

STICHTING

*Nationaal Lucht- en
Ruimtevaartlaboratorium*



VERSLAG
OVER HET JAAR **1977**

NATIONAAL LUCHT- EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM

Bureau van het Bestuur van de Stichting:

Kluyverweg 1, 2629 HS DELFT

Postbus 126, 2600 AC DELFT

Telefoon (015) 562400 - telex 34207 (stnlr nl)

Laboratorium Amsterdam:

Anthony Fokkerweg 2, 1059 CM AMSTERDAM

Postbus 90502, 1006 BM AMSTERDAM

Telefoon (020) 5113113 - telex 11118 (nlraa nl)

Telegram-adres: Windtunnel Amsterdam

Laboratorium Noordoostpolder:

Voorsterweg 31, 8316 PR MARKNESSE

Postbus 153, 8300 AD EMMELOORD

Telefoon (05274) 2828 - telex 42134 (nlrbbb nl)

VERSLAG
OVER HET JAAR
1977

STICHTING
NATIONAAL LUCHT- EN
RUIMTEVAARTLABORATORIUM

MET GEGEVENS OMTRENT DE
WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR
EN DE
NEDERLANDSE DELEGATIE BIJ DE AGARD





NLR Amsterdam



NLR Noordoostpolder

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. R. J. Zwanenburg	Minister van Verkeer en Waterstaat voor de Rijksluchtvaartdienst (RLD)
Drs. Ph. Leenman	Minister van Verkeer en Waterstaat voor de PTT
Gen. Maj. H. Dieters	Minister van Defensie voor de Koninklijke Luchtmacht (KLu)
KTZT F. K. Haselhoff	Minister van Defensie voor de Koninklijke Marine (KM)
C. J. D. Riethof	Minister van Economische Zaken
Mr. A. L. Goedhart	Minister van Onderwijs en Wetenschappen
Mr. J. van der Brugge	Minister van Financiën
Ir. J. Cornelis	Fokker-VFW B. V.
Mr. G. W. van Hasselt	Koninklijke Luchtvaartmaatschappij N. V. (KLM)
Prof. Ir. H. Wittenberg	Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart (KNVvL)
**) Nijverheidsorganisatie TNO	
A. B. Wolff, 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 1977

**Tot 1 juli 1977 had Drs. F. Lagerwey, benoemd door de Nijverheidsorganisatie TNO, zitting in het bestuur; per 17 februari 1978 werd hij als bestuurslid opgevolgd door Ir. H.H. 't Hart

Inhoudsopgave

1	ALGEMENE BESCHOUWINGEN	7
1.1	Bestuur van de Stichting	7
1.2	Algemene zaken van de Stichting	7
1.3	Achtergronden van het beleid	10
1.4	Financiële aangelegenheden van de Stichting	16
1.5	Organisatie en personeel van het laboratorium	17
1.6	Nationale en internationale activiteiten	21
2	CAPITA SELECTA	25
2.1	Het beproeven van materialen en beschermlagen voor onderdelen van straalmotoren onder nagebootste bedrijfsomstandigheden	25
2.2	Operationele research	32
3	OVERZICHT VAN HET WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK	41
3.1	Stromingen	41
3.2	Vliegtuigen	48
3.3	Constructies en materialen	55
3.4	Ruimtevaart	59
3.5	Onderzoekingen betreffende milieubeheer en energievoorziening	62
3.6	Informatica	66
4	TECHNISCHE OUTILLAGE	69
4.1	Inleiding	69
4.2	Technische outillage voor stromingsonderzoek	69
4.3	Technische outillage voor vliegmechanisch onderzoek	70
4.4	Technische outillage voor onderzoek op het gebied van constructies en materialen	75
4.5	Technische outillage voor ruimtevaartonderzoek	76
4.6	Technische outillage voor algemeen gebruik	77
5	BIBLIOTHEEK EN DOCUMENTATIE	81
6	VOORLICHTING	83
7	BEZOEKERS	87

8	WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR	91
9	DE NEDERLANDSE DELEGATIE BIJ DE AGARD	95
9.1	De samenstelling van de Nederlandse Delegatie in 1977	95
9.2	Vergaderingen van de Nationale Gedelegeerden	96
9.3	AGARD jaarvergadering	96
9.4	Technische bijeenkomsten van commissies van de AGARD	97
9.5	AGARD Consultant and Exchange Program	99
9.6	AGARD publikaties	101
	Bijlage 1 – Bijdragen aan congressen en cursussen	103
	Bijlage 2 – Publikaties	107
	Bijlage 3 – Verklaring van een aantal van de gebruikte afkortingen	113
	SUMMARIES	117

1 Algemene beschouwingen

1.1 BESTUUR VAN DE STICHTING

De enige wijziging in de samenstelling van het bestuur die zich in het jaar 1977 heeft voorgedaan, is het vertrek per 1 juli van Drs. F. Lagerwey, het door de Nijverheidsorganisatie TNO benoemde bestuurslid. In genoemde functie heeft hij een belangrijke inbreng gehad in het beleid.

Het bestuur vergaderde in het verslagjaar op 2 februari, 22 april, 14 juni, 27 september en 14 december.

De voorzitter van de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR en de directie woon- den de vergaderingen bij.

Het bestuur werd terzijde gestaan door de heren A. H. Geudeker, G. A. Lens en R. A. Jager als technisch medewerker en door Drs. A. de Graaff als financieel- economisch medewerker.

Mr. H. Vermeulen trad op als secretaris-penningmeester.

Van de technische medewerkers van het bestuur ging de heer Geudeker, die vele jaren aan de stichting was verbonden en zich daarvoor zowel rechtstreeks als via zijn AGARD-functies in hoge mate verdienstelijk heeft gemaakt, met ingang van 1 juni met pensioen. Op 30 april daaraan voorafgaande werd, ter gelegenheid van de verjaardag van H. M. de Koningin, de heer Geudeker bij bevordering benoemd tot Officier in de Orde van Oranje Nassau.

Het bestuursbureau was gevestigd in het gebouw van de Afdeling der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de Technische Hogeschool Delft, Kluyverweg 1 te Delft.

1.2 ALGEMENE ZAKEN VAN DE STICHTING

Het NLR ondervond wederom in velerlei opzicht steun en medewerking van de Overheid. Daarnaast kon het zich verheugen in een goede samenwerking met de opdrachtgevers, te weten de militaire en civiele vliegtuiggebruikers, de Nederlandse vliegtuigindustrie, de Rijksluchtvaartdienst (RLD), het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR) en de overige binnenlandse en buitenlandse opdrachtgevers.

Aangezien in hoofdstuk 1.3 "Achtergronden van het beleid", waarin elk jaar een ander aspect van het beleid wordt belicht, het onderwerp buitenlandse betrekkingen en internationale samenwerking deze keer uitvoerig wordt besproken, moge op deze plaats worden volstaan met de constatering dat de activiteiten van het NLR op dit gebied steeds meer tijd en aandacht vragen. Het verheugt het bestuur, dat

de gewezen algemeen directeur Ir. A. J. Marx tot eind 1977 als adviseur van het bestuur zijn rijke ervaring met internationaal overleg tot nut van het NLR heeft willen inbrengen.

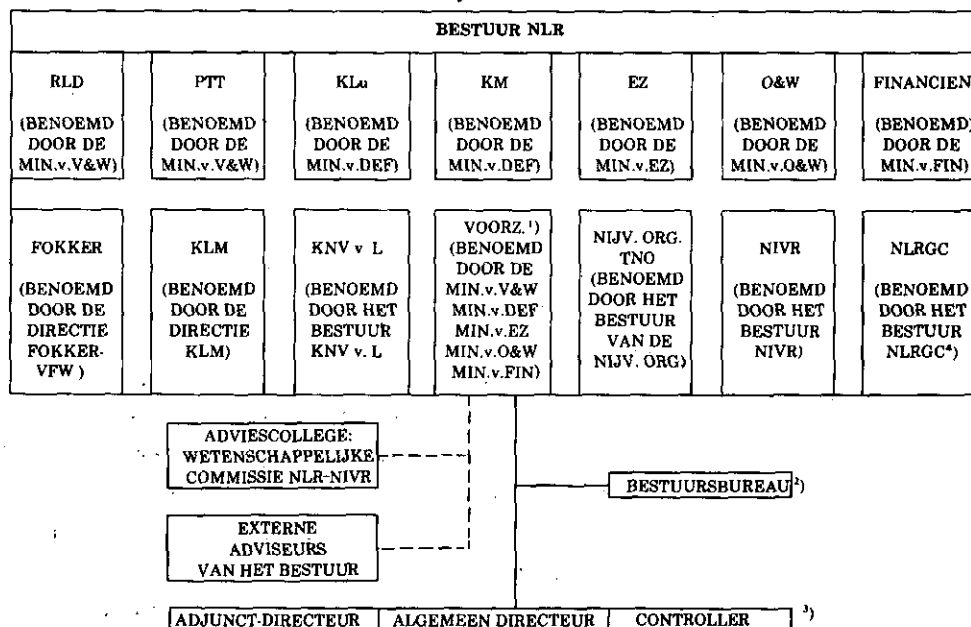
Zoals bekend hebben de voorzitters van het NLR- en van het NIVR-bestuur over en weer als "gewoon" bestuurslid zitting in de respectieve besturen. De voorzitter van het NLR-bestuur werd m. i. v. 29 oktober voor de bij het NIVR geldende statutaire termijn van drie jaren als bestuurslid van die Stichting herbenoemd.

Op 20 mei 1977 overleed de heer J. C. Viveen R. A., die op 1 januari 1976 om gezondheidsredenen zijn functie van controller-directielid had moeten neerleggen. De levensloop van de heer Viveen werd beschreven in een "In Memoriam" dat in het verslag over het jaar 1976 werd opgenomen.

Voor hetgeen de directie, haar medewerkers en haar adviseurs in het verslagjaar hebben bijgedragen om het laboratorium zowel technisch-wetenschappelijk en commercieel als in sociaal opzicht goed te doen functioneren heeft het bestuur grote waardering.

Ook in het verslagjaar hebben bestuur en directie wederom regelmatig contact met elkaar onderhouden. Dit betreft vooral de beleidsvoorbereiding en de bestuursvergaderingen.

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



- 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) Vakant.

Verschillende van de onderwerpen waarmee bestuur en directie zich hebben beziggehouden komen in de hoofdstukken over de gang van zaken bij het laboratorium aan de orde. Daartoe behoren uiteraard ook de grote investeringen. Een daarvan moge reeds hier worden vermeld. Op 20 december van het verslagjaar werd een nieuw laboratoriumvliegtuig, een Swearingen Metro II, besteld.

Een schematisch overzicht betreffende de organisatie van de Stichting en van het laboratorium is te vinden op de bladzijden 8 en 20.

Gaarne wil het bestuur op deze plaats zijn grote waardering uitspreken voor de steun die werd ondervonden van de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR met haar Subcommissies en van de NLR Computer Commissie. Ook is dank verschuldigd aan verschillende externe adviseurs van het bestuur. Aan de werkzaamheden van de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR is een afzonderlijk hoofdstuk gewijd (blz. 91).

Als accountant van de Centrale Accountantsdienst van het Ministerie van Financiën (CAD), die in opdracht van het bestuur het NLR controleert, is de heer E. J. Strasters R. A. met ingang van het boekjaar 1977 opgevolgd door de heer W. N. M. Nuhn R. A.

Een mijlpaal in de 58-jarige geschiedenis van het NLR was de herdenking van de omzetting van de Rijksstudiedienst voor de Luchtvaart in de stichting die thans Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium heet. Die herdenking vond plaats 40 jaar na dato, nl. op 14 juni van het verslagjaar in de 158e vergadering van het bestuur die in de vestiging Noordoostpolder werd gehouden.

In een bij die gelegenheid door de voorzitter uitgesproken rede citeerde deze de toespraak uit 1937 van de toenmalige minister van Waterstaat, Jhr. Ir. O. C. A. van Lidt de Jeude, in de eerste bestuursvergadering, en bezag vervolgens de daarin aan de orde gekomen onderwerpen vanuit de huidige optiek. In die bestuursvergadering van 14 juni 1977 werd door verschillende bestuursleden opgemerkt, dat men de toespraak van de minister en de beschouwing van de voorzitter vanuit de huidige optiek naast elkaar leggend tot het inzicht komt, dat het destijds gevoerde beleid weldoordacht is geweest. Voor de volledige tekst van de rede van de voorzitter moge worden verwezen naar de bijlage van het vorige verslag. Op deze plaats moge worden volstaan met de weergave van de laatste drie alinea's uit genoemde rede van de voorzitter:

"Enkelé woorden moge ik nog wijden aan de onderwerpen:

- samenwerking in de ruimste zin*
- stichtingsvorm*
- de band met het penvoerende ministerie*

Ik hoop, dat de komende jaren gekenmerkt zullen zijn door blijvende goede samenwerking binnen het bestuur, binnen het NLR als geheel, met de overheid, met de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR, met andere speurwerkinstellingen in binnen- en buitenland en met alle opdrachtgevers. Al bestaat de instelling reeds sinds 1919, zodat er, als we het nauw nemen, vandaag geen jubileum gevierd kan

worden, toch is het van wezenlijke betekenis er een ogenblik bij stil te staan, dat de voor onze middelgrote instelling gekozen vorm van een stichting met een - in beginsel - zelfstandige positie een historische proef van veertig jaren heeft doorstaan. Juist door die rechtsvorm zijn mogelijk geworden: de doelmatige bundeling van belangen op een gebied van geavanceerde techniek én de voor deze onderneming commercieel wenselijke slagvaardigheid. Deze mogelijkheden zullen naar het mij vóórkomt ook in het nieuw ingetreden decennium van het NLR als stichting, in het belang van ons land, moeten worden benut.

Tenslotte zou ik - zonder welk dan ook van de bij het NLR betrokken ministeries ook maar enigszins te kort te doen - willen wijzen op de bijzondere banden van onze instelling met het ministerie van Verkeer en Waterstaat. Vooral de nimmer aflatende steun van dit ministerie, waaruit het NLR veertig jaar geleden in zekere zin is voortgekomen - en dat dus in meer dan één betekenis ons "moeder-ministerie" is! -, was steeds van het grootste gewicht. Ik meen dan ook namens het bestuur te mogen spreken, als ik ten besluite van deze overpeinzingen over "veertig jaar stichting" het ministerie van Verkeer en Waterstaat voor die steun erkentelijkheid betuig en vertrouwen uitspreek in de continuïteit van dat beleid".

De in dit verband ter sprake gebrachte continuïteit is van uitermate groot belang voor een instelling die er steeds voor moet zorgen ook in de toekomst - te denken ware aan de volgende vijf à tien jaar - in staat te zijn opdrachten voor geavanceerde researchprojecten uit te voeren.

1.3 ACHTERGRONDEN VAN HET BELEID

De buitenlandse betrekkingen van het NLR en de internationale samenwerking

Inleiding

Voorals in de laatste jaren zijn de buitenlandse betrekkingen van het NLR aanzienlijk in aantal toegenomen. Zo werden in het begin der zeventiger jaren de meeste bezoeken van buitenlanders aan het NLR nog in detail vermeld in de verslagen. Het aantal bezoeken bedroeg toen 50 à 60 per jaar. In 1976 waren er 130 buitenlandse bezoekers en het is dan ook begrijpelijk - en tevens illustratief voor genoemde ontwikkeling - dat tegenwoordig in de verslagen slechts de belangrijkste bezoekers met name worden genoemd.

De volgende beschouwingen hebben betrekking op de internationale samenwerking op het gebied van de luchtvaartresearch. De geschiedenis van de organisatie van de ruimtevaartresearch heeft een enigszins ander karakter en hierop zal in dit overzicht niet nader worden ingegaan.

Wie de hoofdstukken over nationale en internationale activiteiten in de verslagen over de jaren 1972 tot en met 1976 met elkaar vergelijkt, zal opmerken, dat ook de internationale samenwerking de laatste tijd sterk is toegenomen. In het verslag over 1972 werd vermeld, dat de samenwerking op het gebied van luchtvaartresearch in West-Europees verband steeds meer gestalte begon te krijgen en dat in dat kader

onder auspiciën van de NAVO twee nieuwe internationale werkgroepen op het gebied van windtunnels ("Aerotest") werden gevormd. In 1974 werd gesproken over intensivering van de samenwerking met de Europese zusterinstellingen, in het bijzonder met de DFVLR, en over deelneming aan een "Coordinating Committee" voor grote Europese testfaciliteiten.

De verslagen over 1975 en 1976 vermeldden het eerste praktische resultaat van de samenwerking met de DFVLR: de Stichting Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW). In 1976 werd melding gemaakt van een nauwere samenwerking met de US Air Force en werd voor het eerst gesproken over een Europese Transsone Windtunnel (ETW) en een in ontwikkeling zijnd nieuw samenwerkingsverband met de drie grote Europese landen op het gebied van de luchtvaartresearch en -technologie. Aan dit verband, bekend als GARTEur ("Group for Aeronautical Research and Technology in Europe"), neemt Nederland sedert 1977 als vierde land deel.

De hieruit blijkende aandacht van bestuur en directie voor de buitenlandse betrekkingen in het kader van de internationale samenwerking is op zichzelf niet nieuw, al kan de laatste tijd van een stroomversnelling worden gesproken.

Ter illustratie hiervan kan het verslag over het jaar 1951 dienen, waarin in het gedeelte dat over buitenlandse contacten gaat, vermeld staat dat de voorzitter van het bestuur en de wetenschappelijk directeur van het laboratorium op verzoek van de Nederlandse regering deelnamen aan een te Washington D.C. gehouden conferentie over een nauwere coördinatie van het luchtvaartonderzoek in NAVO-verband. Die conferentie, gehouden op initiatief van wijlen Prof. Theodore von Kármán, leidde tot de instelling van wat thans de "Advisory Group for Aerospace Research and Development" (AGARD) heet. Het NLR, Nederland vertegenwoordigende, behoorde tot de mede-oprichters van deze groep, die zich heeft ontwikkeld tot een uitgebreid forum ter uitwisseling van wetenschappelijke informatie. Zowel het mede-oprichterschap van de AGARD als het reeds zeer lang bestaande streven om aan het buitenland diensten en samenwerking aan te bieden op het terrein van de experimentele aërodynamica toont aan, dat het huidige actieve "buitenlandse beleid" zijn wortels heeft in de historie van het NLR.

In het volgende zal ter informatie over de achtergronden van het beleid der Stichting worden ingegaan op de mogelijkheden en beperkingen die zich bij internationale samenwerking voordoen en op de evaluatie van vormen en verbanden van internationale samenwerking.

Mogelijkheden en beperkingen
bij internationale samen-
werking

Goede en intensieve buitenlandse betrekkingen zijn voor het NLR van wezenlijk belang om in het internationale verband, dat in de luchtvaart nu eenmaal een grote rol speelt, tot vruchtbare samenwerking te kunnen komen; vruchtbaar in de zin dat onnodige duplicering van werk en outillage vermeden wordt; samenwerking om niet in een geïsoleerde positie te komen, om de eigen specialiteiten te kunnen toetsen en zonodig te verbeteren en - niet in de laatste plaats - voor het verkrijgen van een goed inzicht in de mogelijke toekomstige ontwikkelingen. Kan dus voor het NLR worden gesteld dat internationale samenwerking van levensbelang is, dan moet daarbij wel meteen worden aangetekend dat het pad naar goede samenwerking niet over rozen gaat. Internationale samenwerking op het gebied van

1. uitwisseling van nationaal verkregen resultaten (de laagste - en meest eenvoudige - vorm);
2. gezamenlijk plannen, maar nationaal uitvoeren en financieren van het onderzoek;
3. gezamenlijk plannen en uitvoeren, maar nationaal financieren van het onderzoek;
4. gezamenlijk plannen, uitvoeren en financieren van het onderzoek (de hoogste - en meest complexe - vorm).

Om de mogelijke en zinvolle vormen en soorten van internationale samenwerking te analyseren, lijkt het, in ieder geval op het gebied van de luchtvaarttechnische

ACTIVITEITEN MATE VAN SAMENWERKING	ADVIES OVER DE KEUZE VAN HET WERK - PROGRAMMA	KWALITEITS- CONTROLE OP DE RESULTATEN	VOORT- GANGS - CONTROLE	KEUZE VAN HET WERK - PROGRAMMA	BESLISSING OMTRENT HET BUDGET
GEZAMENLIJKE PLANNING, UITVOERING & FINANCIERING VAN RESEARCH					
GEZAMENLIJKE PLANNING & UITVOERING, maar FINANCIERING OP NATIONALE BASIS					
GEZAMENLIJKE PLANNING maar UITVOERING & FINANCIERING OP NATIONALE BASIS					
UITWISSELING VAN NATIONAAL VERKREGEN RESULTATEN					

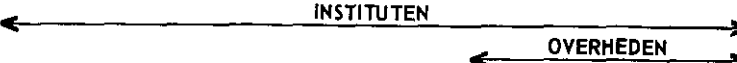


Fig. A - Relatie tussen de mate van samenwerking en de gewenste gezamenlijke researchactiviteiten.

 *Gezamenlijke
activiteit*

○ Afzonderlijke activiteit

Fig. B - Mate van samenwerking tussen de researchinstituten.

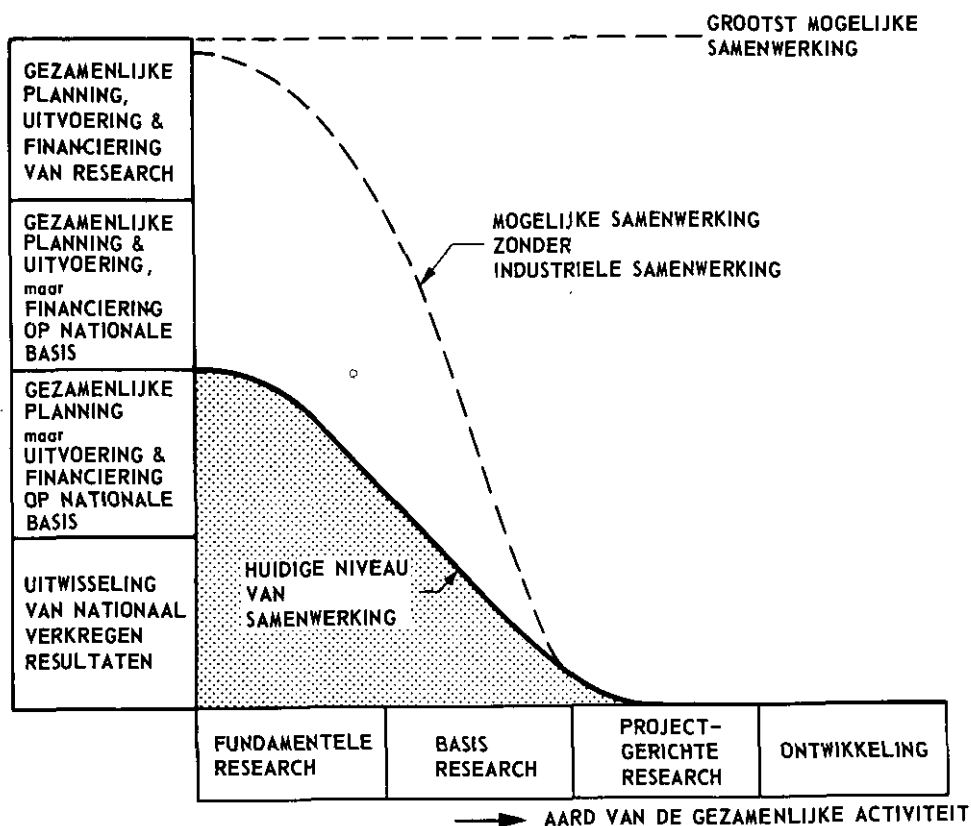


Fig. C - Evaluatie van de mate van internationale samenwerking van het NLR. (Enkele voorbeelden.)

-  Activiteit die gezamenlijk behoort te worden uitgevoerd
-  Activiteit die inderdaad gezamenlijk wordt uitgevoerd
-  Als (2), echter in mindere mate
-  Activiteit die niet persé gezamenlijk behoeft te worden uitgevoerd
-  Als (4), echter in zekere mate wel gezamenlijk uitgevoerd

ACTIVITEITEN MATE VAN SAMENWERKING	ADVIES OVER DE KEUZE VAN HET WERK - PROGRAMMA	KWALITEITS-CONTROLE OP DE RESULTATEN	VOORT-GANGS-CONTROLE	KEUZE VAN HET WERK - PROGRAMMA	BESLISSING OMTRENT HET BUDGET
GEZAMENLIJKE PLANNING, UITVOERING & FINANCIERING VAN RESEARCH	 IN DNW →				
GEZAMENLIJKE PLANNING & UITVOERING, maar FINANCIERING OP NATIONALE BASIS	 MET DFVLR →				
GEZAMENLIJKE PLANNING maar UITVOERING & FINANCIERING OP NATIONALE BASIS	 IN GARTEur →				
UITWISSELING VAN NATIONAAL VERKREGEN RESULTATEN	ACARD				

research, nuttig vervolgens een onderscheid te maken tussen samenwerking op het gebied van

- a) apparatuur- en infrastructuurontwikkeling enerzijds, en
- b) samenwerking op het gebied van theoretisch en experimenteel onderzoek voor de vliegtuigontwikkeling en het vliegtuiggebruik anderzijds.

ad a. Het ligt voor de hand dat internationale samenwerking op het gebied van de grote installaties voor onderzoek steeds belangrijker zal worden. De kosten verbonden aan de ontwikkeling en de bouw van nieuwe, vaak zeer grote installaties, zoals windtunnels, zijn dermate hoog, dat realisatie zonder een samenwerkingsvorm vaak alleen al om budgettaire redenen vrijwel onmogelijk zal zijn. Voorbeelden hiervan zijn de eerder genoemde Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW) en de Europese Transsone Windtunnel (ETW).

ad b. Bij de hierboven als tweede genoemde categorie van werkzaamheden - het theoretische en experimentele onderzoek voor de vliegtuigontwikkeling en het vliegtuiggebruik - wordt in dit hoofdstuk in het bijzonder de vliegtuigontwikkeling nader beschouwd. Samenwerking kan hier aanzienlijk gevoeliger, lees: moeilijker, liggen dan bij de onder a) genoemde apparatuur- en infrastructuurontwikkeling. De verklaring hiervoor is, dat het bij de vliegtuigontwikkeling werkzaamheden betreft die door een laboratorium veelal of op contractbasis ten behoeve van de industrie worden uitgevoerd, of die op korte termijn tot contractwerk ten behoeve van de (nationale) industrie kunnen leiden. Het element concurrentie tussen de vliegtuigindustrieën van de verschillende landen speelt hier op de achtergrond steeds mee, hetgeen de samenwerking tussen de ondersteunende laboratoria uiteraard beperkt. Desondanks is er internationale samenwerking op het gebied van de research voor de vliegtuigontwikkeling. Deze samenwerking beperkt zich echter tot de meest eenvoudige van de eerdergenoemde vier vormen van samenwerking, n. l. tot de uitwisseling van nationaal verkregen resultaten van daartoe geschikt geacht onderzoek.

Buiten de AGARD (zie de inleiding) bestaan thans in Europa tussen vrijwel alle bekende researchinstituten bilaterale en multilaterale samenwerkingsprojecten op dit gebied.

Een grotere mate van internationale samenwerking in Europa kan - zoals algemeen bekend - zeer belangrijke voordelen voor allen bieden. Op grond van dit inzicht werd in 1972 een aanzet tot verdergaande multilaterale Europese samenwerking op het gebied van de aërodynamica gegeven met de oprichting van Eurohyp en Eurovisc. In het kader van multilaterale samenwerking in Europa moet voorts ook CARTEur (zie de inleiding) worden gezien.

Kenmerkend voor deze vruchtbare samenwerkingsverbanden is echter nog steeds, dat zij zich beperken tot uitwisseling van gegevens (links onder in de matrix, fig. A) met ten hoogste een poging om tot gezamenlijke planning te komen. Belangrijk is ook, dat de samenwerking voornamelijk beperkt blijft tot *fundamentele en basis-research*.*

*Men zie in dit verband het hoofdstuk "Achtergronden van het beleid" in het jaarverslag 1975.

Op het interessante maar uiterst moeilijke gebied van de *projectgerichte research**, die vooral in het buitenland dikwijls ook door de industrie zelf wordt verricht, is tot op heden nog niet of nauwelijks samenwerking mogelijk. Dit moet verklaard worden uit het feit dat zich hier een kritische fase in het onderzoek voltrekt, resulterend in industrieel eigendom. De resultaten van dit projectgerichte onderzoek vormen vaak de troeven die een fabriek, hetzij voor een eigen nieuw project, hetzij als partner in een mogelijk internationaal samenwerkingsverband, kan inbrengen.

Ontwikkelingsopdrachten aan researchinstituten ten behoeve van concrete vliegtuigprojecten betreffen meestal betaalde opdrachten van of ten behoeve van de industrie, waarbij het laboratorium - zoals het NLR - tot geheimhouding verplicht is. In Europa bestaan echter toch wel projecten op het gebied van de vliegtuigontwikkeling waarin laboratoria van verschillende landen samenwerken. Deze zijn evenwel te danken aan een daartoe noodzakelijk samenwerken tussen de desbetreffende nationale vliegtuigindustrieën in het kader van een nauwkeurig omschreven gezamenlijk vliegtuigproject. Zoals bekend, gaat het bij de industriële ontwikkeling in Europa tot nu toe om incidentele samenwerkingsverbanden, waarin de samenwerking weliswaar zeer intensief kan zijn, maar die, doordat het meestal de ontwikkeling van één concreet project betreft, van beperkte duur is. Indien de industriële samenwerking een grotere continuïteit zou vertonen, zou ook de samenwerking tussen de researchinstituten intensiever kunnen zijn.

In figuur B is zeer globaal en schematisch aangegeven in welke mate thans internationale samenwerking op het gebied van het luchtvaartonderzoek is gerealiseerd*. Verdergaande samenwerking tussen de reeds bestaande en organisch op eigen wijze gegroeide nationale laboratoria zal slechts via een voortgezet groeiproces tot stand kunnen komen.

In het bijzonder lijkt een verdergaande multilaterale samenwerking op het gebied van de fundamentele en de basisresearch goed denkbaar.

Voor een verdergaande samenwerking in de projectgerichte research zal echter vooral een voortgezette groei in en continuïteit van de samenwerking tussen de Europese vliegtuigindustrieën nodig zijn. De mate waarin en het tijdstip waarop die grotere samenwerking tot stand zou kunnen komen, zal echter sterk bepaald worden door de toekomstige structuur van de vliegtuigindustrie in Europa, de goede wil bij de researchinstituten zelf en de politieke wil bij de betrokken overheden. De Europese politieke toenadering zal hierbij mede een belangrijk facet zijn.

Evaluatie van internationale
samenwerkingsverbanden

Tenslotte worden, tegen de hierboven geschetste achtergrond, enkele van de samenwerkingsverbanden beschouwd die in de inleiding van dit hoofdstuk zijn genoemd en waar het NLR bij is betrokken. Omvang en intensiteit van die soorten van samenwerking kunnen worden geëvalueerd door de matrix (figuur A) voor elk

* Men zie in dit verband het hoofdstuk "Achtergronden van het beleid" in het jaarverslag 1975.

van die verbanden in te vullen. Zeer schetsmatig ziet het samenwerkingspatroon in die verbanden er dan uit als aangegeven in figuur C. De omvang blijkt uit de "vulling" van een cirkel en de intensiteit door het aantal ingevulde cirkels op een bepaalde regel.

Uit figuur C blijkt, dat een zeer nuttig en zelfs onmisbaar samenwerkingsverband als de AGARD toch een "lage" vorm in het totale bereik van mogelijke vormen is. De samenwerking in de DNW is duidelijk de hoogste vorm die tot nu toe is bereikt. Hij strekt ook elders in Europa tot voorbeeld. De nog heersende lacunes, zoals het ontbreken van een internationale Wetenschappelijke commissie of equivalent daarvan, voor de verzekering van een goede wetenschappelijke kwaliteit van de research, zijn eveneens herkenbaar in de figuur. Naast het streven naar een voor het NLR passende omvang en intensiteit in de internationale samenwerking, hebben deze lacunes bij het bevorderen van de buitenlandse betrekkingen de bijzondere aandacht van het bestuur.

1.4 FINANCIELE AANGELEGENHEDEN VAN DE STICHTING

In het kader van de algemene beschouwing m. b. t. de werkzaamheden in 1977 wordt in het onderstaande in het kort enige aandacht geschonken aan de financiële aangelegenheden van de Stichting.

In de vergadering van 2 februari 1977 heeft het bestuur de herziene exploitatie- en kapitaalbegroting voor 1977, alsmede de ontwerp exploitatie- en kapitaalbegroting voor 1978, vastgesteld.

In zijn vergadering van 14 juni 1977 stelde het bestuur de financiële jaarstukken van de Stichting over 1976 vast. Deze stukken zijn door de Centrale Accountantsdienst van het Ministerie van Financiën gecontroleerd, en bij beschikking d. d. 12 september 1977 van de Minister van Verkeer en Waterstaat goedgekeurd.

In het verslagjaar is technisch-wetenschappelijk onderzoek tot een bedrag van f 32.394.500, -- in opdracht uitgevoerd. Voor werkzaamheden die in eigen beheer zijn verricht was, naast van deelnemers ontvangen bijdragen, een exploitatiesubsidie benodigd van f 23.367.400, --.

Deze werkzaamheden in eigen beheer betroffen

1. Speurwerkonderzoekingen	f 12.294.600, --
2. Research en ontwikkeling met het oog op de uitrusting van het laboratorium	f 11.315.400, --
3. Wetenschappelijke diensten	f 525.500, --

Voor investeringen werd van overheidswege een z.g. extra subsidie van f 4.600.000, -- aan de Stichting verstrekt. Daarnaast werd de Stichting gemachtigd in 1977 verplichtingen aan te gaan, die zullen leiden tot betalingen in latere jaren, tot een bedrag van f 4.000.000, --. De in 1977 aangegane verplichtingen beliepen in totaal f 7.587.400, --. Op de te betalen verplichtingen uit 1977 en uit voorgaande jaren werd in het verslagjaar f 6.209.800, -- betaald.

In verband met de bouw van de Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW) is een bedrag van f 12.325.000, -- ter beschikking gesteld van de Stichting DNW. De DFVLR heeft een bedrag van f 21.778.600, -- aan de Stichting DNW doen toekomen. Het verschil tussen de bijdragen van het NLR en de DFVLR zal in het eerste kwartaal van 1978 worden rechtgetrokken.

1.5 ORGANISATIE EN PERSONEEL VAN HET LABORATORIUM

Organisatie

Met de leiding van de diverse hoofdafdelingen en dienstengroepen van het laboratorium (zie organisatieschema op blz.20) waren aan het einde van het verslagjaar belast:

Prof. Ir. H. Bergh	leider hoofdafd. stromingen
Ir. J. J. P. Moelker	leider hoofdafd. vliegtuigen
Dr. Ir. H. P. van Leeuwen	leider hoofdafd. constructies en materialen
Ir. P. Kant	leider hoofdafd. ruimtevaartuigen
Ir. G. Brink en Ir. D. J. van Dieren	leiders technische diensten
Ir. W. Loeve	leider wetenschappelijke diensten
J. A. Verberne, R. A.	leider overige diensten
Ir. D. J. van den Hoek	algemeen bedrijfscoördinator

In de organisatie van het laboratorium vonden enkele wijzigingen plaats.

Per 1 juli werden de bewakingsbeambten te Amsterdam en in de Noordoostpolder ondergebracht in een nieuwe afdeling Bewaking (TX), ressorterende onder de Technische Diensten. Deze afdeling is verantwoordelijk voor de bewaking van de terreinen en gebouwen in Amsterdam en de Noordoostpolder, een taak die gedeeltelijk door NLR-medewerkers en gedeeltelijk door derden wordt uitgevoerd.

De heer G. M. Zwierink, die als Beveiligingsinspecteur aan de directiestaf is verbonden, werd tevens benoemd tot afdelingschef van de afdeling Bewaking.

Op 1 november werden de afdelingen Bibliotheek, Documentatie, Fotografie en Reproductie (WB), Correspondentie (OC) en Archief (OD) samengevoegd tot een nieuwe afdeling met de naam "Bibliotheek, Archief en Tekstverwerking" (OB). Deze afdeling is organisatorisch ingedeeld bij de Overige Diensten en staat onder leiding van Ir. W. F. Wessels.

Per 1 september werd ing. F. J. Sterk benoemd tot Coördinator Projecten NIVR.

Op 1 december 1977 nam Ir. R. B. A. Wasch de functie van Coördinator Projecten Krijgsmacht over van de heer A. Neut. De heren Sterk en Wasch maken in bovengenoemde functies deel uit van de directiestaf van het laboratorium. Met ingang van 1 januari 1978 werd Dr. R. J. H. Wanhill benoemd tot chef van de afdeling Materialen, behorende tot de hoofdafdeling Constructies en Materialen. Deze functie werd tot die datum door de hoofdafdelingschef Dr. Ir. H. P. van Leeuwen waargenomen.

Pensionering

In het verslagjaar bereikten zes medewerkers de pensioengerechtigde leeftijd, de heren W. J. Hermans (afd. Vliegtuiginstrumentatie), T. J. Burgerhout (afd. Vlieg-

NLR-PERSONEELSFORMATIE ULTIMO 1977
(tussen haakjes de cijfers van ultimo 1976)

Indeling		Academici en daarmee gelijkgest.	Hogere technici en daarmee gelijkgest.	Overigen	Totaal
DIRECTIE		3 (3)	- (-)	- (-)	3 (3)
Directiestaf		6 (6)	12 (11)	1 (1)	19 (18)
		9 (9)	12 (11)	1 (1)	22 (21)
HAFD. STROMINGEN		3 (3)	1 (1)	3 (3)	7 (7)
- Incompr.Aërodynamica	AI	11 (11)	4 (4)	9 (8)	24 (23)
- Compr.Aërodynamica	AC	13 (13)	17 (17)	18 (16)	48 (46)
- Voortstuwingsaërodynamica	AV	6 (6)	3 (3)	6 (6)	15 (15)
- Aëro-elasticiteit	AE	11 (10)	3 (3)	- (-)	14 (13)
- Theoretische Aërodynamica	AT	6 (5)	2 (2)	- (-)	8 (7)
- Windtunnelinstrumentatie	AW	2 (2)	7 (7)	5 (5)	14 (14)
		52 (50)	37 (37)	41 (38)	130 (125)
HAFD. Vliegtuigen		3 (3)	- (-)	2 (3)	5 (6)
- Vliegpr.en helikopteronderz.	VV	14 (15)	11 (11)	1 (1)	26 (27)
- Vliegtuiggebruik	VG	14 (14)	4 (4)	2 (1)	20 (19)
- Stabiliteit en besturing	VS	8 (8)	3 (3)	1 (1)	12 (12)
- Prestaties en evaluaties	VP	5 (5)	1 (1)	- (-)	6 (6)
- Vliegtuiginstrumentatie	VA	7 (7)	19 (19)	9 (9)	35 (35)
		51 (52)	38 (38)	15 (15)	104 (105)
HAFD. CONSTR. EN MATERIALEN		1 (1)	- (-)	1 (1)	2 (2)
- Belastingen	SB	4 (4)	2 (2)	- (-)	6 (6)
- Constructies	SC	7 (7)	3 (3)	1 (1)	11 (11)
- Materialen	SM	4 (5)	1 (1)	- (-)	5 (6)
- S-Laboratoria	SL	- (-)	3 (3)	11 (10)	14 (13)
		16 (17)	9 (9)	13 (12)	38 (38)
HAFD. RUIMTEVAARTUIGEN		14 (14)	6 (6)	3 (3)	23 (23)
WETENSCH. DIENSTEN		1 (1)	1 (1)	2 (2)	4 (4)
- Bibl., Doc., Fotogr., en Repr. *)	WB	- (2)	- (5)	- (15)	- (22)
- Elektronika	WE	10 (9)	15 (15)	14 (14)	39 (38)
- Math. modellen en methoden	WM	7 (5)	- (-)	- (-)	7 (5)
- Num. wisk. en Appl. program.	WN	7 (7)	18 (17)	5 (5)	30 (29)
- Rekencentr. en syst. program.	WR	9 (8)	9 (9)	15 (14)	33 (31)
		34 (32)	43 (47)	36 (50)	113 (129)
TECHNISCHE DIENSTEN		2 (2)	1 (1)	1 (1)	4 (4)
- Bouwkundige zaken	TB	- (-)	1 (1)	- (-)	1 (1)
- Centrale	TE	- (-)	2 (2)	14 (13)	16 (15)
- Sterkstroom	TS	1 (-)	1 (2)	7 (6)	9 (8)
- Huishoudelijke zaken	TZ	- (-)	2 (2)	31 (39)	33 (41)
- Techn. projecten	TP	5 (5)	3 (4)	1 (1)	9 (10)
- Ontwerpafdeling	TO	- (-)	14 (15)	1 (1)	15 (16)
- Werkplaatsen	TW	1 (1)	13 (13)	38 (40)	52 (54)
- Bewaking *)	TX	- (-)	- (-)	11 (-)	11 (-)
		9 (8)	37 (40)	104 (101)	150 (149)
OVERIGE DIENSTEN		- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
- Corresp. - Archief *)	OC/OO	- (-)	- (3)	- (10)	- (13)
- Bibl./Archief en Tekstverw. *)	OB	2 (-)	10 (-)	27 (-)	39 (-)
- Administratie	OA	2 (1)	13 (13)	13 (15)	28 (29)
- Magazijn en expeditie	OM	- (-)	1 (1)	5 (5)	6 (6)
- Inkoop	OI	1 (1)	4 (4)	2 (3)	7 (8)
		5 (2)	28 (21)	47 (33)	80 (56)
TOTAAL GENERAAL		190 (184)	210 (209)	260 (253)	660 (646)

*) Zie hoofdstuk 1.5 "Organisatie en personeel van het laboratorium"

Personeelsspreiding over de twee NLR-vestigingen ultimo 1977
(tussen haakjes de cijfers van ultimo 1976)

Categorie	Amsterdam	Noordoostpolder
Academici en daarmee gelijkgestelden	129 (124)	61 (60)
HTS-ers en daarmee gelijkgestelden	136 (138)	74 (71)
Overige technici en daarmee gelijkgestelden	167 (167)	93 (86)
Totaal	432 (429)	228 (217)
Totaal Generaal	660	(646)

proeven en Helikopteronderzoek), Ir. A. Hartman (afd. Materialen), K. Mooiman (afd. Technische projecten), H. Hagers (afd. Huishoudelijke Zaken), en T. Donckerwolcke (afd. Magazijn en Expeditie).

In Memoriam

Op 20 mei 1977 overleed de heer J. C. Viveen, R. A., die op 1 januari 1976 om gezondheidsredenen zijn functie van controller-directielid had moeten neerleggen. Begin 1977 werd hem, ter gelegenheid van de verjaardag van H. M. de Koningin, de Koninklijke Onderscheiding van Officier in de Orde van Oranje Nassau verleend. De levensloop van de heer Viveen werd beschreven in een "In Memoriam" dat in het NLR-verslag over het jaar 1976 werd opgenomen.

In 1977 overleden nog drie oud-medewerkers van het NLR, te weten de heren P. W. Drent, W. A. Rijkers, en A. Kok.

Jubilea

Drie medewerkers vierden hun 40-jarig ambtsjubileum, mevr. J. H. Buttstedt (afd. Correspondentie), en de heren J. A. Beukering (afd. Incompressibele Aërodynamica), en B. G. H. Pasteuning (afd. Werkplaatsen).

Drie medewerkers waren 25 jaar in dienst van het NLR: de heren H. Janszen (afd. Werkplaatsen), Ir. A. C. A. Bosschaart (afd. Technische projecten), en W. N. Kemper (afd. Werkplaatsen).

Promoties

Op 24 juni promoveerde Ir. J. W. Boerstoeel tot doctor in de Technische Wetenschappen aan de TH Twente op een proefschrift getiteld "Design and analysis of a hodograph method for the calculation of supercritical shock-free aerofoils".

Promotor was Prof. Dr. Ir. P. J. Zandbergen; co-referent was Prof. Dr. Ir. A. I. van de Vooren, hoogleraar aan de Rijksuniversiteit van Groningen.

