

In EDIPAS versie 5 wordt voor het interne gegevensbeheer het database management systeem IM/DM gebruikt, dat voor verschillende computermerken wordt geleverd. Bij Aeritalia werd deze nieuwe versie geïnstalleerd. De gebruikersdocumentatie en de gebruikerscursus werden aangepast aan de mogelijkheden van deze nieuwe versie.

De cursus voor EDIPAS-gebruikers werd éénmaal gehouden voor 13 deelnemers (van NLR en DNW).

Beheer, samenstelling en gebruik van methoden

De ontwikkeling van MEBAS vond voornamelijk plaats in het kader van het ISNaS-project (een nationaal samenwerkingsprogramma voor het ontwikkelen van een informatiesysteem voor het simuleren van stromingen op basis van de Navier-Stokes-vergelijkingen, gedeeltelijk gefinancierd door de overheid in het kader van het Informaticastimuleringsplan-INSP). In 1986 werd de implementatie van het prototype van MEBAS afgerond.

In het kader van het ISNaS-project is MEBAS als standaard genomen voor gemeenschappelijke opslag en beheer van de software voor stromingssimulatie. De ondersteuning bij het in executie brengen van applicaties zal in het ISNaS-informatiesysteem worden geleverd door het "Flexibel Model Systeem" van het Waterloopkundig Laboratorium. In 1987 is het totaal aan faciliteiten zoals dat voor een volledig MEBAS-systeem wordt voorzien, vastgelegd in het functioneel ontwerp en het technisch concept. Begonnen is met het detailontwerp, waarin de faciliteiten worden vastgelegd die in de eerste versie ter beschikking staan.

Definitie en afhandeling van de besturing van interactieve informatiesystemen

De belangrijkste activiteit met betrekking tot COLAS in 1987 was het ontwikkelen van een nieuwe versie, waarmee de overstap is gemaakt van regelgeoriënteerde commando-invoer naar menugeoriënteerde invoer, waaruit met een functietoets een commando kan worden geselecteerd. De gebruikersinvoer wordt ondersteund met op het beeldscherm gepresenteerde formulieren, waarin de parameterwaarden kunnen worden ingevuld. Deze nieuwe versie werd beschikbaar gemaakt voor VAX-computers; in het CAMPAL-systeem is hij reeds in gebruik. Tevens werd de documentatie van COLAS vernieuwd; duidelijk onderscheid werd hierbij gemaakt tussen de documentatie voor de eindgebruiker en die voor de ontwikkelaar van applicatieprogrammatuur.

Diverse externe contacten werden gelegd (ECN/ENR, RUG, RWS/DIV). Veel interesse is er voor de ergonomische aspecten van dit type software.

Multidisciplinaire simulatie

Voor het bepalen van potentieel belangrijke technologische ontwikkelingen in de lucht- en ruimtevaart is een multidisciplinaire aanpak veelal noodzakelijk. Een belangrijke rol hierbij vervullen gegevensbeheer- en methodenbestandssystemen en simulatiepakketten.

Op luchtvaartgebied werd de eerste aanzet gegeven tot een multidisciplinair systeem voor het ontwerpen van vliegtuigen. Daartoe werd een door het NLR ontwikkeld systeem voor het minimaliseren van de geïnduceerde en de viskeuze weerstand van vliegtuigconfiguraties (SAMID), gekoppeld aan een grafisch geometriepakket en een eenvoudige netwerkgenerator, in MEBAS geïmplementeerd.

Op ruimtevaartgebied werd aandacht besteed aan de ontwikkeling van een simulatie-model voor de beweging van een bestuurd ruimtevoertuig met vloeistof aan boord. In dit simulatiemodel worden de dynamica van het ruimtevoertuig en die van de vloeistof, diverse sensoren en actuatoren, alsmede regelwetten samengebracht. Het NLR-simulatiepakket PROMISE ("Process-Oriented Machine-Independent Simulation Environment") dient als hulp bij de implementatie van dit model.

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, gewerkt aan het ontwikkelen van een informatiesysteem voor simulatie van (compressibele) stromingen op basis van de Navier-Stokes vergelijkingen. In het ISNaS-systeem zullen beschikbare NLR-systemen voor geometriebehandeling, netwerkgeneratie en postprocessing worden toegepast. ISNaS zal worden geïmplementeerd in MEBAS en operationeel worden 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 de simulatie van het knik- en na-knikgedrag van vliegtuigconstructies werd, in samenwerking met sterktespecialisten, het informatiesysteem B 2000 verder ontwikkeld. Aandacht werd besteed aan de ontwikkeling van een betrouwbare continueringsmethode voor de analyse van het gedrag van constructies onder variërende belasting.

Kennissystemen

De NLR-ontwikkelomgeving voor kennissystemen NEXT werd verder ontwikkeld. Het pakket is binnen het NLR algemeen ter beschikking gesteld aan CYBER-gebruikers. Bij Fokker en bij de KMA is het geïmplementeerd op VAX/VMS-computers. In december is NEXT verkocht aan APT. NEXT wordt gebruikt in projecten voor diverse opdrachtgevers. Zo werd begonnen met een project met betrekking tot de toepasbaarheid van kennissystemen bij vliegtuigonderhoud.

Het onderzoek in samenwerking met de TU-Delft naar redeneren met onvolledige en onzekere kennis werd voortgezet. Doel is het ontwikkelen van een theoretisch gefundeerde en praktisch toepasbare methode voor de representatie en manipulatie van deze zogenaamde niet-perfekte kennis in kennissystemen. Bij dit onderzoek zijn twee Assistenten In Opleiding (AIO's) betrokken.

Zowel binnen als buiten het NLR werd informatie uitgewisseld. Intern was het doel onder meer het stimuleren van inhoudelijke samenwerking tussen de hoofdafdelingen en het formuleren van een onderzoeksbeleid op het vakgebied, met als basis het NLR-beleid en het beleid van de hoofdafdeling Informatica. Extern werd deelgenomen aan activiteiten van de NGI/ASI-werkgroep "Expertsystemen", de CIAD-Sectie "Kennissystemen", aan de UvA-colloquiumserie "Conceptuele en Logische Aspecten van Expertsystemen" (CLAES), en aan een colloquiumserie van de TU-Delft over redeneren met onvolledige en onzekere kennis. Diverse lezingen over NLR-activiteiten op het gebied van de kennissystemen werden verzorgd.

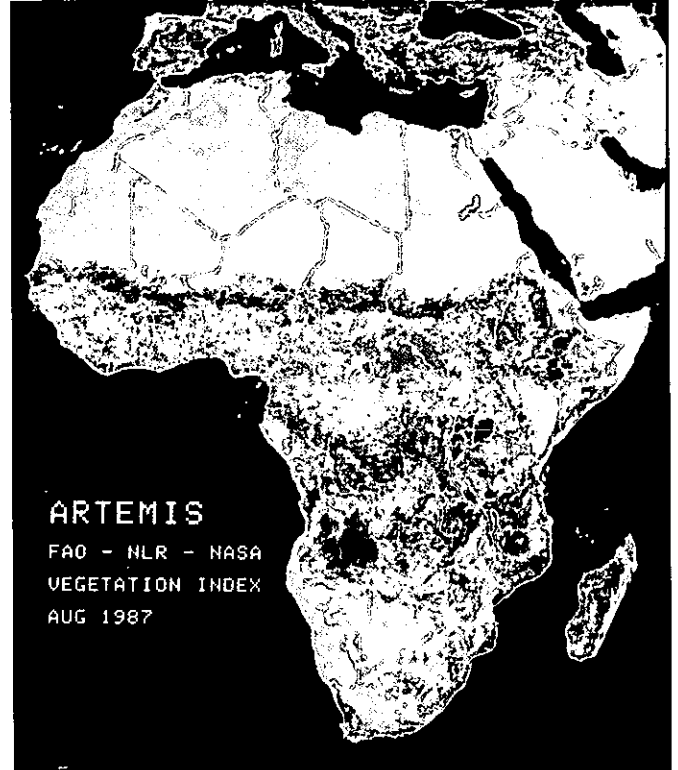
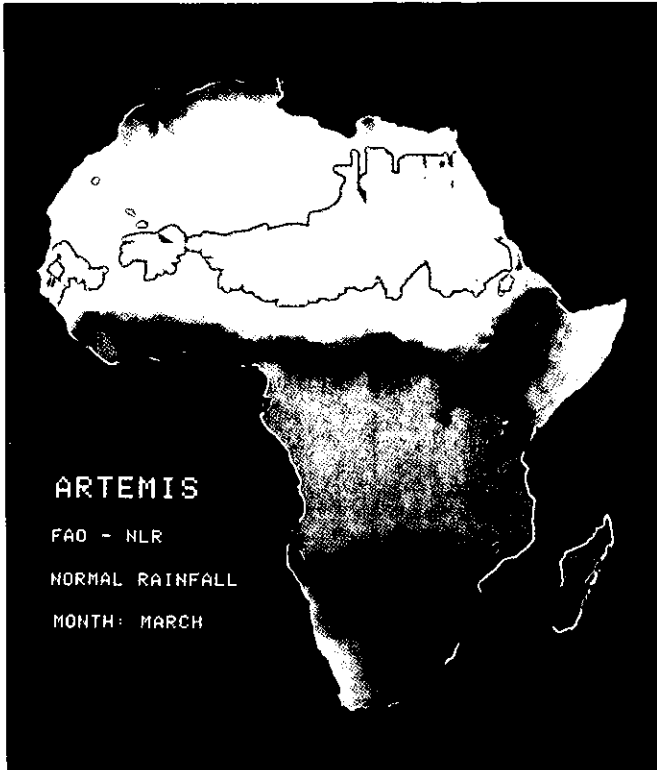
Robotica

In samenwerking met Fokker werd een voorontwerp gemaakt voor het programmapakket ROBKin, waarmee de inverse kinematica van robotarmen kan worden geanalyseerd. Het is de bedoeling dat dit pakket, het dynamicapakket ROBDYN en de beschikbare simulatiepakketten, als bouwstenen worden gebruikt voor een op te zetten CAE-infrastructuur ten behoeve van het ontwerpen van in de ruimte te gebruiken "multibody"-systemen.

Het stabiliteitsgedrag werd bestudeerd van besturingsalgoritmen waarin de volledige dynamica van de robot wordt opgenomen. Vooral is het verschil onderzocht tussen het gebruik van nominale en van gemeten waarden voor de berekening van dynamische coëfficiënten; tevens is de invloed van meetruis nagegaan.

Vergaren en verwerken van informatie

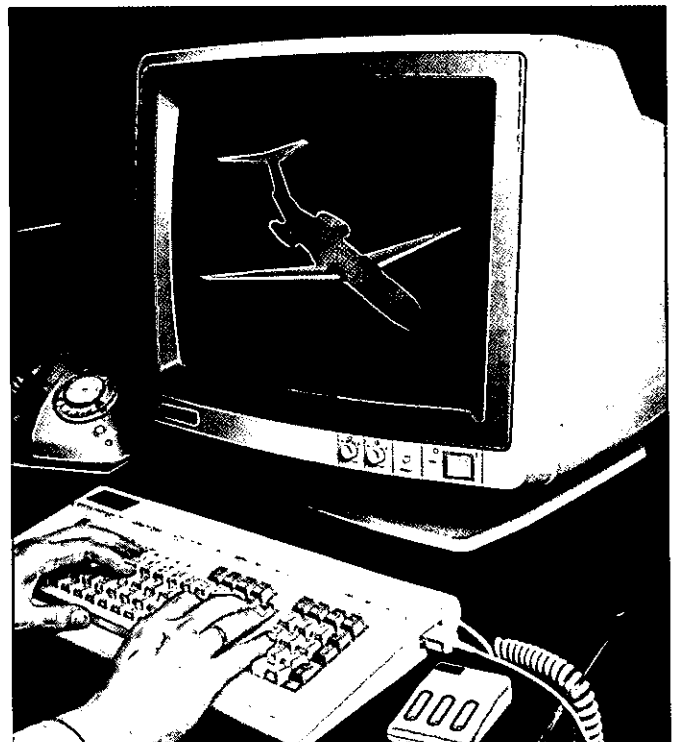
Ter beheersing van het traject van waarneming via de sensor tot de uiteindelijke presentatie van de informatie werd verder gewerkt aan de ontwikkeling van technieken voor het vergaren, verwerken, transporteren en presenteren van informatie. De ontwikkeling en de toepassing van data-compressie/decompressietechnieken 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.



De normale regenval voor maart (links) en de vegetatie index voor augustus 1987 (rechts), producten van het satellietgrondstation ARTEMIS dat door het NLR in opdracht van de Voedsel- en Landbouworganisatie van de Verenigde Naties werd ontwikkeld.



Grafische presentatie gemaakt door INTAL (Intelligence information system at airbase level). Evenals CAMPAL (Computer aided mission preparation at airbase level) vormt INTAL een onderdeel van het systeem ABCCIS (Airbase command and control information system), ontwikkeld door de Koninklijke Luchtmacht en het NLR.



Resultaten van aërodynamische berekeningen kunnen worden gepresenteerd op grafische beeldschermen gekoppeld aan het computernetwerk van het NLR.

Simulatiesystemen

Het simulatiepakket PROMISE werd geschikt gemaakt voor NOS/VE-implementatie. Het pakket werd toegepast bij parameterstudies van raketten en bij configuratiestudies van nieuwe communicatienetwerken.

Het simulatiepakket ANABASIS, voor de simulatie van antennesystemen en ontvangers, werd in opdracht van de NAVO verder uitgebreid, zodat de nauwkeurigheid van het Amerikaanse navigatiesysteem NAVSTAR-GPS kan worden gesimuleerd in scenario's waarin stoorzenders aanwezig zijn. Ook nulsturende antennes kunnen ermee worden gesimuleerd. ANABASIS werd toegepast voor de analyse van een aantal gesimuleerde missies. Tevens werd onderzocht wat de beste geometrische opstelling is van antenne-elementen indien een bepaald stoorscenario wordt aangenomen.

Verwerking van sensorinformatie

Onderzocht werd hoe het gedrag van sensoren kan worden voorspeld, uitgaande van bestaande sensor-performance-modellen en met behulp van de NLR-ontwikkelomgeving voor kennissystemen NEXT. De resultaten van het model zijn met hulp van operationele experts geëvalueerd.

Data-acquisitie

Voor de Indonesische lage-snelheidstunnel ILST werd verder gewerkt aan de realisering van het Data-Acquisitie- en -Reductie-Systeem (DARS). Na het schrijven van de software en het produceren van de hardware zijn de subsystemen in Nederland getest en geïntegreerd. Vervolgens werd, na de voorlopige acceptatietests, het systeem naar de ILST te Serpong (bij Jakarta) getransporteerd, aldaar opgebouwd, en opnieuw getest. Na de succesvol verlopen acceptatietest werd het ILST-DARS-systeem aan de opdrachtgever (PUSPIPTK en LAGG) vóór de geplande leverdatum overgedragen. Voor en tijdens de installatieperiode werd training gegeven aan de toekomstige gebruikers. Het projectteam heeft de voor de "commissioning" en de kalibratie van de ILST (eerste helft '87) benodigde subsystemen tijdig kunnen toeleveren; tevens werd assistentie verleend bij deze activiteiten. Na de overdracht is het DARS-systeem tot volle tevredenheid gebruikt voor een aantal windtunnelbeproevingen.

In opdracht van Eurocontrol (Brussel) werd het concept opgesteld voor een Data Link Processor Unit (DLPU), waarbij gebruik werd gemaakt van luchtwaardige-VME-68000-technologie. De DLPU verzorgt de communicatieprocessen die nodig zijn om "data-link" systemen (o.a. SSR mode S) te koppelen met een aantal boordsystemen (zoals FMS, cockpit display unit, avionica). Het NLR zal, naast de hardware, de software ontwikkelen voor de volgende applicaties: DETF (Data Exchange Test Facility) en Aircraft Data Processing ten behoeve van Air Traffic Control.

Ten behoeve van "real-time" data-acquisitie en -verwerking wordt steeds meer de VME-industriestandaard toegepast. Gekozen is voor de 68000-serie microcomputers, met Micro Concurrent Pascal als hogere-orde taal voor enkelvoudige-processorsystemen en met Pascal voor multiprocessorsystemen. Een UNIX-ontwikkel- en testomgeving voor geïntegreerde hard- en software is gerealiseerd. VME-systemen zijn bijvoorbeeld opgenomen in het COSMOSS-systeem (voor het verwerken van weergegevens), in de stuureenheid voor het nieuwe bewegingsmechanisme van de vluchtnabootser van het NLR, in een luchtwaardig data-acquisitiesysteem, en in de bovengenoemde DLPU.

Datacompressie

Aandacht werd besteed aan algoritmen voor toepassing in een "real-time" videolink, die gerealiseerd moet worden in een klein volume en die weinig energie vergt.

In verband met bescherming tegen ongeautoriseerd gebruik van satellietgegevens werd aandacht besteed aan "encryption"-technieken (vercijfering) en methoden voor sleutelverdeling.

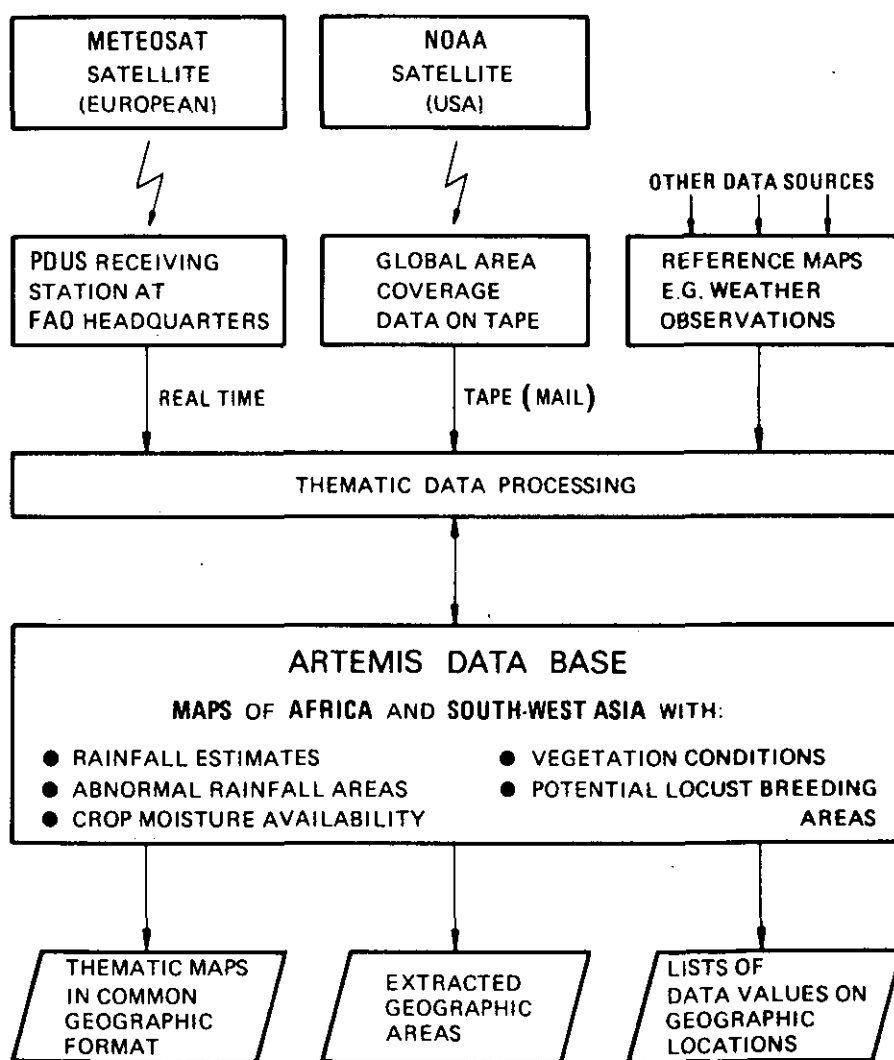
Onderzocht werd welke datacompressie/decompressiemethode geschikt is voor de verspreiding van satellietweerfoto's. Zowel de inpassing van een decompressiefunctie in een PDUS-grondstation ("Primary Data User Station") werd onderzocht als de haalbaarheid van een decompressiefunctie indien VME-68000-technologie wordt toegepast in combinatie met "transputers". Voor het beveiligen van informatie is onderzocht hoe ASICs ("Application-Specific Integrated Circuits") kunnen worden toegepast als "encryption chip" (vercijfering).

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. Onder meer werden de eigenschappen ervan onderzocht met behulp van een met microstrip-antennetechnologie gerealiseerd laboratoriummodel, in het bijzonder het "real-time" gedrag en de haalbare graad van storingsonderdrukking. Een voorstel werd opgesteld om de antenne-eenheid aan boord van schepen te testen.

De door het NLR vervaardigde subsystemen voor het COSMOSS-grondstation (voor het verwerken van gegevens van de NOAA-omloopsatelliet en de Japanse geostationaire satelliet GMS) zijn gereedgekomen en werden geïntegreerd met de antennesubsystemen. Na de installatie in Jakarta heeft dit Signaal/NLR-systeem de uitgebreide afnameproeven goed doorstaan. Het Indonesische Meteorologisch Instituut heeft het systeem reeds bijna een jaar tot volle tevredenheid in operationeel gebruik. Tevens heeft training van de gebruikers plaatsgevonden. Een voorstel werd opgesteld om het systeem aan te passen aan het nieuwe digitale transmissie-"format" van de GMS-satelliet.

Het in opdracht van de Voedsel- en Landbouworganisatie van de Verenigde Naties (FAO) gefabriceerde grondstation, ARTEMIS, voor het ontvangen van satellietbeelden en het verwerken van gegevens ten behoeve van de landbouw in Afrika en Zuidwest-Azië is in het verslagjaar grotendeels gerealiseerd. Hierbij werd gebruik gemaakt van door NASA ontwikkelde programmatuur, regenvalalgoritmen van de Universiteit van Reading, en vegetatie-indexalgoritmen van de FAO. Het gedeelte voor de ontvangst en verwerking van gegevens van METOSAT kwam geheel gereed. Het gedeelte voor thematische verwerking is in ontwikkeling.



END-PRODUCTS ON PHOTOGRAPHIC MEDIA, COMPUTER TAPE, FLOPPY DISK, ALSO AVAILABLE VIA REMOTE TERMINAL AND IN FUTURE VIA SATELLITE LINK.

Schematisch overzicht van de verwerking van gegevens afkomstig van satellieten met behulp van het ARTEMIS grondstation dat is ontwikkeld door het NLR.

Presentatie van gegevens

Veel aandacht werd besteed aan de ontwikkeling en toepassing van driedimensionale visualiserings- en animatietechnieken. Aan de bestaande programmatuur voor het visualiseren van de resultaten van Euler-berekeningen werden "hidden-surface"-modules toegevoegd. Ook werd gewerkt aan het generaliseren van deze programmatuur, die werd uitgebreid voor het presenteren van resultaten uit diverse stromingsberekeningen. Een eerste versie van een animatieprogramma, waarmee het gedrag van de oplossing gedurende opeenvolgende iteratieslagen dynamisch kan worden weergegeven, kwam gereed. Verwacht wordt dat het programma ook zal worden toegepast voor het weergeven van het dynamische gedrag van stromingspatronen (wervels en slip-lagen).

De eerste ervaringen werden opgedaan met een werkstation voor deze doeleinden, een CYBER 910, die gekoppeld is aan het computernetwerk van het NLR. De resultaten van berekeningen, verricht op het mainframe of de supercomputer, kunnen via het netwerk op het werkstation worden ingevoerd in de visualiseringsprogrammatuur. Met dit werkstation is een krachtig hulpmiddel verkregen voor de aërodynamicus bij het ontwikkelen van ontwerpsoftware en, in een later stadium, bij het uitvoeren van ontwerpstudies.

CAE-infrastructuur voor elektronica-ontwikkeling

Gewerkt werd aan de integratie van diverse CAE-hulpmiddelen voor de ontwikkeling van elektronische componenten die reeds in gebruik zijn (programma's voor ladebedrading, printed-circuit board layout, schema-invoer, en bedrijfszekerheidsanalyse van elektronica) tot een CAE-infrastructuur, gekoppeld aan het NLR-computernetwerk. Op basis van functionele eisen is een concept opgesteld voor een dergelijke infrastructuur. Voor de uitwisseling van ontwerp-informatie tussen de diverse hulpmiddelen werd standaardisering op basis van EDIF onderzocht. Sommige systeemdelen zijn reeds gekoppeld.

Ruimtewaardige elektronica

In opdracht van ESA werd samen met Signaal en Van der Heem Electronics de toepasbaarheid van optische dataopslag onderzocht voor het Columbus-ruimtestation en andere ruimtevaartprojecten. Het uitgangspunt daarbij is het zonder wezenlijke vernieuwingen ruimtewaardig maken van bestaande "aardse" apparatuur (bijvoorbeeld optische compact discs). In grondstations zou dan commercieel verkrijgbare apparatuur kunnen worden gebruikt. De uitkomst van dit onderzoek was zo positief dat de optische recorder is opgenomen in het basissysteem van het zogenaamde "Document Filing System" van het ruimtestation Columbus. Voorstellen voor realisering zijn opgesteld en voorgelegd aan ESA.

Kwaliteitszorg en bedrijfszekerheid

De activiteiten in het kader van de kwaliteitszorg waren geconcentreerd op de inhoud en het functioneren van informatiesystemen. Hiertoe zijn de hieraan gestelde eisen ingedeeld in vier groepen: management-richtlijnen en -voorwaarden, functionele eisen, gedrags-/prestatie-eisen en eisen met betrekking tot de evaluatie. De bijbehorende procedures, die de vertaling van deze eisen naar eigenschappen omvatten, worden vastgelegd in het Procedurehandboek voor de ontwikkeling van informatiesystemen.

In het kader van de kwaliteitsbeheersing werden ook dit jaar kalibraties uitgevoerd van de meetapparatuur die bij het NLR in gebruik is. Tevens werd de apparatuur voor het ILST-project beproefd en gecertificeerd.

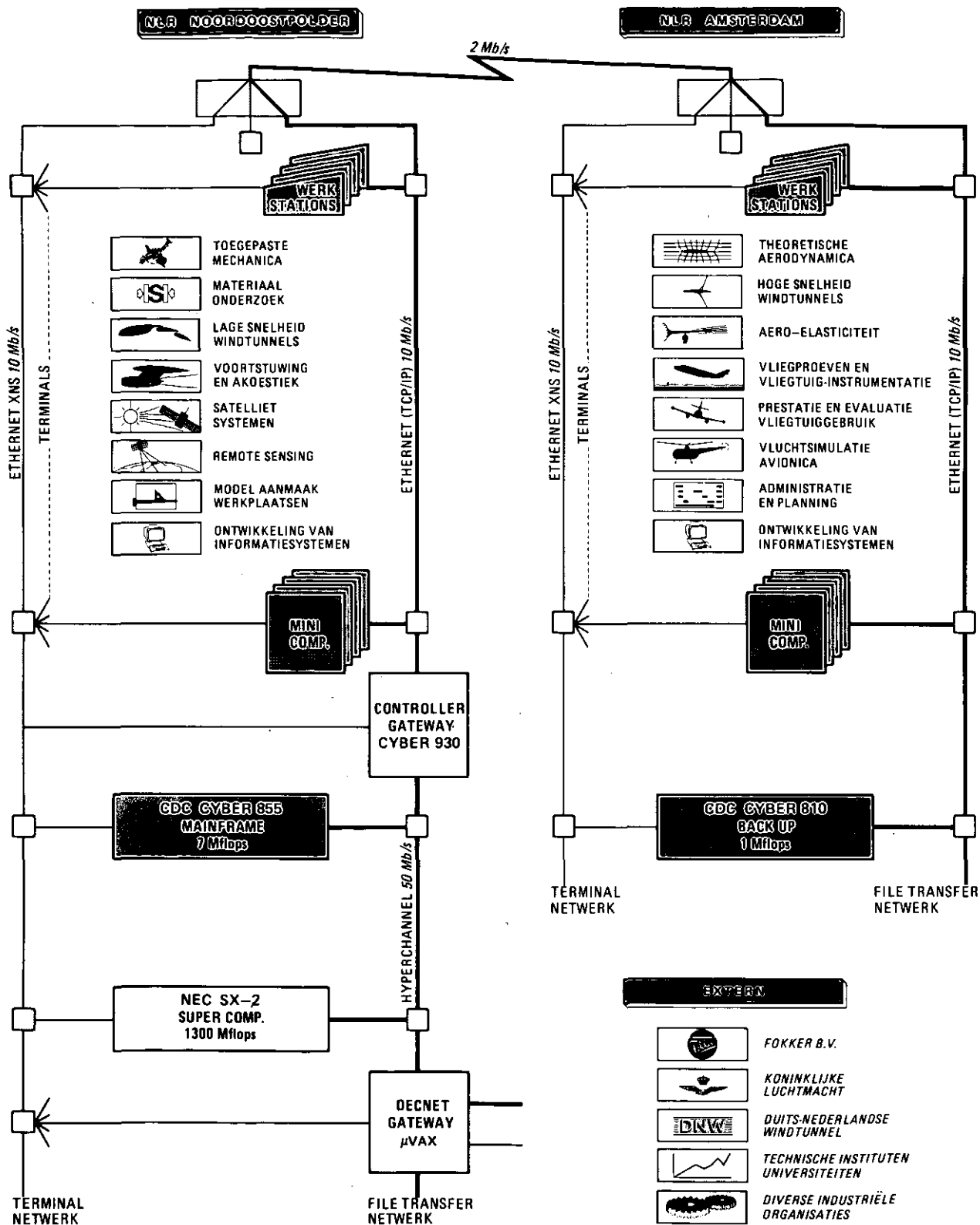
Voor het behouden van de verkregen erkenning door de Nederlandse Kalibratie Organisatie (NKO) werden diverse verfijningen in de procedures aangebracht. Dit betreft met name elektromagnetische grootheden (spanning, stroom, weerstand) en tijd.

