

STICHTING

*Nationaal Lucht- en
Ruimtevaartlaboratorium*



VERSLAG
OVER HET JAAR **1979**

NATIONAAL LUCHT- EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM

Bureau van het Bestuur van de Stichting:
Kluyverweg 1, 2629 HS DELFT
Postbus 126, 2600 AC DELFT
Telefoon (015) 788014 - telex 38325 (stnlr nl)

Laboratorium Amsterdam:
Anthony Fokkerweg 2, 1059 CM AMSTERDAM
Postbus 90502, 1006 BM AMSTERDAM
Telefoon (020) 5113113 - telex 11118 (nlraa nl)
Telegram-adres: Windtunnel Amsterdam

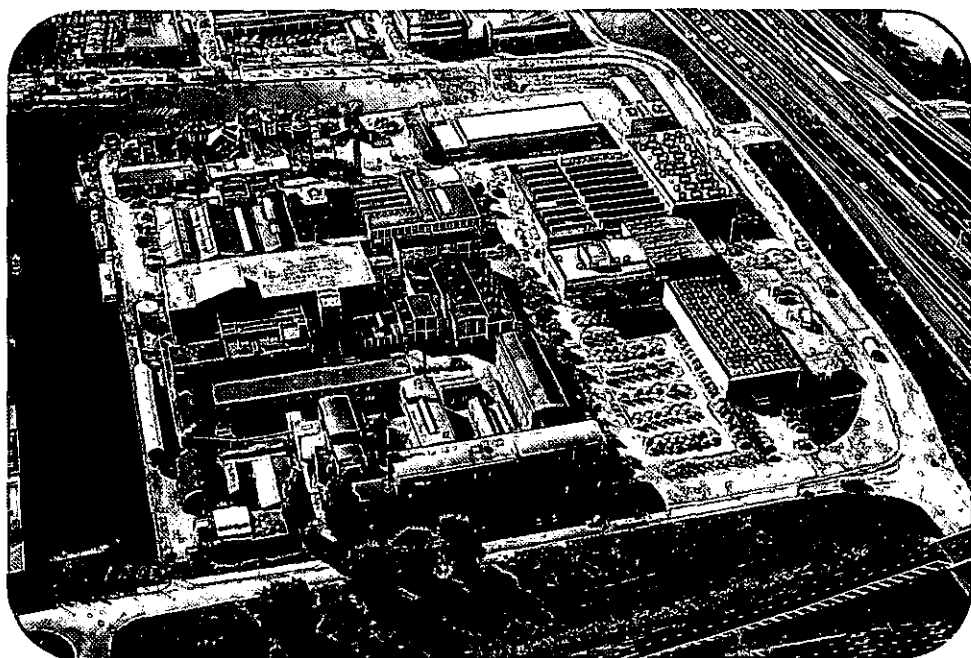
Laboratorium Noordoostpolder:
Voorsterweg 31, 8316 PR MARKNESSE
Postbus 153, 8300 AD EMMELOORD
Telefoon (05274) 2828 - telex 42134 (nlrbp nl)

VERSLAG
OVER HET JAAR
1979

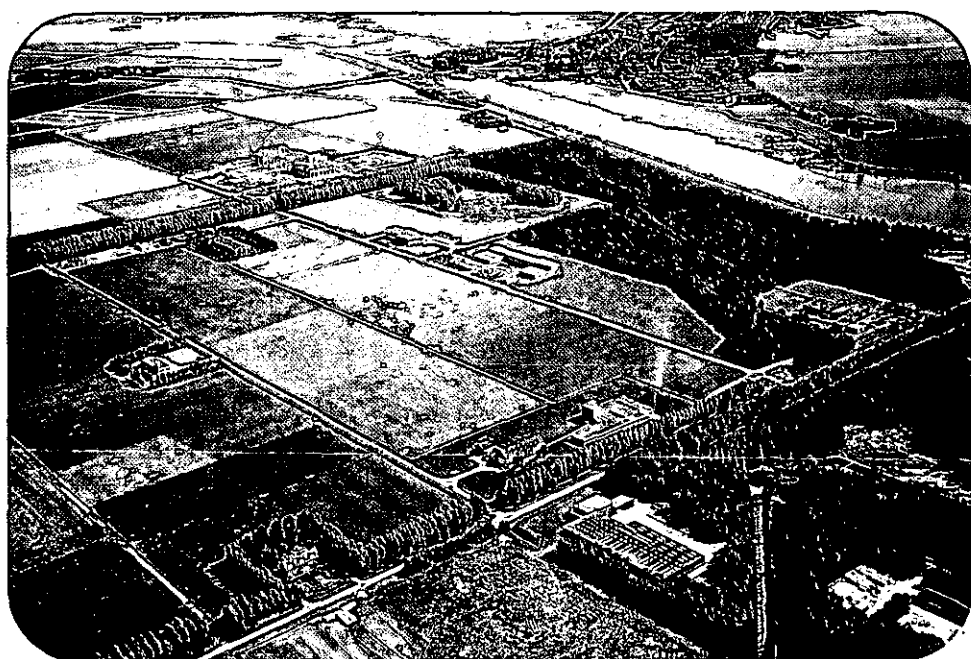
STICHTING
NATIONAAL LUCHT- EN
RUIMTEVAARTLABORATORIUM

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





NLR AMSTERDAM



NLR NOORDOOSTPOLDER
(foto's KLM Aerocarto)

BESTUUR VAN DE STICHTING NATIONAAL LUCHT- EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM*

Benoemd door:

Prof.Dr.Ir. O.H. Gerlach <i>voorzitter</i>	Ministers van Verkeer en Waterstaat, van Defensie, van Economische Zaken, van Onderwijs en Wetenschappen, en van Financiën
Drs. C.A. Stants	Minister van Verkeer en Waterstaat voor de Rijksluchtvaartdienst (RLD)
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 Bruijne	Minister van Economische Zaken
Mr. A.L. Goedhart	Minister van Onderwijs en Wetenschappen
Mr. J. van der Brugge	Minister van Financiën
Ir. J. Cornelis	Fokker-VFW B.V.
Mr. G.W. van Hasselt	Koninklijke Luchtvaartmaatschappij N.V. (KLM)
Prof.Ir. H. Wittenberg	Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart (KNVvL)
Ir. H.H. 't Hart	Nijverheidsorganisatie TNO
A.B.Wolff, Lt.Gen.KLu b.d.	Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR)

DIRECTIE VAN HET NATIONAAL LUCHT- EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM*

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

* Samenstelling op 31 december 1979

INHOUDSOPGAVE

1	ALGEMENE BESCHOUWINGEN	7
1.1	Bestuur van de Stichting	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	17
2	OVERZICHT VAN HET WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK	21
2.1	Stromingen	21
2.2	Vliegtuigen	25
2.3	Constructies en Materialen	31
2.4	Ruimtevaart	35
2.5	Onderzoekingen betreffende milieubeheer en energievoorziening	37
2.6	Toegepaste informatica	41
3	TECHNISCHE OUTILLAGE	45
3.1	Technische outillage voor stromingsonderzoek	45
3.2	Technische outillage voor vliegmechanisch onderzoek	48
3.3	Technische outillage voor onderzoek op het gebied van constructies en materialen	49
3.4	Technische outillage voor ruimtevaartonderzoek	51
3.5	Technische outillage voor algemeen gebruik	51
4	CAPITA SELECTA	53
4.1	Nieuwe materialen en technieken voor vliegtuigconstructies	53
4.2	Een systeem voor start- en landingsmetingen (STALINS)	61
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	83

11	INTERNATIONALE SAMENWERKING IN GARTEUR-VERBAND	85
	Bijlage 1 — Publikaties	89
	Bijlage 2 — Bijdragen aan congressen en cursussen	95
	Bijlage 3 — Verklaring van een aantal van de gebruikte afkortingen	99
	SUMMARIES	101

1 ALGEMENE BESCHOUWINGEN

1.1 BESTUUR VAN DE STICHTING

Bij gemeenschappelijke beschikking van de vijf bij het NLR betrokken bewindslieden werd Prof.Dr.Ir. O.H. Gerlach met ingang van 7 mei 1979 als lid-voorzitter van het bestuur der Stichting herbenoemd voor een periode van vier jaar.

Voorts vonden in het verslagjaar een drietal mutaties plaats in de samenstelling van het bestuur. Met ingang van 15 oktober 1979 werd Drs. R.J. Zwanenburg als bestuurslid voor Verkeer en Waterstaat (RLD) opgevolgd door Drs. C.A. Stants. Voor de periode van 1 september 1979 tot 15 oktober 1979 was de heer Zwanenburg herbenoemd. Met ingang van 1 oktober 1979 werd Ir. J.W. Hillege als bestuurslid voor het ministerie van Economische Zaken opgevolgd door Ir. R.F. de Bruine en met ingang van 1 november 1979 volgde Generaal-Majoor Ir. E. van der Kaa als bestuurslid voor Defensie (Kon. luchtmacht) Generaal-Majoor H. Dieters op.

Mr. J. van der Brugge werd met ingang van 1 september 1979 voor de statutaire periode van 4 jaar herbenoemd.

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

De wisseling t.a.v. de bestuurszetels voor V en W (RLD) en EZ gaf aanleiding tot dezelfde wisseling van personen op de overeenkomstige bestuurszetels in de Stichting Duits-Nederlandse Windtunnel. De desbetreffende benoemingen zijn overeenkomstig de bij die stichting geldende regels door het NLR-bestuur verricht op voordracht van de respectieve bewindslieden.

Het bestuur vergaderde in het verslagjaar op 1 februari, 6 april, 1 juni, 27 september en 18 december. De voorzitter van de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR en de directie woonden de vergaderingen bij.

Het bestuur werd terzijde gestaan door de heren G.A. Lens en R.A. Jager, beiden als technisch medewerker, en door Drs. A. de Graaff als financieel-economisch medewerker. Voorts werd met ingang van 1 januari 1980 als toekomstige opvolger van de heer Lens, die op 1 mei 1980 met pensioen gaat, de heer N. van Dam aangesteld. 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

In 1979 mocht het NLR wederom in velerlei opzicht steun en medewerking van de Overheid ondervinden. Evenals in 1978 vergde de op zichzelf verheugende omvang van het opdrachtenpakket bijzondere aandacht voor de continuïteit van het werk in eigen beheer. Die continuïteit is onontbeerlijk voor een dienstenverlenende instelling als het NLR, die ook in de toekomst in staat zal moeten zijn te beantwoorden aan het beroep dat naar verwachting op haar zal worden gedaan. De continuïteit kan alleen veilig worden gesteld, indien niet – terwille van werk in opdracht – in te sterke mate een beroep wordt gedaan

op personeelscapaciteit, bestemd voor werk in eigen beheer. De voor de uitvoering van opdrachten noodzakelijke toeneming van het personeelsbestand is, gezien de hoge standaard die bij het aanstellingsbeleid moet worden gehanteerd, geen eenvoudige zaak. De verwezenlijking van uitbreiding in de naaste toekomst was en is voor het bestuur aanleiding om bijzondere aandacht te besteden aan de huisvesting.

Verheugend was de onverminderd goede samenwerking met de opdrachtgevers: 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.

Bestuur en directie hebben zich ook dit jaar ingespannen om de buitenlandse betrekkingen en de internationale samenwerking te bevorderen. In dit verband moet in de eerste plaats de AGARD (Advisory Group for Aerospace Research and Development) worden genoemd, een onder de NAVO ressorterende groep die de uitwisseling van wetenschappelijke kennis op het in haar naam aangeduide gebied bevordert.

Voorts dienen de samenwerking om te komen tot een cryogene Europese Transsone Windtunnel (ETW) en de samenwerking in de 'Group for Aeronautical Research and Technology in Europe' (GARTEUR) te worden vermeld. Omtrent deze drie multilaterale samenwerkingsvormen en de bijdragen daaraan van het NLR wordt verwezen naar de hoofdstukken 8, 10 en 11 van dit verslag. Voorts wordt op deze plaats genoemd de samenwerking tussen het NLR en de Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DFVLR) o.a. terzake van de bouw van de Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW) op het NLR-terrein in de Noordoostpolder. Voor bijzonderheden over de DNW wordt verwezen naar de hoofdstukken 3.1 en 9.

Van de vele andere onderwerpen waarmee bestuur en directie zich in 1979 hebben beziggehouden en die elders in dit verslag aan de orde zullen komen dient op deze plaats te

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

BESTUUR NLR						
RLD (BENOEMD DOOR DE MIN.v.V&W)	PTT (BENOEMD DOOR DE MIN.v.V&W)	KLu (BENOEMD DOOR DE MIN.v.DEF)	KM (BENOEMD DOOR DE MIN.v.DEF)	EZ (BENOEMD DOOR DE MIN.v.EZ)	O&W (BENOEMD DOOR DE MIN.v.O&W)	FINANCIEN (BENOEMD DOOR DE MIN.v.FIN)
FOKKER (BENOEMD DOOR DE DIRECTIE FOKKER-VFW)	KLM (BENOEMD DOOR DE DIRECTIE KLM)	KNV v L (BENOEMD DOOR HET BESTUUR KNV v L)	VOORZ. ¹⁾ (BENOEMD DOOR DE MIN.v.V&W MIN.v.DEF MIN.v.EZ MIN.v.O&W MIN.v.FIN)	NIJV. ORG. TNO (BENOEMD DOOR HET BESTUUR VAN DE NIJV. ORG.)	NIVR (BENOEMD DOOR HET BESTUUR NIVR)	NLRGC (BENOEMD DOOR HET BESTUUR NLRGC ⁴⁾)

ADVIESCOLLEGE:
WETENSCHAPPELIJKE
COMMISSIE NLR-NIVR

EXTERNE
ADVISEURS
VAN HET BESTUUR

BESTUURSBUREAU³⁾

ADJUNCT-DIRECTEUR ALGEMEEN DIRECTEUR CONTROLLER



- 1) Leidt bestuursversaderingen, 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.

worden vermeld de voorbereiding van de bouw van een lage-snelheidstunnel met meetplaatsafmetingen van 3 m x 2,25 m in de vestiging Noordoostpolder, de ingebruikneming van het nieuwe laboratoriumvliegtuig, de Metro II, en de ombouw van de HST.

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 op blz. 73 tot 74 nadere gegevens vermeld staan — haar adviserende taken en verslagtaken hebben vervuld. 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 de bladzijden 8 en 16.

1.3 FINANCIËLE AANGELEGENHEDEN VAN DE STICHTING

In het kader van de algemene beschouwingen over de werkzaamheden in 1979 wordt in het onderstaande in het kort aandacht geschonken aan de financiële aangelegenheden van de Stichting. Hierbij is een Resultatenrekening met een toelichting opgenomen.

In de vergadering van 1 februari 1979 heeft het bestuur de herziene exploitatie- en kapitaalbegroting voor 1979, alsmede de ontwerp exploitatie- en kapitaalbegroting voor 1980 vastgesteld.

In zijn vergadering van 1 juni 1979 stelde het bestuur de financiële jaarstukken van de Stichting over 1978 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 gulden)</u>	
	<u>1979</u>
<i>Lasten</i>	
Personeelskosten	51,6
Kosten van derden t.b.v. opdrachten	6,4
Overige kosten	9,2
Aan opdrachtgevers doorberekende afschrijving en rente	2,2
	<u>69,4</u>
	<u>==</u>
<i>Baten</i>	
Baten uit opdrachten	44,3
Overige baten	0,8
Rijksbijdrage in de exploitatiekosten	24,2
Overige bijdragen	0,1
	<u>69,4</u>
	<u>==</u>

Toelichting

Baten uit opdrachten

	<u>1979</u>
Binnenlandse opdrachtgevers	36,4
Buitenlandse opdrachtgevers	7,9
	<u>44,3</u>
	<u>==</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.

Specificatie:

	<u>1979</u>
Kosten van in eigen beheer uitgevoerde werkzaamheden:	
— speurwerkonderzoekingen	11,6
— research en ontwikkeling met het oog op de uitrusting van het laboratorium	13,0
— wetenschappelijke diensten aan derden	<u>0,8</u>
	25,4

Versillen tussen de d.m.v. tarieven doorberekende indirecte kosten en de werkelijke indirecte kosten

<u>1,2</u>
<u><u>24,2</u></u>

In 1979 werden investeringsverplichtingen aangegaan voor een bedrag van f. 9,0 miljoen. Op de in 1979 en in voorgaande jaren aangegane verplichtingen werd in 1979 betaald f. 10,6 miljoen. Door het Rijk werd een subsidie voor investeringen verstrekt van f. 6,7 miljoen. De uitstaande verplichtingen per ultimo 1979 bedroegen f. 4,2 miljoen.

In verband met de bouw van de Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW) werd in 1979 een bedrag van f. 19,9 miljoen ter beschikking gesteld aan de Stichting DNW. In totaal was per 31-12-1979 zowel door de DFVLR als door het NLR f. 54,8 miljoen aan de Stichting DNW ter beschikking gesteld.

1.4 ACHTERGRONDEN VAN HET BELEID

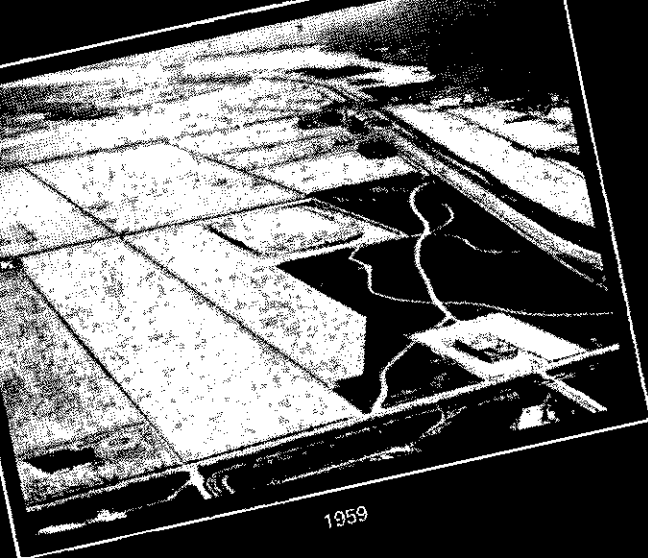
DE NLR-VESTIGING IN DE NOORDOOSTPOLDER

De NLR-historie gaat terug tot het jaar 1919 toen de Rijksstudiedienst voor de Luchtvaart (RSL) officieel werd ingesteld en werd gehuisvest op de Marinewerf te Amsterdam. De groei van de luchtvaartactiviteiten in Nederland noodzaakte de in 1937 opgerichte Stichting Nationaal Luchtvaartlaboratorium (de opvolger van de RSL) om te zien naar een grotere behuizing. Die werd gevonden in een buitenwijk van Amsterdam, op het huidige industrieterrein 'Schinkel'. Daar werd aan het eind der dertiger jaren met de bouw van een nieuw laboratoriumcomplex aangevangen.

Door de expansie van de Amsterdamse bebouwde kom werden na de Tweede Wereldoorlog de uitbreidingsmogelijkheden van het laboratorium steeds meer beperkt, zodat het Bestuur van het NLR in 1957 genoodzaakt werd tot aankoop van een nieuw terrein in de Noordoostpolder. Deze tweede vestiging werd ruim opgezet, teneinde interferentie van werkzaamheden te voorkomen, en werd zeer toepasselijk 'De Vrije Vlucht' genoemd, hoewel de naam in eerste instantie ontleend werd aan de activiteiten met vrij vliegende modellen die van daaruit werden geleid.

Het personeelsbestand van deze vestiging is sinds 1959 gestadig gegroeid, waardoor het NLR thans de grootste werkgever in de Noordoostpolder (NOP) is. De groei was het gevolg van het toenemende beroep dat van binnenlandse en buitenlandse zijde op het NLR werd gedaan. Deze groei werd mede bepaald door een bestuursbeleid, dat erop gericht is om:

- nieuwe installaties van enige omvang in de NOP te plaatsen, voor zover zij geen geïntegreerd deel van de in Amsterdam reeds aanwezige of in aanbouw zijnde installaties vormen;
- afdelingen of delen daarvan die dergelijke nieuwe installaties beheren dan wel er veelvuldig gebruik van maken, naar de NOP over te plaatsen;
- activiteiten op nieuwe werkterreinen zoveel mogelijk in de NOP te concentreren;



1959



1964



1973



1977

DE NLR VESTIGING IN DE NOORDOOSTPOLDER
THE NLR SITE IN THE NOORDOOSTPOLDER

(Foto's: Nationaal Foto-Persbureau B.V.
en KLM Aerocarto)

- voldoende ondersteunende en infrastructurele voorzieningen te treffen voor een adequate uitvoering van de werkzaamheden in de NOP.

Dit beleid is, voor zover het overeenstemde met een doelmatige uitvoering van de werkzaamheden, sindsdien consequent doorgevoerd.

In 1957 werd begonnen met de bouw van een *draaiende proefstand* voor het onderzoek van stuwstraalmotoren in verband met de ontwikkeling van de H-3 Kolibrie-helikopter, die in 1958 werd aangevuld met een *statische proefstand* en een meetgebouw. In 1958 kwam tevens de *sterktehal* (eerste landbouwschuur) voor de Hoofdafdeling Constructies en Materialen gereed. In 1959 volgde een *bureaugebouw* (hoofdgebouw) en een laboratorium voor de sectie Vliegende modellen (foto 1). In 1963 resp. 1964 volgde de bouw van een *elektronisch laboratorium* en een *tweede landbouwschuur*, waarin ondersteunende activiteiten werden ondergebracht (foto 2). Met de bouw van een *laboratorium voor de hoofdafdeling Constructies en Materialen*, werd deze afdeling vanaf 1966 volledig in de NOP geconcentreerd. In 1967 kwam het *centrale dienstengebouw* gereed, dat kantine-faciliteiten, werkplaatsen, e.d. bevat. Nadat in 1973 de eerste bouwphase van het nieuwe *centrumgebouw* was voltooid, volgde een geleidelijke concentratie van de hoofdafdeling Ruimtevaartuigen in het oude hoofdgebouw (foto 3). Deze verhuizing was in 1975 voltooid, overigens ook het jaar waarin de statische proefstand werd verbouwd tot een *kleine anechoïsche tunnel (KAT)*. Van de voorzieningen t.b.v. de KAT werd gebruik gemaakt bij de bouw van een *nagaltunnel* in 1977. In dat jaar werd tevens de tweede bouwphase van het centrumgebouw afgesloten (foto 4). Nadat in 1978 en 1979 diverse algemene huisvestings- en terreinvoorzieningen waren getroffen (w.o. een portiersloge), werd tevens begonnen met de uitbreiding van het centrale dienstengebouw.

Zoals uit de voorgaande schets moge blijken, heeft de vestiging in de Noordoostpolder in de loop der jaren een aanzienlijke infrastructurele ontwikkeling doorgemaakt. Deze ontwikkeling werd ingegeven door het streven zo efficiënt mogelijk aan de behoeften aan technisch-wetenschappelijke ondersteuning van de opdrachtgevers te voldoen. Naar het zich thans laat aanzien zal de dynamische ontwikkeling van het onderzoek op het gebied der lucht- en ruimtevaart ook in de komende jaren een verdere uitbreiding noodzakelijk maken, waarbij een geleidelijke verlegging van het zwaartepunt van de activiteiten van Amsterdam naar de Noordoostpolder wordt voorzien.

Als uitvloeisel van het tot heden gevoerde beleid zijn thans in de NOP gevestigd:

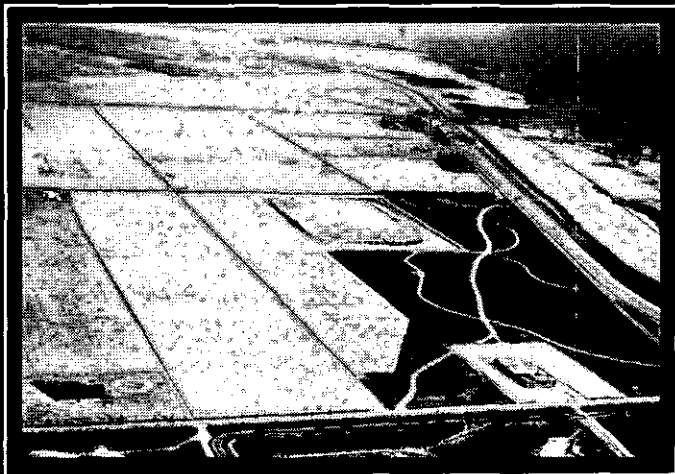
- de Hoofdafdeling Constructies en Materialen
- de Hoofdafdeling Ruimtevaartuigen
- delen van de groepen 'Wetenschappelijke Diensten', 'Technische Diensten' en 'Overige Diensten'
- de afdeling Voortstuwingsaërodynamica en een deel van de afdeling Incompressibele Aërodynamica van de Hoofdafdeling Stromingen.

Door de bouw van een nieuwe lage-snelheidswindtunnel ter vervanging van de verouderde installaties in Amsterdam, zal het personeel van de afdeling Incompressibele Aërodynamica in het begin van de jaren '80 geheel in de NOP worden geconcentreerd. Tevens zal het laboratorium voor Aëroakoestiek en Motorsimulatie worden uitgebreid. Teneinde huisvesting van personeel van de Hoofdafdeling Stromingen mogelijk te maken, zal met de realisering van een gebouw voor deze hoofdafdeling worden begonnen.

In de komende jaren zal, rekening houdend met de beschikbare financiële middelen, de infrastructuur in de vestiging NOP gestadig worden uitgebreid, onder meer t.b.v. de hoofdafdeling Constructies en Materialen en de Werkplaatsen. Dit laatste vanwege de noodzaak tot vervaardiging van grote windtunnelmodellen, die ook gebruikt worden bij metingen in de Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW). Deze in internationale samenwerking tot stand gekomen installatie bevindt zich aan de noordzijde van het terrein. De NLR-faciliteiten zullen mede op dienstverlening aan de DNW zijn afgestemd, teneinde de exploitatie van die installatie zo doelmatig mogelijk te doen verlopen en duplicering te voorkomen.

In dit verband is ook van belang, dat de NLR-vestiging in de NOP als één van de vier mogelijke vestigingsplaatsen voor de eventueel door Frankrijk, Duitsland, Engeland en

1



1959

2



1964

3



1973

4



1977

DE NLR-VESTIGING IN DE NOORDOOSTPOLDER
THE NLR SITE IN THE NOORDOOSTPOLDER

(Foto's: Nationaal Foto-Persbureau B.V.
en KLM Aerocarto)

— voldoende ondersteunende en infrastructurele voorzieningen te treffen voor een adequate uitvoering van de werkzaamheden in de NOP.

Dit beleid is, voor zover het overeenstemde met een doelmatige uitvoering van de werkzaamheden, sindsdien consequent doorgevoerd.

In 1957 werd begonnen met de bouw van een *draaiende proefstand* voor het onderzoek van stuwstraalmotoren in verband met de ontwikkeling van de H-3 Kolibrie-helikopter, die in 1958 werd aangevuld met een *statische proefstand* en een meetgebouw. In 1958 kwam tevens de *sterktehal* (eerste landbouwschuur) voor de Hoofdafdeling Constructies en Materialen gereed. In 1959 volgde een *bureaugebouw* (hoofdgebouw) en een laboratorium voor de sectie Vliegende modellen (foto 1). In 1963 resp. 1964 volgde de bouw van een *elektronisch laboratorium* en een *tweede landbouwschuur*, waarin ondersteunende activiteiten werden ondergebracht (foto 2). Met de bouw van een *laboratorium voor de hoofdafdeling Constructies en Materialen*, werd deze afdeling vanaf 1966 volledig in de NOP geconcentreerd. In 1967 kwam het *centrale dienstengebouw* gereed, dat kantinefaciliteiten, werkplaatsen, e.d. bevat. Nadat in 1973 de eerste bouwphase van het nieuwe *centrumgebouw* was voltooid, volgde een geleidelijke concentratie van de hoofdafdeling Ruimtevaartuigen in het oude hoofdgebouw (foto 3). Deze verhuizing was in 1975 voltooid, overigens ook het jaar waarin de statische proefstand werd verbouwd tot een *kleine anechoïsche tunnel (KAT)*. Van de voorzieningen t.b.v. de KAT werd gebruik gemaakt bij de bouw van een *nagalmtunnel* in 1977. In dat jaar werd tevens de tweede bouwphase van het centrumgebouw afgesloten (foto 4). Nadat in 1978 en 1979 diverse algemene huisvestings- en terreinvoorzieningen waren getroffen (w.o. een portiersloge), werd tevens begonnen met de uitbreiding van het centrale dienstengebouw.

Zoals uit de voorgaande schets moge blijken, heeft de vestiging in de Noordoostpolder in de loop der jaren een aanzienlijke infrastructurele ontwikkeling doorgemaakt. Deze ontwikkeling werd ingegeven door het streven zo efficiënt mogelijk aan de behoeften aan technisch-wetenschappelijke ondersteuning van de opdrachtgevers te voldoen. Naar het zich thans laat aanzien zal de dynamische ontwikkeling van het onderzoek op het gebied der lucht- en ruimtevaart ook in de komende jaren een verdere uitbreiding noodzakelijk maken, waarbij een geleidelijke verlegging van het zwaartepunt van de activiteiten van Amsterdam naar de Noordoostpolder wordt voorzien.

Als uitvloeisel van het tot heden gevoerde beleid zijn thans in de NOP gevestigd:

- de Hoofdafdeling Constructies en Materialen
- de Hoofdafdeling Ruimtevaartuigen
- delen van de groepen 'Wetenschappelijke Diensten', 'Technische Diensten' en 'Overige Diensten'
- de afdeling Voortstuwingsaërodynamica en een deel van de afdeling Incompressibele Aërodynamica van de Hoofdafdeling Stroomingen.

Door de bouw van een nieuwe lage-snelheidswindtunnel ter vervanging van de verouderde installaties in Amsterdam, zal het personeel van de afdeling Incompressibele Aërodynamica in het begin van de jaren '80 geheel in de NOP worden geconcentreerd. Tevens zal het laboratorium voor Aëroakoestiek en Motorsimulatie worden uitgebreid. Teneinde huisvesting van personeel van de Hoofdafdeling Stroomingen mogelijk te maken, zal met de realisering van een gebouw voor deze hoofdafdeling worden begonnen.

In de komende jaren zal, rekening houdend met de beschikbare financiële middelen, de infrastructuur in de vestiging NOP gestadig worden uitgebreid, onder meer t.b.v. de hoofdafdeling Constructies en Materialen en de Werkplaatsen. Dit laatste vanwege de noodzaak tot vervaardiging van grote windtunnelmodellen, die ook gebruikt worden bij metingen in de Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW). Deze in internationale samenwerking tot stand gekomen installatie bevindt zich aan de noordzijde van het terrein. De NLR-faciliteiten zullen mede op dienstverlening aan de DNW zijn afgestemd, teneinde de exploitatie van die installatie zo doelmatig mogelijk te doen verlopen en duplicering te voorkomen.

In dit verband is ook van belang, dat de NLR-vestiging in de NOP als één van de vier mogelijke vestigingsplaatsen voor de eventueel door Frankrijk, Duitsland, Engeland en

Nederland te bouwen Europese Transsone Windtunnel (ETW) in aanmerking zou kunnen komen. Door ontwikkelingen van deze aard zou de NOP kunnen uitgroeien tot een internationaal aërodynamisch centrum.

In 1978 en 1979 is door bestuur en directie bijzondere aandacht besteed aan de verdere ontwikkeling van de vestiging NOP in de komende 20 jaar; het personeel is over de verwachtingen voorgelicht. Thans zijn 271 personeelsleden in de NOP gehuisvest; voorzien wordt dat het bestand met gemiddeld 20 medewerkers per jaar zal groeien. De verschuiving van het personeelsbestand van Amsterdam naar de NOP zal ten dele plaatsvinden door het personeelsverloop in Amsterdam op te vangen met nieuw aan te stellen personeel in de NOP. Een deel van de Amsterdamse werknemers zal echter in de loop van de tijd naar de NOP 'verhuizen'. In veel gevallen zal het tijdstip daarvan gebonden zijn aan het gereedkomen van nieuwe installaties en gebouwen en de daarmee gepaard gaande overplaatsing van een afdeling. Het sociale aspect van de verhuizing krijgt veel aandacht.

Het bovenstaande neemt niet weg, dat de vestiging te Amsterdam voorshands nog een belangrijke functie zal blijven vervullen. Voorts wordt er nog eens op gewezen, dat de realisatie van de infrastructurele ontwikkeling sterk zal afhangen van de ontwikkeling van het werkpakket, de financiële mogelijkheden e.d. Het bestuur zal er echter naar streven tegen de achtergrond van het bovengeschetste beleid de NLR-vestiging in de Noordoostpolder verder te ontwikkelen om aan de groeiende vraag naar dienstverlening door het NLR te kunnen blijven voldoen.

1.5 ORGANISATIE EN PERSONEEL VAN HET LABORATORIUM

Organisatie

De dagelijkse leiding van het laboratorium werd gevoerd door de directie (zie blz. 3). Met de leiding van de diverse hoofdafdelingen en dienstengroepen van het laboratorium (zie organisatieschema op blz. 16) 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
Dr.Ir. H.P. van Leeuwen	leider hoofdafd. Constructies en Materialen
Ir. P. Kant	leider hoofdafd. Ruimtevaartuigen
Ir. G. Brink en Ir. D.J. van Dieren	leiders Technische Diensten
Ir. W. Loeve	leider Wetenschappelijke Diensten
J.A. Verberne, R.A.	leider Overige Diensten
Ir. D.J. van den Hoek	algemeen bedrijfscoördinator

In de organisatie van het laboratorium vonden enkele wijzigingen plaats.

Met ingang van 1 juni 1979 werd ing. J.H.A. te Boekhorst benoemd tot Coördinator Eigen Werk en toegevoegd aan de Directiestaf. Ir. R.J. Zwaan vervult sinds 1-juli 1979 de functie van chef van de afdeling Aëro-elasticiteit. Ir. H.T.J.A. Lafleur volgde met ingang van 1 januari 1980 de heer H. Dröge op als chef Werkplaatsen. Per 1 januari 1980 werd Drs. B.P.E. Haeck aan de Directiestaf toegevoegd als Bedrijfs-economisch medewerker.

Zoals reeds werd vermeld in het vorige jaarverslag werden op 31 januari 1979 benoemd Prof.Dr. J. Barche (DFVLR) tot directeur en Ir. J.W.G. van Nunen (NLR) tot plaatsvervangend directeur voor de exploitatiefase van de Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW), beide met ingang van 1 april 1979. In totaal waren per 31 december 1979 zeven NLR-medewerkers bij de DNW gedetacheerd als lid van de permanente bedieningsploeg van de DNW; daarnaast waren acht medewerkers gedetacheerd bij de bouwploeg.

De Technische Groep ETW, die bestaat uit 8 ingenieurs uit Duitsland, Frankrijk, Groot-Brittannië en Nederland en die belast is met het uitwerken van het voorontwerp voor de Europese Transsone Windtunnel, is ook in 1979 op de NLR-vestiging in Amsterdam werkzaam geweest onder leiding van de NLR-medewerker Ir. J.P. Hartzuiker. Daarnaast zijn drie NLR-medewerkers part-time bij deze werkgroep gedetacheerd.

NLR-PERSONEELSFORMATIE EIND 1979
(tussen haakjes de cijfers van eind 1978)

Indeling		Academici en daarmee gelijkgest.	Hogere technici en daarmee gelijkgest.	Overigen	Totaal
DIRECTIE		3 (3)	- (-)	- (-)	3 (3)
Directiestaf		6 (6)	12 (11)	1 (2)	19 (19)
		9 (9)	12 (11)	1 (2)	22 (22)
HAFD. STROMINGEN		4 (4)	1 (1)	3 (3)	8 (8)
- Incompr. Aërodynamica	AI	12 (12)	6 (4)	7 (10)	25 (26)
- Compr. Aërodynamica	AC	11 (11)	18 (17)	18 (19)	47 (47)
- Voortstuwingsaërodynamica	AV	8 (7)	4 (3)	5 (6)	17 (16)
- Aëro-elasticiteit	AE	8 (10)	3 (3)	- (-)	11 (13)
- Theoretische Aërodynamica	AT	6 (6)	2 (2)	- (-)	8 (8)
- Windtunnelinstrumentatie	AW	3 (2)	8 (7)	6 (5)	17 (14)
- DNW	AD	1 (-)	3 (-)	3 (-)	7 (-)
		53 (52)	45 (37)	42 (43)	140 (132)
HAFD. VliegTUIGEN		3 (3)	- (-)	2 (2)	5 (5)
- Vliegpr. en helikopteronderz.	VV	13 (12)	10 (11)	1 (1)	24 (24)
- Vliegtuiggebruik	VG	16 (16)	5 (4)	4 (3)	25 (23)
- Stabiliteit en besturing	VS	9 (9)	4 (3)	1 (2)	14 (14)
- Prestaties en evaluaties	VP	5 (5)	1 (1)	- (-)	6 (6)
- Vliegtuiginstrumentatie	VA	10 (8)	20 (19)	8 (8)	38 (35)
		56 (53)	40 (38)	16 (16)	112 (107)
HAFD. CONSTR. en MAT.		1 (1)	- (-)	1 (1)	2 (2)
- Belastingen	SB	4 (4)	2 (2)	- (-)	6 (6)
- Constructies	SC	7 (7)	3 (3)	1 (1)	11 (11)
- Materialen	SM	5 (5)	2 (2)	- (-)	7 (7)
- S-Laboratoria	SL	- (-)	3 (3)	13 (11)	16 (14)
		17 (17)	10 (10)	15 (13)	42 (40)
HAFD. RUIMTEVAARTUIGEN R		15 (16)	7 (6)	4 (3)	26 (25)
WETENSCH.DIENSTEN		1 (1)	1 (1)	2 (2)	4 (4)
- Elektronika	WE	12 (10)	15 (15)	14 (13)	41 (38)
- Math.modellen en methoden	WM	8 (8)	- (-)	- (-)	8 (8)
- Num.wisk. en Appl.program.	WN	10 (8)	21 (22)	3 (3)	34 (33)
- Rekencentr.en syst.program.	WR	11 (9)	10 (10)	12 (15)	33 (34)
		42 (36)	47 (48)	31 (33)	120 (117)
TECHNISCHE DIENSTEN		2 (2)	1 (1)	1 (1)	4 (4)
- Bouwkundige zaken	TB	- (-)	1 (1)	- (-)	1 (1)
- Centrale	TE	- (-)	2 (2)	13 (16)	15 (18)
- Sterkstroom	TS	1 (1)	1 (1)	7 (7)	9 (9)
- Huishoudelijke zaken	TZ	- (-)	2 (2)	31 (29)	33 (31)
- Techn. projecten	TP	5 (4)	4 (4)	1 (1)	10 (9)
- Ontwerpafdeling	TO	- (-)	12 (13)	2 (2)	14 (15)
- Werkplaatsen	TW	2 (1)	12 (11)	36 (39)	50 (51)
- Bewaking	TX	- (-)	- (-)	14 (14)	14 (14)
		10 (8)	35 (35)	105 (109)	150 (152)
OVERIGE DIENSTEN		- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
- Bibl./Archief en Tekstverw.	OB	2 (2)	9 (9)	36 (29)	47 (40)
- Administratie	OA	2 (2)	13 (12)	14 (13)	29 (27)
- Magazijn en expeditie	OM	- (-)	1 (1)	5 (5)	6 (6)
- Inkoop	OI	1 (1)	5 (4)	3 (3)	9 (8)
		5 (5)	28 (26)	58 (50)	91 (81)
TOTAAL GENERAAL		207 (196)	224 (211)	272 (269)	703 (676)

Personeelsspreiding over de twee NLR-vestigingen eind 1979 (tussen haakjes de cijfers van eind 1978)

Categorie	Amsterdam	Noordoostpolder	Totaal
Academici en daarmee gelijkgestelden	134 (130)	73 (66)	207 (196)
Hogere technici en daarmee gelijkgestelden	136 (131)	88 (80)	224 (211)
Overigen	162 (168)	110 (101)	272 (269)
Totaal	432 (429)	271 (247)	703 (676)

Per april 1979 werden zes NLR-medewerkers van de hoofdafdeling Ruimtevaartuigen en van de Wetenschappelijke Diensten gedetacheerd bij de Appleton Laboratories (Slough, U.K.) in verband met de voorbereiding van de IRAS-grondoperaties.

Voorts waren twee medewerkers gedetacheerd in de Verenigde Staten in opdracht van het Ministerie van Defensie.

Pensionering

In 1979 bereikten zeven medewerkers de pensioengerechtigde leeftijd, te weten de heren G.B. Vernooy (Werkplaatsen), G.H. de Koning (Bewaking), Ir. D.C. Schering (Vliegtuig-instrumentatie), L.J. Boelens (Ontwerpafdeling), W.J. Molier (Vliegtuiggebruik), M.L. Pöttger (Centrale) en H. Dröge (Werkplaatsen).

In Memoriam

In 1979 overleden twee medewerkers. Op 11 juni 1979 overleed, geheel onverwacht, de heer G. van Maasdam, die sinds 1961 als werktuigkundige A in de Centrale werkzaam is geweest.

Op 25 december 1979 overleed, na een ernstige ziekte, de heer Chr.L.J. Berkhout. Hij is ruim 25 jaar bij het NLR werkzaam geweest, voornamelijk bij de SST en CSST.

In het vorige jaarverslag werd reeds melding gemaakt van het overlijden van Ir. A. Boelen op 22 februari 1979. Andere gepensioneerde NLR-medewerkers die in 1979 zijn overleden, zijn de heren C.G.H. Beukering (op 87-jarige leeftijd), C.W. Jonkers (op 78-jarige leeftijd) en H. Stam (op 67-jarige leeftijd).

Jubilea

De heer J.F. Hoogendoorn (Voortstuwingsaërodynamica) was op 1 februari 1979 veertig jaar in dienst van het NLR. Acht medewerkers vierden hun 25-jarig ambtsjubileum in 1979: de heren Ir. J. Mannée (Incompressibele Aërodynamica), J. Beeke (Vliegproeven en Helikopteronderzoek), Dr.Ir. H.P. van Leeuwen (Constructies en Materialen), Ing. G.F.M. Claessens (Vliegtuiginstrumentatie), Ing. Tj. Hoekstra (Vliegproeven en Helikopteronderzoek), Ir. H. Valk (Compressibele Aërodynamica), C.L.J. Berkhout (Compressibele Aërodynamica), en J. Groot (Werkplaatsen).

Promoties

Op 16 oktober 1979 promoveerde Drs. M.E. Lemoine tot doctor in de Wiskunde en Natuurwetenschappen aan de Rijksuniversiteit te Utrecht, op een proefschrift getiteld: 'Radiative corrections to $e^+ e^- \rightarrow W^+ W^-$ in the Weinberg model'. Dit onderzoek betrof een onderwerp uit de hoge-energie kernfysica.

Op 18 oktober 1979 promoveerde Drs. F.J. van Schaik tot doctor in de Technische Wetenschappen aan de Technische Hogeschool te Delft, op een proefschrift getiteld: 'Domain wall motion and magnetization reversal processes in a FeSi picture frame single crystal studied by the time-dependent neutron depolarization technique'. Dit onderzoek had betrekking op een experimenteel onderwerp uit de vaste-stof/neutronenfysica.

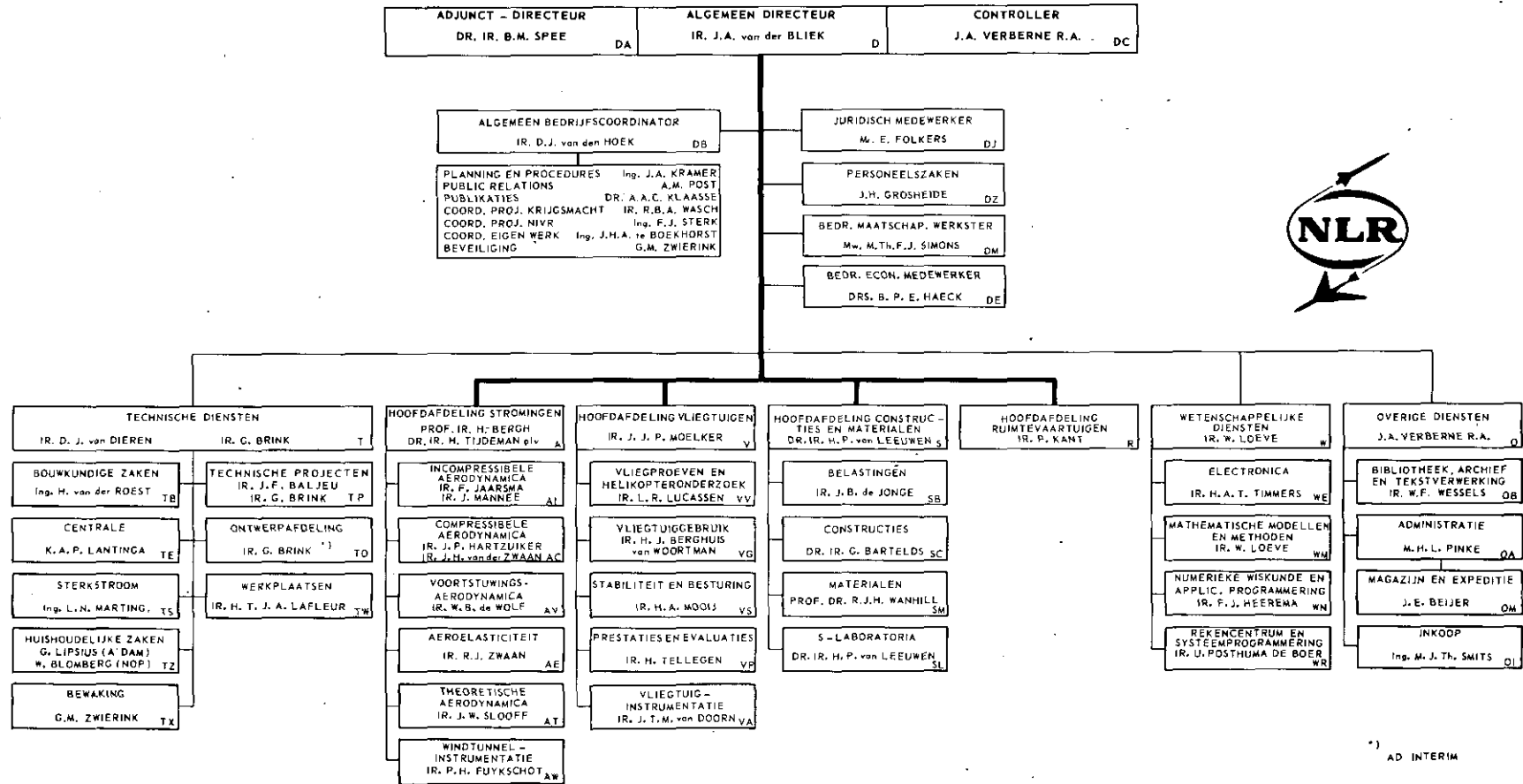
Dr. van Schaik en Dr. Lemoine hebben hun onderzoekingen op de genoemde gebieden verricht voordat zij in 1979 bij het NLR in dienst kwamen.

Benoemingen en leeropdracht

Dr. R.J.H. Wanhill werd bij Koninklijk Besluit van 17 juli 1979 benoemd tot buitengewoon lector in de Tussenafdeling der Metaalkunde en in de Afdeling der Werktuigbouwkunde van de T.H. te Delft. Met ingang van 1 januari 1980 werd deze benoeming gewijzigd in buitengewoon hoogleraar.

Ir. J.B. de Jonge vervulde evenals in 1978 een leeropdracht bij de Afdeling der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de T.H. te Delft.