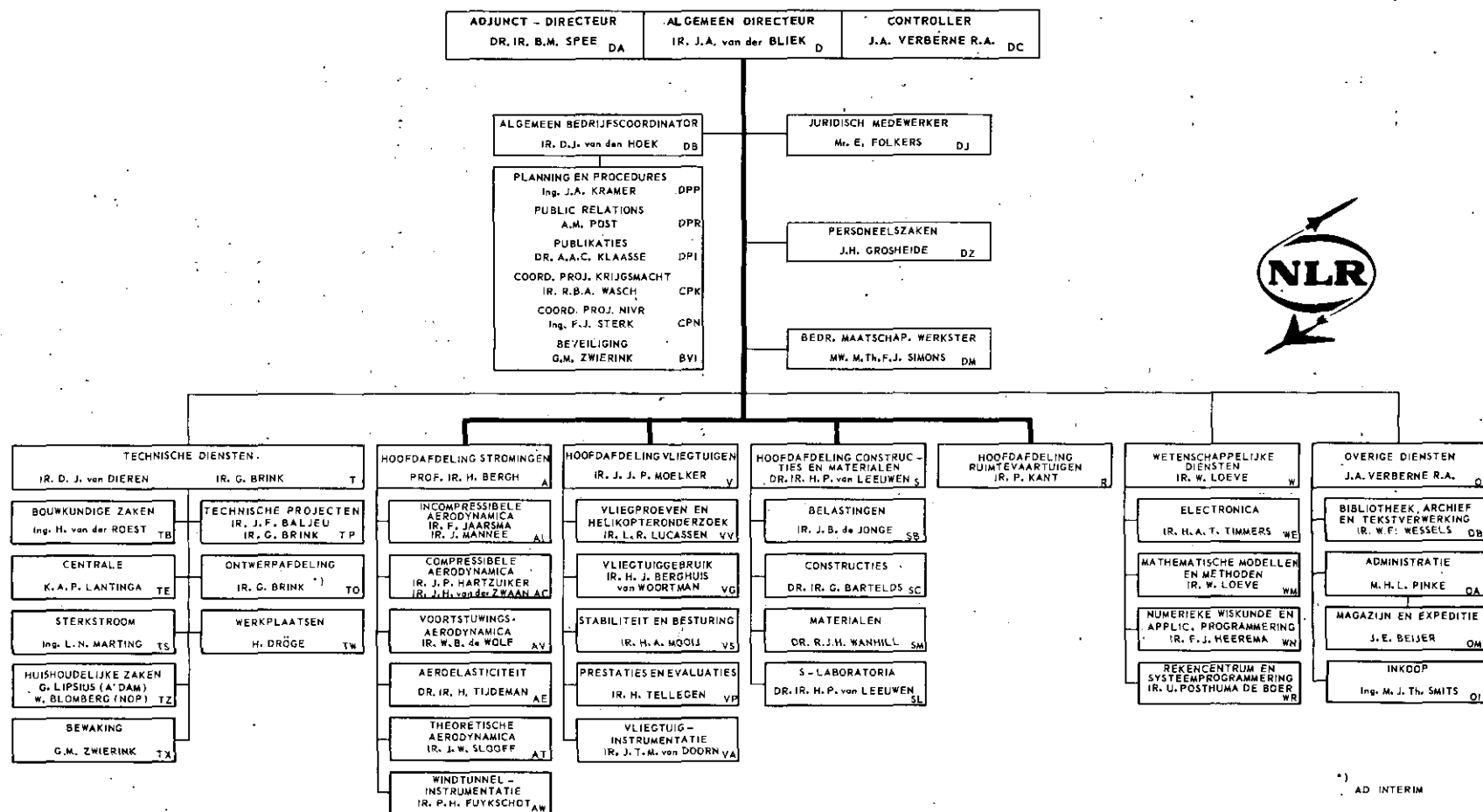
Op 21 december promoveerde Ir. H. Tijdeman tot doctor in de Technische Wetenschappen aan de TH te Delft op een proefschrift getiteld "Investigations of the transonic flow around oscillating airfoils". De promotie geschiedde met lof.

Promotor was Prof. Ir. H. Bergh; co-promotor was Prof. Dr. Ir. J. L. van Ingen.

Personeelsbestand

Het totale personeelsbestand en de spreiding daarvan over de beide vestigingen zijn in de tabellen op pags. 18 en 19 weergegeven. Tussen haakjes is het personeelsbestand van eind 1976 weergegeven.

ORGANISATIESCHEMA VAN HET LABORATORIUM



Adviseurs van de directie

In 1977 waren Prof. Ir. D. Bosman, Prof. Dr. Ir. J. Schijve, Prof. Dr. Ir. P. J. Zandbergen en Prof. Ir. T. van Oosterom (tot 1 juli) als adviseur van de directie aan het laboratorium verbonden.

Stichting Pensioenfonds

Aan het eind van 1977 was de samenstelling van het bestuur van de "Stichting Pensioenfonds van de Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium" aldus:

Mr. G. W. van Hasselt	voorzitter	} werkgeversvertegenwoordigers
Drs. C. J. Schotsman	vice-voorzitter	
Ing. J. H. A. te Boekhorst	secretaris	} werknemersvertegenwoordigers
Ing. F. J. Sterk	penningmeester	
Ir. R. Ross	lid	

Ondernemingsraad

De Ondernemingsraad NLR hield in 1977 zes vergaderingen onder voorzitterschap van de algemeen directeur. Onderwerpen van gesprek waren, onder andere, de toekomstige ontwikkelingen in de vestiging Noordoostpolder, de exploitatiefase van de DNW, de instelling van de Commissie Veiligheid, en de instelling van de OR-commissie "De ouder wordende medewerker".

Twee van de OR-vergaderingen werden bijgewoond door de voorzitter van het bestuur.

Personeelsvereniging

Ook in 1977 is de Personeelsvereniging van het NLR erin geslaagd diverse mogelijkheden voor algemene ontwikkeling, ontspanning en sportbeoefening te bieden, zowel op de vestiging in Amsterdam als in de Noordoostpolder. Daarnaast leverde de Personeelsvereniging aan de Open Dag op 10 september in de vestiging Noordoostpolder belangrijke bijdragen, die vooral door de jeugdige bezoekers zeer op prijs werden gesteld.

1.6 NATIONALE EN INTERNATIONALE ACTIVITEITEN

Nadat in de jaren 1974 en 1975 in Europa een terughoudendheid was geconstateerd met betrekking tot de ontwikkeling van nieuwe vliegtuigprojecten, trad bij het NLR in de tweede helft van 1976 een opleving op in de opdrachten van buitenlandse ondernemingen. In het jaar 1977 zette deze lijn zich voort, hetgeen vooral veroorzaakt werd doordat een aantal uitgebreide voorstudies uitgevoerd werd door de Europese vliegtuigindustrie, in het kader waarvan het NLR opdrachten voor wind-tunnelonderzoek mocht ontvangen. Het NLR prijst zich gelukkig dat van zijn diensten op het gebied van aërodynamisch onderzoek op zo uitgebreide schaal gebruik wordt gemaakt in een stadium waarin bij dergelijke studies kwalitatief en kwantitatief hoge eisen gesteld worden aan het experimentele onderzoek.

Het nationale programma van onderzoek ANP (Aanloop Nieuw Project) t.b.v. een nieuw Nederlands project voor een modern verkeersvliegtuig, uitgevoerd in opdracht van het NIVR en in nauwe samenwerking met Fokker-VFW, werd met kracht voortgezet. Hoewel, om verschillende redenen, een beslissing over de definitieve

configuratie van dit vliegtuig nog niet genomen kon worden, werd rond de jaarwisseling toch een zodanig stadium bereikt dat in 1978 met een meer gericht programma kan worden begonnen, waarin gebruik gemaakt zal worden van een aantal elementen die zijn ontwikkeld in het kader van het ANP programma. Het betreft hier vooral de nieuwe vleugeltechnologie die ter verbetering van de economie van het vliegtuig een zeer belangrijke rol zal spelen. Ook op het gebied van nieuwe materialen en constructies en op het gebied van de aëroakoestiek werden in het kader van dit programma onderzoeken verricht die kunnen leiden tot aanzienlijke verbeteringen in het ontwerp van het nieuwe verkeersvliegtuig.

Met de werkzaamheden t.b.v. de ontwikkeling, bouw en operatie van de IRAS-satelliet werd in 1977 begonnen, nadat eind 1976 de goedkeuring van de Nederlandse overheid voor dit project was ontvangen. De samenwerkende instanties, NIVR, NASA en de SRC, bereikten overeenstemming over de taakverdeling. Het NLR voert zijn deel van de werkzaamheden uit in opdracht van het Industriële Consortium ICIRAS, gevormd door Fokker-VFW en HSA. De taak van het NLR betreft de voorbereiding en uitvoering van de satelliet-operaties vanaf de aarde, de ontwikkeling van de software voor de computer welke in de satelliet wordt ingebouwd, het voorbereiden van de "ground check-out" alsmede de ontwikkeling van de software hiervoor, en de beproeving van het standregelsysteem van de satelliet.

Voor de eerste vlucht van Spacelab is een van de twee geselecteerde Nederlandse experimenten afkomstig van het NLR. Het betreft hier een onderzoek naar de beweging van vloeistoffen in vaatjes onder condities waarbij de invloed van de zwaartekracht verwaarloosbaar is. Het onderzoek wordt uitgevoerd in opdracht van het NIVR.

In 1977 werd een uitgebreid en gevarieerd onderzoekprogramma uitgevoerd ter ondersteuning van de werkzaamheden van de Rijksluchtvaartdienst, de Koninklijke Luchtmacht, de Koninklijke Marine en enkele andere binnenlandse opdrachtgevers. De dienstverlening aan de toezichthoudende instanties en de gebruikers van vliegtuigen vormt een waardevol element voor de opbouw van kennis en ervaring bij het laboratorium, vooral omdat deze werkzaamheden een groot aantal medewerkers in direct contact brengen met de problematiek van de gebruikers in de luchtvaart.

De door het NLR vervaardigde apparatuur voor het uitvoeren van de metingen van vliegtuigeigenschappen in niet-stationaire vlucht werd in 1977 ingebouwd in het F28 A1-prototype vliegtuig. In samenwerking met Fokker-VFW en in opdracht van het NIVR werd met dit vliegtuig een vliegproevenprogramma uitgevoerd teneinde de toepassingsmogelijkheden van deze meetmethode voor een middelgroot verkeersvliegtuig te onderzoeken. De methode, die werd ontwikkeld door de afdeling Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TH Delft, heeft tot doel nauwkeuriger en sneller dan tot nu toe gebruikelijk een groot aantal vliegtuigeigenschappen te bepalen. Na een verdere evaluatie van de meetresultaten in 1978 zal worden gezien in hoeverre deze methode kan worden toegepast in het nieuwe meet- en registratiesysteem dat nu wordt ontwikkeld voor gebruik in de 80-er jaren, o.a. ten behoeve van de beproeving van de prototypen van de F28 Super.

In het algemeen kan worden gesteld dat de onderzoeken, in opdracht uitgevoerd, zowel t.b.v. de nationale als de buitenlandse opdrachtgevers, voor het NLR in 1977 een gunstig verloop hadden. Zo werden in het verslagjaar ook werkzaamheden op aëro-elastisch gebied verricht in opdracht van de Amerikaanse Luchtmacht en van de Canadese Luchtmacht. De werkzaamheden omvatten onderzoek in de windtunnel, respectievelijk deelneming aan flutterproeven in de vlucht. De op dit gebied opgebouwde kennis en ervaring zijn ook van groot belang voor de nationale vliegtuigontwikkeling en voor het vliegtuiggebruik in Nederland.

In het verslagjaar viel een hernieuwde algemene belangstelling te constateren voor vermoeiingsaspecten van vliegtuigmaterialen en -constructies. De laatste jaren wordt steeds meer nadruk gelegd op het onderzoek naar het ontstaan van scheuren en naar de scheurgroeisnelheid, vooral ook omdat een steeds langere levensduur van vliegtuigen wordt verlangd onder handhaving van de in de luchtvaart vereiste hoge mate van veiligheid.

Zoals elders in dit verslag vermeld, werden de activiteiten op het gebied van "remote sensing" onderzoek voortgezet, vooral in opdracht van Rijkswaterstaat. Bij het formeel beëindigen van de activiteiten in 1977 van de Nederlandse Interdepartementale Werkgemeenschap voor het Applicatie-onderzoek van Remote Sensing technieken (NIWARS), werd het NLR door het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen in staat gesteld twee medewerkers van de NIWARS in dienst te nemen. Voorts werd het NLR aangewezen als nationaal contactpunt voor de Nederlandse deelname in ESA-verband aan de toepassing van "remote sensing" m.b.v. satellieten. Getracht wordt in samenwerking met de Begeleidingscommissie Remote Sensing, van overheidswege ingesteld, en de belanghebbenden in Nederland, de ontwikkeling van "remote sensing" technieken verder te bevorderen. De kennis en ervaring in Nederland die, veelal in samenwerking met buitenlandse organisaties, is opgebouwd, zal in de komende jaren aangewend dienen te worden om antwoord te geven op vragen die door de Overheid en andere gebruikers worden gesteld en die het NLR zal trachten op te lossen in nauwe samenwerking met luchtvaartondernemingen die op dit terrein actief zijn. Anderzijds zal het NLR zich bezighouden met het verder ontwikkelen van speciale technieken en incidenteel ook met bepaalde apparatuur waarvoor industriële belangstelling bestaat.

De mogelijkheden van de vluchtnabootser met bewegende stuurhut werden in 1977 verder uitgebreid door de ingebruikneming van een TV/maquette-systeem voor zichtnabootsing. Met behulp van deze vluchtnabootser werden, veelal met medewerking van vliegers van buiten het NLR, enige belangrijke onderzoeken verricht in opdracht i.v.m. mogelijke start- en landingsprocedures met grote verkeersvliegtuigen die gebruik maken van moderne elektronische hulpmiddelen zowel in het vliegtuig als op de grond geplaatst, zoals Microwave Landing Systems (MLS).

De bouw van de grote lage-snelheidstunnel, de DNW, die door de DFVLR en het NLR gezamenlijk wordt ontwikkeld en gebouwd, maakte in 1977 goede vorderingen. Eind 1977 werd het windtunnelcircuit gesloten en kon een begin worden gemaakt met de installaties van de mechanische en elektrotechnische delen van de tunnel. Zowel van de DFVLR als van het NLR vroeg de ondersteuning van deze activiteit een aan-

zienlijke capaciteit. Ook aan de voorbereiding van de bedrijfsfase van de DNW, welke in de tweede helft van 1979 zal aanvangen, werd door deze beide organisaties veel aandacht besteed.

De internationale projectgroep (Duitsland, Frankrijk, Groot-Brittannië en Nederland) die tot taak had de mogelijkheden te onderzoeken voor het gezamenlijk bouwen van een transsone windtunnel waarin zeer hoge getallen van Reynolds kunnen worden bereikt, kon in 1977 haar taak in positieve zin beëindigen. Dit resulteerde in een "Memorandum of Understanding", dat inmiddels is getekend door de betrokken vier landen. In het kader van dit M.o.U. is een internationale technische groep opgericht, die onder leiding van een NLR-medewerker, in de NLR-vestiging te Amsterdam, de ontwerpstudie gaat uitvoeren.

De technische groep zal het ontwerp van de tunnel zover uitwerken dat mede aan de hand hiervan door de deelnemende landen een beslissing kan worden genomen over de bouw van een Europese Transsone Windtunnel (ETW).

In april 1977 was Nederland voor het eerst officieel vertegenwoordigd in de "Group for Aeronautical Research and Technology in Europe" (CARTEur) waarin Frankrijk, Groot-Brittannië en West-Duitsland deelnemen. In CARTEur-verband wordt tot nu toe voornamelijk informatie uitgewisseld op zes geselecteerde gebieden van de luchtvaartresearch. Gedurende het verslagjaar werd gezien in hoeverre het mogelijk is verdere stappen te ondernemen in de richting van een integratie van een aantal onderzoekactiviteiten. Gezien het grote aantal bestaande bilaterale overeenkomsten betreffende onderzoek in deze vier landen en de verwachte harmonisatie van de ontwikkeling, bouw en verkoop van nieuwe vliegtuigen in Europa in de komende jaren, mag worden verwacht dat in de nabije toekomst belangrijke voortgang gemaakt kan worden met de harmonisatie van de onderzoekprogramma's t.b.v. de luchtvaart in deze landen.

2 Capita selecta

Naast het overzicht van het wetenschappelijk onderzoek, dat in hoofdstuk 3 wordt gegeven, worden in dit hoofdstuk twee onderwerpen uitvoeriger behandeld.

2.1 HET BEPROEVEN VAN MATERIALEN EN BESCHERMLAGEN VOOR ONDERDELEN VAN STRAALMOTOREN ONDER NAGEBOOTSTE BEDRIJFSOMSTANDIGHEDEN

Inleiding

Vliegtuigen die op lage hoogten opereren, zoals militaire vliegtuigen op laagvliegmissies, komen boven Europa in een geheel andere atmosfeer terecht dan die welke, bijvoorbeeld, boven het grootste deel van de V.S. heerst. Dit wordt onder meer veroorzaakt door industriële luchtvervuiling, waardoor het vocht in de atmosfeer een hoge zuurgraad krijgt. Een en ander heeft een belangrijk grotere corrosiesnelheid van vliegtuigmotoronderdelen tot gevolg, hetgeen tot hoge onderhoudskosten aanleiding geeft.

Het NLR heeft, om deze corrosieverschijnselen te onderzoeken en te helpen bestrijden, speciale installaties gebouwd voor het beproeven van materialen en beschermlagen voor onderdelen van straalmotoren, waarbij de bedrijfsomstandigheden wat milieu en temperatuur betreft zo goed mogelijk worden nagebootst.

Het belang van het beproeven van motoronderdelen onder nagebootste bedrijfsomstandigheden

De prestaties van straalmotoren zijn in de loop der jaren belangrijk verbeterd, doordat de compressieverhouding van deze motoren hoger is geworden en een hogere turbine-inlaattemperatuur kon worden toegelaten. Zo is de laatste decennia de temperatuur van de lucht die de verbrandingskamer binnenkomt 250°C hoger geworden, en de temperatuur in het voorste gedeelte van de turbine steeg eveneens enkele honderden graden. De druk in de verbrandingskamer is ongeveer met een factor vier gestegen.

De vraag naar betere prestaties en een hoger rendement voor straalmotoren was aanleiding voor de ontwikkeling van materialen met betere eigenschappen. Doordat straalmotoren overal worden toegepast, strekt het operatiegebied ervan zich uit tot alle delen van de wereld. Het gevolg hiervan is dat deze "lucht-gebruikende" krachtbronnen bestand moeten zijn tegen vele mogelijke samenstellingen van de lucht. De lucht in een werkende straalmotor bevat verbrandingsprodukten en verontreinigingen, waaronder zout en water, die afkomstig zijn uit de brandstof en de binnengezogen lucht. Deze verontreinigingen veroorzaken corrosie.

Teneinde de corrosie in straalmotoren te beperken, heeft men betere materialen en betere technieken om beschermlagen aan te brengen ontwikkeld. Talrijke artikelen

verschijnen jaarlijks over resultaten van beproevingen van nieuwe materialen en over technieken voor het aanbrengen van beschermlagen. Meestal is het echter erg moeilijk voor de gebruiker van straalmotoren om deze testresultaten te gebruiken voor het oplossen van specifieke corrosieproblemen, omdat de beproevingsmethoden niet gestandaardiseerd zijn, terwijl de omstandigheden waaronder de beproevingen en het gebruik van de motoren plaatsvinden van land tot land sterk verschillen.

De invloed van de omgeving
op corrosie

Straalmotoren werken in de praktijk onder de meest uiteenlopende milieu-omstandigheden. Het is gebleken dat motoronderdelen die in het ene land een levensduur hebben van 2000 uur, slechts een levensduur van 1000 uur hebben in een ander land.

De milieu-omstandigheden, die worden bepaald door het klimaat en de samenstelling van de atmosfeer, hebben een zeer grote invloed op de corrosiesnelheid. De chemische producten die corrosie bevorderen kunnen van natuurlijke oorsprong zijn (bijvoorbeeld van zeewater), of van kunstmatige oorsprong (bijvoorbeeld van industrieën).

Het blijkt dat Nederland, samen met Engeland, Japan en W.-Duitsland, tot de landen behoort waar de grootste, door luchtverontreiniging veroorzaakte, corrosiesnelheid optreedt. Zowel het Nederlandse klimaat als de samenstelling van de atmosfeer zijn zeer schadelijk voor metaaloppervlakken.

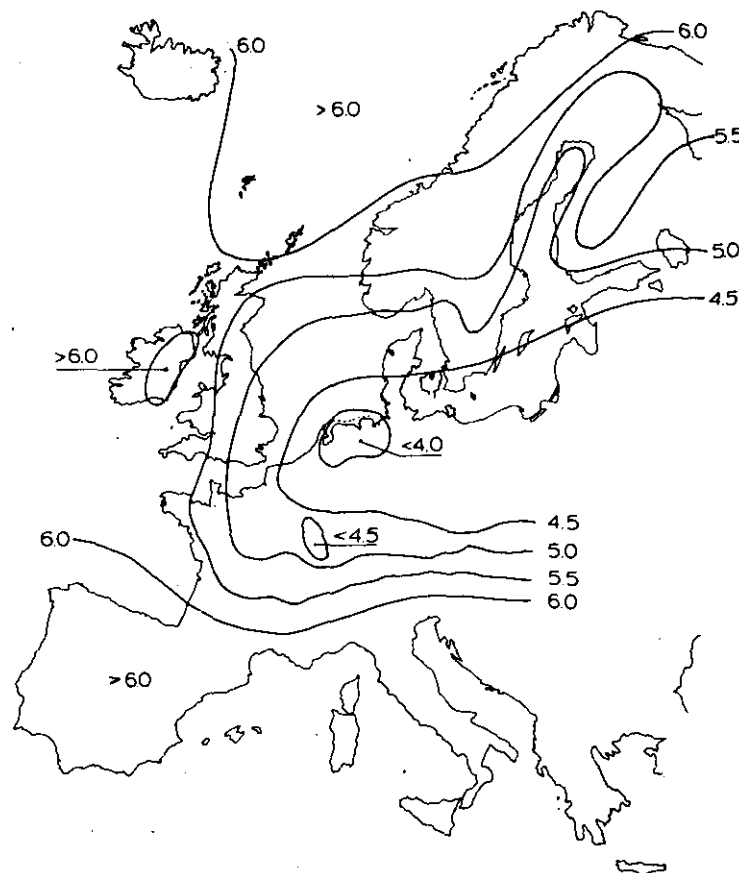


Fig. 1 - Lijnen van gelijke zuurgraad van regenwater in West Europa (iso-pH lijnen, lage pH: hoge zuurgraad).

De volgende factoren dragen bij tot de grote corrosiesnelheid zoals die in Nederland wordt aangetroffen:

- een hoge vochtigheidsgraad,
- een voortdurend gematigde temperatuur,
- een aanzienlijke hoeveelheid neerslag, die bovendien langdurig is en zeer frequent,
- het zeezout in de atmosfeer (vooral de chloride ionen),
- de luchtvervuiling, vooral door de zwaveldioxyde die een hoge zuurgraad van regenwater veroorzaakt (fig. 1).

Het is onmogelijk het cumulatieve effect van al deze factoren te voorspellen, waardoor er een grote behoefte aan standaard-testprocedures bestaat.

Beschrijving van de
beproevinginstallaties
ontwikkeld door het NLR

Door het NLR werden voor het beproeven, zowel van turbine- als van compressoronderdelen, beproevingsinstallaties ontwikkeld, waarin zo veel mogelijk de omstandigheden van de vlucht worden nagebootst. Door beschermlagen voor deze motoronderdelen bloot te stellen aan nagebootste vluchtomstandigheden kan bepaald worden welke ervan de beste bescherming bieden tegen corrosie. Daarbij kan een eerlijke vergelijking alleen maar gemaakt worden als alle beschermlagen worden beproefd onder identieke gebruiksomstandigheden, zoals bijvoorbeeld eenzelfde temperatuur- en verontreinigingsgeschiedenis.

a) Installatie voor het beproeven van turbinerotor- en statorbladen

In het ideale geval zou kruip de levensduur van een turbineblad moeten bepalen. In de praktijk blijkt echter dat, door onvolkomenheden van de constructie en variatie in de bedrijfsomstandigheden, thermische vermoeiing de beperkende factor is. Thermische vermoeiing wordt voornamelijk veroorzaakt door thermische spanningen in een turbineblad, die variëren als de instelling van het motorvermogen wordt gewijzigd. Als het motorvermogen snel wordt veranderd, bijvoorbeeld gedurende starts, gevechtsmanoeuvres of stoppen van de motor, dan kunnen deze thermische spanningen plaatselijke plastische deformatie veroorzaken in het bladmateriaal.

Breuk als gevolg van thermische vermoeiing kan bevorderd worden door corrosie bij hoge temperatuur of door oxydatie. Het toepassen van beschermlagen kan derhalve de levensduur van turbinebladen onder deze omstandigheden aanzienlijk verlengen.

In 1975 werd door het NLR een branderopstelling gebouwd voor het beproeven van turbinerotor- en statorbladen. In deze opstelling, die schematisch wordt weergegeven in figuur 2, kan een niet-roterende bladcascadeopstelling verhit worden door een hete straal van verbrandingsgassen, waarvan de temperatuur regelbaar is. Aan dit gas kunnen verontreinigingen worden toegevoegd, waardoor de echte bedrijfsomstandigheden worden gesimuleerd. Een Hewlett Packard 2100 procescomputer regelt de brandstoftoevoer, de beweging van de cascadeondersteuning, en de insputting van de verontreinigingen in de verbrandingskamer. Deze computer kan zodanig geprogrammeerd worden dat de echte vluchtomstandigheden worden

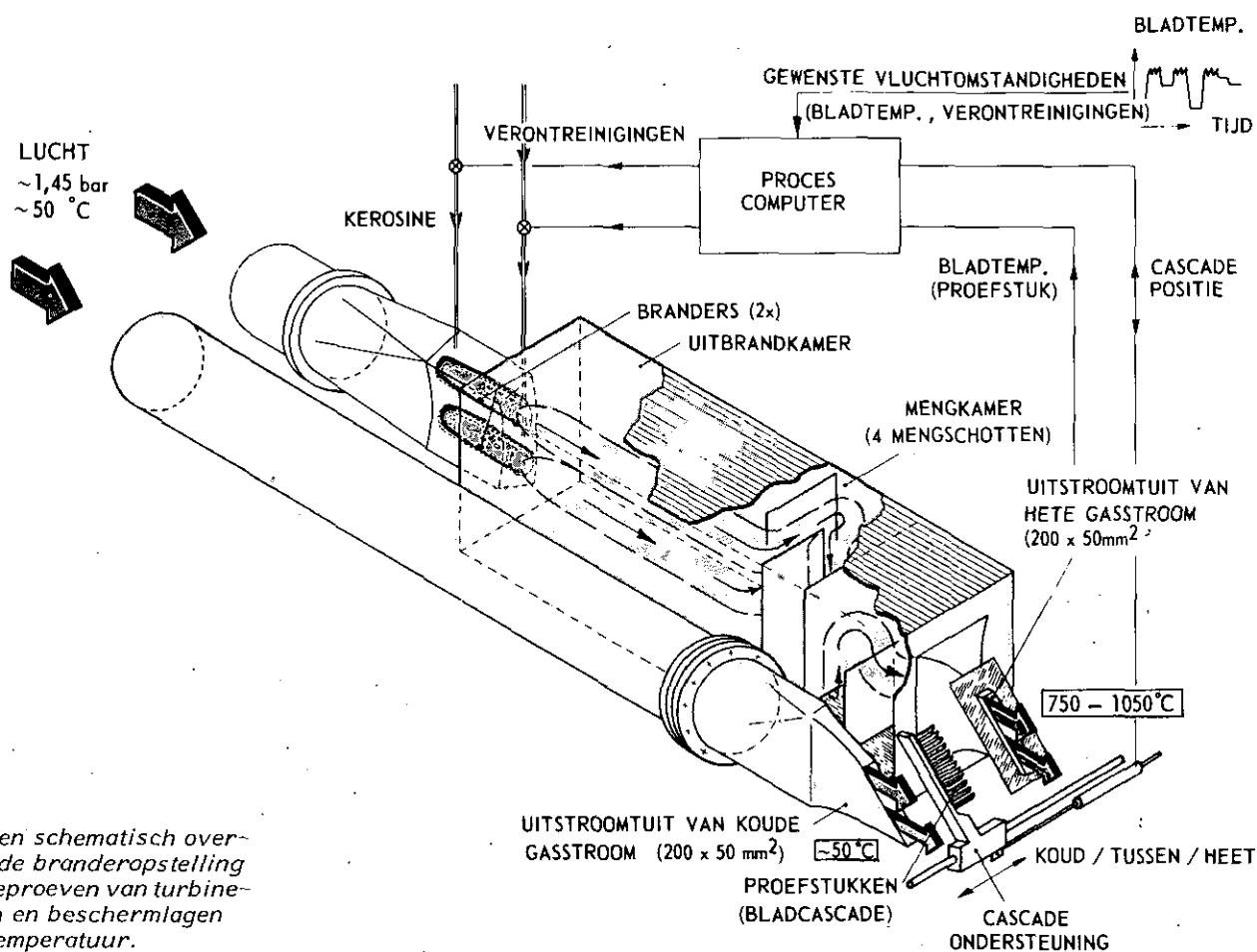


Fig. 2 - Een schematisch overzicht van de branderopstelling voor het beproeven van turbine-materialen en beschermlagen bij hoge temperatuur.

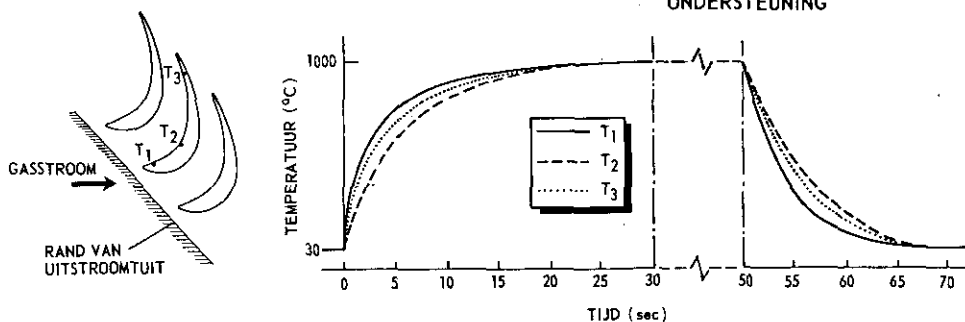


Fig. 3 - Temperatuurverloop van het bladoppervlak gedurende de verhittings/afkoelingscyclus in de branderopstelling.

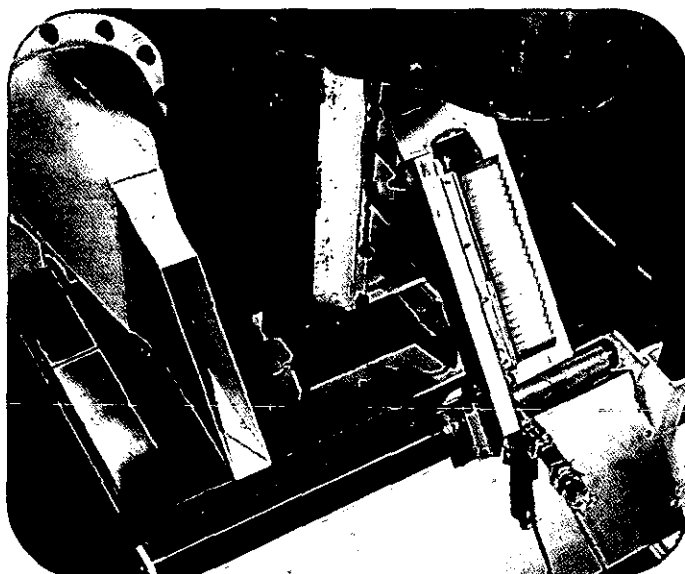


Fig. 4 - Uitstroomtuiten van de branderopstelling (koud en heet), waarvoor zich de te beproeven turbinebladen bevinden.

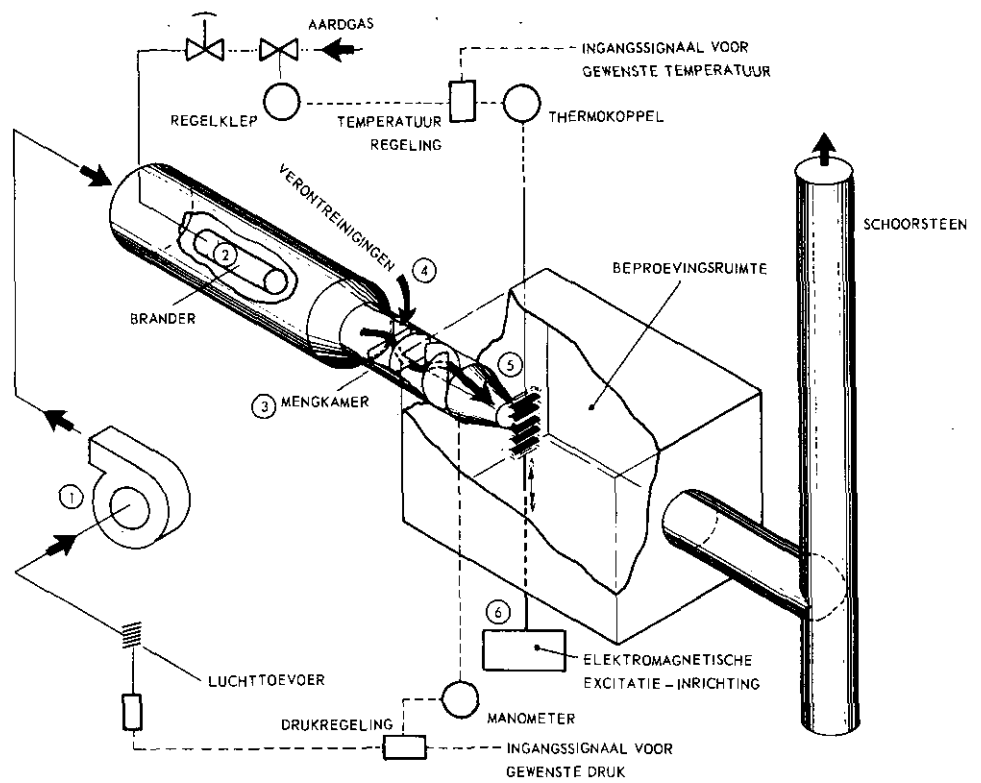


Fig. 5 - Een schematisch overzicht van de installatie voor het beproeven van compressoronderdelen (de verklaring van de cijfers wordt in de tekst gegeven).

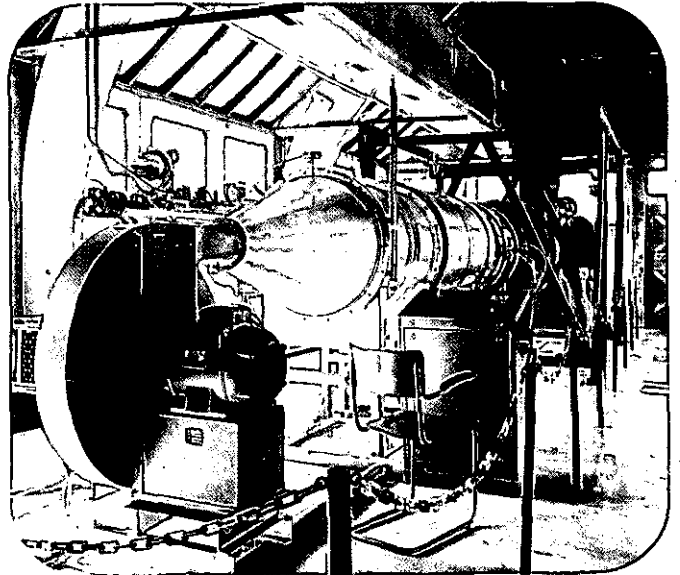
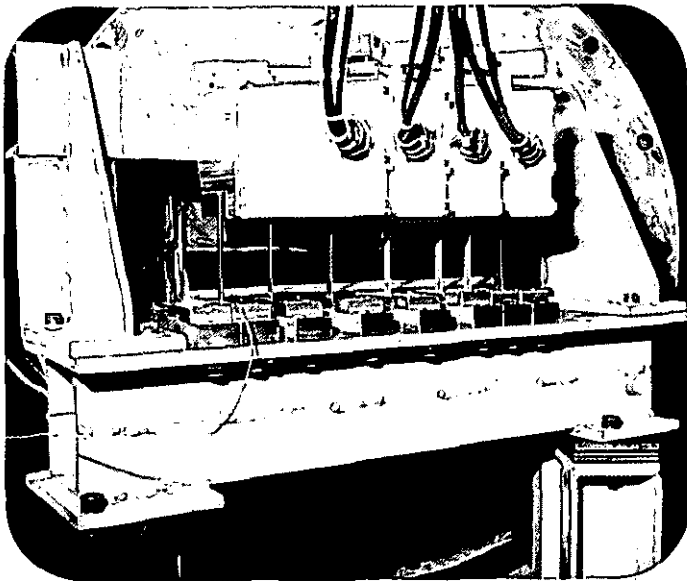


Fig. 6 - Foto's van de installatie voor het beproeven van compressoronderdelen.

nagebootst. Afhankelijk van de bladgrootte kunnen maximaal 25 bladen tegelijkertijd worden beproefd. Figuur 3 toont het temperatuurverloop van het bladoppervlak halverwege het blad gedurende een snelle verhittings/afkoelingscyclus.

Enkele technische specificaties van de branderopstelling zijn als volgt: De totale werkdruk is 1,45 bar. Het getal van Mach waarbij wordt gewerkt is 0,70. De temperatuur van het uitstromende gas kan gevarieerd worden tussen 750°C en 1050°C, met een nauwkeurigheid van ongeveer 15°C.

Figuur 4 laat een foto van de branderopstelling zien. De bedrijfskosten van deze branderopstelling bedragen minder dan 10 % van die van een installatie voor het beproeven van complete motoren. De investeringskosten van het apparaat konden belangrijk worden beperkt doordat gebruik werd gemaakt van de bestaande 440 kW compressor-faciliteit van de afdeling Voortstuwingsaërodynamica. Deze afdeling is verantwoordelijk voor de goede werking van de branderopstelling. Het beproeven zelf en het interpreteren van de meetresultaten worden verricht door de hoofdafdeling Constructies en Materialen. Beide afdelingen zijn gevestigd in de NLR-vestiging Noordoostpolder.

b) Installatie voor het beproeven van compressoronderdelen

Eveneens werd een installatie gebouwd voor het beproeven van compressoronderdelen, dat in milieus dient te geschieden die in temperatuur en samenstelling sterk verschillen van die in bovengenoemd apparaat. De aanbevelingen van de AGARD werden als uitgangspunt genomen bij de bouw van deze installatie, waarvan een schematisch overzicht gegeven wordt in figuur 5.

Lucht wordt samengeperst in een centrifugaalcompressor (1) en verhit in een verbrandingskamer (2) waarin aardgas wordt verbrand. Dit gas/lucht mengsel kan temperaturen bereiken tot 600°C. Teneinde een homogene luchtstroom te verkrijgen, is een mengkamer (3) bevestigd aan de verbrandingskamer. In de mengkamer kunnen verontreinigingen in de hete luchtstroom worden gespoten (4) om de bedrijfsomstandigheden van een motor te kunnen nabootsen. Grote onderdelen kunnen direct aan de uitgang van de mengkamer worden vastgemaakt. Voor het beproeven van rotor- en statorbladen kan een uitstroombuit aan de mengkameruitgang worden bevestigd (5). Aan het einde van de mengkamer kan, afhankelijk van de afmetingen van de uitstroombuit aan de uitgang, een lichtsnelheid tot 150 m/sec worden bereikt en een bladtemperatuur tot 500°C.

Met behulp van een elektromagnetische excitatie-inrichting (6) kunnen de rotor- en statorbladen onderworpen worden aan vermoeiingsbelastingen in hun resonantiefrequentie. Met deze beproevingsinstallatie kan, gelijktijdig, bijvoorbeeld, een rij van tien leischoppen uit de achtste compressortrap van een J-79 motor worden beproefd (zie ook figuur 6).

de meeste materialen die toegepast worden voor deze motoronderdelen, indien zij boven Nederland gebruikt worden een beschermklaag nodig hebben. Ook kon een goede indruk worden verkregen over het type beschermklaag dat het beste toegepast kan worden voor compressoronderdelen.

Grote aandacht zal verder worden besteed aan het standaardiseren van procedures voor het beproeven van motoronderdelen en beschermklagen, waarbij de bedrijfsomstandigheden zoals die in verschillende landen kunnen voorkomen zorgvuldig worden nagebootst.

2.2 OPERATIONELE RESEARCH

Inleiding

In de afgelopen jaren zijn de NLR-onderzoekingen op het gebied van het vliegtuig-gebruik in aantal en omvang sterk toegenomen. Dit is een gevolg van de toenemende complexiteit van de uit te voeren operaties en van de hierbij gebruikte systemen in het vliegtuig en op de grond. In dit verband werden onderzoekingen van uiteenlopende aard uitgevoerd, die primair gericht waren op verbetering van de effectiviteit van de uitvoering zowel van civiele als van militaire vliegtaken, en die veelal worden aangeduid als "Operationele Research" (OR). Kenmerkend voor deze onderzoekingen is dat zij:

- a) gericht zijn op het nemen van de "beste beslissing" door "managing teams",
- b) gebruik maken van kwantitatieve technieken zoals simulatie, netwerkplanning, lineair programmeren, enz.

OR-werkzaamheden hebben vaak een sterk mathematische inslag en vereisen in vele gevallen een grote hoeveelheid rekenwerk. De snelle ontwikkeling van de computer heeft in sterke mate bijgedragen tot vergroting van de mogelijkheden om gecompliceerde OR-problemen op te lossen.

Eén van deze - door het NLR veel gebruikte - mogelijkheden is het simuleren van een te onderzoeken operatie, proces of systeem met behulp van de computer. Daarbij worden alle gebeurtenissen die de operatie karakteriseren op passende wijze nagebootst en geregistreerd. De "door de computer te nemen beslissingen" kunnen zowel volgens voor het proces geldende wetten, d.w.z. op deterministische basis, als wel op statistische grondslag worden voorgeschreven. In het laatste geval spreekt men van "Monte Carlo" methoden; hieraan liggen vrijwel steeds aan de praktijk ontleende statistische gegevens ten grondslag. Om met Monte Carlo methoden een statistisch betrouwbaar resultaat te verkrijgen is het nodig dat de simulatie vele malen wordt herhaald. Teneinde hierbij de rekentijd te bekorten, wordt het proces meestal versneld uitgevoerd ("fast-time" simulaties). Zo kunnen, bijvoorbeeld, vliegtuigoperaties die in werkelijkheid vele uren in beslag nemen, met de computer in een fractie van deze tijd worden nagespeeld.

In de navolgende hoofdstukken wordt een aantal onderzoekingen besproken die door het NLR in de laatste jaren zijn uitgevoerd.

Operaties met civiele vliegtuigen *Intercontinentaal luchtverkeer*

De intensivering van het luchtverkeer stelt de gebruiker van vliegtuigen en de verkeersleiding voor aanzienlijke problemen. Hoewel het aantal vliegtuigen in de lucht steeds toeneemt, moet de kans op botsingen of "bijna-botsingen" niettemin uitermate klein blijven. Dit kan worden bereikt door invoering van nauwkeurigere navigatiesystemen en van verbeterde vliegprocedures. Van bijzondere belang zijn daarbij die gevallen waarbij vliegtuigen op lange trajecten ver moeten omvliegen, waardoor economische problemen ontstaan.

Door het snel groeiende verkeer tussen Europa en de Verenigde Staten vormt de Noord-Atlantische Oceaan in dit verband een belangrijk probleemgebied. Enerzijds dienen de onderlinge afstanden tussen de vliegtuigen (separaties) tijdens de vlucht voldoende groot te worden gehouden, anderzijds worden de luchtvaartmaatschappijen geconfronteerd met economisch ongunstige vliegroutes en vlieghoogten.

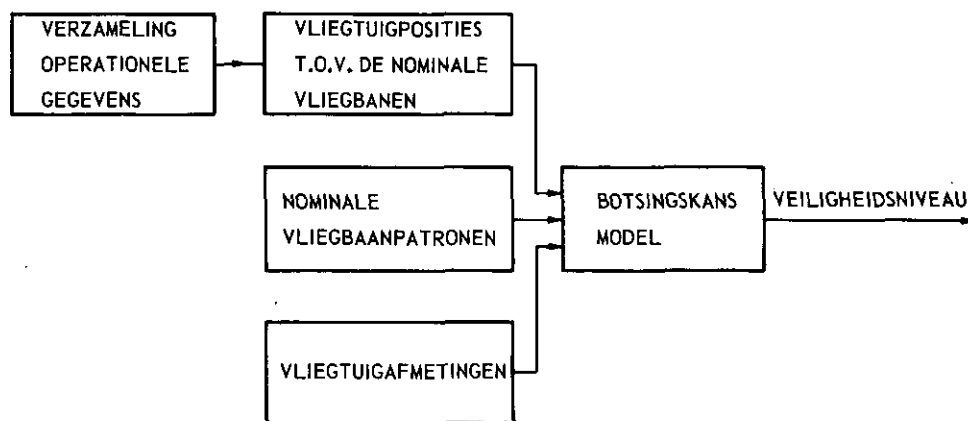


Fig. 7 - Blokschema van een botsingskansberekening.

Deze tegenstrijdige elementen, veiligheid versus een efficiënte vluchttuitvoering, waren aanleiding tot diepgaande onderzoeken in internationaal verband, waaraan ook het NLR in opdracht van de Rijksluchtvaartdienst aanzienlijke bijdragen heeft geleverd. Op basis van een door het Royal Aircraft Establishment (RAE) opgesteld mathematisch model, dat later door het NLR verder werd ontwikkeld, konden de kansen op een vliegtuigbotsing worden berekend voor diverse verkeerspatronen van parallelle vliegbanen en verschillende navigatienauwkeurigheden. De aard van de onderzoeken was in overeenstemming met de in de Inleiding beschreven algemene benaderingswijze van OR-problemen (zie figuur 7).

