

STICHTING

*Nationaal Lucht- en  
Ruimtevaartlaboratorium*



VERSLAG  
OVER HET JAAR **1980**

## **NATIONAAL LUCHT- EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM**

### **Bureau van het Bestuur van de Stichting:**

Kluyverweg 1, 2629 HS DELFT  
Postbus 126 , 2600 AC DELFT  
Telefoon (015) 78 80 14 - telex 38325 (stnlr nl)

### **Laboratorium Amsterdam:**

Anthony Fokkerweg 2, 1059 CM AMSTERDAM  
Postbus 90502 , 1006 BM AMSTERDAM  
Telefoon (020) 5 11 31 13 - telex 11118 (nlraa nl)  
Telegram-adres Windtunnel Amsterdam

### **Laboratorium Noordoostpolder:**

Voorsterweg 31, 8316 PR MARKNESSE  
Postbus 153 , 8300 AD EMMELOORD  
Telefoon (05274) 28 28 - telex 42134 (nlrbb nl)

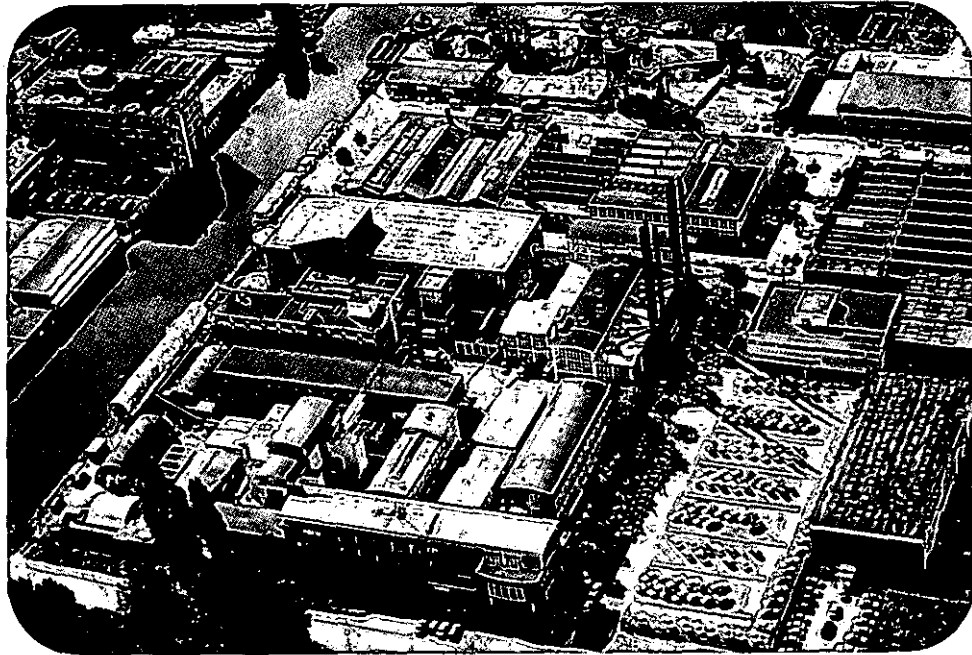
VERSLAG  
OVER HET JAAR  
1980

STICHTING  
NATIONAAL LUCHT- EN  
RUIMTEVAARTLABORATORIUM

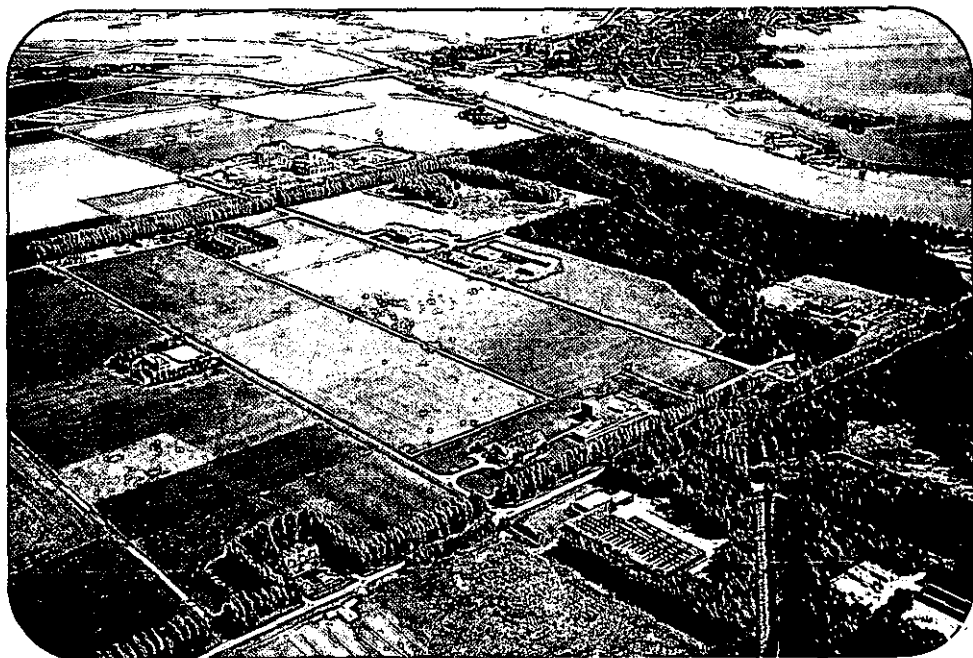
MET GEGEVENS OMTRENT  
DE WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR,  
DE INTERNATIONALE SAMENWERKING  
IN AGARD-, DNW-, ETW- EN GARTEUR-VERBAND,  
EN OMTRENT DE SAMENWERKING MET INDONESIË



NLR AMSTERDAM



NLR NOORDOOSTPOLDER  
(foto's KLM Aerocarto)



## BESTUUR VAN DE STICHTING NATIONAAL LUCHT- EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM\*

### Benoemd door:

|                                               |                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prof.dr.ir. O.H. Gerlach<br><i>voorzitter</i> | Ministers van Verkeer en Waterstaat, van Defensie, van Economische Zaken, van Onderwijs en Wetenschappen, en van Financiën |
| Drs. C.A. Stants                              | Minister van Verkeer en Waterstaat voor de Rijksluchtvaartdienst (RLD)                                                     |
| Drs. Ph. Leenman                              | Minister van Verkeer en Waterstaat voor de PTT                                                                             |
| Gen.Maj.ir. E. van der Kaa                    | Minister van Defensie voor de Koninklijke luchtmacht (KLu)                                                                 |
| KTZT L.C. van Nieuwkoop                       | Minister van Defensie voor de Koninklijke marine (KM)                                                                      |
| Ir. R.F. de Bruïne                            | Minister van Economische Zaken                                                                                             |
| Mr. A.L. Goedhart                             | Minister van Onderwijs en Wetenschappen                                                                                    |
| Mr. J.J. Westenbrink                          | Minister van Financiën                                                                                                     |
| Ir. J. Cornelis                               | Fokker B.V.                                                                                                                |
| Mr. G.W. van Hasselt                          | Koninklijke Luchtvaartmaatschappij N.V. (KLM)                                                                              |
| Prof.ir. H. Wittenberg                        | Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart (KNVvL)                                                                 |
| Prof.dr.ir. H.J. Dirksen                      | 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 1980

## INHOUDSOPGAVE

|     |                                                                   |    |
|-----|-------------------------------------------------------------------|----|
| 1   | ALGEMENE BESCHOUWINGEN                                            | 7  |
| 1.1 | <i>Bestuur van de Stichting</i>                                   | 7  |
| 1.2 | Algemene zaken van de Stichting                                   | 7  |
| 1.3 | Financiële aangelegenheden van de Stichting                       | 9  |
| 1.4 | Achtergronden van het beleid                                      | 10 |
| 1.5 | Organisatie en personeel van het laboratorium                     | 13 |
| 1.6 | Nationale en internationale activiteiten                          | 16 |
| 2   | OVERZICHT VAN HET WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK                      | 21 |
| 2.1 | Stromingen                                                        | 21 |
| 2.2 | Vliegtuigen                                                       | 24 |
| 2.3 | Constructies en Materialen                                        | 31 |
| 2.4 | Ruimtevaart                                                       | 34 |
| 2.5 | Toegepaste informatica                                            | 37 |
| 2.6 | Onderzoek betreffende milieubeheer en energievoorziening          | 40 |
| 3   | TECHNISCHE OUTILLAGE                                              | 45 |
| 3.1 | Technische outillage voor stromingsonderzoek                      | 45 |
| 3.2 | Technische outillage voor vliegmechanisch onderzoek               | 48 |
| 3.3 | Technische outillage op het gebied van constructies en materialen | 49 |
| 3.4 | Technische outillage voor ruimtevaartonderzoek                    | 49 |
| 3.5 | Technische outillage voor algemeen gebruik                        | 49 |
| 4   | CAPITA SELECTA                                                    | 51 |
| 4.1 | Vermindering van fanlawaaï bij turbofanmotoren                    | 51 |
| 4.2 | De beproeving van het standregelmodel van IRAS                    | 58 |
| 5   | BIBLIOTHEEK EN DOCUMENTATIE                                       | 67 |
| 6   | EXTERNE EN INTERNE BETREKKINGEN                                   | 69 |
| 7   | WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR                              | 73 |
| 8   | INTERNATIONALE SAMENWERKING IN AGARD-VERBAND                      | 75 |
| 9   | INTERNATIONALE SAMENWERKING IN DNW-VERBAND                        | 81 |
| 10  | INTERNATIONALE SAMENWERKING IN ETW-VERBAND                        | 85 |

|    |                                                                     |     |
|----|---------------------------------------------------------------------|-----|
| 11 | INTERNATIONALE SAMENWERKING IN GARTEUR-VERBAND                      | 87  |
| 12 | SAMENWERKING MET INDONESIE OP HET GEBIED VAN<br>LUCHTVAARTONDERZOEK | 89  |
|    | BIJLAGE 1 – Publikaties                                             | 93  |
|    | BIJLAGE 2 – Bijdragen aan congressen en cursussen                   | 99  |
|    | BIJLAGE 3 – Verklaring van een aantal van de gebruikte afkortingen  | 103 |
|    | SUMMARIES                                                           | 105 |

# 1 ALGEMENE BESCHOUWINGEN

## 1.1 BESTUUR VAN DE STICHTING

In de loop van 1980 vonden enkele mutaties plaats in de samenstelling van het bestuur. Ir. H.H. 't Hart trad per 1 mei af als door de Nijverheidsorganisatie TNO aangewezen bestuurslid. Door de benoeming van prof.dr.ir. H.J. Dirksen, lid van de Raad van Bestuur TNO, toen nog i.o., werd met ingang van 3 september in de ontstane vacature voorzien. Voorts trad mr. J. van der Brugge per 1 december af als door de Minister van Financiën aangewezen bestuurslid. De minister benoemde in zijn plaats met ingang van 1 januari 1981 mr. J.J. Westenbrink.

Aan de belangrijke inbreng van de afgetreden bestuursleden in het beleid van de Stichting heeft het bestuur in zijn vergaderingen aandacht geschonken. Ook in dit verslag wil het bestuur aan zijn erkentelijkheid daarvoor uitdrukking geven.

Drs. Ph. Leenman werd met ingang van 1 juni herbenoemd als bestuurslid voor de PTT en ir. J. Cornelis werd met ingang van 23 augustus als bestuurslid herbenoemd door Fokker B.V.

Prof.dr.ir. O.H. Gerlach, drs. C.A. Stants, ir. R.F. de Bruijne en ir. J.A. van der Blik werden door het NLR-bestuur voor vier jaar herbenoemd in het bestuur van de Stichting Duits-Nederlandse Windtunnel/Stiftung Deutsch-Niederländischer Windkanal, waarin het NLR en de DFVLR op paritaire basis samenwerken. Voorzitterschap en vice-voorzitterschap van de Stichting DNW zijn verdeeld over de beide nationaliteiten en wisselen elk om de twee jaar van nationaliteit. Tot 1 juli bekleedde prof.dr.ir. O.H. Gerlach het voorzitterschap van het bestuur van de Stichting DNW. Het NLR-bestuur droeg hem met ingang van die datum voor de termijn van twee jaar voor als vice-voorzitter van het DNW-bestuur, waarna zijn benoeming als zodanig volgde.

Het NLR-bestuur vergaderde in het verslagjaar op 1 februari, 23 april, 5 juni, 26 september en 16 december. De voorzitter van de Wetenschappelijke Commissie en de directie woonde de vergaderingen bij.

Het bestuur werd terzijde gestaan door de volgende stafmedewerkers van het bestuursbureau: de heren G.A. Lens, drs. A. de Graaff, R.A. Jager, en N. van Dam. De heer Lens ging op 1 mei 1980 met pensioen; na dit tijdstip heeft hij nog enige maanden een adviseurstaak verricht met betrekking tot DNW-aangelegenheden.

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

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

## 1.2 ALGEMENE ZAKEN VAN DE STICHTING

Het NLR ondervond wederom in velelei opzicht medewerking van de zijde van de Overheid. Ook 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 binnen- en buitenlandse opdrachtgevers. De omvang van het in eigen beheer uitgevoerde speur- en ontwikkelingswerk vormde door het — in relatie tot het totale personeelsbestand — grote opdrachtenpakket wederom een onderwerp van

bijzondere zorg van bestuur en directie. Ook het relatief lage niveau van de investeringsuitgaven baarde het bestuur wederom ernstige zorgen.

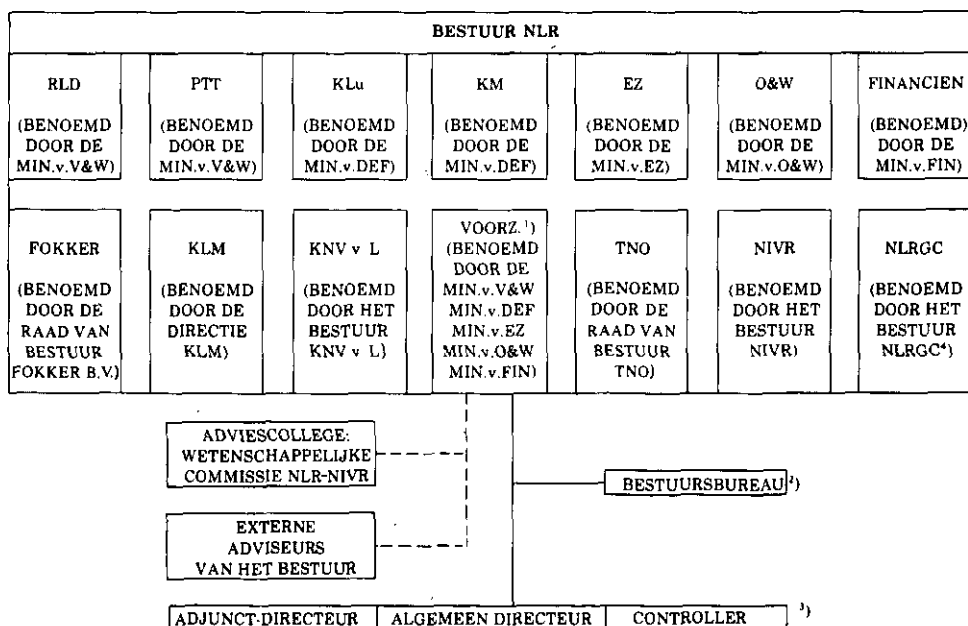
Veel aandacht werd besteed aan de verdere ontwikkeling van de internationale samenwerking. Daaraan zijn afzonderlijke hoofdstukken gewijd. Deze betreffen achtereenvolgens de AGARD ('Advisory Group for Aerospace Research and Development'), de Stichting DNW (Duits-Nederlandse Windtunnel), de ETW (Europese Transsone Windtunnel), GARTEUR ('Group for Aeronautical Research and Technology in Europe'), en de samenwerking met Indonesië.

Vooruitlopend op hoofdstuk 9 kan reeds op deze plaats worden vermeld, dat het het bestuur veel genoegen heeft gedaan, dat het in het verslagjaar mogelijk is geweest de lagesnelheidswindtunnel DNW in bedrijf te stellen. Het is op hoge prijs gesteld dat de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat, Mevr. drs. N. Smit-Kroes, en de Staatssecretaris voor Onderzoek en Technologie van de Bondsrepubliek Duitsland, de heer H.H. Haunschild, zich bereid hebben getoond op 27 augustus deze opening persoonlijk te verrichten.

De directie en de medewerkers hebben zich in het verslagjaar veel inspanning getroost om het laboratorium in alle opzichten goed te doen functioneren. Daarvoor spreekt het bestuur gaarne zijn waardering uit. Het doet zulks tevens voor de wijze waarop de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR en haar subcommissies — waaromtrent in hoofdstuk 7 nadere gegevens vermeld staan — haar adviserende taken en verslagtaken hebben vervuld. De beoordeling en rapportering, die op deze wijze reeds een kwart eeuw regelmatig heeft plaatsgevonden, vormen voor het NLR steeds een stimulans én een soort kwaliteitsgarantie van onschatbare betekenis. Waardering heeft het bestuur evenzeer voor hetgeen de NLR Computer Commissie en de andere externe adviseurs van het bestuur aan het goed functioneren van het NLR hebben bijgedragen.

Voor de organisatie van het NLR wordt verwezen naar de schematische overzichten op bladzijden 8 en 12.

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.

### 1.3 FINANCIËLE AANGELEGENHEDEN VAN DE STICHTING

In het kader van de algemene beschouwingen over de werkzaamheden in 1980 wordt in het onderstaande in het kort aandacht geschonken aan de financiële aangelegenheden van de Stichting. Hierbij is een gecomprimeerde resultatenrekening opgenomen.

In de vergadering van 1 februari 1980 heeft het bestuur de herziene exploitatie- en kapitaalbegroting voor 1980, alsmede de ontwerp exploitatie- en kapitaalbegroting voor 1981 vastgesteld. In zijn vergadering van 5 februari 1981 stelde het bestuur de financiële jaarstukken van de Stichting over 1979 vast. Deze stukken zijn door de Centrale Accountantsdienst van het Ministerie van Financiën gecontroleerd; de goedkeuring van de stukken door de Minister van Verkeer en Waterstaat wordt verwacht.

| <u>Resultatenrekening (in miljoenen guldens)</u>       |             |
|--------------------------------------------------------|-------------|
| <i>Lasten</i>                                          | <u>1980</u> |
| Personeelskosten                                       | 55,8        |
| Kosten van derden t.b.v. opdrachten                    | 9,2         |
| Overige kosten                                         | 10,0        |
| Aan opdrachtgevers doorberekende afschrijving en rente | 1,5         |
| Aanloopkosten DNW                                      | 1,8         |
|                                                        | <u>78,3</u> |
|                                                        | ===         |
| <i>Baten</i>                                           |             |
| Baten uit opdrachten                                   | 52,7        |
| Overige baten                                          | 0,9         |
| Rijksbijdrage in de exploitatiekosten                  | 24,5        |
| Overige bijdragen                                      | 0,2         |
|                                                        | <u>78,3</u> |
|                                                        | ===         |

Toelichting

|                             |             |
|-----------------------------|-------------|
| <i>Baten uit opdrachten</i> | <u>1980</u> |
| Binnenlandse opdrachtgevers | 47,0        |
| Buitenlandse opdrachtgevers | 5,7         |
|                             | <u>52,7</u> |
|                             | ===         |

Rijksbijdragen in de exploitatiekosten

Uit de Rijksbijdrage worden gefinancierd de kosten van in eigen beheer uitgevoerde werkzaamheden. Voorts worden met het Rijk verrekend de vóór- of nadelige verschillen tussen de door middel van tarieven doorberekende indirecte kosten en de werkelijke indirecte kosten.

De aanloopkosten van de DNW worden voor het eerst opgenomen in de resultatenrekening van het NLR, omdat de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat heeft bepaald dat het Nederlandse aandeel in de aanloopverliezen van de Stichting DNW de eerstkomende jaren daarin tot uitdrukking moeten komen. Ter dekking van deze kosten is het benodigde exploitatiesubsidie toegenomen met f. 1,8 miljoen.

*Specificatie:*

|                                                                                                        | 1980        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Kosten van in eigen beheer uitgevoerde werkzaamheden:                                                  |             |
| — speurwerkonderzoekingen                                                                              | 13,2        |
| — research en ontwikkeling met het oog op de uitrusting van het laboratorium                           | 12,8        |
| — wetenschappelijke diensten aan derden                                                                | 0,7         |
|                                                                                                        | <u>26,7</u> |
| Verschillen tussen de d.m.v. tarieven doorberekende indirecte kosten en de werkelijke indirecte kosten | 4,0         |
|                                                                                                        | <u>22,7</u> |
| Nederlandse bijdrage in de aanloopkosten DNW                                                           | 1,8         |
|                                                                                                        | <u>24,5</u> |

In 1980 werden investeringsverplichtingen aangegaan voor een bedrag van f. 10,0 miljoen. Op de in 1980 en in voorgaande jaren aangegane verplichtingen werd in 1980 betaald f. 9,3 miljoen. Door het Rijk werd een subsidie voor investeringen verstrekt van f. 9,9 miljoen. De uitstaande verplichtingen per ultimo 1980 bedroegen f. 4,6 miljoen.

In verband met de bouw van de Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW) werd in 1980 een bedrag van f. 5,7 miljoen ter beschikking gesteld aan de Stichting DNW. In totaal was per 31-12-1980 voor de bouw f. 120,8 miljoen aan de Stichting DNW ter beschikking gesteld. Het NLR nam daarvan f. 59,9 miljoen voor zijn rekening. De DFVLR stelde de overige f. 60,9 miljoen ter beschikking. Deze dispariteit zal in 1981 worden rechtgetrokken.

#### 1.4 ACHTERGRONDEN VAN HET BELEID

##### DE FINANCIERING VAN HET NLR

Wie hoofdstuk XII van de Rijksbegroting 1980 (Departement van Verkeer en Waterstaat) inziet, zou mogelijk tot de onjuiste conclusie kunnen komen, dat de Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium aanzienlijke verliezen lijdt, die door de Rijksoverheid moeten worden gedekt. Immers volgens de Rijksbegroting zou in 1980 een 'subsidie ter dekking van het exploitatietekort' benodigd zijn van f. 27,4 miljoen en extra-subsidies ad f. 9,8 miljoen alsmede diverse garanties.

In het onderstaande wordt een summier inzicht gegeven in de financiering van het NLR, waaruit moge blijken voor welk doel de zojuist genoemde subsidies en garanties zijn verkregen. Ter illustratie zijn daarbij enkele financiële resultaten uit 1980 gehanteerd.

##### Exploitatiesubsidie

Het NLR voert op contractbasis onderzoek uit voor diverse opdrachtgevers uit binnen- en buitenland. In 1980 was daarmee een bedrag gemoeid van f. 52,7 miljoen.

Teneinde dit toegepaste onderzoek op adequate wijze te kunnen uitvoeren, dient het laboratorium te beschikken over de noodzakelijke basiskennis en apparatuur. Op grond van een voortschrijdend 5-jaren werkprogramma wordt jaarlijks een werkplan opgesteld, waarin de werkzaamheden voor het leggen van die technologische basis zijn omschreven \*. Deze werkzaamheden worden *in eigen beheer* uitgevoerd en omvatten met name speurwerkonderzoekingen alsmede research en ontwikkelingsactiviteiten met het oog op de uitrusting van het laboratorium.

Zoals in het verslag over het jaar 1975 is uiteengezet, vormen deze werkzaamheden een logische schakel in het innovatieproces van de lucht- en ruimtevaartresearch. In die keten voltrekken de eigen werkzaamheden van het NLR zich tussen het meer fundamenteel gerichte onderzoek, dat voornamelijk bij Hogescholen en Universiteiten wordt verricht, en het toegepaste onderzoek van het NLR, dat in opdracht van derden wordt uitgevoerd. In hoofdstuk 1.3 van dit verslag is aangegeven, dat de kosten van het werk in eigen beheer in 1980 f. 26,7 miljoen hebben bedragen.

\* Over de totstandkoming van NLR-werkplannen verschaft het verslag over 1978 onder 1.3 informatie.

Gezien de onzekerheden ten aanzien van de toepasbaarheid van de resultaten van het basisonderzoek en de lange periode waarover zich onderzoek uitstrekt, kan het eigen werk niet in opdracht van potentiële opdrachtgevers geschieden, zodat het Rijk deze werkzaamheden door middel van een jaarlijks exploitatiesubsidie financiert op basis van het werkplan. De beweegreden van het Rijk hiervoor is mede het dienen van het algemeen belang dat aan het eigen werk van het NLR wordt gehecht.

Het exploitatiesubsidie is dus in feite een *doelsubsidie*, hoewel de officiële benaming iets anders doet vermoeden. De benaming 'subsidie ter dekking van het *exploitatietekort*', is overigens niet geheel onjuist, omdat het exploitatiesubsidie ook voor dat doel kan worden verstrekt.

In de afgelopen 15 jaar zijn overigens slechts tweemaal subsidies in die *laatste* betekenis verkregen. In de andere jaren was het benodigde subsidie gelijk of lager dan het volgens de Rijksbegroting beschikbare. De reden daarvoor was het bij de raming achterblijven van het eigen speurwerk als gevolg van de omvang van het opdrachtenpakket, dan wel het op het subsidie in mindering brengen van incidentele voordelige calculatieverschillen bij het NLR. Een dergelijke situatie deed zich voor in 1980.

Daar de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat heeft bepaald, dat het Nederlandse aandeel in de aanloopverliezen van de Stichting DNW de eerstkomende jaren in de resultatenrekening van het NLR tot uitdrukking moeten komen, is ter dekking van deze verliezen het benodigde exploitatiesubsidie toegenomen met f. 1,8 miljoen. Dit illustreert wederom, dat het exploitatiesubsidie voor het NLR zowel elementen van een doelsubsidie als van een subsidie ter dekking van een exploitatietekort kan omvatten.

Zoals ook uit hoofdstuk 1.3 blijkt, was in 1980 een totaal exploitatiesubsidie benodigd van f. 24,5 miljoen, zijnde de som van het doelsubsidie en de dekking van het Nederlandse aandeel in het DNW-aanloopverlies. Aangezien het benodigde subsidie lager was dan het beschikbare ad f. 27,4 miljoen, is het verschil — zoals gebruikelijk — teruggevloeid naar het Rijk. Dat de overheid overigens heeft bepaald, dat het surplus uit 1980 als 'extra-subsidie' (subsidie voor investeringen) aan het NLR zal worden uitgekeerd, moet als een incidentele maatregel worden beschouwd.

Extra-subsidie (subsidie voor investeringen)

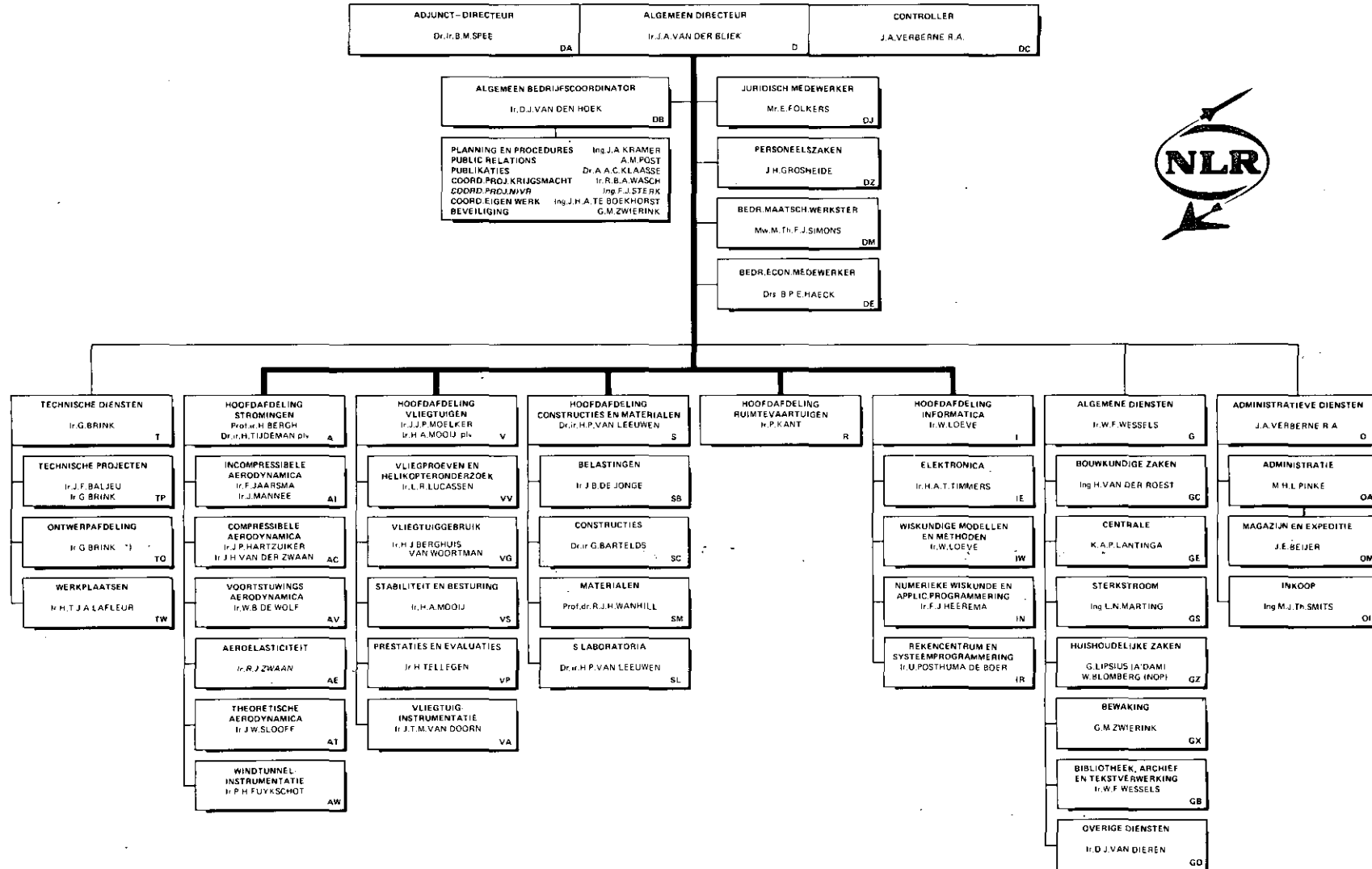
Naast het bovengenoemde exploitatiesubsidie, ontvangt het NLR subsidies voor investeringen. In het midden der jaren '50 heeft het Rijk bepaald, dat — gezien het algemeen belang dat met investeringen bij het NLR wordt beoogd — de Stichting jaarlijks een subsidie voor investeringen zou verkrijgen. Door dit overheidsbeleid is bereikt, dat onderzoekinstallaties voor de nationale lucht- en ruimtevaartinspanning zijn geconcentreerd bij één stichting, waardoor onnodige duplicering is voorkomen en een goede bezetting van die installaties is gewaarborgd.

Gezien de jaarlijkse bijdragen van het Rijk mogen aan de zogenaamde deelnemers van de Stichting (o.a. departementen en nationale organisaties in de sector lucht- en ruimtevaart) door de Stichting dan ook geen kosten voortvloeiende uit deze investeringen (rente op het geïnvesteerde vermogen en afschrijvingen) in rekening worden gebracht. De hoogte van het extra-subsidie wordt jaarlijks bepaald op grond van een voortschrijdend 5-jaren-investeringsplan van de Stichting. Hoewel de som van de sinds 1955 verkregen 'extra-subsidies' lager is dan de inkomsten die in die periode zouden zijn verkregen als aan de deelnemers rente en afschrijving in rekening zouden zijn gebracht, is het voordeel van bovengenoemde regeling dat een redelijke mate van zekerheid bestaat bij de uitvoering van het investeringsprogramma door het NLR. Een nadeel van deze financieringswijze is, dat zij geen rekening houdt met de omstandigheid dat het Rijk niet over voldoende flexibiliteit blijkt te beschikken om in tijden van een incidenteel verhoogde behoefte aan investeringsmiddelen op die behoefte te kunnen inspelen.

Jegens de overige opdrachtgevers van het NLR — de zogenaamde niet-deelnemers — wordt ten aanzien van de prijszetting een commercieel beleid gevoerd. De inkomsten aan doorberekenende rente en afschrijving welke van hen worden ontvangen, mogen door het NLR tevens ter financiering van investeringen worden aangewend. Ieder jaar worden de verwachte inkomsten zo goed mogelijk begroot. Indien deze inkomsten hoger uitvallen dan was geraamd, komen de extra inkomsten in mindering van het toegekende investeringsubsidie. Vallen zij echter lager uit, dan wordt het investeringsubsidie niet automatisch verhoogd.

# ORGANISATIESCHEMA VAN HET LABORATORIUM

12



Gezien het ontbreken van voldoende reserves bij het NLR, kan dit tot verstoringen in het investeringsprogramma leiden.

Naast het bovengenoemde 'extra-subsidie', dat een meer permanent karakter heeft, heeft de Stichting met het oog op de deelname in de bouw van de DNW een additioneel subsidie ontvangen in de jaren 1975 tot en met 1980. Aangezien de bouw in 1981 zal worden afgerond, zal dit subsidie in de toekomst niet meer worden verstrekt.

Daar slechts de helft van die Nederlandse deelname in de DNW met dit Rijkssubsidie kon worden gefinancierd en voor de andere helft door de Stichting leningen op de kapitaalmarkt moesten worden afgesloten, heeft het Rijk een afzonderlijke garantie voor het nakomen van de verplichtingen voorkomende uit die leningen aan de Stichting verstrekt.

#### Liquiditeit

Ter financiering van het verschil tussen de vlottende-activa en -passiva dient de Stichting over een niet onaanzienlijke werkkapitaal te beschikken. Daarvoor staan de Stichting niet alleen beperkte reservefondsen ter beschikking, maar is zij ook een rentedragende lening bij het Rijk aangegaan, teneinde de permanente vermogensbehoefte te kunnen dekken. Ter financiering van de kortstondige vermogensbehoefte die gedurende een jaar kan ontstaan, kan de Stichting, naast het versneld opvragen van subsidies en het aanvragen van voorschotten van de belangrijkste opdrachtgevers, gebruik maken van een door het Rijk verstrekte liquiditeitsgarantie tot f. 3 miljoen.

### 1.5 ORGANISATIE EN PERSONEEL VAN HET LABORATORIUM

#### Organisatie

De dagelijkse leiding van het laboratorium werd gevoerd door de directie (zie pag. 3). Met de leiding van de diverse hoofdafdelingen en dienstengroepen van het laboratorium (zie organisatieschema op pag. 12) waren aan het einde van het verslagjaar belast:

|                         |                                             |
|-------------------------|---------------------------------------------|
| Prof.ir. H. Bergh       | leider hoofdafd. Stromingen                 |
| Dr.ir. H. Tijdeman      | plv. leider hoofdafd. Stromingen            |
| Ir. J.J.P. Moelker      | leider hoofdafd. Vliegtuigen                |
| Ir. H.A. Mooij          | plv. leider hoofdafd. Vliegtuigen           |
| Dr.ir. H.P. van Leeuwen | leider hoofdafd. Constructies en Materialen |
| Ir. P. Kant             | leider hoofdafd. Ruimtevaartuigen           |
| Ir. W. Loeve            | leider hoofdafd. Informatica                |
| Ir. G. Brink            | leider Technische Diensten                  |
| Ir. W.F. Wessels        | leider Algemene Diensten                    |
| J.A. Verberne, R.A.     | leider Administratieve Diensten             |
| Ir. D.J. van den Hoek   | algemeen bedrijfscoördinator                |

In de organisatie van het laboratorium vonden enkele wijzigingen plaats.

Met ingang van 1 juli werd een organisatorische wijziging aangebracht in de dienstengroepen Technische Diensten en Overige Diensten. De Technische Diensten (onder leiding van ir. G. Brink) omvatten met ingang van deze datum de afdelingen Technische Projecten, Ontwerpafdeling en Werkplaatsen. De nieuw gevormde dienstengroep Algemene Diensten (onder leiding van ir. W.F. Wessels) omvat de afdelingen Bouwkundige Zaken, Centrale, Sterkstroom, Huishoudelijke Zaken, Bewaking, Bibliotheek, Archief en Tekstverwerking, en Overige Diensten. De Administratieve Diensten (onder leiding van J.A. Verberne, R.A.) omvatten de afdelingen Administratie, Magazijn en Expeditie, en Inkoop.

Eveneens met ingang van 1 juli werd de naam van de dienstengroep Wetenschappelijke Diensten gewijzigd in hoofdafdeling Informatica.

Met ingang van 1 juli werd ir. H.A. Mooij benoemd tot plaatsvervangend leider van de hoofdafdeling Vliegtuigen.

Om tijdig te kunnen voorzien in de in 1981 te verwachten vacature van Stafffunctionaris voor Planning en Procedures, werd per 1 november ing. P. Kluit in deze functie benoemd.

#### Detacheringen

Op 31 december 1980 was nog één NLR-medewerker bij de Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW) gedetacheerd ten behoeve van de afronding van de bouwfase. Twintig NLR-medewerkers waren ten behoeve van de tunnelexploitatie bij de DNW gedetacheerd. Eind 1980 werd de dagelijkse leiding van de DNW overgedragen aan de bedrijfsdirectie prof.dr.-ing. J. Barche en ir. J.W.G. van Nunen.

**NLR-PERSONEELSFORMATIE EIND 1980**  
(tussen haakjes de cijfers van eind 1979)

| Indeling                        |    | Academici<br>en daarmee<br>gelijkgest. | Hogere<br>technici<br>en daarmee<br>gelijkgest. | Overigen   | Totaal     |
|---------------------------------|----|----------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|------------|
| <b>DIRECTIE</b>                 |    | 3 ( 3)                                 | - ( -)                                          | - ( -)     | 3 ( 3)     |
| Directiestaf                    |    | 9 ( 6)                                 | 12 ( 12)                                        | 1 ( 1)     | 22 ( 19)   |
|                                 |    | 12 ( 9)                                | 12 ( 12)                                        | 1 ( 1)     | 25 ( 22)   |
| <b>HAFD. STROMINGEN</b>         |    | 3 ( 4)                                 | 1 ( 1)                                          | 3 ( 3)     | 7 ( 8)     |
| - Incompr. aërodynamica         | AI | 11 ( 12)                               | 6 ( 6)                                          | 7 ( 7)     | 24 ( 25)   |
| - Compr. aërodynamica           | AC | 12 ( 11)                               | 16 ( 18)                                        | 19 ( 18)   | 47 ( 47)   |
| - Voortstuwingsaërodynamica     | AV | 8 ( 8)                                 | 3 ( 4)                                          | 5 ( 5)     | 16 ( 17)   |
| - Aëro-elasticiteit             | AE | 8 ( 8)                                 | 3 ( 3)                                          | - ( -)     | 11 ( 11)   |
| - Theoretische aërodynamica     | AT | 7 ( 6)                                 | 1 ( 2)                                          | - ( -)     | 8 ( 8)     |
| - Windtunnelinstrumentatie      | AW | 3 ( 3)                                 | 8 ( 8)                                          | 7 ( 6)     | 18 ( 17)   |
| - DNW                           | AD | 4 ( 1)                                 | 6 ( 3)                                          | 10 ( 3)    | 20 ( 7)    |
|                                 |    | 56 ( 53)                               | 44 ( 45)                                        | 51 ( 42)   | 151 ( 140) |
| <b>HAFD. VliegTUIGEN</b>        |    | 3 ( 3)                                 | - ( -)                                          | 3 ( 2)     | 6 ( 5)     |
| - Vliegpr. en helikopteronderz. | VV | 14 ( 13)                               | 9 ( 10)                                         | 1 ( 1)     | 24 ( 24)   |
| - Vliegtuiggebruik              | VG | 17 ( 16)                               | 6 ( 5)                                          | 3 ( 4)     | 26 ( 25)   |
| - Stabiliteit en besturing      | VS | 10 ( 9)                                | 4 ( 4)                                          | 1 ( 1)     | 15 ( 14)   |
| - Prestaties en evaluaties      | VP | 5 ( 5)                                 | 1 ( 1)                                          | - ( -)     | 6 ( 6)     |
| - Vliegtuiginstrumentatie       | VA | 13 ( 10)                               | 26 ( 20)                                        | 9 ( 8)     | 48 ( 38)   |
|                                 |    | 62 ( 56)                               | 46 ( 40)                                        | 17 ( 16)   | 125 ( 112) |
| <b>HAFD. CONSTR. en MAT.</b>    |    | 1 ( 1)                                 | - ( -)                                          | 1 ( 1)     | 2 ( 2)     |
| - Belastingen                   | SB | 5 ( 4)                                 | 2 ( 2)                                          | - ( -)     | 7 ( 6)     |
| - Constructies                  | SC | 8 ( 7)                                 | 3 ( 3)                                          | 1 ( 1)     | 12 ( 11)   |
| - Materialen                    | SM | 6 ( 5)                                 | 2 ( 2)                                          | - ( -)     | 8 ( 7)     |
| - S-Laboratoria                 | SL | - ( -)                                 | 3 ( 3)                                          | 14 ( 13)   | 17 ( 16)   |
|                                 |    | 20 ( 17)                               | 10 ( 10)                                        | 16 ( 15)   | 46 ( 42)   |
| <b>HAFD. RUIMTEVAARTUIGEN</b>   |    | 15 ( 15)                               | 7 ( 7)                                          | 4 ( 4)     | 26 ( 26)   |
| <b>HAFD. INFORMATICA</b>        |    | 1 ( 1)                                 | 1 ( 1)                                          | 2 ( 2)     | 4 ( 4)     |
| - Elektronica                   | IE | 12 ( 12)                               | 19 ( 15)                                        | 13 ( 14)   | 44 ( 41)   |
| - Wisk.modellen en methoden     | IW | 10 ( 8)                                | - ( -)                                          | - ( -)     | 10 ( 8)    |
| - Num.wisk. en appl.program.    | IN | 13 ( 10)                               | 27 ( 21)                                        | 2 ( 3)     | 42 ( 34)   |
| - Rekencentr.en syst.program.   | IR | 13 ( 11)                               | 13 ( 10)                                        | 14 ( 12)   | 40 ( 33)   |
|                                 |    | 49 ( 42)                               | 60 ( 47)                                        | 31 ( 31)   | 140 ( 120) |
| <b>TECHNISCHE DIENSTEN</b>      |    | 1 ( 2)                                 | - ( 1)                                          | 1 ( 1)     | 2 ( 4)     |
| - Techn.Projecten               | TP | 5 ( 5)                                 | 6 ( 4)                                          | 2 ( 1)     | 13 ( 10)   |
| - Ontwerpafdeling               | TO | - ( -)                                 | 12 ( 12)                                        | 2 ( 2)     | 14 ( 14)   |
| - Werkplaatsen                  | TW | 1 ( 2)                                 | 11 ( 12)                                        | 38 ( 36)   | 50 ( 50)   |
|                                 |    | 7 ( 9)                                 | 29 ( 28)                                        | 43 ( 40)   | 79 ( 78)   |
| <b>ALGEMENE DIENSTEN</b>        |    | 1 ( -)                                 | - ( -)                                          | - ( -)     | 1 ( -)     |
| - Bouwkundige Zaken             | GC | - ( -)                                 | 1 ( 1)                                          | - ( -)     | 1 ( 1)     |
| - Centrale                      | GE | - ( -)                                 | 3 ( 2)                                          | 13 ( 13)   | 16 ( 15)   |
| - Sterkstroom                   | GS | 1 ( 1)                                 | 1 ( 1)                                          | 7 ( 7)     | 9 ( 9)     |
| - Huishoudelijke zaken          | GZ | - ( -)                                 | 2 ( 2)                                          | 30 ( 31)   | 32 ( 33)   |
| - Bewaking                      | GX | - ( -)                                 | - ( -)                                          | 14 ( 14)   | 14 ( 14)   |
| - Bibl./Archief en Tekstverw.   | GB | 1 ( 2)                                 | 8 ( 9)                                          | 37 ( 36)   | 46 ( 47)   |
| - Overige diensten              | GO | 1 ( -)                                 | 1 ( -)                                          | 1 ( -)     | 3 ( -)     |
|                                 |    | 4 ( 3)                                 | 16 ( 15)                                        | 102 ( 101) | 122 ( 119) |
| <b>ADMINISTRATIEVE DIENSTEN</b> |    | - ( -)                                 | - ( -)                                          | - ( -)     | - ( -)     |
| - Administratie                 | OA | 1 ( 2)                                 | 13 ( 13)                                        | 15 ( 14)   | 29 ( 29)   |
| - Magazijn en expeditie         | OM | - ( -)                                 | 1 ( 1)                                          | 6 ( 5)     | 7 ( 6)     |
| - Inkoop                        | OI | 1 ( 1)                                 | 5 ( 5)                                          | 4 ( 3)     | 10 ( 9)    |
|                                 |    | 2 ( 3)                                 | 19 ( 19)                                        | 25 ( 22)   | 46 ( 44)   |
| <b>TOTAAL GENERAAL</b>          |    | 227 ( 207)                             | 243 ( 224)                                      | 290 ( 272) | 760 ( 703) |

Personeelsspreiding over de twee NLR-vestigingen eind 1980 (tussen haakjes de cijfers van eind 1979)

| Categorie                                  | Amsterdam        | Noordoostpolder  | Totaal           |
|--------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Academici en daarmee gelijkgestelden       | 144 (134)        | 83 ( 73)         | 227 (207)        |
| Hogere technici en daarmee gelijkgestelden | 147 (136)        | 96 ( 88)         | 243 (224)        |
| Overigen                                   | 167 (162)        | 123 (110)        | 290 (272)        |
| <b>Totaal</b>                              | <b>458 (432)</b> | <b>302 (271)</b> | <b>760 (703)</b> |

Vier NLR-medewerkers waren bij de Technische Groep ETW (Europese Transsone Wind-tunnel) gedetacheerd, waarvan twee part-time. Deze werkgroep, die in de vestiging Amsterdam werkzaam is, staat onder leiding van ir. J.P. Hartzuiker (NLR), en bevatte in 1980 naast de zojuist genoemde NLR-medewerkers nog drie Engelse, twee Franse en drie Duitse medewerkers.

Twee NLR-medewerkers van de hoofdafdeling Vliegtuigen en de hoofdafdeling Informatica waren in de Verenigde Staten gedetacheerd in het kader van een opdracht van het Ministerie van Defensie aan het NLR. Eén van hen is in de loop van 1980 teruggekeerd. De detachering van de vijf NLR-medewerkers van de hoofdafdeling Ruimtevaartuigen en de hoofdafdeling Informatica, die ingeschakeld zijn bij het IRAS-project in Engeland, werd voortgezet. Voorts waren in dit kader vijf medewerkers van de hoofdafdeling Ruimtevaartuigen en de hoofdafdeling Informatica bij Fokker gestationeerd gedurende het verslagjaar.

#### Pensionering

In 1980 bereikte één medewerker de pensioengerechtigde leeftijd, te weten de heer G.A. Beerling (Bibliotheek).

#### In Memoriam

Op 5 augustus 1980 overleed de heer M. Pinke, die van 1-8-1918 tot 1-4-1960 werkzaam is geweest bij de RSL en het NLR, laatstelijk als chef van het Reken- en Tekenbureau. Hij is 85 jaar geworden.

#### Jubilea

Op 26 maart 1980 was de heer J.E. Beyer (Magazijn en Expeditie) 40 jaar bij het NLR in dienst.

Tien medewerkers vierden in 1980 hun 25-jarig ambtsjubileum: de heren dr.ir. B. van den Berg (Incompressibele Aërodynamica), ing. A. Blaauw (Vliegproeven en Helikopteronderzoek), H. Engel (Incompressibele Aërodynamica), J. van Haarlem (Sterkstroom), H.A. Mensink (Vliegtuiginstrumentatie), J. Rodermond (Sterkstroom), P. Smits (Reproductie), H. Steffens' (Elektronica), L. Stöve (Elektronica), en K. Zwaan (Stabiliteit en Besturing).

#### Onderscheidingen

Op 29 april ontving de heer J.F. Hoogendoorn (Voortstuwingsaërodynamica) uit handen van de voorzitter van de Stichting NLR de eremedaille in goud, behorende bij de Orde van Oranje Nassau.

#### Promoties

Twee medewerkers promoveerden in 1980 op experimentele onderzoeken die in beide gevallen tot de lage-energie kernfysica kunnen worden gerekend. Dr. J. van Driel en dr.ir. G.J.L. Nooren hebben deze onderzoeken verricht voor zij bij het NLR in dienst traden. Dr. Van Driel promoveerde op 19 september tot doctor in de Wiskunde en Natuurwetenschappen aan de Rijksuniversiteit te Groningen. De titel van zijn proefschrift luidt 'Study of nuclear reactions with a three body final state'.

Dr.ir. Nooren promoveerde op 4 december tot doctor in de Wiskunde en Natuurwetenschappen aan de Rijksuniversiteit te Utrecht. De titel van zijn proefschrift is 'Investigation of  $^{37}\text{Cl}$  via proton capture in  $^{36}\text{S}$ '.