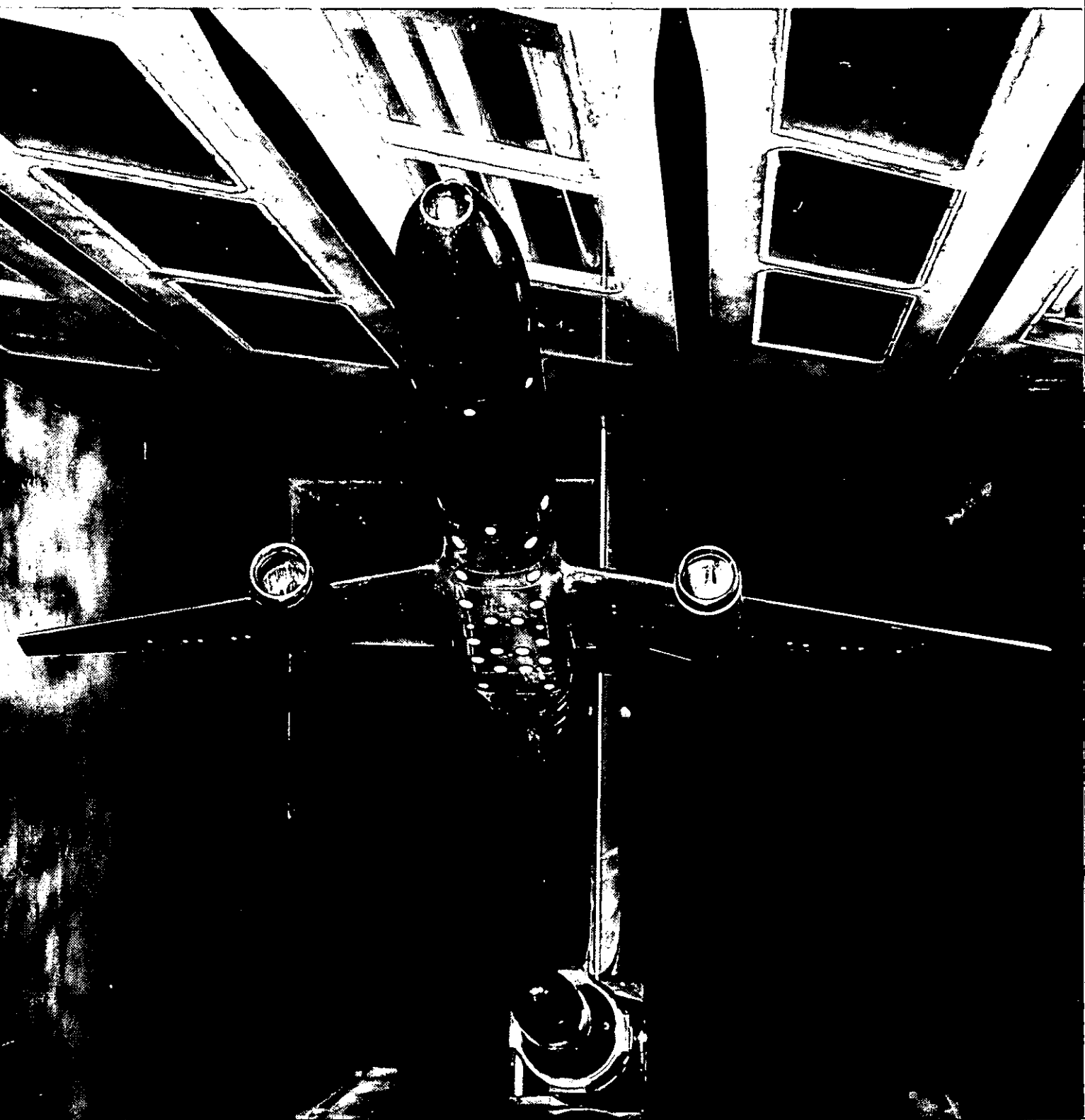
ORGANISATIESCHEMA VAN HET LABORATORIUM



Personeelsbestand	Het totale personeelsbestand en de spreiding ervan over de beide vestigingen zijn in de tabellen op blz. 14 en 15 weergegeven (tussen haakjes het personeelsbestand op 31 december 1978).		
Adviseurs van de directie	In 1979 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. De heer A.H. Geudeker vervulde de functie van tijdelijk adviseur van de directie met speciale opdracht.		
Stichting Pensioenfonds	Aan het einde van 1979 was de samenstelling van het bestuur van de Stichting 'Pensioenfonds van de Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium' als volgt:		
	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	De Ondernemingsraad NLR hield in 1979 vier vergaderingen 'oude stijl' onder voorzitterschap van de algemeen directeur. Na de wijziging van de Wet op de Ondernemingsraden werden twee Overlegvergaderingen gehouden, voorgezeten respectievelijk door de algemeen directeur en door de voorzitter van de OR 'nieuwe stijl'. De onderwerpen die in 1979 werden behandeld betroffen, naast de algemene gang van zaken, het werkoverleg, opleidingen, beoordelingen, en het sociaal beleid. De voorzitter van het NLR-bestuur bezocht de OR-vergaderingen tweemaal. Veel aandacht vroegen in 1979 de uitwerking van de NLR-welzijnsenquête, en nieuwe reglementen in verband met de wijziging van de Wet op de Ondernemingsraden. De OR-leden en twee directieleden woonden een Ondernemingsraad-cursus te Korte Hemmen bij.		
Personeelsvereniging	De Personeelsvereniging NLR, die in 1979 haar 40-jarig bestaan vierde, bood diverse mogelijkheden voor algemene ontwikkeling, ontspanning en sportbeoefening, in beide vestigingen Amsterdam en Noordoostpolder, en bevorderde daardoor de goede verstandhouding en het gevoel van saamhorigheid onder het NLR-personeel. De activiteiten hadden onder meer betrekking op biljarten, bridgen en klaverjassen, fietstochten, wandel-puzzeltochten, zeiltochten, modelbouw, en filmvoorstellingen. Dat er veel belangstelling is voor deze activiteiten blijkt uit het feit dat ca. 90% van de NLR-medewerkers lid is van de Personeelsvereniging. Als opvallend feit wordt vermeld dat vrijwel alle nieuwe NLR-medewerkers zich als lid van de Personeelsvereniging aanmelden. Meer dan 1000 PV-leden en introducées woonden het feest in het Okura-hotel bij, dat ter gelegenheid van het 40-jarig PV-jubileum werd georganiseerd. Algemeen werd dit feest als zeer geslaagd beschouwd.		

1.6 NATIONALE EN INTERNATIONALE ACTIVITEITEN

Inleiding	De trend van de toenemende vraag naar de diensten van het NLR welke in de laatste jaren werd geconstateerd, zette zich in 1979 voort. Enerzijds werd dit veroorzaakt door de algehele opbloei van de lucht- en ruimtevaart, anderzijds was dit het gevolg van de goede toepasbaarheid van de kennis en ervaring die in de afgelopen jaren door het NLR werden opgebouwd. Daarmee werd wederom gedemonstreerd dat het opbouwen van kennis en ervaring in enkele goed geselecteerde gebieden van uitermate groot belang is voor de toekomst. Het vormen en opleiden van gespecialiseerde onderzoeksteams is een proces dat vele jaren vraagt. Het was helaas niet mogelijk het voor 1979 geplande eigen werk, dat gefinancierd wordt door middel van subsidie van de rijksoverheid, in zijn geheel uit te voeren. Dit werd in de eerste plaats veroorzaakt doordat veelal prioriteit moest worden gegeven aan de verzoeken tot ondersteuning van opdrachtgevers uit de lucht- en ruimtevaart en aanverwante gebieden, en in de tweede plaats doordat er slechts beperkte mogelijkheden waren om op korte termijn het personeel uit te breiden. De snelheid waarmee het
-----------	--



Model met geavanceerde vleugelvorm in de hoge-snelheidstunnel HST, ten behoeve van de ontwikkeling van het Fokker F29-vliegtuig.
Pre-F29-model with advanced wing geometry in the high-speed wind tunnel HST.

personeelsbestand kan worden vergroot wordt, ondanks de betrekkelijk grote werkloosheid in ons land, in belangrijke mate bepaald door de beschikbaarheid van personeel met de gewenste kwalificaties en de juiste instelling t.a.v. het speurwerk zoals dat door het NLR wordt uitgevoerd. Een andere factor die bij het aantrekken van nieuw personeel een rol speelt is de verwachting t.a.v. de continuïteit van de werkgelegenheid op langere termijn. In 1979 ontwikkelden de vooruitzichten zich gunstig, hoewel enkele beslissingen welke van invloed zijn op de werkgelegenheid bij het NLR, nog niet door de Overheid konden worden genomen. Tenslotte wordt de mate waarin de investeringsruimte voor het laboratorium kan worden vergroot in toenemende mate bepalend voor het kunnen aantrekken van nieuwe medewerkers. Mondiaal gezien heeft de lucht- en ruimtevaart een goede toekomst. De mate waarin Nederland zijn aandeel daarin zal weten te behouden en zo mogelijk verder te vergroten, wordt mede bepaald door de mogelijkheden om in de komende jaren enthousiaste en kundige jonge mensen bij het NLR te kunnen aanstellen.

Fokker F29-project

De werkzaamheden t.b.v. de voorbereiding van het Fokker F29-project werden in 1979 met kracht voortgezet. De heroriëntatie die bij Fokker plaatsvond in de opzet en uitvoering van dit project vond zijn neerslag in het werkprogramma dat door het NLR in opdracht van het NIVR en in de nauwe samenwerking met Fokker werd uitgevoerd. In het kader van dit onderzoekprogramma werden verschillende vliegtuigconfiguraties theoretisch en experimenteel onderzocht. Het programma betrof de aërodynamische vormgeving, onderzoek op de gebieden van geavanceerde constructies en materialen, aëroakoestiek en geluidsreductie, alsmede de ontwikkeling van een meet- en registratiesysteem voor de beproeving in de vlucht van prototypen. Ook de snelle verwerking van de meetresultaten van deze vluchten, die op de grond wordt uitgevoerd, vergt een uitvoerig onderzoek. Nadere details worden gegeven in hoofdstuk 2 van dit verslag.

Infrarood Astronomische Satelliet (IRAS)

De werkzaamheden t.b.v. de IRAS, de tweede nationale satelliet, werden in opdracht van het industriële consortium ICIRAS (Fokker-HSA), voortgezet. De taken van het NLR betreffen de voorbereiding en de uitvoering van de operaties van de satelliet, de ontwikkeling van de software voor de boordcomputer, bijdragen aan de ontwikkeling van de 'ground check-out' apparatuur, en de beproeving van het standmeet- en standregel-systeem van de satelliet. Een hoogtepunt was de installatie en het begin van de beproeving van het IRAS-standregelsysteem op de luchtgelagerde simulatietafel in het laboratorium van de hoofdafdeling Ruimtevaartuigen in de Noordoostpolder.

Ruimtevaart algemeen

Naast een aantal technisch-wetenschappelijke werkzaamheden, uitgevoerd in opdracht en in het kader van de eigen werkzaamheden, werden in 1979 diverse bijdragen geleverd aan voorstudies voor nationale en internationale programma's op ruimtevaartgebied. Het betreft vooral voorstudies, onder leiding van het NIVR, die betrekking hebben op wetenschappelijke satellieten en toepassingssatellieten waarin Nederland mogelijk een belangrijke rol kan spelen.

Binnenlandse opdrachtgevers, vliegtuiggebruik

Ook in 1979 werd door de RLD, de toezichthoudende luchtvaartinstantie, en de grote Nederlandse vliegtuiggebruikers, de KLu, de KM en de KLM, veel gebruik gemaakt van de diensten van het NLR. Uit de details van hoofdstuk 2.2 blijkt dat het een groot aantal werkzaamheden betreft die van direct belang zijn voor het goede gebruik en de inzet van vliegtuigen en helikopters. Een ander belangrijk aspect is dat het NLR in de laatste jaren in toenemende mate wordt ingeschakeld bij het opzetten, definiëren en helpen invoeren van grote informaticasystemen die samenhangen met het gebruik van civiele en militaire vliegtuigen.

Buitenlandse opdrachtgevers

Een groot aantal opdrachten werd ook in 1979 uitgevoerd voor diverse buitenlandse opdrachtgevers, vooral voor vliegtuigfabrikanten, die proeven lieten uitvoeren in de wind-tunnels van het NLR.

'Remote-sensing' onderzoek

Sinds het NLR in 1978 werd aangewezen als z.g. 'National Point of Contact' (NPOC) in ESA-verband, werd veel aandacht besteed aan het leggen van contacten met potentiële gebruikers in Nederland van 'remote-sensing'-gegevens die worden verkregen met satellieten.

Hoewel het gebruik van 'remote-sensing'-gegevens nog steeds een experimenteel karakter heeft, viel een geleidelijke toeneming van de belangstelling van de gebruikers te constateren. Deze aanpak vanuit de gebruikerskant wordt als de meest praktische voor Nederland gezien. Verwacht wordt dat, in nauwe samenwerking met overheidsinstanties en verschillende instituten die op dit terrein werkzaam zijn, op middellange termijn ook belangrijke bijdragen gegeven kunnen worden aan industriële ontwikkelingen op het gebied van 'remote sensing'.

Internationale samenwerking

Voor een algemeen overzicht van de belangrijkste internationale samenwerkingsactiviteiten wordt verwezen naar de hoofdstukken 8, 9, 10, en 11. In het volgende hoofdstuk worden bepaalde elementen daarvan met name genoemd.

2 OVERZICHT VAN HET WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK

2.1 STROMINGEN

Werkzaamheden
ten behoeve van
ontwikkelingsprojecten

De werkzaamheden in het kader van het Interim-programma F29 (IP), waarbij door het NLR ontwikkelde technologieën worden geoptimaliseerd voor het F29-ontwerp, werden in opdracht van het NIVR en in samenwerking met Fokker in 1979 gecontinueerd. De onderzoekingen met betrekking tot de aërodynamische vormgeving van superkritieke vleugels, draagkrachtverhogende middelen, en de aëro-elastische en aëroakoestische aspecten van het nieuwe vliegtuigproject werden met kracht voortgezet.

De resultaten van analyses van eerder verrichte profielmetingen, bijvoorbeeld van het langsmomentengedrag en de weerstand, bleken een belangrijk hulpmiddel te zijn bij de interpretatie van metingen aan superkritieke vleugels. De analyse van de profielmetingen bij hoog Reynoldsgetal die bij Lockheed waren uitgevoerd, en die belangrijk zijn voor de interpretatie van schaafeffecten, werd afgerond.

Het in 1978 voltooide ontwerp van een superkritieke vleugel, dat als een synthese van alle daaraan voorafgaande ontwerpen kan worden beschouwd, leverde een vleugelontwerp op met belangrijk betere aërodynamische eigenschappen bij een veel aantrekkelijker vleugelvorm. Dit bleek uit metingen in de HST. In aansluiting hierop werd bij een halfmodel in de HST de invloed van het getal van Reynolds op de aërodynamische eigenschappen van driedimensionale vleugels nagegaan.

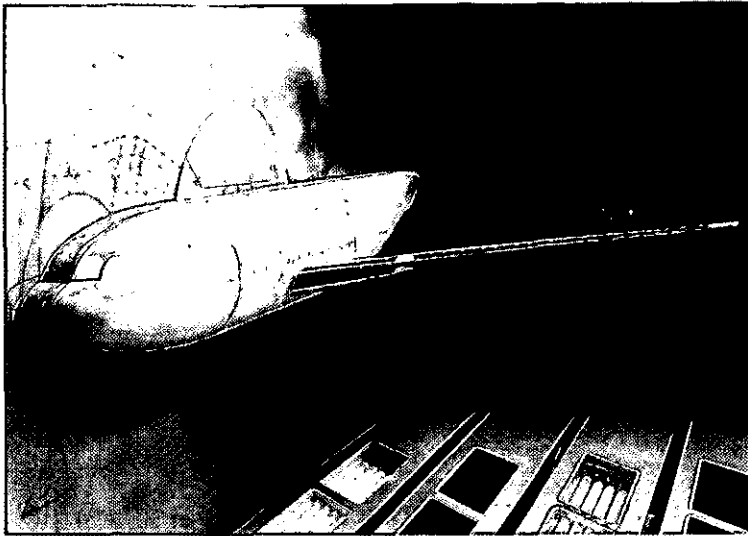
Naast het bovengenoemde experimentele onderzoek werd ondersteuning gegeven aan Fokker bij het ontwerpen van nieuwe superkritieke vleugelmodellen en van modificaties daarop, alsmede bij het aanpassen van de hiervoor benodigde computerprogrammatuur.

Teneinde meer te weten te komen over de eigenschappen van trillende profielen in transsone stroming, werden metingen voorbereid aan een tweedimensionaal profiel (NLR-7703) met trillend roer in de PT. Dit betrof onderzoek van de stationaire drukverdeling, van de scharniermomenten aan een half-aërodynamisch gebalanceerd roer met tab, en van stationaire en instationaire drukmetingen aan een volledig gebalanceerd roer. Met het proevenprogramma werd begonnen in 1979; het zal in 1980 worden voortgezet.

Verder werd gewerkt aan de methode voor het bepalen van quasi-driedimensionale luchtkrachten op trillende vleugels in transsone stroming, waarvoor het LTRAN2/NLR-programma wordt gebruikt (tweedimensionaal) met correcties voor eindige spanwijdte en tapsheid van de vleugel. Deze methode werd geëvalueerd door het voorspelde fluttergedrag van een halfmodel van een superkritieke vleugel te vergelijken met uitkomsten van metingen. Het flutteronderzoek in de HST aan het zojuist genoemde halfmodel vereiste veel voorbereiding door de hoge eisen die gesteld worden aan belasting en nauwkeurigheid. Het experiment werd in 1979 afgerond. Begonnen werd met de analyse van de meetresultaten en de vergelijking met de voorspellingen. Het fluttergedrag kwam niet op alle punten overeen met de verwachtingen; bij bepaalde stromingsparameters dienen daarom nog aanvullende metingen te worden uitgevoerd.

Tenslotte werden met het LTRAN2/NLR-programma de luchtkrachtcoëfficiënten berekend voor een aantal parameters, teneinde deze te kunnen gebruiken bij door Fokker uit te voeren flutterberekeningen ten behoeve van de F29 ontwikkeling.

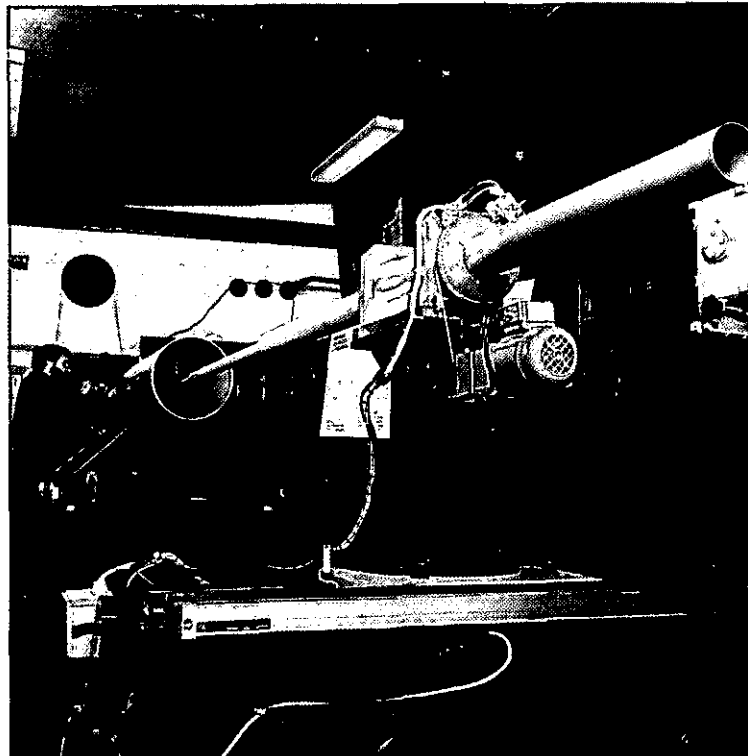
Met behulp van de inmiddels beschikbare kennis over de structuur van het geluidsveld in een cilindrisch kanaal werd een methode ontwikkeld om uit geluidmetingen met traverse microfoons de bijdragen van de diverse 'modes' tot het geluidsveld in het kanaal experimenteel te bepalen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een Fourier-analyzer.



↑ Krachtenmetingen aan een VFW-2KP halfmodel in de hoge-snelheidstunnel HST.
Forces measurements on a VFW-2KP half-model in the high-speed wind tunnel HST.

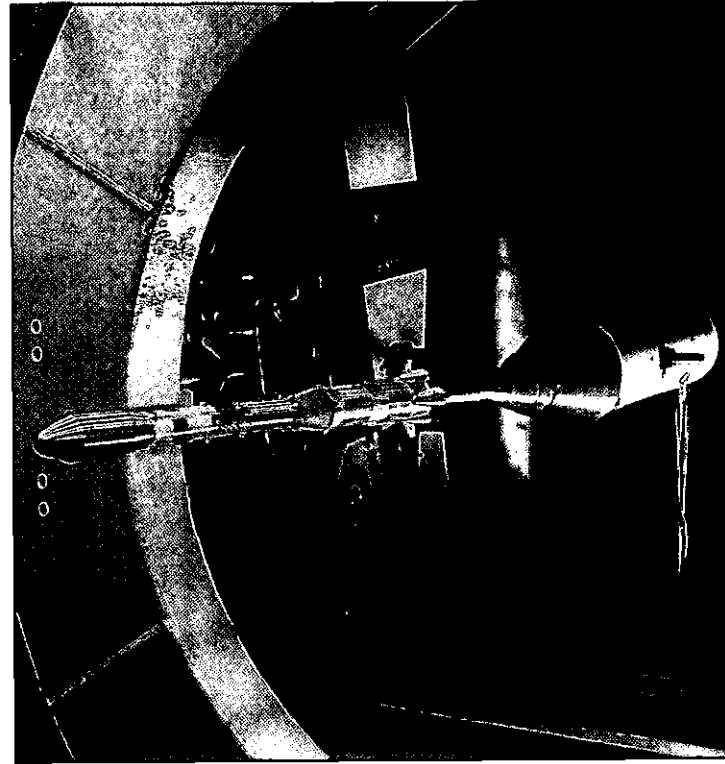
Meetopstelling voor onderzoek aan spiraliserende geluidsgolven, zoals die optreden in motorinlaten. Links: de gesimuleerde motorinlaat; vooraan: een traversemechanisme met microfoonendrager; rechts op de achtergrond: de diffuser van de Nagalmntunnel.

A test set-up for investigation of spiralling sound waves occurring in turbofan engine inlets. Left: the simulated engine inlet; in front: a traverse mechanism with microphone boom; at the back, to the right: the diffuser of the liner test facility.

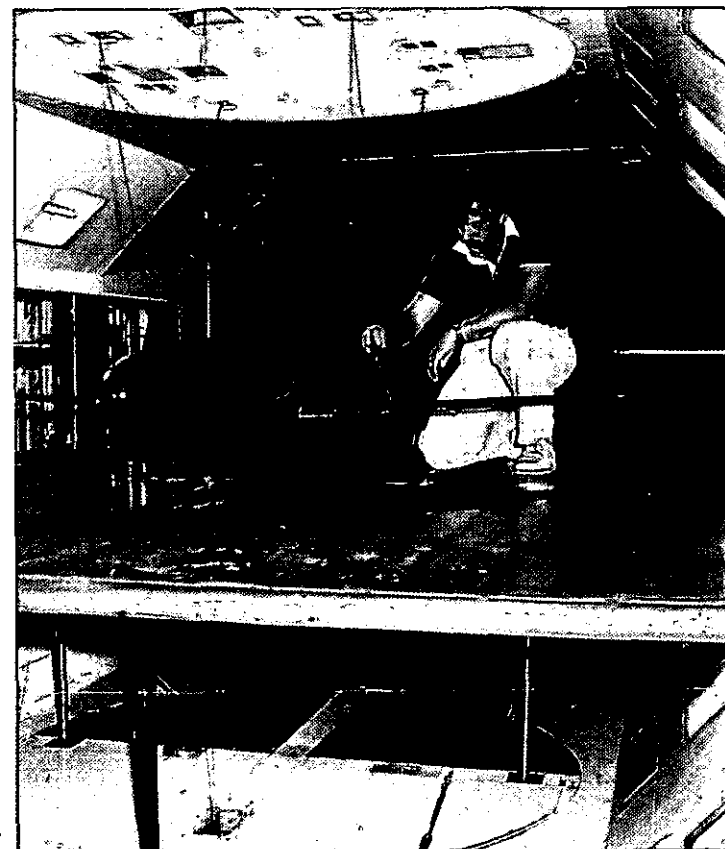


Bevestiging van draagkrachtverstoorders aan een model met geavanceerde vleugelvorm, ten behoeve van metingen van de grondinvloed in de lagesnelheidstunnel LST 3 x 2. Deze metingen vinden plaats in het kader van de ontwikkeling van het Fokker F29-vliegtuig.

Adjusting lift dumpers to a model with advanced wing design for measurements in ground proximity in the low-speed wind tunnel LST 3 x 2. These measurements are part of the development work on the Fokker F29 aircraft.



↑ Model van een toekomstige versie van de ARIANE draagraket (ARIANE 3) in de supersonische snelheidstunnel SST. Deze versie zal 2400 kg nuttige lading in een baan om de aarde kunnen brengen (200/36000 km), 700 kg meer dan de huidige versie ARIANE-1.
Scale model of the ARIANE-3 launcher in the supersonic wind tunnel SST. This version should be capable of launching a 2400 kg payload into a transfer orbit (200/36000 km), as compared to the 1700 kg payload of the ARIANE-1.



Een groot aantal metingen in de Nagalmtunnel van de impedantie van panelen die gebaseerd zijn op het 'Helmholtz-resonator' principe, werd geanalyseerd. Hieruit bleek dat bestaande ontwerpmethoden het effect van de stroming niet voldoende weergeven, en dat de grenslaag een belangrijke parameter is. De resultaten van deze metingen vormen voor de ontwerper een waardevol gegevensbestand. Een analytisch model werd ontwikkeld waarmee het effect van ontwateringssleuven in de bekleding onder bepaalde voorwaarden in rekening kan worden gebracht. Tevens werd z.g. dubbeldeksbekleding met succes beproefd met behulp van de driemicrofoontechniek.

Net als in voorgaande jaren werd in 1979 een groot aantal windtunnelproeven uitgevoerd voor diverse buitenlandse opdrachtgevers, waaronder SNIAS, Dassault, VFW, MBB, en Saab.

Subsone stroming om complete
vliegtuigconfiguraties
(stationair)

Ten behoeve van de ontwikkeling van een methode voor de optimalisering van de aërodynamische vormgeving van draagvlakken werd het type integraalvergelijking bepaald waarmee het stromingsprobleem wordt opgelost en werd de representatie van de contour- en de singulariteitenverdeling gekozen. De representatie met kwadratische splines verdient de voorkeur. Na analyse van de gebruikerseisen werd het modulair opgebouwde programma-systeem MAD (Multi-element Airfoil Design) opgezet, waarmee interactief meervoudige profielen kunnen worden ontworpen. Voorlopig kunnen incompressibele, niet-viskeuze stromingen ermee worden berekend. Aan de realisering van dit systeem wordt verder gewerkt.

Uit afsluitende berekeningen met het programma waarin de NLR-panelenmethode wordt toegepast voor de berekening van luchtkrachten op vleugels met 'part-span' kleppen, en uit vergelijking met resultaten van windtunnelmetingen bleek dat de genoemde rekenmethode bruikbaar is.

Uit berekeningen voor het 100% dikke 'parabolic-arc'-profiel op basis van transsone kleine-verstoringstheorie, uitgevoerd ten behoeve van de ontwikkeling van een nieuwe panelenmethode voor tweedimensionale subsone compressibele stroming, bleek dat het berekenen van transsone stromingen met schokgolven met behulp van singulariteiten op het configuratieoppervlak en in het stromingsveld mogelijk is. Een analyse wordt gemaakt van een methode voor het oplossen van de volledige potentiaalvergelijking.

Transsone stroming
(stationair)

De ontwikkeling en programmering van een benaderingsmethode (de 'Transonic Small Perturbation' methode) voor het berekenen van de niet-viskeuze driedimensionale transsone stroming met schokgolven om dragende vleugels kwam gereed. Een gebruikershandleiding werd opgesteld.

Nadat een globale systeemanalyse was uitgevoerd voor een nieuw te ontwikkelen programmapakket voor vleugel/romp-configuraties, werd een 'pilot'-studie uitgevoerd voor het limietgeval van tweedimensionale stroming. De beschikbare NLR-computercapaciteit is een beperkende factor bij het ontwikkelen en toepassen van rekenprogramma's voor driedimensionale transsone stromingen.

In het kader van de samenwerking in GARTEUR wordt een vergelijkend onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden van de in de verschillende landen ontwikkelde programma's voor de berekening van transsone stromingen.

Profielonderzoek

Een computerprogramma voor het berekenen van de viskeuze stroming om profielen met kleppen werd met succes toegepast op verschillende profielen voorzien van één of meer kleppen. De rekenresultaten werden vergeleken met de resultaten van uitvoerige grenslaagmetingen aan een profiel met klep, wat bemoedigende uitkomsten opleverde.

Ter evaluatie van het LTRAN2/NLR-programma, waarmee de instationaire luchtkrachten op trillende profielen in transsone stroming worden berekend, werden de uitkomsten ervan vergeleken met die van andere rekenmethoden. Hieruit bleek dat dit programma goede resultaten oplevert voor niet te dikke profielen en voor niet zeer hoge of zeer lage frequenties. Voor hoge frequenties is al een andere methode beschikbaar. Voor lage frequenties of voor dikke profielen dient een meer geavanceerde methode te worden toegepast, aan de ontwikkeling waarvan werd begonnen.

In het kader van de ontwikkeling van een methode waarmee instationaire grenslaageffecten kunnen worden berekend, leverde een literatuuronderzoek twee mogelijke methoden op. Begonnen werd met het koppelen van een van deze methoden aan het LTRAN2/NLR-programma.

Viskeuze effecten

Het computerprogramma voor het berekenen van driedimensionale grenslagen werd met succes getest voor laminaire en turbulente grenslaagstromingen, waaronder de turbulente grenslaagstroming op een vleugelwortel. De resultaten voor dit geval werden, in het kader van de 'Eurovisc Working Party 3D Shear Flows', vergeleken met die van zeven andere rekenmethoden.

De ontwikkeling van een methode voor de berekening van viskeuze stroming met sterke interactie met de buitenstroming werd voortgezet. Voornamelijk werd de asymmetrische stroming bij een profielachterraand bestudeerd, waarbij werd gelet op de invloed van de grenslaag bij de achterraand op de circulatie rond het profiel.

Uit een theoretische analyse van de stroming om profielneuzen en de resultaten van metingen bleek dat in vele gevallen de oorzaak van het overtrekken niet, zoals algemeen wordt aangenomen, ligt in het barsten van de loslatingsbel op de profielneus, maar in de loslating van de turbulente grenslaag vlak achter de bel. Naar aanleiding hiervan zal in de toekomst meer aandacht worden besteed aan het voorspellen van de ontwikkeling van turbulente grenslagen achter laminaire loslatingsbellen.

Aëroakoestiek

Met het eerder ontwikkelde z.g. 'drie-sectiemodel' werd de geluidsdemping berekend in een half-oneindig cilindrisch kanaal met uniforme stroming, waarbij een deel van het kanaal is voorzien van geluidabsorberende bekleding. Hierbij bleek vergroting van de beklede lengte niet altijd tot grotere demping te leiden. Tevens werd een procedure ontwikkeld om een kanaal, bestaande uit een willekeurig aantal secties, als transmissie-element tussen bron en buitenveld in rekening te brengen.

Een programma werd ontwikkeld waarmee op routinebasis het verband tussen de impedantie van een akoestische bekleding en de gemeten totale geluidsdemping in de Nagalm-tunnel kan worden berekend (rekening houdend met het effect van de grenslaag). Het doel hiervan is impedanties volgens de 'indirecte methode' te kunnen bepalen.

Een theorie werd ontwikkeld voor de berekening van het instationaire drukveld dat wordt opgewekt door een roterende bladkrans in een cilindrisch kanaal ten gevolge van snelheidsverstoringen in een overigens uniforme stroming. Met deze methode kan het fanlawaai ten gevolge van rotor/stator-zoginteractie worden berekend. De methode wordt geprogrammeerd.

Een literatuurstudie werd verricht naar de effecten van de vliegtuigconfiguratie op het naar de grond uitgestraalde geluid. In de modeltunnel DNW werd een oriënterend onderzoek uitgevoerd naar het effect van geluidafscherming door een vleugel.

Onderzoek samenhangend met het meten in windtunnels

Het onderzoek met betrekking tot wandinvloed in tunnels met spleetwanden was vooral gericht op het evalueren van het eerder vervaardigde rekenprogramma voor bepaling van de wandinvloedscorrecties volgens de methode van de gemeten randvoorwaarde. In de PT werden metingen verricht aan een 15 cm model. Tevens werden, in het kader van de samenwerking met ONERA, meetresultaten van ONERA en NLR voor wandinvloed met elkaar vergeleken. Daaruit bleek dat met het oorspronkelijke programma de door de wanden geïnduceerde neerstroming qua niveau niet altijd correct werd berekend. Ook de toegepaste 'klassieke' modelrepresentatie bleek verbeterd te kunnen worden. Het computerprogramma wordt dienovereenkomstig aangepast.

In GARTEUR-verband werd begonnen met een uitwisseling van testgevallen, teneinde de rekentechnieken voor wandinvloedcorrecties van de ONERA, het ARA, en het NLR met elkaar te kunnen vergelijken. Voorbereidingen werden getroffen voor het meten aan het CAST-7 profiel in verschillende windtunnels.

In het kader van de samenwerking met de DFVLR werden de in de MUK te Braunschweig uitgevoerde krachtenmetingen voorlopig geanalyseerd. Hieruit bleek dat zelfs de meetplaatsconfiguratie met de grootste spleetbreedte (met plenum) nog teveel als gesloten meetplaats reageert. Krachtenmetingen zonder plenum werden voorbereid.

Ten behoeve van DNW werd gewerkt aan het evalueren en beschikbaar maken van bestaande procedures voor wandinvloedcorrecties. Voor een schatting van de maximale modelafmetingen van helikopterrotors in de DNW werden wandinvloedberekeningen uitgevoerd voor meetplaatsconfiguraties met gesloten en geopende spleten.

Nadat de schroef van de HST was gewijzigd, werd het stationaire drukverloop in de meetplaats opnieuw gemeten, waarbij tevens werd nagegaan hoe de druk langs de hartlijn varieert bij verplaatsing van de modelophangdelen. Bruikbare correctiewaarden voor de optredende 'buoyancy'-krachten werden verkregen.

De HST-metplaatsstroming bleek na meting niet te zijn veranderd door de schroefmodificatie. *Begonnen werd met de ontwikkeling van een meer geavanceerde methode voor het meten van buffet.*

Goede vorderingen werden gemaakt op het gebied van halfmodelmetingen, ter ondersteuning van de extrapolaties naar de ware-grootte situatie.

In de Nagalmtunnel (NT) werd een serie metingen uitgevoerd aan akoestische panelen die ook in de nagalmtunnel van het NGTE waren gemeten. Deze metingen werden verricht ter vergelijking van technieken voor het meten van de impedantie aan panelen van het Helmholtz-resonator type.

Een H₂O₂/lucht-uitblaasgondel voor een Airbus-model werd statisch geijkt in de Nagalm-tunnel, die hierbij als onderdruktank werd gebruikt. Bij deze ijking werd het verband bepaald tussen referentiegrootheden, gemeten in de modelmotor, en de resultaten van de uitlaattraverses. Bij de HST-proef met dit model werd ook 'pylon heating' onderzocht en verholpen.

In de Kleine Anechoïsche Tunnel (KAT) werd het verschil tussen uitbreiding van hete en koude stralen geanalyseerd, waarbij bleek dat, om dezelfde positie van de straalrand te realiseren, dezelfde verhouding tussen tunnelsnelheid en straalsnelheid is vereist.

Ten behoeve van onderzoek in de HST en de DNW, werden oriënterende studies uitgevoerd over de toepassing van door luchturbines aangedreven motorsimulatoren. Bij deze methode kunnen inlaat- en uitlaatstroming gelijktijdig worden nagebootst tot dicht bij de motorgondel.

Verwerking van de resultaten van windtunnelmetingen

Naast de normale werkzaamheden rond het onderhoud van de programmatuur en de administratie en begeleiding van windtunnelmetingen, werden de APVW-programma's aangepast aan een nieuw CYBER-bedrijfssysteem en aan de overgang naar het nieuwe ijkbestand. Voorbereidende werkzaamheden vonden plaats voor de nieuwe programmatuur voor automatische bewerking van meetresultaten. Een analyse voor een dergelijk programma werd opgesteld, een review werd gehouden, en een NLR-werkgroep werd ingesteld voor het definiëren van de verdere programmabehoeftes. *Begonnen werd met de programmering van de database-structuur.*

Fabricagetechnieken voor windtunnelmodellen

Een ontwerpstudie werd verricht van een grote (6 m spanwijdte) modelvleugel. Een representatief proefstuk werd vervaardigd en beproefd om de hechting van kunsthars op metaal te onderzoeken.

Onderzocht werd of het computergebruik bij modelvervaardiging gestroomlijnd kan worden, teneinde tot versnelling van de vervaardiging van modellen te komen.

2.2 VLIEGTUIGEN

Werkzaamheden ten behoeve van ontwikkelingsprojecten

In 1979 werd weer assistentie verleend aan Fokker bij vliegproeven met F27-serievliegtuigen en met de F27 MPA-uitvoering. Nadat de metingen met de Litton-rondzoekradar met succes waren voltooid, werd een F27 MPA-vliegtuig geïnstrumenteerd voor het meten van de belastingen op belangrijke plaatsen in de constructie, tijdens taxiën, rollen en remmen op een oneffen baan. Tevens werd assistentie verleend bij geluidsmetingen met het F28 A1-vliegtuig.

In opdracht van het NIVR en in nauwe samenwerking met Fokker werd verder gewerkt aan



De drie NLR-laboratoriumvliegtuigen in december 1979: de Hawker Hunter T Mk7 (PH-NLH), de Beechcraft Queen Air (PH-NLR) en de Swearingen Metro II (PH-NLZ).
The three NLR laboratory aircraft: Hawker Hunter T Mk7 (PH-NLH), Beechcraft Queen Air (PH-NLR), and Swearingen Metro II (PH-NLZ), as of December 1979.

het ontwerpen van een nieuw meet-, registratie- en verwerkingssysteem voor vliegproeven met F29-prototypen. De gebruikerswensen werden geïnventariseerd, waarna parameterlijsten en lijsten van aantallen en soorten transducers werden samengesteld. Marktanalyses werden uitgevoerd voor diverse transducers; proefexemplaren werden door het NLR aangeschaft en geëvalueerd. Het 'on-board' deel van het systeem zal deels door Fokker en deels door het NLR worden gerealiseerd. Het digitale meet- en registratiesysteem (voor acquisitie en digitalisatie van ca. 1200 parameters), het 'on-board' computersysteem, en het meet- en registratiesysteem voor de avionica worden door het NLR tot stand gebracht. In dit kader werden bijvoorbeeld Remote Multiplexer/ Demultiplexer Units aangeschaft, die zowel in het laboratorium als in de vlucht werden beproefd. Ook voor het 'on-board' computersysteem werden laboratorium- en vliegproeven uitgevoerd met een aantal essentiële delen (ROLM-computer, magneetbandeenheid, regeldrukker). Gewerkt werd aan een systeem voor het verwerken van de datastromen van het avionica-meetsysteem. De eerste concepten voor een telemetrie-grondstation werden vervaardigd, en een marktonderzoek voor het ontvangstgedeelte vond plaats. Tijdcodegeneratoren werden aangeschaft en geëvalueerd, en de centrale bedieningslessenaar kwam in concept gereed. Voor de gegevensverwerking werd een nieuwe MODCOMP-computer door het NLR aangeschaft en geïnstalleerd.

Stabiliteit en besturing

In opdracht van het NIVR werd verder gewerkt aan de ontwikkeling van ontwerpcriteria voor moderne vliegtuigbesturingssystemen, gericht op goede manoeuvreereigenschappen. Ter beoordeling van criteria voor de gewenste rolresponsies van vliegtuigen met moderne besturingssystemen werd een systeem, gebaseerd op het concept van 'rate-command/ attitude-hold', op de vluchtnabootser onderzocht, waarbij een aantal eigenschappen van de rolbesturing werd gevarieerd. Aangevoerd werd dat de bestaande criteria ontoereikend zijn bij de verschijnselen die door deze variaties optreden.

In het kader van de samenwerking met de DFVLR op het gebied van vliegeigenschappen werd een vluchtnabootserprogramma uitgevoerd met door de DFVLR gedefinieerde configuraties. Tevens werd een DFVLR/NLR-vliegprogramma met de HFB 320 van de DFVLR voorbereid; het longitudinale besturingssysteem wordt door de DFVLR gedefinieerd en het laterale door het NLR. Verschillende varianten van het laterale besturingssysteem werden door het NLR getest met behulp van de analoge EAI-680 computer. Vervolgens werd het laterale besturingssysteem bij de DFVLR getest en werden de evaluatievluchten voorbereid.

In het kader van de samenwerking met de Afdeling der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TH Delft in het project 'digitale vliegtuigbesturing' werd apparatuur ter beschikking gesteld en werd assistentie verleend bij het in gebruik nemen ervan.

In opdracht van de RLD wordt het onderzoek op de vluchtnabootser in verband met de invoering van MLS voortgezet. Een aantal voorbereidingen voor dit onderzoek werd getroffen en de te simuleren baanprofielen werden geselecteerd.

In het kader van de ANCP-samenwerking met het RAE werden gegevens uitgewisseld over vluchtnabootseronderzoek en vliegproeven met betrekking tot vliegeigenschappen.

Ter verbetering van het inzicht in het verloop van de aërodynamische belasting op een helikopterrotorblad werd de interferentie in voorwaartse vlucht onderzocht tussen een blad en de vrije tipwervels van voorgaande bladen.

Een computerprogramma werd opgesteld voor het berekenen van parameters die de vliegdebeweging beschrijven uit gemeten versnellingen en hoekveranderingen.

Begonnen werd met een literatuuronderzoek naar berekeningsmethoden voor ijsafzetting op helikopterrotors. Er werd deelgenomen aan de 'AGARD-FMP Working Group on Helicopter Icing'.

Ergonomische aspecten van de vliegtuigbesturing

Nadat uit eerder onderzoek was gebleken dat een aantal aspecten van de wijze waarop de vlieger de visuele buitenwereldinformatie verwerkt, in model kon worden gebracht, werd het onderzoek ter verdere validatie van het model voor de nadering en landing voortgezet met een theoretische analyse van de naderingssituatie. Dit had tot doel de invloed na te gaan van de buitenwereldinformatie en de informatie van vlieginstrumenten (head-up/head-

down) op de prestaties en de werkbelasting van de vlieger tijdens een realistische nadering en landing. Op grond van deze analyse werden de te onderzoeken variabelen alsmede de configuraties voor een meetprogramma op de vluchtnabootser gekozen. Uit de voorlopige resultaten van een vergelijking van de experimenteel gevonden resultaten met de modelvoorspellingen, bleek dat het model de complexe visuele naderingsfase redelijk kan beschrijven.

Tevens werd het bewakings- en beslissingsgedrag van de vlieger bestudeerd en in model gebracht. Met behulp van dit model werd een theoretische analyse gemaakt, waarvan de uitkomsten werden vergeleken met in de literatuur beschikbare gegevens uit experimenten, waarbij goede overeenstemming bleek. Begonnen werd met de evaluatie van het model voor een realistische vliegtaak.

Beproeivings- en meet- technieken voor onderzoek in de vlucht

Met kracht werd verder gewerkt aan de interpretatie van eerder verrichte metingen in versnelde vlucht met het Fokker F28 A1-vliegtuig. Een interim-rapport werd opgesteld over de prestatiemetingen in versnelde vlucht, op basis waarvan besprekingen met Fokker werden gevoerd. Daarbij bleek dat voor hogere Mach-getallen het gebruikte aërodynamische model enigszins moest worden gewijzigd. Een rapport werd opgesteld met een beschrijving van de meetapparatuur. Lezingen werden gehouden over de instrumentatie in het kader van een AGARD Lecture Series.

De mogelijkheden werden onderzocht om 'splines' in het baanreconstructieprogramma toe te passen voor datareductie; wat de symmetrische vlucht betreft werd het onderzoek afgerond. Begonnen werd met het opstellen van een algemeen baanreconstructieprogramma voor zowel de symmetrische als de asymmetrische bewegingen, waarin spline-technieken worden toegepast.

Ten behoeve van de ontwikkeling en beproeving van het start- en landingsmeetsysteem STALINS werden de in 1978 te Brétigny verrichte vliegproeven verwerkt en geanalyseerd. Aan het eind van 1979 was deze verwerking vrijwel gereed. Tevens werd een computerprogramma geschreven waarmee de meetgegevens binnen 24 uur kunnen worden verwerkt. Voor een meer gedetailleerd overzicht van deze vliegproeven wordt verwezen naar hoofdstuk 4.2 uit dit jaarverslag.

Uitrusting van vliegtuigen en grondinstallaties

De NLR-deelname aan het NATO-team 'NAVSTAR-GPS', dat het satellietnavigatiesysteem 'NAVSTAR' ontwikkelt en beproeft, werd voortgezet. Besprekingen vonden plaats met de NLR-deelnemer in het Nederlandse NAVSTAR-GPS team. De NLR-medewerker verzorgde presentaties bij het Directoraat Generaal Materieel van het Ministerie van Defensie en bij het NLR. Hij is als projectleider betrokken bij een deel van het testprogramma.

Filtermethoden werden onderzocht op hun geschiktheid om door combinatie van de gegevens van een traagheidsnavigatiesysteem, een afstandsbepalingssysteem (DME), en een pitot-statisch systeem, een nauwkeurige positiebepaling te verkrijgen. Ter verificatie van deze filtermethoden werden proefvluchten gemaakt met het Metro II laboratoriumvliegtuig, waarbij de vliegtuigpositie door een nauwkeurige radar van de DFVLR werd geregistreerd. Voortgegaan werd met het bestuderen van de werking en de gebruiksmogelijkheden van het 'Real-Time Operating System' van de ROLM-computer. Een stuurprogramma werd geschreven voor het inlezen van data in de ROLM 1664 Airborne Computer via een DMA-controller, teneinde deze computer in een data-acquisitiesysteem met hoge doorvoercapaciteit te kunnen gebruiken.

In verband met verwachte vliegproeven met de Lynx-helikopter voor de Koninklijke marine, werd het torquesysteem van de helikopter bestudeerd. Vliegproeven werden uitgevoerd ter bepaling van enkele eigenschappen van dit systeem.

Aan de hand van gegevens van de F100-motor werden berekeningen uitgevoerd om inzicht te krijgen in de component-karakteristieken en in de motorprestaties.

Vliegtuiggebruik

Technische voorstellen werden geëvalueerd voor het meet- en registratiesysteem van het RLD-vliegtuig, waarmee de radionavigatie- en landingshulpmiddelen in Nederland zullen worden gecontroleerd en geijkt. Op basis daarvan werd een hoofdaannemer voor de inrichting van het vliegtuig aanbevolen. Er werd een plan opgesteld voor de overnamemetingen.

Een literatuurstudie werd uitgevoerd over de berekening van de benodigde en beschikbare warmtecapaciteit van ijsbestrijdingssystemen en van de te verwachten ijsvormen en ijsgrootten.

Het onderzoek naar de veiligheidsaspecten van naar buiten openende deuren en luiken in vliegtuigen met drukrompen werd voortgezet; informatie werd verzameld over procedures bij openen, sluiten en controleren van vliegtuigdeuren en over praktijkproblemen hierbij.

Met het Metro II laboratoriumvliegtuig werden in opdracht van Eurocontrol vluchten uitgevoerd ter kalibratie van de ATC radar te Luedenscheid met behulp van het CADAS/multi-DME systeem.

Ten behoeve van de studie van limietgevallen van vliegeigenschappen die voortvloeien uit diverse luchtwaardigheidsvoorschriften, werd in opdracht van de RLD een definitief meetprogramma voor de vluchtnabootser vastgesteld en uitgevoerd.

In opdracht van de RLD werd een database opgezet voor uit AIDS-apparatuur van KLM-vliegtuigen geselecteerde vluchtgegevens waaruit de windschering kan worden bepaald. De desbetreffende vluchtgegevens van één jaar werden ingevoerd en met behulp van daar toe ontwikkelde programmatuur interactief verwerkt en statistisch geanalyseerd.

In opdracht van de RLD werden wederom werkzaamheden uitgevoerd voor het 'All-Weather Operations Panel' (AWOP) en het 'Obstacle Clearance Panel' (OCP) van de ICAO.

In het kader van de luchtverkeersleiding werd een groot aantal werkzaamheden in opdracht van de RLD uitgevoerd.

Een rapport werd opgesteld over de dynamische evaluatie van de baanberekeningsprogrammatuur en over de potentiële mogelijkheid de tracksnelheid te gebruiken voor baanberekening. Op een Eurocontrol SPACDAR-vergadering werden de resultaten van de SARP-baanberekeningsmethode gepresenteerd.

Nagegaan werd welke aanpassingen moeten worden uitgevoerd om bepaalde vluchten van en naar nevenvelden buiten het naderingsgebied (TMA) van Schiphol in het conflictonderzoek in te passen. Door middel van simulaties werd nagegaan wat het effect van het gebruik van andere dan de nu toegepaste tijdbuffers is op de efficiency van de conflictdetectie-programmatuur.

De mogelijke toeneming van de capaciteit van luchthavens door regulering van het verkeersaanbod werd bestudeerd.

De SATCO-vliegplangegevens werden ten behoeve van de statistiek van het luchtverkeer op de gebruikelijke wijze verwerkt; de 'vertragingstabellen' en de statistiektabellen werden maandelijks aan de RLD verschaft.

Een groot aantal werkzaamheden werd verricht ten behoeve van de evaluatie van TAR 3. Onder andere werd assistentie gegeven bij de operationele keuring van TAR 3, de tracking-programmatuur, aan het opstellen van gedifferentieerde prioriteitsregels voor de associatie tussen tracks en plots, en de evaluatie en inbedrijfstelling van TAR 3.