Het verzamelen van de positiegegevens van de vliegtuigen tijdens operationele vluchten ten behoeve van het onderzoek geschiedt met behulp van radarinstallaties. Uit deze gegevens kan de waarschijnlijkheid worden afgeleid van het optreden van bepaalde afwijkingen van een vliegtuig ten opzichte van zijn voorgeschreven vliegbaan. Aangezien ook de waarschijnlijkheid van het optreden van weinig frequent voorkomende zeer grote afwijkingen uit het meetprogramma moet kunnen volgen, dienen deze meetprogramma's zeer omvangrijk te zijn.

De onderzoeken hebben tot de volgende resultaten geleid:

- de invoering van het z.g. "composite track system", hetgeen inhoudt dat het oorspronkelijke routesysteem (verticale separatie 2000 ft (610 m), laterale en longitudinale separaties 120 nm (220 km)) kon worden uitgebreid met een aantal routes die zowel verticaal als lateraal met de halve standaard-separaties van de bestaande routes zijn gescheiden; hierdoor werd de capaciteit van het "North Atlantic Organized Track System" (NAT/OTS) in aanzienlijke mate vergroot;
- de ontwikkeling van de zogenaamde "Minimum Navigation Performance Specifications" (MNPS). De kenmerkende eigenschap van deze norm is, dat hierin niet bepaalde navigatieapparatuur wordt voorgeschreven, maar dat eisen worden gesteld aan de in de praktijk bereikte navigatienauwkeurigheid. Vliegtuigen die voldoen aan deze eisen, aan de opstelling waarvan het NLR in belangrijke mate heeft bijgedragen, zullen in de nabije toekomst waarschijnlijk gebruik kunnen maken van een routesysteem met een tot de helft (60 nm, 110 km) gereduceerde laterale separatie.

De onderzoeken en het verzamelen van de hiervoor nodige gegevens worden in internationaal verband uitgevoerd onder supervisie van de North Atlantic Systems Planning Group (NAT/SPG).

Continentaal luchtverkeer

De in gebruik zijnde navigatiehulpmiddelen voor het "en-route" verkeer boven het Europese vasteland (zoals VOR- en DME-bakens en rondzoekradars) maken een aanzienlijk nauwkeurigere plaatsbepaling van het vliegtuig mogelijk dan voor het intercontinentale verkeer het geval is.

Hoewel in principe met behulp van, bijvoorbeeld, traagheidsnavigatie (INS) ook via willekeurig in de ruimte te kiezen punten (z. g. "way-points") kan worden gevlogen, wordt het grootste deel van het luchtverkeer nog langs de van bakens tot bakens lopende routes geleid. De invoering van parallelle routesystemen (twee vrij dicht bij elkaar gelegen evenwijdige luchtroutes) maakte het nodig de uit een oogpunt van veiligheid minimaal toelaatbare afstand tussen dergelijke luchtroutes vast te stellen. Hiertoe werden onderzoeken uitgevoerd door een door de ICAO ingestelde studiegroep, het "Review of the General Concept of Separation Panel" (RGCSP). Ook hierbij werden met behulp van radarinstallaties gegevens verzameld over de nauwkeurigheid waarmee in de praktijk werd gevlogen. Hiermee werden ook voor het overlandverkeer berekeningen gemaakt van het botsingsgevaar. Complicerende factoren hierbij zijn de invloed van de lengte van het traject tussen twee (VOR-)bakens op de geconstateerde afwijkingen, en de invloed hierop van de interventie van de verkeersleiders op grond van door hen op het radarscherm waargenomen afwijkingen van het vliegtuig ten opzichte van zijn voorgeschreven vliegbaan. Deze problemen vormen onderwerpen voor nadere bestudering.

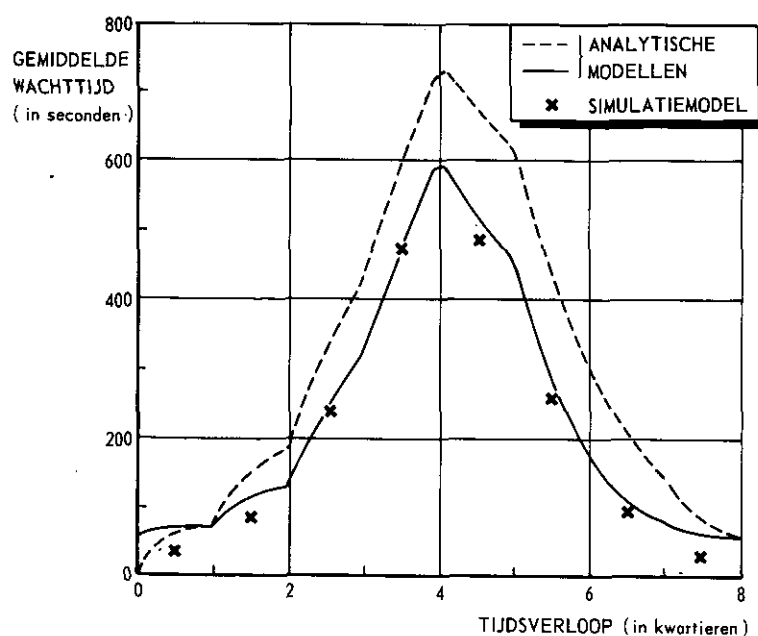
Verkeer rondom vliegvelden

Grote verkeersdichtheden in de lucht komen voor in de omgeving van de luchthavens. Hier kunnen zich ernstige congestieproblemen voordoen als het verkeersaanbod de capaciteit van de landingsbaan overtreft. Dit resulteert in vertragingen.

Het begrip capaciteit van een landingsbaan of banenstelsel kan worden gebaseerd op de maximaal aanvaardbare (gemiddelde) wachttijd. De werkelijke wachttijden zijn, behalve van het verkeersaanbod, ook afhankelijk van het landingsinterval. Pogingen om de gemiddelde waarde van dit interval te verkleinen en daardoor de landingscapaciteit van een luchthaven te vergroten zijn in verschillende landen in het werk gesteld. Ook het NLR heeft een, zij het beperkt, onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden om met behulp van een verkeersleidingscomputer de verschillen in de landingsintervallen tussen opeenvolgende vliegtuigen zo gering mogelijk te houden, waardoor het gemiddelde interval kan worden verkleind. De hierop gerichte systemen ("Computer-Assisted Approach Sequencing") vergen een aanpassing in de werkwijze van de verkeersleiders; de tot dusver bereikte resultaten zijn nog niet spectaculair.

Om inzicht te verkrijgen in de capaciteit van de luchthaven Schiphol met het huidige verkeersleidingssysteem en in de mogelijkheden tot vergroting van die capaciteit, werd voor de Rijksluchtvaartdienst een onderzoek uitgevoerd. Hierbij werd gebruik gemaakt van de bekende OR-technieken voor wachttijdenproblemen in het algemeen.

Fig. 8 - De gemiddelde wachttijd van de vliegtuigen tijdens een drukke twee-uursperiode voor de Luchthaven Schiphol, berekend met een simulatiemodel en met twee analytische modellen.



Ten behoeve van dit onderzoek werd een simulatie uitgevoerd van het gehele landingsgebeuren op basis van een Monte Carlo proces en gegeven karakteristieken van het verkeersaanbod. Daarnaast werden in een andere studie twee analytische methoden ontwikkeld, die in hoofdzaak van elkaar verschilden in de wijze waarop de afhandelingstijd van het vliegtuig werd gemodelleerd.

Enige resultaten van de berekeningen zijn samengevat in figuur 8, waarin aanvankelijk een toeneming, en tegen het einde van de beschouwde (drukke!) twee-uursperiode een afneming van de gemiddelde wachttijd valt waar te nemen. De resultaten van één der analytische methoden zijn in goede overeenstemming met die van het Monte Carlo proces.

Grondverkeer op luchthavens

Hoewel de afwikkeling van het vliegtuigverkeer op de grond voor Schiphol nog geen ernstig knelpunt vormt, heeft de Rijksluchtvaartdienst het NLR niettemin een opdracht verstrekt om na te gaan of er in de toekomst problemen in de vlote afwikkeling van het vliegtuigverkeer (taxiën) op de luchthaven te verwachten zijn. Het onderzoek werd uitgevoerd aan de hand van een mathematisch model, waarmee het taxiverkeer op de luchthaven op een versnelde tijdbasis werd gesimuleerd. Hiertoe werd het rijbanenstelsel verdeeld in een honderdtal baanblokken. Alle optredende gebeurtenissen in het taxiproces werden in tijdsvolgorde gerangschikt in een zogenaamde tijdlijst. Nadat alle gebeurtenissen hebben plaatsgevonden en alle opgetreden conflictsituaties volgens de daarvoor geldende regels zijn opgelost, geeft deze lijst een volledig overzicht van het rijproces van alle deelnemende vliegtuigen en dus ook van alle opgetreden vertragingen.

Een voorbeeld van de verkregen resultaten is gegeven in figuur 9, voor het geval dat de banen 24 en 27 in gebruik zijn bij een bepaald toekomstig verkeersaanbod. Figuur 10 geeft de gemiddelde vertraging per vliegtuig als functie van de verkeersdrukke (aantal bewegingen per uur).

Enkele uit het onderzoek volgende conclusies luiden:

- De rijbaancapaciteit zal voorlopig geen beperkende factor zijn voor het verkeer op de luchthaven Schiphol.
- De invoering van éénrichtingsverkeer zou de wachttijden kunnen doen verminderen.

Met het door het NLR ontwikkelde mathematische model kunnen de verschillende mogelijkheden tot verbetering van het grondverkeerssysteem zo nodig nader worden geanalyseerd; enige mogelijke verbeteringen van het rijbaanstelsel konden reeds op grond van de resultaten van de uitgevoerde studie worden aangegeven.

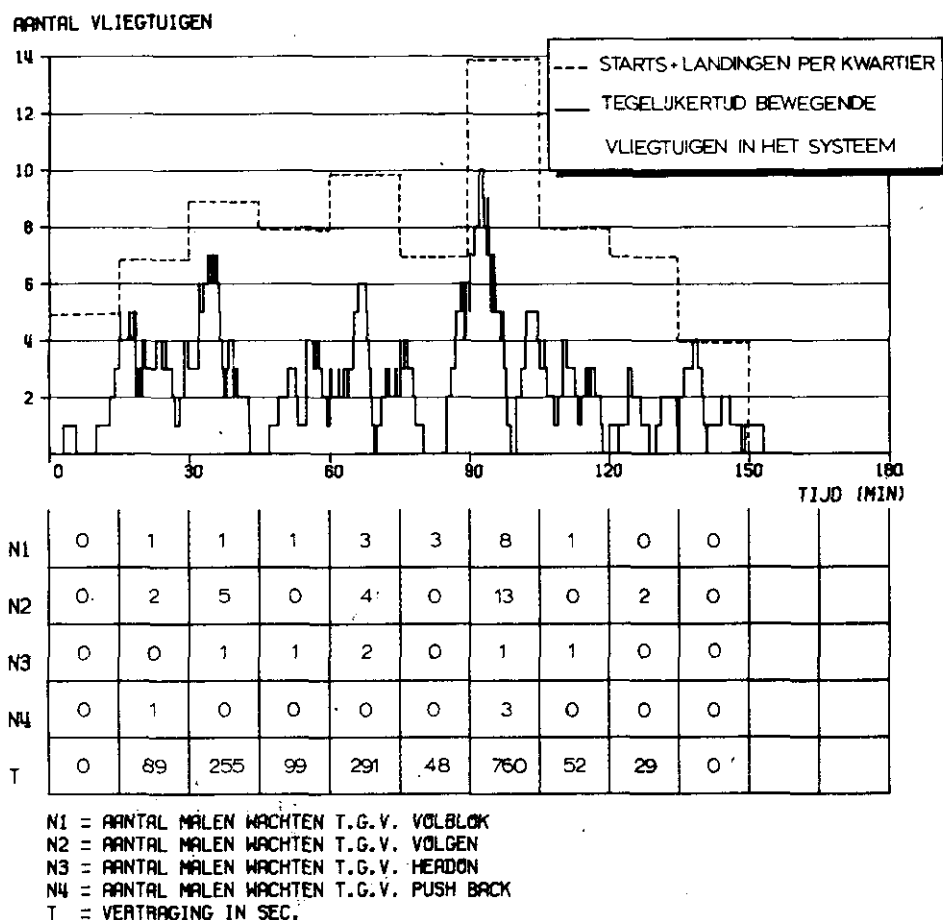


Fig. 9 - Resultaten verkregen voor een verkeerssteekproef tijdens een start-piekperiode (6.30 - 9.00 GMT).

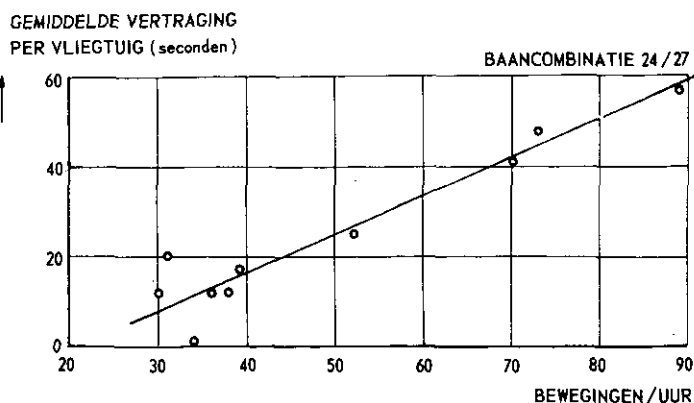


Fig. 10 - Invloed van de verkeersdichtheid op de gemiddelde vertragingstijd van de vliegtuigen in het grondverkeer.

Operaties met militaire
vliegtuigen
Algemeen

Hoewel de militaire en de civiele operationele research zich van identieke technieken bedienen, is er toch een kenmerkend verschil. Militaire missies worden in vreedstijd zo getrouw mogelijk aangepast aan oorlogsomstandigheden, maar zij blijven het element van simulatie bevatten.

De voornaamste doeleinden van de militaire operationele research zijn:

- a) verbetering van de missie-effectiviteit;
- b) verhoging van de overlevingskansen;
- c) ondersteuning van het aanschaffingsbeleid (optimalisatie van het kostenrendement).

Aan de hand van een aantal in opdracht van de Koninklijke Luchtmacht uitgevoerde projecten wordt in de navolgende hoofdstukken een nadere toelichting op het bovenstaande gegeven.

Meting van vliegbanen

In het algemeen geldt dat met een simulatiemodel slechts met vrucht kan worden gewerkt als over realistische invoergegevens kan worden beschikt. Teneinde in het bijzonder gegevens over operationele vliegbanen te verkrijgen, worden metingen uitgevoerd van de karakteristieke grootheden van deze vliegbanen ("field trials"). Verbetering van de missie-effectiviteit wordt enerzijds verkregen door verbetering van de trainingsmethoden, en anderzijds door een analyse van de in de praktijk gemeten vliegbanen. Tijdens een missie wordt vaak de uitvoering vereist van een gecompliceerde manoeuvre, waarin vele variabelen een rol spelen. Door gesimuleerde missies met een geïnstrumenteerd vliegtuig uit te voeren kan het gehele verloop van de manoeuvre worden vastgelegd. Voor het op bepaalde tijdstippen registreren van de vliegtuigpositie ten opzichte van de grond wordt gebruik gemaakt van een speciale camera (fig. 11).

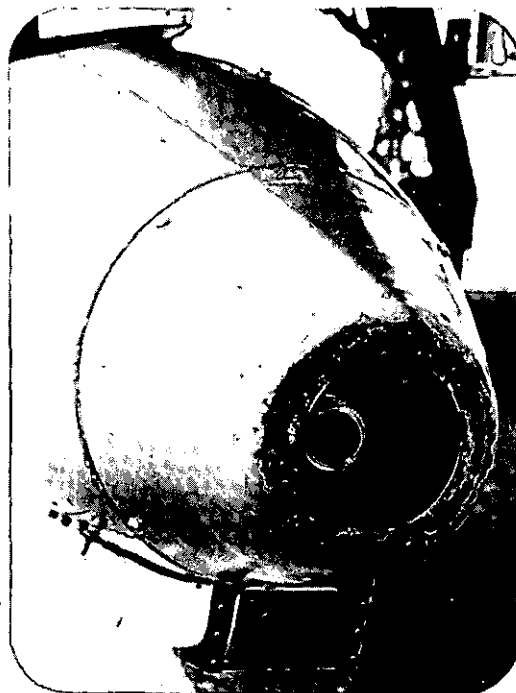


Fig. 11 - Panoramische camera ten behoeve van de positiebepaling van het vliegtuig ten opzichte van het doel. Deze camera is geïnstalleerd in een standaard-gondel.

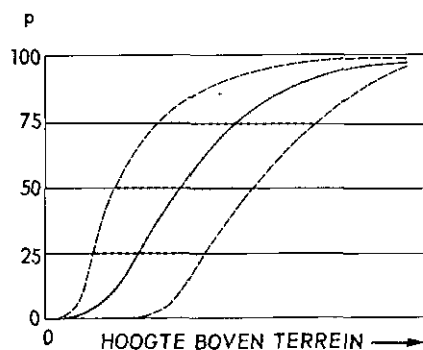
De meetvluchten moeten met bijzondere zorgvuldigheid worden voorbereid en uitgevoerd. Bovendien moeten deze meetprogramma's, waarvan het NLR er in opdracht van en in samenwerking met de Koninklijke Luchtmacht verscheidene heeft uitgevoerd, aan bijzondere eisen voldoen:

- De instrumentatie- en registratieapparatuur moet in redelijk korte tijd kunnen worden geïnstalleerd en weer worden verwijderd, zodat de normale operationele status van het vliegtuig zo min mogelijk wordt aangetast. Een middel hiertoe is het gebruik van een instrumentatiegondel, die snel kan worden aangebracht en verwijderd.
- Tijdens de metingen mag geen gebruik worden gemaakt van hulpmiddelen op de grond. In het bijzonder de positiebepaling van het vliegtuig ten opzichte van het doel moet uitsluitend geschieden met middelen in het vliegtuig, daar anders slechts een beperkt aantal oefengebieden zou kunnen worden gebruikt en er gewenningsverschijnselen ("learning effects") zouden optreden bij de vliegers.

Laagvliegmissies

Militaire vliegtuigen dienen, onder andere ter vermindering van ontdekking door radars, veelal zo laag mogelijk te opereren. In hoeverre dit tijdens operationele vluchten mogelijk is hangt, behalve van het vliegtuigtype, de vliegsnelheid, en de meteorologische omstandigheden, vooral af van de aard van het terrein waarboven het vliegtuig zich bevindt. Aangezien de laagvliegprestaties op theoretische basis moeilijk zijn te voorspellen, zijn onder verschillende van de bovengenoemde omstandigheden vliegproeven uitgevoerd met geïnstumenteerde vliegtuigen. De resultaten daarvan werden herleid tot grafieken, waarvan figuur 12 een voorbeeld is.

Fig. 12 - Laagvliegprestaties van een militair vliegtuig. De getrokken lijn geeft het gemiddelde van alle missies, de onderbroken lijnen geven de waarden voor de "hoogste" en de "laagste" missie; p is het percentage van de totale vliegtijd gedurende welke onder een zekere hoogte boven het terrein wordt gevlogen.



Dergelijke resultaten worden vervolgens gebruikt als invoergegevens voor een mathematisch model waarmee de vluchten op lage hoogten zo getrouw mogelijk worden nagebootst. In dit model kunnen de karakteristieke eigenschappen van diverse verdedigingssystemen alsmede die van het bedienende personeel worden opgenomen. Bovendien kunnen de terreineigenschappen (vlak, heuvelachtig, bergachtig) naar keuze in het model worden verwezenlijkt.

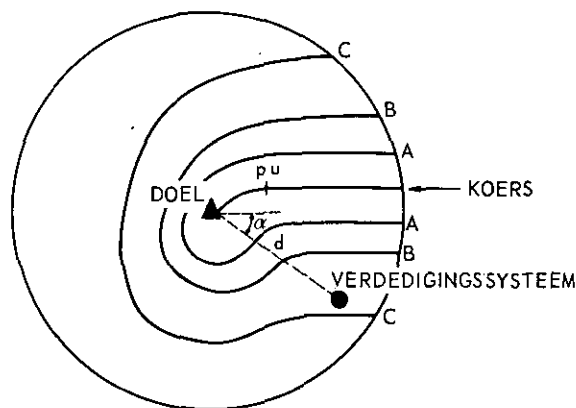
Voor het laatstgenoemde doel heeft het NLR een speciale methode ontwikkeld, die op een statistische grondslag berust. In deze methode wordt het terrein opgebouwd gedacht uit geometrische kegels van verschillende vorm. Deze kunstmatige terreinen zijn op hun natuurgetrouwheid gecontroleerd door vergelijking met natuur-

lijke terreinen. Hiertoe werden de waarschijnlijkheden dat het vliegtuig door beide terreinen werd gemaskeerd voor de grondverdedigingssystemen met elkaar vergeleken. De resultaten waren zo bevredigend dat besloten werd de gegevens over de werkelijke terreinen, die tijdens het rekenproces een zeer grote geheugen-capaciteit in de computer in beslag nemen, slechts voor zeer specifieke toepassingen te gebruiken. Met het model is het mogelijk de gehele missie-fase van het vliegtuig te simuleren en alle van belang zijnde gebeurtenissen te registreren. Dit proces wordt herhaald tot een statistisch betrouwbare schatting van de overlevingskansen van het vliegtuig voor de desbetreffende missie-fase is verkregen. Bovendien biedt het model de mogelijkheid de meest kritieke fasen van de uitvoering van de missie op relatief eenvoudige wijze op te sporen.

Missies gericht op grond-doelen

Zowel uit een oogpunt van overlevingskansen als van missie-effectiviteit is de missie tegen gronddoelen ("ground attack") uitvoerig onderzocht. De overlevingskansen van het vliegtuig werden daarbij op soortgelijke wijze geanalyseerd als voor de laagvliegmissie. Derhalve wordt hier volstaan met het geven van een schetsmatig resultaat van de overlevingskansen van een vliegtuig dat een door een bepaald systeem verdedigd gronddoel benadert (zie figuur 13).

Fig. 13 - Overlevingskansen bij een aanvalsm manoeuvre ("pitch-up", met p.u. als "optrekpunt") als functie van de positie van één verdedigingssysteem ten opzichte van het doel en de aanvliegkoers (coördinaten d en α). De getrokken lijnen geven die posities van het verdedigingssysteem waarvoor de missie een constante overlevingskansen heeft. Met behulp van deze figuur is het mogelijk op relatief eenvoudige wijze voor een gegeven situatie (geografische posities van doel en verdedigingssysteem bekend) een gunstige aanvalskoers te kiezen.



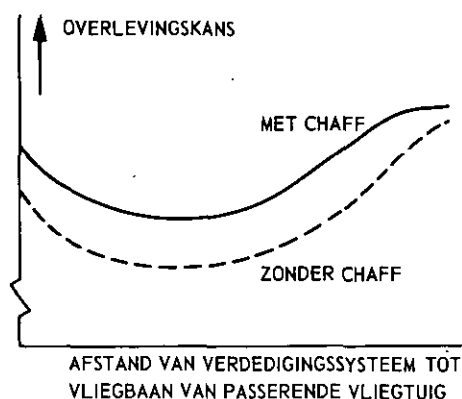
Tenslotte kunnen nog de theoretische onderzoeken worden genoemd die tot doel hebben een aanvalsm manoeuvre ("pitch-up") te ontwerpen die een zo groot mogelijke kans op succes biedt, en bovendien kan worden uitgevoerd zonder te hoge eisen aan de vlieger te stellen.

Operaties met behulp van ECM

Verstoring van militaire operaties met behulp van elektronische middelen, z.g. "Electronic Counter Measures" (ECM), wordt reeds gedurende tientallen jaren toegepast. Deze maatregelen zijn veelal gericht op belemmering van de uitwisseling van informatie tussen de verschillende onderdelen van de tegenstander of op verminking of zelfs vervalsing van deze informatie. Dit geldt ook voor informatie die actief door de tegenstander wordt verkregen met behulp van, bijvoorbeeld, radar (positiegegevens) of af luisterapparatuur.

Ook de Koninklijke Luchtmacht beschikt over ECM-systemen. De aanschaffing daarvan ging in vele gevallen gepaard met een NLR-onderzoek waarmee de effectiviteit

Fig. 14 - Beschermend effect van chaff tegen een bepaald type grondverdedigingssysteem.



van het systeem moest worden vastgesteld. Als voorbeeld kan een relatief eenvoudig hulpmiddel worden genoemd, dat, zij het in andere uitvoering, reeds tijdens de tweede wereldoorlog werd toegepast, de zogenaamde "chaff" (metaalsnippen). Deze bestaat uit een grote massa naaldvormige elementjes (dipolen), die door een vliegtuig wordt uitgestoten wanneer dit door de radar van de tegenstander wordt aangestraald. De chaff-wolk reflecteert de radarstraling, met het gevolg dat op de grond vervalste informatie over de positie van het vliegtuig wordt ontvangen. Door het NLR werd zowel een experimenteel als een theoretisch onderzoek ingesteld naar het beschermende effect van chaff. In figuur 14 wordt een indruk gegeven van de resultaten betreffende de overlevingskans van het vliegtuig. Chaff behoort tot de categorie van de z.g. "passieve" ECM-systemen. Voorbeelden van "actieve" ECM zijn de z.g. "jammers": zendinstallaties die reageren op de aanstraling door detectiesystemen van de tegenstander op een zodanige wijze dat, bijvoorbeeld, de afstandsbepaling wordt verstoord. Ook aan de operationele optimalisatie van dit type systemen heeft het NLR in opdracht van en in samenwerking met de Koninklijke Luchtmacht deelgenomen.

3 Overzicht van het wetenschappelijk onderzoek

3.1 STROMINGEN

De werkzaamheden op het gebied van stromingen hadden enerzijds betrekking op aërodynamisch onderzoek ten behoeve van de ontwikkeling van vliegtuig- en ruimtevaartprojecten, en anderzijds op het programma van speurwerk dat wordt uitgevoerd met het oog op toekomstige ontwikkelingsprojecten in deze sector. Het aërodynamisch onderzoek omvat zowel theoretisch onderzoek, waarbij gebruik wordt gemaakt van omvangrijke rekenprogramma's, als experimenteel onderzoek in de diverse windtunnels van het NLR.

Werkzaamheden ten behoeve
van ontwikkelingsprojecten

In opdracht van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR) werden de werkzaamheden in het kader van het programma voor de aanloop van een nieuw vliegtuigproject intensief voortgezet. Op het gebied van stromingsonderzoek werden in nauwe samenwerking met Fokker-VFW de onderzoekingen met betrekking tot de aërodynamische vormgeving van superkritieke vleugels, draagkrachtverhogende middelen, en de aëro-elastische en aëroakoestische aspecten van het nieuwe vliegtuigproject gecontinueerd.

In het kader van de studies op het gebied van de vormgeving van superkritieke vleugels werd een groot aantal theoretische onderzoekingen uitgevoerd. Diverse analytische hulpmiddelen, alsmede de programmatuur die gebruikt wordt bij het ontwerpen van superkritieke vleugels, werden verbeterd en uitgebreid.

Windtunnelmetingen werden verricht aan een aantal tweedimensionale dikke schokvrije profielen. Getracht werd meer inzicht te verkrijgen in de gevoeligheid van de resultaten voor het getal van Reynolds door meetseries uit te voeren bij verschillende omslagpunt-fixaties en door middel van analyse van metingen die werden verricht in een windtunnel van Lockheed bij hogere getallen van Reynolds dan in Europa bereikt kunnen worden.

Windtunnelonderzoekingen naar de aërodynamische eigenschappen van superkritieke vleugels met verschillende configuraties voor de vleugel/romp-aansluiting werden uitgevoerd. Aan een model van een superkritieke vleugel met grote slankheid werden tevens buffetmetingen verricht.

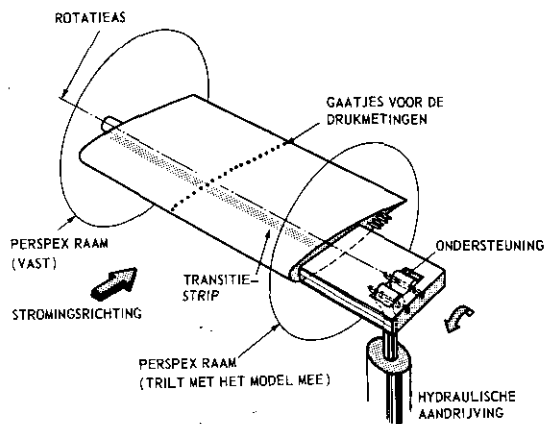
In de lage-snelheidstunnel LST 3x2 werd een oriënterend onderzoek uitgevoerd aan een eenvoudig vliegtuigmodel voorzien van een superkritieke vleugel. Daarnaast werd het windtunnelonderzoek aan een tweedimensionaal model van een superkritieke vleugel, voorzien van verschillende vormen van neuskleppen en achterrandkleppen, voortgezet. Ter ondersteuning van deze windtunnelmetingen werden berekeningen uitgevoerd voor viskeuze stromingen rond superkritieke profielen.

ONDERZOEK VAN INSTATIONAIRE TRANSSONE STROMING

Door het NLR wordt veel aandacht besteed aan de ontwikkeling van zogenaamde "schok-vrije" (of "superkritieke") vleugelprofielen: profielen met een speciale vormgeving, waardoor lokaal een supersonische stroming zonder schokgolven wordt verkregen. De schok-vrije stroming wordt in principe alleen gerealiseerd in de "ontwerpconditie", dat wil zeggen voor één combinatie van invalshoek en aanstroom Mach-getal. De gunstige profieleigenschappen blijven echter bestaan in een voldoende ruim gebied rond deze ontwerpconditie; verder buiten dit gebied ontstaan wel schokgolven op het profiel, en gedraagt het zich min of meer als een conventioneel profiel.

Een van de aspecten die bij de praktische toepassing van superkritieke profielen in een vliegtuigvleugel van belang is, betreft het gedrag bij trillingen of plotselinge invalshoekveranderingen. Dit gedrag is namelijk bepalend voor de flutter- en stabiliteitseigenschappen.

Om na te gaan of in dit opzicht problemen te verwachten zijn, is een verkennend windtunnelonderzoek uitgevoerd aan een trillend model van een superkritiek profiel (zie tekening), waarbij instationaire drukverdelingen in detail werden gemeten. Daarnaast werd een uitvoerig optisch onderzoek uitgevoerd naar het gedrag van schokgolven.

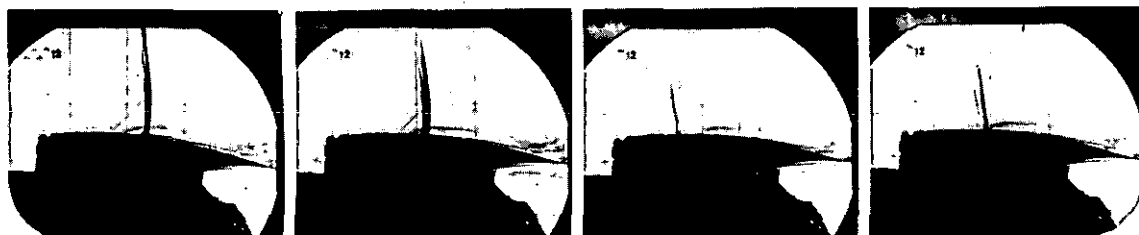


Een typisch resultaat van dit onderzoek, dat het inzicht in het dynamische gedrag van superkritieke profielen aanmerkelijk heeft vergroot, is gegeven in de fotoreeksen A en B. Beide reeksen tonen het schokgolfpatroon op vier verschillende momenten tijdens sinusvormige veranderingen in de invalshoek van het profiel. Fotoreeks A is typerend voor de ontwerpconditie (Mach 0,744, invalshoek 0,85 graden): er treedt een zwakke schok op, die zich nauwelijks verplaatst en die gedurende een gedeelte van de trillingsperiode nagenoeg verdwijnt. Fotoreeks B toont een conditie buiten het ontwerppunt (Mach 0,7, invalshoek 3 graden) met een sterke schok, die zich over een grote afstand van de koorde van het profiel beweegt. In tegenstelling met geval A, levert de schok in geval B een grote bijdrage tot de totale instationaire belasting.

Reeks A

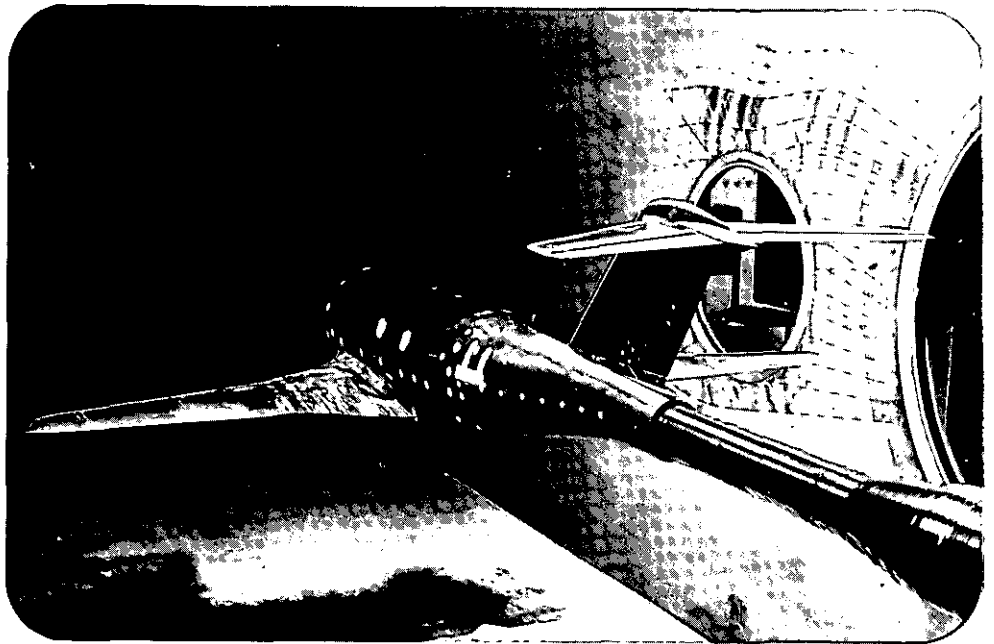


Reeks B

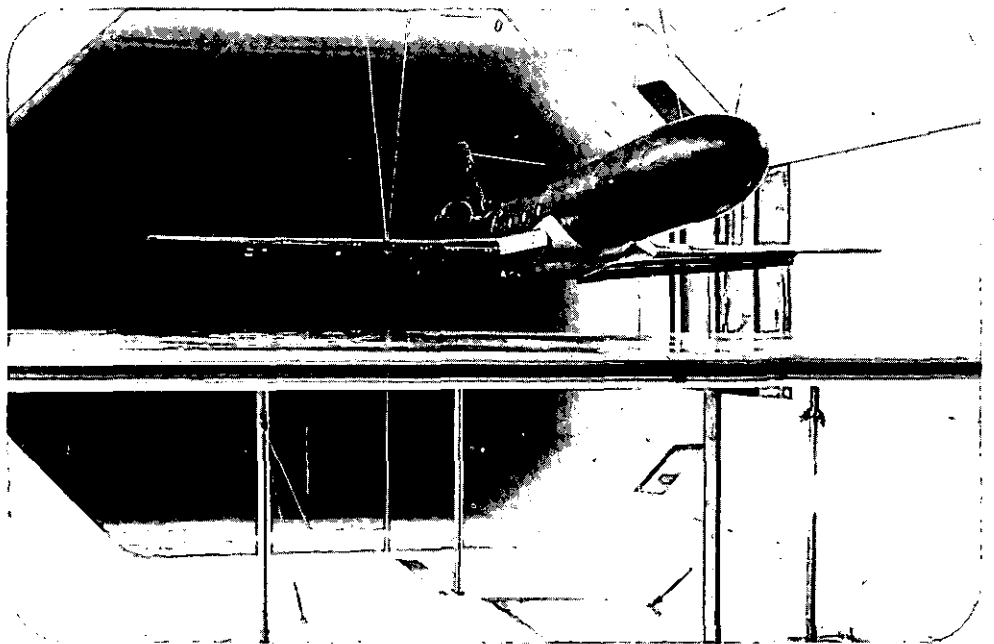


De invloed van profielwijzigingen en van het getal van Reynolds op de maximale draagkracht-coëfficiënt werd nagegaan.

Instationaire en stationaire windtunnelproeven werden uitgevoerd aan een model van een superkritiek profiel (NLR 7301) dat in torsietrilling kan worden gebracht. Vervolgens werden stationaire metingen uitgevoerd aan een model van hetzelfde profiel, doch nu uitgerust met een roer. De resultaten van deze proeven hebben in belangrijke mate het inzicht in het gedrag van superkritieke profielen vergroot. Een methode wordt ontwikkeld waarmee driedimensionale instationaire luchtkrachten op slanke superkritieke vleugels kunnen worden berekend. Als eerste stap werd een procedure opgesteld om quasi-stationaire luchtkrachten op superkritieke



In de hoge-snelheidstunnel HST werden de aërodynamische eigenschappen onderzocht van een aantal geavanceerde vleugelvormen.



In de lage-snelheidstunnel LST 3x2 vond een uitgebreid vooronderzoek plaats aan een vliegtuigmodel met een geavanceerde vleugel. Hierbij werd een eerste indruk verkregen van de eigenschappen bij lage snelheden, waarbij tevens de invloed van de nabijheid van de grond werd nagegaan.

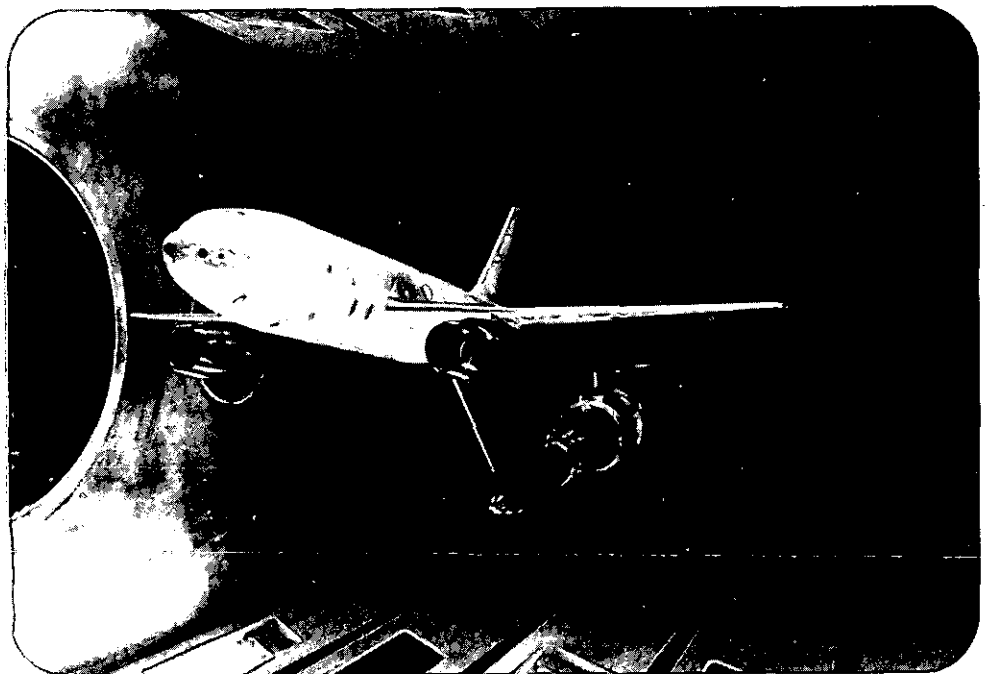
vleugels te kunnen voorspellen. Met de volgende fase, het uitbreiden van de methode voor het volledige instationaire geval, werd een begin gemaakt. Een parameterstudie werd uitgevoerd van het aëro-elastische gedrag van superkritieke vleugels, waarbij onder meer is nagegaan hoe de vleugeltrillingen in het vlak van de vleugel de flutterstabiliteit van het vliegtuig beïnvloeden.

In het kader van het onderzoek naar de vermindering van het uitlaat- en straallawaai door toepassing van geluiddempers werd voor diverse demperconfiguraties onderzocht waar het straallawaai wordt gegenereerd. Hierbij werd gebruik gemaakt van de ellipsoïdale spiegel. Tevens werd het mengproces van hete en koude uitlaatstralen onderzocht.

Het onderzoek van geluidabsorberende bekleding werd voortgezet, waarbij onder meer een analyse werd gemaakt van eerder uitgevoerde metingen aan geluidabsorberende bekleding van het "bulk-absorber type". Ook werden met behulp van de zogenaamde twee-microfoon techniek oriënterende metingen aan absorbers van het "Helmholtz-resonator type" verricht.

De eind 1976 geconstateerde opleving van het windtunnelonderzoek in opdracht van de Europese vliegtuigindustrie zette in 1977 door. Windtunnelonderzoekingen werden door het NLR onder meer uitgevoerd voor SNIAS, Dassault, MBB, VFW-Fokker, en OTO MELARA.

Ook werd onderzoek voor niet-Europese opdrachtgevers uitgevoerd. Zo werden in opdracht van de USAF metingen en ondersteunende berekeningen uitgevoerd aan een trillende vleugel met uitwendige lasten.



Een model van de Airbus B-10 werd in de hoge-snelheidstunnel HST beproefd.

Subsone stroming om complete
vliegtuigconfiguraties
(stationair)

In het kader van het onderzoek naar de toepasbaarheid van de panelenmethode voor het berekenen van de luchtkrachten op een vleugel met kleppen over een deel van de spanwijdte, werden de resultaten van windtunnelmetingen en berekeningen met elkaar vergeleken. Aan de hand van de resultaten van deze vergelijking werden verdere berekeningen uitgevoerd.

Het vooronderzoek naar de mogelijkheden om een rekenmethode te ontwikkelen voor het ontwerpen van profielen die een voorgeschreven drukverdeling opleveren onder bepaalde voorwaarden betreffende de geometrie werd afgerond. Begonnen werd met het ontwikkelen van een rekenmethode voor het ontwerpen van tweedimensionale profielen met kleppen, waarbij gebruik wordt gemaakt van een wervelbelegging op de contouren van profielen en kleppen.

Een model-onderzoek vond plaats naar de karakteristieke eigenschappen van twee kubische interpolatieformuleringen in een hogere-orde panelenmethode. De rekentijden van dergelijke computerprogramma's bleken te kunnen worden verminderd door de berekening van de aërodynamische invloedscoëfficiënten te vereenvoudigen.

Medewerking werd verleend aan het opstellen van een ACARDograph over een vergelijkende studie van panelenmethoden (waaronder de NLR-methoden) die gebruikt worden voor het berekenen van subsone stromingen.

Transsone stroming
(stationair)

Het computerprogramma voor het berekenen van de niet-viskeuze driedimensionale stroming met schokgolven om dragende vleugel/romp-combinaties werd verbeterd en uitgebreid.

Onderzoek werd verricht op het gebied van snelle methoden voor het berekenen van de transsone niet-viskeuze stroming met schokgolven om gegeven configuraties. Daartoe werden drie rekenmethoden intensief onderzocht: de singulariteitenmethode, de eindige-elementenmethode, en een gemengde methode. Bij de laatstgenoemde methode, de z.g. eindige-differentiemethode, worden afwisselend een singulariteitenmethode en een eindige-differentie relaxatiemethode toegepast.

Instationaire stromingen

Ten behoeve van de ontwikkeling van een methode voor het berekenen van tweedimensionale instationaire transsone stromingen rond profielen, werd het "Transonic Small Perturbation" (TSP) programma, dat van NASA-Ames was verkregen, gereedgemaakt voor gebruik. De theoretische achtergronden van dit programma werden onderzocht; op grond hiervan zijn enkele fundamentele verbeteringen aangebracht. Aangezien de resultaten van dit programma onvoldoende nauwkeurig bleken voor het type dikke transsone profielen waarvoor momenteel belangstelling bestaat, werd besloten een nieuw rekenprogramma op te zetten.

Onderzoek van viskeuze
stromingen

In het computerprogramma voor het berekenen van viskeuze stromingen om profielen met kleppen werd een verbeterde versie van de panelenmethode opgenomen, waardoor een essentiële verbetering werd verkregen in de bepaling van de drukverdeling op een dunne achterlijst van een profiel. Bij de evaluatie van het computerprogramma bleek de noodzaak tot een geheel nieuwe opzet van de programmatuur te komen, met name tot een grotere flexibiliteit ten aanzien van het vervangen en aanbrengen van nieuwe rekenelementen.

Ten behoeve van de evaluatie van het computerprogramma werden grenslaagmetingen verricht aan een profiel met klep. Daarbij werden ook metingen verricht in het menggebied van het zog achter het profiel en van de grenslaag op de klep. Deze metingen vormen een aanvulling op eerder uitgevoerde metingen van deze aard aan vlakke platen.

