NLR VERSLAG OVER HET JAAR 1975

STICHTING

Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium



VERSLAG OVER HET JAAR 1975

VERSLAG
OVER HET JAAR
1975

STICHTING

NATIONAAL LUCHT- EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM

MET GEGEVENS OMTRENT DE

WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR

EN DE

NEDERLANDSE DELEGATIE BIJ DE AGARD



Bureau van het Bestuur van de Stichting
Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
Kluyverweg 1, postbus 126, Delft
Telefoon (015) 562400 - telex 34207

Laboratorium Amsterdam
Anthony Fokkerweg 2, Amsterdam (17)
Telefoon (020) 5113113 - telex 11118
Telegram-adres: Windtunnel Amsterdam

Laboratorium Noordoostpolder
Voorsterweg 31, post Emmeloord, NOP
Telefoon (05274) 2828 - telex 42134

BESTUUR VAN DE STICHTING NATIONAAL LUCHT- EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM*

	Benoemd door:
Prof.Dr.Ir. O.H. GERLACH *voorzitter*	Ministers van Verkeer en Waterstaat, van Defensie, van Economische Zaken, van Onderwijs en Wetenschappen, en van Financiën
Drs. R.J. ZWANENBURG	Minister van Verkeer en Waterstaat voor de Rijksluchtvaartdient (RLD)
Drs. Ph. LEENMAN	Minister van Verkeer en Waterstaat voor de PTT
Gen.Maj. H. DIETERS	Minister van Defensie voor de Koninklijke Luchtmacht (KLu)
KTZT F.K. HASELHOFF	Minister van Defensie voor de Koninklijke Marine (KM)
C.J.D. RIETHOF	Minister van Economische Zaken
Mr. A.L. GOEDHART	Minister van Onderwijs en Wetenschappen
Mr. J. VAN DER BRUGGE	Minister van Financiën
Dr. J.H. GREIDANUS	B.V. Fokker–VFW
Mr. G.W. VAN HASSELT	Koninklijke Luchtvaartmaatschappij N.V. (KLM)
Prof.Ir. H. WITTENBERG	Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart (KNVvL)
Drs. F. LAGERWEY	Nijverheidsorganisatie TNO
A.B. WOLFF, Lt.Gen. b.d. KLu	Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR)

*Directie van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium**

Ir. A.J. MARX	*algemeen directeur*
Ir. J.A. VAN DER BLIEK	*adjunct-directeur*
J.C. VIVEEN	*controller*

Directie van het NLR per 1 maart 1976

Ir. J.A. VAN DER BLIEK	*algemeen directeur*
Dr.Ir. B.M. SPEE	*adjunct-directeur*
J.A. VERBERNE	*controller*

*Samenstelling op 31 december 1975

Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium

1 *Algemene beschouwingen* 9
1.1 Bestuur van de Stichting 9
1.2 Algemene zaken van de Stichting 10
1.3 Achtergronden van het beleid 13
1.4 Financiële aangelegenheden van de Stichting 17
1.5 Organisatie en personeel van het Laboratorium 18
1.6 Nationale en internationale activiteiten 23

2 *Wetenschappelijk onderzoek* 31
2.1 Capita Selecta 31
– De Kleine Anechoïsche Tunnel (KAT) 31
– Automatische regelsystemen in elastische vliegtuigen 39
2.2 Stromingen 49
– Werkzaamheden ten behoeve van ontwikkelingsprojecten 50
– Stromingen om complete vliegtuigconfiguraties (stationair) 51
– Transsone stromingen (stationair) 51
– Stromingen om profielen met kleppen 52
– Instationaire stromingen 52
– Aëro-akoestisch onderzoek 52
– Viskeuze effecten 53
– Onderzoek m.b.t. de verbetering van het meten in windtunnels 53
2.3 Constructies en materialen 54
– Werkzaamheden ten behoeve van ontwikkelingsprojecten 54
– Belastingen op luchtvaartuigen 55
– Statische sterkte en stijfheid van constructies 55
– *Kerftaaiheid en reststerkte* 55
– Vermoeiing 56
– Spanningscorrosie 57
– Evaluatie van moderne constructiematerialen 57

2.4 Vliegtuigen 58
– Werkzaamheden ten behoeve van ontwikkelingsprojecten 58
– Stabiliteit en besturing 60
– Meet-, registratie- en presentatietechnieken voor gebruik in de vlucht 62
– Naderingsvlucht en landing 63
– Uitrusting van vliegtuigen 64
– Luchtverkeersleidingsaspecten 64
– Overige werkzaamheden 66
2.5 Ruimtevaart 67
– Werkzaamheden ten behoeve van ontwikkelingsprojecten 67
– Nationale projecten 67
– Speurwerk op het gebied van de ruimtevaarttechniek 68
2.6 Onderzoekingen op het gebied van milieutechnologie en energievoorziening 72
– Windproblemen en luchtverontreiniging 72
– Onderzoek i.v.m. geluidshinder veroorzaakt door vliegtuigen 73
– Verkenning van het milieu vanuit de lucht 74
– Energievoorziening 77
2.7 Overige werkzaamheden 77
– Toegepaste wiskunde 77
– Informatiebehandeling en uitvoering rekenprocessen 78
– Elektronika 78

3 *Technische outillage* 79
3.1 Inleiding 79
3.2 Voor stromingsonderzoek 79
– Lage-snelheidswindtunnels 79
– Transsone en supersone windtunnels 80
– Apparatuur voor aëro-akoestisch onderzoek 80
– Algemene apparatuur 80
3.3 Voor onderzoek op het gebied van constructies en materialen 81
3.4 Voor vliegmechanisch onderzoek 81
– Laboratoriumvliegtuigen 81
– Apparatuur voor vliegproeven 81
– Vluchtnabootsers 83
3.5 Voor ruimtevaartonderzoek 83
3.6 Voor algemeen gebruik 84

Wetenschappelijke Commissie NLR–NIVR 85

De Nederlandse Delegatie bij de AGARD 89

1 Samenstelling van de Nederlandse Delegatie aan het eind van 1975 89
1.1 De Nederlandse Gedelegeerden bij de AGARD 89
1.2 De Nederlandse vertegenwoordiging in AGARD commissies 89
2 Vergaderingen van de Nationale Gedelegeerden 91
3 AGARD jaarvergadering 92
4 Technische bijeenkomsten van de commissies van de AGARD 92
5 AGARD Consultant and Exchange Program 95
5.1 Bezoek van deskundigen aan Nederland 95
5.2 AGARD Lecture Series 95
5.3 AGARD cursussen 96
5.4 Von Kármán Institute for Fluid Dynamics (VKIFD) 96
6 AGARD publikaties 97

Werkbezoeken en excursies 99

Bijdragen aan congressen, cursussen, tentoonstellingen 105

Publikaties 109

Verklaring van een aantal van de gebezigde afkortingen 117

Summaries 121

1 Algemene beschouwingen

1.1 Bestuur van de Stichting

Voorafgaand aan een overzicht van de algemene zaken van de Stichting en een beschouwing over beleidsachtergronden volgt hier eerst een aantal gegevens omtrent de samenstelling van het bestuur, bestuursvergaderingen en bestuursbureau.

Dr. J.H. Greidanus werd door Fokker–VFW als bestuurslid herbenoemd per 1 januari 1975.

Lt.Gen. Ir. H.K. Stokla (min. van Defensie: KLu) is per 1 mei 1975 als bestuurslid herbenoemd en vervolgens als zodanig per 1 november 1975 opgevolgd door Gen.Maj. H. Dieters, die hem ook in de functie van Directeur Materieel KLu heeft opgevolgd. Het bestuur is Gen. Stokla in hoge mate dankbaar, niet alleen voor zijn belangrijke bijdrage aan het beleid, maar o.a. ook voor zijn bijdrage aan de goede samenwerking tussen de Koninklijke Luchtmacht en het laboratorium.

Bij beschikking van 10 september 1975 heeft de minister van Verkeer en Waterstaat, mede namens de ministers van Defensie, van Economische Zaken, van Onderwijs en Wetenschappen, en van Financiën, Prof.Dr.Ir. O.H. Gerlach te rekenen van 7 mei als lid-voorzitter van het bestuur herbenoemd.

De plaats van het bestuurslid Drs. W.H.J. Tieleman (EZ), welke laatste sedert medio 1972 in die hoedanigheid een belangrijke bijdrage heeft gegeven aan het bestuursbeleid, is m.i.v. 1 juni 1975 ingenomen door de heer C.J.D. Riethof, Directeur Research en Ontwikkeling van het Ministerie van Economische Zaken.

Drs. L.S.J. Andringa (Fin.), die zich in de korte periode van drie jaar bestuurslidmaatschap o.m. door zijn actieve medewerking aan de vorming van het sociale beleid van het bestuur grote verdiensten voor het NLR heeft verworven, werd m.i.v. 1 september 1975 als bestuurslid opgevolgd door Mr. J. van der Brugge, Hoofd van de Sectie Wetenschapsbeleid van de Inspectie der Rijksfinanciën.

Drs. F. Lagerwey, voorzitter van de Nijverheidsorganisatie TNO, werd door deze instelling m.i.v. 8 september 1975 als bestuurslid benoemd.

Als bestuurslid aangewezen door de minister van Verkeer en Waterstaat werd de heer W. Stadermann m.i.v. 15 september 1975 opgevolgd door Drs. R.J. Zwanenburg, plaatsvervangend Directeur-Generaal van de Rijksluchtvaartdienst. Het bestuur is de heer Stadermann in hoge mate erkentelijk voor de constructieve medewerking die hij bij de vorming van het bestuursbeleid steeds heeft gegeven gedurende het door hem reeds sinds 1962 beklede bestuurslidmaatschap.

De heer A.B. Wolff, Lt.Gen. b.d. KLu, is door het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart als bestuurslid herbenoemd per 13 oktober 1975.

Het bestuur vergaderde in het verslagjaar op 6 februari, 3 april, 23 mei, 21 augustus, 28 oktober en 17 december. De voorzitter der Wetenschappelijke Commissie NLR–NIVR en de directieleden woonden de vergaderingen bij.

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

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 te Delft.

1.2 Algemene zaken van de Stichting

Zoals uit het verslag over 1974 reeds blijkt, is de minister van Verkeer en Waterstaat definitief akkoord gegaan met de invoering m.i.v. 1 januari 1975 van de door het bestuur aan Zijne Excellentie voorgestelde gemoderniseerde pensioenregeling. De uit deze m.i.v. 1 januari van het verslagjaar ingevoerde regeling voortvloeiende backservice per ultimo 1974 werd afgelost. Dit is mogelijk gemaakt door enkele exploitatie-overschotten van vorige jaren hiervoor te bestemmen en voor het overige door het sluiten van een annuïteitenlening.

Het bestuur hoopt, dat binnen redelijke termijn verbetering van het huidige niveau der pensioenvoorzieningen mogelijk zal zijn. Hierover zal met de overheid overleg worden gepleegd.

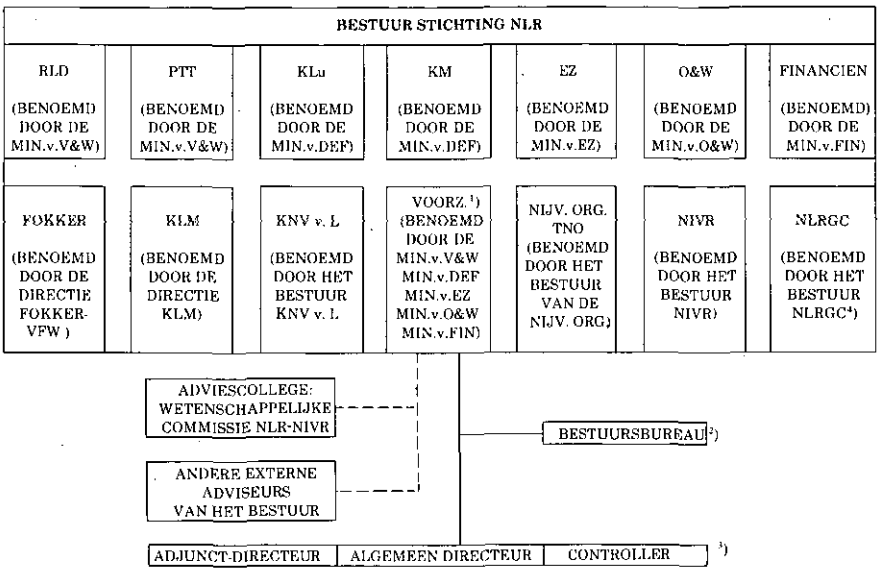
Op een verzoek van de directie, dat zijn oorsprong vond in wensen van de ondernemingsraad, besloot het bestuur dat voortaan een sociaal jaarverslag zal worden opgesteld ter informatie van de medewerkers. In verband daarmede wordt met ingang van de rapportering over 1975 het verslag van de ondernemingsraad opgenomen in het sociaal jaarverslag.

Het NLR ondervond wederom in velerlei opzicht steun en medewerking van de overheid. Daarnaast kon het zich verheugen in een goede samenwerking met de opdrachtgevers, t.w. de militaire en civiele vliegtuiggebruikers, de Nederlandse vliegtuigindustrie, de Rijksluchtvaartdienst (RLD) en het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR). De in de vorige verslagperiode aangekondigde werkzaamheden in het kader van de voorbereiding van een nieuw vliegtuigproject van Fokker–VFW (Aanloop Nieuw Project: ANP) hebben in het verslagjaar goede voortgang gehad.

Ook de samenwerking met buitenlandse opdrachtgevers was uitstekend. De talloze internationale contacten in AGARD-verband waren wederom zeer nuttig. (AGARD is de Advisory Group for Aerospace Research and Development.) De samenwerking met zusterinstellingen op speurwerkgebied in diverse andere landen werd waar mogelijk actief bevorderd. Dit was ook het geval in het kader van het investeringsbeleid, waaraan het bestuur in het verslagjaar wederom veel aandacht besteedde. Een oriënterend overleg van eind 1974 tussen de voorzitter van het NLR-bestuur en het dagelijks bestuur van de Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DFVLR) over mogelijke samenwerking bij de bouw en exploitatie van een aërodynamische installatie die zou voldoen zowel aan de bestaande Duitse als aan de bestaande Nederlandse behoeften aan een nieuwe lage-snelheidswindtunnel, leidde in het verslagjaar tot zeer vele contacten over dit onderwerp, zowel op instituutsniveau als op overheidsniveau. Dit intensieve overleg resulteerde in de principiële overeenstemming tot de gezamenlijke bouw en exploitatie van deze tunnel op het terrein van de NLR in de gemeente Noordoostpolder. De in het vorige hoofdstuk vermelde bestuursvergadering van 21 augustus was geheel gewijd aan deze voor Europa nieuwe vorm van samenwerking, waartoe de beide instellingen voornemens zijn om – met medewerking van de respectieve overheden – in de loop van 1976 een stichting naar Nederlands recht in het leven te roepen voor de bouw en de exploitatie van bedoelde tunnel. Voor nadere bijzonderheden moge worden verwezen naar bladzijden 27 en 79.

Grote waardering heeft het bestuur voor hetgeen de directie, haar medewerkers en haar adviseurs in het verslagjaar hebben verricht om het laboratorium goed te doen functioneren. Op velerlei wijze hebben bestuur en directie regelmatig met elkaar voeling gehouden. Dit betreft vooral de beleidsvoorbereiding en de bestuursvergaderingen.

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



1) Leidt bestuursvergaderingen, leidt het bestuursbureau en behandelt de dagelijkse bestuurszaken waaronder contacten met de Overheid en het geregeld en ad-hoc-overleg met de directie o.a. omtrent opdrachtenbeleid, werk in eigen beheer, financiële aangelegenheden, externe relaties, personeelsbeleid, interne organisatie en modernisering c.q. uitbreiding van apparatuur en gebouwen.
2) Staat onder leiding van de voorzitter en heeft o.m. tot taak deze te assisteren in technische, juridische en financiele zaken bij contacten met Overheid en directie.
3) Dagelijkse leiding laboratorium.
4) Vakant.

De directie bestond gedurende het verslagjaar uit de heren Ir. A.J. Marx, algemeen directeur, Ir. J.A. van der Bliek, adjunct-directeur, en J.C. Viveen, controller.

Het bestuur betreurt, dat de heer J.C. Viveen, controller-directielid, aan het eind van het verslagjaar om gezondheidsredenen moest besluiten genoemde functie neer te leggen, die hij gedurende vele jaren met grote bekwaamheid en toewijding heeft vervuld onder vaak moeilijke omstandigheden. De heer J.A. Verberne, die reeds geruime tijd de functie van assistent-controller heeft bekleed, werd ter vervulling van de vacature m.i.v. 1 januari 1976 tot controller-directielid benoemd. In verband met de pensionering van Ir. Marx per 1 maart 1976 werd besloten met ingang van die datum Ir. J.A. van der Bliek te benoemen tot algemeen directeur en Dr.Ir. B.M. Spee tot adjunct-directeur. In de vorengenoemde gevallen inzake besluiten omtrent de samenstelling der directie werd de Ondernemingsraad tevoren van het voornemen van het bestuur in kennis gesteld.

Voor een overzicht betreffende organisatie van de Stichting en van het door haar beheerde laboratorium moge verwezen worden naar de twee schema's op blz. 12 en 20, en 21.

Op verschillende onderwerpen waarmee het bestuur zich blijkens het vorenstaande heeft bezig gehouden, zal in de hoofdstukken over de gang van zaken bij het laboratorium nader worden ingegaan. Die hoofdstukken zullen worden voorafgegaan door een beschouwing over de achtergronden van het beleid en een korte uiteenzetting betreffende financiële aangelegenheden van de Stichting. Alvorens die onderwerpen aan de orde te stellen wil het bestuur op deze plaats gaarne zijn grote waardering uitspreken voor de steun van zijn externe adviseurs, onder wie vooral de Wetenschappelijke Commissie met haar subcommissies, en de speciale adviseurs voor zaken die de nieuwe lage-snelheidswindtunnel betreffen. Aan de werkzaamheden van de Wetenschappelijke Commissie is een apart hoofdstuk gewijd (blz. 85 e.v.).

1.3 Achtergronden van het beleid

De lucht- en ruimtevaartindustrie wordt, evenals de computerindustrie en de activiteiten verband houdende met de vreedzame toepassing van kernenergie, gerekend tot de geavanceerde industrieën. In de Angelsaksische literatuur worden deze vaak aangeduid als de 'big science' industrieën.

Een der kenmerken van deze geavanceerde industrieën is dat, ter realisatie van elke nieuwe generatie van complexe en geavanceerde eindprodukten, gedurende geruime tijd zeer veel hoogwaardig speur- en ontwikkelingswerk moet worden verricht. De kosten van het speurwerk, dat veelal door onafhankelijke researchinstellingen wordt verricht, worden in de geïndustrialiseerde landen, althans voor een groot deel, door de overheid gedragen.

In Nederland is het NLR het centrale instituut voor technisch-wetenschappelijk onderzoek op het gebied van lucht- en ruimtevaart. De taak van het laboratorium omvat niet alleen speurwerk voor de lucht- en ruimtevaartindustrie, maar ook de technisch-wetenschappelijke ondersteuning van grote nationale instellingen, zoals de Koninklijke Luchtmacht (KLu), de Koninklijke Marine (KM) en de KLM, bij de aanschaf van vliegtuigen en het gebruik ervan. Daarnaast behoort de ondersteuning van de overheid als verantwoordelijke instantie voor de

vliegveiligheid, de luchtwaardigheid, het vliegongevallenonderzoek en het milieubeheer, tot de primaire taken van het NLR.

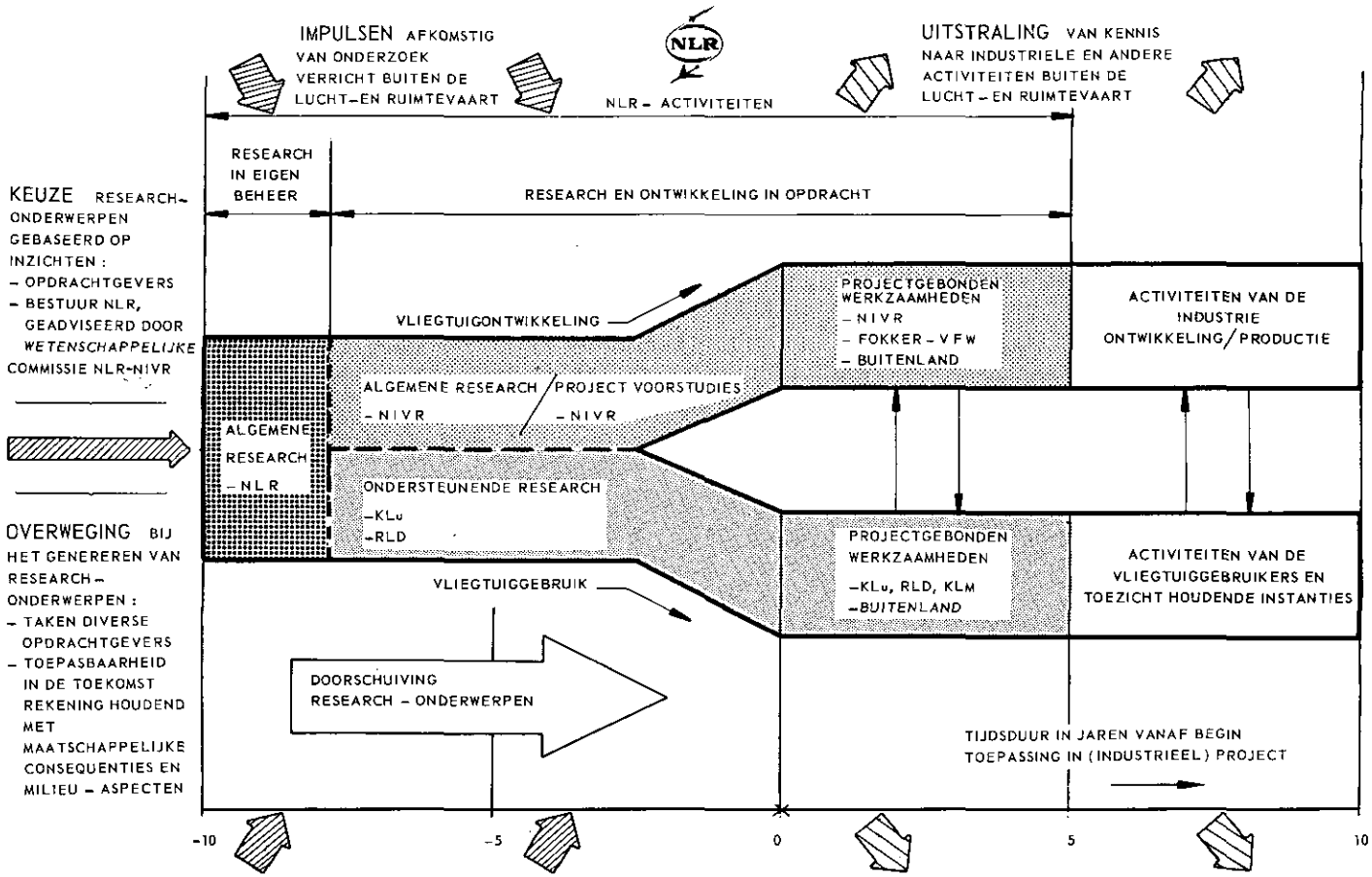
Als afgeleide taak kan worden gezien het verrichten van onderzoek en het adviseren op gebieden die verwant zijn aan de lucht- en ruimtevaart (o.a. onderzoek op het gebied van windhinder en windenergie). Deze bundeling van taken bij één instituut mag in vergelijking met het buitenland uniek worden genoemd. Zij bevordert een zo efficiënt mogelijk gebruik van kennis en uitrusting.

Het geheel der verschillende soorten van werkzaamheden van het NLR kan worden beschouwd als een proces waarin kennis uit de fundamentele research via een aantal elkaar opvolgende fasen wordt getransformeerd in voor de vliegtuig- en ruimtevaartontwikkeling, voor het vliegtuiggebruik en voor de uitvoering van overheidstaken direkt toepasbare kennis. Dit proces zal in het onderstaande aan de hand van een zeer schematische voorstelling nader worden beschreven (zie figuur op blz. 15), teneinde de verschillende fasen in het proces in een onderling verband te kunnen plaatsen. Opgemerkt dient te worden dat in de figuur ter vereenvoudiging geen aandacht is geschonken aan de NLR-activiteiten met betrekking tot de research en ontwikkeling met het oog op de uitrusting van het laboratorium.

De te onderscheiden fasen zijn:
1. eigen speurwerk van het NLR (algemene research NLR);
2. algemene research en ondersteunende research ten dienste van vliegtuigontwikkeling, vliegtuiggebruikers en toezichthoudende instanties;
3. projectgebonden werkzaamheden voor de vliegtuigontwikkeling, het vliegtuiggebruik en de toezichthoudende instanties.

Door de NLR wordt in geringe mate fundamenteel speurwerk verricht. Het geavanceerde karakter van de lucht- en ruimtevaartactiviteiten bevordert echter dat er vele bindingen tussen het NLR, de universiteiten en de Technische Hogescholen bestaan.