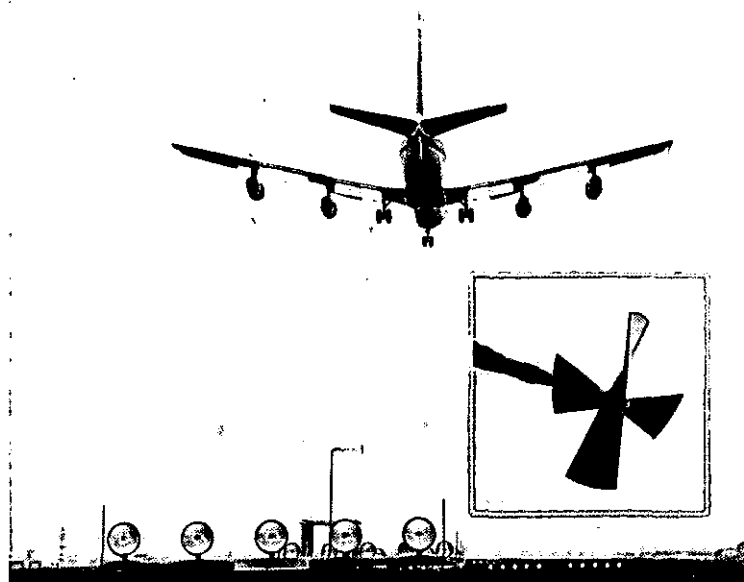
Tevens werd onderzoek verricht betreffende uitbreiding en vervanging van het huidige SARP-systeem. Een functionele analyse van het SARP-systeem werd gemaakt.

De detectiekans van de primaire radar van het lange-afstandsradarstation (LAR) te Herwijnen werd onderzocht op langere en kortere afstanden. Tevens werd met behulp van Eurocontrol-metingen de relatieve nauwkeurigheid van de primaire en secundaire positie-informatie van de LAR onderzocht.

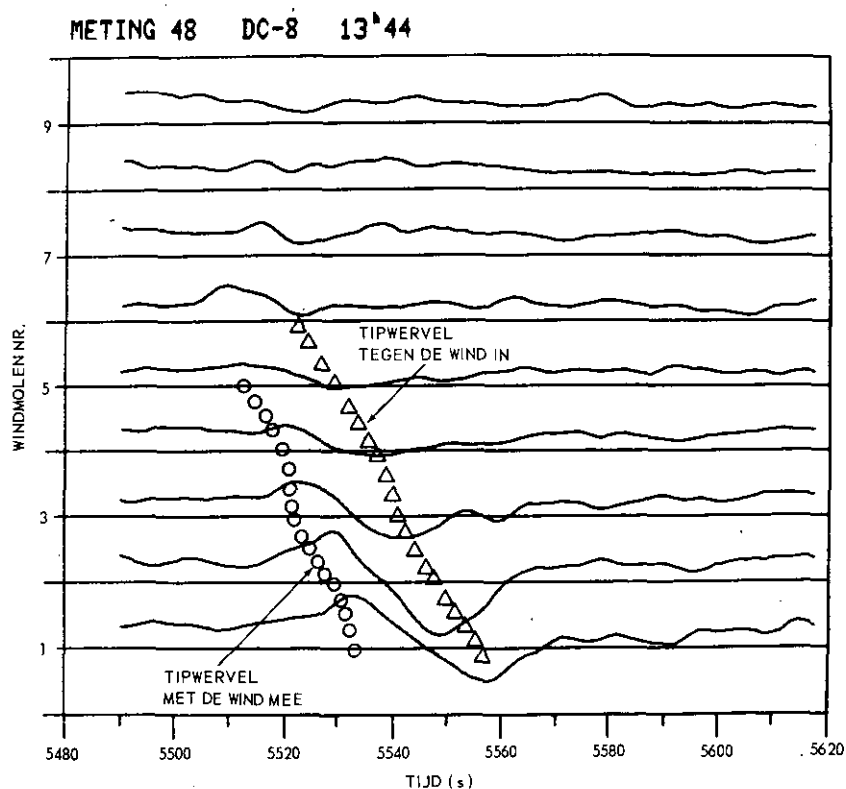
Voor Eurocontrol werden naderingen naar de luchthaven Frankfurt met een F28-vliegtuig gesimuleerd, met verschillende dalprofielen vanaf kruishoogte.

In het kader van de medewerking aan de North Atlantic Systems Planning Group (NAT/SPG) werd een mathematische studie verricht over het toekennen van gewichtsfactoren aan verschillende typen navigatiefouten bij het beoordelen of aan 'Minimum Navigation Performance Specifications' (MNPS) wordt voldaan.

De Experimentele Vortex Analysator voor het waarnemen van tipwervels werd op Schiphol opgesteld langs baan 06. Een gedeelte van de overnamebeproeving werd verricht. Een meetprogramma werd uitgevoerd, mede om het samenspel van wind- en vortexmeters in de praktijk te beproeven. Het geluidsniveau van een aantal vliegtuigen werd gemeten, om na te gaan of de meetapparatuur automatisch gestart kan worden met behulp van geluid.



Systeem voor het waarnemen van dwarswindvariati s ten gevolge van de tipwervels van landende vliegtuigen. De sensoren zijn 9 windmolentjes, opgesteld voor de drempel van baan 06 te Schiphol.
 System for the detection of cross-wind variations caused by tip vortices of landing aircraft. The sensors are 9 windmills, placed near the threshold of runway 06 at Schiphol Airport.



Grafische presentatie van de signalen van de 9 windmolentjes nadat even tevoren een DC-8 is gepasseerd. Uit de waargenomen dwarswindvariati s als functie van de tijd kan met behulp van de Experimentele Vortex Analysator (een computerprogramma) worden bepaald of er gevaarlijke tipwervels boven de baan blijven hangen. De cirkels en driehoeken geven het verloop van de positie van beide tipwervels.
 Graphical representation of the output signals of 9 windmills just after a DC-8 passed by. From the detected cross-wind variations as a function of time, it is determined with the aid of the Experimental Vortex Analyzer (a computer program) whether dangerous tip vortices remain above the runway. The circles and triangles indicate the position of both tip vortices.

Diverse meetvluchten werden uitgevoerd met het Queen Air laboratoriumvliegtuig teneinde de naderings- en baanverlichting van ILS-banen in Nederland periodiek te controleren.

In het kader van het eigen speurwerk werden nieuwe ontwikkelingen in de luchtverkeersbeveiliging bestudeerd. Een F28-prestatie-model werd opgesteld ten behoeve van de ontwikkeling van een vliegbaangenerator voor ATC-simulatiedoel-einden. De toepassingsmogelijkheden van Kalman-filters in nieuwe tracking-methoden in luchtverkeersleidingssystemen werden bestudeerd.

De structuur van vliegbanen met zowel minimale lengte als maximale gemiddelde kromming werd bestudeerd voor gegeven begin- en eindvoorwaarden met behulp van variatierkening.

Vluchtnabootsing

Gewerkt werd aan het opstellen van de aërodynamische modellen van de B747 en DC9-30 vliegtuigen. Het nieuwe digitale turbulentie-model werd voor een groot gebied van vluchtcondities en instelparameters geanalyseerd. Een model werd opgesteld voor het op een 'head-up display' elektronisch genereren van een patroon van start- en landingsbanen met informatie over stand- en vliegbaanvector. Een simulatiemodel voor gelineariseerde bewegingsvergelijkingen werd opgesteld in verband met specifieke onderzoeken.

Medewerking werd verleend aan het opstellen van een AGARD-rapport over de dynamische eigenschappen van bewegingsmechanismen van vluchtnabootsers.

In het kader van het onderzoek naar de getrouwheid van de simulatie van de werkelijkheid in trainingsvluchtnabootsers werden vergaderingen bijgewoond van de AGARD AMP/FMP Werkgroep 10.

Verwerking van de resultaten van vliegproeven

Na zorgvuldige evaluatie van een aantal offertes werd als nieuwe DVSV-computer een MODCOMP Classic-7870 computer aangeschaft. Begonnen werd met de koppeling van de Classic met het NLR-computernetwerk.

Nadat het apparaatbestand was opgezet werd een aantal door de gebruikers gewenste opties en uitbreidingen in de begeleidende programmatuur aangebracht. Programmatuur voor de validatie van de ijkingen werd geschreven en getest. Bovendien werd een interface ontwikkeld tussen het nieuwe ijkingenbestand en het bestaande vliegproevenprogramma, waardoor testen onder gesimuleerde operationele omstandigheden mogelijk is. Veel aandacht werd besteed aan de documentatie van de database-programmatuur.

Ten behoeve van de conversie en verwerking van gedigitaliseerde SLAR-data werd programmatuur ontwikkeld.

2.3 CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

Werkzaamheden ten behoeve van ontwikkelingsprojecten

De werkzaamheden voor het F29-project van Fokker werden, in opdracht van het NIVR en in samenwerking met Fokker en gedeeltelijk in samenwerking met de Afdeling der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TH Delft, met kracht voortgezet. Het vermoeiingsgedrag bij vluchtsimulatie van de aluminium plaatlegeringen 2024-T3 en 7475-T761 werd bepaald onder standaardbelasting (TWIST); tevens werden constante-amplitude vermoeiingsproeven uitgevoerd op de smeedlegeringen 7075-T73 en 7050-T736. Een serie menglaminaaten: 2024-T3/koolstof-epoxy, 7475-T761/koolstof-epoxy en Ti-6Al-4V/koolstof-epoxy (ca. 40% gewichtsbesparing t.o.v. 2024-T3) werd beproefd in laboratoriumlucht.

Het onderzoek aan drukhuiden spitste zich toe op het gedrag van panelen, voorzien van Z-verstijvers. Met de computerprogramma's STAGS en BUCLASP kon het waargenomen gedrag van deze panelen bij globale knik goed worden beschreven. De geometrie van de Z-verstijvers blijkt de draagkracht van de panelen belangrijk te beïnvloeden. Uit beproevingen en begeleidende STAGS-berekeningen bleek dat gelijkde panelen een hogere kniksterkte vertonen dan geklonken panelen. In het STAGS-programma worden wijzigingen aangebracht om de oplosprocedure te versnellen.

In het onderzoek aan trekhuiden werd veel aandacht besteed aan de verbetering van de vermoeiingseigenschappen van de huid/verstijver-verbinding. Daartoe werden op verschillende uitvoeringen hiervan vermoeiingsproeven verricht. Tevens werden de vermoeiingseigenschappen van zogenaamde haarnetconstructies (een combinatie van huidplaatverster-

kingen bij rib-aansluiting met strippen onder de verstijvers) onder constante-amplitude belasting bepaald. Deze onderzoeken worden voortgezet. Omdat verwacht wordt dat niet op alle plaatsen in de vleugelconstructie de verstijvers aan de huid gelijmd kunnen worden, werd de invloed van klinken van de verstijvers (i.p.v. lijmen) op de reststerkte nagegaan. Hierbij wordt het NLR-computerprogramma ARREST gebruikt. Met behulp van het computerprogramma BOND werd de reststerkte van geheel gelijmd panelen met 2024- en 7075-verstijvers berekend voor verschillende typen van schade. Uitgaande van het programma BOND werd een nieuw computerprogramma (CRAPRO) ontwikkeld voor de berekening van de scheurgroei in de huid van een verstijfd paneel met gelijmd verstijvers onder constante-amplitude belasting.

Uit vergelijking van berekeningsresultaten met meetresultaten bleek dat de eindige-elementenmethode toepasbaar is voor de analyse van spanningsvelden in een vleugelonderhuid, indien de flexibiliteit van de luikverbindingen in rekening wordt gebracht. Begonnen werd met een onderzoek van de toepasbaarheid van deze methode voor de berekening van spanningsintensiteitsfactoren bij scheuren in onderhuidpanelen. Nadat gebleken was dat het oprekken van gaten soms een aanzienlijke verlenging van de vermoeiingslevensduur ten gevolge heeft, is een rapport opgesteld over de andere mogelijke gevolgen van het oprekken; een aantal negatieve gevolgen wordt onderzocht. Getracht wordt een theoretisch model op te stellen voor het oprekken van gaten, om tot uitspraken over de toepasbaarheid ervan te komen.

Een aantal werkzaamheden vond plaats in het kader van de toepassing van composietmaterialen in primaire en secundaire constructies. Onder meer wordt nagegaan of composietmaterialen kunnen worden toegepast in de drukpanelen van een stabilo. Daartoe wordt een proevenprogramma uitgevoerd met panelen, voorzien van hoedverstijvers, en sandwichpanelen, waarbij eerst de afzonderlijke componenten worden beproefd en vervolgens de volledige panelen. In 1979 werd een serie proeven op hoedverstijvers uitgevoerd en een voorbereidende serie proeven op plaatstrips. In verband met theoretisch onderzoek van de knikeigenschappen werden twee computerprogramma's geïmplementeerd. Van de DFVLR werd het computerprogramma BEOS verkregen, waarmee kniklasten van parallellogramvormige, lichtgekrumde sandwichpanelen kunnen worden berekend. Van de NASA ontving het NLR het programma BUCLAP, waarmee voor een oneindig lange plaatstrip de invloed van gecombineerde belastingscomponenten op de kniklast van anisotrope laminaten kan worden berekend.

Belastingen op vliegtuigen

Bij het onderzoek van de vliegtuigresponsie op niet-stationaire remous, in opdracht van het NIVR, werd verder gewerkt aan het toepasbaar maken van de Power Spectral Density (PSD) methode voor vliegtuigen met niet-lineair responsiegedrag. Om deze rekenmethode te toetsen werden met behulp van een analoge computer metingen verricht aan een eenvoudige niet-lineaire vliegtuigmodel.

In opdracht van de KLM en de RLD werd voortgegaan met het verzamelen van gegevens over vliegtuigbelastingen door de desbetreffende AIDS-gegevens van B747- en B747-combi-vliegtuigen van de KSSU op te slaan in de AIDS-database en te evalueren. Onder meer werden met behulp van het computerprogramma ANALY selecties gemaakt van groepen vluchten uit de AIDS-database en onderling vergeleken.

In opdracht van het NIVR en de RLD werd het onderzoek naar de invloed van spectrumveranderingen op de vermoeiingslevensduur voortgezet met scheurgroeioproeven op eenvoudige gekerfde proefstukken van Alclad 2024-T3 plaatmateriaal, waarbij werd uitgegaan van het F27-spectrum als referentiebasis. Tevens werden levensduurproeven uitgevoerd op uit 2024- en 7075-plaatmateriaal vervaardigde klinkproefstukken.

De methoden ter bepaling van de vermoeiingslevensduur van helikopteronderdelen, zoals die momenteel door helikopterfabrikanten worden toegepast, werden in opdracht van de RLD bestudeerd.

Statische sterkte en stijfheid van constructies

Een aantal nieuwe methoden voor vervormingsonderzoek werd onderzocht, onder meer op de toepasbaarheid, nauwkeurigheid, snelheid en mogelijkheid tot automatiseren ervan. De foto-elastische lagenmethode, de moiré-methode, de laser-rastermethode en de laser-spikkelmethode bleken de beste vooruitzichten te bieden.

Bij het onderzoek naar de scheurgroei en de breukcriteria voor dunne plaat bleek het

criterium gebaseerd op constante scheuropeningshoek goed bruikbaar. Gezien het feit dat deze methode zeer rekenintensief is, werd gezocht naar relatief eenvoudige analytische modellen voor beschrijving van het vervormingsveld bij een scheurtip. Modellen van Wnuk en van Rice en Sorensen werden bestudeerd. Evaluatie van deze modellen m.b.v. meetresultaten van de DFVLR vindt plaats. Met een analytisch model werd de energiedissipatie bij stabiel optredende scheuren berekend uit experimentele scheurgroeigegevens, met goede resultaten. Geconcludeerd werd dat een scheurgroecriterium gebaseerd op de energiedissipatie niet bruikbaar zou zijn, vanwege de geometrieafhankelijkheid van de energiedissipatie.

In het kader van de samenwerking met het RAE en de DFVLR werden besprekingen gehouden om tot een Europese standaard voor de bepaling van R-curven te komen. Tevens werd een rekenmodel geformuleerd voor de beschrijving van het knikgedrag van een op trek belaste strip met centrale scheur; met het computerprogramma STAGS werd één configuratie berekend. Een proef werd voorbereid ter evaluatie van dit model.

In opdracht van het NIVR werd getracht de eerder ontwikkelde voorspellingsmethode voor driedimensionale vlakke scheurgroei toe te passen op een beslagooeg met een belast gat. Terwijl goede resultaten werden bereikt voor een dikke plaat met oppervlaktescheur, werd voor een beslagooeg de vereiste nauwkeurigheid nog niet bereikt. De methode wordt daarom verbeterd.

Een bijdrage aan een AGARDograph over 'Practical Application of Fracture Mechanics' in de vorm van een hoofdstuk over 'Built-up Structures' kwam gereed.

Materiaaleigenschappen

Nadat een proefopstelling voor het uitvoeren van z.g. Jominy-proeven was gereedgekomen, werd volgens deze methode de invloed van de afschriksnelheid op de sterkte-eigenschappen van de aluminiumlegeringen 2024 en 7075 nagegaan. Na het afschrikken werden de behandelde staven verouderd; vervolgens werd het hardheidsverloop over de lengte van de staven (ook een maat voor de sterkte) bepaald.

De onderzoeken, in opdracht van het NIVR, naar de technische eigenschappen van vier Al-Zn-Mg-Cu-smeedlegeringen en van 7010-plaatmateriaal werden afgerond. Metingen aan de dikke-plaatlegering 7050-T73651 werden voorbereid.

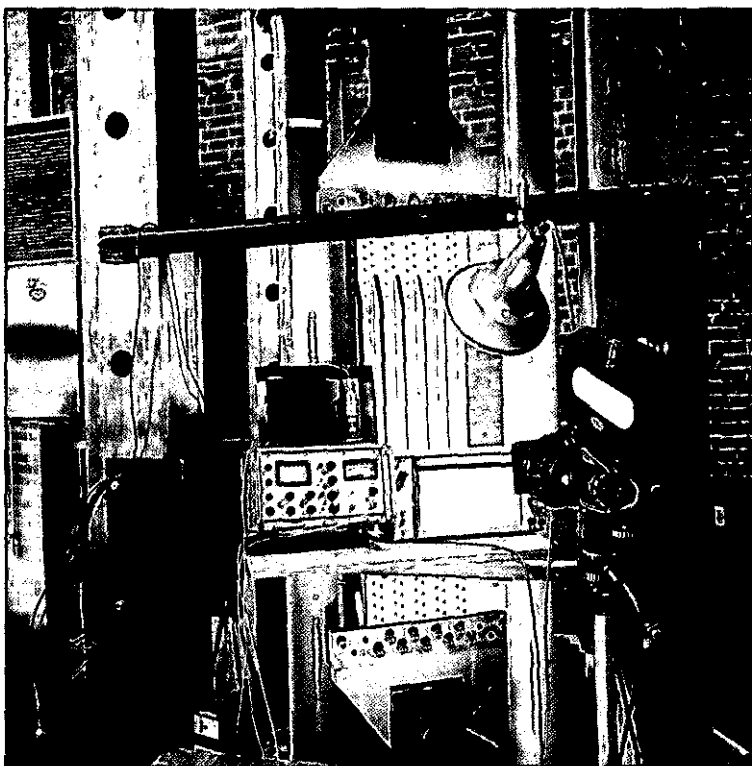
Eveneens in opdracht van het NIVR werd het onderzoek van de reststerkte en vermoeiingseigenschappen van koolstofcomposietmaterialen voortgezet. De vermoeiingseigenschappen van ($0^\circ, 90^\circ$) laminaten, opgebouwd uit weefsel, werden vergeleken met die van uit unidirectionele lagen opgebouwde laminaten. Het onderzoek naar de invloed van inslag schade op de vermoeiings- en reststerkte-eigenschappen van sandwichpanelen met Nomex honingraat en koolstof/epoxy huidpanelen werd voortgezet; vermoeiingsproeven werden voorbereid. Tevens werd onderzocht in hoeverre vocht opname de sterkte van 90° koolstof/epoxy-laminaten nadelig beïnvloedt (de sterkte van deze laminaten wordt bepaald door de harseigenschappen).

De reststerkte- en vermoeiingseigenschappen van koolstof/epoxy-laminaten met dekplaten van Kevlar-weefsel werden onderzocht in verschillende milieus. De reststerkte bleek onafhankelijk van het milieu. Tevens werd een vergelijkend vermoeiingsonderzoek uitgevoerd aan gekerfde en onkerfde menglaminaten.

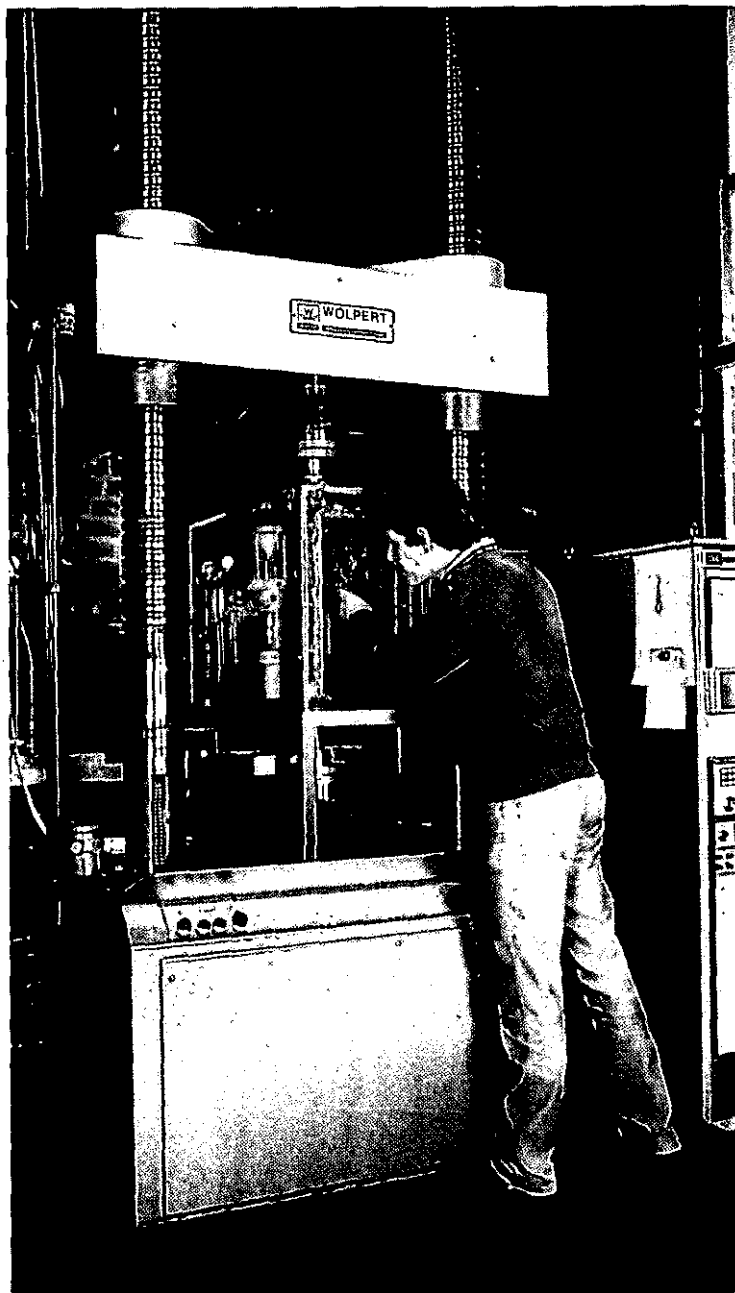
Teneinde breukmechanica beter te kunnen toepassen bij de beproeving en de sterkteberekening van lijmnaden, zijn verouderingsproeven uitgevoerd op een aantal proefstukken met dezelfde voorbehandeling en lijmcyclus. Getracht werd de invloed van de lijmmaadeigenschappen op de compliantie met behulp van een sterktemodel te verklaren. Naar aanleiding van een literatuuronderzoek werd een voorstel opgesteld voor twee niet-lineaire lijmmodellen.

Vermoeiing

In het kader van de samenwerking met de DFVLR op het gebied van het voorspellen van de vermoeiingslevensduur op basis van de Neuber-regel, werden de resultaten van numerieke voorspellingen (door de DFVLR) van de scheurinitiatielevensduren van geanodiseerde en ongeanodiseerde proefstukken vergeleken met resultaten van NLR- en DFVLR-proeven. Voor geanodiseerde proefstukken klopte de voorspelling met de uitkomst van NLR-experimenten; de voorspelling voor ongeanodiseerde proefstukken lag belangrijk hoger dan de experimentele waarde. Tijdens een AGARD-SMP Meeting werden de resultaten van deze methode geanalyseerd.



Metingen van de resterende sterkte van een vleugelpaneel, bestaande uit een huidplaat met verstijvers. Dit proefstuk is voorzien van een centraal gelegen vermoeiingsscheur. De metingen dienen ter verificatie van voorspellingen die worden gedaan met behulp van NLR-computerprogramma's: BOND voor gelijmde panelen of ARREST voor geklonken panelen. *Tensile test on a stiffened wing skin panel. A slit is made in the central part of the panel. From the slit a fatigue crack is grown. The residual strength of the panel is measured in order to verify predictions obtained with the aid of NLR computer programs: BOND for adhesive-bonded panels or ARREST for riveted panels.*



In het kader van een AGARD-samenwerkingsprogramma ter verbetering van bestrijdingsmiddelen tegen corrosievermoeiing, werden vluchtsimulatie belastingsproeven uitgevoerd met de WAMS servohydraulische vermoeiingsmachine (capaciteit 900 kN). Het proefstuk is omgeven door een kabinet waarin een zoutnevel wordt opgewekt. *In the framework of the AGARD Corrosion Fatigue Cooperative Testing Programme, protective schemes are being evaluated by means of corrosion fatigue tests using flight simulation loading. The machine shown is the WAMS servohydraulic fatigue machine (capacity 900 kN). The specimen is enclosed in a salt spray cabinet.*

In opdracht van het NIVR werden voorbereidingen getroffen om de vermoeiingsscheur-groeiweerstand van gelijmde metalen laminaten te vergelijken met die van massieve platen van de aluminiumlegeringen 7010 en 7050.

Het onderzoek naar de invloed van fabricage-, verbindings- en reparatietechnieken en de omgevingsinvloed op de vermoeiingslevensduur van aluminium proefstukken werd voortgezet. Met constante-amplitude vermoeiingsproeven werd de invloed van anodiseren nagegaan, en werd onderzocht onder welke omstandigheden het losspellen van lijmnaden optreedt. Enkele scheurstopmethoden werden op hun effect onderzocht.

Eveneens in opdracht van het NIVR werd onderzoek uitgevoerd ter verbetering van beschermingsmiddelen tegen corrosievermoeiing, vooral voor aluminiumlegeringen. In het kader van een AGARD-samenwerkingsprogramma werd een handleiding opgesteld voor het op identieke wijze beproeven van een groot aantal identieke proefstukken in tien laboratoria. De beproevingsomstandigheden werden gedefinieerd. '1 1/2-dogbone' proefstukken uit 2024-T3 plaatmateriaal werden vervaardigd en bij Fokker voorzien van beschermende lagen volgens de Fokker-praktijknormen. Het beproevingsprogramma wordt mede in samenwerking met de Afdeling der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TH Delft uitgevoerd. Een aantal rekenmethoden voor het voorspellen van scheurgroeisnelheden onder praktijkbelasting werd verder onderzocht. De meeste methoden blijken gebrekkig doordat geen rekening wordt gehouden met scheursluiting maar alleen met scheurgroei- en vertraging door plastische deformatie vóór de scheurtip. Een NLR-scheurgroei-rekenprogramma, dat rekening houdt met plasticiteit zowel vóór de scheurtip als in het zog van de scheur en waarin een nieuw analytisch scheursluitingsmodel wordt gebruikt, geeft echter wel goede resultaten. Dit is met name het geval voor het effect van de spectrumvariaties van het F27-spectrumbelastingsprogramma op de levensduur van een centraal gekerfd plaatproefstuk van de aluminiumlegering 7075-T6. Ook voor Alclad 2024-T3 materiaal bleken de voorspellingen veelbelovend. Deze onderzoeken worden voortgezet.

Corrosie, spanningscorrosie
en waterstofbroosheid

Teneinde bijdragen te leveren aan de bestrijding van vliegtuigcorrosie werd een aantal handboeken van vliegtuiggebruikers en fabrikanten over corrosiebestrijding en -preventie bestudeerd en geëvalueerd. Ook werd informatie ingewonnen bij buitenlandse laboratoria en bij industrieën.

In opdracht van het NIVR werd getracht de beproevingscondities te standaardiseren voor onderzoek van de weerstand van materialen tegen spanningscorrosiescheurgroei en -initiatie. Daartoe werd onderzocht welke factoren de spanningscorrosielevensduur beïnvloeden (oppervlaktebehandeling, chromaattoevoeging e.d.).

Onderzoek werd verricht aan turbinecoatings van de F-100 straalmotor. Diverse coatings werden op samenstelling en structuur geanalyseerd.

2.4 RUIMTEVAART

Werkzaamheden
ten behoeve van
internationale projecten

In opdracht van de ESA werden door het NLR de volgende werkzaamheden uitgevoerd. Ter voorbereiding van de dynamische beproeving van het standregelsysteem van de EXOSAT-satelliet op de enkelassige simulatietafel (SAT) werd getracht het stoorkoppel van de SAT zo laag mogelijk te maken. Het ontwerp van de interface tussen de PACER-computer en de te beproeven apparatuur werd herzien. Een prototype van de koppelmotor, voor de simulatie van de op de satelliet werkende stuur- en stoorkoppels, werd beproefd. Het principe van de te bouwen stersimulator werd in een experimentele opstelling met succes onderzocht.

De algoritmen voor de bepaling van de beginstand van een satelliet uit de meetgegevens van de ESA-starmapper werden geprogrammeerd en vervolgens met behulp van numerieke simulaties beproefd op nauwkeurigheid. De algoritmen voldeden aan de verwachtingen. Met het in opzet eenvoudige algoritme kan de gemiddelde satellietstand voldoende nauwkeurig worden berekend.

Ter bepaling van de ruis van gyroscopen werd een groot aantal eerder verzamelde meetresultaten statistisch geanalyseerd m.b.v. de CYBER en verwerkt tot grafieken en tabellen voor verdere analyse.

In het kader van de studie van het toepassen van elementenmethoden voor berekeningen betreffende scheuren in satellietconstructies werden diverse experimenten verricht, teneinde de gekozen procedures voor het bepalen van spanningsintensiteitsfactoren te kunnen evalueren. Voor verschillende proefstukken die representatief zijn voor scheurgevoelige constructie-elementen van Spacelab werden de scheurgroeisnelheid en de resterende sterkte gemeten. Vervolgens werden de spanningsintensiteitsfactoren voor beide typen proefstukken berekend en vergeleken met de experimentele resultaten. Een gebruikershandboek voor de toepassing van elementenmethoden bij het onderzoek van scheuren werd opgesteld en aangepast aan de wensen van ESTEC.

Werkzaamheden ten behoeve van nationale projecten

De werkzaamheden voor de Nederlandse Infrarood Astronomische Satelliet IRAS werden voortgezet. De On-Board Software is, evenals de documentatie ervoor, vrijwel gereed. Het deel van de standregelprogramma's dat in het 'Read-Only Memory' is opgeslagen werd beproefd; enige verbeteringen bleken noodzakelijk. De standregelprogramma's die in het 'Random-Access Memory' zijn opgeslagen, werden eveneens beproefd. Op de luchtgelagerde draaitafel bij het NLR werd het standregelsysteem aan een serie beproevingen onderworpen. Na enkele verbeteringen aan de 'Ground Check-out Equipment' wordt dit systeem gebruikt bij integratie en tests van het elektrische model van de IRAS; het systeem bleek te voldoen aan de gestelde eisen. Met de implementatie van het systeem voor de IRAS Grondoperaties op de computers van het Engelse vluchtleidingscentrum werd begonnen. Voor deze software werd een testplan opgesteld. In de ruimtekamer werden thermische-vacuümproeven verricht aan het prototype van de IRAS-antennes en aan een aantal magneetspoelen.

Als sub-contractant van Fokker werd door het NLR begonnen met een feasibility studie voor een mogelijke wetenschappelijke satelliet, de 'Timing and Imaging of X-ray Transients Explorer' (TIXTE), met name wat de dataverwerking en de grondoperaties betreft. Voorts werd in opdracht van het NIVR medewerking verleend aan de studie 'Tropical Earth Resources Satellite' (TERS). Ook werd deelgenomen aan een Workshop voor de TERS in Indonesië. (Voor verdere details wordt verwezen naar de paragraaf over 'remote sensing'.)

Spacelab-experiment

Omdat de eerste Spacelab-vlucht werd uitgesteld, werden de werkzaamheden in het kader van het onderzoek van het gedrag van vloeistoffen in gewichtloze toestand anders ingedeeld. In 1979 werd vooral aandacht besteed aan het modelleren van stromingspatronen met een wiskundige beschrijving, waarbij bleek dat het stromingsprobleem meer complicaties bezit dan oorspronkelijk relevant werd gedacht. Hieraan wordt verder gewerkt. De NLR-apparatuur die in Spacelab wordt aangebracht kwam gereed. Bij FIAT werden enige proeven met de apparatuur in de 'Fluid Physics Module' (FPM) uitgevoerd, waarbij het belichtingssysteem van de FPM niet ideaal bleek te functioneren. Met het Hunter laboratorium-vliegtuig werd nog een serie nul-g vluchten gemaakt.

Thermisch-vacuümonderzoek

De studies van warmtepijpen met variabele en met constante warmtegeleidingscapaciteit (respectievelijk VCHP en CCHP) werden voortgezet. Het theoretische model van de VCHP bleek te moeten worden verbeterd. Metingen werden verricht aan CCHP's, teneinde meer inzicht te verkrijgen in de eigenschappen van warmtepijpen en in de relevante parameters. Een nieuwe meetopstelling voor VCHP's werd ontworpen. De bouw van de vulinstallatie voor warmtepijpen werd ter hand genomen.

Onderzoek naar de gegevens over elektro-osmotische eigenschappen van vulvloeistoffen voor warmtepijpen leverde een aantal mogelijke vulvloeistoffen op. Aan de proeven over elektro-osmose werd begonnen.

Standregeling van ruimtevaartuigen

In het onderzoek naar de toepassing van filtertechnieken op de standbepaling van ruimtevaartuigen werd de beschrijving van het modulaire basisprogramma voor filterconstructie herzien. Een aantal bestaande programma's werd beschreven om ze aan het pakket te kunnen toevoegen. Voor de simulatie van een IRAS-achtige satelliet en voor het uitvoeren van numerieke simulaties werden programma's opgesteld en beschreven. In de literatuur werd de rol van martingalen bij optimale toestandschattingen bestudeerd. Het Kalman probleem en het Kalman Bucy probleem bleken op verschillende manieren te kunnen worden benaderd met behulp van martingalen. Als voorlopige conclusie kan worden gesteld

dat martingalen van nut zijn in die gevallen waarin de standgegevens met relatief lage frequentie beschikbaar dienen te zijn.

Het theoretische en numerieke onderzoek naar het gedrag van een eenassig roterend ruimtevaartuig, bestuurd d.m.v. een discrete LQG-regelwet, werd afgerond. De invloed van een aantal parameters (zoals meet- en systeemruis, gewichtsmatrices) op de stabiliteit van hoek en hoeksnelheid werd onderzocht. Resultaten van dit onderzoek werden toegepast bij de voorbereiding van de hardware simulaties op de luchtgelagerde draaitafel m.b.v. IRAS-componenten. Een verbeterde discrete regelwet werd geformuleerd. Een computerprogramma voor het beproeven van de ontworpen filter- en regelalgoritmen door middel van simulaties werd ontworpen en gedeeltelijk geïmplementeerd. De modellen van satellietdynamica, reactiewielen, gyro en sterresensor werden erin opgenomen.

Begonnen werd met voorbereidingen voor de meting en analyse van ruis in het afgegeven koppel van reactiewielen die als stuurorganen van ruimtevoertuigen dienst doen.

2.5 ONDERZOEKINGEN BETREFFENDE MILIEUBEHEER EN ENERGIEVOORZIENING

Milieuaspecten van het luchtverkeer (geluid)

In opdracht van de RLD werden een groot aantal onderzoeken verricht en metingen gedaan in het kader van de vermindering van de geluidshinder door vliegtuigen. Berekeningen werden uitgevoerd van de geluidsbelasting rond de vliegvelden Zestienhoven, Eelde, Schiphol, en Beek. Tellingen van vliegtuigbewegingen werden daartoe verricht voor Zestienhoven en Beek. Voor Zestienhoven werden berekeningen uitgevoerd van de mogelijke geluidsbelasting in 1985.

Met behulp van de door RADAS geregistreerde gegevens van TAR 2 en TAR 3 werden circa 2500 door de RLD geselecteerde vluchten verwerkt tot plots van grondpaden en hoogte- en snelheidsprofielen. Het rekenprogramma waarmee uit de RADAS-gegevens de vliegbanen worden berekend, werd aangepast voor berekening van vliegbanen van de luchthaven Rotterdam, en voor betere presentatie van het snelheidsverloop.

De door het RLD-geluidmeetnet geregistreerde geluidsniveaus werden op de gebruikelijke manier verwerkt tot maand- en kwartaalstaten en verstrekt aan de RLD. Een statistische analyse van de spreiding in deze geluidsgegevens werd uitgevoerd.

Ten behoeve van de zoneringwetgeving werd de tekst van het berekeningsvoorschrift voor het bepalen van de geluidsbelasting door vliegtuigen en de tekst van de toelichting erbij voltooid en naar de RLD gezonden. Tevens werd gewerkt aan het opstellen van de appendices (geluidsniveaus en hoogteprofielen). Een soortgelijk berekeningsvoorschrift zal worden opgesteld voor kleine vliegvelden; bijeenkomsten van de desbetreffende Begeleidingscommissie werden bijgewoond. Documentatie wordt opgesteld van de rekenprogramma's waarmee de geluidsbelasting door vliegtuigen wordt bepaald. Een rapport over de berekening van laterale geluidverzwakking — een onderdeel van de berekening van vliegtuig-geluid — werd ter beoordeling aan TPD TNO-TH toegezonden, en vervolgens in definitieve vorm naar de RLD gestuurd.

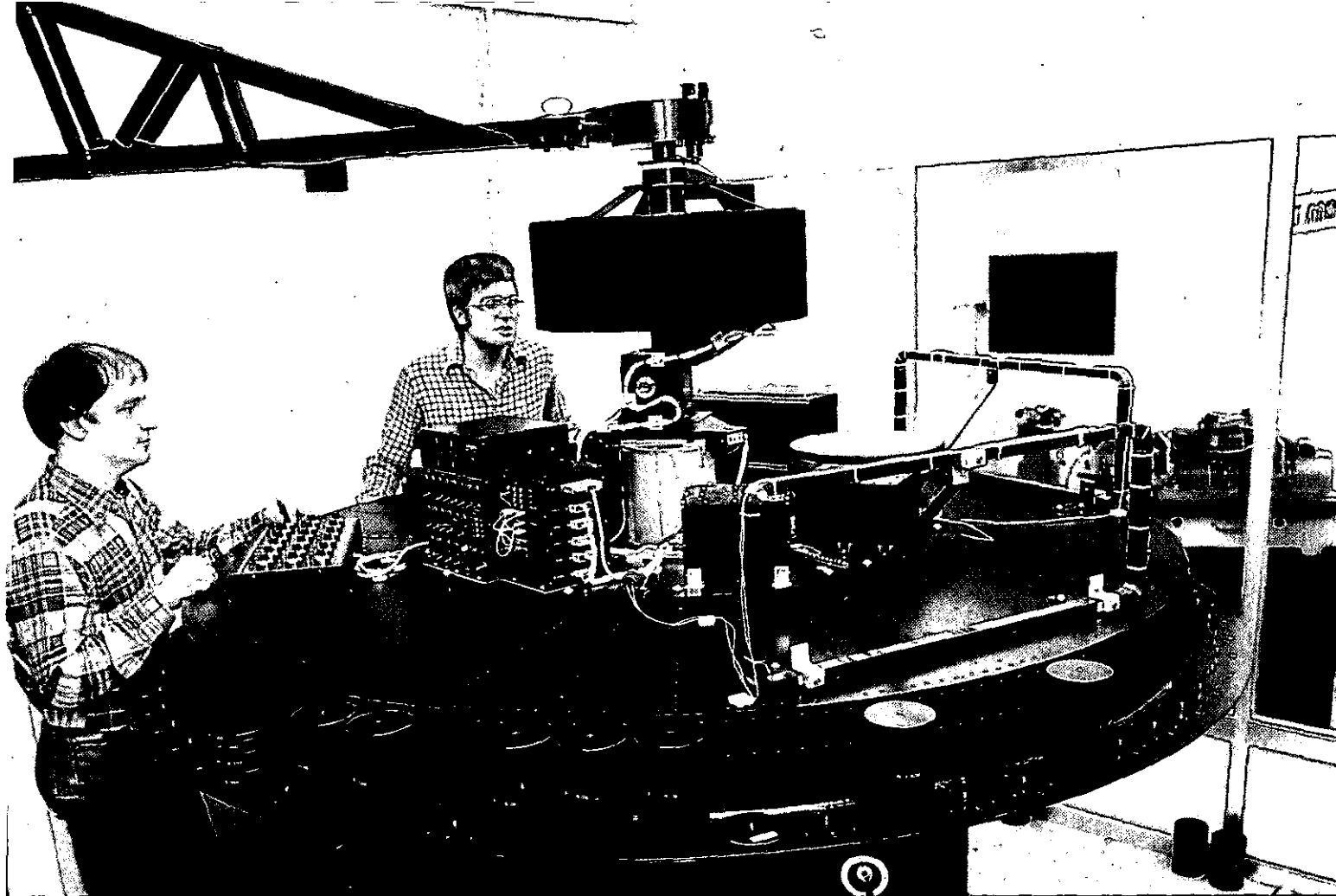
NLR-medewerkers woonden vergaderingen bij van de Stuurgroep 'Geluid toekomstige generaties vliegtuigen' en andere vergaderingen over dit onderwerp. Gewerkt werd aan het opstellen van 'noise footprints' van de Fokker F29 en de Airbus A310 en van andere toekomstige vliegtuigen.

Ten behoeve van het Structuurschema Burgerluchtvaartterreinen werd een groot aantal kaarten met geluidbelastingscontouren vervaardigd voor enkele luchthavens en voor huidige en toekomstige situaties. Nieuwe berekeningen werden gemaakt van de geluidbelasting rond Schiphol in 1985. De laterale spreiding in vliegbanen werd onderzocht.

Een globaal technisch ontwerp werd opgesteld voor het 'Flight Track and Aircraft Noise Monitoring System' (FANOMOS), waarmee niet alleen de vliegbanen maar ook de geluidsproductie van vliegtuigen kan worden bewaakt. Met het gedetailleerde technische ontwerp werd begonnen. Het 'request for proposal' aan computerfabrikanten werd voorbereid.

Remote sensing

Diverse infrarood- en radaropnamen werden gemaakt met behulp van de NLR-laboratorium-vliegtuigen. De in opdracht van de KEMA verrichte infraroodmetingen van de verspreiding van het koelwater van de Eemscentrale werden verwerkt en voor geometrische vertekening gecorrigeerd.

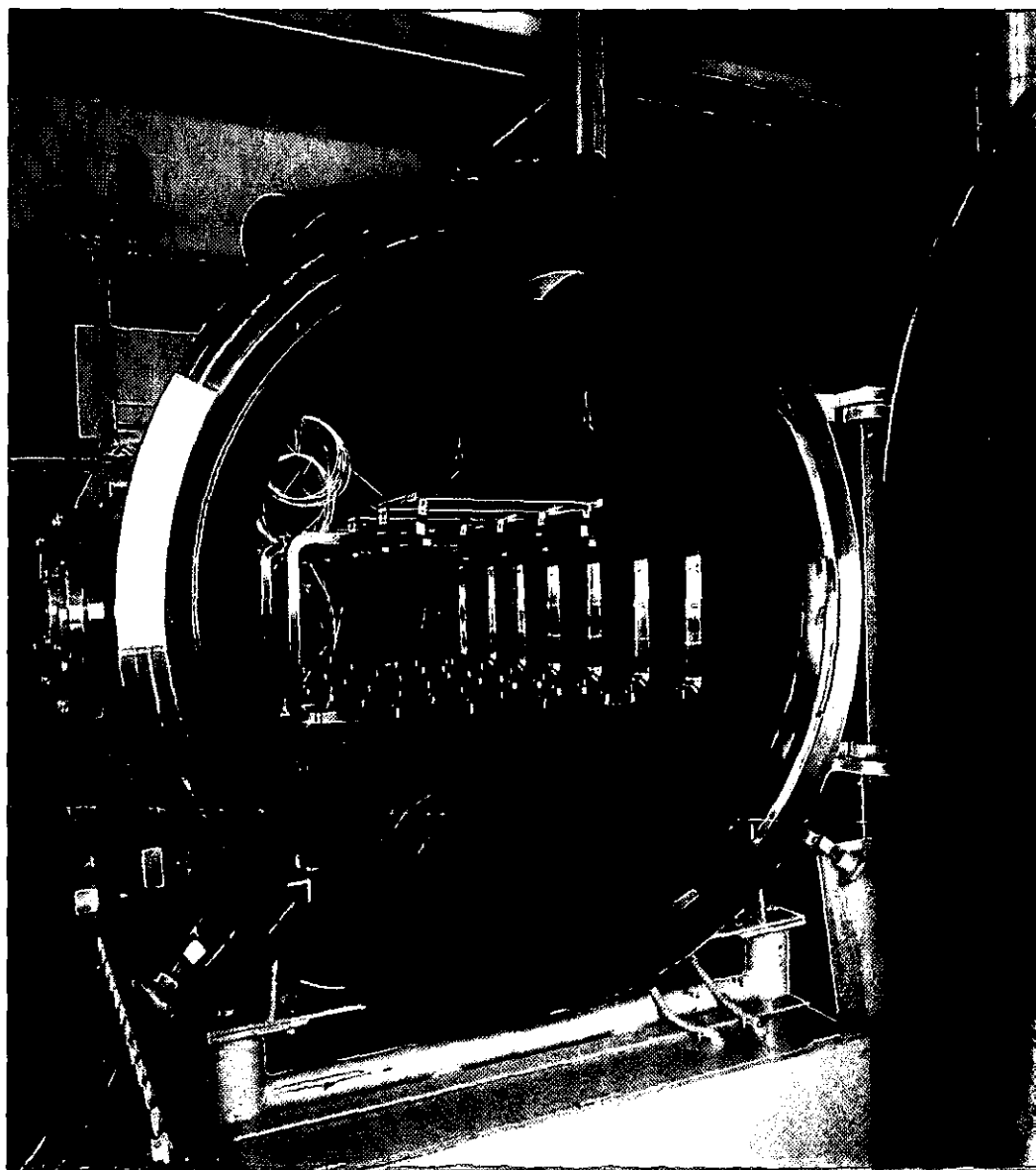


Op de éénassige luchtgelagerde simulatietafel werden proeven uitgevoerd om te controleren of de standregeling van de IRAS-satelliet aan de specificaties voldoet. Met de magneetspoelen (rechts op de tafel) kunnen koppels worden opgewekt in het aardmagnetisch veld, waarmee, indien nodig, het toerental van de reactiewielen kan worden verlaagd.

Experiments were performed with the single-axis air bearing table, in order to check whether the IRAS satellite attitude control system meets with the specifications. With the magnetic coils (right-hand side on the table) torques in the earth magnetic field can be created with which the rpm of the reaction wheels can be lowered, if necessary.

(Foto: Fokker-VFW)

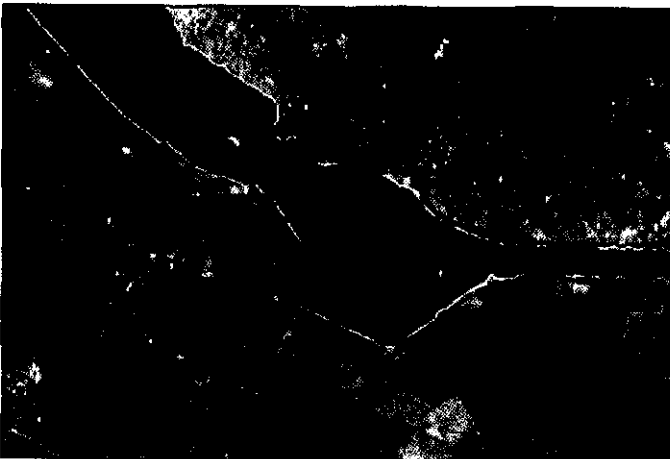
In de NLR ruimtesimulatiekamer werden magneetspoelen voor het IRAS-standregelsysteem onderworpen aan thermische-vacuümproeven. In the NLR vacuum chamber, magnetic coils belonging to the IRAS attitude control system were subjected to thermal vacuum tests. →





Landsat-opname van de Westelijke Waddenzee in 'gesimuleerde natuurlijke kleur'. Vanuit de specifieke reflectie, gemeten in de vier Landsat-meetkanalen in het groene t/m het nabije-infrarode deel van het spectrum, wordt, na correctie voor de storende atmosfeer, een kunstmatig blauw kanaal gegenereerd. Dit kanaal levert samen met het groene en het rode kanaal het getoonde beeld.

Landsat scene of the Western Waddensea area in 'simulated natural colour'. By means of the specific reflectance as measured in the near-infrared part of the spectrum, and after correction for atmospheric influence, a reflectance value in the blue part of the spectrum is generated. This blue band together with the green and the red band provide a colour composite in natural colours.