De ontwikkeling van een nieuwe snelle methode voor het berekenen van driedimensionale grenslagen op meer algemene configuraties werd voortgezet. Numerieke problemen werden onderzocht en een uitgebreide systeemanalyse werd verricht. Voorts werd de samenhang van dit programma met het algemene NLR-computerprogramma voor de beschrijving van oppervlakken nagegaan.

Onderzoek op het gebied van aëroakoestiek

De ontwikkeling van rekenmodellen betreffende de geluidvoortplanting in uniforme stroming door kanalen van eindige lengte met cirkelvormige doorsnede, al of niet voorzien van geluidabsorberende bekleding, werd voortgezet. Parameterstudies werden uitgevoerd voor diverse typen geluidbronnen en verschillende kanaalafmetingen.

De ontwikkeling van een methode voor het berekenen van het fan-lawaaï van motoren met hoge omloopverhouding werd voortgezet. Met een parameterstudie werd de gevoeligheid van de rekenresultaten voor het bronmodel (compressor als geluidsbron) nagegaan. Naar aanleiding daarvan werd besloten een voorstudie uit te voeren van *meer geavanceerde rekenmethoden voor bronanalyse*.

Onderzoek ter verbetering en uitbreiding van het meten in windtunnels

Het computerprogramma voor het berekenen van wandinvloeden in de windtunnel, uitgaande van nabij de wand gemeten drukverdelingen, werd verder verbeterd. Voorbereidingen voor de in dit verband in de Pilottunnel (PT) uit te voeren metingen kwamen gereed.

In het kader van de samenwerking met de DFVLR wordt in Braunschweig een meetprogramma uitgevoerd om de wandinvloed in meetplaatsen met spleetwanden te leren kennen. De wandinvloed wordt hierbij bepaald voor een gesloten meetplaats en voor verschillende configuraties van meetplaatsen met spleetwanden. De meetresultaten zullen worden vergeleken met de resultaten van door het NLR uitgevoerde wandinvloedberekeningen.

In de HST werden metingen verricht met de zogenaamde ONERA-ijkmodellen, teneinde de wandinvloed in de HST te bepalen. Hieruit bleek dat, althans voor deze modellen met een spanwijdte/breedte-verhouding die kleiner dan 0,5 is, de meetresultaten niet voor wandinvloed gecorrigeerd behoeven te worden.

In samenwerking met ONERA, DFVLR en RAE wordt een programma uitgevoerd om de wandinvloed te leren kennen bij metingen aan driedimensionale trillende modellen, een en ander in het kader van het GARTEur-2 programma. Metingen werden verricht bij het RAE en de ONERA. Het NLR verrichtte voorbereidende berekeningen, teneinde inzicht te verkrijgen in de te verwachten wandinvloed.

In de HST werd op een aantal plaatsen bij de meetplaats en de diffusor het tunnel-lawaaï gemeten; het zwaard bleek de voornaamste lawaaibron te zijn.

In de HST werden omslagmetingen aan het kegelmodel, voorzien van Kulite-drukmeters, uitgevoerd. Ondersteunende proeven worden verricht in de Pilottunnel.

Voor de omslagmetingen in de HST aan de Kulite-kegel bleek bij een aantal buitenlandse zusterinstellingen (RAE, DFVLR, ONERA, NAE) grote belangstelling te bestaan.

De technieken voor het uitvoeren van metingen in de Nagalmtunnel werden vastgelegd, en de aërodynamische en akoestische kalibratie van de tunnel werd uitgevoerd. De stromingskwaliteit in de meetplaats wordt nog verbeterd; de akoestische eigenschappen voldeden echter ruimschoots aan de verwachtingen. Met de Hartmann geluidsgeneratoren worden in de meetplaats geluidsniveaus van 150 à 155 dB bereikt.

Teneinde het gedrag van de nagalmkamer en het kanaal bij zuivere tonen te leren kennen, worden in de kleine nagalmkamer metingen verricht. Een roterende diffusor bleek niet geschikt om een meer diffuus geluidsveld te produceren.

Met behulp van een speciale testopstelling werd het inregelen van Hartmann-geluidsgeneratoren nagegaan. In verband met het hoge luchtverbruik van deze geluidsgeneratoren werden de mogelijkheden van een sirene onderzocht.

Verwerking van de resultaten van windtunnelmetingen

In verband met de overgang naar SI-eenheden en de toepassing van andere transducerijkingen werden omvangrijke wijzigingen aangebracht in de APVW-programmatuur voor de verwerking van windtunnelmetingen. Een geheel nieuw ijkbestand werd opgezet, waarbij voor de SST en de HST de bestanden gescheiden worden gehouden. De HST-rekenprogramma's werden in module-vorm herschreven.

Ten behoeve van de aërodynamische analyse van windtunnelmetingen van HST, PT en LST werden interactieve programma's opgesteld. Hiermee wordt per proef automatisch een databestand met zogenaamde basisplots gemaakt. Diverse aërodynamische grootheden kunnen hiermee gecombineerd en gepresenteerd worden op een Tektronix grafisch beeldscherm. De programmatuur werd reeds bij de analyse van enkele windtunnelproeven gebruikt en bleek zeer doeltreffend te werken.

Uitgaande van eisen van gebruikers van de HST, die onder meer betrekking hadden op een uitbreiding van het aantal meetkanalen, een vereenvoudigde voorbereiding van de windtunnelmetingen, en een snelle presentatie van de meetresultaten aan de klant, werden diverse analyses uitgevoerd voor een aangepast dataverwerkingssysteem voor de HST. Dit heeft geleid tot een voorstel voor een gewijzigd dataverwerkingssysteem.

Fabricagetechnieken voor windtunnelmodellen

Proefnemingen werden uitgevoerd met constructiedetails van een groot windtunnelmodel. Technieken voor de vervaardiging van flexibele grote modellen werden bestudeerd. Een buitenlands instituut werd bezocht, waar de vervaardiging en de maatcontrole van grote modellen werd besproken.

Vacuümsoldeertechnieken, later toe te passen bij het maken van windtunnelmodellen, werden gebruikt bij het vervaardigen van rekstrookbalansen.

3.2 VLIEGTUIGEN

Werkzaamheden aan ontwikkelingsprojecten

Ook in dit verslagjaar werd assistentie verleend aan Fokker-VFW bij de vliegproeven voor de evaluatie en certificatie van nieuwe versies van de F28 en F27 en bij vluchten ter beproeving van nieuwe vliegtuiginstallaties.

In verband met verhoging van het toelaatbare landingsgewicht van het F28 Mk6000 vliegtuig werden de landingsprestaties bepaald en geluidsmetingen uitgevoerd. De vliegproeven met het F28 Mk4000 vliegtuig werden afgerond; onder meer werden de stijg- en kruisprestaties bepaald en werden vluchten voor de certificatie van de stuurautomaat uitgevoerd. De prestaties van het F28 Mk3000 vliegtuig werden eveneens bepaald, alsmede de maximale draagkrachtcoëfficiënt. Voorts werden metingen verricht ten behoeve van de geluidscertificatie en voor de evaluatie van de stuurautomaat. Bij vrijwel alle bovengenoemde metingen werd het CODAS-meetsysteem gebruikt. Met het F27 Maritieme Patrouillevliegtuig werden meetvluchten uitgevoerd voor de evaluatie van de stuurautomaat en voor het meten van de vliegtuigprestaties.

Assistentie werd verleend aan Fokker-VFW bij het ontwerpen van de interface tussen de FDAU-data-acquisitieapparatuur van het NLR en de geluidsapparatuur van Fokker-VFW.

Aan een model van een F28 motor werd akoestisch en aërodynamisch onderzoek verricht in de Kleine Anechoïsche Tunnel (KAT) van het NLR.

Het onderzoek naar de mogelijkheden de start- en landingseigenschappen te verbeteren van een middelgroot straalverkeersvliegtuig met gebruikmaking van draagkrachtverstoorders werd afgerond. De met behulp van mens-machine modellen aangetoonde mogelijke verbeteringen in de nauwkeurigheid van het volgen van de naderingsbaan en van het landen werd door middel van vluchtnabootsing grotendeels bevestigd.

In het kader van de studie van het dynamische gedrag van te ontwerpen vliegtuigen werden met behulp van computermodellen dynamische berekeningen uitgevoerd van de responsies op verstoringen vanuit een asymmetrische uitgangstoestand (bocht) bij hoge getallen van Mach.

Veel aandacht werd besteed aan het voorontwerp van het meet-, registratie- en dataverwerkingssysteem voor de F28-Super, waarin een "on-board computer" een centrale plaats zal innemen. Marktverkenningen werden uitgevoerd voor meetapparatuur en elektronische systemen.

Stabiliteit en besturing

In het kader van de ontwikkeling van hulpmiddelen bij vliegmechanisch onderzoek met behulp van de vluchtnabootser met bewegende stuurhut (VMBS) werd gewerkt aan de mathematische modellen voor de simulatie van het Fokker F28- en het Boeing B747-vliegtuig. Het model van het Fokker F28 Mk6000-vliegtuig, dat als referentiemodel zal dienen bij VMBS-onderzoekingen, kwam gereed en werd door drie vliegers gevalideerd. Uitvoerig onderzoek vond plaats naar optimale "bewegings-wash-out" filters voor de VMBS, waarbij werd nagegaan wat de invloed van deze filters is op het stuurgedrag van vliegers. Nadat een aantal vooronderzoekingen was verricht, werden 320 "tracking runs" uitgevoerd op de VMBS door vier vliegers (afkomstig

van NLR, KLM en DFVLR), waarna met de op de magneetband geregistreerde groot-heden de beschrijvende functie van de vliegers, de "remnant" spectra, en een aan-tal andere grootheden die kenmerkend zijn voor de vliegerprestatie werden bepaald.

In het kader van het onderzoek naar de stabilisatie van vliegtuigen met niet te ver-waarlozen elasticiteit werd berekend hoe voor een bepaald vliegtuigtype de lineaire versnelling ter plaatse van de vlieger afhangt van de verticale en van de zijdeling-se atmosferische turbulentie. Uit rekenresultaten voor verschillende vlieghoogten en getallen van Mach kon de invloed van de vliegtoestand bepaald worden. De in-vloed van de flexibiliteit van de vliegtuigconstructie werd bepaald en vergeleken met die voor een ander vliegtuigtype. Eveneens werden berekeningen uitgevoerd ter bepaling van de "ride qualities" van een modern gevechtsvliegtuig.

Het onderzoek naar het nut, respectievelijk de noodzaak van kunstmatige positieve stuurkrachtstabiliteit in standgestabiliseerde vliegtuigen werd afgerond. Een meet-programma werd voorbereid teneinde met behulp van de VMBS de belangrijkste ontwerpparameters te onderzoeken voor een bepaalde categorie geheel elektrisch uitgevoerde primaire vliegtuigbesturingssystemen, die tevens zorgdragen voor de nodige kunstmatige stabilisatie, voor zowel de symmetrische als de asymmetrische vliegtuigbeweging. De "te vliegen" configuraties werden bepaald met behulp van een systeemanalyse. Een gedeelte van het meetprogramma werd in 1977 uitgevoerd. Met de DFVLR werden besprekingen gevoerd over de samenwerking op het gebied van onderzoek van vliegeigenschappen in het algemeen.

Een digitaal turbulentiemodel voor de VMBS, ontvangen van het RAE, werd geschikt gemaakt voor NLR-gebruik, en vervolgens uitgebreid en verbeterd. Computer-programma's voor de analyse van de geregistreerde gegevens werden vervaardigd.

In opdracht van de RLD wordt een onderzoek uitgevoerd met behulp van de VMBS naar de operationele bruikbaarheid van geknikte vliegbanen voor grote vliegtuigen, waarbij MLS als naderingshulpmiddel wordt gebruikt. Nadat een aantal voorberei-dende werkzaamheden was voltooid, waaronder de ontwikkeling van het mathema-tisch model van een groot Jumbo-achtig vliegtuig, werd begonnen met het uit-voeren van het meetprogramma op de VMBS.

Aan het computerprogramma voor de berekening van de prestaties van helikopters in stationaire vlucht werden uitbreidingen toegevoegd, onder andere voor de daal-vlucht en voor de horizontale versnellende en vertragende vlucht.

Een literatuurstudie werd uitgevoerd naar de praktische bruikbaarheid van het hoogte/snelheidsdiagram van helikopters.

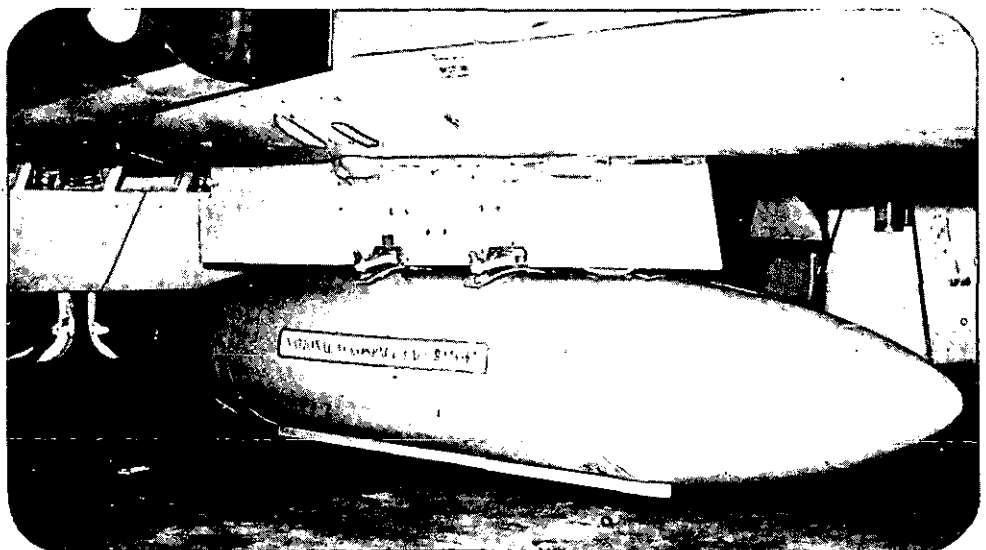
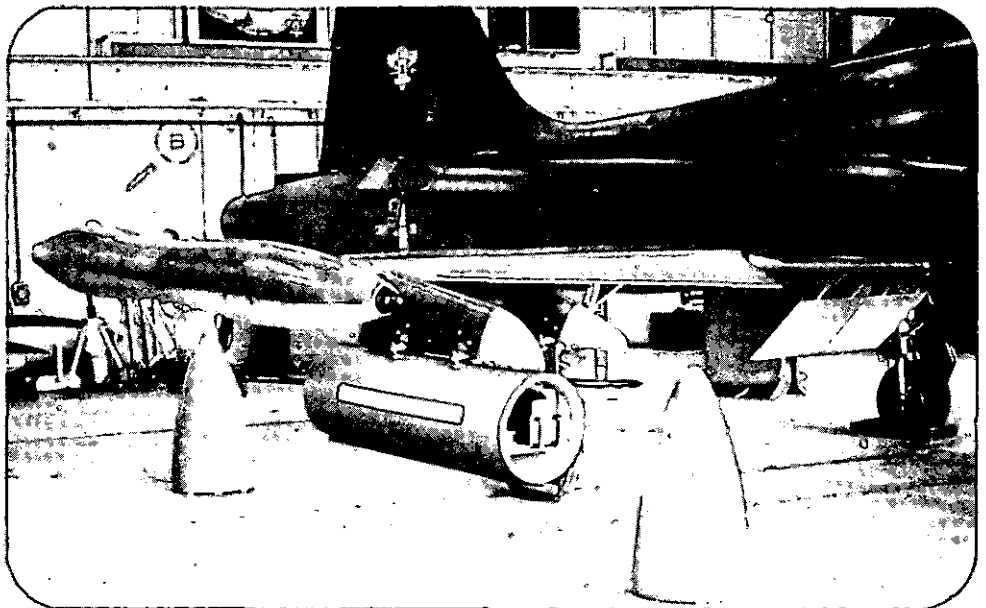
Meet-, registratie- en presentatietechnieken voor gebruik in de vlucht

Het onderzoek naar de mogelijkheden om de prestaties en vliegeigenschappen te bepalen voor symmetrische en asymmetrische vliegtuigbewegingen door metingen in niet-stationaire vlucht werd voortgezet. De resultaten van prestatiemetingen in niet-stationaire vlucht die met het Hunter laboratoriumvliegtuig zijn verricht, werden geanalyseerd, evenals de resultaten van de metingen van het traagheids-moment van de Hunter om de dwarsas.

De metingen in niet-stationaire vlucht met de Beaver van de Afdeling der Lucht-vaart- en Ruimtevaarttechniek van de TH Delft werden voorbereid. Het hydraulische

stuursysteem voor de Beaver werd door het NLR ingebouwd en vervolgens in de vlucht beproefd, waarna een revisie nodig bleek en werd uitgevoerd. De verdere metingen worden door de TH uitgevoerd.

Het meetsysteem voor het uitvoeren van metingen in niet-stationaire vlucht met middelgrote verkeersvliegtuigen werd vervaardigd, in het laboratorium geijkt en getest, en ingebouwd in het Queen Air laboratoriumvliegtuig. Na de gunstig verlopen beproeving in de vlucht werd dit meetsysteem ingebouwd in het F28 A1-vliegtuig. Van NASA werden gyroscopen geleend die de hoge nauwkeurigheid hadden die voor deze metingen noodzakelijk is. In drie meetvluchten met het F28 A1-vliegtuig werd de meetapparatuur gecontroleerd en werd de meetfout bepaald van twee systemen voor het meten van de statische druk. Gekozen werd voor het gebruik van de statische kegel. Vervolgens werden vijf "echte" meetvluchten uitgevoerd, waarin onder meer versnelde vluchten, rotaties om de dwarsas, en conventionele "partial climbs" werden uitgevoerd. Deze meetvluchten verliepen in alle opzichten



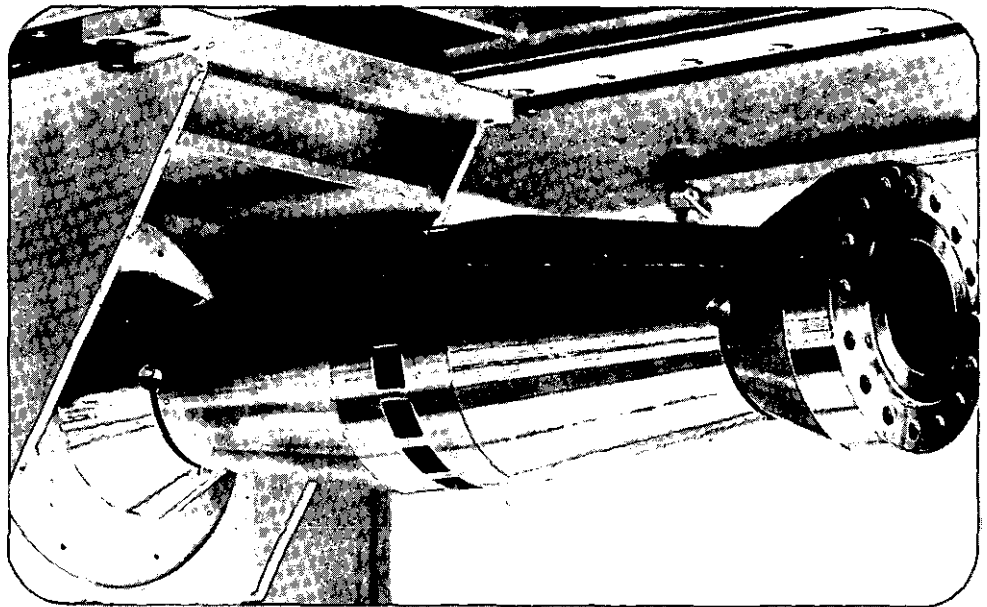
De meetgondel, geïnstalleerd aan pylons onder vleugel en romp van een NF-5A vliegtuig.

zeer voorspoedig. De ontwikkeling van de dataverwerkingsprogramma's vond voortgang; het testen van deze programma's geschiedde aan de hand van de verkregen meetgegevens.

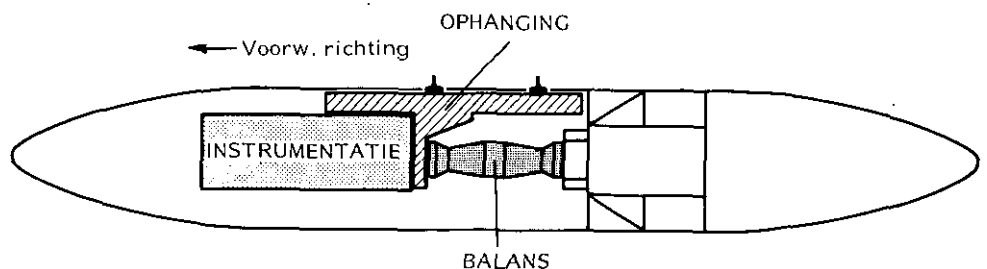
Met de ontwikkeling van het systeem voor het meten van start- en landingsprestaties (STALINS) werd voortgegaan. De metingen verricht tijdens vliegproeven in 1976, waarbij verschillende systemen (traagheidsplatform INS, FDAU, Robot) zijn toegepast, werden verwerkt. Hierbij werd de samenhang van de meetgegevens afkomstig uit deze systemen nauwkeurig bekeken. Op grond van het resultaat van deze analyse werden verbeteringen aangebracht, onder meer aan het traagheidsplatform door de fabrikant Litton. Het definitieve computerprogramma, waarmee de resultaten van de metingen binnen één dag aan de opdrachtgever beschikbaar kunnen worden gesteld, wordt ontwikkeld.

Een literatuurstudie werd uitgevoerd ten behoeve van onderzoek naar "stall" van straalmotoren. Een computerprogramma werd geschreven waarmee, aan de hand van testbank-gegevens, verslechtering van de werking van de compressor kan worden aangetoond.

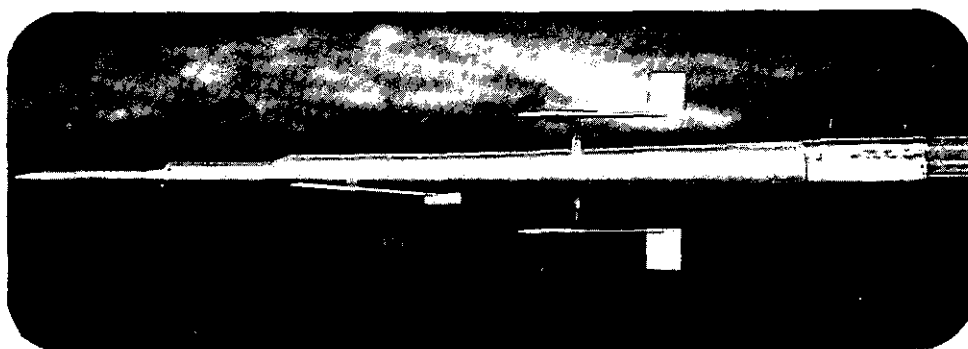
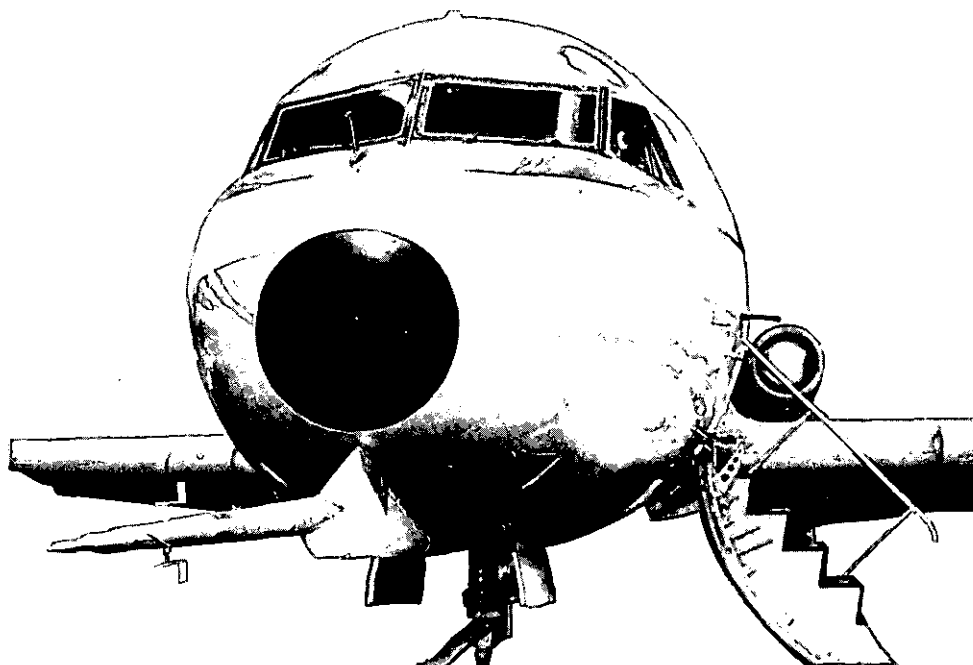
Evaluatie van een aantal luchtwaardige computers, ten behoeve van de beproeving van de F28-Super en voor gebruik in toekomstige NLR-projecten, leidde tot de keuze van de ROLM-1664 computer.



Een balans, geïnstalleerd in een gondel, voor het meten van de aërodynamische belasting op de gondel (vijf componenten: normaal, zijdelings, en de momenten om de drie assen). Deze meetgegevens worden gebruikt als invoergegeven bij het voorspellen van de bewegingen ten opzichte van het vliegtuig van externe lasten wanneer deze worden afgeworpen.



Het F28 A1 prototype vliegtuig, uitgerust met een rompstaak voorzien van een slip- en een invalshoekmeter, teneinde de hiermee gemeten waarden met resultaten, verkregen met het systeem voor het uitvoeren van metingen in niet-stationaire vlucht, te kunnen vergelijken.



Metingen werden verricht aan radarreflectoren met het Queen Air laboratorium-vliegtuig, teneinde te onderzoeken in hoeverre deze reflectoren bruikbaar zijn als herkenningspunt in SLAR-opnamen.

Mede ten behoeve van het "NLR-Flight-Test Systeem" (NFT) werd een Data Base Management System aangeschaft en geïnstalleerd op de centrale computer van het NLR in de Noordoostpolder. De vorm waarin administratieve gegevens, ijkgegevens, en identificatiegegevens van de apparatuur in het computerbestand zullen worden opgenomen, werd gedefinieerd. Ook werd vastgesteld welke nominale technische gegevens van transducers en aanwijsinstrumenten in het bestand opgenomen dienen te worden.

Het bedrijfssysteem van de SC-1700 computer van DVSV werd gewijzigd en uitgebreid, zowel in verband met "multi-programmering" faciliteiten als in verband met het in gebruik nemen van de nieuwe interface "DAISY", waarmee snelle datatransmissie mogelijk is.

Medewerking werd verleend aan het beoordelen van twee delen uit de AGARDograph "Flight Test Instrumentation Series", betreffende het meten van start- en landingsprestaties en betreffende dataprocessing.

Uitrusting van vliegtuigen en grondinstallaties

De technische specificatie van het nieuwe meet- en registratiesysteem, te gebruiken in een meetvliegtuig van de RLD voor de inspectie en kalibratie van op de grond geplaatste radionavigatie- en landingshulpmiddelen, kwam gereed. Daarnaast werd in opdracht van de RLD een aantal deelonderzoeken uitgevoerd inzake mogelijk in het meetvliegtuig te installeren "quick-look" faciliteiten, tijd-registratieapparatuur, en boordcomputers. Tenslotte werd een onderzoek ingesteld naar de geschiktheid van de RLD/PTS-computers op Schiphol voor het verwerken van de meetresultaten op de grond.

Gewerkt werd aan een onderzoek naar de rol van de vlieger als "supervisor" van automatische systemen. De naderingssituatie wordt daarbij zowel theoretisch (aan de hand van mathematische modellen) als experimenteel (op de NLR C-11 vluchtnabootser) onderzocht. Daarbij wordt nagegaan hoe de vlieger storingen signaleert en verwerkt onder diverse omstandigheden. Mathematische modellen werden ontwikkeld en computerprogramma's werden geschreven om het gedrag van de vlieger in deze omstandigheden te beschrijven.

In opdracht van de KLM werd een onderzoek ingesteld naar onvolkomenheden van de OMEGA-navigatieapparatuur in de DC-8 vliegtuigen. Dit onderzoek was in hoofdzaak gericht op de antennes. Voor twee verschillende antennes werden grondmetingen verricht (gevoeligheid en ruis), terwijl bovendien tijdens de vlucht de antennesignalen werden geregistreerd.

Vliegtuiggebruik

Grote voortgang werd geboekt met de documentering en het herschrijven in modulevorm van de programma's voor de simulatie van militaire vliegtuigoperaties. Ten einde de effectiviteit van bepaalde missies te kunnen nagaan, werd een methode ontwikkeld om de positie en de grondkoers van een vliegtuig te kunnen berekenen met behulp van één vanuit het vliegtuig gemaakte foto, zonder gebruik van grondapparatuur.

De gegevens van de fysiologische metingen, verkregen tijdens vluchten met de Alouette III helikopter, werden geanalyseerd. De beschrijving en handleiding van de computerprogramma's voor de verwerking en analyse van de fysiologische meetgegevens kwamen gereed, en er werd een beschrijving van het fysiologische meetstelsel opgesteld. Tevens wordt een analyse verricht van de visuele informatie die nodig is voor het maken van naderingen met zicht.

In opdracht van de RLD werden werkzaamheden uitgevoerd voor het "All Weather Operations Panel" (AWOP) en het "Obstacle Clearance Panel" (OCP) van de ICAO. Voor het AWOP werd meegewerkt aan de verdere evaluatie van aan de ICAO voorgestelde MLS-systemen, vooral met betrekking tot de "multipath"-aspecten. De zesde vergadering van het AWOP werd bijgewoond. Op deze vergadering werd een aanbeveling gedaan dat de "Air Navigation Commission" het "Time Reference Scanning Beam" (TRSB) stelsel zou voorstellen aan de komende "All Weather Operational Divisional Meeting". Een theoretische studie werd gemaakt van vliegveldscenario's die kritisch zouden kunnen zijn wat de multipath-aspecten betreft bij gebruik van het TRSB-MLS-stelsel. De resultaten van computersimulaties voor deze scenario's zijn door het MIT (V. S.) beschikbaar gesteld.

Op het vliegveld Brussels National Airport werden vliegproeven, verricht met het Engelse DMLS-systeem, bijgewoond door een NLR-medewerker. In een Nederlandse MLS-werkgroep, die tot taak heeft het officiële Nederlandse standpunt inzake een keuze van een MLS-systeem voor te bereiden, werden diverse MLS-aspecten onderzocht.

Een rapport kwam gereed over de berekening van de afwijkingen ten opzichte van de nominale naderingsbaan, die een DC-9 vliegtuig tijdens een ILS-naderingsvlucht ondergaat als gevolg van windverval. De windprofielen die voor deze berekeningen nodig zijn, worden ontleend aan de KNMI-metingen met de meetmast te Cabauw. Met de KLM werd overeengekomen dat de KLM bepaalde vluchtgegevens die met de AIDS-apparatuur aan boord van KLM-vliegtuigen zijn geregistreerd aan het NLR zal verstrekken ten behoeve van het onderzoek naar windverval dat in opdracht van de RLD wordt verricht. Een "data base system" wordt opgezet voor het verwerken van deze gegevens.

Voor het OCP werden werkgroepvergaderingen bijgewoond die betrekking hadden op het opstellen van het "Collision Risk Model". Enkele mathematische aspecten van het model werden onderzocht. In deze vergaderingen werden eveneens de ontvangen commentaren op de "State Letter" inzake het nieuwe PANS-OPS document verwerkt. Tabellen met de voor de berekening van de "Obstacle Assessment Surfaces" benodigde gegevens werden opgesteld en op microfiche vastgelegd.

Luchtverkeersleidingsaspecten

Ten behoeve van de verdere ontwikkeling van het luchtverkeersleidingssysteem SARP van de RLD werden verschillende werkzaamheden uitgevoerd.

De vliegbaanberekeningsprogramma's voor SARP II werden getest door de resultaten ervan te vergelijken met die van op het NLR aanwezige programma's. Naar aanleiding daarvan werden door de RLD in de SARP II programmatuur wijzigingen aangebracht.

Een korte film werd vervaardigd om de werking te demonstreren van het mede door het NLR ontwikkelde conflictdetectieprogramma voor SARP II. Teneinde deze conflictdetectieprogramma's te kunnen controleren op goede werking werd testmateriaal vervaardigd. Gewijzigde uitgangspunten maakten de berekening van nieuwe numerieke testwaarden voor de detectie van conflicten via deze programmatuur, de zogenaamde conflictmatrices, noodzakelijk; de programma's die hiervoor nodig zijn dienden hiertoe belangrijk uitgebreid te worden.

Ten behoeve van het onderzoek naar de efficiency van het vliegtuiggebruik werden nieuwe berekeningen uitgevoerd met het NLR-brandstofverbruiksmodel. Een specificatie werd opgesteld voor enige uitbreiding van dit model; de bijbehorende programmatuur hiervoor kwam gereed.

De medewerking aan de evaluatie van TAR 2 radar werd voortgezet. Assistentie werd verleend aan de RLD in verband met de aanschaffing van de nieuwe Terminal Area Radar (TAR 3). Grote aandacht werd besteed aan de wijze waarop radarinformatie wordt verkregen en verwerkt. De onderlinge relaties tussen de diverse functies in de keten radar-plotextractor-tracking-beeldscherm werden beschreven. Een evaluatieplan werd opgesteld en ten dele reeds uitgevoerd voor de lange-afstandsradar (LAR) te Herwijnen.

Ten behoeve van de vliegbaansimulatie in de toekomstige SARP-simulator werd de kwaliteit van de huidige Ferranti-simulator onderzocht.

De vliegplangegevens van het SATCO luchtverkeersleidingssysteem werden ten behoeve van de statistiek van het luchtverkeer op de gebruikelijke wijze verwerkt. Tabellen met statistische gegevens en "vertragingstabellen" werden maandelijks aan de RLD verstrekt. Beschrijvingen en gebruikershandleidingen werden opgesteld voor alle programma's voor de statistische verwerking van gegevens van het luchtverkeer in Nederland.

Een studie van de capaciteit van de Luchthaven Schiphol vanuit het oogpunt van luchtverkeersleiding werd afgerond; uitgebreid aandacht werd besteed aan de relevante operationele omstandigheden.

In het kader van het onderzoek naar de onderlinge separatie van vliegtuigen tijdens de vlucht werd, in opdracht van de RLD, deelgenomen aan de werkzaamheden van het ICAO RGCS-Panel, de "NAT Systems Planning Group" en aan enkele Eurocontrol activiteiten op dit gebied. Voor het RGCS-Panel werd commentaar geleverd op een Frans voorstel om de verticale separatie boven 29000 ft (8,8 km) hoogte te verlagen tot 1500 ft (450 m). Tevens werden studies uitgevoerd over de toepassing van MNPS (Minimum Navigation Performance Specifications) in andere gebieden dan het Noord-Atlantische gebied en werden berekeningen uitgevoerd van de botsingskans in door (VOR-)bakens gedefinieerde parallelle routes. In het kader van NAT/SPG werd deelgenomen aan het afronden van de procedures voor de aan het eind van het jaar van kracht geworden MNPS voor het Noord-Atlantische gebied.

Opdracht werd ontvangen van de RLD om voor een experimenteel Vortex Detectie Systeem (voor het waarnemen van tipwervels van vliegtuigen) de dataverwerking en presentatie van de gegevens afkomstig van een aantal onder de naderingsbaan opgestelde anemometers te verzorgen. Met dit systeem kan in voorkomende gevallen de separatie zodanig worden geregeld dat een landend vliegtuig geen hinder ondervindt van tipwervels van zijn voorganger. Het hardware-gedeelte werd ontworpen; de vervaardiging ervan is grotendeels gereedgekomen. Het programma voor het detectiealgoritme is voltooid.

3.3 CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

Werkzaamheden ten behoeve van ontwikkelingsprojecten

In opdracht van het NIVR en in nauwe samenwerking met Fokker-VFW en de Afdeling Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TH Delft werden studies verricht ter voorbereiding van het nieuwe vliegtuigproject, de F28 Super. Deze studies hadden betrekking op de selectie en de evaluatie van nieuwe vleugeldoosconstructies. Hiertoe werden tevens de eigenschappen van nieuwe materialen bepaald. De vluchtsimulatiebeproevingen die worden uitgevoerd om de vermoeiingseigenschappen van nieuwe materialen te leren kennen, werden voortgezet. Gemengde laminaten, bestaande uit een combinatie van koolstof-epoxy en aluminium- of titaniumlegeringen, werden op deze manier beproefd, met interessante resultaten met betrekking tot mogelijke gewichtswinst. Er werd begonnen met de beproeving van nieuwe aluminiumlegeringen.

Het gedrag van op druk belaste verstijfde panelen werd numeriek berekend en het gelineariseerde knikgedrag van dergelijke panelen werd onderzocht, evenals het plooigedrag van panelen met Z-verstijvers. De resultaten zullen worden vergeleken met experimenteel verkregen resultaten. Voor panelen met gelijmde stripverstijvers werd het lijmnadgedrag bepaald. Twee lijmsorten werden met elkaar vergeleken door middel van een reeks reststerkte- en vermoeiingsproeven. Met het programma ASKA werden driedimensionale effecten berekend aan een op trek belast paneel van een F27-luikenbaan; de resultaten werden vergeleken met die van door Fokker-VFW uitgevoerde rekmetingen. Proeven werden verricht op met composiet versterkte trekpanelen met een gedeeltelijk gescheurde huidplaat.

Constructieve voorstudies werden uitgevoerd ten behoeve van de ontwikkeling van een vleugelklepconstructie in composietmateriaal. Proeven werden gedaan om de basiseigenschappen en het gedrag tot breuk te leren kennen van laminaten die werden ontworpen voor deze klepconstructie. Verschillende niet-destructieve onderzoeksmethoden voor het beproeven van composietconstructies werden bestudeerd.

Belastingen op vliegtuigen

Nieuwe methoden ter bepaling van remousbelastingen op vliegtuigen werden verder onderzocht. Hierbij werd aandacht besteed aan de toepassing van PSD-methoden ("power spectral density") bij niet-lineair gedrag van vliegtuigen.

De invloed van niet-stationaire remous op de belastingen van eenvoudige eerste- en tweede-orde vliegtuigmodellen werd analytisch bepaald. Het computerprogramma werd aangepast aan een meer gecompliceerd vliegtuigmodel, teneinde daarmee een parameterstudie te kunnen uitvoeren van belastingen tengevolge van remous. Voor de RLD werd een handleiding opgesteld bij het computerprogramma waarmee belastingsgegevens die zijn opgeslagen in de AIDS Data Base, statistisch verwerkt kunnen worden. Dit programma geeft informatie over het gebruik van het B747-vliegtuig en over de belastingen die dit vliegtuig ondervindt; tevens wordt hiermee statistische informatie over remous verschaft.

De vergelijkende vermoeiingsproeven die werden uitgevoerd om de invloed van belastingverlagende hulpmiddelen op de levensduur van de vliegtuigconstructie te bepalen, werden afgerond. De resultaten werden geanalyseerd en aan het NIVR gerapporteerd.

Met een onderzoek naar scheurinitiatie en scheurgroei, in het kader van het onderzoek naar de invloed van spectrum-veranderingen op de vermoeiingslevensduur, werd een begin gemaakt.

Voor de RLD werd een studie uitgevoerd met betrekking tot de veiligheidsaspecten van ouder wordende vliegtuigen uit het oogpunt van vermoeiing.

Een literatuurstudie werd verricht over vermoeiingsproblemen en berekeningsmethoden van helikopterrotors.

Statische sterkte en stijfheid van constructies

Een vergelijkend onderzoek werd uitgevoerd aan twee programmasystemen voor de berekening van de plastische deformatie van constructies, te weten het MARC-programma (uit de V. S.) en het NLR-programma PLASTIC.

Voor de ontwikkeling van een incrementele methode voor het berekenen van kritieke evenwichtstoestanden werd een computerprogramma geschreven waarmee oplossings-

procedures kunnen worden getest met behulp van een niet-lineair elastisch knik-model. De evaluatie van een aantal mogelijkheden tot verbetering van bestaande procedures werd afgerond.

Kerftaaiheid en reststerkte

Literatuur werd bestudeerd over de toepassing van breukmechanica op scheurvorming onder kruipomstandigheden. Enkele voordrachten over dit onderwerp werden gehouden.

Een onderzoek werd uitgevoerd naar het reststerktegedrag van panelen met gelijkde Z-verstijvers, door de belasting stapsgewijs te verhogen en telkens de kwaliteit van de lijmverbindingen te controleren. Om ook berekeningen te kunnen uitvoeren ten aanzien van de reststerkte van deze panelen werd een computerprogramma geschreven.

In het onderzoek naar scheurgroei in en breukcriteria voor dunne plaat werden meetresultaten geanalyseerd met behulp van een elementenanalyse. Hierbij werd bevestigd dat de scheurtip-openingshoek een belangrijke scheurgroei-parameter is. Ook bleek dat het zogenaamde "R-curvenconcept" voor de berekening van de energiedissipatie bij scheurtippen niet van toepassing is op ductiele materialen, zoals 2024-T3.

In samenwerking met het RAE werd een experimenteel programma opgezet ter verifiëring van de berekening van stabiele scheurgroei in dunne plaat. De proeven werden uitgevoerd bij het RAE. De experimentele en theoretische resultaten werden door het RAE en het NLR geanalyseerd.

In de studie van de plastische deformatie bij een kerf onder cyclisch wisselende belastingen werd een numerieke analyse uitgevoerd met behulp van het PLASTIC-programma, waarvan de resultaten bleken overeen te stemmen met experimenteel verkregen resultaten van de TH Delft. Hierbij bleek dat scheursluitingseffecten de scheurgroeisnelheid veel langer beïnvloeden dan werd verondersteld. Er wordt gewerkt aan een analytische formulering van scheursluiting; aanvullende berekeningen met een sterk verfijnd elementen-net werden daartoe uitgevoerd ter bepaling van de karakteristieke grootheden.

In het onderzoekprogramma betreffende de spanningsintensiteit in gescheurde beslaglippen werd begonnen met een onderzoek naar de mogelijkheid om voor een eenvoudige driedimensionale configuratie met hoekscheur een numerieke voorspelling te geven van de scheuruitbreiding als functie van het aantal constante-amplitude lastwisselingen. Hierbij worden de eerder in dit onderzoek ontwikkelde technieken voor berekening van elastische energieverandering bij lokale scheurgroei toegepast. Ter evaluatie van de rekenmethode worden experimenten uitgevoerd.

In het kader van het onderzoek naar de scheurgroeiweerstand van lijmnaad werden voor een aantal legeringen en beitsbaden het verloop van het beitsproces en de kwaliteit van het gebeitste oppervlak bestudeerd. Een literatuuronderzoek werd uitgevoerd naar de mogelijkheden het mechanische gedrag van lijm analytisch te beschrijven als functie van belastingsnelheid, tijd en temperatuur.

Vermoeiing

In het kader van de samenwerking met de DFVLR wordt nagegaan hoe, uitgaande van de "Neuber-regel", de scheurinitiatietijd van op vermoeiing belaste gekerfde constructiedelen kan worden voorspeld. De DFVLR zal met de "Neuber Control Method" en de "Computerized Notch Analysis" de scheurinitiatielevensduur bepalen; de hiervoor benodigde ongekerfde geanodiseerde en ongeanodiseerde proefstukken werden door het NLR vervaardigd.

Vluchtsimulatieproeven werden uitgevoerd om de invloed van de plaatrandafwerking op de levensduur van constructies te bepalen. Aanvullende proeven werden verricht om ook de invloed van corrosiewerende middelen op de levensduur van constructies onder vluchtsimulatiebelasting en onder constante-amplitude vermoeiingsbelasting te leren kennen. Voor een aantal aluminiumlegeringen werd de levensduur van beslaglippen met al of niet opgerekte gaten bepaald onder vluchtsimulatiebelasting. Hierbij bleek de levensduur van de beslaglippen met opgerekte gaten vele malen groter te zijn dan die van de beslaglippen met niet-opgerekte gaten. In het kader van het "AGARD-SMP Critically Loaded Holes Program" wordt de kwaliteit van "fastener"-gaten onderzocht. Met behulp van vluchtsimulatieproeven (FALSTAFF) wordt de scheurinitiatietijd en de totale levensduur bepaald van zogenaamde "high-quality" en "low-quality" gaten.

Twee proefstukken werden ontworpen om de corrosievermoeiing te onderzoeken met belastingen respectievelijk volgens het TWIST-programma en volgens het FALSTAFF-programma.

Een literatuuronderzoek wordt verricht naar een aantal scheurgroeimodellen die rekening houden met interactie-effecten ten gevolge van een piekbelasting. Tot deze modellen behoren die volgens de theorieën van Habibie, Wheeler en Willenborg. Deze theorieën zijn gebaseerd op de afmetingen van de plastische zones vóór de scheurtip; met scheursluiting wordt geen rekening gehouden. Een computerprogramma waarmee enkele modellen kunnen worden toegepast, wordt bestudeerd.