#### Leeropdrachten

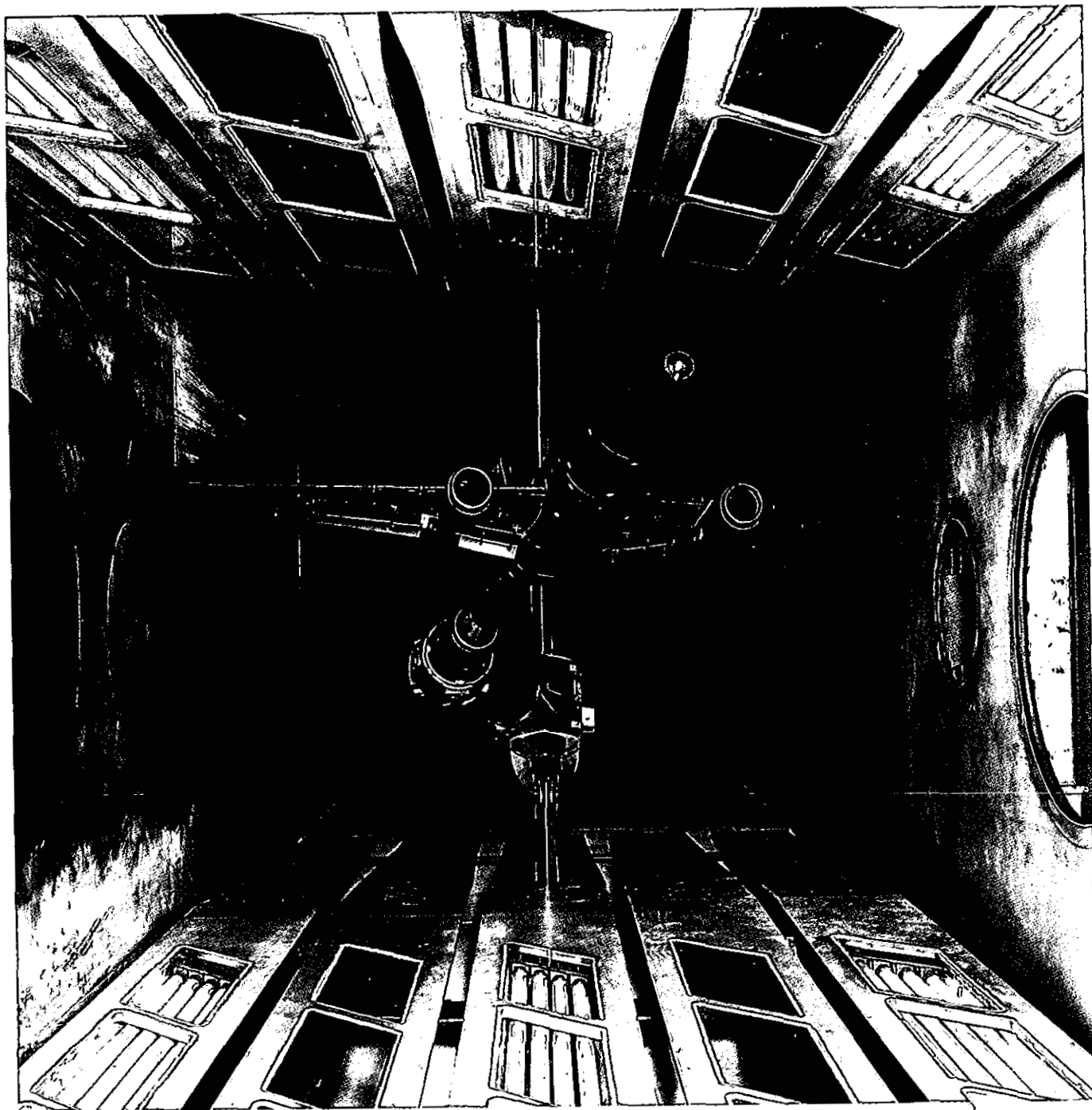
Ir. F.J. Abbink verzorgt vanaf 15 oktober 1980 het college 'Vliegtuiginstrumentatie' aan de Afdeling der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TH Delft. Deze colleges werden voordien gegeven door prof.ir. T. van Oosterom.

Ir. J.B. de Jonge vervulde evenals in voorgaande jaren een leeropdracht bij de Afdeling der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TH Delft.

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                |                      |            |                                |                     |                 |                          |            |                                |             |                |                   |     |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------|------------|--------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------------|------------|--------------------------------|-------------|----------------|-------------------|-----|
| Personeelsbestand         | Het totale personeelsbestand en de spreiding ervan over beide vestigingen worden weergegeven in de tabellen op de pags. 14 en 15. Tussen haakjes wordt het personeelsbestand op 31 december 1979 gegeven.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                |                      |            |                                |                     |                 |                          |            |                                |             |                |                   |     |
| Adviseurs van de directie | In 1980 waren prof.ir. D. Bosman, prof.dr.ir. J. Schijve, prof.dr.ir. P.J. Zandbergen en prof.dr.-ing. S.F.A.H.P. Erdmann als adviseur van de directie aan het laboratorium verbonden. Prof. Erdmann beëindigde per 1 februari 1980 zijn taak als adviseur van de directie.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                |                      |            |                                |                     |                 |                          |            |                                |             |                |                   |     |
| Stichting Pensioenfonds   | <p>Aan het einde van 1980 was de samenstelling van het bestuur van de 'Stichting Pensioenfonds van de Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium' als volgt:</p> <table><tr><td>Mr. G.W. van Hasselt</td><td>voorzitter</td><td rowspan="2">} werkgeversvertegenwoordiging</td></tr><tr><td>Drs. C.J. Schotsman</td><td>vice-voorzitter</td></tr><tr><td>Ing. J.H.A. te Boekhorst</td><td>secretaris</td><td rowspan="3">} werknemersvertegenwoordiging</td></tr><tr><td>Ir. R. Ross</td><td>penningmeester</td></tr><tr><td>Ing. A. Nederveen</td><td>lid</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                | Mr. G.W. van Hasselt | voorzitter | } werkgeversvertegenwoordiging | Drs. C.J. Schotsman | vice-voorzitter | Ing. J.H.A. te Boekhorst | secretaris | } werknemersvertegenwoordiging | Ir. R. Ross | penningmeester | Ing. A. Nederveen | lid |
| Mr. G.W. van Hasselt      | voorzitter                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | } werkgeversvertegenwoordiging |                      |            |                                |                     |                 |                          |            |                                |             |                |                   |     |
| Drs. C.J. Schotsman       | vice-voorzitter                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                |                      |            |                                |                     |                 |                          |            |                                |             |                |                   |     |
| Ing. J.H.A. te Boekhorst  | secretaris                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | } werknemersvertegenwoordiging |                      |            |                                |                     |                 |                          |            |                                |             |                |                   |     |
| Ir. R. Ross               | penningmeester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                |                      |            |                                |                     |                 |                          |            |                                |             |                |                   |     |
| Ing. A. Nederveen         | lid                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                |                      |            |                                |                     |                 |                          |            |                                |             |                |                   |     |
| Ondernemingsraad          | <p>Op 19 februari en 19 september werden onder leiding van de voorzitter van het NLR-bestuur pensioenoverlegvergaderingen gehouden, die door de directie, het Pensioenfondsbestuur, en een delegatie uit de Ondernemingsraad, alsmede door leden van de staf van voorzitter en directie werden bijgewoond.</p> <p>In 1980 functioneerde de Ondernemingsraad volgens de eind 1979 van kracht geworden nieuwe Wet op de Ondernemingsraden.</p> <p>Er waren zes Overlegvergaderingen met de directie, die afwisselend werden geleid door de algemeen directeur en de voorzitter van de Ondernemingsraad. Bij twee van deze vergaderingen was de voorzitter van het NLR-bestuur aanwezig om toelichting te geven op de algemene gang van zaken aan de hand van financiële stukken.</p> <p>Tot de onderwerpen die in 1980 veel aandacht van de Ondernemingsraad vroegen, behoren onder meer de pensioensituatie, het trendvolgersbeleid, de geschreven arbeidsvoorwaarden, met inbegrip van een in te voeren regeling voor vervroegde uittreding (VUT-regeling), alsmede aan enkele aspecten van het personeelsbeleid zoals opleidingen, beoordelingen, en werkoverleg.</p> |                                |                      |            |                                |                     |                 |                          |            |                                |             |                |                   |     |
| Personeelsvereniging      | <p>Aan het einde van het jaar bestond het bestuur van de Personeelsvereniging NLR uit de heren W. Korenromp, R.H.C.M. Hirdes, E.T.R. Funck, J.F. Heemskerk, H. Hoeksema en F.J. Sonnenschein. Het aantal leden steeg in 1980 tot 638. Door 50 commissies in Amsterdam en in de Noordoostpolder werden diverse activiteiten ontplooid teneinde mogelijkheden te bieden voor sport, ontspanning, en algemene ontwikkeling. Eén van de activiteiten die speciale vermelding verdient was het NLR/DNW/DFVLR-voetbaltoernooi dat in september in de Noordoostpolder werd gehouden. Daarnaast vonden nog de meer gebruikelijke activiteiten plaats, zoals Sinterklaasviering, zeiltocht, wandelpuzzeltocht, fietstocht en PV-feest.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                |                      |            |                                |                     |                 |                          |            |                                |             |                |                   |     |

## 1.6 NATIONALE EN INTERNATIONALE ACTIVITEITEN

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Inleiding | <p>De vraag naar de diensten van het NLR nam in 1980 verder toe, overeenkomstig de tendens die reeds enige jaren bestaat. Naar verwacht wordt zal de omvang van het opdrachtenpakket van het NLR in de komende jaren nog verder toenemen, in het bijzonder door werkzaamheden ten behoeve van de ontwikkeling van het Fokker F29-project.</p> <p>In Europa wordt de produktie van vliegtuigen aanzienlijk opgevoerd om aan de vraag te kunnen voldoen. Dit gaat gepaard met een zekere vertraging in het ter hand nemen van nieuwe projecten, waardoor de behoefte aan windtunnelonderzoek in het kader van voorstudies voor nieuwe vliegtuigprojecten in 1980 kleiner was dan enkele jaren geleden. Door het omvangrijke programma van aërodynamische onderzoeken ten behoeve van het F29-project waren de NLR-windtunnels echter goed bezet in het afgelopen jaar.</p> |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



F29-model (lage-snelheidsconfiguratie) in de hoge-snelheidswindtunnel van het NLR.  
*F29 model (low-speed configuration) in the NLR transonic wind tunnel.*

Door een intensieve wervingsactie was het mogelijk de personeelssterkte op 760 te brengen, overeenkomstig het geplande niveau voor het eind van 1980. Ondanks deze uitbreiding kon het geplande programma voor de eigen werkzaamheden, gefinancierd door middel van subsidie van de rijksoverheid, niet geheel worden gerealiseerd. Dit werd veroorzaakt doordat prioriteit werd gegeven aan opdrachten uit de sector van de lucht- en ruimtevaart en uit aanverwante gebieden.

#### Investerings

In verband met de uitbreiding van de werkzaamheden gedurende de laatste vijf jaar, veroorzaakt door toename van het opdrachtenpakket, en in verband met de benodigde vernieuwingen voor de komende decennia, werden extra investeringsmiddelen aangevraagd. Deze hebben betrekking zowel op onderzoekinstallaties als op huisvestingvoorzieningen. Helaas waren in 1980 onvoldoende middelen beschikbaar om het investeringsplan volledig uit te voeren. Naast directe problemen in verband met gebrek aan kantoor- en laboratoriumruimte voor het uitvoeren van de lopende werkzaamheden is het huidige gebrek aan investeringsmiddelen vooral nadelig voor de toekomst. Voor veel investeringen in onderzoekinstallaties geldt immers dat er een lange voorbereidingstijd nodig is en dat na realisering veelal een betrekkelijk lange periode nodig is voordat een investering volledig kan worden benut. Een te laag investeringsniveau in de eerstkomende jaren zal zeer nadelige gevolgen hebben voor de dienstverlening door het NLR in de volgende decennia.

#### Binnenlandse opdrachtgevers

De NLR-werkzaamheden voor het F29-project, die worden uitgevoerd in opdracht van het NIVR en in nauwe samenwerking met Fokker, werden met kracht voortgezet. Deze activiteiten, die enkele jaren geleden begonnen in het z.g. ANP-(Aanloop Nieuw Project) programma, gingen geleidelijk over van ontwikkeling van technologieën op meer gerichte werkzaamheden voor de definitiefase van het F29-project. In dit kader werden in 1980 vele werkzaamheden verricht met het doel te komen tot een in aerodynamisch opzicht optimale vliegtuigconfiguratie.

Ook het onderzoek op het gebied van geavanceerde constructies en materialen kreeg een meer op het F29-project toegespitst karakter dan voorheen. Met de definitie en de ontwikkeling van het meet-, registratie- en verwerkingssysteem voor de beproeving in de vlucht van de F29-prototypen werden goede vorderingen gemaakt. Dit omvangrijke systeem wordt onder leiding van het NLR in samenwerking met Fokker gerealiseerd.

Evenals in voorgaande jaren werd voor de belangrijkste Nederlandse luchtvaartinstanties, de RLD, de KLu, de KM en de KLM, een groot aantal onderzoeken uitgevoerd. Deze opdrachten hadden voor een belangrijk deel betrekking op de operationele aspecten van vliegtuigen. Voorts werd het NLR ingeschakeld bij het oplossen van problemen die direct te maken hebben met de vliegveiligheid, zoals het verzamelen en analyseren van gegevens die worden verkregen gedurende het gebruik van vliegtuigen en het onderzoek van ongevallen.

#### Buitenlandse opdrachtgevers

Evenals in voorgaande jaren werd in 1980 voor verschillende buitenlandse opdrachtgevers onderzoek uitgevoerd in de windtunnels van het NLR. Buitenlandse opdrachten werden voorts verkregen op het gebied van de ruimtevaart in verband met projecten en onderzoeken die worden uitgevoerd in ESA-verband.

#### Ruimtevaart

In 1980 moest worden besloten de lancering van de IRAS, de tweede nationale satelliet, verder uit te stellen tot augustus 1982. Deze vertraging werd veroorzaakt door technische problemen welke ontstonden gedurende de ontwikkeling van het Amerikaanse deel van de satelliet.

Wat het NLR betreft kon het effect van de vertraging ten dele worden opgevangen door tijdelijke inschakeling van de betrokken medewerkers bij andere projecten.

De voorstudies welke werden uitgevoerd in 1980 en voorgaande jaren betreffende de mogelijkheden voor wetenschappelijke satellieten en toepassings satellieten waarin Nederland een leidende rol zou kunnen spelen, hebben in 1980 niet geleid tot een voor de overheid aanvaardbaar voorstel. Hoewel er in ESA-verband belangrijke mogelijkheden zijn voor de Nederlandse industrie en voor de diverse laboratoria, is het thans niet duidelijk of het technologisch niveau dat op het gebied van de ruimtevaart werd opgebouwd in de laatste vijftien jaar, zal kunnen worden gehandhaafd zonder een nieuw 'nationaal' ruimtevaartproject, waarin Nederland een leidende rol speelt.

#### Informatieverwerkende systemen

In 1980 werd, zoals eerder vermeld, de naam van de Wetenschappelijke Diensten van het NLR veranderd in die van hoofdafdeling Informatica. Hiermee wordt tot uitdrukking gebracht dat het NLR in toenemende mate betrokken is bij de realisering van informatieverwerkende systemen ten behoeve van het gebruik en de ontwikkeling van lucht- en ruimtevaartuigen. Een aanzienlijk deel van het werk van alle hoofdafdelingen heeft betrekking op informatieverwerkende systemen. Het betreft hier systemen waarbij een specifieke kennis van de lucht- en ruimtevaart essentieel is. Voorbeelden van dergelijke systemen, thans in verschillende stadia van uitvoering bij het NLR, zijn: het grondoperatiesysteem van de IRAS-satelliet, het Operationeel Management Informatie Systeem (OMIS) voor de KLu, het meet-, registratie- en verwerkingssysteem voor vliegproeven met F29-prototypen, het ontvangst- en verwerkingssysteem voor weersatellieten ten behoeve van het KNMI, en het dataverwerkingssysteem voor remote-sensing gegevens.

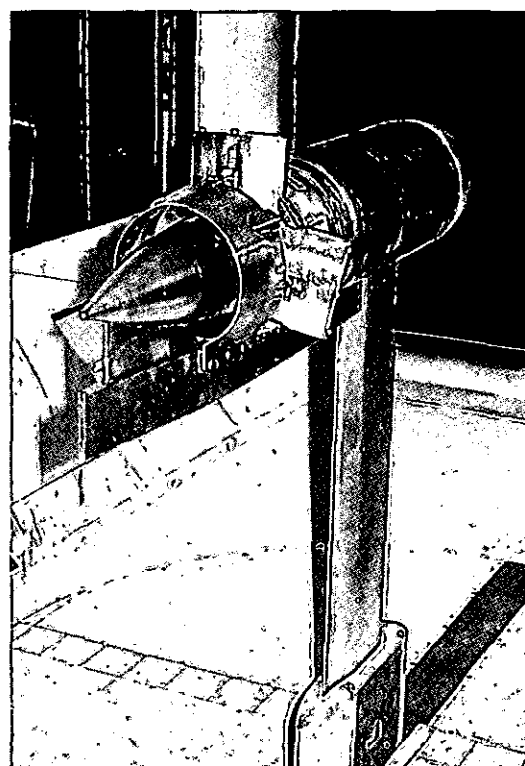
#### Internationale samenwerking

Uit de verslagen van het NLR over de afgelopen jaren blijkt dat internationale samenwerking een toenemende rol speelt bij het uitvoeren van het programma van eigen onderzoek en bij de ontwikkeling van de onderzoekinstallaties. Aparte hoofdstukken aan het eind van dit verslag bevatten korte overzichten van de activiteiten in het kader van de diverse samenwerkingsverbanden. Het belang van internationale samenwerking voor het technisch-wetenschappelijke onderzoek op het gebied van de lucht- en ruimtevaart in Nederland is zeer groot. Samenwerking wordt gezocht daar waar dit mogelijk is binnen de grenzen van nationale en industriële belangen. In de laatste decennia heeft dit voor het onderzoek van het NLR zeer vruchtbaar gewerkt.



Halfmodel in de hoge-snelheidswindtunnel ten behoeve van onderzoek bij grote getallen van Reynolds.

*Half model in the transonic wind tunnel for high-Reynolds-number testing.*



Model van de Dassault Falcon motor, voorzien van 'Hurel Dubois' straalomkeerders, in de lage-snelheidswindtunnel.

*Dassault Falcon model engine, equipped with 'Hurel Dubois' thrust reversers, in the low-speed wind tunnel.*

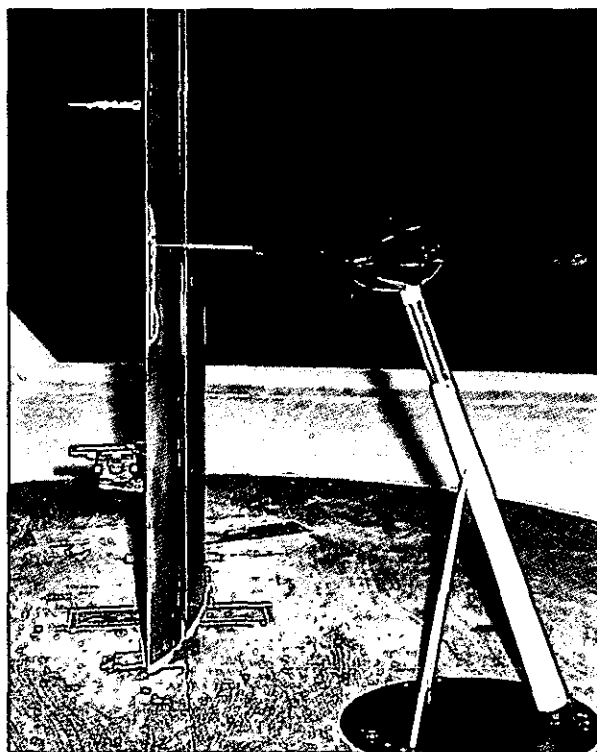
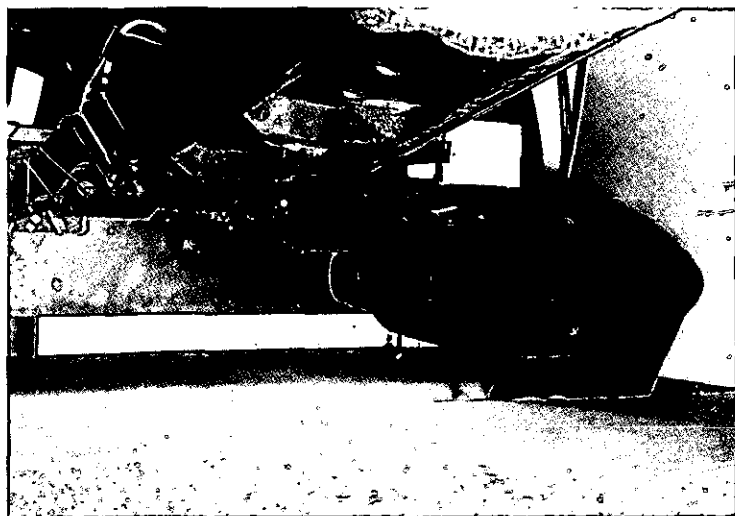
Traverseerbaar instrument voor grenslaagmetingen.

*Boundary layer survey apparatus.*



Oriënterend onderzoek naar de dynamische belasting op de vleugelklep, veroorzaakt door de uitlaatstraal van een motor.

*Preliminary tests to determine the dynamic load on a flap, caused by the engine jet flow.*



## 2 OVERZICHT VAN HET WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK

### 2.1 STROMINGEN

Werkzaamheden  
ten behoeve van  
ontwikkelingsprojecten

In opdracht van het NIVR werden de werkzaamheden voor de F29, waarbij door het NLR ontwikkelde technologieën worden geoptimaliseerd voor het F29-ontwerp, in nauwe samenwerking met Fokker gecontinueerd. Het aërodynamische onderzoek met betrekking tot de vormgeving van de F29 alsmede het aëro-elastische en het aëroakoestische onderzoek werden met kracht voortgezet.

Teneinde de invloed van het getal van Reynolds op de aërodynamische karakteristieken van superkritieke vleugels bij lage snelheden te bepalen, werden metingen verricht in de HST aan een halfmodel met draagkrachtverhogende middelen, gebaseerd op een eerder in de LST onderzocht compleet model. Op deze manier werd aansluiting verkregen zowel bij eerdere LST- als bij HST-metingen en is het inzicht in de verandering van het aërodynamisch gedrag bij toenemend getal van Reynolds vergroot. Er werd een uitgebreid meetprogramma uitgevoerd in de HST aan hetzelfde model bij een groot aantal klep- en slat-uitslagen, behorend bij diverse F29 start- en landingscondities. Ter voorbereiding van metingen aan een nieuwe complete modelconfiguratie werd een profiel met gewijzigde neusvorm in de LST onderzocht.

In de HST werden drukken- en krachtenmetingen verricht aan een halfmodel van een superkritieke vleugel, voorzien van een doorstroomgondel of van een aan de voorzijde afgedichte uitblaasgondel, om de invloed van de motorplaatsing op de aërodynamische eigenschappen van de vleugel na te gaan. Bovendien werd een superkritieke vleugel gedefinieerd met gewijzigde wrong, waarmee een hogere ontwerpdraagkracht en 'buffet-onset'-grens en een gunstigere vleugelbelasting konden worden bereikt. Nadat al een uitvoerig HST-meetprogramma was uitgevoerd op een F29-model (schaal 1:25), waarbij met goede resultaten achtereenvolgens de krachten en de drukken op de vleugel zonder en met kleppen waren gemeten, werd op basis van de metingen aan de superkritieke vleugel met gewijzigde wrong een nieuw model (schaal 1:25) gemaakt, waarmee nog betere resultaten worden verwacht. De eerste meetresultaten bleken veelbelovend. Daarnaast werd een model vervaardigd voor metingen die moeten leiden tot een gunstige motorinlaatstroming. Teneinde een goed inzicht te verkrijgen in het weerstandsgedrag als functie van het getal van Reynolds werden additionele metingen met een zoghark achter een bestaand halfmodel in de HST verricht.

Het NLR verleende tevens ondersteuning aan Fokker bij het uitvoeren van aërodynamische berekeningen, onder meer betreffende vleugel-pylon-gondel-straalinterferentie en het gedrag van driedimensionale grenslagen op de buitenzijde van motorgondels. Daarnaast werd gewerkt aan het afronden van de programmadocumentatie van een inverse-panelen-methode, aan het inbrengen van rompinvloed-simulatie in het FLO-22-programma voor het berekenen van transsone stromingen, en aan het assisteren bij ontwerpberekeningen voor de aërodynamische vormgeving van F29-staartvlakken.

Een uitgebreid meetprogramma werd uitgevoerd voor het bepalen van drukken aan een profiel met trillend roer. Aansluitend worden drukmetingen aan hetzelfde profiel in slag- en pitch-trilling uitgevoerd, om gegevens te leveren voor flutteronderzoekingen die door Fokker en het NLR worden uitgevoerd. Verder werd gewerkt aan de verificatie van de quasi-3D-methode voor het bepalen van luchtkrachten op trillende slanke vleugels in transsone stroming. Tevens werd het LTRAN2-NLR-programma, een bouwsteen van de quasi-3D-methode waarmee deze berekeningen aan trillende profielen worden uitgevoerd, geverifieerd. De in de HST verrichte fluttermetingen aan een superkritieke vleugel en

flutterberekeningen voor dezelfde vleugel werden geanalyseerd. Er bleek goede overeenstemming tussen theorie en experiment te bestaan.

Bij het onderzoek naar de eigenschappen van akoestische bekledingen werd vooral aandacht besteed aan panelen uit standaard-materiaal en vervaardigd volgens standaard-productietechnieken. Een groot aantal panelen (enkelvoudig en dubbeldeks) werd vervaardigd of gekocht, vervolgens voorzien van drukopnemers, en onderzocht op akoestische eigenschappen. Over het onderzoek naar het belangrijke effect van de grenslaag op de akoestische impedantie werd gerapporteerd. Tevens werd de invloed van het tangentieel uitblazen van een warme luchtstroom over het paneel op de akoestische impedantie onderzocht. Een uitvoerig onderzoek vindt plaats om na te gaan of de onderlinge sterkte van de geluidsmodes, die van belang zijn bij het bepalen van de optimale geluidabsorberende bekleding, rechtstreeks uit metingen in de werkelijke vliegtuigmotor kan worden vastgesteld. De bestaande programma's voor de berekening van de akoestiek van motorkanalen werden zo aangepast en uitgebreid dat ze kunnen worden toegepast in een ontwerpprocedure om gunstige impedantiewaarden van beklede motorkanaalsecties te bepalen.

Net als in de voorgaande jaren werd in 1980 een groot aantal windtunnelproeven uitgevoerd voor diverse buitenlandse opdrachtgevers, waaronder Dassault, SNIAS, VFW, Saab, Dornier en Airbus Industrie.

Subsone stroming om complete  
vliegtuigconfiguraties  
(stationair)

Gewerkt wordt aan de ontwikkeling van een nieuwe panelenmethode. Hierbij wordt het mathematische model van de stroming uitgebreid tot de volledige niet-lineaire potentiaalvergelijking, hetgeen kan worden bereikt door het leggen van singulariteiten zowel op het vleugeloppervlak als op geschikt gekozen plaatsen in het veld. Bovendien zal de rekentijd drastisch worden bekort door toepassing van snellere oplosprocedures (multi-roostermethode en clustermethode). Als eerste stap werd een computerprogramma opgesteld voor het tweedimensionale geval, waarmee verschillende procedures werden getest. Het computerprogramma voor de berekening van de stroming om slanke deltavleugels met voorrandwervels werd geëvalueerd. De oorzaak van gebleken instabiliteiten werd opgespoord en verholpen. Het programma verloopt stabiel en genereert betrouwbare resultaten. Getracht wordt om in GARTEUR-verband te komen tot samenwerking op het gebied van 'Vortex Flows'.

Transsone stroming  
(stationair)

In 1980 is verder gewerkt aan de ontwikkeling van een snelle methode voor het berekenen van transsone stromingen om driedimensionale configuraties. Het ontwerp van het rekenproces, dat gebaseerd is op een combinatie van een 'finite-volume' methode en een snelle multi-roostertechniek voor het oplossen van differentievergelijkingen, is met succes numeriek-experimenteel getest voor het geval van een subsone stroming om een profiel met draagkracht. Begonnen werd met het testen van de algoritmen voor transsone stromingen met schokgolven. Daarbij is het onderzoek naar de eigenschappen van het numerieke viscositeitsmodel belangrijk. De oriëntatie t.a.v. de netwerkgenerator ten behoeve van het driedimensionale probleem werd voortgezet.

Twee grote programma's uit de V.S. voor de berekening van driedimensionale transsone stromingen om vleugels, FLO-22 en FLO-27, werden op het NLR in bedrijf gesteld. Het eerstgenoemde programma werd uitgebreid, zodat de aanwezigheid van een eindige romp gesimuleerd kan worden. Vervolgens werd, in het kader van de GARTEUR-studie ter vergelijking van transsone rekenmethoden, met dit programma onder meer gerekend aan de ONERA M6-vleugel.

In het kader van de GARTEUR-samenwerking worden in diverse Europese tunnels metingen verricht aan het zogeheten F4-model van DFVLR, een moderne transsone vleugel. In de HST werden de eerste drukkenmetingen in deze serie verricht. De krachtenmetingen zullen later plaatsvinden.

Profielonderzoek

Een programmasysteem, Multi-element Airfoil Design (MAD) genaamd, werd in opdracht van het NIVR ontworpen en gerealiseerd. Hiermee kunnen interactief vleugel/ klep-systemen worden ontworpen die zo goed mogelijk een voorgeschreven drukverdeling opleveren. In dit systeem wordt een inverse rekenmethode gebruikt die beperkt is tot niet-viskeuze

stromingen, gecombineerd met een directe rekenmethode die de viskeuze stroming om meervoudige profielen oplevert. Vervolgens werd het MAD-programmasysteem toegepast voor het ontwerpen van een nieuwe neusklepconfiguratie met minder weerstandsverliezen door een lagere zuigpiek op de hoofdvleugel. Het is de bedoeling het MAD-systeem experimenteel te verifiëren. Begonnen werd daarom met de vervaardiging van een windtunnelmodel van de neusklepconfiguratie.

In het onderzoek naar het modelleren van viskeuze effecten in berekeningen van de stationaire luchtkrachten op trillende profielen in transsone stroming, werd het effect van de grenslaag in rekening gebracht door het LTRAN2-NLR-programma te koppelen aan de integraalmethode van Green voor een aanliggende turbulente grenslaag. Het blijkt dat de stationaire luchtkrachten aanzienlijk beter worden voorspeld indien de grenslaageffecten op deze manier in rekening worden gebracht. Bovendien werd het effect van losgelaten grenslagen op de stationaire luchtkrachten nagegaan, zodat bijvoorbeeld flutterproeven beter kunnen worden geïnterpreteerd.

#### Viskeuze effecten

In het kader van de ontwikkeling van een nieuwe rekenmethode voor het berekenen van twee- en driedimensionale grenslagen op niet-ontwikkelbare oppervlakken werd een geometriehulpprogramma geschreven. Dit programmasysteem werd veelvuldig toegepast ten behoeve van de F29-ontwikkeling: de driedimensionale grenslaagstromingen op de buitenkant van twee mogelijke F29-motorgondels en op een F29-vleugel werden berekend. Tevens werden beschikbare driedimensionale grenslaagexperimenten onderzocht op hun geschiktheid als testgeval voor turbulentiemodellen.

De ontwikkeling van een methode voor de berekening van viskeuze stroming met sterke interactie met de buitenstroming werd voortgezet. Het principe van asymmetrische interactie werd onderzocht door na te gaan hoe de circulatie rond een profiel wordt beïnvloed door de grenslaag bij de achterrand. Aandacht werd ook besteed aan het berekenen van laminaire loslatingsbellen. Begonnen werd met het uitbreiden van de tot nu toe gebruikte interactieve grenslaagvergelijkingen met compressibiliteit, turbulentie en normaal-drukgradiënten.

#### Aëroakoestiek

In opdracht van het NIVR werd de methode voor het berekenen van de geluidsdemping in kanalen met stroming, voorzien van geluidabsorberende wanden, voortgezet.

Een aantal proefberekeningen werd uitgevoerd, waaruit bleek dat de optimale impedantie (een maat voor de akoestische eigenschappen van de bekleding) sterk afhangt van de geluidsbron, de geluidsfrequentie, en de lengte van het kanaal dat met akoestisch materiaal is bekleed.

Het rekenmodel voor het voorspellen van het fanlawaai, dat gebaseerd is op de klassieke draagvlaktheorie, is in 1980 voor het eerst gebruikt. Inmiddels is dit programma uitgebreid, zodat statorbladen met een niet-radiale stand in rekening kunnen worden gebracht. Uit berekeningen bleek dat door een niet-radiale stand van de bladen een hoger geluidsniveau wordt verkregen, dit in tegenstelling met gangbare opvattingen.

Begonnen werd met een tweede programma, waarin door enige vereenvoudigingen en andere rekentechnieken korte rekentijden worden bereikt.

#### Onderzoek samenhangend met het meten in windtunnels

Besloten werd de werkzaamheden aan een nieuwe methode voor het corrigeren voor wandinvloeden voor meetplaatsen met gesloten of geventileerde wanden geheel te richten op de ontwikkeling van een NLR-methode. Een sterk vereenvoudigde mathematische formulering van het algemene wandinvloedprobleem kon worden opgesteld. Voorbereidingen worden getroffen om alle gegevens die deze methode oplevert experimenteel te kunnen verifiëren. In de MUK te Braunschweig werden metingen verricht van de wandinvloed in een meetplaats met spleetwanden zonder plenum. Ter ondersteuning van DNW werd een NASA-correctiemethode geëvalueerd die gebruikt kan worden voor het bepalen van een verantwoorde modelgrootte en voor het corrigeren van resultaten van metingen bij hoge draagkracht.

De methode om de tweedimensionale wandinvloed te bepalen uit gemeten drukverdelingen werd met succes experimenteel geëvalueerd in de PT aan een 15 cm model. Metingen aan een 18 cm model (de gangbare maat) worden voorbereid.

Uitgebreide kalibratiemetingen werden verricht in de HST met een lange statische buis en voor verschillende modelopstellingen.

Aan de hand van bij de DFVLR uitgevoerde metingen aan een tweedimensionaal profiel bij hoge getallen van Reynolds werden invloeden van de stoorstrip op de resultaten van weerstandsmetingen onderzocht. Dit onderzoek is van belang voor analyse van HST-metingen met stoorstrip. Tevens werden deze metingen gebruikt voor analyse van de invloed van het Reynolds-getal op de tweedimensionale profieleigenschappen.

De NLR-Kulitekegel werd in drie windtunnels van andere instanties gemeten en in de PT. Waarschijnlijk zijn verdere metingen nodig voor een verklaring van alle geconstateerde verschijnselen.

In 1980 werd veel aandacht besteed aan de verbetering van de halfmodeltechniek, waarbij onder andere is onderzocht in welke mate de grenslaag van de tunnelwand de resultaten van de metingen in de HST beïnvloedt. Tevens werd de invloed van turbulentie op de nauwkeurigheid van zogweerstandsmetingen nagegaan. Voor het meten van de buffetintensiteit aan een halfmodel in de HST werd de 'methode Jones' toegepast, die vergelijking met vluchtgegevens mogelijk maakt. Tenslotte werden speciale motorsimulatieproeven uitgevoerd in de HST, die van belang zijn voor verdere ontwikkelingen op het gebied van het gebruik van modelmotoren.

Voor metingen aan dubbeldeks-akoestische bekledingen is een drie-microfoontechniek ontwikkeld. De verwerking van akoestische-impedantiemetingen met de Fourier-analyzer werd uitgebreid, zodat meteen de relevante akoestische grootheden kunnen worden bepaald en de resultaten grafisch kunnen worden gepresenteerd.

#### Verwerking van de resultaten van windtunnelmetingen

In het bestaande Algemene Programma voor de Verwerking van Windtunnelmetingen (APVW) werden enkele aanpassingen en verbeteringen aangebracht, onder andere voor het verwerken van de resultaten van motorsimulatiemetingen in de LST 3 x 2. Tevens werden gedeelten van het postprocessingprogramma 'Aerodynamic Data Interactive Presentation and Analysis System' (ADIPAS) getest. Het ADIPAS-systeem werd verder ontwikkeld. Niet alleen windtunnelresultaten maar ook theoretische rekenresultaten kunnen met dit systeem worden bewerkt. Nagegaan wordt of ook de postprocessing van vliegproeven met dit systeem kan worden behandeld. Verwacht wordt dat een voorlopig gebruikerspakket van ADIPAS spoedig gereed zal komen.

Diverse aërodynamische programma's werden aangepast voor het oplossen van ad-hoc problemen. Tevens wordt getracht deze programma's geschikt te maken voor verdere bewerking van de resultaten ervan met het ADIPAS-systeem, vooral om onderlinge vergelijking van rekenresultaten van verschillende methoden (zoals nu in GARTEUR-verband gebeurt) te versnellen.

Een werkgroep onderzocht de mogelijkheid om te komen tot een geometriegegevensbestand en een gebruikerspakket ten behoeve van de uitvoering van aërodynamische berekeningen en voor de constructie en vervaardiging van modellen.

## 2.2 VLIEGTUIGEN

#### Werkzaamheden ten behoeve van ontwikkelingsprojecten

In opdracht van het NIVR en Fokker werd geassisteerd bij het uitvoeren van vliegproeven ter verhoging van de gewichtslimieten voor F28-vliegtuigen; prestatiemetingen vonden plaats waarbij STALINS werd toegepast. Tevens werd assistentie verleend tijdens 80 meetvluchten die dienden voor de geluidscertificatie van de F28, voorzien van motoren met interne mixer.

Geassisteerd werd bij geluidsmetingen in F27-serievliegtuigen en bij prestatiemetingen, in verband met een modificatie aan de motorinlaat.

Ten behoeve van het in opdracht van het NIVR en in samenwerking met Fokker te ontwikkelen meet-, registratie- en verwerkingssysteem voor vliegproeven met F29-prototypen werd een groot aantal werkzaamheden uitgevoerd op de gebieden van hardware- en software-specificaties, planning, systeemontwikkeling, bestellingen en aanschaffingen van subsystemen, e.d. Een Projecthandboek kwam tot stand; de organisatie en procedures die erin beschreven werden, konden grotendeels worden gerealiseerd. Een meetsysteem op basis van een 'Remote Multiplexer/Demultiplexer Unit' (RMDU), dat als een pilotsysteem

voor het meetsysteem van de F29 kan worden beschouwd, werd ingebouwd in het Metro II laboratoriumvliegtuig en in gebruik genomen. Aangezien de eerste druk-, hoogte- en snelheidstransducers afgeleverd werden, kon met de laboratorium- en vluchtbeproeving worden begonnen. Teneinde de analyse van meetresultaten te kunnen uitvoeren op zowel de centrale NLR-computer als de Fokker-computer, werd in nauwe samenwerking met Fokker een gemeenschappelijke handleiding samengesteld. Tevens is begonnen met de ontwikkeling van een centraal gegevensbestand, bestaande uit een aantal nauw samenhangende informatieverzamelingen. Ten behoeve van het boordcomputersysteem werd een aantal bestellingen geplaatst, een testprogramma werd opgesteld, en aan het ontwerp van de interface-unit werd gewerkt. Voor het testen van het ARINC-700 Avionicasysteem wordt een eigen systeem ontwikkeld, aangezien een dergelijk systeem niet op de markt is. Gewerkt werd aan de realisering van apparatuur voor het gesynchroniseerd toevoeren van de diverse ARINC-datastromen naar een magneetbandrecorder en de boordcomputer. Op verzoek van Fokker en het NIVR werden de voorschriften voor de certificatie van autolandsystemen onderzocht. Alleen met de 'Forward-Looking Camera'-methode bleek een graad van nauwkeurigheid te kunnen worden bereikt die aan de gestelde eisen voldoet.

#### Stabiliteit en besturing

In opdracht van het NIVR werd verder gewerkt aan de ontwikkeling van ontwerpcriteria voor moderne vliegtuigbesturingssystemen in de naderingsvlucht en landing. De resultaten van vluchtnabootseronderzoek m.b.t. de symmetrische en asymmetrische manoeuvre-eigenschappen werden geanalyseerd en gerapporteerd. Ter verificatie van de tot nu toe bereikte resultaten van het onderzoek op de vluchtnabootser werd, mede in opdracht van de RLD, een experiment uitgevoerd met de 'Total In-Flight Simulator' (TIFS: een vliegende simulator) van de USAF, waarbij de nadruk lag op de invloed die de beperkingen van een vluchtnabootser hebben op de bewegings-, zicht- en stress-simulatie, die vooral tijdens nadering en landing van belang zijn.

In het kader van de samenwerking met de DFVLR op het gebied van vliegeigenschappen werd een gezamenlijk vliegproevenprogramma uitgevoerd met het HFB 320 Hansa vliegtuig van de DFVLR, waarin het longitudinale besturingssysteem door de DFVLR en het laterale door het NLR waren gedefinieerd. De resultaten worden geanalyseerd. In opdracht van de RLD werden de manieren waarop 'failures' in besturingssystemen van vliegtuigen worden behandeld in de huidige voorschriften en de manieren waarop de kans op 'failures' wordt gehanteerd in de huidige ontwerpcriteria, geïnventariseerd.

Met betrekking tot de introductie van MLS werd een vluchtnabootseronderzoek uitgevoerd met een gesimuleerde F28. Hierbij werd de MLS-omgeving nauwkeurig nagebootst en werd een aantal naderingsvluchten uitgevoerd, tijdens welke de vliegtuigconfiguraties door klepuitslag en het uitdoen van het onderstel veranderden.

In het kader van de ANCP-werkgroep 'Flight Mechanics' werden gegevens uitgewisseld over vluchtnabootseronderzoek en vliegproeven met betrekking tot vliegeigenschappen.

In het kader van de studie van ontwerptechnieken voor met digitale signalen werkende vliegtuigbesturingssystemen werd, in opdracht van het NIVR, begonnen met een studie van de gevolgen van het toepassen van dergelijke systemen in verkeersvliegtuigen, met als eerste onderwerp het ontwerp en de certificatie ervan.

In het kader van de 'Exploratory Group 1' van GARTEUR werd onderzocht welke faciliteiten voor vliegmechanische research in de aangesloten landen aanwezig zijn en of er behoefte aan uitbreiding bestaat. In het kader van de 'Exploratory Group 2' van GARTEUR werden 'handling qualities guidelines' onderzocht voor toekomstige transportvliegtuigen.

Om de metingen van scheepsdekbewegingen tijdens helikopterlandingen te kunnen verwerken werd een computerprogramma ontwikkeld.

Tevens werden de wiskundige opzet van het vliegmechanicamodel voor helikopters en het gebruik ervan bestudeerd.

In een standaard-gegevensbestand werden de prestatiegegevens van een aantal vliegtuigen opgenomen als grondslag voor prestatieberekeningen. Gezocht werd naar een betere wiskundige benadering van de geïnduceerde weerstand, ten behoeve van toepassingen bij prestatieberekeningen.

Het PERFOC-prestatieberekenningsprogramma werd gemodificeerd, zodat dit programma via een grafisch-beeldschermterminal kan worden gebruikt.

Aan het Metro II laboratoriumvliegtuig werd gemeten welke invloed de apparatuurgondel heeft op de vliegprestaties.

#### Ergonomische aspecten van de vliegtuigbesturing

In opdracht van de RLD werden de resultaten van een eerder uitgevoerd experimenteel programma betreffende de gebruiksmogelijkheden van 'head-up displays' (HUD) in civiele vliegtuigen geanalyseerd. Hieruit bleek welke de belangrijkste HUD-parameters zijn uit het oogpunt van naderingsprestaties. Gebruik werd gemaakt van een wiskundig model voor het vlieger/vliegtuig-systeem om de invloed van met elkaar samenhangende variabelen systematisch te kunnen onderzoeken.

In opdracht van het NIVR werd de studie van de invloed van bepaalde visuele aspecten op het functioneren van de vlieger tijdens de nadering en de landing voortgezet. De studie, gericht op het wiskundig beschrijven van het verwerken van de visuele buitenwereld-informatie door de vlieger tijdens een realistische nadering en landing, werd afgerond. Op basis van goede resultaten tijdens evaluatieproeven wordt aangenomen dat het model thans voor een aantal vlieger/vliegtuig-problemen tijdens nadering en landing met vrucht kan worden toegepast. Een andere studie in dit kader betreft het functioneren van de vlieger als 'supervisor'. Een model werd ontwikkeld dat beschrijft hoe de vlieger visuele informatie waarneemt en verwerkt tot een beslissing ten aanzien van het bestaan van een onaanvaardbare situatie. Dit model bleek het effect van de taakvariabelen op het beslissingsgedrag van de vlieger tijdens een experiment zeer goed weer te geven. *Begonnen werd met een onderzoek om vast te stellen of het model ook realistische vliegtaken kan beschrijven.*

De mogelijkheden om het gebruik van 'Electronic Flight Instrument Systems' te onderzoeken in de vluchtnabootser en in de Metro II werden nagegaan.

#### Beproevingen- en meet-technieken voor onderzoek in de vlucht

De evaluatie van de mogelijkheden om met metingen in versnelde vlucht de prestaties en vliegeigenschappen van een verkeersvliegtuig te bepalen werd in 1980 voortgezet. Een aanvullend onderzoek bleek nodig voor de bepaling van de weerstandstoename bij hogere Mach-getallen uit de niet-stationaire meetresultaten. Dit onderzoek werd naar tevredenheid afgerond. Aangezien Fokker de niet-stationaire meetmethode naast de stationaire methode wil toepassen bij de F29-certificatie, werd een NLR-Fokker werkgroep 'Free Flight Software' (FFS) ingesteld om de programmatuur geschikt te maken voor operationeel gebruik. De werkzaamheden aan de STALINS-apparatuur en -programmatuur betroffen voornamelijk het analyseren en opheffen van fouten in diverse onderdelen, waarvoor aanvullende vliegproeven te Ypenburg en laboratoriumproeven werden verricht. Aangevuld met 'Forward-Looking Camera' apparatuur zal de STALINS-meetapparatuur ook voor de certificatie van automatische naderingen en landingen onder Cat. III omstandigheden gebruikt kunnen worden.

Met het Metro II laboratoriumvliegtuig werden metingen verricht teneinde meet- en registratiemethoden voor het bepalen van de opstellingsfout van een gesleepte statische kegel achter een vliegtuig verder te ontwikkelen. Ook werden testapparatuur en druktransducers beproefd en geëvalueerd.

#### Uitrusting van vliegtuigen en grondinstallaties

Ten behoeve van de ontwikkeling van het Navstar-satellietnavigatiesysteem was, in opdracht van het Directoraat-Generaal Materieel van het Ministerie van Defensie, een NLR-medewerker lid van het NAVO-team 'Navstar-GPS' te Los Angeles. Hij was in het bijzonder betrokken bij het ontwikkelen en het evalueren van gebruikersapparatuur. Tevens was hij project-leider bij de beproefing van een 'Controllable Reception Pattern Antenna'. Daarnaast werden door het NLR ondersteunende activiteiten verricht ten behoeve van het nationale Navstar-team, bijvoorbeeld het uitvoeren van een experiment gedurende een demonstratie op Ypenburg.

Voor het verifiëren van positieberekenningsmethoden werden meetvluchten uitgevoerd waarbij de vliegtuigpositie gelijktijdig met behulp van het Multi-DME/CADAS-systeem en met de 'tracking radar' van de DFVLR werd bepaald.

Voor het 'real-time' Metro II navigatiesysteem, waarin een ROLM 1602 B luchtwaardige computer is opgenomen, werd de programmatuur ontworpen. Tevens werden enkele positiebepalingsalgoritmen ontwikkeld en beproefd.

Met de KLM werd contact onderhouden over een nieuw computerprogramma voor 'gas-path analysis' van straalmotoren, dat door de KLM was aangeschaft. Voorts werden presta-

tietrends van een schroefturbinemotor en het gedrag van regelsystemen van een straalmotor met nabranders bestudeerd.

#### Vliegtuiggebruik

In opdracht van de KLM worden de door Airbus Industrie uitgevoerde studies van de werkbelasting in de stuurhut van de A310 begeleid en geanalyseerd. Voorts werden versnelingen gedurende taxiruns van een DC10 gemeten om de simulatie van de grondrol in vluchtnabootsers te kunnen verbeteren. Tevens werden met de vluchtnabootser de visuele omstandigheden, benodigd bij automatische landingen onder Cat. III zichtcondities, uitvoerig onderzocht.

In opdracht van de RLD werden de volgende onderzoeken verricht.

Begonnen werd met een literatuurstudie over voorschriften voor helikoptergebruik en over gewenste vlieg- en besturingseigenschappen voor helikopters. Advies werd verleend bij de werkzaamheden van de ICAO-werkgroep 'Automatic Systems'. Tevens werd begonnen aan de voorbereiding van een onderzoek op de vluchtnabootser om de invloed van bepaalde parameters op de langs- en dwarsbeweging van een vliegtuig na te gaan.

Ter inventarisatie van de problemen rond het ontwerp en de certificatie van digitale auto-landsystemen werd een oriënterende studie verricht.

Met als doel de certificatie van ijsprotectiesystemen zonder of met slechts beperkt gebruik van ijsvluchten te kunnen verrichten, werden de mogelijkheden van testvluchten met gesimuleerde ijsvormen en van het gebruik van windtunnelmetingen in de certificatieprocedure onderzocht.

Een literatuurstudie werd uitgevoerd naar rekenmethoden ter bepaling van de vorm van ijsafzetting op helikopterrotorbladen.

Voorts werd deelgenomen aan een AGARD-werkgroep die een rapport heeft opgesteld over de kennis betreffende ijsafzetting op helikopterrotoren.

Begonnen werd met het opstellen van richtlijnen voor het ontwerpen van sluit- en grendelsystemen van deuren in drukrompen van vliegtuigen. Bovendien werd de effectiviteit van waarschuwings- en beveiligingssystemen van dergelijke deuren onderzocht.

Een computermodel voor het 'pitch axis channel' van de stuurautomaat van de B747 werd opgesteld en op de vluchtnabootser geprogrammeerd. Het zal dienen voor onderzoek van beoordelingsmaatstaven voor de veiligheid van automatische landingssystemen.

Het zijdelings afwijken van het baanmidden van B747- en DC10-vliegtuigen tijdens landingen op de luchthaven Schiphol werd geanalyseerd, uitgaande van met AIDS geregistreerde gegevens. De resultaten zullen gebruikt kunnen worden bij onderzoek naar de voor starten en landen benodigde minimale baanbreedte.

Door voor een groot aantal landingen de 'windshear' op lage hoogte te bepalen en te analyseren wordt getracht vliegvelden op te sporen waar zich extreme 'windshear'-condities voordoen en verband te leggen tussen het optreden van 'wind-shear' en omstandigheden zoals meteorologische condities, terreingesteldheid, tijd en plaats. Voor dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van in een gegevensbestand verzamelde windgegevens die met AIDS zijn geregistreerd tijdens naderingen en landingen van B747- en DC10-vliegtuigen. Voorts werd een literatuurstudie verricht over verschillende 'windshear'-detectoren.

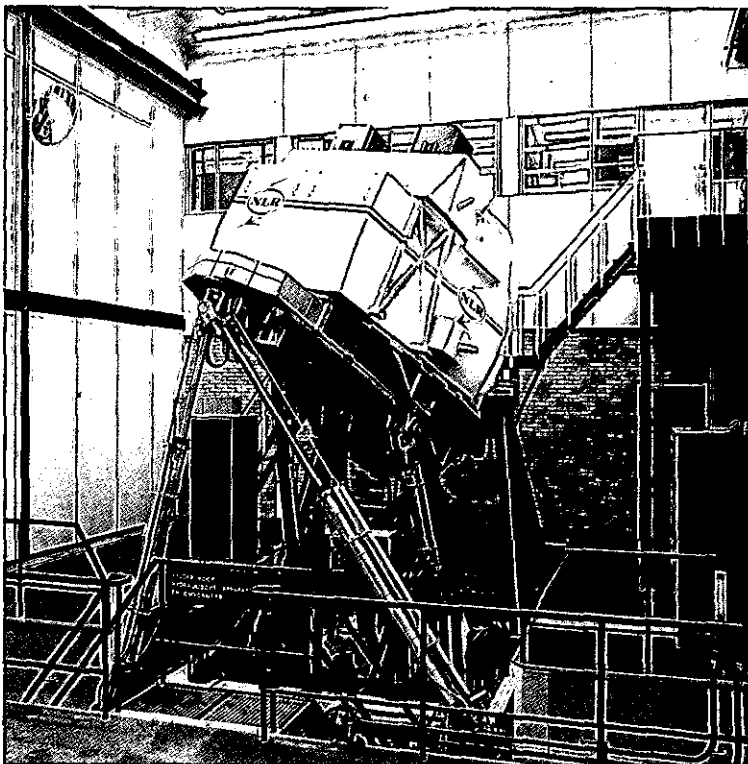
Gewerkt werd aan de voorbereidingen voor de eind 1981 uit te voeren overnamebeproeving van het nieuwe RLD-meetvliegtuig, een Cessna Citation, dat zal dienen voor de controle van navigatie- en landingshulpmiddelen. Onder meer werd in dit verband de mogelijkheid onderzocht het bij het NLR beschikbare digitale en analoge data-acquisitie systeem ADAU/DIDAU in deze Cessna Citation te installeren.