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, luchtvaart/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.



Schema van de opbouw van het computernetwerk van het NLR.

3.6 MILIEUBEHEER

In opdracht van de RLD werden berekeningen uitgevoerd voor de bepaling van de geluidsbelasting ten gevolge van de grote luchtvaart (vliegtuigen met een totale massa groter dan 6000 kg) voor de actuele situatie (1987) rondom de vliegvelden Schiphol, Rotterdam en Zuid-Limburg. Met betrekking tot de kleine luchtvaart werd de geluidsbelasting bepaald voor de vliegvelden Zuid-Limburg, Hilversum, Ypenburg en Seppe.

In opdracht van de Koninklijke Luchtmacht werden werkzaamheden verricht in het kader van zoneringsbewaking, de controle op overschrijding van vastgestelde grenswaarden van de geluidsbelasting rondom vliegbases. De KLu heeft besloten een systeem te laten ontwikkelen dat voor elke vliegbasis de informatie omtrent de actuele vliegtuigbewegingen vastlegt. Voor dit systeem kwam het functioneel systeemontwerp gereed.

Medewerking werd verleend aan een studie van een internationale werkgroep in CCMS-verband (Committee on the Challenges of Modern Society). Deze studie richt zich op het vergelijken van de geluidsbelastingseenheden die in de verschillende landen in gebruik zijn.

Het geluidmeetnet dat in opdracht van het Ministerie van VROM nabij Roermond is geplaatst en operationeel is, werd uitgebreid van twee naar vijf geluidmeetposten. Deze onbemande meetposten registreren het geluid van vliegtuigen die gestationeerd zijn op de nabijgelegen vliegbasis Brüggen (BRD), en die boven Nederlands grondgebied vliegen.

De door de geluidmeetposten bepaalde geluidsniveaus worden elke seconde via telefoonlijnen naar Amsterdam (NLR) overgebracht en vastgelegd op magneetband. Na verwerking op de centrale computer van het NLR, komt de gewenste informatie omtrent aantal en soort vliegtuigpassages beschikbaar.

4 TECHNISCHE OUTILLAGE

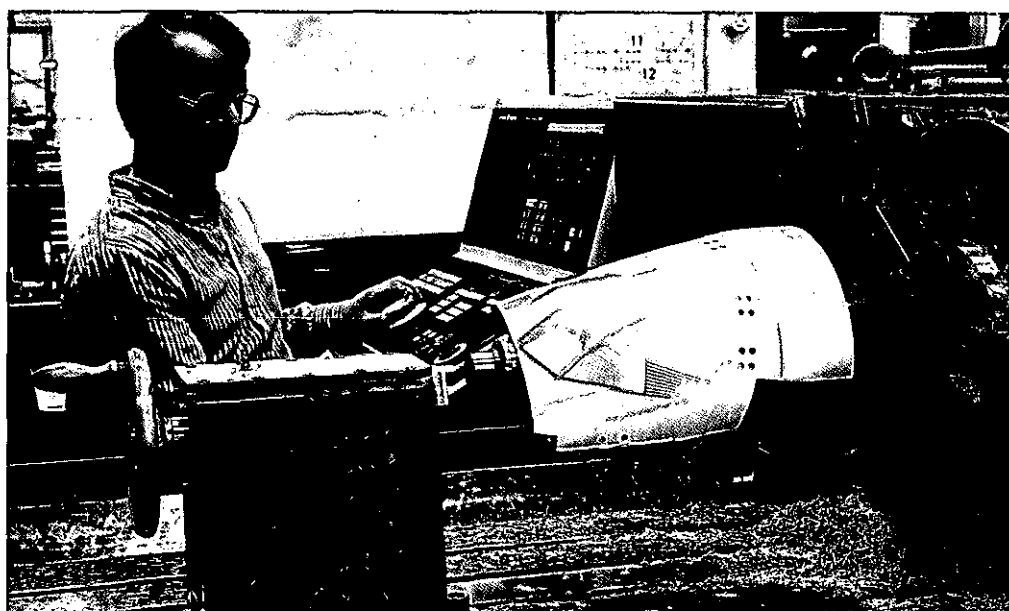
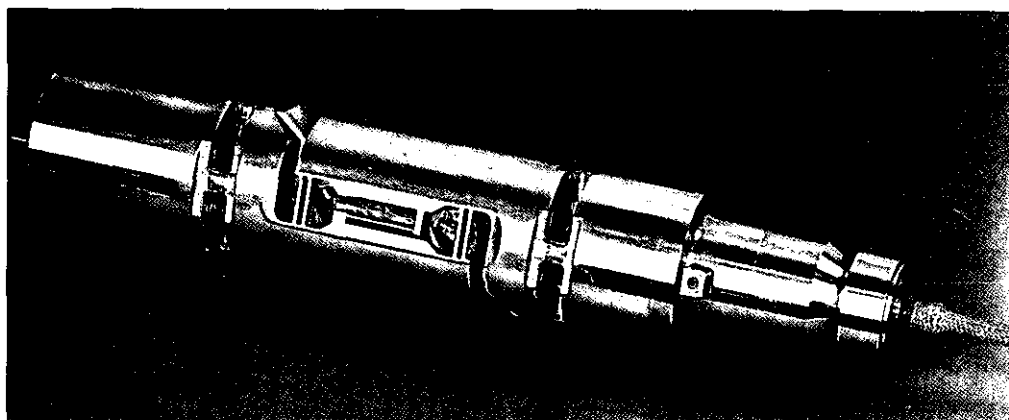
4.1 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR STROMINGSONDERZOEK

Algemene apparatuur	Met het in de HST in gebruik nemen van een optisch meetsysteem voor de modelinvalshoeken (ELOPTOPOS) is een essentiële verbetering van de meetnauwkeurigheid bereikt. Met dit systeem wordt direct de modelinvalshoek tijdens het meten bepaald, waardoor invloeden van vervorming van de modelondersteuning op de meet-resultaten worden geëlimineerd. De nauwkeurigheid van de invalshoekmeting is daarmee tot een honderdste graad teruggebracht. Hierdoor kunnen kleine weerstandverschillen nauwkeuriger worden bepaald.
Lage-snelheidstunnels	Het computersysteem voor verwerking van windtunnelmetingen werd uitgebreid met een tweede zgn. F-processor. Ook werden de mogelijkheden voor grafische presentatie van de meetresultaten <i>uitgebreid</i>. De stromingskwaliteit van de luchtstroming in de LST 3 x 2.25 werd nader onderzocht. De temperatuursverdeling in de suskamer werd geanalyseerd, ook als functie van de buitentemperatuur. Daarnaast werden uitgebreide richtingsmetingen uitgevoerd. Voor niet-luchtvaartonderzoek werd begonnen met de ontwikkeling van nieuwe meetapparatuur voor snelheidsmetingen. Een prototype hiervan voldeed aan de eisen. Aan de Duits-Nederlandse Windtunnel werd ondersteuning verleend in het kader van de zgn. "Research Support DNW".
Gegevensverwerking van windtunnelmetingen	Voor de data-vergaring, de data-verwerking en de data-analyse bij de HST werd een Hewlett-Packard computersysteem HP 9000-840/model 330, inclusief randapparatuur aangeschaft. Tevens werd een begin gemaakt met de ontwikkeling van een nieuw software-pakket voor data-verwerking (APROPOS). Naar verwachting zal het nieuwe systeem medio 1988 operationeel zijn voor gebruik bij de verschillende faciliteiten voor stromingsonderzoek.
Transsonen en supersonen tunnels HST	Met het in gebruik nemen van een geautomatiseerde Mach-regeling zijn goede resultaten bereikt. Bij het verstellen van de invalshoek tijdens het meten wordt het getal van Mach nu constant gehouden. Hierdoor is het mogelijk bij continue krachtenmetingen grotere verstelsnelheden toe te passen, waardoor de produktiviteit werd verbeterd. Een nieuw ontwikkeld sonde-traverseermechanisme voor veldmetingen in de HST met vier graden van vrijheid (twee translaties en twee rotaties) werd met succes ingezet bij grenslaag- en zog-metingen in het kader van GARTEUR-onderzoek aan een tweedimensionaal model voor hoge draagkracht. Het onderzoek naar de technische haalbaarheid van mogelijke verbeteringen van de HST werd voortgezet. In de PHST, een schaalmodel van de HST, werd onderzoek uitgevoerd aan concepten van o.a. een <i>nieuwe modelondersteuning</i>, een <i>gewijzigde diffusorconfiguratie</i> alsmede diverse meetplaatsuitvoeringen. De resultaten van deze studies zullen worden gebruikt om tot verdere definitie van de plannen voor modernisering van de HST te komen.
SST	Het nieuwe data-acquisitiesysteem EGOIST werd geïnstalleerd, en voldoet zeer goed. Enige verbetering van de stromingskwaliteit is bereikt, en de verstelsnelheid van de invalshoek kon worden opgevoerd, waardoor de kosten per run (per polaire) werden verminderd.
Aëroakoestiek en voortstuwing	Begonnen werd met de renovatie van de meetkamer en het afzuigsysteem voor de ijkfaciliteit voor modelmotoren. De bouwkundige voorzieningen hiervoor kwamen gereed.
Aëro-elasticiteit	Besloten werd tot de aanschaffing van een nieuw meetsysteem voor dynamische metingen. Het systeem zal worden ingezet voor zowel aëro-elastisch onderzoek (64 kanalen) als aëro-akoestisch onderzoek (bemonsterfrequentie maximaal 160 kHz per kanaal).



Een nieuw ontwikkeld sonde-traverseermechanisme met vier graden van vrijheid, toegepast bij grenslaag- en zogmetingen aan een tweedimensionaal model in de HST.

Eerste exemplaar van een nieuwe serie door het NLR ontwikkelde zes-componenten balansen voor zeer nauwkeurige metingen in de HST.



Een onderdeel van een krachtenmodel van de Hermes Escape Cabin op de numeriek bestuurd Bohle freesmachine. Het NLR heeft het model, waaraan metingen in de hoge-snelheidswindtunnel HST zijn uitgevoerd, ontworpen en gebouwd met gebruikmaking van geïntegreerde CAD/CAM-technieken.

4.2 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR VLEGTUIGGEBRUIK EN VLEGMECHANISCH ONDERZOEK

Samenhangende onderzoekfaciliteiten

De toenemende integratie tussen de avionicasystemen aan boord van moderne vliegtuigen en de systemen voor de verkeersregeling op de grond vraagt om onderzoekfaciliteiten die dit proces kunnen ondersteunen.

Doel van het in 1987 begonnen DELTA-project is de verdere ontwikkelingen van de vluchtnabootser, het Avionics Research Testbed (ART) en de NLR Air Traffic Control Simulator (NARSIM) op elkaar af te stemmen.

Luchtverkeersleidingssimulator (NARSIM)

Voor de NLR Air Traffic Control Simulator (NARSIM) werd het technisch ontwerp afgerond. Voor de computerconfiguratie werd gekozen voor apparatuur van Hewlett Packard (HP840/330). De installatie hiervan werd grotendeels gerealiseerd.

Grote aandacht werd besteed aan de infrastructuur van de NARSIM-faciliteit, waarbij met name werd gelet op de uitbreidbaarheid van het systeem.

Avionics Research Testbed (ART)

In het kader van de transformatie van het Metro II laboratoriumvliegtuig tot "Avionics Research Testbed" (ART) werd een beeldbuis van het programmeerbare Sperry "Electronic Flight Instrument System (EFIS)" ingebouwd in het rechter instrumentenpaneel. Deze beeldbuis is geprogrammeerd als Primary Flight Display (PFD) en wordt aangestuurd door het "on board" computersysteem. Een eerste, succesvolle vlucht vond plaats op 21 oktober.

De ontwikkeling van het ART zal gefaseerd verlopen en afgestemd zijn op de toepassingen die o.a. zullen voortkomen uit internationale samenwerkingsverbanden onder de paraplu van Eurocontrol op het gebied van Air Traffic Management.

Een voorontwerp voor de volgende fase werd gemaakt, inhoudende de inbouw van een tweede beeldbuis als navigatiedisplay en de uitbreiding van de "on-board" computer met Flight Management System (FMS) functies.

Vluchtnabootsers

De uitbreiding van het Vluchtnabootsergebouw met een tweede simulatiehal voor het nieuwe bewegingsmechanisme met zes vrijheidsgraden kwam gereed.

De detaillering en de technische uitwerking van het ontwerp van dit bewegingsmechanisme vonden plaats in nauw overleg met de fabrikant. Een begin werd gemaakt met de Factory Acceptance Test.

Ten behoeve van de communicatie met de nieuwe "motion-interface" (MOTIF) zijn de nodige voorbereidingen getroffen.

Begonnen is met het ontwerpen van een nieuwe bedienings- en controlelessenaar en het opstellen van de functionele eisen waaraan een nieuw interface-systeem voor de verbinding van de computer met de simulatie-apparatuur moet voldoen.

Voor de toegang tot de stuurhut op het platform werd een loopbrug ontworpen en aangemaakt.

Ter verbetering van de kwaliteit van het gepresenteerde uitzichtbeeld werden de kleurencamera van het TV-maquette zichtstelsel en de monitor van de eenpersoonsstuurhut vervangen.

Integratie van het met het dynamische beeldgeneratiesysteem (IRIS) opgewekte HUD (Head-Up Display) videobeeld met het uitzichtbeeld van het TV-maquette zichtstelsel is mogelijk. Het IRIS-systeem is met een Ethernet-verbinding gekoppeld aan de computer en wordt o.a. geschikt gemaakt voor nabootsing van HUD-beelden op ware tijdschaal.

Apparatuur voor vliegproeven en gegevensverwerking

Het "Quick Look" telemetrie-grondstation heeft enige uitbreidingen ondergaan en werd ingezet bij diverse vliegproeven voor de Koninklijke Luchtmacht.

Het Dataverwerkingsstation Vliegproeven werd uitgebreid met een schakelmogelijkheid, waardoor de snelle randapparatuur bereikbaar werd voor beide computersystemen van het DVSV.

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. Er werd gewerkt aan de uitbreiding van deze erkenning tot een groter bereik. Zo werd de werkstandaard voor oliedrukken uitgebreid met een installatie voor het meten tot 3500 kPa.

De nieuwe installatie voor het beproeven en kalibreren van hoeksnelheidsmeters werd in gebruik genomen.

Verder werd de mogelijkheid gerealiseerd om apparatuur met een digitaal uitgangssignaal volgens de ARINC-429-standaard aan te sluiten op de automatische test- en kalibratieopstellingen.

Laboratoriumvliegtuigen

De certificatie van de stuurautomaat in de Queen Air werd afgesloten. Het vliegtuig werd opnieuw gespoten, en wel in dezelfde kleuren als de Metro II, om de vliegtuigen beter zichtbaar te maken tijdens operaties.

Voor het beheer en onderhoud van de laboratoriumvliegtuigen werd gewerkt aan het opzetten van een gecomputeriseerd systeem.

4.3 TECHNISCHE OUTILLAGE OP HET GEBIED VAN CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

Belastingsapparatuur

Gewerkt werd aan de ontwikkeling van hydraulisch bekrachtigde inspankoppelen voor vermoeilingsmachines, waarmee proefstukken spanningsvrij kunnen worden ingeklemd. Met de aanmaak van een prototype werd begonnen.

Apparatuur voor materiaalonderzoek

Het dynamisch-mechanisch analysesysteem voor de bepaling van stijfheden en dempingseigenschappen van composieten werd geautomatiseerd.

De raster-elektronenmicroscop werd geschikt gemaakt voor het in situ uitvoeren van pelproeven op composiet-proefstukjes.

Apparatuur voor corrosieonderzoek

De installatie voor het simuleren van het compressormilieu bij temperaturen tot 650°C, werd gemodificeerd voor proeven ter evaluatie van wasmiddelen die worden gebruikt voor de periodieke reiniging van compressoren van gasturbines.

De nieuwe installatie voor het simuleren van het turbinemilieu werd in gebruik genomen. De prestaties in het temperatuurgebied van 500 tot 1650°C werden bepaald bij snelheden variërend van Mach 0,4 tot 0,8. De eerste series proeven op turbine-coatings werden uitgevoerd.

Apparatuur voor
data-acquisitie en -verwerking

In het kader van de ontwikkeling van levensduurbewakingssystemen is apparatuur aangeschaft waarmee vier belastingssignalen simultaan op pieken en dalen kunnen worden geanalyseerd, en waarmee de gedetecteerde pieken en dalen vervolgens in een Solid State geheugen worden opgeborgen ("vierkanaals Spectrapot").

Hulpmiddelen voor het bemeten van plooiën en van delaminatiegebieden in composieten en gemengde laminaten werden aangeschaft en ontwikkeld. Daarmee werd het toepassen van rasterreflectie en rasterprojectie praktisch mogelijk.

Applicatie-software voor de geautomatiseerde data-acquisitiesystemen en voor de processor-gestuurde vermoeilingsapparatuur werd verder ontwikkeld en voorzien van documentatie.

Hulpapparatuur voor
proefstukken en preparaten

Hulpmiddelen en werkmethoden werd ontwikkeld voor het aanmaken van foutvrije dikke laminaten (6 mm) in thermoplastische composieten.

Voor de fabricage van geoptimaliseerde panelen met gesloten verstijverdoorsnede (hoedverstijvers) werd een methode ontwikkeld, waarbij met succes gebruik wordt gemaakt van oplosbare warmtebestendige zoutkernen.

4.4 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR RUIMTEVAARTONDERZOEK

De integratie van de VAX-computer in het NLR-computernetwerk werd voltooid. Een interface werd ontwikkeld om de laboratoriumapparatuur via Ethernet-verbindingen over grotere afstanden met de VAX-computer te kunnen koppelen.

Op het gebied van micro-zwaartekrachttechnologie werd de proefopstelling voor vloeistoffysisch onderzoek PODI uitgebreid met apparatuur voor waarnemingen met een klein gezichtsveld. Methoden werden ontwikkeld voor het waarnemen en bedienen op afstand (telescience), voor het verkorten van de optische weglengte en voor het verbeteren van het schlieren-systeem.

In het verslagjaar werden de afdeling Remote Sensing en het RESEDA-systeem van Amsterdam overgeplaatst naar de vestiging Noordoostpolder. In RESEDA werd een nieuw besturingssysteem geïnstalleerd (V-Stream Rel.3.2).

De uitbreiding van de voorverwerkingsprogrammatuur voor CAESAR-gegevens "OPTIPARES" werd voltooid. Het softwaresysteem voor de conversie van "High Bit Rate"-gegevens van remote-sensing waarnemingen in de DVS kwam gereed.

Van het "airborne video quick-look"-systeem kwam het ontwerp gereed; de realisatie zal in 1988 plaatsvinden.

4.5 OVERIGE TECHNISCHE OUTILLAGE

Computernetwerk

Het gebruik van de centrale CYBER 180-855 mainframe computer vertoonde in het verslagjaar wederom een sterke stijging. In verband hiermee werd het achtergrondgeheugen opnieuw vergroot. De grafische mogelijkheden werden uitgebreid door aanschaffing van het softwarepakket GINO-F, waardoor de compatibiliteit met Fokker werd bevorderd. Voor algemeen gebruik werd aan het computernetwerk een CYBER-910 werkstation aangesloten.

Veel aandacht werd besteed aan een snelle en betrouwbare verwerking van de gegevens uit de Fokker-vliegproeven.

Door uitbreiding van PC-hardware en -software werden de mogelijkheden tot ondersteuning van informatieprojecten (databasebeheer, projectsecretariaat) uitgebreid.

Ten behoeve van het databasebeheer onder het NOS/VE-bedrijfsstelsel van de centrale CYBER-computer werd het database-management stelsel IM/DM beschikbaar gemaakt. Teneinde bovendien databasebeheer met behulp van IBM PC's gecombineerd met de centrale CYBER-computer mogelijk te maken, zijn tevens de pakketten IM Personal (voor databasebeheer op een PC) en IM Access (voor communicatie tussen PC en databases beheerd met IM/DM op de CYBER) beschikbaar gemaakt.

In aansluiting op het eind 1986 genomen besluit een NEC SX-2 supercomputer aan te schaffen werd een groot aantal activiteiten ontplooid ter voorbereiding van de installatie van deze computer in de NLR-vestiging NOP. Eind 1987 werd deze supercomputer afgeleverd en geïnstalleerd en voor beperkt gebruik beschikbaar gesteld. De SX-2 werd met de CYBER 180-855 verbonden via een zeer snelle (50 Mbits/s) Hyperchannel-verbinding.

Mede in verband met de komst van de supercomputer werd in 1987 de behoefte aan capaciteit voor datacommunicatie onderzocht. Als uitvloeisel hiervan werden twee "Local Area Networks" (LAN's) per vestiging (één voor interactief verkeer en één voor file-transport) besteld; met de installatie werd begonnen. Deze LAN's, gekoppeld met behulp van een 2 Mbits/s datalijn tussen beide NLR-vestigingen (die een snelheidswinst voor de gebruiker van een factor 10 tot 100 opleveren), zijn gestandaardiseerd op Ethernet- en TCP/IP-protocollen, hetgeen een goede aansluitbaarheid met apparatuur van diverse fabrikanten garandeert.

Microprocessor/ VME-ontwikkelomgeving

De microprocessor/VME-ontwikkelomgeving, die bestaat uit een "Micro Concurrent Pascal" (MCP) compiler, cross-assembler en "linker" op de centrale NLR-computer en een "Philips Micro-processor Development Station (PMDS), is speciaal bestemd voor het programmeren van zogeheten "embedded" systemen. Besloten werd dit systeem uit te breiden met een UNIX-systeem. Dit UNIX-systeem, dat het voornaamste gereedschap voor het ontwikkelen van "real-time" micro-processorsystemen zal worden, 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 en Pascal als hogere programmeertaal.

Automatiseren van de ontwikkeling van elektronica-kaarten

Het computergestuurde systeem voor het ontwerpen van sporenpatronen van elektronica-kaarten (CAD-PCB) werd via de centrale NLR-computer gekoppeld met het computergestuurde interactieve systeem voor het tekenen en ontwerpen van elektronicaschakelingen (FutureNet, Dash4). Schema's kunnen nu automatisch worden ingevoerd in het CAD-PCB-systeem. Hiermee is de eerste fase van het opzetten van de CAE-infrastructuur voor het ontwikkelen van elektronica voltooid.

Automatiseren van EMI-metingen

Om aan de eisen van snelheid en nauwkeurigheid te kunnen blijven voldoen bij het verwerken van de EMI-metgegevens (EMI: Elektro Magnetische Interferentie), werd de EMI-faciliteit gemodificeerd. Een voorstel voor een nieuwe, ruimere EMI-faciliteit werd opgesteld.

Rekstrookbalansen

Een nieuwe zes-componentenbalans werd ontwikkeld en vervaardigd. Hierbij werd gebruik gemaakt van ervaring en kennis opgedaan bij het recentelijk uitgevoerde ontwerp van twee balansen voor de Indonesische lage-snelheidstunnel (ILST).

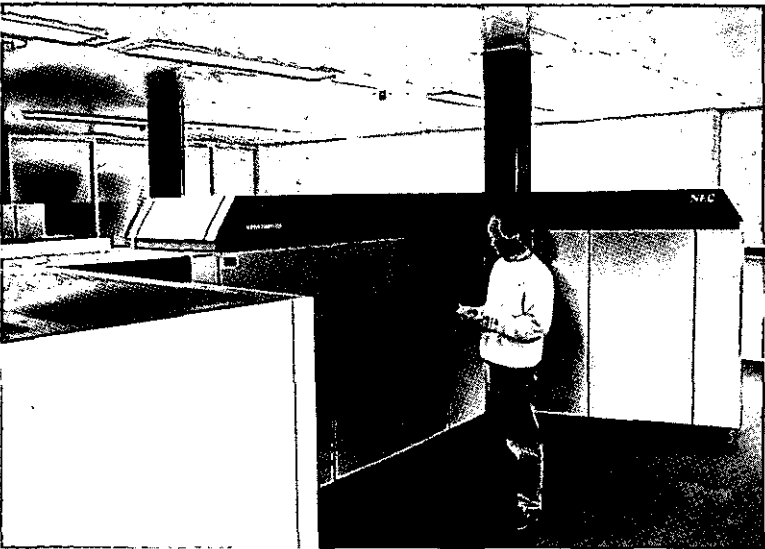
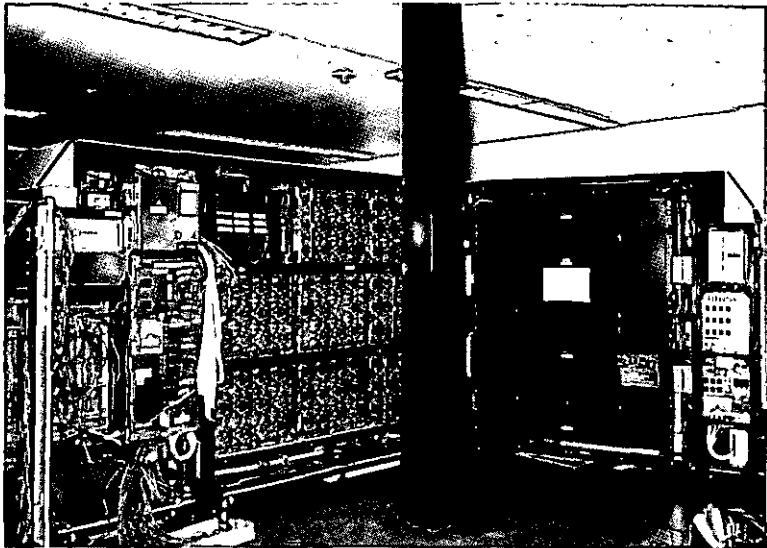
Tegelijk werd begonnen met de beproeving van deelconstructies van een nog te vervaardigen nieuwe halfmodelbalans. Beide balansen zijn bestemd voor metingen in de HST.

Meetmachine

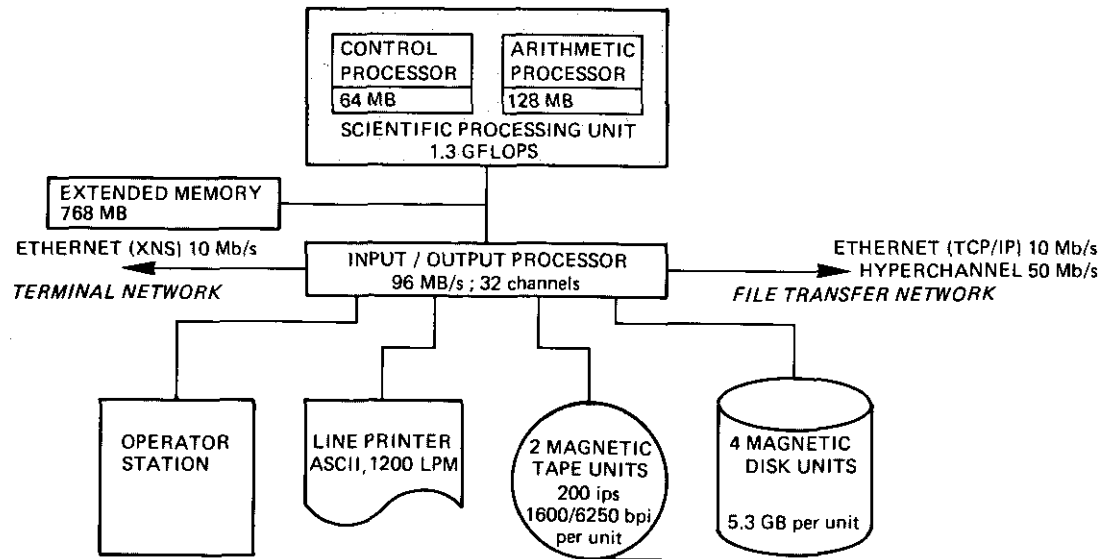
Een deel van het gegevensverwerkend systeem van de DEA-GAMMA 3 D lengtemeetmachine werd vervangen en de systeem-software werd gemodificeerd.

De gebruikersvriendelijkheid en de betrouwbaarheid van het systeem alsmede de snelheid van werken met het systeem zijn hierdoor aanzienlijk verbeterd.

De NEX SX-2 supercomputer tijdens het installeren in de vestiging Noordoostpolder.



De NEC SX-2 supercomputer geïnstalleerd, en gekoppeld aan het computernetwerk van het NLR.



Schema van de NEC SX-2 supercomputer bij het NLR.

5 CAPITA SELECTA

5.1 STATISCHE EN DYNAMISCHE BEPROEVING VAN HET FOKKER 100 STABILO

Voor het verkrijgen van een Bewijs van Luchtwaardigheid voor de Fokker 100 was een statische en dynamische beproeving van de gehele vliegtuigconstructie (een z.g. ware-grootte proef) noodzakelijk. Het grootste deel van deze beproeving wordt door Fokker zelf uitgevoerd. Het NLR voert de statische en dynamische beproeving van het staartstuk uit. De statische proeven bij het NLR wezen uit dat het stabilo voldoet aan de statische sterkte- en stijfheidseisen. De vermoeiingsproeven duren nog voort.

Ontwikkeling Fokker 100 uit F28

De Fokker 100 is een in constructief opzicht zeer ingrijpende aanpassing van de laatste F28 versie, de Mk4000.

In figuur 1 is een aantal stappen in de ontwikkeling van de F28-familie weergegeven. De oorspronkelijke F28, de Mk1000, is gecertificeerd in februari 1969. Uit deze versie zijn enerzijds de Mk2000 en later de Mk4000 ontwikkeld, en anderzijds de Mk3000.