Corrosie, spanningscorrosie en waterstofbroosheid

Op verzoek van Ohio State University werd medewerking verleend bij het samenstellen van een handboek over spanningscorrosie en corrosievermoeiing, een project van de Advanced Research Projects Agency.

Een TDCB-proefstuk uit een afgekeurd monster Al-Zn-Mg gietmateriaal werd onder een microscoop onderzocht op scheurgroei onder invloed van spanningscorrosie. Het onderzoek naar de waterstofbroosheid van gecadmeerde staven van hoogwaardig staal werd voortgezet. Een aantal gebroken staven werd onderzocht met de raster-elektronenmicroscoop, om te zien of de breuken al of niet interkristallijn waren.

Evaluatie van moderne constructiematerialen

Teneinde de spanningscorrosie-eigenschappen te bepalen van de aluminiumlegeringen 7010-T73 en 7010-T76, werd een groot aantal hoefijzervormige proefstukken en DCB-proefstukken vervaardigd uit deze legeringen. Eerstgenoemde proefstukken werden onderworpen aan scheurinitiatieproeven in corrosiebaden. Aan de DCB-proefstukken werd de spanningscorrosiescheurgroei gemeten. Voor verdere evaluatie van de 7010-legering werden proefstukken gemaakt uit dikke plaat voor vermoeiingsbeproeving, trekbeoeping, en bepaling van de kerftaaiheid.

Van de aluminiumlegeringen AA-7050 en AZ 74.61 werden niet-gecorrodeerde proef-

staven gemaakt met kerven van diverse scherpten, en sterk-gecorrodeerde proefstaven. Deze werden onderworpen aan een blokvormig belastingsprogramma om de invloed van voorafgaande corrosie op de vermoeiingslevensduur vast te stellen. Van smeedstukken van de aluminiumlegeringen 7075-T73 en 7175-T736 wordt een aantal technische eigenschappen bepaald, om vergelijkingsmateriaal te hebben bij de evaluatie van de legering AA-7050, waarvan identiek gevormde smeedstukken eerder beproefd zijn.

Een reststerkteonderzoek werd uitgevoerd aan koolstof/epoxy-laminaten. In een aanvullend onderzoek werd de invloed van de proefstukbreedte en van het type beschadiging op de reststerkte bepaald. Tevens werden trekproeven uitgevoerd om te meten hoe de sterkte van koolstof/epoxy-laminaten afhangt van de vezellengte. Een methode werd ontwikkeld om afzonderlijke koolstofvezels met een meetlengte van 1 mm te beproeven.

De sterkte- en reststerkte-eigenschappen van Kevlar en van Kevlar/koolstof-composietmaterialen werden bepaald. Verzwakkingen door gaten en door scheuren werden in dit opzicht met elkaar vergeleken. Voor dit materiaal werd bovendien de invloed van vermoeiingsschade op de reststerkte gemeten.

3.4 RUIMTEVAART

Werkzaamheden ten behoeve
van internationale projecten

In het kader van de studie van standbepalingssystemen voor ruimtevoertuigen, gebaseerd op de "star mapper" van ESA, werd met behulp van de programmatuur die ontwikkeld werd om uit de sensorsignalen de standinformatie te berekenen, een aantal simulaties uitgevoerd. De resultaten werden uitgewerkt en aan ESTEC gerapporteerd. Van ESA werd een vervolgoopdracht verkregen om de Kalman-filtermethode die gebruikt werd in de "star mapper" studie, toe te passen op de standbepaling van de GEOS-satelliet van ESA.

Het HST-onderzoek naar de windbelastingen op de ARIANE-draagrazet in de startpositie, aan modellen van de raket en van de raket met starttoren, werd voltooid. Tevens werd de serie vervormingsmetingen aan de "Interstage 2-3" van de ARIANE, die bij Fokker-VFW werd uitgevoerd, afgerond. Op uitnodiging van de CNES nam het NLR deel aan de "Critical Design Reviews" van het traagheidsgeleidingssysteem van de ARIANE.

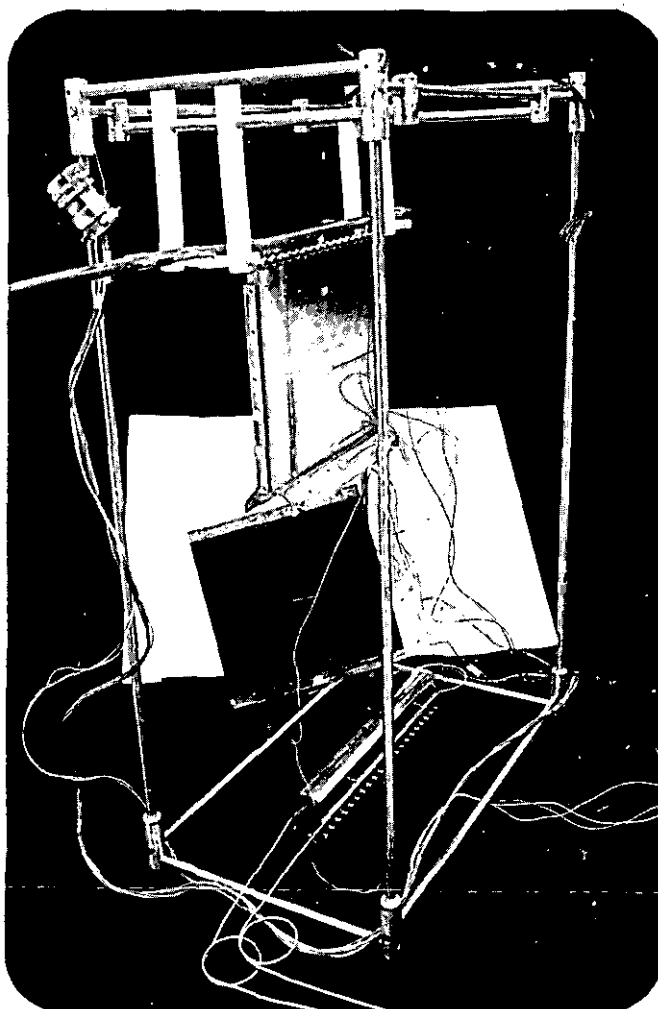
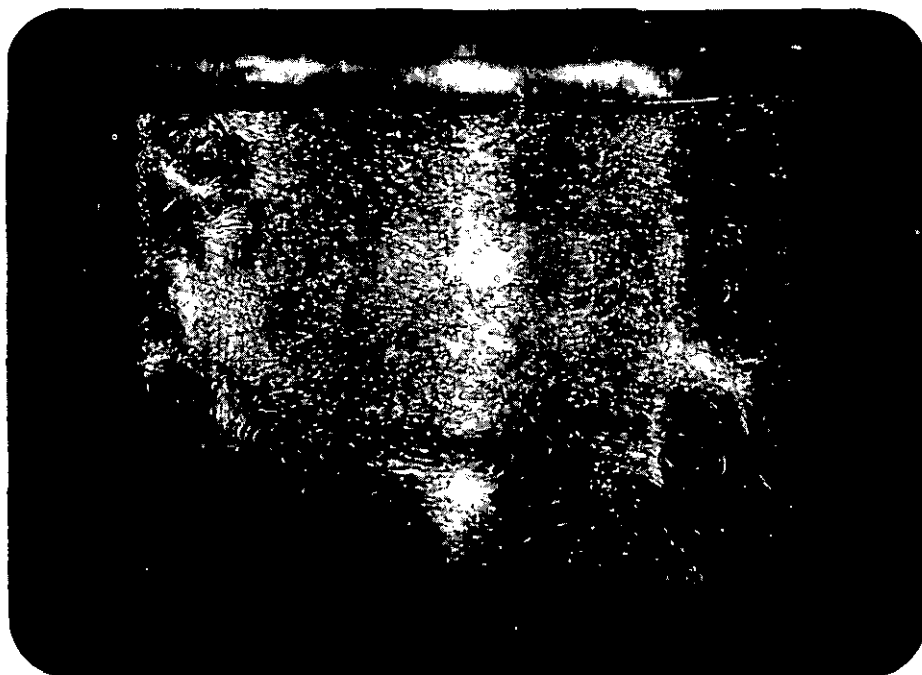
Aan het einde van het verslagjaar werd van ESA de opdracht ontvangen om de ruis-karakteristieken van in ESA-satellieten toe te passen gyroscopen experimenteel te bepalen.

De eerste voorbereidingen werden getroffen ten behoeve van de beproeving van het standregelsysteem van de EXOSAT-satelliet van de ESA.

Werkzaamheden ten behoeve
van nationale projecten

Eind 1976 werd door de Overheid het IRAS-project goedgekeurd. Voor de diverse NLR-taken in het project werden de definities en de specificaties opgesteld. De NLR-taken omvatten de grondoperaties, de "on-board" software, de "ground checkout", en het beproeven van het standregelsysteem. Aan het einde van het verslagjaar werd de "Preliminary Design Review" van IRAS gehouden. Bij deze

Om de beweging van vloeistoffen in de ruimte te leren kennen worden door het NLR experimenten uitgevoerd tijdens de eerste Spacelab-vlucht. Voorbereidende proeven werden hiervoor verricht: Met behulp van aluminiumpoeder wordt hier in een perspex vat de vloeistofstroming zichtbaar gemaakt. De foto is genomen vlak nadat het draaiende vat plotseling is stilgezet. Men kan zien hoe aan de wanden wervels ontstaan.



Apparaat voor het meten van de warmtegeleidingscoëfficiënt in de plaatrichting van dun (ca. 0,3 mm) CFRP-plaatmateriaal (CFRP: koolstofvezel-versterkte plastic). In het statief zijn een "heater" (warmtebron) en een koelplaat opgehangen, waartussen het vierkante proefstuk wordt ingeklemd; het geheel wordt in een thermische vacuümkamer gezet, waardoor de omgevingstemperatuur instelbaar is en storing door convectie wordt voorkomen.

gelegenheid werden door het NLR presentaties verzorgd over de verrichte werkzaamheden; hierop werd gunstig gereageerd.

Ten behoeve van het NLR-experiment in Spacelab werden proeven gedaan om een techniek te vinden voor het zichtbaar maken van niet-stationaire driedimensionale stromingen in gewichtloze toestand. Gezocht werd naar een geschikte combinatie van vloeistof, tracer en verlichting. Een ontwerp voor de bevestiging van de perspex vloeistofvaatjes aan de bewegende schijf in de Fluid-Physics Module werd ter goedkeuring aan Fiat en ESA voorgelegd. Een aantal besprekingen werd bijgewoond. Voorbereidingen werden getroffen voor het uitvoeren van enkele 0-g vluchten met het Hunter laboratoriumvliegtuig. Deze vluchten dienen om een kwalitatieve indruk te verkrijgen van het vloeistofgedrag onder deze omstandigheden.

Thermisch-vacuümonderzoek

Het instrument voor het meten van de isolerende werking van thermische dekens werd uitgebreid. Door middel van metingen werd de invloed van enkele factoren (afstand tussen de lagen mylar, afscherming) op het inleken van warmte bepaald. Vervolgens werden experimenten uitgevoerd, waarvan de resultaten voor ongeperforeerde dekens overeenkwamen met de theoretische resultaten. Voor geperforeerde dekens werden afwijkingen gevonden; het onderzoek wordt voortgezet.

De invloed van de omgevingstemperatuur op de meetresultaten van de warmtegeleiding in de plaatrichting van dunne CFRP-plaat (CFRP - koolstofvezelversterkte plastic) kon verminderd worden door verbeteringen van het meetapparaat. In het apparaat voor het meten van de warmtegeleiding loodrecht op de plaatrichting gaf het toepassen van Wood's metaal als contactmateriaal geen verbetering in de meetresultaten. De warmteoverdracht door een aantal door Fokker-VFW vervaardigde honingraatsandwichpanelen met CFRP-huidplaat werd gemeten; de resultaten zijn van belang voor het ontwerpen van zonnepanelen.

Voor de afvoer van warmte wordt vaak gebruik gemaakt van zogenaamde warmtepijpen ("heat pipes"), veelal in combinatie met een koelvin. Een oriënterend onderzoek naar de werking van warmtepijpen en de toepassing ervan in ruimtevoertuigen werd afgesloten. In aansluiting hierop werd in samenwerking met Fokker-VFW een voorstel aan het NIVR voorbereid om onderzoek te verrichten aan warmtepijpen.

Standregeling van ruimtevoertuigen

In opdracht van het NIVR werd een onderzoek verricht naar de toepassingsmogelijkheden van moderne meet- en regeltechniek op de standregeling van de IRAS. Van een ééndimensionaal bewegend ruimtevoertuig werd de optimale discrete besturing gesimuleerd. Hierdoor werd meer inzicht verkregen in een aantal numerieke aspecten van het sturingsproces. De invloed van systeem- en meetruis op de standbeweging werd nagegaan, en een Kalman-filter als standschatteer werd ingevoerd. Met de analyse van de standbeweging van een flexibel drieassig gestabiliseerd ruimtevoertuig werd een begin gemaakt, waarbij werd uitgegaan van twee modellen: een star lichaam met elastische panelen en een aantal gekoppelde starre lichamen. In het kader van de toepassing van filtertechnieken op de standbepaling van ruimtevoertuigen werd een computerprogramma geschreven dat geschikt is voor "batch-processing". Met dit programma werden goede resultaten verkregen, evenals met de variant van het programma waarin "splines" worden toegepast om fouten in de toegepaste modellen te kunnen opvangen.

In het kader van het onderzoek aan traagheids-optische standmeetsystemen werd het experimentele onderzoek naar de prestaties van moderne gyroscopen, dat in samenwerking met de DFVLR wordt verricht, voortgezet. Een serie metingen werd bij het NLR uitgevoerd, en vervolgens herhaald bij de DFVLR met de daar aanwezige nieuwe testapparatuur. De resultaten van beide series proeven komen goed met elkaar overeen.

3.5 ONDERZOEKINGEN BETREFFENDE MILIEUBEHEER EN ENERGIEVOORZIENING

Milieu-aspecten van het
luchtverkeer



Een SLAR-opname (Side-Looking Airborne Radar) van de Nieuwe Waterweg en van Zuidhollandse en Zeeuwse eilanden. De opname is gemaakt in opdracht van Rijkswaterstaat, in het kader van het onderzoek van richtingspectra van golven in de Oosterschelde.

Met door het NLR ontwikkelde computerprogramma's werd een berekening gemaakt van de geluidshinder rondom Schiphol in 1976. De resultaten werden in de vorm van geluidshindercontouren aan de RLD verstrekt. Eveneens werd een berekening uitgevoerd van de geluidshinder rondom de luchthaven Rotterdam, ook over het jaar 1976.

Ten behoeve van de geluidshinderberekeningen voor het z.g. interimbeleid inzake de zoneringswetgeving werd nagegaan welke invoergegevens nodig zijn en welke daarvan nog bepaald moeten worden. Deze gegevens worden verstrekt door de Rijksluchtvaartdienst.

Het programmapakket voor de berekening van de geluidshinder rond vliegvelden werd uitgebreid met drie programma's; één van de programma's betrof het berekenen van geluidsspectra voor willekeurige afstanden en willekeurige atmosferische omstandigheden, uitgaande van één gegeven geluidsspectrum, en al of niet rekening houdend met grond damping. Ook werd een programma voor het tekenen van geluidshindercontouren geschreven.

In het kader van de werkzaamheden in verband met het invoeren van de zoneringswet werden vergaderingen bijgewoond van de Begeleidingscommissie van het Project 20 (ontwikkeling van een standaard-berekeningsmethode voor de lawaai-belasting door vliegtuigen) van het Onderzoekprogramma Luchtvaartlawaai van de Interdepartementale Commissie Geluidhinder. Een NLR-notitie werd opgesteld, onder andere over het effect van wind op het hoogteverloop van startende vliegtuigen en op de benodigde stuwkracht van vliegtuigen tijdens start en landing. De invloed van het niveau van het achtergrondlawaai op de ligging van de lawaai-belastingscontouren werd berekend voor Schiphol en het vliegveld Twente.

In samenwerking met de Technisch Fysische Dienst TNO-TH werd een onderzoek verricht naar de grond damping, waaruit bleek dat in de literatuur gevonden experimentele waarden voor de grond damping overeenkomen met theoretisch voorspelde waarden. Daarbij werden uit de literatuur zoveel mogelijk geluidsspectra verzameld, waaruit per vliegtuigtype en per vliegtuigconfiguratie de grond damping werd berekend als functie van de afstand. Nagegaan werd hoe grond damping moet worden verwerkt in het berekeningsvoorschrift.

Met de tekst voor het berekeningsvoorschrift werd goede voortgang gemaakt, zodat deze kon worden gepresenteerd op een van de laatste vergaderingen van de Begeleidingscommissie in dit verslagjaar.

Een groot aantal uitvliegbanen nabij Schiphol werd geregistreerd met behulp van de informatie van de TAR 2 radar. Uit deze radargegevens, aanvankelijk geregistreerd met een cassetterecordersysteem, later met het magneetbandrecordersysteem RADAS, werd door de RLD een aantal (ca. 2000) vliegbanen geselecteerd, teneinde na te gaan of de voorgeschreven vliegbanen werden gevolgd. Hiertoe werden plots gemaakt van op de grond geprojecteerde vliegbanen en van hoogte- en snelheidsprofielen.

De leden van de Stuurgroep "Geluidsproductie van toekomstige generaties CTOL-vliegtuigen" kwamen in de verslagperiode een aantal malen bijeen. De tekst van het in overleg met deze stuurgroep samengestelde deelrapport over de geluidsniveaus van de komende generatie straalvliegtuigen voor de korte en middellange afstanden kwam nagenoeg gereed.

De door het RLD-geluidsmeetnet geregistreerde geluidsniveaus werden verwerkt tot maand- en kwartaalstaten, die aan de RLD werden verstrekt. In de DNW model-tunnel werd een onderzoek verricht naar het windgeruis, veroorzaakt door de windkappen die bij dit meetnet in gebruik zijn. Voorgesteld werd een andere windkap toe te passen. Ten behoeve van een statistische analyse van de spreiding in de gemeten geluidsniveaus zijn computerprogramma's in ontwikkeling.

Het onderzoek naar de luchtverontreiniging rond Schiphol in 1974 door het gebruik van fossiele brandstoffen werd voortgezet. Berekeningen werden verricht voor deelperioden van 1974. De resultaten werden gepresenteerd in de vorm van iso-concentratielijnen.

Verkenningssluchten ter
bescherming van het milieu

De werkzaamheden op het gebied van "remote-sensing" technieken werden voortgezet. In opdracht van de Rijkswaterstaat werden infraroodopnamen gemaakt met behulp van het Queen Air laboratoriumvliegtuig, teneinde de plaatsen op te sporen waar de dijken van de Waal en van de Zuidwillemsvaart kwelwater doorlaten. Ook met de Side-Looking Airborne Radar (SLAR) werden opnamen gemaakt vanuit de lucht, ter bestudering van de stand van zaken bij landbouwgewassen in Flevoland. In het kader van een RWS-onderzoekprogramma ter bestudering van zeegolven ("Project Noordwijk '77") werden eveneens SLAR-metingen voorbereid en uitgevoerd. De coördinatie met de andere - buitenlandse - deelnemers aan dit project werd aan het NLR opgedragen.

Aan de IR- en SLAR-apparatuur werden onderhoudswerkzaamheden verricht. Ten behoeve van IR-projecten werd preprocessing uitgevoerd (betreffende de FDAU-registraties van uitgevoerde meetvluchten). Een nieuwe installatie werd vervaardigd voor de synchronisatie van de sensoren en het registratiesysteem, dat in combinatie met de SLAR in de vlucht goed bleek te werken.

Onderzoek op de gebieden
van windbelasting,
luchtverontreiniging en
trillingsverschijnselen

Diverse opdrachten werden ontvangen voor onderzoeken die buiten het gebied van lucht- en ruimtevaart liggen. Het NLR kan, door de speciale kennis, ervaring en apparatuur waarover het laboratorium beschikt, op deze gebieden dikwijls een zinnvolle bijdrage leveren.

Onderzoeken met betrekking tot windbelasting op en rookverspreiding rond gebouwen, gebouwencomplexen en stadswijken werden uitgevoerd, onder meer voor:

- het Kurhauscomplex te Scheveningen;
- de 1e Centrumknoop van Lelystad;
- een woongebied in Lelystad;
- het Academisch Ziekenhuis Dijkzigt te Rotterdam;
- het nieuwe St. Antoniusziekenhuis te Nieuwegein;
- het Gemini-ziekenhuis te Den Helder;
- de brug te Muiderberg.

Voor de KLM werd in de windtunnel de invloed nagegaan van de bouw van hangar 12 op het functioneren van een nabijgelegen motorproefbank. Eveneens werden metingen verricht aan een 6' ventilator van Stork Hengelo. Windtunnelonderzoek vond plaats naar de verspreiding van uitlaatgassen rond een "Roll-on/Roll-off" schip en rond een containerschip van Rijn/Schelde/Verolme.

Trillingsmetingen aan een groot verkeersportaal werden verricht voor RWS. Het trillingsgedrag en het fluttergedrag van de nieuw te bouwen Willemsbrug te Rotterdam werden berekend. Vervolgens werd door middel van windtunnelmetingen aan een model de excitatie door wervelstraten nagegaan. Uitgaande van de meetresultaten voor het model werden daarna berekeningen uitgevoerd voor de brug op ware grootte.

Berekeningen werden uitgevoerd van de stroming rond de pijlers van de Oosterschelddedam. Een windtunnelmodel werd vervaardigd voor het meten van het stromingspatroon rond eventueel toe te passen bouwputten voor de Oosterschelddedam; aangezien RWS besloot deze bouwputten niet te gebruiken, werd het onderzoek stopgezet.

Onderzoek naar aanvullende vormen van energie

In het kader van de werkzaamheden van het NLR voor het Nationale Onderzoekprogramma Windenergie werden ter afsluiting van de eerste fase van het onderzoeksprogramma rapporten opgesteld over de ontwikkelde rekenmodellen, de bijbehorende computerprogramma's, alsmede over de daarmee verrichte aërodynamische en

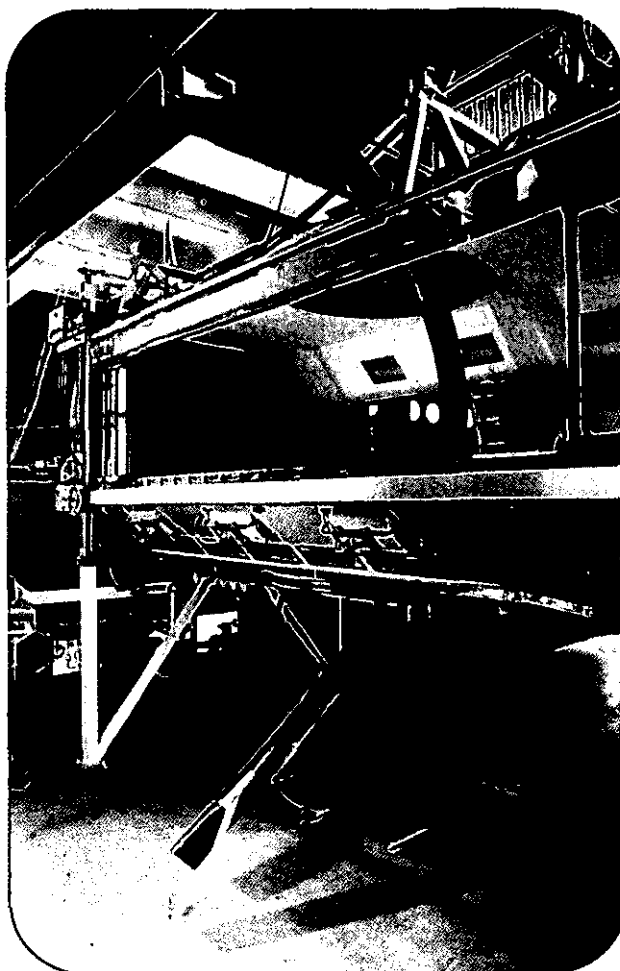


Door onderzoek van de rookbaan aan een model van het Sint Antonius Ziekenhuis te Nieuwegein in de lage-snelheidstunnel LST 2x1,2 kon worden vastgesteld dat de afvoer van afgewerkte gassen verbeterd kon worden door wijziging van de geplande schoorsteen.

*Het windklimaat van een woon-
gebied in Lelystad werd in de
lage-snelheidstunnel LST 2x1,2
onderzocht aan de hand van
een model.*



*Windtunnelmetingen werden
uitgevoerd in de lage-
snelheidstunnel LST 3x2 aan
een Darrieus rotorblad voor
een windmolen, in het kader
van het Nationale Onderzoek-
programma Windenergie.*



aëro-elastische berekeningen aan een Darrieus windturbine, en over de assistentie aan Fokker-VFW bij de voorbereidingen voor metingen aan een proefstand voor een 5 m diameter Darrieus windturbine. Ter voorbereiding van de tweede fase van het Nationale Programma werd een literatuuronderzoek verricht naar de theorie van windturbines met horizontale as en werd een gewijzigd voorstel ingediend voor onderzoeken, te verrichten door het NLR. In de loop van 1977 werd begonnen met de tweede fase van het onderzoekprogramma.

Enkele hoofdstukken van de AGARDograph over de aërodynamische aspecten van het winnen van energie uit wind kwamen gereed.

Het onderzoek betreffende de stromingsproblemen van magnetohydrodynamische (MHD) generatoren, dat wordt verricht in samenwerking met de Vakgroep "Directe Energie-Omzetting" van de TH Eindhoven, werd voortgezet. Een computerprogramma werd geschreven waarmee de elektronenconcentratie en -temperatuur worden berekend met een vierde-orde kubische-spline methode, onder bepaalde voorwaarden en met elektrongasvergelijkingen zonder turbulentietermen. Ook kon een betere convergentie verkregen worden bij het oplossen van de vergelijkingen.

3.6 INFORMATICA

Toegepaste wiskunde en
programmeertechnieken

Een groot aantal werkzaamheden werd verricht ten behoeve van het oplossen van problemen op mathematisch en programmeertechnisch gebied, in verband met door het NLR verricht onderzoek.

Nadat een aantal op universiteiten en laboratoria gebruikte computerprogramma's voor het genereren van contourplots (iso-lijnen) op hun bruikbaarheid was onderzocht, werd het programmapakket CONTOUR van een Canadese universiteit geïnstalleerd op de centrale computer CYBER-72.

Voor het onderhoud van Fortran subroutinepakketten werd een programma geschreven. Met de universiteiten van Groningen en Utrecht werden programma's uitgewisseld. Op verzoek van het NIVR werd aandacht besteed aan twee nieuwe aspecten van programmatuurontwikkeling voor grote projecten, namelijk "software quality assurance" en kostenschattingen. Een inventarisatie werd gemaakt van literatuur betreffende het beheer van programmatuurontwikkeling.

Een interface werd vervaardigd tussen de software voor de besturing van de Tektronix grafische beeldschermterminal en de software voor de besturing van de EAI-plotter, zodat displays op het beeldscherm ook geplott kunnen worden en de plotter bestuurd kan worden met de Tektronix-software.

Van de software-ontwikkeling en -onderhoud voor de hybride rekenmachine EAI-640 werd verslag gedaan in een aantal memoranda. Voorbereidingen werden getroffen voor de introductie van een nieuwe computer, de PACER-100. Na de installatie van deze computer moesten diverse programma's aangepast worden, vooral in verband met de grotere flexibiliteit van het "Real Time Operating System".

Voor het RAE werd een statistische analyse gemaakt van waarnemingen van ILS-naderingen.

Het NLR neemt deel aan een werkgroep, opgericht door het Rekencentrum van de Universiteit van Groningen, die de numerieke aspecten bestudeert van lineaire kleinste-kwadratenproblemen bij het oplossen van grote stelsels vergelijkingen. De contacten met de TH Twente betreffende nieuwe technieken in de toegepaste wiskunde werden voortgezet.

Het gebruik van splines voor de benadering van grootheden in voor het NLR belangrijke problemen neemt aanzienlijk toe. Deze techniek wordt reeds gebruikt in de APVW-postprocessing. De bruikbaarheid van splines voor de reductie en het gladstrijken van meetgegevens uit het nieuwe Airborne Data Acquisitie Systeem wordt geëvalueerd. Onderzocht wordt of deze techniek toegepast kan worden bij meer geavanceerde problemen, zoals in inverse vleugelontwerpmethoden en in baan-optimaliseringsalgoritmen. Splines bleken eveneens bruikbaar als alternatief voor filtertechnieken.

Elektronika

Het speurwerk op het gebied van de elektronika is gericht op de bestudering van de elementen die ten grondslag liggen aan elektronische instrumentatiesystemen, voor gebruik zowel in de eigen laboratoriumomgeving als in het vliegtuig.

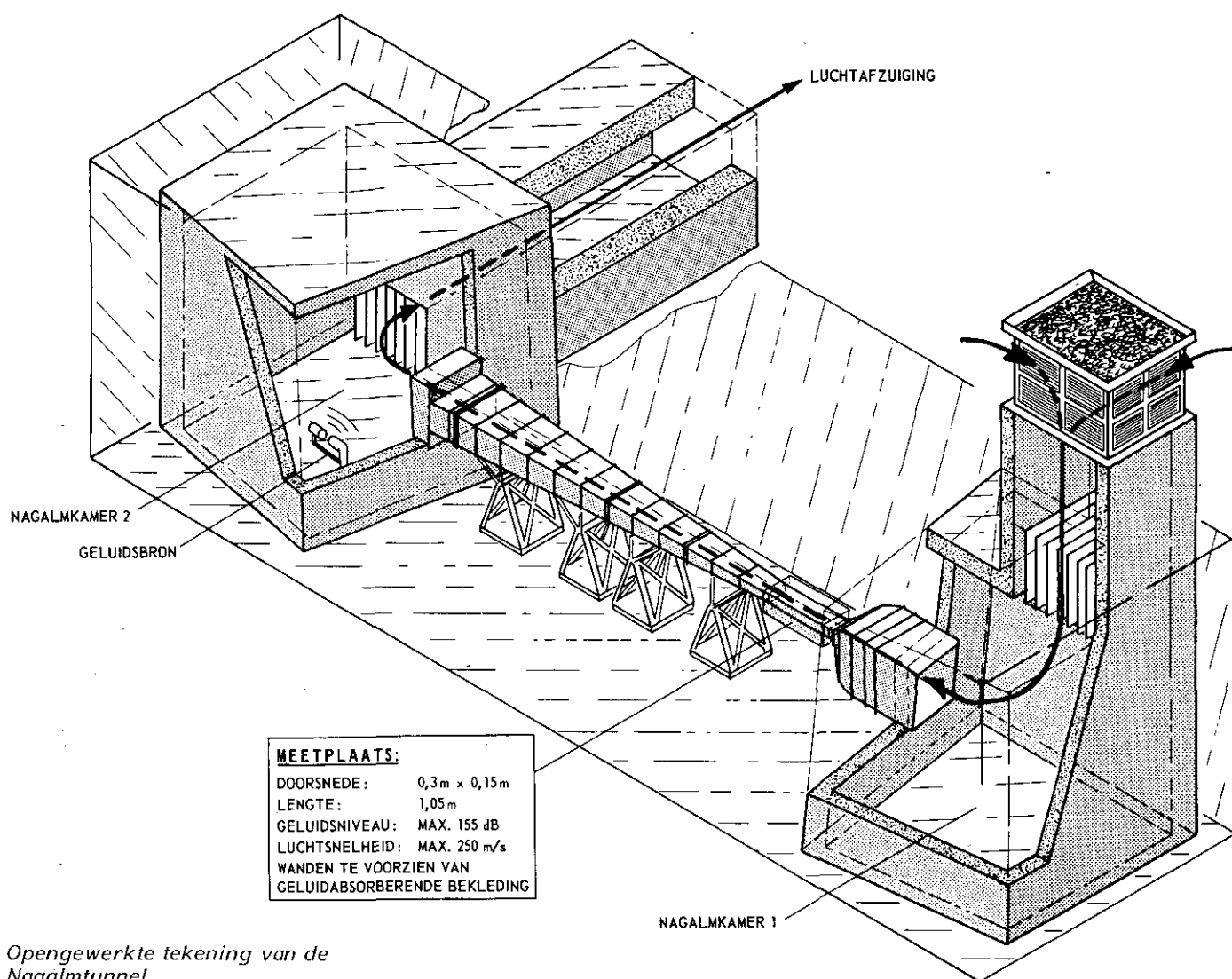
Onder meer werden de volgende werkzaamheden verricht:

- Het definiëren van een systeem waarmee het mogelijk is om op magneetband opgenomen (digitale of analoge) IR-informatie te presenteren op kleuren-TV ten behoeve van interpretatie en selectie; de geselecteerde informatie dient op een eenvoudige wijze aan een minicomputersysteem te kunnen worden aangeboden voor verdere verwerking.
- Ten behoeve van de toepassing van microprocessoren als vervanging voor "hard-wired logic" en bij het gebruik als "intelligente", programmeerbare "control"-logica voor meetsystemen, is een marktonderzoek uitgevoerd naar een voor het NLR geschikte microprocessor. Een keuze werd gemaakt en een systeem werd opgezet voor het ontwikkelen en testen van de programmatuur.
- Een literatuurstudie werd uitgevoerd naar digitale filters, met de nadruk op snelle programmeerbare rekenschakelingen met voldoende capaciteit voor "real-time" verwerking. De recent ontwikkelde "table-look-up" techniek lijkt veelbelovend.

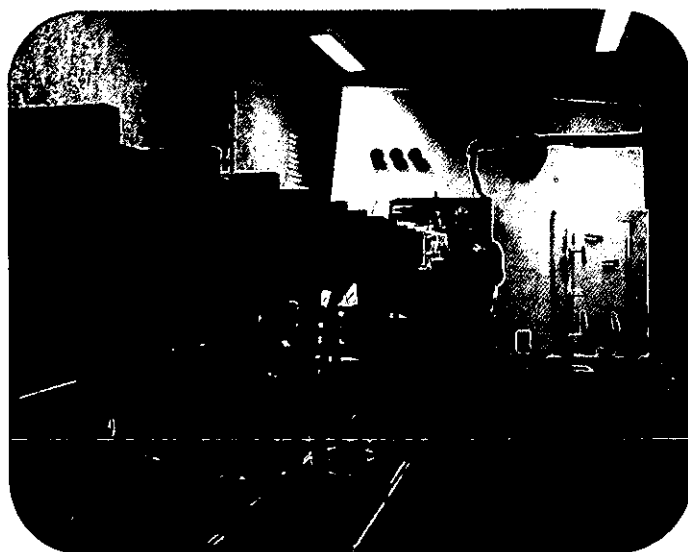
Onderzoek werd verricht naar een betere methode voor het balanceren van signaal-conditioneringsapparatuur voor rekstrookbruggen.

De klimatologische, mechanische en elektrische beproevingseisen voor elektronische NLR-apparatuur werden geïnventariseerd. De procedures voor het klimatologisch beproeven werden vervolgens meer gedetailleerd beschreven.

In het kader van de ontwikkeling van een computerprogramma voor de voorspelling van de intra-systeem elektromagnetische compatibiliteit, in opdracht van het NIVR, werd, onder andere, een cursus in de V.S. gevolgd over dit onderwerp.



Opengewerkte tekening van de Nagalmtunnel.



De Nagalmtunnel, voor het verrichten van akoestisch onderzoek onder realistische omstandigheden aan geluid-absorberende bekleding bestemd voor inlaten en uitlaten van straalmotoren, kwam gereed en werd in gebruik genomen.

4 Technische outillage

4.1 INLEIDING

Eind 1977 werd de nieuwe vleugel van het Centrumgebouw in de vestiging Noord-oostpolder in gebruik genomen. In dit gedeelte werd de afdeling Bibliotheek, Archief en Tekstverwerking ondergebracht. De kantoorruimte werd betrokken door de afdeling Voortstuwingsaërodynamica, de groep Overige Diensten en de Directie-staf. In deze uitbreiding bevindt zich tevens een vergaderruimte, waarvan reeds druk gebruik werd gemaakt.

In het volgende wordt een overzicht gegeven van de verbeteringen en uitbreidingen die in 1977 werden gerealiseerd of voorbereid.

4.2 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR STROMINGSONDERZOEK

Lage-snelheidswindtunnels

Aan de bouw van de *Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW)* in de Noordoostpolder werd met kracht verder gewerkt. Voor details betreffende de stand van zaken van de verschillende onderdelen van deze grote windtunnel en de daarbij behorende gebouwen wordt verwezen naar het Jaarverslag over 1977 van de Stichting DNW. Ondersteunende werkzaamheden van het NLR hadden onder meer betrekking op het meten van de stromingskwaliteit in de modeltunnel van de DNW, en op het opstellen, in samenwerking met de DFVLR, van de specificaties voor het voorontwerp van het data-acquisitie- en -verwerkingssysteem.

Bij kalibratiemetingen van de meetplaatsstroming in de lage-snelheidstunnel *LST 3x2* bleek dat door het aanbrengen van een gaas in het onderkanaal de verdeling van de totale druk volgens de verwachtingen was verbeterd. Het "Datastation *LST 3x2*" is gereedgekomen en in gebruik genomen.

In de *DNW-modeltunnel* werd een overgangsstuk met akoestische bekleding aangebracht tussen de "9,5 x 9,5" meetplaats en de diffusor, teneinde in deze tunnel akoestische metingen te kunnen verrichten.

Een begin werd gemaakt met voorbereidende studies om te komen tot een voorstel voor een door het NLR te bouwen *nieuwe lage-snelheidstunnel in de Noordoostpolder*, als onderdeel van een lage-snelheidslaboratorium. Deze tunnel, met een meetplaats waarvan de grootste afmeting ca. 3 m zal bedragen, is bedoeld om de beide LST's in Amsterdam te vervangen.

Transsone en supersone
windtunnels

In de *HST* werd een aantal verbeteringen en uitbreidingen aangebracht, teneinde het bedienen van de tunnel en het bedienen van de apparatuur zo efficiënt mogelijk te doen verlopen. Zo werden, onder meer, onderdelen vervaardigd voor observatie-units met TV-camera's, en werd, voor de automatische instelling van het getal van Mach, een differentiaaltransducer voor een directe indicatie van de bladhoekstand geïnstalleerd.

De mogelijkheden om het Reynolds-getal van de *HST* te verhogen door vergroting van het door de schroef aan de lucht afgegeven vermogen werden onderzocht, in samenwerking met een op dit gebied gespecialiseerd ingenieursbureau. Bij deze studie werd een aantal mogelijke varianten onderzocht. Vervolgens werden aan een viertal schroefconfiguraties modelproeven verricht, waarvan de resultaten door het NLR werden geanalyseerd.

Voor de *Pilottunnel* werd een nieuwe luchtwisselaar ontworpen en geïnstalleerd.

Aan het ontwerp van een transsoon inzetstuk voor de *SST* werd verder gewerkt. De voorontwerpen van happer en tunnelstuk kwamen gereed. Aan de hand van dit voorontwerp werd een model ontworpen, dat zal worden beproefd in de *CSST*.

Ten behoeve van de bouw van de *Europese Transsone Windtunnel voor hoge getallen van Reynolds (ETW)* werd een internationale werkgroep samengesteld die, onder leiding van een NLR-medewerker en met standplaats Amsterdam, het voorontwerp van deze windtunnel zal uitwerken.

Apparatuur ten behoeve van
aëroakoestisch onderzoek

De bouw van de Nagalmtunnel, waaraan eind 1976 was begonnen, kwam gereed. De installatie blijkt aan de gestelde verwachtingen te voldoen. De Nagalmtunnel is bestemd voor onderzoek aan geluidabsorberende bekleding voor inlaten en uitlaten van straalmotoren, onder realistische omstandigheden.

Algemene apparatuur

Een aantal voorzieningen werd getroffen op het gebied van algemene apparatuur. Zo werden werkzaamheden verricht in verband met het ontwikkelen, vervaardigen en ijken van zes-componentenrekstrookbalansen voor gebruik in de *HST* en de *SST*. De werkzaamheden aan de NLR-drukscanners, eveneens voor gebruik in de *HST* en de *SST*, vorderen goed; de eerste serie kwam gereed en werd gebruikt bij metingen.

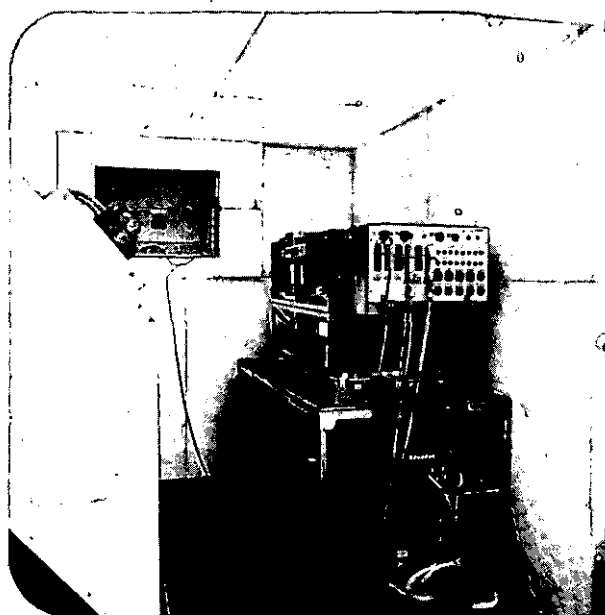
Het nieuwe PHAROS-systeem voor een snelle registratie, verwerking en presentatie van meetgegevens van dynamische metingen werd met succes toegepast bij instationaire drukmetingen die in de *HST* werden verricht voor de USAF.

4.3 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR VLIEGMECHANISCH ONDERZOEK

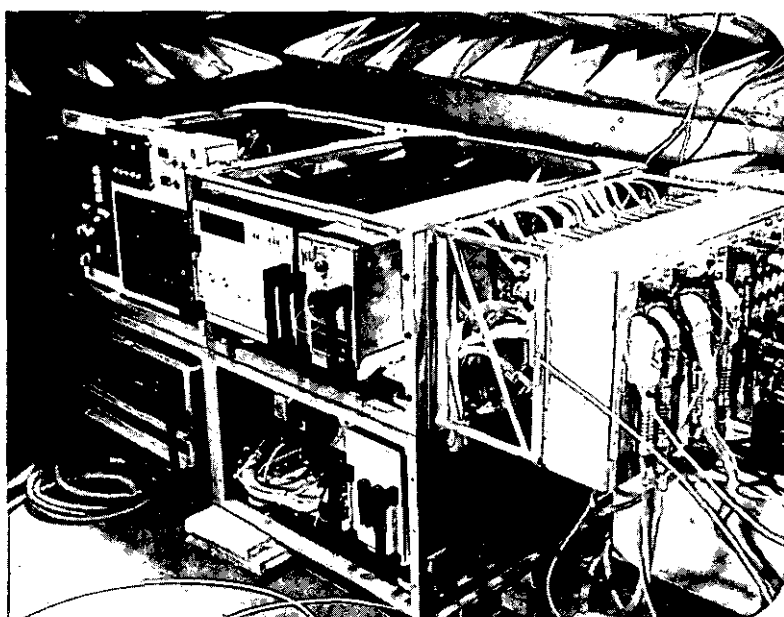
Laboratoriumvliegtuigen

Aan het *Queen Air laboratoriumvliegtuig* werden enige werkzaamheden verricht in verband met verbetering van de aansluitingen van de voedingsspanningen aan de meetapparatuur.

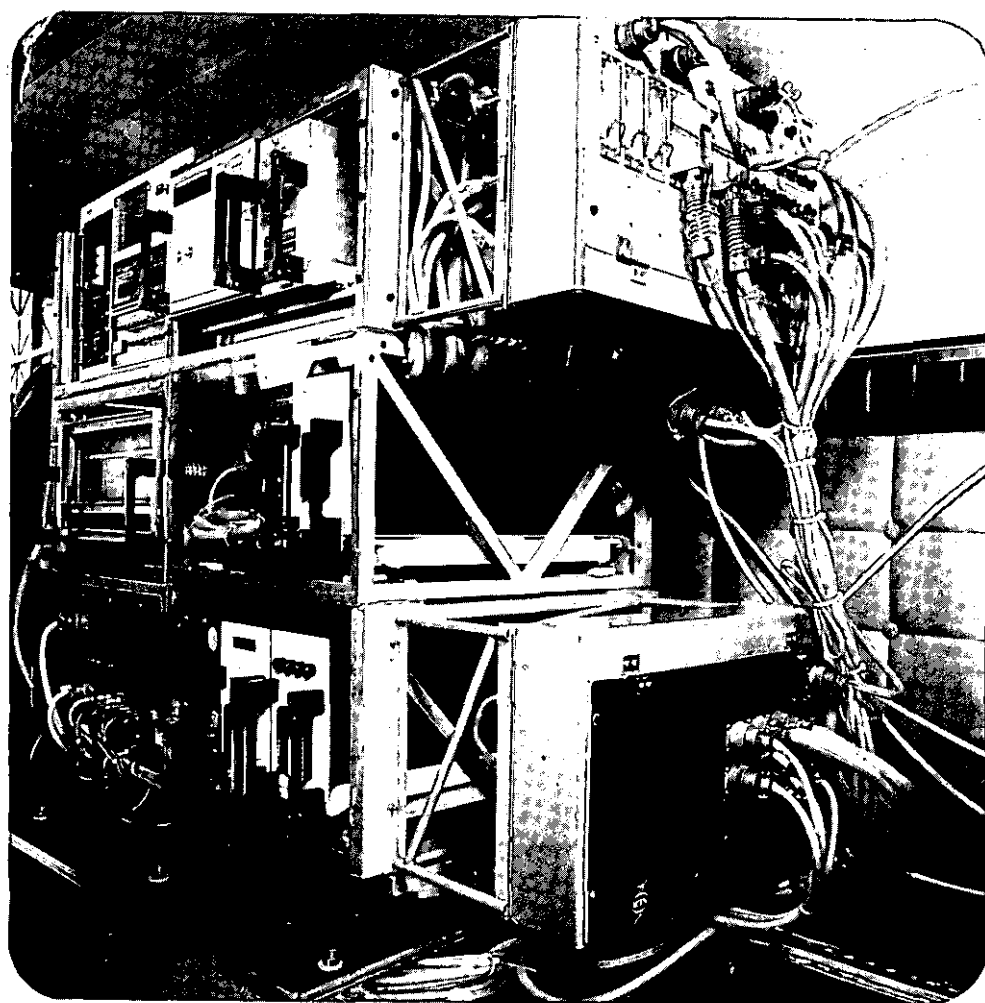
In het *Hunter laboratoriumvliegtuig* werd een FDAU-meetsysteem aangebracht. De documentatie ervan werd opgesteld.