Door internationale contacten, vooral ook via de AGARD, heeft het NLR toegang tot de resultaten van fundamenteel speurwerk dat bij buitenlandse zuster-instellingen wordt verricht. De resultaten van het fundamentele speurwerk worden door het NLR geëvalueerd om na te gaan of ze van belang zijn voor toepassing in de lucht- en ruimtevaart en als zodanig voor verdere uitwerking binnen het NLR eigen speurwerkprogramma in aanmerking komen. Het uiteindelijke werkplan, bevattende onder


IMPULSEN AFKOMSTIG VAN ONDERZOEK VERRICHT BUITEN DE LUCHT-EN RUIMTEVAART
NLR
NLR - ACTIVITEITEN
UITSTRALING VAN KENNIS NAAR INDUSTRIELE EN ANDERE ACTIVITEITEN BUITEN DE LUCHT - EN RUIMTEVAART
RESEARCH IN EIGEN BEHEER
RESEARCH EN ONTWIKKELING IN OPDRACHT
KEUZE RESEARCH-ONDERWERPEN GEBASEERD OP INZICHTEN :
- OPDRACHTGEVERS
- BESTUUR NLR, GEADVISEERD DOOR WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR
VLIEGTUIGONTWIKKELING
PROJECTGEBONDEN WERKZAAMHEDEN
- NIVR
- FOKKER - VFW
- BUITENLAND
ACTIVITEITEN VAN DE INDUSTRIE ONTWIKKELING/PRODUCTIE
ALGEMENE RESEARCH / PROJECT VOORSTUDIES
- NIVR
- NIVR
ALGEMENE RESEARCH - NLR
ONDERSTEUNENDE RESEARCH
-KLu
-RLD
OVERWEGING BIJ HET GENEREREN VAN RESEARCH-ONDERWERPEN :
- TAKEN DIVERSE OPDRACHTGEVERS
- TOEPASBAARHEID IN DE TOEKOMST REKENING HOUDEND MET MAATSCHAPPELIJKE CONSEQUENTIES EN MILIEU - ASPECTEN
PROJECTGEBONDEN WERKZAAMHEDEN
-KLu, RLD, KLM
-BUITENLAND
ACTIVITEITEN VAN DE VLIEGTUIGGEBRUIKERS EN TOEZICHT HOUDENDE INSTANTIES
VLIEGTUIGGEBRUIK
DOORSCHUIVING RESEARCH - ONDERWERPEN
TIJDSDUUR IN JAREN VANAF BEGIN TOEPASSING IN (INDUSTRIEEL) PROJECT
-10
-5
0
5
10

andere de in eigen speurwerk van het NLR te onderzoeken onderwerpen, wordt vastgesteld door het bestuur van de Stichting, daarin bijgestaan door een adviescollege bestaande uit onafhankelijke deskundigen: de Wetenschappelijke Commissie NLR–NIVR, ondersteund door een zestal Subcommissies. Bij het opstellen van het jaarlijkse werkplan wordt uitvoerig overleg gevoerd met de belanghebbenden in de Nederlandse lucht- en ruimtevaart. Tevens wordt een werkplan op lange termijn opgesteld. Het eigen speurwerk is gericht op het vergaren van basiskennis die als grondslag dient voor onderzoek dat op iets langere termijn wordt voorzien. Het ligt voor de hand dat dit speurwerk niet in opdracht van mogelijke opdrachtgevers kan geschieden, zodat de overheid deze werkzaamheden door middel van een jaarlijkse exploitatiesubsidie financiert.

Zodra de toepassingsmogelijkheden van het speurwerk zichtbaar beginnen te worden, worden de werkzaamheden zo mogelijk voortgezet in het kader van aan het NLR verstrekte opdrachten van de betrokken belanghebbenden. Hierdoor wordt reeds in een vroeg stadium een relatie met de belanghebbenden opgebouwd, hetgeen van groot belang is bij het richting geven aan de werkzaamheden. Naarmate het speurwerk deze op het eigen speurwerk volgende fase doorloopt, kan het onderzoek steeds meer gericht worden op toepassing. Voorbeelden van dergelijke werkzaamheden zijn de onderwerpen van het in samenwerking met de industrie verrichte speurwerk in het kader van het ANP-programma (projectvoorstudies) en de ondersteunende research ten behoeve van de Koninklijke Luchtmacht in de RLD.

Uiteindelijk wordt dan de fase van de projectgebonden werkzaamheden bereikt, waarin de kennis opgedaan in voorgaande fasen wordt gebruikt voor projectgebonden onderzoek.

Zoals in de figuur op blz. 15 schematisch is aangegeven, voltrekt zich het gehele bovenbeschreven proces in een tijdsbestek van 10 à 20 jaar. Dit betekent dat ideeën welke bij de fundamentele research ontstaan, pas na een 'innovatieproces' van gemiddeld 15 jaar zijn uitgewerkt. Gedurende dit tijdsbestek vindt voortdurend uitstraling van kennis naar industriële en andere activiteiten buiten de lucht- en ruimtevaart plaats (spin-off). Anderzijds worden vele impulsen ontvangen afkomstig van onderzoek dat buiten de lucht- en ruimtevaart wordt verricht. Dit verschijnsel kan naar analogie van 'spin-off' worden aangeduid als 'spin-in'.

Hoewel de figuur in hoofdzaak betrekking heeft op researchwerkzaamheden ten behoeve van de luchtvaart, kan een soortgelijk beeld worden geschetst met betrekking tot de ruimtevaartresearch.

Een van de oorzaken waardoor het NLR op dit moment zijn dienstverlenende taak tot tevredenheid kan vervullen ligt in het feit dat het laboratorium in het verleden het noodzakelijke eigen speurwerk heeft kunnen verrichten en door de overheid in staat is gesteld zijn uitrusting op het vereiste peil te houden. Daar voor de toekomst moet worden verwacht dat de huidige belanghebbenden in even grote, zo niet grotere mate een beroep zullen blijven doen op het NLR, is het van het grootste belang dat het NLR in staat wordt gesteld om ook in de toekomst de benodigde kennis en apparatuur beschikbaar te hebben. Gezien de elkaar opvolgende fasen van het innovatieproces en het tijdsbestek waarin zich dat proces voltrekt, zou zelfs een tijdelijke vermindering van de inspanning op het gebied van het eigen speurwerk op dit moment belangrijke consequenties hebben voor de wijze waarop het NLR zijn taken op de langere termijn zou kunnen vervullen. Het bestuur heeft daarom ook in het afgelopen jaar bij de overheid gepleit voor continuïteit in de steun van overheidszijde.

1.4 Financiële aangelegenheden van de Stichting

In het kader van de algemene beschouwing m.b.t. de werkzaamheden in 1975 wordt in het onderstaande in het kort enige aandacht geschonken aan de financiële aangelegenheden van de Stichting.

In de vergadering van 6 februari 1975 heeft het bestuur de herziene exploitatie- en kapitaalbegroting voor 1975, alsmede de ontwerp exploitatie- en kapitaalbegroting voor 1976, vastgesteld.

In zijn vergadering van 28 mei 1975 stelde het bestuur de financiële jaarstukken van de Stichting over 1974 vast. Deze stukken zijn door de Centrale Accountantsdienst van het ministerie van Financiën gecontroleerd, en bij beschikking d.d. 2 februari 1976 van de minister van Verkeer en Waterstaat goedgekeurd.

In het verslagjaar is technisch-wetenschappelijk onderzoek tot een bedrag van *f* 23.578.000,– in opdracht uitgevoerd. Voor werkzaamheden die in eigen beheer zijn verricht was, naast van deelnemers ontvangen bijdragen, een exploitatiesubsidie benodigd van *f* 22.491.000,–.

Deze werkzaamheden in eigen beheer betroffen:

1. Speurwerkonderzoekingen	*f* 10.613.000,–
2. Research en ontwikkeling met het oog op de uitrusting van het laboratorium	*f* 10.551.000,–
3. Wetenschappelijke diensten	*f* 435.000,–

Voor investeringen werd van overheidswege een z.g. extrasubsidie van *f* 4.550.000,– aan de Stichting verstrekt. Daarnaast werd de Stichting gemachtigd in 1975 verplichtingen aan te gaan, die zullen leiden tot betalingen in latere jaren, tot een bedrag van *f* 3.900.000,–. De in 1975 aangegane verplichtingen beliepen in totaal *f* 6.241.000,–.

Op de te betalen verplichtingen uit 1975 en uit voorgaande jaren werd in het verslagjaar *f* 5.782.000,– betaald.

Ter voorbereiding van de bouw van de gemeenschappelijke Duits–Nederlandse Windtunnel (DNW) is *f* 860.000,– uitgegeven. De helft van deze kosten zal worden gedragen door de DFVLR.

1.5 Organisatie en personeel van het Laboratorium

Met de leiding van de diverse hoofdafdelingen en dienstengroepen van het laboratorium (zie het organisatieschema op blz. 20 en 21) waren aan het einde van het verslagjaar belast:

Prof.Ir. H. Bergh	leider hoofdafd. stromingen
Ir. J.J.P. Moelker	leider hoofdafd. vliegtuigen
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.C. Viveen*	leider overige diensten
Ir. D.J. van den Hoek	algemeen bedrijfscoördinator

In het verslagjaar werden enige belangrijke wijzigingen in de samenstelling van de Directie voorbereid (zie blz. 12).

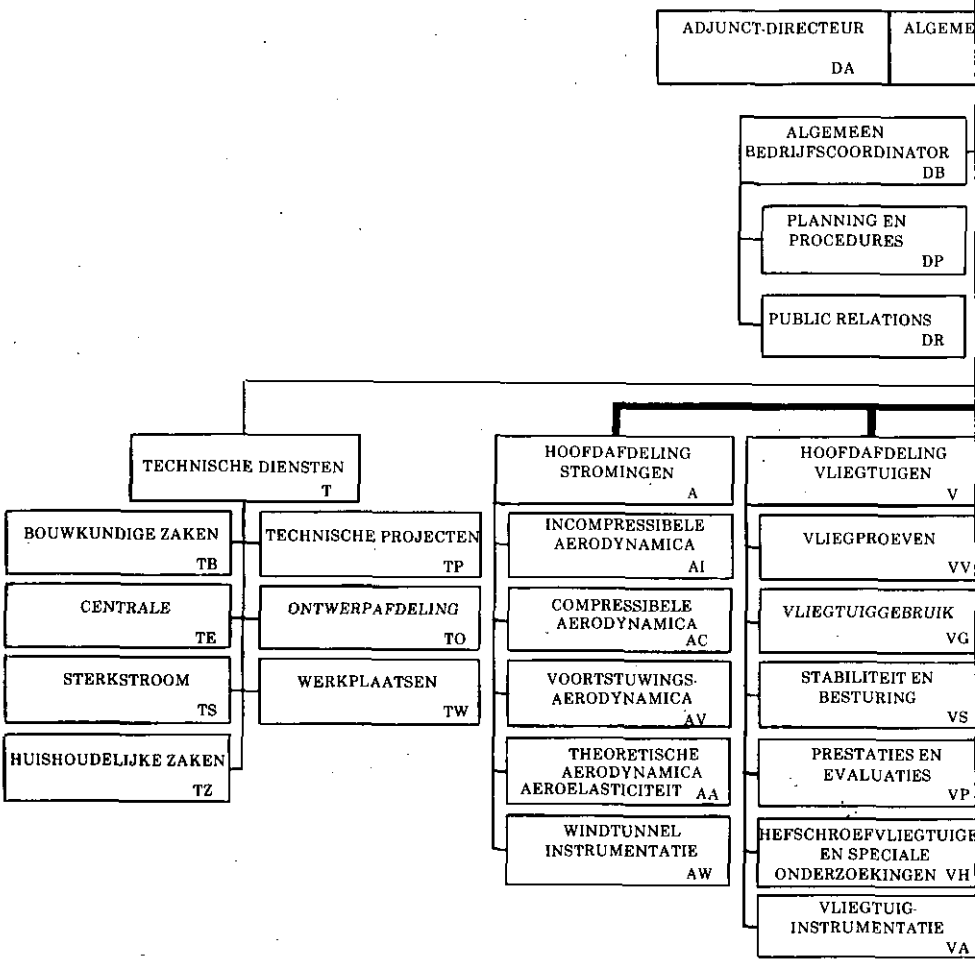
Voorts legde m.i.v. 1 juli 1975 Prof.Ir. T. van Oosterom wegens het bereiken van de pensioengerechtigde leeftijd zijn functie neer als leider van de hoofdafdeling Vliegtuigen. Bij zijn afscheid werd Prof. Van Oosterom begiftigd met de Koninklijke onderscheiding van Ridder in de Orde van de Nederlandse Leeuw. Als adviseur van de directie zal Prof. Van Oosterom nog enige tijd aan het laboratorium verbonden blijven. Ir. J.J.P. Moelker werd benoemd tot leider van de hoofdafdeling Vliegtuigen.

*Per 1 januari 1976 opgevolgd door J.A. Verberne.

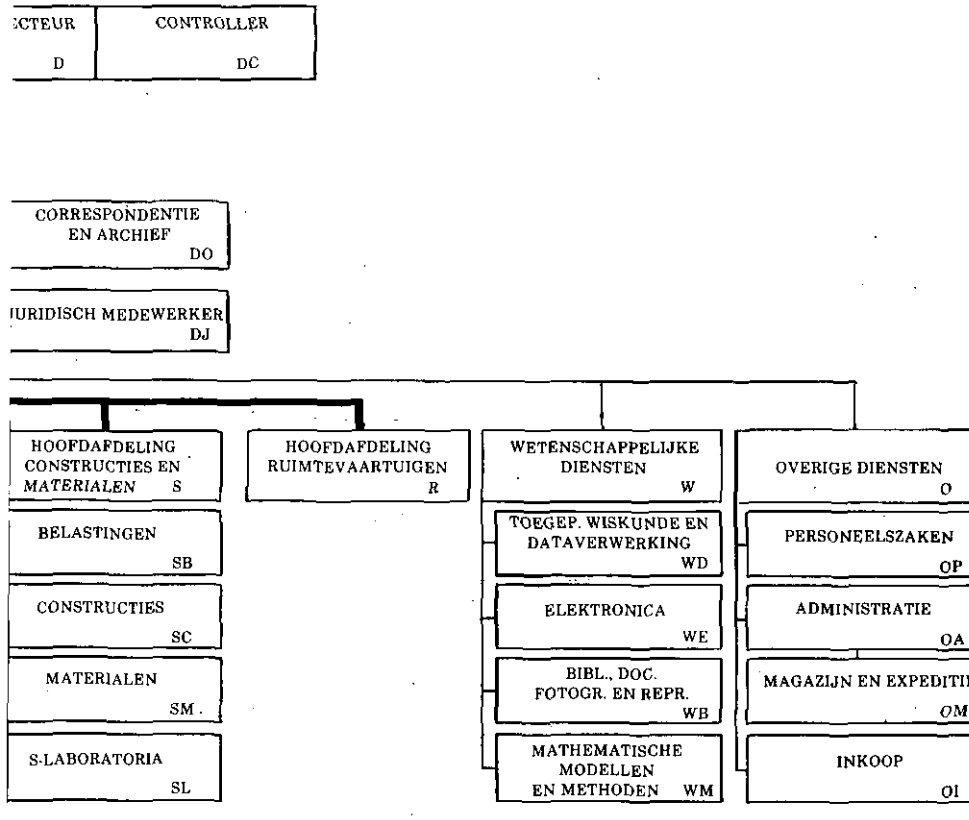
NLR-PERSONEELSFORMATIE ULTIMO 1975

Indeling		Academici en daarmee gelijkgesteld		Hogere Technici en daarmee gelijkgesteld		Overige Technici en daarmee gelijkgesteld		Totaal	
DIRECTIE	*D*	*3*	*(3)*	*—*	*(—)*	*—*	*(—)*	*3*	*(3)*
Directiestaf DB, DF, DJ, DO, DP, DR, DS		*3*	*(4)*	*8*	*(7)*	*12*	*(12)*	*23*	*(23)*
		6	*(7)*	*8*	*(7)*	*12*	*(12)*	*26*	*(26)*
Hafd. STROMINGEN	*A*	*3*	*(3)*	*1*	*(1)*	*2*	*(2)*	*6*	*(6)*
Incompr. Aërodynamica	*AI*	*10*	*(10)*	*5*	*(5)*	*7*	*(8)*	*22*	*(23)*
Compr. Aërodynamica	*AC*	*12*	*(14)*	*18*	*(20)*	*16*	*(19)*	*46*	*(53)*
Voortstuwingsaërodynamica	*AV*	*6*	*(4)*	*3*	*(3)*	*6*	*(6)*	*15*	*(13)*
Aëro-elasticiteit	*AA*	*15*	*(16)*	*5*	*(5)*	*1*	*(1)*	*21*	*(22)*
Windtunnel-instrumentatie	*AW*	*2*	*(3)*	*7*	*(7)*	*6*	*(5)*	*15*	*(15)*
		48	*(50)*	*39*	*(41)*	*38*	*(41)*	*125*	*(132)*
Hafd. VLIEGTUIGEN	*V*	*3*	*(2)*	*1*	*(1)*	*3*	*(3)*	*7*	*(6)*
Vliegproeven	*VV*	*10*	*(11)*	*9*	*(8)*	*1*	*(4)*	*20*	*(23)*
Vliegtuiggebruik	*VG*	*12*	*(12)*	*5*	*(3)*	*1*	*(1)*	*18*	*(16)*
Stabiliteit en besturing	*VS*	*5*	*(5)*	*1*	*(1)*	*—*	*(—)*	*6*	*(6)*
Prestaties en evaluaties	*VP*	*5*	*(7)*	*1*	*(—)*	*—*	*(—)*	*6*	*(7)*
Hefschr. vliegt. en spec. onderz.	*VH*	*7*	*(7)*	*5*	*(6)*	*1*	*(1)*	*13*	*(14)*
Vliegtuig-instrumentatie	*VA*	*7*	*(3)*	*20*	*(18)*	*8*	*(2)*	*35*	*(23)*
		49	*(47)*	*42*	*(37)*	*14*	*(11)*	*105*	*(95)*
Hafd. CONSTRUCTIES/MATERIALEN	*S*	*1*	*(1)*	*—*	*(—)*	*1*	*(1)*	*2*	*(2)*
Belastingen	*SB*	*4*	*(3)*	*2*	*(2)*	*—*	*(—)*	*6*	*(5)*
Constructies	*SC*	*6*	*(5)*	*3*	*(3)*	*—*	*(—)*	*9*	*(8)*
Materialen	*SM*	*4*	*(4)*	*1*	*(1)*	*—*	*(—)*	*5*	*(5)*
S-Laboratoria	*SL*	*—*	*(—)*	*3*	*(3)*	*9*	*(10)*	*12*	*(13)*
		15	*(13)*	*9*	*(9)*	*10*	*(11)*	*34*	*(33)*
Hafd. RUIMTEVAARTUIGEN	*R*	*14*	*(15)*	*6*	*(6)*	*3*	*(3)*	*23*	*(24)*
WETENSCHAPPELIJKE DIENSTEN	*W*	*1*	*(1)*	*1*	*(1)*	*2*	*(2)*	*4*	*(4)*
Toegep. wiskunde en dataverwerking	*WD*	*14*	*(14)*	*25*	*(26)*	*21*	*(20)*	*60*	*(60)*
Elektronika	*WE*	*8*	*(8)*	*16*	*(16)*	*13*	*(13)*	*37*	*(37)*
Bibl., Document., Fotogr., Repr.	*WB*	*2*	*(2)*	*5*	*(5)*	*16*	*(15)*	*23*	*(22)*
Math. modellen en methoden	*WM*	*6*	*(6)*	*—*	*(—)*	*—*	*(—)*	*6*	*(6)*
		31	*(31)*	*47*	*(48)*	*52*	*(50)*	*130*	*(129)*
TECHNISCHE DIENSTEN	*T*	*2*	*(3)*	*—*	*(—)*	*1*	*(1)*	*3*	*(4)*
Bouwkundige zaken	*TB*	*—*	*(—)*	*1*	*(1)*	*—*	*(—)*	*1*	*(1)*
Ontwerpafdeling	*TO*	*—*	*(2)*	*15*	*(16)*	*1*	*(3)*	*16*	*(21)*
Technische projecten	*TP*	*5*	*(2)*	*6*	*(3)*	*1*	*(4)*	*12*	*(9)*
Werkplaatsen	*TW*	*—*	*(—)*	*14*	*(13)*	*40*	*(42)*	*54*	*(55)*
Sterkstroom	*TS*	*—*	*(—)*	*2*	*(2)*	*8*	*(8)*	*10*	*(10)*
Centrale	*TE*	*—*	*(—)*	*1*	*(2)*	*14*	*(13)*	*15*	*(15)*
Huishoudelijke zaken	*TZ*	*—*	*(—)*	*2*	*(2)*	*40*	*(40)*	*42*	*(42)*
		7	*(7)*	*41*	*(39)*	*105*	*(111)*	*153*	*(157)*
OVERIGE DIENSTEN	*O*	*—*	*(—)*	*—*	*(—)*	*—*	*(—)*	*—*	*(—)*
Personeelszaken	*OP*	*—*	*(—)*	*4*	*(4)*	*1*	*(—)*	*5*	*(4)*
Administratie	*OA*	*—*	*(—)*	*14*	*(14)*	*14*	*(12)*	*28*	*(26)*
Magazijn, Expeditie	*OM*	*—*	*(—)*	*1*	*(1)*	*5*	*(5)*	*6*	*(6)*
Inkoop	*OI*	*—*	*(—)*	*5*	*(5)*	*2*	*(2)*	*7*	*(7)*
		—	*(—)*	*24*	*(24)*	*22*	*(19)*	*46*	*(43)*
TOTAAL GENERAAL		*170*	*(170)*	*216*	*(211)*	*256*	*(258)*	*642*	*(639)*

*) Tussen haakjes de cijfers van ultimo 1974.


ADJUNCT-DIRECTEUR
DA
ALGEME
ALGEMEEN BEDRIJFSCOORDINATOR
DB
PLANNING EN PROCEDURES
DP
PUBLIC RELATIONS
DR
TECHNISCHE DIENSTEN
T
BOUWKUNDIGE ZAKEN
TB
CENTRALE
TE
STERKSTROOM
TS
HUISHOUDELIJKE ZAKEN
TZ
TECHNISCHE PROJECTEN
TP
ONTWERPAFDELING
TO
WERKPLAATSEN
TW
HOOFDAFDELING STROMINGEN
A
INCOMPRESSIBELE AERODYNAMICA
AI
COMPRESSIBELE AERODYNAMICA
AC
VOORTSTUWINGS-AERODYNAMICA
AV
THEORETISCHE AERODYNAMICA AEROELASTICITEIT
AA
WINDTUNNEL INSTRUMENTATIE
AW
HOOFDAFDELING VLIEGTUIGEN
V
VLIEGPROEVEN
VV
VLIEGTUIGGEBRUIK
VG
STABILITEIT EN BESTURING
VS
PRESTATIES EN EVALUATIES
VP
HEFSCHROEFVLIEGTUIGE
EN SPECIALE ONDERZOEKINGEN
VH
VLIEGTUIG-INSTRUMENTATIE
VA

N HET LABORATORIUM



PERSONEELSSPREIDING OVER DE TWEE NLR-VESTIGINGEN ULTIMO 1975

Categorie	*Amsterdam*		*Noordoostpolder*	
Academici en daarmee gelijkgestelden	*115*	*(117)*	*55*	*(53)*
HTS-ers en daarmee gelijkgestelden	*148*	*(143)*	*68*	*(68)*
Overige Technici en daarmee gelijkgestelden	*170*	*(173)*	*86*	*(85)*
Totaal	*433*	*(433)*	*209*	*(206)*
Totaal Generaal		*642*	*(639)*	

In het verslagjaar gingen vier medewerkers van het laboratorium met pensioen. Voorts werd een 40-jarig jubileum gevierd en werd het feit herdacht dat twee medewerkers 25 jaar bij het NLR in dienst waren.

Ook moest het NLR in 1975 het overlijden van een drietal gewaardeerde medewerkers betreuren en werd bericht ontvangen van het overlijden van een oud-medewerker die in 1963 was gepensioneerd. Voor meer gedetailleerde gegevens over de organisatie en het personeel van het laboratorium moge worden verwezen naar het eerder genoemde sociaal jaarverslag 1975.

Het totale personeelsbestand en de spreiding daarvan aan het eind van 1975 over de vestigingen Amsterdam en Noordoostpolder zijn in de tabellen op blz. 19 en 22 weergegeven. Tussen haakjes is het personeelsbestand van eind 1974 weergegeven.

Prof.Dr. E. van Spiegel legde, in verband met zijn benoeming tot Directeur-Generaal voor het Wetenschapsbeleid, op 22 januari 1975 zijn functie neer als adviseur van de directie.

In 1975 waren Prof.Ir. D. Bosman, Ir. C.J. Pluygers Cdre b.d., Prof.Dr.Ir. J. Schijve, Prof.Dr.Ir. P.J. Zandbergen en Prof.Ir. T. van Oosterom als adviseur van de directie aan het laboratorium verbonden.

Aan het eind van 1975 was de samenstelling van het bestuur van de Stichting 'Pensioenfonds van de Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium' aldus:

Mr. G.W. VAN HASSELT	voorzitter	werkgevers-vertegenwoordigers
Drs. C.J. SCHOTSMAN	vice-voorzitter	
J.H.A. TE BOEKHORST	secretaris	werknemers-vertegenwoordigers
Ing. F.J. STERK	penningmeester	
H. DRÖGE	lid	

Gedurende het verslagjaar genoten 12 medewerkers vrijstelling van militaire dienst wegens taakvervulling bij het NLR.

De personeelsvereniging is er ook in het afgelopen jaar in geslaagd, zowel in Amsterdam als op de vestiging in de Noordoostpolder, diverse mogelijkheden voor algemene ontwikkeling, ontspanning en sportbeoefening te bieden.