Deze verdere ontwikkelingen waren nodig in verband met klanteneisen: verhoging van de passagiers- en beladingscapaciteit (verlenging van de romp en/of vergroting van de vleugel-spanwijdte). Voor deze ontwikkelingen kon gebruik worden gemaakt van het in het oorspronkelijke ontwerp ingebouwde groeipotentieel. Voor het aan de Rijksluchtvaardiens te overleggen sterktebewijs kon worden volstaan met een zogenaamd "papierbewijs". De certificatie-data van deze verdere ontwikkelingen van de F28 zijn in figuur 1 aangegeven.

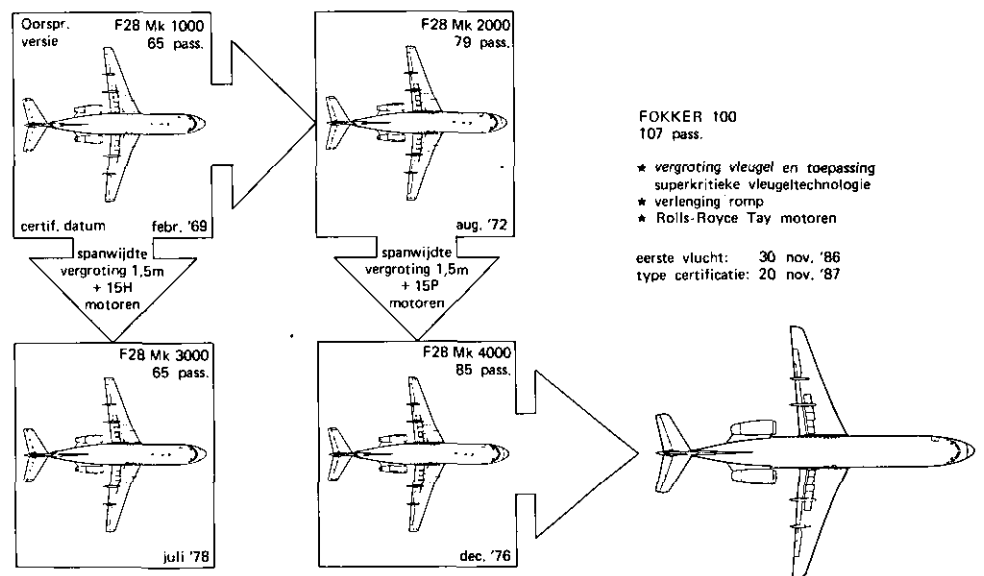
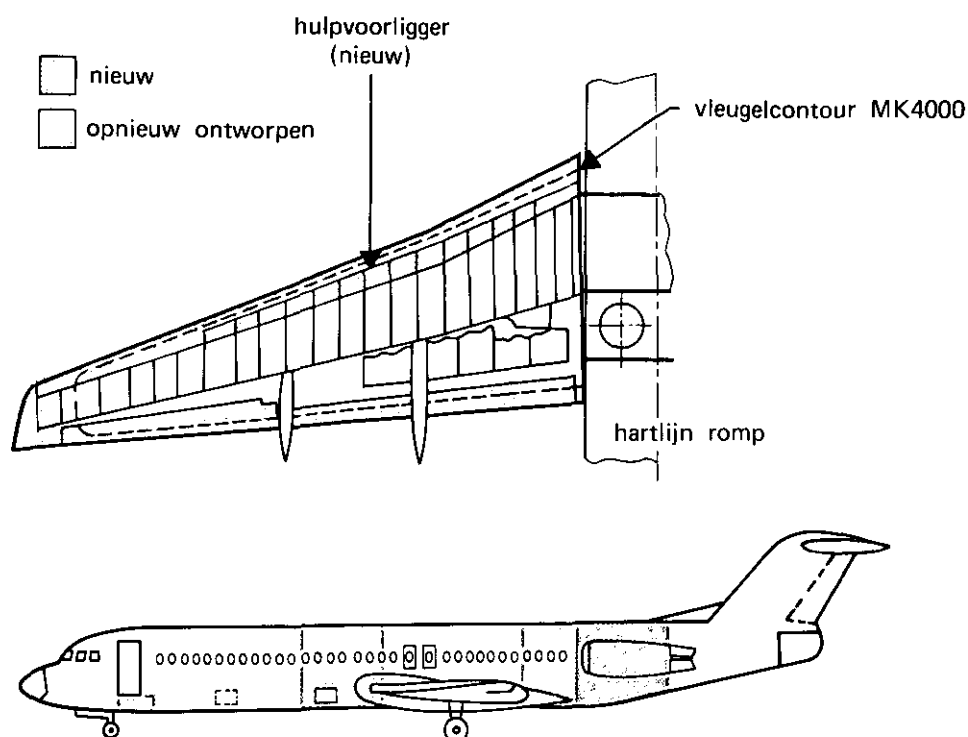


Fig. 1 – Historisch overzicht van de ontwikkeling van de Fokker 100 uit de oorspronkelijke F28.

Een marktanalyse toonde aan dat er bij de luchtvaartmaatschappijen behoefte bestond aan grotere vliegtuigen met een vervoerscapaciteit tussen de 100 en 150 passagiers. Met de F28 Mk4000 was het groeipotentieel van de F28 uitgeput, voornamelijk omdat de draagkracht van de vleugel niet verder kon worden verhoogd door de spanwijdte nogmaals te vergroten. Verder gingen andere factoren een belangrijke rol spelen, zoals het brandstofverbruik en de geluidsoverlast. Dit alles heeft geleid tot de ontwikkeling van een geheel nieuw type vliegtuig, de Fokker 100.

● Constructieve veranderingen



● Geometrische veranderingen

- rompverlenging : 5,74 m
- vergroting vleugelspanwijdte : 3 m
- vergroting vleugelkoorde : zie boven
- vergroting spanwijdte stabilo : 1,4 m

Fig. 2 – De voornaamste constructieve en geometrische veranderingen ten opzichte van de F28 Mk4000.

Gezien vanuit het oogpunt van de constructeur zijn de meest opvallende verschillen tussen de Fokker 100 en de F28 Mk4000 (zie figuren 1 en 2): een verlengde romp in verband met de toegenomen capaciteit; een grotere vleugel (zowel in koorde als in spanwijdte) met een op de theorie van de superkritieke vleugel gebaseerd ontwerp, en een verlengd stabilo. Verder: nieuwe motoren (Rolls Royce Tay in plaats van Rolls Royce Spey) met een grotere stuwkracht, een lager brandstofverbruik en een lager geluidsniveau. Deze wijzigingen gaven aanleiding tot het opnieuw ontwerpen van een aantal constructie-elementen (de vleugel en de achterste rompsectie met de motorophanging, zie figuur 2) en tot een aantal ingrijpende aanpassingen van de bestaande constructie (o.a. de stabiloconstructie ter plaatse van de bevestiging van het kielvlak). Naast constructieve aanpassingen zijn, in verband met het hogere belastingsniveau in de constructie, op ruime schaal huidplaatdikten en verstijverafmetingen vergroot en zijn andere metalen dan aluminium, zoals titanium toegepast. Verder is een aantal metalen constructiedelen vervangen door delen van composietmateriaal (roeren, kleppen, motorbeplating, vloerpanelen). Voor een aantal delen van de constructie zijn andere productieprocessen toegepast (chemisch frezen van de lijfplaat van het achterste drukschot).

Kon bij de F28 Mk4000 voor het verkrijgen van het Bewijs van Luchtwaardigheid ten aanzien van de statische sterkte en vermoeigingssterkte nog worden volstaan met extrapolatie van F28-gegevens, in het geval van de Fokker 100 was dit om de volgende vier redenen niet meer mogelijk. Ten eerste zijn de luchtwaardigheidsvoorschriften veranderd. De F28 was nog gecertificeerd volgens de oude CAR-4b. Tegenwoordig gelden nieuwe voorschriften (FAR/JAR 25) waarin ten aanzien van de vermoeigings eigenschappen van een constructie veel zwaardere eisen aan het ontwerp worden gesteld.

Ten tweede zijn er nieuwe rekentechnieken en -methoden beschikbaar gekomen (gebaseerd op de toepassing van computers) waarmee constructies meer in detail kunnen worden berekend en met behulp waarvan een ontwerp beter aan de gestelde eisen kan worden aangepast. Deze rekenfaciliteiten zijn gebruikt voor het opnieuw ontwerpen van grote constructiedelen (bijv. de vleugel). De betrouwbaarheid hiervan dient geverifieerd te worden door belastingsproeven en metingen. Ten derde worden vliegtuigen tegenwoordig ontworpen voor een grotere levensduur. De F28 had een zogenaamde "economic repair life" van 20 jaar of 60.000 vlieguren, de Fokker 100 is ontworpen voor 30 jaar of 90.000 vlieguren. Ten vierde is het belastingsniveau in de constructie toegenomen, enerzijds tengevolge van de grotere afmetingen van de Fokker 100 (vooral de toename van de spanwijdten van vleugel en stabilo zijn hierbij van belang, zie figuur 2), anderzijds door de toename van de op de constructie werkende belastingen tengevolge van het grotere vliegtuiggewicht en de hogere vliegsnelheid.

Overzicht van de proefstukken

Om aan te tonen dat een nieuw ontwerp aan de eisen gesteld in de luchtwaardigheidsvoorschriften voldoet, mag gebruik worden gemaakt van beschikbare rekentechnieken. De verkregen rekenresultaten dienen echter ondersteund te worden door experimenten waarmee moet worden aangetoond dat de rekenresultaten aan de veilige kant zijn. In een aantal gevallen kan worden volstaan met zogenaamde detailproeven (proeven op kleine proefstukken die representatief geacht kunnen worden voor de echte constructie). Het demonstreren van de statische sterkte van het vliegtuig als geheel en van het vermoeiingsgedrag van de vliegtuigconstructie onder operationele belastingen, kan alleen door middel van het uitvoeren van ware-grootte proeven op het gehele vliegtuig of op grote delen ervan. Een bijkomstig voordeel van een ware-grootte proef is dat eventuele "zwakke plekken" in de constructie vroegtijdig kunnen worden opgespoord, zodat reeds in een vroeg stadium van de productie van het vliegtuig corrigerende maatregelen kunnen worden getroffen.

Tabel 1 — Overzicht van de proefstukken voor de "ware-grootte"-beproeving van de Fokker 100, en uitvoerders van de proeven

proefstuk	beproeving		uitvoerder
	statisch	vermoeiing	
romp/vleugel	TA16	TA15	Fokker
vleugelkleppen	TA18	TA17	Shorts
hoofdonderstel	TA21	TA19	Dowty
stabilo/kielvlak	TA22A	TA22B	NLR
ailérons	TA24	—	Shorts
motorophanging	TA26	TA25	Grumman
motorgondel	—	TA27	Grumman
roer	TA28		Fokker

Voor het uitvoeren van de ware-grootte proef op de Fokker 100 is het vliegtuig opgedeeld in een aantal "proefstukken" (zie tabel 1). Het grootste deel van het vliegtuig wordt door de Experimentele Afdeling van Fokker op Schiphol beproefd, namelijk de romp en de vleugel. Daarbij worden ook de op deze constructiedelen werkende onderstel- en motorbelastingen nagebootst. Andere bedrijven nemen de beproeving van kleinere constructiedelen voor hun rekening (zie tabel 1). De proefstukken voor de proeven bij het NLR hebben de codenaam TA-22 gekregen (TA is de afkorting van Test Article). De statische proeven worden uitgevoerd op het stabilo alleen (TA-22A), de vermoeiingsproeven op de combinatie van stabilo en kielvlak (TA-22B). Figuur 3 geeft enige bijzonderheden van het staartstuk van de Fokker 100. De voornaamste constructieve verandering hiervan ten opzichte van dat van de F28 Mk4000 is een wijziging in de constructie van het stabilo ter plaatse van het 47% scharnierbeslag (verlenging en verzwaring van de hulpligger ter plaatse en toepassing van een dikkere huidbeplating). Tengevolge van de grotere spanwijdte van het stabilo en de grotere belastingen op het stabilo (door het toegenomen vliegtuiggewicht en de hogere vliegsnelheid) is het neerwaartse buigmoment (zie hieronder) ter plaatse met ongeveer 95% toegenomen. Via het 47% scharnierbeslag wordt het grootste deel van de op het stabilo werkende belastingen in het kielvlak geleid.

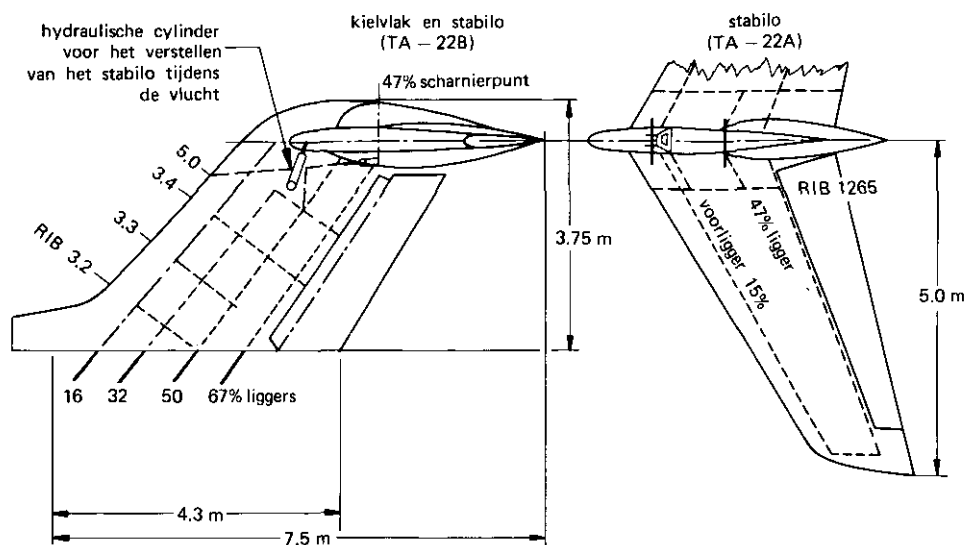


Fig. 3 – Constructieve uitvoering en afmetingen van kielvlak en stabilo van de Fokker 100.

Een voor de vermoeingsbeproeving van het stabilo essentieel verschilpunt met de F28 is dat, door het toepassen van de superkritieke-vleugeltechnologie met de daarbij behorende achterlijke ligging van het drukpunt (het punt waar de resulterende liftkracht aangrijpt), neerwaartse belastingen op het stabilo van de Fokker 100 maatgevend zijn in plaats van opwaartse. Dit impliceert dat de stabilo-bovenhuid kritiek is voor vermoeing. Bij de voor de F28 uitgevoerde certificatieproeven was de stabilo-onderhuid kritiek voor vermoeing.

Beproeingsprogramma TA-22

De statische proeven bij het NLR werden uitgevoerd op het stabilo zonder het kielvlak. De statische beproeving van het kielvlak vindt bij Fokker plaats, in combinatie met de romp/vleugel-beproeving. Het doel van de statische proeven is: de verificatie van de sterkteberekeningen en van de statische sterkte, en de bepaling van de stijfheid.

Tijdens het ontwerpen is de constructie berekend voor een aantal kritieke belastingsgevallen. Deze belastingsgevallen worden (uit een groot aantal tijdens het gebruik van het vliegtuig optredende belastingsgevallen) voor elk constructiedeel zodanig gekozen, dat ze de op dat deel werkende maximale belastingen opleveren. Bij de sterkteberekeningen wordt de echte constructie min of meer geschematiseerd. In hoeverre de uit de sterkteberekening volgende spanningen overeenkomen met de werkelijk optredende zal o.a. van de gebruikte rekenmethoden en de gekozen schematisatie afhangen. Een controle kan worden uitgevoerd door op het proefstuk de bij de kritieke belastingsgevallen behorende (uitwendige) belastingen aan te zetten, op een groot aantal plaatsen in de constructie de vervormingen te meten en de meetresultaten te vergelijken met de rekenresultaten.

Aangetoond moet worden dat de constructie in staat is de hoogste belasting te kunnen dragen die in het leven van het vliegtuig kan voorkomen, de zogenaamde "limit load"-belasting. Bij deze belasting mag geen blijvende vervorming in de constructie optreden. Daarna moet worden aangetoond dat gedurende minstens 3 seconden de "ultimate load"-belasting kan worden gedragen, dat is de "limit load"-belasting vermenigvuldigd met een veiligheidsfactor van 1,5. Bij de "limit load"- en "ultimate load"-proeven op het stabilo moeten de belastingen behorende bij de gekozen kritieke belastingsgevallen achtereenvolgens, in volgorde van toenemende zwaarte, worden aangezet.

In het ontwerpstadium kan, gebruikmakend van de afmetingen en de doorsneden van de diverse constructie-elementen, de stijfheid van de constructie worden uitgerekend. Deze stijfheid moet aan bepaalde criteria voldoen. Bij een statische proef kan worden gemeten in hoeverre de stijfheid goed is berekend door, onder belasting, op diverse punten de verplaatsing van het stabilo te meten met behulp van verplaatsingsmeters.

De vermoeingsproeven worden uitgevoerd op de stabilo/kielvlak-combinatie. Bij deze proeven spelen de vermoeingseigenschappen van de stabilo/kielvlak-verbinding t.p.v. de 47% stabilligger alsook die van de belendende constructie een belangrijke rol.

Bij de vermoeiingsbeproeving kan een aantal stadia worden onderscheiden. Het eerste deel van de proef gaat tot 180.000 vluchten (tweemaal de "economic repair life"). Hierbij wordt het proefstuk aan gesimuleerde vluchtbelastingen (zie hieronder) onderworpen. De beproeving dient regelmatig te worden onderbroken voor grondige inspecties, zowel uitwendig als inwendig van het stabilo. Dit laatste is mogelijk door het verwijderen van de inspectieluikjes in de onderhuid van het stabilo. Ook zullen tijdens deze inspecties de neusstukken van het stabilo bij toerbeurt worden verwijderd. Naar verwachting zullen er tijdens de eerste 90.000 vluchten geen scheuren van betekenis worden ontdekt. Na afloop van deze 90.000 vluchten zullen op bepaalde plaatsen scheuren worden gesimuleerd door het aanbrengen van zaagsneden, om het gedrag van een gescheurde constructie onder praktijkbelastingen te leren kennen. De plaatsen waar deze zaagsneden worden aangebracht zullen worden gekozen op grond van resultaten uit de sterkteberekeningen. Hieruit kan een aantal "scheurgevoelige" plaatsen worden geselecteerd. Gedurende dit deel van de vermoeiingsproef zal tijdens zeer frequente inspecties, naast natuurlijk het mogelijk alsnog spontaan ontstaan van scheuren, de scheurgroei vanuit de zaagsneden worden geregistreerd. Het tweede deel van de vermoeiingsproef betreft de vluchten tussen vlucht 180.000 en vlucht 360.000. Dit deel kan met een gereduceerd belastings- en inspectieprogramma worden uitgevoerd en dient vooral om de vermoeiingseigenschappen van het 47% scharnierbeslag (zie figuur 3) te onderzoeken.

Na de voltooiing van de vermoeiingsproeven zal het proevenprogramma worden afgesloten met z.g. reststerkteproeven op het stabilo. Dit zijn statische proeven op een gescheurde constructie. In achtereenvolgende proeven kan een aantal scheur-locaties worden onderzocht. Na elke proef wordt de scheur gerepareerd, en daarna wordt op een andere plaats een nieuwe scheur aangebracht. De locaties van de scheuren zullen worden gekozen op grond van de bevindingen bij de vermoeiingsproeven. Met deze reststerkteproeven moet volgens de voorschriften worden aangetoond dat de gescheurde constructie nog steeds in staat is de "limit load"-belasting te dragen.

De uitvoering van de statische en de vermoeiingsproeven op de TA-22 proefstuk vereist een testframe dat de aangrenzende vliegtuigconstructie op de juiste wijze vervangt en voorts voorzieningen voor het aanbrengen van belastingen die de luchtkrachten in de vlucht simuleren. Het testframe voor de statische en de vermoeiingsproeven is afgebeeld in figuur 4. De vorm van het vermoeiingsproefstuk (kielvlak en stabilo) en de hierop werkende belastingen hebben de vorm van het testframe bepaald.

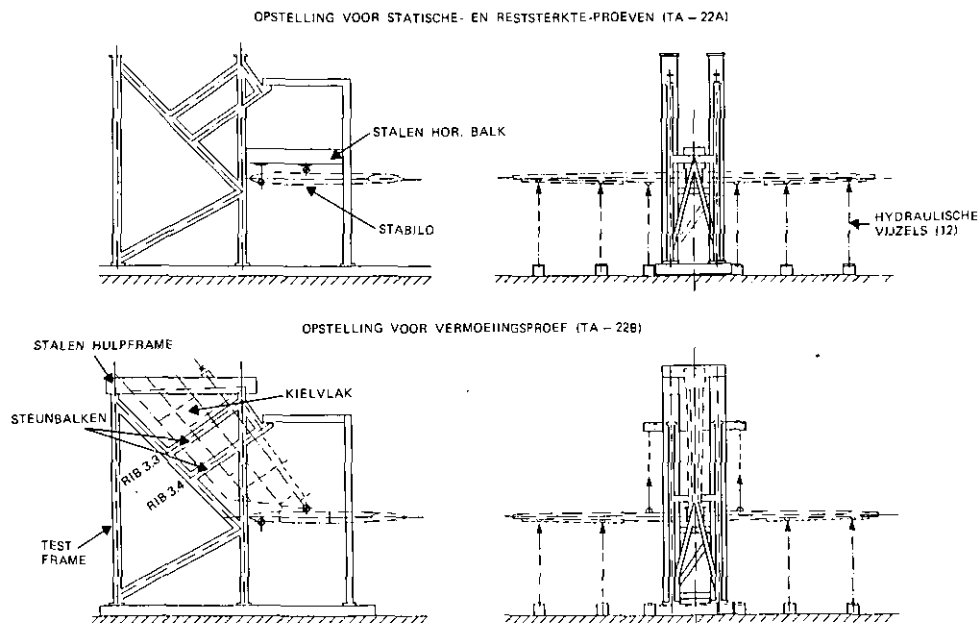


Fig. 4 – Het beproevingsframe voor de statische en vermoeiingsproeven.

Het proefstuk is ondersteboven in het testframe gemonteerd, om de volgende twee redenen. In de vlucht zijn neerwaartse belastingen op het stabilo maatgevend, zowel voor de statische sterkte als voor vermoeiing. De in de vlucht optredende belastingen worden nagebootst met behulp van aan de grond bevestigde hydraulische vijzels, die gemakkelijker een drukbelasting dan een trekbelasting ten opzichte van de vloer kunnen leveren. Door het proefstuk ondersteboven in het testframe te monteren kunnen enerzijds de neerwaartse belastingen op het stabilo met behulp van drukvijzels worden aangezet en is anderzijds de bovenhuid van het stabilo, die regelmatig op scheuren moet worden geïnspecteerd, gemakkelijk bereikbaar.

Het vermoeiingsproefstuk eindigt ter plaatse van de bevestiging van het kielvlak aan de romp met vier uit het kielvlak stekende liggers (de 16, 32, 50 en 67% liggers, zie figuur 3). In het vliegtuig zijn deze liggers aan rompspananten bevestigd. In de proefopstelling zijn de uiteinden van deze liggers benut om het proefstuk met behulp van een stalen hulpframe aan het testframe te bevestigen. Het ontwerpen van dit deel van het testframe heeft veel constructieve vaardigheid gevraagd.

In verband met de grote belastingen die hier moeten worden doorgeleid en de grote stijfheids-sprong van de relatief flexibele aluminium vliegtuigconstructie naar het stijve stalen frame, was het ontstaan van scheuren in dit deel van het proefstuk tijdens de proef zeker niet denkbeeldig.

Het kielvlak is ter plaatse van ribben 3.3 en 3.4 zijdelings afgesteund op het testframe. Dit is gedaan om bij asymmetrische belastingen van het stabilo, waarbij op de ene helft een opwaartse kracht en op de andere helft een neerwaartse kracht werkt, het kielvlak zijdelings te steunen waardoor de bovengenoemde verbinding van het kielvlak aan het stalen hulpframe ontlast wordt. Verder zal hierdoor de hoekverdraaiing bij de kielvlak/stabilo-aansluiting, en diensgevolge de benodigde slag van de vijzels, beperkt worden, waardoor de beproevingsfrequentie kan worden opgevoerd.

Voor de statische proeven werd hetzelfde testframe gebruikt, maar hierbij was het stabilo met behulp van een horizontale stalen balk in het testframe gemonteerd (zie figuur 4).

Tijdens de beproeving worden de in de vlucht op het stabilo werkende luchtkrachten gesimuleerd met behulp van twaalf hydraulische vijzels, zes op elke helft. De door de vijzels geleverde krachten worden zodanig over het oppervlak van het stabilo verdeeld dat de krachtsverdeling zo goed mogelijk overeenkomt met de verdeling van de luchtkrachten in de vlucht. Omdat in de proeven een groot aantal belastingscondities moet worden nagebootst zal de gekozen verdeling een compromis zijn. De vijzelkrachten worden, via een hefboomsysteem en "pads" (op het stabilo gelijmde rubberen blokken van 220x100 mm), in het stabilo geleid. In figuur 5a is de locatie van de vijzels en de verdeling van de "pads" over het stabilo weergegeven voor het vermoeiingsproefstuk. Buiten station 2500 (zie figuur 5a) worden minder hoge eisen aan de krachtsverdeling over het stabilo

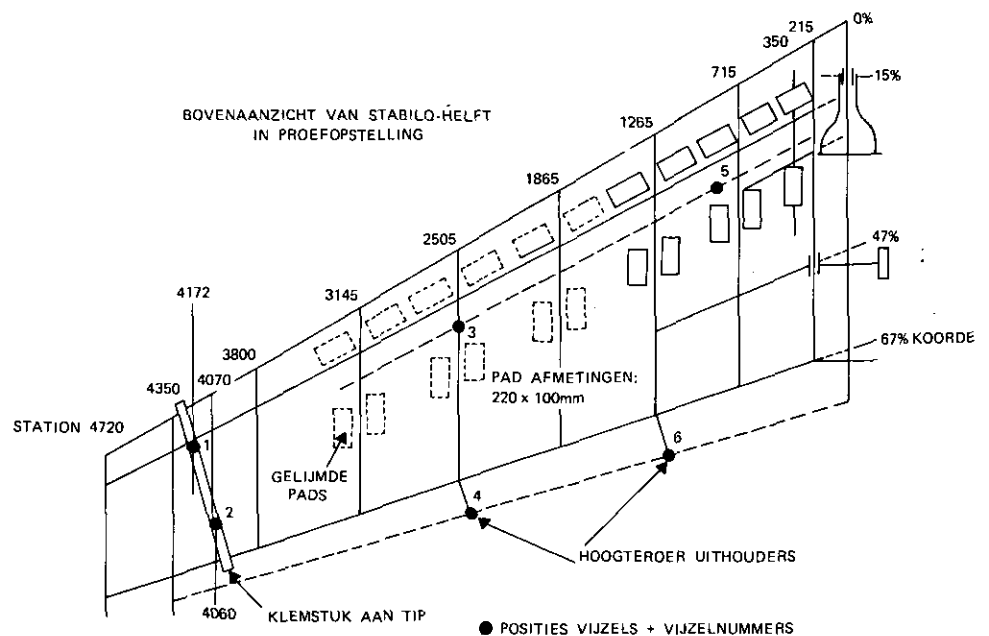


Fig. 5a – Belastinginleidingssysteem voor het stabilo van het proefstuk TA22B.

gesteld. Daarom kunnen in dit gebied de krachten worden ingeleid met behulp van klemstukken ter plaatse van de stabilotippen. Figuur 5b geeft de verbinding van vijzel 3 (zie figuur 5a) aan het proefstuk met behulp van hefboomen en "pads" zoals dat in de proefopstelling is verwezenlijkt en figuur 5c toont de uitvoering van de klemstukken aan de tippen. De verdeling van de "pads" over het proefstuk is voor het statische proefstuk en het vermoeiingsproefstuk in grote lijnen dezelfde. Een essentieel verschil is echter (zie figuur 4) dat bij de statische proeven alle vijzels onder het proefstuk zijn gemonteerd, terwijl bij de vermoeiingsproeven voor elke stabilohelft één van de twee centrale vijzels boven het stabilo is gemonteerd (de andere is aan een roeruihouder bevestigd). Zo blijft de bovenhuid van het stabilo, die kritiek is voor vermoeiing, vrij voor inspectie.

Om de materiaalspanningen in de proefstukken bij een aangezette belasting te kunnen bepalen zijn op een groot aantal plaatsen in de constructie rekstroken aangebracht waarmee de vervorming van de constructie kan worden gemeten. De rekstroken zijn gelijmd op plaatsen waar, volgens de berekeningen, grote vervormingen zijn te verwachten en op plaatsen die moeilijk voor berekening toegankelijk zijn. Deze plaatsen zijn gekozen door MBB in Bremen, die ook de sterkteberekeningen van het Fokker 100 staartstuk heeft gemaakt. Zowel inwendig als buiten op de constructie zijn rekstroken aangebracht, de inwendige door MBB tijdens de productie van de proefstukken, de uitwendige door het NLR in de beproevingshal. Op het statische proefstuk zijn in totaal 209 rekstroken geplakt (107 inwendig en 102 uitwendig). Op het vermoeiingsproefstuk zijn in totaal 130 rekstroken geplakt, namelijk 58 stroken op het stabilo (44 uitwendig en 14 inwendig) en 72 stroken op het kielvlak (55 uitwendig en 17 inwendig). De meeste rekstroken bevinden zich bij dit proefstuk rondom het 47% scharnierpunt (zie figuur 3) waar de grootste spanningen optreden. Naast de lokale vervorming van de constructie is de vervorming van het proefstuk als geheel van belang. Deze vervorming (doorbuiging van het stabilo en torsie) wordt gemeten met behulp van verplaatsingsmeters die hiertoe aan een speciaal frame op een aantal plaatsen boven het proefstuk zijn bevestigd (zie figuur 10). Het andere uiteinde van de verplaatsingsmeters rust met een meetstift op het proefstuk. Bij de statische proeven is de vervorming van het stabilo gemeten met behulp van zestien verplaatsingsmeters, die op een aantal plaatsen in spanwijdte- en in koorde-richting waren aangebracht. Bij het vermoeiingsproefstuk is met behulp van acht verplaatsingsmeters o.a. de stijfheid van de stabilo/kielvlak-verbinding gemeten. Naast de rekken en verplaatsingen zijn tijdens de meetcycli ook de uitgangssignalen van de krachtopnemers van de hydraulische vijzels geregistreerd om te kunnen nagaan of de aangezette belastingen inderdaad met de gewenste waarden overeenkwamen.