Het vóór de baandrempel van baan 06 van de luchthaven Schiphol opgestelde tipwerveldetectiesysteem kwam gereed en werd aan de RLD overgedragen. Er werden circa 2000 meetseries verricht. De verwerking en analyse van de meetresultaten werd vertraagd, doordat aanpassingen nodig bleken in de detectie-criteria van het computerprogramma waarmee de aanwezigheid van een tipwervel wordt herkend.

#### Luchtverkeersleidingsaspecten

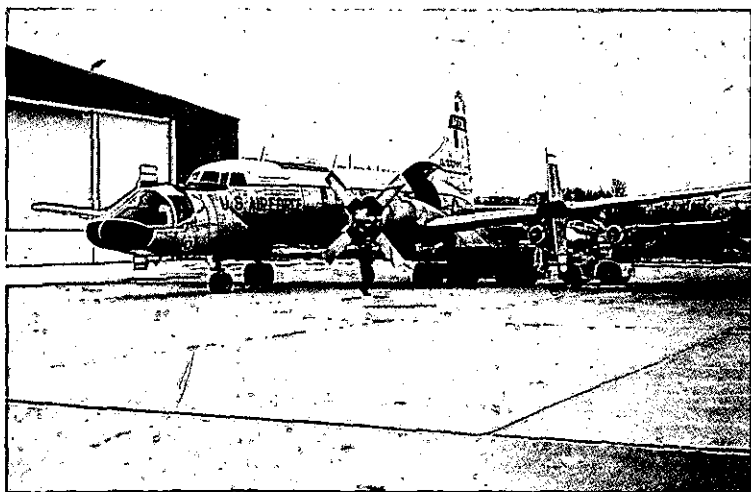
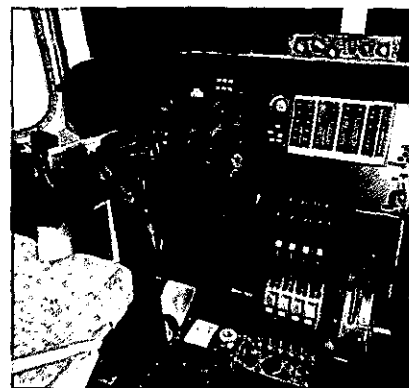
Op het gebied van luchtverkeersleidingsaspecten werden, in opdracht van de RLD, werkzaamheden verricht ten behoeve van de verdere ontwikkeling van de luchtverkeersleiding in het Nederlandse verkeersgebied en in het kader van verscheidene internationale werkgroepen.

Inzake de verkeersleiding in het Nederlandse luchtverkeersgebied werd nagegaan hoe de gemeten tracksnelheid kan worden toegepast voor baanberekeningsdoeleinden.



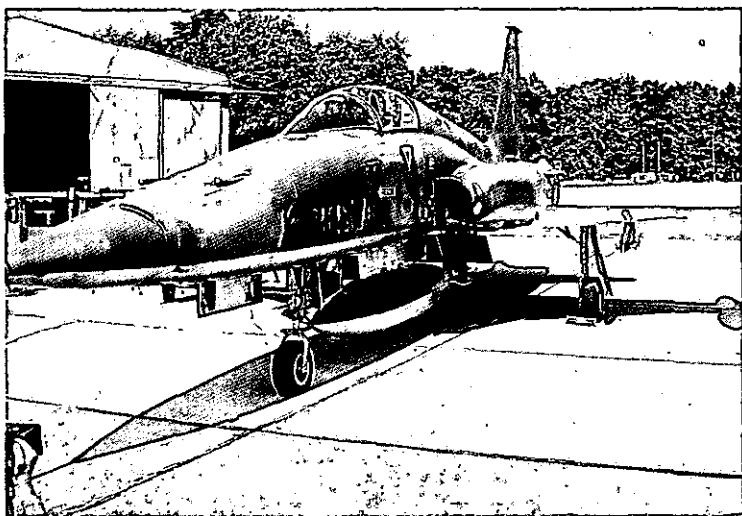
De NLR vluchtnabootser met bewegende stuurhut, voorzien van een tweepersoonsstuurhut.

*The NLR moving-base flight simulator, equipped with dual-seat cockpit.*



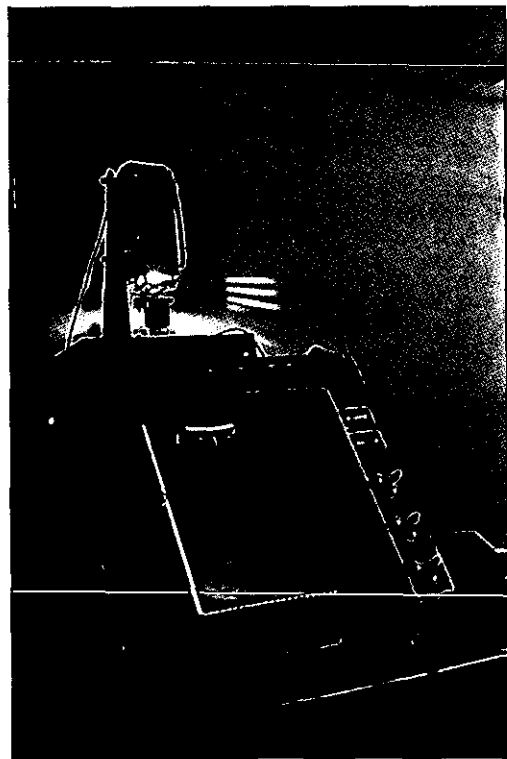
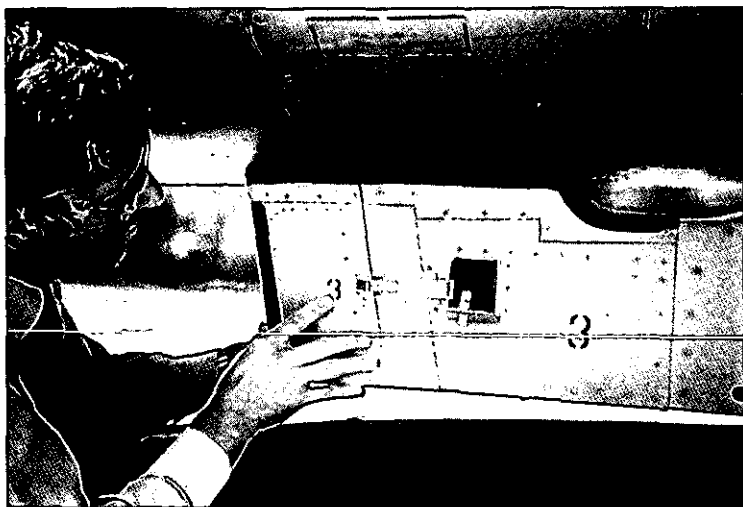
De 'Total In-Flight Simulator' (TIFS) van de Amerikaanse luchtmacht. Deze vliegende vluchtnabootser bevat een tweede stuurhut, van waaruit het vliegtuig kan worden bediend via een computer die zo geprogrammeerd is dat de stuurkrachten en vliegtuigreacties van andere vliegtuigen kunnen worden nabootst. Met de TIFS werd een proevenserie die was uitgevoerd op de NLR-vluchtnabootser herhaald, teneinde de betrouwbaarheid van de NLR-vluchtnabootser vast te stellen.

*The 'Total In-Flight Simulator' (TIFS) of the USAF. This flying flight simulator contains a second cockpit, from which the aircraft can be controlled by means of a computer, so that the control forces and aircraft reactions of other aircraft can be simulated. An earlier NLR moving-base flight simulator experimental program was repeated with TIFS in order to determine the reliability of NLR flight simulation.*



Het 'Delivery and Impact Analysis System' (DIAS). Dit systeem maakt het mogelijk schietoefeningen te doen door telkens als de vlieger de afvuurknop indrukt, foto's te nemen met een onder aan het toestel gemonteerde camera. Deze foto's worden met behulp van een afleesapparaat (digitaliseertafel, afbeeldingen rechts) in de computer ingelezen, waarna de computer het effect van de oefenvlucht reconstrueert.

*The 'Delivery and Impact Analysis System' (DIAS). With this system, gunnery practice can be obtained by taking photographs with a camera mounted to the aircraft, each time the pilot pulls the trigger. These photographs are fed into the computer by means of a photo-digitizer (pictures to the right), after which the results of a trial are reconstructed by the computer.*



Een computerprogramma werd geschreven waarmee de goede werking van conflictdetectie-programmatuur op basis van werkelijk gevlogen vliegbanen kan worden gecontroleerd. Overleg werd gepleegd met Eurocontrol over korte-termijn conflictdetectiemethoden. Met de RLD werd overleg gepleegd over de definitie en opzet van een studie ter bepaling van de sectorcapaciteit; begonnen werd met het samenstellen van verkeerssamples waarin aspecten van realistische verkeersafhandeling zijn verwerkt. De SATCO-vliegplangegevens werden op de gebruikelijke wijze verwerkt ten behoeve van de statistiek van het luchtverkeer en geanalyseerd. Assistentie werd verleend aan evaluatieteams voor de TAR 3 en de LAR. Meegewerkt werd aan een studie ter vervanging van het radarsysteem van de LVB. De toepassingsmogelijkheden van een 'moving-target detector' werden onderzocht. Nieuwe ontwikkelingen op de gebieden van het verwerken en presenteren van radarsignalen en van toekomstige radarketens werden nagegaan.

Tevens werd geassisteerd bij het onderzoek ter vervanging van het SARP-systeem. Diverse aspecten van mogelijke technische concepten werden geëvalueerd (software, hardware, gegevensorganisatie). Vervangingsplannen werden opgesteld.

In het kader van het eigen speurwerk werden algemene oriëntaties over nieuwe ontwikkelingen op het gebied van luchtverkeersbeveiliging verricht. Dit betrof literatuurstudies over de bepaling van de werkbelasting van verkeersleiders, over verhoging van de landingsbaan-capaciteit, over moderne radardataverwerkingsapparatuur, en over conflictdetectiemethoden. Begonnen werd met een onderzoek naar de toepassingsmogelijkheden van niet-lineaire filtermethoden voor 'radar tracking'.

Het NLR had een actief aandeel in het werk van het ICAO 'All Weather Operations Panel' (AWOP), het ICAO 'Panel for the Review of the General Concept of Separation' (RGCSF), en de 'North Atlantic Systems Planning Group' (NAT/SPG). De werkzaamheden voor AWOP betroffen voornamelijk de richtlijnen in verband met MLS, en de ontwikkeling en evaluatie van systeemtechnieken voor een bij MLS behorende precisie-DME.

In het kader van RGCSF en NAT/SPG werd meegewerkt aan het vaststellen van separaties in het Noord-Atlantische gebied (NAT) en in andere oceanische gebieden. Dit leidde o.m. tot de verlaging van de laterale separatie in de NAT van 120 tot 60 NM in oktober 1980. In Eurocontrol-verband werd medewerking verleend aan het NAV/SEP-panel op het gebied van vliegtuigseparatie en -navigatie en aan het SPACDAR-panel onder meer op het gebied van het verminderen van botsingskansen door vroegtijdige signalering van conflict-situaties in het luchtverkeer.

#### Vluchtnabootsing

Verschillende wiskundige simulatiemodellen werden verbeterd. Het aërodynamisch model van de B747 werd gecomprimeerd om de rekentijd te bekorten. Het brandstofsimulatie-model van de F28 werd vergeleken met gegevens uit de handboeken. Een model werd opgesteld voor landingsbaanruwheid, en de onderstelsimulatie van het 'wide-body'-model werd gewijzigd. Door middel van een evaluatieprogramma werd bepaald wat de meest realistische instelling was van bepaalde parameters in het digitale turbulentiemodel. De invloed van de integratiestapgrootte in het digitale simulatieprogramma op de vliegtuigresponsies werd onderzocht; tevens werd dit programma aangepast en uitgebreid ten behoeve van de ingebruikneming van de tweepersoonsstuurhut.

Snellere routines werden opgesteld voor de assenconversie voor het bewegingsmechanisme en voor de driedimensionale 'table-look-up' functiegeneratie.

Meegewerkt werd aan de AGARD-FMP Werkgroep 10, die de eigenschappen van zicht-nabootsingsystemen bestudeert. Begonnen werd met het meten van de dynamische eigenschappen van het TV-maquettezichtstelsel van de NLR-vluchtnabootser.

#### Verwerking van de resultaten van vliegproeven

De specificaties en het ontwerp van een gegevensbestand zijn getoetst aan diverse gebruikerseisen; nagegaan werd hoe de resultaten van vliegproeven met die van windtunnelmetingen zouden kunnen worden vergeleken. Ook de toegankelijkheid en de bereikbaarheid van het gegevensbestand werden onderzocht.

Voor het DVSF werd een aanzienlijk deel van de programmatuur aangepast wegens de overgang van de CDC 1700 computer naar de Modcomp Classic computer. Tevens werd een programma voor het beheren van magneetbanden en files geschreven. De specificaties voor nieuwe preprocessing-programmatuur werden opgesteld. De verbinding van de Modcomp Classic met het NLR-computernetwerk werd tot stand gebracht.

## 2.3 CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

Werkzaamheden  
ten behoeve van  
ontwikkelingsprojecten

De werkzaamheden voor het Fokker F29-project werden, in opdracht van het NIVR en in samenwerking met Fokker en deels in samenwerking met de Afdeling der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TH Delft, voortgezet. Eind 1980 werden de bereikte resultaten geïnventariseerd in verband met mogelijke toepassing door de voorontwerpgroep van Fokker.

In het kader van de materiaalkeuze voor de aluminium smeedstukken werden van enkele AlZnMgCu-smeedlegeringen (7075-T73, 7175-T736, 7050-T736) vermoeiingsdiagrammen bepaald. De invloed van het anodiseerproces bleek aanzienlijk te zijn. Tevens werd de invloed nagegaan van de oppervlaktebehandeling op de vermoeiingslevensduur van de aluminiumlegeringen 2024-T3 en 7475-T761, die belast werden volgens het remousspectrum MINITWIST.

Het onderzoek aan drukhuiden betrof in 1980 beproeving van en berekeningen aan paneelconfiguraties met hoedverstijvers. Met het programma BUCLASP werd de kniksterkte in het elastisch/plastische gebied berekend. Verder werd gewerkt aan het STAGS-model, teneinde het gedrag van geometrisch imperfecte en/of excentrisch belaste panelen beter te kunnen voorspellen.

Ook aan trekhuiden werden experimenten uitgevoerd (vermoeiing, reststerkte) en berekeningen verricht. Uitvoerig vermoeiingsonderzoek vond plaats aan de rib/verstijver-verbinding. De reststerkte van gerepareerde panelen met 'multiple damage' in de nagelrij ter plaatse van de rib/huid-aansluiting werd gemeten. Voorts werd de wenselijkheid van compensatieplaatjes of haarnetten (compensatieplaatjes plus strippen onder de verstijvers) uit vermoeiingsoogpunt proefondervindelijk nagegaan. Aan een paneel met trekhuidkoppeling werden reststerkteproeven en reststerkteberekeningen met het BOND-programma uitgevoerd. Het paneel bezweek bij de door het BOND-programma voorspelde belasting.

Het programma CORPUS voor de berekening van scheurgroei snelheden onder vluchtsimulatiebelastingen is vrijwel gereed; het werd reeds toegepast voor het bestuderen van in de praktijk voorkomende problemen. Goede voortgang werd geboekt bij de ontwikkeling van een techniek om K-factoren te berekenen voor spanningsconcentraties bij scheurtippen in gecompliceerde samengestelde constructies. Voor een paneel uit een luikenbaan werden K-factoren berekend voor verschillende scheurconfiguraties; diverse rekentechnieken werden geëvalueerd, waarna de resultaten ook werden vergeleken met beschikbare experimentele gegevens.

De toepassingsmogelijkheden van composietmaterialen in primaire en secundaire constructiedelen werden verder onderzocht in samenwerking met Fokker en de TH-Delft. Een aantal werkgroepen hield zich bezig met specifieke aspecten van deze onderzoeken, zoals inspectieproblemen (inslagschade, vermoeiingsschade), knik van laminaten, en certificatiecriteria. Tevens werd de ontwikkeling voortgezet van eerder met het programma BUCLASP geëvalueerde composietpanelen, die zouden kunnen worden toegepast in het staartvlak van de F28 of F29. Nadat eerst de componenten afzonderlijk waren beproefd (hoedverstijvers, plaatstrips) werden proefpanelen gedefinieerd om twee composietconfiguraties en één aluminiumconfiguratie te kunnen meten en vergelijken.

Belastingen op vliegtuigen

Aangezien voor vliegtuigen met een niet-lineair responsiegedrag de 'Power Spectral Density' methode niet kan worden gebruikt voor het bepalen van de ontwerpbelasting, werd voor dit geval in opdracht van het NIVR een benaderingsmethode voor de bepaling van de belastingoverschrijdingskans ontwikkeld. Deze methode, toegepast voor een aantal eenvoudige vliegtuigmodellen en één gecompliceerd model, gaf resultaten die goed overeenstemden met op een analoge computer gemeten waarden.

In aansluiting op scheurgroei proeven op gekerfde plaatproefstukken uit Alclad 7075-T6 en 2024-T3 volgens een bepaald F27-vluchtsimulatieprogramma, werden in 1980 proeven verricht met een andere wijze van simulatie van de staart van het belastingsspectrum. Overeenkomstige onderzoeken werden uitgevoerd op geklonken lichtmetalen proefstukken.

In opdracht van de KLM werd voortgegaan met het opslaan van vermoeiingsgegevens van KSSU-vliegtuigen in het AIDS-gegevensbestand. Het aantal vliegtuigen dat meedoet aan dit programma werd uitgebreid. In totaal waren eind 1980 de gegevens van 8000 vluchten

in het gegevensbestand opgeslagen. Ondersteuning werd gegeven aan de KLM bij een studie van de levensduur van B747-vliegtuigen. De opzet van het gegevensbestand en de bijbehorende programmatuur werd geoptimaliseerd.

In opdracht van de RLD werd aandacht besteed aan de belastingservaring van vliegtuigen in de landings- en in de startfase. Met het programma ANALY, dat hiervoor werd aangepast, werden de benodigde gegevens uit het AIDS-gegevensbestand geselecteerd. De studie wordt verdiept en voortgezet.

In verband met de bepaling van de veilige levensduur van helikopteronderdelen werd aandacht besteed aan de statistische aspecten van de levensduurberekening.

Aangezien moderne servohydraulische apparatuur ieder gewenst spectrum voor de vermoeingsbelasting kan genereren, is de behoefte ontstaan aan methoden voor het genereren van belastingsvolgorden met specifieke statistische eigenschappen. Daartoe werd speciale basis-programmatuur ontwikkeld, die een quasi-stationair, Gaussisch signaal oplevert en een vrij te kiezen vermogensspectrum.

#### Dynamisch gedrag van constructies

Een eerder ontwikkelde methode om doorbuigingen van vleugels met grote slankheid te berekenen bleek na onderzoek betrouwbaar, mits de traagheidsmomenten van de vleugeldoorsneden voldoende nauwkeurig worden opgegeven.

Experimenteel werd een methode onderzocht waarmee de trekkracht in kabels, bijvoorbeeld van hang- en tuibruggen, kan worden bepaald door de frequenties van laterale kabeltrillingen te meten.

#### Statische sterkte en stijfheid van constructies

Het onderzoek ter evaluatie van methoden voor het meten van vervormingen werd voortgezet.

Met het programma STAGS werden vergelijkende berekeningen uitgevoerd, waaruit bleek dat het rekenprogramma BOND de effectiviteit van de verstijvers voor reductie van de tipspanning voldoende nauwkeurig bepaalt bij paneelconfiguraties met een scheur tussen de verstijvers.

In opdracht van het NIVR werd een analytisch model uitgewerkt voor het berekenen van spanningen en rekken bij een opgerekt gat. Tevens werden de rekken experimenteel bepaald. De experimenteel verkregen resultaten worden geanalyseerd en vergeleken met de theoretische.

In het onderzoek naar scheurgroei en breukcriteria voor dunne plaat werden meetgegevens over scheurgroei geanalyseerd, om zo het gedrag van verschillende parameters tijdens de scheurgroei te bestuderen. De scheurtip-openingshoek bleek een bruikbare parameter om het scheurgroeigedrag te beschrijven. Ook werd de kritieke waarde van de scheurtip-openingshoek voor een aantal materialen experimenteel bepaald. Het eindige-elementenprogramma PLASTIC werd geschikt gemaakt voor en met succes toegepast bij de voorspelling van het scheurgroeidiagram van een centraal gescheurd plaatproefstuk. Om tot beperking van de rekentijd te komen, werd onder meer de bruikbaarheid van eenvoudiger analytische modellen getoetst. Een nieuwe analyse werd verricht van het rek- en spanningsveld in geval van stationaire scheurgroei. Bijgedragen werd aan de totstandkoming van een nieuwe standaard voor de bepaling van scheurgroeiweerstandskrommen.

Een knikberekening werd uitgevoerd aan een op trek belaste plaat met centrale scheur, om voorwaarden voor het toepassen van 'anti-buckling guides' tijdens deze experimenten te kunnen vaststellen.

In opdracht van het NIVR werd verder gewerkt aan de ontwikkeling van methoden voor de berekening van spanningsintensiteitsfactoren, om daarmee de vlakke scheurgroei in en de levensduur van beslaglippen met hoekscheuren te kunnen voorspellen. In de eindige-elementenberekeningstechniek werd een complexer algoritme ingebouwd, waarmee goede resultaten werden bereikt. Daarnaast werd de eerder ontwikkelde techniek van de stapsgewijze scheurgroeiberekening verder toegepast. Deze techniek werd onder meer geverifieerd door vergelijking van de resultaten ervan met gegevens uit experimenten aan oppervlakte-scheuren. Ook werden vergelijkende scheurgroeiberekeningen uitgevoerd met K-factoren uit de literatuur.

Een uitvoerig literatuuronderzoek vond plaats over breukmechanismen van gelaagde platen. Voorbereidingen werden getroffen voor een proevenprogramma om het verband tussen schade-groeiensnelheid en optredende belasting te kunnen vaststellen. Ook werd een

rekenprocedure opgezet waarmee de spanningsconcentratie bij scheurtippen en bij delaminatiegrenzen kan worden bepaald.

In opdracht van het NIVR werden drie programma's verder ontwikkeld: ARREST — een programma voor reststerkteanalyse van panelen met geklonken verstijvers in het elastisch-plastische gebied, BOND — een vergelijkbaar programma voor gelijmde verstijvers, en CRAPRO — een programma voor de berekening van de scheurgroei-eigenschappen van panelen met gelijmde verstijvers in het elastische gebied, onder constante-amplitude belastingen.

## Materiaaleigenschappen

De invloed van de afschriksnelheid na het oplosgloeien van een aantal aluminiumlegeringen in de vorm van dikke plaat op de hardheid en corrosiegevoeligheid van deze legeringen werd nagegaan door het uitvoeren van spanningscorrosieproeven op 2024- en 7075-materiaal na verschillende afschriksnelheden. De microstructuur werd onderzocht met een elektronen-microscoop.

Een vergelijkend onderzoek werd uitgevoerd naar de materiaaleigenschappen van de dikke-plaatlegeringen 7010-T76, 7010-T736, en 7050-T736. Ook de technische eigenschappen van de smeedlegeringen 7075-T73, 7175-T736, AZ 74.61 en 7050-T736 werden met elkaar vergeleken.

Een vergelijkend onderzoek vond plaats van het reststerkte- en vermoeiingsgedrag van een aantal 'cross ply' koolstoflaminaten.

Om het reststerkte- en vermoeiingsgedrag van koolstof/epoxy-sandwichpanelen en laminaten na inslag schade te kunnen onderzoeken, werd aan beschadigde sandwichpanelen met Nomex-kern en huidplaten van koolstof/epoxy-laminaten de schade-uitbreiding onder trek/druk-vermoeiing gemeten. In het kader van de GARTEUR-samenwerking werd door DFVLR, ONERA, RAE en NLR begonnen met het onderzoek naar de schadetolerantie van koolstoflaminaten om het effect van de inslag schade op de reststerkte- en vermoeiings-eigenschappen na te gaan. Bovendien werd de invloed van vocht opname en temperatuur op het breukgedrag van 90° koolstof/epoxy-laminaten onderzocht.

Gezien de grote spreiding in de resultaten van scheurweerstandproeven van lijmnaden, werd veel aandacht besteed aan de methode waarmee de scheurweerstand van gelijmde constructies wordt gemeten en berekend. De relatie tussen compliantie van het proefstuk en de scheurlengte werd onderzocht, alsmede de geometrieafhankelijkheid van de scheurweerstand.

De mogelijkheid om vezelversterking van de lijmnaden in gelijmde verbindingen toe te passen werd onderzocht door middel van vermoeiingsproeven aan proefstukken met een verdubbelingsplaat en aan proefstukken met een enkelzijdige verbindingsplaat.

## Vermoeiing

In het kader van de samenwerking met de DFVLR op het gebied van het voorspellen van de vermoeiingslevensduur werden twee DFVLR-methoden voor de voorspelling van de initiatielevensduur getoetst met behulp van NLR-experimenten. Tevens leverde het NLR geanodiseerde en ongeanodiseerde omgekeerde proefstukjes aan de DFVLR teneinde uit beproevingen de invoergegevens te kunnen afleiden voor een numerieke DFVLR-voorspellingsmethode en voor de 'Neuber Control Test'. Beide methoden bleken goede resultaten op te leveren voor geanodiseerd materiaal; aan de analyse van de resultaten voor ongeanodiseerd materiaal wordt gewerkt.

In opdracht van het NIVR werden de vermoeiingsscheurgroei-eigenschappen van laminaten en dikke-plaatproefstukken met elkaar vergeleken door beproeving van plaatproefstukken en laminaatproefstukken van de legering 7010. Tevens werd de invloed van anodiseren op de vermoeiingslevensduur nagegaan door vluchtsimulatiebelastingsproeven op proefstukken van de aluminiumlegeringen 2024-T3 en 7075-T6 met verschillende behandelingen. Ook werd de invloed van lospellende lijmnaden onderzocht door beproeving van 2024-T3 lapnaden, gelijmd met Redux 775, met behulp van het vluchtsimulatieprogramma TWIST bij diverse vluchtbelastingsniveaus. De invloed van scheurstophmethoden werd nagegaan door diverse methoden te testen op 2024-T3 proefstukken onder constante-amplitudebelasting.

Het 'AGARD-Coordinated Corrosion Fatigue Cooperative Testing Programme' (CFCTP) werd in 1980 voortgezet met het op identieke wijze verrichten van proeven om de invloed van voorafgaande corrosie op de vermoeiingslevensduur te bepalen. De voorlopige uitkomst

van de analyse geeft opmerkelijke verschillen in de resultaten te zien. Ook werden in dit kader 2024-T3 proefstukken met een Fokker F28-verfsysteem onderworpen aan vermoeiingsproeven met vluchtsimulatiebelasting (MINITWIST).

Eveneens in opdracht van het NIVR werd het programma voor de berekening van scheurgroeisnelheden onder variabele-amplitudebelasting verder uitgebreid, nadat gebleken was dat bij 2024-T3 plaatmateriaal andere effecten kunnen optreden dan bij het eerder bestudeerde 7075-T6 plaatmateriaal. De resultaten van dit verbeterde programma voor de scheurgroei bij variaties van het F27-spectrum kwamen goed overeen met beschikbare resultaten van experimenten.

In het kader van de GARTEUR-samenwerking worden de resultaten van diverse scheurgroei modellen vergeleken met een goed gedefinieerd stel experimenteel bepaalde scheurgroei gegevens. Door het NLR werd een uitgebreide proevenserie uitgevoerd. Uit de vergelijking van de scheurgroei voorspellingen met de experimentele resultaten bleek, naast enkele meer algemene inzichten, dat het model van Schijve redelijke resultaten geeft en dat de nieuwe modellen van het NLR en de ONERA, die scheursluiting en volgorde-effecten goed in rekening brengen, zeer goede resultaten geven.

Corrosie, spanningscorrosie  
en waterstofbrosheid

Teneinde een goede indirecte methode te ontwikkelen om de scheurlengte te meten bij de bepaling van de weerstand tegen spanningscorrosie in DCB-proefstukken — noodzakelijk omdat de scheurlengteverandering dikwijls niet direct kan worden gemeten omdat het proefstuk in een corrosief milieu is ondergedompeld of zwaar is gecorrodeerd — werd een opstelling ontworpen en met een proevenprogramma begonnen om het verband tussen herleide en direct afgelezen scheurlengten te leren kennen.

In opdracht van het NIVR werd het onderzoek naar de invloeden van de proefstukvoorbereiding en het corrosief milieu bij spanningscorrosieproeven voortgezet. Door variaties in de voorbehandeling en in het corrosief milieu aan te brengen tijdens spanningscorrosie-scheurinitiatie- en -groei proeven wordt getracht de beproevingscondities vast te stellen waaronder een betrouwbare materiaalvergelijking mogelijk is.

Het onderzoek naar de structuur en samenstelling van coatings werd voortgezet. Met diverse deskundigen in de VS werd van gedachten gewisseld over de resultaten van corrosie-beproevingen van coatings en over toekomstige ontwikkelingen. Ook in Engeland werden fabrieken bezocht, waarbij gesproken werd over hoge-temperatuur coatings. Een structuur-onderzoek werd uitgevoerd op coatings die in het F100-programma werden beproefd.

Niet-destructief onderzoek  
(NDO)

Veel aandacht werd besteed aan het systematisch verwerken van grote hoeveelheden NDO-inspectieresultaten, die worden verkregen als een groot aantal onderdelen wordt geïnspecteerd door meerdere inspecteurs die verschillende NDO-technieken toepassen. Een rapport over statistische bepaling van de betrouwbaarheid van NDO kwam gereed.

Een studie werd gemaakt van de theorie van het wervelstroomprincipe en van praktische toepassingen van dit principe.

Deelgenomen werd aan Nederlandse werkgroepen op het gebied van kwalificatie van onderzoekers die NDO-technieken toepassen. Een 'Overlegcommissie Luchtvaart-NDO' werd opgericht, die onder meer de kwaliteit van twee cursussen op het gebied van niet-destructief onderzoek voor luchtvaartinspecteurs kritisch beziet.

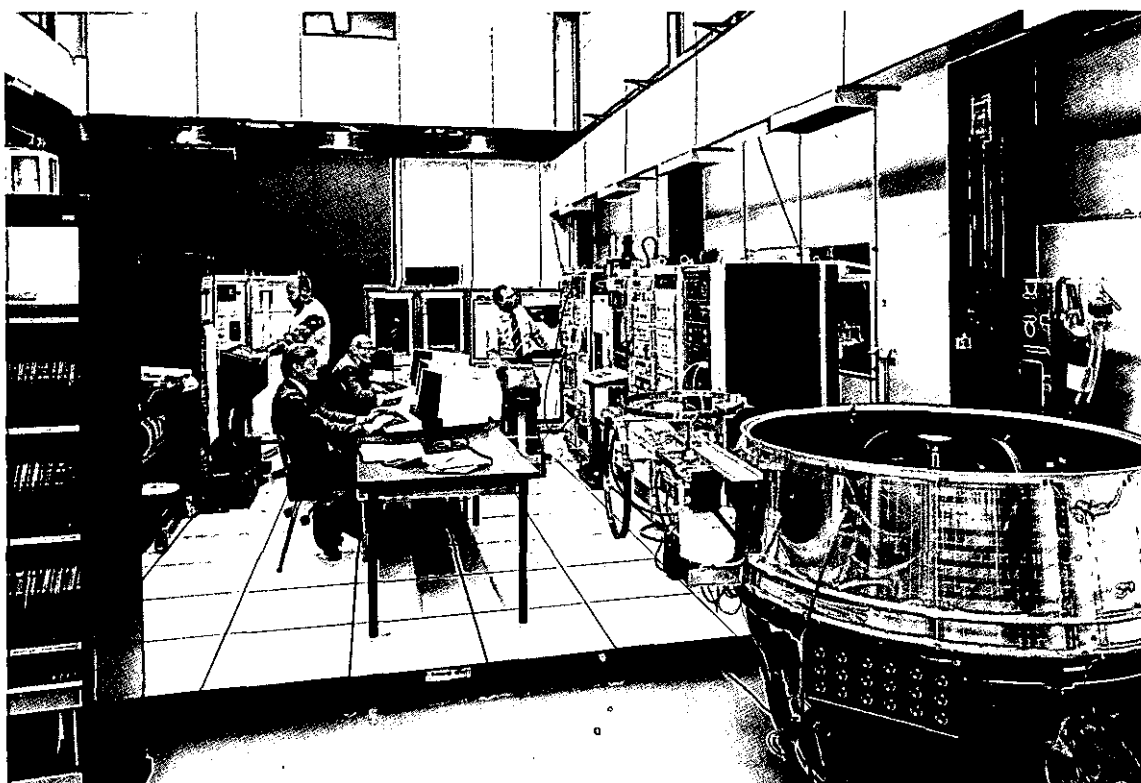
## 2.4 RUIMTEVAART

Werkzaamheden  
ten behoeve van  
internationale projecten

De beproeving van het EXOSAT-standregelsysteem, in opdracht van de ESA, werd voorbereid. Op de enkelassige tafel, die is uitgerust met een koppelmotor voor het simuleren van stuurpulsen van de reactiemotoren, zullen de gyroscoop en de 'star-tracker' van dit systeem worden gemonteerd. De elektronica die de regelwet bevat, is naast de tafel aangebracht. Het systeem wordt vanuit de PACER-computer bestuurd. De software hiervoor werd ontwikkeld en voor de diverse verbindingen werden interfaces gemaakt. Een simulator werd gebouwd waarmee de maan en de diverse sterren kunnen worden gesimuleerd.

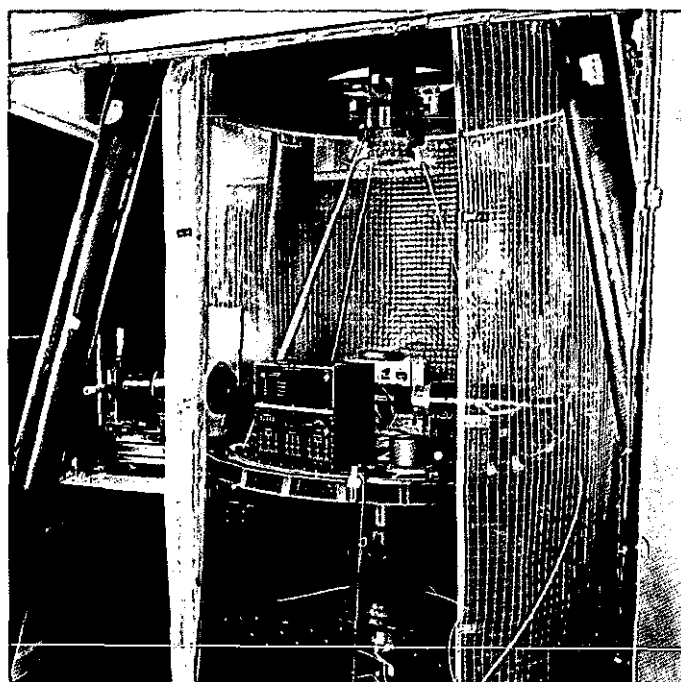
In opdracht van de ESTEC werden de beproevingen voor de kwalificatie van deksels van NiCd-batterijen voltooid. Met de eindrapportering werd begonnen.

De eerder door het NLR voor ESTEC ontwikkelde software voor de 'Starmapper' en de



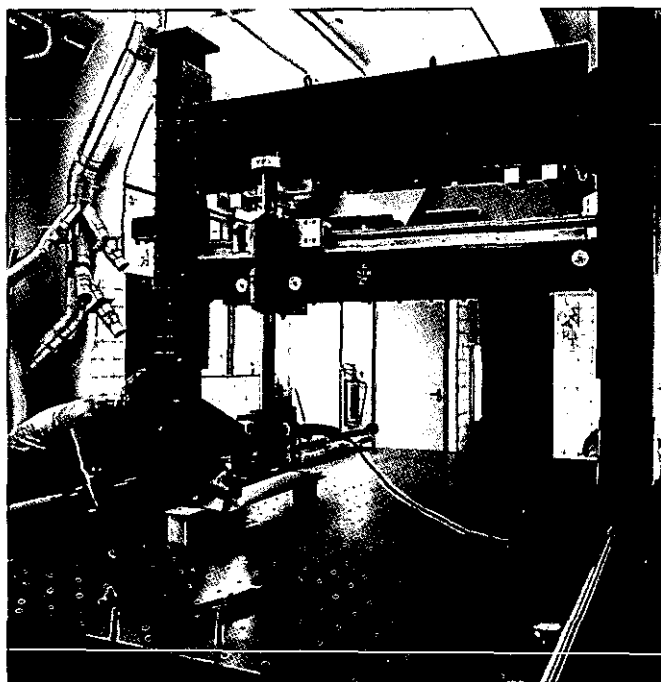
De IRAS 'ground-checkout' apparatuur in gebruik bij de integratie van de satelliet bij Fokker. Hiermee werden in 1980 door het NLR systeemtesten op de IRAS uitgevoerd (foto: Fokker B.V.).

The IRAS ground-checkout equipment in use during the satellite integration at Fokker. With this equipment, NLR performed IRAS system tests in 1980.



De kleine enkelassige tafel voor de dynamische beproeving van het EXOSAT-standregelsysteem. Rechts op de tafel zijn de sterresensor en de gyroscop zichtbaar en links de stersimulator. Twee gordijnen beschermen de tafel tegen ongewenste stoorkoppels.

The small single-axis table for dynamic testing of the EXOSAT attitude control system. Visible are the star sensor and the gyroscope on the table (middle right) and the star simulator (middle left). Two curtains protect the table against unwanted disturbance torques.



Copieerzaaginrichting, ontwikkeld voor het zagen van contouren op de gekozen doorsneden van grote windtunnelmodellen, uitgevoerd in licht verspaanbaar materiaal.

Copying sawing arrangement, developed for the sawing of contours at specific cross sections of large wind tunnel models, made of easy-to-cut materials.

'Meteosat' werd, voorzien van documentatie, aan ESOC overgedragen. Een aantal referenties werd geproduceerd om de conversie van deze software naar de ESOC-computer te kunnen verifiëren.

In samenwerking met Fokker en Signaal werd begonnen aan een onderzoek in opdracht van de ESA naar ontwerpmethoden voor software voor standregeling, geïmplementeerd in boordcomputers van satellieten.

Van de ESA werd opdracht ontvangen voor het meten van de koppelruis van vijf representatieve reactiewielen van Europees fabrikaat en voor het verrichten van een theoretische studie naar de invloed van deze stoorkoppels op het regelgedrag van standregelsystemen. De studie van de toepassingsmogelijkheden van eindige-elementenmethoden bij berekeningen van scheuren in satellietconstructies werd afgerond met een rapport.

In opdracht van de ESA en van het NIVR werd een onderzoek verricht naar de meest geschikte technieken voor het coderen van telemetriesignalen op verbindingen tussen satelliet en grondstations. Onderzocht werd of de vereiste signaal/ruis-verhouding nog verder zou kunnen worden verlaagd door toepassing van een speciale codeer/decodeer-techniek. Advies werd uitgebracht aan de ESA over de meest geschikte techniek, en de noodzakelijke algoritmen voor de gegevensbewerking in de satelliet en in het grondstation werden ontwikkeld.

#### Werkzaamheden ten behoeve van nationale projecten

In het kader van het IRAS-project werd gewerkt aan vier deeltaken: grondoperaties, boord-software, beproeving van het standregelsysteem, en de beproeving van de satelliet met behulp van 'ground-checkout equipment'.

De werkzaamheden ter voorbereiding van de IRAS-grondoperaties werden verplaatst van Slough naar Chilton (U.K.). Nadat een 'pre-integration review' was gehouden, werd begonnen met het testen en met de integratie van het grondoperatiesysteem. De invoergegevens voor deze tests werden verkregen uit het vluchtmodel van de IRAS en uit gesimuleerde instrumentgegevens.

Parallel hieraan werd, in samenwerking met het Jet Propulsion Laboratory (V.S.), begonnen met de 'missions-operations' activiteiten. Voorstellen werden gedaan voor een test- en trainingsfase, voor de operationele organisatie en voor de bijbehorende documentatie. De 'on-board' software werd op een aantal punten gewijzigd en aangevuld. Het P856-programmeerstation, voor de vervaardiging van deze software, werd naar Chilton overgebracht. De beproeving van het standregelsysteem werd in 1980 voltooid. Het 'ground check-out equipment' werd overgebracht naar Fokker voor toepassing bij de integratietests van de IRAS-satelliet. Van Fokker werd het tijdelijk overgebracht naar ESTEC, waar de thermische-vacuumbeproeving van de satelliet plaatsvond.

In het kader van de IRAS-opvolger werd met Fokker en Signaal een 'feasibility'-studie verricht voor een wetenschappelijke röntgensatelliet (TIXTE). De dataverwerkingsaspecten werden door het NLR bestudeerd. In verband met de grote hoeveelheid meetgegevens wordt een integrale aanpak van het datasysteem aanbevolen; in samenwerking met röntgenastronomen in Nederland werd een concept voor een dataverwerkingssysteem opgezet. Tevens werden werkzaamheden verricht in het kader van de studies voor de 'Tropical Earth Resources Satellite' (TERS). Voor details wordt verwezen naar hoofdstuk 2.6.

In opdracht van het KNMI werd door Signaal en door het NLR gewerkt aan het ontwerp en de realisering van een grondstation voor de ontvangst, de verwerking en de presentatie van beelden afkomstig van de TIROS-N/NOAA weersatellieten (KOSMOSS). Het NLR-aandeel betreft het systeem dat op 'real-time' basis de gegevens verwerkt en presenteert. Het functionele ontwerp van het systeem kwam gereed, alsmede de systeemspecificaties en het technische ontwerp van de hardware en software. De procescomputer werd geselecteerd en besteld. Ook werd een hoge-resolutie laser-recorder besteld. Meegewerkt werd aan de keuze van de apparatuur voor het KNMI facsimilé-netwerk.

#### Spacelab-experiment

De voorbereidingen voor het NLR-experiment tijdens de eerste Spacelab-vlucht, ter bestudering van het gedrag van vloeistoffen onder gewichtloze omstandigheden, werden voor-gezet. De vloeistofvaatjes werden uitvoerig in de 'Fluid Physics Module' (FPM) getest, teneinde de mogelijkheden van de FPM vast te stellen, de uitvoerbaarheid van het Spacelab-

experiment aan te tonen, en de 'payload specialists' te instrueren. Aan de evaluatie van deze proeven wordt gewerkt.

Het wiskundig model van de vloeistofdynamica werd geschikt gemaakt voor de beschrijving van rotatiesymmetrische configuraties.

Begonnen werd met de formulering van een beschrijvings- en rekenmethode voor een statisch vrij vloeistofoppervlak met voorgeschreven oppervlaktespanning en randhoek.

#### Thermisch-vacuümonderzoek

In opdracht van het NIVR werd het onderzoek aan warmtepijpen voortgezet. Het programma voor de berekening van de eigenschappen van warmtepijpen met variabele warmtegeleidingscapaciteit (VCHP) werd geoptimaliseerd. Het programma geeft voor bepaalde temperatuurgebieden en vulvloeistoffen betere resultaten dan tot dusver gebruikte methoden. Een proefopstelling voor VCHP's werd gebouwd. Een warmtepijp met constante warmtegeleidingscapaciteit (CCHP) werd beproefd. De vulinstallatie voor het vullen van warmtepijpen werd in gebruik genomen. Het elektro-osmotisch effect bij hogere veldsterkten werd experimenteel bestudeerd in een gewijzigde meetopstelling.

#### Standregeling van ruimtevaartuigen

In opdracht van het NIVR werd de toepassing van moderne regeltechnieken ten behoeve van de standregeling van ruimtevaartuigen verder onderzocht. Met de IRAS als voorbeeld werden filteralgoritmen voor de sensoren en regelalgoritmen voor het standregelsysteem ontworpen en geprogrammeerd. Computersimulaties werden uitgevoerd om de eigenschappen van het geregelde gesloten systeem te onderzoeken, waarbij gebruik werd gemaakt van z.g. 'truth'-modellen van de satelliet, het reactiewiel, en de standsensoren. Deze algoritmen zullen in de boordcomputer van een hardware-opstelling worden geprogrammeerd. Als voorbereiding hierop werd het simulatieprogramma van de CYBER- naar de PACER-computer overgezet.

*De studie naar de rol van martingalen bij optimale toestandsschattingen werd afgerond.* Begonnen werd met een studie van methoden om van te voren te kunnen vaststellen hoe de modelfouten in het Kalman-filter de uitkomsten van het filter beïnvloeden.

In de studie van de standregeling van flexibele ruimtevoertuigen lag in 1980 de nadruk op de bestudering van de exacte bewegingsvergelijkingen voor de translaties en rotaties van een algemeen type ruimtevaartuig: met star centraal lichaam, met momentumwielen en reactiewielen, en met flexibele onderdelen. Een hybride modelleermethode werd bestudeerd: een combinatie van de methoden van continuüm modelleren en van 'multi-body' modelleren. Voor de toepassing van drieassige stabilisatie met kleine elastische deformaties werden de gelineariseerde bewegingsvergelijkingen opgesteld.

De opstelling voor het meten van de koppelruis van reactiewielen werd verbeterd en uitgebreid. Metingen werden uitgevoerd aan een aantal ANS- en IRAS-reactiewielen.

## 2.5 TOEGEPASTE INFORMATICA

#### Realisering van informatiesystemen

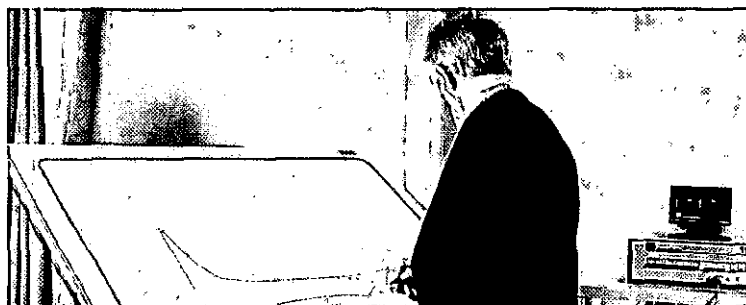
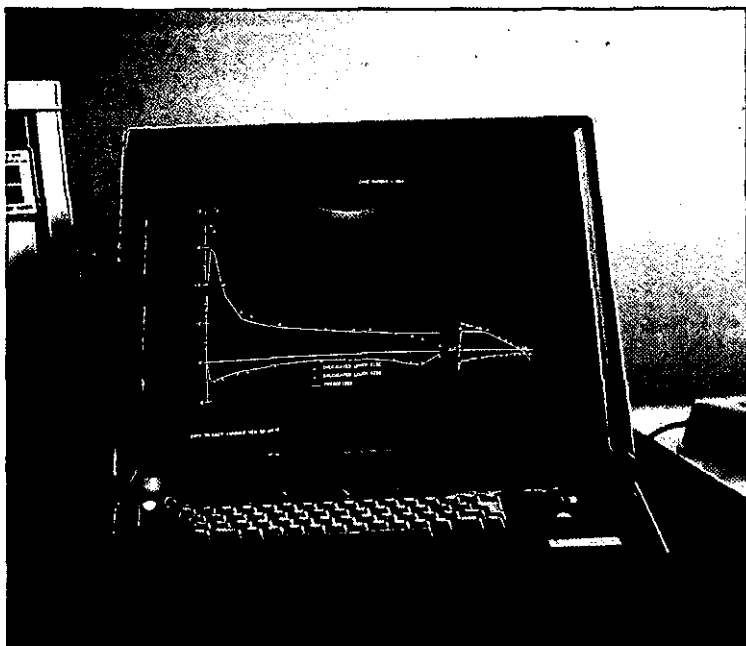
In het kader van de studie van methoden voor het besturen van de ontwikkeling van informatiesystemen verschenen twee projectdocumenten: over de numerieke analyse en de plaats van het algoritme in de systeemontwikkeling, en over software/hardware-interfaces.

Voor het meten van de kwaliteit van programmatuur van een informatiesysteem dat voor een opdrachtgever wordt ontwikkeld, werd een foutenrapport gedefinieerd. Voor betrouwbaarheidsschattingen en voor complexiteitsschattingen werden methoden gedefinieerd en computerprogramma's geschreven.

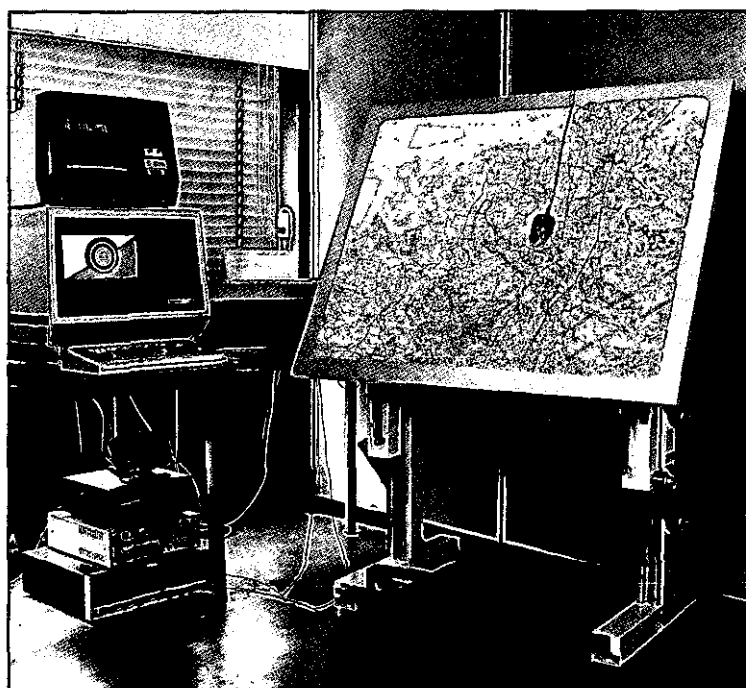
In opdracht van het NIVR werd verder gewerkt aan het ontwikkelen van systemen voor kwaliteitsbeheersing van informatiesystemen. Een projectfasering kwam in concept gereed en er is begonnen met het definiëren van een complete verzameling kwaliteitskarakteristieken.