Antennegondel van de Side-Looking Airborne Radar (SLAR) onder het Metro II laboratoriumvliegtuig.

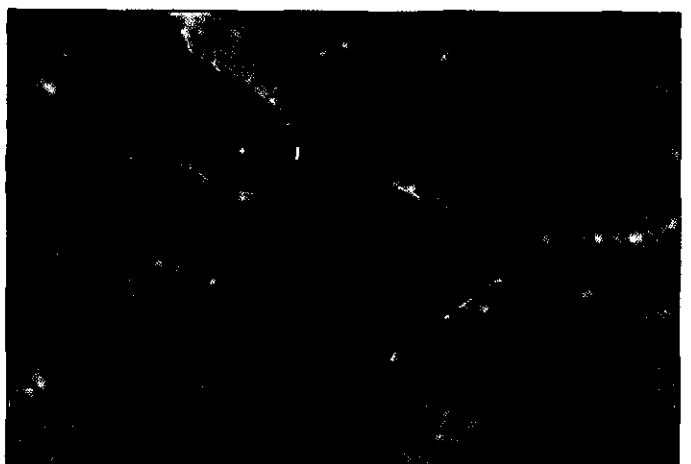
Antenna of the Side-Looking Airborne Radar (SLAR) mounted to the fuselage of the Metro II laboratory aircraft.

* * * *

Resultaat van het toepassen van datareductietechnieken op remote-sensing meetgegevens van een gebied van 12 km bij 19 km in de omgeving van Harderwijk. Voor de foto links werden de originele meetgegevens van de Landsat-satelliet gebruikt. De rechterfoto werd opgebouwd nadat het aantal meetgegevens met een factor 6 was gereduceerd met behulp van z.g. B-spline technieken. Uit de foto's blijkt dat bij toepassing van deze reductietechniek, die aanzienlijk kortere verwerkingstijden mogelijk maakt, het karakter van het totaalbeeld behouden blijft.

Result of applying a data-reduction algorithm on remote-sensing data of a 12 km x 19 km area near Harderwijk. Left: a picture composed directly from the original data obtained with the Landsat satellite. Right: a picture composed after reduction of the number of data with a factor of 6 using B-spline techniques. From the pictures it can be concluded that when this data-reduction algorithm, which allows appreciably faster data processing, is applied, the character of the overall picture is maintained.

(Foto's: ITC)



In opdracht van Rijkswaterstaat werden infrarood-meetvluchten gemaakt voor het bepalen van de nachtvorstgevoeligheid van de veenkolonies, en van de bodemgesteldheid te Westmaas en in de Flevopolder. Tevens werden SLAR-meetvluchten gemaakt in het kader van het RWS-project 'Noordwijk '79' ter bestudering van zeegolven, een onderdeel van het internationale project 'Maritime Remote Sensing Experiment Northsea'.

Op verzoek van het Ministerie van Economische Zaken werd, in samenwerking met TPD TNO-TH, een voorstel opgesteld voor het verrichten van een onderzoek naar de mogelijkheden de warmteverliezen uit gebouwen te meten met behulp van een thermische-infraroodscanner.

In opdracht van de 'Begeleidingscommissie Remote Sensing' (BCRS) werd nagegaan of een thermische-infraroodscanner kan worden toegepast voor het opsporen van oudheidkundige resten onder het maaiveld.

De nieuwe DECCA-SLAR werd, gekoppeld aan digitale registratieapparatuur, in de vlucht beproefd met zowel het Queen Air als het Metro II laboratoriumvliegtuig, en na enkele wijzigingen in gebruik genomen.

Teneinde tot nauwkeuriger positiebepaling te komen tijdens remote-sensing meetvluchten, werden proefvluchten gemaakt om een multi-DME systeem hiervoor te testen. De systeem-beschrijving, de resultaten van de proefvluchten en een gebruikershandleiding werden vastgelegd in een rapport.

Aan de ontwikkeling van een actieve multi-spectrale radiometer voor landbouwtoepassingen (een z.g. Heiligenschijnmeter) door TPD TNO-TH wordt meegewerkt door het Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO) en door het NLR.

Onderzocht werd of een bestaand video-systeem kan worden toegepast om in het zichtbare licht en in het nabije-infrarood opnamen te maken vanuit het Metro II laboratoriumvliegtuig.

In opdracht van de BCRS en het NIVR is begonnen met een studie van een 'Remote-Sensing Dataverwerkingssysteem' (RESEDA). Na inventarisatie van invoergegevens, bestaande dataverwerkingsmethoden, verwerkingsmogelijkheden in Nederland, Nederlandse gebruikers-eisen, en verkrijgbare verwerkingssystemen, zullen technische oplossingen met kostenaspecten worden voorgesteld. Een marktanalyse vond plaats van dataverwerkingssystemen, en onderzocht werd of het een 'stand-alone' systeem moet zijn of dat het geïmplementeerd kan worden op een computer bij RWS, bij de Landbouwhogeschool of bij het NLR. De met behulp van het Dataverwerkingsstation DIBIAS van de DFVLR verkregen, automatisch geclassificeerde Landsat-gegevens over Z. en O. Flevoland werden, in samenwerking met het CABO, kwantitatief geanalyseerd.

In opdracht van ESA werd het effect van een door MATRA ontwikkelde datareductiemethode die aan boord van satellieten gebruikt zou kunnen worden, onderzocht door zorgvuldige vergelijking van het classificatieresultaat op grond van de originele data, met het classificatieresultaat uit de ná datacompressie gereconstrueerde data. Over de resultaten werd gerapporteerd en verslag gedaan op een ESTEC-seminarium.

In opdracht van het NIVR wordt nagegaan of oppervlakte-B-spline technieken kunnen worden toegepast voor datacompressie.

Nadat het eindrapport over het 'low-cost ground station', (LOCUS) was voltooid en toegezonden aan het NIVR en de ESA, werd met HSA overlegd over enkele kostenaspecten van het integreren, testen en installeren van een dergelijk grondstation.

Door HSA werd een voorstel ingediend bij het KNMI voor het bouwen van een grondstation voor de ontvangst en verwerking van gegevens van weersatellieten. Het NLR zal in dit project verantwoordelijk zijn voor de gegevensverwerking.

Door het NIVR werd opdracht verleend medewerking te verlenen aan de voorbereiding van de Nederlands-Indonesische Workshop, om de mogelijkheden te onderzoeken van een 'Tropical Earth Resources Satellite' (TERS), en om in Indonesië aan deze Workshop deel te nemen. Inleidende studies werden verricht, onder meer betreffende satellietbaanselectie, vergelijking van satelliet en vliegtuig, invloed van variaties in zonnestand op de metingen,

hoeveelheid bewolking in Indonesië, en de mogelijkheid voor een passieve microgolfsensor. Een Indonesische delegatie bezocht het NLR om zich op de hoogte te stellen van de NLR-activiteiten op de gebieden van remote sensing en ruimtevaart. NLR-medewerkers namen deel aan werkgroepen, verzorgden presentaties van tussentijdse resultaten, en leverden bijdragen aan het eindrapport.

In opdracht van de ESA zette het NLR het werk als 'National Point of Contact' (NPOC) voor remote-sensing gegevens van ESA voort. Gegevens, afkomstig van Landsat en andere satellieten, werden verstrekt en potentiële gebruikers werden op de hoogte gesteld van de toepassingsmogelijkheden van deze gegevens.

De slotpresentaties van de fase-A studies voor de ESA van het 'Land Applications Satellite System' (LASS) en van het 'Coastal and Ocean Monitoring Satellite System' (COMSS) werden bijgewoond. Een evaluatie werd uitgevoerd van de gebruikersaspecten van het LASS-concept, waarbij door het NLR het commentaar t.a.v. optische sensoren en microgolfsensoren in de 'Payload Advisory Group' werd ingebracht.

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

Diverse opdrachten werden ontvangen voor onderzoeken 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, scheepsbouwloodsen, windgeneratoren, een elektrische centrale, een ziekenhuis, buitenzonwering, TV-camera's, luidsprekerhoorns, record-motorfietsen, en een woonwijk.

Tevens werd de LST 3x2 ter beschikking gesteld van een universiteit om de luchtweerstand op schaatsenrijders te kunnen bepalen, en werden windsnelheidsmetingen op volle schaal verricht in Lelystad. Oriënterende studies werden verricht van het verschijnsel lijndansen ('galloping') van geleiders tussen hoogspanningsmasten. Voorts werd onderzoek gedaan naar het trillingsgedrag van een brug bij Kampen en naar de statische en dynamische belastingen op een hangbrug over de Westerschelde.

Onderzoek naar aanvullende vormen van energie

In het verslagjaar werd de tweede fase van het Nationale Onderzoekprogramma Windenergie, dat onder leiding staat van het ECN, afgesloten. Tot de werkzaamheden in de tweede fase behoren rapportering over trillingsmetingen aan de 5 m verticale-as windturbineproefstand van Fokker, rapportering over de windtunnelmetingen en begeleidende prestatieberekeningen voor de horizontale-as windturbine, stabiliteitsberekeningen voor de 25 m horizontale-as windturbine, en windmetingen te Petten ten behoeve van de bouw van de 25 m horizontale-as windturbine aldaar. Tevens werden voorbereidende werkzaamheden verricht voor de derde fase (per 1-1-1980): een voorstel werd opgesteld voor door het NLR uit te voeren werkzaamheden in deze fase en aan het ECN toegezonden.

De AGARDograph no 243 'Fluid Dynamic Aspects of Wind Energy Conversion' is in druk verschenen.

In het kader van het Nederlandse onderzoek op het gebied van magnetohydrodynamica (MHD) woonde een NLR-medewerker de vergaderingen bij van de 'Stuurgroep Nederlands MHD-Project'.

2.6 TOEGEPASTE INFORMATICA

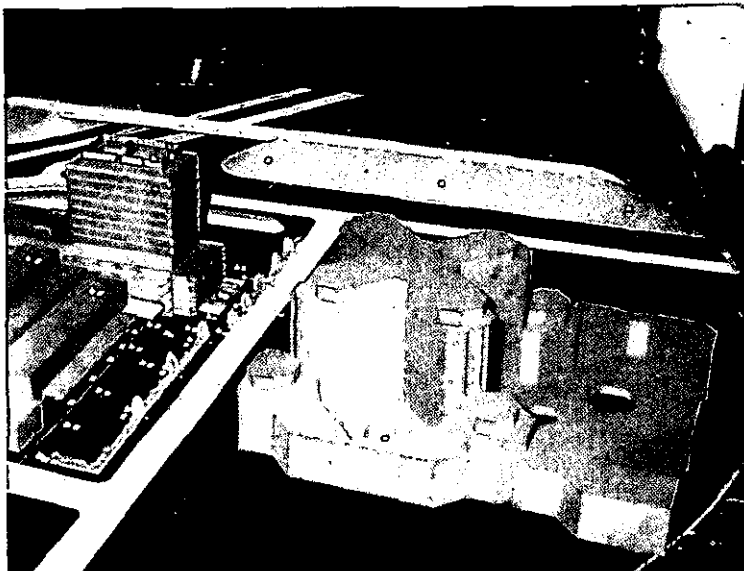
Opbouw informatiesystemen

Bij het onderzoek van technieken voor doelmatige ontwikkeling van informatiesystemen, werden de elementen die de kwaliteit bepalen gedefinieerd. Gewerkt werd aan het definiëren van meetbare grootheden voor deze elementen.

In opdracht van het NIVR werd verder gewerkt aan de studie van het kostenbeheer bij de ontwikkeling van informatieverwerkende systemen. De definities van kostenbepalende factoren en de structuur van de op te bouwen 'database' van deze kostenfactoren werden vastgelegd in een rapport.

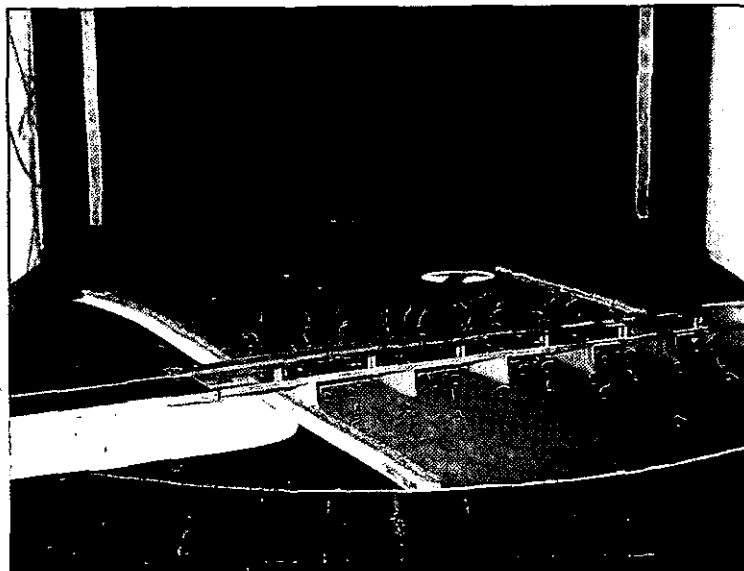
Ten behoeve van nieuwbouwprojecten van Shell en van Sythoff Pers te Rijswijk werd in de LST 2 x 1,2 windtunnelonderzoek verricht naar het windklimaat, de winddrukken en de rookverspreiding.

Models for neighbouring building projects were both investigated in the low-speed wind tunnel LST 2 x 1,2. Wind effects, wind pressures and smoke dispersion were measured.

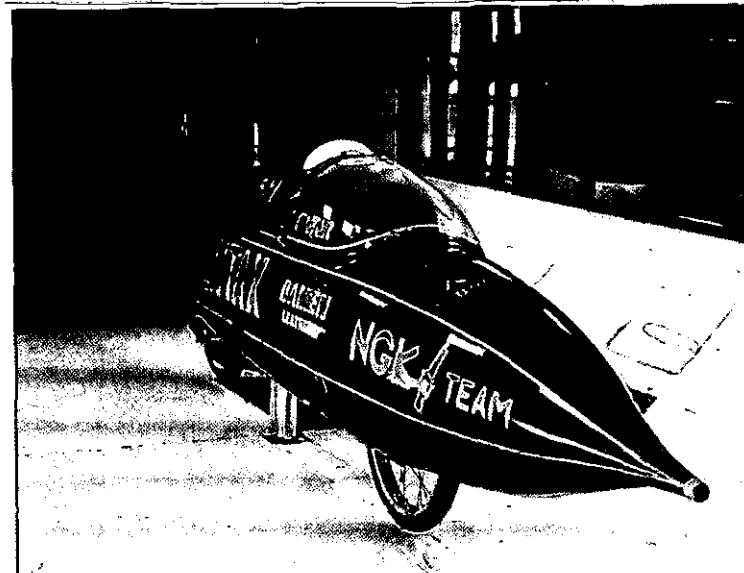


Voor de bestaande verkeersbrug over het IJ-meer bij Muiderberg (de z.g. Hollandse brug) en een daarnaast te bouwen spoorbrug voor de Almere-lijn werd, met het oog op de veiligheid van het scheepvaartverkeer, het bij de bruggen te verwachten windveld onderzocht in de LST 2 x 1,2. De invloed van de afstand tussen de bruggen op het windveld werd daarbij nagegaan. De draadjes geven informatie over de luchtstroming boven het wateroppervlak.

For a combination of two bridges: an existing bridge for road transport and a bridge under construction for rail transport, the wind field was measured in the low-speed wind tunnel LST 2 x 1,2, in order to enhance the shipping traffic safety. The influence of the distance between the bridges on the wind field was determined. The threads yield information on the air flow just above the water surface.



In de LST 3 x 2 werd de luchtweerstand van de hier afgebeelde NGK-motorfiets vergeleken met die van een motorfiets met gewijzigde vorm. Met de verbeterde machine hoopt men het wereldsnelheidsrecord voor 50 cc motorfietsen te verbeteren. *In the low-speed wind tunnel LST 3 x 2, the drag of an existing NGK motorcycle (shown) was compared with the drag of a motorcycle with modified shape. With the modified machine, attempts will be made to break the world speed record for 50 cc motorcycles.*



In het kader van het automatiseringsplan NLR en ter voorbereiding van de aanschaffing van een nieuwe centrale computer, werd een projectgroep opgericht. De gebruikersbehoeften werden geïnventariseerd, en het huidige gebruiksprofiel van de centrale CYBER-computer en de bijbehorende terminals werd bepaald. Ook werd het huidige werkaanbod geanalyseerd en geclassificeerd. De invloed van interactief werk op de doorvoercapaciteit van de CYBER-computer werd nagegaan.

Programmatuur

Een werkgroep werd ingesteld ter bestudering van de mogelijkheden van grafische hardware en software, vooral betreffende interactieve grafische systemen. De gebruikerseisen werden geïnventariseerd, onder meer door middel van een logboek, ingebouwd in het veel gebruikte controleprogramma voor de panelenmethode.

Begonnen werd met een functioneel ontwerp voor een commandotaal voor interactief computergebruik, die gericht is op de toepassingen van het NLR.

Toegepaste wiskunde

Met de DFVLR (Oberpfaffenhofen) werd programmatuur uitgewisseld voor het oplossen van niet-lineaire optimalisatie onder niet-lineaire nevenvoorwaarden.

Een computerprogramma werd gespecificeerd waarmee kan worden onderzocht of splinebenaderingstechnieken en parameter-optimalisatie toegepast kunnen worden bij planning van missies.

Een studie werd gemaakt van de eigenschappen van martingalen en van toepassingen ervan in de niet-lineaire schattingstheorie.

De invloed van de gebruikte schattingsmethode op de besturing van een satelliet werd nagegaan voor recursieve schattingsmethoden en klassieke schattingsmethoden.

In het kader van een stage van een student van de Rijksuniversiteit Groningen werd een Franse eindige-elementenmethode (Dassault) voor het berekenen van transsonen stromingen bestudeerd. Een computerprogramma werd geschreven om deze methode met de NLR-methoden te kunnen vergelijken.

Elektronika

In samenwerking met de TH Twente werd verder gewerkt aan het hardware digitaal filter. Het prototype werkt, maar enige verbetering is nog noodzakelijk. Ter ondersteuning van de programmering ervan werd een programmapakket opgesteld voor de NOVA 1220 mini-computer. Om het filter verder geschikt te maken voor algemeen gebruik, werd gewerkt aan de gebruikershandleiding en aan het vastleggen van de specificaties. De toepasbaarheid van het filter als 'spline-correlator' wordt onderzocht.

De serie microprocessorkaarten wordt met het vervaardigen van de IEEE-interfacekaart als voorlopig voltooid beschouwd (centrale-processorkaart, geheugenkaart, TTY-IO-kaart). Verdere toepassingsmogelijkheden worden onderzocht.

Een aantal testprocedures werd opgesteld voor milieutests (over EMI-, trillings-, en temperatuurbeproevingen).

In opdracht van het NIVR werd voortgegaan met de analyse van EMC-aspecten van de IRAS-bekabeling. Na analyse van de resultaten van het zelfontwikkelde eenvoudige EMCEST-programma, bleek behoefte aan nauwkeuriger onderzoek met het eerder gevalideerde SEMCAP-programma. In SEMCAP moet een uitgebreidere set gegevens worden ingevoerd. Aangezien de lay-out van het kabelharnas werd gewijzigd, was iets langere voorbereiding nodig. De eerste SEMCAP-resultaten kwamen daardoor eind 1979 beschikbaar. Begonnen werd met de evaluatie van deze resultaten.

3 TECHNISCHE OUTILLAGE

3.1 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR STROMINGSONDERZOEK

Lage-snelheidswindtunnels

De werkzaamheden rond de bouw van de *Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW)* naderden hun voltooiing. Op 2 mei 1979 draaide de tunnel voor de eerste maal; alle windtunnel-systemen bleken goed te werken, ook bij duurtesten bij volle belasting en bij overbelasting. De verdere afwerking van de constructies werd voortgezet. Intensief overleg vond plaats met de luchtvaartindustrie. Een VFW-614 model (1:15) en een Airbus A300 model (1:9,5) zullen als kalibratiemodellen worden gebruikt. Voor details betreffende de stand van zaken van de verschillende onderdelen van deze windtunnel wordt verwezen naar het Verslag over het jaar 1979 van de Stichting DNW.

Voor de *DNW-modeltunnel* werden draailuiken ontworpen en vervaardigd. Een nieuwe ondersteuning voor driedimensionale modellen werd ontworpen.

Voor de *LST 2 x 1,2* werden diverse onderdelen besteld en ontvangen voor het nieuwe gegevensvergarings- en -verwerkingssysteem ADA, waaronder de HP-2100 minicomputer. Met de opbouw ervan werd begonnen. Deze apparatuur wordt te zijner tijd naar de nieuwe lage-snelheidstunnel in de Noordoostpolder overgeplaatst.

In 1979 verleende het NLR-bestuur toestemming voor de bouw van de *nieuwe lage-snelheidstunnel* in de Noordoostpolder, de LST-NOP. Ter uitvoering en coördinatie van de werkzaamheden werd een projectgroep geformeerd, waarvan de leden eerder hebben meegewerkt aan de constructie van de DNW. Door de projectgroep werd een 'Projectplan LST-NOP' opgesteld, waarin de organisatorische opzet, de planning en de budgetten voor de verschillende projectdelen zijn vermeld. Op grond van een in samenwerking met DSMA opgesteld 'Request for Proposal' werd aan het eind van het jaar de bestelling voor het aandrijfsysteem bij de Nederlandse industrie geplaatst. Aan DSMA werd tevens opdracht verstrekt voor het ontwerp van het circuit en de beide meetplaatsen, op basis van door de projectgroep opgestelde technische beschrijvingen en gebruikerseisen. Begonnen werd met de verdere uitwerking van het ontwerp.

Transsone en supersonische windtunnels

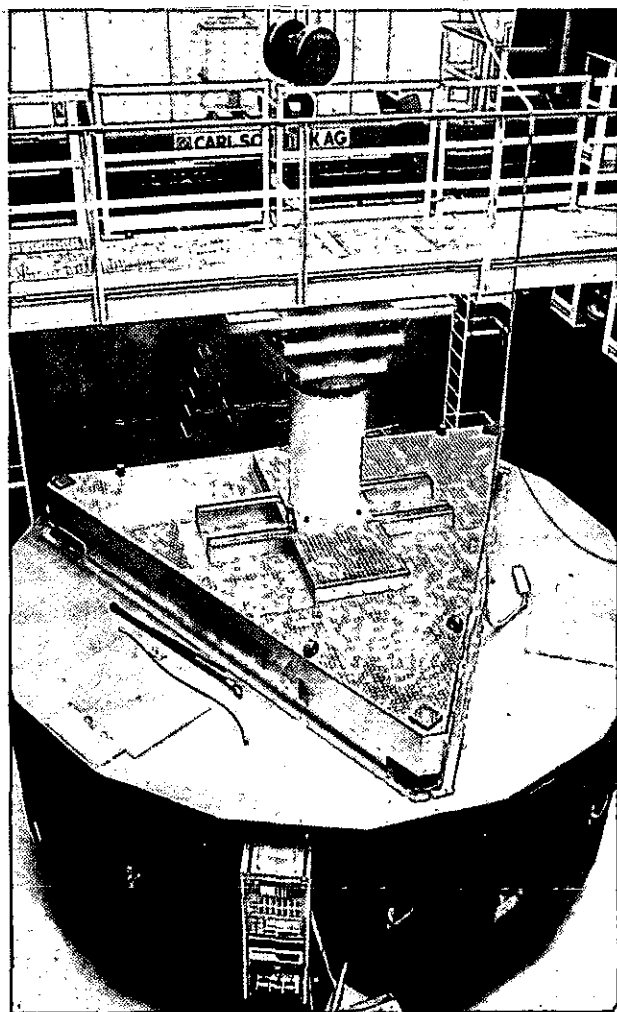
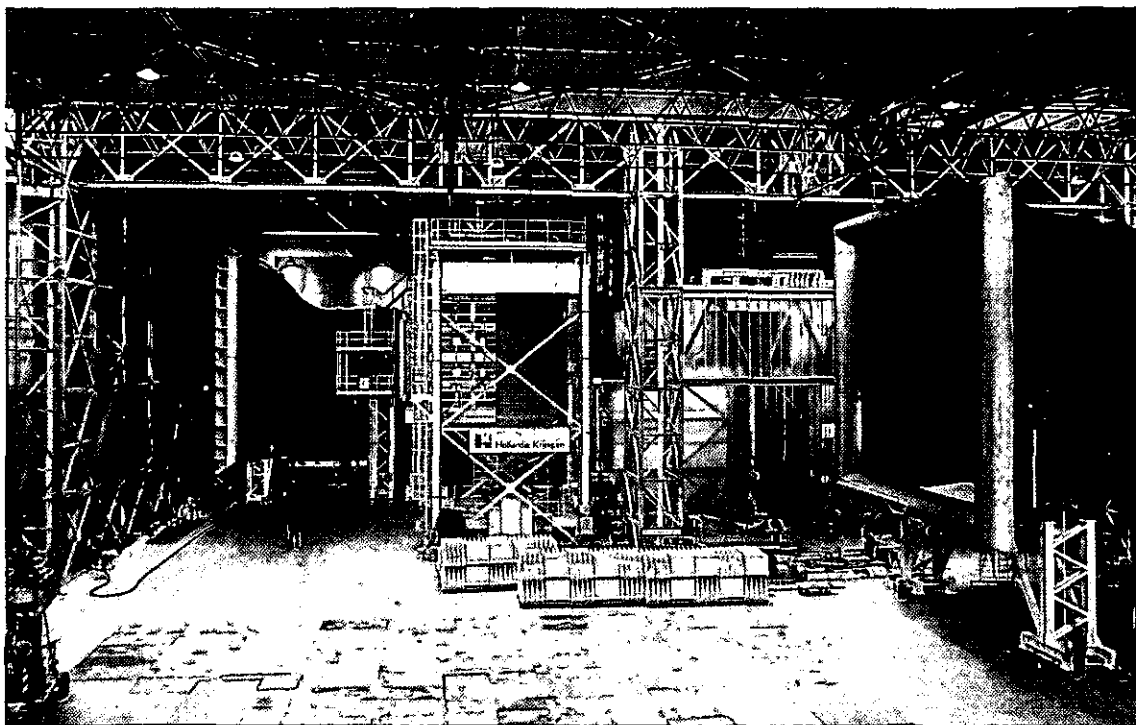
De aanpassing van het schroefaggregaat van de *HST* ter verhoging van het getal van Reynolds in het transsone gebied werd in 1979 voltooid. Het getal van Reynolds dat kan worden bereikt blijkt ca. 22,5% hoger te liggen. De diffusor achter de meetplaats werd aangepast aan de nu hogere belasting.

Met het oog op de groeiende belangstelling voor halfmodelmetingen werd een nieuwe halfmodelbalans ontwikkeld.

Het lokale dataverwerkingssysteem voor de definitieve verwerking van de HST-metingen werd verder uitgebreid en met succes in gebruik genomen. Het EGOIST-data-acquisitiesysteem werd uitgebreid tot 40 meetkanalen. De back-up dataopslag werd verbeterd en een automatische ijkprocedure werd tot stand gebracht.

Voor de *PT* werd een nieuw data-acquisitiesysteem voorbereid ter vervanging van de verouderde apparatuur.

Na uitvoerig onderzoek in de *CSST* aan het model van het inzetstuk voor de *SST* om de stromingskwaliteit in het inzetstuk te bepalen, werd besloten tot realisering over te gaan. Een voorstel hiertoe werd door het NLR-bestuur goedgekeurd. Verdere experimenten in de

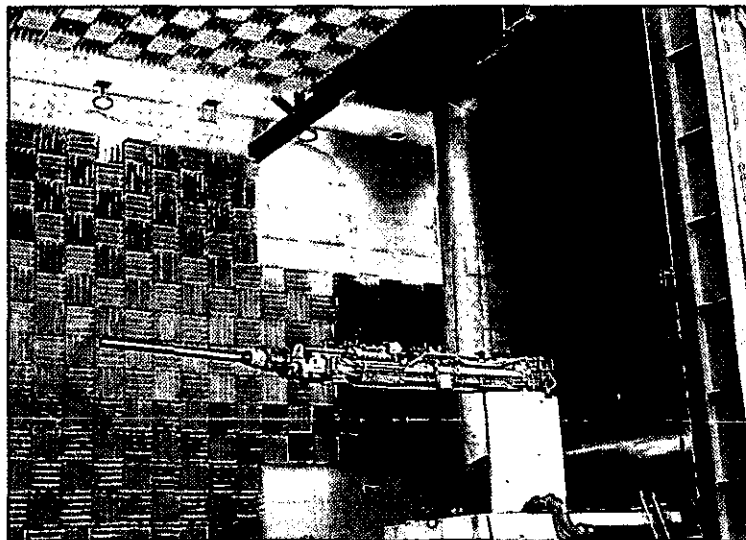


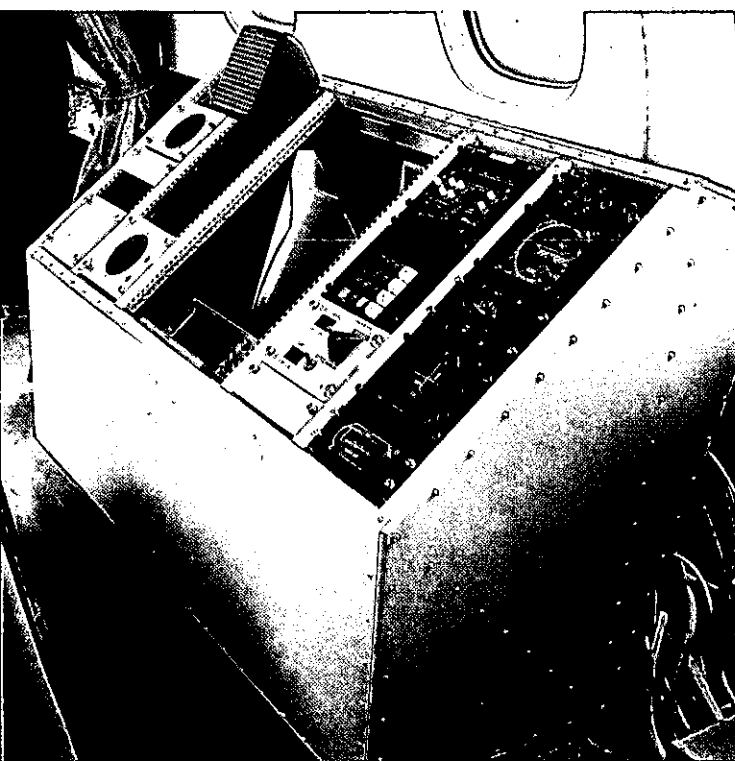
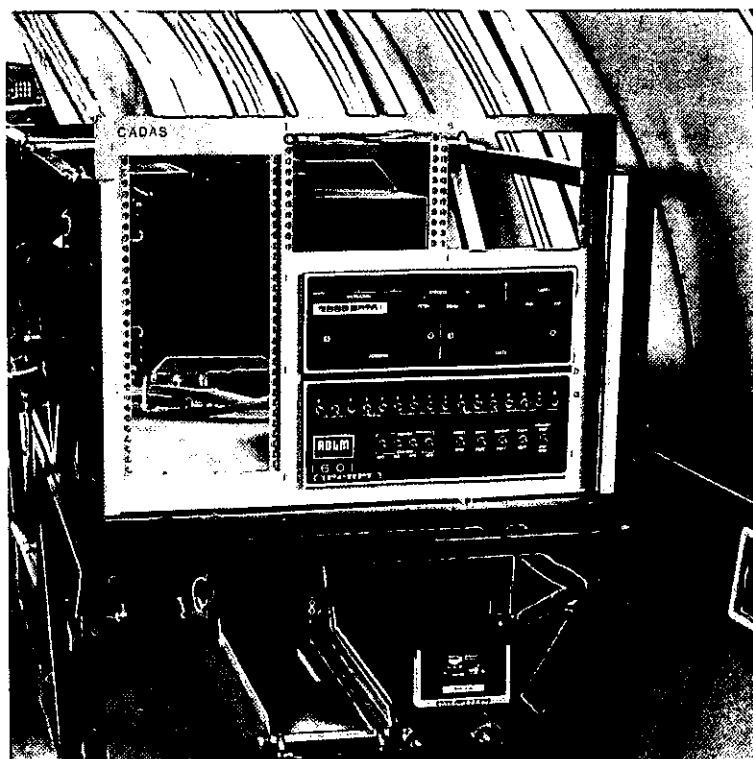
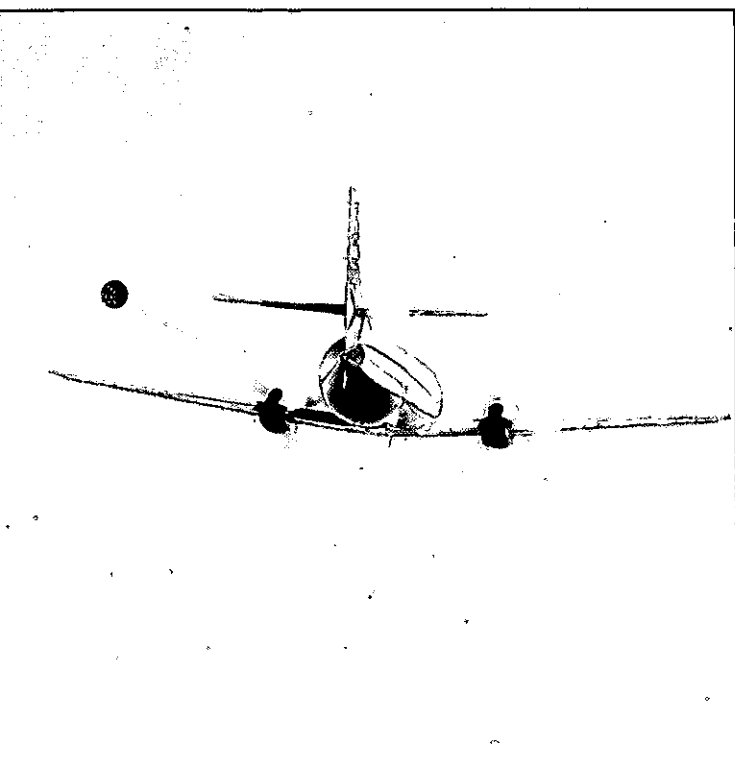
↑ Overzicht van enkele meetplaatsonderdelen van de DNW. Achteraan: de 8 m x 6 m/6 m x 6 m contractie en meetplaats. Rechts: het overgangsstuk voor de 9,5 m x 9,5 m meetplaats. Midden: verrijdbare lift voor transport van modellen en verwisseling van zware meetplaatspanelen.
View on various test-section components. Back: 8 m x 6 m/6 m x 6 m contraction and test section. Right: transition of the 9.5 m x 9.5 m test section. Center: movable elevator for model transport and exchange of heavy test-section hatches.

← Externe balans en kalibratieopstelling van de Duits-Nederlandse Windtunnel DNW.
External balance and calibration rig of the German-Dutch Wind Tunnel DNW.

De staakopstelling van de DNW. Vanaf het draaipunt midden op het zwaard tot aan het draaipunt van het model (ca. 0,4 m voor de staak) is de afmeting van de staak 10,0 m.

The DNW sting support. From the vertical rotation axis in the middle of the sword to the model center (ca. 0.4 m in front of the sting support), the total length is 10.0 m.





Het Swearingen Metro II laboratoriumvliegtuig. Linksboven: het vliegtuig met gesleepte statische kegel voor kalibratiedoeleinden. Rechtsboven: het computergestuurde data-acquisitiesysteem CADAS. Linksonder: bedieningspaneel ten behoeve van vliegproeven. Rechtsonder: de stuurhut van de Metro II; de cameraopstelling dient voor het filmen van de naderings- en baanverlichting.

The Swearingen Metro II laboratory aircraft. Upper left: Metro II with trailing cone for calibration purposes. Upper right: the computer-controlled data-acquisition system CADAS. Lower left: control panel used during flight tests. Lower right: cockpit of the Metro II. The camera system is used for filming the approach and runway lights.

CSST leverden de gegevens op die nodig waren voor het ontwerp. Het ligt in de bedoeling dat DSMA begin 1980 begint met het definitieve ontwerp voor het SST-inzetstuk.

Het voorontwerp voor de *Europese Transsone Windtunnel (ETW)* kwam vrijwel gereed (temperaturen tot 100 K, max. getal van Reynolds in het transsone gebied 40×10^6). Ook voor het schaalmodel van de ETW, de PETW, kwamen eerst het voorontwerp en vervolgens het detailontwerp gereed. De eerste offertes werden aangevraagd (bouw en tests in 1981). Tevens werd in de deelnemende landen gewerkt aan een technologieprogramma betreffende problemen op het gebied van modellen, instrumentatie, e.d. voor cryogene windtunnels; dit programma wordt gecoördineerd door de Technical Group ETW. Door het NLR werd gewerkt aan de ontwikkeling van een niet-geïsoleerde balans voor de ETW en de PETW. Vier proefstaven werden geïnstrumenteerd en beproefd.

Apparatuur voor akoestisch onderzoek en motorsimulatie

Een z.g. 'mode-simulator' werd ontworpen en vervaardigd. Dit is een cilindrische pijp (diam. 40 cm) waarin spiraliserende geluidsvelden kunnen worden opgewekt met behulp van in verschillende fasen aangedreven luidsprekers. Met een traverserende microfoon wordt het geluidsveld afgetast, waaruit de sterkte van de diverse geluidsmodes kan worden bepaald.

De nieuwe Fourier Analyzer arriveerde en werd in gebruik genomen bij het liner-onderzoek m.b.v. de twee- en driemicrofoontechniek.

Een nieuwe aandrijving voor de sirene in de NT kwam gereed, die een geluidsniveau van 145 dB bij 6300 Hz mogelijk maakt. Luchtverbruik, regelbaarheid en zuiverheid van het opgewekte geluid zijn aanzienlijk gunstiger dan bij de tot dusver gebruikte Hartman-fluit. Diverse programma's voor dataverwerking kwamen gereed: voor traverses achter motor-uitlaten, grenslaagtraverses, en voor dempingsmetingen in de NT, waarbij rekening wordt gehouden met geluidabsorptie in de tunnellucht.

Algemene apparatuur

Ten behoeve van metingen op het gebied van niet-luchtvaart werd een registratiesysteem voor windmetingen aan boord van schepen getest.

Verder werd gewerkt aan de zes-componentenrekstrookbalansen voor de HST. Een groot aantal werkzaamheden vond plaats in het kader van nieuwe toepassingen van balansen (o.a. bij lage temperaturen) en van nieuwe ontwikkelingen op dit gebied (nieuw type weerstandselement, capacatieve opnemers voor balansen e.d.).

Een actieve flutterdempers voor fluttermetingen aan superkritieke vleugels in de HST werd vervaardigd.

Voor het dynamisch meetsysteem PHAROS werd een kalibratiegenerator ontworpen, en werd een handleiding geschreven voor de software.

3.2 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR VliegMECHANISCH ONDERZOEK

Laboratoriumvliegtuigen

Teneinde het nieuwe Swearingen Metro II laboratoriumvliegtuig aan te passen aan specifieke NLR-eisen, werd een groot aantal werkzaamheden verricht. Voor de overname van de Metro, de lesvluchten in de V.S. en de daarop volgende overtocht (april '79) werden de noodzakelijke maatregelen getroffen. Voor de bevestiging van een gondel onder de romp werd een constructie ontworpen en vervaardigd. De eerste vlucht met de SLAR-gondel vond in september plaats. Tevens werden basisrekken vervaardigd en aangebracht voor de bevestiging van apparatuur in de vliegtuigcabine. Voorzieningen voor het iken van een statische buis met kegel werden aangebracht. Een inspectieschema werd opgesteld en ter goedkeuring naar de RLD gezonden. Tevens werd veel aandacht besteed aan het meet- en registratiesysteem. De 'power junction-box' en een bedieningspaneel werden ontworpen, vervaardigd en geïnstalleerd. Ook werden voorzieningen getroffen voor de installatie van het multi-DME systeem, het LTN-58 platform, en het prototype van de nieuwe SLAR. Het Hawker Hunter T Mk7 vliegtuig, dat gedurende meer dan dertien jaren door het NLR als laboratoriumvliegtuig is gebruikt, werd afgevoerd. In de toekomst zal voor onderzoek bij hogere snelheden worden gebruikgemaakt van het testvliegtuig van de KLu.

Apparatuur voor vliegproeven

Vele werkzaamheden werd verricht ten behoeve van de ontwikkeling, vervaardiging, evaluatie en beproeving van transducers, recorders, meetsystemen, signaalconditioneringseenheden, testapparatuur, standaard-instrumentatierekken, enz. Twee preproductie-modellen van de digitale cassette-recorder werden vervaardigd; met de beproeving ervan werd begonnen. Een video-recorder met camera en monitor werd aangeschaft en met goed resultaat in de vlucht gebruikt.

De vervaardiging van het FDAU Quick-Look Systeem werd vrijwel voltooid. Het systeem wordt geschikt gemaakt voor de ECMA-cassettes van de digitale cassette-recorder. Programma's werden geschreven en getest voor de microprocessor kanaalselectie-eenheid en voor de decodering van de FDAU-data in de minicomputer.

De ontwikkeling van het VA Software Ontwikkelstation (VASOS) werd voltooid.

Ten behoeve van remote-sensing metingen werd apparatuur ontwikkeld en vervaardigd voor het digitaliseren van SLAR-gegevens. Ook werd de interface ontwikkeld tussen de digitalisatieapparatuur en het Ampex High-Density Digital Recording System. De apparatuur werd in een voorlopige opstelling getest in het Queen Air laboratoriumvliegtuig, en na enkele modificaties met succes toegepast tijdens meetvluchten met de Metro II. Een voorontwerp werd opgesteld van apparatuur voor het digitaliseren van thermisch-infrarood-gegevens.

Teneinde de feasibility te onderzoeken van een multi-sensor referentiesysteem, werd een voorontwerp opgesteld. Een dergelijk systeem zou door toepassing van moderne filtertechnieken nauwkeurige informatie dienen te verschaffen over positie en snelheid van het vliegtuig, uitgaande van gegevens uit meerdere sensoren, zoals traagheidsmeet-systeem, multi-DME e.d. De positie- en snelheidinformatie zal als invoergegevens dienen voor het navigatiesysteem van het laboratoriumvliegtuig. Voor dit systeem bleek na onderzoek de capaciteit van een microprocessor te gering te zijn en werd een ROLM 1602 B minicomputer aangeschaft. Voor de afstemming van de DME-ontvanger wordt wel een microprocessor toegepast.

Bijzondere aandacht werd besteed aan het ontwerp van de interfaces tussen de EMR-apparatuur en de MODCOMP Classic computer van DSVS.

Vluchtnabootser

Ten behoeve van de simulatie van stuurkrachten werden metingen verricht aan een in de stuurknuppel geplaatste rekstrookbalans. De elektronika waarmee in de stuurhut de navigatie- en communicatiekanalen worden geselecteerd werd gewijzigd. Bestellingen werden geplaatst voor uitbreiding van de interface met 16 digitaal/analooq-converters.

Met de opbouw van de tweepersons-stuurhut werd goede voortgang gemaakt. De vervaardiging en montage van het autothrottlesysteem kwam gereed. Diverse kleine bedieningspanelen en de constructie voor de bevestiging van de instrumentenborden kwamen gereed. Aan de bekabeling in de stuurhut werd begonnen. Ten behoeve van de fabricage van de hydraulische stuurkrachtcilinders werden werktekeningen gemaakt; dit werk werd uitbesteed. De spiegels van het zichtstelsel werden ontvangen en het frame voor de montage van deze spiegels werd vervaardigd. Bestelde TV-monitoren werden zorgvuldig onderzocht op interliniëring van de rasterlijnen.

Voor de zicthnabootsing werden nieuwe servomotoren voor koershoek en langshelling gemonteerd.

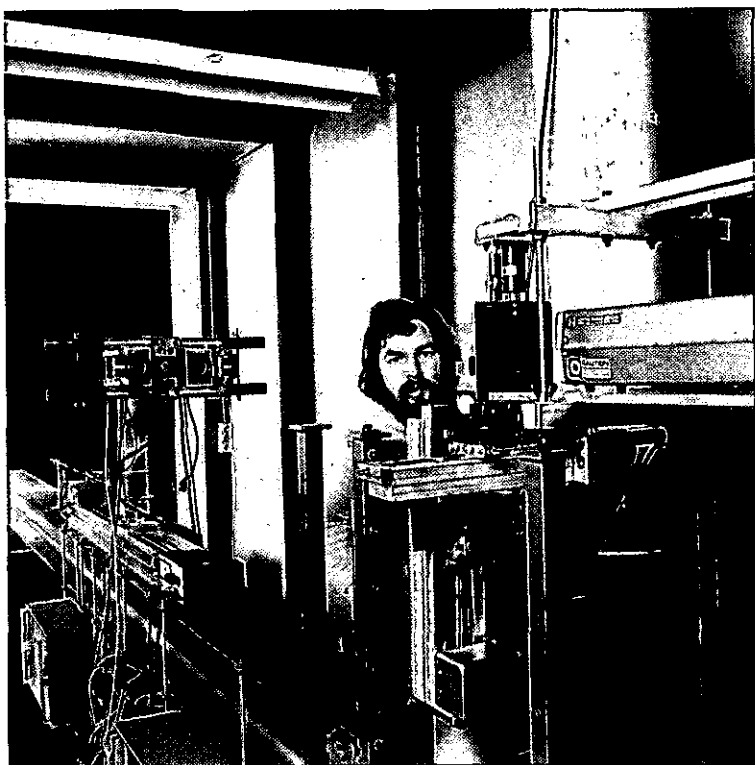
Het nieuwe bedrijfssysteem RSX-11M werd geïnstalleerd. Enkele plotrouines werden verbeterd. Studies werden verricht in verband met de uitbreiding van de reken capaciteit.

3.3 TECHNISCHE OUTILLAGE OP HET GEBIED VAN CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

Belastingapparatuur

De apparatuur voor het beproeven van grote proefstukken en constructiedelen ATLAS werd verder gecompleteerd. Nadat diverse componenten van het hydraulische aggregaat waren getest kon dit deel van ATLAS als bedrijfs gereed worden beschouwd. Aan het regelen en controlesysteem SIGMA wordt nog gewerkt.

Na uitvoerige analyse van marktaanbod en van de gebruikerseisen ten aanzien van vervangende elektronika voor de servohydraulische beproevingsmachine MTS, werd een keuze bepaald en een bestelling geplaatst.

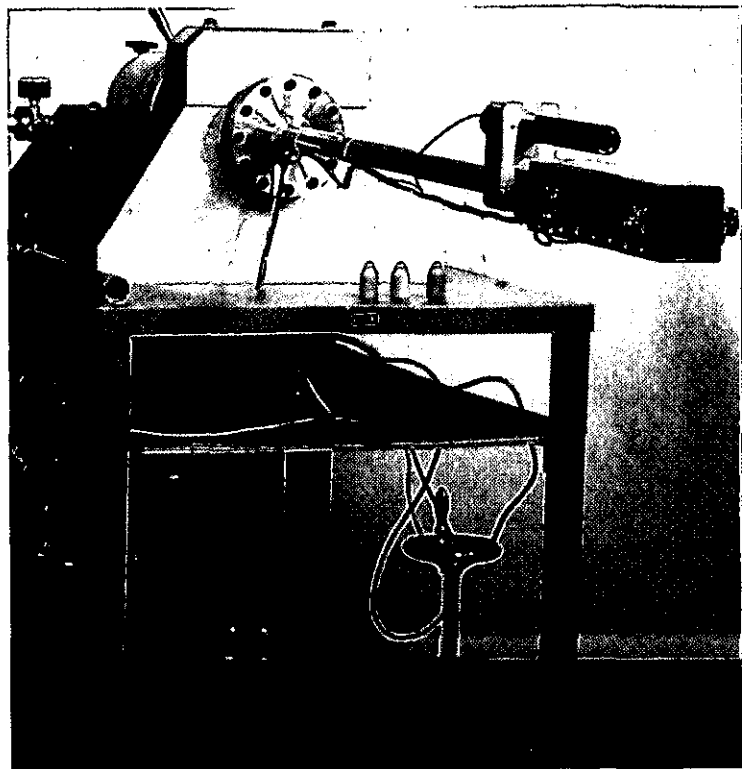


De laser-raster meetopstelling, gemonteerd op een optische bank. Van rechts naar links: de helium-neon laser, het diafragma, de glasplaathouder (verstelbaar in een verticaal vlak), en de draaibare drager van twee diode array camera's met horizontale verstelmogelijkheid. Met deze apparatuur kunnen gecompliceerde vervormingspatronen bij scherpe kerven en bij scheurtippen worden gemeten. Op de te bemeten plaats wordt een kruisraster aangebracht, dat bij verschillende belastingstoelstanden wordt gefotografeerd. Met behulp van de laserstraal en de lichtgevoelige diodecamera's worden de afstand tussen en de richting van de roosterlijnen in het vervormde raster op de foto gemeten met behulp van diffractietechnieken. Uit deze gegevens wordt de grootte van de oppervlaktevervormingen afgeleid.