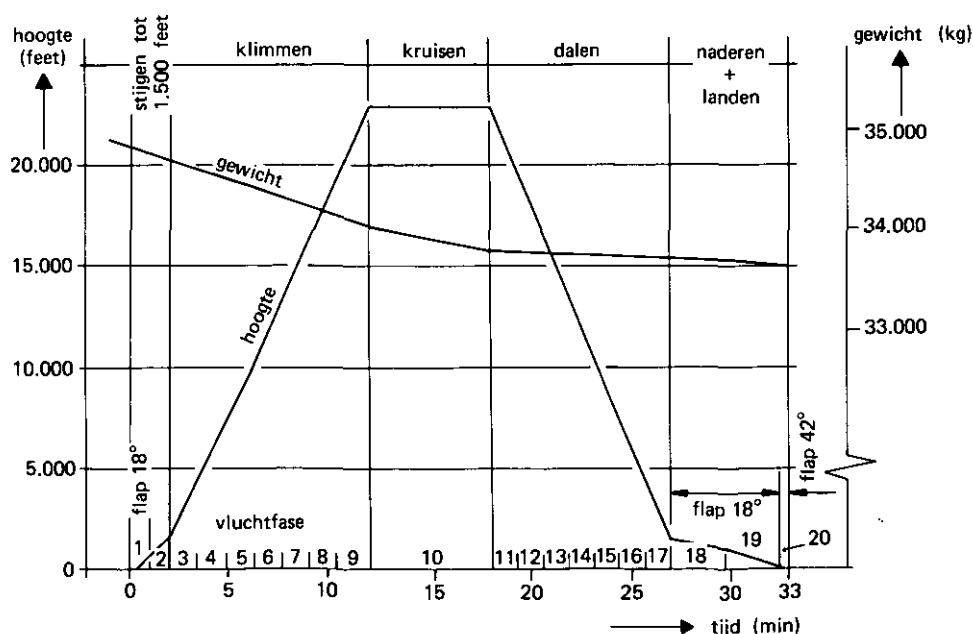


Fig. 6 – De equivalente vlucht voor de Fokker 100.

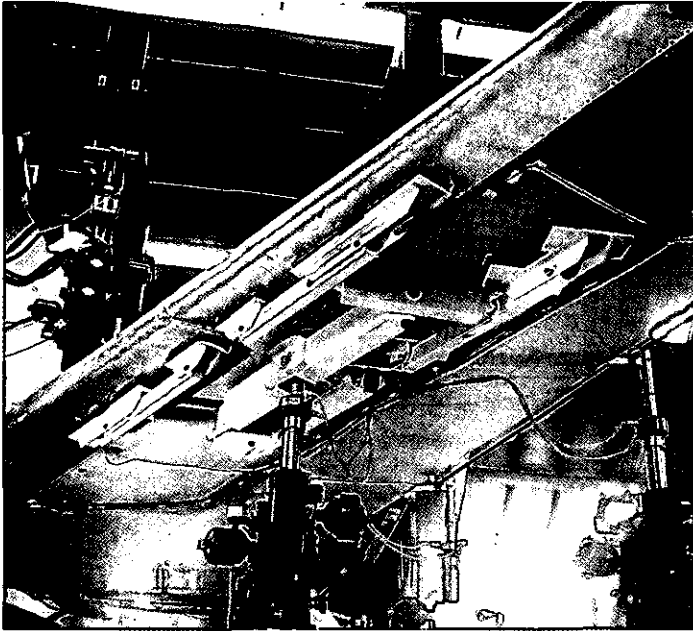


Fig. 5b – Hefboomsysteem gemonteerd aan het stabilo en aangesloten op vijzel nr. 3 (zie Fig. 5a).

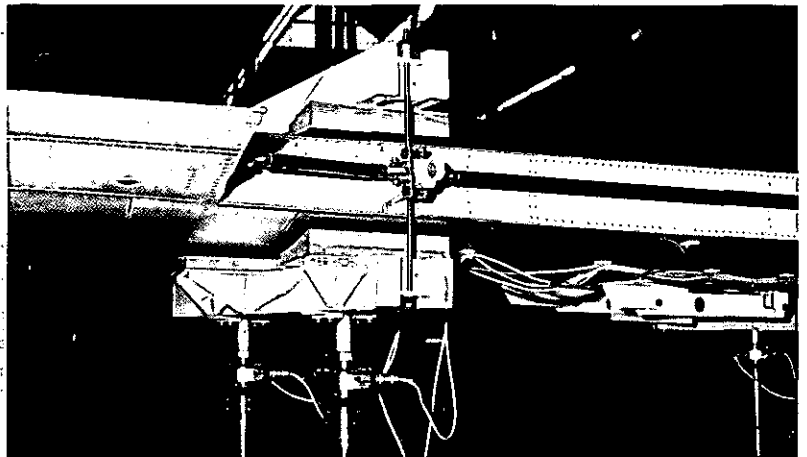


Fig. 5c – Bevestiging van vijzels 1 en 2 aan het stabilo met behulp van een klemstuk (zie Fig. 5a).

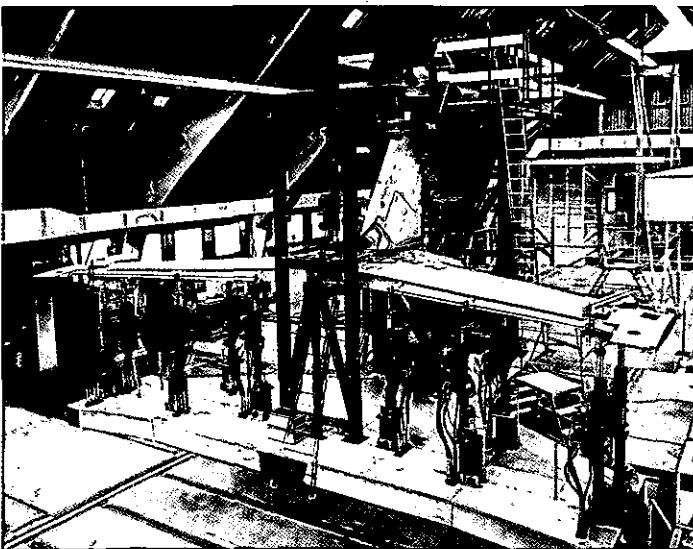


Fig. 10 – De opstelling van de vermoeiingsproef.

De uitgangssignalen van de rekstroken, verplaatsingsmeters en krachtopnemers werden tijdens de meetcycli toegevoerd aan een 460-kanaals data-acquisitiesysteem. Tijdens de proeven werden voor alle bemeten kanalen uit de invoersignalen de te meten parameters (rekken, verplaatsingen en vjzelkrachten) berekend en opgeslagen. Vóór de opslag konden de gevonden resultaten beoordeeld worden door middel van tussentijds uitprinten. Na de proeven werden de opgeslagen data uitgelezen en omgewerkt tot meettabellen.

Tijdens de "ultimate load"-proeven werd een aantal rekstroken, die op de hoogstbelaste plaatsen in de constructie waren aangebracht, ontkoppeld van het data-acquisitiesysteem. De uitvoersignalen van deze rekstroken werden op X-Y recorders uitgezet tegen de belasting op het proefstuk. Op deze wijze kon tijdens de proef het gedrag van het proefstuk worden gevolgd en kon eventueel (bijv. in het geval van een geprononceerde niet-lineariteit, die op een ophanden zijnde breuk van het proefstuk zou kunnen wijzen) de proef voortijdig worden afgebroken.

Een vermoeiingsproef moet representatief zijn voor het gedrag van het vliegtuig onder de belastingen die tijdens het operationele gebruik optreden. Voor de Fokker 100 is een zogenaamde "equivalente vlucht" gedefinieerd, die gebaseerd is op het verwachte gebruik. De equivalente vlucht van de Fokker 100 wordt geacht een tamelijk zwaar operationeel gebruik van het vliegtuig weer te geven. Het profiel van de "equivalente vlucht" is gegeven in figuur 6. Dit profiel bevat 21 vluchtfasen, elk met een kenmerkende belastingstoestand van het vliegtuig, bepaald door vliegtuiggewicht, vliegsnelheid, vlieghoogte, klepstand enz. Behalve door deze kenmerken van het vliegtuig zelf wordt de belastingstoestand in elke vluchtfase sterk bepaald door de atmosferische omstandigheden waaronder de vlucht wordt uitgevoerd (remous) en verder door handelingen van de piloot (manoeuvres). Met behulp van de "equivalente vlucht" is de belastingstoestand van de

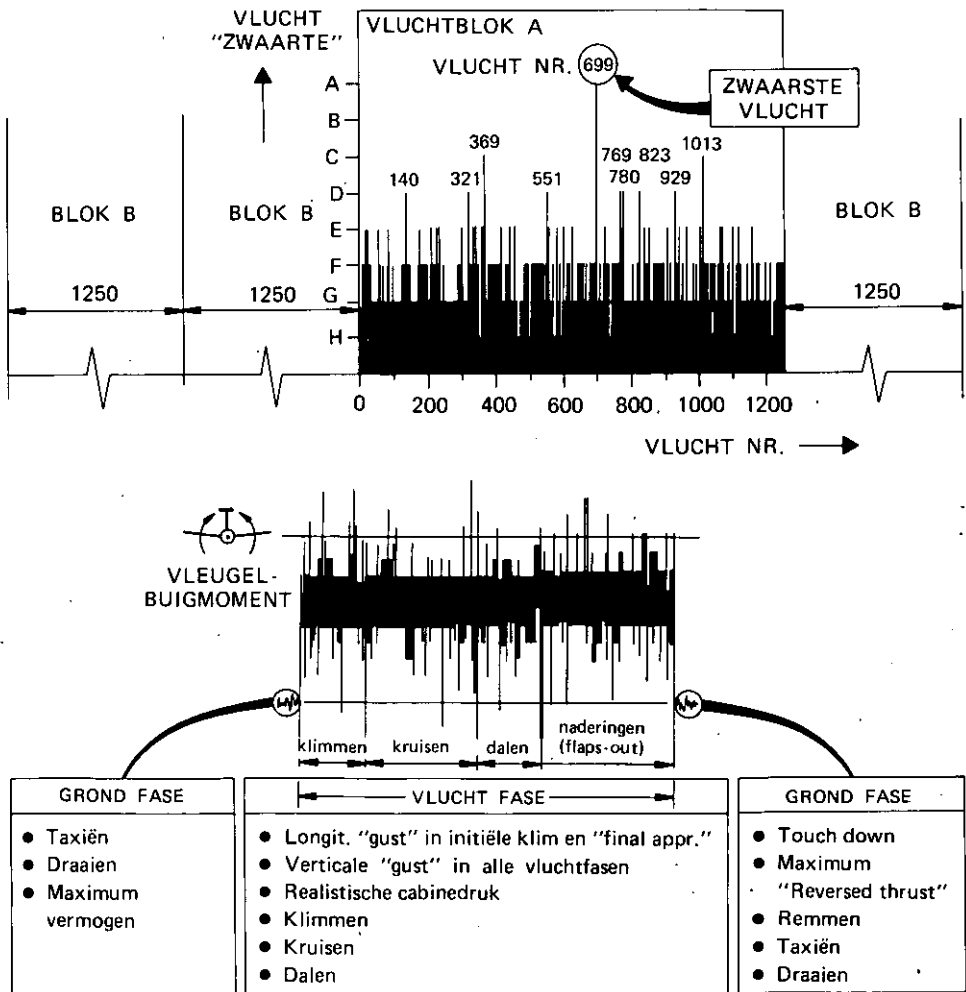
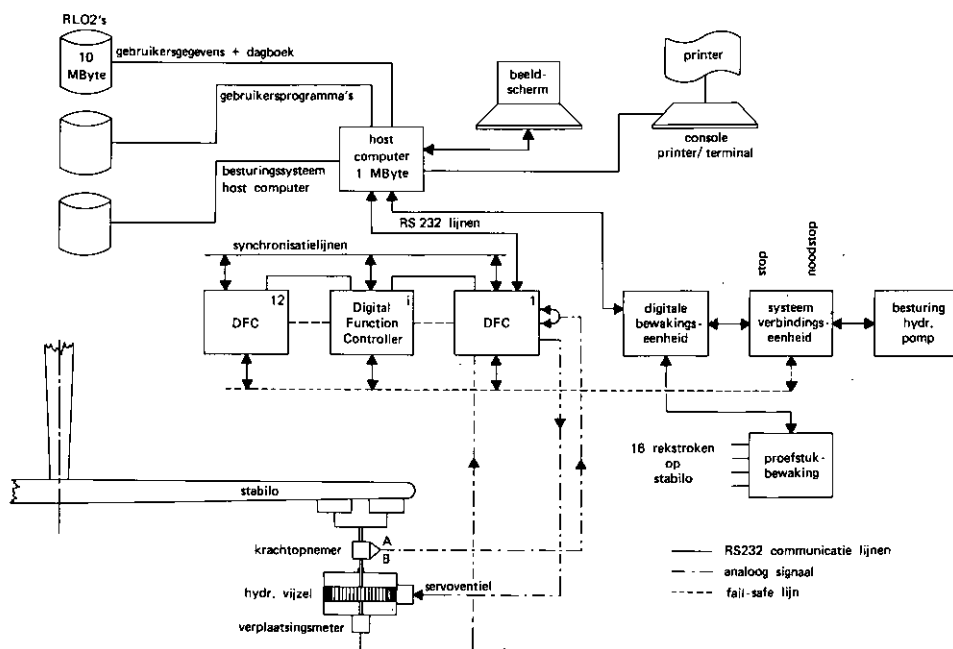


Fig. 7 – De samenstelling van de testblokken van 5000 vluchten en de volgorde van de belastingscondities.

- dwarswind tijdens de start;
- opwaartse remous van een specifieke zwaarte tijdens de daalvlucht;
- zijwaartse remous van een specifieke zwaarte tijdens de kruisvlucht;
- hoogteroer-manoevres tijdens de naderingsvlucht.

Het belastingsspectrum voor het staartstuk is in principe op dezelfde wijze opgebouwd als dat van de vleugel/romp, wat betekent dat voor het gehele vliegtuig dezelfde volgorde van vluchten wordt aangehouden. Het staartprogramma bevat echter een aantal extra symmetrische belastingen tengevolge van het gebruik van de hoogteroeren en verder een aantal extra asymmetrische belastingen tengevolge van richtingsroer-uitslag en zijdelingse remous op het kielvlak. De taxi-belastingen zijn uit het staatspectrum weggelaten.

De statische proeven en de vermoedingsproef worden bestuurd en gecontroleerd met behulp van een computer. Het principeschema van de computerbesturing wordt gegeven in figuur 8.



Elk van de twaalf hydraulische vijzels, voorzien van een krachtopnemer met twee rekstrookbruggen (A en B) en een verplaatsingsopnemer, wordt bestuurd door een digitale regelkring met een microprocessor: DFC (= Digital Function Controller). De DFC's zijn via één communicatielijijn (RS 232) met elkaar en met een z.g. "host computer" verbonden. De "host computer" oefent de algehele controle uit over de uitvoering van de proeven. Hierbij maakt hij gebruik van een aantal

schijfeenheden (RL02's). Op één van deze schijven is de voor de proefuitvoering benodigde informatie vastgelegd: de volgorde van de belastingscondities, een matrix met de bij elke belastingsconditie behorende krachten op de twaalf vijzels en gegevens over de vijzels zelf (meetbereik, belastingsnelheid). Ook bevat deze schijf een dagboek, waarin automatisch alle gebeurtenissen tijdens de proef (zoals start, stop en reden van stoppen) worden vermeld, met tijd en datum.

Tijdens de proef leest de "host computer" de voor elke belastingsstap (= belastingsconditie) benodigde informatie van de schijf, maakt hieruit voor elke vijzel een "commando pakket" en stuurt dit via de RS 232 lijn naar de DFC's. Elke DFC genereert met behulp hiervan een stuursignaal (sinusvormig verlopend met de tijd) voor de betreffende vijzel. De output van de krachtopnemers van de vijzel levert een terugkoppelsignaal. Het verschil tussen beide signalen (het z.g. error signaal) wordt door de DFC gebruikt voor bijsturing van de servoklep van de vijzel. Als het error signaal teveel gaat afwijken van een vooraf ingestelde waarde, dan kan de DFC via de fail-safe lijn de pomp uitschakelen en het genereren van belastingsstappen van alle andere DFC's laten stoppen. De stopboodschap wordt ook naar de "host computer" verzonden en door deze in het dagboek (met de oorzaak en de veroorzakende vijzel) bijgeschreven. De in het schema aangegeven synchronisatielijnen dient om te zorgen dat niet aan een nieuwe belastingsstap wordt begonnen voordat alle twaalf systemen de vorige belastingsstap hebben voltooid.

Het systeem bevat een groot aantal beveiligingen die de proef (via het uitschakelen van de pomp) kunnen laten stoppen: maximale en minimale vijzelkracht, piek/dalbewaking van het door de DFC gegenereerde sinussignaal, te grote verplaatsing van de vijzel (gemeten via verplaatsingsopnemers op de vijzel).

Het bedienend personeel kan tijdens de proef via diverse terminals communiceren met de "host computer", en uitvoergegevens kunnen met behulp van printers worden vastgelegd.

Op een tweede, onafhankelijk data-acquisitiesysteem zijn zestien rekstrookbruggen aangesloten, welke op het staartstuk zijn aangebracht. Dit systeem kan worden gebruikt om, in geval van calamiteiten (bijv. breuk in een hefboomsysteem), na te gaan of het proefstuk of een deel ervan (te) grote vervormingen heeft ondergaan.

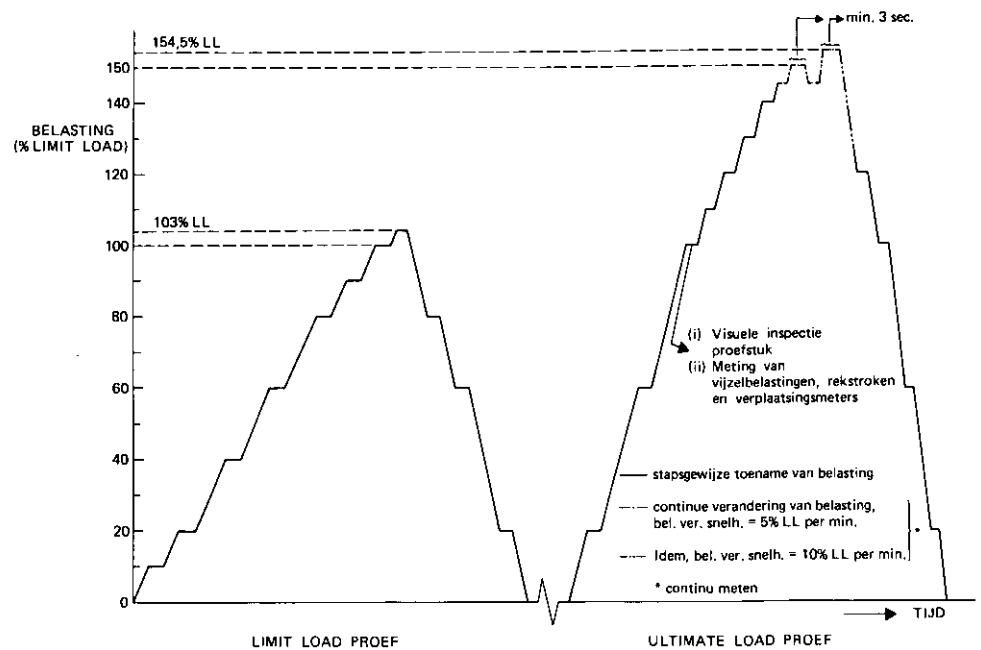


Fig. 9 – Belastingsprogramma van de "limit load"- en "ultimate-load"-proeven.

Uitvoering statische proeven

De statische proeven werden uitgevoerd in december 1986 en januari 1987. Achtereenvolgens werden drie "limit load"-proeven, in volgorde van toenemende zwaarte, uitgevoerd. Elke proef was representatief voor één van de drie gespecificeerde kritieke belastingsgevallen. Bij deze proeven werd de belasting stapsgewijs verhoogd tot 100% "limit load" (zie figuur 9). Op dat niveau werd een belastingsstap van 3% toegevoegd in verband met een sinds het oorspronkelijke vliegtuigontwerp toegenomen maximum startgewicht. Na elke belastingsstap werden de rekken, verplaatsingen en vijzelkrachten gemeten, en werd het proefstuk visueel geïnspecteerd. Na het bereiken

van het maximum niveau werd het proefstuk stapsgewijs ontlast. Na elke "limit load"-proef volgde een uitgebreide inspectie, waarbij beurtelings de inspectieluiken en de neusstukken van één stabiloheft werden verwijderd. Bij deze inspecties werd gelet op blijvende vervorming van de constructie en op scheuren of beschadigingen, bezwaken of losse klinknagels en losliggende lijm-naden.

Na de "limit load"-proeven werd het proefstuk beproefd voor dezelfde drie kritieke belastingsgevallen, maar nu tot "ultimate load" (= 150% limit load). De uitvoering van de proef was in principe dezelfde als bij de "limit load"-proeven (zie figuur 9). Ook hier werd op het hoogste belastingsniveau een extra belastingsstap van 3% toegevoegd. Een verschil met de uitvoering van de "limit load"-proeven was dat gedurende het laatste deel van de proef (d.w.z. boven 145% "limit load") de belasting continu werd verhoogd tot het maximum niveau, daarbij gehandhaafd bleef gedurende de vereiste 3 seconden, en daarna continu werd verlaagd tot 120% "limit load". Dit werd gedaan om zo kort mogelijk op het belastingsniveau te verblijven waar de kans op breuk van het proefstuk het grootst was. De snelheid van de belastingsverandering werd zo gekozen dat alle meetkanalen bij deze hoge belastingsniveaus konden worden doorgemeten. Na elke "ultimate load"-proef werd het proefstuk zorgvuldig geïnspecteerd waarbij nu alle luiken en neussecties werden verwijderd. Een bijzonder uitgebreide inspectie volgde na de laatste "ultimate load"-proef. De "limit load"- en "ultimate load"-proeven werden bijgewoond door vertegenwoordigers van de Rijksluchtvaartdienst. Verder waren medewerkers van MBB, Fokker en het NIVR evenals de betrokken NLR-medewerkers getuige van de proeven.

De uitvoering van de statische proeven is bijzonder goed verlopen. Bij geen van de inspecties werden blijvende vervormingen, schaden of breuken gevonden zodat kan worden geconcludeerd dat het stabilo van de Fokker 100 aan de gestelde statische sterkte- en stijfheids-eisen heeft voldaan.

Uitvoering vermoeiingsproeven

Na de voltooiing van de statische proeven werd het statische proefstuk voorlopig in het testframe gelaten. Met behulp hiervan werd een eerste slag van de afregeling van het stuursysteem voor de vermoeiingsproef uitgevoerd, met een speciaal testprogramma bestaande uit constante-amplitude belastingswisselingen (met een kleine amplitude) met symmetrische en asymmetrische uitwijkingen van het proefstuk. Tegelijkertijd werd het vermoeiingsproefstuk geïnstrumenteerd en werd hieraan het stalen hulpframe bevestigd (zie figuur 4) en vervolgens nauwkeurig uitgelijnd. Tevens werden de afsteunbalken op het proefstuk gemonteerd ter plaatse van ribben 3.3 en 3.4 (zie figuur 4). Medio 1987 werd het vermoeiingsproefstuk in het testframe gemonteerd en werd het leidingwerk van het hydraulische systeem aangepast. Hierna kon het stuursysteem definitief worden afgeregeld op het vermoeiingsproefstuk.

Vóór de aanvang van de vermoeiingsproef werd nog een aantal statische metingen uitgevoerd. Tevens is een zogenaamde "nul"-inspectie uitgevoerd door een inspecteur van Fokker, om nauwkeurig de status van het proefstuk, en vooral mogelijke productieafwijkingen, vast te leggen. Begin oktober kon met de vermoeiingsproef worden begonnen. Vóór 20 november (de datum waarop het Bewijs van Luchtwaardigheid voor de Fokker 100 werd uitgereikt) kon het vereiste eerste blok van 5000 vluchten (representatief voor tenminste één jaar vliegen) worden voltooid. Het jaar 1987 kon worden afgesloten met 15.000 vluchten op de teller. Figuur 10 toont een foto van de proefopstelling.

Het eerste deel van de vermoeiingsproef is zonder noemenswaardige storingen verlopen. De computerbesturing van de proef werkte zo betrouwbaar dat kon worden besloten de proef ook 's nachts en in het weekeind onbewaakt te laten doorgaan. Met het simuleren van het vereiste aantal vluchten zullen – rekening houdend met een continu lopende proef, inspecties en mogelijke storingen – nog enkele jaren gemoeid zijn.

5.2 VLUCHTNABOOTSERONDERZOEK IN GARTEUR-VERBAND NAAR VliegEIGENSCHAPPEN VAN TOEKOMSTIGE VERKEERSVliegtuIGEN

Het NLR heeft in samenwerking met DFVLR, ONERA en RAE een onderzoek uitgevoerd naar geavanceerde elektrische besturingssystemen voor toekomstige verkeersvliegtuigen. Dit onderzoek, uitgevoerd in het kader van de GARTEUR-samenwerking, omvatte onder meer onderzoek met de NLR-vluchtnabootser, waaraan door vliegers uit de vier deelnemende landen werd deelgenomen. Zowel primaire systemen met baanhoekbesturing als nood-systemen met standhoekbesturing werden onderzocht, evenals de overgang van een primair systeem naar een noodstelsel.

Inleiding

In toekomstige generaties verkeersvliegtuigen zullen steeds vaker elektrische besturingssystemen ("fly-by-wire") worden toegepast. Dergelijke systemen zijn lichter dan de thans gebruikte mechanische besturingssystemen. Bovendien kunnen zij worden uitgerust met computers, die sommige taken van de vlieger overnemen, en die het mogelijk maken vliegtuigen te bouwen die een geringere inherente stabiliteit en een gunstiger aërodynamisch rendement hebben. De vlieg eigenschappen van dit soort vliegtuigen zijn minder sterk begrensd dan die van vliegtuigen met conventionele besturing.

Eind 1982 werd in GARTEUR-verband een werkgroep gevormd die de opdracht kreeg onderzoek te doen op het gebied van vlieg eigenschappen van toekomstige verkeersvliegtuigen.

GARTEUR werkgroep

De werkgroep begon haar werkzaamheden aan de hand van de "Terms of Reference" opgesteld door de "GARTEUR Responsables for Flight Mechanics", die onder meer de doelstelling en een onderverdeling in drie taken van de te verrichten werkzaamheden bevatte. Besloten werd de nadruk te leggen op onderzoek van de vlieg eigenschappen in de langsbesturing van het vliegtuig. Het doel was het formuleren van een aantal richtlijnen welke voor het ontwerpen van besturingssystemen gehanteerd zouden kunnen worden. Hierbij werd uitgegaan van de veronderstelling dat toekomstige verkeersvliegtuigen zouden worden uitgerust met volledig elektrische besturingssystemen, waarbij de ontwerper een grote vrijheid krijgt bij het bepalen van de vlieg eigenschappen. In deze situatie is er dringend behoefte aan richtlijnen voor het ontwerpen van een vliegtuig met goede vlieg eigenschappen.

De drie taken uit de "Terms of Reference" kunnen als volgt worden geformuleerd:

Taak 1. Het definiëren van de vliegertaken welke door middel van handbesturing uitgevoerd zullen worden; hierbij dienden tevens de besturings- en de presentatiesystemen, alsmede de omgevingsomstandigheden in aanmerking te worden genomen.

Taak 2. Het inventariseren van de bij de samenwerkende instituten aanwezige analytische methoden die later, voor de uitvoering van Taak 3, gebruikt zouden kunnen worden.

Taak 3. Het uitvoeren van een vluchtnabootseronderzoek om informatie te verschaffen op het gebied van vlieg eigenschappen van toekomstige verkeersvliegtuigen, gericht op de gevolgen van introductie van geavanceerde besturingssystemen.

In het vluchtnabootseronderzoek dienden de handbestuurde vluchtsituaties te worden bestuurd die in Taak 1 gedefinieerd zouden worden. Verder werd de aanwezigheid verondersteld van een volledig elektrisch noodbesturingssysteem ("backup"-systeem), dat in werking treedt zodra er zich in het primaire systeem een storing voordoet.

Criteria voor vlieg eigenschappen

De resultaten van een vluchtnabootseronderzoek bestaan enerzijds uit talrijke registraties van objectieve parameters, en anderzijds uit subjectieve beoordelingen door de vliegers. Om deze vliegerbeoordelingen onderling te kunnen vergelijken wordt vaak gebruik gemaakt van de zgn. "Cooper-Harper handling quality rating scale". Hiermee kunnen de vliegers volgens een nauwkeurig omschreven beslissingsproces waarderingscijfers geven voor de vlieg eigenschappen. Deze "ratings" maken een indeling mogelijk in niveaus van vlieg eigenschappen, waarvan er hier twee van belang zijn:

- Niveau 1 (ratings 1, 2 en 3): de vlieg eigenschappen zijn geschikt voor de beschouwde vluchtfase.
- Niveau 2 (ratings 4, 5, en 6): de vlieg eigenschappen zijn geschikt voor de beschouwde vluchtfase, maar er is een verhoogde werkdruk of verminderde vluchteffektiviteit, of beide.