1.6 NATIONALE EN INTERNATIONALE ACTIVITEITEN

De terughoudendheid van de Europese vliegtuigindustrie ten aanzien van het entameren van de ontwikkeling van nieuwe civiele vliegtuigtypen was er de oorzaak van dat in 1975 het totaal van de werkzaamheden voor buitenlandse opdrachtgevers belangrijk minder was dan in voorgaande jaren. Voor de buitenlandse vliegtuigindustrieën werden ondermeer windtunnelonderzoekingen uitgevoerd ten behoeve van de verdere ontwikkeling van de Concorde, de MRCA en de SAAB Viggen. Met verschillende vliegtuigfabrikanten is in het verslagjaar contact onderhouden teneinde inzicht te verkrijgen in mogelijke bijdragen van het NLR aan ontwikkelingsprojecten. In dit verband dient ook het feit te worden genoemd dat de onderhandelingen betreffende compensatie-opdrachten aan het NLR in het kader van het ontwikkelingsprogramma voor het F16-vliegtuig, in tegenstelling tot de verwachting, in 1975 nog niet tot opdrachten hebben geleid. Deze tegenvallers in de buitenlandse opdrachten werden ten dele gecompenseerd door uitbreiding van de werkzaamheden ten behoeve van binnenlandse opdrachtgevers. Met name kunnen worden genoemd de werkzaamheden voor het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR), de opdrachten voor de Koninklijke Luchtmacht (KLu) en de Koninklijke Marine (KM), en het uitgebreide werkpakket voor de Rijksluchtvaartdienst (RLD), alsmede de werkzaamheden ten behoeve van de ANS- en IRAS-satellietprojecten.

Het verrichte onderzoek ten behoeve van de vliegtuigontwikkeling had, voor wat betreft de Nederlandse vliegtuigindustrie, onder meer betrekking op de type-beproeving van het Fokker F28 Mk6000- en het F28

Mk4000-vliegtuig. Het NLR verleende in opdracht van het NIVR aan Fokker–VFW assistentie bij vliegproevenprogramma's die ter verkrijging van het bewijs van luchtwaardigheid werden uitgevoerd. Een deel van het programma met het F28 Mk4000-vliegtuig werd op het vliegveld van Granada in Spanje uitgevoerd. Ten behoeve van de F28 werd voorts aëro-akoestisch onderzoek verricht dat gericht is op vermindering van de geluidsproduktie van dit vliegtuigtype. Een begin werd gemaakt met de werkzaamheden ten behoeve van de instrumentatie van het F27-serievliegtuig F83, dat dienst zal doen als prototype voor de maritieme patrouille versie van de F27, de z.g. F27-MPA. Het vliegproevenprogramma met dit type zal begin 1976 worden uitgevoerd.

Naast de onderzoekingen voor de verdere ontwikkeling van de F27 en de F28, werden in opdracht van het NIVR en in nauwe samenwerking met Fokker–VFW de werkzaamheden ten behoeve van de voorbereiding van een nieuw vliegtuigproject met kracht voortgezet. Deze werkzaamheden zijn vooral gericht op het onderzoeken van de toepasbaarheid van een aantal geavanceerde technologieën bij de ontwikkeling van een volgende generatie vliegtuigen, met name die voor de korte afstand, een sector waarin Fokker–VFW met de F27 en F28 een sterke marktpositie heeft opgebouwd. De prioriteit van de verschillende onderdelen van het programma wordt in nauw overleg tussen Fokker–VFW, NIVR en NLR vastgesteld, waarbij rekening wordt gehouden met de mogelijkheden van de Nederlandse vliegtuigindustrie en het tijdstip waarop met de ontwikkeling van een nieuw vliegtuigtype zou moeten worden begonnen teneinde de verworven marktpositie te behouden.

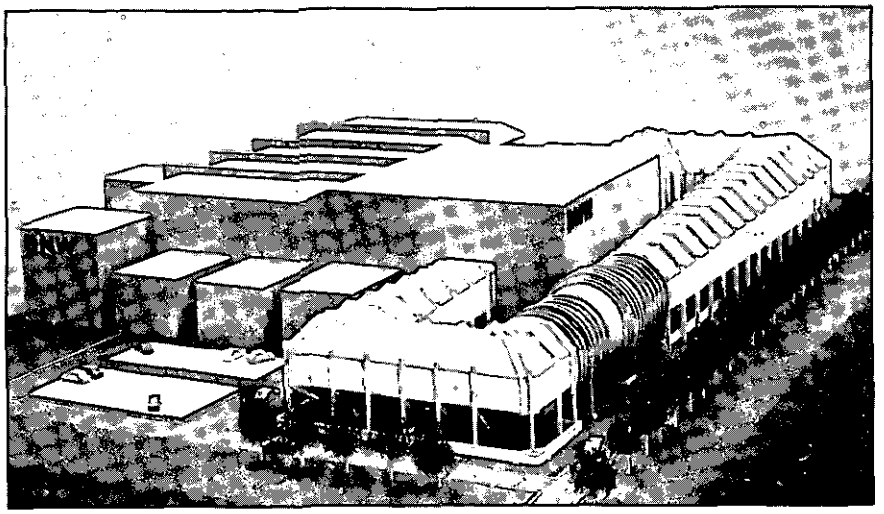
De bovengenoemde studies en onderzoekingen zijn enerzijds gericht op verbetering van de economische prestaties van vliegtuigen, anderzijds op vermindering van de geluidshinder. Zij omvatten een verbeterde aërodynamische vormgeving van de vleugel (z.g. superkritieke vleugel), nieuwe constructiemethoden en materialen (o.a. composietmaterialen), moderne besturingssystemen, aëro-akoestisch onderzoek voor vermindering van het geluidsniveau en nieuwe meet- en registratiesystemen voor de beproeving tijdens de vlucht van de prototypen.

Voor de Koninklijke Luchtmacht (KLu) werden, evenals in voorgaande jaren, vele werkzaamheden verricht die o.a. verband houden met de vliegveiligheid en de opvoering van de doelmatigheid van de vluchtuitvoering. Voorts werd assistentie verleend bij de evaluatie en introductie van nieuwe systemen die benodigd zijn voor de uitvoering van de taak die aan de

KLu is opgedragen. Aan de Koninklijke Marine (KM) werd assistentie verleend bij de evaluatie en introductie van een nieuw helikoptertype.

Het onderzoek in opdracht van de Rijksluchtvaartdienst (RLD) betrof de wetenschappelijke ondersteuning van de RLD-taken op het gebied van de luchtverkeersregeling, de vliegveiligheid en de luchtwaardigheid. De NLR-werkzaamheden hadden onder meer betrekking op de luchtverkeersregeling, met name het nieuwe verkeersleidingssysteem SARP op Schiphol, de berekening van vliegbanen, het bepalen van conflictsituaties, onderzoek naar de doelmatigheid van het vliegtuiggebruik met het oog op het brandstofverbruik bij verschillende verkeersleidingsprocedures, en het bepalen van geluidshindercontouren. Een belangrijk deel van de werkzaamheden betrof het onderzoek van controlemogelijkheden van op de grond geplaatste radionavigatie- en landingshulpmiddelen ten behoeve van vluchtgeleiding, nadering en landing. Voorts heeft het NLR, evenals in voorgaande jaren, studies verricht voor de RLD met betrekking tot problemen die in internationaal verband worden bestudeerd door diverse commissies en werkgroepen van de ICAO. Deze studies hebben onder meer betrekking op de bepaling van de veilige separatie in luchtwegen, de evaluatie van microgolflandingssystemen (MLS), en de bepaling van obstakelvrije ruimten rond luchthavens. Voorts heeft het NLR door het uitvoeren van flutterberekeningen ondersteuning aan de RLD verleend bij de certificatie van zweefvliegtuigen vervaardigd uit kunststoffen.

In opdracht van het Industrieel Consortium ANS (ICANS) werden door het NLR-projectteam vanuit het European Space Operations Centre (ESOC) te Darmstadt de z.g. ANS-grondoperaties voortgezet. De bediening en programmering vanaf de grond van deze nationale satelliet verliep zonder noemenswaardige problemen en heeft mede bijgedragen tot het slagen van de vele belangrijke wetenschappelijke waarnemingen die werden verricht. In opdracht van het Industrieel Consortium IRAS (ICIRAS) heeft het NLR deelgenomen aan de voorlopige definitiestudie van de Infrarood Astronomische Satelliet (IRAS). Een voorstel voor de ontwikkeling van deze satelliet in het kader van het nationale ruimtevaartprogramma zal begin volgend jaar ter goedkeuring aan de overheid worden aangeboden. Goedkeuring van dit voorstel wordt van groot belang geacht voor de handhaving van het technisch-wetenschappelijk potentieel in de lucht- en ruimtevaart, voor de hoogwaardige werkgelegenheid, en voor de versterking van de Nederlandse positie bij het verwerven van



Maquette van de Duits-Nederlandse Windtunnel (Deutsch-Niederländischer Windkanal) DNW.

opdrachten in internationale ruimtevaartprojecten waaraan Nederland deelneemt.

Voor het laboratorium is deelname aan een geavanceerd ruimtevaartproject van groot belang voor het handhaven van zijn hoog technisch-wetenschappelijk potentieel.

Door het NLR werd voorts medewerking verleend aan projecten van de Europese ruimtevaartorganisaties. De werkzaamheden hadden vooral betrekking op de ontwikkeling van de Ariane-draagraket, zowel aërodynamisch onderzoek als de deelneming aan 'review'-groepen door NLR-medewerkers, waarbij het algemene ontwerp, het elektrische systeem, het traagheidsgeleidingssysteem en de software voor de 'on board' computer kritisch werden beschouwd en geëvalueerd. Ook werd gewerkt aan diverse opdrachten die werden verworven van het European Space Agency (ESA).

In 1975 werd de samenwerking met de buitenlandse zusterinstellingen DFVLR, ONERA en RAE – voorzover mogelijk – verder uitgebreid. De programma's voor samenwerking op het gebied van vliegproeven en vluchtnabootsing werden uitgevoerd en enkele nieuwe onderwerpen werden toegevoegd. De samenwerking met ONERA en RAE had onder meer betrekking op aërodynamische onderzoekingen.

In 1975 vond, zoals reeds vermeld in par. 1.2 betreffende de algemene zaken van de Stichting, uitvoerig Duits–Nederlands overleg plaats over de mogelijkheid om de in beide landen bestaande projecten voor een grote atmosferische lage-snelheidswindtunnel te combineren en te komen tot de bouw van één gezamenlijke NLR–DFVLR installatie. Bij dit overleg waren naast NLR en DFVLR ook de overheden, alsmede de vliegtuigindustrieën betrokken. Er werden, onder andere, werkgroepen geformeerd die tot taak hadden de technische, respectievelijk de organisatorische, en financieel/juridische aspecten van een dergelijke samenwerking te beschouwen en voorstellen uit te werken.

De technische werkgroep bracht in december 1975 een eindrapport uit met de conclusie dat op basis van het bestaande LST 8×6 ontwerp een gezamenlijke installatie zou kunnen worden gebouwd die volledig aan de verschillende eisen van Nederlandse en Duitse zijde voldoet. De tunnel zal daartoe worden voorzien van uitwisselbare meetplaatsen: een 8×6 m² meetplaats met een maximale snelheid van ongeveer 100 m/sec, een 6×6 m² meetplaats met een maximale snelheid van ongeveer 130 m/sec, en een 9,5×9,5 m² meetplaats met een maximale snelheid van ongeveer 50 m/sec. Bovendien zullen aëro-akoestische metingen mogelijk zijn in een open meetplaats. De conclusie van de technische werkgroep was mede gebaseerd op uitvoerig onderzoek in de LST 8×6 modeltunnel, dat in de loop van 1975 werd uitgevoerd.

Eind 1975 was het overleg, ook ten aanzien van de organisatorische en de financieel/juridische aspecten van de bouw en exploitatie van een gezamenlijke tunnel, zover gevorderd dat in principe overeenstemming hierover werd bereikt. Vooruitlopend op de formele beslissing die in de loop van 1976 wordt verwacht, zal per 1 januari 1976 met de voorbereidingen voor de bouw van de Duits–Nederlandse Windtunnel (DNW) door NLR en DFVLR op pariteitsbasis worden aangevangen.

In 1975 werden weer vele bijdragen geleverd aan onderzoekingen in AGARD-verband. Voor deze activiteiten moge kortheidshalve worden verwezen naar het verslag van de Nederlandse Delegatie bij de AGARD op blz. 89.

Ook werd deelgenomen aan de activiteiten van het z.g. Co-ordinating Committee, van de NAVO Defense Research Group, waarin Duitsland, Frankrijk, Groot-Brittannië en Nederland zitting hebben, en dat tot doel heeft de bevordering van het wederzijdse gebruik van aanwezige windtunnelinstallaties en het scheppen van nieuwe installaties, wanneer hieraan in Europa behoefte ontstaat. Medewerking werd verleend aan een werk-

groep gevormd door vertegenwoordigers van bovengenoemde vier landen, die problemen bestudeert samenhangend met het ontwerp van een grote transsone windtunnel waarin zeer hoge getallen van Reynolds kunnen worden bereikt.

Het onderzoek van de milieubelastende factoren had voornamelijk betrekking op de mogelijkheden tot vermindering van de geluidshinder rondom bestaande en geprojecteerde civiele en militaire vliegvelden. Deze onderzoekingen werden uitgevoerd in opdracht van de Rijksluchtvaartdienst, de Koninklijke Luchtmacht en het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne.

De opdrachten werden, zoals gebruikelijk, uitgevoerd in nauwe samenwerking met de technische staven van genoemde opdrachtgevers, de Technische Physische Dienst TNO–TH en anderen. Daarnaast werd in het kader van opdrachten van het NIVR onderzoek verricht naar de mogelijkheden tot vermindering van de geluidsproduktie van het vliegtuig zelf.

In het model dat door het NLR is opgesteld voor de berekening van de luchtverontreiniging op en om luchthavens werd het autoverkeer opgenomen. Van het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne werd een opdracht ontvangen voor het uitvoeren van berekeningen met dit model van de luchtverontreiniging rond de luchthaven Schiphol, ten behoeve van de interpretatie van vervuilingsmetingen uitgevoerd door de Provinciale Waterstaat Noord-Holland.

Voor Rijkswaterstaat (RWS) en de Nederlandse Interdepartementale Werkgemeenschap voor het Applicatieonderzoek van Remote Sensing technieken (NIWARS) werd een aantal opdrachten uitgevoerd voor de verkenning van het milieu vanuit de lucht met behulp van z.g. 'remote sensing' technieken waarvoor de apparatuur in het Queen Air laboratoriumvliegtuig is ingebouwd. Met behulp van een 'infraroodscanner' die welwillend aan het NLR in bruikleen is verstrekt door de KLu, werden stralingsbeelden vastgelegd van de circulatie van het kustwater, van kwel door dijken van het kanaal Gent–Terneuzen en bij de Waal, en van de verspreiding van het koelwater van de Velser-, Flevo-, en de Amer-centrales. Met behulp van de 'Side Looking Airborne Radar' (SLAR), die door medewerking van de Engelse autoriteiten ter beschikking is gesteld en die in het Queen Air laboratoriumvliegtuig is ingebouwd, werden onder meer vluchten uitgevoerd ter bepaling van de golfbeweging op zee en van het scheepvaartverkeer op de Noordzee. Voorts werd in internationale samenwerking ten behoeve van de RWS deelgenomen aan onderzoek naar de mogelijkheid van oliedetectie op water (Frankrijk) en ijsdetectie (Zwe-

den). De meetresultaten werden door het NLR verwerkt en in een voor de opdrachtgever gemakkelijk toegankelijke vorm gepresenteerd. Voorts werd deelgenomen aan evaluatie-onderzoek van meet- en registratiesystemen ten behoeve van 'remote sensing' onderzoek.

In opdracht van de RWS werd in samenwerking met het Waterloopkundig Laboratorium door het NLR windtunnelonderzoek verricht en aërodynamische berekeningen uitgevoerd aan afsluitmiddelen ten behoeve van de Oosterscheldedam.

Onderzoek werd verricht op het gebied van toekomstige alternatieve energievoorzieningen, voor zover de daarmede samenhangende problemen aansluiten op de bij het NLR aanwezige kennis op het gebied van stromingsproblemen en meer in het bijzonder op het gebied van de aërodynamica. Zo werd medewerking verleend aan de Landelijke Stuurgroep Energie Onderzoek (LSEO) om te komen tot een nationaal researchprogramma op dit gebied. Van de Overheid werd goedkeuring verkregen op een door de LSEO ingediend voorstel. Het NLR aandeel in de werkzaamheden zal o.m. betrekking hebben op de aërodynamische aspecten van windmolens en windmolensystemen voor energie-opwekking.

In samenwerking met de Vakgroep Directe Energie-omzetting van de TH Eindhoven werd een computerprogramma voor de berekening van een compressibele magnetohydrodynamische (MHD) grenslaagstroming opgesteld. In opdracht van het Ministerie van Economische Zaken werd in dit kader een onderzoek uitgevoerd aan de tweedimensionale stroming tussen de elektrodenwanden van een MHD-generatorkanaal.

2 *Wetenschappelijk onderzoek*

2.1 Capita Selecta

In aansluiting op de in paragraaf 1.6 gegeven korte samenvatting van de in 1975 bij het NLR uitgevoerde onderzoekingen zullen deze in het nu volgende nader worden toegelicht, waarbij op twee onderwerpen uitvoerig zal worden ingegaan.

De Kleine Anechoïsche Tunnel (KAT)

Inleiding

De belangrijke rol die beperking van de geluidshinder speelt bij de ontwikkeling van vliegtuigen heeft ertoe geleid dat de nationale vliegtuigindustrie in de afgelopen jaren steeds meer werd geconfronteerd met akoestische problemen. Daardoor ontstond bij de industrie in toenemende mate behoefte aan ondersteuning door het NLR. Weliswaar wordt door de motorfabrikanten uitvoerig onderzoek uitgevoerd dat gericht is op vermindering van de geluidsproduktie in de motor zelf, maar de vliegtuigfabrikant blijft verantwoordelijk voor het vliegtuig in zijn totaliteit, dus ook voor het voldoen aan de geluidsnormen. Een belangrijk probleem is daarbij de gewenste geluidsreductie te realiseren met een minimum aan aërodynamische verliezen.

Om dit aëro-akoestische onderzoek voldoende ondersteuning te kunnen geven diende het NLR over faciliteiten voor experimenteel onderzoek te beschikken. Gezien het feit dat de huidige geluidsproblemen van de nationale vliegtuigindustrie vooral betrekking hebben op reductie van het straallawaai is als eerste stap de 'Kleine Anechoïsche Tunnel' (KAT) tot stand gebracht, waarmee deze problemen op modelschaal kunnen worden onderzocht.

In het navolgende zal nader worden ingegaan op de eisen die aan de installatie werden gesteld en zal een beschrijving van de KAT worden gegeven. Tot slot zullen enkele resultaten van uitgevoerde metingen worden besproken.

Beschrijving van de installatie

Aan een installatie voor onderzoek aan straallawaai wordt een aantal eisen gesteld met betrekking tot de aërodynamische en akoestische aspecten. Het stromingspatroon moet zo goed mogelijk worden gesimuleerd. Dit betekent dat zowel de uitlaatstraal van hete verbrandingsgassen (ca. 800°C) als de daaromheen stromende mantel van koudere 'bypass'-lucht moeten kunnen worden gesimuleerd, waarbij zowel de drukken als de temperaturen moeten worden nagebootst. Bovendien dient nog de stroming om de motorgondel nagebootst te kunnen worden in verband met de invloed hiervan op het mengproces van de stralen.

Uit akoestisch oogpunt is het noodzakelijk dat het te beproeven model staat opgesteld in een ruimte met minimale geluidreflecties (anechoïsche ruimte). Verder dient het achtergrondlawaai van de luchtstroomopwekker (windtunnel) beneden een zeker minimum te zijn.

Ten slotte moet de mogelijkheid aanwezig zijn om globaal te kunnen vaststellen wat de stuwkrachtverliezen zullen zijn ten gevolge van geluiddempende maatregelen; indien gewenst kunnen meer gedetailleerde aërodynamische metingen plaatsvinden in de andere NLR-windtunnels.

Een globale afweging van eisen en wensen maakte al snel duidelijk dat de op de NLR-vestiging in de Noordoostpolder aanwezige statische proefstand met relatief geringe inspanningen voor dit onderzoek geschikt kon worden gemaakt. Deze installatie was in 1958 in bedrijf gesteld voor het onderzoek aan het type stuwstraalmotoren dat gebruikt werd voor het 'Kolibrie' hefschroefvliegtuig, van de toenmalige helikopterindustrie NHI.

Met de noodzakelijke modificaties van de statische proefstand werd eind 1974 begonnen. De daaruit resulterende Kleine Anechoïsche Tunnel (KAT) werd medio 1975 in gebruik genomen.

De KAT (fig. 1) is een open tunnel, waarin de lucht van buiten wordt aangezogen door een drietal in serie werkende centrifugaalpompen.

De aangezogen lucht wordt via een contractietuit langs een model uitgeblazen in de anechoïsche meetruimte, waarna de collector zorgt zowel voor de opvang van de tunnelstraal als voor die van de uitlaatstralen, welke daarna via de geluiddemper worden afgevoerd.

De centrifugaalcompressoren hebben een gezamenlijk vermogen van 3×200 pk met een maximaal luchttransport van 12 kg/sec.

Voor het nabootsen van start- en landingssituaties bij onderzoek aan straallawaai is het gewenst dat het model kan worden aangeblazen tot een

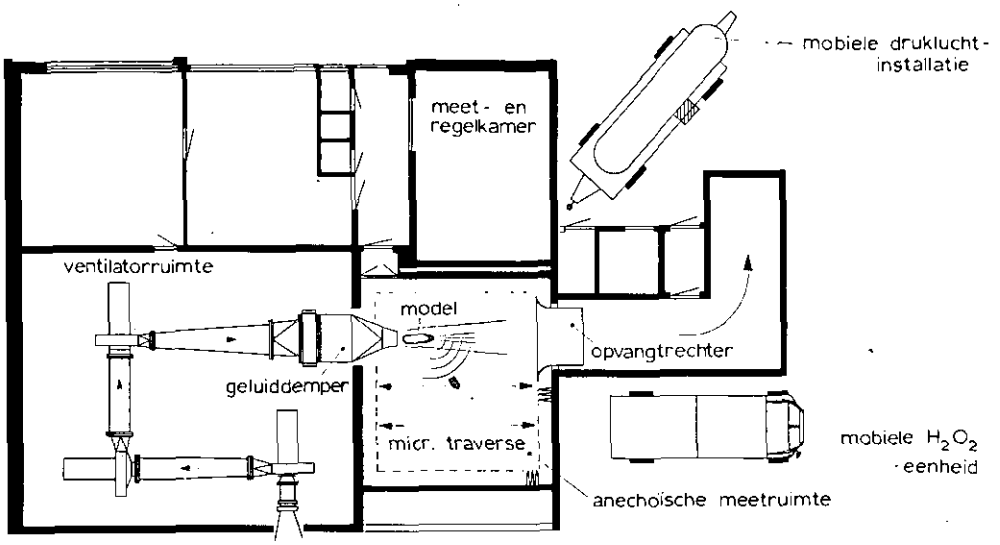


Fig. 1 Kleine Anechoïsche Tunnel (KAT)

snelheid van ca. 85 m/sec. Dit is te bereiken door een ronde contractietuit met een uitstroomopening van 40 cm diameter toe te passen.

Daar de tunnelstraal lucht meesleept, wordt secundaire lucht via luiken zo gelijkmatig mogelijk toegevoerd om de druk in de meetruimte atmosferisch te houden.

In de ventilatorruimte is tussen de koeler en de contractietuit een geluiddemper aangebracht om het achtergrondlawaai van de tunnel, voornamelijk veroorzaakt door de drie compressoren, tot een aanvaardbaar laag niveau te reduceren.

De wanden van de meetruimte zijn met 15000 wiggen van polyether (fig. 2) bekleed, teneinde er voor te zorgen dat het door het model uitgezonden straallawaai niet door de wanden wordt gereflecteerd. De meetruimte is op deze wijze echo-vrij (anechoïsch) gemaakt voor frequenties boven ca. 400 Hz. (De afmetingen van de meetplaats bedragen binnen de wiggen ca. $5{,}5 \times 6 \times 3$ m.) Met hetzelfde doel zijn de wanden van de collector bekleed met geperforeerd geluidabsorberend materiaal.

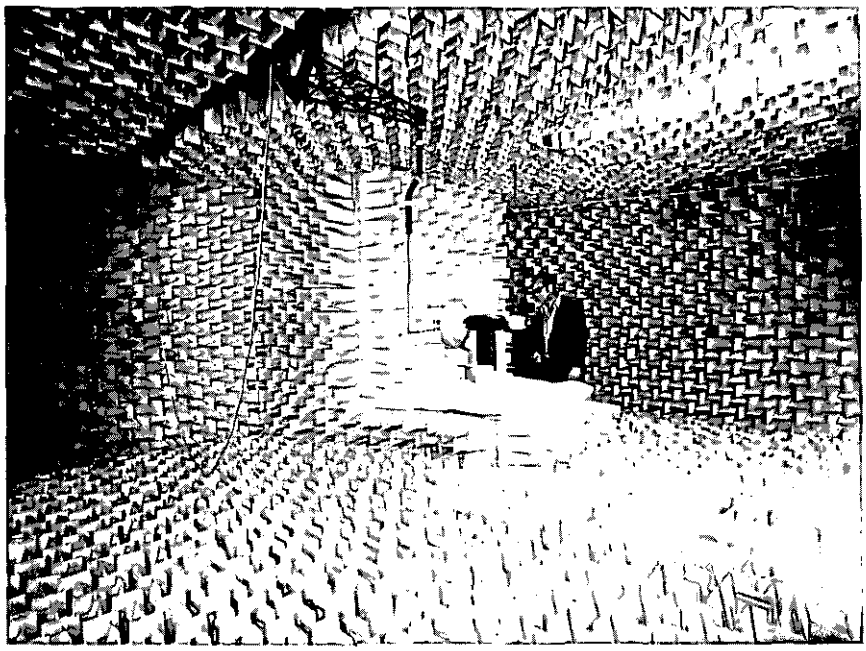


Fig. 2. Overzicht van de anechoïsche ruimte, met modelopstelling en microfoontraverse mechanisme

Het modelonderzoek

Een doorsnede van een modelopstelling wordt getoond in fig. 3. De lengte van het model is ca. 40 cm bij een diameter van ca. 13 cm. Het model wordt parallel aan de tunnelstroming opgesteld, en is door middel van een gestroomlijnde ondersteuning op een uitwendige rekstrookbalans geplaatst. Door de ondersteuning wordt aan het model H_2O_2 (waterstofperoxide) en druklucht toegevoerd, afkomstig respectievelijk van de buiten het tunnelgebouw opgestelde mobiele H_2O_2-eenheid en de mobiele drukluchtinstallatie. De hete kernstraal wordt gesimuleerd met behulp van ontlede H_2O_2; deze methode van hete-straalsimulatie wordt bij het NLR al vele jaren met succes toegepast. De temperatuur van de na te bootsen hete kernstraal is instelbaar door de H_2O_2 te verdunnen met water. De 'bypass'-stroming wordt nagebootst met behulp van druklucht, waarvan de temperatuur in te stellen is met een warmtewisselaar.