Eveneens in opdracht van het NIVR werd een functioneel ontwerp en een voorlopig technisch concept opgesteld voor een gegevensvergaar- en -verwerkend systeem ten behoeve van een studie van het kostenbeheer van de ontwikkeling van informatiesystemen. In enkele projecten werd begonnen met het verzamelen van globale kostengegevens.

Een vooronderzoek werd uitgevoerd naar de eisen die door gebruikers aan toekomstige



Als onderdeel van de 'Computer-Aided Research and Development' (CARD) faciliteiten kunnen met behulp van interactieve werkstations meervoudige vleugelprofielen worden ontworpen. *As a part of the 'Computer-Aided Research and Development' (CARD) facilities, multi-element airfoils can be designed with the use of interactive work stations.*



Systeemcomponenten van de eerste fase van het 'Computer-Aided Mission Preparation at Airbase Level' (CAMPAL) systeem. Met dit systeem kan een vlieger, op basis van de meest recente informatie, op efficiënte wijze zijn missies voorbereiden. *First-phase system components of the 'Computer-Aided Mission Preparation at Airbase Level' (CAMPAL) system. With this system, a pilot can prepare his missions efficiently, based on up-to-date information.*

informatieverwerking op het NLR worden gesteld en naar te verwachten knelpunten bij gebruik van het huidige informatieverwerkende systeem. Hieruit bleek dat, om de in de jaren '80 vereiste informatieverwerking te kunnen uitvoeren, een centrale computer nodig is die een orde krachtiger is dan de huidige computer. Vervolgens werd een functionele analyse uitgevoerd van de automatiseringsbehoeften op het NLR en werd een technisch concept opgesteld voor de verdere ontwikkeling van de computerinfrastructuur. In het technische concept werd de noodzaak aangegeven de NLR-dataverwerking geïntegreerd aan te pakken op grond van economische overwegingen; bovendien maakt het een efficiënt data- en programmatuurbeheer mogelijk.

De NLR-stuurgroep voor 'Computer-Aided Research and Development' (CARD) stelde drie werkgroepen samen, één voor de ontwikkeling van ADIPAS, één voor de vervaardiging van windtunnelmodellen, en één voor geometriebehandeling. Door de stuurgroep wordt een concept opgesteld voor het beheer van technisch-wetenschappelijke informatie.

#### Programmatuur

Ten behoeve van het bedienen van interactieve systemen werd programmatuur voor gebruik op de centrale computer opgesteld, waarmee gebruikers op een terminal-toetsenbord commando's kunnen geven voor het uitvoeren van bepaalde functies. De syntaxis van deze 'Command Language System' (COLAS) werd vastgelegd en modules voor de interpretatie en definitie van commando's werden ontworpen. Tevens werden de mogelijkheden voor toepassing van spraakherkenning bij interactief computergebruik onderzocht. Een spraak-invoerapparaat werd gekocht en enige beproevingsprogramma's voor gebruik ervan op de centrale computer werden ontworpen.

#### Toegepaste wiskunde

In het onderzoek naar de toepasbaarheid van methoden uit de wiskundige approximatie-theorie (spline-benadering) op signaalbehandeling, werd met behulp van Fourier-analyse de samenhang onderzocht tussen approximatiefouten in het tijddomein en de eigenschappen van signaalbehandelingsalgoritmen. Dit resulteerde in een volledig analytische beschrijving van wiskundige approximatietechnieken in termen van reeds bij signaalbehandeling bekende filters.

De resultaten van een in Frankrijk ontwikkelde eindige-elementenmethode voor het berekenen van transsonne stromingen bleken redelijk overeen te stemmen met de resultaten van bestaande eindige-differentiemethoden; voorlopig kan de methode daar echter niet mee concurreren. Onderzoek werd gedaan naar snelle oplosmethoden voor het oplossen van de stationaire Euler-vergelijkingen; met name voor het numeriek oplossen van de zogeheten Cauchy-Riemann-vergelijkingen werd een snel algoritme ontwikkeld.

De theoretische achtergronden van combinatorische zoekmethoden (bijv. in het cluster-programma) werden onderzocht.

#### Elektronica

De reeks microprocessor-standaardkaarten werd uitgebreid met een data-acquisitiekaart en een filterkaart (derde-orde actieve filters).

Veel aandacht werd besteed aan het realiseren en testen van programmatuur voor de IEEE-bus 'interface-controller' kaart voor de MC6800 microprocessor teneinde commercieel verkrijgbare meetinstrumenten te kunnen koppelen met deze microprocessor.

De ervaringen met het integreren van een PDP11/04 minicomputer in een meet- en regelsysteem en met het 'real-time operating system' RT11 en het 'general-purpose interface' PDP11 DR 11K werden gerapporteerd en toegepast bij het installeren van deze minicomputer in vier meet- en regelsystemen.

Veel aandacht werd besteed aan het op elkaar afstemmen van de keuze en van het gebruik van elektrische componenten, zowel bij Fokker als bij het NLR, vooral met het oog op het gezamenlijk realiseren van het meet-, registratie- en verwerkingssysteem voor de F29. De nieuwe ijkfaciliteit voor elektrische en magnetische grootheden werd voorzien van een systeem voor het automatisch ijken van meetinstrumenten. Ijkprocedures en -programma's werden vastgesteld en getest.

De bestaande programmatuur voor het genereren van bedradingslijsten ten behoeve van het vervaardigen van elektronische apparatuur werd aangepast en uitgebreid (interactief gebruik, controle invoergegevens e.d.).

De procedures voor de uitvoering van klimatologische, mechanische en elektrische beproeving van apparatuur werden uitgebreid.

In opdracht van het NIVR werd verder gewerkt aan het verrichten van elektromagnetische compatibiliteitsberekeningen voor de IRAS-bekabeling met het SEMCAP-programma en aan het vergelijken van deze resultaten met de eerder verkregen EMCEST-resultaten. SEMCAP bleek enkele nieuwe compatibiliteitsaspecten naar voren te brengen.

## 2.6 ONDERZOEKINGEN BETREFFENDE MILIEUBEHEER EN ENERGIEVOORZIENING

### Milieuaspecten van het luchtverkeer (geluid)

In het kader van de werkzaamheden voor het Structuurschema Burgerluchtvaartterreinen en ten behoeve van de zonerings rond luchtvaartterreinen werden berekeningen uitgevoerd van de geluidsbelasting rondom Schiphol in 1985 en 1990, op basis van de door de RLD gedefinieerde uitgangspunten. Voor de luchthavens Rotterdam, Zuid-Limburg en Eelde werden soortgelijke berekeningen uitgevoerd.

In opdracht van de KLM werden berekeningen uitgevoerd van de geluidsbelasting rondom Schiphol in 1990, uitgaande van een door de KLM en de NVLS opgesteld scenario.

Daarnaast werden berekeningen uitgevoerd van de geluidsbelasting door vliegtuigen in 1979 rondom de luchthavens Schiphol, Rotterdam, Zuid-Limburg en Eelde.

Een rapport werd opgesteld over de in geluidsbelastingsberekeningen gebruikte geluidsniveaus en hoogteprofielen.

Ten behoeve van het onderzoek naar de laterale spreiding in vliegbanen van civiele vliegtuigen werden rekenprogramma's ontwikkeld.

Aan een aantal vergaderingen van nationale en internationale werkgroepen werd deelgenomen. Doel hiervan was onder meer overeenstemming te verkrijgen over toekomstige vlootsamenstellingen, respectievelijk om in breed internationaal verband te komen tot standaardisatie van de berekening van geluidscontouren.

Door het NLR werd ten behoeve van de RLD in voorgaande jaren een systeem voor het bewaken van vliegbanen rond de luchthavens Schiphol en Rotterdam ontwikkeld (RADAS). Met behulp van de door RADAS geregistreerde radargegevens werden ca. 2800 door de RLD geselecteerde vluchten verwerkt tot 'plots' van grondpaden en hoogte- en snelheidsprofielen. De verwerking van de gegevens vindt plaats op de centrale computer van het NLR. In opdracht van de RLD is thans een nieuw systeem in ontwikkeling waarbij de gehele gegevensverwerking door de RLD kan geschieden. Ten behoeve van dit nieuwe systeem voor het bewaken van vliegbanen (FANOMOS) werd na voorbereidende werkzaamheden een computersysteem geselecteerd en besteld. Begonnen werd met het gedetailleerde technische ontwerp van de programmatuur voor FANOMOS.

De door het RLD-geluidmeetnet geregistreerde geluidsniveaus van het vliegverkeer op de luchthaven Schiphol werden verwerkt tot maand- en kwartaalstaten en aan de RLD overgedragen. Begonnen werd met het verwerken van deze gegevens voor de luchthavens Zuid-Limburg en Rotterdam. De verkregen geluidsregistraties werden statistisch geanalyseerd. Ondersteuning werd verleend in het onderzoek naar de opzet van een geluidbewakings-systeem.

### Remote sensing

In het kader van de studies ten behoeve van de 'Tropical Earth Resources Satellite' (TERS), werd in opdracht van het NIVR meegewerkt aan het eindrapport over de in Indonesië gehouden 'Workshop'. In overleg met de industrie droeg het NLR bij aan de formulering van een voorstel voor een feasibility-studie. Het NLR-aandeel daarin betreft een nadere definitie van de gebruikerseisen, de operationele aspecten, de gegevensverwerking, en de voorlopige definitie van het meest geschikte missie-model.

De definitiefase van het RESEDA-project (Remote-Sensing Dataverwerkingssysteem) werd afgerond met een rapport over de mogelijkheden en kosten van een dergelijk dataverwerkingssysteem voor de Nederlandse gebruiker. Eind 1980 werd besloten dit systeem bij het NLR tot stand te brengen. In overleg met en gedeeltelijk in opdracht van de BCRS en het NIVR werd begonnen met de realisering ervan, uitgaande van de in bovengenoemd rapport geformuleerde gebruikers- en systeemeisen.

De mogelijkheid om spline-approximatietechnieken te gebruiken voor datacompressie bij remote-sensing toepassingen werd in opdracht van het NIVR onderzocht. Tevens werd een gedetailleerd voorontwerp gemaakt van specifieke apparatuur waarmee de gegevens 'on-line' kunnen worden gecomprimeerd. Met de constructie van deze apparatuur zal

spoedig worden begonnen. Nagegaan werd hoe met behulp van 'edge filtering' het versmieren van discrete beeldovergangen als gevolg van het toepassen van spline-approximatie kan worden tegengegaan. Drie methoden werden onderzocht, waarvan de meest belovende een edge-detectie inhoudt die parallel loopt aan de spline-compressie op de ruwe data. Deze laatste techniek wordt in samenwerking met de TH Twente onderzocht.

Op verzoek van de Minister van Wetenschapsbeleid werd door het NLR een 'Nota betreffende activiteiten en plannen op het gebied van remote sensing in Nederland', samengesteld met medewerking van een aantal betrokken Nederlandse instanties. Deze nota geeft een overzicht van alle activiteiten op dit gebied in Nederland sinds 1977.

De NLR-activiteiten op het gebied van remote sensing richtten zich in 1980 vooral op het opbouwen van een totale keten van subsystemen, vanaf het meten van de gegevens (sensoren) tot en met het verwerken van de gegevens. In dit kader vallen de RESEDA-werkzaamheden, maar ook de realisering van de apparatuur en programmatuur die zorgen voor de aansluiting tussen de opnamesystemen in het vliegtuig (SLAR, IR-scanner) en het RESEDA-verwerkingsstation. Tevens moet het PARES-project (Preprocessing Remote-Sensing gegevens) worden genoemd, waarmee de ruwe meetgegevens geschikt worden gemaakt voor de eindverwerking op onder meer het RESEDA-systeem. Het NLR-aandeel in dit project betreft onderzoek naar verstoringen van de SLAR-beeldvorming door vliegtuigbewegingen, en signaalconditionerings- en dataconversieaspecten.

In samenwerking met de Technisch-Physische Dienst TNO-TH werd een voorstel opgesteld voor de bouw van een multispectrale scanner, in het kader van mogelijke bestedingen vanuit het stimuleringsfonds van de Minister van Wetenschapsbeleid.

De Nederlandse gebruikersbelangen in het mogelijke toekomstige ERS-1 programma (eerste Europese Remote-Sensing Satelliet) van de ESA werden beschreven in een memorandum, dat gebruikt wordt bij de besluitvorming over Nederlandse deelneming aan dit programma.

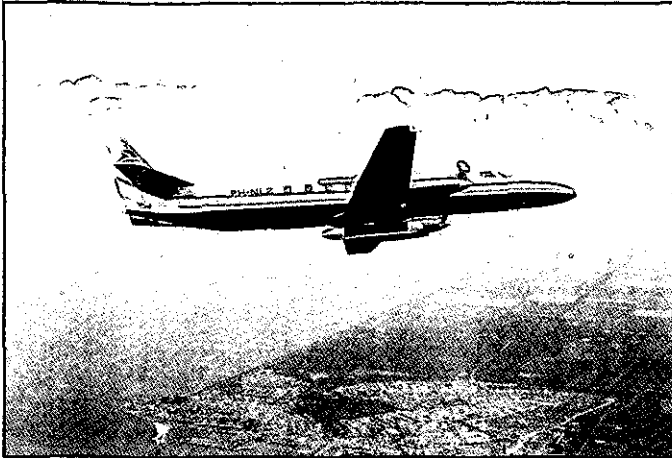
De werkzaamheden van het NLR als 'National Point of Contact' voor verspreiding van Earthnet-gegevens onder Nederlandse gebruikers werden voortgezet.

Diverse besprekingen vonden plaats met de BCRS en RWS over het uit te voeren remote-sensing meetprogramma in het kader van de werkgroep ROVE (Radar-Onderzoek Vegetatie). Werkzaamheden werden uitgevoerd aan de 'quick-look' apparatuur en de SLAR. De 'quick-look' technieken voor snelle beeldanalyse werden verder geoptimaliseerd. Ten behoeve van het CABO vond een analyse plaats van gegevens over wintertarwe, opgenomen met een multispectrale scanner, en werden deze gegevens vergeleken met landbouwgegevens om na te gaan of op verschillende tijdstippen al dan niet een significante relatie bestond tussen de verschillen in de opbrengstgegevens en verschillen in de gemeten multispectrale gegevens.

Infrarood-meetvluchten werden in opdracht van RWS uitgevoerd betreffende kwel door dijken, in verband met de hoge rivierwaterstanden begin 1980. Diverse SLAR-vluchten werden uitgevoerd, waaronder één vlucht voor beproeving van de Honeywell-visicorder, en één serie meetvluchten in het kader van een internationaal onderzoek voor oliedetectie op zee. *Aan de laatstgenoemde serie meetvluchten namen naast de Metro ook een Zweeds en een Engels vliegtuig deel.* Ook werd gemeten aan de radarreflectie van gewassen in het kader van het ROVE-onderzoek.

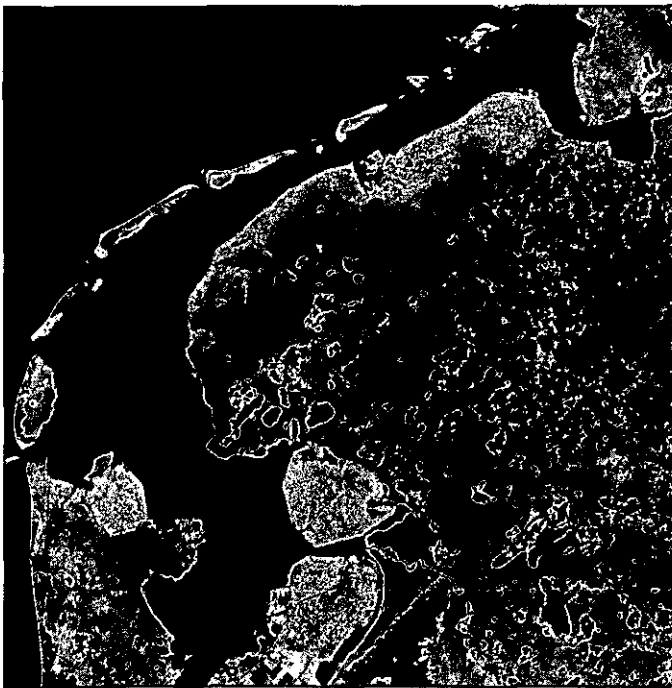
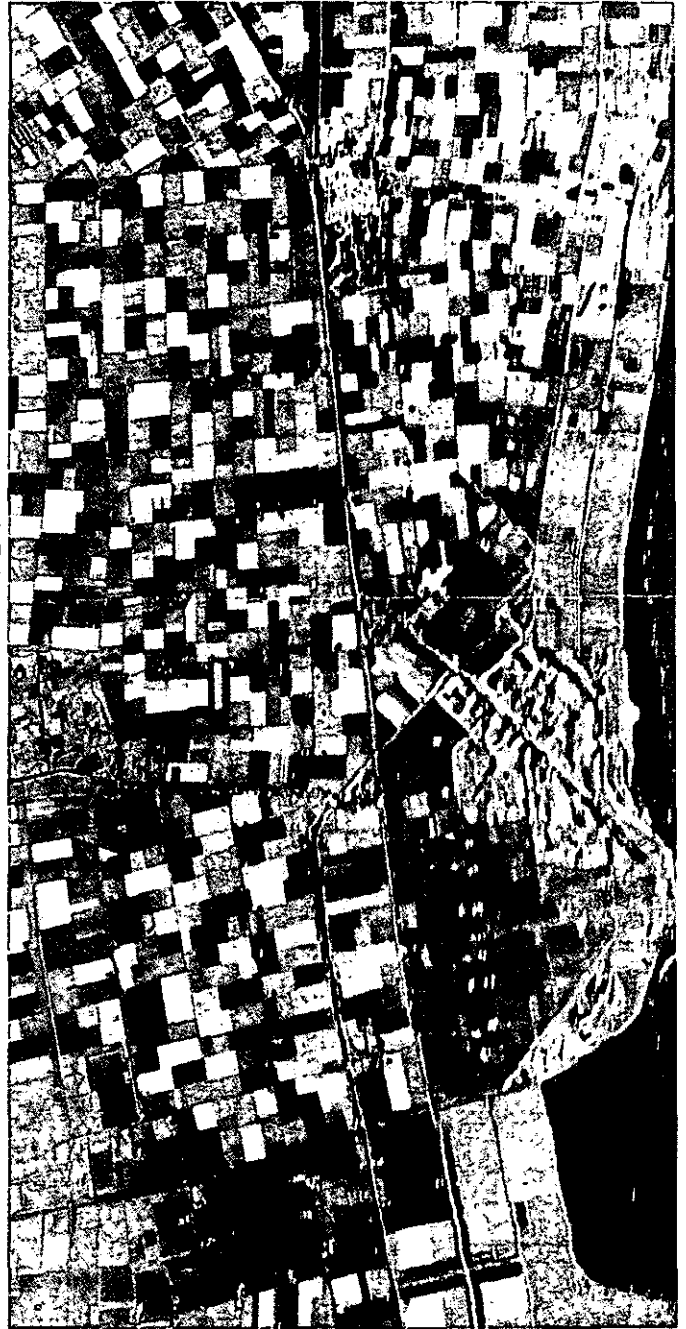
Onderzoek op het gebied van windbelasting, windhinder, luchtverontreiniging en trillingsverschijnselen

Diverse opdrachten werden ontvangen voor onderzoekingen waaraan het NLR een bijdrage kan leveren door de specialistische kennis, ervaring en apparatuur waarover het laboratorium beschikt. Onderzoek met betrekking tot windklimaat, windbelasting en rookverspreiding werd uitgevoerd onder meer voor kantoorgebouwen, bruggen, ziekenhuizen, schepen, eenabri, metrostations, videocamera's, een universiteitsgebouw, en een drijvend booreiland. De assistentie aan de Vrije Universiteit te Amsterdam bij *luchtweerstandmetingen* aan schaatsenrijders werd afgerond. Aan het KNMI werd de LST 2 x 1,2 ter beschikking gesteld voor de kalibratie van anemometers. Aan een elastisch model van een pyloon van een hangbrug werd windtunnelonderzoek uitgevoerd. In aansluiting op een oriënterende studie van het z.g. 'lijndansen' van hoogspanningskabels werd in opdracht van de KEMA het optreden van trillingen van beijdsde hoogspanningslijnen uitvoerig onderzocht. Statio-



Het Swearingen Metro II laboratoriumvliegtuig, uitgerust met 'Side-Looking Airborne Radar' (SLAR) gondel. De aan weerszijden van het vliegtuig gemaakte radaropnamen van het aardoppervlak worden digitaal geregistreerd. Hieruit kan vervolgens informatie worden afgeleid over, bijvoorbeeld, de toestand van de gewassen (hier de Flevopolder).

*The Swearingen Metro II laboratory aircraft with a 'Side-Looking Airborne Radar' (SLAR) store under the fuselage. The radar pictures of the earth surface on both sides beneath the aircraft are digitally recorded, from which information can be derived about, for instance, crop condition (the Flevopolder is shown here).*



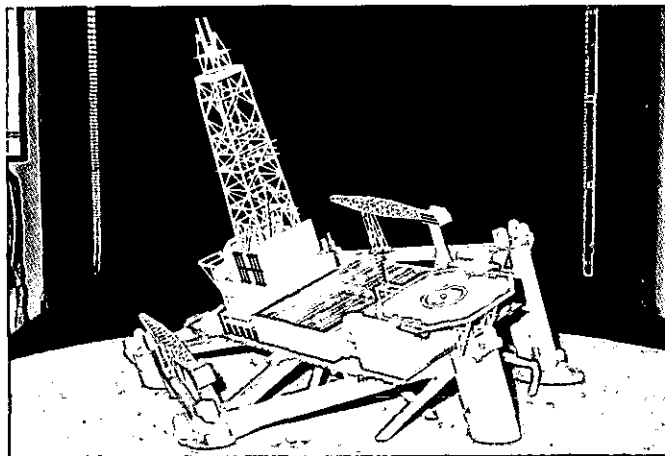
Satellietopname van een deel van Nederland, gemaakt met de Landsat Multispectrale Scanner. Het ruimtelijke oplossend vermogen van deze scanner bedraagt 80 meter. De satellietbeelden worden lijn voor lijn in 25 seconden opgenomen in vier spectrale banden. Bovenstaande kleuropname is vervaardigd door de groene, de rode, en de reflectie-infrarode band te combineren.

*Satellite view of a part of The Netherlands taken with the Landsat Multispectral Scanner. The spatial resolution is 80 m. The satellite pictures are taken line by line in 25 seconds in four spectral bands. This picture is composed of the green, the red, and the reflection-infrared band.*



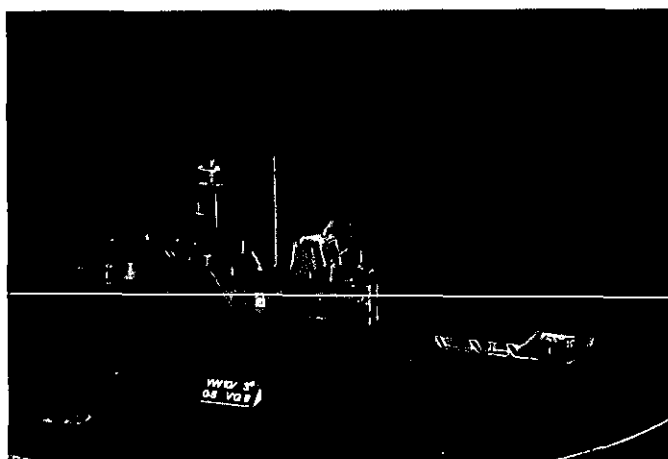
Trillingsonderzoek aan de rotorbladen van een horizontale-as windturbine.  
*Vibration tests on the rotor blades of a horizontal-axis wind turbine.*

Metingen van de windbelasting op een model van een booreiland in de lage-snelheidswindtunnel.  
*Wind load measurements on a drilling platform in the low-speed wind tunnel.*



Bepaling van het windklimaat, de winddrukken en de rookverspreiding rond het Wereldhandelscentrum te Amsterdam aan een model van dit gebouwencomplex in de lage-snelheidswindtunnel.  
*Determination of wind effects, wind pressures and smoke dispersion around a high-rise complex in the low-speed wind tunnel.*

Onderzoek in de lage-snelheidswindtunnel aan een model van een kustwachtschip. Windklimaatmetingen vonden plaats boven het helikopterdek alsmede bepalingen van de invloed van de schoorsteenconfiguratie op de rookverspreiding, bij diverse windrichtingen.  
*Investigations in the low-speed wind tunnel on a model of a coast-guard vessel. The wind climate above the helicopter deck was measured and the funnel configuration influence on the smoke dispersion was determined at various wind directions.*



Onderzoek naar aanvullende  
vormen van energie

naire luchtkrachtmetingen en visueel stromingsonderzoek aan modellen van beijde lijnen werden uitgevoerd. Tevens werd een theoretisch onderzoek uitgevoerd naar het effect van torsie op het 'galloping'-gedrag van hoogspanningslijnen.

In het kader van de derde fase van het Nationale Onderzoekprogramma Windenergie werd een groot aantal werkzaamheden uitgevoerd. Het NLR droeg voorts bij aan de evaluatie van de tweede fase van dit onderzoekprogramma.

De experimenten met de 25 m horizontale-as windturbine te Petten werden voorbereid; standtrillingsproeven (door ECN, FDO, NLR) werden uitgevoerd aan de gondel met rotorbladen. Nieuwe stabiliteitsberekeningen werden uitgevoerd.

Ten behoeve van het voorontwerp van een 25 m verticale-as windturbine van Fokker werden prestatie- en belastingsberekeningen verricht.

In de LST 3 x 2 werden metingen verricht aan een modelturbine om de invloed van turbulentie op de turbineprestaties na te gaan, om de zogblokkering te bepalen via statische drukmetingen op de meetplaatswanden, en om via stromingsmetingen achter de rotor verschillen in de resultaten van berekeningen en metingen beter te kunnen interpreteren. In het kader van het nationale onderzoekprogramma met betrekking tot magnetohydrodynamica: het 'Nederlands MHD-Project', werd, teneinde het inzicht in het fysische MHD-proces te vergroten, voor ECN een programma geschreven ter uitbreiding van de ECN-rekenmethode. Daarin wordt een grenslaag aangebracht op de elektrodenwand en de isolatorwand, waarbij rekening wordt gehouden met warmteoverdracht door convectie, afhankelijk van de ruwheid van de wand, en straling.

### 3 TECHNISCHE OUTILLAGE

#### 3.1 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR STROMINGSONDERZOEK

##### Lage-snelheidswindtunnels

In de *LST 2 x 1,2* werd het nieuwe gegevensvergarings- en -verwerkingssysteem geïnstalleerd. Tevens werd programmatuur ontwikkeld.

In de *LST 3 x 2* werd het gegevensvergaringsysteem EGOIST aangepast aan metingen met hete-straaal simulatie. Voorbereidingen werden getroffen voor de modernisering van EGOIST, die t.z.t. zal worden gebruikt in de nieuwe *LST 3 x 2,25*.

De werkzaamheden rond de bouw van de nieuwe *LST 3 x 2,25* in de vestiging Noord-oostpolder werden in 1980 met kracht voortgezet. Besloten werd een nieuwe aanbiedingsronde te houden bij meer bedrijven voor het stalen circuit, schroefhuis, inbouwdelen (hoekschoepen, gelijkrichter, gazen), en meetplaatsen. Het aandrijfsysteem, de aandrijfmotor en de stuur- en regelkasten worden vervaardigd. De vervaardiging van de houten schroefbladen werd aanbesteed. Overleg vindt plaats over mogelijke standaardisering van het gegevensvergarings- en -verwerkingssysteem. De werkzaamheden aan de drukluchtinstallatie vorderen volgens plan.

##### Transsonen en supersonen windtunnels

Een halfmodelbalans voor de *HST* werd aangepast in verband met verwachte metingen met kleine luchtaangedreven turbines. In verband hiermee dienden ook de ijkboxen en ijkgereedschappen enigszins te worden gewijzigd. Gewerkt werd aan het ontwerp en de vervaardiging van een tweedimensionale modelopstelling, waarmee aan profielen bij hoge getallen van Reynolds kan worden gemeten.

Voor de *PT* werd een uitbreiding van het gebouw voorbereid, vooral in verband met de installatie van de nieuwe gegevensvergarings- en -verwerkingsapparatuur MIEP.

Het ingenieursbureau DSMA is begonnen met het ontwerp voor het *SST*-inzetstuk. Veel aandacht vroeg vooral de supersonen inlaat. Eind 1980 werden met DSMA de fabriekstekeningen besproken. In de *SST* werden experimenten verricht ten behoeve van het beveiligingssysteem. Ook in de *CSST* werden enkele metingen verricht, vooral betreffende de supersonen inlaat en de responsie van het inzetstuk op Mach-verstellingen.

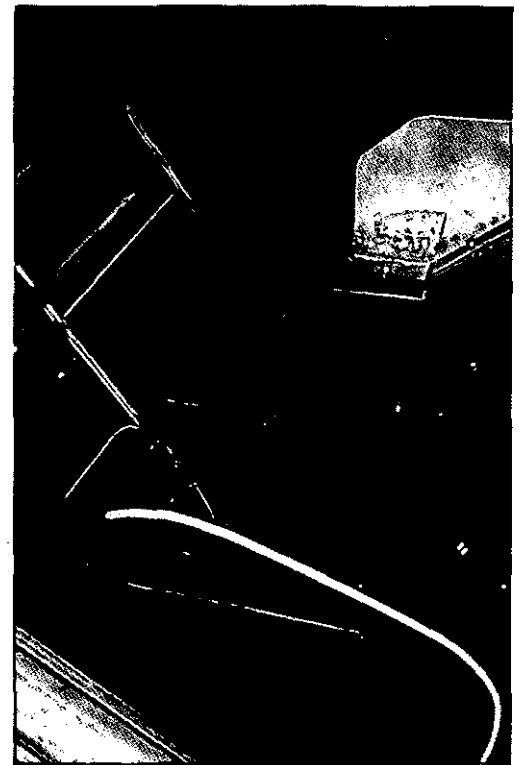
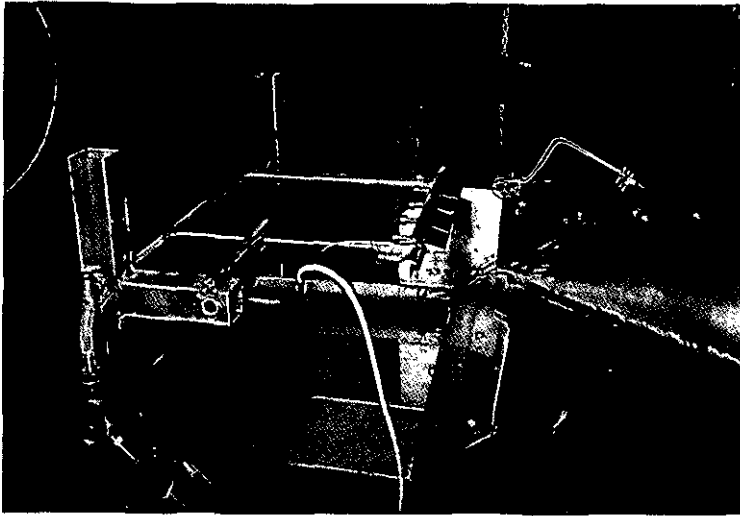
##### Apparatuur voor akoestisch onderzoek en motorsimulatie

De mode-simulator, waarin spiraliserende geluidsgolven (zoals optreden in motorkanalen) kunnen worden opgewekt door in verschillende fasen aangedreven luidsprekers, werd in bedrijf gesteld, in combinatie met de nieuwe Fourier-analyzer.

Een ijkinstallatie voor modelmotoren werd ontworpen. Hierin kunnen de stuwkrachtcoefficiënt en de uitstroombcoefficiënt van de uitlaten van modelmotoren statisch worden bepaald bij een drukverhouding die overeenkomt met het getal van Mach van de metingen in de windtunnel. Begonnen werd met de uitvoering van dit ontwerp.

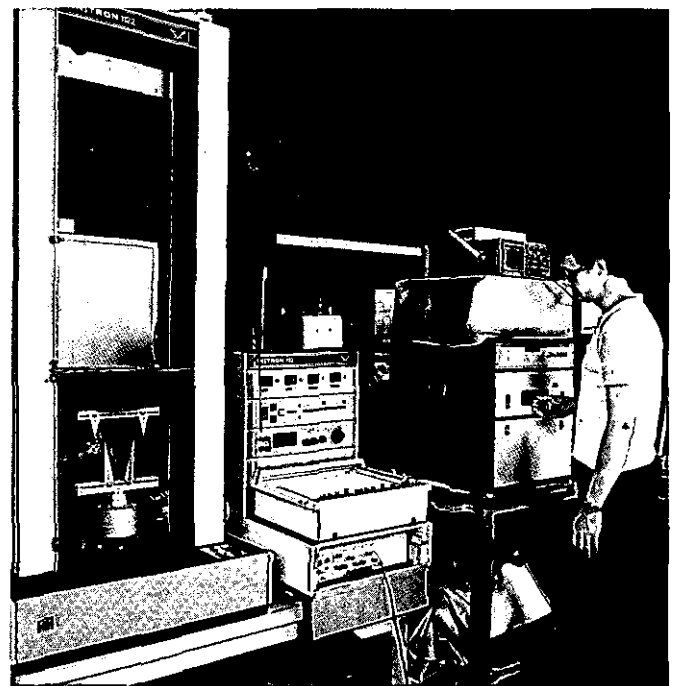
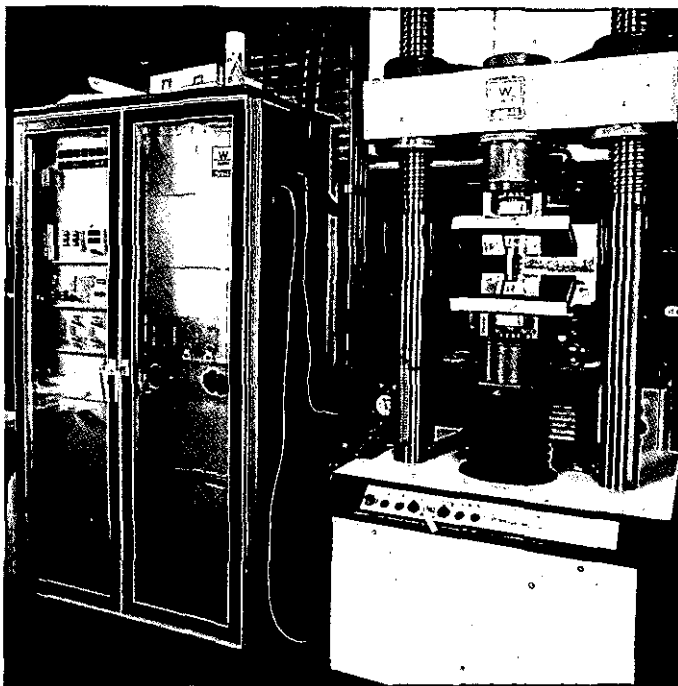
##### Algemene apparatuur

Verder werd gewerkt aan het opbouwen van een volledig NLR-balansenbestand. Naast het vervaardigen en iken van zes-componentenrekstrookbalansen werd begonnen met het vervaardigen en iken van een halfmodelbalans voor de *HST* in verband met te verwachten metingen aan *F29*-halfmodellen. Diverse ondersteunende activiteiten vonden plaats ter bevordering van de ontwikkeling van rekstrookbalansen.



Thermische vermoeiingsproeven in de NLR-installatie voor het beproeven van compressoronderdelen. Wigvormige gelaste proefstukken worden afwisselend gedurende 5 minuten in een luchtstroom van 650°C verhit (foto links) en gedurende 2 minuten in een bak water afgeschrokken. Soms zijn 50 van deze temperatuurschokken voldoende voor het vormen van scheuren.

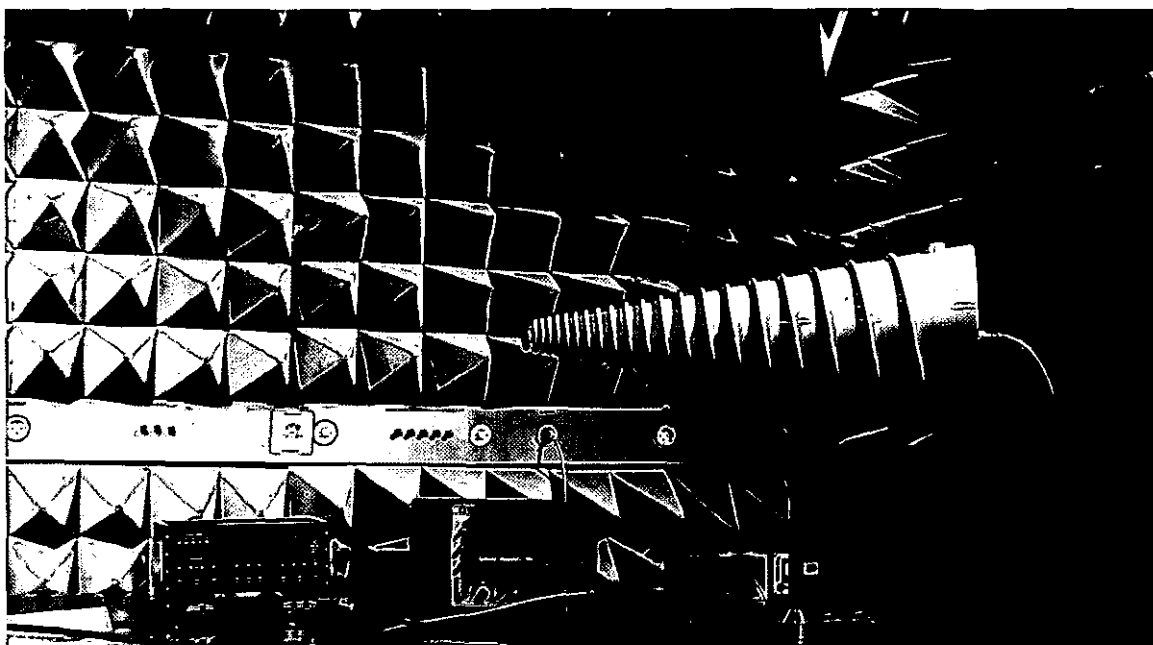
*Thermal fatigue tests in the NLR compressor test rig. Wedge-shaped welded specimens are alternately heated in an air flow of 650°C during 5 minutes and then quenched in water during 2 minutes. Sometimes 50 of these temperature shocks suffice to cause cracks.*



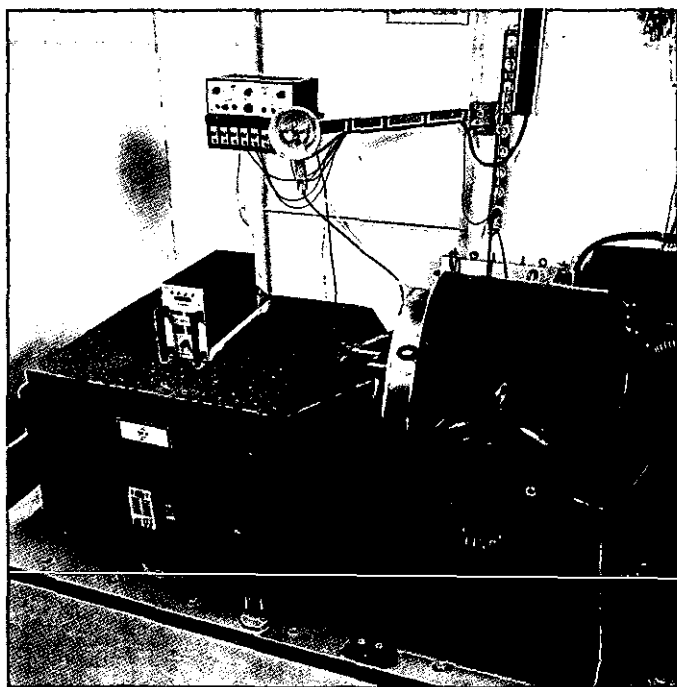
Amsler vermoeiingsmachine. Hiermee wordt de vermoeiingssterkte van composietmaterialen bij wisselende trek/druk-belasting bepaald.  
*Amsler fatigue testing machine, with which fatigue tests are performed on composite materials with cyclic tension/compression load tests.*

Instron trekbank. In een opstelling voor vierpuntsbuiging wordt de elasticiteitsmodulus van proefstaven van koolstofvezels in een matrix van epoxyhars bepaald, met behulp van rekstroken, gelijmd op het oppervlak van de proefstaven.

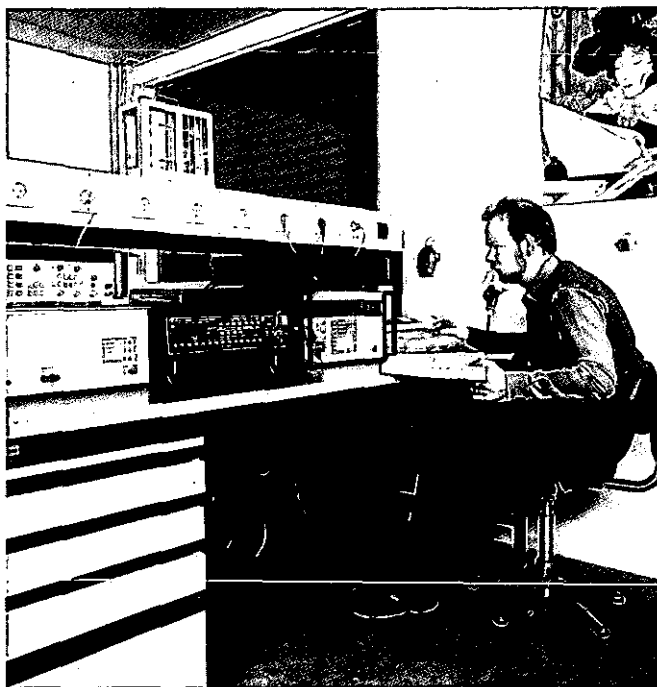
*Instron testing machine. Assessment of Young's modulus of composites (carbon fibres in epoxy resin matrix) in a four-point bending test using strain gauges attached to the surface.*



Opstelling voor het testen van vliegtuiginstrumentatie op zijn kwetsbaarheid voor elektromagnetische stoorsignalen (elektromagnetische interferentie: EMI).  
*Set-up for testing aircraft instrumentation on its vulnerability to electromagnetic interference (EMI).*



Triltafel voor het testen van vliegwaardige apparatuur.  
*Shaker system for testing airborne equipment.*



Apparatuur voor automatische kalibratie van meetinstrumenten.  
*Equipment for automatic calibration of measuring equipment.*

Het NYDAS-systeem voor het vergaren van ijkgegevens werd uitgebreid, alsmede het bijbehorende computersysteem en programmatuur, teneinde met twee ijkboxen tegelijk te kunnen meten.

De toepasbaarheid van 'multiple-port' pressure transducers, waarmee drukmetingen aanzienlijk sneller kunnen worden verricht dan met scanivalves, werd onderzocht met behulp van het Automatisch Transducer IJksysteem (ATY).

### 3.2 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR VliegMECHANISCH ONDERZOEK

#### Laboratoriumvliegtuigen

In het Metro II laboratoriumvliegtuig werd een reeks voorzieningen gerealiseerd om het vliegtuig geschikt te maken voor het huidige takenpakket. Onder meer werd het complete meetsysteem geïnstalleerd, dat bestaat uit een RMDU, een tijdecodegenerator, een platformopstelling, en een universele bedieningsconsole met randapparatuur (displays e.d.). Het bijbehorende documentatiesysteem werd opgesteld.

#### Vluchtnabootser

In verband met de uitbreiding van de rekencapaciteit van de vluchtnabootser zijn de eisen voor een nieuwe computer gedefinieerd. Aan de systeem-software werd gewerkt in verband met de overgang naar een nieuw operating systeem en een nieuwe versie van het simulatieprogramma wordt ontwikkeld. Het aantal analoge uitgangen van de computer werd aanzienlijk uitgebreid.

Gewerkt werd aan de voltooiing van de tweepersoonsstuurhut. De linkerzijde werd van vlieginstrumenten voorzien, de besturingsorganen werden in gebruik gesteld en in het midden werden de motorinstrumenten gemonteerd. Diverse systemen werden gemonteerd en uitvoerig getest. Na weging en zwaartepuntsbepaling werd de stuurhut gemonteerd, waarna de prestaties van het bewegingsmechanisme opnieuw werden bepaald. Tegen het eind van het jaar kwam de tweepersoonsstuurhut gereed en werd hij officieel in gebruik genomen.

#### Apparatuur voor vliegproeven en dataverwerking

Diverse transducers werden beproefd: druktransducers, versnellingsmeters, gyro's ARINC-klokken, en roerstandgevers.

Twee digitale cassetterecorders en vier FDAU-display-eenheden werden vervaardigd en getest. Ook het mobiele 'quick-look' systeem voor FDAU-data werd voltooid, en het mobiele 'quick-look' systeem voor PCM-data werd gemodificeerd.

Van de apparatuur werd een gegevensbestand opgezet, gericht op computerverwerking.

In verband met remote-sensing activiteiten werd, nadat in 1980 de digitale registratie van SLAR-gegevens (SLARDIG) in gebruik was genomen, het ontwikkelen van systemen voor de digitale registratie van thermische-infraroodbeelden (TIRDIG) en TV-beelden (BEELDIG) ter hand genomen. Het voorontwerp en een groot deel van de ontwikkeling van het TIRDIG-systeem kwamen gereed.

De opbouw en de documentatie van het nieuwe STALINS-systeem, gebaseerd op het verwerken van afzonderlijke ARINC- en FDAU-datastromen die door middel van een tijdecodegenerator zijn gesynchroniseerd, kwamen voor een belangrijk gedeelte gereed. De programmatuur wordt geschreven.

Ten behoeve van een 'real-time' multi-sensor positiereferentiesysteem, waarin een ROLM 1602 B luchtwaardige computer een centrale rol speelt, werden verschillende interfaces ontwikkeld. Programmatuur werd ontwikkeld voor een functionele test van de interfaces. In 1980 werd apparatuur ter uitbreiding van het DVSV besteld, geplaatst en in gebruik genomen.

#### Ijk- en beproevingsapparatuur

Begonnen werd met de modernisering en reorganisatie van het ijlaboratorium van de afdeling Vliegtuiginstrumentatie. Hierbij wordt uitgegaan van de eisen die voortkomen uit het F29-project. Ter oriëntatie werden laboratoria in Engeland en de VS bezocht. Een ruimte werd ingericht als nieuw ijlaboratorium. HP 9835 A tafelcomputers zullen de ijkopstellingen automatisch sturen. Opstellingen en componenten ervan voor het kalibreren en testen van drukmeetapparatuur, synchro-roerstandgevers, synchro-naar-digitaalomzetters, en signaalconditioneringsapparatuur werden ontworpen en besteld of vervaardigd. De bestelling van een absolute tijdstandaard werd voorbereid. Een verbinding werd gelegd tussen de Classic-computer van het DVSV en het ijlaboratorium.

### 3.3 TECHNISCHE OUTILLAGE OP HET GEBIED VAN CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

#### Belastingapparatuur

- Van de regel- en controleapparatuur SIGMA van de installatie voor het beproeven van grote proefstukken ATLAS kwam een functioneel ontwerp gereed; aan de vervaardiging van de hardware en software wordt gewerkt.
- De flexibiliteit en bedrijfszekerheid van de MTS servohydraulische beproevingsmachine werd verhoogd door de aanschaffing van een schijfeenheid in de processorsturingselektronica.
- Voor de PADAP (Programmeerbare Apparatuur voor Data-Acquisitie en Procedures) werd een pieken- en dalenteller ontwikkeld om bij hogere beproevingsfrequenties het in werkelijkheid aangebrachte belastingsspectrum bij vermoeiingsproeven te kunnen bepalen. De responsies van de drie servogestuurde beproevingsmachines werden bepaald voor verschillende soorten proefstukken.

#### Meet- en ijkapparatuur

- In het samenwerkingsverband DFVLR, TH-LRT en NLR werd overeenstemming bereikt over het ontwerp van een dynamische-kalibratiestaaf. De staaf werd vervaardigd. Aan de ijking ervan wordt gewerkt.
- Aan de ontwikkeling en de toepassing van de laser-rastermethode en de elementaire-rastermethode werd verder gewerkt. Laatstgenoemde methode, een variant op de laser-rastermethode, wordt vooral gebruikt bij het meten van vervormingen dicht langs randen van bijvoorbeeld kerven.
- De thermokoppel ijkinstallatie werd eveneens geautomatiseerd door gebruik te maken van PADAP. De automatische installatie werd met succes gebruikt bij het ijken van thermokoppels die gebruikt worden bij temperaturen tot 1050°C in de branderopstelling voor onderzoeken aan motormaterialen.

#### Data-acquisitieapparatuur

- Voor PADAP werden meerdere programma's geschreven, onder meer een programma voor het verwerken van metingen van statische verschijnselen aan constructies.

#### Apparatuur voor spectroscopie, microscopie, en niet-destructief onderzoek

- Een nieuwe aangepaste trektafel werd ontworpen voor de PSEM-500 M rasterelektronen-microscop.
- Met een rasterelektronenmicroscop en een energiedispersief systeem (bijv. EDAX) worden kwantitatieve en kwalitatieve materiaalanalyses uitgevoerd. In 1980 werd onderzocht hoe de kwantitatieve analyse kan worden verbeterd. De invloed van een aantal machineparameters op de meetresultaten werd nagegaan en in de verwerkingsprogrammatuur werden correctieprocedures opgenomen. Ook de meetprocedures werden nauwkeurig vastgelegd. Een analysetechniek waarbij ijkmonsters worden gebruikt, werd ontwikkeld.

### 3.4 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR RUIMTEVAARTONDERZOEK

- Het instrumentarium werd uitgebreid met een Nicolet FFT spectrumanalysator, die in gebruik is genomen bij het onderzoek aan reactiewielen.
- Een nieuw data-acquistiesysteem werd geïnstalleerd, bestaande uit een Hewlett Packard 9835A computer met magneetbandcassette, een digitale voltmeter, een kanalenafaster en een multiprogrammer voor snelle analoog/digitaal en digitaal/ analoog-conversie.
- De enkelassige simulatietafel werd uitgebreid met een koppelmotor voor de simulatie van stuurpulsen van standregelsystemen (EXOSAT). Ook kunnen gewenste stoorkoppels ermee worden gesimuleerd en ongewenste worden gecompenseerd.
- Een optische tafel werd geïnstalleerd voor het onderzoek aan stersimulatoren. Ook een telescoop en een fotometer werden hiervoor aangeschaft.