The laser-grid system, mounted on an optical bench. From right to left: the helium-neon laser, the diaphragm, the adjustable glass plate mount, and the movable mounting with two diode array cameras. With this equipment, complex deformation patterns at sharp notches and crack tips are measured. On the specimen a grid is applied, which is photographed at various loads. With the laser beam and the diode array cameras, the distance between and the direction of the grid lines of the distorted grid on the photograph are measured using diffraction techniques. From these data, the surface distortions are derived quantitatively.

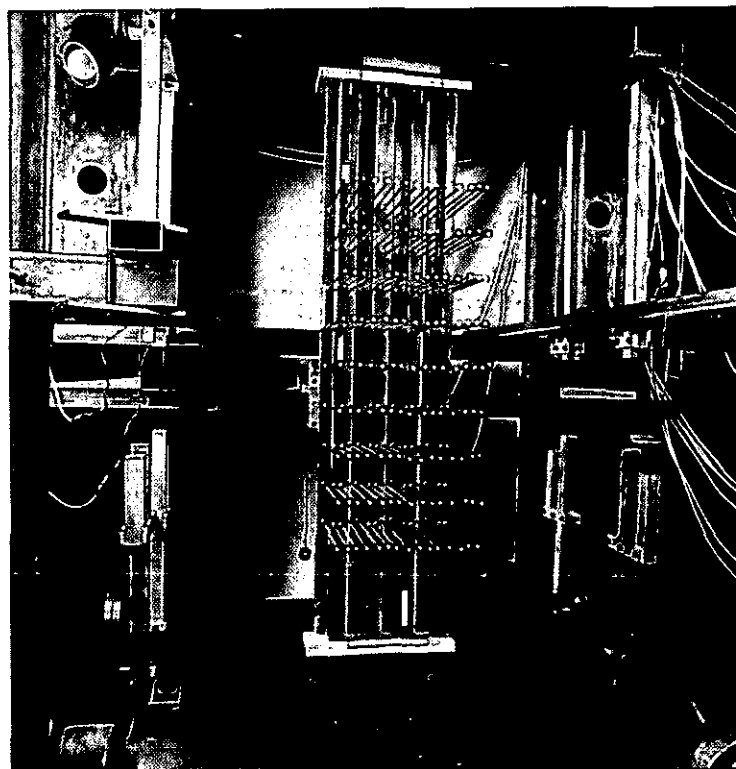
Belastingsproef op een 50 cm x 110 cm deel van een vleugelbovenhuid, opgesteld in een drukbank. Vooral wordt de verdraaiing van de verstijverflenzen ten opzichte van het plaatoppervlak gemeten. De metingen dienen om analytische modellen voor de voorspelling van knik- en bezwijkgedrag van panelen te toetsen. De rotaties van de flenzen van de Z-vormige verstijvers worden zichtbaar gemaakt met behulp van limonaderietjes met contrasterende eindschijfjes. De verplaatsingen worden gefilmd en later opgemeten.

Compression test on a stiffened wing skin panel (50 cm x 110 cm). The deformation modes are determined experimentally to check analytical models used for the prediction of panel buckling and collapse. The rotations of the flanges of the Z-type stiffeners are being measured with the aid of drinking straws with contrasting end discs glued to the panel. The displacements are filmed and measured afterwards.



'Luchtkanon' voor het aanbrengen van inslag schade in composietconstructies teneinde de gevoeligheid voor stootbelastingen loodrecht op het oppervlak van gelaagd composietmateriaal te onderzoeken. Door voorwerpen (max. diameter 25 mm) met behulp van perslucht te versnellen tot een energieniveau van 300 J wordt de inslag van startbaanvuil, hagelstenen, e.d. gesimuleerd.

Air gun used in tests evaluating the resistance of composite materials against impact normal to the surface of multi-ply composite structures. With compressed air, projectiles (max. diameter 25 mm) are accelerated to an energy level of up to 300 J, in order to simulate impact by runway dirt, hail stones and the like.



Meet- en ijkapparatuur

Een regelcircuit werd ontworpen en vervaardigd voor de stappenmotoren van de optische bank die gebruikt wordt voor de laser-rastermethode. Hiermee kan het uitlezen van de glasplaten geautomatiseerd geschieden. Aan een bijbehorend programma voor het data-acquisitie- en besturingssysteem PADAP wordt gewerkt. Tevens werd gewerkt aan verdere verbetering van het toegepaste fotopapier, onder meer om tot fijnere rasters te kunnen overgaan.

Een prototype krachtopnemer voor het meten van krachten in draadstangen werd ontworpen, vervaardigd en met succes beproefd.

Nagegaan werd of de foto-elastische lagenmethode toepasbaar is in bepaalde praktijkgevallen.

Data-acquisitieapparatuur

Zowel het dynamische als het statische gedeelte van het data-acquisitiesysteem PADAP werden veelvuldig toegepast. Begonnen werd met het geschikt maken van het grote verwerkingsprogramma voor de PDP 11. Programma's en hulpapparatuur werden vervaardigd om PADAP te kunnen inschakelen voor dynamische metingen bij vluchtsimulatieproeven in servo-gestuurde trekbanken (TWIST en FALSTAFF). Nagegaan werd hoe PADAP beter geschikt kan worden gemaakt voor het bepalen van vermoeiingsspectra.

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

De PSEM-500 M rasterelektronenmicroscopie werd geïnstalleerd. Een aantal aanpassingen van de hulpapparatuur vond plaats. Een mechanisme werd ontworpen voor het geven van rotatie- en fijne Z-bewegingen aan grote objecten.

Een computerprogramma werd geschreven voor de statistische verwerking van resultaten van niet-destructief onderzoek. Met behulp van dit programma werden de achtergronden van de statistische verwerking van inspectieresultaten van niet-destructief onderzoek onderzocht.

Oriënterende metingen werden verricht van magnetische veldsterkten, t.b.v. verdere ontwikkeling van magnetisch onderzoek.

Apparatuur voor corrosieonderzoek

Voor het bewaken van proeven met de branderopstelling bij het beproeven van turbinebladen werd videoapparatuur opgesteld. Gewerkt werd aan de ontwikkeling van een erosieopstelling bij de installatie voor de beproeving van compressormaterialen onder gesimuleerde bedrijfsomstandigheden.

3.4 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR RUIMTEVAARTONDERZOEK

De afnameproeven van de luchtgelagerde simulatietafel die gebruikt wordt voor IRAS werden afgerond.

Voor de éénassige tafel werd een koppelmotor ontwikkeld voor het simuleren van stoorkoppels en voor sturing van de tafel. Proeven werden gedaan om de spectrale verdeling van het stoorkoppel te meten.

De software voor de PACER hybride computer werd verder aangevuld en verbeterd.

3.5 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR ALGEMEEN GEBRUIK

Apparatuur voor informatiebehandeling en rekenen

Ten behoeve van het bepalen van de werkbelasting van de centrale computer werden meetgegevens verzameld over de responsietijd van terminals. Een programma werd ontwikkeld voor het meten van de terminalbelasting. Onderzoek werd verricht naar een overzichtelijker en beter te onderhouden en te testen aansluitingssysteem voor terminals aan de centrale computer.

Een nieuwe versie van EDMS (Evolutionary Database Management System) werd getest en geïnstalleerd. Speciale aandacht werd besteed aan de mogelijkheid om EDMS te kunnen segmenteren.

Een interactief programma werd ontwikkeld voor vergroting van de toegankelijkheid van subroutinebibliotheken op magneetband.

Elektronische apparatuur

Het microprocessor-ontwikkelstation werd aan het computernetwerk gekoppeld. Een standaard-data-acquisitiekaart voor gebruik in systemen met een microprocessor of een minicomputer werd ontwikkeld. Een prototype werd vervaardigd en getest.

Technische installaties

De aanschaffing van een universele freesmachine werd voorbereid, o.a. met een proefstuk dat dient om te verifiëren of machinefabrikanten de gewenste nauwkeurigheid kunnen bereiken bij contouring met een knie-type machine.

Ten behoeve van de ontwikkeling van de programmering en van de organisatie van de NuBe-freesmachine werden activiteiten ontwikkeld om te komen tot efficiënter computer- en terminalgebruik, de mogelijkheden werden onderzocht voor de inpassing van de NuBe-programmatuur in een systeem van 'Computer-Aided Design', en voorstellen werden geformuleerd voor een archiveringsprogramma voor NuBe-programmatuur.

De 3500 x 2000 mm² vlaktafel werd geplaatst. De vlaktafel wordt voorzien van een contour-zaaginrichting, om grote modelcomponenten te kunnen vervaardigen.

4 CAPITA SELECTA

Naast het overzicht van het wetenschappelijk onderzoek dat in hoofdstuk 2 wordt gegeven, worden in dit hoofdstuk twee onderwerpen uitvoeriger behandeld.

4.1 NIEUWE MATERIALEN EN TECHNIEKEN VOOR VLEGUIGCONSTRUCTIES

Gedurende vele jaren heeft de ontwikkeling van nieuwe aluminiumlegeringen voor toepassing als vliegtuigmateriaal veel aandacht gekregen. Tegenwoordig wordt echter daarnaast meer en meer aandacht besteed aan de ontwikkeling van composietmaterialen, die steeds belangrijker worden zowel voor primaire vliegtuigconstructiedelen (vleugelhuiden, staartvlakhuizen) als voor secundaire delen (richtingsroeren, rolroeren, remkleppen, e.d.). Voorts dienen de ontwikkeling van goedkopere produktietechnieken voor titaanlegeringen, de verbetering van de eigenschappen van hoge-sterkte staalsoorten, en de ontwikkeling van betere lijmtechnieken te worden genoemd. Al deze nieuwe materialen en technieken zullen bijdragen tot de ontwikkeling van vliegtuigen die aanzienlijk lichter en toch voldoende sterk zijn.

Sedert de oprichting verricht het NLR intensief onderzoek op het gebied van materialen en technieken voor vliegtuigconstructies. De Rijksstudiedienst voor de Luchtvaart kende reeds in 1919 een Materialen Afdeling! Sindsdien heeft onafgebroken zowel theoretisch als experimenteel onderzoek plaatsgevonden. Het theoretische onderzoek betreft veelal het ontwikkelen van mathematische modellen en computerprogramma's voor het voorspellen van bijvoorbeeld vermoeiingsscheurgroei of knikgedrag. Het experimentele onderzoek houdt in dat proefstukken of ware-grootte constructies worden onderzocht op hun technische eigenschappen, waarbij de praktijkomstandigheden (belastingen, milieu, e.d.) zo goed mogelijk worden nagebootst. Dit heeft ten doel nieuwe materialen en technieken te evalueren, teneinde de specifieke kenmerken te kunnen vaststellen die voor de constructeur van belang zijn om de vliegtuigconstructie optimaal te kunnen ontwerpen.

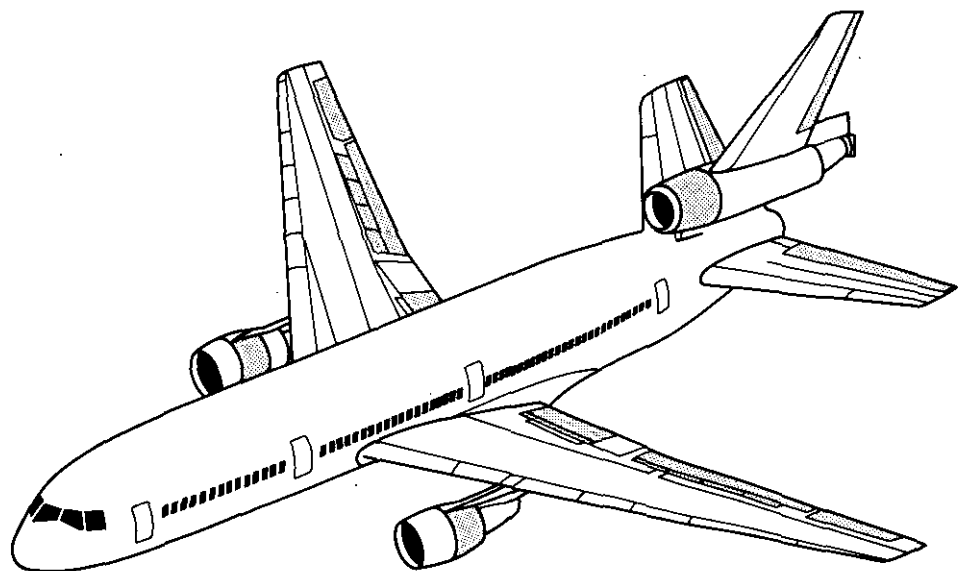


Fig. 1 — Secundaire constructiedelen die in modern composietmateriaal kunnen worden uitgevoerd.
Secondary aircraft structures in which advanced composite materials can be applied.

Historisch overzicht

Tot ca. 1945 bestond het materiaalonderzoek voor de luchtvaart vooral uit het ontwikkelen en verbeteren van aluminiumlegeringen. Daarna begon de introductie van met glasvezel versterkte kunststoffen, hoge-sterkte staalsoorten, en titaanlegeringen. Toepassing van deze nieuwe materialen leidde echter nog niet tot een belangrijk lichter vliegtuig, aangezien ze slechts in weinig delen van de vliegtuigconstructie konden worden gebruikt vanwege onvoldoende bekendheid met de gevolgen ervan voor de vliegveiligheid.

Toch bleef men streven naar een voldoende sterk en zo licht mogelijk vliegtuig. Dit leidde tot een nieuwe generatie materialen voor vliegtuigconstructies: de composietmaterialen, die bestaan uit zeer stijve vezels als versterkingsmateriaal en een bindmiddel (het 'matrixmateriaal') voor de samenhang. De vezels dragen de belasting, terwijl de matrix de belasting gelijkmatig verdeelt over de vezels. Toepassing van de relatief slappe glasvezels in polyesterhars leverde onvoldoende betrouwbare resultaten op, maar in de jaren '60 kwamen betere vezelmaterialen op de markt: koolstof, borium en Kevlar (handelsnaam van Du Pont voor aramide-vezel). Deze ontwikkeling werd enorm gestimuleerd door de toenmalige ruimtevaartprojecten, waarbij gewichtsbesparing van nog groter belang was dan in de luchtvaart. Tot nu toe zijn composietmaterialen echter vrijwel alleen toegepast in secundaire vliegtuigconstructiedelen (fig. 1).

Veiligheid in relatie tot constructie- en materiaaleigenschappen

Aan civiele vliegtuigconstructies worden van overheidswege strenge veiligheidseisen gesteld. Dit vindt men terug in eisen waaraan de constructie moet voldoen in het ontwerpstadium en in eisen voor de inspectie tijdens de productie en het gebruik. Zo moet de fabrikant bewijzen dat een constructie over voldoende *statische sterkte* en *stijfheid* beschikt: de constructie mag niet bezwijken of ontoelaatbaar vervormen bij een gegeven 'ontwerpbelasting'. Of een vliegtuig aan deze sterkte-eisen voldoet wordt nagegaan door middel van berekeningen en proeven (dikwijls ware-grootte proeven).

Een vliegtuig met voldoende statische sterkte en stijfheid kan evenwel een te kleine *vermoeiingssterkte* hebben. Dan ontstaan vermoeiingsscheuren bij normaal gebruik door de steeds wisselende belastingen die de constructie ondervindt. Om al in het ontwerpstadium aan te tonen dat de vermoeiingslevensduur van een nieuw type constructie voldoende groot is, worden berekeningen uitgevoerd en vermoeiingsproeven verricht. Bij de proeven worden de opeenvolgende belastingen die tijdens de vlucht optreden zo goed mogelijk nagebootst. Toch kunnen later in de praktijk vermoeiingsscheuren ontstaan, omdat niet alle omstandigheden tijdens de beproeving kunnen worden gesimuleerd (bijvoorbeeld weersinvloeden, toevallige beschadigingen, e.d.). Daarom wordt geëist dat een constructie bij de te verwachten belastingen nog een bepaalde *reststerkte* (de statische sterkte van een beschadigde constructie) bezit. Bovendien wordt een inspectieschema voorgeschreven om vermoeiingsscheuren tijdig te kunnen ontdekken.

Ook *spanningscorrosie* is een verschijnsel waarmee rekening moet worden gehouden. Daarbij treedt scheurvorming op door samenwerking van een corrosief milieu en een statische mechanische trekspanning. Geen van beide factoren zou zonder de ander tot scheurvorming hebben geleid. Door de hoge zuurgraad van het milieu is spanningscorrosie een hoofdrol gaan spelen bij het bezwijken van vliegtuigonderdelen. Door zorgvuldige inspectie tijdens het vliegtuiggebruik tracht men tijdig spanningscorrosiescheuren op te sporen. Inmiddels zijn er legeringen ontwikkeld die minder gevoelig zijn voor spanningscorrosie. Deze worden toegepast in nieuwe vliegtuigontwerpen en in belangrijke onderdelen van bestaande vliegtuigconstructies.

Bij het vaststellen van de vereiste lengte van een inspectie-interval speelt ook de *breuktaaiheid* van het materiaal een grote rol. Bij een gegeven in de praktijk voorkomende belasting kan men een kritieke scheurlengte definiëren. Beneden deze kritieke lengte treedt *stabiele* scheurgroei op door vermoeiing of spanningscorrosie. Boven de kritieke lengte treedt *instabiele* scheurgroei op en bezwijkt het onderdeel. Materiaal met hoge breuktaaiheid bezit bij een gegeven belasting een grote kritieke scheurlengte; het inspectie-interval kan dan relatief lang worden genomen, aangezien de periode van stabiele scheurgroei dan relatief lang is.

Nieuwe materialen
en technieken
1. Aluminiumlegeringen

Op twee punten heeft de ontwikkeling van nieuwe aluminiumlegeringen belangrijke vooruitgang geboekt. Ten eerste werden zuiverder legeringen ontwikkeld met een hogere breuktaaiheid en een grotere weerstand tegen vermoeiingsscheurgroei dan de bestaande legeringen. Ten tweede werden voor toepassing in zware constructiedelen legeringen ontwikkeld met grote sterkte en hoge breuktaaiheid, die bovendien ongevoelig zijn voor spanningscorrosie. Deze nieuwe legeringen worden al in nieuwe vliegtuigconstructies toegepast, waar ze aan strengere eisen moeten voldoen dan de oude. Ook worden onderdelen voor bestaande vliegtuigen uit deze nieuwe legeringen vervaardigd, ter vervanging van beschadigde onderdelen.

Figuur 2 toont dat de nieuwe AlZnMgCu- en AlCuMg-legeringen bij een gegeven treksterkte een belangrijk hogere breuktaaiheid hebben dan de oude legeringen. Ook blijkt dat AlZnMgCu-legeringen de beste sterkte/breuktaaiheidseigenschappen hebben. Ze worden daarom op grote schaal toegepast in militaire vliegtuigen. In civiele vliegtuigen worden AlCuMg-legeringen toegepast, omdat deze bij lage spanningsniveaus een grotere weerstand tegen vermoeiingsscheurgroei hebben dan AlZnMgCu-legeringen: een eigenschap die juist voor civiel gebruik van groot belang is.

Een probleem bij het toepassen van AlZnMgCu-legeringen was de grote gevoeligheid ervan voor spanningscorrosie, als zij door middel van warmtebehandeling op maximale sterkte waren gebracht. Vele malen heeft dit geleid tot het bezwijken van constructiedelen onder praktijkomstandigheden. De oplossing voor dit probleem was indertijd het 'oververouderen' van de legering, waarbij men een verlies in sterkte accepteerde van 10 tot 15%, teneinde een aanvaardbare breuktaaiheid te verkrijgen. Tegenwoordig zijn er nieuwe legeringen van dit type ontwikkeld, die bij een sterkte gelijk aan de maximale sterkte van de oude legering aanzienlijk ongevoeliger zijn voor spanningscorrosie, terwijl ook de breuktaaiheid belangrijk is verbeterd.

Naast bovengenoemde ontwikkelingen, zijn diverse onderzoekobjecten aan te wijzen met veelbelovende toepassingsmogelijkheden in de nabije toekomst:

— Poedermetallurgielegeringen

Uit onderzoek is gebleken dat aluminiumlegeringen, vervaardigd door middel van poederverdichting, betere eigenschappen hebben dan conventionele kneedlegeringen wat sterkte, breuktaaiheid, en gevoeligheid voor spanningscorrosie betreft, terwijl ook de vermoeiings-

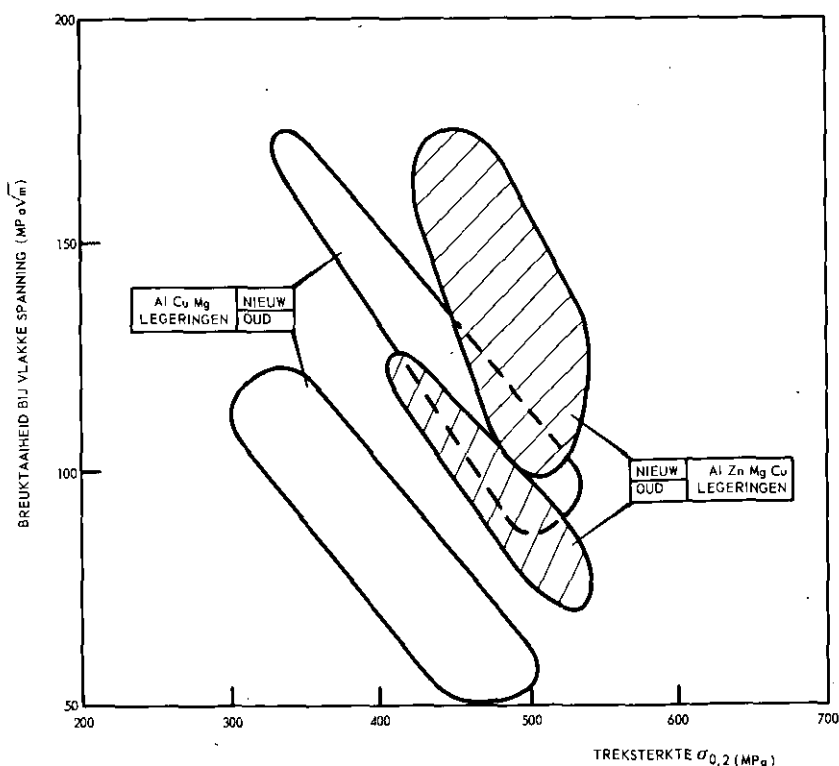


Fig. 2 — Verbeteringen in de breuktaaiheid van nieuwe aluminium plaatlegeringen.

Improvements in fracture toughness obtainable with newer aluminium sheet alloys.

sterkte iets groter is. Deze techniek biedt grote mogelijkheden voor het snel vervaardigen van onderdelen van hoge kwaliteit; verwacht wordt daarom dat poedermetallurgielegeringen de kneedlegeringen gedeeltelijk zullen gaan vervangen.

— Legeringen met lithium

Indien aluminiumlegeringen met lithium door middel van een gietproces worden geproduceerd, hebben ze een lage breuktaaiheid. Door toepassing van de zojuist genoemde poedermetallurgietechniek kunnen legeringen met lithium worden vervaardigd die een hoge breuktaaiheid bezitten bij een belangrijk lagere soortelijke massa dan die van aluminiumlegeringen zonder lithium.

— Aluminium gietstukken

In de Verenigde Staten is een uitgebreid onderzoekprogramma gaande met betrekking tot het vervaardigen van aluminium gietlegeringen voor primaire constructiedelen van het vliegtuig. Verdere verbetering van het gietproduct zou kunnen worden verkregen door verdichting onder druk bij hoge temperaturen, waardoor de inwendige porositeit wordt verminderd en waardoor vooral de vermoeiingseigenschappen zouden kunnen verbeteren. Dit wordt noodzakelijk geacht voor het op grote schaal kunnen toepassen van aluminium gietlegeringen in het vliegtuigcasco.

— Niet-conventionele thermomechanische behandelingen

Verschillende thermomechanische behandelingen voor aluminiumlegeringen zijn onderzocht, met als doel het verkrijgen van combinaties van eigenschappen die anders niet te verwezenlijken zijn. Van de onderzochte technieken lijken er enkele commercieel uitvoerbaar, zoals die bestaande uit een koudvervorming gevolgd door een natuurlijke veroudering van AlCuMg-plaatlegeringen, en verouderingsprocessen bij hoge temperatuur, die gunstig zijn voor de sterkte, de breuktaaiheid, en de gevoeligheid voor spanningscorrosie. Verder onderzoek op dit gebied zal zich vermoedelijk vooral richten op het verkrijgen van betere vermoeiingseigenschappen door thermomechanische behandelingen.

2. Moderne composietmaterialen

In composietmaterialen wordt tegenwoordig vezelmateriaal van koolstof, borium of Kevlar toegepast, meestal ingebed in matrixmateriaal van epoxyhars. *Koolstofvezels* (8 micrometer dik) verkrijgt men door het verhitten van voorgespannen kunststofvezels, eerst bij 800°C (carbonisatie) en vervolgens bij 2800°C (grafitisatie). Daardoor blijft een georiënteerd polykristallijn koolstofskelet over. *Boriumvezels* (100 micrometer dik) verkrijgt men door

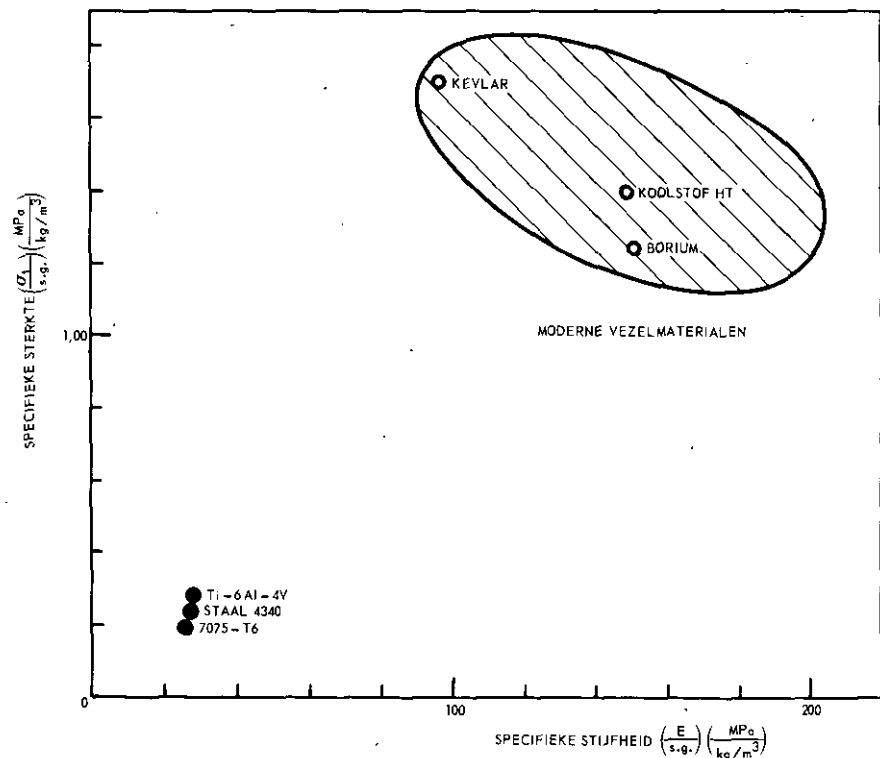


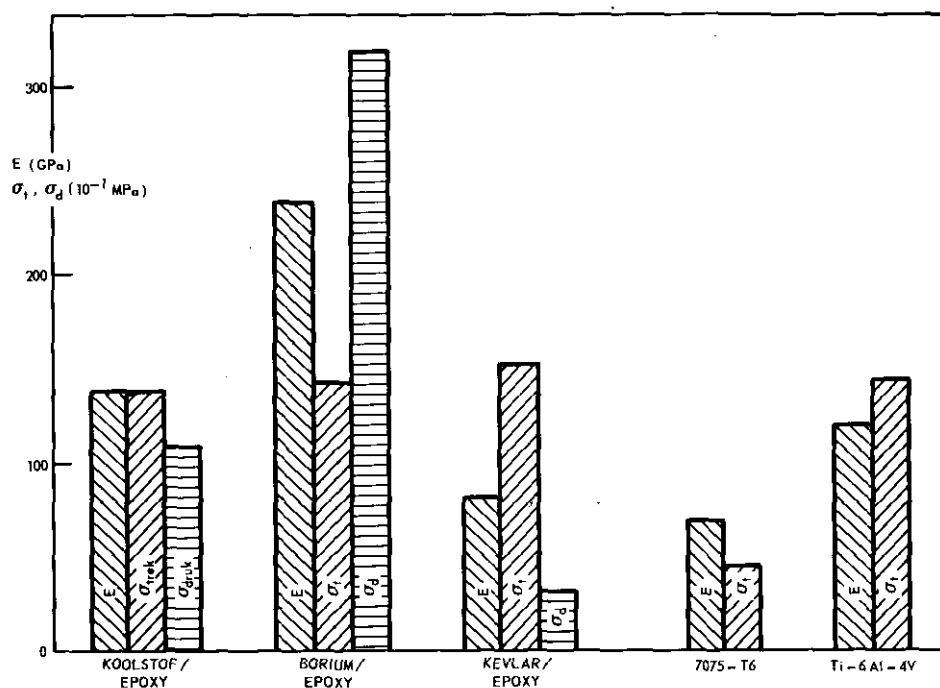
Fig. 3 — Vergelijking van de specifieke sterkte en specifieke stijfheid van enkele typen materialen.
Comparison of the specific strength and stiffness for several types of materials.

het opdampen van borium op een dragervezel van wolfram. Kevlar-vezels zijn door Du Pont vervaardigde synthetische vezels (aramide), met voor kunstofvezels uitzonderlijke mechanische eigenschappen.

Door de hoge specifieke sterkte en stijfheid van deze vezeltypen in vergelijking met die van aluminiumlegeringen (zie figuur 3), kunnen deze vezels, ingebed in epoxyhars, worden gebruikt voor het vervaardigen van lichtere constructiematerialen. Een aantal dunne lagen (0,25 mm) van vooraf geïmpregneerde, in één richting gelegde, vezels wordt dan op elkaar gelegd en in een autoclaaf bij verhoogde temperatuur en druk uitgehard. Kevlar en koolstof kunnen ook als weefsels worden verwerkt. Doordat op deze manier lagen met verschillende vezeloriëntaties kunnen worden gecombineerd, kan de vliegtuigontwerper de materiaaleigenschappen aanpassen aan een te verwachten belastingstoestand, wat met metalen onmogelijk is.

Fig. 4 — Vergelijking van de eigenschappen van unidirectioneel versterkte composietmaterialen (60% vezelvolumen) met de eigenschappen van in de vliegtuigbouw gangbare metalen.

Comparison of the properties of unidirectional composite materials (60% fibre volume) with those of typical aircraft metallic materials.



Figuur 4 toont de sterkte en stijfheid van verschillende in één richting (unidirectioneel) versterkte composietlaminaten in vergelijking met die van twee legeringen. In het algemeen blijkt de druksterkte sterk af te hangen van de vezeldikte: de dikke boriumvezels hebben een relatief hoge druksterkte. Dit komt doordat het bezwijken onder drukbelasting samenhangt met het plaatselijk uitknikken van de vezels.

Composietmaterialen zijn bros en daardoor gevoelig voor inslag schade, wat in de praktijk (vogelaanvaringen, steenslag op de landingsbaan) problemen kan opleveren.

De vermoeiingseigenschappen van composietmaterialen zijn goed. Van bepaalde samengestelde laminaten (bijvoorbeeld 0°-lagen gecombineerd met ± 45°-lagen) is de vermoeiingssterkte relatief beter dan die van aluminiumlegeringen.

Aanvankelijk werden composietmaterialen alleen toegepast in de militaire vliegtuigbouw, later ook in de civiele.

In het begin werden bepaalde conventionele metalen onderdelen selectief versterkt met unidirectioneel versterkte composietmaterialen.

De volgende stap was het toepassen van composietmaterialen in secundaire constructiedelen (richtingsroer, rolroer, (rem)kleppen, delen van de motor gondel, zie figuur 1). Verschillende fabricagemogelijkheden werden onderzocht, omdat de fabricagekosten het belangrijkste deel uitmaken van de totale kosten van een constructiedeel. Het bleek dat de fabricagekosten van constructiedelen bestaande uit composietmaterialen waarschijnlijk lager kunnen worden dan die van constructiedelen vervaardigd uit metaal, indien het aantal

onderdelen wordt verminderd en indien het aantal lijmcycli voor de assemblage wordt beperkt. Bij kostenbeschouwingen dient uiteraard ook de brandstofbesparing te worden betrokken, die door het lagere vliegtuiggewicht wordt verkregen.

Toepassing van composietmaterialen in primaire constructiedelen vond tot nu toe uitsluitend in militaire vliegtuigen plaats. In de F-16 zijn de huiden van het horizontale en verticale staartvlak gemaakt van koolstofcomposiet. In de AV-8B Harrier en F-18 Hornet gevechtsvliegtuigen zijn de vleugelhuiden van koolstof/epoxy. Ook de Mirage 2000 en de Mirage 4000 vliegtuigen zullen voor ca. 10% van hun gewicht uit koolstofcomposiet bestaan.

3. Titaanlegeringen

Ook titaanlegeringen werden voornamelijk toegepast in militaire vliegtuigen.

Ondanks de goede eigenschappen van deze legeringen heeft de toepassing ervan nooit een hoge vlucht genomen; de oorzaak hiervan ligt in de hoge fabricagekosten. In de toekomst zal dit vermoedelijk veranderen.

De research en ontwikkeling op dit gebied richten zich vooral op het zo goedkoop mogelijk vervaardigen van titaan onderdelen, waarbij van speciale fabricageprocessen gebruik wordt gemaakt. Zo werden speciale lastechnieken ontwikkeld (diffusiellassen met superplastische vervorming), waarmee men grote besparingen op kosten en gewicht kan bereiken voor constructies die zijn opgebouwd uit dunne plaat. Andere technieken die werden ontwikkeld zijn het snijden en lassen met lasers, het puntlassen van gelijmde constructies, isothermisch solderen, isothermisch smeden, en het verdichten van gietstukken onder druk bij hoge temperaturen om de inwendige porositeit te elimineren. Ook wordt gewerkt aan legeringen van een nieuw type, die beter geschikt zijn voor het vervaardigen van plaatmateriaal en smeedstukken dan de oude legeringen.

4. Hoge-sterkte staalsoorten

Gebleken is dat laag-gelegeerde staalsoorten met een hoge sterkte, die voornamelijk worden gebruikt in onderstellen, erg gevoelig zijn voor spanningscorrosie. In de V.S. wordt onderzocht hoe dit kan worden verbeterd door de chemische samenstelling van de staallegeringen 4340 en 300 M te veranderen, vooral door mangaan en molybdeen toe te voegen. Ook wordt gezocht naar effectievere middelen tegen corrosie die men zou kunnen toevoegen aan de verfsystemen, en naar betere metallische deklagen.

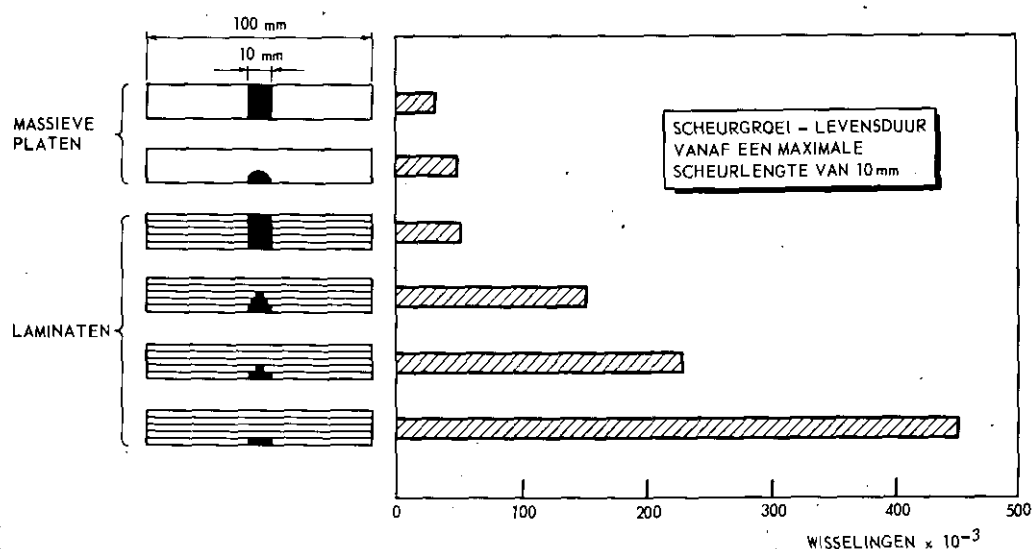


Fig. 5 — Weerstand tegen vermoeiingsscheurgroei van 5 mm dikke massieve en gelamineerde platen (AlCuMg-legering) met een gedeeltelijke en een door-en-door beginscheur.

Fatigue crack propagation resistance of 5 mm thick monolithic and laminated-sheet structures (AlCuMg-alloy) with part-through and through-thickness central cracks.

Eveneens in de V.S. werd een staalsoort ontwikkeld (AF 1410) met een wat lagere sterkte, maar met aanmerkelijk betere breuktaaiheid en minder grote gevoeligheid voor spanningscorrosie. Deze staalsoort zou in plaats van het veel duurdere titaan gebruikt kunnen worden in beslagen, pennen en bevestigingsbouten.

5. Lijmverbindingen

Hoewel in Europa reeds lang gelijmde primaire aluminiumconstructies met succes werden toegepast voor vliegtuigen (Fokker F27, F28), zijn in Amerika de fabrikanten er pas de laatste jaren toe overgegaan om in hun vliegtuigen mechanische verbindingen te vervangen door lijmverbindingen.

In de Verenigde Staten is recent een uitgebreid onderzoekprogramma opgezet voor de evaluatie van oppervlaktebehandelingen, lijmsorten, constructieve uitvoeringen en niet-destructieve inspectiemethoden. Op basis van deze onderzoeken werd de ontwikkeling van nieuwe constructieve ontwerpen ter hand genomen. Hierbij komen aan de orde gelamineerde constructievormen van plaatmateriaal, vezelversterkte lijmen, en de verdere ontwikkeling van polyimides voor het lijmen van constructies van titaan en composietmateriaal, die in de praktijk aan hoge temperaturen worden blootgesteld.

Op elkaar gelijmde platen (laminaten) hebben een hogere weerstand tegen vermoeiingsscheurgroei en een veel hogere breuktaaiheid dan een in totaal even dikke massieve plaat. Figuur 5 toont dat, indien de verschillende lagen van het laminaat in het begin nog geen scheur bevatten, de scheurgroeilevensduur van op elkaar gelijmde platen veel langer is dan die van massieve plaat. Verwacht wordt dat de weerstand tegen vermoeiingsscheurgroei van laminaten nog aanzienlijk hoger zal worden indien de lijm met vezels wordt versterkt. Dit wordt intensief bestudeerd door Fokker en door de Afdeling der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TH Delft.

Tenslotte dient te worden vermeld dat in een aantal instituten, waaronder het NLR, fundamenteel onderzoek plaatsvindt naar de invloed van milieu en produktievariabelen op de bezwijkmechanismen van lijmverbindingen, zoals ook in de V.S. gebeurt. Onderzocht worden de toepasbaarheid van breukmechanica, vermoeiingsscheurinitiatie en -scheurgroei, verouderingseffecten in het milieu, en nauwkeurige analyse van de spanningstoestand; bovendien worden theoretische modellen opgesteld voor het mechanische gedrag als functie van de belastingssnelheid, temperatuur en omgeving.

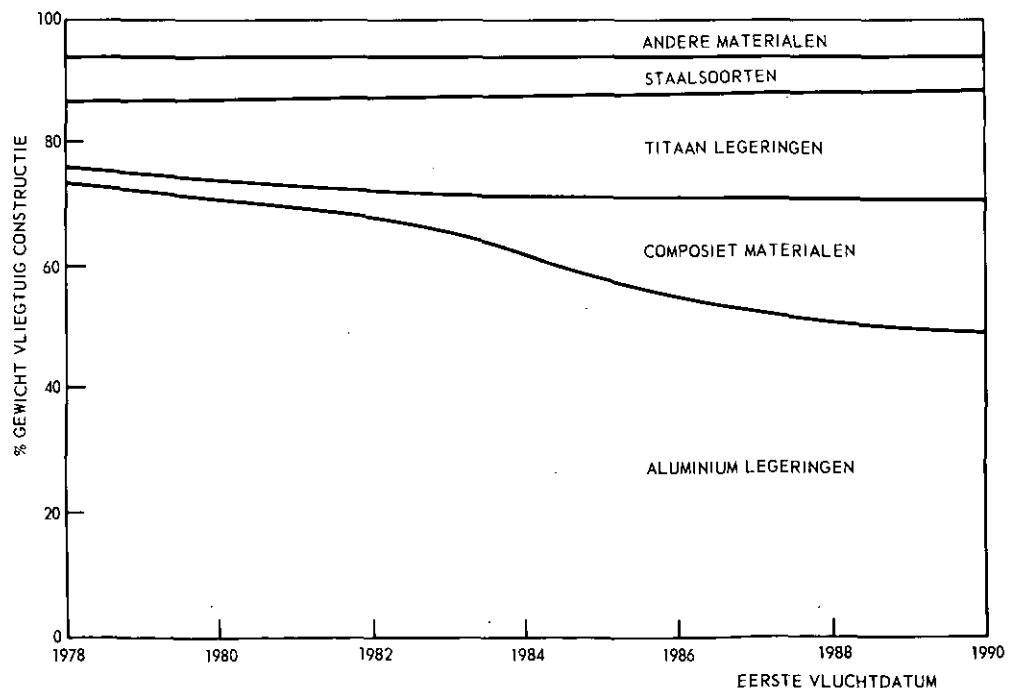


Fig. 6 — Een schatting van het materiaalgebruik voor middelgrote transportvliegtuigen in de komende 10 jaar.

An estimate of the application of materials for medium-size transport aircraft in the coming decade.

(Ham en Willshire; Aeron. J. 80 (1976) p. 434).

Gebaseerd op de huidige stand van zaken van het onderzoek en de ontwikkeling van constructiematerialen en -technieken voor vliegtuigen, hebben Ham en Willshire in het *Aeronautical Journal* (Vol. 80, 1976, p. 434) een voorspelling gedaan over het toekomstig gebruik van deze materialen in middelgrote transportvliegtuigen (zie figuur 6). Hieruit blijkt weliswaar dat aluminiumlegeringen tot in de jaren '90 zullen blijven overheersen, maar dat composietmaterialen een aanmerkelijk belangrijker plaats zullen gaan innemen dan nu het geval is.

Figuur 7 toont de schatting van de gewichtsbesparing volgens Ham en Willshire in de jaren '80 en '90, als de in dit artikel genoemde materialen (met name composietmaterialen) worden toegepast. Uit deze figuur blijkt tevens dat het zeker nog een tiental jaren zal duren voordat een gewichtsbesparing van 10% zal kunnen worden gerealiseerd. De voornaamste oorzaak hiervan is feit dat composietmaterialen slechts zeer geleidelijk kunnen worden ingevoerd, aangezien het altijd enige tijd duurt voordat de constructeur vertrouwd is met de specifieke eigenschappen van nieuwe materialen, en om de verkregen kennis en ervaring op te nemen in de strenge certificatieprocedures voor vliegtuigconstructies.

Teneinde composietmaterialen op grote schaal te kunnen invoeren, dient een aantal aspecten nog verder te worden onderzocht.

- Veel meer testresultaten van composietmaterialen zullen moeten worden verzameld, om een statistische aanpak mogelijk te maken. De veiligheidsmarges — nu hoog door te weinig gegevens en door te grote spreiding in de materiaaleigenschappen — zouden dan kleiner kunnen worden genomen.
- De invloed van het milieu op de composieteigenschappen moet diepgaand worden onderzocht, aangezien de matrix van deze composieten vocht- en temperatuurgevoelig is.
- Inspectietechnieken moeten worden afgestemd op het tijdig ontdekken van schade in composietmaterialen, aangezien in composietconstructies doorgaans een heel ander type schade ontstaat dan in lichtmetalen constructies.

De verwachting is dat in de civiele vliegtuigbouw composieten pas op ruime schaal als constructiemateriaal in primaire constructiedelen zullen worden gebruikt, nadat ervaring zal zijn opgedaan met de toepassing ervan in de secundaire constructiedelen. Alleen in de reeds genoemde militaire vliegtuigen zullen al in de nabije toekomst composieten worden gebruikt in de primaire constructiedelen.

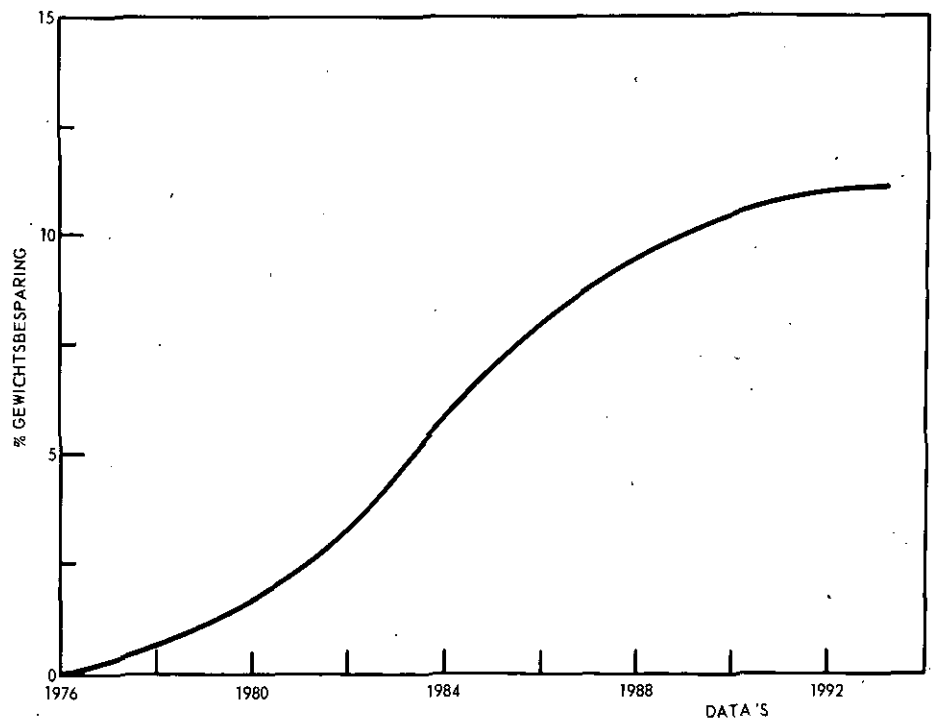


Fig. 7 — Verwachte gewichtsbesparing door het toepassen van nieuwe materialen.
Expected weight savings from the use of advanced materials.
(Ham en Willshire; *Aeron. J.* 80 (1976) p. 434).

4.2 EEN SYSTEEM VOOR START- EN LANDINGSMETINGEN (STALINS)

Inleiding

Start- en landingsmetingen vormen een van de grote onderdelen van het vliegproevenprogramma waaraan nieuwe vliegtuigen worden onderworpen. Voor een vliegtuig als de Fokker F28 omvatte dit programma circa 1500 starts, landingen en afgebroken starts (rejected take-offs, accelerate-stops). Deze metingen moeten onder allerlei omstandigheden worden uitgevoerd, dikwijls ver van de thuisbasis, op hooggelegen vliegvelden en op vliegvelden met niet-verharde banen. Bij deze metingen moet, om met een minimum aan meetruns te kunnen volstaan, de baan van het vliegtuig met hoge nauwkeurigheid worden gemeten, terwijl tevens de vliegtuigconfiguratie (totaal gewicht, klepstanden, e.d.), motorprestaties en de meteorologische omstandigheden (luchtdruk, temperatuur, windsterkte en -richting) moeten worden bepaald. Op basis van deze gegevens worden met behulp van rekenprogramma's uiteindelijk de start- en landingsprestaties voor het 'flight manual' berekend. De gewenste nauwkeurigheden van de vliegbaanmetingen zijn zo hoog dat zij met vele van de gebruikelijke meetmethoden niet volledig kunnen worden bereikt. De start- en landingsprestatiemetingen worden meestal uitgevoerd op minder dan 200 feet (61 meter) boven de baan. In de luchtwaardigheidsvoorschriften zijn de meest kritieke fasen gedefinieerd: voor de start is dat de fase vanaf stilstand totdat het vliegtuig een hoogte van 35 feet (10,7 m) heeft bereikt, bij de landing is dit de fase vanaf het punt waar het vliegtuig een hoogte van 50 feet (15,2 m) heeft tot stilstand. Voor deze kritieke fasen is de gewenste nauwkeurigheid in de X-richting (langs de startbaan) en in de Y-richting (horizontaal, loodrecht op deze baan) 10/100 van de afgelegde weg, hetgeen voor een vliegtuig als de F28 overeenkomt met een nauwkeurigheid van circa 2 meter over de gehele kritieke fase. Voor de hoogte is een nauwkeurigheid van ca. 0,15 meter gewenst. De nauwkeurigheid buiten de bovengenoemde kritieke fasen behoeft niet zo groot te zijn.