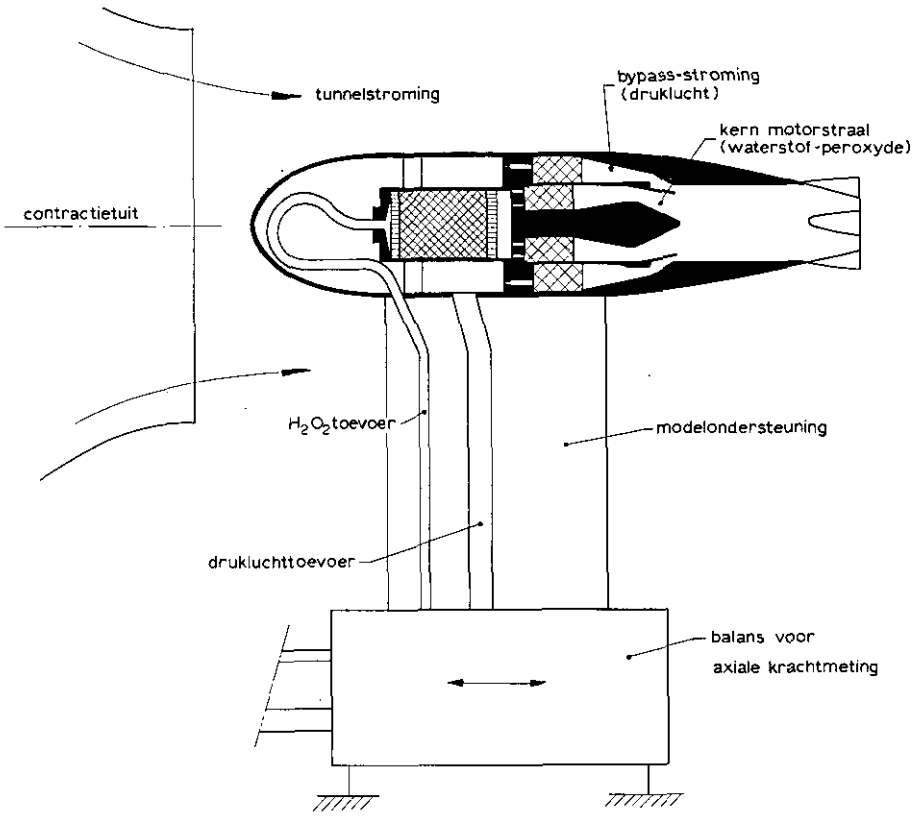


Fig. 3. Doorsnede van de modelopstelling

Op deze wijze kunnen de akoestische en aërodynamische eigenschappen van de uitlaatstroming tijdens start en landing van een vliegtuig worden nagebootst.

Met behulp van de balans kan de verandering van de totale axiale kracht worden gemeten die het gevolg is van het aanbrengen van een geluiddemper aan de uitlaatzijde. De andere aërodynamische metingen, die de motorstromingscondities en drukverdelingen op de motorgondel alsmede de geluiddemper betreffen, worden op de bij het NLR gebruikelijke wijze uitgevoerd.

De akoestische metingen worden uitgevoerd met behulp van enkele vaste microfoons en een bewegende microfoon, waarmee op afstanden van 1,5 m en 3,0 m van de straal op verschillende axiale posities het straallawaai kan worden gemeten. Het gemeten geluid is op eenvoudige wijze te vertalen naar de situatie bij ware grootte. Bij een modelschaal 1:10, bijvoorbeeld, is het geluidsniveau dat onder een bepaalde hoek op een afstand van bijvoorbeeld 3 meter van de uitlaat wordt gemeten tussen 2000 en 3000 Hz gelijk aan dat bij ware grootte onder dezelfde hoek op 30 meter afstand en tussen 200 en 300 Hz, mits de straalsnelheden en de temperatuur in beide gevallen hetzelfde zijn.

Voor de verwerking van de aërodynamische en akoestische meetwaarden zijn twee nieuwe systemen voor gegevensvergaring ontwikkeld en in gebruik genomen. De verdere verwerking van de meetgegevens wordt uitgevoerd door het centrale CYBER-72 computersysteem van het NLR.

Enkele meetresultaten

Ter illustratie worden enkele resultaten van straallawaaimetingen aan een model van een motor met conische uitlaat gegeven. Het belang van simulatie van de hete kernstraal wordt aangetoond in fig. 4, die betrekking heeft op metingen zonder aanblazing met een microfoon schuin achter de motor (1,5 m van de straalas en onder een hoek van 45° t.o.v. die as). Duidelijk is te zien, dat bij een koude kernstraal het maximum bijna 20 dB te laag ligt. Bovendien is ook de vorm van het geluidspectrum in beide gevallen verschillend.

Ook simulatie van de voorwaartse snelheid, dus de omstroming van de motor, is belangrijk, hetgeen blijkt uit fig. 5. Het maximum bij koude kernstraal met omstroming is ca. 25 dB lager dan bij het overeenkomstige geval met hete kernstraal.

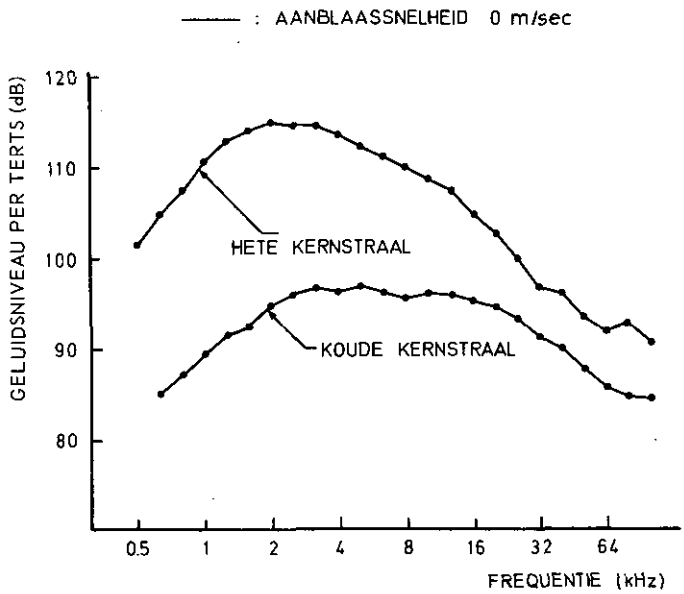


Fig. 4. Gemeten straallawaai bij koude- en hete-kernstraalsimulatie zonder omstroming

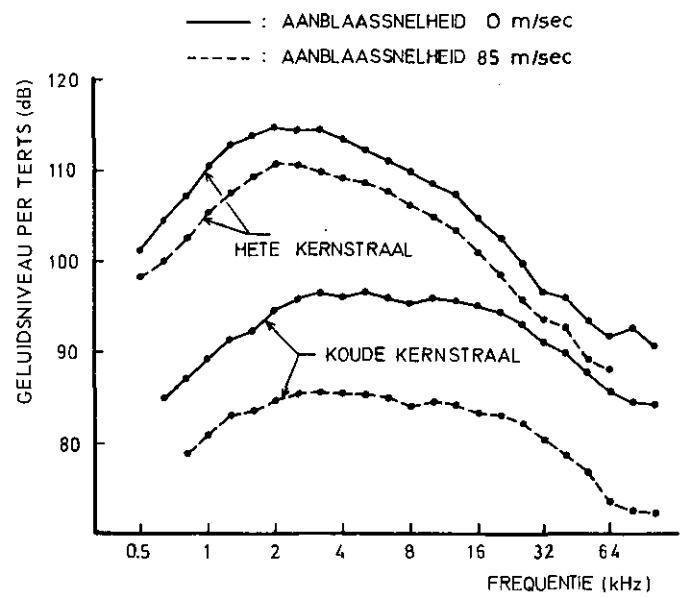


Fig. 5. Gemeten straallawaai bij koude-kernstraalsimulatie en hete-kernstraalsimulatie met omstroming

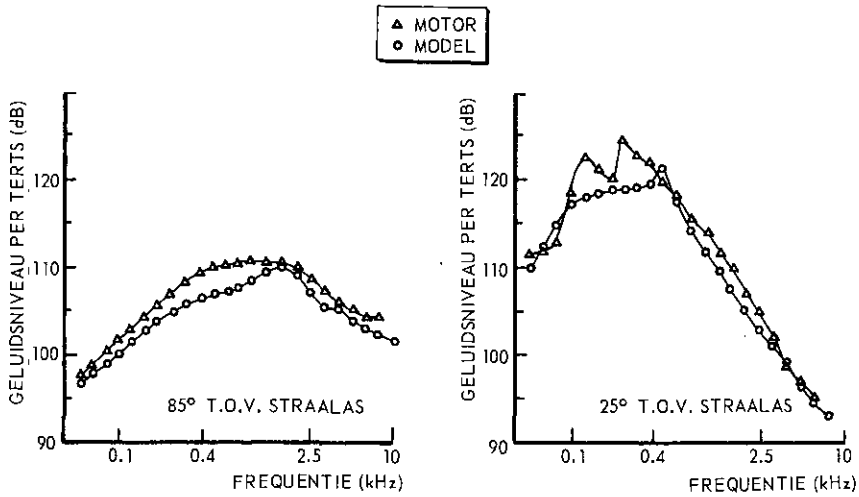


Fig. 6. Modelmetingen 'vertaald' naar ware grootte, vergeleken met metingen aan de werkelijke motor.

De waarde van de modelmetingen kan het beste worden gedemonstreerd door de naar ware grootte vertaalde modelmetingen te vergelijken met corresponderende metingen aan de werkelijk motor. Fig. 6 laat zien dat het gemeten geluidsspectrum van het model naar vorm en niveau goed overeenkomt met metingen aan de werkelijke motor.

Samenvattend kan worden geconcludeerd dat met een betrekkelijk geringe aanpassing van een bestaande installatie en met relatief geringe investeringen het NLR thans beschikt over een uitrusting die zeer geschikt is voor akoestisch onderzoek, en dat de voor aërodynamisch onderzoek in windtunnels bij het NLR ontwikkelde hete-straalsimulatie met behulp van ontlede waterstofperoxide ook met succes blijkt te kunnen worden toegepast voor akoestisch onderzoek. Hierdoor is het mogelijk onderzoek te verrichten op het gebied van straallawaai van de werkelijke motor en van demperconfiguraties.

Automatische regelsystemen in elastische vliegtuigen

Inleiding

Als gevolg van de huidige ontwikkeling in de luchtvaart wordt voor toekomstige vliegtuigprojecten het onderzoek op het gebied van automatische regelsystemen steeds belangrijker. Daar het opbouwen van kennis op dit gebied essentieel is teneinde te kunnen assisteren bij de ontwikkeling, de certificatie en het gebruik van aldus uitgeruste vliegtuigen, wordt door het NLR veel aandacht aan dit vakgebied besteed.

Een langdurige ontwikkeling heeft geleid tot de huidige stand van de techniek op het gebied van automatische regelsystemen in vliegtuigen. De eerste stap was de invoering van de stuurautomaat om het vliegtuig tijdens de kruisvlucht op koers en/of op hoogte te houden. Vervolgens kwam de introductie van kunstmatige stabiliseringsmiddelen, dat wil zeggen regelsystemen waarmee de dynamische stabiliteit van de vliegtoestand verbeterd werd (bijvoorbeeld de gierdemper).

Deze regelsystemen behoorden tot de zogenaamde 'niet-kritieke' klasse, dat wil zeggen dat bij het uitvallen van zo'n systeem de vliegveiligheid niet wordt aangetast. Bovendien waren vliegtuigen veelal zo star, dat de elastische vervormingen van de constructie geen rol speelden bij het ontwerp van deze regelsystemen. In de laatste decennia is de vliegtuigontwikkeling echter steeds meer gegaan in de richting van relatief flexibelere vliegtuigen.

De hiermee gepaard gaande aëro-elastische invloeden hebben tot een toenemende interactie geleid tussen voorheen gescheiden (klassieke) vakgebieden: vliegeigenschappen, belastingen en flutter. Daarnaast heeft vooral de ruimtevaart de stoot gegeven tot grote vooruitgang bij de apparatuur voor regelsystemen, met name ten aanzien van gewicht, betrouwbaarheid en kosten. Deze ontwikkelingen hebben geleid tot nieuwe inzichten met betrekking tot de toepassing van regelsystemen. In toenemende mate worden dergelijke systemen centraal gesteld bij het ontwerp van een vliegtuig, omdat daardoor lichtere vliegtuigen met een verhoogde aërodynamische effectiviteit kunnen worden geconstrueerd.

De aldus ontworpen vliegtuigen worden vaak aangeduid met de naam 'Control Configured Vehicles' (CCV). De werking van de hierbij toegepaste automatische regelsystemen is gebaseerd op het geven van corrigerende stuurvlakuitslagen op grond van signalen die afkomstig zijn van sensoren die de plaatselijke bewegingen van het vliegtuig meten.

Een aantal van de hierbij toegepaste regelsystemen behoort tot de zogenaamde 'kritieke' klasse. Daar storing in een dergelijk systeem direct van

invloed is op de vliegveiligheid, dient de betrouwbaarheid ervan tenminste zo groot te zijn als die van bijvoorbeeld de huidige mechanische koppeling tussen stuurorgaan en aërodynamisch stuurvlak. Een markant voorbeeld van een 'kritiek' systeem is het systeem voor actieve flutterbeheersing. Een dergelijk systeem wordt operationeel nog niet toegepast, doch de ontwikkeling van deze systemen voor gevechtsvliegtuigen verkeert in een vergevorderd stadium. In sommige andere gevallen kan men spreken van 'niet kritieke' regelsystemen. Twee voorbeelden van de laatstgenoemde soort zullen worden besproken. Het eerste betreft een systeem gericht op de verbetering van het passagierscomfort in een verkeersvliegtuig (comfortwinst), en het tweede een systeem voor het verlagen van de belastingen tengevolge van het vliegen door atmosferische turbulentie (gewichtswinst).

Voor het uitvoeren van studies die gericht zijn op het voorspellen van de 'winsten' die met behulp van dergelijke automatische regelsystemen behaald kunnen worden, zijn nauwkeurige mathematische modellen vereist van niet alleen de aërodynamische, maar ook de elastische eigenschappen van het beschouwde vliegtuigontwerp. In het volgende worden eerst enkele aspecten van deze rekenmodellen beschreven.

Rekenmodellen

Een eerste vereiste voor het uitvoeren van evaluatie- en ontwerpberekeningen voor elastische vliegtuigen uitgerust met automatische regelsystemen is de beschikbaarheid van een rekenmodel dat nauwkeurig het trillingsgedrag van de constructie, de op het vliegtuig werkende luchtkrachten, en de eigenschappen van het automatische regelsysteem beschrijft.

Voor het opstellen van een dergelijk rekenmodel is een nauwe samenwerking nodig van specialisten uit diverse vakgebieden, te weten de vliegmechanica, de aërodynamica, de sterkteleer en de regeltechniek. In de afgelopen jaren is bij het NLR een team van specialisten uit de genoemde disciplines gevormd.

De procedure die bij het opstellen van een rekenmodel wordt gevolgd is schematisch weergegeven in fig. 7. Het is gebruikelijk de beweging van elk deel van het vliegtuig te beschrijven als de som van de translaties van het vliegtuigzwaartepunt, de rotaties om de assen van een assenstelsel met zijn oorsprong in het vliegtuigzwaartepunt, en een aantal trillingsvormen van de constructie. Deze bewegingen worden beschreven door vergelijkingen die traagheidskrachten, luchtkrachten en, in het geval van tril-

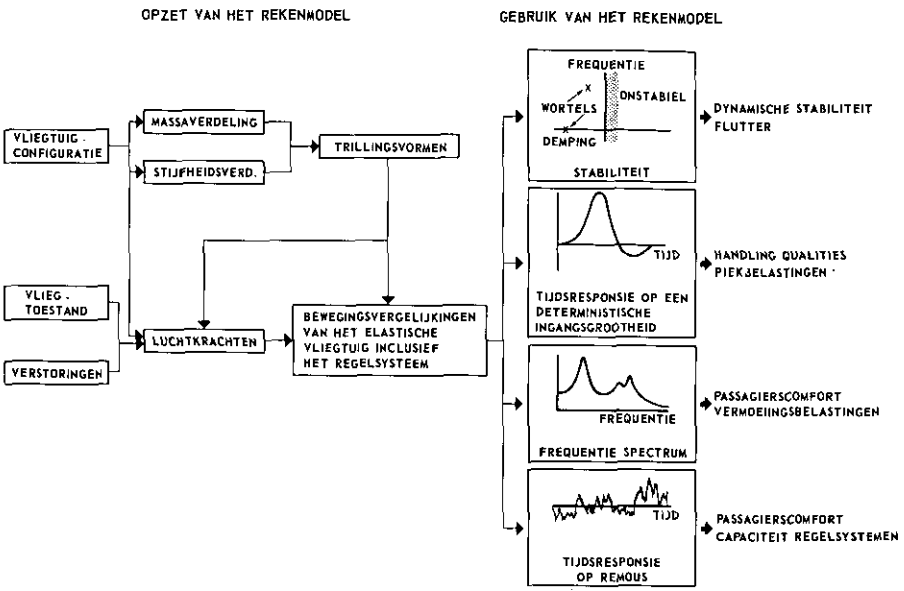


Fig. 7. Rekenmodel

lingsvormen, stijfheids- en dempingskrachten van de constructie bevatten. Verder kan het vliegtuig in ieder van deze bewegingen worden 'aangestoten' door verstorende krachten van mechanische aard (bijvoorbeeld landingsstoten of stoten door het afwerpen van lasten) of van aërodynamische aard (bijvoorbeeld roeruitslagen tijdens manoeuvres, remous).

De trillingsvormen van de vliegtuigconstructie en de daarmee samenhangende traagheids- en stijfheidskrachten worden bepaald door het uitvoeren van trillingsberekeningen. Bij het NLR wordt hiervoor de eindige-elementenmethode gebruikt. Voorts is onderzocht of een grotere doelmatigheid kan worden verkregen door trillingsvormen voor de gehele vliegtuigconstructie te berekenen uitgaande van trillingsvormen die eerder voor gedeelten van de constructie zijn bepaald. Deze methode blijkt vooral aantrekkelijk te zijn wanneer verschillende configuraties van hetzelfde vliegtuig moeten worden beschouwd, bijvoorbeeld indien alleen de massaverdeling van de vleugel verandert. Verificatie van de methoden heeft plaatsgevonden door berekende trillingsvormen en hun eigenfrequenties te vergelijken met resultaten van standtrillingsmetingen die werden uit-

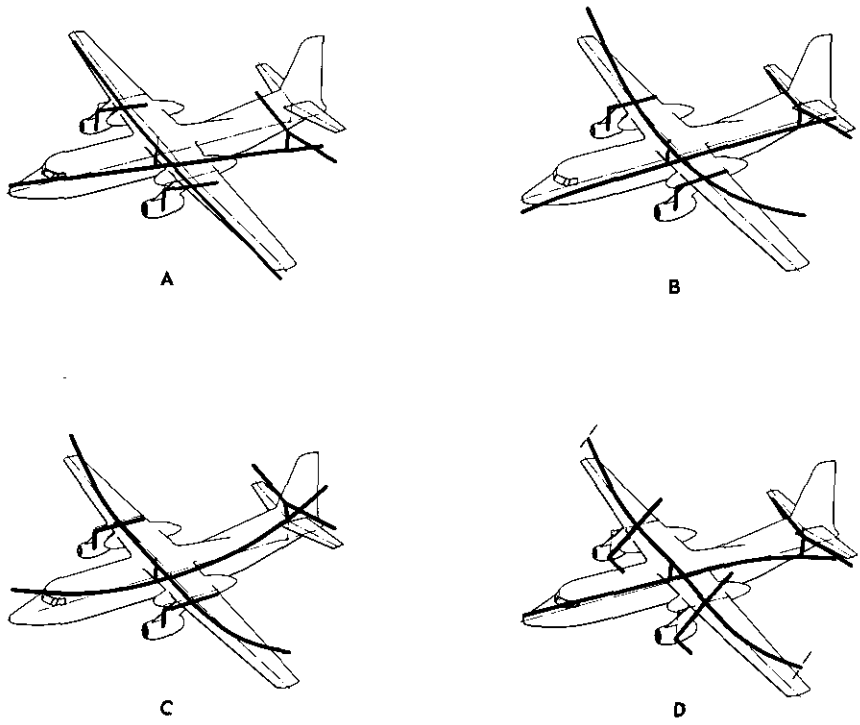


Fig. 8. Vliegtuigbewegingen en trillingsvormen van het onderzochte verkeersvliegtuig. A) Beweging van het starre vliegtuig, 0,017 en 0,37 Hz; B) 1e vleugelbuiging, 2,65 Hz; C) 1e rompbuiging, 5,00 Hz; D) 1e vleugeltorsie, 5,70 Hz

gevoerd aan een vliegtuig dat in bokken is opgehangen. Fig. 8 toont de vliegtuigbewegingen en de trillingsvormen van een verkeersvliegtuig waarvoor de mogelijkheden tot verbetering van het comfort zijn onderzocht.

De luchtkrachten die op het vliegtuig werken zijn een functie van roeruitslagen en remous, en van de bewegingsgrootheden van het vliegtuig zelf. Om het instationaire karakter van de luchtkrachten in rekening te kunnen brengen, moeten speciale rekenmethoden worden toegepast. Bij het NLR zijn verschillende programma's aanwezig waarmee instationaire luchtkrachten op vleugels en staartvlakken kunnen worden berekend, zowel voor subsone als voor supersone vliegsnelheden. Rekenmethodieken voor transsone stromingen zijn in ontwikkeling. Verder is onlangs een rekenprogramma in gebruik genomen waarmee, behalve de luchtkrachten

op vleugels, ook die op trillende rompen en vleugellasten ('stores') in subsone stroming kunnen worden bepaald. De meeste rekenprogramma's zijn bij herhaling beproefd door vergelijking van de resultaten met die van andere rekenmethoden en met die van windtunnelonderzoek.

Een probleem blijkt vooralsnog de bepaling van instationaire luchtkrachten op vleugels voorzien van stuur- en regelvlakken te zijn. De moeilijkheid is hierbij het vinden van een doeltreffende beschrijving van de invloed van de instationaire grenslaag. In het bijzonder voor vliegtuigen met automatische regelsystemen waarbij de regeling plaatsvindt door middel van aan de vleugelachterrand gelegen vlakken, is het van belang over nauwkeurige rekenmogelijkheden op dit punt te beschikken. Het NLR heeft in de afgelopen jaren veel windtunnelonderzoek aan trillende vleugel–roer combinaties verricht, waardoor een beter inzicht in deze materie verkregen is.

De wijze waarop gebruik wordt gemaakt van het rekenmodel hangt af van het op te lossen probleem (fig. 7). In het geval dat de stabiliteit van de evenwichtstoestand moet worden onderzocht, worden de 'wortels' van de karakteristieke vergelijking van het stelsel vergelijkingen bepaald; deze vormen een maatstaf voor de frequentie en demping van de responsies op verstoringen.

Indien extremen moeten worden onderzocht in de responsies van constructiebelastingen en van in het vliegtuig optredende versnellingen ten gevolge van, bijvoorbeeld, snelle manoeuvres of krachten ten gevolge van het afstoten van lasten, worden doorgaans methoden gebruikt waarin de 'tijdshistorie' van variabelen wordt berekend.

In onderzoekingen waarbij de responsies van het vliegtuig (of zijn onderdelen) een stochastisch karakter dragen, zoals het geval is bij remous, kunnen responsieberekeningen plaatsvinden in het frequentiedomein. Dit is mogelijk indien de eigenschappen van het vliegtuig met zijn regelsysteem geheel door lineaire relaties tussen ingangs- en uitgangsgrootheden kunnen worden beschreven; in dat geval kan van overdrachtsverhoudingen gebruik worden gemaakt. Deze methode is in het algemeen niet uitvoerbaar indien het te onderzoeken vliegtuig met regelsysteem belangrijke niet-lineariteiten bevat, zoals b.v. verzadigingseffecten in servomotoren die deel uitmaken van het regelsysteem. Daarnaast kunnen ook niet-lineaire aërodynamische karakteristieken een hinderpaal vormen voor een analyse in het frequentiedomein. De berekeningen moeten in dat geval worden uitgevoerd in het tijdsdomein, bijvoorbeeld door middel van simulatie op een digitale of analoge computer.