Voor bestaande vliegtuigtypen zijn criteria ontwikkeld die de grenzen aangeven voor de objectieve parameters die overeenkomen met de niveaugrenzen voor de vliegeigenschappen volgens de vliegerbeoordelingen.

Definitie van de vliegertaken voor handbesturing

De vliegtuigindustrie in de deelnemende landen werd benaderd met een door de werkgroep opgestelde vragenlijst. Op grond van de verkregen antwoorden concludeerde de werkgroep dat bij toekomstige vliegtuigen handbesturing door de vlieger nog slechts zal voorkomen gedurende de start, de naderingsvlucht, de landing en de "go-around". Ook wordt voorzien dat deze vliegtuigen volledig elektrische primaire en "backup"-besturingssystemen zullen hebben. Dit om te bereiken dat vliegtuigen met een verminderde inherente statische langsstabiliteit ten behoeve van een gunstiger aerodynamisch rendement, toch goede vliegeigenschappen zullen hebben. De algemene verwachting is dat, als gevolg van de toepassing van dit soort systemen, de vliegeigenschappen van de volgende generatie verkeersvliegtuigen in het algemeen aanmerkelijk beter zullen zijn dan die van de huidige generatie.

Inventarisatie van beschikbare analytische methoden

Voor de ontwikkeling van besturingssystemen wordt veelal gebruik gemaakt van analytische methoden waarmee de eigenschappen van vlieger/vliegtuig-systemen kunnen worden bestudeerd. Uit de inventarisatie bleek dat deze analytische methoden in voldoende mate beschikbaar waren bij de deelnemende instituten. Er werd echter ook vastgesteld dat het vergelijken van de hiermee te verkrijgen resultaten alleen mogelijk is als ook de toegepaste methoden en definities uit-gewisseld worden.

De werkgroep constateerde verder een behoefte aan kwantitatieve gegevens over vliegeigenschappen-criteria voor de symmetrische bewegingen van het vliegtuig. Als belangrijke informatiebron werden de Amerikaanse militaire voorschriften aangeduid. Tevens kon, op grond van door het NLR in het verleden verricht onderzoek op het gebied van moderne besturingssystemen, een aantal andere criteria worden genoemd, waarvan sommige door het NLR ontwikkeld zijn. In het algemeen zeggen deze criteria iets over de te verwachten vliegeigenschappen op basis van in het tijds- of frequentiedomein gedefinieerde grootheden welke zijn afgeleid van de responsie van het vliegtuig op stuuruitslagen of uitwendige verstoringen. Bij het NLR kunnen veel van deze grootheden worden berekend en grafisch worden weergegeven met behulp van het programmapakket DRACOLA. Bovendien beschikt het NLR over programmatuur waarmee deze grootheden op eenvoudige wijze grafisch vergeleken kunnen worden met een aantal bestaande vliegeigenschappen-criteria. Hierdoor was het mogelijk de werkgroep snel een overzicht te geven van de op grond van de beschouwde criteria te verwachten vliegeigenschappen voor de ontwikkelde besturingssystemen.

Definitie van het vluchtnabootseronderzoek

De belangrijkste taak van de werkgroep was het uitvoeren van een vluchtnabootseronderzoek. De werkgroep besloot zich bij van dit onderzoek te concentreren op de in Taak 1 gedefinieerde vluchtfasen met handbesturing van een toekomstig middelgroot verkeersvliegtuig, uitgerust met een volledig elektrisch, zogenaamd "fly-by-wire" besturingssysteem, en bediend door middel van een zogenaamde "sidestick". Verder werd verondersteld dat het vliegtuig ontworpen was volgens het principe van de verminderde statische langsstabiliteit. Besloten werd het onderzoek uit te voeren op de vluchtnabootser van het NLR.

Bij geavanceerde ("fly-by-wire") besturingssystemen is niet de stand van het roer maar een gekozen bewegingsgrootte van het vliegtuig de door de vlieger bestuurde grootte. De werkgroep besloot dat het onderzoekgebied zou zijn: de mogelijke verandering van vliegerbeoordelingen als de primair bestuurde grootte wordt gewijzigd ten gevolge van een storing in het besturingssysteem. Als toekomstig primair langsbesturingssysteem werd een systeem gekozen dat gebaseerd is op besturing van de baanhoek, en als noodstelsel een systeem gebaseerd op besturing van de langshelling.

Belangrijk bij dit onderzoek was de veronderstelling dat het vliegtuig voorzien zou zijn van een zgn. "head-up display" (HUD). Hiermee wordt informatie gepresenteerd aan de vlieger terwijl hij naar buiten kijkt, gesuperponeerd op het uitzicht. Dit geeft bijvoorbeeld de mogelijkheid om de door de vlieger gecommandeerde en de werkelijke baanhoek van het vliegtuig tegelijk met het uitzicht te presenteren.

Vooronderzoek bij ONERA

Vanwege de drukke bezetting met opdrachten was de vluchtnabootser van het NLR pas in 1987 voor het onderzoek beschikbaar. Daarom werd eerst een beperkt vooronderzoek uitgevoerd op een installatie van ONERA in Châtillon.

Deze "Flight Mechanics Facility" van ONERA bestond uit een vaste opstelling van een vliegerstoel voor een opstelling met twee monochroom beeldschermen waarop eenvoudige versies van conventionele instrumenten werden gepresenteerd, en een systeem met computer-gegenereerd uitzicht. Het was ook mogelijk om een eenvoudig HUD-beeld te presenteren over dit uitzicht. De besturing geschiedde door middel van de "sidestick" van het NLR, een gashendel en een voetenstuur. Een schakelkastje was beschikbaar om vliegerselecties (kleppen, onderstel e.d.) mogelijk te maken.

Deze installatie bleek geschikt om de systeemconcepten van baanhoekbesturing te testen als voorbereiding op het uitvoerige onderzoek met de vluchtnabootser van het NLR.

Als basis-vliegtuigmodel beschikte ONERA over een model afgeleid van de Airbus A310. Dit model werd voorzien van de door de werkgroep gedefinieerde besturingssystemen voor langs- en dwarsbesturing. De definitie van alle aspecten van de simulatie en de opzet van het uit te voeren onderzoek werden in detail beschreven in een Test Plan.

Er kwam een taakverdeling tot stand waarbij het RAE grotendeels verantwoordelijk was voor het ontwerp van het langsbesturingssysteem, DFVLR voor het ontwerp van het dwarsbesturingssysteem, en ONERA voor het volgens het testplan uit te voeren onderzoek. Het NLR volgde beide ontwerpprocessen op de voet en toetste de resulterende systemen aan de beschikbare criteria voor vliegeigenschappen.

Door vliegers van ieder GARTEUR-land werd, elk gedurende twee volle dagen, een aantal sessies "gevlogen". Bij de uitvoering van de proeven werden enkele problemen ontdekt die te maken hadden met het concept van het besturingssysteem. Het bleek namelijk dat een te grote nadruk op baanhoekbesturing leidde tot excessieve veranderingen in de langshelling van het vliegtuig. Zelfs zonder de bij-behorende bewegingen van het vliegtuig te voelen, twijfelden de vliegers aan het toekomstig gebruik van dit soort systemen, met het oog op het comfort voor de passagiers. Bovendien bleek de gekozen uitvoering van het systeem voor langsbesturing een "springerig" gedrag van de in de HUD gepresenteerde gecommandeerde baanhoek te kunnen veroorzaken, vooral bij het besturen in turbulentie.

Daarom werd nog een tweede serie voorbereidende proeven uitgevoerd met twee verschillende uitvoeringen van het langsbesturingssysteem. De oorspronkelijke uitvoering werd aangepast om de excessieve veranderingen van de langshelling te verminderen. Bovendien werd er een nieuwe uitvoering ontwikkeld die het "springerig" gedrag van de gepresenteerde gecommandeerde baanhoek voorkwam. Hierbij werd aangetoond dat klachten van de vliegers konden worden verminderd of zelfs geheel worden weggenomen. De werkgroep besloot beide uitvoeringen van het langsbesturingssysteem bij het onderzoek met de vluchtnabootser van het NLR te gebruiken. Tevens werden de concepten van twee overgangen getest, de overgang van het primaire systeem met baanhoekbesturing naar een noodstelsel met standhoekbesturing bij storing en de overgang van baanhoekbesturing naar standhoekbesturing beneden 100 ft zonder dat er sprake is van storing. Bij de realisatie van deze overgangen werd ervoor gezorgd dat deze steeds vloeiend verliepen.

Onderzoek op de
vluchtnabootser van het NLR

Nadat in het vooronderzoek bij ONERA voldoende informatie was vergaard, werd het onderzoek op de vluchtnabootser van het NLR opgezet. Een uitgebreid Test Plan werd opgesteld dat alle informatie bevatte die nodig was voor de programmering en het testen van de vluchtnabootser, de opzet van het experiment en de informatie voor de vliegers.

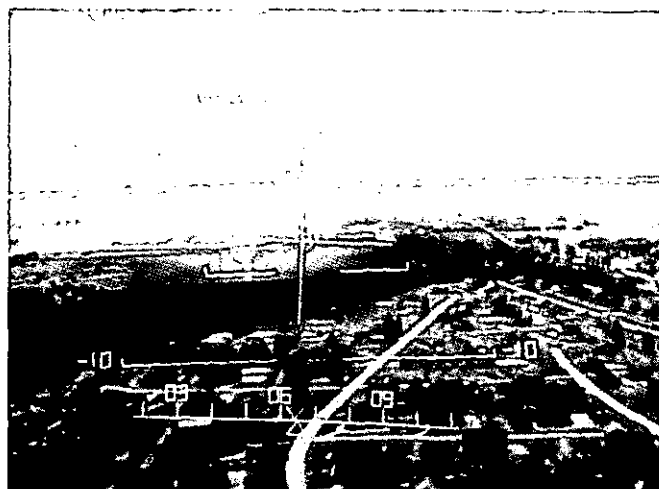
Wat betreft de taakverdeling was het RAE weer grotendeels verantwoordelijk voor het ontwerp van het langsbesturingssysteem, en DFVLR voor het ontwerp van het dwarsbesturingssysteem. Het NLR toetste de ontworpen systemen aan de criteria voor vliegeigenschappen, en ONERA zorgde voor de verwerking van de resultaten van het vooronderzoek.

De vluchtnabootser van het NLR bestaat uit een stuurhut op een beweegbaar platform. Het uitzichtbeeld wordt gegenereerd door met een kamera "mee te vliegen" over een landschapsmaquette. Voor het onderzoek werd gebruik gemaakt van een stuurhut welke representatief is voor een conventioneel viermotorig verkeers-vliegtuig, en die plaats biedt aan drie personen. De linker positie was gereserveerd voor de evaluatievliegers en de rechter positie voor een "co-pilot", terwijl achterin plaats was voor een eventuele waarnemer. Bij de linker positie was het stuurwiel verwijderd en vervangen door de NLR-"sidestick", die was geïnstalleerd voor linkshandig gebruik.

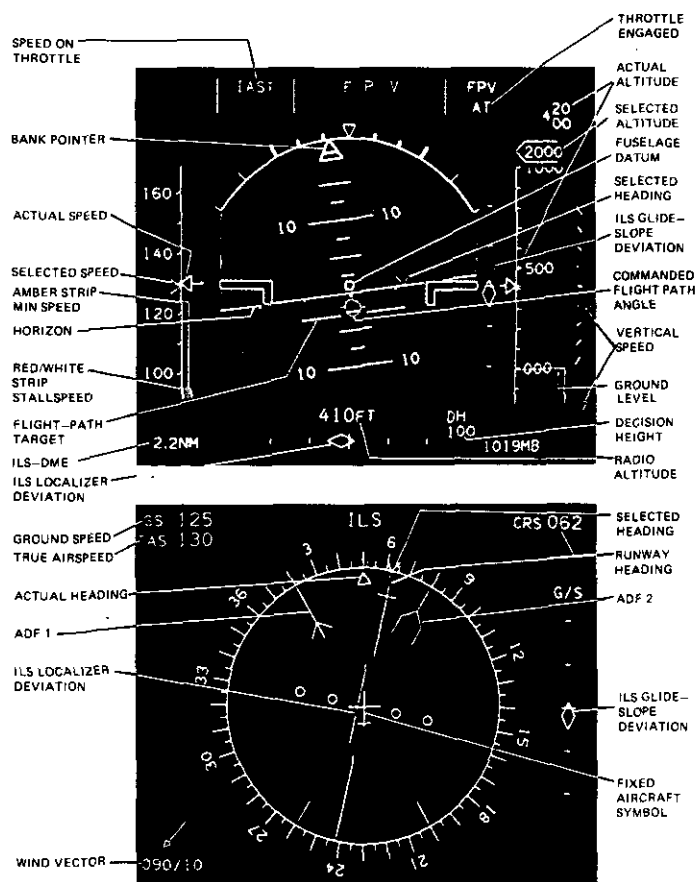
Omdat bij de NLR-vluchtnabootser gebruik werd gemaakt van een ander basis vliegtuigmodel (Boeing 747) werden de besturingssystemen aangepast. Voor het onderzoek kon gebruik worden gemaakt van de EFIS-beeldschermen die gebruikt waren voor de in 1986 en 1987 uitgevoerde evaluatie en certificatie van het Fokker 100 vliegtuig. Door bovendien een HUD-beeld te mengen met het uitzicht kon aan de vliegers een indruk van een geavanceerde cockpit gegeven worden.



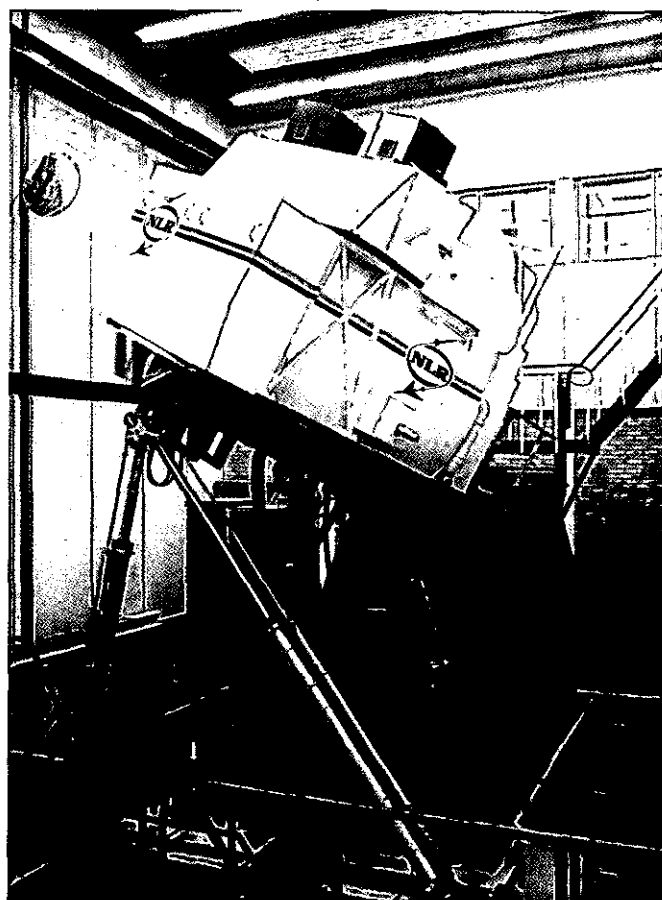
Overzicht van de inrichting van de stuurhut van de NLR-vluchtnabootser tijdens het GARTEUR-onderzoek, met de "side stick" en de EFIS beeldschermen links.



Head-up display gesuperponeerd op het uitzicht van de vlieger.



EFIS-beeldschermen met de primaire vluchtinformatie (boven) en met informatie voor de navigatie (onder).



De stuurhut gemonteerd op het beweegbare platform van de vluchtnabootser.

Uit de evaluaties bij ONERA was gebleken dat de in de HUD gepresenteerde informatie onvoldoende was zodat de aandacht voor het onderzoeksdoel eronder leed. Daarom werd besloten er een aantal door de vliegers gewenste symbolen aan toe te voegen, zoals een markering voor het -3 graden glijpad, en een schaal met koersinformatie. Bovendien werden de berekende contouren van de landingsbaan weergegeven om te kunnen bijdragen tot een betere oriëntatie van de vlieger wanneer de werkelijke baan nog niet te zien is. De ILS-afwijkingen t.o.v. de -3 graden vliegbaan werden gepresenteerd t.o.v. het midden van de -3 graden markering.

Systemen voor langsbesturing

De ontwerpen van de besturingssystemen resulteerden uiteindelijk in twee primaire en twee "backup"-systemen. De primaire systemen, systeem A en systeem B, zijn geavanceerde besturingssystemen voor baanhoekbesturing waarbij zowel de gecommandeerde als de werkelijke baanhoek worden weergegeven in de HUD en waarbij zonder stuuruitslagen de gecommandeerde baanhoek wordt vastgehouden, ook in turbulentie en bij "wind shear". Verder zorgt het systeem voor het vasthouden van de gewenste snelheid, en bestaat er bij deze systemen geen noodzaak te 'trekken' om op hoogte te blijven in bochten tot ongeveer 30 graden dwarshelling. Omdat vliegers dicht bij de grond daarvoor een sterke voorkeur hebben, gaan beide systemen beneden 100 ft over in systemen voor een directe besturing van de langshelling. Daarbij verdwijnt de informatie van de gecommandeerde baanhoek van de instrumenten, en gaat het symbool van de werkelijke baanhoek knipperen. Het verschil tussen deze beide primaire systemen ligt in de uitvoering van het besturingssysteem, waarbij systeem A het eerdergenoemde "springerig" gedrag kan vertonen, terwijl dat bij systeem B wordt voorkomen.

Na het optreden van een storing in het primaire besturingssysteem wordt overgegaan naar een "backup"-systeem met andere eigenschappen. Bij deze noodsystemen heeft de vlieger directe controle over de langshelling van het vliegtuig. De baanhoek-informatie is van de instrumenten verwijderd, de snelheid wordt niet meer automatisch geregeld, en de vlieger moet nu wel "trekken" in de bochten om hoogteverlies te voorkomen. De twee "backup"-systemen, systeem C en systeem D, verschillen alleen enigszins in dynamische eigenschappen, waarbij systeem C voor een hogere vliegsnelheid is geoptimaliseerd dan systeem D.

Alle systemen zijn in principe ontworpen om goede (Niveau 1) vliegeigenschappen te hebben, volgens uit de literatuur bekende en door het NLR ontwikkelde criteria. De ontworpen systemen voldeden echter niet aan alle criteria voor goede vliegeigenschappen. Bij de interpretatie is vooral gebruik gemaakt van die criteria waarvan het NLR in het verleden heeft aangetoond dat ze voor vliegeigenschappen van het beschouwde type vliegtuigen goede voorspellende eigenschappen hebben.

Uittesten van de vluchtnabootser

Eind september 1987 werd begonnen met het uittesten van de NLR-vluchtnabootser. In deze fase werd door vliegers beoordeeld of de opzet van het onderzoek, zoals gedefinieerd in het Test Plan en gerealiseerd op de vluchtnabootser, geschikt was voor het gestelde doel. Daartoe waren deze vliegers van tevoren volledig ingelicht over alle facetten van het onderzoek. Tijdens deze "checkout" werd nog een aantal wijzigingen aangebracht om een meer realistische simulatie mogelijk te maken.

Evaluatievluchten

In oktober 1987 werden de evaluatievluchten uitgevoerd. Hiervoor werden testvliegers uitgenodigd uit elk van de deelnemende landen. Deze vliegers werden zorgvuldig van te voren ingelicht door hen een "briefing guide" te sturen met de voor het onderzoek van belang zijnde informatie.

Iedere testvlieger heeft een driedaags programma uitgevoerd. De eerste dag werd besteed aan de uitleg van het doel van het onderzoek en de opzet van de simulatie aan de hand van de "briefing guide". Tevens werden er twee sessies van ongeveer anderhalf uur gevlogen waarbij de vlieger kon wennen aan de simulatie, de presentatie van de informatie, en de verschillen tussen de diverse besturingssystemen. Aan het eind van de eerste dag werd een proefsessie gevlogen op dezelfde wijze als alle volgende sessies in de daarop volgende twee dagen. Elke vlieger kon op deze manier acht à negen sessies vliegen, waarbij elke overgang tussen primair systeem en "backup"-systeem onder verschillende atmosferische omstandigheden kon worden getest.

Na afloop van elke sessie werd de vlieger gevraagd uitgebreid commentaar te geven, en zgn. Cooper-Harper ratings toe te kennen aan de vliegeigenschappen van zowel het primair systeem als het "backup"-systeem. De verschillen tussen de beoordelingen van de vliegers onderling en de verschillen bij herhalingen door dezelfde vlieger bleken zeer gering te zijn. Dit schept vertrouwen in de waarde van de vliegerbeoordelingen. Het verschil tussen de twee "backup"-systemen bleek nauwelijks merkbaar voor de vliegers. Tenslotte bleek dat het niveau van uitwendige verstoringen slechts een geringe invloed had op de beoordelingen.

Ondanks het feit dat alle systemen ontworpen waren om Niveau 1 vliegeigenschappen te hebben, werd door de vliegers alleen systeem B als zodanig beoordeeld, terwijl aan de andere systemen ook vaak Niveau 2 vliegeigenschappen werden toegerekend. Voor systeem A werd hiervoor in de vliegercommentaren als reden gegeven dat het symbool van de gecommandeerde vliegbaan in de HUD versprong bij het begin van stuuruitslagen, soms zelfs in tegengestelde richting dan bedoeld was met de stuuruitslag.

Als de vliegers gevraagd werd naar hun mening over de "backup"-systemen, bleken ze deze vaak als "goed" te beoordelen. De reden dat de "backup"-systemen vaak als Niveau 2 werden aangegeven bleek vooral gelegen in de overgang van primair naar "backup"-systeem bij storing. Doordat de vlieger eerst "verwend" is met een primair systeem met zeer prettige kenmerken en weinig anders hoeft te doen dan kleine correcties uit te voeren, wordt de plotselinge verhoging van werkdruk bij een storing erg groot. De vliegers vroegen zich af of een dergelijke situatie niet potentieel gevaarlijk zou zijn, als in de praktijk een dergelijke storing voorkomt na lange tijd ononderbroken vliegen met het primaire systeem.

Conclusies

Het is de eerste keer dat een systematisch en diepgaand onderzoek is uitgevoerd naar het effect van storingen in het primaire elektrische besturingssysteem die leiden tot een overgang naar een elektrisch noodstelsel met overigens nog steeds goede eigenschappen.

De eindindruk van alle deelnemers (vliegers en waarnemers) aan het onderzoek is dat in Europees samenwerkingsverband een belangrijk vluchtnabootseronderzoek heeft plaatsgevonden naar de vliegeigenschappen van een toekomstige generatie verkeersvliegtuigen.

Met dit onderzoek is aangetoond dat het mogelijk is in internationaal samenwerkingsverband tussen research-instituten op luchtvaartgebied te komen tot waardevolle resultaten. De eindconclusie van de werkgroep is dat de opbrengst van dergelijke gezamenlijke onderzoeken groter is dan de som van de resultaten van onderzoeken die door individuele instituten worden uitgevoerd.

De vliegers uit de vier deelnemende landen waren consistent in hun beoordelingen.

Op basis van de verkregen resultaten zullen in de loop van 1988 nieuwe richtlijnen voor het ontwerpen van besturingssystemen van toekomstige verkeersvliegtuigen worden opgesteld.

6 BIBLIOTHEEK EN DOCUMENTATIE

Evenals in voorgaande jaren werd intensief gebruik gemaakt van de mogelijkheden die de NLR-bibliotheek biedt. Het aantal literatuuraanvragen bedroeg in totaal 34528 (32399), hetgeen betekent dat er per werkdag gemiddeld 157 (147) literatuuraanvragen werden behandeld. Ter vergelijking zijn tussen haakjes de aantallen van 1986 vermeld.

De aanvragen zijn te onderscheiden in:

Leenaanvragen als gevolg van attendering in de aanwinstenlijst van het NLR

- | | |
|--|--------------|
| – voor periodieken | 14656 (9750) |
| – voor rapporten, boeken en congresverslagen | 4703 (6869) |

19359 (16619)

Aanvragen voor copieën van lezingen en

tijdschriftartikelen genoemd in de aanwinstenlijst

1868 (2079)

21227 (18698)

Overige literatuuraanvragen

- | | |
|--|--------------|
| – van NLR-medewerkers | 9685 (10130) |
| – van andere bibliotheken in Nederland | 3616 (3571) |

13301 (13701)

Totaal 34528 (32399)

Door het NLR werden 1583 (1651) literatuuraanvragen bij andere bibliotheken ingediend.

Eind 1986 bedroeg het aantal lopende abonnementen op periodieken 744 (730).

In totaal werden 5603 (5613) ontvangen afleveringen alsmede 97 (85) jaarverslagen geregistreerd en opgenomen in de aanwinstenlijsten. Verder registreerde de bibliotheek 243 (275) abonnementen op aanvullingen van losbladige uitgaven en de contributies van 92 (91) NLR-lidmaatschappen.

In het verslagjaar werden 2804 (4359) nieuwe boeken, rapporten e.d. alsmede 4170 (5253) tijdschriftartikelen en lezingen onder de aandacht van de NLR-medewerkers gebracht.

Het gegevensbestand (de geautomatiseerde bibliotheekcatalogus) groeide met 7194 (7904) "records" tot 54716 "records".

Een drietal congressenlijsten werd verzorgd. De aankondigingen daarin zijn onderverdeeld in 36 rubrieken. In totaal werd geattendeerd op ruim 1570 congressen, conferenties, cursussen e.d. die in 1987 en 1988, 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.

Het aantal instellingen en bedrijven die hun rapporten e.d., al dan niet op aanvraag, ter opnemng in het NASA-literatuurbestand toesturen aan het NLR in zijn functie van NASA Nationaal Centrum (NNC), heeft zich geconsolideerd.

Door het NNC werden van 76 Nederlandse instellingen in totaal 969 rapporten en proefschriften, waaronder 80 NLR-publikaties, naar ESA-IRS (Frascati) opgestuurd.

Van deze rapporten en van de rapporten die in 1986 werden opgestuurd, zijn er in 1987 in het NASA STAR-deelbestand 622 opgenomen, waaronder 99 NLR-publikaties. Uit een analyse van de literatuur van Nederlandse herkomst aanwezig in de NASA- STAR, blijkt dat 88% van de in 1987 opgenomen Nederlandse rapporten via NLR/NNC werd aangeleverd.

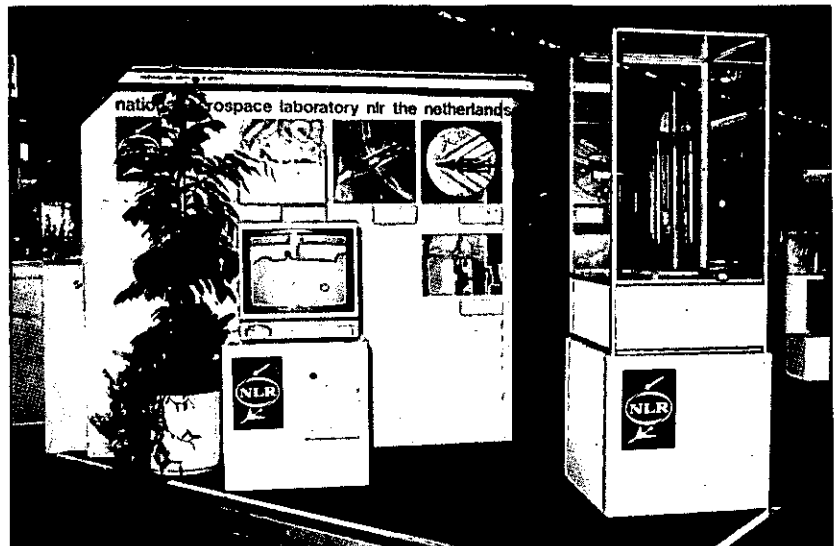
Tussen NASA en NTIS (de Amerikaanse National Technical Information Service) bestaat een overeenkomst over het uitwisselen van de bibliografische bestandsgegevens van relevante rapporten. Verschillende Nederlandse instellingen die technische rapportenliteratuur inzamelen voor diverse bestandbeheerders, 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 (TUD) 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 1987 werden door het NNC 467 rapporten e.d. via de TUD naar NTIS opgestuurd.

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 terminals kan via internationale datanetwerken verbinding worden gemaakt met tenminste vier externe "host" computersystemen, waardoor meer dan 350 bestanden beschikbaar zijn voor literatuuronderzoek. In 1987 bedroeg het aantal zoekuren ruim 300. Via EMITS, het tenderinformatiebestand van ESA, werden belanghebbenden elke veertien dagen op de hoogte gehouden van nieuwe ESA-tenders.



Professor Gerlach, voorzitter van het bestuur van de Stichting NLR, sloeg de eerste paal voor de uitbreiding van het Centrumgebouw in de Noordoostpolder, waar later in het jaar de NEC SX-2 supercomputer werd geïnstalleerd.

Het NLR was vertegenwoordigd op de airshow op Le Bourget.



De stand van het NLR op de vliegbasis Deelen tijdens de Open Dag.

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. Bovendien werden verscheidene groepen deelnemers aan excursies naar het NLR ontvangen.