Methoden voor het meten van de baan van een vliegtuig

Voor het meten van de baan van het vliegtuig zijn door de jaren heen talloze methoden ontwikkeld. Bij veruit de meeste methoden wordt gebruik gemaakt van foto's, omdat daaruit de positie van het vliegtuig zeer nauwkeurig kan worden opgemeten. Vaak zijn de camera's op de grond geplaatst en zodanig draaibaar opgesteld dat zij het vliegtuig kunnen volgen. De elevatie en azimuth van de camera's moet dan nauwkeurig bekend zijn, hetgeen kan worden bereikt door een nauwkeurig raster voor de camera of nauwkeurige theodolietechalen mee te fotograferen. Voor een driedimensionale meting zijn minstens twee cinetheodolieten nodig. De verwerking kost, door het aflezen van de schalen en het opmeten van de foto's, veel tijd. In moderne cinetheodolieten worden elevatie en azimuth meestal elektrisch gemeten, maar de aflezing van de beelden (1 à 4 per seconde per theodoliet) blijft zeer arbeidsintensief. Een recente ontwikkeling op dit gebied is de laser-theodoliet. Deze theodoliet volgt automatisch een op het vliegtuig aangebracht dakkantprisma en levert direct digitale waarden voor azimuth, elevatie en afstand. Een dergelijk systeem werd als referentie gebruikt bij proeven te Brétigny met het hieronder te beschrijven STALINS-systeem.

Vele andere methoden voor meting vanaf de grond zijn beproefd, zoals die met behulp van radar en verschillende typen radiografische systemen. Deze blijken echter in de praktijk niet aan de hiervoor gestelde nauwkeurigheidseisen te voldoen.

Alle bovengenoemde methoden, waarbij complexe installaties op de grond nodig zijn, hebben bovendien het bezwaar dat het meten op kleine, afgelegen vliegvelden grote transportproblemen met zich meebrengt. Daarom is gezocht naar methoden waarbij alle, of bijna alle, meetapparatuur in het vliegtuig is geïnstalleerd. Ook hiervoor zijn vele optische methoden ontwikkeld. Het NLR gebruikt reeds vele jaren een methode waarbij referentiepunten langs de baan (meestal de randlichten) worden gefotografeerd door een in de neus van het vliegtuig gemonteerde camera. Op iedere foto moeten de coördinaten van 6 lampen worden opgemeten. Met behulp van een computerprogramma worden uit die coördinaten respectievelijk de positie van het vliegtuig ten opzichte van de baan (in 3 coördinaten), de snelheidscomponenten en de standhoeken van het vliegtuig berekend. Bij deze neus-cameramethode is het aflezen van de films eveneens zeer tijdrovend.

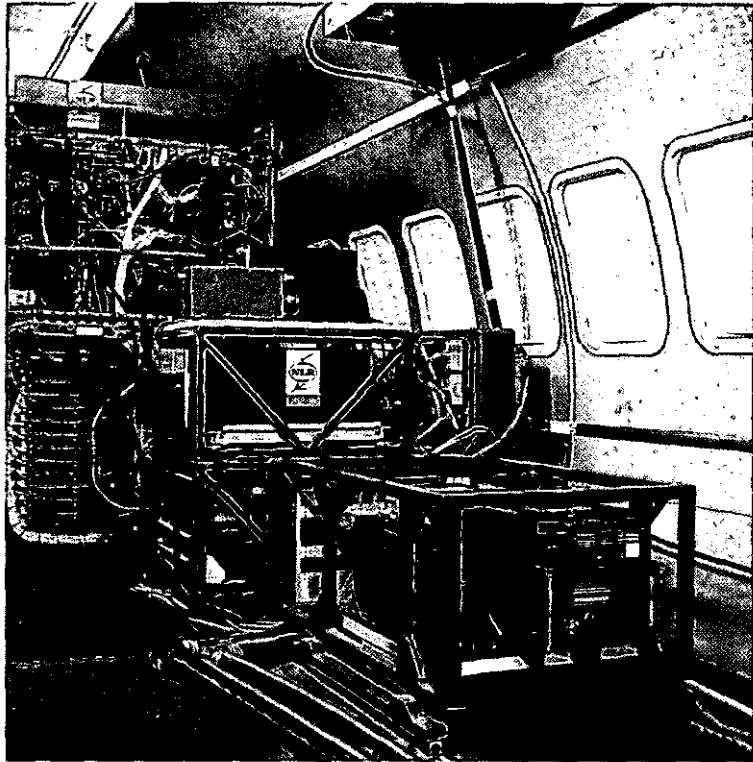


Fig. 8 – De STALINS-apparatuur in het Fokker F28-vliegtuig. Achterste rek, boven: RASP-meetapparatuur. Midden: algemene elektronische meetapparatuur. Onder: magneetbandrecorder. Voorste rek: het Litton traagheidssysteem.
The STALINS (Take-off and Landing Measurement Equipment with Inertial Navigation System) equipment in the Fokker F28 aircraft. Upper rack at the back: RASP measurement equipment. In the middle: general electronic measurement equipment. Below: tape-recorder. Rack in front: the Litton inertial system.

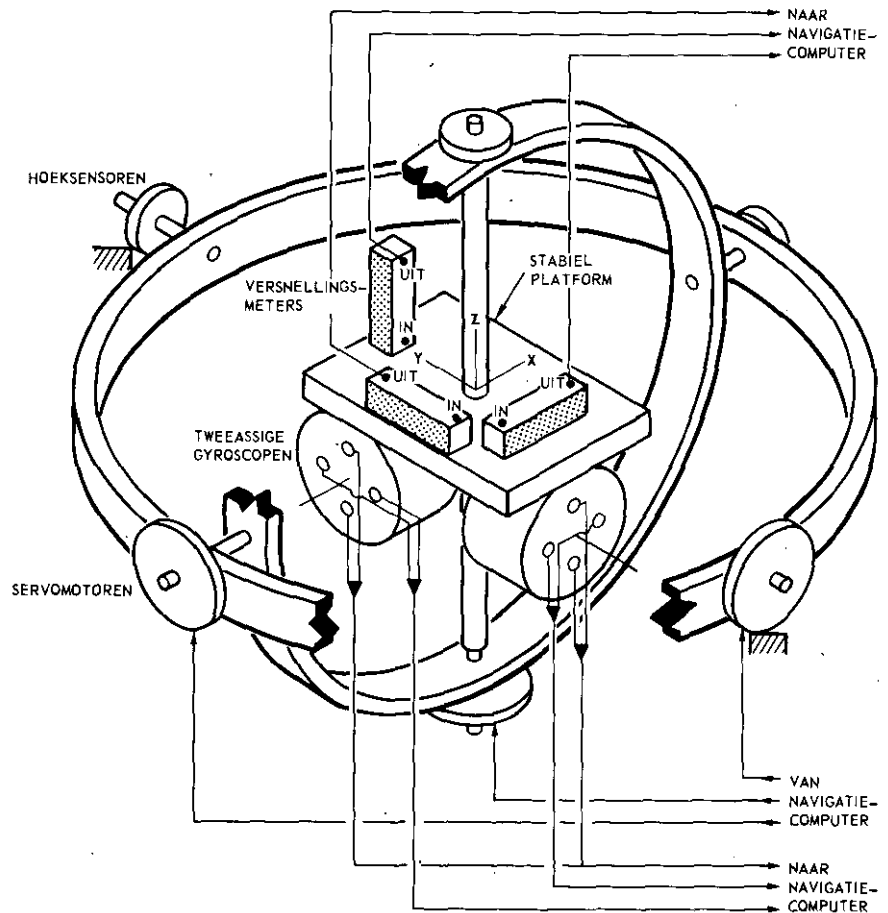


Fig. 9 – Principeschets van een traagheidsmeetsysteem, gestabiliseerd door twee tweelassige gyroscopen.
Principles of an inertial measurement system, stabilized by two double-axis gyros.

Bij het zoeken naar in dit opzicht betere methoden lag het voor de hand de mogelijkheden van een traagheidsmeetsysteem te onderzoeken. In een dergelijk systeem, dat in vele moderne vliegtuigen wordt gebruikt voor lange-afstandnavigatie, wordt uit de uitgangssignalen van versnellingsmeters, die op een in horizontale stand gestabiliseerd platform zijn gemonteerd, door een tweevoudig integratieproces de positie bepaald. Bekend was dat enige pogingen in die richting niet waren geslaagd, speciaal de hoogtemeting leverde grote problemen op. Sinds 1971 is onderzoek door het NLR uitgevoerd op dit gebied en thans wordt een dergelijk systeem gereedgemaakt voor routinemetingen: STALINS (codewoord voor STArt- en Landingsmetingen met een INertiaal Systeem). Figuur 8 geeft een beeld van de apparatuur in het prototype van het F28-vliegtuig. Dit systeem wordt hieronder kort besproken. In figuur 9 wordt het principe van een traagheidssysteem geïllustreerd.

Beschrijving van het STALINS-systeem *Principe*

De door de versnellingsmeters op het platform geleverde waarden voor de versnellingen worden gecorrigeerd voor componenten van de zwaartekracht- en Coriolis-versnellingen en voor nulpuntsfouten, zodat de versnellingen van het vliegtuig worden verkregen. Door integratie en transformatie worden dan de snelheden berekend in de X-richting (langs de startbaan), de Y-richting (horizontaal, loodrecht op de richting van de startbaan) en de Z-richting (verticaal). Een tweede integratie levert dan de afgelegde afstanden in de X-, Y- en Z-richtingen. Meting van de hoeken tussen het vliegtuigassenstelsel en het gestabiliseerde platform levert bovendien de stand van het vliegtuig.

Het kritieke element in deze procedure is de bepaling, met de vereiste nauwkeurigheid, van de correcties voor componenten van de zwaartekracht en voor nulpuntsfouten in de gemeten versnellingen. Het platform is, onder de sterk veranderende omstandigheden tijdens start- of landingsmetingen, onderworpen aan allerlei effecten die zijn stand doen afwijken van een horizontale stand, en die onder andere nulpuntsverschuivingen van de versnellingsmeters veroorzaken. Bij de correctie hiervoor wordt gebruik gemaakt van het feit dat iedere start- of landingsmeting afzonderlijk slechts kort duurt en, hoewel versneld of vertraagd, bij benadering in een plat verticaal vlak verloopt. De duur van het kritieke deel van iedere meting is slechts 50 à 120 seconden.

In de volgende secties worden methoden beschreven waarmee onder deze omstandigheden op betrekkelijk eenvoudige wijze de snelheids- en positiefouten kunnen worden gecorrigeerd. Aangezien de bewegingsvergelijkingen van het traagheidsplatform in horizontale en verticale richting nagenoeg onafhankelijk van elkaar zijn, worden de methoden voor de meting in die twee richtingen hieronder apart besproken.

De methode is afgestemd op het gebruik van een — reeds geruime tijd bij het NLR beschikbaar — Litton LTN-58 traagheidssysteem.

Bepaling van de posities in de horizontale richtingen

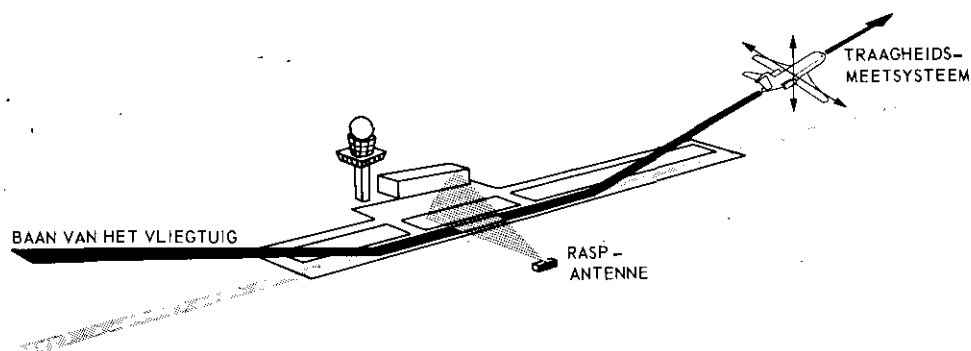
De in het LTN-58 systeem gemeten versnellingen worden binnen dat systeem geïntegreerd, gedigitaliseerd, en getransformeerd naar een geodetisch assenstelsel. Op deze wijze worden de snelheden en posities in drie dimensies verkregen. Voor de vliegbaanberekeningen van STALINS wordt gebruik gemaakt van de door STALINS bepaalde snelheden, omdat berekeningen op basis van de door het systeem geleverde posities minder nauwkeurig blijken te zijn. De berekening van de afgelegde horizontale afstanden in de X- en Y-richtingen geschiedt in drie stappen, die hieronder nader worden toegelicht:

- correctie van de snelheid voor het Coriolis-effect, voor de helling van het platform, en voor nulpuntsfouten van de versnellingsmeters;
- transformatie naar het baanassenstelsel;
- integratie van de zo verkregen snelheden in het horizontale vlak.

De correctie van de snelheden gebeurt door het bepalen van de door het systeem aangewezen snelheden bij stilstand vóór iedere start en na iedere landing. Deze waarden worden afgetrokken van de gemeten snelheden gedurende de proeven. In de praktijk blijkt dat deze correcties niet nauwkeuriger kunnen worden bepaald dan tot op ca. 0,04 m/s, als gevolg van het verloop van de uitgangssignalen met de tijd en de digitalisatie van deze signalen; dit kan een fout veroorzaken van maximaal ± 2 meter na 100 seconden.

Bij de transformatie naar het baanassenstelsel wordt geen gebruik gemaakt van de (mogelijk wel nauwkeurig bekende) geografische baanrichting, maar wordt de baanrichting berekend als de gemiddelde richting van de afgelegde baan tijdens de aan- respectievelijk uitloop, afgeleid uit de gecorrigeerde gemeten snelheden. Dit is gedaan omdat de Noordrichting van

Fig. 10 – Voorbeeld van een vlieg-
baan tijdens starts en landingen.
*Example of a take-off and landing
flight path.*



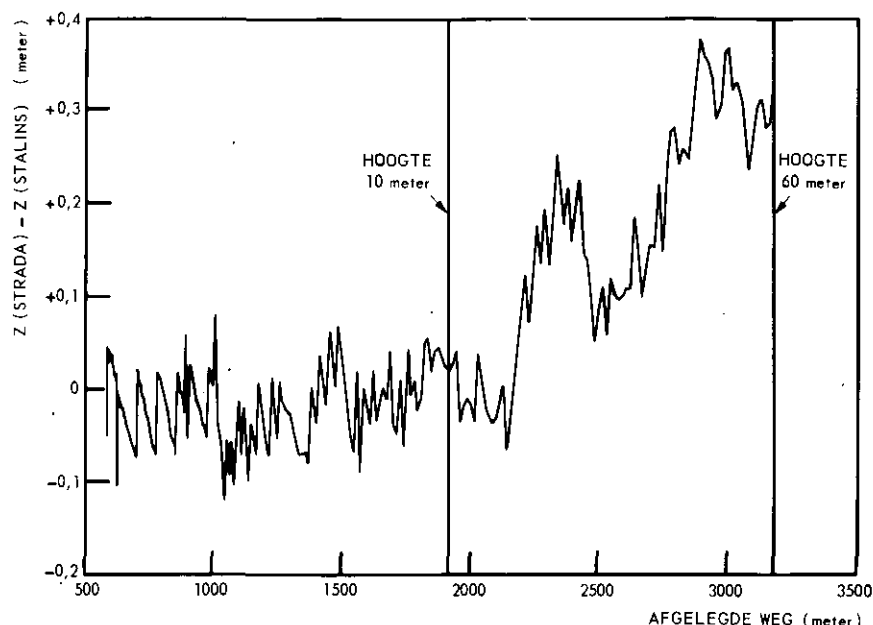
het traagheidsplatform gedurende een meetperiode van een aantal uren langzaam kan verlopen. De daardoor optredende fout wordt door het toegepaste proces geëlimineerd. De positie van het vliegtuig wordt bepaald door integratie van de componenten van de gecorrigeerde snelheden langs en loodrecht op die baanrichting. De volgens deze methode verkregen afstanden zijn de afstanden t.o.v. het punt van stilstand van het vliegtuig en zijn niet gecorreleerd met de positie t.o.v. de baan. Deze correlatie wordt verkregen met behulp van een door het NLR ontwikkeld systeem, genaamd RASP (zie figuur 10). Dit bestaat uit een op de grond geplaatste antenne die radiografisch een vlak loodrecht op de startbaan definieert, en een ontvangststelsel aan boord van het vliegtuig dat het tijdstip van passeren van dat vlak registreert. Hiermee wordt op één punt van de startbaan bepaald op welk tijdstip het vliegtuig passeerde, en daarmee wordt de relatieve, uit STALINS-gegevens afgeleide vliegbaan gekoppeld aan de startbaancoördinaten. Tijdens in Brétigny verrichte beproevingen werden twee RASP-systemen gebruikt voor extra controle van de berekeningen van de vliegtuigpositie in de X-richting.

Bepaling van de hoogte

De in het bovenstaande gesignaleerde problemen bij de hoogtemeting komen voort uit het feit dat de verticale versnelling van het vliegtuig (grootteorde gemiddeld $2 \times 10^{-3}g$) moet worden bepaald als het verschil tussen de gemeten versnelling en de zwaartekrachtversnelling ($1g$). Teneinde de gewenste nauwkeurigheid in de verticale versnelling van het vliegtuig te bereiken, moeten zowel de gemeten versnelling als de plaatselijke zwaartekrachtversnelling met een nauwkeurigheid van $2 \times 10^{-5}g$ bekend zijn, en moet de verdere verwerking, zoals digitalisatie en integratie, ook met die nauwkeurigheid worden verricht. De fabrikant geeft echter als 'day-to-day stability' voor de versnellingsmeter slechts $10^{-4}g$ op. Bovendien is het soms ook moeilijk de zwaartekrachtversnelling op een willekeurige startbaan met de gewenste nauwkeurigheid te verkrijgen. Het bleek echter mogelijk een speciale rekenprocedure te ontwikkelen (in feite een 'ijking' van de aangewezen versnelling bij $1g$ voor iedere meting) waarmee de gewenste nauwkeurigheid wel bereikbaar was.

In deze procedure wordt op het uitgangssignaal van het verticale kanaal van het platform gedurende de aan- of uitloop van het vliegtuig een correctie aangebracht, zodat het gecorrigeerde uitgangssignaal overeenkomt met het signaal dat zou worden verkregen als het platform horizontaal had bewogen. (De correctie wordt uitgevoerd door gebruik te maken van de door het platform gemeten standhoek van het vliegtuig en van het verloop van de baanhoogte.) Uit dat signaal wordt, met de kleinste-kwadratenmethode, de waarde van de gemeten versnelling die overeenkomt met $1g$ geijkt. Als deze waarde wordt gebruikt in de hoogteberekening, worden zowel de onzekerheid in de waarde van de plaatselijke zwaartekrachtversnelling als eventuele fouten van de versnellingsmeter vrijwel geheel

Fig. 11 — Het verschil tussen de hoogten gemeten door STRADA en STALINS tijdens een typische start.
The difference between the altitudes measured by STRADA and STALINS during a typical take-off.



geëlimineerd. Figuur 11 geeft een typisch voorbeeld van de bereikte nauwkeurigheid. De kromme geeft het verschil tussen de hoogten zoals gemeten door de laser-theodoliet STRADA en door STALINS voor één van de starts gemeten te Brétigny, uitgezet tegen de X-coördinaat langs de baan. Uit de figuur blijkt dat het verschil binnen $\pm 0,1$ meter blijft tot voorbij het punt waar een hoogte van 10 meter werd bereikt, en dan oploopt tot ca. 0,4 m bij 60 meter hoogte.

Het berekeningsprogramma

Het computerprogramma voor de berekening van de vliegbanen is zodanig ontworpen dat de resultaten binnen 24 uur na de vliegproeven beschikbaar zijn. In eerste instantie wordt het verloop van de coördinaten X, Y en Z met de tijd geheel automatisch berekend, waarbij ook enkele veel voorkomende fouten (zoals enkelvoudige bit-fouten) automatisch worden gecorrigeerd.

Als deze automatische verwerking gereed is, worden de resultaten op het beeldscherm van een computer-terminal gecontroleerd. Daarbij kunnen ook vele van de tussenresultaten worden opgeroepen. Een waarnemer voor het beeldscherm kan op een groot aantal punten op interactieve wijze de berekening met gewijzigde ingangsgrootheden opnieuw doen uitvoeren. Pas na deze controle worden de resultaten vrijgegeven voor verdere verwerking tot prestatiegrafieken.

Beproeving van de methode

Reeds in 1976 werden met een in een Fokker F28-vliegtuig ingebouwde voorlopige uitvoering van STALINS proeven gedaan op Schiphol. De meetresultaten van het STALINS-systeem zijn toen vergeleken met de resultaten van gelijktijdig uitgevoerde metingen met het NLR-neuscamerasysteem. Er bleek goede overeenstemming te bestaan tussen de uitkomsten van beide methoden. Het bleek echter niet mogelijk aan te tonen in hoeverre de gevraagde nauwkeurigheid werd bereikt omdat de neuscameramethode niet nauwkeurig genoeg was om het STALINS-systeem daarmee te ijken.

Eind 1978 werden opnieuw proeven gedaan met het F28-vliegtuig, nadat enige verbeteringen in het traagheidssysteem waren aangebracht, en waarbij gebruik werd gemaakt van een nauwkeuriger vergelijkingssysteem: de STRADA-laser-theodoliet op het Franse vliegveld Brétigny. Deze proeven werden uitgevoerd onder de uiteenlopende omstandigheden waaronder de baanmetingen zullen moeten plaatsvinden, zoals harde landingen, twee-motorstarts en (gesimuleerde) één-motorstarts, grote standhoeken, en plotselinge overgang van versnellen naar sterk remmen ('accelerate-stops').

Het ligt in de bedoeling de STALINS-meetapparatuur toe te passen bij de certificatieproeven van nieuwe Nederlandse prototype vliegtuigen. Hiervoor zal nog één serie metingen worden uitgevoerd, ter controle van een aangebrachte wijziging in het systeem, die een onvolkomenheid in de metingen van het verticale versnellingskanaal (verstoring onder invloed van zware trillingen bij remmen) moet opheffen. De tot nu toe uitgevoerde proeven hebben reeds aangetoond dat het met de STALINS-methode mogelijk is de gevraagde nauwkeurigheden goed te benaderen bij start- en landingsmetingen met een middelgroot civiel vliegtuig, en dat de prestaties ervan vergeleken kunnen worden met die van de meest geavanceerde systemen op dit gebied. De specifieke voordelen van STALINS boven andere systemen zijn reeds genoemd: het verrichten van start- en landingsmetingen met STALINS kan vrijwel onafhankelijk van de vliegvelduitrusting geschieden aangezien de op de grond benodigde apparatuur minimaal is. De STALINS-metingen leveren, naast de positie- en snelheidsgegevens, bovendien gegevens op over de stand van het vliegtuig, en dit alles binnen 24 uur.

5 BIBLIOTHEEK EN DOCUMENTATIE

Het jaar 1979 stond voor de bibliotheek in het teken van administratieve reorganisaties. Ter afronding van de verplaatsing van een groot gedeelte van de collectie van Amsterdam naar de vestiging Noordoostpolder, werd veel tijd besteed aan het toegankelijk maken van de gewijzigde collecties in beide vestigingen. Teneinde de dagelijkse stroom literatuur-aanvragen te kunnen beheersen en de zoektijden tot een minimum te beperken, werd de gehele collectie opnieuw ingedeeld en overzichtelijk opgeborgen. Het verzamelen van te registreren literatuur en het opnemen ervan in het bibliotheekbestand en in de catalogus werden voortgezet. De gehele catalogus in beide vestigingen werd aan de gewijzigde indeling aangepast.

Medio 1979 werd een groot deel van de administratieve werkzaamheden rond de omvangrijke besteladministratie binnen de bibliotheek geconcentreerd. Samenhangend hiermee werd ernaar gestreefd alle aanvragen voor literatuur bij externe instanties via de bibliotheek te laten lopen; ook worden alle door het NLR ontvangen documenten ter registratie en distributie aan de bibliotheek doorgegeven. Dit geldt zowel voor rapporten als voor aanvullingen op handboeken of losbladige uitgaven, e.d.

In samenhang met het voorafgaande werd ook de registratie van lopende abonnementen op periodieken en losbladige uitgaven gereorganiseerd. Dit resulteerde in het alsnog opnemen van ca. 340 lopende abonnementen en 'standing orders', waarvan de ontvangstreregistratie en distributie tegenwoordig ook door de bibliotheek wordt verzorgd. Voor een deel betreft dit aanvullingen op vlieg(tuig)technische handboeken en procedurehandboeken. Eind 1979 beschikte de bibliotheek hierdoor over een compleet overzicht van alle door het NLR ontvangen literatuur, alsmede over een gedetailleerd inzicht in de kosten ervan. Voor het bijhouden van aanvullingen op losbladige handboeken, waarvoor in principe de bibliotheek verantwoordelijk zou moeten zijn, wordt nog naar een oplossing gezocht.

De collectie werd in 1979 uitgebreid met 3250 titels, voor het merendeel rapporten in gedrukte vorm. Daarboven werden 764 rapporten in de vorm van microfiche aangeschaft. Het gebruik van microfiches werd bevorderd door het maken van kwalitatief goede duplicaten. Het aantal geregistreerde abonnementen op periodieken bedroeg ca. 680, en op losbladige uitgaven ca. 160. Alle wijzigingen in het periodiekenbestand werden doorgegeven aan de Centrale Technische Catalogus van Periodieken (CTCP), die wordt bijgehouden door de bibliotheek van de TH Delft.

In 1979 werd wederom intensief gebruik gemaakt van de wekelijkse aanwinsten-, tijdschriften- en artikelenlijst, waarin de nieuwe literatuur onder de aandacht van de NLR-medewerkers werd gebracht. Naar aanleiding ervan bereikten de bibliotheek 6640 leenaanvragen voor boeken, rapporten, e.d., en 3493 verzoeken om fotokopieën van de 3812 geselecteerde tijdschriftartikelen. Voorts werden over beide vestigingen in het totaal 7250 andere literatuuraanvragen verzorgd van NLR-medewerkers en van bibliotheken die door de Centrale Technische Catalogus van de TH-Delft naar het NLR waren verwezen. De NLR-bibliotheek heeft 1293 literatuuraanvragen doorgestuurd naar andere bibliotheken, in het kader van het interbibliothecaire leenverkeer. In veel gevallen bleken rapporten niet in Nederland aanwezig; deze werden rechtstreeks aangevraagd bij de instantie van herkomst of bij ESA te Parijs als microfiche.

Het verwerken van de titels uit de aanwinstenlijsten tot een KWAC-index ('Key Word And Context'), waardoor de collectie beter op onderwerp toegankelijk wordt, werd ook in 1979 voortgezet, evenals het opnemen van de aangeschafte microfiches in een eigen computerbestand.

De laatste jaren vinden snelle ontwikkelingen plaats op het gebied van automatisering van literatuurbestanden. Om deze ontwikkelingen op de voet te kunnen volgen is het noodzakelijk deel te nemen aan nationale en internationale werkgroepen en commissies, zoals ook in 1979 weer is geschied. Een bijkomend gunstig effect is dat de contacten die hierdoor ontstaan in vele gevallen tot een betere uitwisseling van moeilijk verkrijgbare literatuur hebben geleid.

6 EXTERNE EN INTERNE BETREKKINGEN

Evenals in voorgaande jaren heeft het NLR in 1979 velerlei activiteiten ontplooid teneinde binnen en buiten het laboratorium de aard, de doelstellingen en de achtergronden van de onderzoeken die het NLR verricht meer bekendheid te geven.

Een groot aantal belangstellenden uit binnen- en buitenland bezocht het NLR. Van de vele bezoekers worden hier enkele met name genoemd.

De Minister van Economische Zaken, Drs. G.M.V. van Aardenne, bracht, vergezeld van Drs. H. Leliveld, plv. Directeur-Generaal van de Industrie, Ir. J.W. Hillege, lid van het NLR-bestuur benoemd door de Minister van Economische Zaken, en C.J.D. Riethof, voormalig NLR-bestuurslid, een bezoek aan de NLR-vestiging in de Noordoostpolder, waar hij door de voorzitter en de directie werd ontvangen. Op het programma stonden algemene inleidingen over de NLR-werkzaamheden, en bezoeken aan de hoofdafdeling Ruimtevaartuigen en aan de DNW.

Mr. H. Raben, Directeur-Generaal van de RLD, bezocht het NLR te Amsterdam. Hij werd vergezeld door Drs. C.A. Stants, plv. Directeur-Generaal van de RLD en de heer J.T.M. Dorresteyn, stafmedewerker van de RLD. Na inleidingen door de voorzitter en de algemeen directeur, werden een windtunnel en de vluchtnabootser bezocht.

Het Bestuur van de Stichting NLRGC werd bij het NLR in Amsterdam ontvangen door de voorzitter en de algemeen directeur; de belangstelling ging vooral uit naar de NLR-werkzaamheden betreffende de vlieger/vliegtuigrelatie en naar de vluchtnabootser.

Het College van Burgemeester en Wethouders van de gemeente Brederwiede werd in de NLR-vestiging Noordoostpolder ontvangen door de voorzitter en de algemeen directeur. Inleidingen werden gegeven over het IRAS-project en over de DNW, gevolgd door een rondleiding.

Een delegatie uit China bezocht het NLR in Amsterdam, waarbij vooral het werk in de windtunnels in de belangstelling stond; tevens werd de vluchtnabootser bezocht.

De heer J. Alvey, van het Britse Ministerie van Defensie, en Dr. G.G. Pope, van het RAE (Farnborough), brachten een bezoek aan het NLR in Amsterdam en in de Noordoostpolder; door middel van inleidingen en bezoeken aan NLR-faciliteiten en aan de DNW werd een beeld geschetst van de NLR-activiteiten.

Dr. James J. Kramer, van NASA-Headquarters uit Washington D.C. (V.S.), Mr. Don Hearth, directeur van Langley RC, en Mr. John McCarthy, directeur van Lewis RC, brachten een bezoek aan het NLR in de Noordoostpolder en in Amsterdam, waarbij een groot aantal faciliteiten werd bezocht.

Een Indonesische delegatie o.l.v. Prof. Wiranto Arismunandar, vergezeld van enkele NIVR-medewerkers, bezocht het NLR in de Noordoostpolder, in het kader van de voorbereiding van de 'TERS-Workshop' (Tropical Earth Resources Satellite). Vooral de NLR-activiteiten op de gebieden van remote sensing en ruimtevaart kwamen aan de orde.

Tevens brachten Indonesische delegaties o.l.v. Prof. Ir. O. Diran tweemaal een bezoek aan het NLR. Dit hield verband met mogelijke toekomstige samenwerking bij de ontwikkeling van een lage-snelheidswindtunnel in Indonesië. Besprekingen werden gevoerd en onder meer werd de DNW bezocht.

Een delegatie van de 'USAF European Office of Aerospace Research and Development Command', bestaande uit Dr. M. Greenfield, Capt. J. Kreer, Capt. A. Mardigian en Capt. R.L. Ray, bezocht het NLR in de Noordoostpolder. Zij werden vergezeld door Col. R.J. Mellody, de Amerikaanse luchtmachtattaché, Kol. Ir. H. Kreuning (KLu-HWO) en Mr. J.C.E. van den Brandhof (RVO-TNO). De belangstelling ging voornamelijk uit naar de NLR-activiteiten op het gebied van constructies en materialen.

Prof. E.E. Covert, vice-voorzitter van de U.S. Air Force Advisory Board, hoogleraar op het MIT, oriënteerde zich op het gebied van instationaire-drukmetingen in windtunnels.

Naast de publikatie van NLR-onderzoekresultaten in de internationale vakliteratuur en op congressen (zie bijlagen 1 en 2), werd ook op andere manieren bekendheid gegeven aan het NLR-werkpakket. In het KIVI-tijdschrift 'De Ingenieur' verscheen het artikel 'De bepaling van operationele limieten voor het gebruik van helikopters aan boord van schepen' door Ing. Tj. Hoekstra, Ing. R. Fang, Ir. C. Leijnse, en Ir. L.T. Renirie. Op NVvL-bijeenkomsten werd viermaal een lezing gehouden over NLR-activiteiten, te weten 'Recent onderzoek van criteria voor de vliegeigenschappen van toekomstige transportvliegtuigen' door Ir. H.A. Mooij, 'Remote-sensing technieken en toepassingen' door Dr.Ir. N.J.J. Bunnik, 'Helikopter/schip-kwalificatiebeproeving' door Ir. C. Leijnse en Ir. L.T. Renirie, en 'Comparison of 2024 en 7475 alloy sheets for tension-critical aircraft structures' door Prof.Dr. R.J.H. Wanhill. In het NVvL-jaarboek verscheen het artikel 'Handling problems through compressor deterioration' van de hand van Ir. J.P.K. Vlegghert. In het Polytechnische Tijdschrift, editie Werktuigbouw, verschenen de artikelen 'Breukvlakonderzoek' van Ir. G.F.J.A. van Gestel, en 'Het bezwijken van vliegtuigconstructies' van Ir. E.A.B. de Graaf. Tijdens een bijeenkomst die georganiseerd was ter gelegenheid van het afscheid van Prof.Dr.Ir. H.G. Geerlings van de TH Delft sprak Prof.Dr. R.J.H. Wanhill over 'Damage tolerance and life assessment related to full scale testing' (medeauteur Ir. H. Vlieger). Ir. W. Loeve sprak tijdens een landelijke bijeenkomst betreffende 'Computer-Aided Design' over 'Management aspecten van het gebruik van computers bij het ontwerpen'. In het Maandblad voor Lucht- en Ruimtevaart AVIA verscheen tweemaal een artikel over het NLR: het gebruikelijke jaaroverzicht van de NLR-werkzaamheden, en één over het nieuwe NLR-laboratoriumvliegtuig, de Swearingen Metro II, ter gelegenheid waarvan tevens een algemeen overzicht werd gegeven van de NLR-activiteiten. In Martinair Journaal 1979 verscheen onder de enigszins ludieke titel 'NLR: de luchtige speurneuzen' een artikel over het NLR-speurwerk ten behoeve van nieuwe vliegtuigen. Aan een groot aantal journalisten op het gebied van lucht- en ruimtevaart werd informatie over het Metro II laboratoriumvliegtuig verstrekt. In het tijdschrift 'Schipholland' werd een artikel gepubliceerd over de meetvluchten die het NLR in samenwerking met het Franse Institut Géographique National had verricht (de Queen Air en het B-17 vliegtuig, ook wel: 'Vliegend Fort').

In 1979 werd vele malen aandacht aan NLR-activiteiten geschonken op de televisie, in de dag- en weekbladen, en in de vaktijdschriften. Zo werden tijdens een TV-sportprogramma opnamen getoond van windbelastingmetingen aan twee 50 cc record-motorfietsen in de LST 3x2. In december werden tijdens het programma 'Daar vraag je me wat' opnamen getoond van metingen van de luchtweerstand op schaatsenrijders, die door studenten van de Vrije Universiteit waren verricht in de LST 3x2. Daarnaast dient hier vooral een artikel in het Fokker-tijdschrift Focus 1979/8 over verdere geluidsvermindering bij het F28 vliegtuig genoemd te worden. Dit betreft een samenwerkingsproject tussen Fokker, Rolls Royce en het NLR, financieel ondersteund door het NIVR, ter ontwikkeling van een z.g. mixer die in een Rolls Royce bypass motor van de F28 de warme en koude luchtstromen mengt, en die geresulteerd heeft in een belangrijke vermindering van de geluidshinder en in een lager brandstofverbruik. Dit artikel haalde ook de dagbladpers. Ter gelegenheid van de lancering van de ARIANE in december werd het NLR-aandeel aan de voorbereiding daarvan (vooral windtunnelmetingen op raket en raket plus starttoren) in de dagbladpers genoemd. Ook in de artikelen over de IRAS werd het NLR veelvuldig vermeld. Over de DNW verscheen een aantal artikelen in de dag- en weekbladen, onder meer ter gelegenheid van de 'wind-on' in mei 1979. De NLR-taak als 'National Point of Contact' voor ESA-satellietgegevens over Nederland was aanleiding tot enkele artikelen, teneinde het NLR als zodanig bekend te maken bij potentiële gebruikers. In artikelen over de nieuwe windmolen bij Fokker werd de NLR-bijdrage in het Nederlandse Onderzoekprogramma Windenergie genoemd.

Het NLR had een belangrijk aandeel in de organisatie van het 'Fifth European Rotorcraft and Powered Lift Aircraft Forum' te Amsterdam. De deelnemers werden in de gelegenheid gesteld het NLR in de Noordoostpolder te bezoeken. Ook van dit congres, dat geopend

werd door de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat, Mevr. Drs. N. Smit-Kroes, werd uitgebreid verslag gedaan in de dagbladpers. Ook droeg het NLR bij aan de tentoonstelling 'In en uit de ruimte' aan de TH Twente, die ca. 35000 bezoekers trok. Op deze tentoonstelling werd een overzicht gegeven van de NLR-activiteiten en van de DNW. Op de Open Dag van de vliegbasis Twente, die 100.000 bezoekers trok, was het NLR met twee stands vertegenwoordigd, één over de NLR-werkzaamheden in het algemeen en één over de eigenschappen van een volgradar (de laatste in samenwerking met de KLu en de KL).

In 1979 werd de uitgifte van het personeelsblad 'NLR-Profiel' voortgezet. Het redactiebeleid was er, evenals in 1978, op gericht om zo breed mogelijke informatie te verschaffen door middel van artikelen over NLR-onderzoekingen, directiemededelingen, OR- en PV-berichten, en nieuws over de NLR-gemeenschap.

De NVvL, waaronder leden van de Vliegtuigbouwkundige Studievereniging 'Leonardo da Vinci' van de TH Delft, stafmedewerkers van de Afdeling der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TH Delft, en leerlingen en docenten van de afdeling Vliegtuigbouw van de HTS Haarlem, werd in de gelegenheid gesteld een excursie naar het NLR in de Noordoostpolder te houden. Ruim 140 NVvL-leden en introducés maakten van deze gelegenheid gebruik om zich op de hoogte te stellen van de NLR-activiteiten aldaar.

Voor nieuwe NLR-medewerkers en praktikanten werden de gebruikelijke excursies georganiseerd. Tevens werden excursies georganiseerd voor een aantal groepen, afkomstig van universiteiten, technische hogescholen, hogere technische scholen, e.d., onder meer voor:

- de afdeling Verkeersgedrag van het Instituut voor Zintuigfysiologie van het TNO te Soesterberg,
- de Kopklas voor Boordwerktuigkundigen van de Hogere Zeevaartschool te Amsterdam,
- nieuwe medewerkers van het NLRGC,
- deelnemers van de 'Post-University Diplome Course in Fluid Dynamics' van het Von Kármán Institute,
- KLu-officieren met Brevet voor Hogere Technische Bekwaamheid,
- afd. Fijnmechanische Techniek en afd. Werktuigbouwkunde van de MTS Hendrick de Keyerschool te Amsterdam,
- hoofdafdeling Maatschappelijke Technologie van het TNO te Apeldoorn,
- secties 'Warmte- en Stromingsleer', 'Fysische Toepassingen in de Werktuigbouwkunde' en 'Industriële Warmtetechniek' van de TH Twente,
- cursus 'Hogere Stafvorming' van de Luchtmachtstafschool,
- Vliegtuigbouwkundige Studievereniging 'Leonardo da Vinci' van de TH Delft,
- afd. Elektrotechniek van de HTS Leeuwarden.

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 en op het concept-werkplan voor 1980. 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.Ir. P. Jongenburger
Prof.Dipl.Ing. J.B. Westerdijk
Prof.Dr.Ir. J.A. Steketee
Prof.Dr. J. Borgman

Subcommissie voor Aërodynamica

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

Subcommissie voor Ruimtevaarttechniek

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

Subcommissie voor Sterkte en Materialen

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

Subcommissie voor
Toegepaste Wiskunde en
Informatica

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

Subcommissie voor
Vliegeigenschappen en
Vliegtuiggebruik

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

Ten besluite van deze informatie over de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR volgt hier nog het letterlijke citaat van de slotbeschouwing uit het verslag over 1979 van de commissie zelf.

'De Wetenschappelijke Commissie heeft ook dit jaar weer tot haar voldoening geconstateerd dat het verrichte speurwerk op verschillende gebieden van de lucht- en ruimtevaart tot belangwekkende resultaten heeft geleid. Deze resultaten werpen hun vruchten af bij het uitvoeren van de opdrachten, die o.a. worden verstrekt in het kader van de ontwikkeling van een nieuw vliegtuigproject.

Dat het mogelijk is gebleken enkele nieuwe veelbelovende krachten aan te trekken op grond van iets ruimere mogelijkheden tot het aanstellen van nieuw personeel stemt tot grote tevredenheid. De Wetenschappelijke Commissie spreekt de hoop uit dat deze mogelijkheid ook in de eerstkomende jaren zal blijven bestaan aangezien door de toenemende omvang van de opdrachten het speurwerk steeds in de knel dreigt te komen.

De Wetenschappelijke Commissie kan zich verenigen met het voor 1980 opgestelde werkplan. Bij de discussies hierover is echter gebleken dat de mogelijkheden tot toepassing van moderne rekenmethoden, in het bijzonder bij aërodynamische berekeningen, in de toekomst beperkt dreigen te worden als gevolg van onvoldoende uitrusting met computerfaciliteiten. De commissie vindt het dan ook van veel belang dat er spoedig een studie wordt uitgevoerd over de toekomstige behoeften van het NLR op het gebied van computerfaciliteiten, zodat tijdig voorzieningen kunnen worden getroffen en waardoor vermeden wordt dat het NLR op dit gebied in een achterblijvende positie komt te verkeren'.

8 INTERNATIONALE SAMENWERKING IN AGARD-VERBAND

SAMENSTELLING VAN DE NEDERLANDSE DELEGATIE IN 1979

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.

Per 1 januari 1980 werd Lt.Kol. b.d. R.E. Panhuyzen vervangen door Kol. b.d. Ir. E. Grützmacher van het TDCK, als lid van het Technical Information Panel.

De Nederlandse
Gedelegeerden bij de AGARD

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

Het secretariaat van de Nederlandse Delegatie werd 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 1980 uit:

Aerospace Medical Panel (AMP)

Lt.kol. Vliegerarts G.K.M. Maat, KLu
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, Eutelsat Intermaire (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. Tijdeman

Technical Information
Panel (TIP)

Kol. b.d. Ir. E. Grützmacher, TDCK
Ir. A.S.T. Tan, NLR

Van drie van deze panels werd per ultimo 1979 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

VERGADERINGEN VAN DE NATIONALE GEDELEGEERDEN

De gebruikelijke voor- en najaarsvergaderingen van de Nationale Gedelegeerden vonden plaats in maart te Parijs en in september te Florence. De vergadering in maart werd voorafgegaan door een bijeenkomst van het AGARD Steering Committee. Prof.Dr.Ir. O.H. Gerlach werd gedurende deze vergadering na een driejarig lidmaatschap afgelost als lid van dit Committee. Aangezien dit lidmaatschap wisselend wordt vervuld door de deelnemende landen is het overgegaan naar een ander land. Eveneens voorafgaand aan de maart-vergadering van de Nationale Gedelegeerden vonden bijeenkomsten plaats van de voorzitters of hun plaatsvervangers van de AGARD Panels en van de Nationale Coördinatoren. De voorzitters van de AGARD Panels en hun plaatsvervangers vergaderden wederom voorafgaand aan de najaarsvergadering.

Tijdens een bijeenkomst in Florence kon aan de Nationale Gedelegeerden gerapporteerd worden dat het 'Project 2000', een studie van de technische ontwikkelingen op militair gebied op lange termijn, nog in het verslagjaar zou worden voltooid. De eindrapporten zullen in de eerste helft van 1980 ter beschikking komen.

Zoals reeds in het vorige verslag werd aangekondigd, werd de voorzitter van de Raad van Nationale Gedelegeerden, de heer Frank R. Thurston uit Canada, gedurende het jaar opgevolgd door Dr. Alan M. Lovelace uit de Verenigde Staten en werd de directeur van de AGARD, Dr. R.H. Korkegi, afgelost door de heer J. Burnham uit het Verenigd Koninkrijk.

AGARD JAARVERGADERING

De jaarvergadering, in september in Florence, werd geopend door de Italiaanse Nationale Gedelegeerde Luitenant-Generaal U. Fabi, waarna de andere Nationale Gedelegeerde, Prof. L. Broglio, een voordracht hield met als titel 'The Role of Italy in Aerospace Co-operation'. Verder konden de Nationale Gedelegeerden kennis nemen van de ontwikkelingsprogramma's voor de Italiaanse defensie-modernisering en het wetenschappelijk onderzoek op ruimtevaartgebied door een tweetal voordrachten met als titel 'The Philosophy of the Development Programmes in the Aeronautical Sector for Defence Modernization' en 'Space Lab - A Reality of Today Projected in the Future'. De voordrachten werden gehouden respectievelijk door Luitenant-Generaal Dr.Ing. F.V. de Vito, algemeen directeur van COSTARMAEREO, en Dr.Eng. E. Vallerani, directeur van het Space Lab programma van AERITALIA Soc. Aerospaziale.

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 79-1 werd gepubliceerd, bijeenkomsten van velerlei aard zo goed mogelijk over de in de AGARD samenwerkende landen verdeeld. Medewerkers van het NLR leverden wetenschappelijke bijdragen voor bijeenkomsten, namen deel aan het werk van commissies en werkgroepen, of waren op andere wijze betrokken bij voorbereiding en uitvoering van AGARD-bijeenkomsten. Ook andere Nederlandse instellingen leverden waardevolle bijdragen.

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

Aerospace Medical Panel	22–26 januari, Brussel (België) 'Maintenance of Air Operations While Under Attack with Chemical Agents' 'Recent Advances in Aeronautical and Space Medicine' (CP 264 en CP 265) — één Nederlandse bijdrage, verzorgd door het Medisch-Biologisch Laboratorium TNO 22–26 oktober, Lissabon (Portugal) 'Operational Roles, Aircrew Systems and Human Factors in Future High-Performance Aircraft' 'High Speed, Low Level Flight: Aircrew Factors' (CP nummer nog niet bekend)
Avionics Panel	9–13 april, Ankara (Turkije) 'Avionics Reliability, Its Techniques and Related Disciplines' (CP nummer nog niet bekend) 15–19 oktober, Parijs (Frankrijk) 'Modelling and Simulation of Avionics Systems and Command, Control and Communications Systems' (CP nummer nog niet bekend) — één Nederlandse bijdrage, verzorgd door NLR
Electromagnetic Wave Propagation Panel	28 mei – 1 juni, Lissabon (Portugal) 'Special Topics in HF Propagation' (CP nummer nog niet bekend) 10–14 september, Spatind (Noorwegen) 'Terrain Profiles and Contours in EM Propagation' (CP nummer nog niet bekend)
Flight Mechanics Panel	21–25 mei, Londen (Engeland) 'Missile System Flight Mechanics' (CP 270) — één Nederlandse bijdrage, verzorgd door NLR 3–7 september, München (Duitsland) 'The Use of Computers as a Design Tool' (CP 260) — één Nederlandse bijdrage, verzorgd door TH Delft
Fluid Dynamics Panel	14–18 mei, Napels (Italië) 'Aerodynamic Characteristics of Controls' (CP 262) 24–28 september, Den Haag (Nederland) 'Turbulent Boundary Layers - Experiments, Theory and Modelling' (CP 271)
Guidance and Control Panel	7–11 mei, Ottawa (Canada) 'Advances in Guidance and Control Systems Using Digital Techniques' (CP 272) — één Nederlandse bijdrage, verzorgd door TH Twente

	8–12 oktober, Kopenhagen (Denemarken) 'Air Traffic Management – Civil/Military Systems and Technologies' (CP nummer nog niet bekend) – twee Nederlandse bijdragen, verzorgd door NLR en HSA
Propulsion and Energetics Panel	2–6 april, Oslo (Noorwegen) 'Solid Rocket Motor Technology' (CP 259) – twee Nederlandse bijdragen, verzorgd door TH Delft 1–5 oktober, Keulen (Duitsland) A. 'Advanced Control Systems for Aircraft Power Plant' B. 'Combustor Modelling' (CP nummers nog niet bekend) – drie Nederlandse bijdragen, verzorgd door de Nijverheidsorganisatie TNO, het Instituut voor Vlam Onderzoek en TH Delft
Structures and Materials Panel	1–6 april, Williamsburg, Virginia (VS) 'Damping Effects in Aerospace Structures' 'Low-Cost Aircraft Flutter Clearance' (CP 277 en CP 278) – één Nederlandse bijdrage, verzorgd door NLR 8–12 oktober, Keulen (Duitsland) 'Ceramics for Turbine Engine Application' (CP 276)

Technical Information Panel

16–18 oktober, Athene (Griekenland)
 'International Access to Aerospace Information'
 (CP nummer nog niet bekend)

Nederlandse belanghebbenden werden d.m.v. convocaties en door aankondigingen in vakbladen geattendeerd op de mogelijkheid aan de AGARD-bijeenkomst deel te nemen. Het totaal aantal Nederlandse deelnemers aan de in het verslagjaar gehouden technische bijeenkomsten van de AGARD-commissies bedroeg 129.