(1)

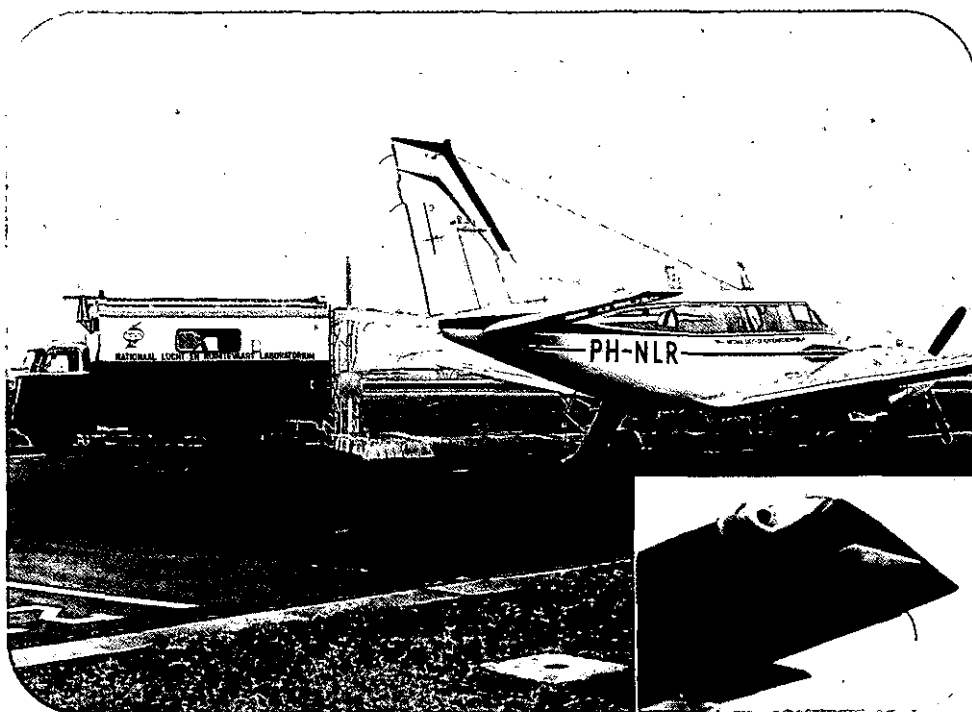


(2)

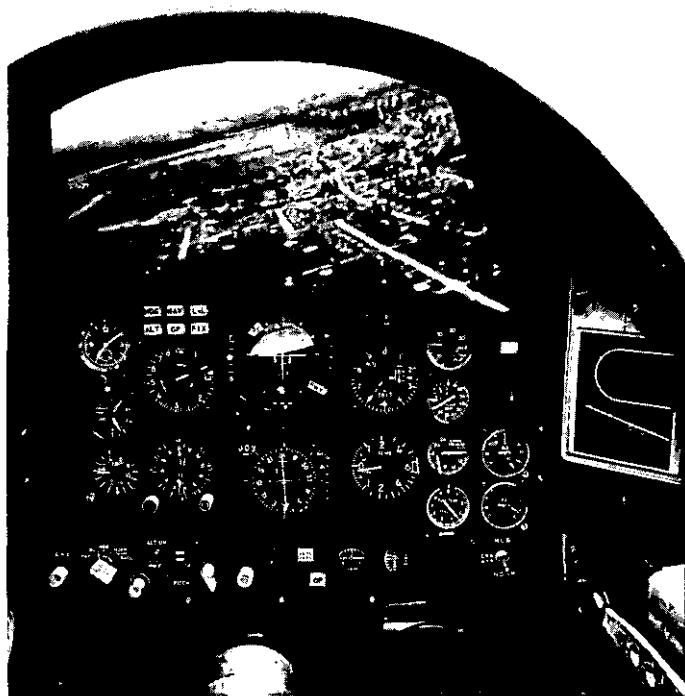


(3)

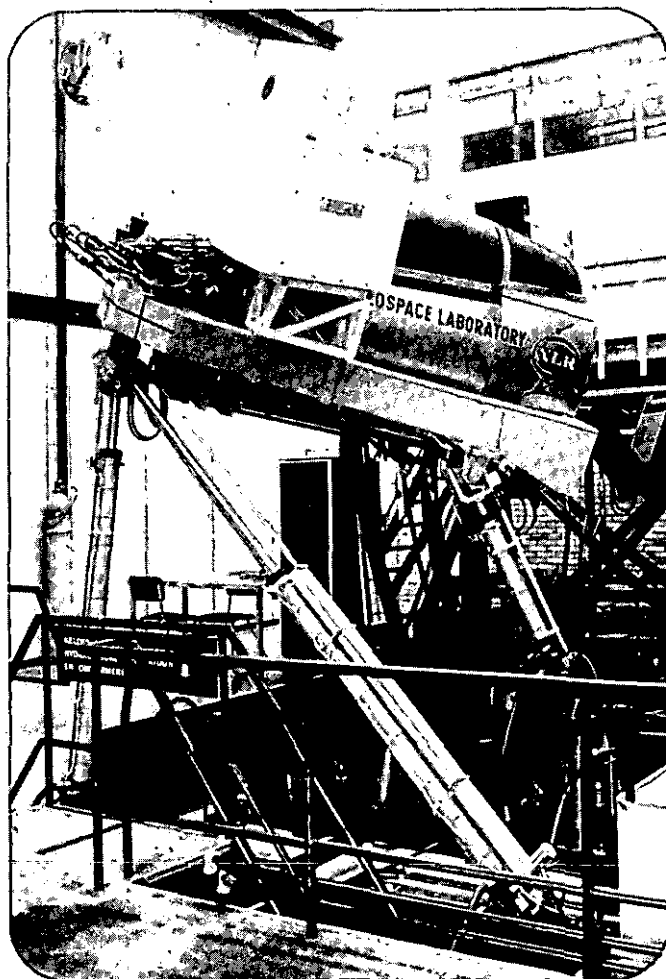
Het CADAS-systeem (Computer-controlled Avionics Data Acquisition System) werd, na klimaat- (1) en EMI-beproeving (ElektroMagnetische Interferentie) (2), onderworpen aan een beproeving in de vlucht in het Queen Air laboratoriumvliegtuig (3). Vervolgens werd het CADAS-systeem in verschillende toepassingen gebruikt.

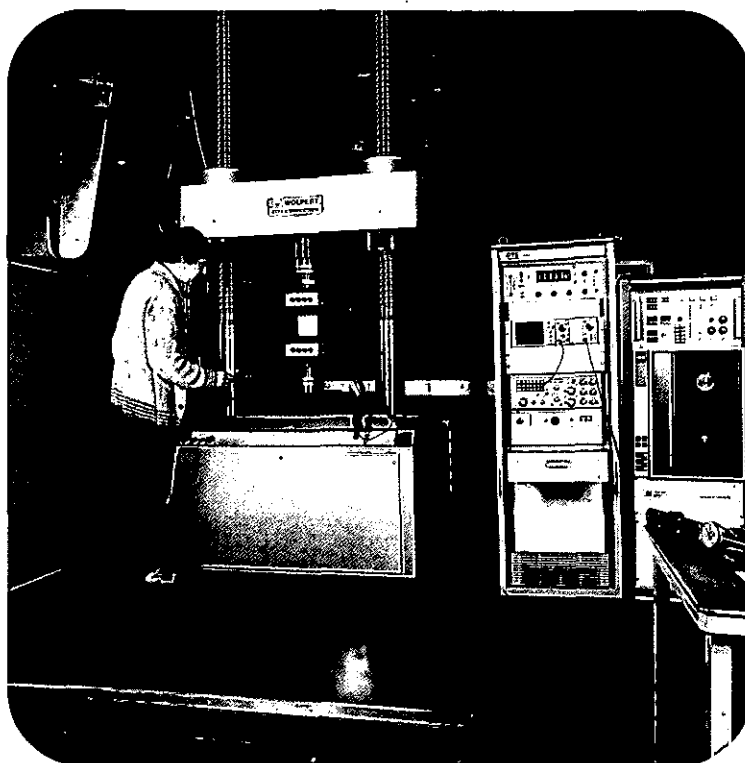


Het Queen Air laboratorium-vliegtuig en de meetwagen van het NLR gedurende de kalibratie van een meetantenne, geïnstalleerd in de vleugeltip.

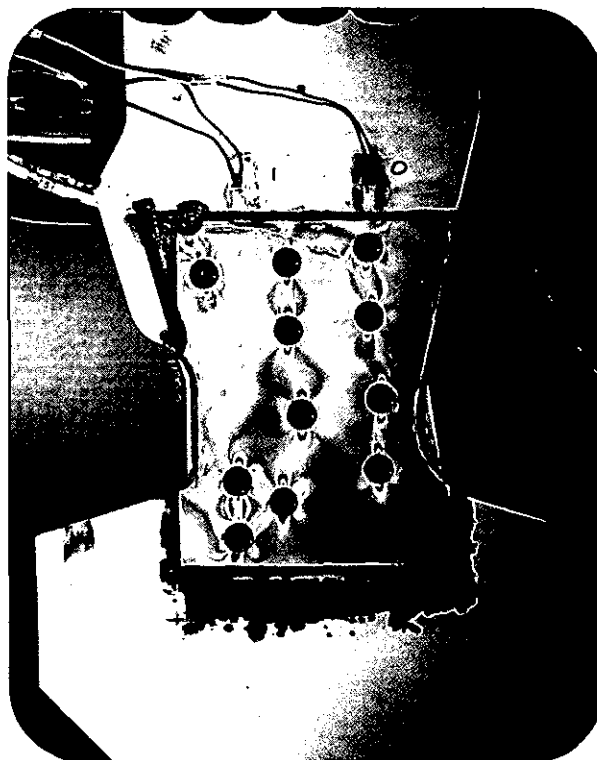


In de stuurhut van de vluchtnabootser met bewegende stuurhut wordt het uitzicht natuurgetroouw nagebootst met behulp van het TV/maquette-zichtsysteem. (Op de foto dit uitzicht op het moment even voor de landing.)





De nieuwe 900 kN servo-hydraulische beproevingsmachine, WAMS 900 (Wolpert-Amsler-MTS Systeem), met rechts de signaalgever, MIDAS II (Magnetic-tape Input Digital-to-Analog Signal). Met deze installatie kunnen proefstukken aan programmeerbare belastingen worden onderworpen, waaronder vluchtsimulatiebelasting.



Voorbeeld van de toepassing van de foto-elastische-lagen methode bij het beproeven van een proefstuk dat representatief is voor een kritieke plaats in een vleugelonderhuidplaat. Grote concentraties van gekleurde kringen geven gebieden aan met spanningsconcentraties.

In verband met de aanschaf van een *nieuw laboratoriumvliegtuig* werden diverse voorbereidende werkzaamheden verricht. Na het verzamelen van de gegevens van een aantal vliegtuigen werden voor twee typen vliegtuigen offertes aangevraagd; een vergelijkende studie van deze twee vliegtuigen vond plaats. Op basis van de verzamelde gegevens werd een voorstel gedaan aan het NLR-bestuur om de *Swearingen Metro II* aan te schaffen; dit voorstel werd goedgekeurd. Het contract met de desbetreffende firma werd eind 1977 afgesloten en voorziet in de aflevering van het laboratoriumvliegtuig in 1979.

Apparatuur voor vliegproeven

Aan de meet- en registratieapparatuur voor vliegproeven en de daarbij behorende dataverwerkingsapparatuur werd veel aandacht geschonken.

De ARINC-klok, te gebruiken in combinatie met FDAU-data-acquisitiesysteem, kwam in prototype-vorm gereed.

Voor het verrichten van metingen ter bepaling van de fout in de gemeten statische druk werd een nieuw type "trailing cone" van koolstofvezel vervaardigd en met succes achter het Hunter laboratoriumvliegtuig beproefd.

Het meetsysteem voor het uitvoeren van metingen in niet-stationaire vlucht (NSM; zie ook hoofdstuk 3.2) werd voltooid en beproefd. Tijdens metingen met het F28-A1 vliegtuig werd het NSM-systeem met succes gebruikt.

Het CADAS-systeem, waarin een luchtwaardige computer is opgenomen, werd voltooid, met goede resultaten beproefd, en in gebruik genomen. Een nieuwe programmeerbare data-acquisitie-eenheid, de Remote Multiplexer/Demultiplexer Unit (RMDU), werd aangeschaft. Met de laboratoriumbeproeving van de RMDU werd een begin gemaakt, en gewerkt werd aan de programmering ervan.

Er werd gewerkt aan een voorontwerp voor een meet- en registratiesysteem voor het nieuwe laboratoriumvliegtuig.

De standaardisatie van de magneetbandrecorders werd voortgezet. Gewerkt werd aan de ontwikkeling van technieken op het gebied van "high-density recording" ten behoeve van vliegbeproevingen van de F28-Super. Een cassetterecorder werd ontwikkeld voor digitale registratie volgens ECMA-standaard.

Ten behoeve van de verwerking van FDAU- en PCM-10-data werd een mobiele "quick-look" eenheid ontwikkeld, waarin een minicomputer wordt toegepast.

Een testapparaat werd ontwikkeld waarmee digitale signalen die aan de ARINC-norm voldoen, gesimuleerd kunnen worden.

In het STALINS-meetsysteem en in het RASP-positiereferentiesysteem werden modificaties aangebracht. Beide systemen werden in hun definitieve vorm gebracht; voor de RASP diende hiertoe een verkleinde antenne te worden vervaardigd, en bij het traagheidsplatform LTN-58 werd door Litton de elektronika voor het verwerken van het "verticale" versnellingssignaal verbeterd.

Vluchtnabootsers

De apparatuur voor de instelling en de simulatie van het stuurkrachtenverloop bij de bediening van het hoogte- en rolroer werd vervaardigd, getest, en in gebruik genomen. Voor het voetenstuur is deze apparatuur vrijwel voor gebruik gereed.

De "Head-Up Display" (HUD) werd aangepast aan sturing vanuit de computer-interface, teneinde HUD-symbolen met het TV-beeld van het zichtstelsel te kunnen

combineren. Het Sperry RD-200 geïntegreerde instrumentensysteem werd geïnstalleerd in de stuurhut en gekoppeld met de interface.

In de éénpersoonsstuurhut werd een "side-stick controller" ingebouwd. Een stuurwiel/kolom voor simulatie van verkeersvliegtuigen werd ontworpen, vervaardigd en gemonteerd.

Voor de tweepersoonsstuurhut werd een stuurwiel/kolom-constructie vervaardigd, waarbij de kolom uitwisselbaar is met een stuurknuppel. Eveneens werd een voetenstuurconstructie gemaakt. Een middenconsole wordt ontworpen met gas- en kleppenhandles, een "autothrottle"-systeem en trim-wielen.

De software voor de computersturing van het TV/maquette-zichtsysteem werd ontwikkeld en in gebruik genomen. Begonnen werd met het uitvoeren van responsiemetingen om de dynamische eigenschappen van het systeem te bepalen.

Het mathematische model van de vliegtuigbewegingen werd zodanig aangepast dat responsiemetingen kunnen worden uitgevoerd en verwerkt. Een uitbreiding vond plaats, teneinde de invloed van zwaartepuntsverschuivingen te kunnen verwerken. Het mathematisch model van het F28 vliegtuig werd uitvoerig getest, onder meer met behulp van gesimuleerde vluchten met F28 vliegers, en vervolgens vervolmaakt. Dit F28 model werd, nadat het was uitgebreid met "Direct Lift Control", gebruikt in een onderzoek. Gewerkt werd aan de ontwikkeling van een model van het Boeing B747-vliegtuig. Het DC-9 simulatieprogramma werd aangepast aan proeven voor de optimalisatie van "wash-out"-filters.

Een tweede digitale processor, een PDP 11/55, werd geïnstalleerd en aan de bestaande PDP 11/45 gekoppeld. Dit systeem van twee gekoppelde processoren bleek goed te werken onder het oude operating systeem DOS/BATCH. De simulatieprogrammatuur werd aangepast, zodat met twee gekoppelde processoren parallel gerekend kan worden. De installatie van een nieuw operating systeem, RSX 11 M, wordt voorbereid. Het nieuwe digitale assembler-programma op de Alpha-LSI computer voor het berekenen van de stuursignalen voor het bewegingsmechanisme bleek bij beproeving verbetering te behoeven. Nadat de benodigde aanpassingen waren aangebracht, werd het programma getest en werd begonnen met de integratie met het bewegingsmechanisme en de PDP-computer.

4.4 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR ONDERZOEK OP HET GEBIED VAN CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

Belastingsapparatuur

De nieuwe 900 kN servohydraulische beproevingsmachine, WAMS 900, werd in de fabriek gekeurd, opgesteld in het Sterktelaboratorium, en na een uitgebreide test- en kalibratieprocedure in gebruik genomen. Aan de MIDAS II, de signaalgever voor WAMS 900, werden verbeteringen aangebracht.

De Avery 2000 kN trekbank werd gewijzigd voor vereenvoudiging van het ijkten op trek.

Meet- en ijkapparatuur

Ten behoeve van de ontwikkeling van de laser-rastermethode werden de mogelijkheden van Reticon diode arrays onderzocht, en werd de cameraopstelling voor het

maken van glasplaatnegatieven voorzien van en aangepast aan een grotere lens.
 Aan de reproduceerbaarheid van de meetopstelling werd veel aandacht besteed.
 Een automatisering van de opstelling wordt voorbereid.
 Een nieuwe meetschakeling werd ontworpen om tijdens vluchtsimulatieproeven op de MTS-machine de registratie van de scheuropening te automatiseren. De apparatuur voor het vaststellen van scheurinitiatie werd verbeterd.
 Een bevochtigingsdetector werd ontwikkeld voor het bepalen van de tijd dat in de buitenlucht aan bevochtiging blootgestelde proefstukken werkelijk nat zijn.
 Het toepassen van trek/druk-velden in krachtopnemers werd onderzocht, in verband met het vervaardigen van stijve krachtopnemers voor opstellingen voor trillingsonderzoek.
 Naar aanleiding van temperatuurmetingen in de mengkamer van de branderopstelling voor het beproeven van turbinebladen bij hoge temperaturen, werd tussen de verbrandingskamer en de mengkamer een uitbrandkamer geplaatst, omdat anders de temperatuur in de mengkamer te hoog zou oplopen. De zo gewijzigde branderinstallatie werd met succes in gebruik genomen.
 Aan de testinstallatie voor het beproeven van compressormaterialen werden enkele kleine wijzigingen aangebracht. Een excitatie-inrichting werd gebouwd om tijdens de proeven cyclische belastingen op de compressorbladen te kunnen uitoefenen.
 Deze installatie werd met succes gebruikt bij het uitvoeren van opdrachten.

4.5 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR RUIMTEVAARTONDERZOEK

Het digitale deel van de hybride computer, de EAI-640, werd vervangen door een EAI-PACER-100, met 32 k geheugen, en met "direct-memory access", "moving-head disc", kaartlezer, regeldrukker, en papertape-station. De EAI-693 interface-unit, die de digitale computer met de analoge EAI-680 computer verbindt, werd gemodificeerd, om met de snellere PACER te kunnen samenwerken.
 Het zo onstane EAI-PACER-600 hybride rekensysteem is via een "multi-unit controller" verbonden met de laboratoriumtestapparatuur en met een tweede teletype.

De nieuwe PACER is uitgerust met een "Real-Time Two-Users Operating System", waardoor de flexibiliteit aanzienlijk is vergroot, omdat hiermee alle ware-tijd taken, zoals de soms zeer langdurige beproevingen van standregelsystemen, in voorgrond kunnen worden uitgevoerd, terwijl de overgebleven capaciteit van de rekenmachine in achtergrond voor andere niet in ware-tijd verlopende simulaties kan worden benut.

Tot de laboratoriumapparatuur die met de PACER-600 is verbonden behoren de ANS-OBC ("on-board" computer), de interface voor de nieuwe IRAS-OBC, en een tienkanaals A/D-converter. Voor de verbinding met de enkelassige draaitafel, die voor de beproeving van het EXOSAT standmeetsysteem zal worden gebruikt, is een nieuwe uitleeseenheid besteld.

De enkelassige tafel is uitgerust met Helmholtz-spoelen, waarmee het magnetische veld kan worden gevarieerd. Hiervoor werd een bedieningseenheid vervaardigd. De nauwkeurigheid van de hoekinstelling van de schommeltafel werd onderzocht met behulp van een autocollimator-meetopstelling.

4.6 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR ALGEMEEN GEBRUIK

Een plan voor de komende 5 jaren werd opgesteld voor de NLR-computerfaciliteiten voor algemeen gebruik, vooral betreffende de centrale computer en het gebruik daarvan via terminals. Een uitbreiding van het kerngeheugen met 32 k werd nodig geacht. Bij deze plannen werd uitgegaan van metingen die aan de centrale computer werden verricht in 1976.

Het CDC-pakket EDMS (Evolutionary Data-base Management System) werd aangeschaft en in gebruik genomen op de CYBER.

De MODCOMP front-end processor werd getest en geaccepteerd.

De aangeschafte draagbare terminal bleek in een behoefte te voorzien. Het aantal asynchrone aansluitmogelijkheden werd uitgebreid, in verband met aansluiting van deze en andere terminals aan de MODCOMP front-end processor in plaats van aan de "communications controller" van de CYBER.

Aandacht werd geschonken aan de centralisering van de verbindingen met externe centra.

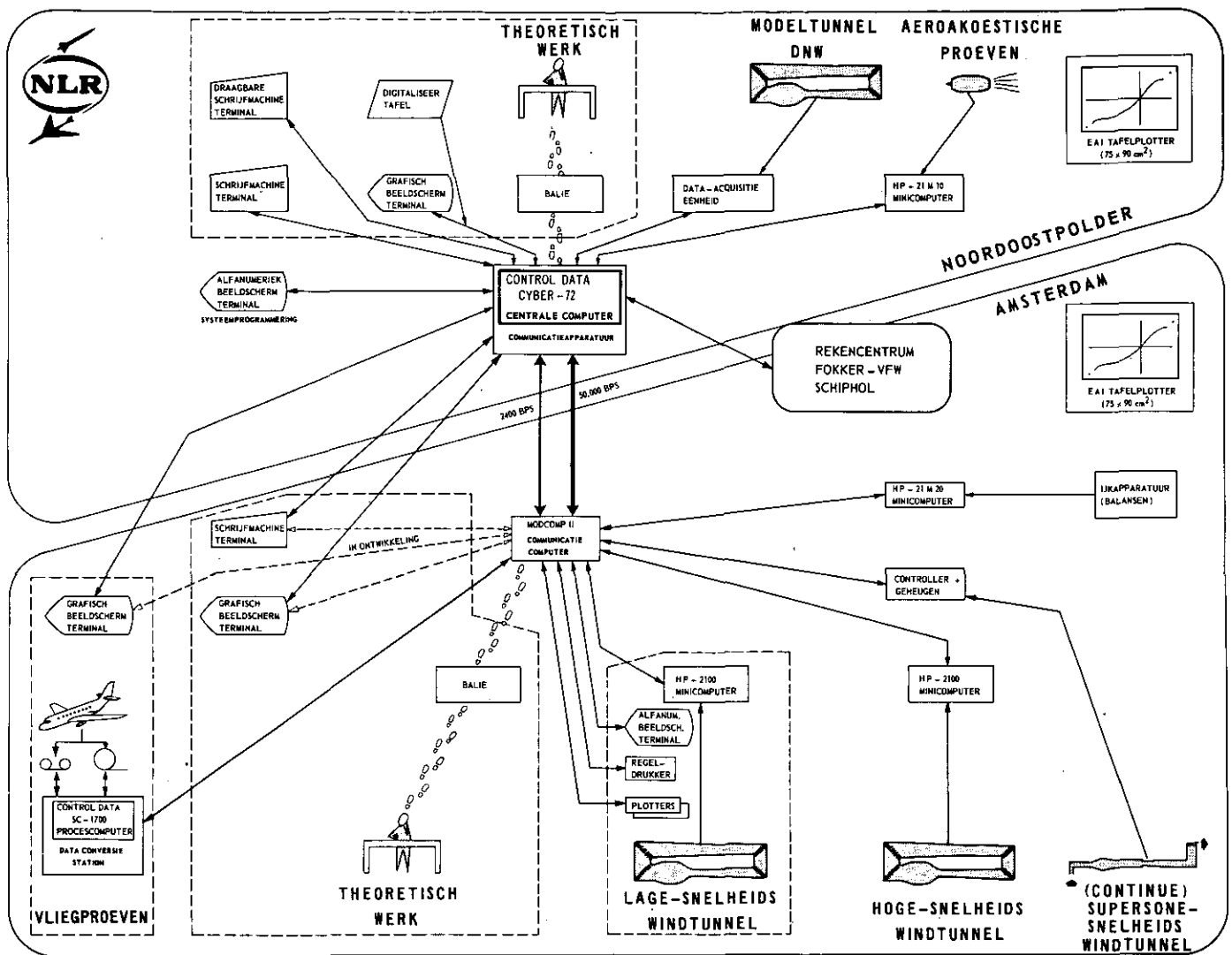
Een prototype is in ontwikkeling van een systeem waarmee (analoge/digitale) IR-informatie op een kleuren-TV vertoond kan worden. Hiertoe is een op "charge-coupled devices" (CCD) gebaseerde scan-converter ontwikkeld, die de lijn-voor-lijn IR-informatie omzet in een normaal TV-rasterformaat. Met de TH Twente werd contact opgenomen voor de ontwikkeling en vervaardiging van een flexibel kleur-coderingsapparaat.

Het Programmeerbare Test- en Uitwerksysteem (PROTEUS) werd voorzien van een galvanische scheiding tussen de minicomputer en de te testen apparatuur. Het geheel werkt bevredigend. Een aantal BASIC-subroutines werd geschreven om het gebruik van PROTEUS gemakkelijker te maken.

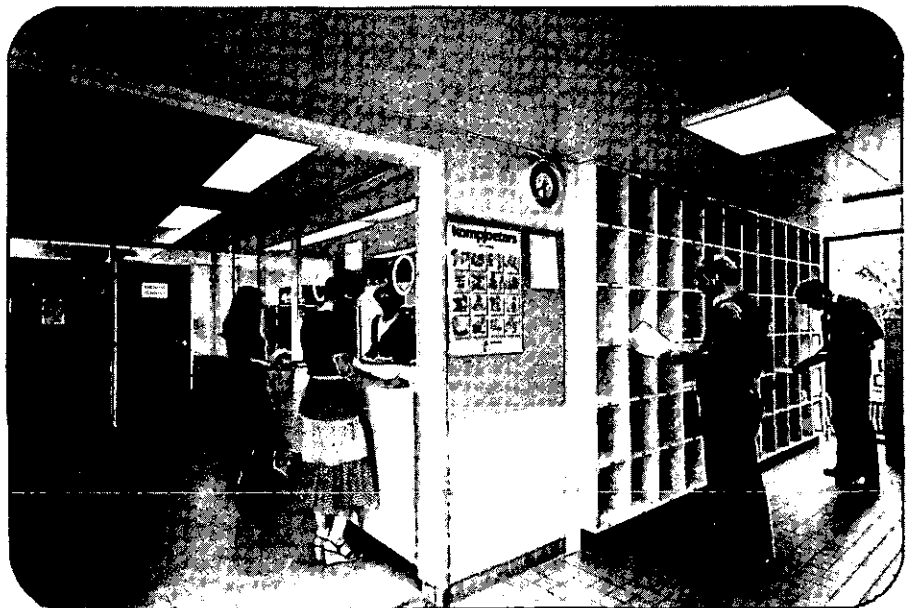
De genoemde PROTEUS-apparatuur werd onder meer gebruikt bij de vervaardiging van een meetopstelling voor het klimatologisch testen van een nieuwe generatie connectoren voor gedrukte-bedradingsplaten.

De programmatuur voor de Numeriek Bestuurde werktuigmachine werd verbeterd en uitgebreid. Enkele vereenvoudigde programma's werden geschreven die in een aantal gevallen een besparing in programmeer- en rekentijd opleveren, bijvoorbeeld voor de bewerking van plaatmallen. De bijbehorende handleidingen worden opgesteld. Een programma werd geschreven waarmee profielafwijkingen van met de DEA-meetbank gemeten waarden ten opzichte van de gegeven coördinaten met behulp van de CYBER snel geïnterpreteerd kunnen worden.

De methode om de contourinformatie van vleugel/romp-fairings die met de DEA-meetbank wordt verkregen met behulp van meting aan een handgevormd dummy-



↑
Overzicht van het NLR-computer- en terminal-netwerk.



De balie van de MODCOMP communicatiecomputer te Amsterdam (op de tekening links onder in beeld gebracht) Van hieruit wordt de communicatie met de centrale computer CYBER-72 in de Noord-oostpolder onderhouden.

model, te gebruiken bij het frezen van deze fairings, bleek zeer goed te voldoen bij het vervaardigen van een superkritiek-vleugelmodel (zie ook hoofdstuk 2.2 uit het NLR Jaarverslag 1976).

Onderzocht werd hoever de voedingssnelheden van de NuBe-machine opgevoerd kunnen worden met nog aanvaardbare nauwkeurigheden, in verband met het vervaardigen van grote modellen voor de DNW uit gemakkelijke verspaanbare materialen, en in verband met het optimaliseren van de NuBe-machinetijden.

5 Bibliotheek en documentatie

In de loop van 1977 kwam de nieuwe behuizing voor de bibliotheek in de vestiging Noordoostpolder gereed. De toegankelijkheid van het bestand werd aanzienlijk vergroot door de inrichting van deze bibliotheek als zogenaamde open boekerij. In de nabijheid daarvan werd naast de catalogus een studiehoek ingericht, terwijl de wekelijkse serie nieuwe aanwinsten, gemiddeld bestaande uit ca. 60 rapporten en boeken, alsmede 80 tijdschriften, thans op overzichtelijke wijze rond de leestafels gepresenteerd wordt.

Een begin werd gemaakt met het geleidelijk verleggen van het accent van de bibliotheekwerkzaamheden naar de vestiging Noordoostpolder.

Het bibliotheekbestand werd in 1977 uitgebreid met ruim 5165 titels, waarvan 2500 in de vorm van microfiches. Dit toenemende aantal microfiches is gedeeltelijk een gevolg van aanschaffingen in verband met literatuurstudies (zulks door de korte levertijd en de lage prijs van microfiches ten opzichte van gedrukte literatuur). De titels van de aangeschafte of op ruilbasis verkregen literatuur werden regelmatig ter kennis van de NLR-medewerkers en een 25-tal Nederlandse bibliotheken gebracht door middel van aanwinstenlijsten, waarvan er 51 in 1977 verschenen. In deze aanwinstenlijsten, waarvoor een groeiende belangstelling bestaat, werden tevens 2765 belangwekkende tijdschriftenartikelen gesignaleerd, op basis van aan de bibliotheek opgegeven interesseprofielen en aan de hand van de diverse overzichten van lopende en toekomstige projecten. Dit resulteerde in ca. 3300 aanvragen voor kopieën van deze artikelen.

Het verstrekken van kopieën van tijdschriftartikelen vervangt hoe langer hoe meer de circulatie van tijdschriften.

Het aantal abonnementen op periodieken bleef vrijwel constant op ca. 500.

In het kader van het interbibliothecaire leenverkeer werden door het NLR enige honderden titels in leen ontvangen.

Door andere instellingen werden ruim 5000 verzoeken tot uitlening uit het gespecialiseerde NLR-bestand gedaan. Het aantal daarop uitgeleende titels blijkt ongeveer in evenwicht te zijn met het aantal titels dat het NLR op aanvraag in leen ontvangt.

De hoeveelheid uitleningen uit het eigen bibliotheekbestand aan NLR-medewerkers steeg aanzienlijk tot bijna 8000. Deze stijging was voornamelijk mogelijk door het beter functioneren van de bibliotheek in de vestiging Noordoostpolder.

De reeds vorig jaar vermelde intensivering van contacten met buitenlandse instituten resulteerde in een toename van veelal op ruilbasis verkregen literatuur. De bibliotheek vervulde in een aantal gevallen ook een bemiddelende rol bij het uit-

wisselen van computerprogramma's, met name in die gevallen waarbij het een uitwisseling op onderling verschillende vakgebieden betrof. Vooral op het gebied van moeilijk toegankelijke literatuur werd een groter aantal aanvragen gehonoreerd.

De belangstelling voor NLR-rapporten vertoonde een stijging van ca. 15 %. Niet alleen steeg het aantal incidentele aanvragen tot 375, maar tevens werden enige tientallen verzoeken ontvangen tot opname in het adressenbestand voor verzending van rapporten. In laatstgenoemde gevallen kan veelal worden volstaan met toezending van een overzicht van recent gepubliceerde NLR-rapporten. Een aanzienlijke kostenbesparing kan worden bereikt door de toenemende verstrekking van NLR-rapporten in de vorm van microfiche. Het opnemen van rapporten op microfiche van na 1968 gepubliceerde NLR-rapporten werd voortgezet.

De toenemende belangstelling voor literatuurstudies resulteerde in verdubbeling van het aantal literatuuronderzoeken, waarbij het computergebruik steeg tot 60 uur. Eind 1977 werd voor de bibliotheek een terminal besteld, waarmee rechtstreeks on-line literatuuronderzoeken kunnen worden uitgevoerd in ca. 80 literatuurbestanden.

In de loop van het verslagjaar werd een aantal bijeenkomsten met betrekking tot automatisering van bibliotheekwerkzaamheden bijgewoond. Het uitwerken van plannen voor een dergelijke automatisering binnen de NLR-bibliotheek werd echter vertraagd door de werkzaamheden verbonden aan het betrekken van de nieuwe behuizing in de vestiging Noordoostpolder.

6 Voorlichting

Door activiteiten van velerlei aard werden zowel de "buitenwereld" als de NLR-medewerkers op de hoogte gebracht van de doelstellingen en achtergronden van het onderzoek dat door het NLR wordt verricht. Voor zover deze activiteiten de uitwisseling van technisch-wetenschappelijke informatie betreffen, zijn zij elders vermeld (zie hoofdstuk 7 en de bijlagen).

Op 22 april werden in het gebouw van de Afdeling der Luchtvaart- en Ruimtevaart-techniek van de TH Delft de volgende voordrachten gehouden: Prof. Dr. Ir. O. H. Gerlach gaf een voordracht over "Het research- en ontwikkelingsproces in de techniek van de lucht- en ruimtevaart", Dr. Ir. B. M. Spee sprak over "De eigen werkzaamheden van het NLR in de jaren 1977-1982", en Ir. H. J. Wennink (NIVR) sprak over "Overzicht van de belangrijkste werkzaamheden welke worden uitgevoerd door Fokker-VFW en het NLR in het kader van het programma "Aanloopfase van een nieuw Fokker-VFW project"". Een groot aantal belanghebbenden in de lucht- en ruimtevaart in Nederland was hierbij aanwezig.

Het hoogtepunt van de interne "public relations" activiteiten was de "open dag" die op 10 september in de vestiging Noordoostpolder werd gehouden. Van deze gelegenheid maakten zeer veel NLR-medewerkers en hun familieleden gebruik om zich op de hoogte stellen van de werkzaamheden van de NLR-medewerkers aldaar, van de apparatuur die daarbij wordt gebruikt, en van de omgeving waarin e. e. a. zich afspeelt.

Nieuwe NLR-medewerkers en praktikanten werden door middel van excursies in het laboratorium in de gelegenheid gesteld zich een beeld te vormen van de grote verscheidenheid aan NLR-werkzaamheden.

Het NLR werd in 1977 vele malen in de dag- en weekbladen genoemd. Een greep uit de artikelen geeft een goed beeld van de grote verscheidenheid van de gebieden waarop het NLR zich beweegt: het IRAS-project, dat in verband met de goedkeuring door de overheid in het begin van 1977 veelvuldig werd besproken; het Spacelab-project - in het bijzonder de Nederlandse experimenten die uitgevoerd worden in de eerste vlucht; de bouw van de DNW; "remote-sensing" onderzoeken en de rol van het NLR daarin; de F28-Super ontwikkelingen; geluidshinder Schiphol in 1976; plaatselijke bestemmingsplannen in verband met wind- of geluidshinder, windhinderonderzoek, Tweede Fase Nationaal Onderzoekprogramma Windenergie, windmolenproeven bij Fokker-VFW, registratieapparatuur voor vliegtuigongevallen, pijlerdam Oosterschelde (stromingsproblemen).

In 1977 verscheen een brochure waarin de werkzaamheden van de groep Technische Diensten worden belicht.

NLR-medewerkers schreven artikelen en gaven voordrachten over NLR-onderzoeken. In het KIVI tijdschrift "De Ingenieur" verschenen de volgende artikelen: "Titanium-constructies in subsonic verkeersvliegtuigen" door R. J. H. Wanhill; "Vluchtsimulatie met bewegende stuurhut en uitzichtnabootsing" door W. P. Koevermans; en "Verbeterde visuele simulatiesystemen in vluchtnabootsers bestemd voor vliegtraining" door D. J. Rozema. In het NVvL-jaarboek (Nederlandse Vereniging voor Luchtvaarttechniek) verscheen het artikel "Clearance of new stores for military aircraft; an overview of the techniques used" door G. J. Alders en M. van der Kramer (Koninklijke Luchtmacht). Voor de NVvL werden de volgende lezingen gehouden door NLR-medewerkers: "De voorgestelde Europese transsonic windtunnel" door J. P. Hartzuiker; "Het Duits-Nederlandse Windtunnel Project (DNW) - Karakteristieken en eigenschappen" door F. Jaarsma; en "Bewegende vluchtsimulator met synthetisch uitzicht" door W. P. Koevermans. In het tijdschrift TNO-Project verscheen een artikel over "Spacelab - experimenten in een ruimtelaboratorium" door P. Kant. In het tijdschrift voor middelbare scholieren "Kijk" werd een kort artikel over Spacelab geplaatst.

J. W. Boerstool werd voor de radio geïnterviewd over de achtergronden van zijn proefschrift. In het Maandblad voor Lucht- en Ruimtevaart AVIA verscheen, evenals in voorgaande jaren, een overzicht van de NLR-werkzaamheden in 1976 en van de vooruitzichten voor 1977.

Enkele voordrachten werden gehouden over industriële aerodynamica voor klassen voor middelbare en hogere technische scholen.

Voor de luchtvaartscouts werd te Zeist een voordracht gehouden over NLR-onderzoeken.

Meegewerkt werd aan een ruimtevaarttentoonstelling die door de ESA in het Evoluon te Eindhoven was ingericht. Eveneens werden tentoonstellingspanelen verzorgd voor het Symposium over Remote Sensing dat door de NIWARS bij Rijkswaterstaat was georganiseerd. Ter gelegenheid van het Symposium "Luchtwaarneming", georganiseerd door de Nederlandse Vereniging voor Fotonica, werden panelen waarop de activiteiten van het NLR op het gebied van "remote sensing" werden weergegeven en alle bij deze werkzaamheden gebruikte instrumenten tentoongesteld in de aula van de TH Delft.

De excursies naar beide NLR-vestigingen namen weer een belangrijke plaats in bij het geven van de voorlichting over de NLR-werkzaamheden. Groepen werden door middel van inleidingen door NLR-medewerkers en door bezichtiging van de grote installaties (windtunnels, vluchtnabootser) op de hoogte gebracht van de activiteiten van het NLR. Ontvangen werden, onder meer, groepen afkomstig van:

- Dispuut Technische Mechanica van de afd. Werktuigbouwkunde, vakgroep Technische Mechanica, van de TH Delft
- Vliegers en technici van de Vliegbasis Volkel
- Deelnemers aan de cursus "Remote Sensing Application" (georganiseerd door het International Institute of Aerial Survey and Earth Sciences - ITC)
- Vereniging Hendrick de Keyerschool, afd. Werktuigbouwkunde, uit Amsterdam
- Christiaan Huygensschool, MTS voor Fijnmechanische vakken, afd. Metaalkunde, uit Rotterdam

- Vliegers en waarnemers van het 298e Squadron, Groep Lichte Vliegtuigen, van de Vliegbasis Soesterberg
- HTS-Haarlem
- Noorse, Canadese en Nederlandse deelnemers aan de "Tri-Partite Meeting"
- Von Kármán Instituut uit Brussel
- Gemeentelijke HTS uit 's-Gravenhage
- Vereniging Leerlingen Instrumentmaker School (VLIS) uit Leiden
- Marine Electronisch Bedrijf (MEB) uit Oegstgeest
- Cursus Hogere Stafvorming 1977/1978 van de Luchtmacht Stafschool
- Fysisch-Mathematische Faculteitsvereniging van de Universiteit van Groningen
- Algemene Luchtvaart Afdeling van de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart
- Contactgroep Vermoeiingsapparatuur
- Vliegtuigbouwkundige Studievereniging "Leonardo da Vinci" van de TH Delft
- Vereniging van Importeurs van Verbrandingsmotoren
- Metaalinstituut TNO uit Apeldoorn
- Officieren van de Koninklijke Luchtmacht afkomstig van CLS, CTL en Vliegbasis Volkel.

7 Bezoekers

Het NLR mocht zich ook in 1977 verheugen in de belangstelling van een groot aantal binnen- en buitenlandse bezoekers.

Diverse besprekingen en oriëntaties over mogelijkheden tot samenwerking in "remote-sensing" projecten werden gehouden. Er werd gesproken met Dr. J.E. van Dam, chef Algemene Vraagstukken Wetenschapsbeleid, en Dr. J.J.G.M. van Boeckél van het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, die zich oriënteerden ten aanzien van de NLR-activiteiten op het gebied van de ontwikkeling van "remote-sensing" technieken. Prof. Ir. A.J. v.d. Weele, Prof. Ir. C. Voûte, en Prof. Ir. S.A. Hempenius, van het International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC) bezochten het NLR om te spreken over mogelijkheden tot samenwerking in "remote-sensing" projecten. Ir. M.W. van Batenburg en Ir. T. Bakker van het Fysisch Laboratorium TNO werden door de directie ontvangen, waarbij eveneens over samenwerking op het gebied van "remote sensing" werd gesproken.

Mr. J. van der Brugge, bestuurslid van de Stichting NLR vanwege het Ministerie van Financiën, vergezeld van een van zijn naaste medewerkers, de heer W.C.A. Prins, bracht werkbezoeken aan beide NLR-vestigingen, waarbij enkele installaties werden bezichtigd.

De heer D. den Dekker, plv. hoofd van de afd. Begrotingszaken van het Directoraat Financieel-Economische Zaken van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, vergezeld van zijn medewerkers, de heren A.C. Breedveld, F.J.M. Beerens en W. Spaans, bezochten het NLR te Amsterdam voor financieel-economische besprekingen en voor algemene oriëntatie betreffende de NLR-werkzaamheden.

Het Comité Materieel van het Ministerie van Defensie bracht een bezoek aan het NLR te Amsterdam, waar zij door de voorzitter van het bestuur werden ontvangen. In een uitgebreid programma werden vele facetten van de NLR-werkzaamheden belicht.

Dr. Ir. J.M. Dirkzwager van de Koninklijke Marine werd door de directie ontvangen. Ir. J.J.M. Kooyman van het Ministerie van Economische Zaken werd eveneens door de directie ontvangen.

Met Ir. H.H. 't Hart en Dr. Ir. L.H.J. Wachters van TNO werd van gedachten gewisseld over onderzoeken op het gebied van windhinder.

Op uitnodiging van de directie brachten de leden van de "Netherlands Aerospace Group" een bezoek aan het NLR om kennis te maken met de activiteiten van het NLR.

Burgemeester en Wethouders en de Gemeenteraad van de Gemeente Noordoostpolder, een aantal gemeenteambtenaren, en de rentmeester der Domeinen te Emmeloord

brachten een werkbezoek aan het NLR in de Noordoostpolder., om zich o.m. te oriënteren ten aanzien van de bouwactiviteiten rond de DNW.