### 3.5 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR ALGEMEEN GEBRUIK

#### Apparatuur voor informatiebehandeling en rekenen

- De bestaande NLR CYBER-72 computer werd in 1980 zodanig aangepast dat de capaciteit werd vergroot. Het nu verkregen systeem is een CYBER-73. Deze vergroting van de capaciteit voorzag duidelijk in een behoefte: het computergebruik verdubbelde daardoor bijna.

Het aantal terminals voor interactieve verwerking werd weer sterk uitgebreid, hetgeen de toegankelijkheid van de rekenfaciliteiten verbeterde.

Het formulemanipulatiepakket SCHOONSCHIP werd getest op zijn mogelijkheden.

Een nieuwe versie van ACCULIB: een subroutinebibliotheek van de Universiteit van Utrecht, werd geïnstalleerd.

De programmatuur voor digitizers werd uitgebreid.

#### Elektronische apparatuur

Het geautomatiseerde systeem voor het testen van elektronische apparatuur werd voorzien van een IEEE-datakanaal en van een flexibel schijfgeheugen. Het 'Disk Operating System' en de BASIC-compiler werden geïmplementeerd, zodat een gebruikersvriendelijk systeem is verkregen.

#### Technische installaties

Bij het streven om meer computergericht te gaan werken bij het ontwerpen en vervaardigen van modellen werden reeds enige resultaten bereikt, zoals bij het bevestigen van kleppen aan vleugels.

Een installatie voor het frezen en zagen van contouren in zachte materialen bij grote werkstukken werd gerealiseerd.

De contourzaagmachine voor de vervaardiging van grote windtunnelmodellen werd opgebouwd. De afnamecontrole vindt goede voortgang.

De DEA-metemachine en de TORVAC-hoogtemperatuursoldeeroven werden gemodificeerd. Tevens werden in de werkplaatsen twee universele freesmachines en een draaibank geïnstalleerd en in gebruik genomen.

#### Gebouwen

De in 1979 begonnen uitbreiding van het Centrale Dienstengebouw in de NLR-vestiging Noordoostpolder verloopt vrijwel volgens schema. Begin 1981 zijn het magazijn en de kantine verhuisd naar het nieuwe gedeelte. Met de verbouwing van het oude gedeelte van het Centrale Dienstengebouw is begonnen.

## 4 CAPITA SELECTA

### 4.1 VERMINDERING VAN FANLAWAAI BIJ TURBOFANMOTOREN

#### Inleiding

Bij het ontwerpen van verkeersvliegtuigen speelt het geluidsaspect een belangrijke rol. In de eerste plaats moet bij de certificatie van een nieuw vliegtuigtype het geluid tijdens start en naderingsvlucht beneden bepaalde door de overheid vastgestelde niveaus blijven. In de tweede plaats is een laag geluidsniveau een belangrijk verkoopargument tegenover de concurrent.

De motor is de belangrijkste geluidsbron van een straalvliegtuig. In de afgelopen vijftien jaren zijn er belangrijke ontwikkelingen op het gebied van vliegtuigmotoren geweest. Deze hebben geleid tot de zogenaamde turbofanmotoren, waarin de lucht gedeeltelijk dóór en gedeeltelijk óm de verbrandingskamer heen wordt geleid. Deze motoren veroorzaken bij gegeven stuwkracht aanzienlijk minder motorlawaai en verbruiken belangrijk minder brandstof dan de vorige generatie motoren. Vooral het straallawaai is sterk verminderd door de lagere snelheid van de uitlaatstraal. Bij dergelijke motoren is daardoor de lage-druk-compressor (de z.g. 'fan') de voornaamste geluidsbron geworden tijdens de naderingsvlucht voor de landing. Het lawaai van de fan kan worden verminderd door het inlaat- en het uitlaatkanaal te voorzien van geluidabsorberende bekleding (fig. 1). Dit heeft uiteraard consequenties voor het aërodynamische en constructieve ontwerp van de motorgondel. Hierbij is dan ook een nauw samenspel tussen de vliegtuig- en de motorfabrikant noodzakelijk.

Opgemerkt moet worden dat bij de start het straallawaai nog de belangrijkste bijdrage levert. Dit aspect blijft hierna buiten beschouwing. Het NLR heeft op dit gebied in het verleden veel onderzoek verricht, vooral ten behoeve van de geluidsreductie van de F28. Dit heeft geleid tot toepassing van een interne menger in het uitlaatkanaal van de F28-motor, wat resulteerde in een vermindering van het straallawaai, een verbetering van de brandstof-economie, en een gewichtsbesparing.

Ter ondersteuning van de Nederlandse vliegtuigindustrie onderzoekt het NLR sedert 1975 hoe het fanlawaai ontstaat en hoe dit kan worden gedempt door het motorkanaal te bekleden. Dit onderzoek, uitgevoerd grotendeels in opdracht van het NIVR en in nauw overleg met Fokker, is vooral gericht op toepassing voor het F29-vliegtuig.

#### Hoe ontstaat fanlawaai?

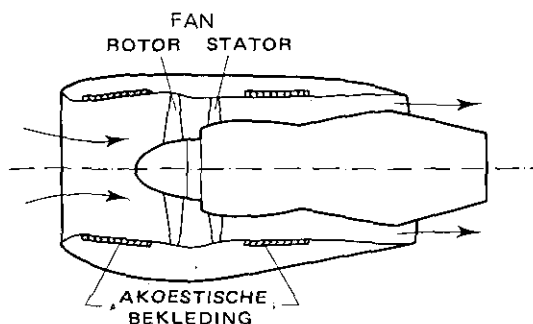
Een moderne turbofanmotor heeft een fan die bestaat uit een rotorkrans en een statorkrans stroomafwaarts daarvan. Elk blad uit de statorkrans wordt getroffen door periodieke snelheidsverstoringen in de luchtstroming, die afkomstig zijn van de draaiende rotorbladen. Daardoor ontstaan op ieder statorblad periodieke drukvariaties, die van punt tot punt op het blad verschillen in niveau en onderlinge fase. Deze drukvariaties planten zich door het motorkanaal voort als geluid.

Bij het NLR is in de afgelopen jaren een rekenmodel ontwikkeld waarmee het geluidsveld in het motorkanaal kan worden berekend op basis van het, bovenbeschreven fysische mechanisme. Dit model maakt berekening in aanzienlijk groter detail mogelijk dan elders gebruikte modellen en sluit dichterbij de fysische realiteit.

#### Akoestiek van het motorkanaal

De hinderlijkste componenten van het fanlawaai zijn de zuivere tonen met frequenties gelijk aan de frequentie waarmee de rotorbladen langs de statorbladen komen en veelvoud daarvan. Deze frequenties liggen doorgaans boven de 1000 Hz.

Fig. 1 — Moderne turbofanmotor met akoestische bekleding van het inlaat- en uitlaatkanaal.  
Advanced turbofan engine with acoustic lining in the inlet and exhaust duct.



Het fanlawaai plant zich door het kanaal voort niet als vlakke maar als spiraliserende geluidsgolven. In figuur 2 is als voorbeeld een spiralenpatroon in een ronde pijp met een naaf getekend, waarbij hetzelfde golfpatroon zich zesmaal herhaalt op de omtrek. We spreken dan van een omtreksmode  $m=6$ . Tevens toont deze figuur een momentopname van het verloop van de geluidsdruk in één kwadrant van de doorsnede. In de omtreksrichting is het drukverloop sinusvormig (zesmaal een sinus op de volledige omtrek). In de radiale richting verloopt de druk als een functie die kan worden beschreven als een optelsom van zogeheten Besselfuncties (qua vorm gedempte sinussen). In de figuur is één Besselfunctie met drie nuldoorgangen getekend. Het radiale modegetal  $\mu$  is dit aantal plus één. Figuur 2 toont dus een  $m=6, \mu=4$  mode. Als het  $m=6$  patroon ronddraait met een snelheid van, bijvoorbeeld, 400 omwentelingen per seconde, dan zal een vaste microfoon in de pijp een zuivere toon van 2400 Hz registreren.

De fan slaat alleen omtreksmodes aan die voldoen aan  $m = nB + kV$ , waarbij  $B$  het aantal rotorbladen en  $V$  het aantal statorbladen voorstelt;  $n$  is het veelvoud van de frequentie waarmee de rotorbladen passeren, en  $k$  doorloopt alle gehele getallen tussen min en plus oneindig. Voor iedere mode is de spoedhoek van de spiraal afhankelijk van de geluidsfrequentie. Neemt de frequentie af, dan neemt de loodrechte afstand tussen de opeenvolgende spiraalvlakken toe. Dit betekent dat de spoed van de spiraal groter moet worden, totdat de golfvronten evenwijdig aan de kanaalas gaan ronddraaien. Dit gebeurt bij de afkapfrequentie. Voor frequenties *lager* dan de afkapfrequentie kan het geluid zich niet meer via de beschouwde mode voortplanten.

Bij de afkapfrequentie wordt geen akoestische energie door de pijp getransporteerd. De beschouwde mode kan dan zeer gemakkelijk worden aangeslagen. Figuur 3 illustreert dit aan de hand van een bij het NLR uitgevoerd principe-experiment. De figuur toont het geluidsspectrum in een ronde pijp (40 cm. diameter), opgewekt door een luidspreker in de wand die wordt aangedreven met een vlak spectrum. Het gemeten geluidsniveau geeft geen vlak spectrum te zien, maar een aantal pieken bij de afkapfrequenties van de verschillende  $m, \mu$ -modes. Deze pieken zitten precies daar waar ze theoretisch worden voorspeld.

Deze metingen werden verricht in de zogeheten modesimulator van het NLR, die in 1979 in bedrijf werd gesteld. In deze opstelling kunnen de genoemde spiraalpatronen worden opgewekt of onderdrukt met een krans van luidsprekers in de wand. Zo kan een patroon worden opgewekt waarin slechts één bepaalde mode aanwezig is. Met deze modesimulator werd in 1980 een techniek beproefd waarmee in principe kan worden vastgesteld welke omtreksmodes aanwezig zijn in een werkelijke motor (stilstaand of tijdens de vlucht), uitgaande van metingen op de wand van het motorkanaal.

Om het lawaai te dempen wordt het motorkanaal aan de binnenzijde voorzien van geluid-absorberende bekleding. De akoestische eigenschappen van deze bekleding kunnen in één complex getal worden weergegeven: de akoestische impedantie  $Z$ . De waarde van  $Z$  waarbij de grootste geluidsdemping optreedt (de optimale impedantie) hangt af van een groot aantal factoren, zoals kanaallengte en -diameter, de onderlinge sterkte van de verschillende  $m, \mu$ -modes, de geluidsfrequentie, en de aanwezigheid van stroming.

Bij het zoeken naar de optimale impedantie concentreert men zich gewoonlijk op het dempen van de toon van tweemaal de bladpasseerfrequentie. De grondtoon kan namelijk al worden geëlimineerd door geschikte aantallen van rotor- en statorbladen te kiezen. In moderne motoren worden deze aantallen namelijk zo gekozen dat de afkapfrequenties van alle grondtoonmodes boven de bladpasseerfrequentie komen te liggen, waardoor de grondtoon zich niet meer kan voortplanten.

#### Berekening van de geluidsdemping

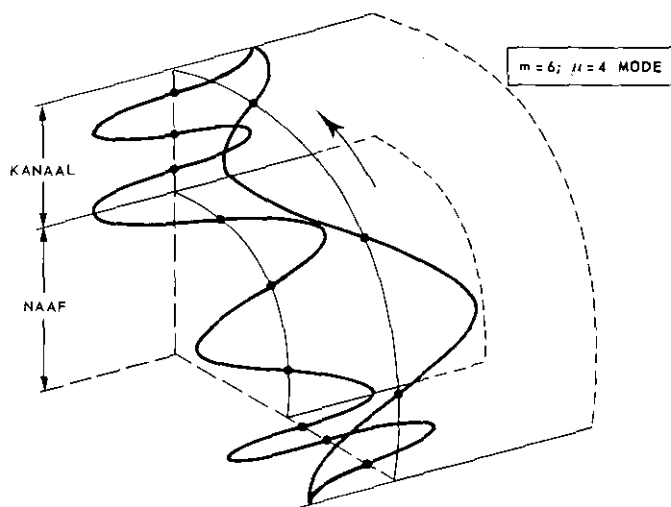
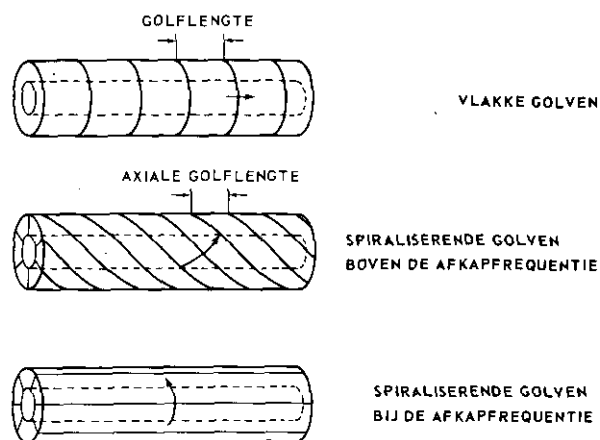


Fig. 2 — Geluidvoortplanting in een ronde pijp met naaf. (De pijl geeft de draairichting van het  $m = 6$  patroon aan.)

Sound propagation in a cylindrical duct with hub. (The arrow indicates the sense of rotation of the  $m = 6$  pattern.)

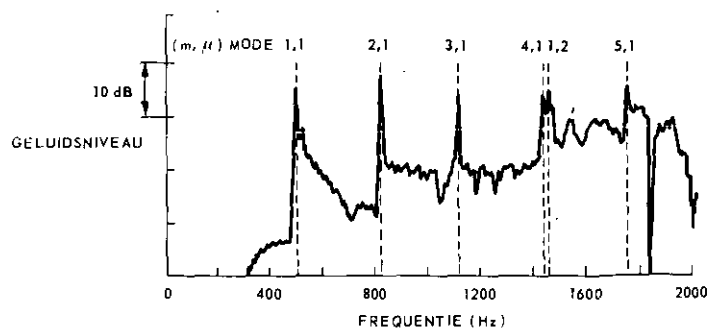


Fig. 3 — Responsie van een pijp van 40 cm diameter op breedband geluid. Response of a 40-cm diameter duct on broadband noise.

Bij het NLR is in de afgelopen jaren een computerprogramma ontwikkeld waarmee de geluidsdemping kan worden berekend in een cilindrisch kanaal van eindige lengte, waarin stroming optreedt met een grenslaag aan de wand. Het kanaal kan over zekere lengte van geluidabsorberende bekleding worden voorzien. Met dit programma kan ook de geluidstraling naar de grond worden berekend. De geluidsmodes die optreden worden berekend met behulp van het programma dat de fan als geluidsbron beschrijft.

Het hier beschreven rekenmodel was eind 1980 zover ontwikkeld dat het kan worden toegepast voor ontwerpberekeningen ten behoeve van het F29-project.

Figuur 4 geeft als voorbeeld de berekende geluidsdemping in een inlaatkanaal met een uniforme stroming, dat over de volle lengte is voorzien van akoestische bekleding met een impedantie  $Z$ .

De berekeningen zijn uitgevoerd voor twee geheel verschillende radiale verdelingen van de geluidsbronsterkte, geval a en geval b (zie tekening). In de tekening linksboven is aangegeven hoe het profiel van de geluidsdruk in beide gevallen verloopt. In de omtreksrichting correspondeert de bronverdeling in beide gevallen met  $m = 8$ .

Rechtsboven is weergegeven hoe de geluidsdemping toeneemt naarmate de inlaat, voorzien van een bekleding met impedantie  $Z = 5$ , langer wordt. Het is duidelijk dat de verdeling van de geluidsbronsterkte een grote invloed heeft op de demping: bij een lengte gelijk aan de diameter ( $L/D = 1$ ) geeft deze bekleding bij bron a een demping van 2,8 dB, terwijl bij bron b dezelfde bekleding resulteert in een demping van 5,1 dB!

Uit de figuren daaronder blijkt trouwens dat bij deze kanaallengte ( $L/D = 1$ ) de impedantie  $Z = 5$  verre van optimaal is voor bron a (links). Uit het patroon van lijnen van gelijke demping in het complexe impedantievlak blijkt dat voor bron a een maximale demping van 5,4 dB optreedt bij een impedantie van  $Z \approx 4,6 - 9,2i$ , terwijl voor bron b de maximale demping 5,6 dB is bij een optimale impedantie van  $Z = 3,3 + 0i$ . In beide gevallen is dus vrijwel dezelfde maximale geluidsdemping mogelijk, maar bij heel verschillende optimale impedanties, dus bij geheel verschillende bekledingen!

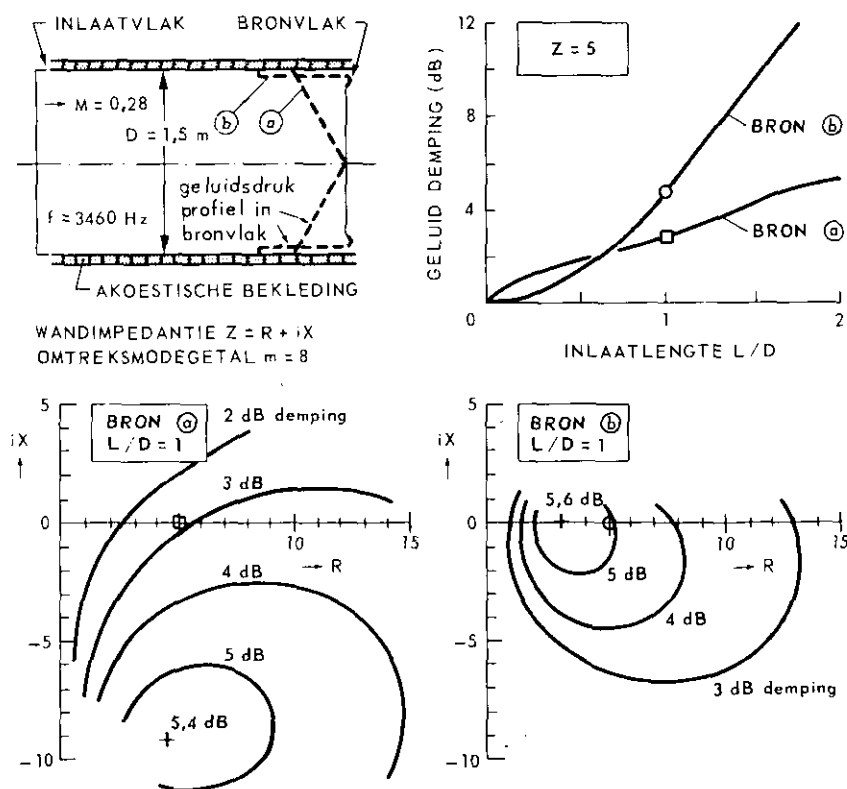


Fig. 4 — Berekende geluidsdemping door geluidabsorberende bekleding van het inlaatkanaal voor twee verschillende radiale bronsterkteverdelingen in het vlak van de fan.  
Calculated sound suppression by inlet duct lining, for two different radial sound source distributions.

De akoestische impedantie,  $Z = R + iX$ , geeft de verhouding aan tussen de geluidsdruk  $\tilde{p}$  aan de wand en de snelheid  $\tilde{u}_n$  van de trillende luchtdeeltjes loodrecht op de wand. Om  $Z$  dimensieloos te maken, wordt gedeeld door de luchtdichtheid ( $\rho_0$ ) en de geluidssnelheid ( $c_0$ ). Dus:

$$Z = \tilde{p} / \rho_0 c_0 \tilde{u}_n.$$

Het reële deel van  $Z$  wordt de weerstand  $R$  genoemd, het imaginaire deel  $X$  heet de reactantie.

In het geval van een harde wand is  $\tilde{u}_n = 0$ . Als het geluid loodrecht op de bekleding zou vallen, treedt volledige absorptie op als  $Z = 1$ . Bij spiraliserende geluidsgolven door het motorkanaal treedt echter maximale demping op bij een optimale impedantie van  $Z \neq 1$ .

## Akoestische bekleding

In het voorafgaande is beschreven hoe de optimale waarde van de impedantie kan worden berekend: die impedantie dus die de grootste geluidsdemping zal opleveren in een bepaalde situatie (kanaallengte en -diameter, profiel van de geluidsdruk, geluidsfrequentie). De ontwerper moet dan het probleem oplossen hoe hij een bekleding moet realiseren die in de motor ook werkelijk die impedantie bezit. Hij moet daarbij ook nog aan enkele andere eisen voldoen: de bekleding moet zo licht mogelijk zijn, bestand tegen erosie door de langstromende lucht en bestand tegen akoestische vermoeiing. Bovendien moet de bekleding passen in de motorgondel wat de dikte betreft, en mag geen water of brandstof opzuigen.

In de praktijk wordt voor straalmotoren vrijwel altijd een bekleding op basis van het principe van de Helmholtz-resonator toegepast. Dit type bekleding bestaat uit een geperforeerde of poreuze dekplaat, gelijmd op een honingraat die weer gelijmd is op een luchtdichte bodemplaat. Iedere cel van de honingraat is via de geperforeerde dekplaat toegankelijk voor het geluid. Indien geluidsgolven deze bekleding treffen, ontstaat in iedere cel een patroon van staande golven tussen de dekplaat en de reflecterende bodemplaat (zie figuur 5). De lucht in de gaatjes van de plaat stroomt hierbij in en uit met een snelheid die onder meer afhangt van de frequentie. Deze geschetste situatie vertoont sterke analogie met een massa-veer-dempersysteem. De massa is dan de bewegende luchtprop in het gaatje, de veer is de lucht in de cel, en de demper is de weerstand bij het in- en uitstromen die wordt veroorzaakt door het gat en door de grenslaag van de stroming vlak boven de dekplaat. De hoogste snelheid door de gaatjes, en daarmee de grootste weerstand, wordt bereikt als het systeem in resonantie geraakt. De frequentie waarbij dit gebeurt neemt toe naarmate de celdiepte kleiner is.

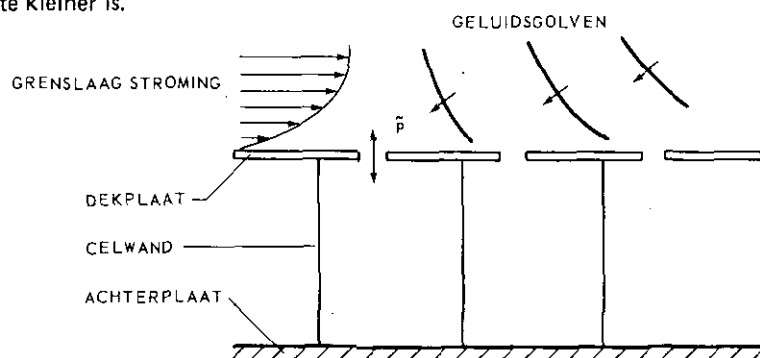
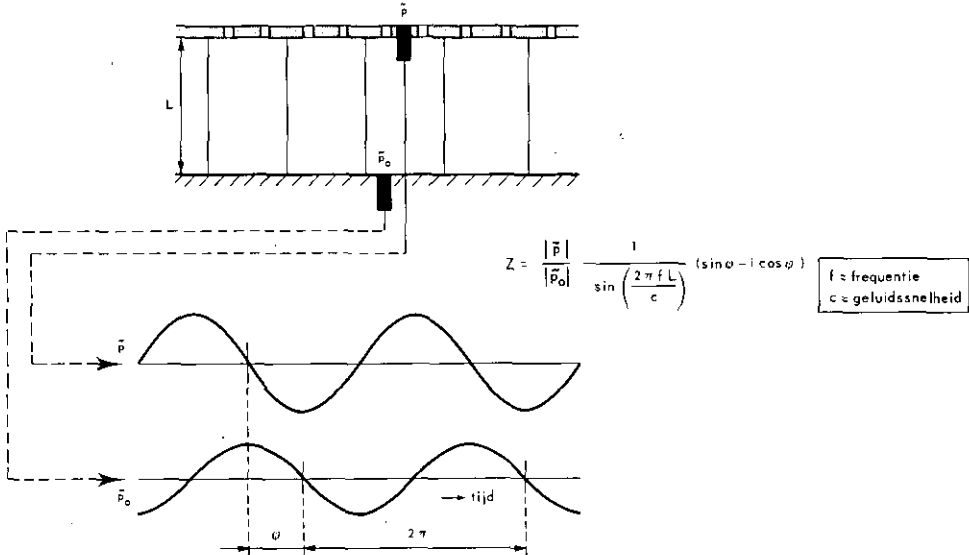


Fig. 5 – Schema van een element uit een akoestische bekleding.  
Diagram of an acoustic liner element.

Uit enige metingen die in 1976 in een provisorische opstelling door het NLR werden verricht, bleek al spoedig dat met uit de literatuur beschikbare semi-empirische formules (zoals bijvoorbeeld ontwikkeld door Guess) het effect van de stroming op de impedantie niet goed werd voorspeld. Voor toepassing in motorkanalen is nauwkeurige kennis van dit effect echter essentieel. Deze situatie leidde in 1977 tot de bouw van de Nagalm-tunnel. In de wand van de meetplaats van deze tunnel kunnen vlakke panelen met geluidabsorberende bekleding worden aangebracht met afmetingen tot 15 cm x 105 cm. De panelen kunnen worden blootgesteld aan geluidsniveaus tot 155 dB bij stromingssnelheden tot 250 m/s. Deze geluidsintensiteit ligt een factor 100 boven de pijngrens en komt overeen met de

Fig. 6 – Meting van de akoestische impedantie Z met behulp van de twee-microfoontechniek.  
*Acoustic impedance (Z) measurement using the two-microphone technique.*



omstandigheden in een straalmotor. De impedantie van de bekleding wordt bepaald met behulp van de twee-microfoontechniek (fig. 6). Hiervoor worden twee miniaturmicrofoontjes (diameter 2 mm) ingebouwd in de bekleding: één in de geperforeerde dekplaat en één in de celbodem. Uit de amplitudeverhouding en het faseverschil van de twee microfoonsignalen kan de impedantie worden berekend. De signalen worden geanalyseerd door een Fourier-analysator, waarmee de resultaten onmiddellijk in de vorm van grafieken worden verkregen.

In figuur 7 worden als voorbeeld de in de Nagalmtunnel gemeten impedantiewaarden vergeleken met door het NLR en door Guess voorspelde waarden. De bekleding was in dit geval voorzien van een dekplaat met 3 procent porositeit en gaatjes van 0,9 mm diameter bij een celdiepte van 16 mm. Het geluidsniveau was ca. 140 dB, en de tunnelsnelheid bedroeg 100 m/s. De impedantie werd voor 7 frequenties gemeten (1250 Hz - 5000 Hz). Uit de figuur blijkt dat vooral de gemeten 'weerstand' R (het reële deel van Z) aanzienlijk afwijkt van de door Guess voorspelde waarden, terwijl de NLR-voorspellingen binnen 0,5 dB van de meetwaarden af liggen.

Deze NLR-voorspellingen zijn het resultaat van een predictiemethode die na systematisch experimenteel onderzoek in de Nagalmtunnel recent op het NLR werd ontwikkeld. Hierbij wordt de dikte en vorm van de grenslaag in rekening gebracht. Met deze methode blijken zowel het reële als het imaginaire deel van de impedantie met een nauwkeurigheid van 0,5 te kunnen worden voorspeld, wat voldoende nauwkeurig is voor ontwerpdoeleinden.

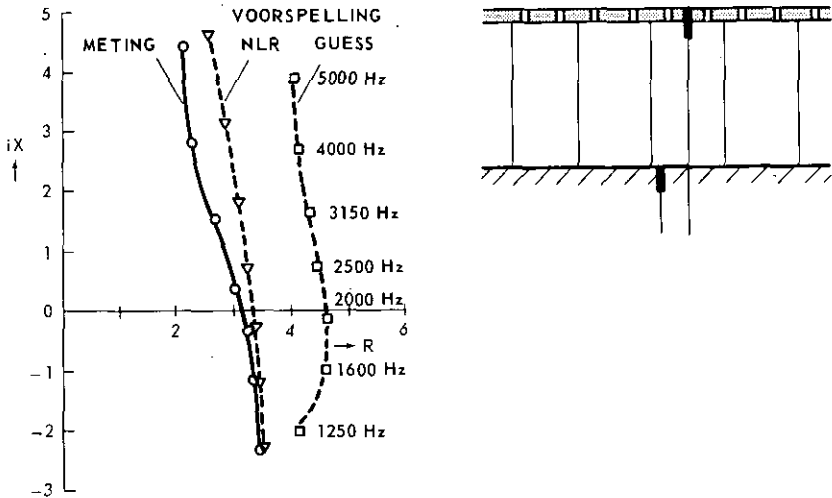
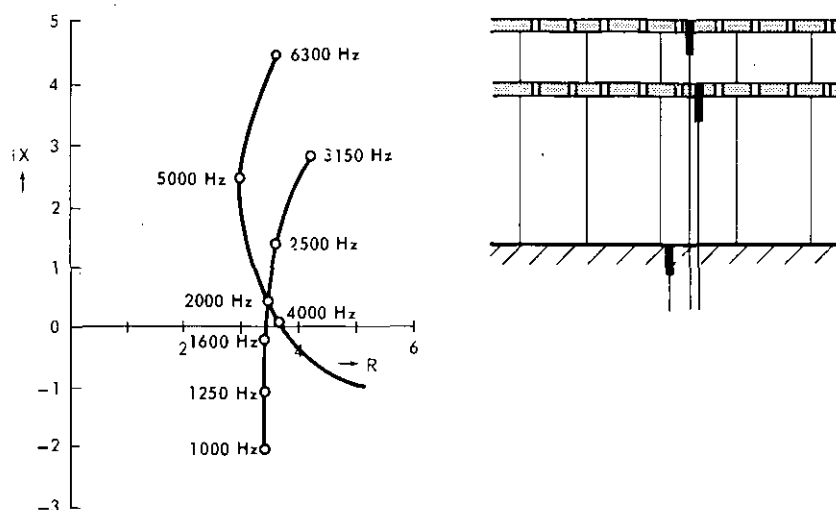


Fig. 7 – Gemeten en voorspelde impedantie van enkeldeksbekleding.  
*Measured and predicted values of single-layer liner impedance.*

Fig. 8 — Impedantiemeting aan een dubbeldeksbekleding met behulp van de drie-microfoontechniek.

*Double-layer acoustic liner impedance measurement using the three-microphone technique.*



De ervaring die de laatste jaren is opgedaan met de twee-microfoontechniek wordt nu ook toegepast op drie-microfoonmetingen aan zogeheten dubbeldeksbekleding (fig. 8). Met deze bekleding kunnen voor twee optredende frequenties onafhankelijk van elkaar twee verschillende impedanties worden gerealiseerd. De ontwerpberekeningen voor deze bekleding worden interactief op de computer uitgevoerd. Op deze manier kunnen de twee celdiepten en de geometrie van de poreuze of geperforeerde platen worden gevarieerd totdat een bevredigend verloop van de impedantie met de frequentie is verkregen. Deze ontwerpmethode is geverifieerd aan de hand van metingen in de Nagalmtunnel met behulp van de drie-microfoontechniek.

#### Slotopmerking

Het NLR heeft gedurende de afgelopen jaren een aantal theoretische en experimentele mogelijkheden ontwikkeld op het gebied van geluiddemping in de inlaat- en uitlaatkanalen van straalmotoren. De resultaten van deze ontwikkelingen worden thans toegepast in het akoestisch ontwerp van het inlaatkanaal van de F29-motor.

De op het NLR ontwikkelde methoden hebben internationale erkenning gevonden en bieden de mogelijkheid voor een integrale en evenwichtige aanpak van het probleem van fanlawaai van vliegtuigmotoren. Integraal, want alle aspecten van fan tot waarnemer worden in de beschouwingen betrokken. Evenwichtig, want met de gegeven middelen is een sterk praktijkgerichte werkwijze tot stand gebracht, waarin zowel de akoestische als de aërodynamische en constructieve aspecten zo goed mogelijk tot hun recht komen. In betrekkelijk korte tijd is de kennis opgebouwd waarmee het NLR de vliegtuigindustrie en de vliegtuiggebruiker op doeltreffende wijze kan ondersteunen bij ontwikkelingen die moeten leiden tot de meest efficiënte manier om het geluid van turbofanmotoren te verminderen.

## 4.2 DE BEPROEVING VAN HET STANDREGELMODEL VAN IRAS

### IRAS — doel en werkwijze

Wanneer alles volgens plan verloopt zal IRAS, de tweede wetenschappelijke satelliet van Nederlandse origine, in augustus 1982 worden gelanceerd. De plannen voor de IRAS (Infrarood Astronomische Satelliet) dateren uit 1973, toen de eerste astronomische Nederlandse satelliet ANS nog moest worden gelanceerd. Met de ANS werden van 1974 tot 1976 op systematische wijze alle röntgenbronnen en UV-bronnen aan de hemel in kaart gebracht. Met de IRAS zal op soortgelijke wijze een systematisch overzicht worden gemaakt van alle infraroodbronnen aan de hemel. Het zal de eerste keer zijn dat een dergelijke kaart wordt gemaakt. Verwacht wordt, dat daarmee meer inzicht zal worden verkregen in het wordingsproces van sterren. Daarbij ontstaat namelijk infrarode straling, die niet zichtbaar is en bovendien hier op aarde bijna niet kan worden gemeten door de absorptie in de atmosfeer. Met behulp van apparatuur, gelanceerd met raketten of ballonnen, zijn sinds 1969 ongeveer 2000 infraroodbronnen ontdekt. Verwacht wordt dat IRAS per dag 10.000 bronnen zal kunnen meten. De geschatte levensduur van de satelliet is één jaar. Gedurende dit jaar zal, behalve voor de algehele inventarisatie, voldoende tijd beschikbaar zijn voor nauwkeuriger waarnemingen van specifieke interessante infraroodbronnen.

De baan van IRAS (fig. 9) is een circulaire zon-synchrone schemerbaan op 900 kilometer hoogte, met een inclinatie van  $99^\circ$  ten opzichte van de equator. In een dergelijke baan draait het baanvlak door de afplatting van de aarde ongeveer één graad per dag met de zon mee, zodat de IRAS vrijwel altijd in het zonlicht vliegt. Het duurt ongeveer tien maanden voordat de satelliet voor het eerst even in de schaduw van de aarde komt.

De IRAS vliegt voortdurend over de scheiding tussen de verlichte en de niet-verlichte zijde van de aarde en passeert iedere 12 uur het grondstation te Chilton bij Oxford in Engeland. Van daaruit is hij telkens gedurende ca. 15 minuten zichtbaar. In dit kwartier worden de meetgegevens van de afgelopen 12 uren die op magneetband zijn opgeslagen (ca. 450 megabits), naar de aarde gezonden voor verdere verwerking. Tegelijkertijd wordt een nieuw meetprogramma voor de komende 12 uren in de boordcomputer geladen.

De satelliet bestaat uit twee hoofdsystemen: het infraroodinstrumentarium en het eigenlijke ruimtevaartuig, waarin de overige subsystemen zijn ondergebracht. Het infraroodinstrumentarium bestaat uit een Cassegrain-telescoop met een doorsnee van 60 cm, die geplaatst is in een dewarvat, gevuld met superfluïde helium, met een aantal detectoren in het brandvlak. Door langzame verdamping van het helium wordt de kijker gekoeld tot ca. 20 K en de detectoren tot ca. 2 K, waarmee voorkomen wordt dat de kijker zelf infrarood licht uitstraalt. Het dewarvat wordt gemonteerd op een honingraatpaneel, waarop aan de onderzijde de meeste satelliet subsystemen zijn aangebracht, zoals de boordcomputer, het standregelsysteem, de communicatieapparatuur en de energievoorzieningen (fig.10).

### Taakverdeling binnen het IRAS-project

Hoewel de IRAS van Nederlandse origine is, is het geen puur nationale satelliet, omdat ook de Verenigde Staten en Engeland aan het project deelnemen. In Nederland worden de werkzaamheden gecoördineerd door het NIVR, in de Verenigde Staten door de NASA, en in Engeland door de Science Research Council (SRC).

De Amerikaanse bijdrage bestaat uit de gekoelde infraroodkijker, de lancering van de satelliet, en het computercentrum voor de eindverwerking van de meetgegevens van de IRAS tot een catalogus.

Engeland stelt het grondstation en het controlecentrum voor de vluchtleiding ter beschikking.

Het Nederlandse aandeel omvat de bouw van de satelliet en de integratie met de telescoop, en tevens het testen van de satelliet en de lanceer voorbereiding. Daarnaast wordt een zogenaamd 'Dutch Additional Experiment' (DAX) ontwikkeld door de Universiteit van Groningen. Voor de bouw van het Nederlandse deel van de satelliet is ICIRAS verantwoordelijk, een industrieel consortium bestaande uit Fokker en Hollandse Signaalapparaten (Philips). Het NLR levert hierin, onder contract van ICIRAS, een belangrijke bijdrage in de volgende vier deelgebieden:

- De ontwikkeling van de programmatuur van de boordcomputer. Deze programmatuur kwam in 1980 gereed.

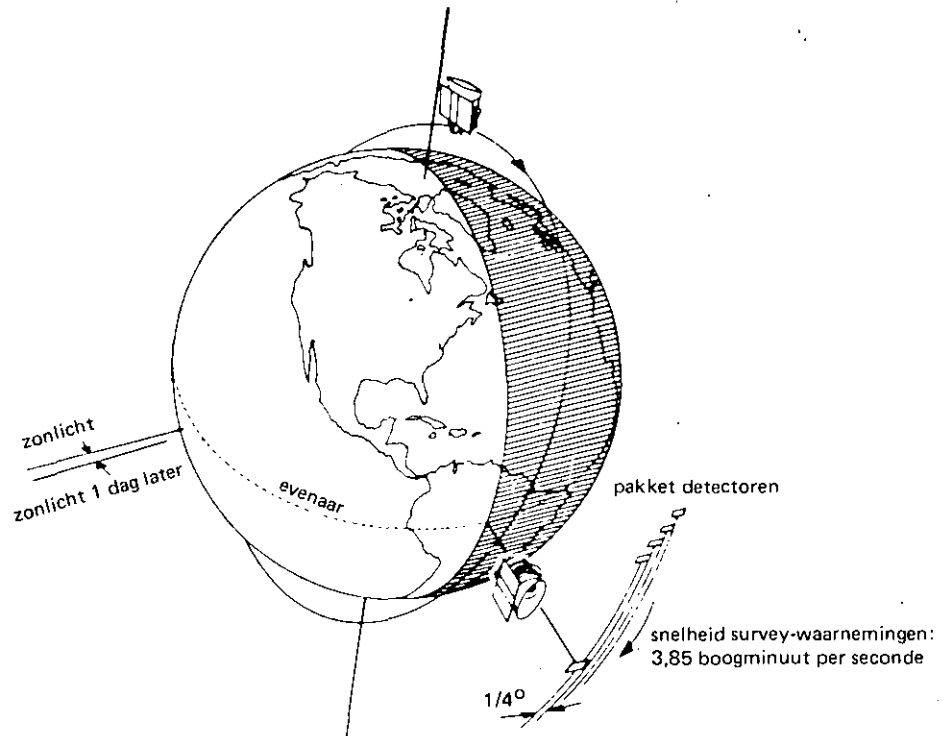


Fig. 9 – Principe van het aftasten van de hemel.  
Principles of sky survey.

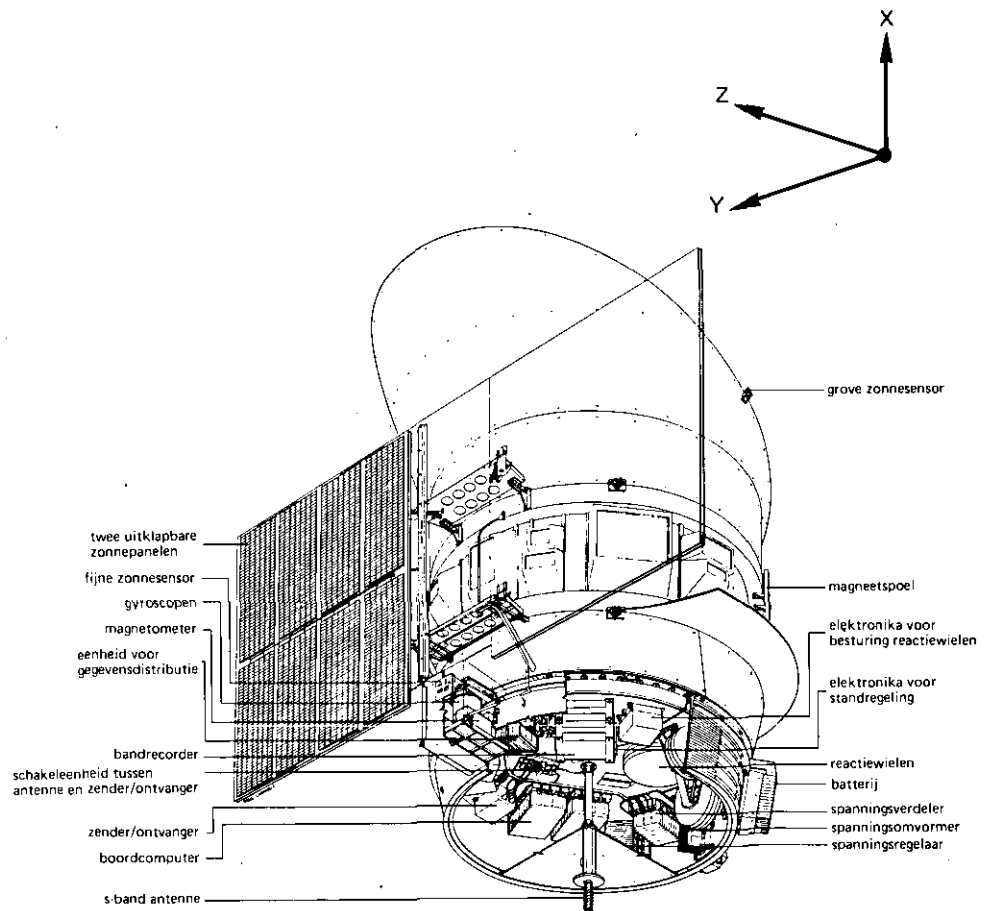


Fig. 10 – De IRAS-satelliet.  
Diagram of the IRAS satellite.

- De integratie en systeemverantwoordelijkheid van het 'Ground-Checkout System'. Met dit systeem worden alle functies tijdens de bouw van de satelliet en tijdens de lanceervoorbereiding getest met behulp van door het NLR ontwikkelde computerprogramma's.
  - De grondoperaties, met name de voorbereiding van het meetprogramma voor iedere 12-uurs periode, en de voorverwerking en datareductie van de ontvangen meetresultaten. Deze taak wordt samen met het Appleton laboratorium (U.K.) uitgevoerd.
  - De beproeving van het standregelmodel ('Attitude Control Model' – ACM).
- In het navolgende zal wat dieper worden ingegaan op de doelstelling en uitvoering van deze vierde deeltaak. Daarvoor moet eerst een toelichting worden gegeven op de taken van het standregelsysteem in het gehele IRAS-concept.

#### Taken van het standregelsysteem

Het standregelsysteem zorgt ervoor de telescoop tijdens het meetprogramma nauwkeurig op de gewenste plaats aan de hemel wordt gericht, hetzij in een langzame 'scan-mode', waarbij de hemel systematisch met een vaste hoeksnelheid wordt afgetast, hetzij in een 'pointing mode', waarbij gedurende langere tijd naar één punt aan de hemel wordt gekeken. Infraroodbronnen van grotere omvang kunnen bovendien door kleine heen en weer gaande satellietbewegingen worden afgetast, de zogenaamde 'raster-scan'.

De overige bewegingsmogelijkheden zijn de 'slew', waarbij de kijkrichting in een zo kort mogelijke tijd van de ene bron naar een andere wordt verplaatst, en de 'offset pointing mode', waarbij de achtergrondstraling wordt gemeten ter weerszijden van een bron. Tenslotte is er nog de 'standard scan mode': een veilige wachtstand die geheel autonoom door de satelliet wordt ingenomen in geval van nood en in geval van beëindiging van het meetprogramma. De dwarsas wordt dan naar de zon gericht en de telescoop kijkt de ruimte in, van de aarde af.

De nauwkeurigheidseisen zijn zodanig dat de stand achteraf met een nauwkeurigheid van 20 boogseconden moet kunnen worden gereconstrueerd. Langdurige metingen van een bron moeten ook mogelijk zijn; de telescoop mag dan in 17 minuten niet meer dan 30 boogseconden van de bron afwijken, de beweging moet zeer stabiel zijn, en de ruis mag niet meer dan 5 tot 15 boogseconden bedragen, afhankelijk van de besturingsas.

De hoek die de telescoopas met de zonrichting mag maken ligt tussen  $60^\circ$  en  $120^\circ$ . Door deze betrekkelijk grote bewegingsvrijheid wordt bereikt dat al na 30 dagen de halve hemel is afgetast. Na een half jaar is de gehele hemel in kaart gebracht en is iedere bron in principe minstens zesmaal waargenomen. Dit dient om echte bronnen te kunnen onderscheiden van toevallige infraroodbronnen, zoals andere satellieten en asteroiden.

Een belangrijke taak van het standregelsysteem is de beveiliging van de telescoop. Deze mag onder geen enkele voorwaarde op de zon of de aarde worden gericht, omdat de grote warmtestraling van deze beide hemellichamen de detectoren zou vernietigen. Deze beveiliging is een autonome functie die altijd moet werken, behalve vlak na de lancering, wanneer de bewegingen van de satelliet nog ongecontroleerd kunnen zijn. Dan is de telescoop echter met een gekoeld deksel afgesloten.

Ook de oriëntatie van de satelliet op de zon en de aarde gedurende deze eerste fase van de vlucht behoort tot de autonome taken van het standregelsysteem.

#### Beschrijving van het standregelsysteem

De IRAS wordt drieassig gestabiliseerd, hetgeen betekent dat de bewegingen van de satelliet om drie onderling loodrechte assen bestuurd worden door onafhankelijke besturingssystemen. De assen vallen vrijwel samen met de hoofdtraagheidsassen, waardoor de onderlinge koppeling van de bewegingen klein is. De drie standregelsystemen gebruiken gemeenschappelijke componenten, maar zijn niet identiek.

Figuur 11 toont een blokschema van het totale standregelsysteem (zie voor het assenstelsel figuur 10).

Het centrale brein van het standregelsysteem is een boordcomputer, die via een databus met de verschillende meet- en regeleenheden is verbonden. De belangrijkste standmeetinstrumenten voor de besturing van de IRAS zijn gyroscopen en zonsensoren. De drift van de X- en Y-gyroscopen wordt afgeleid uit de aanwijzing van de zonsensoren. De drift van de belangrijke Z-as gyroscopen wordt bepaald met behulp van een sterresensor in het brandvlak van de telescoop (een combinatie van spleetsensoren waarmee de passage van bekende sterren wordt gemeten). Zowel de boordcomputer als de Z-as gyroscop zijn terwille van de bedrijfszekerheid dubbel uitgevoerd.

Fig. 11 — Blokdiagram van het standregelsysteem.  
*Block diagram of the attitude control system.*

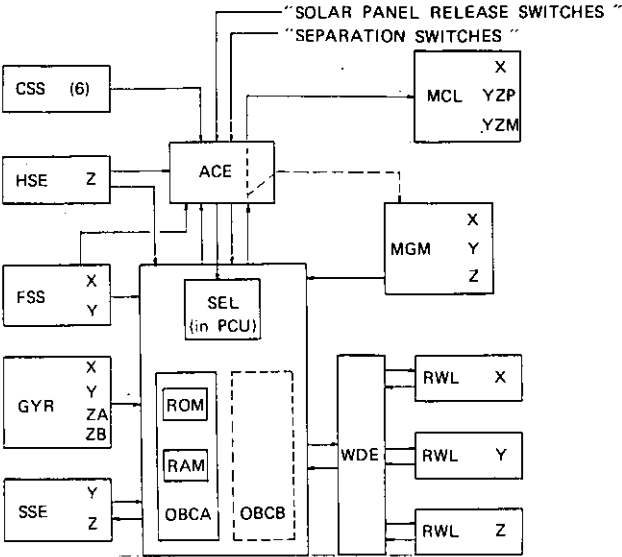
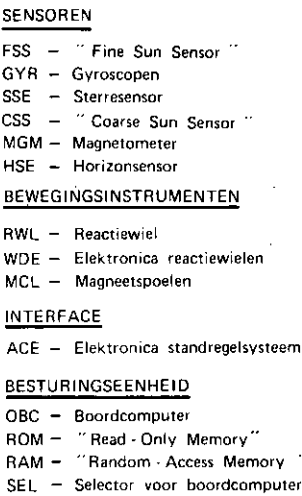
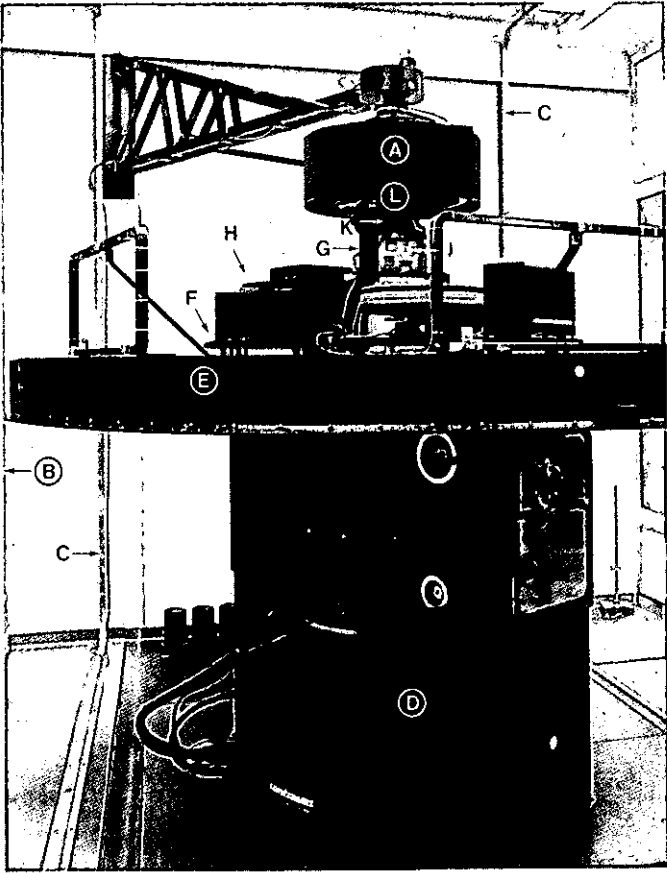


Fig. 12 — Het standregelmodel op de luchtgelagerde simulatietafel.  
*The attitude control model on the air-bearing simulation table.*



- A. INTER-COMPUTER INTERFACE
- B. BOORDCOMPUTER
- C. ELEKTRONICA "FINE SUN SENSORS"
- D. ELEKTRONICA STANDREGELSYSTEEM
- E. REGELING ELEKTRISCH VERMOGEN
- F. ELEKTRONICA GYROSCOPEN
- G. ELEKTRONICA REACTIEWIELEN
- H. REACTIEWIEL
- I. GYROSCOOP
- K. "COARSE SUN SENSOR"
- L. MAGNEETPOEL
- M. GEWICHTEN VOOR SIMULATIE TRAAGHEIDSMOMENT

- A. HORIZONSIMULATOR
- B. ZONSIMULATOR (NIET ZICHTBAAR)
- C. MAGNEETVELDSIMULATOR
- D. LUCHTGELAGERDE TAFEL
- E. BUITENSTE SCHIJF
- F. TAFELOPPERVLAK
- G. SENSOREN
- H. TELEMETRIE- EN BESTURINGSEENHEID
- I. "FINE SUN SENSOR"
- K. MAGNETOMETER
- L. HORIZONSENSOR

De standregeling vindt plaats door middel van drie identieke reactiewielen, waarvan de werking op het 'actie is reactie'-principe berust. Ditzelfde principe leidt omgekeerd tot een toeneming van het draaiimpuls van de wielen wanneer door uitwendige oorzaken koppels op de satelliet werken, zoals de stralingsdruk van de zon, magnetische koppels, of het weglekken (afblazen) van het heliumgas.