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

Binnenlandse bezoekers

- Medewerkers van SHAPE (Supreme Headquarters Allied Powers Europe) Technical Centre;
- Drs. H.J. van den Bergh, lid van de fractie van de PvdA in de Tweede Kamer;
- Leden van de Commissie Economisch Structuurbeleid en de Werkgroep Grote Technologische Instituten (GTI's);
- Leden van de NAG (Netherlands Aerospace Group);
- KTZE ir. J.J. Scholten, Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek der Koninklijke Marine en KLTZ ir. T. Geerinck, plaatsvervangend hoofd;
- Mr. J.P. van Iersel, lid van de CDA-fractie in de Tweede Kamer;

Buitenlandse bezoekers

- De heren Kanirhi Amano en Tadayuki Tanioka van de Japan Aircraft Development Corporation (JADC) uit Tokyo;
- Dr. C.S. Wang en de heren A.M. Wu en Y.C. Hon van het Chung Shan Institute of Science and Technology in Taiwan;
- De heer G. Maignan, directeur van E.E.C. (European Experimental Centre) en de heer V. Vachier, Divisiehoofd van Eurocontrol;
- Leden van de Flight Safety Foundation, bijeen tijdens een Workshop in Amsterdam;
- Deelnemers aan de "Northern Army Group Army Aviation Conference", gehouden te Apeldoorn op initiatief van de Koninklijke Landmacht;
- Vooraanstaande Indonesische journalisten en vertegenwoordigers van de vliegtuigfabriek IPTN, ten tijde van het officiële bezoek van Minister Habibie aan Nederland;
- De heer He Wen Zhi, Deputy Minister of Aeronautics van China, was te gast bij de DNW;
- De heer Masato Saito, Vice President van NEC, bezocht beide vestigingen; vooral de uitbreiding van het Centrum-gebouw in de NOP waar de NEC SX-2 supercomputer geplaatst werd;
- De directie van de Oostduitse Luchtvaartmaatschappij "Interflug";
- Dr. D.J. Collins van het Office of Naval Research te Londen;
- Prof.dr. W. Kröll, Vorstand Vorsitzender van de DFVLR, bezocht het NLR en de DNW;
- Prof. Teruaki Akamatsu, verbonden aan het Department of Technical Engineering van de Kyoto University in Japan;
- Dr. Han Min Hsia, President van de National Cheng Kung University te Tainan, Taiwan;
- Captain Martin Bossé van het Aerospace Engineering Test Establishment, Canada;
- Dr. Tadahi Sekimoto, President van de NEC Corporation te Tokyo;
- De heer Andrew W. Kerr, Director Aeroflight Dynamics Directorate, Aviation Research and Technology Activity aan het Ames Research Center van het U.S. Army Aviation Systems Command;
- Colonel Thad Sandford en Major Thomas E. Speer van de U.S. Air Force;
- De heer K. Ejiri, President van Mitsui and Co Ltd., Japan;
- Dr. Masahiko Nagayash van het National Aerospace Laboratory te Tokyo;
- De heren Jean Claude G. Ripole en M. Duc van het CEAT (Centre d'Essais Aéronautique de Toulouse);
- De heer R.E. Jones, dr. G.T. Coleman en de heer J.D. Robinson, RAE-vertegenwoordigers in het ETW Steering Committee;
- Colonel Stephen P. Condon, Commander van het Arnold Engineering Development Center, U.S.A. en dr. James G. Mitchell, Chief Scientist.

Tentoonstellingen

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

Er werd deelgenomen aan o.a.:

- De Paris Airshow 1987 op Le Bourget. De gecombineerde stand van de NAG en het NLR onder- vond ruime belangstelling;
- De 32nd ASME International Gasturbine Conference and Exhibit te Anaheim, U.S.A.;
- De Static Show van de "International Air Tattoo" te Fairford, Cirencester, Engeland, met de Metro II;
- De expositie tijdens het symposium "Developments in Aircraft Propulsion" georganiseerd door de Studentenvereniging "Sipke Wynia" van de HTS-Haarlem;
- De Industriële Vakbeurs Cape '87 in de RAI te Amsterdam;
- Het "Earsel Symposium on Remote Sensing Needs in the 1990's", gehouden te Noordwijker- hout, met een posterpresentatie over CAESAR, die veel belangstelling trok;
- De Open Dag der Koninklijke Luchtmacht op de vliegbasis Twenthe, waar zo'n 75.000 belang- stellenden waren;
- De Open Dag op het vliegveld Lelystad;
- De Open Dag op de vliegbasis Deelen, georganiseerd door het jubilerende 300-Squadron;
- De jaarlijks terugkerende CIAD-dag te Rotterdam;
- De tentoonstelling tijdens het SFTE (Society of Flight Test Engineers) Annual Symposium in de RAI te Amsterdam, samen met Fokker.

Excursies

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

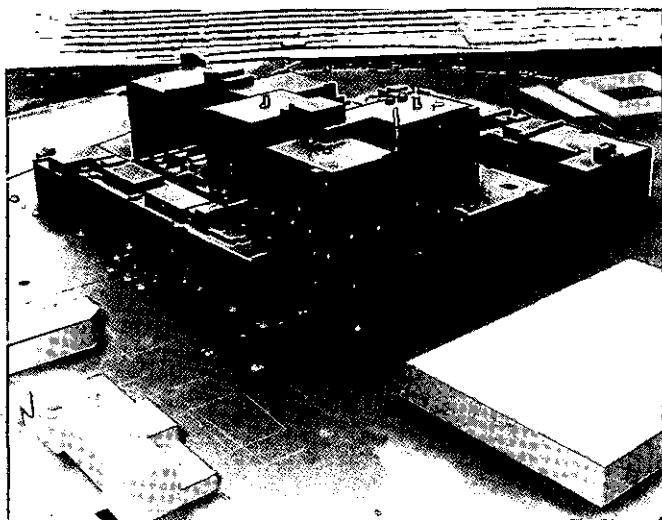
- "Sipke Wynia", HTS-Haarlem;
- "Scintilla", Universiteit Twente;
- "Leonardo da Vinci", TU-Delft;
- HTS-Amsterdam;
- Leerlingen van de Luchtmacht Officiersschool;
- Dekanen van de TU-Delft;
- Leden van de Vereniging van Oud-officieren van de Technische Dienst der Koninklijke Marine;
- Deelnemers aan het SFTE Annual Symposium;
- Studenten van "Il Polytecnico di Milano";
- Studenten van de Universiteit van Trondheim.

Overige evenementen

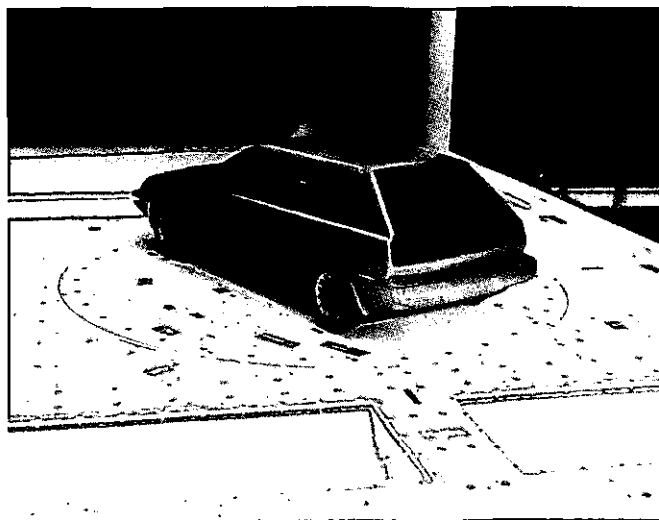
De succesvol verlopen derde "Ultimate Load"-proef TA 22A, ofwel de statische proef op het sta- bilo van de Fokker 100, werd bijgewoond door medewerkers van de RLD, Fokker, MBB en NIVR. Op 22 april werd door prof.dr.ir. O.H. Gerlach de 1e paal geslagen voor de uitbreiding van het Cen- trum-gebouw in de NOP, waar later in het jaar de NEC SX-2 supercomputer werd geplaatst.

Interne betrekkingen

Op 5 en 6 januari vonden de gebruikelijke Nieuwjaarsbijeenkomsten plaats in respectievelijk de Noorddoostpolder en Amsterdam. Een groot aantal medewerkers maakte daarvan gebruik voor het uitwisselen van goede wensen.

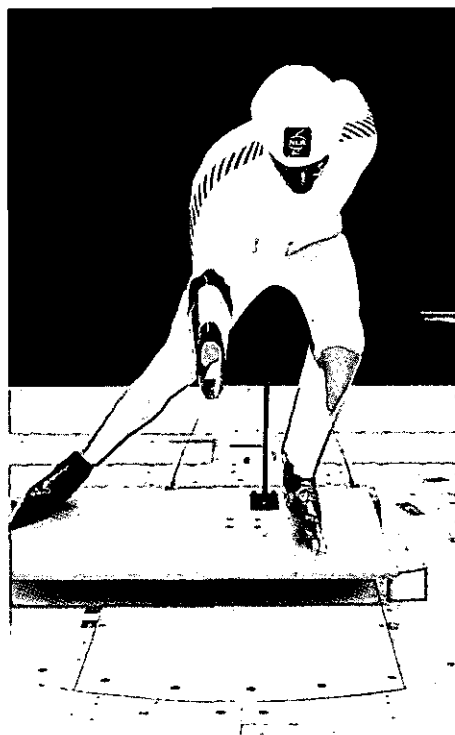
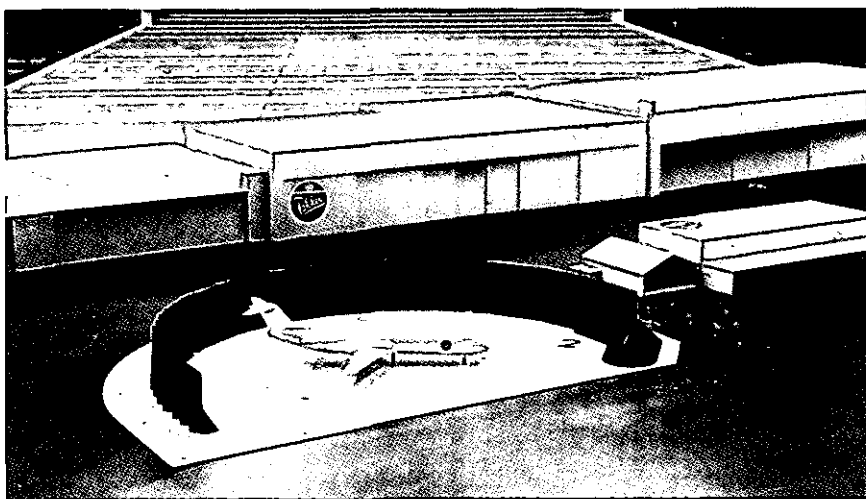


Model van het Academisch Ziekenhuis Leiden in de lage-snelheidswind-tunnel LST 3 x 2.25.

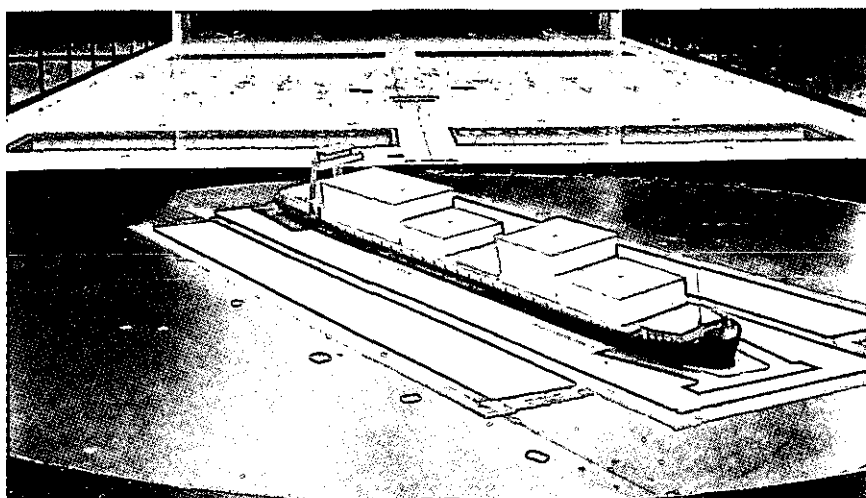


Krachtenmeting aan een model (schaal 1 : 2,5) van de Volvo 480 in de LST 3 x 2.25.

Model van een proefdraaiplaats voor twee passagiersvliegtuigen, in de LST 3 x 2.25. ▶



Aërodynamische ontwikkelingen in de schaatssport. Het model is op een vijfcomponenten-balans geplaatst in de LST.



Model van een containerschip in gehelde toestand in de LST 3 x 2.25.

8 WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR

Inleiding

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

- Het "Overzicht 1986, Eigen speurwerk en Apparatuurontwikkeling NLR, opdrachten van algemene aard NIVR";
- Het "Werkplan voor 1988", waarin opgenomen de plannen voor de "Werkzaamheden in eigen beheer", in de jaren 1988 t/m 1992;
- Daarnaast werden, op verzoek van de directie, vele rapporten beoordeeld op geschiktheid voor publikatie.

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

Samenstelling

De voorzitter van de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR, prof.dr.ir. P.J. Zandbergen werd door de besturen van het NLR en het NIVR met ingang van 1 oktober 1987 wederom benoemd tot voorzitter, voor een periode van vier jaar.

Prof. ir. C.J. Hoogendoorn en prof. ir. P. Jongenburger werden, eveneens met ingang van 1 oktober, door het NLR-bestuur herbenoemd voor een periode van vier jaar.

Prof. dr. ir. J.A. Steketee werd, eveneens met ingang van 1 oktober door het NIVR-bestuur herbenoemd, voor een periode van vier jaar.

Prof. dr. J. Borgman heeft te kennen gegeven zijn lidmaatschap niet te willen vernieuwen.

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

Prof. dr. ir. P.J. Zandbergen, *voorzitter*

Prof. ir. C.J. Hoogendoorn

Prof. ir. P. Jongenburger

Prof. dr. ir. J.A. Steketee

Dr. ir. R. Roos, *secretaris*

Subcommissie voor Aërodynamica

Prof. dr. ir. J.A. Steketee, *voorzitter*

Prof. ir. R. Coene

Prof. dr. ir. J.L. van Ingen

Ir. N. Voogt

Prof. dr. ir. P. Wesseling

Prof. dr. ir. L. van Wijngaarden

Prof. ir. E. Obert

Subcommissie voor Ruimtevaarttechniek

Prof. ir. H. Wittenberg, *voorzitter*

Dr. ir. J.A.M. Bleeker

Ir. P.Ph. van den Broek

Dr. W. de Graaff

Prof. ir. N.J. Mulder

Prof. ir. K.F. Wakker

Ir. W.K.A. Lehmann

Subcommissie voor
Sterkte en Materialen

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

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. ir. J. Schalkwijk
J. Vlietstra

Subcommissie voor
Vliegeigenschappen en Vliegtuiggebruik

Prof. J.H.D. Blom, *voorzitter*
Ir. H. Benedictus
KTZT ir. W.G. de Boer
Ir. R.J.A.W. Hosman
Ir. H.J. Kamphuis
Lt.Kol.Vl. A.P. Okkerman (b.d.)
Ir. C.H. Reede
H.M. Themmen
Ir. H. Tigchelaar
Lt.Kol. J. Heyboer
Prof.ir. E. Obert
Ir. P. van Otterloo

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

"Getuige de positieve beoordeling van het grote aantal uitgebrachte rapporten, heeft de Wetenschappelijke Commissie geconstateerd, dat het NLR ook in 1987 het onderzoek op lucht- en ruimtevaartgebied op adequate wijze heeft uitgevoerd. De bereikte resultaten vormen een goede basis voor toekomstig onderzoek in nationale of internationale opdracht.

De Wetenschappelijke Commissie kan instemmen met het voor 1988 opgestelde Werkplan. De Commissie is met name ingenomen met de voorgenomen plannen tot koppeling van het onderzoek op het gebied van cockpitinstrumentatie, informatiepresentatie en verkeersgeleiding.

In het verleden heeft de Wetenschappelijke Commissie reeds meerdere malen de noodzaak tot technologie-ontwikkeling gericht op toekomstige vliegtuigprojecten benadrukt en de uitvoering van een daarop gericht Vliegtuig Technologie Programma ten volle ondersteund. De Commissie spreekt haar verontrusting uit over de beslissing van de Nederlandse overheid om voorlopig geen fondsen meer beschikbaar te stellen voor dit nog maar kort lopende programma. Gesteld wordt dat het versterken van de technologische basis van de Nederlandse vliegtuigindustrie een positieve invloed heeft op het realiseren van toekomstige internationale samenwerkingsverbanden.

De Wetenschappelijke Commissie meent dat de dienstverlening van het NLR voor een groot deel wordt bepaald door de kwaliteit van de haar ten dienste staande onderzoeksfaciliteiten. In dit verband wordt het van belang geacht dat het NLR in staat wordt gesteld de HST aan te passen aan de in de markt levende inzichten.

De Wetenschappelijke Commissie benadrukt dat bij de opmars van de informatica in de verschillende vakgebieden het van groot belang is dat het NLR blijft beschikken over mensen die inzicht in numerieke modelleringstechnieken paren aan fundamentele kennis van de te beschrijven verschijnselen en hun wetmatigheden."

9 INTERNATIONALE SAMENWERKING

9.1 INTERNATIONALE SAMENWERKING IN AGARD-VERBAND

SAMENSTELLING VAN DE NEDERLANDSE DELEGATIE IN 1987

De samenstelling van de Nederlandse Delegatie bij de Advisory Group for Aerospace Research and Development (AGARD) van de Noord-Atlantische Verdragsorganisatie (NAVO) onderging gedurende het jaar geen wijziging. Voor de nieuwe zittingsperiode welke op 1 januari 1988 is aangevangen zijn de volgende wijzigingen in de samenstelling voorgesteld.

Ontheffingen van het lidmaatschap van de vertegenwoordiging op eigen verzoek:

- 1) Prof. dr. J.C. Arnbak, TUD;
- 2) Ir. J.P. Hartzuiker, NLR;
- 3) Ir. P. Kant, NLR;
- 4) Prof. ir. H. Wittenberg, TUD.

Nieuwe benoemingen:

- 1) in het Electromagnetic Wave Propagation Panel:
Ir. A. Boesveld van de Directie Technische Zaken van de PTT;
- 2) in het Fluid Dynamics Panel:
Ir. A. Elsenaar van het NLR;
- 3) in het Propulsion and Energetics Panel:
Ir. W.B. de Wolf van het NLR.

De Nederlandse Nationale
Gedelegeerden bij de AGARD

Met ingang van genoemde datum is de delegatie als volgt samengesteld:

Prof. dr. ir. O.H. Gerlach
Ir. J.A. van der Blik

Nationaal Coördinator

E.J.H. Bleeker

De heer E.J.H. Bleeker vervulde tevens de functie van beheerder van het Nationaal Distributiecentrum voor AGARD-publikaties, en trad op als secretaris van de Nederlandse Delegatie.

De Nederlandse vertegenwoordiging in de vaste AGARD-commissies (Panels) bestaat per 1 januari 1988 uit:

Aerospace Medical Panel (AMP)

Commodore Vliegerarts G.K.M. Maat, Klu
Prof. dr. W.J. Oosterveld, AMC

Avionics Panel (AVP)

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

*Electromagnetic Wave
Propagation Panel (EPP)*

Ir. A. Boesveld, Directie Technische Zaken van de PTT
Ir. H. Vissinga, Fysisch en Elektronisch Laboratorium TNO

Flight Mechanics Panel (FMP)

Ir. J.T.M. van Doorn, NLR
Dr. ir. H.A. Mooij, NLR
Dr. ir. J.A. Mulder, TU Delft (Fac. Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek)

Fluid Dynamics Panel (FDP)

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

<i>Guidance and Control Panel (GCP)</i>	Ir. G.J. Alders, NLR Ir. P.Ph. van den Broek, TU Delft (Fac. Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek)
<i>Propulsion and Energetics Panel</i>	Ir. J.P.K. Vlegghert, NLR Ir. W.B. de Wolf, NLR
<i>Structures and Materials Panel (SMP)</i>	Ir. J.B. de Jonge, 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

VERGADERINGEN VAN DE NATIONALE GEDELEGEERDEN

De gebruikelijke voor- en najaarsvergaderingen van de Nationale Gedelegeerden vonden plaats in maart (in Parijs) en in september (in Ottawa). Tijdens de voorjaarsvergadering werd het programma voor 1988 besproken en werd de begroting voor de komende jaren aan de gedelegeerden voorgelegd. Tijdens deze bijeenkomst hield Luitenant-kolonel M.C. Mushala (USAF), Chief Plans Div. for the Director of Science and Technology at USAF Systems Command, een lezing over Project Forecast II. Voorts gaf de heer Van Hecke, Hoofd van de Defence Research Section van het NAVO hoofdkwartier, een overzicht van het werk en de organisatie van de Defence Research Group. Beide lezingen zijn opgenomen in Highlights 87/2. Gedurende deze vergadering werd Generaal Majoor arts b.d. E. Evrard van de Belgische Luchtmacht uitverkoren voor de Von Kármán Medaille, welke wordt toegekend voor bijzondere verdiensten in het kader van de AGARD-activiteiten. De najaarsvergadering vond plaats in Ottawa, Canada. De vergadering werd geopend door Mr. Paul Dick, Associate Minister of Defence of Canada. Vervolgens hield Mr. William H. Taft IV, Deputy Secretary of Defence for the U.S., een lezing over Cooperative Research and Development in NATO. Deze lezing zal worden opgenomen in Highlights 88-1.

Tijdens deze vergadering kwam ook de aflossing van de voorzitter en de directeur van AGARD aan de orde. De voorzitter wordt door de gedelegeerden voor een periode van drie jaar uit hun midden gekozen. De directeur wordt op voordracht van de National Delegates Board (NDB) door het Military Committee benoemd. Rear-Adm. rtd. R.A. Geiger (U.S.N.) werd gekozen tot nieuwe voorzitter. Hij zal na afloop van de maart-vergadering in 1988 de hamer overnemen.

Voor de functie van directeur werd ir. J.A. van der Blik, algemeen directeur van het NLR, door de NDB voorgedragen. De heer Van der Blik zal zijn nieuwe functie in juli 1988 aanvaarden.

Zowel de voorjaars- als de najaarsvergadering werd voorafgegaan door een bijeenkomst van het Steering Committee. Tijdens de najaarsvergadering werd ir. J.A. van der Blik gekozen als Nederlandse vertegenwoordiger.

Voor de National Day waren excursies georganiseerd naar CANADAIR, CAE Electronics en Pratt and Whitney. De bezoekers van CAE konden de helikopter-simulator voor de Koninklijke Marine in werking zien.

BIJEENKOMSTEN

De belangrijkste AGARD bijeenkomsten waarvoor van Nederlandse zijde belangstelling bestond, worden hieronder vermeld.

<i>Aerospace Medical Panel (AMP)</i>	25 - 29 mei, Trondheim (Noorwegen) Electric and Magnetic Activity of the General Nervous System: Research and Clinical Applications in Aerospace Medicine (CP-nummer nog niet bekend)
	28 september - 2 oktober, Brussel (België) Motion Cues in Flight Simulation and Simulator Induced Sickness (CP-nummer nog niet bekend)

<i>Avionics Panel (AVP)</i>	27 april - 1 mei, Las Vegas (USA) The Design, Development and Testing of Complex Avionics Systems (CP-nummer 417) – één Nederlandse bijdrage, door NLR 5 - 9 oktober, Athene (Griekenland) Electro-optical Systems and Image Analysis for Airborne Applications (CP-nummer nog niet bekend) – twee Nederlandse bijdragen, door Klu en NLR
<i>Electromagnetic Wave Propagation Panel (EPP)</i>	18 - 22 mei, Rome (Italië) Scattering and Propagation in Random Media (CP-nummer nog niet bekend) – één Nederlandse bijdrage, door TUD 26 - 30 oktober, Lissabon (Portugal) Effects of Electromagnetic Noise and Interference on Performance of Military Radio Communication Systems (CP-nummer nog niet bekend) – één Nederlandse bijdrage, door FEL-TNO
<i>Flight Mechanics Panel (FMP)</i>	11 - 15 mei, Toulouse (Frankrijk) Flight Vehicle Development Time and Cost Reduction (CP-nummer 424) 28 september - 2 oktober, Stuttgart (Duitsland) The Man-Machine Concept in Tactical Aircraft Design and Combat Automation (Joint FMP/GCP symposium) (CP-nummer nog niet bekend) – twee Nederlandse bijdragen, door NLR en TUD
<i>Fluid Dynamics Panel (FDP)</i>	6 - 10 april, Bristol (Engeland) Aerodynamics of Hypersonic Lifting Vehicles (CP-nummer 428) 28 september - 2 oktober, Napels (Italië) Aerodynamic Data Accuracy and Quality Requirements and Capabilities in Windtunnel Testing (CP-nummer nog niet bekend) – vijf Nederlandse bijdragen, door NLR
<i>Guidance and Control Panel (GCP)</i>	4 - 8 mei, Athene (Griekenland) Advances in Air-Launched Weapon Guidance and Control (CP-nummer 431)
<i>Propulsion and Energetics Panel (PEP)</i>	4 - 8 mei, Parijs (Frankrijk) Advanced Technology for Aero Gas Turbine Components (CP-nummer nog niet bekend) 19 - 23 oktober, Chania (Griekenland) Combustion and Fuels in Gas Turbine Engines (CP-nummer nog niet bekend)
<i>Structures and Materials Panel (SMP)</i>	26 april - 1 mei, Madrid (Spanje) Behaviour and Analysis of Mechanically Fastened Joints in Composite Structures (CP-nummer nog niet bekend) – één Nederlandse bijdrage, door TUD 4 - 9 oktober, Cesme (Turkije) Aerospace Materials Process Modelling (CP-nummer nog niet bekend) – één Nederlandse bijdrage, door TUD

23 - 24 september, Arlington VA (USA)
Barriers to Information Transfer and Approaches toward their Reduction
(CP-nummer nog niet bekend)

Nederlandse belanghebbenden werden door middel van convocaties en aankondigingen in vakbladen geattendeerd op de mogelijkheid aan AGARD-bijeenkomsten deel te nemen. Het totaal aantal Nederlandse deelnemers aan de in het verslagjaar gehouden technische bijeenkomsten van de AGARD-commissie bedroeg 132.

AGARD CONSULTANT AND EXCHANGE PROGRAMME

In het kader van het AGARD Consultant and Exchange Programme werd door de volgende buitenlandse deskundigen een bezoek aan Nederland gebracht:

Op verzoek van het NLR werden de volgende consultant missions uitgevoerd:

1. Mr. R. Stenerson van Boeing Military Airplane Corporation, Dept. Avionics Information Systems hield lezingen over Knowledge Engineering.
2. Mr. S.E. Cross van het AFIT/Artificial Intelligence Lab in Dayton (USA) verstreekte informatie over: Artificial Intelligence and Expert systems, and the applications for the Military.

De volgende Nederlandse deskundigen voerden Consultant Missions uit naar het buitenland:

Door ir. G.J. Kunz van het Fysisch-Elektronisch Laboratorium TNO werd een consultant Mission uitgevoerd naar het Naval Ocean Systems Center in San Diego (USA) met als titel "Lidar, Remote Aerosol Sensing Techniques".

Op verzoek van Wright Patterson AFB in Ohio werd door drs. M.L. Heemstra van de Vrije Universiteit een Consultant Mission uitgevoerd over het onderwerp Pupilometric Effects of Task Load.

AGARD LECTURE SERIES

Ook dit jaar werd de reeks van AGARD Lecture Series voortgezet. De lezingen hebben ten doel bekendheid te geven aan nieuwe ontwikkelingen op voor lucht- en ruimtevaart relevante gebieden van wetenschap en techniek.

De AGARD Lecture Series waren:

LS 150 (april; Athene, Ankara, Lancaster GA)
"Design Methods used in Solid Rocket Motors"

LS 151 (mei; Rome, Reisenburg, Ankara)
"Microwave Antennas for Avionics"

LS 152 (juni; Rome, Neubiberg, Noresund)
"Theoretical Aspects of Target Classification"

LS 153 (juni; Londen, Lissabon, Los Angeles)
"Integrated Design of Advanced Fighters"

LS 154 (september; Dayton OH, Luxemburg, Londen)
"Superplasticity"

LS 155 (september; Ottawa, Monterey, Delft, Lissabon)
"Knowledge Based Concepts and Artificial Intelligence"

De teksten van de lezingenseries zijn uitgegeven onder AGARD-LS gevolgd door het nummer van de desbetreffende Lecture Series.

AGARD SPECIAL COURSES

Dit jaar werden de volgende AGARD Special Courses gegeven:

In maart, in samenwerking met het Von Kármán Institute for Fluid Dynamics (VKI), een cursus over "Modern Theoretical and Experimental Approaches to Turbulent Flow Structures and Modelling".

In april en mei eveneens in samenwerking met het VKI een cursus over "Missile Aerodynamics".

In april/mei, in samenwerking met Cranfield Institute of Technology, een cursus over "Flight Test Instrumentation".

In mei een cursus over "Cardiopulmonary Aspects of Aerospace Medicine".

VON KARMAN INSTITUTE FOR FLUID DYNAMICS (VKI)

In de General Assembly van het VKI werd Nederland vertegenwoordigd door ir. J.A. van der Blik (algemeen directeur NLR), en ir. J. Boeker (Faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek TU-Delft); in de vergadering van november 1987 werd bovendien ir. W.J. Bannink (Faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek, TU-Delft) tot lid benoemd. Ir. J. Boeker is tevens lid van het bestuur van het VKI.