Van de vele belangstellenden uit het buitenland worden de volgende met name genoemd:

Zeven luchtmachtattaché's (W.-Duitsland, Frankrijk, Israël, Italië, Zweden, U.K., V.S.) bezochten, onder auspiciën van de Koninklijke Luchtmacht, het NLR te Amsterdam, waar zij door de directie werden ontvangen. Een overzicht van de NLR-werkzaamheden werd gegeven door middel van lezingen en rondleidingen. Een groep Nederlandse en Engelse specialisten van de "Anglo-Netherlands Collaboration Projects" (ANCP) bezocht het NLR te Amsterdam voor algemene oriëntatie betreffende onderzoek ten behoeve van de Koninklijke Marine.

Drie vertegenwoordigers van SNECMA, de heren F. Marteau, M. Dupré en J. Delvenne, vergezeld van drie officieren van de Koninklijke Marine, de heren LTZ 1 T L. P. J. J. Peutz, LTZ 1 T D. Sierp en LTZ 2 OC T R. Lubach, brachten een bezoek aan het NLR in de Noordoostpolder, waar een presentatie over anti-corrosieonderzoek werd gegeven en enkele installaties op dit gebied werden bezichtigd.

Dr. A. M. Lovelace, Deputy Administrator van de NASA, bezocht het NLR te Amsterdam, waar hij door de voorzitter van het bestuur en de directie werd ontvangen.

Col. R. A. Bena (Dep. Director van het Air Force Office of Scientific Research - AFOSR), Lt. Col. J. P. Eri (AFOSR-Monitor for EOARD Activities),

Col. E. J. Denezza (Commander EOARD), en Capt. R. D. Powell (Flight Vehicles Liaison Officer EOARD) bezochten het NLR om zich een beeld te vormen van het in opdracht van het EOARD verrichte NLR-onderzoek, vooral met betrekking tot de instationaire transsone windtunnelmetingen.

Dr. L. Earl Miller van het Air Force Flight Dynamics Laboratory (AFFDL) bezocht het NLR, waarbij o.a. van gedachten werd gewisseld over het NLR-onderzoek betreffende militaire operationele research.

Dr. E. W. E. Rogers, Group Head van het RAE, en Mr. J. Burnham, Director Research (Air) van het Engelse Ministerie van Defensie, bezochten beide NLR-vestigingen, waarbij onder meer werd gesproken over Engels-Nederlandse samenwerking op het gebied van luchtvaartresearch.

De "Vorstand" van de DFVLR bezocht het NLR te Amsterdam, waar besprekingen werden gevoerd over de samenwerking DFVLR-NLR.

In AGARD-verband bezochten Dr. T. Spathopoulos en Capt. A. G. Panaris van het Technology Research Centre van de Griekse Luchtmacht beide NLR-vestigingen voor besprekingen en oriëntering ten aanzien van NLR-werkzaamheden.

Prof. J. R. H. Bollard van de Universiteit van Washington (Seattle, Wash., V.S.), AGARD Consultant, bezocht het NLR in de Noordoostpolder.

Prof. S. F. Shen van de Cornell Universiteit (V.S.), gasthoogleraar te Wenen en AGARD Consultant, en Prof. M. V. Morkovin van het Institute of Technology te Illinois (V.S.) bezochten het NLR te Amsterdam. Genoemde drie hoogleraren hielden lezingen in AGARD-verband (zie hoofdstuk 9).

Prof. Dr. -Ing. F. Mesch van het Institut für Mess- und Regelungstechnik U. Maschinenlab. van de Universiteit van Karlsruhe, hield een voordracht in Amsterdam over verstrooiing van licht of radar aan ruwe oppervlakken en toepassing op, bijvoorbeeld, het meten van oppervlakteruwheden.

In verband met samenwerkingsprojecten werden bezoekers ontvangen van de ONERA, het RAE, de DFVLR, en de USAF. In verband met opdrachten voor wind-tunnelproeven werden besprekingen gevoerd met medewerkers van Dassault, MBB, SNIA-Viscosa (Italië), SNIAS (Parijs), VFW-Fokker, USAF, Northrop, e. a. In verband met rekenmethoden op velerlei gebied werd gesproken met vertegenwoordigers van o. m. McDonnell Douglas (V. S.), TNO/CTI te Apeldoorn, NSP te Wageningen, en de Koninklijke Marine.

Vanzelfsprekend werd in verband met de voorbereiding van de werkzaamheden aan de ETW vele bezoekers ontvangen (o. m. van ONERA, RAE-Farnborough, en DFVLR).

8 Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR

De Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR adviseert het bestuur onder meer ten aanzien van werkplannen voor een bepaald jaar en ten aanzien van meerjarenprogramma's voor speurwerk in eigen beheer. Voorts adviseert zij de directie, in het bijzonder terzake van de geschiktheid van wetenschappelijke rapporten voor publikatie. De adviezen die de Wetenschappelijke Commissie in het verslagjaar aan het bestuur heeft uitgebracht, hadden onder meer betrekking op onderzoekingen die in 1976 door het NLR als speurwerk in eigen beheer zijn verricht en op het concept-werkplan voor 1978. Voorts zijn op verzoek van de directie wederom vele rapporten beoordeeld in de zin als bovenbedoeld. Voor de lijst van gepubliceerde rapporten wordt verwezen naar blz. 107 e. v. De voorzitter van de Wetenschappelijke Commissie, Prof. Dr. Ir. A. I. van de Vooren, woonde, zoals reeds is opgemerkt, evenals de directie de vergaderingen van het NLR-bestuur bij.

Het bestuur ziet een gunstig oordeel van de Wetenschappelijke Commissie, die een onafhankelijke en gezaghebbende adviescommissie is, als een "keur" op het wetenschappelijk peil van de werkzaamheden van het NLR. De gerichtheid op praktische toepassing wordt zoveel mogelijk gegarandeerd door de samenstelling van de subcommissies, die de adviezen van de Wetenschappelijke Commissie voorbereiden. Zowel voor het werk van de Wetenschappelijke Commissie als voor dat van de subcommissies heeft het bestuur grote waardering.

De samenstelling van de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR, waarvoor Ir. H. J. Wennink als secretaris optrad, en die van de subcommissies bleef in het verslagjaar ongewijzigd en was aldus:

Wetenschappelijke Commissie
NLR-NIVR

Prof. Dr. Ir. A. I. van de Vooren, *voorzitter*
Prof. Dr. J. Borgman
Prof. Ir. P. Jongenburger
Prof. Dr. Ir. J. A. Steketee
Prof. Dipl. Ing. J. B. Westerdijk

Subcommissie voor
Aërodynamica

Prof. Dr. Ir. J. A. Steketee, *voorzitter*
Prof. J. H. D. Blom
Ir. E. Dobbinga
Prof. Dr. Ir. J. L. van Ingen
Ir. N. Voogt
Prof. Dr. Ir. P. Wesseling
Prof. Ir. H. Wittenberg

Subcommissie voor
Aëro-elasticiteit

Prof. Dr. Ir. A. van der Neut, *voorzitter*
Prof. J. H. D. Blom
Dr. Ir. R. Coene
Lt. Kol. Ir. H. Kreuning
Ir. J. F. van der Spek

Subcommissie voor
Ruimtevaarttechniek

Prof. Ir. H. Wittenberg, *voorzitter*
Dr. Ir. J. A. M. Bleeker
Prof. Drs. W. Bloemendal
Prof. Ir. D. Bosman
Ir. P. Ph. van den Broek
Dr. R. J. van Duinen
Dr. W. de Graaff
Ir. H. T. Huele
Ir. P. Kant

Subcommissie voor
Sterkte en Materialen

Prof. Dr. Ir. A. van der Neut, *voorzitter*
Prof. Ir. J. G. ten Asbroek
Prof. Dr. Ir. J. F. Besseling
Prof. Ir. P. Jongenburger
Ir. R. J. Schliekelmann
Ir. J. F. van der Spek
Dr. Ir. W. A. Schultze

Subcommissie voor
Toegepaste Wiskunde

Prof. Dr. Ir. P. J. Zandbergen, *voorzitter*
Prof. Dr. Ir. L. Dekker
Prof. Dr. Ir. A. J. W. Duyvestijn
Ir. W. P. J. Fontein
Prof. Dr. Ir. P. Wesseling

Subcommissie voor
Vliegeigenschappen en
Vliegtuiggebruik

Prof. J. H. D. Blom, *voorzitter*
KLTZ (T) Ir. W. G. de Boer
J. de Haas
Ir. R. J. A. W. Hosman
A. P. Moll
Maj. vl. A. P. Okkerman
Ir. C. H. Reede
C. G. J. Reijers
Ir. P. H. G. J. Spuybroek

Ten besluite van deze informatie over de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR volgt hier nog het letterlijke citaat van de slotbeschouwing uit het verslag over 1977 van deze commissie zelf:

"De Wetenschappelijke Commissie heeft dit jaar opnieuw tot haar voldoening geconstateerd dat de bij het NLR verrichte werkzaamheden op een adequate wijze werden uitgevoerd, mede gezien de positieve beoordeling door de subcommissies van de verschenen rapporten en publikaties. Via de mede hierdoor tot stand gekomen internationale samenwerking, waar het NLR op een aantal gebieden een vooraanstaande positie inneemt, wordt bovendien een extra bijdrage tot de kennis in Nederland verkregen. Dit is van rechtstreeks belang voor de ontwikkeling van de Nederlandse lucht- en ruimtevaart.

De Wetenschappelijke Commissie kan zich verenigen met het voor 1978 opgestelde Werkplan. Zij ziet de werkzaamheden, die voor de ontwikkeling van een nieuw vliegtuigproject plaats vinden, als uitermate belangrijk. Daarnaast dient echter ook gelegenheid te bestaan om speurwerk, dat in een later stadium ter ondersteuning van de industrie en van de gebruikers kan dienen, in voldoende mate te blijven verrichten".

9 De Nederlandse delegatie bij de AGARD

9.1 SAMENSTELLING VAN DE NEDERLANDSE DELEGATIE IN 1977

In de samenstelling van de Nederlandse Delegatie bij de "Advisory Group for Aerospace Research and Development (AGARD)" van de Noord-Atlantische Verdragsorganisatie (NAVO) kwam in 1977 een wijziging doordat Prof. Ir. T. van Oosterom, wegens beëindiging van zijn dienstverband bij het NLR, in het Flight Mechanics Panel werd opgevolgd door Ir. J. J. P. Moelker van het NLR, en Ir. F. Jaarsma - sinds enige tijd werkzaam als Directeur van de DNW - in het Propulsion and Energetics Panel werd opgevolgd door Ir. J. P. K. Vlegthert van het NLR.

De Nederlandse gedelegeerden
bij de AGARD

Prof. Dr. Ir. O. H. Gerlach
Ir. J. A. van der Blik

Het secretariaat van de Nederlandse Delegatie werd tot 1 juni vervuld door de heer A. H. Geudeker, die tevens als Nationaal Coördinator voor de AGARD-aangelegenheden optrad, met als plaatsvervanger de heer R. A. Jager. Per 1 juni werd de heer Geudeker, wegens het bereiken van de pensioengerechtigde leeftijd, in de genoemde functies opgevolgd door de heer Jager. De Nederlandse Delegatie bij de AGARD is de heer Geudeker veel dank verschuldigd voor de wijze waarop hij, vrijwel vanaf het begin van de AGARD-activiteiten in Nederland, beide eerdergenoemde functies heeft vervuld. Zeker als Nationaal Coördinator heeft hij, ook buiten de Nederlandse kring, baanbrekend werk in de AGARD verricht.

De Nederlandse vertegen-
woordiging in de AGARD
commissies

De Nederlandse vertegenwoordiging in de vaste AGARD-commissies ("panels") bestaat per 1 januari 1978 uit:

Fluid Dynamics Panel (FDP)

Prof. Dr. Ir. J. A. Steketee, TH Delft, Afd. der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek
Prof. Dr. Ir. J. L. van Ingen, TH Delft, Afd. der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek
Ir. J. P. Hartzuiker, NLR
Dr. Ir. B. M. Spee, NLR

Flight Mechanics Panel (FMP)

Prof. Dr. Ir. O. H. Gerlach, TH Delft, Afd. der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek
Ir. J. J. P. Moelker, NLR
Drs. J. Buhrman, NLR

Aerospace Medical Panel (ASMP)	Kol.-vliegerarts C. A. Steendijk, KLu Dr. W. J. Oosterveld, Wilhelmina Gasthuis, Amsterdam
Propulsion and Energetics Panel (PEP)	Prof. Ir. H. Wittenberg, TH Delft, Afd. der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek Ir. J. P. K. Vlegthert, NLR
Structures and Materials Panel (SMP)	Dr. Ir. H. P. van Leeuwen, NLR Ir. J. B. de Jonge, NLR
Technical Information Panel (TIP)	Lt. Kol. b. d. R. E. Panhuyzen, TDCK Ir. A. S. T. Tan, NLR
Avionics Panel (AVP)	Ir. H. A. T. Timmers, NLR Prof. Ir. D. Bosman, TH Twente, Afd. der Elektrotechniek
Guidance and Control Panel (GCP)	Ir. P. Kant, NLR Ir. P. Ph. van den Broek, TH Delft, Afd. der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek
Electromagnetic Wave Propagation Panel (EWPP)	Prof. Ir. B. van Dijk, TH Eindhoven, Afd. der Elektrotechniek Prof. Ir. L. Krul, TH Delft, Afd. der Elektrotechniek

9.2 VERGADERINGEN VAN DE NATIONALE GEDELEGEERDEN

De gebruikelijke voor- en najaarsvergaderingen van Nationale Gedelegeerden vonden resp. plaats in maart te Parijs en in september te Kopenhagen, voorafgegaan door bijeenkomsten van het AGARD Steering Committee, waarin Prof. Dr. Ir. O. H. Gerlach zitting heeft, van de voorzitters (resp. hun plaatsvervanger) van de AGARD panels en (alleen in maart) van de Nationale Coördinatoren. Tijdens de voorjaarsvergadering, die in hoofdzaak aan het programma en de begroting voor 1978 was gewijd, werd uitgebreid aandacht geschonken aan de voortgang van de studie "Project 2000" (over voorspelling van technologische ontwikkelingen op lange termijn), die door de AGARD wordt uitgevoerd. In de najaarsvergadering werden de lopende programma's en de voorbereidingen voor AGARD-activiteiten in 1978 besproken.

9.3 AGARD JAARVERGADERING

De jaarvergadering, die in september in Kopenhagen werd gehouden en waarbij de Deense minister van Defensie, de heer Orla Møller, het welkomstwoord uitsprak, bood de Nationale Gedelegeerden gelegenheid kennis te nemen van een tweetal Deense wetenschappelijke onderzoeksprojecten waarover presentaties werden gehouden.

Voorts werden inleidingen gehouden over: "Contribution of Science and Technology

to NATO" door o.a. Professor N. Ozdas, Adjunct-Secretaris-Generaal voor Wetenschappelijke en Milieu-aangelegenheden en voorzitter van de Wetenschappelijke Commissie van de NAVO. De raad van Nationale Gedelegeerden werd tenslotte, in verband met de "Project 2000" studie, toegesproken door de voorzitter van het Militaire Comité van de NAVO, generaal Z. Gundersen.

De belangrijkste door de Raad genomen besluiten hadden betrekking op de voortzetting (de tweede fase) van "Project 2000" en op het schenken van meer aandacht door de panels aan een aantal economische factoren bij de exploitatie van luchtvaartmaterieel, zoals betrouwbaarheid en aspecten die het onderhoud betreffen.

9.4 TECHNISCHE BIJEENKOMSTEN VAN DE COMMISSIES VAN DE AGARD

Zoals gebruikelijk werden volgens het door de Raad van Nationale Gedelegeerden vastgestelde programma, dat in AGARD Bulletin 77-1 werd gepubliceerd, bijeenkomsten van velerlei aard zo goed mogelijk over de in de AGARD samenwerkende landen verdeeld. Vele medewerkers van het NLR leverden wetenschappelijke bijdragen voor bijeenkomsten, namen deel aan het werk van commissies en werkgroepen, of waren op andere wijze betrokken bij voorbereiding en uitvoering van AGARD-bijeenkomsten. Ook leverden andere Nederlandse instellingen, werkzaam op het gebied van lucht- en ruimtevaart, waardevolle bijdragen.

De belangrijkste AGARD-bijeenkomsten waarvoor van Nederlandse zijde belangstelling bestond, zijn hierna vermeld, waarbij tevens is aangegeven het nummer van de AGARD Conference Proceedings (CP) waarin het verslag van de bijeenkomst is (of wordt) gepubliceerd:

Fluid Dynamics Panel

2-5 mei, Kopenhagen

"Laminar-Turbulent Transition"

(CP 224)

26-30 september, Ottawa

"Unsteady Aerodynamics"

(CP 227)

- twee Nederlandse bijdragen, verzorgd door het NLR

Flight Mechanics Panel

16-20 mei, Moffett Field, California

"Rotorcraft Design"

(CP 233)

- één Nederlandse bijdrage, verzorgd door KLM Helikopters

3-7 oktober, Florence

"Fighter Aircraft Design"

(multi-panel symposium)

(CP nr. nog niet bekend)

- één Nederlandse bijdrage, verzorgd door de Kon. Luchtmacht (2 ATAF)

11-13 oktober, Parijs

"Aircraft Performance Prediction Methods"

(CP nr. nog niet bekend)

- twee Nederlandse bijdragen, verzorgd door resp. TH Delft en het NLR

Aerospace Medical Panel

18-22 april, Keulen

"Methods to Assess Workload"

(CP 216)

"Studies on Pilot Workload"

(CP 217)

"The Use and Abuse of Social Drugs"

(CP 218)

24-28 oktober, Londen

"Prospective Medicine Opportunities in Aerospace Medicine"

(CP 231)

"Specific Findings in Cardiology and Pulmonary Function with Special Emphasis on Assessment Criteria for Flying"

(CP 232)

Propulsion and Energetics
Panel

28 maart-1 april, 's-Gravenhage

"Secondary Flows in Turbomachines"

(CP 214)

"Power Plant Reliability"

(CP 215)

19-23 september, Ankara

"High-Temperature Problems in Gas Turbine Engines"

(CP 229)

Structures and Materials
Panel

17-22 april, Lissabon

"Unsteady Airloads in Separated and Transonic Flow"

(CP 226)

"Structural Aspects of Active Controls"

(CP 228)

25-30 september, Voss (Noorwegen)

"Non-Destructive Inspection (NDI) Relationships to Aircraft Design and Materials"

(CP 234)

Avionics Panel

16-20 mei, Londen

"Optical Fibres, Integrated Optics and Their Military Applications"

(in samenwerking met Electromagnetic Wave Propagation Panel)

(CP 219)

10-14 oktober, Ottawa

"Impact of Charge-Coupled Devices and Surface Acoustic Wave Devices on Signal Processing and Imagery in Advanced Systems"
(CP 230)

Electromagnetic Wave
Propagation Panel

16-20 mei, Londen

Zie onder Avionics Panel

3-7 oktober, Cambridge (USA)

"Aspects of Electromagnetic Scattering in Radiocommunications"
(CP nr. nog niet bekend)

Guidance and Control Panel

9-13 mei, Stuttgart

"Application of Advances in Navigation to Guidance and Control"
(CP nr. nog niet bekend)

- één Nederlandse bijdrage, verzorgd door TH Delft

17-21 oktober, Dayton (USA)

"Guidance and Control Considerations for Low-Altitude and Terminal Area Flight"
(CP 240)

- drie Nederlandse bijdragen, verzorgd door resp. KLM Helikopters (een) en
het NLR (twee)

Technical Information Panel

22-24 juni, Lysebu (Noorwegen)

"The Impact of Future Developments in Communications, Information Technology
and National Policies on the Work of the Aerospace Information Specialist"
(CP 225)

- één Nederlandse bijdrage, verzorgd door TH Delft

Nederlandse belanghebbenden werden d.m.v. convocaties en door aankondigingen
in "De Ingenieur" geattendeerd op de mogelijkheden aan de AGARD-bijeenkomsten
deel te nemen.

Het totaal aantal Nederlandse deelnemers aan de in het verslagjaar gehouden tech-
nische bijeenkomsten van de AGARD-commissies bedroeg 137.

9.5 AGARD CONSULTANT AND EXCHANGE PROGRAM

Bezoeken van buitenlandse
deskundigen aan Nederland

In het kader van het "AGARD Consultant and Exchange Program" brachten enige
buitenlandse deskundigen een bezoek aan Nederland voor het houden van lezingen
en voor gedachtenwisselingen met Nederlandse deskundigen.

Zoals gebruikelijk werden op ruime schaal uitnodigingen verspreid, opdat zoveel
mogelijk Nederlandse belanghebbenden van deze bezoeken konden profiteren. De
AGARD Consultants waren:

mei

Prof. M. V. Morkovin
(Illinois Institute of
Technology, Chicago):

"Experiments on Protuberances in Laminar
Boundary Layers"

"Review-Transition in Non-Reversing Oscil-
lating Boundary Layers"
(TH Delft en NLR Amsterdam)

juni	Prof. R. Blackwelder (University of Southern California)	"Pattern Recognition and Conditional Sampling Techniques in Turbulent Shear Flows" "A New Look at Turbulent Shear Flows" (TH Delft)
juni	Prof. S. F. Shen (Cornell University)	"Transonic Computations by the Finite-Element Method Variational Approach, Non-Linearity, Local Treatment of the Finite-Elements, Mapping, Shock Discontinuity, Results for the Nozzle and the Air Foil" "Asymptotic Behaviour of the Unsteady Boundary Layer and the Implications on Separation" (NLR Amsterdam en TH Delft)
juni	Prof. R. F. McAlevy (Director Combustion Lab., Stevens Institute of Technology, USA)	"Photolytic Combustion Enhancement" "Hydrogen as a Fuel" (TH Delft)
juni	Prof. S. Ostrach (Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio, USA)	"Stable and Unstable Convection in Enclosures" "The Discharge of a Submerged Buoyant Jet into a Stratified Environment" (TH Delft)
november	Prof. F. J. H. Bollard (University of Washington, Seattle, USA)	"Engineering Education in the USA" "The Creation, Maintenance and Use of Standards and Specifications in the USA" "Structures Research and Development in Aerospace" (TH Delft en NLR Amsterdam)

Het totaal aantal Nederlandse deelnemers aan de bovengenoemde activiteiten bedroeg 171.

Bezoeken van Nederlandse deskundigen aan Noorwegen en Griekenland

Eveneens in het kader van het Consultant and Exchange Program verzorgde Ir. J. W. G. van Nunen (NLR) een aantal voordrachten in Noorwegen en bracht Ir. J. P. Hartzuiker (NLR) adviezen uit in Griekenland.

AGARD Lecture Series

De reeks AGARD Lecture Series, die ten doel hebben bekendheid te geven aan nieuwe ontwikkelingen op de voor lucht- en ruimtevaart van belang zijnde gebieden van wetenschap en techniek, werd in het verslagjaar voortgezet.

De AGARD Lecture Series, waaraan in totaal door 82 Nederlanders werd deelgenomen, waren:

- LS 86 (maart/april, Brussel en Dayton, Ohio, USA; in samenwerking met VKI)
"Computational Fluid Dynamics"

- LS 87 (april, Griffiss AFB, USA; Londen en München)
"Microprocessors and Their Applications"
- LS 88 (oktober, Oslo, Den Helder en Rome)
"The Application of Remote Sensing to Ocean Surveillance"
- LS 89 (juni, Bolkesjø, Londen en Dayton)
"Task Oriented Flight Control Systems"
- LS 90 (augustus, Trenton, USA, Londen, en Urbino, Italië)
"Laser Optical Measurement Methods for Aero Engine Research and Development"
- LS 91 (oktober, Londen, München, en Lyngby, Denemarken)
"Advanced Manufacturing Techniques in Joining of Aerospace Materials"

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

Von Kármán Institute for
Fluid Dynamics (VKI)

Evenals in het vorige jaar waren Prof. Dr. Ir. H. J. van der Maas (em. hoogleraar TH Delft en oud-voorzitter NLR), Ir. J. A. van der Blik (algemeen directeur NLR), en Ir. J. Boeker voor Nederland lid van de "General Assembly" van het VKI; laatstgenoemde was tevens lid van het bestuur.

Voor de jaarcursus 1977 - 1978 werden drie Nederlandse studenten ingeschreven, terwijl voor het eerst een Nederlander werd ingeschreven voor verdere studie ter voorbereiding van een dissertatie. De twee Nederlandse deelnemers aan de vorige cursus behaalden in 1977 het diploma.

In de periode van december 1976 tot en met 1977 werden wederom tien Lecture Series georganiseerd, waarvan drie in samenwerking met AGARD. In totaal namen 59 Nederlanders aan deze korte cursussen deel:

december 1976	Aerodynamic Noise (AGARD-VKI)	(4)
januari 1977	Combustion Problems in Gas Turbines	(5)
	Industrial Heat Exchangers	(6)
februari	Industrial Centrifuge Compressors	(3)
maart	Advanced Measurement Techniques in Fluid Dynamics	(15)
	Computational Fluid Dynamics (AGARD-VKI), LS 86	(12)
	Concepts for Drag Reduction (AGARD-VKI)	(3)
april	Aerodynamic Inputs for Problems in Aircraft Dynamics	(4)
mei	Closed-Cycle Gas Turbines	(3)
	RPV's - Aerodynamics and Related Topics	(4)

9.6 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:

7 AGARDographs	AG-
17 Conference Proceedings	CP-
9 Advisory Reports	AR-

9 Technical Reports	R-
7 Lecture Series	LS-
2 Bulletins	BUL-

Daarnaast werden nog 6 publikaties van algemene aard, waaronder het AGARD Handbook 1977, uitgegeven.

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 Nederlandse belanghebbenden, ook buiten de lucht- en ruimtevaart, werden hetzij gedrukte exemplaren, hetzij microfiches van AGARD publikaties verstrekt.

Tenslotte zij nog vermeld, dat in het verslagjaar door vele wetenschappelijke en praktische specialisten, binnen en buiten het NLR, medewerking werd verleend aan de Nederlandse bijdrage voor het tot stand komen van de AGARD Multilingual Aeronautical Dictionary. Een woord van hartelijke dank aan hen is hier op zijn plaats.

Bijlage 1 - Bijdragen aan congressen en cursussen

Tijdens de door het AGARD Structures en Materials Panel georganiseerde Specialists Meeting "Unsteady Aerodynamics in separated and transonic flow" te Lissabon werd door het NLR de bijdrage "Unsteady airloads on a oscillating supercritical airfoil" (H. Tijdeman, P. Schippers en A. J. Persoon) gepresenteerd. Aan deze bijeenkomst werd verder deelgenomen door Prof. Ir. H. Bergh en Ir. R. J. Zwaan.

Prof. Ir. H. Bergh, Dr. Ir. R. Roos en Dr. Ir. H. Tijdeman namen deel aan het door het AGARD Fluid Dynamics Panel georganiseerde symposium over "Unsteady Aerodynamics" te Ottawa (Canada), van 26-28 september. Dr. Ir. Roos hield een voordracht, getiteld "Investigation of the unsteady airloads of wing-store configurations in subsonic flow" (medeauteurs: Ir. J. J. Meyer en Ir. J. W. G. van Nunen). Ir. Tijdeman presenteerde een overzichtslezing over instationaire transsonische stromingen. Prof. Bergh woonde het symposium bij om, op uitnodiging van de AGARD, een evaluatierapport op te stellen.

Dr. Ir. R. Roos presenteerde dezelfde voordracht tevens tijdens het "4e JTCC/MD Aircraft/Stores Compatibility Symposium" te Fort Walton Beach, Florida, V.S., 12-14 oktober.

Ir. P. H. Fuykschot bezocht het "7e Intern. Congress on Instrumentation in Aerospace Simulation Facilities", gehouden van 6-8 september op het Royal Military College of Science te Shrivenham (U.K.). Hij hield een lezing, getiteld "PHAROS, Processor for Harmonic Analysis of the Response of Oscillating Surfaces".

Ir. H. A. Mooij en Drs. M. F. C. van Gool hielden lezingen voor de afdeling Regeltechniek van het KIVI, over modellen voor de regeling en besturing van vliegtuigen.

Ir. L. J. J. Erkelens volgde de cursus "Aerodynamic inputs for problems in aircraft design", die georganiseerd werd door het VKI te Brussel, van 25-29 april.

Ir. Th. E. Labrujère gaf daar de voordracht "The use of panel methods with a view to problems in aircraft dynamics" (medeauteurs: Ir. L. J. J. Erkelens en Dr. Ir. R. Roos).

Ir. P. H. Wewerinke bezocht de 13e Annual Conference on Manual Control te Cambridge (Mass., V.S., van 15-17 juni. Op de conferentie gaf hij een lezing over onderzoek naar de prestaties en werkbelasting van vliegers in een helikopter.

Drs. J. Smit gaf bij de Stichting NLRCC te Soesterberg een lezing over het NLR fysiologische meetsysteem. Ook hield hij een lezing voor Fokker-VFW over optische illusies, in het kader van een Operators Conference.

Ir. H. A. Mooij en Drs. M. F. C. van Gool leverden op de "AIAA Atmospheric Flight Conference" te Hollywood (Florida, V.S.), 8-10 augustus, de bijdrage "Flight test of stick force stability in attitude-stabilized aircraft".

Dr. Ir. N. J. J. Bunnik, Ir. G. L. Lamers en Ing. W. Verhoef namen deel aan een Symposium over Luchtwoarneming dat te Delft werd gehouden, en hielden lezingen over, respectievelijk, de reflectie van licht door gewassen, vliegtechnische aspecten, en de meting van lichtreflectie van gewassen.

Ir. H. Tellegen hield voor de AGARD FMP Specialists Meeting "Aircraft Performance Prediction Methods", die van 11 tot 13 oktober te Parijs werd gehouden, een lezing, getiteld "Prediction of operational combat performance".

Ir. M. H. W. Bovy en Ir. T. J. Stahlie bezochten de 25e AGARD GCP Meeting "Guidance and Control Design Considerations for Low Altitude and Terminal Area Flight" te Dayton, V.S., 17-20 oktober. Ir. Bovy gaf een voordracht, getiteld "The Ground-Attack/Penetration model: a Monte Carlo simulation model to assess the survivability and to evaluate tactics for low-altitude military missions in an environment of groundbased airdefence systems". Tijdens deze conferentie hield Ir. Stahlie een lezing, getiteld "The analysis of operational mission execution: an assessment of low-altitude performance, navigation accuracy and weapon delivery performance".

Drs. J. Smit bracht een bezoek aan Argentinië in verband met een door Fokker-VFW georganiseerde "Accident Prevention Course". Hij verzorgde in dit kader een aantal lezingen over "Human factors".

Ir. G. J. Alders gaf tijdens het 4e JTCC/MD Aircraft/Stores Compatibility Symposium te Fort Walton Beach (Florida, V.S.) een lezing, getiteld "In-flight measurement of aerodynamic loads on captive stores".

Dr. R. J. H. Wanhill nam deel aan de "Fracture Mechanics and Technology Conference", die gehouden werd aan de Univ. van Hong Kong met de voordracht "Application of fracture mechanics to cleavage in highly textured titanium alloys".

Ir. J. B. de Jonge, Dr. Ir. H. P. van Leeuwen en Dr. R. J. H. Wanhill namen deel aan de 44e AGARD-SM Panel Meeting in Lissabon (Portugal). Dr. Wanhill hield een voordracht getiteld "Environmental effects on fatigue of aluminium and titanium alloys".

Ir. J. B. de Jonge en Ir. D. J. Spiekhout namen deel aan een ICAF conferentie in Darmstadt, W.-Duitsland. Ir. de Jonge hield een door beiden opgestelde voordracht getiteld "Assessment of service load experience using AIDS-recorded data" (AIDS: Aircraft Integrated Data System).

Dr. Ir. E. Riks nam in Balatonszemes, Hongarije, deel aan het 69ste Euromech Colloquium over "Large Elastic Deformations of Discrete Systems". Hij hield een voordracht over "A unified method for the computation of non-linear, elastic systems".

Ir. H. Vlieger en Ir. A. U. de Koning namen van 19 tot 24 juni in Waterloo, Canada, deel aan de "Fourth International Conference on Fracture". Ir. Vlieger hield een voordracht over "Prediction of fail safe strength of realistic stiffened skin aircraft structures". Ir. de Koning hield een voordracht over "A contribution to the analysis of quasi-static crack growth in sheet materials".

Ir. A. U. de Koning nam een Montreal, Canada, deel aan het "Second International Symposium on Continuum Models of Discrete Systems". Hij hield een voordracht over "A continuum theory of plasticity based on the series volume fractions model".

Dr. Ir. H. P. van Leeuwen nam in Chatenay-Malabry, Frankrijk, deel aan het "Deuxième Congrès International: l'Hydrogène dans les Métaux". Hij hield een voordracht over een "Analyse quantitative de la fissuration provoquée par l'hydrogène".

Dr. R. J. H. Wanhill nam op 18 en 19 mei in Londen deel aan een symposium over "The influence of environment on fatigue". Hij hield een voordracht getiteld: "The effect of environment on fatigue crack propagation under gust spectrum loading in aluminium alloy sheet, and the significance for realistic testing" (mede opgesteld door Ing. F. A. Jacobs en Ing. L. Schra).

Prof. Dr. Ir. J. Schijve presenteerde op de 15e ICAF-Conferentie te Darmstadt, 9 en 10 mei, de lezing "Review of aeronautical fatigue investigations in the Netherlands during the period April 1975 - February 1977".

Ir. E. A. B. de Graaf hield een voordracht voor de KIVI-leergang "Niet-destructief onderzoek" aan de TH Twente, 13-14 april, getiteld "De toepassing van schade-onderzoek in de luchtvaart".

Dr. Ir. H. P. van Leeuwen bezocht de laboratoria van General Electric te Schenectady (New York, V.S.), en hield daar een voordracht, getiteld "Fracture mechanics applied to creep cracking", op 29 augustus. Op 30 en 31 augustus nam Dr. Ir. van Leeuwen deel aan een "Workshop" over de bewerking van de resultaten van kruipproeven, waar hij een lezing hield, getiteld "Extrapolation of creep test results accounting for long term material degradation".

Dr. Ir. G. Bartelds en Ir. W. G. J. 't Hart namen deel aan een KIVI-Symposium over "Construeren in geavanceerd composiet-materiaal" op 16 september. Dr. Ir. Bartelds hield daar een algemene inleiding, en Ir. 't Hart gaf een lezing over het bezwijk-gedrag van composietmaterialen.

Ir. J. B. de Jonge bezocht het Air Force Flight Dynamics Laboratory te Dayton (V.S.) en nam deel aan het ASTM Symposium over "Service Fatigue Loads Monitoring; Simulation and Analysis". Hij hield daar een voordracht, getiteld "The use of AIDS-recorded data for assessing service load experience" (medeauteur: Ir. D. J. Spiekhout).

Dr. Ir. E. Riks bezocht de Ruhr Univ. te Bochum en nam daar deel aan het colloquium van de "Abteilung für Bauingenieurwesen". Hij hield daar een voordracht, getiteld "Incremental procedures for structural stability analysis in the elastic range".

Ir. G. F. J. A. van Gestel bezocht het Symposium "Breukverschijnselen" dat ter gelegenheid van het 5e lustrum van het Gezelschap Tubalkain (Metaalk. studievereniging) in november aan de TH Delft werd gehouden. Hij hield een lezing, getiteld "Breukvlakonderzoek".

Ir. J. F. Heemskerk en Dr. Ir. J. P. B. Vreeburg hielden voordrachten over de experimenten die door het NLR voor Spacelab zijn voorgesteld, op een NVR-colloquium over Spacelab te Utrecht.

Ir. R. C. van Holz hield een voordracht over de IRAS grondoperaties op het IRAS-symposium van de NVR te Amsterdam.

Ir. J. F. Heemskerk hield op het "28e International Astronautical Congress", dat van 25 september tot 1 oktober in Praag werd gehouden, een lezing, getiteld "The influence of outgas on the performance of multilayer insulation blankets with perforated shields" (medeauteur: Ir. A. A. M. Delil).

Op deze conferentie presenteerde Dr. Ir. J. P. B. Vreeburg het Spacelab experiment onder de titel "Liquid motions in containers in zero-gravity".

Dr. Ir. P. T. L. M. van Woerkom hield op de "ESA Conference on Attitude and Orbit Control", die van 3 tot 6 oktober te Noordwijk werd gehouden, een lezing, getiteld "Attitude reconstitution of a spinning spacecraft equipped with the ESA starmapper" (medeauteur: Dr. C. R. Traas).

Ir. G. J. Hameetman hield op de conferentie van de British Interplanetary Society over "Computer Techniques for Satellite Control and Data Processing", die op 11 en 12 oktober te Slough (U.K.) werd gehouden, een voordracht, getiteld "IRAS On-Board Software".

Ir. R. C. van Holz bezocht een studiedag over de informatietechniek in de ruimtevaart, georganiseerd door het ASI: de Sectie Informatietechniek van KIVI/NGI op 14 december te Noordwijk, en hield daar een lezing, getiteld "Commandering en dataverwerking in het vluchtleidingscentrum voor IRAS".

Dr. Ir. J. P. B. Vreeburg leverde voor de "Intern. Conference on Attitude Control of space vehicles: technological and dynamical problems associated with the presence of liquids" te Toulouse (10-12 oktober) een bijdrage, getiteld "Contained liquid experiments on Spacelab I".

Ir. W. Loeve en J. P. F. Lindhout bezochten het Symposium "Magneto-hydrodynamica" te Jutphaas, georganiseerd door het KIVI, afd. Mechanica, Sectie Technische Fysica, waar laatstgenoemde een lezing gaf, getiteld "Computerberekeningen van MHD-kanaalstromingen".

J. P. F. Lindhout hield op het "Intern. Symposium on Innovative Numerical Analysis in Applied Engineering Science" te Parijs een lezing "A fast parabolic module for the solution of MHD channel flow equations between electrode walls". Medeauteurs van deze lezing waren W. F. H. Merck, van de TH Eindhoven, en H. Snel.

Ir. H. A. van Ingen Schenau, Ir. L. J. M. Joosten en Dr. Ir. J. L. Simons presenteerden op de "European Conference on Electronics EUROCON '77", die van 3 tot 6 mei in Venetië werd gehouden, de lezing "Image data security in the concept of the Agricultural Real Time Imaging Satellite System (ARTISS)".

Ir. M. v. d. Wilt leverde op de Conferentie "Simulation '77", die te Montreux (Zwitserland) werd gehouden, de bijdrage "A method to determine the delays of landing aircraft with respect to runway capacity".

Drs. J. J. Renes hield op de "First World Conference on Mathematics at the Service of Man" te Barcelona, 11-16 juli, de lezing "Reduction and smoothing of multivariate time series with curve fitting methods".

Bijlage 2 – Publikaties

In het verslagjaar zijn 169 rapporten verschenen; hiertoe behoren ook de niet voor publikatie bestemde rapporten. De eenvoudige ijkings- en keuringsrapporten zijn hierin niet meegeteld.