Het teveel aan draaiimpuls van de reactiewielen wordt door middel van magneetspoelen aan het aardmagnetisch veld overgedragen; met behulp van stroomstoten door de spoelen worden tegengestelde koppels op de IRAS uitgeoefend, waardoor de wielen worden 'ontladen'. Voor de selectie van de juiste spoelen en de stroomrichting wordt een drieassige magnetometer gebruikt.

Een bijzondere toestand ontstaat wanneer de IRAS in de schaduw van de maan of de aarde komt ('eclips'). Dan wordt alleen op de gyroscopen gestuurd. Deze eclips-toestand treedt in werking wanneer de zes 'coarse sun sensors' en de twee 'fine sun sensors' geen zonlicht meer ontvangen. Deze zondetectoren worden ook gebruikt voor de oriëntatie van de satelliet op de zon na de lancering.

Tenslotte moet de horizonsensor worden genoemd: een combinatie van warmtestroommeters waarmee de stand ten opzichte van de aarde wordt gemeten met een nauwkeurigheid van ca.  $10^\circ$ . Deze horizonsensor vervult een belangrijke taak bij de beveiliging van de telescoop.

Voor alle standmeetsensoren aan boord van de IRAS bestaan vervangende voorzieningen: de z.g. 'back-up modes'. Het inschakelen van een 'back-up mode' heeft altijd tot gevolg dat de nauwkeurigheid van de standregeling vermindert, maar zo wordt voorkomen dat de missie voortijdig moet worden beëindigd.

#### De boordcomputer

De boordcomputer is afgeleid van de P 856 mini computerserie van Philips. De geheugen-capaciteit is 32.000 woorden (16 bits) en de opteltijd is 4 microseconden. Zoals gezegd is de computer dubbel uitgevoerd, met dien verstande dat beide rekeneenheden in staat zijn het totale geheugen van 64.000 woorden te benutten.

De computer heeft drie hoofdtaken te vervullen:

- *de gegevensverwerking* van het experiment; deze gegevens worden ingedeeld in formats en op de bandrecorder geschreven;
- *de standregeling*; de berekeningen omvatten de besturing van de satelliet tijdens de metingen, maar ook de verschillende autonome functies, zoals de standsacquisitie na de lancering en de beveiliging van de telescoop;
- *de commandering en telemetrie*; tijdens het grondcontact kunnen operationele en technische opdrachten naar de boordcomputer worden gezonden. Ook de eigen programma's van de computer kunnen op deze manier gewijzigd of aangevuld worden. Meetgegevens uit alle eenheden van de satelliet worden continu via de telemetrie uitgezonden, zodat de gezondheidstoestand van de satelliet voortdurend kan worden gecontroleerd.

Doordat de boordcomputer vanaf de grond opnieuw geprogrammeerd kan worden, ontstaat een bijzonder flexibel systeem, dat zo nodig aan de omstandigheden kan worden aangepast. Ook is het mogelijk de standregeling gedurende de vlucht nog verder te optimaliseren door verbeterde inzichten omtrent het werkelijke gedrag van de satelliet of van de sensoren.

Anderzijds kunnen in het opnieuw te programmeren geheugen van de boordcomputer storingen optreden door software-fouten of door gebreken in de voedingsspanning. Dit is de reden dat de eerste 3000 geheugenplaatsen van elk van de twee boordcomputers uitgevoerd zijn als 'Read-Only Memory' (ROM). Dit geheugendeel bevat een vast programma dat op geen enkele wijze gewijzigd kan worden en in hoge mate ongevoelig is voor storingen.

De standregelfuncties die in ROM zijn geprogrammeerd zijn:

- standacquisitie na de lancering en gedurende eclips;
- standbeveiliging: het innemen van de veilige stand;
- controle op de werking van magnetometer, horizonsensor en gyroscopen;
- detectie van belangrijke gebeurtenissen, zoals scheiding van de raket, foutieve stand, eclips;
- het ontladen van het reactiewiel;
- belangrijke gegevens voor de telemetrie.

Het ROM-programma zorgt voor de overleving van de satelliet onder extreme omstandigheden. De data die via de telemetrie naar de grond gezonden worden stellen het operatieteam in staat de oorzaak van het terugvallen op ROM op te sporen en corrigerende acties te nemen.

Onder normale omstandigheden wordt het 'Random-Access Memory' (RAM) gebruikt (29.000 woorden). De programma's in dit geheugendeel kunnen wel worden gewijzigd. Dit geheugendeel bevat de regelalgoritmen voor de normale scan, raster-scan, pointing en slew bewegingen. Uit de gegevens van de sterresensor worden eventuele standafwijkingen berekend.

Een belangrijke routine in het RAM-geheugen is het decoderen van het 'Satellite Operations Plan' (SOP). Dit plan definieert alle metingen voor de komende 12 uur en verschaft ook andere gegevens, zoals de passage van sterren voor de sterresensor. Het RAM-geheugen bevat ook de routines voor de gegevensverzameling van de experimenten en een zogenaamd 'data-logging' programma, waarin de belangrijkste gegevens van de afgelopen 12 uren worden verzameld. Daarmee kan in het grondstation zeer snel worden gecontroleerd of er fouten zijn opgetreden. In dat geval kan nog ingegrepen worden als de satelliet na één omwenteling om de aarde (ca. 1,5 uur) weer zichtbaar is.

#### Testfilosofie

Het spreekt vanzelf dat aan de controle van ieder satellietstelsel voortdurend, vanaf het begin van de ontwikkeling tot aan de lancering, de uiterste zorg wordt besteed, omdat er na de lancering nu eenmaal weinig meer aan gedaan kan worden. Al in een vrij vroeg stadium wordt met behulp van computersimulaties nagegaan of het voorgestelde concept juist is en toereikend om de vereiste prestaties te leveren. Waar onzekerheid bestaat over de juistheid van de toegepaste wiskundige modellen, worden deze met behulp van hardware-simulaties bestudeerd of geverifieerd. Van iedere satelliet wordt meestal een aantal hardware-modellen gebouwd voor de bestudering van de verschillende systeemdelen. In het geval van IRAS zijn de belangrijkste modellen het 'Structural Model' voor het sterkte- en stijfheidsonderzoek, het 'Thermal Model' voor het onderzoek naar de warmtehuishouding van de satelliet in de ruimte, het 'Electrical Model' voor de controle op de elektrische integratie van alle systeemdelen, inclusief de verbindingen met de verschillende standregelenheden, en het 'Attitude Control Model' (ACM). De overige proeven worden uitgevoerd op de eigenlijke satelliet ('Flight Model').

Het standregelmodel is gebouwd om alle functies en prestaties van het standregelsysteem, zoals deze hierboven globaal zijn beschreven, te beproeven. Het betreft zowel de hardware als ook alle software die daarbij een rol spelen. Vanzelfsprekend moeten deze proeven plaatsvinden onder omstandigheden die de werkelijkheid zo goed mogelijk benaderen. De hardware die in het model wordt gebruikt, is identiek aan die in de werkelijke satelliet. Zo ook de software, zij het dat de laatste enigszins was uitgebreid met speciale testvoorzieningen.

#### De simulatietafel

De proeven werden uitgevoerd op een enkelassige luchtgelagerde simulatietafel, die is opgesteld in het Geleidings- en Besturingslaboratorium van de hoofdafdeling Ruimtevaartuigen. Het traagheidsmoment van deze tafel komt overeen met dat van de IRAS; de bewegingen die door het reactiewiel of door de magneetspoelen worden opgewekt zijn dan gelijk aan de bewegingen van de satelliet zelf. Voorwaarde is natuurlijk dat ook de wrijvingsloze 'ophanging' van de satelliet in de ruimte zo goed mogelijk wordt nagebootst. Dit wordt met behulp van het luchtlager bereikt. De tafel drijft op een dunne 'film' van lucht die onder hoge druk tussen het bewegende en het vaste deel van de tafel wordt geblazen. In een vrij vroeg stadium was reeds besloten dat de proeven enkelassig zouden worden uitgevoerd. De standregelsystemen voor elk van de assen zijn dus afzonderlijk na elkaar getest. Een tafel met drie vrijheidsgraden van beweging van een dergelijke omvang en toch met een zeer lage wrijving zou namelijk zeer hoge ontwikkelingskosten met zich hebben meegebracht. Daarbij komt dat de onderlinge koppeling tussen de bewegingsassen gering is, zodat het goed mogelijk was het standregelsysteem voor elk van de assen separaat te testen.

Voor de proeven werd een Contraves Goertz luchtgelagerde testtafel gebruikt met een draagvermogen van 1100 kg. Op deze tafel is een grote schijf gemonteerd, waarop op de

rand gewichten kunnen worden geplaatst om het traagheidsmoment van de IRAS te simuleren, afhankelijk van de satellietas die wordt getest.

Het luchtlager heeft een maximaal wrijvingskoppel van  $5 \times 10^{-4}$  Nm, positief of negatief. De tafel heeft een elektrische koppelmotor, waarmee koppels kunnen worden opgewekt voor o.a. de simulatie van stoorkoppels die op de werkelijke satelliet werken en voor de compensatie van ongewenste koppels zoals onbalans. Ook de luchtweerstand van de apparatuur op de tafel werd hiermee gecompenseerd.

De stand kan worden uitgelezen met een resolutie van 0,36 boogseconden. De absolute hoeknauwkeurigheid over  $360^\circ$  verdraaiing is 1,5 boogseconden.

#### Het standregelmodel

Het standregelmodel bevatte alle sensoren in hardware, zoals ze hierboven zijn beschreven, met uitzondering van de sterresensor. Deze werd volledig gesimuleerd. De tijdstippen waarop een ster de spleetsensoren in de telescoop zou passeren, werd afgeleid uit de standuitlezing van de tafel. In het model werd echter onnodige duplicering van hardware vermeden. Zo bevatte het, naast de complete horizonsensoren magnetometer, maar één gyroscoop, één 'fine sun sensor', drie 'coarse sensors', één reactiewiel en twee magneetspoelen. De opbouw van de apparatuur op de tafel wordt getoond in figuur 12. Alle sensoren zijn in het hart van de tafel gemonteerd in een stabiel frame, waarbij grote zorg is besteed aan uitlijning van de verschillende eenheden. De overige apparatuur is hier omheen gegroepeerd.

Deze opstelling is voor alle proeven gelijk gebleven. Tussentijdse veranderingen zijn niet aangebracht, ook niet bij het verwisselen van de asrichting, met uitzondering van de hierboven genoemde aanpassing van het traagheidsmoment. De verandering van asrichting vond plaats door kleine veranderingen van het programma in de boordcomputer. In principe is het exacte vluchtprogramma getest in een complete drieassige simulatie, waarbij de ontbrekende sensorsignalen werden ingevoerd via extra on-board software. De verandering van asrichting vond plaats door de gegevens van de gesimuleerde en de werkelijke sensoren in het software-programma van plaats te doen verwisselen. Op dezelfde wijze werden ook de gegenereerde stuurcommando's voor de reactiewielen door onderlinge verwisseling van geheugenplaatsen naar het enige hardware reactiewiel gevoerd.

#### Simulatoren

Essentieel was dat alle hardware sensoren van de juiste signalen werden voorzien. Voor de gyroscoop was dat de draaiing van de gesimuleerde satelliet: de testtafel. De verticale component van de aardrotatie werd in de boordcomputer gecompenseerd. De zon werd gesimuleerd door een zonsimulator, bestaande uit een Xenon booglamp van 6,5 kW en een sferische spiegel die het licht collimeerde. De lichtintensiteit was 6 procent van het zonlicht. De zonsensoren werden hierop aangepast.

De magnetometer voelde het magnetische veld van de aarde, gecombineerd met die van de veldsimulator: een Helmholtz-spoelenpaar langs de wanden van de cabine om de testtafel. De veldsimulator is voornamelijk gebruikt om de horizontale component van het magnetische veld te vergroten.

De warmtestraling van de aarde werd gesimuleerd door middel van een verwarmd plaatsegment dat, los van de tafel, met de baansnelheid om de horizonsensor kon draaien. De energiesprong tussen de verwarmde plaat ( $+60^\circ\text{C}$ ) en het laboratorium ( $+20^\circ\text{C}$ ) is in het infraroodgebied gelijk aan de sprong tussen de aarde en de koude ruimte.

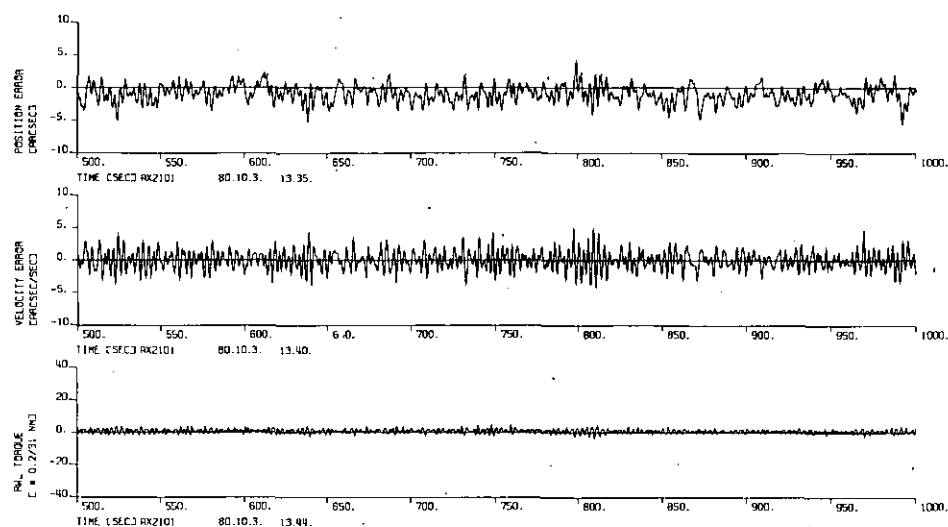
#### Simulatie software

De proeven werden automatisch geregeld door de laboratoriumcomputer, een hybride EAI PACER 600. De PACER vervulde de taak van grondstation. Het datatransport vond plaats via de slpringen in de testtafel en een speciaal ontwikkelde Inter-Computer Interface (ICI). Voor dit transport werden de standaard IRAS-formats gebruikt.

Tot de taken van PACER behoorden:

- het laden van de on-board software en het 'Satellite Operations Plan'. De standregelopdrachten voor de onderhavige proef werden dus op gelijke wijze doorgegeven als die tijdens de passage over het grondstation. Het behoorde tot de taken van de on-board software dit SOP op de juiste wijze te decoderen.
- het geven van directe 'real-time' commando's, eveneens identiek aan de commando's die straks vanaf de grond gegeven kunnen worden.

Fig. 13 — Gemeten ruis in de geregelde stand om de x-as, met normale sensorconfiguratie, RAM-control.  
*Measured noise of the controlled attitude around the x-axis, with the normal sensor configuration; RAM control.*



- het besturen van de koppelmotor van de testtafel voor het opwekken van stoorkoppels en voor het compenseren van de luchtweerstand en de onbalans van de tafel.
- het simuleren van de sterresensor.
- het verzamelen en verwerken van gegevens voor opslag op magneetband en voor-presentatie op recorders en beeldscherm.

#### Uitvoering proeven

De beproeving van het standregelsysteem kan in drie fasen worden ingedeeld:

- De integratietests, waarbij de verschillende eenheden eerst afzonderlijk en daarna geïntegreerd in het systeem werden getest. Er werden in totaal ca. 35 afwijkingen van verschillende aard geconstateerd. Ook tijdens de daaropvolgende systeembeproeving traden nog een aantal hardware-fouten op.
- De ROM-tests. In 19 testruns werden alle hierboven genoemde functies getest die in het ROM, dus in het beveiligde deel van het geheugen, zijn geprogrammeerd, zoals acquisitie, eclips en back-up modes, en de detectie van gevaarlijke satellietstanden.
- De RAM-tests. 45 testruns werden uitgevoerd om alle functies te testen die in het random-access gedeelte van de on-board software zijn geprogrammeerd, afwisselend met correct functionerende en foutieve sensoren en met of zonder eclips. Ook werden de overgangen tussen de ROM- en de RAM-standregeling getest.

Het zou te ver voeren hier in te gaan op alle testresultaten die met het standregelsysteem zijn verkregen. Een voorbeeld van de gemeten onrust (ruis) in de geregelde stand is in figuur 13 gegeven. Hieruit blijkt dat de gestelde eis van 15 boogseconden wordt gehaald.

In totaal zijn ongeveer 40 'non-conformance reports' uitgegeven, alle betrekking hebbend op afwijkingen ten opzichte van de specificaties in de hardware of software of in de documentatie. De meeste problemen zijn inmiddels al verholpen. Ze hadden veelal betrekking op fouten in de software, sensoren die niet aan hun specificaties voldeden, e.d. In het algemeen kon worden aangetoond dat het systeem aan de gestelde eisen voldoet.

Begin 1977 werd met de voorbereiding van de proeven begonnen en de laatste proeven werden in april 1980 uitgevoerd (fig. 14), enkele maanden later dan oorspronkelijk was gepland. Gedeeltelijk werd dit veroorzaakt door moeilijkheden bij de bouw van de testtafel, waarvan het resterende stoorkoppel nog steeds groter is dan de aanvankelijk door het NLR gestelde eis van  $10^{-4}$ Nm, en door moeilijkheden met enkele sensoren. Ook de produktie van de verschillende testdocumenten werd hierdoor vertraagd. In oktober 1980 verscheen het eindrapport over de beproevingen van het standregel-model.

Werden bij het testen van het standregelsysteem weinig problemen ondervonden, de moeilijkheden die in Amerika bij de bouw van de telescoop werden ondervonden zijn helaas aanmerkelijk groter van omvang. Verwacht wordt dat de telescoop in mei 1981 met de satelliet kan worden samengebouwd. De datum van de lancering (oorspronkelijk februari 1981) is verschoven naar augustus 1982.

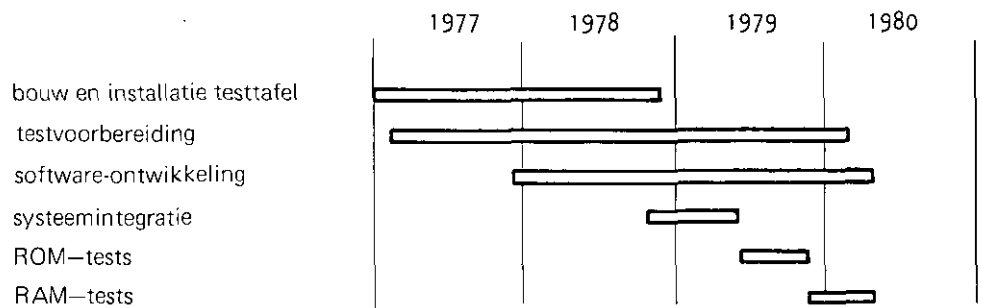


Fig. 14 — Tijdsverloop van de beproeving van het standregelmodel.  
Time schedule of the attitude control model testing.

## 5 BIBLIOTHEEK EN DOCUMENTATIE

Het verslagjaar werd gekenmerkt door een verdere groei in de dienstverlening en het optimaliseren van de lidmaatschaps- en periodiekenadministratie. Aan de uitleenadministraties is in beide vestigingen veel aandacht besteed teneinde het zoekraken van documenten bij langdurige uitleening te voorkomen en sneller antwoord te kunnen geven op de vraag wie een geleend document in zijn bezit heeft.

Het literatuurbezit groeide sterker dan in voorgaande jaren door een meer systematische acquisitie en uitwisseling van publikaties, alsmede door het registreren van alle documenten welke op naam binnenkomen. Het totaal van de aanwinsten bedroeg 4091 documenten in gedrukte vorm (3250 in 1979). Bovendien werden 1293 rapporten in de vorm van microfiche aangeschaft (764 in 1979).

*Van alle documenten in gedrukte vorm werden titelbeschrijvingen gemaakt en opgenomen* zowel in de kaartcatalogus als in de wekelijkse aanwinstenlijst. De nummers van de documenten in microfichevorm werden toegevoegd aan het computerbestand en verwerkt tot een nieuwe microfichebezitslijst.

Het aantal lopende abonnementen op periodieken bedroeg 566, hetgeen betekende dat 5630 afleveringen in 1980 moesten worden geregistreerd en opgenomen in de wekelijkse tijdschriftenlijst. Tevens zijn er 190 abonnementen op aanvullingen van losbladige handboeken e.d.

Door de documentalist werden 5014 artikelen en lezingen geselecteerd uit periodieken en congresverslagen, die werden verwerkt tot de wekelijkse artikelenlijst. De samengestelde aanwinsten-, tijdschriften- en artikelenlijst vormden samen een volledig overzicht van alle ontvangen literatuur, naar onderwerp gerangschikt. Het steeds groeiende aantal literatuur-aanvragen, welke een rechtstreeks gevolg zijn van de aankondigingen in dit overzicht, toont aan dat het overzicht in een behoefte voorziet. Het aantal reacties bedroeg in totaal 10200 leenaanvragen en 3500 verzoeken om kopieën van tijdschriftartikelen. Voorts werden over beide vestigingen in het totaal 7875 andere literatuuraanvragen verzorgd van NLR-medewerkers en van andere bibliotheken in het kader van het interbibliothecaire leenverkeer. In vele gevallen bleken rapporten niet in Nederland aanwezig; deze werden dan rechtstreeks aangevraagd bij de uitgevende instantie.

Noemenswaardig is zeker ook de congreslijst, welke tweemaal per jaar door de bibliotheek wordt uitgegeven, teneinde de medewerkers tijdig te informeren over komende bijeenkomsten.

Vooruitlopende op de automatisering van meerdere bibliotheekwerkzaamheden is besloten alle documentbeschrijvingen in machineleesbare vorm op te slaan. Hierdoor kan de kaartcatalogus worden stopgezet en vervangen door een catalogus op COM-fiche. Eind 1980 kwamen de voorbereidingen hiervoor gereed.

In 1980 werd een terminal met printer voor 'on-line' literatuuronderzoek in de Noordoost-polder in gebruik genomen. Steeds meer medewerkers ontdekken de mogelijkheden van deze doelmatige vorm om relevante literatuur op te sporen.

Evenals in vorige jaren werden bijdragen geleverd in de activiteiten van diverse commissies en werkgroepen op het gebied van informatie- en literatuurverstrekking. Niet alleen geeft dit een goed inzicht in de snelle ontwikkelingen die gaande zijn op het gebied van de automatisering van literatuurbestanden, maar tevens leiden deze contacten tot een betere uitwisseling van literatuur.

## 6 EXTERNE EN INTERNE BETREKKINGEN

In het verslagjaar heeft het NLR wederom veel aandacht besteed aan het geven van meer bekendheid aan de aard, doelstellingen en achtergronden van het NLR-onderzoekprogramma. Aan belangstellenden van binnen en buiten het laboratorium werd hierover informatie verstrekt. Bezoekers werden ontvangen, groepen belangstellenden werden rondgeleid, journalisten werden te woord gestaan, artikelen werden geschreven voor kranten en tijdschriften, en een film werd vervaardigd over de NLR-activiteiten.

Een groot aantal belangstellenden uit binnen- en buitenland bezocht één of beide NLR-vestigingen. Van de vele bezoekers worden hier enkelen met name genoemd.

Dr. W.F. van Eekelen, Staatssecretaris van Defensie, bezocht het NLR in Amsterdam en in de Noordoostpolder. Hij werd in Amsterdam vergezeld door Gen.Maj.ir. E. van der Kaa, Directeur Materieel van de Koninklijke luchtmacht en lid van het NLR-bestuur, en in de Noordoostpolder door drs. G.H.J.M. Peijnenburg, Secretaris-Generaal van het Ministerie van Defensie. Dr. Van Eekelen oriënteerde zich vooral ten aanzien van de NLR-werkzaamheden voor de Koninklijke luchtmacht.

Twee leden van de Vaste Commissie voor Wetenschapsbeleid van de Tweede Kamer, de heren B. Bakker en C. Mertens, brachten een bezoek aan de NLR-vestiging in de Noordoostpolder. Tijdens de rondleiding werd ook de DNW bezocht.

Vice-admiraal H.L. van Beek, Chef van de Marinestaf en Bevelhebber der Zeestrijdkrachten, en vijf medewerkers van zijn staf bezochten de NLR-vestiging te Amsterdam, in het bijzonder om zich te oriënteren over de NLR-werkzaamheden ten behoeve van de Krijgsmacht. Drs. C.A. Stants, plv. Directeur-Generaal van de RLD en lid van het NLR-bestuur, bezocht de NLR-vestiging Noordoostpolder.

Ir. R.F. de Bruijne, Hoofd van de Directie Research en Ontwikkeling van het Ministerie van Economische Zaken en lid van het NLR-bestuur, en drie medewerkers van zijn staf bezochten diverse afdelingen van het NLR in de Noordoostpolder.

Mr. J. van der Brugge, Hoofd van de Sectie Wetenschapsbeoefening van de Inspectie der Rijksfinanciën en lid van het NLR-bestuur, bezocht beide NLR-vestigingen om zijn opvolger in het bestuur, mr. J.J. Westenbrink, voor te stellen.

In het kader van de samenwerking met Indonesië bezocht de Indonesische Minister van Wetenschap en Technologie, prof.dr.-ing. B.J. Habibie, beide NLR-vestigingen. Tevens bezocht de Indonesische Ambassadeur, Z.Exc. A. Kosashin, het NLR in de Noordoostpolder, vergezeld door enkele van zijn stafmedewerkers. Vooral de DNW trok daarbij belangstelling, dit in verband met het windtunnelproject in Indonesië. Een Indonesische delegatie, o.a. afkomstig van de Indonesische lucht- en ruimtevaartorganisatie LAPAN, bracht later bezoeken aan beide NLR-vestigingen. Eveneens in dit kader kwamen de heren mr. H.H.M. Sondaal (Chef Directie Verdragen) en drs. Th.J.A.M. de Bruyn (Bureau Voorbereiding Verdragen) van het Ministerie van Buitenlandse Zaken op bezoek in beide NLR-vestigingen, waarbij onder meer de DNW werd bezichtigd. De heren A.L. Brunings en J.P. Unger, beiden van Ontwikkelingssamenwerking, bezochten het NLR in de Noordoostpolder.

Een grote Japanse delegatie, onder leiding van Mr. Eiichi Ohara, Voorzitter van 'The Society of Japanese Aerospace Companies Inc.', bezocht het NLR te Amsterdam. Dit bezoek was belangrijk in verband met de uitvoering van het F29-project.

Vergezeld van de toenmalige Minister van Defensie, mr. W. Scholten, bracht de Deense Minister van Defensie, P. Sjøgaard, een bezoek aan het NLR in de Noordoostpolder met een delegatie waartoe ook behoorden de Secretaris-Generaal van Defensie, P. Verner Christiansen, en de Luchtmacht-, Marine- en Landmachtattaché van Denemarken, Z.K.H. Prins Georg van Denemarken.

De tweede Secretaris van Defensie voor Onderzoek en Techniek van de Amerikaanse regering, dr. W.J. Perry, werd in Amsterdam ontvangen door de voorzitter en de directie. Onder meer bezichtigde hij enkele windtunnels.

Een USAF-delegatie van het 'European Office of Aerospace Research and Development Command', bestaande uit de heren dr. T.W. Binian, Lt.Col. R.F. Felton, Col. J.R. Giancola en Dr. B. Reese, bracht een bezoek aan het NLR in de Noordoostpolder en de DNW ter oriëntatie.

General J.A. Abrahamson van de USAF bezocht het NLR te Amsterdam, waarbij hij werd vergezeld door Lt.Kol. A.P. Willemse en Lt.Kol.ir. J.G. Wegner van de Koninklijke luchtmacht. Het accent lag vooral op het gebied van operationele problemen.

De heer R.R. Howell, van NASA-Langley, en enkele van zijn medewerkers bezochten het NLR te Amsterdam en de DNW. Men was specifiek geïnteresseerd in de windtunnels. Een delegatie van medewerkers van het 'Dept. of Defence' van Ierland en vertegenwoordigers van 'Irish Shipping' en van Verolme Cork, bracht een bezoek aan het NLR in Amsterdam ter oriëntatie ten aanzien van windtunnelonderzoek.

De Duits-Nederlandse Windtunnel werd op 27 augustus 1980 officieel geopend door de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat, mevr.dr. N. Smit-Kroes, en haar Duitse collega van het Bundesministerium für Forschung und Technologie, de heer H.H. Haunschild. Een groot aantal genodigden uit binnen- en buitenland woonde deze plechtigheid bij.

Om meer bekendheid te geven aan het brede scala van NLR-activiteiten werd door Multifilm B.V. de film 'Aerospace research at NLR' vervaardigd. Hierin wordt een beeld van het NLR gegeven door iets te laten zien van een aantal zorgvuldig geselecteerde recente onderzoeken. Van de film werd een Engelse en Nederlandse versie gemaakt. De film werd al vele malen met succes vertoond aan bezoekers en groepen belangstellenden. Zo werd de film onder meer benut als promotiefilm tijdens een acquisitiereis door de V.S. Ook werden delen van de film gebruikt in het bioscoopjournaal ter gelegenheid van de opening van de DNW, en voor educatieve doeleinden: in een Teleac-cursus en in het televisieprogramma 'Horizon'.

In 1980 verschenen vier nummers van NLR-Profiel. De samenstelling van de redactie werd in het verslagjaar gewijzigd, hetgeen een lichte wijziging in de in Profiel behandelde onderwerpen tot gevolg had. Getracht werd, bijvoorbeeld, meer aandacht te schenken aan de rol van het NLR in internationale organisaties, in de vorm van artikelen over de samenwerking met Indonesië en over de internationale inspanningen voor de IRAS, voor het Navstar-navigatiesysteem, en voor het F16 'Multinational Operational Test and Evaluation'-programma. Daarnaast werden de gebruikelijke rubrieken voortgezet, waarin de directie, de Ondernemingsraad, de Personeelsvereniging en het Pensioenfonds regelmatig hun beleid en hun werkzaamheden uiteenzetten. De medewerking van het personeel aan het blad neemt toe.

Het NLR verzorgde vele malen stands op exposities en was vertegenwoordigd op vliegfeesten. Zo was er een NLR-stand tijdens de Open Dag van Fokker (20.000 bezoekers) en werden er NLR-posters uitgereikt. Ter gelegenheid van het 7e lustrum van de VSV 'Leonardo da Vinci' werd een helikoptertentoonstelling ingericht in Delft, werd een Ruimtevaartsymposium gehouden in Delft, en vond een vliegfeest plaats in Rotterdam. Ter gelegenheid van het symposium en de tentoonstelling was een kleine NLR-tentoonstelling ingericht, en de beide NLR-laboratoriumvliegtuigen werden voorgevlogen in Rotterdam. De Metro II was ook tijdens een vliegfeest te Texel vertegenwoordigd. Het NLR deed eveneens mee aan de tentoonstelling 'Ogen in de ruimte', georganiseerd door de Stichting Gooise Volkssterrenwacht te Naarden, die zeer veel bezoekers trok. In het verslagjaar werd een permanente NLR-tentoonstelling in de Aviodome op Schiphol voorbereid.

Voor de eigen NLR-medewerkers werd een Open Dag bij de DNW georganiseerd, direct aansluitend op de officiële opening. Voor nieuwe medewerkers en praktikanten werden speciale excursies georganiseerd om hen bekend te maken met de NLR-activiteiten en met de NLR-organisatie. Tevens werden excursies georganiseerd voor een aantal groepen,

afkomstig van universiteiten, technische hogescholen, hogere technische scholen, e.d. Van hen worden met name genoemd:

- leden van de boordvliegtuigploegen van de Koninklijke marine, VSO-860, Marinevliegkamp De Kooy;
- studenten van de Gemeentelijke HTS te Utrecht;
- delegatie van de M.B.B. 'Military Aircraft Division';
- studenten van het Von Kármán Instituut;
- studenten van de Technische Universiteit te Braunschweig;
- het 311e Squadron van de Koninklijke luchtmacht;
- deelnemers aan het Ruimtevaartsymposium dat door de VSV 'Leonardo da Vinci' was georganiseerd;
- studenten van de Universiteit van Kaiserslautern;
- leden van de KNVvL;
- officieren van de Cursus Hogere Stafvorming 1980/82 van de Luchtmachtstafschool;
- KLu-'crew chiefs' van de Vliegbasis Deelen;
- studenten van de HTS-Zwolle;
- studenten van de 'Delftse Studenten Aeroclub';
- instructeurs van de afd. Technische opleiding van de KLM;
- studenten van de Wiskundige Studievereniging 'Christiaan Huygens'.

## 7 WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR

De adviezen die de Wetenschappelijke Commissie in het verslagjaar aan het bestuur heeft uitgebracht, hadden onder meer betrekking op onderzoeken die door het NLR als speurwerk in eigen beheer zijn verricht, op het Meerjarenprogramma voor de eigen werkzaamheden 1980 t/m 1984, en op het concept-Werkplan voor 1981. Voorts zijn op verzoek van de directie wederom vele rapporten beoordeeld op geschiktheid voor publikatie. Voor de lijst van gepubliceerde rapporten wordt verwezen naar Bijlage 1.

De samenstelling van de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR, waarvoor ir. H.J. Wennink als secretaris optrad, en die van de subcommissies was aan het eind van het verslagjaar aldus:

### Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR

Prof.dr.ir. A.I. van de Vooren, *voorzitter*  
Prof.dr. J. Borgman  
Prof.dr. C.J. Hoogendoorn  
Prof.ir. P. Jongeburger  
Prof.dr.ir. J.A. Steketee

### Subcommissie voor Aërodynamica

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

### Subcommissie voor Ruimtevaarttechniek

Prof.ir. H. Wittenberg, *voorzitter*  
Dr. 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  
Drs. W.H. de Leeuw

### Subcommissie voor Sterkte en Materialen

Prof.dr.ir. J.F. Besseling, *voorzitter*  
Prof.dr. Joh. Arbocz  
Prof.ir. J.G. ten Asbroek  
Prof.ir. P. Jongenburger  
Kol.ir. H. Kreuning  
Ir. R.J. Schliekelmann  
Ir. J.F. van der Spek  
Dr.ir. W.A. Schultze

Subcommissie voor  
Toegepaste Wiskunde en  
Informatica

Prof.dr.ir. P.J. Zandbergen, *voorzitter*  
Prof.ir. D. Bosman  
Prof.dr.ir. L. Dekker  
Prof.dr.ir. G.Y. Nieuwland  
Prof.dr.ir. P. Wesseling

Subcommissie voor  
Vliegeigenschappen en  
Vliegtuiggebruik

Prof. J.H.D. Blom, *voorzitter*  
KLTZT ir. W.G. de Boer  
J. de Haas  
Ir. R.J.A.W. Hosman  
Ir. H.J. Kamphuis  
A.P. Moll  
Lt.Kol.vl. A.P. Okkerman  
Ir. C.H. Reede  
Ir. H. Tigchelaar

Ten besluite van deze informatie over de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR volgt hier nog het letterlijke citaat van de slotbeschouwing uit het verslag over 1980 van de commissie zelf.

*'De Wetenschappelijke Commissie heeft dit jaar opnieuw tot haar voldoening geconstateerd dat de werkzaamheden bij het NLR op een adequate wijze worden uitgevoerd, mede gezien de positieve beoordeling door de subcommissies van de verschenen rapporten en publikaties. De resultaten van deze onderzoeken werpen hun vruchten af bij het deelnemen van het NLR in de verdere ontwikkeling van nieuwe vliegtuigprojecten.*

*De Wetenschappelijke Commissie kan zich verenigen met het voor 1981 opgestelde Werkplan. Voor veel van de voorgenomen onderzoeken zal het echter noodzakelijk zijn dat het NLR gaat beschikken over verbeterde computerfaciliteiten. De commissie spreekt de wens uit dat het onderzoek naar de gewenste computeraanschaf in de loop van dit jaar moge leiden tot een definitief voorstel.*

*De Wetenschappelijke Commissie acht het voorts van groot belang dat het technisch-wetenschappelijk ruimtevaartpotentieel, inclusief de ontwikkeling van een derde nationale satelliet, verder wordt uitgebouwd opdat Nederland in de ruimtevaart een gelijkwaardige plaats zal kunnen innemen als in de luchtvaart het geval is'.*

## 8 INTERNATIONALE SAMENWERKING IN AGARD-VERBAND

### SAMENSTELLING VAN DE NEDERLANDSE DELEGATIE IN 1980

De samenstelling van de Nederlandse Delegatie bij de 'Advisory Group for Aerospace Research and Development (AGARD)' van de Noord-Atlantische Verdragsorganisatie (NAVO) werd gedurende het verslagjaar niet gewijzigd.

De Nederlandse Nationale  
Gedelegeerden bij de AGARD

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

Het secretariaat van de Nederlandse Delegatie werd vervuld door de heer R.A. Jager, die tevens als Nationaal Coördinator voor de AGARD-aangelegenheden optrad. De heer E.J.H. Bleeker vervulde de functie van plaatsvervangend Nationaal Coördinator en beheerde tevens het Nationale Distributiecentrum voor AGARD-publikaties.

De Nederlandse  
vertegenwoordiging in de  
AGARD-commissies

De Nederlandse vertegenwoordiging in de vaste AGARD-commissies (Panels) bestaat per 1 januari 1981 uit:

Aerospace Medical Panel (AMP)

Kolonel Vliegerarts G.K.M. Maat, KLu  
Prof.dr. W.J. Oosterveld, Wilhelmina Gasthuis, Amsterdam

Avionics Panel (AVP)

Prof.ir. D. Bosman, TH Twente, Afd. Elektrotechniek  
Ir. H.A.T. Timmers, NLR

Electromagnetic Wave  
Propagation Panel (EPP)

Prof.ir. L. Krul, TH Delft, Afd. Elektrotechniek  
Prof.ir. R. Viddeleer, KMA en Eutelsat Interimaire (ESA)

Flight Mechanics Panel (FMP)

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

Fluid Dynamics Panel (FDP)

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

Guidance and Control  
Panel (GCP)

Ir. P.Ph. van den Broek, TH Delft, Afd. Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek  
Ir. P. Kant, NLR

*Propulsion and Energetics*  
Panel (PEP)

Ir. J.P.K. Vlegghert, NLR  
Prof.ir. H. Wittenberg, TH Delft, Afd. Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek

Structures and Materials  
Panel (SMP)

Ir. J.B. de Jonge, NLR  
Dr.ir. H.P. van Leeuwen, NLR  
Dr.ir. H. Tijedman, NLR

Technical Information  
Panel (TIP)

Kolonel b.d. ir. E. Grützmaier, TDCK  
Ir. A.S.T. Tan, NLR

Aan drie van deze panels was aan het begin van het jaar 1980 het voorzitterschap aan een Nederlander toevertrouwd, te weten:

Guidance and Control Panel (GCP): ir. P. Kant, NLR

Structures and Materials Panel (SMP): ir. J.B. de Jonge, NLR

Technical Information Panel (TIP): ir. A.S.T. Tan, NLR

Gedurende het jaar werd het voorzitterschap door zowel ir. P. Kant als ir. J.B. de Jonge na afloop van de tweejarige periode overgedragen.

## VERGADERINGEN VAN DE NATIONALE GEDELEGEERDEN

De gebruikelijke voor- en najaarsvergaderingen van de Nationale Gedelegeerden vonden plaats in maart te Parijs en in oktober in 's-Gravenhage. Voorafgaand aan de voorjaarsvergadering van de Nationale Gedelegeerden vonden bijeenkomsten plaats van de voorzitters van de AGARD-Panels of hun plaatsvervangers en van de Nationale Coördinatoren. De voorzitters van de AGARD-Panels en hun plaatsvervangers vergaderden ook weer voorafgaand aan de najaarsvergadering. Tijdens de voorjaarsvergadering werd door de heer Scot-Wilson, voorzitter van de Review Board van Project 2000, een overzicht gegeven van de resultaten van deze studie van de lange-termijn ontwikkelingen op militair gebied. De eindrapporten zijn inmiddels gedistribueerd.

## AGARD JAARVERGADERING

De jaarvergadering werd dit jaar in Nederland gehouden te 's-Gravenhage. Voor deze bijzondere gebeurtenis kon gebruik worden gemaakt van de Rolzaal en de Kelderzaal van het Grafelijke Zalen-complex aan het Binnenhof. Door Staatssecretaris van Defensie, dr. W.F. van Eekelen, en de Chef Defensiestaf, Generaal A.J.W. Wijting, werden inleidende toespraken gehouden. Door Luitenant-Generaal (b.d.) A.B. Wolff, voorzitter van het NIVR, en ir. J.A. van der Blik, algemeen directeur van het NLR, werd een voordracht gehouden met de titel 'Aerospace in the Netherlands with special emphasis on research and development activities'. De bijeenkomst werd besloten met een film over het NLR. Gedurende de namiddag konden de aanwezigen kennis nemen van Nederlandse waterbouwkundige prestaties tijdens een excursie naar de Deltawerken.

## TECHNISCHE BIJENKOMSTEN VAN DE COMMISSIES VAN DE AGARD

Zoals gebruikelijk werden volgens het door de Raad van Nationale Gedelegeerden vastgestelde programma, dat in AGARD Bulletin 80-1 werd gepubliceerd, bijeenkomsten van velerlei aard zo goed mogelijk over de in de AGARD samenwerkende landen verspreid.

Medewerkers van het NLR en van andere Nederlandse instellingen leverden wetenschappelijke bijdragen voor bijeenkomsten, namen deel aan het werk van de commissies en werkgroepen, en waren op andere wijze betrokken bij de voorbereiding en uitvoering van de AGARD-bijeenkomsten.

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 over de bijeenkomst is (of wordt) gepubliceerd.

Aerospace Medical Panel (AMP)

19-23 mei, Rodø (Noorwegen)

'Aircrew Safety and Survivability, Limited to Combat Aircraft'

CP 286

|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                 | <p>'Spatial Disorientation in Flight: Current Problems'<br/>CP 287</p> <p>15–19 september, Toronto (Canada)<br/>'The Effect of Long-Term Therapeutics, Prophylaxis and Screening Techniques on Aircrew Medical Standards'<br/>'Toxic Hazards in Aviation'<br/>CP-nummers nog niet bekend</p>                                                                   |
| Avionics Panel (AVP)                            | <p>16–20 juni, Lissabon (Portugal)<br/>'Electromagnetic Effects of Carbon Composite Materials upon Avionics Systems'<br/>CP 283</p> <p>8–12 september, Kopenhagen (Denemarken)<br/>'Image and Sensor Data Processing for Target Acquisition and Recognition'<br/>CP-nummer nog niet bekend</p>                                                                 |
| Electromagnetic Wave<br>Propagation Panel (EPP) | <p>12–16 mei, Londen (Engeland)<br/>'Propagation Effects in Space/Earth Paths'<br/>CP 284<br/>– drie Nederlandse bijdragen, verzorgd door TH Delft, TH Eindhoven en PTT</p> <p>27–31 oktober, Napels (Italië)<br/>'Physical Basis of the Ionosphere in the Solar Terrestrial System'<br/>CP-nummer nog niet bekend</p>                                         |
| Flight Mechanics Panel (FMP)                    | <p>19–23 mei, Amsterdam (Nederland)<br/>'Design to Cost and Life Cycle Cost'<br/>CP 289</p> <p>27–31 oktober, Geilo (Noorwegen)<br/>'Subsystem Testing/Flight Test Instrumentation'<br/>CP-nummer nog niet bekend<br/>– twee Nederlandse bijdragen, verzorgd door NLR en KLu</p>                                                                               |
| Fluid Dynamics Panel (FDP)                      | <p>5–9 mei, Neubiberg (Duitsland)<br/>'Subsonic/Transonic Configuration Aerodynamics'<br/>CP 285<br/>– twee Nederlandse bijdragen, verzorgd door NLR en Fokker</p> <p>29 september – 3 oktober, Colorado Springs (VS)<br/>'Computation of Viscous-Inviscid Interactions'<br/>CP-nummer nog niet bekend<br/>– twee Nederlandse bijdragen, verzorgd door NLR</p> |
| Guidance and Control<br>Panel (GCP)             | <p>5–9 mei, Eglin AFB (VS)<br/>'Guidance and Control Aspects of Tactical Air-Launched Missiles'<br/>CP 292</p> <p>13–17 oktober, Londen (Engeland)<br/>'Precision Positioning and Inertial Guidance Sensors; Technology and Operational Aspects'<br/>CP-nummer nog niet bekend</p>                                                                             |
| Propulsion and Energetics<br>Panel (PEP)        | <p>5–9 mei, Brussel (België)<br/>'Testing and Measurement Techniques in Heat Transfer and Combustion'<br/>CP 281<br/>'Centrifugal Compressors'<br/>CP-nummer nog niet bekend</p>                                                                                                                                                                               |

|                                         |                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         | 29 september – 3 oktober, Turijn (Italië)<br>'Turbine Engine Testing'<br>CP-nummer nog niet bekend                                                                                                         |
| Structures and Materials<br>Panel (SMP) | 13–18 april, Athene (Griekenland)<br>'Effect of Service Environment on Composite Materials'<br>CP 288<br>– één Nederlandse bijdrage, verzorgd door Fokker                                                  |
|                                         | 14–19 september, Aix-en-Provence (Frankrijk)<br>'Fatigue of Helicopters'<br>'Boundary Layer Effects on Unsteady Airloads'<br>CP-nummers nog niet bekend<br>– twee Nederlandse bijdragen, verzorgd door NLR |
| Technical Information<br>Panel (TIP)    | 3–7 november, Lissabon (Portugal)<br>'Information Services: Their Organization, Control and Use'<br>CP-nummer nog niet bekend                                                                              |

Nederlandse belanghebbenden werden door middel van convocaties en door aankondigingen in vakbladen geattendeerd op de mogelijkheid aan de AGARD-bijeenkomsten deel te nemen. Het totaal aantal Nederlandse deelnemers aan de in het verslagjaar gehouden technische bijeenkomsten van de AGARD-commissies bedroeg 131.

#### AGARD CONSULTANT AND EXCHANGE PROGRAMME

Bezoek van buitenlandse  
deskundigen aan Nederland

In het kader van het AGARD 'Consultant and Exchange Programme' werd door Nederland het bezoek aangevraagd van één buitenlandse deskundige, prof.dr. E. Raschke van het Institut für Geophysik und Meteorologie van de Universiteit van Keulen. Door onvoorziene omstandigheden konden de door hem te houden lezingen geen doorgang vinden. Getracht zal worden dit bezoek in het voorjaar van 1981 te laten plaatsvinden.

In het kader van dit uitwisselingsprogramma werden geen bezoeken van Nederlandse deskundigen aan het buitenland gebracht.

#### AGARD LECTURE SERIES

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

De AGARD Lecture Series waren:

- LS 106 (maart/april; Lissabon, Athene en Ankara)  
'Materials Coating Techniques'
- LS 107 (mei; S. Louis (Fr.) en Londen)  
'The Application of Design to Cost and Life Cycle Cost to Aircraft Engines'
- LS 108 (juni; Gol (No.), Athene)  
'Aircraft Assessment and Acceptance Testing'
- LS 109 (oktober, Athene, Rome en Londen)  
'Fault Tolerance Design and Redundancy - Management Techniques'

- LS 110 (juni; Londen, München, en Menlo Park (VS))  
'Atmospheric Electricity/Aircraft Interaction'
- LS 111 (mei; Brussel en NASA Langley)  
'Cryogenic Wind Tunnels'
- LS 112 (oktober; München en Delft)  
'Patents – an Information Resource'

Het totaal aantal Nederlandse deelnemers aan bovengenoemde lezingenseries bedroeg 38.

Van Lecture Series 111 werd een Nederlandse bijdrage verzorgd door het NLR en van Lecture Series 112 werd een bijdrage verzorgd door TNO.

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

#### VON KARMAN INSTITUTE FOR FLUID DYNAMICS

In de 'General Assembly' van het VKI werd Nederland in 1980 vertegenwoordigd door ir. J.A. van der Blik (algemeen directeur NLR) en ir. J. Boeker (Afdeling der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek, TH Delft); laatstgenoemde is tevens lid van het bestuur van het VKI.

Aan de jaarcursus 1979/1980 namen twee Nederlandse studenten deel; beiden behaalden in 1980 het VKI-diploma. Een van deze beide studenten geniet ook in de cursus 1980/1981 de gastvrijheid van het VKI, teneinde onderzoek te verrichten ten behoeve van een promotie aan een Nederlandse universiteit. Daarnaast werd een Nederlandse student ingeschreven voor de jaarcursus 1980/1981.

In het jaar 1980 organiseerde het VKI tien 'Lecture Series': korte cursussen van 5 dagen over actuele onderwerpen uit de stromingsleer of over onderwerpen waarbij de stromingsleer een belangrijke rol vervult. Als gastdocenten worden hiervoor deskundigen uit vele landen aangetrokken. Twee van deze korte cursussen werden als gecombineerde AGARD-VKI Lecture Series gehouden. Het aantal Nederlandse deelnemers aan deze cursussen bedroeg 48, verdeeld als volgt (tussen haakjes is het totale aantal deelnemers per cursus vermeld):

|                                                            |          |
|------------------------------------------------------------|----------|
| Unsteady Flows in Complex Networks and Pressurized Vessels | 7 ( 47)  |
| Heat Exchange and Solar Energy                             | 5 ( 58)  |
| Measurements and Predictions of Complex Turbulent Flows    | 6 ( 68)  |
| Mathematical Methods in Fluid Mechanics                    | 6 ( 37)  |
| Unsteady Aerodynamics                                      | 5 ( 42)  |
| Computational Fluid Dynamics                               | 9 ( 96)  |
| Steam Turbines for Large Power Outputs                     | 2 ( 38)  |
| Thermo-Hydrodynamic Instability: Theory and Applications   | 3 ( 33)  |
| Cryogenic Wind Tunnels                                     | 5 ( 38)  |
| Shock-Boundary Layer Interaction in Turbomachines          | — ( 19)  |
|                                                            | 48 (476) |

## 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:

- 9 AGARDographs (AG)
- 29 Conference Proceedings (CP)
- 20 Advisory Reports (AR)
- 10 Technical Reports (R)
- 8 Lecture Series (LS)
- 2 Bulletins (BUL)
- 4 publikaties van algemene aard

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

Aan zoveel mogelijk belanghebbenden, ook buiten de lucht- en ruimtevaart, werden hetzij gedrukte exemplaren, hetzij microfiches van AGARD-publikaties verstrekt. Het totaal aantal in 1980 verstrekte gedrukte exemplaren bedroeg ongeveer 2500.