In het cursusjaar 1986-1987 nam één Nederlandse student deel aan de jaarcursus voor het VKI-diploma en volgden twee Nederlanders als Research Fellows het z.g. Doctoral Programme ter voorbereiding op een promotie. Voor het cursusjaar 1987-1988 werd wederom één Nederlandse student ingeschreven voor de jaarcursus en twee afgestudeerden voor het Doctoral Programme. Daarnaast neemt één Nederlander deel aan het z.g. Advanced Research Orientation programme, dat een nadere opleiding biedt in onderzoeksmethoden toegepast in de stromingsleer. Het VKI biedt tevens aan studenten de gelegenheid om een stage van twee maanden bij het instituut door te brengen. Onder de 59 studenten die daarvoor in 1987 werden geaccepteerd, bevonden zich 8 Nederlanders.

In 1987 werden negen Lecture Series gehouden, lezingenseries van een week waarin door gast-docenten van vooraanstaande instituten en universiteiten cursussen worden gegeven over actuele onderwerpen of specifieke toepassingen van de stromingsleer. Wederom werden twee van de Lecture Series gezamenlijk met het Fluid Dynamics Panel van AGARD georganiseerd als AGARD/VKI Special Course. Het totale aantal deelnemers was kleiner dan in vorige jaren, doordat een cursus werd verschoven naar het cursusjaar 1987/1988. Zoals gewoonlijk trokken de cursussen over de numerieke stromingsleer de grootste aandacht.

In het onderstaande overzicht worden het aantal Nederlandse deelnemers zowel als (tussen haakjes) het totale aantal deelnemers per cursus vermeld:

- Flow in Centrifugal Compressors	5 (45)
- Introduction to Computational Fluid Dynamics	12 (85)
- Influence of Environmental Factors on Aircraft Wing Performance	2 (27)
- Computational Fluid Dynamics	3 (71)
- Modern theoretical and experimental approaches to Turbulent Flow Structures and its Modelling	3 (32)
- Missile Aerodynamics	2 (45)
- Finite Element Calculation Methods and their Application to Turbomachinery Flows	3 (30)
- Introduction to the Modelling of Turbulence	8 (89)
- Small High Pressure Ratio Turbines	1 (49)
	39 (473)

AGARD PUBLIKATIES

De resultaten van bijeenkomsten en van andere activiteiten van de AGARD werden zoals gebruikelijk vastgelegd in AGARD-publikaties. In het verslagjaar kwamen de oplagen gereed van:

- 8 AGARDographs (AG)
- 19 Conference Proceedings (CP)
- 6 Advisory Reports (AR)
- 12 Technical Reports (R)
- 5 Lecture Series (LS)
- 2 Bulletins (BUL)
- 6 Publikaties van algemene aard.

Evenals in vorige jaren hadden medewerkers van het NLR, door het schrijven van wetenschappelijke verhandelingen of het verzorgen van de redactie, een aandeel in het samenstellen van deze publikaties.

Aan zoveel mogelijk belanghebbenden, ook buiten de lucht- en ruimtevaart, werden hetzij gedrukte exemplaren, hetzij microfiches van AGARD-publikaties verstrekt. Het totale aantal in 1987 verstrekte exemplaren bedroeg ongeveer 2320.

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 DFVLR (Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt 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. Drs. B.J.M. Giesen werd per 1 januari 1987 opgevolgd door M.G. Geschiere, Luitenant-Generaal KLu b.d. Op 1 mei 1987 werd de vice-voorzitter, dr. jur. W. Hasenclever, opgevolgd door prof. dr. F. Thomas.

Het bestuur is de afgetreden bestuursleden grote dank verschuldigd voor hun bijdragen aan de werkzaamheden van het bestuur.

Uitmo 1987 waren de bestuursleden, benoemd door het NLR:

Prof. dr. ir. O.H. Gerlach	(NLR), voorzitter
Ir. J.A. van der Blik	(NLR)
Drs. C.A. Stants	(V&W)
M.G. Geschiere	(EZ)

de bestuursleden, benoemd door DFVLR waren:

Prof. dr. F. Thomas	(DFVLR)
Dr. ing. O. Lawaczek	(DFVLR)
Dr. ing. H. Hertrich	(BMFT)
Dipl. ing. K.H. Heilmann	(BMVg)

Vergaderingen van het bestuur

Het bestuur vergaderde in het verslagjaar tweemaal. Het dagelijks bestuur kwam driemaal bijeen. Als *secretaris van het DNW-bestuur* trad op de heer N. Dreifürst.

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:

Ir. M. van der Veen	(Fokker), voorzitter
Prof. dr.-ing. U. Ganzer	(MBB)
Prof. dr. ir. J.L. van Ingen	(TUD/LR)
Dr. ing. H. Körner	(DFVLR)
Dipl. ing H. Max	(Dornier)
Prof. ir. E. Obert	(Fokker)
Dipl. ing. J.P. Röder	(Airbus)
Dr. ir. B.M. Spee	(NLR)
Dipl. ing. V. von Tein	(MBB)

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

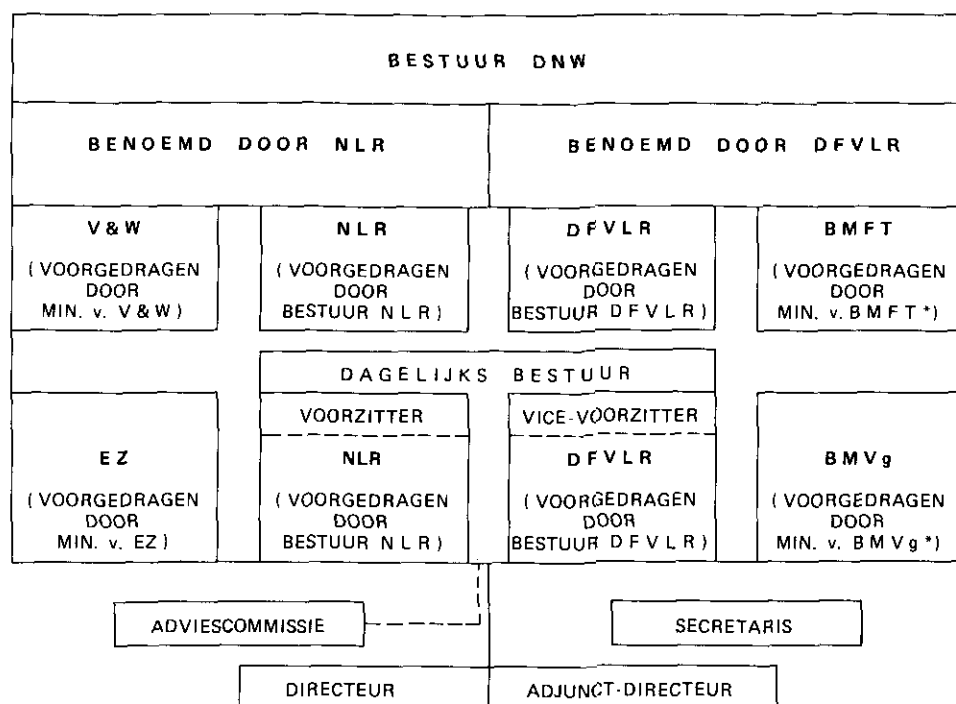
Directie

Op 1 januari 1988 nam dr.-ing. H.U. Meier de functie van directeur van DNW over van dr.-ing. H.B. Weyer. Grote dank is verschuldigd aan dr. Weyer voor de wijze waarop hij vanaf 1 april 1984 de DNW heeft geleid. Mede dankzij zijn beleid zijn in deze periode goede resultaten bereikt. Per 1 maart werd de *adjunct-directeur*, ir. A.H. Runge, door het DNW-bestuur in zijn functie voor een periode van vijf jaar herbenoemd.

Activiteiten

Door vertragingen in de besluitvorming voor de aanvang van grote vliegtuigontwikkelingsprogramma's (zoals bij Airbus en Boeing alsmede bij de EFA ("European Fighter Aircraft")) nam het aantal metingen aan vliegtuigen iets af. Het aantal opdrachten voor de auto-industrie was zoals verwacht iets lager dan in 1986. In 1987 beliep de bezetting met opdrachten totaal 184 shifts (1 shift = 8 uur bezetting).

Verwacht wordt dat de DNW in de komende jaren echter weer veel opdrachten zal ontvangen in het kader van vliegtuig- en helikopterontwikkelingsprogramma's.



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

9.3 INTERNATIONALE SAMENWERKING IN ETW-VERBAND

In het kader van een Memorandum van Overeenstemming, gesloten in januari 1978 tussen de regeringen van Frankrijk, Nederland, het Verenigd Koninkrijk en de Bondsrepubliek Duitsland, werd het ontwerp, de bouw en de exploitatie van een Europese Transsone Windtunnel (ETW) voorbereid. Ultimo 1984 werd overeengekomen dat de ETW zal worden gevestigd in Duitsland (Köln-Porz).

Planning

Het plan voor de ETW is in grote trekken als volgt opgebouwd:

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"	1993
	"Calibration"	1994
	"Initial operation"	1995-1997

De uitvoering van de activiteiten tijdens Fase 2.2 is gebaseerd op een separaat Memorandum van Overeenstemming tussen de vier betrokken landen, dat medio 1985 werd ondertekend.

Voor de uitvoering van de activiteiten tijdens Fase 3 is een nieuw Memorandum van Overeenstemming tussen de regeringen van de vier betrokken landen voorbereid. De uitvoering van deze activiteiten zal nader worden vastgelegd in een Samenwerkingsovereenkomst tussen de Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR), de "Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt" (DFVLR), het "Office National d'Etudes et de Recherches Aéronautiques" (ONERA) en de "Secretary of State for Defence of the United Kingdom of Great-Britain and Northern Ireland".

Samenstelling Steering Committee

Het Steering Committee ETW was aan het eind van het verslagjaar als volgt samengesteld:

Frankrijk	IGA A. Queinec (Defensie) (<i>stemhouder</i>)
	ICA G. Delalande (Transport, Civil Aviation Dept.)
Bondsrepubliek	Dr.ing. H. Hertrich (BMFT) (<i>stemhouder</i>)
Duitsland	Dr.ing. O. Lawaczeck (DFVLR)
Verenigd Koninkrijk	Mr. R. Jones (RAE)
	Dr. L. Coleman (DTI)
Nederland	Ir. J.A. van der Bliek (NLR) (<i>stemhouder</i>)
	Drs. C.A. Stants (V&W)

Als voorzitter fungeerde dr.ing. H. Hertrich (vanaf 1-1-1987).

Mr. R. Jones nam op 1-1-1988 het voorzitterschap over. De secretaris van het ETW Steering Committee was dr. D. Venneman (DFVLR).

Samenstelling Project Group ETW

Gedurende Fase 2.2 worden de werkzaamheden uitgevoerd door een Project Group ETW, welke 31 personen omvat. De directie van de Project Group ETW is thans als volgt samengesteld:

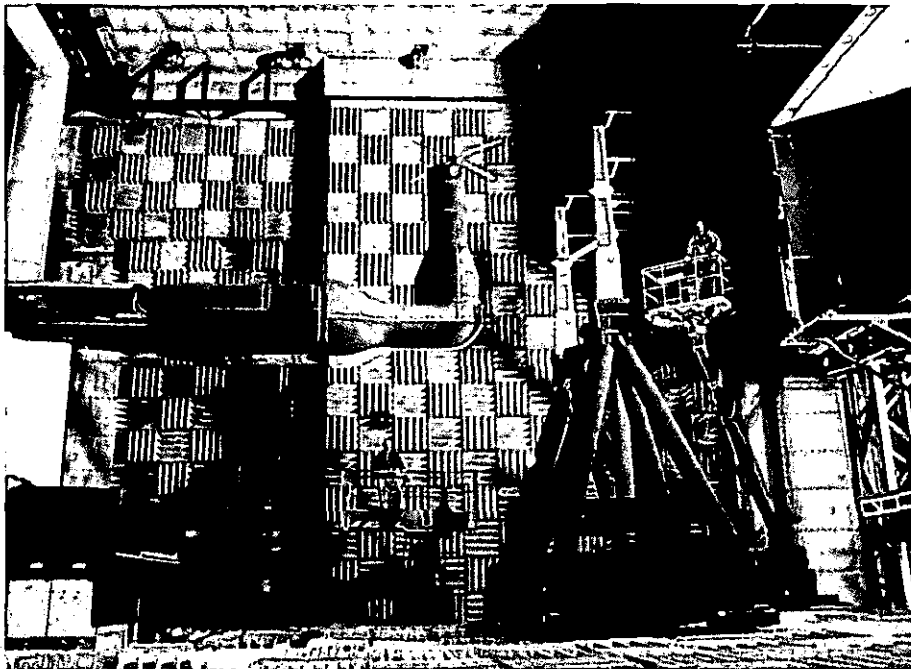
Director (K.J. Fergusson – UK)
Assistant-Director Finance & Administration (Dr. A. Freytag – BRD)
Assistant-Director Engineering (Ir. G. Offringa – NL)
Assistant-Director Technical (X. Bouis – FR)

Activiteiten

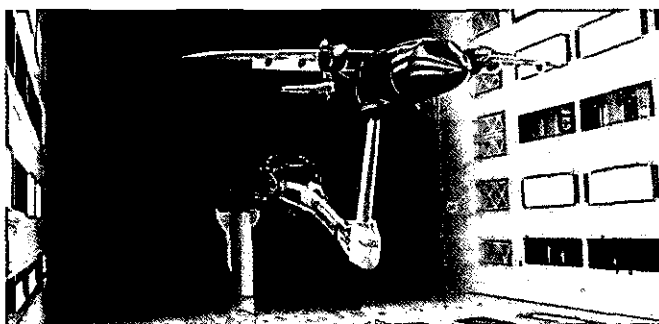
De voorbereidende werkzaamheden voor de bouw werden gecontinueerd. De laatste hand werd gelegd aan de technische specificaties. In het bijzonder werd aandacht besteed aan de kostenraming voor de bouwfase, deze werd herzien en definitief goedgekeurd.

Een aanvang werd gemaakt met de selectie van industrieën die zullen participeren in de bouw van de ETW.

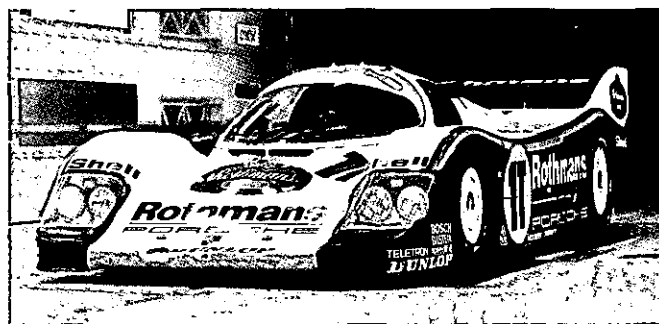
Alle voor de bouw van belang zijnde documenten werden gereedgemaakt, evenals de documenten die de interne gang van zaken in de ETW nader regelen.



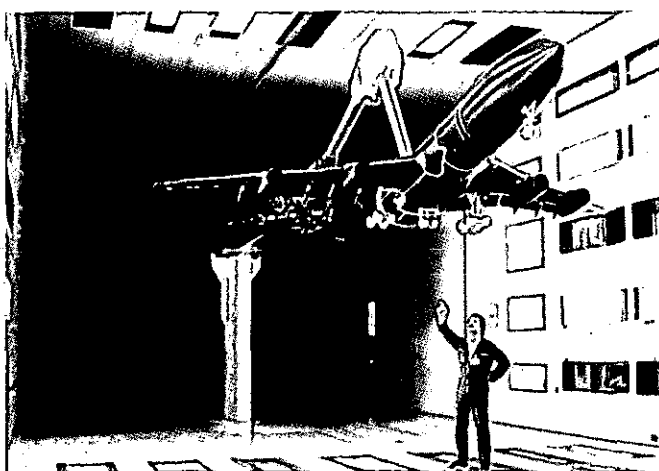
In de Duits-Nederlandse Windtunnel DNW werden metingen uitgevoerd in het kader van het Amerikaanse AATMR programma (Aerodynamic and Acoustic Testing of Model Rotors) ter bepaling van akoestische en aërodynamische eigenschappen en prestaties van een geavanceerde composiet-rotor (MDHC HARP bearingless rotor) voor helikopters (foto: US Aero Flight Dynamics Directorate).



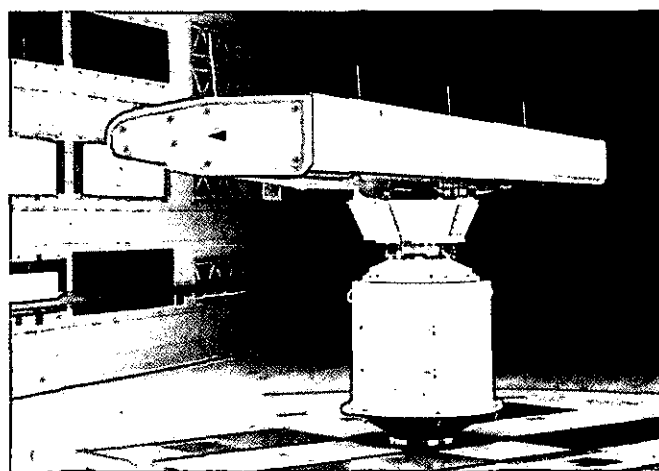
Een model van een Dornier Do 328 met draaiende propellers bij slipstroom-simulatie in een voorontwerp-onderzoek in de DNW (foto: DNW).



Krachtenmeting aan een Porsche 956 waarbij de grenslaag werd gesimuleerd door een tangentiële stroming (foto: DNW).



Een model van een Airbus Industrie A340 in startconfiguratie (foto: DNW).



Onderzoek in de DNW aan een ("back to back twin") radar antenne voor havenbewaking voor Hong Kong (foto: DNW).

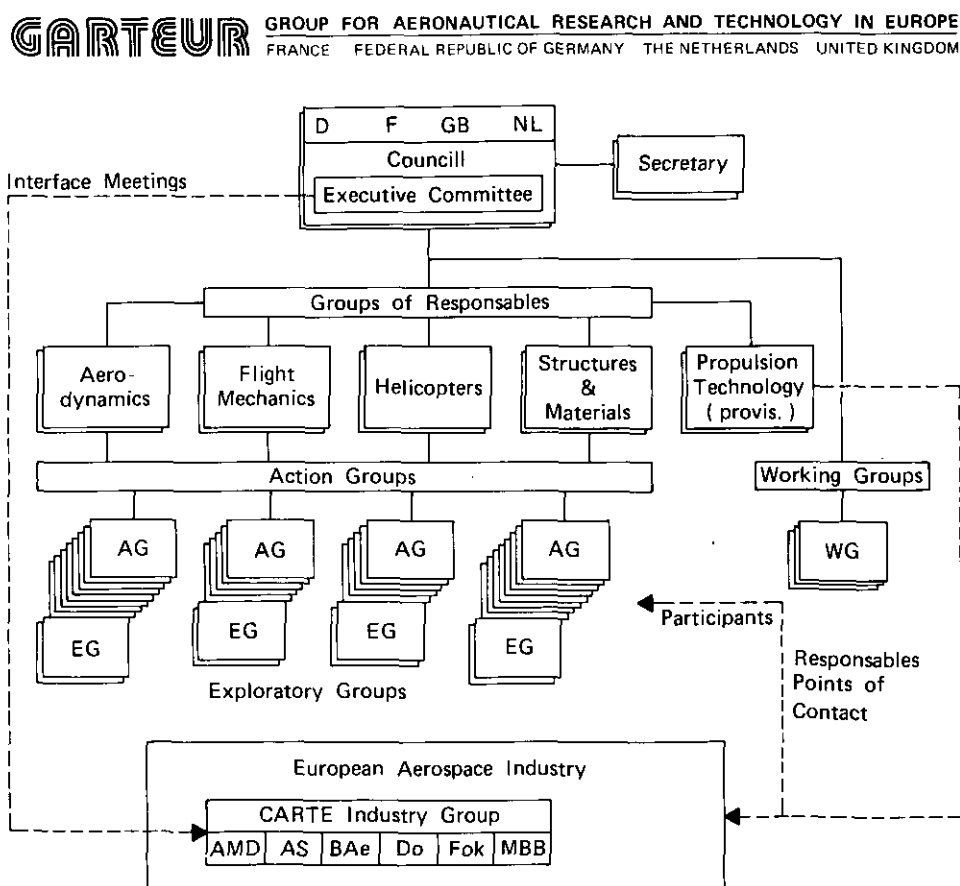
9.4 INTERNATIONALE SAMENWERKING IN GARTEUR-VERBAND

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 bestaat, gezien tegen de achtergrond van de behoeften van de Europese luchtvaartindustrie, uit 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. Thans is het echter de bedoeling, dat de groep haar werkzaamheden uitbreidt en zich bezighoudt met het bevorderen, ontwerpen, coördineren en achteraf beoordelen van gemeenschappelijke activiteiten, op de gebieden waar samenwerking voor de partijen naar verwachting vruchten zal afwerpen.

Financiering van de werkzaamheden geschiedt echter nog steeds op nationale basis.



De jaarlijkse vergadering van de "GARTEUR-Council" vond op 19 en 20 mei 1987 in Londen plaats onder voorzitterschap van dr. J.E. Green, hoofd van de Britse delegatie. De Nederlandse delegatie, waarvan prof.dr.ir. O.H. Gerlach namens de overheid als hoofd optrad, bestond verder uit dr.ir. B.M. Spee en de heer N. van Dam.

Het "GARTEUR-Executive Committee", bestaande uit één lid van elke delegatie, kwam in 1987 viermaal bijeen onder voorzitterschap van dr.ir. B.M. Spee.

Het "GARTEUR-secretariaat" werd in opdracht van de Nederlandse delegatie – de delegatie waarvan de voorzitter van het "Executive Committee" deel uitmaakt – verzorgd door DFVLR.

Nederlandse vertegenwoordiging
in GARTEUR

De Nederlandse delegatie in de GARTEUR-Council bestaat uit:
Prof. dr. ir. O.H. Gerlach – Hoofd van de delegatie namens de overheid
Dr. ir. B.M. Spee
N. van Dam

Dr. ir. B.M. Spee is lid van het "GARTEUR Executive Committee" waarin elk land door één lid is vertegenwoordigd.

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" Dr. ir. H.A. Mooij (NLR,
vanaf juli 1987 vice-voorzitter)
- "Structures and Materials Group" Dr. ir. H.P. van Leeuwen (NLR, *vice-voorzitter*,
vanaf juli 1987 voorzitter)
- "Helicopter Group" Prof. ir. F.J. Abbink (NLR, *tot juli 1987 voorzitter*)

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

Onder de "**Aerodynamics Group**" waren in 1987 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, *tevens vice-voorzitter*)
Ir. J. van der Vooren (NLR)
- "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, (NLR, *tevens voorzitter*)
- "High Lift (Phase II)" Dr. ir. B. van den Berg, (NLR, *tevens vice-voorzitter*)
Ir. D.J. Laan (Fokker)
- "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, *tevens voorzitter*)
Ir. J.A.J. van Engelen (NLR)
- "Aircraft Mathematical Modelling from Flight Test Data" Ir. J.H. Breeman (NLR)
- "Integration of Flight Management and Air Traffic Management Systems" Ir. T.B. Dalm (NLR)
Ir. T.H.M. Hagenberg (NLR)

Ook in alle "Action Groups" werkzaam onder de "**Structures and Materials Group**" was Nederland vertegenwoordigd:

- "Fatigue Crack Propagation Prediction 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),
Ir. W.G.J. 't Hart (NLR)
- "Aluminium-Lithium Alloys" Dr. P.V. Kandachar (Fokker)
- "Improved Composite Materials" Ir. J.J. Cools (Fokker)
Ir. W.G.J. 't Hart (NLR)
- "Damage Mechanics for Composite Materials" Dr. ir. G. Bartelds (NLR, *tot 1 mei 1987*)
Dr. ir. J. Laméris (NLR, *vanaf 1 mei 1987*)
Dr. P.V. Kandachar (Fokker)

- "Mechanically Fastened Composite Joints" Ir. A.A. ten Have (NLR)
- "Refinement of Structural Dynamics Computational Models" Ir. P. Minderhoud (Fokker)
- Ir. H.H. Ottens (NLR)

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

- "Mathematical Modelling of Helicopters for Handling Qualities and Performance" Ir. H. Haverdings (NLR)
- "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" op 23 juni 1987.

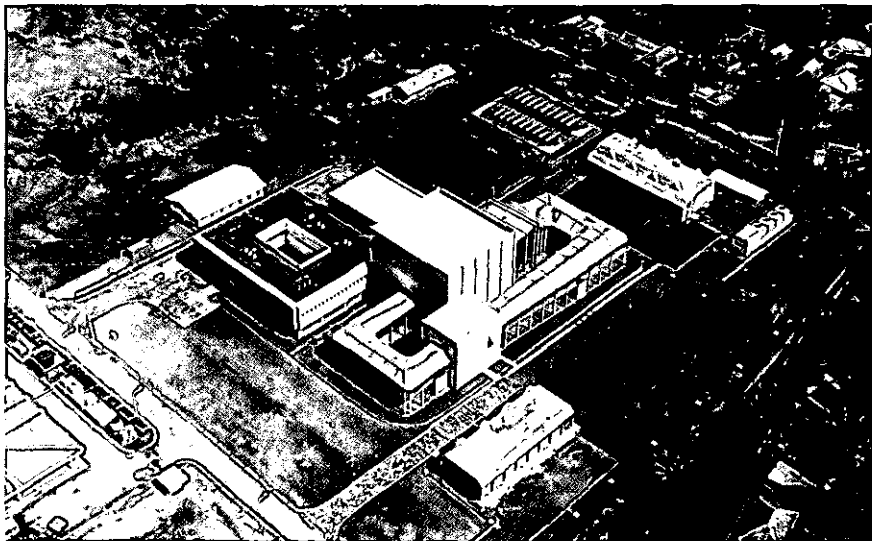
Op de diverse onderzoekgebieden treden vertegenwoordigers van de industrie op als "Point of Contact" met GARTEUR. Voor de Nederlandse industrie fungeerden als zodanig:

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

Een vliegtuigmodel in de meetplaats van de PETW, de modeltunnel voor de Europese Transsone Windtunnel ETW.



Model van een CN-235 vliegtuig aan de externe balans in de ILST.



De Indonesische Lage-snelheidswindtunnel ILST (foto: DHV).

9.5 SAMENWERKING MET INDONESIE 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, met als eerste onderdeel daarvan een lage-snelheids windtunnel (ILST: Indonesian Low Speed Tunnel), een en ander ter ondersteuning van de zich snel ontwikkelende Indonesische vliegtuigindustrie. Het NLR is daartoe in staat gesteld door middel van door de Nederlandse overheid ter beschikking gestelde fondsen uit ontwikkelingshulp (Technical Assistance Project TTA-79). Naast het adviserende werk met betrekking tot de ILST, werden in dit kader opleidingen van Indonesische medewerkers voor het toekomstige windtunnelbedrijf verzorgd, werd de (wetenschappelijke en technische) documentatievoorziening in Indonesië verbeterd en werd aandacht besteed aan het, waar nodig, moderniseren en uitbreiden van de wetenschappelijke en praktische basis voor luchtvaartonderzoek bij de Technische Hogeschool te Bandung (ITB). Dit laatste onderdeel wordt verzorgd door de Faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de Technische Universiteit te Delft (TUD/LR), die hierbij nauw met het NLR samenwerkt.
De vijfde plenaire vergadering	De vijfde plenaire vergadering van het project TTA-79, voorgezeten door het Indonesische lid van de "Governing Group", prof. dr.ir. H. Wiryosumarto, vond op 22 januari plaats te Serpong. Van de Nederlandse delegatie onder leiding van prof. dr. ir. O.H. Gerlach maakten onder meer deel uit drs. C.A. Stants, ir. J.A. van der Blik en de heer J.P. Klok (Nederlands projectcoördinator). Tijdens de vergadering werd van de drie nog lopende deelprojecten een goede voortgang vastgesteld, de activiteitenplanning werd op details bijgestuurd en de begroting voor het lopende (tevens laatste) projectjaar werd goedgekeurd.
Samenvatting activiteiten	Op 19 januari werd de mijlpaal "wind-on" in de ILST bereikt en reeds drie dagen daarna werd zonder problemen de maximale snelheid bereikt. Hiermee werd de kroon gezet op het werk van ir. F. Jaarsma, wiens bijzondere inspanningen op 30 april nog extra glans kregen door een Koninklijke onderscheiding. Op 1 oktober werd volgens plan en nauwkeurig binnen de beschikbare financiële ruimte de verlengingsfase van het project TTA-79 beëindigd. Op genoemde datum werd tevens een aanvang gemaakt met het vervolgproject "Integrated Support for Aeronautical Research and Development" (ISARD). Van de nog lopende deelprojecten kunnen de resultaten als volgt worden samengevat.
Ontwerp en constructie van de ILST	De tunnel is nagenoeg compleet opgeleverd, "commissioning" heeft begin 1987 plaatsgevonden en de kalibratie is voor een groot deel uitgevoerd. Met name de kalibratie met een windtunnel-model van het CN-235 vliegtuig, dat onder begeleiding van NLR-specialisten werd ontworpen en voor een belangrijk deel vervaardigd door Indonesische "trainees" in het kader van het project, heeft zeer goede resultaten opgeleverd. Het "Data Acquisition and Reduction System (DARS)" is inmiddels ook via een apart contract door het NLR afgeleverd.
Academische vorming	De ondersteuning door de Technische Universiteit Delft, gericht op het op een hoger plan brengen van het curriculum en van het laboratorium van de sub-afdeling "Aeronautical Engineering" van de Technische Hogeschool te Bandung, werd volgens plan verleend. Het aantal studenten dat op kosten van de Indonesische vliegtuigfabrikant IPTN studeert aan de Technische Universiteit Delft bedroeg aan het eind van het verslagjaar 60 (eind 1986 was dit aantal 48).
Vervolgproject	Het eerder genoemde vervolgproject ISARD met een looptijd van tenminste drie jaren heeft als algemene doelstelling de voortzetting van de Nederlandse begeleiding bij gebruik in Indonesië van researchinstallaties en laboratoriumuitrusting en bij kennisoverdracht op luchtvaartgebied. Het werkplan werd in nauw overleg met de Indonesische leden van de TTA-79 projectorganisatie uitgewerkt, en goedgekeurd door het Ministerie van Buitenlandse Zaken/Ontwikkelingssamenwerking. Naast het NLR en de Technische Universiteit Delft verklaarde ook Fokker B.V. zich bereid deel te nemen in het project. Ir. M. van der Veen werd voor Fokker benoemd als lid van de Governing Group. Op 1 oktober werd in aansluiting op het oorspronkelijke project een aanvang gemaakt met de activiteiten van de twee ISARD-deelprojecten, waarvan het eerste is gericht op begeleiding van de operaties met de ILST en het tweede op verdere uitbouw van de ondersteuning van de Technische Hogeschool te Bandung.