De volgende rapporten zijn als publikaties van het NLR verschenen:

NLR TR 75165 U	The determination of crack propagation curves with the aid of electron microscopy. E. A. B. de Graaf, W. J. v. d. Vet, J. A. M. Boogers
NLR TR 75166 U	Repair of cracked components and the influence of the methods used on their residual strengths. Results of a preliminary investigation. E. A. B. de Graaf
NLR TR 76010 U	Image data security in the concept of the agricultural real time imaging satellite system (ARTISS). H. A. van Ingen Schenau, L. J. M. Joosten, J. L. Simons
NLR TR 76012 U	<i>Aerodynamic data and off-design characteristics of the modified quasi-elliptical airfoil section NLR 7101.</i> J. Zwaaneveld
NLR TR 76035 U	Scanning electron microscopy of fracture surfaces of carbon composite materials. W. G. J. 't Hart
NLR TR 76074 U	Heat treatment studies of aluminium alloy forgings of the AZ 74. 61 type. Interim report No. 3. Fatigue crack propagation performance under manoeuvre spectrum loading. L. Schra, H. P. van Leeuwen, A. E. Meulman
NLR TR 76081 U	<i>Present and possible future application of neutron radiography in aviation in the Netherlands.</i> E. A. B. de Graaf
NLR TR 76083 U	Preliminary investigation into the application of magnetic rubber inspection (MRI). E. A. B. de Graaf
NLR TR 76086 U	A simple finite-difference technique for the computation of three-dimensional incompressible laminar boundary layers. Part I: Description of the method. Part II: Description of the program. J. P. F. Lindhout, E. de Boer

NLR TR 76096 U	Compilation of test data from an investigation on the effect of environment on crack growth under flight simulation loading. J. Schijve
NLR TR 76103 U	Residual strength of the aluminium alloy 7475-T76 at low temperature. W. G. J. 't Hart
NLR TR 76104 U	Environmental effects on crack growth in flight simulation tests on 2024-T3 and 7075-T6 material. J. Schijve, F. A. Jacobs, P. J. Tromp
NLR TR 76130 U	Effects of crack plane orientation transitions on flight simulation fatigue crack propagation in a high strength aluminium alloy (7050). R. J. H. Wanhill, L. Schra
NLR TR 76131 U	A non-stationary model for atmospheric turbulence patches for the prediction of aircraft design loads. R. Noback
NLR TR 76132 U	Evaluation of a method for the prediction of jet-airframe interference. H. Snel
NLR TR 76133 U	Flight-path reconstruction of symmetric nonsteady flights. M. v. d. Wilt
NLR TR 76134 U	Some investigations on the notching procedure used in shaker tests on satellites. H. H. Ottens
NLR TR 76139 U	Airfoil design by the method of singularities via parametric optimization of a geometrically constrained least squares object function. A. E. Labrujère
NLR TR 76150 U	Exploratory investigation of decelerating approaches of a twin-engined jet transport. Volume II: Moving-base simulation and comparison with related experiments. C. F. G. M. Hofman
NLR TR 77005 U	The requirement of damage tolerance. An analysis of damage tolerance requirements with specific reference to MIL-A-83444. J. B. de Jonge
NLR TR 77007 U	Supplementary residual strength investigation of the aluminium alloy 7475-T76. W. G. J. 't Hart
NLR TR 77010 U	Human monitoring and control behaviour - models and experiments. P. H. Wewerinke
NLR TR 77027 U	The need of stick force stability for attitude-stabilized aircraft. Part 2. H. A. Mooij, M. F. C. van Gool
NLR TR 77039 U	Residual strength properties of Carbon/epoxy composite material. W. G. J. 't Hart
NLR TR 77046 U	Design and analysis of a hodograph method for the calculation of supercritical shock-free aerofoils. (Thesis) J. W. Boerstoeel

- NLR TR 77066 U Calculation of the flow around a swept wing, taking into account the effect of the three-dimensional boundary layer.
Part 2: Wing with laminar boundary layer on the lower surface.
B. van den Berg, W. J. Piers, E. de Boer
- NLR TR 77070 U Computer aided EMC analysis. A review of available tools.
O. B. M. Pietersen
- NLR TR 77095 U The effect of sheet edge working on the fatigue life under flight-simulation loading.
F. A. Jacobs, J. Schijve, P. J. Tromp
- NLR TR 77113 U Determination of the thermal conductivity of carbon fibre reinforced plastic sheet material.
D. v. d. Assem, D. H. W. Daniels
- NLR MP 76006 U The cooling of a pod-mounted avionic system.
(Voordracht op de AGARD "Avionics Panel Specialists Meeting on Avionic Cooling and Power Supplies for Advanced Aircraft" te 's-Gravenhage, 10-11 juni 1976)
I. de Boer
- NLR MP 76018 U Investigation of decelerating approaches of a twin-engined jet transport.
(Voorbereid voor de AIAA "Aircraft Systems and Technology Meeting" te Dallas, Texas, V. S. , 27-29 september 1976)
C. F. G. M. Hofman
- NLR MP 76023 U Determination of antenna radiation patterns, radar cross-sections and jam-to-signal ratios by flight tests.
(Voordracht op het AGARD "Symposium on Flight Test Techniques" van het AGARD-FMP te Porz-Wahn, W. -Duitsland, 11-14 okt. 1977)
O. B. M. Pietersen, G. J. Alders, R. B. A. Wasch
- NLR MP 76025 U The application of fracture mechanics to creep crack growth.
(Voordracht voor de gecombineerde vergadering van de Commissies voor Kruip, voor Vermoeiing en voor Breukmechanica, onder auspiciën van de Bond voor Materialenkennis, dec. 1976)
H. P. van Leeuwen
- NLR MP 77001 U Analyse quantitative de la fissuration provoquée par l'hydrogène.
(Voorbereid voor het 2e Intern. Congres over "l'Hydrogène dans les métaux" te Chatenay-Malabry, Frankrijk, 6-11 juni 1977)
H. P. van Leeuwen
- NLR MP 77002 U De toepassing van schade-onderzoek in de luchtvaart.
(Voordracht voor de leergang "Niet-destructief Onderzoek" van het KIVI aan de TH Twente, 13-14 april 1977)
E. A. B. de Graaf
- NLR MP 77004 U Microscopic study of stress corrosion crack growth in an AlZnMg alloy.
(Voordracht op een bijeenkomst van CARTEur 3 te Keulen/Porz, W. -Duitsland, 10 november 1976)
L. Schra, H. P. van Leeuwen

- NLR MP 77005 U Review of aeronautical fatigue investigations in the Netherlands during the period April 1975 - February 1977.
(Voordracht op de 15e ICAF Conferentie te Darmstadt, W.-Duitsland, 9-10 mei 1977)
J. Schijve
- NLR MP 77007 U Image data security in the concept of the Agricultural Real Time Imaging Satellite System (ARTISS).
(Voordracht op de European Conference on Electronics EUROCON '77 te Venetië, Italië, 3-6 mei 1977)
H. A. van Ingen Schenau
- NLR MP 77008 U Unsteady airloads on an oscillating supercritical airfoil.
(Voordracht op de "Specialists Meeting on Unsteady Airloads in Separated and Transonic Flow", samenvallend met de 44e S en M Panel Meeting van de AGARD te Lissabon, Portugal, 17-22 april 1977)
H. Tijdeman, P. Schippers, A. J. Persoon
- NLR MP 77011 U Assessment of service load experience using AIDS-recorded data.
(Voordracht op het 9e ICAF-Symposium te Darmstadt, W.-Duitsland, 11-13 mei 1977)
J. B. de Jonge, D. J. Spiekhout
- NLR MP 77012 U PHAROS, processor for harmonic analysis of the response of oscillating surfaces.
(Voordracht op de "7th Intern. Conference on Instrumentation in Aerospace Simulation Facilities" te Wiltshire, U. K., september 1977)
P. H. Fuykschot
- NLR MP 77014 U Reduction and smoothing of multivariate time series with curve fitting methods.
(Voordracht op de "First World Conference on Mathematics at the Service of Man" te Barcelona, Spanje, 11-16 juli 1977)
J. J. Renes
- NLR MP 77015 U Flight test of stick force stability in attitude-stabilized aircraft.
(Voordracht op de "AIAA Atmospheric Flight Conference" te Hollywood, Florida, V. S., 8-10 augustus 1977)
H. A. Mooij, M. F. C. van Gool
- NLR MP 77018 U Repair machining and inspection of cracked components.
(Artikel te publiceren in het "British Journal of Non-destructive Testing")
E. A. B. de Graaf, R. J. H. Wanhill
- NLR MP 77019 U Environmental effects on fatigue of aluminium and titanium alloys.
(Vorbereid voor de 44ste "AGARD Structures and Materials Panel Meeting" te Lissabon, Portugal, april 1977)
R. J. H. Wanhill
- NLR MP 77020 U Fracture mechanics applied to creep cracking.
(Vorbereid ten behoeve van besprekingen op het "General Electric Research Lab." te Schenectady, New York, V. S., 29 augustus 1977)
H. P. van Leeuwen

- NLR MP 77021 U Extrapolation of creep test results accounting for long term material degradation.
(Bijdrage tot de werkbijeenkomst over "Needs and Solutions to Problems in the
Area of Useful Application of Elevated Temperature Creep and Rupture Data",
georganiseerd door de "Metals Properties Council of the Electric Power Research
Institute" te Cleveland, Ohio, V.S., 30-31 augustus 1977)
H. P. van Leeuwen
- NLR MP 77022 U Liquid motions in containers in zero-gravity.
(Voordracht op het 28ste IAF-Congres gedurende de zitting over "Flight Dynamics
Aspects of Space-based Industrial Activities" te Praag, Tsjechoslowakije,
25 sept. -1 okt. 1977)
J. P. B. Vreeburg
- NLR MP 77024 U The effect of sheet thickness on flight simulation fatigue crack propagation in
2024-T3, 7475-T761 and mill annealed Ti-6Al-4V.
R. J. H. Wanhill
- NLR MP 77025 U Investigation of the unsteady airloads on wing-store configurations in subsonic flow.
(Voordracht op het "AGARD Flight Dynamics Panel Symposium on Unsteady Aero-
dynamics" te Ottawa, Canada, 26-28 sept. 1977; en op de "US Navy Aircraft/Stores
Compatibility Symposium" te Fort Walton Beach, Florida, V.S., 12-14 okt. 1977)
J. W. G. van Nunen, R. Roos, J. J. Meijer
- NLR MP 77027 U Attitude reconstitution of a spinning spacecraft equipped with the ESA starmapper.
(Voordracht op de ESA-Conferentie over "Attitude and Orbit Control Systems" te
Noordwijk, 3-6 okt. 1977)
P. Th. L. M. van Woerkom, C. R. Traas
- NLR MP 77032 U Contained liquid experiments on Spacelab I.
(Voorbereid voor de Intern. Conferentie over "Attitude Control of Space Vehicles:
Technological and Dynamical Problems Associated with the Presence of Liquids"
te Toulouse, Frankrijk, 10-12 okt. 1977)
J. P. B. Vreeburg
- NLR MP 77037 U IRAS on-board software.
(Voorbereid voor de Conferentie van de "British Interplanetary Society" over
"Computer Techniques for Satellite Control and Data Processing" te Slough, U.K.,
11-12 okt. 1977)
G. J. Hameetman

Bijlage 3 – Verklaring van een aantal van de gebruikte afkortingen

AFFDL	Air Force Flight Dynamics Laboratory
AFOSR	Air Force Office of Scientific Research
AGARD	Advisory Group for Aerospace Research and Development (NAVO)
AIAA	American Institute of Aeronautics and Astronautics
AIDS	Aircraft Integrated Data Systems
ANCP	Anglo-Netherlands Collaboration Projects
ANP	Aanloop Nieuw Project
APVW	Algemeen Programma voor Verwerking van Windtunnelmetingen
ARINC	Aeronautical-Radio Inc.
ARTISS	Agricultural Real-Time Imaging Satellite System
ASKA	Automatic System for Kinematic Analysis
ATC	Air Traffic Control
AWOP	All Weather Operations Panel (ICAO)
CADAS	Computer-controlled Avionics Data Acquisition System
CFRP	Carbon-Fibre Reinforced Plastic
CNES	Centre National d'Etudes Spatiales
CODAS	Carry-On Data Acquisition System
CSST	Continue Supersone-snelheidstunnel
CTOL	Conventional Take-off and Landing
DAISY	Direct-Access Interface System
DBMS	Data-base Management System
DCB	Double Cantilever Beam
DFVLR	Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt
DLC	Direct Lift Control
DME	Distance-Measuring Equipment
DNW	Duits-Nederlandse Windtunnel
DVSV	Dataverwerkingsstation-Vliegproeven
ECM	Electronic Counter Measures
ECMA	European Computer Manufacturers Association
ECN	Energieonderzoek Centrum Nederland
EMC	Elektromagnetische Compatibiliteit
EOARD	European Office of Aerospace Research and Development
ESA	European Space Agency
ESTEC	European Space Research and Technology Centre
ETW	Europese Transsone Windtunnel
Eurocontrol	European Organization for the Safety of Air Navigation
Eurohyp	European Working Programme on Hypersonic Flows

Eurovisc	European Working Programme on Viscous Flows
EZ	Ministerie van Economische Zaken
FAA	Federal Aviation Administration
FALSTAFF	Fighter Aircraft Loading Standard For Fatigue
FDAU	Flight Data Acquisition Unit
GART	Geluidsanalyse en -Registratie Systeem
GARTEur	Group for Aeronautical Research and Technology in Europe
HSA	Hollandse Signaalapparaten
HST	Hoge-snelheidstunnel
HUD	Head-up Display
IAF	International Astronautical Federation
ICAF	International Committee on Aeronautical Fatigue
ICAO	International Civil Aviation Organization
ICIRAS	Industrieel Consortium IRAS
ILS	Instrument Landing System
INS	Inertial Navigation System
IR	Infrarood
IRAS	Infrarood Astronomische Satelliet
KAT	Kleine Anechoïsche Tunnel
KIVI	Koninklijke Instituut van Ingenieurs
KLM	Koninklijke Luchtvaart Maatschappij N.V.
KLu	Koninklijke Luchtmacht
KM	Koninklijke Marine
KMA	Koninklijke Militaire Academie
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
KNVvL	Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart
LSEO	Landelijke Stuurgroep Energie-onderzoek
LST	Lage-snelheidstunnel
MBB	Messerschmitt-Bölkow-Blohm
MHD	Magnetohydrodynamica
MIDAS	Magnetic-tape Input Digital-to-Analog Signal
MLS	Microwave Landing System
MNPS	Minimum Navigation Performance Specifications
MPA	Maritieme Patrouille Versie van de Fokker F27
MTS	Materials Testing Systems Inc.
NAE	National Aeronautical Establishment (Canada)
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NAT/OTS	North Atlantic Organized Track System
NAT/SPG	North Atlantic Systems Planning Group
NAVO	Noord-Atlantische Verdragsorganisatie
NFT	NLR Flight Test System
NIVR	Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart
NIWARS	Nederlandse Interdepartementale Werkgemeenschap voor het Applicatie-onderzoek van Remote Sensing technieken
NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium

NLRGC	Nationaal Lucht- en Ruimtevaart Geneeskundig Centrum
NLRI	Instationaire NLR-panelenmethode
NOP	Noordoostpolder
NSM	Metingen in Niet-stationaire vlucht
NSP	Nederlands Scheepsbouwkundig Proefstation
NT	Nagalmtunnel
NuBe	Numerieke Besturing
NVR	Nederlandse Vereniging voor Ruimtevaart
OBC	On-Board Computer
OCP	Obstacle Clearance Panel (ICAO)
ONERA	Office National d'Etudes et de Recherches Aéropatiales
OR	Operationele Research
O en W	Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen
PANS-OPS	Procedures for Air Navigation Services Aircraft Operations
PCM	Puls Code Modulatie
PHAROS	Processor for Harmonic Analysis of the Response of Oscillating Surfaces
PROGEL	Programmasysteem Elementenmethode
PROTEUS	Programmeerbaar Test- en Uitwerksysteem
PT	Pilottunnel
RAE	Royal Aircraft Establishment
RASP	Radio Altimeter-based System for Positioning
RGCSP	Review of the General Concept of Separation Panel (ICAO)
RLD	Rijksluchtvaartdienst
RMDU	Remote Multiplexer/Demultiplexer Unit
RWS	Rijkswaterstaat
SARP	<i>Signaal Automatic Radar Processing</i>
SATCO	Signaal Automatic Air Traffic Control
SI	Internationaal Stelsel van Eenheden
SLAR	<i>Side-looking Airborne Radar</i>
SNECMA	Société Nationale d'Etude et Construction de Moteurs d'Aviation
SNIAS	Société Nationale Industrielle Aéropatiale
SRC	<i>Science Research Council (Londen, U.K.)</i>
SST	Supersone-snelheidstunnel
STALINS	Start- en Landingsmeetsysteem met INS
STOL	<i>Short Take-off and Landing</i>
TAR	Terminal Area Radar
TDCB	Tapered Double Cantilever Beam
TH	Technische Hogeschool
TNO	Centrale Organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek
TRSB	Time Reference Scanning Beam
TWIST	Transport Wing Standaard
USAF	United States Air Force
VFR	Visual Flight Rules
VFW	Vereinigte Flugtechnische Werke
VKI	Von Kármán Institute for Fluid Dynamics

VMBS	Vluchtnabootser Met Bewegende Stuurhut
VOR	VHF Omnidirectional Range
V/STOL	Vertical/Short Take-off and Landing
V en W	Ministerie van Verkeer en Waterstaat
WAMS	Wolpert-Amsler-MTS Systeem

SUMMARIES

1 Capita selecta

In this chapter, two subjects are treated in more detail, namely the testing of materials and coatings for jet-engine components in simulated operational environments, and research concerning aircraft operations.

1.1 TESTING OF MATERIALS AND COATINGS FOR JET-ENGINE COMPONENTS UNDER SIMULATED OPERATIONAL CONDITIONS (figs. 1-6; pp. 25-31)

Introduction

Aircraft operating at low altitude, such as military aircraft flying low-level missions, encounter an environment in Western Europe very different from that in, for instance, most of the United States. This is caused by industrial pollution, which results in a high acidity of the atmospheric moisture. The corrosion rate of jet-engine components is, consequently, high. The National Aerospace Laboratory, NLR, has built special test rigs for testing jet-engine materials and coatings under simulated environmental conditions, in order to be able to investigate these corrosion phenomena and to solve the related problems.

The higher compression ratios and increased turbine-entry temperatures, applied in recent years, increased the efficiency but has made the high-temperature components more sensitive to environmental conditions. The gas in jet engines comprises combustion products and impurities from the fuel and ingested air, such as salt and water, which cause corrosion.

It is well known that the operational lifetimes of jet engines differ much from place to place, dependent on the environmental conditions. Especially in The Netherlands, England, Japan and W.-Germany, a number of corrosion-increasing factors play a role. The sulphur dioxide from industrial pollution, for instance, leads to a high acidity of the rain water (fig. 1). Since it is very difficult to predict the cumulative effect of these factors, it is necessary to develop standardized testing procedures.

Description of test equipment developed at the NLR

Test rigs have been developed at the NLR for the testing of both turbine and compressor components under conditions closely resembling the engine flight conditions.

a) Installation for testing turbine blades and vanes

In practice it appears that thermal fatigue, caused by thermal stresses varying with the engine power setting, is the limiting factor of the lifespan of a turbine blade rather than creep.

A burner rig was constructed, in order to test turbine blades and vanes at high temperatures. A non-rotating blade cascade configuration can be heated (750°C - 1050°C) by a controllable high-temperature jet of combustion gases (see fig. 2), to which pollutants are added to imitate the operational conditions. A process computer controls all measurement conditions. The blade-surface temperature during a rapid heating/cooling cycle is given in figure 3. Figure 4 shows the burner rig in operation.

b) Installation for testing compressor components

In order to test compressor components, which operate in an environment different from that for turbine components, another test rig was constructed.

In figure 5, a schematic overview of this device is given; two photographs are shown in figure 6. Air is compressed in a centrifugal compressor (1) and heated (up to 600°C) in a combustion chamber (2), in which natural gas is burned. In a mixing chamber (3), a homogeneous air stream is realized and pollutants are added (4) to the hot air stream. The vanes and blades to be tested are placed in front of a nozzle (5), the size of which determines the air velocity (up to 150 m/sec). With an electromagnetic excitation device (6), the blades and vanes can be fatigue-loaded in the first flexural mode. Typically a row of ten blades can be tested simultaneously.

The NLR research program

With both these test rigs, an extensive research program is carried out for the evaluation of coatings for compressor and turbine components. From the first results it appears that most materials need special coatings when used in the Western European atmosphere.

Special attention will be given to the standardization of testing procedures for jet-engine components and coatings.

1.2 OPERATIONS RESEARCH (figs. 7-14; pp. 32-40)

Introduction

Due to the growing complexity of aircraft operations and of the related on-board and ground equipment, the NLR research in this area was increased considerably during the last years. A number of research projects was carried out, primarily aimed at improving the effectiveness of the execution of both civil- and military-aircraft operations. This "Operations Research" (OR) is characterized by its purpose: to supply managing teams with the tools to find the "best decision", and by its techniques: the use of quantitative methods such as simulations, linear programming, etc., facilitated by the rapid computer development. Especially computer simulations of the operation, process or system to be investigated are very often applied at NLR, either on a deterministic basis (according to the laws of the real process) or by the use of Monte Carlo techniques (statistical basis).

Civil-aircraft operation
Intercontinental air traffic

Notwithstanding the considerable increase of air traffic, the risk of collisions or near-collisions has to be kept extremely low. This requires introduction of more accurate navigation systems and better flight procedures. This is, for example, very important at the North Atlantic route, where the aircraft separation needed from the safety point of view would result in economically very unfavourable routes. The NLR has, in international committees and under contract with the RLD (Department of Civil Aviation), contributed to investigations in which the collision risk for aircraft in parallel tracks with different traffic patterns and different navigation accuracy was calculated. As results of these investigations (see fig. 7 for the general approach), can be mentioned that:

- a "composite track system" was introduced; the capacity of the "North Atlantic Organized Track System" (NAT/OTS) was hereby considerably increased.
- "Minimum Navigation Performance Specifications" (MNPS) were developed, which do not prescribe navigation equipment but require a certain navigation accuracy to be obtained in practice.

This program was carried out under supervision of the North Atlantic Systems Planning Group (NAT/SPG).

Continental air traffic

At the European continent the main part of the air traffic is still guided along routes from one beacon to another. The introduction of parallel tracks in these routes necessitated the determination of safe-separation standards. In the ICAO Working Group "Review of the General Concept of Separation Panel" (RGCSP), investigations were made to this purpose, including calculations of the collision risk for overland routes.

Air traffic in the vicinity of airports

If the number of approaching aircraft in the vicinity of an airport exceeds its runway capacity, large delays may occur. Since the actual waiting time is not only dependent on the traffic density but also on the landing interval, it was tried to shorten the mean landing interval, thereby increasing the landing capacity. An investigation was made of the possibilities to minimize the differences in landing intervals with the help of an air-traffic computer (Computer-Assisted Approach Sequencing).

On behalf of the RLD an investigation was carried out of the capacity of Schiphol Airport with the present traffic-control system. A Monte Carlo simulation was carried out and two analytic methods were developed in which models were used for the time needed for the landing procedure (see fig. 8).

Ground traffic on airports

The handling of the ground traffic was studied by NLR by means of a mathematical model simulating taxiing aircraft. After inclusion of all types of possible events and solutions of conflict situations, all taxi-maneuvres were arranged in a time-sequence list. In figure-9, such a time list is given for a special case; the time schedule of the taxiing of all aircraft and, thus, all delays are presented in this list. In figure 10, the mean delay per aircraft as a function of the traffic density is given. For the particular case of Schiphol, it could be concluded that the taxiway capacity will not be a limiting factor within the foreseeable future, and that the introduction of one-way traffic could shorten the waiting time.

Military Operations Research
Introduction

The distinguishing characteristic of military operations is that, in times of peace, an element of simulation is always included in military missions. The aims of military operations research are (a) improving the mission effectivity, (b) increasing the survivability and (c) supporting the investment policy. The investigations are carried out under contract with the Royal Netherlands Airforce (RNLAf).

Flight-path measurements

In order to achieve realistic simulations, measurements have to be performed of operational flight paths. Moreover, a higher mission effectivity can be obtained both by better training methods and by analysis of flight paths measured during manoeuvres. By simulating a mission with a fully instrumented aircraft, the complete manoeuvre can be determined. A special camera is used to determine the aircraft position (fig. 11). Two specific requirements are: (1) the measurement equipment should permit quick installing and removing; therefore, an instrumentation pod is used; (2) the equipment should be self-contained, especially for position measurements, in order not to be limited to a few special-equipped training-sites.

Low-level missions

To determine low-level performance under several conditions (aircraft type, speed, meteorological conditions, character of underlying terrain), experimental flights with instrumented aircraft were performed, the results of which (e.g. fig. 12), are used as input data in simulation models. In these mathematical models, the characteristics of the defence systems, of the personnel, and of the operational theatre can be included. A successful method has been developed to reproduce terrain characteristics mathematically. The simulation programs are used to achieve statistically reliable estimates of the survival probability of the aircraft in actual missions and to detect the critical phases of missions in a simple way.

Ground-attack missions

In a similar way, ground-attack missions are analysed with respect to survival probability and mission effectivity by means of simulation programs. The result of such an analysis for a special, simple case is given in figure 13.

Electronic Counter Measures (ECM)

Disturbance of military missions by means of electronic devices has already been applied for several decades. The aim is to hinder or falsify electronically the information received by the adversary. Already in World War 2, "chaff" was used to reflect the hostile radar radiation, so that a false indication of the aircraft position was obtained. In figure 14 an impression is given of the effect on survivability when chaff, a "passive" ECM-system, is used. The NLR assisted the RNLAf in the evaluation and operational optimization of both active and passive ECM-systems.

2 Research

2.1 AERODYNAMICS

Pre-project studies	The activities in the framework of the development of a new aircraft project, performed under contract with the NIVR, were continued and further intensified. In close cooperation with Fokker-VFW, the investigations related with the aerodynamic design of supercritical wings and high-lift devices and with the aero-elastic and aero-acoustic aspects of the new aircraft project were continued. This major effort, under contract with NIVR, included further theoretical development and experimental work in various wind tunnels on a variety of models. In 1977, several wind-tunnel investigations were carried out for foreign contractors.
Subsonic flow around aircraft configurations (steady)	The application of panel methods for the calculation of air loads on wings with part-span flaps was investigated further. A method was developed for the design of two-dimensional airfoils with flaps. A higher-order panel method was developed with reduced calculation times.
Steady transonic flow	The computer program for the calculation of nonviscous three-dimensional flow with shockwaves around wing/fuselage configurations was extended and improved.
Unsteady flow	For the calculation of two-dimensional unsteady transonic flow around airfoils, the "Transonic Small Perturbation" (TSP) computer program (obtained from NASA-Ames) was adapted to NLR-usage. The program could be significantly improved.
Viscous flow	The computer program for the calculation of the viscous flow around airfoils with flaps was improved by the introduction of a new version of the panel method. In order to evaluate the program, boundary-layer measurements were performed on an airfoil with flap, e.g. in the wake/boundary-layer mixing region. The development of the new, fast method for the calculation of three-dimensional boundary layers in general configurations was continued.
Aero-acoustic studies	The theoretical models for the calculation of the propagation of sound in uniform flow through finite-length circular ducts with or without sound-absorbing walls were further developed. The development of the method to calculate the fan noise of high-bypass engines was continued; a parametric study was performed of the sensitivity of the results for variations in the model representing the origin of the sound.

Improvement of wind-tunnel testing

The computer program for the calculation of the influence of wind-tunnel walls from measured pressure distributions was improved.

In the framework of the DFVLR/NLR cooperation, a measurement program is carried out at Braunschweig to determine the wall interference in slotted-wall tunnels; the wall interference in the closed-wall case was measured; the results will be compared with the results of NLR wall-interference calculations.

With ONERA standard wind-tunnel models, the wall interference in the HST was measured; it was found to be negligible for models with span/test-section-width ratio smaller than 0.5.

An extensive measurement program is carried out in the framework of the CARTEur-2 program, in cooperation with ONERA, DFVLR and RAE, in order to determine the wall interference in the case of measurements with three-dimensional oscillating wind-tunnel models. Measurements were performed by RAE and ONERA. The NLR made the preliminary calculations.

In the HST, the origin of the tunnel noise was determined.

Transition measurements were carried out in the HST with a model of a cone provided with Kulite pressure transducers.

The aerodynamic and acoustic calibration of the flow duct facility (aero-acoustic liner test facility) was carried out. With the Hartmann whistle, noise levels up to 150 to 155 dB can be reached.

In the small reverberation chamber, measurements were performed to determine its pure-tone behaviour.

The applicability of a sirene as sound generator was investigated.

Processing of wind-tunnel data

The programs for the processing of wind-tunnel data were significantly changed and adapted to the introduction of SI-units.

The HST data-processing programs were rewritten in modules.

Interactive programs were written for the aerodynamic analysis of HST, PT and LST data.

Plans were made for a new data-processing system for HST data, based on an extensive analysis of users requirements.

Construction of wind-tunnel models

Several techniques were studied for the construction of large wind-tunnel models, including flexible large models.

Vacuum-soldering techniques were applied to the construction of strain gauge balances.

2.2 FLIGHT

Aircraft development

Considerable support was given to Fokker-VFW in flight tests for the evaluation and certification of new versions of the F28 and F27 aircraft and of new systems in these aircraft. More in particular, assistance was rendered in:

- landing-performance and noise measurements with the F28 Mk6000 aircraft;
- performance measurements in flight and evaluation of the autopilot with the F28 Mk4000 aircraft;

- performance measurements, determination of the maximum lift coefficient, noise certification and evaluation of the autopilot with the F28 Mk3000 aircraft;
- performance measurements and evaluation of the autopilot with the F27 Maritime Patrol Aircraft;
- design of an interface between the NLR FDAU data-acquisition equipment and the Fokker-VFW sound-measuring equipment.

A model of an F28 engine was investigated in the Small Anechoic Wind Tunnel (KAT)

The investigations for improving the characteristics of a medium-size aircraft during take-off and landing by using direct lift control were completed.

The response to disturbances, from an asymmetric initial position (curve) at high Mach number, was calculated, in order to investigate the dynamic behaviour of future aircraft.

A preliminary design was made of the measurement, registration and data-processing system (with on-board computer) to be used for flight testing of the F28 Super aircraft.

Stability and control

Mathematical models are being developed for the Fokker F28 and Boeing B747 aircraft for the moving-base flight simulator (VMBS). The model for the F28 Mk6000 aircraft was validated by three pilots. An extensive investigation was performed of optimal motion-wash-out filters for VMBS-usage; 320 tracking runs were made by four pilots (NLR, KLM, DFVLR).

In order to investigate the stabilization of flexible aircraft, the dependence of the linear acceleration at the pilot's seat on the vertical and lateral components of the atmospheric turbulence was calculated for a specific aircraft type. The influence of the flexibility of the aircraft structure was also calculated. The ride qualities of a modern fighter aircraft were determined.

The investigation of the need of positive stick-force stability in attitude-stabilized aircraft was completed. The design parameters of a specific category of fully electric primary aircraft control systems that also control the artificial stabilization are investigated with the VMBS for symmetric and asymmetric flight.

A digital turbulence model, developed by RAE, was adapted to NLR-usage and extended.

The operational applicability of laterally segmented flight paths for large aircraft using MLS as means of approach was investigated under contract with the RLD. The experimental VMBS-program is being executed.

The computer program for the calculation of helicopter performance was extended.

Measuring, recording and display techniques

The system for measuring the performance of a medium-size aircraft by means of the instationary-flight test technique was completed, successfully tested in the laboratory and in flight in the Queen Air laboratory aircraft, and installed in the F28 A1 prototype aircraft. A flight-test program was carried out with the F28 aircraft, demonstrating the applicability of this test technique for flight testing civil transport aircraft.

The development of the system for measuring flight paths during take-off and landing with an inertial platform (STALINS) was continued. The data obtained in flight with various systems (INS, FDAU, Robot) were compared; improvements of these systems were realised. The data-processing program (results available within 24 h) is being developed.

With the Queen Air laboratory aircraft, the applicability of radar reflectors as identification points in SLAR-surveys was investigated.

A Data-Base Management System was implemented on the central CYBER-72 computer, to be used for flight-test data handling.

The operation system of the SC-1700 computer of DVSV was extended for multi-programming facilities and for the implementation of the fast-data-transmission interface DAISY.

Assistance was given in the preparation of two volumes of the AGARDograph "Flight Test Instrumentation Series" concerning measurement of take-off and landing performance and concerning data-processing.

On-board and ground equipment

The technical properties were specified of a new measurement and registration system to be used in an RLD measurement aircraft for the inspection and calibration of radionavigation and landing aids on the ground.

The pilot behaviour and the pilot role as supervisor of automatic systems during landing approach were investigated theoretically and experimentally (on the fixed-base flight simulator).

Under contract with KLM, the imperfections of the OMEGA navigation equipment in DC-8 aircraft were investigated, mainly with respect to the antennas.

Aircraft operation

Considerable progress was made with modularizing the programs for the simulation of military aircraft missions. A method was developed for the calculation of the aircraft position and heading with the help of one single photograph taken from the aircraft.

The physiological data obtained during flight with the Alouette III helicopter were analysed. An analysis was made of the data necessary for visual approach.

Under contract with the RLD, the activities for the "All Weather Operations Panel" (AWOP) and the "Obstacle Clearance Panel" (OCP) (working groups of the ICAO) were continued.

Extensive assistance was rendered to the RLD in connection with the various MLS systems proposed to ICAO.

The results of an investigation on the influence of wind shear on an ILS-approach of a DC-9 aircraft were reported.

The KLM will supply flight data recorded with the on-board AIDS-equipment; these data will be used by NLR to investigate wind shear, under contract with RLD.

For the OCP, meetings were attended, concerning the construction of the "Collision Risk Model".

Data tables were made on behalf of the calculation of Obstacle Assessment Surfaces.

Air-traffic control

Assistance was given to the RLD in the further development of the air-traffic control system SARP. The flight-path calculation programs for SARP II were tested and improved.

Calculations were made with the fuel-consumption program, in the framework of aircraft-efficiency research. This program was improved.

Further assistance was given to the RLD in the evaluation of the TAR 2 radar and in the preparations for the purchase of the new TAR 3 radar system.

The SATCO-data on flight plans were statistically evaluated and reported.

The investigation of the air-traffic capacity of Schiphol Airport was completed.

The NLR participated in the activities of the ICAO RGCS-panel, of the "NAT Systems Planning Group" and of the Eurocontrol, concerning aircraft separation. A French proposal to decrease the vertical separation above 29000 ft was commented on; a possible wider application area of the "Minimum Navigation Performance Specifications" (MNPS) was investigated and the collision risk in parallel routes along VOR-beacons was calculated; the procedures concerning the introduction of MNPS in the North-Atlantic area were completed.

A contract was obtained from the RLD, to develop an experimental Vortex Detection System. With this system, the tip vortices of landing aircraft are detected with windmill anemometers.

2.3 STRUCTURES AND MATERIALS

Development projects

Under contract with the NIVR, and in close cooperation with Fokker-VFW and the Techn.Univ.Delft, preparative studies were performed for the new F28 Super Aircraft project, concerning the selection and evaluation of new wing-box structures and the determination of the properties of new materials.

The fatigue properties of mixed-laminate specimens (carbon/epoxy together with aluminium or titanium alloys) and new aluminium alloys were investigated by means of flight-simulation loading.

An extensive research program was carried out in order to investigate the properties of upper- and lower-wing-skin panels under several conditions: e.g. panels with adhesive-bonded Z-stiffeners; the properties were measured and/or calculated.

Preliminary investigations were carried out for the development of a flap structure of composite materials.

Several nondestructive methods for testing composite structures were investigated.

Aircraft loads

New methods were investigated for the determination of the gust load on aircraft, e.g. the "power spectral density" method.

The influence of nonsteady gust on the load on simple first- and second-order aircraft models was determined analytically. The computer program was extended in order to be able to perform a parametric study of the effect of gust loads.

The comparative fatigue tests for the determination of the influence of gust-alleviating aids on the aircraft lifetime were completed.

The crack initiation and crack growth is being investigated in order to determine the influence of spectrum changes on the fatigue lifetime.

Strength and stiffness of structures

Two programs for the calculation of plastic deformation of structures were compared, "MARC" (from the USA) and "PLASTIC" (an NLR-program).

In the framework of the development of an incremental procedure for the calculation of critical equilibrium states, a program was written for testing the solution procedures with a nonlinear elastic buckling model.

Fracture toughness and residual strength

The residual strength of panels with adhesive-bonded Z-stiffeners was investigated experimentally. A computer program is being written for the calculation of the residual strength of these panels.

As part of the investigation on crack growth in and failure criteria for thin-sheet specimens, the experimental data were subjected to a finite-element analysis.

In the framework of the RAE/NLR cooperation, an experimental program is carried out for the evaluation of calculations of stable crack growth in thin-sheet specimens. The experiments were performed at RAE. The experimental and theoretical results were analysed by RAE and NLR.

The effect of crack-closure on crack growth was investigated in cooperation with the Techn. Univ. Delft.

The possibility was investigated of numerically predicting the crack growth as a function of the number of constant-amplitude load variations for a simple three-dimensional structure with corner crack.

The etching process and the quality of the etched surface for adhesive bonding were investigated for a number of alloys and etching agents.

Fatigue

In the framework of DFVLR/NLR cooperation, it was investigated how the crack-initiation time of fatigue-loaded notched structural parts can be predicted.

The influence of the finishing of sheet edges on the fatigue life of structures was investigated under flight-simulation loading. The influence of anticorrosion penetrants on the fatigue life of structures was determined under flight-simulation loading and under constant-amplitude loading. For a number of aluminium alloys, the fatigue life of lugs with stretched and normal holes was determined under flight-simulation loading; the lugs with stretched holes appeared to have an appreciably longer lifetime.

The quality of fastener-holes was investigated under flight-simulation loading (FALSTAFF), in the framework of the "ACARD-SMP Critically Loaded Holes Program".

Corrosion, stress corrosion and hydrogen embrittlement

Assistance was given to Ohio State University in publishing a handbook on stress corrosion and corrosion fatigue (a project of the "Advanced Research Projects Agency").

A TDCB specimen of Al-Zn-Mg casting material was investigated with a microscope for crack growth under stress corrosion.

The research program on hydrogen embrittlement of high-strength steel was continued.

Evaluation of modern structural materials

The stress-corrosion properties of the aluminium alloys 7010-T73 and 7010-T76 were determined with horseshoe-shaped and DCB specimens. The 7010 alloy will be further investigated under fatigue loading and tensile loading, and by fracture-toughness determination.

From the aluminium alloys AA-7050 and AZ 74.61, noncorroded specimens were made and subjected to constant-amplitude loading to determine the influence of corrosion on the fatigue life.

The technical properties of welding specimens of the aluminium alloys 7075-T73 and 7175-T736 were determined, in order to compare them with the properties of the alloy AA-7050.

The residual strength of carbon/epoxy laminates was measured; the influence of specimen width and type of damage on the residual strength was also determined. The tensile-strength dependence on the fibre length was investigated in carbon/epoxy laminates.

The strength and residual-strength properties of Kevlar and Kevlar/carbon composite material were determined and the influence of fatigue damage on the residual strength was measured.

2.4 SPACEFLIGHT TECHNOLOGY

International projects

The NLR participated in studies and investigations that are part of the research program of the European Space Agency (ESA). In this framework, simulations were performed for the ESA "star mapper" with the programs for the calculation of the attitude data out of the sensor signals. The Kalman filtering method used in this study will be applied also to the attitude determination of the GEOS satellite. The wind load measurements in the HST on the ARIANE launcher in the launching position were completed. The deformation measurements of the Interstage 2-3 of the ARIANE, carried out at Fokker-VFW, were completed. The NLR participated in the "Critical Design Reviews" of the inertial guidance system of ARIANE (invited by CNES).

Preparations were made for tests of the attitude-control system of the EXOSAT satellite.

National projects

The development of IRAS was started in 1976. The NLR tasks comprise the ground operations, the on-board software, the ground check-out, and the tests of the attitude-control system.

In the framework of the NLR fluid-behaviour experiment in Spacelab, a technique was developed to make visible the three-dimensional unsteady flow in zero gravity. Preparations were made for a 0-g flight in the Hunter laboratory aircraft, to obtain a qualitative impression of fluid behaviour under these conditions.

Thermal-vacuum research

The equipment for the measurement of heat conductance in superisolation blankets was extended and the optimal measurement conditions were determined. Measurements were performed with perforated and unperforated blankets; the results were compared with theoretical predictions.

The equipment for measuring the heat conductance in CFRP (carbon-fibre reinforced plastic) sheet in the sheet direction was successfully improved. The heat conductance through honeycomb sandwich panels with CFRP skin was measured.

A preliminary investigation was made of the operation of heat pipes and their applicability in spacecraft.

Spacecraft-attitude control

Under contract with the NIVR, the applicability of modern measurement and control techniques to the attitude control of IRAS was investigated.

The attitude motion of a flexible three-axis stabilized spacecraft was analysed in terms of two different models: a rigid body with elastic panels and a number of coupled rigid bodies.

The computer programs for application of filter techniques to the attitude determination of spacecraft were extended and improved.

In the framework of the DFVLR/NLR cooperation, a research program is carried out concerning inertial/optical attitude measurement systems. The performance of modern gyroscopes was experimentally investigated at NLR and at DFVLR.

2.5 ENVIRONMENT, EARTH SURVEYS, ENERGY SUPPLY

Environmental aspects of air traffic

The noise loads around Schiphol Airport and Rotterdam Airport in 1976 were calculated with NLR-developed computer programs.

The programs for the calculation of the noise load in the vicinity of airports were refined.

In the framework of the introduction of new governmental regulations concerning noise exposure, the NLR participated in the development of a standard noise-load calculation procedure. The influence of ground attenuation on noise spectra was investigated, in cooperation with TPD TNO-TH.

A large number of take-off paths near Schiphol Airport was recorded from the TAR 2 radar data. Ca. 2000 flight paths were selected in order to see whether the prescribed flight paths were followed. For this purpose, ground paths and altitude and velocity profiles were plotted.

The noise levels recorded with the RLD sound-measuring equipment were analysed and regularly sent to the RLD.

The investigation of the air pollution at Schiphol Airport in 1974 due to the use of fossile fuel was continued.

Earth surveys

Under contract with RWS, earth-survey remote-sensing techniques were further developed. IR and SLAR measurements were performed on a variety of subjects. The equipment was improved.

Wind problems, air pollution, and flutter phenomena

The aerodynamic loads and wind hindrance on and the vibrational behaviour of buildings, urban areas, ships, bridges, etc., were investigated by means of measurements in wind tunnels. In the case of the investigation of the vibrational

and flutter behaviour of a new bridge, calculations were made in addition to wind-tunnel experiments.

Energy supply

In the framework of the National Project on Wind Energy, the NLR performed theoretical aerodynamic and aero-elastic calculations for windmill designs.

The investigation of flow problems in MHD generators, which is executed in cooperation with the Techn. Univ. Eindhoven, was continued; new computer programs were written for the calculation of the electron concentration and temperature with a fourth-order cubic-spline method.

2.6 INFORMATICS

Applied mathematics and programming

Extensive support was given in connection with the solution of mathematical and programming problems in relation with the NLR research program.

Out of a number of evaluated computer programs for generating contour plots, the program CONTOUR (from a Canadian university) was chosen for NLR usage and implemented on the central CYBER-72 computer.

The software quality assurance and costing of program development on behalf of large projects was investigated under contract with the NIVR.

An interface was made between the software controlling the Tektronix graphic display unit and the software controlling the EAI-plotter.

After the introduction of a new computer, the PACER-100, in the hybrid computer system, several programs had to be adapted to the larger flexibility of the "Real-Time Operating System".

A statistical analysis was made of ILS-approach measurements, for the RAE.

Splines for the approximation of variables are applied very often in the solution of specific NLR problems, for instance for the smoothing and reduction of measurement data. Further applications (c.f. wing-design methods, path-optimizing algorithms) are investigated.

Electronics

The research program of electronics is aimed at studying the elements constituting electronic laboratory and on-board equipment.

A system was defined to represent digital or analog IR-data on colour-TV for interpretation and selection.

Much attention was devoted to the introduction of microprocessors.

A study was made of digital filters, mainly concerning fast programmable calculation systems with capacity for real-time processing. The recently developed table-look-up technique seems a promising technique.

3 Equipment

3.1 INTRODUCTION

The construction of a new wing in the Central Building in the Noordoostpolder was completed.

3.2 EQUIPMENT FOR AERODYNAMICS

Low-speed wind tunnels

The construction of the DNW in the Noordoostpolder was continued (for details, see the Yearly Report 1977 DNW). The NLR assisted in performing the measurements of the flow quality in the DNW pilot tunnel, and in formulating the specifications of the data-acquisition and -processing system.

The flow quality in the LST 3x2 was improved, and the "Datastation LST 3x2" was completed and put into usage.

In the DNW pilot tunnel, a transition section with acoustic lining was put between the "9.5x9.5" test section and the diffuser, for carrying out acoustic measurements.

The preliminary design study was started for a low-speed tunnel in the Noordoostpolder, to replace the old low-speed tunnels in Amsterdam.

Transonic and supersonic wind tunnels

The equipment of the HST was improved, to make tunnel operation and equipment handling more efficient.

The study for the investigation of the possibilities of increasing the Reynolds number at transonic speeds by changing the compressor configuration was continued. Several fan configurations were investigated.

In the Pilottunnel, new air-exchanging equipment was installed.

Equipment for aero-acoustics

The construction of the flow duct facility was completed. This facility consists of a liner test channel mounted between two reverberant rooms. The facility proved to have the expected aerodynamic and acoustic properties; it will be used for acoustic-liner testing under realistic flow and acoustic conditions.

General equipment

Activities were performed related with the development, construction and calibration of six-component strain gauge balances for the HST and the SST, and with the construction of the NLR pressure scanners.

The new PHAROS system for the fast recording, processing and presentation of dynamic-measurement data was completed and successfully used in measurements under contract from the USAF.

3.3 EQUIPMENT FOR FLIGHT TESTING

Laboratory aircraft

In the Queen Air laboratory aircraft, the electric system for the measurement equipment was improved.

In the Hunter laboratory aircraft, an FDAU-system was installed.

A Swearingen Metro II laboratory aircraft was ordered; it will be delivered early 1979.

Equipment for flight tests

A prototype ARINC clock, to be used together with an FDAU data-acquisition system, was constructed.

A new type of trailing cone was constructed and tested in flight with the Hunter laboratory aircraft. This facility will be used to determine the error in the measured static pressure.

The system for measuring aircraft performance using the instationary-flight test technique was completed, tested, and used during the actual measurements with the F28 A1 prototype aircraft.

The CADAS system (with an airborne computer) was completed, tested with good results, and put into operation. A new programmable data-acquisition system was purchased: the Remote Multiplexer/Demultiplexer Unit (RMDU).

A preliminary design was made of a measurement and recording system in the new laboratory aircraft.

New high-density recording techniques are being developed to be used in the flight testing of the F28 Super aircraft.

A transportable quick-look unit was developed, containing a minicomputer, for the processing of FDAU- and PCM-I0-data.

The STALINS system for flight-path measurements and RASP position-reference system were modified and constructed in their final form.

Flight Simulators

The equipment for stick-force simulation was constructed. The Head-Up Display (HUD) was adapted for combination with the visual display in the cockpit. The Sperry RD-200 integrated instrument system was installed and coupled with the interface.

A side-stick controller was installed in the single-seat cockpit.

The software for computer control of the TV-maquette visual system was completed. Response measurements were started in order to determine the dynamic characteristics of the flight-simulation system.

A second digital processor, a PDP 11/55, was installed and connected with the PDP 11/45. The coupled processors were used successfully in the DOS/BATCH operating system. The simulation programs were adapted to this extension. A new operating system, RSX 11 M, will be installed. The digital assembler program on the Alpha-LSI computer for the calculation of control signals for the movement mechanism was improved.

3.4 EQUIPMENT FOR STRUCTURES AND MATERIALS

Load equipment

The servohydraulic controlled installation for programmable loads up to 900 kN, WAMS 900, was installed in the laboratory, tested and calibrated. The related signal conditioner and input controller MIDAS II was improved.
The tensile-strength testing machine Avery (2000 kN) was modified.

Measurement and calibration equipment

The laser-radar-scanning method, for determining accurately the strain distribution in a test specimen by means of laser light, was developed further.
The crack-angle recording during the flight-simulation tests on the MTS machine was automatized.

In the installation for testing turbine blades and vanes, a settling chamber was put in between the combustion chamber and the mixing chamber, to regulate the high temperature in the mixing chamber.

For the installation for testing compressor materials, an excitation device was built to perform testing under cyclic loading.

Both installations are in full operation.

3.5 EQUIPMENT FOR SPACEFLIGHT TECHNOLOGY

The digital component of the hybrid EAI-640 computer was exchanged for an EAI-PACER-100 computer with related input and output devices.

The EAI-693 interface connecting the digital and analog computer was modified. The total hybrid system, EAI-PACER-600, is connected with the laboratory test equipment by means of a multi-unit controller. The hybrid computer system is working with the "Real-Time Two-Users Operating System", which provides excellent flexibility.

The ANS On-Board Computer (OBC), the interface of the new IRAS-OBC, and a 10-channel analog/digital converter are connected with the hybrid computer. The single-axis table will be connected in the near future.

3.6 EQUIPMENT FOR GENERAL USE

A 5-year plan was made for NLR computer facilities for general use, mainly concerning the central CYBER-72 computer and its terminals.

The CDC-program system EDMS (Evolutionary Data-base Management System) was purchased and implemented in the CYBER-72.

The MODCOMP front-end processor was tested and accepted.

The portable terminal appeared to be very useful. The number of asynchronous connections was extended.

A prototype is being developed of a system to display analog/digital IR-data on a colour-TV. A scan-converter was developed, based on charge-coupled devices,

in order to transform the IR-data format into normal TV-format. A flexible colour coder will be developed in cooperation with the Techn. Univ. of Twente.

The programmable test and processing system PROTEUS was improved, and used, i.a., for the construction of a test facility for climat-testing new generations of printed-circuit connectors.

The programming system of the Numerically Controlled (NC) milling machine was improved and extended.

The maximum permissible feed rate of the NC machine with still acceptable accuracy was investigated, in relation with the construction of large wind-tunnel models and with the optimization of milling times of the NC machine.

4 Scientific Committee NLR-NIVR

A scientific committee of independent experts advises both the Board of the NLR and the Netherlands Agency for Aerospace Programs (NIVR) in problems of a scientific or technical nature.

This committee, which has 6 subcommittees (for aerodynamics, aeroelasticity, spaceflight technology, structures and materials, applied mathematics, flight mechanics and aircraft operations) gives advice and comments on scientific programs, on proposals for research projects, and on the result of investigations as reported in NLR documents (reports, memoranda, etc.).

The membership of the Scientific Committee and of the subcommittees is listed and details are given of the meetings held (p. 91 ff.).