## 9 INTERNATIONALE SAMENWERKING IN DNW-VERBAND

In de 'Stichting Duits-Nederlandse Windtunnel/Stiftung Deutsch-Niederländischer Wind-Kanal' werken de Stichting NLR en de Duitse vereniging DFVLR (Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt) samen terzake van de bouw en de exploitatie van de grote lage-snelheidswindtunnel DNW op het terrein van de NLR-vestiging Noord-oostpolder.

Onderstaand schema geeft weer, op welke wijze het bestuur van dit samenwerkingsverband, kort aangeduid als Stichting DNW, is samengesteld.

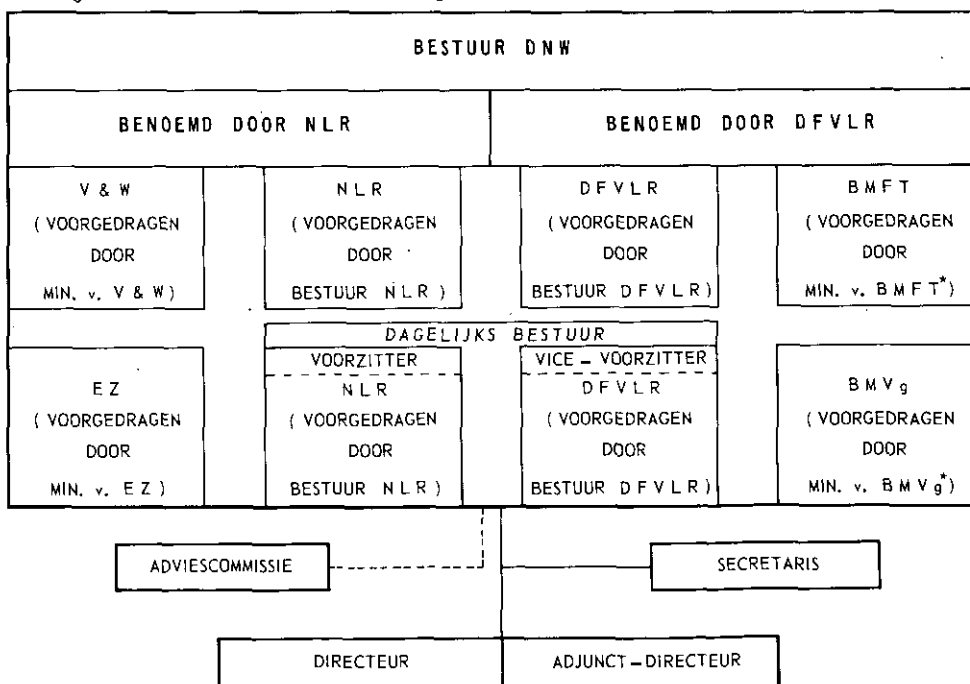
Per 1 juli 1980 werden de Nederlandse leden van het DNW-bestuur door het NLR-bestuur voor een periode van 4 jaar herbenoemd.

De Nederlandse bestuursleden zijn:

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| Prof.dr.ir. O.H. Gerlach | (NLR)  |
| Ir. J.A. van der Blik    | (NLR)  |
| Drs. C.A. Stants         | (VenW) |
| Ir. R.F. de Bruijne      | (EZ)   |

Aan Duitse zijde werden per 1 juli als bestuursleden herbenoemd:

|                        |         |
|------------------------|---------|
| Dr.Jur. W. Hasenclever | (DFVLR) |
| Dr.-ing. J. Beck       | (DFVLR) |
| Dr.-ing. H.A. Hertrich | (BMFT)  |
| Dr.-ing. R. Barth      | (BMVg)  |



\*BMFT: Bundesministerium für Forschung und Technologie

BMVg: Bundesministerium für Verteidigung

Prof.dr.ir. O.H. Gerlach bekleedde tot 1 juli 1980 het voorzitterschap en trad op die datum reglementair af. Met ingang van 1 juli 1980 werd hij voor een periode van 2 jaar tot vice-voorzitter benoemd, een functie die dr.Jur. W. Hasenclever (DFVLR) tot die datum bekleedde.

Per 1 juli werd dr. Hasenclever voor de periode tot 1 juli 1982 tot voorzitter benoemd. Het bestuur vergaderde in de verslagperiode vier keer, het dagelijks bestuur aanzienlijk frequenter.

Overeenkomstig de statuten van de Stichting DNW wordt het bestuur bijgestaan door een adviescommissie. Deze commissie kwam in het verslagjaar tweemaal bijeen.

Aan het eind van het verslagjaar hadden in het adviescommissie de volgende personen zitting:

Prof.dr.ing. J. Barche  
Prof. J.H.D. Blom  
Ir. J. Cornelis  
Dipl.-ing. H. Flosdorff  
Dipl.-ing. H. Hoffman  
Prof.dr.ir. J.L. van Ingen  
Dr.ing. B. Schmidt  
Dr.ir. B.M. Spee

De bouw van de DNW werd in 1980 voltooid. De laatste grote delen, waaronder de 9,5 x 9,5 m<sup>2</sup> meetsectie en de bewegende vloer werden afgeleverd.

In 1980 werd veel aandacht besteed aan afnametests, het gereedkomen van het gegevens-vergaring- en -verwerkingssysteem, alsmede aan de aërodynamische en de aëroakoestische kalibratie van de tunnel. Ten behoeve van die kalibratiewerkzaamheden stonden een schaalmodel van de VFW-614 en de Airbus A-300 ter beschikking.

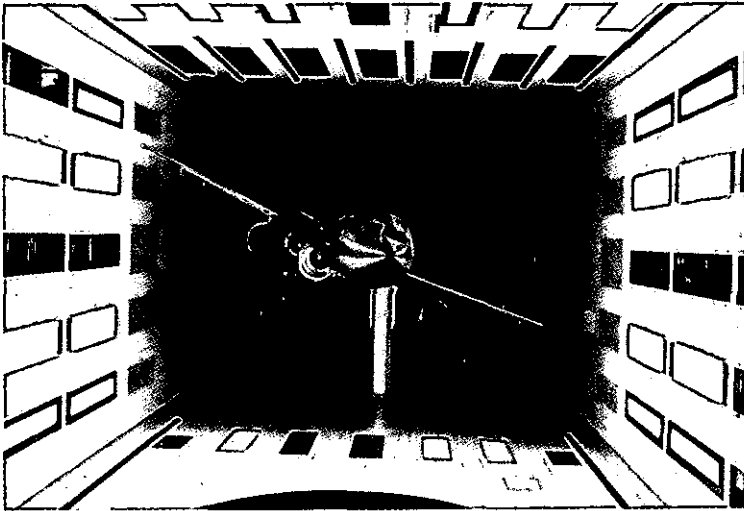
Daar de bouwactiviteiten hun voltooiing naderden, nam op 1 juni 1980 de directie van het team voor de exploitatiefase, bestaande uit prof.dr.ing. J. Barche (DFVLR) en ir. J.W.G. van Nunen (NLR), de leiding over van de directie van het team dat de bouw tot dat moment had geleid, bestaande uit ir. F. Jaarsma (NLR) en dr.ing. M. Seidel (DFVLR). Gezien de grote hoeveelheid werkzaamheden die in de eindfase van de bouw nog moest worden uitgevoerd, bleef de leiding van het projectteam tot 31 december nog bij de DNW werkzaam.

De leden van het projectteam keerden, voorzover zij niet overgingen naar het team voor de bedrijfsfase, in het verslagjaar geleidelijk terug naar de moederinstituten. Op deze plaats dient de grote dank die aan de leden van het projectteam verschuldigd is voor het voortreffelijke werk dat dankzij een grote inzet is geleverd, te worden gememoreerd. Het team voor de exploitatiefase, dat uiteindelijk 37 personen zal omvatten, werd in de verslagperiode verder opgebouwd. Aan het eind van 1980 waren 32 personen bij de DNW werkzaam, waarvan 21 uit Nederland en 11 uit Duitsland afkomstig waren.

Medio het jaar was de bouw zover gevorderd, dat in principe opdrachten konden worden uitgevoerd, zij het dat bepaalde hulpapparatuur nog niet volledig beschikbaar was en dat een groot aantal kalibratiemetingen nog moest worden uitgevoerd. Op 27 augustus werd de DNW op feestelijke wijze officieel geopend. Deze opening geschiedde door de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat Mevr.dr. N. Smit-Kroes, en haar Duitse collega voor Onderzoek en Technologie, de heer H.H. Haunschild, in het bijzijn van circa 500 gasten.

De DNW mocht zich in het verslagjaar verheugen op een grote belangstelling uit het binnen- en buitenland. Voor deze tunnel met zijn grote afmetingen en unieke aëro-akoestische mogelijkheden blijkt niet alleen in Europa maar ook elders in de wereld grote belangstelling te bestaan. Niet alleen de vakwereld, maar ook het grote publiek blijkt veel interesse te hebben voor de faciliteit, hetgeen onder meer valt af te leiden uit het succes van de op 29 en 30 augustus georganiseerde 'Open Dagen'.

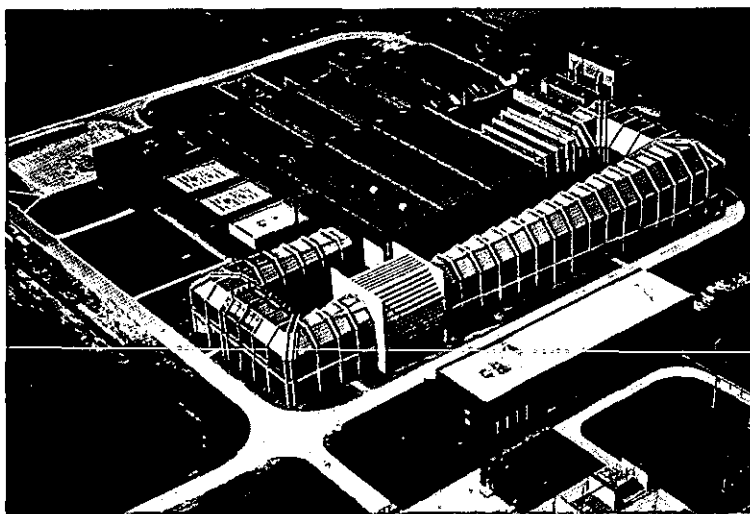
Ter ondersteuning van de gezamenlijke DNW-activiteiten werken de DFVLR en het NLR



Airbus-model (4,7 m spanwijdte) in de meetplaats van de Duits-Nederlandse Windtunnel DNW.  
 Airbus model (4,7 m wing span) in the German-Dutch Wind tunnel (DNW) test section.



De feestelijke opening van de DNW op 27 augustus 1980.  
 The festive opening of DNW on August 27, 1980.



Luchtfoto van de DNW (foto: KLM-Aerocarto).  
 Aerial view on DNW.

nauw samen, hetgeen onder meer blijkt uit de personele bijdrage in de permanent bij de DNW gedetacheerde groep, alsmede uit de ondersteuning ('functional support') die beide instituten leveren ten laste van hun eigen budget.

Tevens vindt overleg plaats tussen de DNW en de moederinstituten terzake van de afstemming van die werkzaamheden in het kader van het eigen werk van de moederinstituten, die van belang zijn voor de DNW.

Geconcludeerd kan worden dat de samenwerking in dit internationale project uiterst bevredigend is.

## 10 INTERNATIONALE SAMENWERKING IN ETW-VERBAND

In het kader van een Memorandum van Overeenstemming, gesloten in januari 1978 tussen de regeringen van Frankrijk, Nederland, het Verenigd Koninkrijk en West-Duitsland, wordt het ontwerp, de bouw en het bedrijven van een Europese Transsone Windtunnel (ETW) voorbereid.

### Samenstelling van de Nederlandse delegatie

De samenstelling van de Nederlandse delegatie in het 'Steering Committee' van de ETW was gedurende 1980 ongewijzigd en bestond uit ir. J.A. van der Blik, hoofd van de delegatie, bijgestaan door ir. D.C. Esveld (RLD) en de heer R.A. Jager. Laatstgenoemde trad tevens op als secretaris van het Steering Committee.

### Nederlandse bijdragen

De leiding van de Technische Groep, bestaande uit ingenieurs uit de deelnemende landen, berustte bij ir. J.P. Hartzuiker (NLR). De groep is gehuisvest bij het NLR te Amsterdam. Voorts namen deel, op part-time basis, de heren K.W. Breman, H.A. Fafié en ing. M.J.T. Smits, medewerkers van het NLR. Mr. E. Folkers trad op als voorzitter van een werkgroep voor het voorbereiden van bij de bouw en exploitatie van de ETW aan de orde komende juridische en administratieve aangelegenheden.

### Interdepartementale Werkgroep ETW

Een interdepartementale werkgroep, ingesteld bij besluit van het NLR-bestuur, hield zich bezig met de voorbereiding van het advies van het bestuur aan de Overheid omtrent deelname van Nederland aan de ETW en eventuele vestiging daarvan in Nederland. NLR-deskundigen waren bij het overleg in deze werkgroep betrokken.

### Activiteiten

In het verslagjaar werd het ETW-voorontwerp afgerond. De uitvoering daarvan berustte bij een Amerikaanse firma. Veel aandacht werd besteed aan overleg met de Europese vliegtuig-industrie, vertegenwoordigd door de AECMA, omtrent de gewenste eigenschappen van de windtunnel. Gedurende het verslagjaar werden contracten gesloten voor de bouw van een modeltunnel die bij het NLR in Amsterdam zal worden geplaatst. Deze modeltunnel zal te zijner tijd naar de definitieve vestigingsplaats van de ETW worden overgebracht. Eind 1980 werd een concept voor een Memorandum van Overeenstemming betreffende de definitieve ontwerpwerkzaamheden aangeboden aan de vier overheden. Verwacht wordt dat, voordat men het over dit memorandum eens wordt, ook besloten zal worden waar de ETW zal worden gevestigd. Elk van de vier deelnemende landen heeft een voorlopige aanbieding hiervoor gedaan. De vestiging van het NLR in de Noordoostpolder is een mogelijke vestigingsplaats voor deze internationale installatie.

## 11 INTERNATIONALE SAMENWERKING IN GARTEUR-VERBAND

Vooruitlopend op de ondertekening van het 'Memorandum of Understanding' betreffende de 'Group for Aeronautical Research and Technology in Europe' (GARTEUR) door de Bondsrepubliek Duitsland, Frankrijk, Groot-Brittannië en Nederland, is de samenwerking in GARTEUR-verband in 1980 uitgevoerd volgens de in dit MoU vastgelegde richtlijnen.

De onderhandelingen over de tekst van het GARTEUR-MoU werden in 1980 afgesloten; de ondertekening zal begin 1981 plaatsvinden.

Op 12/13 mei 1980 vond de eerste jaarlijkse vergadering van de 'GARTEUR-Council' plaats. Prof.dr.ir. O.H. Gerlach trad namens de Nederlandse overheid op als hoofd van de Nederlandse delegatie, waarvan verder ir. J.A. van der Blik en de heer R.A. Jager deel uitmaakten. Na deze vergadering werd ir. J.A. van der Blik als lid van de Nederlandse delegatie opgevolgd door dr.ir. B.M. Spee, die tevens lid werd van het 'Executive Committee' dat is samengesteld uit één lid van elke delegatie. Het GARTEUR-secretariaat, dat tot aan deze vergadering door Nederland werd verzorgd, ging voor een volgende tweejarige periode naar Frankrijk.

Het Nederlandse lidmaatschap in de zogenaamde 'Groups of Responsables' voor activiteiten op bepaalde onderzoekgebieden was als volgt:

- 'Aerodynamics Group' Dr.ir. H. Tijdeman (NLR)
- 'Flight Mechanics Group' Ir. J.J.P. Moelker (NLR, tevens vice-voorzitter)
- 'Structures and Materials Group' Dr.ir. H.P. van Leeuwen (NLR, tevens voorzitter)
- 'Helicopter Group' Ir. L.R. Lucassen (NLR)

Onder de 'Aerodynamics Group' waren in 1980 twee 'Action Groups' werkzaam met de volgende Nederlandse deelname:

- 'Wing-body aerodynamics at transonic speeds' Ir. J.W. Slooff (NLR, tevens vice-voorzitter)  
Ir. A. Elsenaar (NLR)
- 'Two-dimensional transonic testing methods' Ir. A. Elsenaar (NLR, tevens voorzitter)  
Ir. J. Smith (NLR)

Onder de 'Structures and Materials Group' waren in 1980 eveneens twee 'Action Groups' werkzaam met de volgende Nederlandse deelname.

- 'Impact damage tolerance of composite materials' Ir. W.G.J. 't Hart (NLR, tevens vice-voorzitter)
- 'Evaluation of aluminium alloy 7010' Ir. W.G.J. 't Hart (NLR)

Voorts werd een voorstel ingediend voor een nieuwe 'Action Group':

- 'Flutter suppression and gust load alleviation' Ir. R. Zwaan (NLR)

Onder de 'Flight Mechanics Group' waren in 1980 twee zogenaamde 'Exploratory Groups' actief met de volgende Nederlandse deelname:

- 'Major research facilities for flight mechanics' Drs. J. Buhrman (NLR)
- 'Handling qualities guidelines for future ACT transport aircraft' Ir. H.A. Mooij (NLR, tevens voorzitter)

De samenwerking in GARTEUR-verband ontwikkelt zich voorspoedig. De werkzaamheden van de diverse 'Action Groups' en 'Exploratory Groups' vonden in 1980 goede voortgang. De voorbereidingen voor de oprichting van enkele nieuwe 'Action Groups' zijn in een vergevorderd stadium.

In 1980 is in bijzondere mate aandacht besteed aan het overleg over de GARTEUR-activiteiten met de industrieën in de betrokken landen. Verschillende industrieën nemen deel aan de werkzaamheden van de 'Action Groups'. Voorts treden vertegenwoordigers van de industrie op als 'point of contact' voor de diverse onderzoekgebieden. Wat betreft de Nederlandse industrie zijn dat:

- Ir. R.J. Schliekelman (Fokker) voor 'Structures and Materials';
- Ir. E. Obert (Fokker) voor 'Aerodynamics' en 'Flight Mechanics'.

## 12 SAMENWERKING MET INDONESIA OP HET GEBIED VAN LUCHTVAARTONDERZOEK

Tegen het einde van het vorige verslagjaar werd het NLR vanuit luchtvaarttechnische kringen in Indonesië benaderd met een verzoek om te adviseren en te assisteren bij het ontwerp en de constructie van een lage-snelheidswindtunnel, als onderdeel van een 'Aero-Gas Dynamics and Vibration Laboratory'. Dit laboratorium is op zichzelf weer een deel van een Indonesisch project voor een nationaal centrum voor onderzoek, wetenschap en technologie (PUSPIPEK), dat in opbouw is nabij Serpong, ca. 30 km ten zuid-westen van Jakarta.

Bij de gevraagde assistentie was inbegrepen een opleidings- en oefenprogramma voor het personeel, dat de windtunnel te zijner tijd zal gaan exploiteren. De Indonesische Lage Snelheids-Tunnel (ILST) zou een belangrijke rol moeten gaan spelen bij de verdere opbouw van de Indonesische vliegtuigindustrie, NURTANIO, gevestigd te Bandung.

Het bestuur van het NLR had zich - vanaf het begin - positief opgesteld met betrekking tot een eventuele samenwerking met Indonesië op dit gebied. In april bracht een NLR-missie onder leiding van de algemeen directeur een verkennend bezoek aan Indonesië. Geconcludeerd werd dat het NLR inderdaad de gevraagde assistentie kan leveren, mits daartoe door de Nederlandse overheid in staat gesteld. Het was inmiddels ook gebleken dat de assistentie uitgebreid zou moeten worden met adviezen voor een Masterplan voor het (complete) laboratorium, met verbetering van de mogelijkheden voor academisch onderwijs in de vliegtuigbouwkunde aan de Technische Hogeschool te Bandung, en met hulp inzake wetenschappelijke documentatie op het gebied van luchtvaartonderzoek.

Vooruitlopend op een meer formele overeenkomst betreffende deze samenwerking deden twee Indonesische ingenieurs in 1980 enige maanden ervaring op bij de DNW en het NLR.

De Indonesische Minister van Staat voor Research en Technologie, prof.dr.ing. B.J. Habibie, richtte zich in juni tot onze Minister van Verkeer en Waterstaat met het verzoek het NLR financieel in staat te stellen de gevraagde assistentie te geven. In de loop van het verslagjaar konden, met name in het kader van de ontwikkelingssamenwerking (technische hulp), door de Nederlandse overheid bepaalde financiële toezeggingen worden gedaan.

Ter verdere voorbereiding werd tegen het einde van dit verslagjaar door een NLR-missie onder leiding van de voorzitter een tweede bezoek aan Indonesië gebracht, en werd met de betrokken Indonesische autoriteiten overeenstemming bereikt over een aantal uitgangspunten. Verwacht wordt dat het bovenomschreven project, na detaillering en formalisering, in de tweede helft van 1981 van start kan gaan.

## BIJLAGEN

## BIJLAGE 1 – Publikaties

In het verslagjaar zijn 172 rapporten verschenen. Hiertoe behoren ook de niet voor publicatie bestemde rapporten. De eenvoudige ijkings- en keuringsrapporten werden niet meegemeld.

|                |                                                                                                                                                                        |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NLR TR 78150 U | LASTING FRIENDSHIP. A review of the F-27 fatigue evaluation programme carried out by Fokker-VFW.<br>J.B. de Jonge                                                      |
| NLR TR 79020 U | Compilation of test data from an investigation on the influence of environmental ageing and displacement rate on crack resistance of adhesives.<br>J. Laméris          |
| NLR TR 79057 U | Liquid sloshing under low-g conditions: mathematical model and basic numerical method.<br>A.E.P. Veldman                                                               |
| NLR TR 79077 U | Gyro noise measurements and analysis.<br>J.A. Bosgra, J.J.M. Reumers, A.D. King, G. Dickson, G.S. Gordon                                                               |
| NLR TR 79097 U | A calculation method for the viscous flow around multi-component airfoils.<br>B. Oskam                                                                                 |
| NLR TR 79111 U | Calculation procedure for sound propagation in a multisectioned duct with uniform flow.<br>J.N. Laan                                                                   |
| NLR TR 79113 L | Quantitative considerations concerning a high performance heat pipe with a short electro-osmotic pumping section.<br>A.A.M. Delil                                      |
| NLR TR 79116 L | Part I: Study of an attitude acquisition measurement technique using the ESA starmapper.<br>Part one: Executive summary.<br>P.Th.L.M. van Woerkom, F.J. Sonnenschein   |
| NLR TR 79116 L | Part II: Study of an attitude acquisition measurement technique using the ESA starmapper.<br>Part two: Final report.<br>P.Th.L.M. van Woerkom, F.J. Sonnenschein       |
| NLR TR 79121 U | NLR test results as a database to be used in a check of crack propagation prediction models. A GARTEUR activity.<br>H.H. van der Linden                                |
| NLR TR 79124 U | AGARD critically loaded hole technology. Test results obtained in The Netherlands.<br>H.H. van der Linden, A.E. Meulman                                                |
| NLR TR 79125 U | The corrosion resistance of two coatings applied to Allison 250-C20B blades.<br>H.J. Kolkman                                                                           |
| NLR TR 79127 U | Determination of low-speed longitudinal manoeuvring criteria for transport aircraft with advanced flight control systems.<br>H.A. Mooij, W.P. de Boer, M.F.C. van Gool |

- NLR TR 80009 U Effects of variations in gust spectrum and ground load level on fatigue life and crack propagation.  
A. Nederveen, J.B. de Jonge, P.J. Tromp
- NLR TR 80012 U Influence of moisture content on the transverse strength of different unidirectional carbon/epoxy laminates.  
W.G.J. 't Hart
- NLR TR 80030 U Application of the NLR panel method to a swept-wing/body combination with part-span flaps at low speed and comparison with experimental results.  
C.J.J. Joosen, H.A. Sytsma
- NLR TR 80039 U Residual strength and fatigue investigation on aramid-carbon/epoxy laminates.  
W.G.J. 't Hart
- NLR TR 80042 U Comparison of hot and cold subsonic jets in an external flow with reference to jet engine simulation.  
W.B. de Wolf, B. Munniksmä
- NLR MP 77026 U Breukvlakonderzoek.  
(Voorbereid voor publikatie in het Polytechnisch Tijdschrift, Ed. Werktuigbouw 34 (1979) nrs 5 en 6)  
G.F.J.A. van Gestel
- NLR MP 78017 U Finite element analysis of crack growth.  
(Voordracht op het 'Second World Congress on Finite Element Methods' te Bournemouth, U.K., 23-27 okt. 1978)  
G. Bartelds, A.U. de Koning
- NLR MP 79005 U Evaluation and comparison of non-destructive service inspection methods.  
(Voordracht op de 'Ninth World Conference on Nondestructive Testing' te Melbourne; nov. 1979)  
E.A.B. de Graaf, P. de Rijk
- NLR MP 79020 U Integral equation methods for multi-element airfoil analysis and design.  
(Voordracht op het 'Mathematical Centre Colloquium on Numerical Treatment of Integral Equations' te Amsterdam; 27 april 1979)  
Th.E. Labrujère
- NLR MP 79035 U Fundamentals of remote-sensing. I. Spectral signature of crops.  
(Voorbereid als bijdrage voor de Cursus 'Application of Remote Sensing to Agricultural Production Forecasting', georganiseerd door het 'Joint Research Centre of the Commission of the European Communities' te Ispra, Italië; 15-19 okt. 1979)  
N.J.J. Bunnik
- NLR MP 79036 U Design of calculation method for 3D turbulent boundary layers.  
(Voordracht op de 3e GAMM-conferentie 'Numerical Methods in Fluid Mechanics' te Keulen; 10-12 okt. 1979)  
J.P.F. Lindhout, B. van den Berg
- NLR MP 79037 U Determination of the safety in a North Atlantic organized track system with reduced lateral separation.  
(Voorbereid voor het 29ste AGARD 'Guidance and Control Panel Symposium on Air Traffic Management' te Kopenhagen; 9-12 okt. 1979)  
G. Moek, C.R. Traas

- NLR MP 79038 U      The semi-operational evaluation of the trajectory prediction method for SARP II.  
(*Voordracht op de 6e SPACDAR Meeting te Brussel; 7–9 nov. 1979*)  
J.M. ten Have
- NLR MP 79039 U      Der nachträgliche Schadenstoleranz Beweis eines Fahrwerksteiles nach vielen Starts und Landungen.  
(*Voordracht op de 'Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für zerstörungsfreien Prüf-Verfahren e.V.' te Göttingen; 12–14 mei 1980*)  
E.A.B. de Graaf, P. de Rijk, G.F.J.A. van Gestel
- NLR MP 79040 U      Sound diffraction at a trailing edge.  
(*Voorbereid voor publikatie in het 'Journal of Fluid Dynamics'*)  
S.W. Rienstra
- NLR MP 79041 U      Some aspects of the stress corrosion testing of austenitic, martensitic, ferritic-austenitic and ferritic types of stainless steel by means of the slow strain-rate method.  
(*Voorbereid onder verantwoordelijkheid van de TH-Delft voor de AIAA 'Special Technical Publications' 665 (1979) pp 305–319*)  
A.J.A. Mom, R.T. Dencher, C.J. v.d. Wekken, W.A. Schultze
- NLR MP 79042 U      Ontwikkelingen van constructiematerialen voor vliegtuigen.  
(*Voorbereid voor publikatie in het tijdschrift 'De Ingenieur'*)  
R.J.H. Wanhill, W.G.J. 't Hart, W. van der Hoeven
- NLR MP 79044 U      Application of fracture mechanics to built-up structures.  
(*Voorbereid als hoofdstuk 3 van het AGARDograph over 'Practical Applications of Fracture Mechanics in Design'*)  
H. Vlieger
- NLR MP 79045 U      Visual scene perception in manual control.  
(*Voorbereid voor publikatie in het 'Journal of Cybernetics and Information Science'*)  
P.H. Wewerinke
- NLR MP 79046 U      B-spline approximation. Background and algorithms.  
(*Voordracht tijdens de 'Workshop on Image Processing in Astronomy' te Triëst, Italië; 4–7 juni 1979*)  
J.J. Renes
- NLR MP 79047 U      Numerical evaluation of correlation parameters for optimal phases of binary shift-register sequences.  
(*Voorbereid voor publikatie in de 'IEEE Transaction on Communications', Vol. Com-27, no. 10; okt. 1979*)  
M.P. Pursley, H.F.A. Roefs
- NLR MP 80001 U      The use of standardized fatigue load sequences in coupon and component tests.  
(*Voordracht op de 2e AIFA-Meeting te Napels; 26–28 febr. 1980*)  
J.B. de Jonge
- NLR MP 80002 U      Two simple methods for deformation demonstration and measurement.  
(*Voordracht op de '15th Annual Conference of the British Society for Strain Measurements 'Practical Strain Measurement' te Bristol, U.K.; 3–6 sept. 1979*)  
P.J. Sevenhuijsen
- NLR MP 80003 U      Flight simulation environmental fatigue crack propagation in 2024-T3 and 7475-T761 aluminium.  
(*Voorbereid voor de Proceedings van het 12e ICAS-congres te München; okt. 1980*)  
R.J.H. Wanhill

- NLR MP 80004 U      Unsteady airloads on a harmonically pitching wing with external store.  
(*Voordracht op de 'AIAA/ASME 21st Structures, Structural Dynamics and Materials Conference' te Seattle, Wash. V.S.; 12-14 mei 1980*)  
R. Roos
- NLR MP 80005 U      A panel method to determine loads on oscillating airfoils in transonic flow with embedded shock waves.  
(*Voordracht op de 'AIAA/ASME 21st Structures, Structural Dynamics and Materials Conference' te Seattle, Wash. V.S.; 12-14 mei 1980*)  
M.H.L. Hounjet
- NLR MP 80006 U      A simple crack closure model for prediction of fatigue crack growth rates under variable amplitude loading.  
(*Voordracht op het '13th National Symposium on Fracture Mechanics' bij de ASTM-Headquarters te Philadelphia, V.S.; 16-18 juni 1980*)  
A.U. de Koning
- NLR MP 80007 U      Praktische beschouwingen over de relatie toegepaste wiskunde — informatica.  
(*Voordracht tijdens een serie colloquia op het Mathematisch Instituut te Groningen; 12 febr. 1980*)  
W. Loeve
- NLR MP 80009 U      The use of B-spline approximation and of an array processor in the IRAS ground operations and preliminary analysis facility.  
(*Voorbereid voor de '3rd BIS Computers and Space Technology Conference on Image Processing Applied tot Astronomy and Space Research' te Slough, U.K.; 15-16 nov. 1979*)  
J.J. Renes, D.A. Beintema
- NLR MP 80010 U      On the role of laminar separation bubbles in airfoil leading edge stalls.  
(*Voorbereid voor publikatie in het AIAA Journal*)  
B. van den Berg
- NLR MP 80011 U      A small Strouhal number analysis for acoustic wave-jet flow-pipe interaction.  
(*Voorbereid voor publikatie in het 'Journal of Fluid Mechanics'*)  
S.W. Rienstra
- NLR MP 80014 U      Shear layer effects on pure tone sound propagation in open jet wind tunnels using a 1/3 octave analysis.  
(*Voorbereid voor de 'AIAA Aeroacoustics Conference' te Hartford, Conn., V.S.; 4-6 juni 1980*)  
R. Ross
- NLR MP 80016 U      A review of research at NLR on wind-tunnel corrections for high angle of attack models.  
(*Voorbereid voor de 'AGARD-FDP Round Table Discussion' te München; 8 mei 1980*)  
R.A. Maarsingh
- NLR MP 80017 U      A constrained inverse method for the aerodynamic design of thick wings with given pressure distribution in subsonic flow.  
(*Voordracht op het AGARD Symposium 'Subsonic/Transonic Configurations Aerodynamics' te München; 5-8 mei 1980*)  
J.M.J. Fray, J.W. Slooff
- NLR MP 80024 U      Prevention of corrosion and fatigue failure of helicopter gas turbine compressors.  
(*Voorbereid voor de 'Sixth European Rotorcraft and Powered Lift Aircraft Forum' te Bristol, U.K.; 16-19 sept. 1980*)  
R.J.H. Wanhill, H.J. Kolkman, A.J.A. Mom, G.F.J.A. van Gestel

- NLR MP 80025 U      State of the art and statistical aspects of helicopter fatigue substantiation procedures.  
*(Voordracht op de 'AGARD Specialists Meeting on Helicopter Fatigue Life Assessment' te  
 Aix-en-Provence, Frankrijk; 14–19 sept. 1980)*  
 R. Noback
- NLR MP 80026 U      S-N curve construction for aluminium forgings alloys.  
*(Voorbereid voor publikatie in het tijdschrift 'Aluminium')*  
 L. Schra, R.J.H. Wanhill
- NLR MP 80030 U      Results from zero-g aircraft flights in preparation of a Spacelab experiment.  
*(Voordracht op het 31ste IAF congres te Tokio, Japan; 21–28 sept. 1980)*  
 J.P.B. Vreeburg, D. van den Assem
- NLR MP 80034 U      Computational aspects and results of low speed viscous flow about multicomponent  
 airfoils.  
*(Voordracht op het AGARD-Symposium 'Computation of Viscous-Inviscid Interactions' te  
 Colorado Springs, Colorado, V.S.; 29 sept. – 1 okt. 1980)*  
 B. Oskam

## BIJLAGE 2 – Bijdragen aan congressen en cursussen

Dr. A.E.P. Veldman presenteerde op het AGARD-FDP Symposium 'Computation of Viscous/Inviscid Interactions' te Colorado Springs, V.S., de lezing: 'The calculation of incompressible boundary layers with strong viscous-inviscid interaction'.

Dr. B. Oskam hield op dit symposium de voordracht: 'Computational aspects and results of low-speed viscous flow about multi-component airfoils'.

Dr. A.E.P. Veldman hield op de '7th International Conference of Numerical Methods in Fluid Dynamics' te Stanford/NASA-Ames, V.S., de lezing: 'A fast method to solve incompressible boundary-layer interaction problems' (medeauteur: D. Dijkstra, TH Twente).

Ir. J.H. v.d. Zwaan gaf op de STA-Meeting te Palo Alto, V.S., de voordracht: 'The effect of the enlargement of the diffuser entry and of the use of vortex generators on the pressure losses downstream of the HST test section'.

Ir. R.A. Maarsingh hield op de AGARD-FDP 'Round Table Discussion: Wind-Tunnel Corrections for High Angle of Attack Models' te München de lezing: 'A review of research at NLR on wind-tunnel corrections for high angle of attack models'.

Ir. R. Ross presenteerde op de 6th AIAA Aeroacoustics Conference te Hartford, Conn., V.S. de voordracht: 'Shear layer effects on pure tone sound propagation in open jet wind tunnels using 1/3 octave analysis'.

Ir. J.W. Kooi gaf tijdens de VKI-cursus 'Shock/Boundary Layer Interaction in Turbomachines' te Brussel de lezing: 'Influence of free-stream Mach number on transonic shock-wave/boundary-layer interaction'.

Dr. R. Roos hield tijdens de 21ste AIAA 'Structures, Structural Dynamics and Materials Conference' te Seattle, V.S., de voordracht: 'Unsteady airloads on harmonically pitching wing with external store'.

Ir. M.H.L. Hounjet hield op dezelfde conferentie de voordracht: 'A panel method to determine loads on oscillating airfoils in transonic flow with embedded shock waves'.

Ir. J.M.J. Fray en ir. J.W. Slooff gaven op het AGARD-FDP Symposium 'Subsonic/Transonic Configuration Aerodynamics' te München de lezing: 'A constrained inverse method for the aerodynamic design of thick wings with given pressure distribution in subsonic flow'.

Ir. W.B. de Wolf hield aan de Université de Technologie de Compiègne de lezing: 'Aircraft noise reduction techniques'.

Dr. S.W. Rienstra hield op de 'ASME 1980 Winter Annual Meeting 'Noise Control Engineering in the 1980's' in Chicago, V.S., de lezing: 'On the acoustical implications of vortex shedding from an exhaust pipe'. Deze lezing werd ook bij NASA-Lewis en de Universiteit van Missouri, Rolla., gehouden.

Dr.ir. B. v.d. Berg presenteerde tijdens de conferentie 'Complex Turbulent Flows' te Stanford, V.S., de lezing: 'Evaluation of flow 0250: three-dimensional turbulent boundary layers' (medeauteur: D.A. Humphreys, F.F.A., Stockholm).

Ir. R. Houwink hield tijdens de 51ste AGARD-SMP Specialist Meeting 'Boundary Layer Effects on Unsteady Airloads' te Aix-en-Provence de lezing: 'Some remarks on boundary layer effects on unsteady airloads'.

Prof.ir. H. Bergh presenteerde tijdens het Colloquium t.g.v. de 80e verjaardag van Prof.Dr.-Ing. H.G. Küssner de voordracht: 'Theory and experiment in unsteady aerodynamics' (medeauteurs: dr.ir. H. Tijdeman en ir. R.J. Zwaan).

Dr. A.E.P. Veldman presenteerde op de 'BAIL I Conference on Boundary and Interior Layers - Computational and Asymptotic Methods' de lezing: 'Boundary layers with strong interaction: from asymptotic theory to calculation method'.

Ir. P.H. Wewerinke gaf op de '16th Annual Conference on Manual Control' te Cambridge, V.S., de lezing: 'The effect of visual information on the manual approach and landing'.

Ir. H. Haverdings gaf op het 10e AIDS-Symposium van de 'Deutsche Studiengruppe für Flugdatensysteme' te Aken de lezing: 'On the use of AIDS-data for a statistical analysis of wind shear during the approach'.

Dr.ir. N.J.J. Bunnik hield tijdens de 23ste COSPAR-Meeting te Boedapest de lezing: 'Spectral reflectance characteristics of agricultural crops and application to growth monitoring'.

Ir. L.T. Renirie presenteerde bij het 7e Lustrum van de Vliegtuigbouwkundige Studievereniging 'Leonardo da Vinci' voor de Afdeling der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TH Delft de lezing: 'Helikopteronderzoek bij het NLR'.

Ir. H. Haverdings presenteerde bij deze gelegenheid de lezing: 'Stabiliteit en besturing van helikopters'.

Drs. M.F.C. van Gool hield op de '7th AIAA Atmospheric Flight Mechanics Conference' te Danvers, Mass., V.S., de lezing: 'Application of existing roll response criteria to transport aircraft with advanced flight control systems'.

Ir. C.J. Jansen hield op deze conferentie de voordracht: 'A non-Gaussian atmospheric turbulence model for flight simulator studies of aircraft handling qualities'.

Ir. C.F.G.M. Hofman gaf op het AGARD-FMP symposium 'Subsystem Testing and Flight Test Instrumentation' te Geilo (Noorwegen) de lezing: 'Data acquisition and analysis system for conventional weapon delivery' (medeauteur: Maj. J. Batenburg, KLu).

Ing. A. Pool presenteerde op dit symposium de voordracht: 'A method for measuring take-off and landing performance of aircraft using an inertial sensing system' (medeauteurs: dr.ir. J.L. Simons, ir. G.J.H. Wensink, ir. A.J.J. Willekens).

Ir. C.F.G.M. Hofman presenteerde op de '2nd Interservice/Industry Training Equipment Conference' te Salt Lake City, V.S., de voordracht: 'Data acquisition and analysis system as a training device for simulated conventional weapon delivery'.

Ir. H.A. Mooij hield op het '12th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences' te München de lezing: 'Flying qualities criteria for advanced control technology transports'.

Ir. E.A.B. de Graaf en ing. P. de Rijk hielden op de Lezingendag van de 'Nederlandse Vereniging voor Niet-Destructief Onderzoek' te Wageningen de lezing: 'Een vergelijking van de betrouwbaarheid, gevoeligheid en nauwkeurigheid van enige NDO-technieken'.

Prof.dr. R.J.H. Wanhill presenteerde op de Jaarlijkse Bijeenkomst van de Stichting 'Materiaalonderzoek in de Zee' te Delft de voordracht: 'Material selection and design for safety and durability of offshore and littoral structures'.

Ir. A.J.A. Mom hield voor de Studiekern 'Corrosie' van de Bond voor Materialenkennis te Ede de lezing: 'Hoge-temperatuur coatings voor gasturbines; een overzicht'.

Prof.dr. R.J.H. Wanhill verzorgde, in samenwerking met ir. A.A. Jongebreur en E. Morgan van Fokker B.V., alsmede E.J. Moolhuysen van de TH Delft, een bijdrage aan de Proceedings van de Conferentie 'Fatigue '81', georganiseerd door de Soc. of Environmental Engineers te Warwick, U.K. De bijdrage was getiteld: 'Flight simulation fatigue crack propagation in single and built-up element lugs'.

Ir. A.J.A. Mom hield op de '9th International Thermal Spraying Conference' te 's-Gravenhage de lezing: 'Environmental testing of coatings for gas turbines'.

Ir. E.A.B. de Graaf presenteerde op de 'Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfverfahren' te Göttingen de lezing: 'Der nachträgliche Schadenstoleranzbeweis eines Fahrwerksteiles nach vielen Starts und Landungen' (medeauteurs: ing. P. de Rijk, ir. G.F.J.A. van Gestel).

Ir. A.U. de Koning gaf op het '13th International Symposium on Fracture Mechanics' in Philadelphia, V.S., de voordracht: 'Analysis of fatigue crack growth under variable-amplitude loading'.

Ir. J.B. de Jonge hield op het 2e AIFA-Symposium te Napels de lezing: 'The use of standardized fatigue load sequences in coupon and components tests'.

Ing. C.J. Lof was medeauteur van de op de '2nd International Conference on Numerical Methods in Fracture Mechanics' te Swansea, U.K., door G. Reibaldi (ESTEC) gepresenteerde voordracht: 'Numerical and experimental evaluation of stress intensity factors for curved crack fronts' (overige medeauteurs: P.T. Elangovan en S.B. Welt (Fokker B.V.)).

Ir. R. Noback hield op de 51ste AGARD-SMP Meeting te Aix-en-Provence de lezing: 'State of the art and statistical aspects of helicopter fatigue substantiation procedures'.

Ir. H.J. Kolkman gaf op de 'Sixth European Rotorcraft and Powered Lift Aircraft Forum' te Bristol, U.K., de lezing: 'Prevention of corrosion and fatigue failure of helicopter gas turbine compressors' (medeauteurs: prof.dr. R.J.H. Wanhill, ir. A.J.A. Mom, ir. G.F.J.A. van Gestel).

Ir. E.A.B. de Graaf hield tijdens het Symposium 'New Ideas in Non-Destructive Testing' aan de Northampton University de lezing: 'Conventional and innovative applications of magnetic rubber'.

Dr.ir. E. Riks presenteerde tijdens de 3e Vergadering van 'GARTEUR Responsables for Structures and Materials' te Braunschweig de voordracht: 'Plastic buckling and post-buckling behaviour'.

Prof.dr. R.J.H. Wanhill gaf tijdens het 12e ICAS-Congres te München de lezing: 'Flight simulation environmental fatigue crack propagation in 2024-T3 and 7475-T761 aluminium'.

Dr.ir. J.P.B. Vreeburg presenteerde op het 31ste IAF-Congres te Tokio de voordracht: 'Results from zero-g aircraft flights in preparation of a Spacelab experiment' (medeauteur: ir. D. van den Assem).

Ir. W. Loeve gaf tijdens een Colloquiaserie op het Mathematisch Instituut te Groningen de voordracht: 'Praktische beschouwingen over de relatie toegepaste wiskunde — informatica'.

Ir. W.C. Huisman en ir. J. van Kasteel hielden op de '40th Technical Meeting van AGARD-AVP: Image and Sensor Data Processing for Target Acquisition and Recognition' te Aalborg (Denemarken) de voordracht: 'Image processing techniques using spline approximation'.

Dr.ir. P.Th.L.M. van Woerkom publiceerde in het ESA-Journal, Vol 4, no 3 (1980) het artikel: 'Spacecraft attitude measurement, using the ESA Starmapper'.

Prof.dr. R.J.H. Wanhill, ir. W.G.J. 't Hart en ir. W. van der Hoeven publiceerden in het tijdschrift 'De Ingenieur', nr. 15 (1980), het artikel: 'Ontwikkeling van constructiematerialen voor vliegtuigen'.

Ir. F.J. Abbink publiceerde in het tijdschrift 'De Ingenieur', nr. 40 (1980) het artikel: 'Avionica-systemen in verkeersvliegtuigen'.

Ir. H.A. Mooij publiceerde in het NVvL-Jaarboek 1979 het artikel: 'Flying qualities for advanced control technology transports'.

Ing. R. Fang, ing. Tj. Hoekstra, ir. C. Leijnse en ir. L.T. Renirie publiceerden in het NVvL-Jaarboek 1979 het artikel: 'Helicopter-ship qualification testing'.

Prof.dr. R.J.H. Wanhill publiceerde in het NVvL-Jaarboek 1979 het artikel: 'Comparison of 2024 and 7475 aluminium alloy sheet for tension critical aircraft structures'.

Ir. H. Haverdings en G.H. Jinkes de Jong (KLM) hielden tijdens een NVvL-bijeenkomst te Amsterdam een lezing over de operationele en technische aspecten van 'windshear'.

Ir. F.J. Abbink presenteerde op het Symposium 'Ontwikkelingen in de Avionica' te Delft door de NVvL, de lezing: 'Trends in airline avionics'.

Ir. A.J.A. Mom hield tijdens een NVvL-bijeenkomst in de NLR-vestiging Noordoostpolder de lezing: 'Toepassing van geavanceerde materialen in vliegtuigmotoren'.