Verbetering van passagierscomfort

Als toepassing van de hierboven geschetste rekenmodellen wordt hier in het kort een onderzoek beschreven waarbij de mogelijkheid tot vermindering van de verticale versnellingen aan boord van een transportvliegtuig met een lage vleugelbelasting is onderzocht. Gebleken is dat juist bij vliegtuigen met lage vleugelbelasting de verticale versnellingen voor de passagiers zeer hinderlijk kunnen zijn. Een mogelijkheid tot het verbeteren van het comfort bij dergelijke vliegtuigen bestaat daaruit dat hulpkleppen worden aangebracht aan de achterrand van de vleugel, die geregeld worden door een systeem dat reageert op de versnelling welke het vliegtuig ondervindt als gevolg van remous.

De lineaire bewegingsvergelijkingen van het elastische vliegtuig te zamen met de niet-lineaire vergelijkingen van het regelsysteem (fig. 9) werden in een zodanige vorm gebracht, dat ze op een analoge computer geprogrammeerd konden worden. Door simultaan uitgevoerde hulpberekeningen kwamen aan het eind van iedere gesimuleerde vlucht karakteristieke grootheden beschikbaar, zoals de wortels uit de gemiddelde kwadraten (r.m.s.) van de vertikale versnelling, de uitslag van de hulpkleppen, de vleugeldoorbuiging, e.d.

Door de parameters van het automatische regelsysteem te variëren kon het comfort worden geoptimaliseerd. Tijdens de simulaties waarbij de snelheid waarmee de hulpkleppen kunnen bewegen begrensd was, bleek de plaats van de versnellingsopnemer die het ingangssignaal voor het regelsysteem levert een zeer kritieke ontwerpgrootheid te zijn. Het onderzoek resulteerde in een mogelijk regelsysteem dat zelfs bij zware remous in staat is de vertikale versnelling (gemiddeld over de lengte van de passagiersruimte) met 40% te reduceren. Dit wordt in fig. 10 geïllustreerd.

Reductie van vermoeiingsbelasting

Automatische regelsystemen kunnen ook worden gebruikt om de belastingen die op de vliegtuigconstructie werken te verlagen. Hierdoor kunnen ook de van de constructie geëiste statische sterkte en vermoeiingssterkte worden verlaagd, hetgeen leidt tot een mogelijke vermindering van constructiegewicht of, bij gelijk gewicht, tot een verlenging van de vermoeiingslevensduur van de constructie.

Voor een vermindering van de vereiste statische sterkte door middel van verlaging van de maximaal optredende belastingen is een 'kritiek' systeem, zoals beschreven in de inleiding, vereist. Dit is niet het geval bij verlaging van de vereiste vermoeiingssterkte; ook met systemen die van

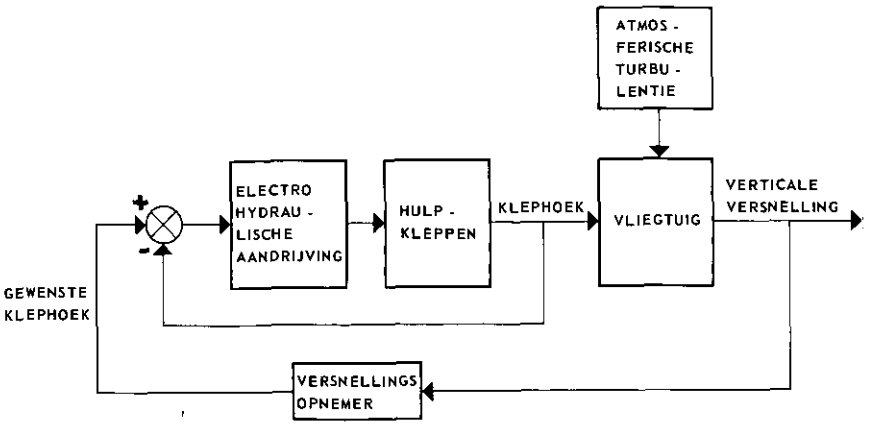


Fig. 9. Blokschema van een regelsysteem ter verbetering van het vliegcomfort

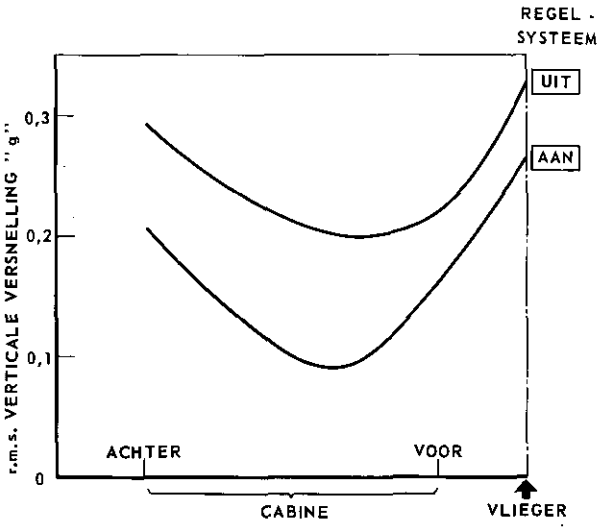


Fig. 10. Effect van een regelsysteem ter verhoging van het vliegcomfort voor de passagiers

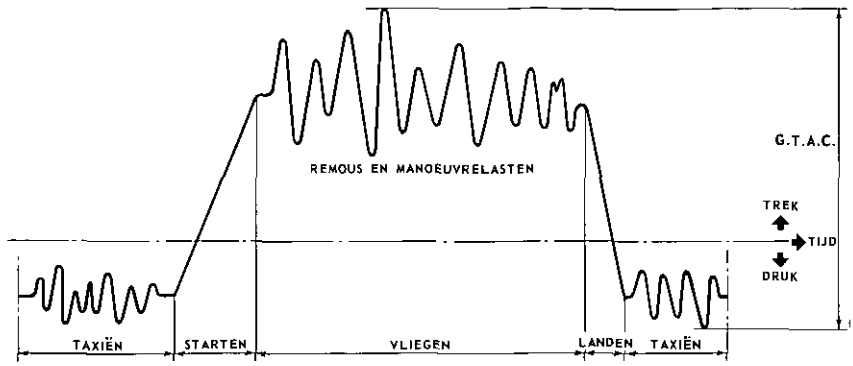


Fig. 11. Het spanningsverloop tijdens de 'vlucht' in de vleugelonderhuid van een verkeersvliegtuig

tijd tot tijd buiten gebruik zijn kan, in principe, een belangrijke vermindering van de vermoeiingsbelastingen worden bereikt.

Door het NLR is een inleidende studie uitgevoerd naar de mogelijkheden om met behulp van 'niet-kritieke' regelsystemen vermoeiingsbelastingen te verlagen. Onderscheid werd daarbij gemaakt tussen twee toepassingsmogelijkheden, te weten:

- systemen voor een bestaand vliegtuig, met als doel de levensduur te verlengen;
- systemen voor een nieuw vliegtuigontwerp, met als doel vermindering van het constructiegewicht.

De eerstgenoemde toepassing wordt reeds bij een aantal vliegtuigtypen in de praktijk aangetroffen en blijkt tot gunstige resultaten te kunnen leiden.

Bij de evaluatie van de tweede toepassing werd een aantal facetten in beschouwing genomen, zoals:

- welke onderdelen worden primair op vermoeiing gedimensioneerd,
- in welke mate zijn de constructieopzet en de materiaalkeuze door vermoeiing bepaald,
- welke belastingscomponenten kunnen door automatische regelsystemen worden beïnvloed.

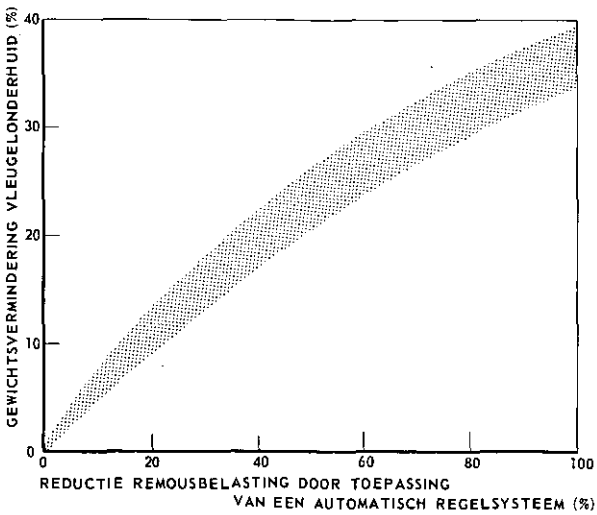


Fig.12. Bereikbare gewichtsvermindering van de onderhuid bij reductie van de remousbelasting

Als voorbeeld van een primair op vermoeiing gedimensioneerd onderdeel werd de vleugelonderhuid van een verkeersvliegtuig gekozen. In het onderstaande wordt het hierin optredende spanningsverloop nader besproken.

In fig. 11 is een spanningsverloop geschetst dat typerend is voor een dergelijke vleugelonderhuid. Als het vliegtuig op de grond staat, is de vleugelonderhuid op druk belast ten gevolge van het gewicht van de vleugel en van de brandstof. Tijdens het taxiën worden op de drukbelasting wisselLasten gesuperponeerd. Gedurende het vliegen wordt de vleugel omhoog gebogen en wordt de vleugelonderhuid op trek belast. Op de trekbelasting die bij de '1 g'-conditie behoort, worden wisselende belastingen gesuperponeerd die een gevolg zijn van verstoringen door remous en manoeuvres.

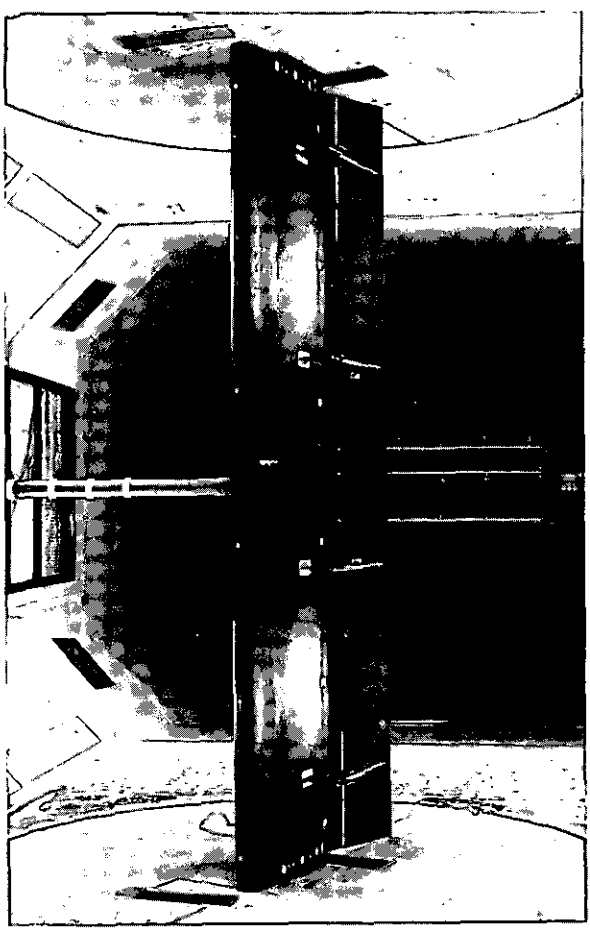
In het aldus beschreven spanningsverloop tijdens een vlucht is een dominerende belastingswisseling aan te wijzen, die omschreven wordt als de Ground To Air Cycle (GTAC). Alhoewel andere definities mogelijk zijn, wordt de grootte van deze GTAC meestal gedefinieerd als het belastingsverschil tussen de hoogste drukspanning die gemiddeld éénmaal per vlucht 'op de grond' wordt bereikt en de hoogste trekspanning die gemiddeld éénmaal per vlucht 'tijdens het vliegen' wordt bereikt.

Deze 'Ground To Air Cycle' levert een groot deel van de totale met het beschreven spanningsverloop samenhangende vermoeiingsschade. Een automatisch regelsysteem dat de door remous veroorzaakte belastingen aanzienlijk beperkt, zal slechts een beperkte invloed hebben op de grootte van de GTAC. Uit de uitgevoerde studie bleek dat niettemin door reductie van de remousbelasting met behulp van een automatisch regelsysteem een niet onaanzienlijke gewichtsbesparing in de vleugelonderhuid-constructie kan worden bereikt. Berekeningen toonden aan dat bij een aangenomen reductie van de remousbelasting van 60% een gewichts-besparing van de vleugelonderhuid van ca. 25% tot de mogelijkheden behoort. In fig. 12 worden de resultaten van deze berekeningen geïllustreerd.

Aan de bovenbehandelde voorbeelden zouden nog andere toepassingsmogelijkheden van regelsystemen in elastische vliegtuigen kunnen worden toegevoegd. In het algemeen kan dan ook worden gesteld dat ontwikkeling van dergelijke regelsystemen een belangrijke bijdrage zal kunnen leveren tot verbetering van de doelmatigheid van het huidige vliegtuig.

2.2 Stromingen

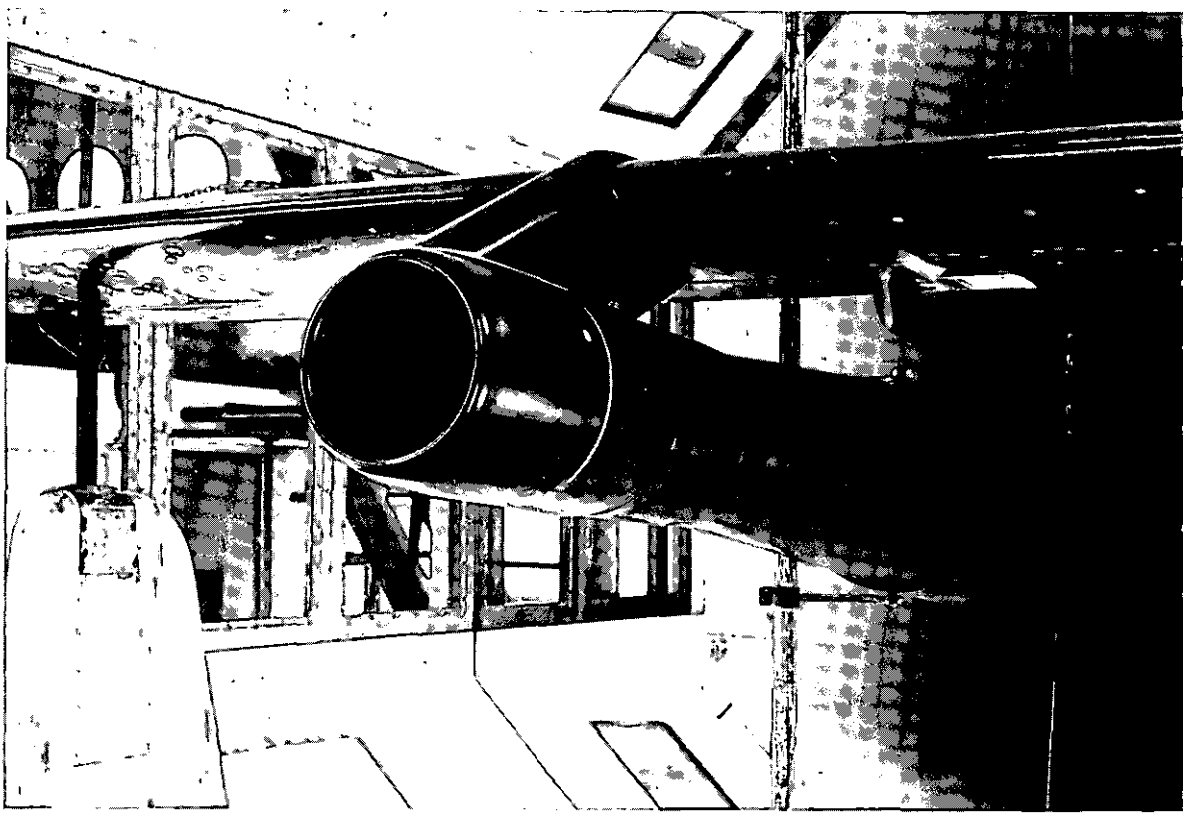
De werkzaamheden op het gebied van stromingen hadden enerzijds betrekking op aërodynamisch onderzoek ten behoeve van de ontwikkeling van vliegtuig- en ruimtevaartprojecten, en anderzijds op het programma van speurwerk dat wordt uitgevoerd met het oog op toekomstige ontwikkelingen in deze sector. Dit programma was met name geconcentreerd op onderzoekingen in snelheidsgebieden die voor de Nederlandse vliegtuigindustrie en voor de Koninklijke Luchtmacht van groot belang worden geacht.



Onderzoek in de lage-snelheidstunnel LST 3×2 naar de eigenschappen van geavanceerde vleugelprofielen voorzien van draagkrachtverhogende middelen.

Werkzaamheden ten behoeve van ontwikkelingsprojecten

In opdracht van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR) werden de studies gericht op de ontwikkeling van methodieken voor een verbeterde aërodynamische vormgeving van de vleugel, met kracht voortgezet. Deze ontwerpmethoden voor een z.g. 'superkritieke vleugel', die in nauwe samenwerking met Fokker–VFW worden ontwikkeld, hebben in het afgelopen jaar reeds veelbelovende resultaten opgeleverd. Voorts werd onderzoek verricht waarbij de aërodynamische consequenties werden nagegaan van verschillende vliegtuigconfiguraties, zoals het toepassen van motoren met grote omloopverhouding ('high bypass-ratio'), en van diverse klepconfiguraties. Het onderzoek is gericht



Onderzoek in de lage-snelheidstunnel LST 3×2 aan een vleugel met motorgondel. De achter de gondel bevestigde diffusor dient om de gewenste massastroom door de gondel te verkrijgen. Het onderzoek vindt plaats om de aërodynamische consequenties van het toepassen van motoren met grote omloopverhoudingen te bestuderen.

op het toepasbaar maken van deze ontwerpmethoden voor de ontwikkeling van het eerstvolgende vliegtuigproject, waarbij de Nederlandse vliegtuigindustrie, naar verwacht wordt, een leidende positie zal innemen.

Voor buitenlandse vliegtuigindustrieën werden windtunnelonderzoekingen uitgevoerd in het kader van de verdere ontwikkeling van de Concorde, de MRCA en de SAAB Viggen.

Stromingen om complete vliegtuigconfiguraties (stationair)

De werkzaamheden waren vooral gericht op het toepasbaar maken van de beschikbare methoden en computerprogramma's voor de berekening van de stromingen om complete vliegtuigconfiguraties.

De methode voor de berekening van driedimensionale grenslagen werd verder verfijnd, en toegepast op een pijlvleugel ter bepaling van de invloed van de grenslaag op de drukverdeling over deze vleugel en de luchtkrachten erop. De berekening voor deze vleugel met een geheel turbulente grenslaag werd uitgevoerd, evenals de berekening met een laminaire grenslaag op de vleugelonderzijde.

De ontwikkeling en toetsing van methoden voor de berekening van de invloed van uitlaatstralen op de stroming rond een vliegtuig werd voortgezet. Dit onderzoek is van belang omdat in de toekomst toepassing wordt voorzien van motoren met grote omloopverhouding, die grote invloed uitoefenen op de stroming om het vliegtuig. In het verslagjaar kwam het berekeningsmodel voor de eigenschappen van een straal in een driedimensionaal niet-uniform stromingsveld gereed. Voorts werden berekeningen uitgevoerd voor verschillende vleugel/motor/straal-configuraties met behulp van de NLR-panelenmethode. Tevens werden windtunnelmetingen uitgevoerd ter evaluatie van deze berekeningen. De berekende straalinvloed op de vleugelliftverdeling bleek goed overeen te stemmen met de resultaten van metingen.

Transsone stromingen (stationair)

De door het NLR ontwikkelde methode voor de berekening van niet-viskeuze, driedimensionale transsone stromingen met schokgolven werd toegepast op een vleugelmodel (RAE Wing A). Bij de vergelijking van de resultaten van de berekening met de door het RAE experimenteel bepaalde gegevens werd een goede overeenkomst geconstateerd. Het theoretische model werd verbeterd, waarbij tegelijkertijd een verdere verfijning van de representatie van schokgolven werd verkregen.

De programmering van een methode voor de berekening van de niet-viskeuze transsone stroming met schokgolven om profielen welke gebaseerd is op de eindige-elementenmethode, kwam gereed.

Het experimentele onderzoek naar de interactie tussen een schokgolf en de grenslaag werd voortgezet. Met name werd de invloed onderzocht van de drukgradiënt na de schok op de structuur van de interactie. De resultaten van de metingen werden verwerkt.

Stromingen om profielen met kleppen

Het basisprogramma voor de berekening van de viskeuze stroming om profielen met kleppen werd verbeterd en uitgebreid. De exacte methode voor het berekenen van laminaire grenslagen en de methode Horton voor het berekenen van laminaire loslatingsbellen werden in het programma ingebouwd.

Instationaire stromingen

Het NLR heeft met de instationaire panelenmethode berekeningen uitgevoerd voor een vleugel met uitwendige lasten. Van ONERA werden de resultaten verkregen van experimenteel onderzoek waarbij de instationaire drukverdelingen voor diverse vleugel/last-combinaties zijn bepaald. Voor enkele in overleg met de ONERA vastgestelde configuraties werden de instationaire drukverdelingen berekend. De resultaten van de NLR-berekeningen kwamen goed overeen met de resultaten van de door ONERA verrichte metingen.

Het onderzoek aan een tweedimensionale vleugel met trillend roer in transsone stroming werd voortgezet met een analyse van de experimentele resultaten. Een rekenmodel werd opgesteld, waarbij een goede overeenkomst werd verkregen met de resultaten van het experimentele onderzoek. Tevens werden nieuwe windtunnelmetingen uitgevoerd aan een trillend model van een superkritiek profiel.

Het onderzoek naar het verschijnsel 'buffeting' werd voortgezet.

Aëro-akoestisch onderzoek

In de loop van het verslagjaar kwam de z.g. Kleine Anechoïsche Tunnel (KAT) gereed (zie Capita Selecta op blz. 31). In opdracht van het NIVR en in nauwe samenwerking met Fokker–VFW werd een programma uitgevoerd dat is gericht op de vermindering van de geluidsproduktie van bestaande (F28) en nog te ontwikkelen vliegtuigtypen. Daarbij werd onder meer de invloed van het interne stromingsveld nagegaan op de

geluidsemissie van motorinlaten die voorzien zijn van geluidabsorberende bekleding.

Ten slotte werd aandacht besteed aan het ontstaan en de samenstelling van het geluid in fanmotoren, de voortplanting van geluid door een kanaal, en de uitstraling van geluid door een inlaat.

Viskeuze effecten

Het NLR zette het theoretische en experimentele onderzoek aan driedimensionale grenslagen voort. Een begin werd gemaakt met het incorporeren van de grenslaagberekeningen in berekeningsmethoden voor het ontwerpen van geavanceerde profiel- en vleugelvormen. Voorts werd begonnen met het vergelijken van volledige driedimensionale grenslaagberekeningen, uitgevoerd voor een pijlvleugel, met quasi-tweedimensionale berekeningen waarbij de pijlvleugel oneindig lang is verondersteld. In de LST werden turbulentiemetingen in het zog en in het menggebied van het zog en de grenslaag van een model uitgevoerd.

Onderzoek m.b.t. de verbetering van het meten in windtunnels

Het NLR heeft zowel experimenteel als theoretisch onderzoek uitgevoerd ten behoeve van de verbetering van de kwaliteit van de nabootsing in de windtunnel van de werkelijke luchtstroming om het vliegtuig. Dit onderzoek was, onder andere, gericht op de invloed van het schaaleffect op de loslating van de stroming om vleugels in het transsone snelheidsgebied, alsmede op de normaalkrachtverdeling op slanke lichamen die onder een invalshoek in een supersone stroming zijn geplaatst.

Verder werd, in het kader van het onderzoek van de invloed van de tunnelomgeving op de meetresultaten, de tunnelwandinvloed in tunnels met spleetwanden onderzocht, waartoe vergelijkende metingen werden verricht in de Pilottunnel en in de LST 3×2. Een nieuw programma voor de berekening van de driedimensionale wandinvloed voor een meetplaats met vier spleetwanden kwam gereed.

Voorts werd een windtunnelonderzoek uitgevoerd aan een bestaand halfmodel met aangeblazen tunnelwandgrenslaag.

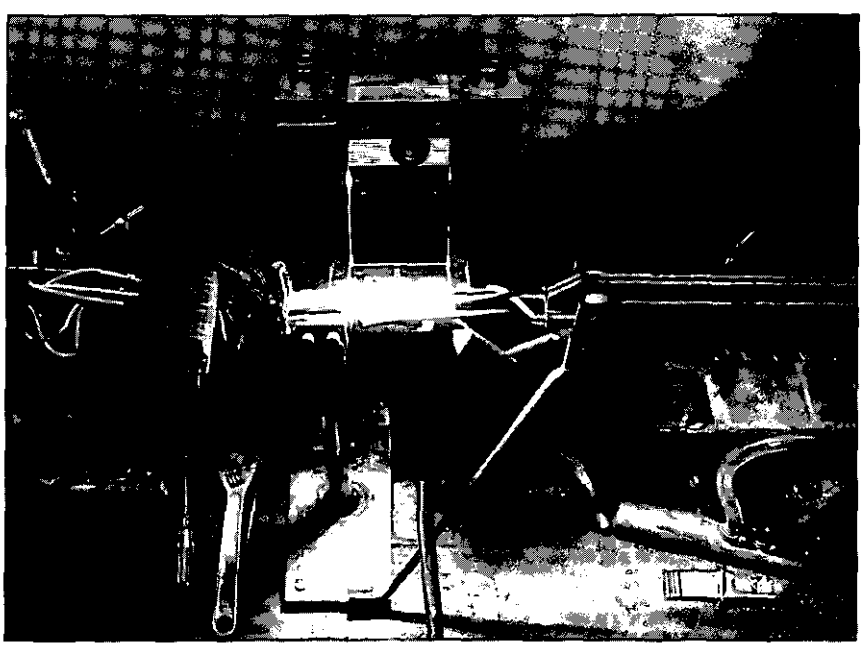
Ter vergelijking werd een overeenkomstig heel model gemeten. De analyse van de resultaten moet nog plaatsvinden.