AGARD CONSULTANT AND EXCHANGE PROGRAMME

Bezoeken van buitenlandse deskundigen aan Nederland

In het kader van het AGARD Consultant and Exchange Programme brachten drie buitenlandse deskundigen een bezoek aan Nederland voor het houden van lezingen en voor gedachtenwisseling met Nederlandse deskundigen. Zoals gebruikelijk werden op ruime schaal uitnodigingen verspreid, opdat zoveel mogelijk Nederlandse belanghebbenden van deze bezoeken konden profiteren. De AGARD Consultants waren:

augustus

Dr. J.C. Newman (NASA Langley Research Center)
 'Elasto-Plastic Analysis of Problems Related to Fatigue Cracks'
 (TH Delft)
 'Calculation of K Factors of Corner Cracks, Surface Flows etc.'
 (NLR-NOP)

november

Mr. Donald G. Bailey (Honeywell Inc., Avionics Division)
 Mr. Kenneth J. Szalai (NASA Dryden Flight Research Center)
 'Digital Flight Control Experience' (TH Delft)
 'Digital Flight Control Technology and Development Methodology'
 (TH Delft)

Het totaal aantal Nederlandse deelnemers aan bovengenoemde lezingen bedroeg 89.

Bezoek van Nederlandse deskundigen aan het buitenland

Eveneens in het kader van het Consultant and Exchange Programme verzorgden Ir. J.B. de Jonge, Ir. H. Vlieger en Prof.Dr. R.J.H. Wanhill van het NLR een aantal voordrachten in Italië met als onderwerp 'Fracture Mechanics Analysis' en 'Fatigue Crack Propagation Models'. Voorts werden vermoeiingsproeven voor het G222 transportvliegtuig besproken.

Professor A.J. Kampstra, verbonden aan de Koninklijke Militaire Academie, hield in Athene (Griekenland) enige lezingen over nieuwe ontwikkelingen met betrekking tot radars ten behoeve van land- en luchtmacht.

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 98 (maart; Ankara, Rome en Brussel)
'Missile Aerodynamics' (in samenwerking met VKI)
- LS 99 (juni; Londen, en Boulder, VS)
'Aerospace Propagation Media Modelling and Prediction Schemes for Modern Communications, Navigation and Surveillance Systems'
- LS 100 (mei; Bonn en Athene)
'Methodology for Control of Life Cycle Costs for Avionics Systems'
- LS 101 (juni; Rome, Ankara, en Eglin AFB, VS)
'Guidance and Control for Tactical Guided Weapons with Emphasis on Simulation and Testing'
- LS 102 (april en oktober; Oslo, 's-Gravenhage, en Dayton, VS)
'Bonded Joints and Preparation for Bonding'
- LS 103 (april; Londen en Milaan)
'Non-Destructive Inspection Methods for Propulsion Systems and Components'
- LS 104 (oktober en november) Delft en Londen)
'Parameter Identification'
- LS 105 (oktober; Londen, Parijs en Toronto)
'Intensive Air Operations – Problems of Sleep, Wakefulness and Circadian Rhythm'

Het totaal aantal deelnemers aan bovengenoemde lezingenseries bedroeg 136.

LS 102 stond onder leiding van Ir. R.J. Schliekelmann van Fokker, die zelf ook een bijdrage verzorgde.

Van LS 104 werden twee Nederlandse bijdragen verzorgd door NLR en TH Delft.

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

Von Kármán Institute for Fluid Dynamics

Aan het begin van 1979 was Nederland in de 'General Assembly' van het VKI vertegenwoordigd door Prof.Dr.Ir. H.J. van der Maas (em. hoogleraar TH Delft en oud-voorzitter NLR), Ir. J.A. van der Blik (algemeen directeur NLR) en Ir. J. Boeker (Afdeling Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek TH Delft). Laatstgenoemde maakt tevens deel uit van het bestuur van het VKI. In de loop van 1979 trok Prof.Dr.Ir. H.J. van der Maas, in verband met zijn leeftijd, zich terug uit de General Assembly waarin hij sedert 1965 zitting had, gedurende vele jaren tevens als lid van het bestuur van het VKI.

De Nederlandse student in de jaarcursus 1978—1979 behaalde in 1979 het VKI-diploma. Voor de cursus 1979—1980 werden twee Nederlandse studenten ingeschreven; een derde Nederlander, reeds in het bezit van het diploma, bereidt zich bij het VKI op een promotie voor.

In het cursusjaar 1978—1979 werden tien Lecture Series gehouden, korte cursussen van 5 dagen over actuele onderwerpen in de stromingsleer, gegeven door vooraanstaande gastdocenten uit vele landen. Twee van deze cursussen werden in samenwerking met AGARD georganiseerd. De cursussen werden door 46 Nederlandse deelnemers bezocht, verdeeld als volgt (tussen haakjes is het totale aantal deelnemers per cursus vermeld):

december 1978	Active Control Technology	3	(58)
januari 1979	Prediction Methods for Turbulent Flows	7	(65)
	Unsteady Flow in Turbomachines	3	(48)
februari 1979	Fluid Dynamics of Porous Media in Energy Applications	2	(18)
	Data Acquisition Systems and Data Analysis in Fluid Dynamics	7	(14)
maart 1979	Missile Aerodynamics (AGARD-VKI)	2	(49)
	Computational Fluid Dynamics	12	(80)
april 1979	Application of Numerical Methods to Flow Calculations in Turbomachines	3	(83)
mei 1979	Aeroelastic Problems in Aircraft Design	4	(46)
	Acoustic Wave Propagation (AGARD-VKI)	3	(23)
		46	(514)

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:

10	AGARDographs	(AG)
25	Conference Proceedings	(CP)
26	Advisory Reports	(AR)
6	Technical Reports	(R)
8	Lecture Series	(LS)
2	Bulletins	(BUL)
5	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 1979 verstrekte gedrukte exemplaren bedroeg 2458.

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) nauw samen terzake van de bouw en exploitatie van de lage-snelheidstunnel DNW op het terrein van de NLR-vestiging Noordoostpolder. Onderstaand schema geeft weer, op welke wijze het bestuur van dit samenwerkingsverband, kort aangeduid als Stichting DNW, is samengesteld. Prof.Dr.Ir. O.H. Gerlach (NLR) bekleedt daarin voor de periode van 1 juli 1978 tot 1 juli 1980 het voorzitterschap. Dr. jur. W. Hasenclever vervult daarin in dezelfde periode de functie van vice-voorzitter. De overige bestuursleden van de stichting waren eind 1979:

Ir. J.A. van der Blik
Drs. C.A Stants
Ir. R.F. de Bruijne
Dr.-Ing. J. Beck
Dr.-Ing. H.A. Hertrich
Dr.-Ing. R. Barth

Overeenkomstig de statuten van de Stichting DNW wordt haar bestuur bijgestaan door een adviescommissie. Daarin hadden aan het eind van het verslagjaar zitting:

Prof.Dr.-Ing. J. Barche
Prof. J.H.D. Blom
Ir. J. Cornelis
Dipl.-Ing. H. Flösdorff
Dipl.-Ing. H. Hoffmann
Prof.Dr.Ir. J.L. van Ingen
Dr.-Ing. B. Schmidt
Dr.Ir. B.M. Spee

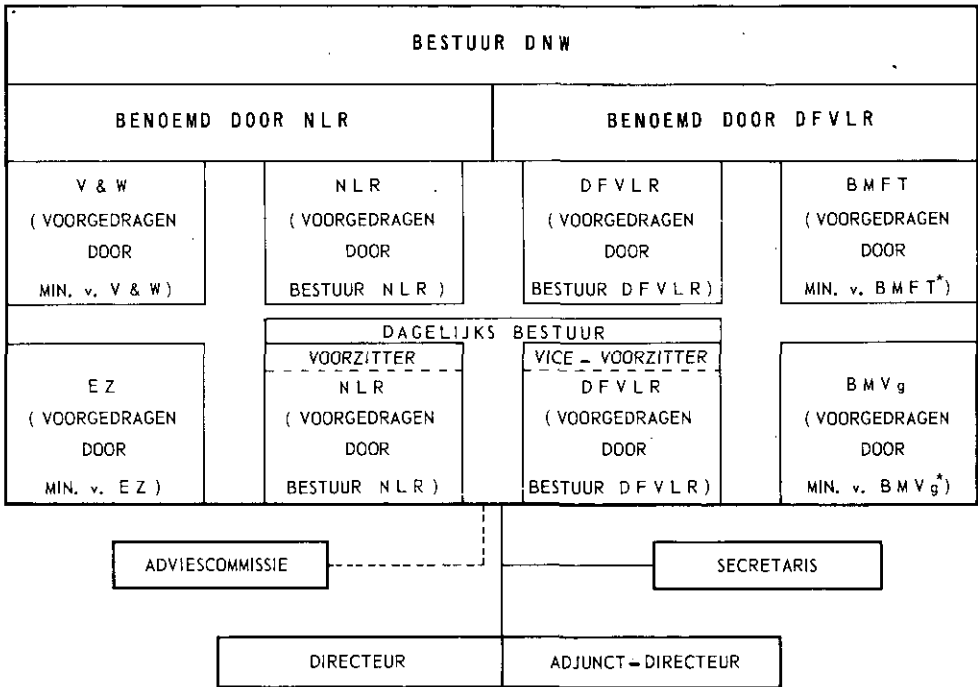
De bouw van de DNW — die ook internationaal grote belangstelling trekt — naderde in het verslagjaar zijn voltooiing. De desbetreffende werkzaamheden werden geleid door Ir. F. Jaarsma (NLR), directeur, en Dr.-Ing. M. Seidel (DFVLR), plaatsvervangend directeur:

De door de beide instituten NLR en DFVLR paritair gedragen bouwkosten belopen in totaal circa f. 125.000.000,—.

Zoals eerder in dit verslag tot uitdrukking is gebracht, werken DFVLR en NLR op verschillende manieren samen. Een belangrijk deel van die samenwerking dient ter ondersteuning van de gezamenlijke DNW-activiteiten. Daarmee wordt beoogd de mogelijkheden van de installatie ten volle tot hun recht te doen komen. Met de van NLR-zijde aan de DNW verleende ondersteuning ('functional support') waren in 1979 18,7 manjaren gemoeid. Er is gedurende het verslagjaar niet alleen aan het operationeel maken van de installatie maar ook aan de voorbereiding van de exploitatie veel aandacht besteed. Het team voor de exploitatiefase onder leiding van Prof.Dr.Ing. J. Barche (DFVLR), directeur, en Ir. J.W.G. van Nunen (NLR), plaatsvervangend directeur, begon op 1 april 1979 zijn werkzaamheden. Gezien de vordering van de bouw konden drie van de bij de civiele bouw betrokken, bij de Stichting DNW gedetacheerde medewerkers naar het NLR terugkeren. Van de groep die de exploitatie voorbereid, maakten eind 1979 zeven door het NLR gedetacheerde medewerkers deel uit.

In mei 1979, minder dan drie jaar nadat de eerste paal werd geslagen, werd voor het eerst — en, zoals in 3.1 reeds uiteengezet, met succes — proefgedraaid. Een groot aantal systemen werd geïnstalleerd en getest. Een eerste proef in opdracht, aan een helikopterrotor, werd in september uitgevoerd. Door een gelukkige samenloop van omstandigheden werd in dezelfde periode in Nederland het vijfde European Rotorcraft and Powered Lift Aircraft Forum gehouden. Vele deelnemers hebben toen de DNW bezichtigd en met belangstelling kennis genomen van die eerste proef. De tunnel zal na de kalibratiefase medio 1980 gereed zijn voor de uitvoering van opdrachten. De officiële opening zal naar verwachting op 27 augustus 1980 worden verricht door de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat en haar ambtgenoot van 'Forschung und Technologie'.

Evenals in 3.1 moge ook op deze plaats voor detail-informatie worden verwezen naar het verslag over het jaar 1979 van de Stichting DNW.



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

10 INTERNATIONALE SAMENWERKING IN ETW-VERBAND

Samenstelling van de
Nederlandse delegatie
in 1979

De samenstelling van de Nederlandse delegatie bij het 'Steering Committee' van de Europese Transsone Windtunnel (ETW), ingesteld in het kader van een in januari 1978 gesloten 'Memorandum of Understanding' (M.o.U.) tussen Duitsland, Frankrijk, Groot Brittannië en Nederland, onderging in 1979 geen wijziging. Ir. J.A. van der Blik trad namens de Nederlandse overheid op als hoofd van de Nederlandse delegatie, waarvan verder Ir. D.C. Esveld (RLD) en de heer R.A. Jager deel uitmaakten. Laatstgenoemde verzorgde tevens het Secretariaat van het Steering Committee.

Overige deelname
van NLR-zijde

De leiding van de Technische Groep ETW, welke groep eveneens in het kader van het bovenvermelde M.o.U. in begin 1978 was ingesteld, berustte ook in 1979 bij Ir. J.P. Hartzuiker, die tevens als Nederlands lid deel uitmaakte van een Werkgroep (no. 2), die belast is met het opstellen van een internationaal 'Justification Report' voor het realiseren van de ETW.

Ing. K.W. Breman was lid van een Werkgroep (no. 1) op het gebied van cryogene technologie.

Mr. E. Folkers werd door het Steering Committee benoemd tot voorzitter van een derde Werkgroep, die zich bezig houdt met het opstellen en uitwerken van de principes die toegepast zullen worden bij de bouw en de exploitatie van de ETW.

Tenslotte zij nog vermeld, dat het NLR behalve een aantal administratieve en financiële diensten, onderdak verleent aan de Technische Groep ETW en ook aan de, voorlopig, in de vestiging te Amsterdam te plaatsen modeltunnel van de ETW.

Internationale activiteiten
in het kader van de ETW

De voorontwerpstudie (fase 2.1) van het ETW-project naderde eind 1979 zijn voltooiing. Het ontwerp voor een modeltunnel kwam gereed; de eerste aanvragen voor offertes voor de bouw ervan werden uitgestuurd.

De NLR-vestiging in de Noordoostpolder werd gepresenteerd als één van de vier mogelijke vestigingsplaatsen voor de ETW; de technische en infrastructurele aspecten van de vestigingsplaatsen werden geanalyseerd.

Tegen het eind van 1979 concludeerde het 'Steering Committee' dat er vertraging zou kunnen optreden bij het begin van de volgende fase 2.2 ('Final Design'), omdat meer tijd nodig zal zijn om tot een internationale overeenkomst te komen over de vestigingsplaats en de kostenverdeling.

Het programma voor de ontwikkeling van meettechnieken in windtunnels die bij zeer lage temperaturen werken, dat gecoördineerd wordt door de hiervoor genoemde Werkgroep no. 1, kwam op gang. Dit programma wordt uitgevoerd door een aantal laboratoria en industrieën in de vier deelnemende landen. Ook het NLR neemt deel aan dit programma.

Tenslotte zij nog vermeld, dat met de AECMA overleg werd gepleegd over de door de verschillende Europese vliegtuigindustrieën gewenste mogelijkheden die de ETW moet kunnen bieden voor toekomstige vliegtuigprojecten.

11 INTERNATIONALE SAMENWERKING IN GARTEUR-VERBAND

Samenstelling van de
Nederlandse delegatie
in 1979

De samenstelling van de Nederlandse delegatie bij het 'Steering Committee' van de 'Group for Aeronautical Research and Technology in Europe' (GARTEUR), welke groep in 1973 door Frankrijk, Duitsland en Groot Brittannië werd opgericht en waarvan Nederland sinds 1977 ook deel uitmaakt, onderging in 1979 geen wijziging. 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. Laatstgenoemde verzorgde tevens het secretariaat van het Steering Committee en van het 'Provisional Executive Committee'. Dit laatste werd ingesteld om het proces van reorganisatie en formalisatie van GARTEUR, aangevangen in 1978, te begeleiden. Van deze uitvoerende commissie was Ir. J.A. van der Blik het Nederlandse lid en tevens voorzitter.

Nederlandse leden van de
technische groepen

De vroegere zes GARTEUR-groepen die, ieder op een bepaald (beperkt) gebied, onderzoek-activiteiten ontwikkelden, werden opgeheven en omgezet in, voorlopig, vier zgn. 'Groups of Responsables'. Het Nederlandse lidmaatschap van deze nieuwe groepen was als volgt:

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

In 1979 werden de volgende zgn. 'Action Groups' ingesteld met de gegeven Nederlandse deelname:

- | | |
|--|--|
| Onder de 'Aerodynamics Group': | |
| – Wing-body aerodynamics at transonic speeds | Ir. J.W. Slooff (NLR, tevens vice-voorzitter) |
| – Two-dimensional transonic testing methods | Ir. A. Elsenaar (NLR, tevens voorzitter)
Ir. J. Smith (NLR) |
| Onder de 'Structures & Materials Group': | |
| – 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) |

In 1979 werden twee zogenaamde 'Exploratory Groups' ingesteld met de gegeven Nederlandse deelname:

- | | |
|---|--|
| Onder de 'Flight Mechanics Group': | |
| – Major research facilities for Flight Mechanics | Drs. J. Buhrman (NLR) |
| – Handling qualities guidelines for future ACT transport aircraft | Ir. H.A. Mooy (NLR, tevens voorzitter) |

Internationale activiteiten in
het kader van GARTEUR

De activiteiten in 1979 lagen vooral op administratief terrein en betroffen het oprichten van de eerdergenoemde 'Groups of Responsables' en 'Action Groups', het ontwerpen van directieven en richtlijnen voor de nieuwe organisatie, het opzetten van een administratief systeem en het onderhandelen over de tekst van een door de vier regeringen te sluiten

'Memorandum of Understanding'. De eerste ontmoetingen op het niveau van de technische groepen waren zeer vruchtbaar en leidden, vooral op het gebied van de aërodynamica en van de constructies en materialen, al snel tot goede contacten en nauwere samenwerking op werkniveau.

BIJLAGEN

Bijlage 1 – Publikaties

In het verslagjaar zijn 174 rapporten verschenen. Hiertoe behoren ook de niet voor publicatie bestemde rapporten. De eenvoudige ijkings- en keuringsrapporten werden niet meegeteld.

NLR TR 77030 U	Contribution of NLR to the first phase of the National Research Program on Wind Energy. Part I: Rigid rotor computer program and preparatory work for a test-bed, Part II: Elastomechanical and aeroelastic stability. O. de Vries, A.J. Vollaard, R.J. Zwaan
NLR TR 77031 U	Rigid rotor computer program for the Darrieus wind turbine; performance and blade loading. O. de Vries
NLR TR 77100 L	Berekening van de bijdragen van het vliegverkeer en het autoverkeer tot de luchtverontreiniging in het gebied van de luchthaven Schiphol in 1974. J.J. Tiggelaar
NLR TR 77104 U	Evaluation of Levinsky's method for the calculation of the lift distribution on a wing in propulsive jets. T. Zandbergen, R.A. Maarsingh
NLR TR 78005 U	Determination of performance and stability characteristics from dynamic longitudinal maneuvers with a Fokker F28 transport aircraft; execution of the flight trials. I. de Boer
NLR TR 78018 U	Measurement of radiation patterns of aircraft antennas in non-steady flight. D.C. Schuring, H. Tellegen
NLR TR 78024 U	On the sound field generated by a fan in a hard-walled baffled duct with uniform flow. J.N. Laan, J.B.M.M. Schulten
NLR TR 78035 L	A simulation investigation on the feasibility of curved approaches under MLS guidance. L.J.J. Erkelens
NLR TR 78076 U	Results of an improved version of LTRAN2 for computing unsteady airloads on airfoils oscillating in transonic flow. R. Houwink, J. v.d. Vooren
NLR TR 78091 U	Manoeuvre spectrum fatigue crack propagation in aluminium alloy sheet materials. R.J.H. Wanhill
NLR TR 78110 U	Evaluation of nondestructive inspection methods applied to milled step-down areas; Volume I: text and tables; Volume II: figures. E.A.B. de Graaf, P. de Rijk
NLR TR 78130 U	Visual scene perception process involved in the manual approach. P.H. Wewerinke

NLR TR 78131 U	Flight simulation fatigue tests on lugs with holes expanded according to the split-sleeve cold work method. J. Schijve, F.A. Jacobs, A.E. Meulman
NLR TR 78142 L	Some quantitative considerations on electro-osmotic flow pumping in heat pipes. A.A.M. Delil
NLR TR 78143 U	Comparison of fracture toughness in titanium alloys IMI 550 and IMI 551. R.J.H. Wanhill
NLR TR 78146 U	Processing of Meteosat attitude measurements flight data and evaluation of the performance of an adaptive filtering technique. C.R. Traas, G. Moek
NLR TR 78147 U	Influence of environmental ageing and displacement rate on crack resistance of adhesives, as determined on adhesive bonded TDCB-specimens. J. Laméris
NLR TR 79002 U	An improved feature selection criterion and its application to multispectral reflectance data from crops. W. Verhoef
NLR TR 79006 U	Remote measurement of crack growth in DCB specimens. H.P. van Leeuwen
NLR TR 79009 U	Boundary layer measurements on a two-dimensional wing with flap. B. van den Berg
NLR TR 79011 L	Onderzoek van inslagschade in sandwich panelen met huidplaten van composietmateriaal. W.G.J. 't Hart, K.A. v.d. Sijde
NLR TR 79017 U	Engineering properties of the recently developed aluminium alloy designated 7010. W.G.J. 't Hart, L. Schra
NLR TR 79022 U	<i>Engineering property comparisons for four AlZnMgCu type forging alloys.</i> L. Schra
NLR TR 79023 U	A numerical method for the calculation of laminar, incompressible boundary layers with strong viscous-inviscid interaction. A.E.P. Veldman
NLR TR 79025 U	Thresholds for the visual perception of position deviations and motion. J. Smit
NLR TR 79046 U	The reclamation of improperly cadmium electroplated high strength steel parts. H.P. van Leeuwen, P. de Rijk, J.A.M. Boogers, H.N. Huisman, R.J.H. Wanhill
NLR TR 79056 U	Additional information about FALSTAFF. J.B. de Jonge
NLR TR 79062 U	A simple analytical model for computation of specimen compliance and effective crack extension force in a centrally cracked strip, including effects of yielding. A.U. de Koning
NLR TR 79063 L	Measurements in a 2-D wake and in a 2-D wake merging into a boundary layer. P.J. Pot

- NLR MP 77006 U A fast parabolic module for the solution of MHD channel flow equations between electrode walls.
(*Voordracht op het Intern. Symposium 'Innovative Numerical Analysis in Applied Engineering Science' te Versailles, Frankrijk; 23-27 mei 1977*)
J.P.F. Lindhout, H. Snel, W.F.M. Merck (TH Eindhoven)
- NLR MP 78010 U Military operations research for the Royal Netherlands Air Force (RNLAf).
(*Voordracht op het DGLR-Symposium 'Möglichkeiten und Grenzen operations-analytischer Studien für Waffensystemen Luft' te Keulen-Porz, W.-Duitsland; 19 april 1978*)
T.J. Stahlie, R.J.W. Merison (KLu)
- NLR MP 78019 U Handling problems through compressor deterioration.
(*Voordracht op het AGARD-PEP Symposium 'Stresses, Vibration, Structural Integration and Engine Integrity' te Cleveland, Ohio, V.S.; 23-27 okt. 1978*)
J.P.K. Vlegghert
- NLR MP 78020 U A theoretical and experimental analysis of the outside world perception process.
(*Voordracht op de '14th Annual Conference on Manual Control' te Los Angeles, V.S.; april 1978*)
P.H. Wewerinke
- NLR MP 78025 U Fatigue crack propagation in aluminium alloy sheet materials under manoeuvre spectrum and constant amplitude loading.
(*Voorbereid voor publikatie in het 'Journal of Fatigue of Engineering Materials and Structures'*)
R.J.H. Wanhill
- NLR MP 78026 U Comparison of the Minilir location system and the NLR inertial measuring system STALINS.
A.J.L. Willekens
- NLR MP 78028 U Schade-onderzoek in de luchtvaart.
(*Voorbereid voor publikatie in Intermediair*)
E.A.B. de Graaf
- NLR MP 78029 U Mathematical models of manned aerospace systems.
(*Voordracht op de 'AGARD-FMP Meeting on Stability and Control' te Ottawa, Canada; sept. 1978*)
P.H. Wewerinke
- NLR MP 78030 U NAVIAID calibration evaluation with a computer controlled avionics data acquisition system.
(*Voordracht op het 9e AIDS-Symposium te Friedrichshafen, W.-Duitsland; 26-27 sept. 1978*)
F.J. Abbink, R. Krijn
- NLR MP 78032 U Qualification tests with helicopters for use on board ships.
(*Voordracht op de 'Europort Naval Conference' te Amsterdam; 14-17 nov. 1978*)
Tj. Hoekstra, R. Fang, C. Leijnse, L.T. Renirie
- NLR MP 78034 U A computational model for the calculation of the flow about wings with leading-edge vortices.
(*Voordracht op het AGARD-FDP Symposium 'High Angle of Attack Aerodynamics' te Sandefjord, Noorwegen; 4-6 okt. 1978*)
H.W.M. Hoeijmakers, B. Bennekers
- NLR MP 78037 U Accurate spacecraft attitude estimation with the ESA starmapper.
(*Voordracht op het 8e IFAC Symposium 'Automatic Control in Space' te Oxford, U.K.; 2-6 juli 1979*)
P.Th.L.M. van Woerkom, C.R. Traas

- NLR MP 78038 U De taken van ingenieurs in het realiseren van informatiesystemen op het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium.
(Voordracht voor de afd. Elektrotechniek van de TH Twente op 22 nov. 1978)
W. Loeve, H.A.T. Timmers
- NLR MP 78039 U Corrosion fatigue in titanium alloys.
(Voordracht op het 'Titanium Colloquium' bij de DFVLR te Porz-Wahn; febr. 1979)
R.J.H. Wanhill
- NLR MP 78040 U Het bezwijken van vliegtuigconstructies.
(Voordracht op de 'Bondsdag' van de Bond voor Materialenkennis te Wageningen op 10 nov. 1978)
E.A.B. de Graaf
- NLR MP 78041 U Gust severity effects on fatigue crack propagation in aluminium alloy sheet materials.
(Voorbereid voor publikatie in het 'International Journal of Fatigue'; juli 1979, pp 118-123)
R.J.H. Wanhill
- NLR MP 79001 U Instrumentation for the determination of aircraft performance from dynamic manoeuvres.
(Voordracht op het 25ste 'International Instrumentation Symposium' te Anaheim, Cal., V.S., georganiseerd door Aerospace Ind. Div. and Test Measurement Div. van de Instrument Society of America; 7-10 mei 1979)
H. Pouwels
- NLR MP 79002 U Are locally reacting acoustic liners always behaving as they should?
(Voordracht op de 5e AIAA Aeroacoustic Conference te Seattle, V.S.; AIAA Paper 79-0597; 12-14 mei 1979)
T. Zandbergen
- NLR MP 79003 U A method for the calculation of 3D boundary layers on practical wing configurations.
(Voordracht voor het ASME Symposium 'Turbulent Boundary Layers' te Niagara Falls, V.S.; 18-20 juni 1979)
J.P.F. Lindhout, G. Moek, E. de Boer, B. van den Berg
- NLR MP 79004 U Investigation on the vibrational behaviour of a cable-stayed bridge under wind loads.
(Voordracht op de Intern. Conference 'Environmental Forces on Engineering Structures' te Londen; 3-6 juli 1979)
J.W.G. van Nunen, A.J. Persoon
- NLR MP 79006 U Review of aeronautical fatigue investigations in the Netherlands during the period March 1977 - February 1979.
(Voordracht op de 16e ICAF Conferentie te Brussel; 14-15 mei 1979)
J. Schijve
- NLR MP 79007 U Nieuwe methoden voor de interpolatie en extrapolatie van de resultaten van kruip-breukproeven.
(Overzicht opgesteld voor de vergadering van de 'Kruipcommissie' van de Bond voor Materialenkennis, op 30 maart 1979)
H.P. van Leeuwen
- NLR MP 79008 U Re-assesment of service life by comparative specimen tests.
(Voordracht op het 10e ICAF Symposium te Brussel; 16-18 mei 1979)
J.B. de Jonge
- NLR MP 79009 U Visual scene perception - frequency domain data and model parameter estimation procedure.
(Voordracht op de 15e 'Annual Conference on Manual Control' te Dayton, Ohio, V.S.; 20-22 maart 1979)
P.H. Wewerinke

- NLR MP 79010 U Mathematical formulation of damping for structural response analysis.
(Voordracht op de 'AGARD Specialists Meeting on Damping Effects in Aerospace Structures' te Williamsburg, VA, V.S.; 1-6 april 1979)
H.H. Ottens
- NLR MP 79011 U The effect of gust load alleviation on fatigue and crack growth in Alclad 2024-T3.
(Voordracht op het ASTM Symposium 'Effect of Load Spectrum Variables on Fatigue Crack Initiation and Propagation' te San Francisco, V.S.; mei 1979)
J.B. de Jonge, A. Nederveen
- NLR MP 79012 U A wake boundary layer mixing experiment.
(Voordracht op het 2e Symposium 'Turbulent Shear Flows' te Londen; 2-4 juli 1979)
P.J. Pot
- NLR MP 79013 U In-flight measurement of aerodynamic loads on captive stores; equipment and results.
(Voordracht op het AGARD-FMP Symposium 'Missile System Flight Dynamics' te Londen; 21-24 mei 1979)
G.J. Alders
- NLR MP 79016 U Residual strength of multi-ply carbon/epoxy and Kevlar-carbon/epoxy notched laminates.
(Voordracht op het 'XIVe Congrès International Aéronautique, Structures et Matériaux Nouveaux' te Parijs; juni 1979)
W.G.J. 't Hart
- NLR MP 79017 U Manual for the AGARD-coordinated corrosion fatigue cooperative testing programme (CFCTP).
R.J.H. Wanhill, J.J. De Luccia (U.S. Navy)
- NLR MP 79018 U MINITWIST: a shortened version of TWIST.
H. Lowak (LBF-Darmstadt), J.B. de Jonge, J. Franz (LBF-Darmstadt),
D. Schütz (LBF-Darmstadt)
- NLR MP 79019 U Flight simulation fatigue crack propagation in 7010 and 7075 aluminium alloy plate.
(Voorbereid voor publikatie in Intern. Journal of Fatigue; okt. 1979, pp. 205-209)
R.J.H. Wanhill, W.G.J. 't Hart, L. Schra
- NLR MP 79021 U Significance of a rotor blade failure for fleet operation, inspection, maintenance, design and certification.
(Voordracht op het 'Fifth European Rotorcraft and Powered Lift Aircraft Forum' te Amsterdam; 4-7 sept. 1979)
R.J.H. Wanhill, E.A.B. de Graaf, A.A.M. Delil
- NLR MP 79022 U Calculation of transonic flow by means of a shock-capturing field panel method.
(Voordracht op de AIAA 'Fourth Computational Fluid Dynamics Conference' te Williamsburg, V.S.; 23-24 juli 1979)
W.J. Piers, J.W. Slooff
- NLR MP 79023 U A simulator investigation of roll response requirements for aircraft with rate-command/attitude-hold flight control systems in the landing approach and touchdown.
(Voordracht op de AIAA 'Atmospheric Flight Mechanics Conference' te Boulder, V.S.; 6-8 aug. 1979)
M.F.C. van Gool, H.A. Mooij
- NLR MP 79024 U Management aspecten aan het gebruik van computers bij het ontwerpen.
(Voordracht op een landelijke dagbijeenkomst over 'Computer Aided Design', op 30 mei 1979)
W. Loeve

- NLR MP 79025 U Environmental fatigue.
(*Voordracht op het Vlaamse Seminarium 'Metal Fatigue' aan de Katholieke Universiteit te Leuven; okt. 1979*)
R.J.H. Wanhill
- NLR MP 79026 U Mathematical models of pilot-helicopter systems.
(*Voordracht op het 'Fifth European Rotorcraft and Powered Lift Aircraft Forum' te Amsterdam; 4-7 sept. 1979*)
P.H. Wewerinke
- NLR MP 79027 U Helicopter-ship qualification testing.
(*Voordracht op het 'Fifth European Rotorcraft and Powered Lift Aircraft Forum' te Amsterdam; 4-7 sept. 1979*)
L.T. Renirie, Tj. Hoekstra
- NLR MP 79028 U Environmental testing of coatings for gas turbines.
(*Voordracht te houden op de '9th Intern. Thermal Spraying Conference' te 's-Gravenhage; 19-23 mei 1980*)
A.J.A. Mom
- NLR MP 79029 U A calculation method for incompressible boundary layers with strong viscous/inviscid interaction.
(*Voordracht op de 3e GAMM-Conferentie 'Numerical Methods in Fluid Mechanics' te Keulen, 10-12 okt. 1979; en op het Euromech Colloquium 116 'Laminar Separation and Transition and Their Possible Connection with Cavitation' te Wageningen, 28-30 mei 1979*)
A.E.P. Veldman
- NLR MP 79030 U Ranges and critical values of advance ratio for blade/vortex intersection patterns of a helicopter rotor.
(*Voordracht op het 'Fifth European Rotorcraft and Powered Lift Aircraft Forum' te Amsterdam; 4-7 sept. 1979*)
L.R. Lucassen
- NLR MP 79031 U The computer infrastructure of the DNW low speed wind tunnel.
(*Voordracht op het 8e Intern. Congres 'Aerospace Simulation Facilities' te Monterey, CA, V.S.; 24-26 sept. 1979*)
P.H. Fuykschot
- NLR MP 79032 U La réparation de pièces fragilisées par cadmiage électrolytique dans un bain mal contrôlé.
H.P. van Leeuwen
- NLR MP 79033 U A flight simulation investigation on the feasibility of curved approaches under MLS guidance.
(*Voordracht voor het AGARD-AVP Symposium 'Modeling and Simulation of Avionics Systems and Command Control and Communication Systems' te Parijs; 15-19 okt. 1979*)
L.J.J. Erkelens
- NLR MP 79034 U Boundary layer measurements on a two-dimensional wing with flap and a comparison with calculations.
(*Voordracht op het AGARD Symposium 'Turbulent Boundary Layers; Experiments, Theory and Modelling' te 's-Gravenhage; 24-26 sept. 1979*)
B. van den Berg

Bijlage 2 – Bijdragen aan congressen en cursussen

Ir. T. Zandbergen nam deel aan de AIAA Aeroacoustics Conference in Seattle (V.S.), en hield de lezing 'Are locally reacting acoustic liners always behaving as they should?'.

Ir. R. Ross gaf tijdens een werkbijeenkomst over aërodynamisch onderzoek in wind-tunnels bij NASA-Ames de voordracht 'Aero-acoustic aspects of the German-Dutch Wind Tunnel DNW'.

Ing. J.P.F. Lindhout, Ir. G. Moek, E. de Boer en Dr.Ir. B. v.d. Berg leverden aan het ASME-Symposium over 'Turbulent Boundary Layers' te Niagara Falls (V.S.) de bijdrage 'A method for the calculation of 3D boundary layers on practical wing configurations'.

Ing. J.P.F. Lindhout, E. de Boer en Dr.Ir. B. v.d. Berg leverden aan de Conferentie over 'Numerical Methods in Fluid Mechanics', georganiseerd door het GAMM-comité te Keulen, de bijdrage 'Design of a calculation method for 3D turbulent boundary layers'.

Op deze conferentie hield Dr. A.E.P. Veldman de lezing 'A calculation method for incompressible boundary layers with strong viscous-inviscid interaction'. Deze lezing hield hij ook op het Euromech Colloquium 116 'Laminar Separation and Transition and Their Possible Connection with Cavitation' te Wageningen.

Ir. H. Valk hield tijdens een STA-meeting de voordracht: 'Performance improvement of the fan of the transonic wind tunnel HST'.

Ir. P.H. Fuykschot nam als 'Session Chairman' deel aan het 8e 'International Congress on Instrumentation in Aerospace Simulation Facilities' te Monterey (V.S.), en presenteerde de voordracht 'The computer infrastructure of the DNW low-speed wind tunnel'.

Ir. J.W. Slooff hield op de '4th AIAA Computational Fluid Dynamics Conference' te Williamsburg (V.S.) de lezing: 'Calculation of transonic flow by means of a shock-capturing field panel method' (medeauteur: Ir. W.J. Piers).

Ir. R. Houwink presenteerde op deze conferentie de voordracht 'Results of an improved version of LTRAN2 for computing unsteady airloads on airfoil oscillating in transonic flow'.

Ir. P.J. Pot hield tijdens het 2e Symposium over 'Turbulent Shear Flows' te Londen de lezing: 'A wake boundary layer mixing experiment'.

Ing. J.P.F. Lindhout presenteerde tijdens de 'Eurovisc Workshop' die bij het NLR in Amsterdam werd gehouden, twee lezingen, getiteld: 'NLR calculation method for 3D turbulent boundary layers' en 'Discussion of the results of the Workshop test case'.

Ir. A. Elsenaar hield op deze bijeenkomst de lezing 'Review test case'.

Dr.Ir. B. v.d. Berg presenteerde tijdens het AGARD-Symposium 'Turbulent Boundary Layers — Experiments, Theory and Modelling' te 's-Gravenhage de bijdrage: 'Boundary layer measurements on a two-dimensional wing with flap and a comparison with calculations' (medeauteur: Dr. B. Oskam).

Ir. J.W.G. van Nunen en Ing. A.J. Persoon presenteerden op de Intern. Conferentie over 'Environmental Forces on Engineering Structures' te Londen de lezing: 'Investigation on the vibrational behaviour of a cable-stayed bridge under wing loads'.

Ir. Th.E. Labrujère presenteerde op het Colloquium over 'Numerical Treatment of Integral Equations' op het Mathematisch Centrum te Amsterdam de lezing 'Integral equation methods for multi-element airfoil analysis and design'.

Ir. P.H. Wewerinke nam deel aan de '15th Annual Conf. on Manual Control' te Dayton (V.S.), waar hij een voordracht hield, getiteld: 'Visual scene perception — frequency domain data and model matching procedure'. Tevens hield hij op het Aerospace Medical Research Laboratory een lezing over het waarnemen van de visuele buitenwereld.

Ir. G.J. Alders presenteerde tijdens het AGARD-FMP Symposium 'Missile System Flight Mechanics' te Londen de voordracht: 'In-flight measurement of aerodynamic loads on captive stores'.

Ing. P.W.H. Peteri hield bij het Instituut voor Meteorologie en Oceanografie van de Rijksuniversiteit te Utrecht een lezing, getiteld: 'Remote sensing activiteiten van het NLR'.

Ir. M.H.W. Bovy en Dr.Ir. A.L. Spijkervet hielden tijdens het Symposium over Rakettechniek te Rijswijk een voordracht over: 'Raketbaan simulatie in Operations Research studies'.

Ir. H. Pouwels presenteerde op de '25th Intern. Instrumentation Symposium' te Anaheim (V.S.), georganiseerd door de 'Aerospace Industries Division' en de 'Test Measurement Division' van de 'Instrument Society of America', de voordracht 'Instrumentation for the determination of aircraft performance from dynamic maneuvers'.

Ir. L.R. Lucassen hield op het 'Fifth European Rotorcraft and Powered Lift Aircraft Forum' te Amsterdam de lezing: 'Ranges and critical values of advance ratio for vortex intersection patterns of a helicopter rotor'. Ten behoeve van dit congres stelde Ir. Lucassen tevens een artikel op, getiteld: 'Helikopters en Nederland. Enige herinneringen en de toekomst'.

Ir. L.R. Renirie presenteerde op dit congres de lezing: 'Helicopter-ship qualification testing' (medeauteur: Ing. Tj. Hoekstra).

Ir. E.A.B. de Graaf hield op dit congres de voordracht 'Significance of rotor blade failure for fleet operation, inspection, maintenance, design and certification' (medeauteurs: Prof.Dr. R.J.H. Wanhill en Ir. A.A.M. Delil).

Ir. P.H. Wewerinke sprak op dit congres over 'Mathematical models of pilot-helicopter systems'.

Dr.Ir. N.J.J. Bunnik woonde de 'Gordon Research Conference — Remote Sensing of the Earth's Surface' te Plymouth (V.S.) bij, en gaf de voordracht: 'Spectral characterization of vegetation canopy reflectance data'. In aansluiting hierop hield Dr.Ir. Bunnik bij de Earth Observation Branch van het NASA Goddard Space Flight Center te Greenbelt (V.S.) de lezing: 'Selection of spectral bands in the visible light and near-infrared wavelength region for crop growth monitoring'.

Drs. M.F.C. van Gool woonde de AIAA Atmospheric Flight Mechanics Conference te Boulder (V.S.) bij en gaf een lezing, getiteld: 'A simulator investigation of roll response requirements for aircraft with rate-command/attitude-hold flight control systems in the landing approach and touchdown' (medeauteur: Ir. H.A. Mooij).

Dr.Ir. N.J.J. Bunnik hield in het kader van een cursus van de Commissie der Europese Gemeenschappen te Ispra (Italië) een lezing over de fundamentele aspecten van remote sensing.

Ir. L.J.J. Erkelens nam deel aan een AGARD-AVP Symposium over 'Modelling and Simulation of Avionics Systems and Command Control and Communications Systems' te Parijs; hij hield een voordracht, getiteld: 'A flight simulation investigation on the feasibility of curved approaches under MLS guidance'.

Ir. J.H. Breeman hield in het kader van de AGARD Lecture Series no. 104 'Parameter Identification' in Delft en in Londen een voordracht, getiteld: 'Aspects of flight test instrumentation'.

Ir. G. Moek en Dr. C.R. Traas verzorgden voor het 29e AGARD-GCP Symposium 'Air Traffic Management' te Kopenhagen de lezing: 'Determination of safety in a North Atlantic organized track system with reduced lateral separation'.

Ir. J.M. ten Have sprak op de 6e SPACDAR Meeting te Brussel over 'The semi-operational evaluation of the trajectory prediction method for SARP II'.

Prof.Dr. R.J.H. Wanhill nam deel aan een DFVLR-Colloquium over titaniumlegeringen te Keulen-Porz, waar hij de lezing 'Corrosion fatigue of titanium alloys' hield.

Ir. H.H. Ottens hield op de AGARD-SMP Meeting over 'Damping Effects in Aerospace Structures' te Williamsburg (V.S.) de voordracht: 'Mathematical formulation of damping for structural response analysis'.

Ir. J.B. de Jonge presenteerde tijdens een vergadering van een commissie van het National Research Council te Washington, D.C. (V.S.), de lezing: 'European approaches in fatigue life prediction'.

Ir. J.B. de Jonge hield op de ICAF-Conferentie te Brussel de voordracht: 'Re-assessment of service life by comparative specimen tests'.

Ing. P.J. Sevenhuijsen hield tijdens de Conferentie over 'Practical Strain Measurements' te Bristol (U.K.) de voordracht: 'Two simple methods for deformation demonstration and measurement'.

Prof.Dr. R.J.H. Wanhill hield tijdens een Symposium over 'Vermoeiing van Metalen' te Leuven de voordracht: 'Environmental fatigue'.

Ir. E.A.B. de Graaf nam deel aan de '9th World Conference on Nondestructive Testing' te Melbourne (Australië); hij presenteerde een voordracht, getiteld: 'Evaluation and comparison of nondestructive service inspection methods'.

Ir. A.U. de Koning hield tijdens het KIVI-Symposium 'Breukmechanica' een lezing, getiteld: 'Toepassing van breukmechanica op lucht- en ruimtevaartconstructies'.

Prof.Dr. R.J.H. Wanhill leverde op de 'Intern. Conference on Fracture Mechanics in Engineering Applications' te Bangalore de bijdrage: 'Engineering application of fracture mechanics to flight simulation fatigue crack propagation'.

Ir. J.B. de Jonge presenteerde op het ASTM Symposium 'Effect of Load Spectrum Variables on Fatigue Crack Initiation and Propagation' te San Francisco de voordracht: 'The effect of gust load alleviation on fatigue and crack growth in Alclad 2024-T2' (medeauteur Ing. A. Nederveen).

Ir. W.G.J. 't Hart presenteerde op het 'XIVe Congrès International Aéronautique, Structures et Matériaux Nouveaux' te Parijs de lezing: 'Residual strength of multi-ply carbon/epoxy and Kevlar-carbon/epoxy notched laminates'.

Ir. G.F.J.A. van Gestel stelde de voordracht 'Breukvlakonderzoek bij breuken waarbij corrosie een rol heeft gespeeld' op voor de vakantieleergang 'Corrosie' aan de TH Delft (onder auspiciën van het Nederland Corrosie Centrum).

Dr.ir. P.T.L.M. van Woerkom en Dr. C.R. Traas hielden op het 8ste IFAC Symposium 'Automatic Control in Space' te Oxford (U.K.) de voordracht 'Accurate spacecraft attitude estimation with the ESA starmapper'.

Drs. J.J. Renes presenteerde op de 'Workshop on Image Processing in Astronomy' te Triëst de lezing: 'B-spline approximation. Background and algorithm'.

Bijlage 3 – Verklaring van een aantal van de gebruikte afkortingen

ACM	Attitude-Control Model	EMI	Elektromagnetische Interferentie
ACT	Active Control Technology	EOARD	European Office of Aerospace Research and Development
AECMA	Association Européenne des Constructeurs de Matériel Aérospatial	ESA	European Space Agency
AGARD	Advisory Group for Aerospace Research and Development (NAVO)	ESTEC	European Space Research and Technology Centre
AIAA	American Institute of Aeronautics and Astronautics	ETW	Europese Transsone Windtunnel
AIDS	<i>Aircraft Integrated Data Systems</i>	Eurocontrol	European Organization for the Safety of Air Navigation
ANCP	Anglo-Netherlands Collaboration Programme	Eurovisc	European Working Programme on Viscous Flows
APVW	Algemeen Programma voor Verwerking van Windtunnelmetingen	EVA	Experimentele Vortex Analysator
ARA	Aircraft Research Association	EZ	Ministerie van Economische Zaken
ARINC	Aeronautical-Radio Inc.	FAA	Federal Aviation Administration
ASKA	Automatic System for Kinematic Analysis	FALSTAFF	Fighter Aircraft Loading Standard for Fatigue
ASME	American Society of Mechanical Engineers	FDAU	Flight Data Acquisition Unit
ASTM	American Society for Testing and Materials	FPM	Fluid Physics Module
ATC	Air Traffic Control	GAMM	Gemeinschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik
ATLAS	Apparatus for Testing Large Specimens	GART	Geluidsanalyse en -Registratie Systeem
AWOP	All Weather Operations Panel (ICAO)	GARTEUR	Group for Aeronautical Research and Technology in Europe
BCRS	Begeleidingscommissie Remote Sensing	GCE	Ground Check-Out Equipment
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie	GPS	Global Positioning System
BMVg	Bundesministerium für Verteidigung	HSA	Hollandse Signaalapparaten
CABO	Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek	HST	Hoge-snelheidstunnel
CADAS	Computer-controlled Avionics Data Acquisition System	IAF	International Astronautical Federation
CCV	Control-Configured Vehicles	ICAF	International Committee on Aeronautical Fatigue
CEV	Centre d'Essais en Vol	ICAO	International Civil Aviation Organization
CNES	Centre National d'Etude Spatiales	ICIRAS	Industrieel Consortium IRAS
CSST	Continue Supersonic-snelheidstunnel	IFAC	International Federation of Automatic Control
DCB	Double Cantilever Beam	IGO	IRAS Grond Operaties
DFVLR	Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt	ILS	Instrument Landing System
DME	Distance-Measuring Equipment	INS	Inertial Navigation System
DNW	Duits-Nederlandse Windtunnel	IP	Interim Programma F29
DSMA	Dillworth, Secord, Meagher Ass.	IR	Infrarood
DVSV	Dataverwerkingsstation-Vliegproeven	IRAS	Infrarood Astronomische Satelliet
ECMA	European Computer Manufacturers Association	KAT	Kleine Anechoïsche Tunnel
ECN	Energieonderzoek Centrum Nederland	KIVI	Koninklijk Instituut van Ingenieurs
EDMS	Evolutionary Database Management System	KL	Koninklijke landmacht
EGOIST	Eerste Geheel On-Line Instrumentatiesysteem Tunnels	KLM	Koninklijke Luchtvaart Maatschappij N.V.
EMC	Elektromagnetische Compatibiliteit	KLu	Koninklijke luchtmacht
		KM	Koninklijke marine

KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut	RADAS	Radar Dataregistratie Systeem
KNVvL	Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart	RAE	Royal Aircraft Establishment
KWAC	Key Word and Context	RASP	Radio Altimeter-based System for Positioning
LAR	Lange-Afstandsradar	RESEDA	Remote-Sensing Dataverwerkingssysteem
LOCUS	Low-Cost grondstation	RGCSF	Review of the General Concept of Separation Panel (ICAO)
LSEO	Landelijke Stuurgroep Energie-onderzoek	RLD	Rijksluchtvaartdienst
LST	Lage-snelheidstunnel	RMDU	Remote Multiplexer/Demultiplexer Unit
LQG	Linear Quadratic Gaussian	RWS	Rijkswaterstaat
MAD	Multi-element Airfoil Design	SARP	Signaal Automatic Radar Processing
MBB	Messerschmitt-Bölkow-Blohm	SAT	Single-Axis Table
MHD	Magnetohydrodynamica	SATCO	Signaal Automatic Air Traffic Control
MIT	Massachusetts Institute of Technology (VS)	SDC	System Development Corporation
MLS	Microwave Landing System	SEMCAP	Systems Electromagnetic Compatibility Analysis Program
MNPS	Minimum Navigation Performance Specifications	SIGMA	Signaal Generator for Multiple Actuator systems
MPA	Maritieme Patrouille Versie van de Fokker F27	SLAR	Side-looking Airborne Radar
MUK	Model Unterschall Kanal	SNECMA	Société Nationale d'Etude et Construction de Moteurs d'Aviation
NASA	National Aeronautics and Space Administration	SNIAS	Société Nationale Industrielle Aérospatiale
NAT/SPG	North Atlantic Systems Planning Group	SRC	Science Research Council (Londen, U.K.)
NAVAID	Navigation Aid	SST	Supersonic-snelheidstunnel
NAVO	Noord-Atlantische Verdragsorganisatie	STA	Supersonic Tunnel Association
NAVSTAR	Navigation System with Time and Ranging	STAGS	Structural Analysis of General Shells
NFT	NLR Flight Test System	STALINS	Start- en Landingsmeetsysteem met INS
NGTE	National Gas Turbine Establishment (Engeland)	STOL	Short Take-off and Landing
NIVR	Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart	STRADA	Système de Trajectographie d'Atterrissage
NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium	TAR	Terminal Area Radar
NLRGC	Nationaal Lucht- en Ruimtevaart Geneeskundig Centrum	TDCB	Tapered Double Cantilever Beam
NOP	Noordoostpolder	TERS	Tropical Earth Resources Satellite
NPOC	National Point of Contact	TH	Technische Hogeschool
NT	Nagalmtunnel	TIXTE	Timing and Imaging of X-ray Transients Explorer
Nube	Numerieke Besturing	TMA	Terminal Area
NVR	Nederlandse Vereniging voor Ruimtevaart	TNO	Centrale Organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek
NVvL	Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart	TRSB	Time Reference Scanning Beam
OBC	On-Board Computer	TSP	Transonic Small Perturbation
OBS	On-Board Software	TWIST	Transport Wing Standaard
OCP	Obstacle Clearance Panel (ICAO)	USAF	United States Air Force
OMIS	Operationeel Management-Informatiesysteem	VFW	Vereinigte Flugtechnische Werke
ONERA	Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales	VKI	Von Kármán Institute of Fluid Dynamics
O en W	Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen	VMBS	Vluchtnabootser Met Bewegende Stuurhut
PADAP	Programmable Apparatus for Data Acquisition and Procedures	V/STOL	Vertical/Short Take-off and Landing
PANS-OPS	Procedures for Air Navigation Services/Aircraft Operations	V en W	Ministerie van Verkeer en Waterstaat
PETW	Pilottunnel ETW		
PHAROS	Processor for Harmonic Analysis of the Response of Oscillating Surfaces		
PROTEUS	Programmeerbaar Test- en Uitwerksysteem		
PSD	Power Spectral Density		
PT	Pilottunnel		

SUMMARIES

1 RESEARCH

1.1 AERODYNAMICS

Pre-project studies for
Fokker F29

The 'Interim Program', in which NLR-developed technology is being optimized for the F29 design, was continued under contract with NIVR and in cooperation with Fokker. Much attention was given to the aerodynamic design of supercritical wings and of high-lift devices, and to the aeroelastic and aeroacoustic aspects of the new Fokker F29 aircraft project.