## BIJLAGE 3 – Verklaring van een aantal van de gebruikte afkortingen

|         |                                                                  |             |                                                             |
|---------|------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------|
| ACM     | Attitude-Control Model                                           | ECN         | Energieonderzoek Centrum Nederland                          |
| ACT     | Active Control Technology                                        | EGOIST      | Eerste Geheel On-Line Instrumentatiesysteem Tunnels         |
| ADAU    | Analog Data Acquisition Unit                                     | EMC         | Elektromagnetische Compatibiliteit                          |
| ADIPAS  | Aerodynamics Data Interactive Presentation and Analysis System   | EMI         | Elektromagnetische Interferentie                            |
| AECMA   | Association Européenne des Constructeurs de Materiel Aérospatial | EOARD       | European Office of Aerospace Research and Development       |
| AGARD   | Advisory Group for Aerospace Research and Development (NAVO)     | ESA         | European Space Agency                                       |
| AIAA    | American Institute of Aeronautics and Astronautics               | ESOC        | European Space Operations Centre                            |
| AIDS    | Aircraft Integrated Data Systems                                 | ESTEC       | European Space Research and Technology Centre               |
| AIFA    | Associazione Italiana per la Fatica in Aeronautica               | ETW         | Europese Transsone Windtunnel                               |
| ANCP    | Anglo-Netherlands Collaboration Programme                        | Eurocontrol | European Organization for the Safety of Air Navigation      |
| ANS     | Astronomische Nederlandse Satelliet                              | Eurovisc    | European Working Programme on Viscous Flows                 |
| APVW    | Algemeen Programma voor Verwerking van Windtunnelmetingen        | EVA         | Experimentele Vortex Analysator                             |
| ARINC   | Aeronautical-Radio Inc.                                          | FAA         | Federal Aviation Administration                             |
| ASKA    | Automatic System for Kinematic Analysis                          | FDAU        | Flight Data Acquisition Unit                                |
| ASME    | American Society of Mechanical Engineers                         | FDO         | FDO Technische Adviseurs B.V., deel uitmakend van VFM-Stork |
| ASTM    | American Society for Testing and Materials                       | FFS         | Free-Flight Software                                        |
| ATC     | Air Traffic Control                                              | FPM         | Fluid Physics Module                                        |
| ATLAS   | Apparatus for Testing Large Specimens                            | GAMM        | Gemeinschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik         |
| ATY     | Automatisch Transducer IJksysteem                                | GARTEUR     | Group for Aeronautical Research and Technology in Europe    |
| AWOP    | All Weather Operations Panel (ICAO)                              | GCE         | Ground Check-out Equipment                                  |
| BCRS    | Begeleidingscommissie Remote Sensing                             | GPS         | Global Positioning System                                   |
| BEELDIG | TV-beelden Digitalisatiesysteem                                  | HST         | Hoge-snelheidstunnel                                        |
| BMFT    | Bundesministerium für Forschung und Technologie                  | HUD         | Head-up Display                                             |
| BMVg    | Bundesministerium für Verteidigung                               | IAF         | International Astronautical Federation                      |
| CABO    | Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek                            | ICAF        | International Committee on Aeronautical Fatigue             |
| CADAS   | Computer-controlled Avionics Data Acquisition System             | ICAO        | International Civil Aviation Organization                   |
| CARD    | Computer-Aided Research and Development                          | ICAS        | International Council of the Aeronautical Sciences          |
| CCHP    | Constant-Conductance Heat Pipe                                   | ICIRAS      | Industrieel Consortium IRAS                                 |
| CCV     | Control-Configured Vehicle                                       | IEEE        | Institute of Electrical and Electronic Engineers            |
| CEV     | Centre d'Essais en Vol                                           | IFAC        | International Federation of Automatic Control               |
| CNES    | Centre National d'Etudes Spatiales                               | ILS         | Instrument Landing System                                   |
| CSST    | Continue Supersone-snelheidstunnel                               | ILST        | Indonesische Lage-snelheidstunnel                           |
| DCB     | Double Cantilever Beam                                           | INS         | Inertial Navigation System                                  |
| DFVLR   | Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt | IR          | Infrarood                                                   |
| DIDAU   | Digital Data Acquisition Unit                                    | IRAS        | Infrarood Astronomische Satelliet                           |
| DME     | Distance-Measuring Equipment                                     | KAT         | Kleine Anechoïsche Tunnel                                   |
| DNW     | Duits-Nederlandse Windtunnel                                     | KIVI        | Koninklijk Instituut van Ingenieurs                         |
| DSMA    | Dillworth, Secord, Meagher Ass.                                  |             |                                                             |
| hVSV    | Dataverwerkingsstation-Vliegproeven                              |             |                                                             |

|         |                                                                               |         |                                                                               |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------|
| KLM     | Koninklijke Luchtvaart Maatschappij N.V.                                      | PETW    | Pilottunnel ETW                                                               |
| KLu     | Koninklijke luchtmacht                                                        | PSD     | Power Spectral Density                                                        |
| KM.     | Koninklijke marine                                                            | PT      | Pilottunnel.                                                                  |
| KNMI    | Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut                                |         |                                                                               |
| KNVvL   | Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart                            | RADAS   | Radar Dataregistratie Systeem                                                 |
| KOSMOSS | KNMI Ontvangststation voor Meteorologische Omloop- en Stationaire Satellieten | RAE     | Royal Aircraft Establishment                                                  |
| KWAC    | Key Word and Context                                                          | RAM     | Random-Access Memory                                                          |
|         |                                                                               | RESEDA  | Remote-Sensing Dataverwerkingssysteem                                         |
| LAR     | Lange-Afstandsradar                                                           | RGCSF   | Review of the General Concept of Separation Panel (ICAO)                      |
| LRT     | Afd. Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TH Delft                       | RLD     | Rijksluchtvaartdienst                                                         |
| LSEO    | Landelijke Stuurgroep Energie-onderzoek                                       | RMDU    | Remote Multiplexer/Demultiplexer Unit                                         |
| LST     | Lage-snelheidstunnel                                                          | ROM     | Read-Only Memory                                                              |
| LVB     | Luchtverkeersbeveiliging RLD                                                  | ROVE    | Radar Onderzoek Vegetatie                                                     |
|         |                                                                               | RWS     | Rijkswaterstaat                                                               |
| MAD     | Multi-element Airfoil Design                                                  | SARP    | Signaal Automatic Radar Processing                                            |
| MBB     | Messerschmitt-Bölkow-Blohm                                                    | SATCO   | Signaal Automatic Air Traffic Control                                         |
| MHD     | Magnetohydrodynamica                                                          | SEMCAP  | Systems Electromagnetic Compatibility Analysis Program                        |
| MLS     | Microwave Landing System                                                      | SIGMA   | Signaal Generator for Multiple Actuator systems                               |
| MNPS    | Minimum Navigation Performance Specifications                                 | Signaal | Hollandse Signaalapparaten                                                    |
| MUK     | Model Unterschall Kanal                                                       | SLAR    | Side-looking Airborne Radar                                                   |
|         |                                                                               | SLARDIG | SLAR-Digitalisatiesysteem                                                     |
| NASA    | National Aeronautics and Space Administration                                 | SNECMA  | Société Nationale d'Etude et Construction de Moteurs d'Aviation               |
| NAT/SPG | North Atlantic Systems Planning Group                                         |         |                                                                               |
| NAVO    | Noord-Atlantische Verdragsorganisatie                                         | SNIAS   | Société Nationale Industrielle Aérospatiale                                   |
| NAV/SEP | Panel of Experts on Navigation and Separation (Eurocontrol)                   | SOP     | Satellite Operations Plan                                                     |
| NAVSTAR | Navigation System with Time and Ranging                                       | SPACDAR | Specialist Panel on Automatic Conflict Detection and Resolution (Eurocontrol) |
| NDO     | Niet-Destructief Onderzoek                                                    |         |                                                                               |
| NFT     | NLR Flight Test System                                                        | SRC     | Science Research Council (Londen, U.K.)                                       |
| NIVR    | Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart                | SST     | Supersone-snelheidstunnel                                                     |
| NLR     | Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium                                   | STA     | Supersonic Tunnel Association                                                 |
| NLRGC   | Nationaal Lucht- en Ruimtevaart Geneeskundig Centrum                          | STAGS   | Structural Analysis of General Shells                                         |
| NOP     | Noordoostpolder                                                               | STALINS | Start- en Landingsmeetsysteem met INS                                         |
| NPOC    | National Point of Contact                                                     | STOL    | Short Take-off and Landing                                                    |
| NT      | Nagalmtunnel                                                                  |         |                                                                               |
| NuBe    | Numerieke Besturing                                                           | TAR     | Terminal Area Radar                                                           |
| NVR     | Nederlandse Vereniging voor Ruimtevaart                                       | TDCK    | Technisch Documentatie Centrum Krijgsmacht                                    |
| NVvL    | Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart-techniek                               | TERS    | Tropical Earth Resources Satellite                                            |
| NIJDAS  | Nieuw IJk- en Data-Acquisitiesysteem                                          | TH      | Technische Hogeschool                                                         |
|         |                                                                               | TIFS    | Total In-Flight Simulator                                                     |
| OBC     | On-Board Computer                                                             | TIRDIG  | Thermisch-Infrarood Digitalisatiesysteem                                      |
| OBS     | On-Board Software                                                             | TIXTE   | Timing and Imaging of X-ray Transients Explorer                               |
| OCP     | Obstacle Clearance Panel (ICAO)                                               | TNO     | Centrale Organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek          |
| OMIS    | Operationeel Management-Informatiesysteem                                     | TSP     | Transonic Small Perturbation                                                  |
| ONERA   | Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales                       | TWIST   | Transport Wing Standaard                                                      |
|         |                                                                               |         |                                                                               |
| PADAP   | Programmable Apparatus for Data Acquisition and Procedures                    | USAF    | United States Air Force                                                       |
| PARES   | Preprocessing Remote-Sensing gegevens                                         |         |                                                                               |
| PCM     | Puls-Code Modulatie                                                           | VCHP    | Variable-Conductance Heat Pipe                                                |
|         |                                                                               | VFW     | Vereinigde Flugtechnische Werke                                               |
|         |                                                                               | VKI     | Von Kármán Institute of Fluid Dynamics                                        |
|         |                                                                               | VMBS    | Vluchtnabootser Met Bewegende Stuurhut                                        |
|         |                                                                               | V/STOL  | Vertical/Short Take-off and Landing                                           |

## SUMMARIES

# 1 RESEARCH

## 1.1 AERODYNAMICS

Pre-project studies  
for Fokker F29

Under contract with the Netherlands Agency for Aerospace Programs (NIVR) and in cooperation with Fokker, NLR continued its contribution to the aerodynamic design of the F29 aircraft. The recently developed computational design methods for advanced transonic wings are being applied. The research in the fields of aeroelastics and aeroacoustics was vigorously pursued.

To investigate the effect of Reynolds-number variations on the aerodynamic characteristics of supercritical wings at low speed, a half model with high-lift devices was measured in the transonic wind tunnel (HST). The same model was extensively tested at a large number of flap- and slat-deflections pertaining to F29 take-off and landing conditions.

Engine-airframe integration studies were performed in the HST to find the most favourable engine position. The jet flow was simulated by pressurized air. A changed wing design with more twist was defined to have more lift in the design (cruise) condition and a higher buffet boundary, together with a favourable wing load distribution. Based on these results, a modified complete three-dimensional model (scale 1:25), equipped with slats and flaps, was fabricated and tested. The aerodynamic characteristics look satisfactory.

Pressure distributions around an airfoil with oscillating flap were extensively tested in the Pilot tunnel (PT). The effort to develop a method for calculating quasi-three-dimensional airloads on oscillating wings in transonic flow is being continued. The LTRAN2-NLR two-dimensional program, on which the three-dimensional method will be based, was verified further; the results agreed well with wind-tunnel results.

As part of the design program concerning acoustic liners to suppress engine noise, a number of panels from standard materials and made according to standard production techniques were tested for their acoustic performance in the NLR flow duct facility. The acoustic properties of many single- and double-layer liners were investigated. The effects of hot air, blown from the de-icing system and flowing tangentially across the panel, on the acoustic impedance were examined. It is investigated whether the relative strength of the sound modes that are important for the determination of the optimal liner configuration can be measured in the real jet engine. Computer programs for the calculation of duct acoustics were extended such that they can be applied in the design procedure for determination of optimal impedance values for duct sections with sound-absorbing walls.

Like in previous years, wind-tunnel measurements were performed under contract with foreign aircraft industries, among which were Dassault, SNIAS, VFW, Saab, Dornier and Airbus Industrie.

Subsonic flow around aircraft  
configurations (steady)

A new panel method is being developed, in which the mathematical flow model is extended to the complete nonlinear potential equation. The computer time will be decreased by applying faster solution procedures (multigrid method, cluster method). A two-dimensional 'pilot'-program has been tested.

The computer program for calculating the flow around slender delta wings with leading-edge vortices was evaluated. In the framework of GARTEUR, a cooperation in the field of vortex flows is pursued.

Transonic flow (steady)

A fast method for calculating the transonic flow around three-dimensional configurations, based on a combination of a finite-volume method and multigrid techniques, was further

developed and tested successfully for a two-dimensional subsonic case. An algorithm for the calculation of transonic flow with shock waves was tested also.

Two large computer programs (from the USA) for the calculation of three-dimensional transonic flow around wings, FLO-22 and FLO-27, became operational on the NLR computer. The former program was extended for simulation of a finite fuselage. Calculations were made for the ONERA M6 wing, in the framework of a comparative GARTEUR study. Pressure measurements were performed in the HST on the DFVLR F4 model, an advanced transonic wing, also in the framework of the GARTEUR cooperation.

#### Two-dimensional flow

Under contract with NIVR, the Multi-element Airfoil Design (MAD) system was developed, with which interactively wing/flap systems can be designed that yield a prescribed pressure distribution. The system was applied for designing new leading-edge flaps with lower drag losses; the system will be verified experimentally.

The LTRAN2-NLR code was coupled to Green's integral method for a turbulent boundary layer, in order to take boundary-layer effects into account in the modelling of viscous effects in calculations of unsteady airloads on oscillating airfoils. The combined method yielded good results.

#### Viscous flow

In the framework of the development of a new method for the calculation of two- and three-dimensional boundary layers on nondevelopable surfaces, a new geometry subroutine was written. The new programming system was applied successfully to F29 development studies.

The method for the calculation of viscous flow with strong viscous/inviscid interaction was further developed. The interactive boundary-layer equations were extended with compressibility, turbulence and normal pressure gradients.

#### Aeroacoustics

Under contract with NIVR, the theoretical design method for calculating optimum impedance values of engine duct liners, depending on frequency, sound mode, flow Mach number, boundary layer thickness, and profile and duct shape, is further developed. Calculations showed that the optimum impedance strongly depends on sound source geometry, frequency, and the length of the duct with acoustic lining.

The program for the prediction of fan noise was tested successfully and further extended to account for leaned stator blades. A second simpler program is being constructed to arrive at shorter computer times.

#### Wind-tunnel testing techniques

NLR started the development of a new correction method for wall-interference effects, applicable for both closed and slotted-wall test sections, and based on measured wall conditions.

The method for determining the two-dimensional wall interference from the measured pressure distributions was successfully experimentally evaluated in the PT with a 15 cm model.

A NASA correction method was evaluated which is to be used in the DNW to estimate the maximum allowed model dimensions.

Based on high-Reynolds-number measurements at DFVLR on an airfoil, the influence of the transition strip on drag measurement results was investigated. Also effects of Reynolds-number variations were examined.

Much attention was paid to the improvement of half-model techniques and to the investigation of the influence of turbulence on the accuracy of wake drag measurements.

The so-called Jones-method was used for the reduction of wind-tunnel data of buffet tests on a half model in the HST. A comparison of wind-tunnel data and available free-flight results concerning the buffet intensity will be made.

Specific engine simulation tests were performed in the HST, which are important for further developments in using model engines.

The processing of acoustic impedance data with the Fourier analyzer was improved.

#### Processing of wind-tunnel data

The General Program for the Processing of Wind Tunnel Data (APVW) was further extended for some special features. Parts of the postprocessing code 'Aerodynamic Data Interactive Presentation and Analysis System' (ADIPAS) were tested. The ADIPAS-system, with

which both experimental and theoretical data can be processed, was developed further. Several aerodynamic programs were adapted for use together with ADIPAS.

A working group is investigating the possibilities to develop a database for geometrical data and a users package for the execution of aerodynamic calculations and for the construction of wind-tunnel models.

## 1.2 FLIGHT

### Aircraft development

Under contract with NIVR and Fokker, support was given to Fokker in flight-testing F27 and F28 series aircraft.

Under contract with NIVR and in cooperation with Fokker, much attention was paid to the design of the new measurement, recording, and data-acquisition and -processing system for F29 prototype flight-testing. Hardware and software parts were specified, and activities were performed in the area of planning, system development, procurement of several sub-systems, etc. A 'pilot system', based on a Remote Multiplexer/Demultiplexer Unit (RMDU), was installed in the Metro II laboratory aircraft and tested. Several transducers were tested in the laboratory and in flight. Special attention was given to the on-board computer system. An additional system is developed for testing the ARINC-700 avionics system.

Certification regulations for autoland systems were investigated.

### Stability and control

Under contract with NIVR, the design criteria for advanced aircraft control systems in approach and landing were further developed. Flight-simulator studies of symmetrical and asymmetrical manoeuvre characteristics were analyzed. In order to verify the NLR flight simulator results, measurements were performed with the 'Total In-Flight Simulator' (TIFS) of the USAF (partly under contract with RLD).

Within the framework of the cooperation program with DFVLR concerning flying qualities, a DFVLR/NLR flight-test program was carried out with the HFB 320 Hansa aircraft of DFVLR, equipped with an NLR-defined lateral aircraft control system and a DFVLR-defined longitudinal one.

Under contract with RLD, the flight-simulator program related to the implementation of MLS was continued. For several aircraft configurations, approaches were made with the MLS environment carefully simulated.

Within the framework of the ANCP action group 'Flight Mechanics', information was exchanged concerning flight-simulator research and flight tests on flying qualities.

Under contract with NIVR, studies were started on the effects of the application of digital aircraft control systems in civil transport aircraft.

An inventory was made of the existing flight mechanics facilities in the GARTEUR countries, in the framework of the 'Exploratory Group 1' GARTEUR activities.

In the framework of the 'Exploratory Group 2' GARTEUR activities, handling qualities guidelines for future transport aircraft were investigated.

The mathematical background of a helicopter flight mechanics model was studied.

The effects of the Metro II aircraft instrument pod on the aircraft performance were measured.

### Ergonomic aspects of aircraft control

Under contract with RLD, the results of an experimental program concerning the applicability of head-up displays in civil aircraft were analyzed.

Under contract with NIVR, the study on the influence of specific visual aspects on the pilot's functioning during approach and landing was continued. The development of a mathematical model describing several aspects of the visual outside-world perception process was completed successfully. In the framework of the study on the supervisory task of the pilot, a mathematical model was developed which describes the pilot's visual perception process and decision behaviour concerning the acceptability of situations. In an experimental set-up, the model proved to be adequate.

The possibilities of testing the use of Electronic Flight Instrument Systems in the NLR flight simulator and in the NLR laboratory aircraft were investigated.

Test and measurement techniques for investigations in flight

The possibilities to measure the transport-aircraft performance and characteristics in accelerated flight were evaluated further. An additional investigation was carried out concerning the determination of the drag rise at higher Mach numbers from results obtained in accelerated flight. Since Fokker will apply both this new measurement method and the stationary method for F29 certifications, a 'Free-Flight Software' NLR working group will adapt the software to operational use.

The STALINS system for measurement of flight paths during take-off and landing was further improved. Supplemented with the 'Forward-Looking Camera' equipment, STALINS can be used for the certification of automatic approach and landing under Cat. III conditions.

On-board and ground equipment

NLR participated in the NATO NAVSTAR-GPS team, which develops the Navstar satellite navigation system. The NLR member of this team was involved in developing and evaluating users equipment and in testing a 'Controllable Reception Pattern Antenna'.

Aircraft position computation methods were verified by measuring simultaneously the position with the Multi-DME/CADAS system and with the DFVLR tracking radar.

Software was made for the real-time Metro II navigation system, which contains a ROLM 1602 B airborne computer.

Aircraft operations

KLM was assisted in the analysis of Airbus Industrie studies on the workload in an A310 cockpit. To improve the simulation of the ground roll in flight simulators, taxi run accelerations of a DC10 were measured. The visual conditions, necessary for automatic landing under Cat. III conditions, were studied in a flight-simulator program.

Under contract with RLD, many investigations were carried out, among which the following are mentioned:

Regulations for helicopter performance and flying qualities were studied in literature. Assistance was given to the ICAO group 'Automatic Systems'. An orientation was held on the design and certification of digital autoland systems.

It was investigated how ice protection systems can be certificated without or with a limited execution of ice flights. NLR participated in an AGARD group making an inventory of the knowledge on helicopter rotor icing.

A mathematical model for the B747 autopilot pitch axis channel was constructed and programmed. It will be used in a flight simulator program for the investigation on assessment criteria for the safety of automatic landing systems.

An investigation was started into the required minimal runway width. Lateral deviations during landing of B747 and DC10 aircraft were measured.

From AIDS windshear data recorded in B747 and DC10 aircraft during approach and landing, the low-altitude windshear for several airfields was analyzed.

The acceptance testing of the RLD Cessna Citation aircraft, with which the navigation and landing aids will be checked and calibrated, was prepared.

The tip vortex detection system, situated near runway 06 at Schiphol Airport, was completed and handed over to RLD.

Air traffic control

In the field of air traffic control, NLR performed investigations concerning the further development of the air traffic control in the Dutch area, and NLR participated in several international action groups, under contract with RLD.

Methods were investigated with which the radar-measured tracking speed of aircraft can be applied to flight-path calculations. A computer program was written for the evaluation of conflict detection software using real flight paths. NLR assisted in the evaluation of the TAR3 and LAR systems. The applicability of a moving-target detector was investigated. New developments in radar signal processing and presentation techniques were studied. Assistance was rendered in the team looking into the SARP system replacement in future. New developments in the field of air traffic control were studied, mainly concerning traffic control workload, runway capacity increase, radar data processing equipment, and conflict detection techniques.

NLR participated actively in the ICAO 'All-Weather Operations Panel' (AWOP), the ICAO 'Panel for the Review of the General Concept of Separation' (RGCSF), and the 'North Atlantic Systems Planning Group' (NAT/SPG). The AWOP activities concerned the MLS

regulations and the development of related precision-DME system techniques. The RGCSF and NAT/SPG activities concerned the determination of the separation in the North-Atlantic area and in other oceanic areas, which resulted in a reduction of the lateral separation above the NAT from 100 NM to 60 NM (Oct. '80). Also activities were performed in the framework of the Eurocontrol research program.

#### Flight simulation

Several mathematical simulation models were improved and extended. Faster routines were written for the axis conversion of the motion system and for the three-dimensional table-look-up function generation.

NLR participated in AGARD Working Group 10 which is studying visual-system characteristics. The dynamic characteristics of the NLR model board visual system are being measured.

#### Flight-test data

The specifications and the design of a flight-test database were assessed with respect to various user requirements.

The flight-test data-processing software had to be adapted because of the introduction of the new Modcomp Classic computer, which was connected to the NLR computer network.

### 1.3 STRUCTURES AND MATERIALS

#### Aircraft development

Under contract with NIVR and in cooperation with Fokker and the Technological University of Delft, structural design studies within the framework of the F29 project were continued. An inventory of the results obtained in this research program was made and submitted for consideration with regard to implementation.

Fatigue diagrams of several AlZnMgCu forging alloys were measured (7075-T73, 7175-T736, 7050-T736). Also surface treatment effects on the fatigue life of the 2024-T3 and 7475-T761 aluminium alloys were investigated.

Concerning the compression panel research program, several hat-stiffened panel configurations were investigated both experimentally and theoretically. The efficiency of the STAGS computer code was further improved.

Fatigue and residual strength tests were performed and calculations were made on various tension panels. Stringer-rib joints were tested, and the residual strength of repaired multiple-damaged panels was measured. With the computer program BOND, the residual strength of a multiple-damaged lower wing skin joint was predicted successfully.

The program CORPUS for calculation of fatigue crack propagation under flight simulation loading was almost completed and already applied in practice. Techniques are being developed to calculate stress intensity factors in complex structures with large stress gradients around the crack tip zone.

The applicability of composite materials in primary and secondary aircraft structures was further investigated. Studies include the evaluation of material properties, the design and manufacture of stiffened-panel structures, non-destructive inspection and certification aspects.

#### Aircraft loads

Under contract with NIVR, an approximative method was developed for the determination of load-exceedance probabilities in the case of aircraft with nonlinear response properties. Following fatigue crack propagation tests on notched Alclad 7075-T6 and 2024-T3 sheet material according to a specific F27 flight simulation spectrum, these tests were continued with a flight simulation spectrum with modified tail.

Under contract with KLM, more fatigue data from KSSU aircraft were collected in the AIDS database. KLM was assisted in a B747-aircraft fatigue life study. Under contract with RLD, the load experience of aircraft during take-off and landing was investigated using the AIDS data.

Specific computer programs were developed for generating a quasi-stationary Gaussian signal and an arbitrary power spectrum, in order to make it possible for advanced servo-hydraulic testing equipment to generate any required fatigue load spectrum.

Structural strength  
and stiffness

Under contract with NIVR, an analytical model was developed with which stresses and deformations at elongated holes can be calculated; experiments were performed to verify this model.

*The investigations related to crack growth and fracture criteria for thin sheet were continued.* Experimental data were analyzed to derive the behaviour of several parameters during crack growth. The crack-tip opening angle appeared to be a useful parameter to describe crack growth. The finite-element program PLASTIC was extended and used successfully for the prediction of the crack growth diagram of a centrally cracked sheet specimen. Simpler analytical models were investigated in order to reduce computer time.

Under contract with NIVR, methods for the calculation of stress intensity factors to predict planar crack growth in and the fatigue life of lugs with corner cracks were developed. A stepwise crack-growth calculation procedure, to be used in conjunction with finite-element codes for the determination of stress intensity data, was further improved, verified and applied.

Three damage tolerance programs were developed further, under contract with NIVR, namely ARREST (for elastic/plastic residual-strength analysis of panels with riveted stringers), BOND (for adhesive-bonded stringers), and CRAPRO (for crack growth calculation, under constant-amplitude loading). Some specific features of the BOND program were verified by means of detailed back-up calculations with the STAGS code.

Evaluation of  
advanced materials

The influence of quench rate after solution treating aluminium alloy thick-plate specimens on their hardness and corrosion resistance was investigated for 2024- and 7075-material. Engineering properties of the thick-plate materials 7010-T76, 7010-T736, and 7050-T736, and the forging alloys 7075-T73, 7175-T736, AZ 74.61 and 7050-T736 were compared. The residual strength and fatigue properties of carbon/epoxy sandwich panels and laminates after impact damage were investigated. In the framework of the GARTEUR cooperation, DFVLR, ONERA, RAE and NLR started a research program to investigate the damage-tolerance of carbon/epoxy laminates, in order to determine the effect of impact damage on the residual strength and fatigue properties. Also the moisture and temperature influence on the fracture behaviour of 90° carbon/epoxy laminates was measured.

Methods to measure and calculate the fracture resistance of adhesively bonded structures were studied. Moreover, the applicability of fibre-reinforced adhesives in adhesive-bonded joints was investigated.

Fatigue

In the cooperation with the DFVLR for the development of methods for the prediction of fatigue life, two DFVLR methods for the prediction of the crack initiation fatigue life were tested with NLR experiments. Both the numerical DFVLR method and the 'Neuber Control Test' yielded good results for anodized material; the results for unanodized material are being analyzed.

Under contract with NIVR, the fatigue crack growth properties of laminates and of thick-plate specimens were compared. The effects of anodizing on the fatigue life were investigated. Also the causes of delamination of adhesive bonds were examined. Several crack-stopping methods were investigated.

The 'AGARD-Coordinated Corrosion Fatigue Cooperative Testing Programme' was continued. The influence of previous corrosion on the fatigue life was investigated identically in several laboratories, with divergent preliminary results. Also 2024-T3 specimens with the usual Fokker protective schemes were fatigue-tested.

Under contract with NIVR, the program for calculation of fatigue crack propagation under variable-amplitude loading was extended further.

In the framework of the GARTEUR cooperation, several crack propagation models were compared with well defined experimental crack propagation data. NLR performed a large series of tests. Advanced NLR and ONERA models, taking into account crack closure and sequence effects, appeared to yield very good results.

Corrosion, stress corrosion,  
and hydrogen embrittlement

In order to develop a good indirect method for measuring crack lengths when the stress corrosion resistance of DCB specimens has to be determined, a test set-up was constructed with which the relation between the deduced and directly measured crack lengths can be derived.

*Under contract with NIVR, the effects of specimen pre-treatment and the corrosive environment in stress corrosion tests were investigated further. The aim is to arrive at test conditions under which materials can be reliably compared.*

*The research program concerning coatings structure and composition was continued. Several international experts were visited.*

#### Nondestructive testing

*Much attention was given to the systematic processing of large numbers of nondestructive testing results, obtained by several laboratories with varying techniques and concerning many structural parts.*

*The eddy current principles were studied, together with their applications in practice.*

### 1.4 SPACEFLIGHT TECHNOLOGY

#### International projects

*The following projects were carried out under contract with ESA.*

*The preparations for the dynamic testing of the EXOSAT-satellite attitude control system on the Single-Axis Table (SAT) were continued. The SAT was provided with a torque motor for simulation of reaction motor control pulses. System control software was written for the PACER computer and interfaces were realized.*

*The 'Starmapper' and 'Meteosat' software for deriving the satellite attitude from ESA-starmapper data was handed over to ESOC.*

*In cooperation with Fokker and Signaal, NLR started with an investigation of methods for designing attitude control software for on-board satellite computers.*

*The torque noise of five representative reaction wheels will be investigated experimentally; the noise effects on the satellite attitude control will be studied.*

*The applicability of various coding techniques for telemetry signals between satellite and ground stations was investigated; specific coding/decoding techniques were examined in order to decrease the required signal/noise ratio. Advice was given to ESA about the most suitable technique, and algorithms were developed for the processing of data in the satellite and in the ground station.*

#### National projects

*In the framework of the IRAS project, four main activities should be mentioned: ground operations, on-board software, attitude control model testing, and satellite testing with the ground-checkout equipment. In preparation of the ground operations, a pre-integration review was held, and the ground operation system is being tested and integrated. In cooperation with the Jet Propulsion Laboratory, the missions operations activities were started. The on-board software was modified and extended. The attitude control system testing was completed. The ground checkout equipment was used at Fokker for satellite integration tests and at ESTEC for thermal-vacuum tests.*

*A feasibility study was made, in cooperation with Fokker and Signaal, of a scientific Röntgen survey satellite; the data-processing aspects are studied by NLR. Also studies were made for a Tropical Earth Resources Satellite (TERS, see ch.1.6). Under contract with KNMI, a ground station for the reception, processing and presentation of pictures from the TIROS-N/NOAA weather satellites will be designed and realized by Signaal and NLR. NLR will cover the real-time data-processing and -presentation system, of which the functional design, the specifications and the technical design of hardware and software were completed.*

#### Spacelab experiment

*The preparation for the NLR experiment during the first Spacelab flight concerning the behaviour of fluids in zero-g were continued. The fluid containers were tested in the Fluid Physics Module. The mathematical model describing the fluid dynamics was developed*

#### Thermal vacuum research

*Under contract with NIVR, the heat pipe research program was continued, both theoretically and experimentally. The electro-osmotic effects at high field strengths were experimentally studied in a modified test set-up.*

## Spacecraft attitude control

Under contract with NIVR, the applicability of advanced control techniques to spacecraft attitude control was investigated further. With IRAS as an example, filter algorithms for the sensors and control algorithms for the attitude control system were designed and programmed. The algorithms were tested by means of computer simulations. Preparations were made for inserting these algorithms in a hardware on-board computer.

The study of the role of *martingales in optimal estimation processes* was completed. A study is made of the effects of model errors in the Kalman filter on the filter results. As part of the study of attitude control in flexible spacecraft, the exact equations of motion for translation and rotation of a general type of spacecraft (rigid central body, momentum and reaction wheels, flexible appendages) were studied. A hybrid method, *combining continuum modelling and multi-body modelling*, was investigated.

The torque noise test set-up was improved and ANS and IRAS reaction wheels were tested.

## 1.5 INFORMATICS

### Development of information systems

Techniques for controlling the development of information systems are being developed. Two documents have been written: one on numerical analysis and the role of algorithms in the development of information systems, and one on software/hardware interfaces.

Studies were made on techniques for the determination of software quality. Methods were developed for the assessment of software reliability and complexity.

Under contract with NIVR, quality control techniques for complete information systems were developed further. A technical concept of a specific data-acquisition and -processing system has been used in a study on cost control during the development of information systems.

The requirements for a new NLR central computer and for the further development of the NLR computer infrastructure have been analyzed.

Investigations have been carried out on 'Computer-Aided Research and Development' (CARD). Special attention was given to an 'Aerodynamic Data Interactive Presentation and Analysis System' (ADIPAS), to techniques for the construction of wind-tunnel models, and to geometry treatment.

### Computer programs

Computer programs are being developed for the operation of interactive systems. Software was written to be used on the central computer for giving commands via a terminal keyboard in the 'Command Language System' (COLAS). The COLAS syntax was determined, and command interpretation and definition modules were designed. Preparations were made for application of speech recognition techniques in interactive systems.

### Applied mathematics

The applicability of methods based on mathematical approximation theory to signal processing was studied. The relation between approximation errors in the time domain and the characteristics of signal processing algorithms was investigated using Fourier analysis, which resulted in an analytical description of mathematical approximation techniques in terms of filters.

An existing finite-element method for the calculation of transonic flows was evaluated. Fast solvers for stationary Euler equations were investigated.

### Electronics

The series of microprocessor standard Printed-Circuit Boards (PCB's) was extended.

Software was developed for an IEEE-bus interface controller PCB to be used in the MC6800 microprocessor, to couple commercially available transducers with this microprocessor. The results of a study on the integration of a PDP 11/04 minicomputer, working under the real-time operating system RT11 and equipped with the general-purpose interface PDP11 DR 11K, in a measurement and control system were reported and applied in similar cases. The new calibration facility for electric and magnetic parameters was extended with an automatic measurement instrument calibration system.

Existing software for generating wiring lists was extended.

Under contract with NIVR, the electromagnetic compatibility calculations for the IRAS cable harness were continued. Calculations with the SEMCAP code yielded some new compatibility aspects compared with the former EMCEST calculations.

## 1.6 ENVIRONMENT, EARTH OBSERVATION, ENERGY SUPPLY

### Environmental aspects of air traffic (noise)

Under contract with RLD, a large number of investigations was performed and experiments were carried out in order to arrive at lower aircraft noise loads. Present and future noise loads in the vicinity of several Dutch airfields (among which Schiphol Airport) were calculated. Also, under contract with KLM and Schiphol Airport, future noise loads around Schiphol were calculated, based on a customer-defined scenario.

NLR participated in a number of national and international meetings concerning standardization of noise contour calculations and in order to promote conformity in future fleet composition predictions.

In the preceding years, NLR has developed a flight-path monitoring system RADAS for Schiphol and Rotterdam Airport. Of about 2800 RLD-selected flights, the RADAS-recorded radar data were processed to plots of ground paths and height and velocity profiles. A new flight-path monitoring system is under development: FANOMOS ('Flight Track and Aircraft Noise Monitoring System').

### Earth observations

Under contract with NIVR, the studies for the 'Tropical Earth Resources Satellite' (TERS) were continued with a report on the Indonesian Workshop. NLR participated in formulating a proposal for a feasibility study.

The RESEDA-project (Remote Sensing Data-processing System) definition phase was concluded with a report about the capability and costs for the Dutch users. It was decided to realize the system at NLR. In consultation and partly under contract with BCRS and NIVR, NLR started with the realization.

Under contract with NIVR, the applicability of data-compression techniques for remote-sensing usage was investigated. Spline-approximation techniques were examined. Specific hardware for on-line data compression was designed.

Edge-filtering techniques were carefully examined.

Upon request from the Dutch government, NLR composed a note concerning the Dutch activities and plans in the remote-sensing area, with assistance of the Dutch participating authorities.

The NLR remote-sensing activities mainly concern the construction of a whole chain of subsystems, from sensor systems to data-processing systems. The RESEDA activities should be mentioned in this framework, and the PARES project (Preprocessing Remote-Sensing Data), in which NLR participates by the investigation of SLAR picture deformations due to aircraft motion, and the signal-conditioning and data-conversion aspects.

In cooperation with the 'Technisch-Physische Dienst TNO-TH' a proposal was made for the construction of a multispectral scanner.

The NLR activities as 'National Point of Contact' for the distribution of Earthnet data among Dutch users were continued.

Infrared and radar surveys were performed with the NLR laboratory aircraft for a variety of purposes. One of the programs concerned an international research program for oil slick detection at sea.

Technical improvements were made in the available equipment. The quick-look facilities and the SLAR were modified. The quick-look techniques for fast picture analysis were optimized. Multispectral scanner data were analyzed to find out whether a relation exists between crop yield differences and multispectral scanner data differences.

### Wind problems, air pollution and vibration phenomena

Aerodynamic loads, smoke dispersion and wind effects related to buildings, urban areas, ships, bridges, motorcycles, etc., were investigated by means of measurements in wind tunnels. Some full-scale wind measurements were performed in an urban area. Moreover, flow-induced vibration phenomena were studied with respect to the design of long-span bridges and electric transmitter lines. Also the torsion effects on the galloping behaviour of transmitter lines were theoretically investigated.

### Energy supply

NLR contributed to the evaluation of the second phase of the National Project on Wind Energy and to a large number of activities in the framework of the third phase of this project. Experiments with the 25 m horizontal-axis wind turbine at Petten were prepared.

Vibration tests were performed (together with ECN and FDO) on a nacelle with rotor blades. New stability calculations were performed. For the 25 m vertical-axis Fokker turbine pre-design, performance and load calculations were carried out.

In the low-speed wind tunnel LST 3x2, turbulence effects on the turbine performance were measured on a model turbine, the wake blockage was determined, and differences in calculational and experimental results were interpreted.

In the framework of the national MHD-project (magnetohydrodynamics), a program was written to extend the ECN computation method, in order to gain more insight into the physical MHD-process.

## 2 EQUIPMENT

### 2.1 EQUIPMENT FOR AERODYNAMICS

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Low-speed wind tunnels                   | <p>In the LST 2 x 1.2, a new data-acquisition and -processing system was installed. The data-acquisition system for the LST 3 x 2 was extended for hot-jet simulation tests; this system will be updated, in view of its application for the new LST 3 x 2.25. The activities for the construction of the new LST 3 x 2.25 in the Noordoostpolder were vigorously pursued. For the wind-tunnel circuit, the fan section, inserts and test sections, new requests for proposal were dispatched. The drive systems, fan engines and control electronics are under construction.</p> |
| Transonic and supersonic wind tunnels    | <p>A five-component balance for testing half models in the HST is adapted for measurements with turbine-powered engines. A two-dimensional model support is designed and constructed for high-Reynolds-number measurements. Preparations were made for extension of the Pilot tunnel building. <i>DSMA</i> has started with the design of the <i>SST</i> transonic insert. In the <i>CSST</i>, measurements in support of this project were performed.</p>                                                                                                                        |
| Acoustic and engine-simulation equipment | <p>The mode simulator for excitation of spiralling sound waves was put into operation, combined with a new Fourier analyzer. A calibration set-up for model engines was designed. The construction was started.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| General equipment                        | <p>The NLR balance facilities were further improved and extended. Several six-component strain gauge balances were constructed and calibrated; much attention was paid to a half-model balance. The NIJDAS system for the acquisition of calibration data was extended. The applicability of multi-port pressure transducers (faster than Scanivalves) was investigated.</p>                                                                                                                                                                                                      |

### 2.2 EQUIPMENT FOR FLIGHT-TESTING

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Laboratory aircraft   | <p>The equipment in the Metro II laboratory aircraft was extended, among which was a complete measurement system: an RMDU, a time-code generator, a platform, and a universal control panel.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Flight simulator      | <p>In relation to the increase in computing capacity, the requirements for a new computer system were formulated. The system software was adapted to the new operating system. The number of analog outputs of the computer was extended. Much attention was given to the new dual-seat cockpit, which became operational at the end of 1980.</p>                                                                                                                                                                                                         |
| Flight-test equipment | <p>Several transducers were tested. Two digital cassette taperecorders and four FDAU display units were constructed. The mobile quick-look system for FDAU-data was completed; the system for PCM-data was modified. After completion of the system for digital recording of SLAR-data, systems are being developed for the digital recording of thermal-infrared-data and of TV-pictures. The construction of the new STALINS system, which is based on the simultaneous processing of synchronized ARINC and FDAU data flows, was almost completed.</p> |

Interfaces were developed for a real-time multi-sensor position reference system, based on a ROLM 1602 B airborne computer.

Calibration equipment      The calibration facility for flight instrumentation was updated and profoundly reorganized.

## 2.3 EQUIPMENT FOR STRUCTURES AND MATERIALS RESEARCH

Load equipment      *A functional design was made of the signal conditioner and input controller SIGMA of the Apparatus for Testing Large Specimens. The flexibility and reliability of the MTS servo-hydraulic testing machine was further improved. The Programmable Equipment for Data-Acquisition and Procedures PADAP was extended to be able to determine the actually applied load spectrum in fatigue tests at higher frequencies.*

Measurement and calibration equipment      *In the framework of the cooperation between DFVLR, Technological University Delft and NLR, an agreement was made about the design of a dynamic calibration rod. The laser-grid method and the elementary-grid method were further developed and applied. The thermocouple calibration set-up was automatized by using PADAP. Several computer programs were written for PADAP.*

Equipment for spectroscopy, microscopy and nondestructive testing      *The scanning electron microscope together with an energy dispersive system (EDAX) are used for quantitative and qualitative material analyses. Possibilities to improve the quantitative analysis were investigated; several improvements were realized.*

## 2.4 EQUIPMENT FOR SPACEFLIGHT TECHNOLOGY

*The equipment was extended with a Nicolet FFT spectrum analyzer. A new data-acquisition system was installed. The single-axis simulation table was extended with a torque motor for simulation of control pulses of attitude control systems. An optical table was installed for investigations on star simulators. Also a telescope and a photometer were purchased.*

## 2.5 EQUIPMENT FOR GENERAL USE

Computer facilities      *The existing NLR CYBER-72 computer was extended such that its capacity was significantly enlarged. The new facility, a CYBER-73 system, supplied a clear want: the computer usage almost doubled. The number of interactive terminals was enlarged for better access to the computer facilities.*

Electronic equipment      *The automatic system for testing electronic equipment was provided with an IEEE data channel and a flexible disk memory. The 'Disk Operating System' and the BASIC-compiler were implemented.*

Technical equipment      *The design and construction of wind-tunnel models is becoming more computerized with good results. An installation for milling and sawing contours in large structures from soft materials was realized. The contour sawing machine for contouring large wind-tunnel models was composed; the acceptance tests are being executed. The DEA measuring machine and TORVAC high-temperature brazing furnace were modified. Two universal milling machines and a lathe were installed.*

Buildings      *The extension to the Central Services building in the Noordoostpolder is being realized according to plan.*

### 3 CAPITA SELECTA

In this chapter, two subjects will be treated in more detail: fan noise suppression in turbofan engines, and the IRAS attitude control model testing.

#### 3.1 FAN NOISE SUPPRESSION IN TURBOFAN ENGINES (figs. 1–8; pp. 51–57)

##### Introduction

In civil transport-aircraft design, sound aspects play an important role. First, in certificating new aircraft types, the sound during take-off and approach has to comply with certain official regulations. Secondly, a low noise level is important commercially.

Developments in recent decades have resulted in the so-called turbofan engine, which produces less noise (mainly jet noise) and uses less fuel than the turbojet engines used for the first civil jet aircraft generation. In turbofan engines, the fan is the main source of the engine noise during approach, which can, however, be suppressed by acoustic treatment of the inlet and outlet duct (fig.1).

During take-off the jet noise remains important. In the past, NLR has conducted research in this field, which lead to the application of the so-called internal mixer in the outlet duct of the Fokker F28 aircraft engine and resulted in noise suppression, better fuel economy and weight saving.

Since 1975, NLR conducts a research program in assistance of the Netherlands aircraft industry, in order to investigate the fan noise generation and to find the means to suppress it by acoustic treatment of the duct. The results of this program, which is carried out under contract with NIVR and in cooperation with Fokker, will be applied to the future Fokker F29 aircraft.

##### Fan noise generation

A turbofan engine contains a fan with rotor and stator blades. Each stator blade meets periodic disturbances in the air flow, caused by the rotating upstream rotor blades. These cause periodic pressure variations on the stator blades and give rise to the engine duct noise.

With an NLR-developed mathematical model, the sound field in an engine duct can be calculated, based on the physical picture given above. This model contains more details than any of the existing models and comes closer to physical reality.

##### Engine duct acoustics

The most conspicuous fan noise components are pure tones with the rotor-blade passing frequency or its harmonics, usually above 1000 Hz. Figure 2 shows a spiralling wave pattern (the way fan noise propagates) in a circular duct with hub, repeated six times along the circumference; the circumferential mode number ( $m$ ) equals 6 in this case. The corresponding radial mode number  $\mu$  is equal to the number of pressure modes plus one, along a radius. The mode depicted in figure 2 is therefore  $m = 6$ ,  $\mu = 4$ . An  $m=6$  pattern, rotating 400 times/second, produces a pure tone of 2400 Hz. When the frequency is decreasing, the distance between the spiral planes increases, until the wave fronts become parallel to the duct axis. Frequencies below this cut-off frequency cannot be transported through the duct in the mode under consideration.

Figure 3 shows the response of a circular duct (40 cm diameter) to broadband noise; at the cut-off frequencies of the various  $m$ ,  $\mu$ -modes, peaks occur, because there the mode considered can be excited easily. These measurements were performed in the so-called mode simulator at NLR, in which spiralling sound waves can be generated or suppressed by using a ring of microphones in the wall. This set-up was used for testing new techniques for the detection of circumferential modes in a real engine.

## Noise suppression calculations

In order to suppress engine noise, the intake and exhaust ducts are lined inside with sound-absorbing materials, with acoustic properties characterized by the acoustic impedance  $Z$ . The optimum  $Z$ -value, the impedance with the highest absorption, depends on a large number of variables (duct length and diameter, relative strength of the contributing sound modes, frequency, presence of air flow).

With an NLR-developed computer program, the sound absorption of a finite-length duct with uniform main flow and wall boundary layer, and partly lined with sound-absorbing material, can be calculated together with the sound radiated to the ground. The contributing modes are calculated with the fan noise generation computer code. This computer program is at present applied for design calculations.

In figure 4 an example is given of the calculated sound absorption in an inlet duct with uniform flow, provided with sound-absorbing material with impedance  $Z$ , for two different radial source distributions (a and b). It appears that for source a the absorption is maximal (5.4 dB) at an optimal impedance of  $Z = 4.6 - 9.2i$ , while for source b the absorption is maximal (5.6 dB) at  $Z = 3.3 + 0i$ : about the same maximal absorption, but with totally different acoustic liners!

## Acoustic lining

The designer has to define the acoustic liner geometry that will yield the optimum impedance in a specific engine in a given situation (duct length and diameter, source distribution, frequency). The liner also should be as light as possible and corrosion-resistant, and it should fit into the engine nacelle.

In practice the Helmholtz-resonator type liner is often used: a honeycomb cell structure, sandwiched between a porous upper layer and an airtight lower layer. In every honeycomb cell, a standing-wave pattern will arise when this material is exposed to sound waves (fig.5). The system reacts as a mass-spring-damper-system, thus is frequency-dependent. The mass is formed by the air particles moving in and out through the porous plate, the spring is the air cushion in the cavity, and the damper is formed by the flow resistance through the porous cover plate.

From measurements since 1978 in the NLR Flow Duct Facility it appeared that semi-empirical formulas (e.g. from Guess) don't predict the flow effects on the cover plate flow resistance very well. In this facility, liners can be investigated in an airflow of up to 250 m/s at noise levels up to 155 dB (the real jet engine situation). The acoustic resistance of the cover plate and the acoustic stiffness of the air in the cavity (the reactance) are determined using the two-microphone technique (fig.6), in which the amplitude and phase of the signals from two microphones are measured. Resistance and reactance form together the acoustic impedance.

In figure 7, the NLR-measured impedance values are compared with the values predicted by Guess and by NLR. The measured sound resistance (the real part of  $Z$ ) differs very much from the Guess-values, while the NLR-predictions lie within 0.5 dB from the measured values. The NLR-predictions are the result of a recently developed method, in which the boundary layer is taken into account. Both the real and the imaginary parts of  $Z$  can be predicted now with enough accuracy to be used for design purposes.

Design procedures for double-layer liners are being developed recently, and verified by application of the three-microphone technique (fig.8), analogous to the procedure described above. With double-layer liners, two different impedances can be realized for two frequencies, for instance the fundamental and second harmonic of the rotor blade passing frequency.

## Concluding remarks

Recently, NLR has developed theoretical and experimental facilities in the field of noise suppression in the inlet and outlet ducts of jet engines. The results of these developments are being applied in acoustic design studies for the F29 engine. The NLR methods are internationally recognized, and offer the possibility to deal with fan noise problems in jet engines in an integral and balanced way: all aspects from fan to observer are taken into account, and both acoustic and aerodynamic and structural aspects play a role in this practical working procedure. NLR may assist the aircraft industry and aircraft operator efficiently with this know-how in the development of the most efficient means of suppressing turbofan engine noise.

### 3.2 THE ATTITUDE CONTROL MODEL TESTS FOR IRAS (figs. 9–14; pp. 58–66)

#### IRAS – scope and principle of operation

The second satellite of Dutch origin, the Infrared Astronomical Satellite IRAS, is due to be launched in August 1982. The objectives of IRAS are to execute an astronomical all-sky survey in the infrared and to perform additional observations of selected infrared sources. It will be the first time that a complete map of infrared sources will be made.

The IRAS will be launched in a near-polar circular sun-synchronous orbit at an altitude of 900 km (fig. 9). The satellite will pass the ground station at Chilton (U.K.) twice daily, during which passage the measured data of the past 12 hours are sent to earth and the measurement program for the next 12 hours is received.

The satellite has two main components: the 60 cm telescope, which will be cooled by means of superfluidic helium, and the satellite structure and subsystems (fig. 10).

#### NLR tasks within the IRAS-project

The IRAS is a collaborative project involving the United States (telescope, launch, data processing), the United Kingdom (ground station) and The Netherlands (satellite, integration and test). The satellite is built by an industrial consortium formed by Fokker and Hollandse Signaalapparaten (Philips).

Under contract with this consortium, NLR performs the following four tasks: the development of the on-board software, the integration and operation of the ground-checkout system, the development of the ground operations software, and the tests of the Attitude Control Model (ACM).

Some details of this fourth task are given in this chapter.

#### The attitude control system (ACS)

The IRAS will be three-axes stabilized. A block-diagram of the attitude control system is given in fig. 11. The central part is an on-board computer, which is connected to the ACS-units by means of databuses. The main attitude sensors are gyroscopes, sun sensors, and a split-type star sensor which is incorporated in the focal plane of the telescope. The attitude is controlled by means of reaction wheels. Excess of angular momentum of the wheels will be dumped using a three-axis magnetometer and three identical magnetic coils acting against the earth's magnetic field.

A horizon sensor is used in combination with the sun sensor for the safeguarding of the telescope, in order to prevent the telescope from being pointed to the earth or to the sun. The attitude control system will operate in a number of modes, like 'scan', 'raster scan', 'slew', etc.

#### The on-board computer (OBC)

The on-board computer is derived from the Philips P 856, with a 32 k memory and an adding time of 4 microseconds. The computer is used for the data collection of the experiments, for the attitude control system, and for commanding and telemetry. The software for those ACS functions that are essential for the safety of the satellite is stored in a non-volatile read-only memory (ROM). The remaining ACS software is stored in an reprogrammable random-access memory (RAM). An important routine is the decoding of the Satellite Operations Plan (SOP), defining the measurements program for the next twelve hours.

#### The simulation table

The ACM tests were performed on a Contraves Goertz air-bearing table with one degree of freedom. Therefore, each system-axis is tested separately. The moment of inertia of the satellite was simulated by means of weights on the rim of a large disc on the table, the number of weights (fig. 12, left) depending on the axis under test. Disturbance torques are simulated using an electrical torque motor; the maximum unwanted disturbance torque of the table is  $\pm 5 \times 10^{-4}$  Nm. The resolution of the angle read-out is 0.36 arcsec; the absolute accuracy over one revolution is 1.5 arcsec.

#### The attitude control model

The ACM was built using flight-identical hardware, with the exception of the star sensor, which was simulated completely. The model is shown in fig. 12. The attitude sensors coincided with the centre line of the table and were mounted on a rigid frame; the remaining equipment was grouped around this frame. In principle the exact flight on-board software was used where possible. Simulated fixed sensor values were fed into the two non-hardware axes parts of the OBS. The axis under test was changed by interchanging the simulated and real in/output of the software program.

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Simulators             | <p>Several simulators were used to provide the correct inputs to the attitude sensors. The earth rotation was compensated within the OBS. The sun was simulated using a 6.5 kW Xenon arc lamp. The magnetometer was stimulated by the combined magnetic field of the earth and of a pair of Helmholtz-coils along the walls of the cabinet. The horizon sensor was stimulated by a heated disc segment representing the earth and rotating around the horizon sensor with the orbital velocity.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Simulation software    | <p>The ground station was represented by the laboratory computer, an EAI-PACER 600. The data transport to and from the OBC took place via the slip-ring assembly of the table, using the standard IRAS formats. The test program was loaded into the OBS as a standard SOP and was executed automatically after the decoding of this SOP.</p> <p>Other tasks of the PACER were the simulation of disturbance torques and the compensation of drag and unbalance torques, the simulation of the star sensor and the data collection.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Execution of the tests | <p>The execution of the tests can be divided into three separate phases:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– The integration tests. The hardware units were tested separately and after integration. A total of 35 problems of various nature were encountered during this phase.</li> <li>– The ROM tests. The ROM routines, like acquisition, eclips and back-up modes, were <i>tested in 19 test runs</i>.</li> <li>– The RAM tests. 45 test runs were performed to test the RAM routines under normal and extreme circumstances.</li> </ul> <p>An example of the controlled attitude is given in figure 13; the noise should be less than 15 arc seconds, which is acquired easily. A total of 40 non-conformances have been found during the tests concerning the hardware, the software or the specifications. But in general the correct performance of the system could be demonstrated.</p> <p>The preparation of the tests started in 1977 and the last tests were performed in april 1980 (fig. 14).</p> |

## 4 SCIENTIFIC COMMITTEE NLR-NIVR

A scientific committee of independent expert 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 5 subcommittees (for aerodynamics, spaceflight technology, structures and materials, applied mathematics and informatics, 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 (Technical Reports (TR), Miscellaneous Publications (MP), etc.).

The membership of the Scientific Committee and of the subcommittees is listed in chapter 7 (p. 73 ff.).