Met behulp van de NLR-panelenmethode blijkt langs theoretische weg een goede voorspelling mogelijk van de interferentie die door de modelophanging in de HST wordt veroorzaakt.

Werkzaamheden ten behoeve van ontwikkelingsprojecten

In opdracht van het NIVR en in nauwe samenwerking met Fokker–VFW werden voorstudies verricht ten behoeve van de voorbereiding van een volgend vliegtuigproject. Deze studies hadden in het verslagjaar betrekking op de selectie van geavanceerde constructiemethoden en nieuwe materialen voor een vleugeltorsiedoos.

Theoretisch onderzoek werd verricht aan drukpanelen die zijn vervaardigd uit aluminium, titanium, of uit vezelversterkte materialen, eventueel in combinatie met metalen, z.g. menglaminaten. In het kader van de ontwikkeling van een vleugelconstructie in zulk menglaminaat als constructiemateriaal werden diverse vleugelproefstukken ontworpen en beproefd.



Beproeving van turbinebladen van straalmotoren door cyclische verhitting (ca. 1000°C).

Belastingen op luchtvaartuigen

De studie van methoden voor het bepalen van remousbelastingen die bij vliegtuigen optreden werd voortgezet. De vergelijkingen werden opgesteld voor een vliegtuigmodel met drie vrijheidsgraden voor de berekening van de vleugelbelasting en de zwaartepuntsversnelling ten gevolge van niet-stationaire remous. Berekeningen werden uitgevoerd ten behoeve van een vergelijking van ontwerpbelastingen welke zijn berekend volgens de 'Power Spectral Density' methode en de 'Statistical Discrete Gust' methode.

Voorts werden programma's opgesteld voor het analyseren en verwerken van gegevens betreffende vermoeiingsbelasting die met behulp van het AIDS-systeem in een B747-vliegtuig werden verzameld.

Een literatuurstudie werd uitgevoerd inzake de invloed van belastingverlagende hulpmiddelen, zogenaamde 'active controls', op de levensduur van een vliegtuigconstructie.

Statische sterkte en stijfheid van constructies

Het NLR-programma voor elasto-plastische berekeningen (PLASTIC) werd aangepast om een vergelijking met een ander programma mogelijk te maken. Voorts werd deelgenomen aan het testen van het ASKA III-2, een programmasysteem voor het uitvoeren van knikberekeningen van constructies. De deelneming aan de activiteiten van de associatie PROGEL (Programmasysteem Elementenmethode) werd voortgezet.

Kerftaaiheid en reststerkte

In het kader van het onderzoek naar de reststerkte van constructies met gebroken of beschadigde elementen werd het onderzoek van geklonken en gelijmde panelen voortgezet. Het proevenprogramma waarbij de reststerkte van panelen met gelijmde verstijvers werd onderzocht, werd voltooid. Dit onderzoek omvatte zowel scheurgroeiproeven als reststerkteproeven. Voorts werd een literatuuronderzoek verricht waarbij in het bijzonder de aspecten: beproevingsmethoden en metallurgische oorzaken van snelheidseffecten werden nagegaan, een en ander als onderdeel van het onderzoek naar de invloed van de belastingssnelheid op de reststerkte.

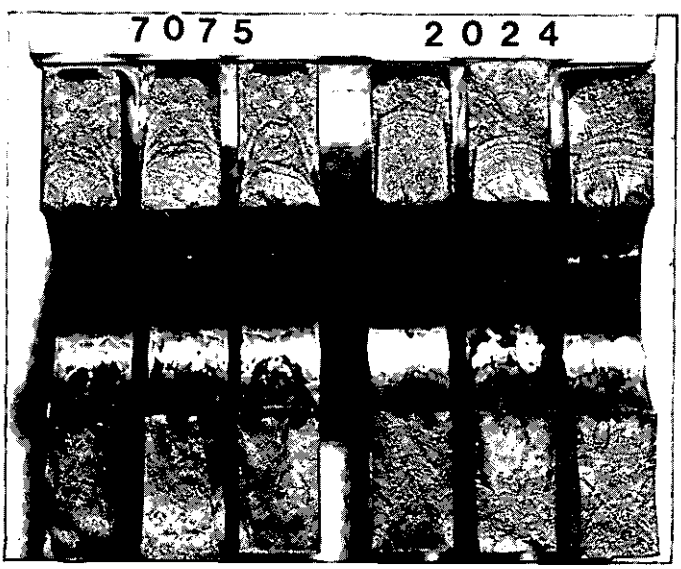
Ten behoeve van het onderzoek naar de plastische deformatie die bij scheuren optreedt, werd een aantal berekeningen en experimenten uitgevoerd. De overeenstemming tussen de berekende en de gemeten resultaten was bevredigend. Een rekenprogramma werd ontwikkeld voor de

berekening van de plastische deformatie bij een kerf en met name bij een scheurtip. Met behulp daarvan werd aangetoond dat, naast de effecten van 'crack opening' en 'crack closure', ook het optreden van scheurgroei een belangrijke invloed heeft op de spanningstoestand in de kerf. Het onderzoek naar de scheurweerstand van gelijmde verbindingen werd voortgezet met experimenten om de invloed van de kwaliteit van de voorbehandeling van het metaaloppervlak en de bestandheid van lijmverbindingen tegen water vast te stellen.

Ter bepaling van de spanningsintensiteit bij scheuren in beslaglippen werden met het programmasysteem ASKA berekeningen uitgevoerd voor enkele scheurconfiguraties, waarbij zowel de scheurdiepte als de scheurvorm werd gevarieerd.

Vermoeiing

In het verslagjaar kwamen de proeven gereed die werden uitgevoerd op proefstukken vervaardigd uit 2024-T3 materiaal ter bepaling van de omgevingsinvloed op de scheurgroei in dit materiaal. Hierbij bleek dat de scheurgroei in droge lucht langzamer en de scheurgroei in zout water sneller verloopt dan die in vochtige lucht. Voor de legering 7075-T6 verliep de scheurgroei opvallend sneller. en bij proefstukken vervaardigd uit dik ma-



Breukvlakken van beslaglippen na vluchtsimulatieproeven op verschillende soorten aluminiumlegeringen.

teriaal bleken de scheurgroeisnelheden 2 à 3 maal zo groot te zijn als die bij 2024-T3 materiaal.

Spanningscorrosie

Het onderzoek naar de elektrochemische aspecten van de spanningscorrosie bij aluminiumlegeringen werd voortgezet. Levensduurbepalingen en metingen van de scheurgroeisnelheid werden verricht op proefstukken vervaardigd uit 7075-materiaal in corrosieve media zoals NaJ, NaBr en NaCl en met potentiaalwaarden in het gebied van −0,3 V tot −1,4 V.

Voorts werd onderzoek uitgevoerd naar de waterstofbrosheid van hoogwaardig staal. Proeven werden verricht met het doel na te gaan of cadmeren van stalen delen in een bad van inferieure samenstelling blijvende schade kan veroorzaken.

Evaluatie van moderne constructiematerialen

Het onderzoek op het gebied van de moderne constructiematerialen is vooral gericht op die materialen waarmede een verdere vermindering van het constructiegewicht kan worden bereikt met behoud van de gewenste



Foto van borium-epoxy breukoppervlak (120× vergroot), gemaakt met behulp van de rasterelektronenmicroscoop. Deze foto werd gemaakt in het kader van de studie van breukmechanismen bij composietmaterialen.

sterkte- en scheurtolerantie-eigenschappen. Onderzoek naar de invloed van variaties in de warmtebehandeling werd verricht op proefstukken vervaardigd uit de smeedlegering 7050. Spanningscorrosieproeven werden uitgevoerd ter bepaling van de scheurinitiatietijd en de scheurgroeisnelheid, en voorts werden reststerkteproeven verricht en vermoeiingsproeven onder gesimuleerde vluchtcondities. De legering 7050 bleek in het algemeen superieure eigenschappen te bezitten in vergelijking met de eerder onderzochte aluminium-smeedlegeringen 7079, DTD5024 en AZ 74.61.

De reststerkteproeven op plaatmateriaal van de nieuwe legering 7475 werden voltooid. Voorts werden hiervan de scheurgroei-eigenschappen bepaald onder gesimuleerde vluchtcondities.

Het onderzoek naar de eigenschappen van titaniumlegeringen werd voortgezet met het uitvoeren van vluchtsimulatieproeven op proefstukken vervaardigd uit de legering Ti-6Al-4V. Een begin werd gemaakt met de bestudering van de breukmechanismen in het IMI-550 en IMI-551 smeedmateriaal.

De studie van breukmechanismen bij composietmaterialen omvatte onderzoek van de trekbreuk van borium- en koolstofcomposieten. Begonnen werd met een breukvlakonderzoek met behulp van de rasterelektronenmicroscoop.

2.4 Vliegtuigen

Werkzaamheden ten behoeve van ontwikkelingsprojecten

In het verslagjaar hadden de werkzaamheden voor een belangrijk deel betrekking op het verlenen van assistentie aan Fokker–VFW bij de vliegbeproeving ten behoeve van de certificatie van het Fokker F28 Mk6000- en het F28 Mk4000-vliegtuig.

Zo werden met het F28 Mk6000-vliegtuig onder meer overtrekproeven uitgevoerd om het grenslaaggedrag op de vleugel tijdens de vlucht nader te bestuderen, alsmede 'ijsvluchten' waarbij de invloed zowel van natuurlijke als van gesimuleerde ijsopbouw op de vleugel werd onderzocht, en voorts metingen ter bepaling van de 'minimum control speed'.

Om de vliegtuigprestaties te bepalen werden eveneens stationaire stijgvluchten en afgebroken starts uitgevoerd, en tijdens diverse meetvluchten werden metingen verricht ten behoeve van de certificatie van de stuurautomaat, het ontijzingssysteem en een nieuw type pitotbuis.

Ten slotte werden enige evaluatievluchten uitgevoerd met een 'ground-proximity warning system'.

Op het vliegveld van Granada in Spanje werd assistentie verleend bij geluidsmetingen aan het Fokker F28 Mk4000-vliegtuig. Voorts werden voor de certificatie van dit type eveneens stationaire stijgvluchten en afgebroken starts uitgevoerd, evenals kruisprestatiemetingen en temperatuurmetingen aan het remsysteem. Tijdens diverse meetvluchten werden onder meer de aërodynamische weerstand van het vliegtuig bij de uitloop na de landing, de langsstabiliteit, en de invloed van de grenslaag op het pitotsysteem bepaald.

Wederom werd door het NLR assistentie verleend bij de controlemetingen van prestaties en vliegeigenschappen van F28- en F27-serievliegtuigen, zowel voor de certificatie van bovengenoemde versies van het F28-vliegtuig als ten behoeve van speciale klanteneisen voor beide typen.

Evenals in voorgaande jaren werden de verwerking van de meetgegevens en de toezending van de resultaten van de metingen aan Fokker–VFW geheel volgens de planning uitgevoerd.

Voorts werd er een begin gemaakt met de instrumentatie van het F27-serievliegtuig F83, dat dienst zal doen als prototype voor de maritieme patrouille versie van de F27, de z.g. F27–MPA. Het vliegproevenprogramma zal in 1976 worden uitgevoerd.

In opdracht van het NIVR en in nauwe samenwerking met Fokker–VFW werden in het kader van het programma 'Aanloopfase Nieuw Project' (ANP) studies en onderzoekingen uitgevoerd op het gebied van moderne besturingssystemen. Met name werd onderzocht of deze besturingssystemen geschikt zijn voor toepassing op verkeersvliegtuigen voor de korte afstand.

Zo werd een literatuurstudie verricht naar de uitvoering en het gebruik van 'Direct Lift Control' (DLC).

Ook werd een onderzoek ingesteld naar verschillende uitvoeringsvormen van moderne kunstmatige stabilisatiesystemen voor een vliegtuig dat is voorzien van een superkritieke vleugel.

Voorts werd onderzoek verricht naar de bruikbaarheid van zogenaamde hybride-besturingssystemen, waartoe het probleem van het aërodynamisch sommeren bij besturingssystemen werd bestudeerd.

Ook werd een onderzoek verricht naar de mogelijke prestatiewinst welke is te behalen door de toepassing van een verminderde aërodynamische stabiliteitsmarge bij een vliegtuig, met compensatie door kunstmatige stabilisatie.

Ten slotte werd onderzocht of door toepassing van automatische regelsystemen het comfort bij vliegen in turbulente lucht kan worden verbeterd. Uit de bestudering van verschillende klepsystemen bleek dat een

reductie van 50% van de verticale versnelling in het vliegtuigzwaartepunt, die bepalend is voor de mate van comfort die door de passagier wordt ervaren, kan worden bereikt (zie ook de Capita Selecta op blz. 39).

Stabiliteit en besturing

Het NLR heeft in 1975 het onderzoek gericht op de ontwikkeling van ontwerpcriteria voor moderne besturingssystemen voortgezet.

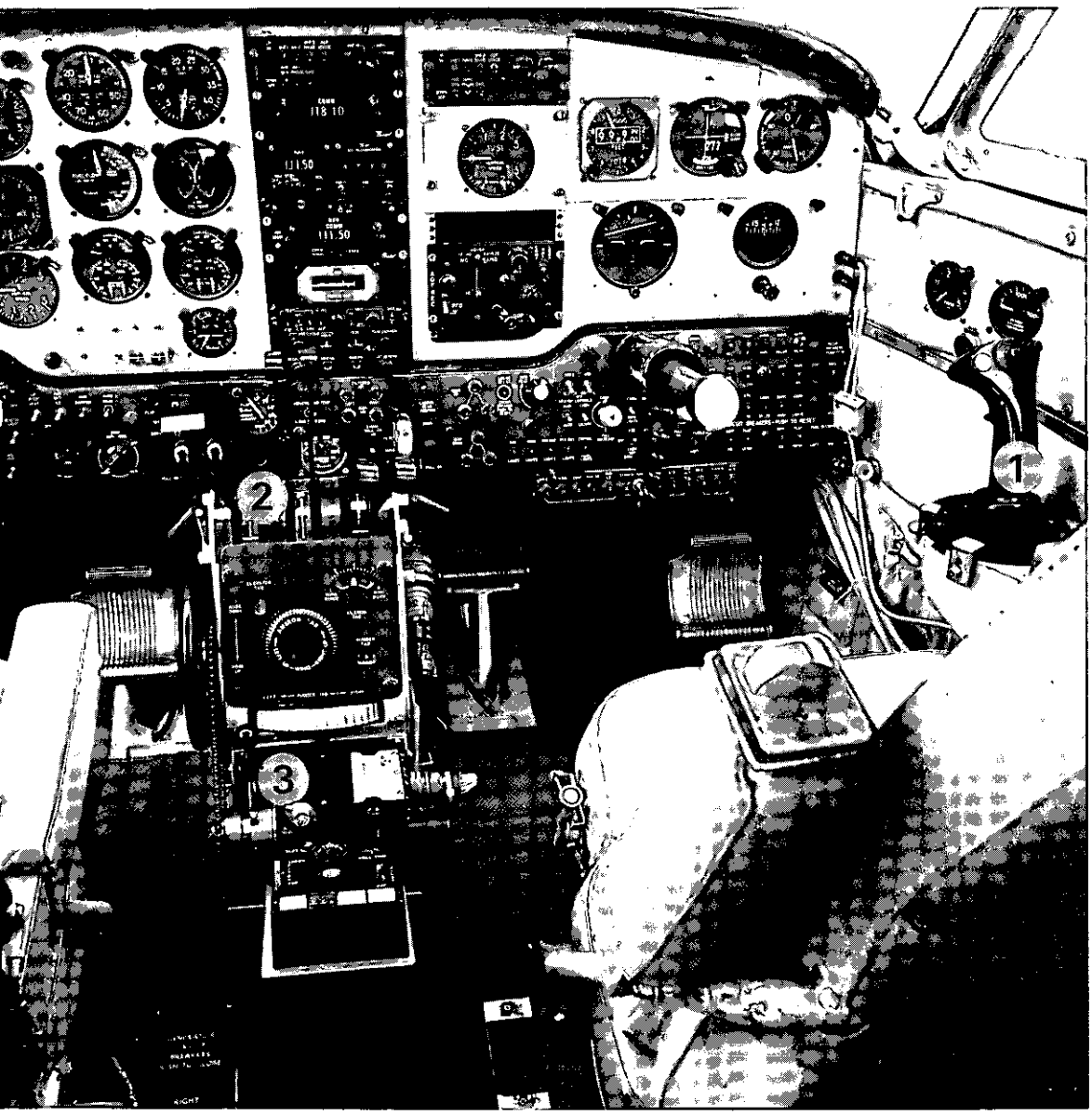
Een vliegproevenprogramma werd uitgevoerd om te bepalen welke eigenschappen gewenst zijn voor kunstmatig gegenereerde stuurkrachtstabiliteit voor een vliegtuig dat is uitgerust met een standhoekbesturingssysteem. Het Queen Air laboratoriumvliegtuig werd hiertoe uitgerust met een speciaal voor dit doel ontwikkeld hoeksnelheidscommando–standstabilisatie besturingssysteem met instelbare kunstmatige stuurkrachtstabiliteit. Er werden vijf proefvluchten uitgevoerd waarin de te onderzoeken configuraties en de daarbij behorende stuurgevoeligheden werden geëvalueerd. Vervolgens hebben vier vliegers, tijdens acht geslaagde meetvluchten, elk 16 ILS-naderingen uitgevoerd ter evaluatie van het systeem.

Over de NLR-activiteiten op het gebied van het bepalen van de beschrijvende functie voor vliegers die een standboekbesturingstaak uitvoeren, werd een rapport opgesteld.

In het kader van de samenwerking tussen de DFVLR en het NLR werd een tweede serie vliegproeven uitgevoerd met het HFB 320 Hansa-vliegtuig van de DFVLR. Deze vliegproeven hadden tot doel de bepaling van de beschrijvende functies van de vlieger en frequentiekarakteristieken van het besturingssysteem. Er werden acht vluchten uitgevoerd door vliegers van NLR en DFVLR.

De studie van de mogelijkheden van vertraagde naderingen ter vermindering van de geluidshinder op de grond werd voortgezet. De simulatieproeven die op de vaste vluchtnabootser zijn uitgevoerd werden uitgewerkt. Vervolgens werd een simulatieproef op de vluchtnabootser met bewegende stuurhut uitgevoerd door acht vliegers die elk 42 naderingen hebben gevlogen. Met de uitwerking van de meetgegevens werd een begin gemaakt.

In het kader van dit onderzoek werd een oriënterend vliegproevenprogramma met het eerdergenoemde HFB 320 Hansa-vliegtuig uitgevoerd. In totaal werden 25 vertraagde naderingen in vijf meetvluchten door twee vliegers van de DFVLR respectievelijk van het 'Luftfahrtbundesamt' gevlogen. Tijdens dit onderzoek werden twee configuraties onderzocht.



Stuurhut van het Queen Air laboratoriumvliegtuig uitgerust voor proeven met een standhoekregelsysteem en een z.g. 'side stick' stuurkolom. 1: side stick; 2: gashandels; 3: automatische triminstallatie.

De werkzaamheden op het gebied van de vliegmechanica en het gebruik van helikopters en V/STOL-vliegtuigen hadden voornamelijk betrekking op de vliegeigenschappen van steil naderende vliegtuigen, het opstellen van een prestatieberekeningsprogramma voor helikopters, en onderzoekingen betreffende systemen van helikopters.

Ook werd een begin gemaakt met de ontwikkeling en de programmering van een prestatieberekeningsprogramma voor helikopters, en onderzoekingen betreffende systemen van helikopters.

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

Het onderzoek gericht op de bepaling van de prestaties en vliegeigenschappen in niet-stationaire vlucht werd voortgezet.

In nauwe samenwerking tussen de Afdeling der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TH Delft, de DFVLR en het NLR werd voortgegaan met de voorbereiding van het researchprogramma voor de bepaling van de prestaties en vliegeigenschappen voor de symmetrische en asymmetrische bewegingen van het Beaver-vliegtuig van de VTH-Delft door metingen in niet-stationaire vlucht. De werkzaamheden hadden onder meer betrekking op het ontwerp van het hydraulische besturingssysteem voor de Beaver, de ontwikkeling van een digitaal simulatieprogramma, en de bepaling van de traagheidsmomenten van het Beaver-vliegtuig.

Het onderzoek naar de verbetering van methoden voor het bepalen van vliegbanen en van start- en landingsprestaties door meting aan boord van het vliegtuig werd met kracht voortgezet.

Ten behoeve van de ontwikkeling van een prototype-meetsysteem voor baan- en prestatiemetingen, gebaseerd op het Litton LTN-58 traagheidsplatform, werd een proevenprogramma in een F27-serievliegtuig uitgevoerd. Voorts werden overeenkomstige metingen met het LTN-58 platform uitgevoerd zowel in het Queen Air als in het Hunter laboratoriumvliegtuig. De resultaten van de metingen worden geanalyseerd.

Uit een onderzoek is gebleken dat met behulp van de Terminal Approach Radar (TAR 2) op Schiphol de bepaling van de vliegbaan van vliegtuigen ten behoeve van geluidshinderonderzoek kan worden uitgevoerd. De methode zal verder worden geëvalueerd.

De werkzaamheden ten behoeve van het samenstellen van een nieuw deel van 'AGARD Flight Test Instrumentation Series' betreffende het meten van verplaatsingen en hoekverdraaiingen werden voortgezet.

Naderingsvlucht en landing

De deelneming aan de werkzaamheden van het 'All Weather Operations Panel' (AWOP) en het 'Obstacle Clearance Panel' (OCP), beide werkgroepen van het ICAO, werd in opdracht van de RLD voortgezet.

In het kader van het AWOP werd ten behoeve van een Nederlandse bijdrage een studie verricht over de minimaal toelaatbare afstand van twee DME-bakens in een MLS-systeem, die in hetzelfde kanaal en in dezelfde frequentie uitzenden.

Voorts werd een begin gemaakt met de evaluatie van de drie voorstellen die respectievelijk door de V.S., Engeland en Duitsland bij de ICAO zijn ingediend voor microgolflandingssystemen ter vervanging van de huidige ILS.

Op het terrein van de luchtvaartmeteorologie werd voortgegaan met de verwerking van de windmetingen die met behulp van de meetmast te Cabauw zijn verricht. Met behulp van de 'KNMI-zichttabellen' is een gegevensbestand afgeleid, waarmee deelselecties uit het totale 'windbestand' kunnen worden gemaakt voor een gegeven mistsituatie. Het onderzoek heeft tot doel de vlieger nauwkeuriger gegevens te verschaffen over de gesteldheid van de atmosfeer bij het uitvoeren van de nadering en landing.

Een begin werd gemaakt met de bestudering van gegevens afkomstig van de AIDS-apparatuur aan boord van KLM-vliegtuigen, teneinde na te gaan hoe deze gegevens kunnen worden gebruikt voor de bepaling van windschering tijdens de naderingsvlucht.

De werkzaamheden voor het OCP omvatten ondermeer de deelneming aan vergaderingen van de werkgroepen van het OCP. Een in Engeland opgesteld rekenmodel, waarmee het hoogteverlies van vliegtuigen tijdens de doorstart bepaald kan worden, werd besproken. Door het NLR werd hiervoor een discussiestuk opgesteld.

Voorts werden de nieuwe 'Obstacle Assessment Surfaces' voor Categorie I en Categorie II ILS-naderingen besproken. Bij de berekening van deze 'Obstacle Assessment Surfaces' bestaat behoefte aan gegevens met kleine stapgrootte voor de verschillende van belang zijnde variabelen. Een NLR-voorstel om deze gegevens door de computer in boekvorm te laten genereren werd aangenomen. Een eerste proefdruk hiervan kwam gereed en werd besproken.

Uitrusting van vliegtuigen

Het onderzoek naar het gedrag van de vlieger bij het uitvoeren van zijn taak tegen de achtergrond van werkbelasting en werkomgeving werd voortgezet.

Het rekenprogramma dat een beschrijving geeft van het bewakings- en besturingsgedrag van de vlieger kwam gereed. Een werkbelastingsmodel dat verband houdt met de systeembewaking werd ontwikkeld. Eveneens kwam een rekenprogramma gereed voor het beslissingsgedrag van de vlieger. Na de integratie van bovengenoemde programma's werden voorbereidingen getroffen voor een experimenteel onderzoek op de vaste vluchtnabootser.

Voor het meten van enkele fysiologische kenmerken van de vlieger (hartslag, ademhaling, huidweerstand) werd in samenwerking met IZF–TNO meetapparatuur ontworpen, waarmee enkele proefvluchten in het Queen Air laboratoriumvliegtuig werden uitgevoerd. Ervaringen betreffende fysiologische metingen werden uitgewisseld met medewerkers van andere instituten, o.a. in de V.S.

Luchtverkeersleidingsaspecten

In het verslagjaar werd wederom intensieve medewerking verleend aan de RLD bij de ontwikkeling en de introductie van het nieuwe verkeersleidingssysteem SARP op Schiphol. De werkzaamheden hadden o.a. betrekking op het baanberekeningsmodel voor SARP II. Programmatuur werd ontwikkeld voor de verwerking van door Eurocontrol te Maastricht verrichte metingen van vliegbanen van 2500 vliegtuigen. De resultaten zullen worden gebruikt in het eerdergenoemde baanberekeningsmodel. Een tweede studie betrof de verdere ontwikkeling van een methode voor conflictdetectie bij het overvliegen van de TMA (terminal area).