Bezoek Minister Habibie

Tijdens een officieel bezoek van de Indonesische Minister voor Research en Technologie, prof.dr.ir. B.J. Habibie, aan Nederland omstreeks 1 juli vond op diens initiatief de ondertekening plaats van een Memorandum of Understanding aangaande verdergaande bilaterale samenwerking op luchtvaartgebied.

Aan Nederlandse zijde werd de overeenkomst getekend door de Vice-Premier, tevens Minister van Economische Zaken, dr. R. de Korte. Met betrekking tot Nederlandse deelname in de toekomstige samenwerking werd in eerste instantie gedacht aan Fokker B.V., de Technische Universiteit Delft en NLR.

BIJLAGE 1 - PUBLIKATIES

In het verslagjaar zijn 263 rapporten verschenen. Hiertoe behoren ook de niet voor publikatie bestemde rapporten, maar niet de eenvoudige ijkings- en keurings-rapporten. De onderstaande rapporten werden vrijgegeven voor publikatie.

NLR TR 85149 U	An approximate method for computing inviscid vortex wake roll-up. Part I: Theory and application. Part II: Description of computer program VOR2DT. H.W.M. Hoeijmakers
NLR TR 86050 U	Flight simulator experiments concerning take-off visibility minima. M.F.C. van Gool
NLR TR 86057 U	Axisymmetric liquid sloshing under low-g conditions: numerical simulation methods. (reference manual). A.E.P. Veldman and M.E.S. Vogels
NLR TR 86072 U	A method and measures to evaluate trackers for Air Traffic Control. H.A.P. Blom
NLR TR 86080 U	An introduction to robot joint control methods. M. Kuijper
NLR TR 86082 U	Fatigue rated fastener systems in 1½ dogbone specimens. H.H. v.d. Linden (NLR) and L. Lazzeri and A. Lanciotti (University of Pisa)
NLR TR 86083 U	Fracture characteristics of carbon and aramide unidirectional composites tested at 90° to the fibre direction in interlaminar shear and open-hole tensile tests. A.C. Moss
NLR TR 86099 L	Useful lifetime prediction software for plane semi-cracks in 3-D solid configurations. C.J. Lof
NLR TR 86102 U	Preliminary designs and analysis of procedures for the numerical generation of 3D block-structures grids. J.W. Boerstoeel
NLR TR 86122 U	ARSPNSC: A method to calculate subsonic steady and unsteady potential flow about complex configurations. M.H.L. Hounjet
NLR TR 86125 U	Gedrag-/prestatiekenmerken van informatievoorziening. J.J.P. van Hulzen en R.P. de Moel
NLR TR 87009 U	Feasibility demonstration of a sensor for high quality two- phase flow. A.A.M. Delil
NLR TR 87010 U	Modelling and simulation of a rate controlled manipulator arm. M. Guelman

- NLR MP 85023 U Comparison of three-dimensional turbulent boundary layer calculations for five experiments.
(Verschijnt als boek bij Vieweg).
B. van den Berg, D.A. Humphreys (FFA), E. Krause (TH-Aken) and J.P.F. Lindhout
- NLR MP 85085 U Theoretical and experimental investigations into vortex flow.
(Paper presented for the Netherlands Association of Aeronautical Engineers (NVvL), NLR-Amsterdam, The Netherlands, September 30, 1982)
H.W.M. Hoeijmakers and N.G. Verhagen (LR/THD)
- NLR MP 86016 U Realization of an airport noise monitoring system for determining the traffic flow in the surroundings of a military airbase.
(Paper prepared for presentation at the International Conf. on Noise Control Eng. (INTERNOISE '86), Cambridge, July 21 – 23, 1986)
G. Bekebrede
- NLR MP 86037 U Flight simulations of MLS interception procedures applicable to laterally segmented approach paths.
(Paper prepared for the AIAA Atmospheric Flight Mech. Conf., Williamsburg, USA, August 18 – 20, 1986)
L.J.J. Erkelens and P.J. van der Geest
- NLR MP 86051 U Fracture mechanics and creep crack growth of 1 %Cr½%Mo steel with and without prior exposure to creep conditions.
(Paper prepared for submission to Engineering Fracture Mechanics)
H.P. van Leeuwen and L. Schra
- NLR MP 86054 U Fatigue load measurements and evaluation of the 25m HAWT at Petten, the Netherlands.
(Paper to be presented at EWEC'86, Conference and Exhibition, European Wind Energy Association, Rome, Italy, 7 – 9 October 1986)
H.H. van der Linden, A.A. ten Have, J.W.M. Dekker and H.Ch. Rieffe
- NLR MP 86058 U Tests of the AFWAL 65° delta wing at NLR: A study of vortex flow development between Mach = .4 and 4.
(Paper prepared for publ. in the Proc. Joint Intern. Vortex Flow Symp. Stockholm, 1 – 3 Oct, 1986)
S.J. Boersen and A. Elsenaar
- NLR MP 86059 U Reliability Analysis within a CAE Infrastructure.
(Paper presented on the Reliability and Maintainability Symp., Philadelphia, January 1987)
P.J. Manders and D. v.d. Kwaak
- NLR MP 86060 U Drag reduction potentials of turbulence manipulation in adverse pressure gradient flows.
(Paper prepared for publ. in the AIAA Journal)
B. van den Berg
- NLR MP 86064 U A software design tool for the analysis of robot dynamic properties.
(Presented at the CAPE Nederland '87 congress on Comp. Appl. in Production and Eng., A'dam, March 17 – 19, 1987)
J.I. van den Berg, R.J.P. Groothuizen and W. van Leeuwen (Fokker)
- NLR MP 86066 U Aircraft corrosion problems and research in the Netherlands.
(Paper prepared for presentation at the European Corrosion Meeting EUROCORR '87, Karlsruhe, April 1987)
R.J.H. Wanhill
- NLR MP 86070 U NEXT: An expert system development tool to support engineering design.
(Paper prepared for presentation at the Conf. on Computer Applications in Production and Engineering (CAPE '87), Amsterdam, March 17 – 19)
J.C. Donker, P.J. Kat

- NLR MP 86073 U Op weg naar een expertsysteem voor simulatiedoeleinden.
(Paper prepared for presentation at the Conf. on Computer Applications in Production and Engineering (CAPE '87), Amsterdam, March 17 – 19)
J.H.J.M. Vriends en A.L. Spijkervet
- NLR MP 86074 U Trends in CFD for aeronautical 3-D steady applications: The Dutch situation.
(Paper presented at the "25e vergadering Kontaktgroep Numerieke Stromingsleer, Delft, 20 oktober 1986)
J.W. Boerstool, A.E.P. Veldman, J. van der Vooren and A.J. van der Wees
- NLR MP 86075 Computation of three-dimensional boundary layer transition and separation on a 65 deg swept delta wing at 20 deg angle of attack.
(Paper presented at the Joint US/European Vortex Flow Symp., Stockholm, 1 – 3 Oct. 1986)
A.C. de Bruin and H.W.M. Hoeijmakers
- NLR MP 86076 U The international vortex flow experiment: a test case for compressible Euler codes.
(Paper presented at the GAMM-Workshop on the Numerical Simulation of Compressible Euler Flows, INRIA, Rocquencourt, France, June 10 – 13, 1986)
A. Elsenaar
- NLR MP 86077 U Het PROMISE simulatiesysteem. Programmatuur voor het simuleren van parallele processen.
(Lezing gehouden op het congres CAPE Nederland '87, Amsterdam, 17 – 19 maart 1987)
G.J. Dekker, P.J. de Pagter en H. de Jong
- 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 87006 U Airport noise measuring data collection system.
(Paper prepared for presentation at the VMEbus Application Seminar, organized by VITA User Group BENELUX, Antwerp, Belgium, February 25, 1987)
M.H.J.B. Versteeg
- NLR MP 87007 U European approaches in standard spectrum development.
(Paper presented at the ASTM Symp. "Development of Fatigue Loading Spectra", Cincinnati, Ohio, 29 April 1987)
A.A. ten Have
- NLR MP 87010 U Development, manufacturing and testing of a gas-loaded variable conductance methanol heat pipe.
(Paper presented at the 6th International Heat Pipe Conference, Grenoble, May, 1987)
R.I.J. van Buggenum and D.H.W. Daniëls
- NLR MP 87011 U Engine flow simulation for wind tunnel testing at NLR.
(Paper presented at the symposium "Developments in Aircraft Propulsion", Haarlem, The Netherlands, March 18, 1987)
W.B. de Wolf
- NLR MP 87012 U Development of an airborne facility for advanced avionics research.
(Paper presented at the 53rd AGARD Avionics Panel Symp., Las Vegas, Nevada, USA, 27 April – 1 May 1987)
N. van Driel

- NLR MP 87013 U Expert systems for decision support in military aircraft mission preparation.
(Paper presented at the COMPAS87 Conf. on Computer Aided Design, Manufacture and Operation in Aeronautics and Space Industries", Paris, 16 – 18 June, 1987)
P.J.M. Urlings and A.L. Spijkervet
- NLR MP 87014 U Geografische informatie voor ontwerpdoeleinden.
(Paper te presenteren op het congres "Ontwerpen en fabriceren met de computer", CAPE '87 Nederland, Amsterdam, 17 – 19 maart 1987)
T.D. de Witte
- NLR MP 87015 U Opsomming, commentaar en discussie betreffende bijdragen aan CAPE '87.
(Lezing gehouden tijdens de Conferentie CAPE '87 Nederland, Amsterdam, 17 – 19 maart 1987)
W. Loeve en J. Vlietstra
- NLR MP 87018 U A positioning system based on NAVSAT.
(Paper submitted for publication in "Nieuw Archief voor Wiskunde")
N.M. de Reus, G. Moek and G.J. Olsder (TU-Delft)
- NLR MP 87020 U Tools for the development and usage of industrial mathematical software.
(Paper prepared for the First Intern. Conf. on Industrial and Applied Mathematics, ICIAM '87, Paris, June 24 – July 3, 1987)
F.J. Heerema, W. Loeve and J.J.P. van Hulzen
- NLR MP 87062 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

BIJLAGE 2 - BIJDRAGEN AAN CONGRESSEN EN CURSUSSEN

Ir. R. Ross en ing. G. In der Maur, *Wind hindrance on the Eastern Scheldt storm surge barrier*, 7th International Conference on Wind Engineering, Aachen, West Germany, July 6 – 10, 1987

Ir. R.A. Maarsing, ir. Th.E. Labrujère en ir. J. Smith, *Accuracy of various wall-correction methods for 3D subsonic wind tunnel testing*, AGARD FDP Symp. "Aerodynamic data accuracy and quality. Requirements and Capabilities in Wind Tunnel Testing", Naples, Italy, 28 Sept. – 1 Oct. 1987

Ir. A. Elsenaar, *On Reynolds number effects and simulation – Report of the review committee of AGARD Working Group 09*, AGARD Symp. on "Aerodynamic Data Accuracy and Quality: Requirements and Capabilities in Wind Tunnel Testing", Naples, 28 Sept. – 1 Oct. 1987

Ir. W.B. de Wolf, *Aërodynamisch geluid van windturbines*, Workshop "Geluid en Windturbines", Utrecht, 19 februari 1987

Ir. W.B. de Wolf, *Engine flow simulation for wind tunnel testing at NLR*, Symposium "Developments in Aircraft Propulsion", Haarlem, The Netherlands, March 18, 1987

Ir. T. Zandbergen, *Acoustic and Aerodynamic Characteristics of Perforin, the Linear Perforated Plate acoustic liner*, AIAA 11th Aeroacoustic Conf., Sunnyvale, CA, USA, Oct. 19 – 21, 1987

Ir. J.B.H.M. Schulten, *A frequency-domain method for the computation of propeller acoustics*, AIAA 11th Aeroacoustics Conference, Sunnyvale, CA, USA, October 19 – 21, 1987

Ir. R.G. den Boer en A.M. Cunningham, Jr., *A wind tunnel investigation at low speed of the flow about a straked delta wing, oscillating in pitch*, AIAA Atmospheric Flight Mechanics Conference, Monterey, CA, USA, August 17 – 19, 1987

Ir. R.G. den Boer, ir. R. Houwink en prof.ir. R.J. Zwaan, *Requirements and capabilities in unsteady wind tunnel testing*, AGARD FDP Symposium on Aerodynamic data accuracy and quality, Naples, Italy, 28 Sept. – 1 Oct. 1987

Ir. H.W.M. Hoeijmakers, *Panel methods in aerodynamics; some highlights*, invited lecture, Third GAMM-Seminar "Panel Methods in Mechanics", Kiel, West Germany, January 16 – 18, 1987

Ir. J.H.J.M. Vriends en dr. A.L. Spijkervet, *Towards an expert system for missile simulation*, Conference COMPAS, 16 – 18 June, 1987

Dr. ir. H.A. Mooij, *Technology involved in the simulation of Motion cues: The current trend*, AGARD Aerospace Medical Panel Symp. on Motion Cues in Flight Simulation and Simulation Sickness, Brussels, 28 Sept. – 2 Oct. 1987

Prof. ir. F.J. Abbink, *Elektronica in de burgerluchtvaart*, KIVI-NIRIA-dag over "Elektronica in Luchtvaart en Ruimtevaart", Delft, oktober 1987

Drs. N. van Driel, *Development of an airborne facility for advanced avionics research*, 53rd AGARD Avionics Panel Symp., Las Vegas, Nevada, USA, 27 April – 1 May, 1987

Ir. B.W.G. Schute en H.J. Klumer (RLD), *An analytical tool to define criteria for helicopter airborne radar approach procedures to offshore installations*, 13th European Rotorcraft Forum, Arles, France, Sept. 8 – 11, 1987

Ir. P.J.M. Urlings en dr. A.L. Spijkervet, *Expert systems for decision support in military aircraft mission preparation*, COMPAS 87 Conf. on Computer Aided Design, Manufacture and Operation in Aeronautics and Space Industries", Paris, 16 – 18 June, 1987

Ir. J.H.J.M. Vriends en dr. A.L. Spijkervet, *Op weg naar een expertsysteem voor simulatiedoelinden*, CAPE '87, Amsterdam, 17 – 19 maart 1987

Ir. H.A.P. Blom, *Continuous-discrete filtering for systems with Markovian switching coefficients and simultaneous jumps*, 21st Asilomar Conf. on Signals, Systems and Computers, Pacific Grove, Ca, USA, 2 – 4 November 1987

Ir. L.J.J. Erkelens, *A flight simulator evaluation of the approach path parameters for MLS curved approaches*, AIAA Flight Simulation Technology Conference, Monterey, CA, USA, August 17 – 19, 1987

Dr.ir. R.C. van de Graaff, *Considerations concerning the assessment of pilot workload for complex task conditions*, AGARD FMP/GCP symp. on Man-Machine Interface in Tactical Aircraft Design and Combat Automation, Stuttgart, Sept. 87

Ir. J.P.K. Vlegghert, *Measurement uncertainty of the AGARD/PEP uniform engine test program*, AGARD Fluid Dynamics Panel Symp. on Aerodynamic Data Accuracy and Quality, Napoli, Italia, 28 Sept. – 1 Oct. 1987

Drs. S. Storm van Leeuwen en Ir. A. Voskes, *The data acquisition system for the Fokker 100 test aircraft*, Society of Flight Test Engineers 18th Annual Symp., Amsterdam, Sept. 28 – Oct. 1, 1987

Ir. J.T.M. van Doorn en ir. A. Voskes, *De instrumentatie voor de vliegproeven van de Fokker 100*, Studiedag "Elektronica in de Lucht- en Ruimtevaart", 11 november 1987

Dr. ir. H.P. van Leeuwen, ing. F.F. Groep en ing. L. Schra, *Automated measurement of crack length and load line displacement at elevated temperature*, Meeting of 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

Ir. A.A. ten Have, *European approaches in standard spectrum development*, ASTM Symp. "Development of Fatigue Loading Spectra", Cincinnati, Ohio, 29 April 1987

Ir. J.B. de Jonge, *Review of aeronautical fatigue investigations in The Netherlands during the period March 1985 – February 1987*, 20th ICAF Conference, Ottawa, Canada, June 8 and 9, 1987

Ir. R. Noback, *Matching P.S.D.-design loads*, 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

Ir. A.U. de Koning, *Prediction of fatigue crack growth*, Advanced Seminar on Fracture Mechanics ASFM6 "Assessment of Cracked Components by Fracture Mechanics", ISPRA (Varese) Italië, 28 Sept. – 2 Oct. 1987

Dr. R.J.H. Wanhill, *Aircraft corrosion problems and research in The Netherlands*, European Corrosion Meeting EUROCORR '87, Karlsruhe, April 1987

Dr. ir. H.J. Kolkman, *Corrosie in gasturbines*, "Corrosiedag" 1987 van het Nederlands Corrosie Centrum, 10 – 12 November, 1987

Ing. L. Schra, *Spanningscorrosiescheuren in aluminium vliegtuigconstructies*, Najaarsvergadering van de werkgroep Spanningscorrosie van het NCC, 6 oktober 1987

Drs. F.B. van der Laan, *Pilot study on the potential of integrating satellite data with information from topographic maps*, EARSEL General Assembly and Symp., Noordwijkerhout, 3 – 4 mei 1987

Drs. F.B. van der Laan, *The potential of combined use of satellite data with topographic information*, Willi Nordberg Symp. "Remote sensing towards operational cartographic application", Graz, Austria, Sept. 1987

Drs. F.B. van der Laan, *A systematic worldwide cover of satellite mosaics*, Willi Nordberg Symp. "Remote sensing towards operational cartographic application", Graz, Austria, Sept. 1987

Drs. F.B. van der Laan, ir. O.F. Schoumans (STIBOKA) en drs. H.A.M. Thunissen (STIBOKA), *Landuse inventory using Landsat Thematic Mapper imagery to study environmental pollution*, Willi Nordberg Symp. "Remote sensing towards operational cartographic application", Graz, Austria, Sept. 1987

Ir. A.A.M. Dell, *Movable thermal joints for deployable or steerable spacecraft radiator systems*, European Thermal Session of the 17th Intersociety Conference on Environmental Systems, Seattle, July 1987

Ir. C.N.A. Pronk, A. Elfving (ESTEC), E. Ersü (ISRA) en A.L. Lippay (AE), *Simulation of space manipulator operations*, EUROSIM, Summer Computer Simulation Conference, Montreal, Canada, 27 – 30 July 1987

Dr.ir. J.P.B. Vreeburg, *Fluid science investigations in microgravity*, SRON Symposium on Microgravity Research, Utrecht, April 2 – 3, 1987

Dr.ir. P.Th.L.M. van Woerkom en dr. M. Guelman, *Dynamics modelling, simulation, and control of a spacecraft/manipulator system*, First European In-Orbit Operations Technology Symp., Darmstadt, 7 – 9 Sept., 1987

Ir. C.N.A. Pronk, E. Ersü (ISRA), A.L. Lippay (CAE) en E. Elfving (ESTEC), *Definition of the EUROSIM simulation subsystem*, First European In-Orbit Operations Technology Symp., Darmstadt, 7 – 9 Sept., 1987

Ir. J.J.M. Prins, ir. P. Dieleman en ir. J.A. Hoogstraten, *The Hermes manipulation system (HERA) simulation facility development*, First European In-Orbit Operation Technology Symp., Darmstadt, 7 – 9 Sept. 1987

Ing. R.I.J. van Buggenum en ing. D.H.W. Daniëls, *Development, manufacturing and testing of a gas-loaded variable conductance methanol heat pipe*, 6th International Heat Pipe Conference, Grenoble, May, 1987

Drs. G.J. Dekker, drs. P.J. de Pagter en drs. H. de Jong, *Het PROMISE simulatie-systeem. Programmatuur voor het simuleren van parallele processen*, CAPE Nederland '87, Amsterdam, 17 – 19 maart 1987

R.P. de Moel en ir. F.J. Heerema, *Strategieën bij het opzetten van data management in de industriële omgeving*, CAPE Nederland '87, Amsterdam, 17 – 19 maart 1987

Ir. W. Loeve en J. Vlietstra (APT), *Opsomming, commentaar en discussie betreffende bijdragen aan CAPE '87*, CAPE Nederland '87, Amsterdam, 17 – 19 maart 1987

Dr. ir. H. Schippers, *On the evaluation of aerodynamic influence coefficients*, 3rd GAMM-Seminar on Panel Methods in Mechanics, Kiel, January 16 – 18, 1987

Ir. F.J. Heerema, ir. W. Loeve en ir. J.J.P. van Hulzen, *Tools for the development and usage of industrial mathematical software*, First Intern. Conf. on Industrial and Applied Mathematics, ICIAM '87, Paris, June 24 – July 3, 1987

Ir. W.C. Huisman, *Multi-spectral data compression using an adaptive spectral transform*, 6th Action Symp. on Signal Theory, Aachen, Sept. 9 – 12, 1987

Ir. J.J. Schuurman, *Bouwstenen voor de ontwikkeling van informatiesystemen bij het NLR*, SURF Symp., Delft, 7 december 1987

Ir. P.J.H.M. Manders en ir. D. v.d. Kwaak, *Reliability Analysis within a CAE Infrastructure*, Reliability and Maintainability Symp., Philadelphia, January 1987

C. Wagemaker, *Automated electromagnetic interference measurements*, ATE '87 Congress, Wiesbaden, West-Germany, May 24 – 26, 1987

Ir. M.H.J.B. Versteeg, *Airport noise measuring data collection system*, VME-bus Application Seminar, organized by VITA User Group BENELUX, Antwerp, Belgium, February 25, 1987

Ir. L.J.M. Joosten, ir. R.M.M. Sijmonsma, ir. F.B. Visser en ir. W.E. Reesink (VDHE), *Optical data storage in space missions*, Symposium on Technology and Standardisation for On-Board Data Management Systems, Madrid, Spain, 1 – 5 June 1987

Ir. O.B.M. Pietersen, *Future satellite navigation systems – with emphasis on NAVSTAR GPS*, "Post academic course on Radionavigation Systems", T.U. of Delft, 17 – 19 June, 1987

Ir. B.J.P. van der Peet en ir. J.C. Donker, *Sensory systems: A tactical decision aid*, Symp. of the Avionics Panel on the Electro-Optical Systems and Image Analysis of Airborne Appl., Athens, Greece, 5 – 9 Oct. 1987

Ir. H.A. van Ingen Schenau en drs. J.C. Venema, *Real-time environment monitoring using data from Meteosat and NOAA imaging satellites*, SPIE Symp. on Digital Image Processing and Visual Communications Techn. in Meteorology, Cambridge, Mass, USA, 27 – 28 Oct. 1987

Ir. P.J.H.M. Manders, *Interface Techniques and Systems for standard aircraft data busses*, 14th AIMS symposium, Friedrichshafen, BRD, September 1987

Ir. H.A.T. Timmers, *Test- en meetprocedures bij de kwalificatie van luchtvaart-elektronica*, NIRIA/KIVI Studiedag "Elektronica in de Lucht- en Ruimtevaart", Utrecht, 11 november 1987

C. Wagemaker, *EMC Meetfaciliteiten*, "Electromagnetic Interference and Compatibility" werk-overlegvergadering, Eindhoven, 5 november 1987

Drs. J.I. van den Berg, dr. R.J.P. Groothuizen en ir. W. van Leeuwen (Fokker), *A software design tool for the analysis of robot dynamic properties*, CAPE Nederland '87 congress on Comp. Appl. in Production and Eng., A'dam, March 17 – 19, 1987

Dr.ir. J.W. Boerstool, *Combining characteristic forms of boundary conditions and conservation equations at boundaries of cell-centered Euler-flow calculations*, AIAA 8th Computational Fluid Dynamics Conf., Honolulu, USA, June 9 – 11, 1987

Dr.ir. H. Schippers, *Multigrid methods in boundary element calculations*, 9th International Conference on Boundary Element Methods in Eng., Stuttgart, 31 August – 4 Sept. 1987

Ir. J.C. Donker en ir. P.J. Kat, *NEXT: An expert system development tool to support engineering design*, Conf. on Computer Applications in Production and Engineering (CAPE '87), Amsterdam, March 17 – 19, 1987

O. van Teunenbroek en ir. F.J. Heerema, *A database oriented system for the support of flight tests*, Intern. Conf. Computer Aided Design, Manufacture and Operation in the Aeronautics and Space Industries, COMPAS 87, Paris, June 16 – 18, 1987

Ir. T.D. de Witte, *Geografische informatie voor ontwerpdoeleinden*, Congres "Ontwerpen en fabriceren met de computer", CAPE Nederland '87, Amsterdam, 17 – 19 maart 1987

Drs. J.I. van den Berg, ing. J.P.F. Lindhout en dr.ir. B. v.d. Berg, *Calculation of the boundary layer around an ellipsoid at 10° angle of attack*, AGARD WG10 meeting, London, 2 and 3 April 1987

BIJLAGE 3 – VERKLARING VAN EEN AANTAL VAN DE GEBRUIKTE AFKORTINGEN

AGARD	Advisory Group for Aerospace Research and Development (NAVO)	EVD	Economische Voorlichtings Dienst
AIAA	American Institute Aeronautics and Astronautics	EZ	Ministerie van Economische Zaken
AMC	Amsterdams Medisch Centrum	FAA	Federal Aviation Administration
APT	ATT en Philips Telecommunicatie	FAO	Food and Agriculture Organization
ARALL	ARamide Aluminium Laminate	FAA	Aeronautical Research Institute of Sweden
ATC	Air Traffic Control		
AWOP	All Weather Operations Panel (ICAO)	GARTEUR	Group for Aeronautical Research and Technology in Europe
		GPS	Global Positioning System
BCRS	Beleidscommissie Remote Sensing		
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie	HST	Hoge-Snelheidstunnel
BMVg	Bundesministerium für Verteidigung	ICAO	International Civil Aviation Organization
BPPT	Agency for Development and Application of Technology (Jakarta)	IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
		IEPG	Independent European Programme Group
CAD	Computer-Aided Design	ILST	Indonesische Lage-Snelheidstunnel
CADISS	Compression And Decompression of Imaging Sensor Signals	INSP	Informatica Stimulerings Plan
CAE	Canadian Aviation Electronics	IPTN	Aircraft Factory Nurtanio (Bandung)
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		
CARTE	Collaboration on Aeronautical Research and Technology in Europe	KLM	Koninklijke Luchtvaart Maatschappij N.V.
CCD	Charge-Coupled Device	KLu	Koninklijke luchtmacht
CIM	Computer Integrated Manufacturing	KM	Koninklijke marine
		KMA	Koninklijke Militaire Academie
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
		LAGG	Aero-Gas Dynamics and Vibration Laboratory
ECN	Energieonderzoek Centrum Nederland	LAMF/ETSIA	Laboratorio de Aerodinamica de la Escuela Technica Superior de Ingenieros Aeronauticos (Madrid)
ECS	European Communication Satellite		
EDIPAS	Engineering Data Interactive Presentation and Analysis System	LGM	Laboratorium voor Grondmechanica
EEG	Europese Economische Gemeenschap	LST	Lage-SnelheidswindTunnel
EFIS	Electronic Flight Instrument System		
ERS	ESA Remote-Sensing Satellite	MARIN	Maritiem Research Instituut Nederland
ESA	European Space Agency	MBB	Messerschmitt-Bölkow-Blohm
ESA-IRS	ESA Information Retrieval Service	MLS	Microwave Landing System
ESPRIT	European Strategic Programme for Research and Development	MRVS	Meet-, Registratie- en Verwerkingssysteem
ESTEC	European Space Research and Technology Centre		
ETW	Europese Transsone Windtunnel	NAG	Netherlands Aerospace Group
Eurocontrol	European Organization for the Safety of Air Navigation	NASA	National Aeronautics and Space Administration
		NAVO	Noord-Atlantische VerdragsOrganisatie
		NAVSEP	Panel of Experts on Navigation and Separação (Eurocontrol)
		NAVSTAR	Navigation System with Time and Ranging
		NIVR	Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart

NKO	Nederlandse Kalibratie Organisatie
NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
NLRGC	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartgeneeskundig Centrum
NNC	NASA Nationaal Centrum
NOP	Noordoostpolder
NPOC	National Point of Contact
NRT	NIVR Ruimtetehnologieprogramma
NSM	Niet-Stationaire Meetmethode
NTIS	National Technical Information Service (USA)
ONERA	Office National d'Etudes et de Recherches Aerospatiales
O&W	Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen
PETW	Pilottunnel ETW
PUSPIPTEK	Nationaal Centrum voor Research, Wetenschap en Technologie (Indonesië)
RAE	Royal Aircraft Establishment
RESEDA	Remote-Sensing Dataverwerkingssysteem
RLD	Rijksluchtvaardienst
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
STALINS	Start- en Landingsmeetsysteem met INS
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