Earlier performed wind-tunnel measurements on supercritical airfoils were analysed. The results were used for the interpretation of measurements on supercritical wings. Also the high-Reynolds-number measurements performed at Lockheed Georgia were analysed, which provided more information about scale effects.

In the high-speed wind tunnel (HST), measurements were performed on a supercritical wing in which all earlier experiences are incorporated. This supercritical wing proved to have superior aerodynamic characteristics and a more attractive shape as compared with earlier designs. In the HST additional tests were carried out on a half model in order to assess Reynolds-number effects.

Assistance was rendered to Fokker in designing new supercritical wing shapes and in adapting the required software.

An extensive test program was started in the Pilot tunnel (PT) on an two-dimensional airfoil (NLR-7703) with oscillating flap, in order to investigate the characteristics of oscillating airfoils in transonic flow.

The method for calculating quasi-three-dimensional airloads on oscillating wings in transonic flow – the two-dimensional LTRAN2/NLR program corrected for the effects of finite wing span and wing taper – was further improved and evaluated by comparing the predicted flutter behaviour of a half model of a supercritical wing with data from tests in the HST. The flutter behaviour did not exhibit the expected characteristics in all details; therefore additional measurements will be performed. The LTRAN2/NLR program was also used for the calculation of overall unsteady airloads needed for flutter calculations by Fokker.

A method was developed to determine experimentally the various sound mode contributions to the sound field in a duct from sound measurements with traversing microphones. Impedance measurements on Helmholtz-resonator liners were analysed. It appeared that existing design methods do not account fully for flow effects, and that the boundary layer is an important parameter. Several liner configurations were investigated experimentally and/or theoretically.

Also in 1979, wind-tunnel measurements were performed under contract with foreign aircraft industries: among others SNIAS, Dassault, VFW, MBB and Saab.

Subsonic steady flow around
aircraft configurations

The method for optimizing the aerodynamic design of multi-element airfoils was developed further. The modular program system 'Multi-element Airfoil Design' (MAD) was carried to a status which allows airfoils with flaps and slats to be designed in an interactive way. An investigation of the suitability of the NLR panel method for the calculation of airloads on wings with part-span flaps was completed successfully.

A new panel method for the calculation of two-dimensional subsonic compressible flow is being developed. From calculations for the 10°/o parabolic-arc airfoil, based on transonic small-perturbation theory, the description of transonic flow with shock waves by means of singularities on the configuration surface and in the flow field appeared to be feasible.

Transonic steady flow	The approximative method for the calculation of nonviscous three-dimensional transonic flow with shock waves around lifting surfaces (the 'Transonic Small-Perturbation Method') was completed. A users manual was prepared. A system analysis was performed for the development of new, advanced software for wing/fuselage combinations. A pilot study was made for the limiting case of two-dimensional flow. Within the framework of the GARTEUR cooperation, a comparative study was made of the capabilities of the computer programs for the calculation of transonic flow that are being used by the participating countries.
Two-dimensional flow	A computer program for the calculation of viscous flow around airfoils with flaps and slats was successfully applied to various configurations. Comparison with experimental data yielded satisfactory results. The LTRAN2/NLR computer program for the calculation of unsteady airloads on oscillating airfoils in transonic flow appeared to yield good results for airfoils of moderate thickness and for not too high or too low frequencies. A different method for usage at high frequencies is available. For low frequencies and thick airfoils, a more sophisticated method is being developed. A method for the calculation of boundary-layer effects on unsteady airloads is being developed. Two possible methods have been found in the literature, which they are being coupled to the LTRAN2/NLR program.
Viscous flow	The computer program for the calculation of three-dimensional boundary layers was successfully tested for both laminar and turbulent boundary-layer conditions. In the case of turbulent boundary-layer flow at the wing root, the results were compared with those of seven calculation methods, in the framework of the 'Eurovisc Working Party 3D Shear Flows'. The method for the calculation of viscous flow with strong viscous/inviscid interaction was further developed.
Aeroacoustic studies	With an earlier developed computer program, the sound absorption in a half-infinite, cylindrical duct containing a finite-length section with sound-absorbing walls, with uniform flow, was calculated. The calculation procedure was generalized to a duct with an arbitrary number of sections with different acoustic lining. A program was developed for the calculation of the acoustic liner impedance from the measured total sound absorption in the Flow Duct Facility, including boundary-layer effects. A theoretical model was developed for the calculation of the unsteady pressure field caused by an axial compressor in a cylindrical duct due to velocity disturbances in the flow. This model will be used for the calculation of fan noise due to rotor/stator-wake interaction.
Wind-tunnel testing techniques	The earlier developed computer program for the calculation of wall-interference corrections from measured pressure distributions near the (arbitrary) walls was evaluated further. Measurements were performed in the PT. Within the framework of the ONERA/NLR cooperation program, experimental wall-interference results were compared. The experience gained resulted in an improved computer code. Within the framework of the GARTEUR cooperation, test cases were exchanged in order to compare the ONERA, ARA and NLR wall-interference correction techniques. The CAST-7 airfoil will be measured in several wind tunnels (including wall pressures). Within the framework of the DFVLR/NLR research program on wall interference, the force measurements in the MUK at Braunschweig were analysed. Existing wall-interference correction techniques were evaluated and adapted to DNW usage. Wall-interference calculations were performed in order to estimate the maximum helicopter rotor dimensions for this wind tunnel. After modification of the HST compressor to obtain higher Reynolds numbers, the flow characteristics in the test section appeared to be unchanged. The static-pressure variation in the test-section center line was measured. Corrections for buoyancy effects were obtained. An advanced method for buffet measurements is being developed. Good progress was made with improving the half-model test techniques.

In the Flow Duct Facility (NT), Helmholtz-resonator liners were subjected to a series of impedance measurements, in order to compare NLR methods with NGTE methods. Jet-flow simulation with compressed air and H_2O_2 was studied in the HST. Calibration data to adjust engine conditions were found in the Small Anechoic Tunnel (KAT). Also pylon-heating effects were localized.

In the KAT the difference in the expansion patterns of hot and cold jets was investigated. The possibility of using air-turbine-powered engine simulators for future experiments in the HST and the DNW was investigated.

Processing of wind-tunnel data

In order to meet optimal requirements during the wind-tunnel tests, better data-reduction procedures have been realized. Preparations took place for the introduction of new software for the automatic postprocessing of wind-tunnel data. The database structure is being programmed.

Technical design of wind-tunnel models

A design study was made for a large wing model (span 6 m). The epoxy-metal bonding process is being investigated.

1.2 FLIGHT

Aircraft development

Considerable support was given in 1979 to Fokker in flight-testing F27 series aircraft and the F27 Maritime Patrol Aircraft.

Under contract with NIVR and in cooperation with Fokker, the design of a new measurement, recording and data-acquisition and -processing system for F29 prototype flight-testing was continued. An inventory was made of the users requirements, parameter lists and transducer lists were prepared, market analyses were made, components were procured by NLR and tested (c.f. Remote Multiplexer/Demultiplexer Units) both in the laboratory and in flight. NLR is responsible for the digital measurement and recording system, the on-board computer system, and the avionics measurement and recording system.

Stability and control

Under contract with NIVR, design criteria for advanced aircraft control systems, aimed at obtaining good handling characteristics, were further developed. To evaluate criteria for the desired roll response of aircraft with advanced control systems, a system based on the rate-command/attitude-hold concept was investigated on the moving-base flight simulator (VMBS).

Within the framework of the cooperation program with DFVLR concerning flying qualities, an experimental program on the VMBS was carried out with DFVLR-defined configurations. A DFVLR/NLR flight-test program with the HFB 320 laboratory aircraft of DFVLR was prepared, in which the lateral aircraft control system was defined by NLR.

Under contract with RLD, the VMBS program related with the MLS implementation was continued.

Within the framework of the ANCP, information was exchanged with RAE concerning flight-simulator research and flight tests in relation to flying qualities.

The interference of a helicopter rotor blade with free tip vortices was studied in order to gain insight into the aerodynamic load on the blades in flight.

A computer program was drawn up for the calculation of ship-deck motion parameters from measured accelerations and angular displacements. NLR participated in the activities of the AGARD-FMP 'Working Group on Helicopter Icing'.

Ergonomic aspects of aircraft control

The evaluation of the mathematical model that describes several aspects of the visual outside-world perception process was continued with a theoretical analysis of the approach situation. Based on these results, the variables to be investigated and the aircraft configurations for an experimental program on the VMBS were determined. A preliminary analysis of the experimental results showed that the model can describe the complex visual approach phase fairly well.

The pilot monitoring and decision behaviour was studied and modelled. The results of a theoretical analysis based on this model agreed with experimental data from literature.

Test and measurement techniques for investigations in flight

The interpretation of earlier measurements in accelerated flight with the Fokker F28 A1 aircraft was continued. From discussions with Fokker related to the performance measurements in accelerated flight, it appeared that the aerodynamic model at high Mach numbers had to be slightly modified. A report giving a full description of the measurement equipment was completed. In the framework of an AGARD Lecture Series, papers on the equipment were presented.

The applicability of splines for data reduction in the flight-path reconstruction program was investigated. A general flight-path reconstruction program is being established for symmetric and asymmetric flight, in which splines are applied.

The STALINS system for measurement of flight trajectories during take-off and landing with an inertial platform was evaluated. In chapter 3.2, more details are given.

On-board and ground equipment

NLR participated in the NATO NAVSTAR-GPS team, which develops the satellite navigation system NAVSTAR.

It was investigated whether filter methods can be used to obtain accurate position data by combining the data from an inertial navigation system, from distance-measuring equipment and from a pitot-static system. Flight tests were performed to evaluate the filter methods. The Real-Time Operating System of the ROLM computer was studied further. A control program was written to read data into the ROLM 1664 airborne computer via a DMA controller.

In preparation for flight tests with the Lynx helicopter of the Royal Netherlands Navy, its torque system was investigated.

Calculations were made based on F100 engine data, in order to determine component characteristics and engine performance.

Aircraft operations

Technical designs of the measurement and recording system of the RLD aircraft for testing and calibrating radionavigation and landing aids were evaluated.

Under contract with Eurocontrol, the ATC radar at Luedenscheid was calibrated with the CADAS/multi-DME system installed in the Metro II laboratory aircraft.

Under contract with RLD, critical cases of flying characteristics from the point of view of airworthiness regulations were studied in a flight simulator program. Moreover, a database was set up for KLM AIDS data on windshear. The data were obtained from B747 and DC10 aircraft during a one-year period of operations. Finally, assistance was rendered to the ICAO AWOP (All-Weather Operations Panel) and OCP (Obstacle Clearance Panel).

Air Traffic Control

Under contract with RLD, many activities were performed related with air traffic control, in particular in the TMA of Schiphol Airport.

The evaluation of the flight-path calculation from radar data and the use of tracking speeds for flight-path calculations were reported.

The conflict-detection software was improved and extended.

The effect of air traffic regulation on the airfield capacity was investigated.

The evaluation of the TAR 3 radar system required much attention.

A functional analysis of the SARP radar-data-processing system was made, in order to extend and update this system.

The primary radar of the long-distance radar at Herwijnen was investigated; also the relative accuracy of the primary and secondary position information of this radar system was examined.

Under contract with Eurocontrol, approach manoeuvres to Frankfurt Airport with an F28 aircraft were simulated.

Assistance was given to the North Atlantic Systems Planning Group (NAT/SPG) and the 'Review of the General Concept of Separation Panel' of ICAO (RGCS).

An Experimental Vortex Analyzer for detection of tip vortices of landing aircraft was put into operation at Schiphol Airport.

The approach and runway lights of ILS runways in the Netherlands were inspected periodically with the Queen Air laboratory aircraft.

New developments in air traffic safety were investigated. An F28 performance model was constructed for the development of a flight-path generator for ATC simulation. The applicability of Kalman filters to new tracking methods in air traffic control systems was studied.

Flight simulation

Aerodynamic models were made of the B747 and DC9-30 aircraft. The new digital turbulence model was extensively analysed. The electronic generation on a Head-Up Display of a pattern of take-off and landing runways with information on attitude and flight-path vectors was modelled. Assistance was given in preparing an AGARD report on dynamic characteristics of flight-simulator motion systems. Activities were performed for the AGARD AMP/FMP Working Group 10 on the flight-simulator fidelity of pilot-training flight simulators.

Processing of flight-test data

A MODCOMP Classic-7870 computer was purchased for the flight-test data processing. This computer is being coupled to the NLR computer network. The processing of digital SLAR data was programmed.

1.3 STRUCTURES AND MATERIALS

Aircraft development

Under contract with NIVR and in cooperation with Fokker and the Technological University of Delft, the studies in the framework of the F29 project were continued. The fatigue properties under flight-simulation loading of the aluminium sheet alloys 2024-T3 and 7475-T761 were determined using the standard loading program TWIST. The forging alloys 7075-T73 and 7050-T736 were subjected to constant-amplitude fatigue tests. Mixed laminates (2024-T3/carbon-epoxy, 7475-T761/carbon-epoxy and Ti-6Al-4V/carbon-epoxy) were tested in laboratory air.

With the computer programs STAGS and BUCCLASP, the buckling behaviour of Z-stiffened compression panels was predicted. The experimental observation that bonded panels have a higher buckling strength than riveted panels was supported by analytical data.

Several skin-stiffener joints of tension panels were subjected to fatigue tests. Also other skin-stringer-rib joints were investigated. With the computer program ARREST the influence of stringer riveting (instead of bonding) on the residual strength was examined. With the program BOND the residual strength of adhesive-bonded panels with 2024 and 7075 stringers was calculated for several types of damage. Based on the program BOND, the program CRAPRO was developed for the calculation of crack propagation in a stiffened wing skin panel with bonded stiffeners under constant-amplitude loading.

The finite-element method proved to be applicable to the analysis of stress fields in a lower wing skin under certain conditions. The applicability to the calculation of stress intensity factors at lower wing skin cracks is being investigated. Several aspects of the effects of hole expansion on the properties of aluminium lugs were examined. A theoretical model is being constructed to describe these effects.

The applicability of composite materials in primary and secondary aircraft components was investigated further. For instance, the applicability in stabilizer compression panels is being evaluated. In the framework of theoretical buckling-behaviour research, two computer programs were implemented: the program BEOS (from DFVLR) for the calculation of buckling loads of parallelogram-shaped shallow sandwich panels, and the program BUCCLAP (from NASA) for the calculation of shear buckling under combined loads of anisotropic laminates.

Aircraft loads

Under contract with NIVR, the aircraft response to nonsteady gust loads was investigated further. The Power Spectral Density method is being adapted to nonlinear aircraft response. Measurements were performed with the analog computer.

Under contract with KLM and RLD, aircraft load data from B747 and B747-combi aircraft equipped with AIDS were collected in a database and analysed.

Under contract with NIVR and RLD, the influence of load spectrum changes on fatigue life was investigated further; crack propagation tests were performed on notched specimens of Alclad 2024-T3 sheet material, and fatigue life tests were performed on riveted specimens from 2024 and 7075 sheet material.

Under contract with RLD, methods for the determination of helicopter structural fatigue life were studied.

Structural static strength and stiffness

Advanced methods for deformation research were evaluated: the photo-elastic layer method, the moiré method, the laser-grid method and the laser-speckle method offer possibilities for application.

The constant crack-tip opening angle criterion for crack propagation in thin sheet proved to be valid, but it required too much computer time. Therefore, analytical models were developed to describe the deformation pattern at a crack tip. The models of Wnuk and of Rice and Sorensen were evaluated by comparing these results with experimental results from DFVLR. From calculations it was concluded that a crack growth criterion based on energy dissipation is not consistent.

In order to arrive at a European standard for performing R-curve calculations, meetings were held with RAE and DFVLR. Also a theoretical model was developed for the description of the buckling properties of a tension-loaded strip with central crack.

Under contract with NIVR, the earlier developed method for the prediction of three-dimensional planar crack growth was applied to a lug with loaded hole. The method is being adapted in order to achieve the required precision for lugs.

The chapter on 'Built-up Structures' for the AGARDograph 'Practical Application of Fracture Mechanics' has been completed.

Evaluation of advanced materials

A test rig for carrying out so-called Jominy tests was constructed. According to this method, the influence of the shock treatment on the strength properties of the aluminium alloys 2024 and 7075 was investigated.

Under contract with NIVR, the research program for determination of the technical properties of four Al-Zn-Mg-Cu forgings alloys and of 7010 plate material was concluded. Tests on thick-plate specimens of 7050-T73651 alloy were prepared.

Under contract with NIVR, an extensive research program was carried out in order to investigate the residual-strength and fatigue properties of carbon composite materials. Also the influence of impact damage on the fatigue and residual-strength properties of sandwich panels with Nomex core and carbon/epoxy skin panels was examined, together with the influence of moisture content on the strength of 90° carbon-epoxy laminates.

The residual-strength and fatigue properties of carbon-epoxy laminates with Kevlar face sheets were investigated in several environments. Mixed laminates with and without notches were subjected to comparative fatigue tests.

Several specimens with equal pre-treatment and bonding history were subjected to ageing tests, in order to construct a mathematical model to predict the influence of the adhesive-layer properties on the compliance.

Fatigue

In the cooperation program with the DFVLR for the development of methods for the prediction of fatigue life based on the 'Neuber rule', the results of numerical predictions made by the DFVLR were compared with experimental results (NLR and DFVLR) concerning the crack initiation fatigue life of anodized and unanodized specimens.

Under contract with NIVR, tests were prepared for the comparison of the fatigue crack propagation resistance of adhesive-bonded metal laminates with that of monolithic structures made of the aluminium alloys 7010 and 7050.

Constant-amplitude fatigue tests were carried out in order to investigate the influence of anodizing and the causes of the delamination of adhesive bonds.

Under contract with NIVR, a program was carried out to obtain more effective corrosion fatigue protective schemes, mainly for aluminium alloys. In the framework of an AGARD cooperative testing program, a large number of identical specimens will be investigated identically in ten laboratories. A testing procedure was defined. Specimens were made from 2024-T3 sheet alloy and protected according to the manufacturer's usual procedures. The testing program in the Netherlands will be carried out by NLR and the Technological University of Delft.

Methods for the prediction of fatigue crack propagation under service loads were investigated. Most methods do not account for crack closure but only for plastic deformation in front of the crack tip, and are therefore not reliable. The NLR method, taking plasticity

effects both in front of and in the wake of a crack tip into account and using a new analytical crack-closure model, yields good results. Several calculations were performed, for instance to predict the effects of load spectrum variations on the fatigue life of a sheet specimen of the aluminium alloy 7075-T6 with central notch.

Corrosion, stress corrosion and hydrogen embrittlement

Manuals of aircraft operators and manufacturers were studied concerning corrosion prevention aspects. Also, information in this area was collected. Under contract with NIVR, the factors affecting the stress corrosion resistance were investigated, in order to arrive at standardization of the conditions for stress corrosion crack propagation and initiation tests for aircraft materials.

1.4 SPACEFLIGHT TECHNOLOGY

International projects

The following projects were carried out under contract with ESA. Preparations were made for the dynamic testing of the EXOSAT-satellite attitude control system on the Single-Axis Table. A prototype torque motor for simulation of satellite torques was tested. An initial definition of a star simulator to be used during the tests was performed and some tests on a laboratory set-up were carried out. Algorithms were constructed with which the unknown initial satellite attitude can be derived from ESA-starmapper data. Successful test runs were made using computer simulations. Earlier collected gyro-noise data were statistically analysed. In order to evaluate finite-element methods for the calculation of crack phenomena in spacecraft structures, the fatigue crack propagation and residual strength of several specimens representative for Spacelab structural parts were measured for the determination of stress intensity factors. By comparing the measured values for the stress intensity factors with calculated values, the finite-element methods were evaluated. A users manual was prepared and adapted to ESTEC requirements.

National projects

The activities for the development of the Dutch Infrared Astronomical Satellite (IRAS) were continued. The on-board software was almost completed. The attitude control software in the Read-Only Memory and in the Random-Access Memory was tested. The attitude control system was tested on the air bearing table. The ground check-out equipment was successfully applied in the integration and tests of the IRAS electrical model. The ground-operations software is being implemented on the computers in the British Operations facility; tests are being prepared. A prototype IRAS antenna and magnetic coils were subjected to thermal vacuum tests. Under contract with Fokker, the feasibility of a 'Timing and Imaging of X-ray Transients Explorer' (TIXTE: a possible future Dutch science satellite) is investigated; especially the data-handling and ground-operations aspects of this satellite were studied. Under contract with NIVR, assistance is given to the feasibility study of the 'Tropical Earth Resources Satellite' (TERS) (see also chapter 1.5).

Spacelab experiment

Attention was given mainly to the construction of mathematical models for the description of fluid flow patterns in zero-g. The NLR equipment to be used in Spacelab was completed and tested in the 'Fluid Physics Module' (FPM) at FIAT. A series of zero-g experiments was performed with the Hunter NLR laboratory aircraft.

Thermal-vacuum research

Variable-conductance and constant-conductance heat pipes were further investigated, both experimentally and theoretically. A new test rig for variable-conductance heat pipes and filling equipment for heat pipes were designed. The study of electro-osmotic properties of liquids yielded several practicable filling liquids for heat pipes. The testing activities were started.

Spacecraft attitude control

The application of filter techniques for spacecraft attitude determination was further investigated. The software was modified and extended. Software was written for the simulation of an IRAS-type satellite and for numerical simulations. A study of the role of

martingales in optimal estimation processes yielded the result that martingales are applicable in case that low-frequency attitude data are available.

The characteristics of a single-axis rotating spacecraft controlled by means of an LQG-control law were studied theoretically and numerically. The influence of several parameters on angular and angular-velocity stability was investigated. The results of this study were used for the preparation of hardware simulations on the air bearing table using IRAS attitude-control system components. A computer program for testing filter and control algorithms by means of simulation was written. Preparations were made for a program for the measurement and analysis of torque noise of reaction wheels for spacecraft attitude control.

1.5 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.

Under contract with RLD, 2500 RLD-selected departure flights were measured by radar, analysed and plotted as ground paths and height and velocity profiles.

Assistance was rendered in the establishment of standard procedures for aircraft noise calculations according to new governmental regulations.

Meetings of the Steering Group 'Noise load of future aircraft generations' were attended. Noise footprints of future aircraft types were constructed.

A technical design was made for the 'Flight Track and Aircraft Noise Monitoring System' for monitoring both flight paths and noise loads of operational aircraft.

Earth observations

Infrared and radar surveys were performed with the NLR laboratory aircraft for a variety of purposes. In the framework of the international project 'Maritime Remote Sensing Experiment Northsea', radar surveys of sea-wave patterns were made, under contract with RWS.

Under contract with the Government and with BCRS, new areas of application of infrared scanning techniques were investigated.

New Side-Looking Airborne Radar (SLAR) equipment was installed, tested in flight with the Queen Air and the Metro II laboratory aircraft, and put into operation. In order to arrive at more accurate aircraft position determination during remote-sensing flights, a multi-DME system was tested.

Assistance was given in the development of an active multispectral scanner for agricultural applications.

Under contract with BCRS and NIVR, a feasibility study concerning a 'Remote Sensing Data-processing System' (RESEDA) was started. A detailed inventory was made of input data, data-processing techniques, users requirements and available systems. An analysis was made of Landsat data on Z. and O. Flevoland that had been processed by the DFVLR data-processing system DIBIAS.

Under contract with ESA, the effect of a data-reduction method (developed by Matra and applicable on-board satellites) on the results of classification was investigated. Under contract with NIVR, the feasibility of surface-B-spline techniques for data reduction was examined.

NLR will be responsible for the data-processing aspects of a KNMI ground station for receiving and processing weather satellite data.

Under contract with NIVR, NLR will assist in the feasibility study of a 'Tropical Earth Resources Satellite' (TERS). A Dutch-Indonesian Workshop was prepared and held in Indonesia. Several technical aspects of TERS usage were investigated in detail.

Under contract with ESA, NLR functioned as 'National Point of Contact' (NPOC) for the distribution of ESA remote-sensing data. Potential users were informed concerning the applicability of these data.

Final presentations of the ESA phase-A studies on the 'Land Applications Satellite System' (LASS) and the 'Coastal and Ocean Monitoring Satellite System' (COMSS) were attended. Assistance was given in the evaluation of the LASS users requirements.

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.

Energy supply

NLR participated in the second phase of the National Project on Wind Energy. Flutter measurements on a 5 m Fokker vertical-axis experimental wind turbine and wind-tunnel measurements and performance calculations for the horizontal-axis wind turbine were reported; stability calculations for the 25 m horizontal-axis turbine and wind measurements at Petten in preparation for the 25 m horizontal-axis turbine were performed. Preparations for the third phase of the program were made.

The meetings of the Steering Group Netherlands MHD Project were attended.

1.6 INFORMATICS

Development of
information systems

Techniques for developing information systems were investigated; the quality-determining elements were defined and quantifiable parameters for these elements were traced.

Under contract with NIVR, techniques for cost estimation during the development of information systems were studied further.

The users requirements for a new central computer at NLR were studied by a project group.

Computer programs

The capabilities of hardware and software for interactive graphic systems were studied. An inventory was made of the users requirements.

A functional design for a control language for interactive computer usage is being constructed.

Applied mathematics

Software for nonlinear optimization under nonlinear constraints was exchanged with DFVLR (Oberpfaffenhofen).

A computer program was written for the evaluation of spline approximation techniques and parameter optimization for mission planning usage.

Martingale properties and applicability in nonlinear estimation theory were studied.

The influence of the use of recursive and classical estimation methods on satellite control was investigated.

A finite-element method for the calculation of transonic flow, developed by Dassault, was evaluated.

Electronics

In cooperation with Technological University at Twente, a hardware digital filter was investigated. A prototype is in operation, but needs some improvements. Software was written for the NOVA-1220 minicomputer, to support the software development of the digital filter. A users manual is being written. The applicability of the filter as spline-correlator is under study.

The series of microprocessor printed-circuit boards (PCB) is completed (central-processor PCB, memory PCB, TTY-IO-PCB, IEEE interface PCB).

Under contract with NIVR, the EMC aspects of the IRAS cable harness were analysed further. Preparations were made for performing these calculations with the SEMCAP program. The first results are being analysed.

2 EQUIPMENT

2.1 EQUIPMENT FOR AERODYNAMICS

Low-speed wind tunnels

The calibration of the German-Dutch wind tunnel DNW was started in May 1979. All wind-tunnel systems appeared to operate satisfactorily. Intensive consultations were held with aircraft industries. The VFW-614 (1:15) model and the Airbus A300 (1:9.5) model will be used as calibration models.

For the DNW model tunnel, a new support system for testing three-dimensional models was designed.

Several components of a new data-acquisition and -processing system were purchased for the LST 2 x 1.2.

The decision was taken to build a new low-speed wind tunnel in the Noordoostpolder: the LST-NOP. A Project Group was formed to coordinate the activities and to execute the plans. A project plan was made, in which the detailed organization, the planning and the budgets are reported. In cooperation with DSMA, an RFP was drafted for the drive system. DSMA will design the circuit and the test sections.

Transonic and supersonic wind tunnels

The modification of the HST compressor system was completed. The Reynolds number that can be obtained is 22.5% higher than before the modification.

A new half-model balance was developed.

The local data-processing system for HST measurements was further extended and successfully put into operation. The EGOIST system was extended to 40 channels. An automatic calibration procedure was realized.

A new data-acquisition system for the PT is being prepared.

After successful measurements in the CSST on a transonic-insert model, it was decided to construct the transonic insert for the SST. Based on the experimental results with the model, a final design will be made by DSMA.

A pre-design was made for the European Transonic Wind tunnel ETW (temperatures up to 100 K; max. Reynolds number in the transonic region 40×10^6). A detailed design was made for the pilot-ETW: the PETW. In the participating countries, a technology program is executed concerning models, instrumentation, etc. for cryogenic wind tunnels. At NLR, a non-isolated balance for the ETW and PETW is being developed.

Acoustic and engine-simulation equipment

A mode simulator for the excitation of spiralling sound waves with varying-phase loudspeakers was designed and constructed. The contributions of the various sound modes can be measured with a traversing microphone.

A new Fourier analyzer is being used in liner investigations.

A new propulsion for the siren used as noise source in the flow duct facility was constructed; it results in a level of 145 dB at 6300 Hz, at favourable working conditions.

Several data-processing programs were written.

General equipment

Much attention was given to new areas of applicability of balances (c.f. low-temperature applications) and to other new developments (new type of resistor element, capacitive transducers for balances, etc.).

2.2 EQUIPMENT FOR FLIGHT-TESTING

Laboratory aircraft	Many preparations were made for the purchase of the Swearingen Metro II laboratory aircraft. In April '79 the aircraft was flown by an NLR crew from the USA to the Netherlands. Several adaptations were made to its use as laboratory aircraft (electronics racks, SLAR antenna pod, multi-DME system, Litton LTN-58 platform). The Hawker Hunter T Mk7 jet aircraft was disposed of, after more than 13 years of service as NLR laboratory aircraft.
Flight-test equipment	Much attention was given to the development, production, evaluation and tests of transducers, recorders, measurement systems, signal-conditioning units, test equipment, standard instrumentation racks, etc. etc.). The FDAU quick-look system (compatible with ECMA cassette recorders) was almost completed. The development of the Flight Instrumentation Software Development Station was completed. Digitizing equipment for SLAR remote-sensing data was constructed. Equipment for digitizing thermal-infrared data is being developed. The feasibility of a multi-sensor reference system for the accurate determination of aircraft position and velocity from data obtained from various sensors (INS, multi-DME, etc.) using filter techniques was investigated. The data from this system will be used as input into the laboratory aircraft navigation system.
Flight simulator	In order to investigate the stick-force simulation, strain gauge measurements were performed with gauges inside the stick. The navigation and communication-channel selection electronics were modified. The construction of the dual-seat cockpit progressed well. The autothrottle system was made and installed together with several control panels and electric cables. The mirrors of the visual system arrived and were installed. The new operating system RSX-11M was installed.

2.3 EQUIPMENT FOR STRUCTURES AND MATERIALS RESEARCH

Load equipment	The Apparatus for Testing Large Specimens ATLAS was completed further. The signal conditioner and input controller SIGMA is being constructed. After an analysis of users requirements and of commercial availability, new electronics for the servohydraulic testing machine MTS were purchased.
Measurement and calibration equipment	The equipment for the laser-grid method was added to, in order to automate the glass-plate reading. An associated program for the data-acquisition and control system PADAP is being written. A prototype load sensor for measurement of loads in wire rods was designed, developed and tested successfully. The practical applicability of the photo-elastic layer method was studied.
Data-acquisition equipment	Both the dynamic and the static parts of the data-acquisition system PADAP were often applied. PADAP was further developed to be able to use the system for dynamic measurements under flight-simulation loading (TWIST, FALSTAFF).
Equipment for photography, spectroscopy, microscopy, and nondestructive testing	The PSEM-500M scanning electron microscope was installed; the auxiliary equipment was adapted. A computer program was written for the statistical processing of nondestructive testing data.
Equipment for corrosion testing	The burner rig was equipped with video equipment. The apparatus for testing compressor components was augmented with an erosion installation.

2.4 EQUIPMENT FOR SPACEFLIGHT TECHNOLOGY

The tests following the purchase of the air bearing table were completed. The testing of the IRAS attitude control system on this table was started.

For the single-axis table, a torque motor for the simulation of spacecraft torques was developed. The torque noise spectrum was measured.

The software for the PACER hybrid computer was extended and further improved.

2.5 EQUIPMENT FOR GENERAL USE

Computer facilities

In order to determine the workload of the central computer, the response times of the terminals was measured. The possibilities to develop a more convenient connecting system between terminals and the central computer, which also would be easier to maintain and to test, were studied.

A new version of the Evolutionary Database Management System was tested and installed. An interactive program was written to improve the accessibility of subroutine libraries on magnetic tape.

Electronic equipment

The microprocessor development station was coupled to the central computer network. A standard data-acquisition PCB for usage in microprocessor or minicomputer systems was developed.

Technical equipment

The purchase of a universal milling machine was prepared.

In the framework of the NuBe usage, attention was given to more efficient computer and terminal usage, to the feasibility of incorporating the NuBe software into a 'Computer-Aided Design' system, and to the filing of the NuBe software.

A 3500 x 2000 mm² surface plate was installed. It is being equipped with a 2.5D copying milling machine to contour large model components.

3 CAPITA SELECTA

In this chapter, two subjects will be treated in more detail: new materials and techniques for aircraft structures, and a system for take-off and landing measurements (STALINS).

3.1 NEW MATERIALS AND TECHNIQUES FOR AIRCRAFT STRUCTURES (figs. 1–7; pp. 53–60)

For many years much attention has been given to the development of new aluminium alloys as aircraft structural materials. At present, however, the development of composite materials for primary and secondary aircraft components is becoming increasingly important. Moreover, the development of less expensive production techniques for titanium alloys, the improvement of high-strength-steel properties, and the development of more sophisticated adhesive-bonding techniques must be mentioned. The aim is to develop aircraft with appreciably lower structural weight but with sufficient structural strength. Beginning from its foundation, the NLR has been carrying out extensive theoretical and experimental research programs in the area of materials and techniques for aircraft structures. Mathematical models and computer programs are currently being made for the prediction of fatigue crack propagation or buckling behaviour, for instance. Also specimens or full-scale structures are being investigated to determine their technical properties under simulated operational conditions. In this way, new materials and techniques are evaluated to determine the structural characteristics that are important to the aircraft engineer designing the optimal aircraft structure.

History

Until 1945 the development and improvement of aluminium alloys was the main object of aerospace materials research. Then glass-fibre composites, high-strength steels, and titanium alloys were introduced, but not yet generally applied because of lack of knowledge of the flight-safety aspects.

Attempts to design sufficiently strong but light aircraft resulted in the development of a new generation of aircraft structural materials: high-strength composite materials consisting of carbon, boron or Kevlar fibres in epoxy resin matrices. Spaceflight technology has been mainly responsible for promoting this development. Until now composite materials have been applied mostly in secondary aircraft components (fig. 1).

Safety in relation with structural and material properties

Governmental Authorities impose strict safety regulations on civil aircraft structures. Therefore, the structure has to comply with regulations during the design phase and with inspection regulations during the phases of construction and operation. The structural *static strength and stiffness* have to be sufficient, and are investigated by means of static tests in the design phase. The *fatigue crack propagation resistance* is investigated in the design phase by means of flight-simulation fatigue tests on new aircraft structures. Because of the fact that in these tests not all operational conditions can be simulated, the *residual strength* of the structure has to be high enough so that damaged parts can be detected in prescribed inspection intervals. Also *stress corrosion* is important for the determination of inspection-interval lengths. In this case, a corrosive environment together with a static mechanical stress cause crack initiation. Meticulous inspection during aircraft operation is necessary for the timely detection of stress corrosion cracks. Finally, the *fracture toughness* also determines the length of the inspection interval. Alloys with high fracture toughness exhibit a large critical crack before unstable crack growth and failure occurs. In such a case, a long inspection interval can be adopted.

New materials and techniques

1. Aluminium alloys

Considerable progress has been made in two areas of aluminium alloy development. Firstly, metallurgically cleaner alloys with higher fracture toughness and an improved fatigue crack propagation resistance have been developed. Second, alloys combining good stress corrosion resistance with high strength and high fracture toughness in thick sections have been developed. These alloys already find application in new aircraft structures and in existing ones when damaged parts have to be replaced.

Figure 2 shows that new AlZnMgCu and AlCuMg alloys have a considerable higher fracture toughness at a given tensile strength than the older alloys, and that AlZnMgCu alloys have the highest combinations of tensile strength and fracture toughness. The lower fatigue crack propagation resistance as compared to the AlCuMg alloys, however, limits the use of AlZnMgCu alloys to military aircraft. For civil aircraft, AlCuMg alloys are preferred. The fact that the susceptibility to stress corrosion of AlZnMgCu alloys in the maximum-strength condition proved to be too high, leading to service failures, necessitated the development of newer alloys with much better stress corrosion resistance at a strength level equivalent to the maximum strength of the older alloys, while also the fracture toughness was improved. Research areas with possible applicability in the future are the development of powder metallurgy alloys with improved stress corrosion resistance, improved fracture toughness and higher fatigue crack propagation resistance than those of conventional alloys; the development of lithium-containing alloys with lower density and higher elastic modulus; the development of high-integrity castings for primary structures (hot isostatic pressing, which heals internal porosity, could further improve the fatigue properties); and the development of unconventional thermomechanical treatments to achieve otherwise unobtainable combinations of properties (mainly in order to improve the fatigue properties).

2. Advanced composite materials

At present, carbon, boron or Kevlar fibres are used mostly in an epoxy-resin matrix. Because of the high specific strength and stiffness of these fibres as compared to aluminium alloys (fig. 3), they can be applied in light structural materials by hardening several unidirectional layers at high temperature and pressure. In this process, the fibre orientations in the layers can be adapted to the expected stress conditions.

In figure 4, the strength and stiffness of unidirectional composite laminates are compared with those of typical aircraft metallic materials. Composites are brittle, and are therefore sensitive to impact damage. The fatigue properties of composites are favourable, in some cases even better than those of aluminium alloys.

Composite materials are becoming increasingly important. The first step was the strengthening of conventional metal parts with unidirectional composites. The second step was the application of composites in secondary aircraft components in civil aircraft. At present, the cost aspects of this step are being investigated. It seems that the costs of application of composites can be brought to a level comparable to that of aluminium alloys. The third step: application of composites in primary aircraft components, is until now restricted to military aircraft (F-16, AV-8B Harrier, F-18 Hornet, Mirage 2000 and 4000).

3. Titanium alloys

Titanium alloys are mostly used in military aircraft structures. The application of these alloys is limited, due to high fabrication costs. Therefore, the research and development in this area is aimed at cheaper fabrication techniques: e.g. laser cutting and welding, weld bonding, isothermal brazing, isothermal forging, and the use of hot isostatic pressing to heal internal porosity.

4. High-strength steels

High-strength low-alloy steels, used in landing gear, are highly susceptible to stress corrosion. Investigations are being performed in the USA to improve the stress corrosion resistance by modifying the chemical composition (addition of manganese or molybdenum), or by adding more effective corrosion inhibitors to coatings and primers, or by using better plating systems. In the USA a new steel alloy (AF 1410) has been developed with slightly lower strength but with much better fracture toughness and stress properties.

5. Adhesive bonding

In European aircraft (Fokker F27 and F28), adhesively bonded aluminium alloy primary structures have already been employed successfully for several decades. In the USA adhesive bonding has only recently begun to be applied. A comprehensive research program is being carried out in the USA in which surface treatments, adhesives, structural configura-

tions, and nondestructive inspection techniques are evaluated. Innovative structural concepts are being developed, including laminated-sheet structures, fibre-reinforced adhesives, and further development of polyimides for bonding titanium and composite structures subjected to high-temperature service.

Adhesively bonded laminated-sheet structures offer improved fatigue crack propagation resistance and higher fracture toughness as compared to monolithic structures (fig. 5). Fokker and the Techn. Univ. of Delft are investigating fibre reinforcement of the adhesives, which would further increase the fatigue crack propagation resistance. Basic studies are carried out (also by NLR) to investigate environmental fracture phenomena in adhesive-bonded joints, including manufacturing variables.

Future developments

Based on the present status of research programs and on the development of structural aircraft materials and technology, Ham and Willshire (Aeron. J. Vol. 80 (1976) p. 434) have estimated the application of materials for medium-size transport aircraft (fig. 6). In figure 7, the expected weight savings from the use of advanced materials is given. Because the introduction of composite materials is a very gradual process, the weight savings in the next decade will only amount to about 10⁰o.

Application of composite materials on a larger scale requires:

- more test results concerning composite structures in order to decrease the safety margins (at present large due to lack of experimental data),
- detailed data for environmental influences on composite properties,
- inspection techniques specifically adapted to composite materials.

It is expected that widespread use of composite materials in primary aircraft components will only occur after experience with usage in secondary parts. For the present and near future, primary aircraft components made from composite materials will be restricted to military aircraft.

3.2 A SYSTEM FOR TAKE-OFF AND LANDING MEASUREMENTS (STALINS) (figs. 8–11; pp. 61–66)

Introduction

One of the larger parts of the flight-test program for new aircraft consists of take-off and landing measurements. For a Fokker F28 aircraft, for instance, 1500 take-offs, landings, rejected take-offs and accelerate-stops had to be performed. These measurements have to be executed under various conditions; often far from the home base, on airfields at high altitudes and with nonpaved runways. The flight path has to be measured with high accuracy while at the same time the aircraft configuration, the engine performance and the meteorological conditions have to be determined. From all these data, the take-off and landing performance for the flight manual is calculated using computer programs.

Most of the commonly used measurement methods do not yield the required accuracy. This type of measurements is often performed below 200 ft. The phases defined as the critical ones are during take-off from aircraft standstill to 35 ft altitude, and during landing from 50 ft altitude to standstill. During these critical phases, the required accuracy in the X- (along the runway) and Y-directions (horizontal, normal to the runway) is 1⁰/oo of the flight path covered (which is about 2 m during the critical phase for an F28 aircraft). The accuracy in the altitude should be about 0.15 m.

Methods for measuring aircraft trajectories

Several methods have been developed for measuring aircraft trajectories. Mostly, photo-cameras on the ground are used, of which the elevation and azimuth are determined by simultaneously making pictures of the aircraft and of an accurate grid in front of the camera or of theodolite scales (a three-dimensional measurement requires two cine-theodolites). The processing of the pictures is very time-consuming. More advanced is the laser-theodolite, which follows automatically a prism attached to the aircraft and yields digital values for all relevant parameters. The later mentioned STRADA system at Brétigny, which served as a reference system for the STALINS system, was such a system.

The methods mentioned so far share the disadvantage that measurements on far-away airfields cause appreciable transport problems. Therefore, attention was given to on-board

systems, of which the optical systems were discarded because of the tedious data-processing. The feasibility of an inertial measurement system was then investigated. In such a system the aircraft position is determined by integrating twice the output signals of three accelerometers placed on a horizontally stabilized platform. The development, which started at NLR in 1971, resulted in the STALINS system: 'Take-off and Landing Measurements with an Inertial System', a system which is being prepared for routine measurements. In figure 8, the equipment is shown, placed in a Fokker F28 aircraft. In figure 9 the principles of an inertial system are illustrated.

Description of the STALINS system *Principles*

The values from the accelerometers on the stabilized platform are first corrected for gravity and Coriolis components and for bias errors. The thus obtained aircraft acceleration values are integrated and transformed to determine the X-, Y- and Z-velocity components. A second integration yields the X-, Y- and Z-positions. Moreover, the aircraft attitude is determined from the angular difference between the aircraft coordinate frame and the platform coordinate frame.

The critical element is the correction procedure. But when it is taken into account that each separate measurement only takes a relatively short time, and that each separate aircraft motion approximately takes place in a vertical two-dimensional plane, the velocity and position corrections can be calculated in a relatively simple way. Because the horizontal- and vertical-position calculations are independent, they are treated separately.

The developed method is based on the use of a Litton LTN-58 inertial system.

Horizontal-positions determination

After integration, digitization and transformation to a geodetic reference frame, the LTN-58 acceleration values yield three-dimensional velocities and positions. For the STALINS flight-path calculations, the STALINS velocity values are used because of their higher accuracy. For calculation of the X- and Y-positions, first the velocity is corrected for Coriolis effects, for platform deviations, and for bias errors. After applying these corrections and using the fact that all velocities are exactly zero when the aircraft does not move, a slow drifting remains, which leads to an error of no more than ± 2 m in 100 s. The corrected velocity is transformed to the runway reference frame. Finally, the aircraft position is determined by integrating the corrected velocity components in the X- and Y-directions. These positions are related to the position at rest. In order to relate these position values also to the runway coordinates, a RASP antenna system is used, which radiographically defines a plane normal to the runway. With a receiver in the aircraft, the moment of crossing this plane is determined (fig. 10).

Altitude determination

That accurate altitude measurement offers specific problems will be clear when it is realized that the aircraft acceleration (about 2×10^{-3}) has to be obtained as a difference of the measured aircraft vertical acceleration and the local gravity value (each about 1 g). This would require an accuracy of 2×10^{-5} g in the measurements of local gravity and aircraft vertical acceleration and in the digitizing and integration procedures, whereas, for instance, the day-to-day stability of the accelerometer is only 10^{-4} g. Therefore, a special calculation method was developed in which both the uncertainty in the local gravity value and the instabilities of the accelerometers are eliminated. In figure 11, a typical example of the obtained accuracy is shown. The differences in the altitudes from the laser theodolite system and from the STALINS system are given as a function of the X-coordinate: the differences are smaller than ± 0.1 m up to an altitude of 10 m, and become 0.4 m at 60 m altitude.

The computer program

A data-processing computer program is written which yields the results within 24 h after the flight tests. The functions of X, Y and Z with time are automatically calculated. Then the results are checked on a visual computer display, while interactively parts of the calculations can be repeated with different inputs. After these checks, the results are processed further and performance values are derived.

Testing of the method

In 1976, flight tests were performed at Schiphol Airport in a Fokker F28 aircraft, during which the results from STALINS were compared with those from a photocamera. Good results were obtained, but the photographic values were not accurate enough to be used as calibration.

In 1978, flight tests were performed at Brétigny in the same aircraft, during which the results from the (slightly modified) STALINS were compared with those from the STRADA laser theodolite system. These tests were performed under the various conditions which usually prevail: rough landing, two-engine take-offs, simulated one-engine take-offs, large angles of pitch and accelerate-stops.

The STALINS equipment is meant for performing certification tests of new prototype aircraft. One series of measurements has still to be performed in order to check a modification in the vertical accelerometer channel which has to prevent saturation of this channel due to vibrations during accelerate-stops. Until now, the STALINS method has proved to yield a flight-path accuracy during take-off and landing of a medium-size civil aircraft which approximates the required accuracy very reasonably. STALINS has also proved to be competitive with the most advanced systems in this area. The specific advantages of STALINS are its independence from airfield equipment, because minimal ground-based equipment is required. Moreover, together with three-dimensional data on position and velocity STALINS yields data on the aircraft attitude, all within 24 hours after completion of the test.

4 SCIENTIFIC COMMITTEE NLR-NIVR

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

This committee, which has 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 (reports, memoranda, etc.).

The membership of the Scientific Committee and of the subcommittees is listed in chapter 7 (p. 73 ff.).