Programmatuur werd ontwikkeld, onder meer voor het bepalen van de minimumafstand tussen twee vliegtuigen met kruisende vliegbanen. Voorts werd een onderzoek ingesteld naar de doelmatigheid van het vliegtuiggebruik. Een begin werd gemaakt met het opstellen van een model waarmee het brandstofverbruik van vliegtuigen kan worden berekend bij verschillende verkeersleidingsprocedures. Van een aantal vliegtuigtypen werden gedetailleerde prestatiegegevens verzameld ten behoeve van dit model.

De SATCO-vliegplangegevens ten behoeve van de statistiek van het luchtverkeer werden wederom verwerkt en gerapporteerd.

De werkzaamheden in opdracht van de RLD die betrekking hebben op het bepalen van de geluidshinder door vliegtuigen in de omgeving van luchthavens worden gerapporteerd op blz. 73.

In opdracht van de RLD werd wederom deelgenomen aan de werkzaamheden van het 'Review of the General Concept of Separation Panel' (RGCS) van de ICAO en van de 'North Atlantic Systems Planning Group' (NAT/SPG). Ten behoeve van Werkgroep C van het RGCS-Panel werden hoogtegegevens geanalyseerd die door DFVLR waren gemeten.

Ter voorbereiding van vergaderingen van Werkgroep C en van het Eurocontrol NAV/SEP-Panel werden bestudeerd de onderwerpen: verticale separatie, 'target levels of safety', en de gevolgen van het ingrijpen van verkeersleiders.

In het kader van de werkzaamheden van het RGCS-Panel werd voorts een theoretische studie uitgevoerd naar de invloed van de lengte van het vliegtraject tussen twee bakens op de botsingskans van vliegtuigen. Ten behoeve van de NAT/SPG werd een memorandum opgesteld over 'Minimum Navigation Performance Specification'.

Een model werd opgesteld voor de berekening van het botsingsrisico van snelle militaire vliegtuigen met civiele vliegtuigen, die onder VFR-omstandigheden opereren.

Een literatuuronderzoek werd verricht naar de gevolgen van het optreden van tipwervels op luchthavens. Voorts werd een bezoek gebracht aan de FAA om de ervaring met de aldaar gebruikte systemen te bespreken. De conclusie van het onderzoek is dat tipwervels goed detecteerbaar zijn, en dat een waarschuwingsinstallatie in het naderingsgebied wellicht zinvol kan zijn. Het onderzoek wordt voortgezet.

Het door het NLR ontwikkelde simulatiemodel van grondverkeerssystemen betreffende vliegtuigen op luchthavens werd verder geëvalueerd. Op Schiphol werden verschillende metingen uitgevoerd, en een 'verkeerssample' dat betrekking heeft op de komende jaren werd voor Schiphol samengesteld.

Het onderzoek dat in opdracht van de RLD wordt verricht naar de mogelijkheden ter verbetering van de nauwkeurigheid van de controle- en ijkprocedures van radionavigatie- en landingshulpmiddelen werd gecontinueerd.

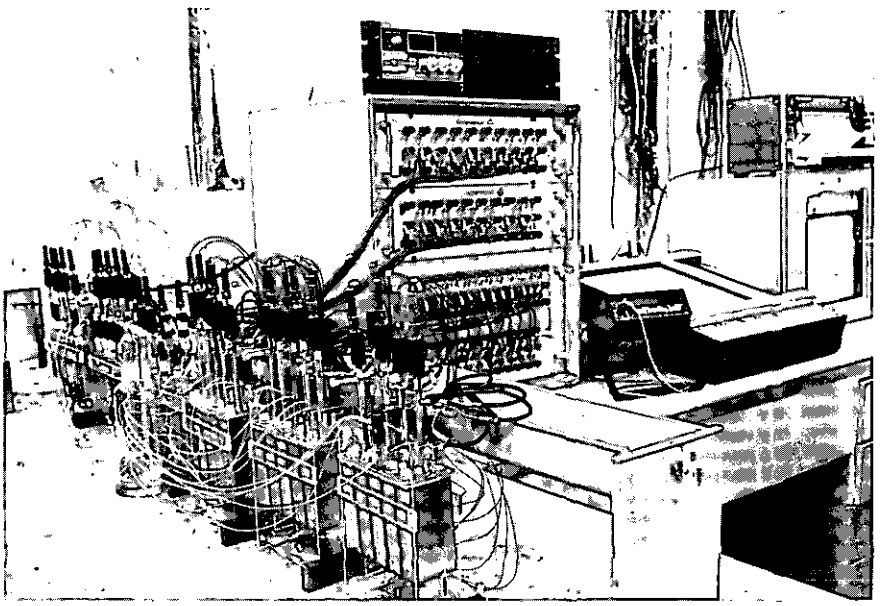
Medewerkers van RLD en NLR brachten een bezoek aan de FAA in de V.S. waar kennis werd genomen van de huidige en toekomstige FAA-methoden voor inspectie en calibratie van op de grond geplaatste radionavigatie- en landingshulpmiddelen.

Goede voortgang werd gemaakt met de opzet van een nieuw meet- en registratiesysteem voor bovengenoemd doel. Begonnen werd met de ontwikkeling van het meetsysteem en met het onderzoek van het multi-DME-plaatsbepalingssysteem. Met het opstellen van de verwerkingsprogramma's voor de analyse van de meetresultaten van laatstgenoemd systeem werd goede voortgang gemaakt.

Een rapport werd opgesteld ten behoeve van de Directie Luchtverkeersbeveiliging van de RLD, waarin een uitgebreid overzicht wordt gegeven van diverse meet- en calibratiesystemen voor navigatie- en landingshulpmiddelen met hun specifieke voor- en nadelen.

Overige werkzaamheden

In opdracht van de RLD werd, naar aanleiding van een ongeval met een helikopter, een onderzoek uitgevoerd naar de betrouwbaarheid van bepaalde systemen voor controle op het ontstaan en de aanwezigheid van vermoeiingsscheuren.



Opstelling voor corrosie-beproeving van NiCd-batterijen.

Werkzaamheden ten behoeve van ontwikkelingsprojecten

In het kader van het Europese ruimtevaartprogramma werd medewerking verleend aan studies en onderzoekingen ten behoeve van projecten die in het ESA-programma zijn opgenomen.

De ontwikkeling van een model voor de berekening van de aërodynamische en magnetische stoorkoppels op satellieten, met name voor de ESRO-1A satelliet, werd voortgezet. Enkele berekeningen werden gemaakt met behulp van meetgegevens van bepaalde baangedeelten van de ESRO-1A satelliet. Een aanvullend onderzoek zal worden uitgevoerd.

Het onderzoek naar de chemische, elektrochemische, en spanningscorrosie-eigenschappen van deksels voor NiCd-batterijen werd voortgezet.

Voorts werden in opdracht van de ESA rekmetingen verricht aan de grote vacuümkamer van ESTEC te Noordwijk. In samenwerking met de TPD werd in opdracht van de ESA een studie aangevangen betreffende de standbepaling van satellieten met behulp van de z.g. 'star mapper' die door de TPD werd ontwikkeld. Het NLR is daarbij verantwoordelijk voor de ontwikkeling van de programmatuur voor de standreconstructie en voor de simulatie van het systeem.

Aan Fokker–VFW werd assistentie verleend bij het thermische ontwerp van de ISEE-B-satelliet. Een computerprogramma werd opgesteld waarmee de warmtetransportcoëfficiënten in een willekeurig knopennetwerk kunnen worden berekend.

Medewerking werd verleend aan de review van het concept van de Ariane-draagraket. NLR-medewerkers namen deel aan de 'Review group' voor het algemene ontwerp, het elektrische systeem en het traagheidsgeleidingssysteem. Ook werd deelgenomen aan de 'Design Review' van de software voor de 'on board' computer van de Ariane-draagraket.

Nationale projecten

Zoals in voorgaande jaarverslagen uitvoerig is toegelicht, verzorgt het NLR in opdracht van het ICANS de zogenaamde ANS-grondoperaties (AGO). Dit omvatte de ontwikkeling van een pakket computerprogramma's voor de bediening vanaf de grond van de satelliet en het geven van opdrachten aan de meetapparatuur die zich aan boord bevindt; voorts de verwerking en presentatie van de meetgegevens in een door de astronomen gewenste vorm.

Het NLR-projectteam dat sinds medio 1973 in het European Space Operations Centre (ESOC) is gestationeerd, heeft na de lancering van de ANS medio 1974 in samenwerking met ESOC-personeel met goed gevolg de grondoperaties uitgevoerd.

Tijdens deze operaties werden, naast de dagelijks terugkerende werkzaamheden ten behoeve van de operatie van de satelliet, wijzigingen en verbeteringen aangebracht in de software van het grondsysteem en de boordcomputer. In december 1975 werden de vanuit het ESOC te Darmstadt uitgevoerde operaties beëindigd.

In verband met belangrijke astronomische ontdekkingen verkregen met de ANS zal echter begin 1976 nog een extra meetcyclus worden uitgevoerd die vanuit het ESOC door het NLR-projectteam zal worden verzorgd.

In het kader van de door het NIVR uitgegeven 'Preliminary Definition Study' voor de Infrarood Astronomische Satelliet (IRAS) werd in opdracht van het industrieel consortium ICIRAS (Fokker–VFW en Hollandse Signaal Apparaten HSA) door het NLR een aantal studies en onderzoekingen verricht.

Deze hadden onder meer betrekking op de grondoperaties, grondtestuitrusting, de 'on board' software, standregeling, baanstudies, e.d. Tevens werden voorstellen gedaan voor de activiteiten van het NLR in het kader van de ontwikkeling en het gebruik van de IRAS-satelliet in de komende jaren.

In opdracht van het NIVR werd ten behoeve van het ARTISS-projectvoorstel (ARTISS is een satelliet voor aardobservatie) een oriënterende studie uitgevoerd met betrekking tot de toepassingsmogelijkheden van het zogenaamde 'elektronische slot' voor de beveiliging van de gegevens die door de satelliet worden uitgezonden.

Voorts werd assistentie verleend aan de Rijksuniversiteit van Groningen bij het onderzoek van het standregelsysteem van het 'BIRAP'-platform, dat met behulp van een ballon omhoog wordt gebracht voor infraroodobservatie van de hemel.

Speurwerk op het gebied van de ruimtevaarttechniek

Het programma van speurwerk op het gebied van de ruimtevaarttechniek wordt in nauw overleg met het NIVR en de Subcommissie voor Ruimtevaarttechniek van de Wetenschappelijke Commissie NLR–NIVR opgesteld, en deels uitgevoerd in opdracht van het NIVR en deels in eigen beheer.

Het thermisch vacuümonderzoek aan materialen en constructies werd voortgezet met de bestudering van de eigenschappen van diverse materialen en oppervlakken aan de hand van proefplaatjes.

Het theoretische onderzoek naar het warmtetransport door zogenaamde thermische dekens (superisolatie) die in ruimtevoertuigen worden toegepast, werd voortgezet. In dit kader werd een onderzoek ingesteld naar de warmtestromingsverschijnselen tengevolge van gasafgifte in de superisolatie bij lage drukken. Voorts werd de stralingsoverdracht berekend bij aanwezigheid van perforaties in het dekenmateriaal.

Begonnen werd met een literatuuronderzoek betreffende de warmtegeleiding van composietmaterialen.

Voorbereidingen werden getroffen voor het langs experimentele weg bepalen in de vacuümkamer van de warmtegeleidingscoëfficiënt van 'Carbon-Fibre Reinforced Plastic' (CFRP). Een bestaande meetopstelling werd aangepast en vervolgens werden de eerste metingen uitgevoerd. De resultaten werden verwerkt in een ontwerp voor een definitieve meetopstelling.

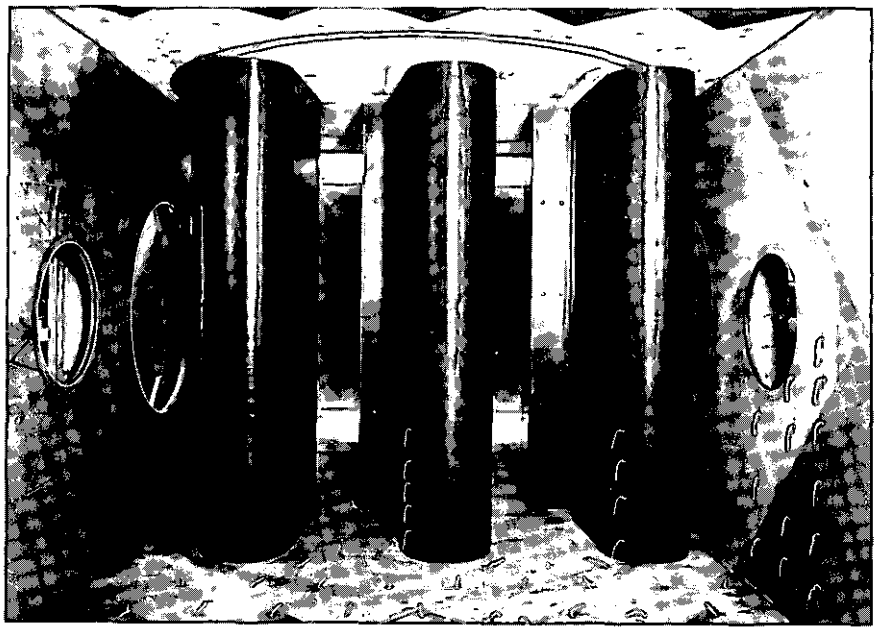
De theoretische studie van het warmteoverdrachtsprobleem van draaiende lagers in vacuüm werd, zij het met lage prioriteit, voortgezet.

Het onderzoek van verschillende systemen voor digitale standregeling van satellieten omvatte de toepassing van de optimale regeltheorie en toestandschatting op een aantal autonome, lineaire, kwadratisch-geoptimaliseerde systemen. Op basis van de resultaten van dit onderzoek, werd een nieuw standregelalgorithme voor de ANS in de 'scan mode' ontwikkeld en geprogrammeerd. Het werd gedurende een aantal omlopen van de ANS beproefd, waarbij bleek dat de verwachte verbeteringen volledig waren bereikt.

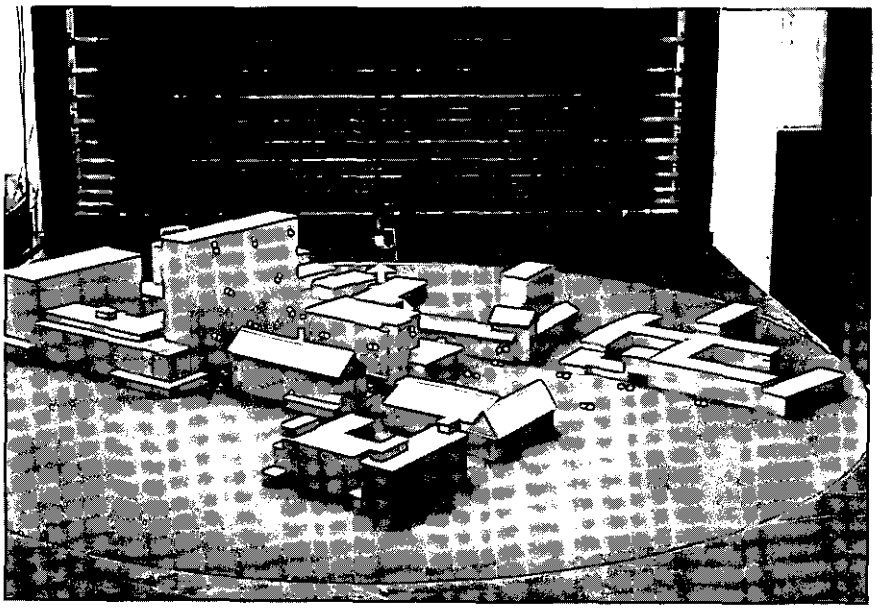
In het kader van het onderzoek van filtertechnieken voor de baan- en standbepaling van satellieten werd ten behoeve van een computersimulatie een modelprobleem geformuleerd, uitgaande van een satelliet in een één-assige 'scan'-beweging. Met de ontwikkeling van het computerprogramma werden goede vorderingen gemaakt en de eerste resultaten voor het Kalman-filter werden reeds verkregen.

Ten behoeve van een verbetering van de dynamische testmethode voor satellieten op de triltafel werd een literatuurstudie verricht.

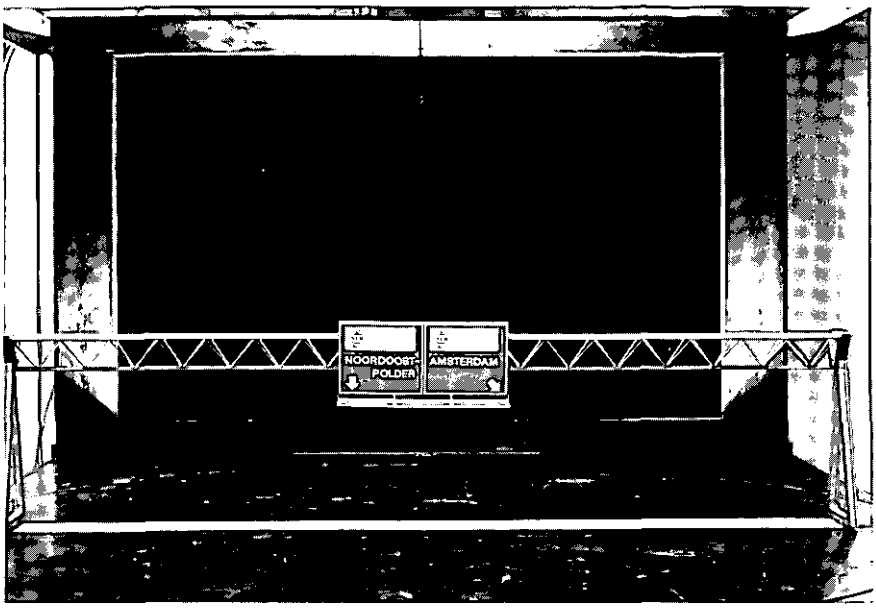
Door het Goddard Space Flight Centre in de V.S. zijn dynamische berekeningen uitgevoerd aan de ANS in combinatie met de derde trap van de Scout-raket. Deze raket–satelliet combinatie zal als uitgangspunt worden gekozen voor bestudering van mogelijke verbeteringen in de dynamische testmethode.



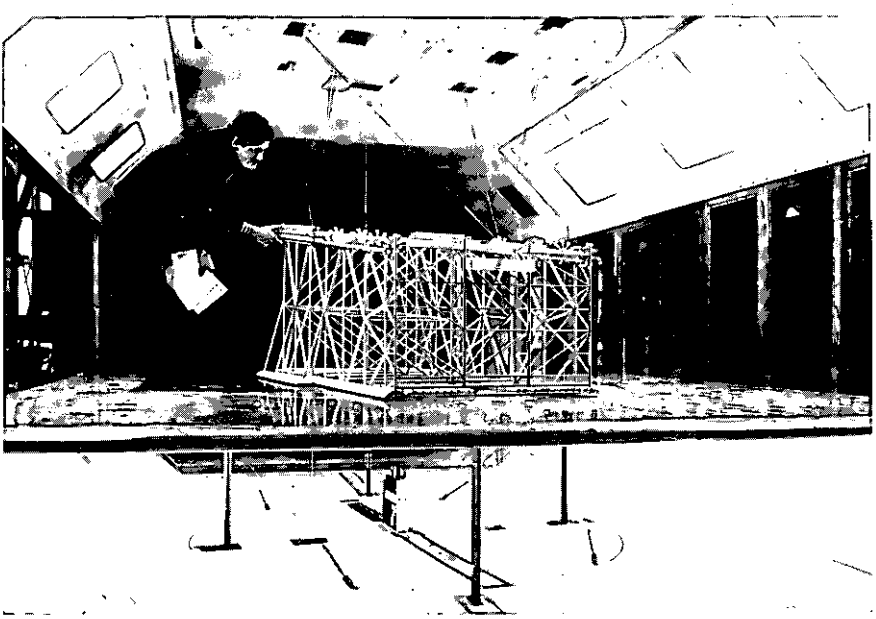
Onderzoek in de hoge-snelheidstunnel HST aan een model van een doorlaatcaisson in het kader van een studie naar afsluitmiddelen voor de Oosterschelde.



Onderzoek in de lage-snelheidstunnel LST 2×1,2 aan een model van het Medisch Verzorgingscentrum voor het Academisch Ziekenhuis Groningen. Aan dit model zijn de mate van windhinder voor voetgangers, de winddrukken op het ventilatiesysteem en de afvoergasverspreiding bepaald. Op de achtergrond is het stangenrooster zichtbaar waarmee het natuurlijke windsnelheidsprofiel in de meetplaats is nagebootst.



Onderzoek in de lage-snelheidstunnel LST 2 × 1,2 naar de windbelasting op een verkeersportaal met borden van verschillende typen en afmetingen.



Onderzoek in de lage-snelheidstunnel LST 3 × 2 naar de windbelasting op een model van een zeer groot boorplatform (180 m hoog) t.b.v. oliewinning op de Noordzee. De hier afgebeelde configuratie stelt het bovenwatergedeelte van het platform voor tijdens de sleepreis naar het productieveld. De resultaten dienen voor het vaststellen van het benodigde sleepvermogen en voor het bepalen van de stabiliteitseigenschappen.

2.6 Onderzoekingen op het gebied van milieutechnologie en energievoorziening

Windproblemen en luchtverontreiniging

Wederom werden diverse opdrachten ontvangen voor het onderzoeken van problemen die niet op het terrein van de lucht- en ruimtevaart liggen, maar waarbij door het NLR zinvolle bijdragen kunnen worden geleverd op grond van de speciale kennis, ervaring en/of apparatuur waarover het laboratorium beschikt. Het merendeel van deze problemen heeft betrekking op windbelastingen op constructies zoals gebouwen en gebouwencomplexen, windhinder in stadswijken met hoogbouw en de verspreiding van gasvormige afvalprodukten in de atmosfeer. Met name kunnen genoemd worden:

- onderzoek van wind- en tochthinder bij het complex Hoog Catharijne te Utrecht
- onderzoek naar de winddrukken op het geplande Kurhaus te Scheveningen
- onderzoek van windhinder rond het gebouw van de Dienst voor de Zuiderzeewerken te Lelystad
- windtunnelonderzoek aan het Academisch Ziekenhuis te Groningen
- onderzoek van ventilatie-problemen bij de Hoogovens
- onderzoek van het windklimaat op en van de rookverspreiding over het voorschip bij een fregat van de Koninklijke Marine
- bepaling van de windbelasting op een duwvaartcombinatie
- bepaling van de windbelasting op verkeersportaalconstructies.

In opdracht van Rijkswaterstaat werd trillingsonderzoek verricht aan de bruggen te Schalkwijk, Ewijk en Nieuw-Vossemeer. In samenwerking met het Waterloopkundig Laboratorium werden in het kader van het onderzoek dat door RWS wordt uitgevoerd naar afsluitmiddelen van de Oosterscheldedam windtunnelmetingen verricht, teneinde informatie te verkrijgen over de statische en dynamische belastingen op de z.g. roosterbalken. Tevens werden aërodynamische berekeningen uitgevoerd om een juiste profielvorm van tolkleppen te verkrijgen. De resultaten stemden goed overeen met de resultaten van metingen die bij het Waterloopkundig Laboratorium waren uitgevoerd. Ook werd trillingsonderzoek uitgevoerd aan een verkeersportaalconstructie en aan een hoogspanningsmast.

De studie op het gebied van de luchtverontreiniging die wordt veroorzaakt door vliegtuigen en autoverkeer op en om luchthavens, werd voortgezet.

Resultaten van uitgevoerde berekeningen voor de Luchthaven Schiphol tonen aan dat de bijdragen tot de luchtverontreiniging door vliegtuigen en door het autoverkeer van gelijke orde van grootte zijn. In opdracht van het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne zullen deze berekeningen voor Schiphol worden voortgezet.

Onderzoek i.v.m. geluidshinder veroorzaakt door vliegtuigen

In 1975 werden in opdracht van de Rijksluchtvaartdienst, de Koninklijke Luchtmacht en het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne veel studies verricht met het doel de geluidshinder in de omgeving van civiele en militaire vliegvelden te bepalen, en mogelijkheden aan te geven om deze hinder te beperken.

Het door het NLR ontwikkelde rekenmodel voor de bepaling van de geluidsbelastingscontouren werd op een aantal punten verfijnd en uitgebreid. Nieuwe gegevens werden ingevoerd en de nauwkeurigheid werd vergroot.

Het onderzoek van de geluidshinder was in de civiele sector vooral gericht op de bepaling van de lawaaibelasting voor de luchthavens Schiphol en Zestienhoven. Ook werd een berekening van de lawaaibelasting uitgevoerd voor het vliegveld Zuid-Limburg en voor een groot aantal vliegbases. Gegevens betreffende woon- en andere geluidsgevoelige bebouwing rond vliegvelden werden geregistreerd.

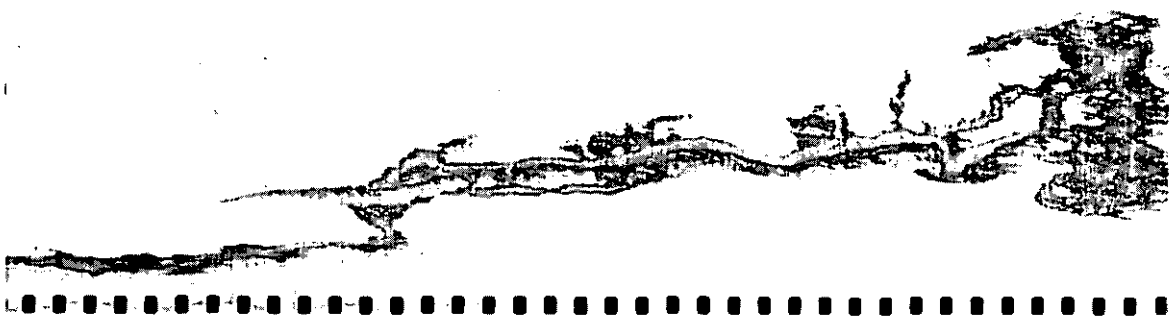
Voorts werden werkzaamheden verricht in het kader van de statistische verwerking van de registraties die met het geluidsmeetnet van de RLD zijn gemaakt. Een aantal rekenprogramma's hiervoor kwam gereed.

Een nader onderzoek werd uitgevoerd naar de invloed van de z.g. 'Low-power—Low-drag' naderingsprocedure op de geluidsniveaus van verschillende vliegtuigtypen.

Voor de RLD werd met behulp van een L4/5-volgradar van de Koninklijke Landmacht een groot aantal starts en landingen op de luchthaven Schiphol gevolgd. De metingen werden mede verricht om een beter inzicht te verkrijgen in het indraaipunt en in het hoogte- en snelheidsverloop van de vliegtuigen.

Ten behoeve van de Stuurgroep 'Geluidsproduktie van komende generaties van CTOL-vliegtuigen' werd begonnen met een literatuurstudie naar de invloed van de omloopverhouding van motoren, de vleugelslankheid en de toepassing van een superkritieke vleugel op de geluidsproduktie van vliegtuigen.

Voorts werd een theoretisch onderzoek verricht naar de invloed van



Vlucht 993 5–8–1975
500 ft 07.00 uur

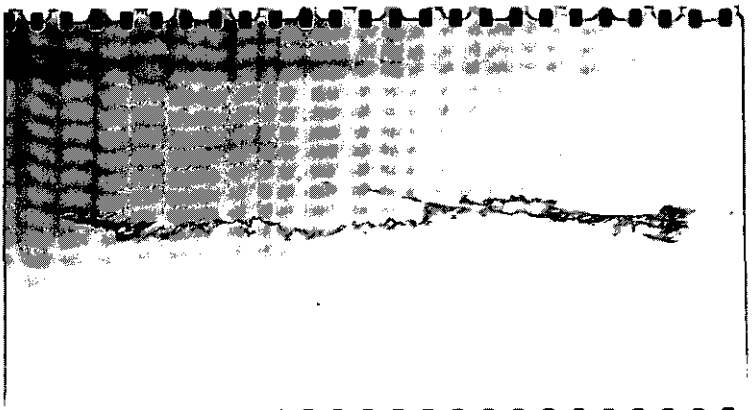
Infraroodopnamen van olielozing op de Noordzee, gemaakt met de Reconofax infrarood lijnscanner. De eerste opname is gemaakt op 5 augustus 1975 om 07.00 uur direkt na de lozing, vlieghoogte 500 ft. De tweede opname is gemaakt op een vlieghoogte van 3000 ft. De derde opname is gemaakt om 13.30 uur op 3000 ft. De vierde opname is gemaakt om 18.30 uur op 3000 ft. Deze onderzoekingen werden verricht in opdracht van de Rijkswaterstaat.

vermindering van het vermogen in de start en vermindering van de vleugelklepuitslag tijdens de eindnadering op het op de grond waargenomen geluid van enkele vliegtuigtypen.

Verkenning van het milieu vanuit de lucht

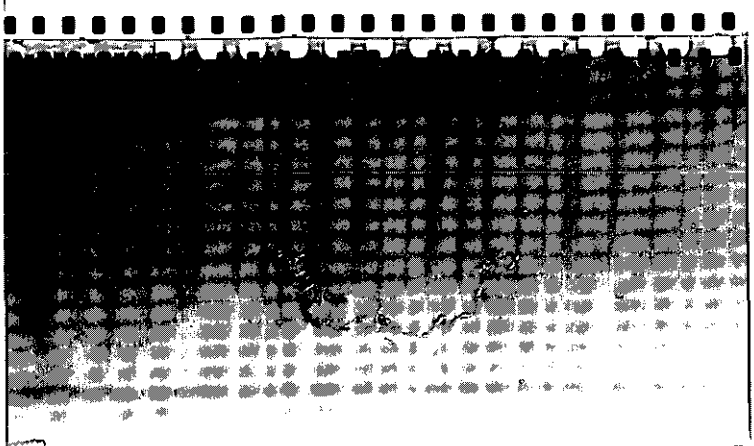
De werkzaamheden en onderzoekingen op het gebied van de z.g. 'remote sensing' technieken voor de verkenning van het milieu vanuit de lucht werden voortgezet. Evenals in voorgaande jaren werden de werkzaamheden uitgevoerd in opdracht van de Nederlandse Interdepartementale Werkgemeenschap voor het Applicatie-onderzoek van Remote Sensing technieken (NIWARS) en van de Rijkswaterstaat (RWS).

De onderzoekingen betroffen de toepassing van infraroodmetingen, waarbij gebruik werd gemaakt van een door de Koninklijke Luchtmacht welwillend ter beschikking gestelde infrarood-scanner. Hiermede werden ten behoeve van Rijkswaterstaat opnamen gemaakt van de circulatie van het kustwater, kwel door dijken van het kanaal Gent–Terneuzen en van de Waal, en van de verspreiding van koelwater bij de Velser-centrale, de Flevo-centrale en de Amer-centrale.



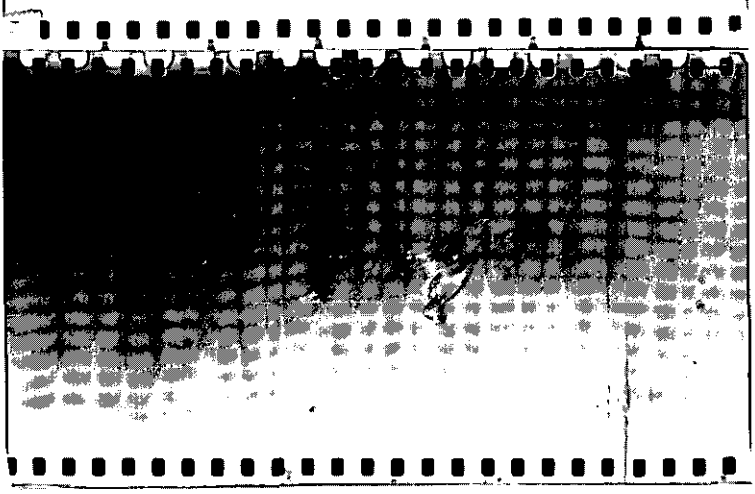
Vlucht 993
5–8–1975
07.20 uur

3000 ft



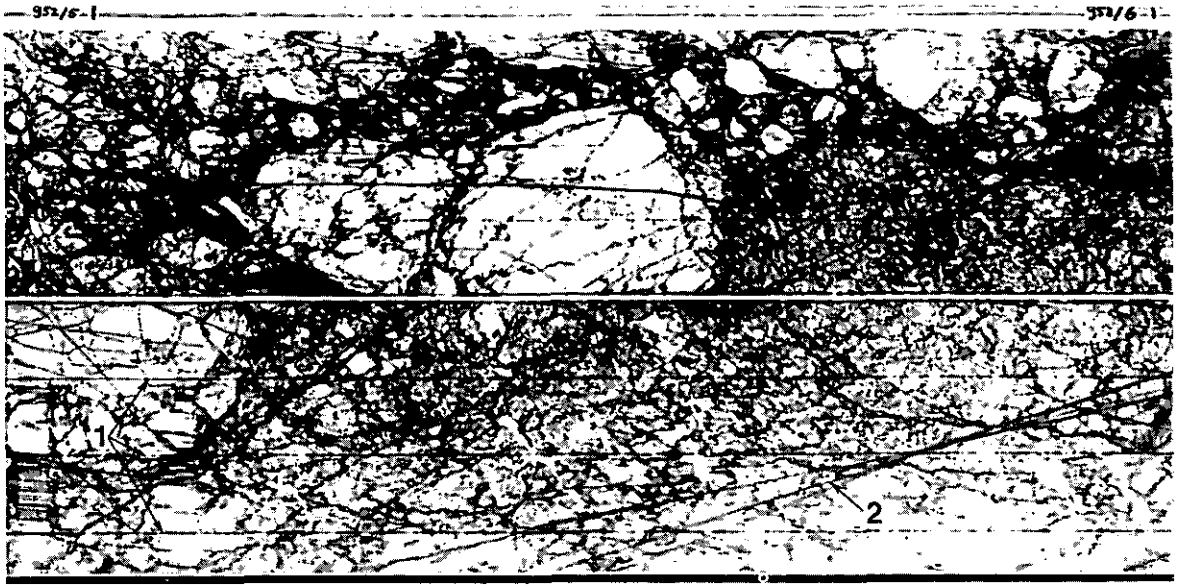
Vlucht 994
5–8–1975
13.30 uur

3000 ft



Vlucht 995
5–8–1975
18.30 uur

3000 ft



Opname zeeijs in de Botnische golf dd. 14 maart 1975, gemaakt met behulp van Side Looking Airborne Radar (SLAR) op een vlieghoogte van 1300 ft. (gemaakt in opdracht van de RWS). De opname toont ca. 6 km brede stroken (1) ter weerszijden van het vliegtuig (de afstand tussen de in langsrichting lopende zwarte strepen is 1 nautical mile). De lichte plekken zijn ijsschotsen, de ruggen in de ijsmassa zijn donker. De rechte lijnen (2) in het onderste deel van de opname zijn ontstaan door passage van ijsbrekers.

De infraroodbeelden werden door het NLR verwerkt met behulp van het dataverwerkingsstation en gepresenteerd in een voor de opdrachtgever goed toegankelijke vorm.

Naast de infraroodmetingen werd onderzoek uitgevoerd met een 'Side Looking Airborne Radar' (SLAR) die door bemiddeling van de Engelse autoriteiten beschikbaar werd gesteld voor dit onderzoek. De apparatuur is gemonteerd in het Queen Air laboratoriumvliegtuig van het NLR. In opdracht van de Rijkswaterstaat werden opnamen gemaakt ter bepaling van de richtingsspectra en radarecho's van golven en in verband met onderzoek naar het scheepsvaartverkeer op de Noordzee.

Voorts werd in internationaal verband deelgenomen aan onderzoek naar de mogelijkheid van oliedetectie op water voor de Franse kust en naar de mogelijkheid van ijsdetectie nabij Zweden.

De werkzaamheden betreffende de evaluatie van meet- en registratieapparatuur ten behoeve van 'remote sensing' metingen werden voortgezet. De werkzaamheden in opdracht van Rijkswaterstaat hadden

betrekking op het navigatiesysteem voor een eventueel aan te schaffen 'remote sensing' vliegtuig, de beproeving op de grond en in de vlucht van de SLAR, video-recording ten behoeve van de SLAR, alsmede de aanpassing van een continu-camera aan het SLAR-systeem.

Energievoorziening

De medewerking aan de Projectgroep Wind van de Landelijke Stuurgroep voor Energie Opwekking (LSEO) werd voortgezet. Door de LSEO werd een nationaal onderzoekprogramma opgesteld voor de komende vijf jaar. Als mogelijke bijdrage van het NLR aan dit programma werd een voorstel ingediend voor een onderzoek van de aërodynamische aspecten van rotoren.

Door het AGARD Fluid Dynamics Panel werd aan het NLR verzocht een Agardograph op te stellen over 'Fluid Dynamic Aspects of Wind Energy Conversion'.

In samenwerking met de Vakgroep Directe Energie-omzetting van de TH Eindhoven werd een computerprogramma voor de berekening van compressibele turbulente stroming in een magnetogasdynamisch kanaal opgesteld. Voorts werd in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken een systeem-analyse uitgevoerd voor de tweedimensionale stroming tussen de elektrodenwanden van een MHD-generatorkanaal.

2.7 Overige werkzaamheden

Toegepaste wiskunde

De studies op het gebied van de toegepaste wiskunde waren veelal gericht op het oplossen van specifieke problemen die verband houden met de bij het NLR verrichte onderzoekingen. Ruime aandacht kreeg de bestudering van optimaliseringstechnieken.

Er werd een methode ontwikkeld voor de berekening van optimale vliegbanen. Overleg is gaande met het DFVLR waar soortgelijke problemen worden onderzocht.

Veel aandacht werd ook besteed aan methoden voor het opstellen van mathematische modellen voor de analyse van vliegtuigoperaties. Programmamodules werden ontwikkeld om de resultaten van vliegtuigoperaties per telex naar de desbetreffende vliegvelden te kunnen zenden, teneinde de resultaten binnen korte tijd na de vlucht aan de betrokken vlieger te kunnen presenteren.

Eveneens kan worden genoemd de samenstelling van een computer-

programma voor het optimaliseren van lesroosters in samenwerking met de TH Delft en in opdracht van het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen.

Een feasibility-studie werd uitgevoerd naar het inschakelen van interactieve computerfaciliteiten bij de voorbereiding van vliegtuigoperaties.

Informatiebehandeling en uitvoering rekenprocessen

Het opstellen en onderhouden van de algemene standaardprogramma's en van de verzameling programma's voor de verwerking van vliegproeven en windtunnelmetingen vroeg in 1975 een aanzienlijke inspanning. Ten behoeve van de verwerking van de windtunnelmetingen werden de 'plotfaciliteiten' uitgebreid en de programma's voor continu meten getest. Voorts werden de bestaande programma's voor invoer en opslag van de gegevens aangepast en verbeterd.

Ten behoeve van de verwerking van meetgegevens van vliegproeven werd een specificatie opgesteld van een nieuw NLR Flight-Test Systeem.

De conversieprogramma's en systeemprogramma's die in gebruik zijn bij het dataverwerkingsstation te Amsterdam werden verder ontwikkeld en aangepast.

De consequenties van de koppeling van het dataverwerkingsstation aan de MODCOMP-II CP 'Communicatie-computer' werden bestudeerd.

Voor de berekening van vliegtuigprestaties in de start en in de 'initial climb' bij toepassing van een gestabiliseerd platform bij vliegproeven werd een computerprogramma opgesteld. Voorts werd onderzoek verricht naar stochastische meetgrootheden die in de luchtvaarttechniek worden gebruikt en de toepassing daarop van door het NLR afgeleide analytische statistische verdelingen.

Elektronika

Het speurwerk op het gebied van de elektronika was gericht op de meetapparatuur die nodig is voor de onderzoekingen die door het laboratorium worden uitgevoerd en op de faciliteiten voor het beproeven van vliegtuigen en ruimtevoertuigen.

In het kader van het onderzoek van elektromagnetische interferentie werd een literatuurstudie verricht ten behoeve van de ontwikkeling van computerprogramma's voor de voorspelling van intra-systeem elektromagnetische compatibiliteit. Voorts werd de algemene opzet van het programma vastgelegd en de invoerprocedure geprogrammeerd. Van een aantal mathematische eenvoudig te beschrijven kabelconfiguraties werden de overdrachtsfuncties gemeten en vergeleken met berekende resultaten.

3 *Technische outillage*

3.1 Inleiding

De uitbreiding en aanpassing van de grote beproevingsinstallaties en van het meetinstrumentarium vroegen ook in 1975 veel aandacht, om het hoge peil waaraan een laboratorium als het NLR moet voldoen te handhaven.

In het hiernavolgende wordt een overzicht gegeven van de uitbreidingen, resp. verbeteringen, die in 1975 tot stand kwamen, dan wel werden voorbereid.

3.2 Voor stromingsonderzoek

Lage-snelheidswindtunnels

Duits–Nederlandse Windtunnel (DNW)

De werkzaamheden die in voorgaande jaren in het kader van het LST 8×6 project zijn uitgevoerd (zie ondermeer de Capita Selecta van het Verslag van de werkzaamheden over 1974) werden voortgezet en gericht op de bouw van de gemeenschappelijke windtunnel voor lage-snelheidsonderzoek DNW.

De werkzaamheden van het projectteam hadden onder meer betrekking op:

- het opstellen van de offerte voor de aandrijving van de tunnel
- het ontwerp van de stalen delen, de schroef en de koeler
- de stroomvoorziening en voorbereiding van de opdracht voor het onderstation
- het ontwerp van de constructie van het tunnelcircuit
- de gewijzigde indeling van de gebouwen
- het ontwerp van de modelondersteuningsconstructie en de evaluatie van de externe balans
- de luchtuitwisseling en het te installeren vermogen.

Voorts werd veel overleg gevoerd met medewerkers van de DFVLR teneinde voor de technische eisen die door beide partijen werden gesteld passende oplossingen te vinden, e.e.a. in samenwerking met binnen- en buitenlandse adviesbureaus.

In de NLR-modeltunnel werd op uitgebreide schaal onderzoek verricht om de consequenties van de toepassing van de 6×6, 8×6 en $9{,}5\times9{,}5$ m² meetplaatsen vast te stellen, met name voor wat betreft maximale luchtsnelheden, turbulentie, benodigd vermogen, en geluidsproduktie.

LST 3×2

De uitbreiding van de verwerkings- en presentatiefaciliteiten van deze tunnel werd voortgezet. Een verwarmingsinstallatie voor het drukluchtsysteem kwam gereed.

Transsone en supersone windtunnels

HST

Aan het ontwerp van een regelsysteem om het getal van Mach constant te houden tijdens veranderingen van de invalshoek van het model door het continu verstellen van de bladhoek van de schroef werd verder gewerkt. Het regelsysteem voor de instelling van de bladhoek werd onderzocht.

Apparatuur voor aëro-akoestisch onderzoek

De aanpassing van de statische proefstand op de NLR-vestiging in de Noordoostpolder tot een Kleine Anechoïsche Tunnel (KAT) werd vrijwel voltooid. Kortheidshalve moge verwezen worden naar de Capita Selecta op blz. 31.

Algemene apparatuur

Naast de verbetering en uitbreiding van de windtunnelfaciliteiten kwam nog een aantal kleinere voorzieningen op het gebied van de apparatuur gereed. Twee nieuwe zes-componenten balansen kwamen gereed en werden geijkt. Het nieuwe ijkdata-acquisitiesysteem (NIJDAS) werd ontwikkeld, vervaardigd en beproefd.

Ten behoeve van het uitvoeren van dynamische metingen werd nieuwe hydraulische excitatie-apparatuur besteld. Met het installeren ervan zal begin 1976 worden begonnen.

3.3. Voor onderzoek op het gebied van constructies en materialen

Begonnen werd met de voorbereidingen voor de aanschaffing van een servohydraulisch-gestuurde belastingsfaciliteit voor de beproeving van grote proefstukken en constructiedelen onder willekeurig variërende belasting.

Op het gebied van de meet- en ijkapparatuur kan worden genoemd de verdere ontwikkeling van de laser-rastermethode, apparatuur voor het automatisch meten van scheurgroei, de beproeving van krasstroken en de automatische sturing van de röntgendiffractie-apparatuur.

3.4 Voor vliegmechanisch onderzoek

Laboratoriumvliegtuigen

Het Queen Air laboratoriumvliegtuig werd voorzien van een nieuwe transponder, gierdemper, servo-hoogtemeter en DME-systeem.

Het Hunter laboratoriumvliegtuig werd voorzien van een 'stand-by' horizon; tevens kwamen de inbouwvoorzieningen voor het LTN-58 platform gereed.

Het TACAN-systeem werd door de RLD goedgekeurd.

Apparatuur voor vliegproeven

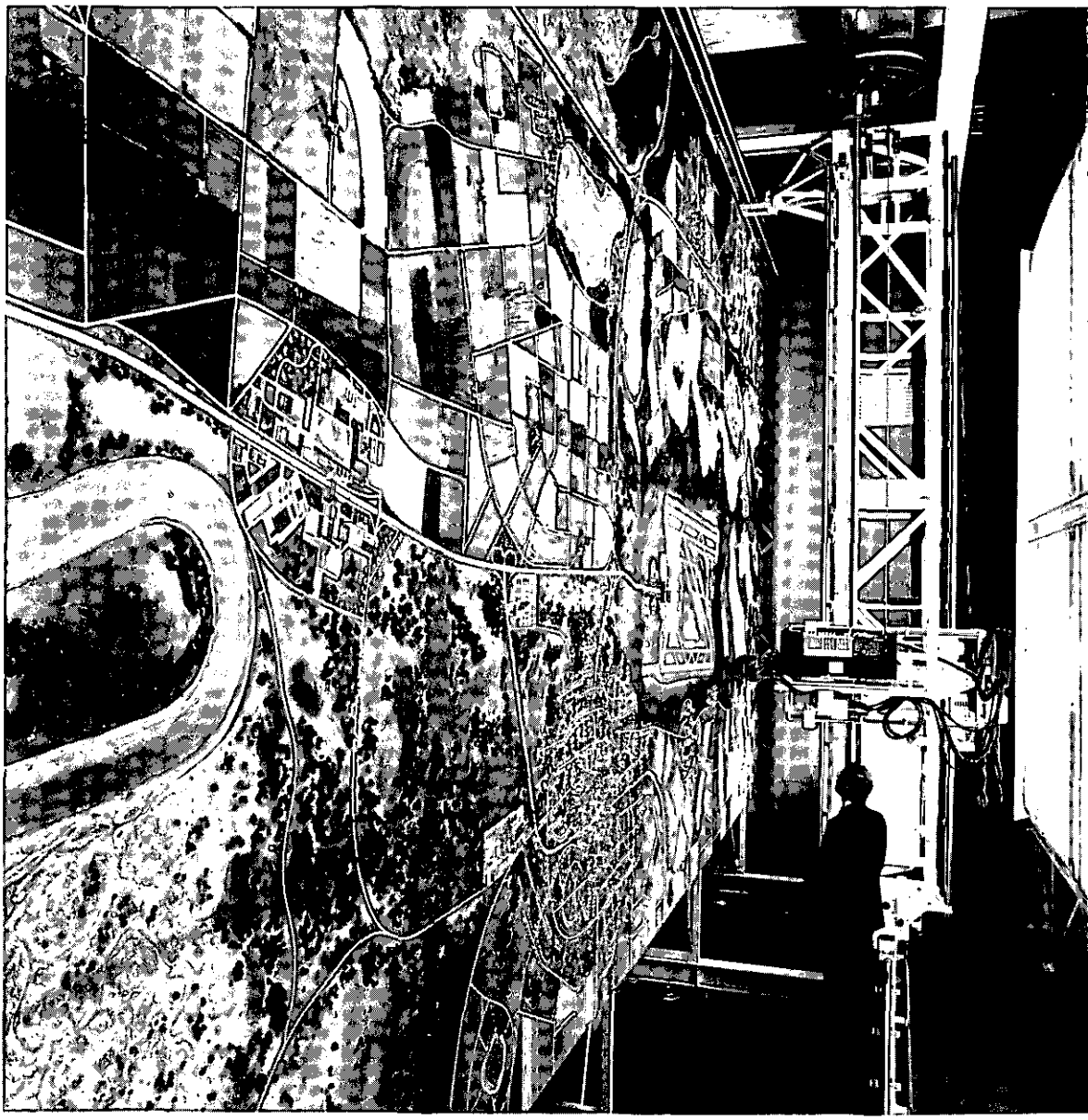
De modernisering en uitbreiding van de apparatuur voor vliegproeven werd gecontinueerd. Een registratiesysteem werd samengesteld, het z.g. 'Carry-On Data-Acquisition System' (CODAS), dat snel van het ene vliegtuig in het andere kan worden overgezet. Voortgezet werd de verdere ontwikkeling, verbetering en beproeving van het Flight Data Acquisition Unit (FDAU) systeem.

De baanmarkeringsapparatuur 'Radio-Altimeter-based System for Positioning' (RASP) werd voltooid en beproefd, o.a. tijdens F28-vliegproeven in Spanje. Met de ontwikkeling en de vervaardiging van het 'Queen Air Navigation System' (QUANS) werd voortgegaan.

Wat de dataverwerkingsapparatuur betreft, kwam het eerste deel van het DSA-interface systeem (DAISY) gereed; de ontwikkeling van het tweede deel, de 'Direct Access Controller', werd voortgezet.

De datalink aanpassing interface (DALIA) werd in gebruik genomen en de ontwikkeling van het DVSV 'interrupt interface' kwam gereed.

Ten behoeve van de koppeling van het DVSV met de MODCOMP werd de stuurlogica ontworpen en getest.



Schaalmodel van een landschap en een luchthaven, met daarvoor een beweegbare televisie camera. Het opgenomen beeld wordt gebruikt voor nabootsing van het uitzicht uit de stuurhut van de vluchtsimulator.

Voorts werden diverse modificaties uitgevoerd aan magneetbandrecorders, diverse magneetbanden werden onderzocht, de ontwikkeling van een airborne cassette recorder werd ter hand genomen, en apparatuur voor het uitvoeren van fysiologische metingen werd verder ontwikkeld en beproefd.

Vluchtnabootsers

De werkzaamheden ten behoeve van de vluchtnabootser met bewegende stuurhut hadden onder meer betrekking op de elektronische apparatuur voor de sturing van het bewegingsmechanisme en het stuurkrachtsysteem, het Flight Director Systeem en de ontwikkeling, vervaardiging en inbouw van servosystemen voor automatische bediening van gas- en klephandles. Een aanvang werd gemaakt met de bouw van een tweepersoonsstuurhut.

Voor nabootsing van het uitzicht van de vlieger werd een TV-maquettesysteem besteld. Het ontwerp van de interface tussen computer en maquettesysteem kwam gereed en met de bouw werd begonnen. Met het opstellen van een rekenprogramma behorende bij het systeem voor het digitaal genereren van nachtbeelden werd een begin gemaakt.

Het simulatiemodel van de Hunter werd m.b.v. de vluchtnabootser door de NLR-Huntervliegers geëvalueerd en als zeer realistisch ervaren. De programma's werden uitgebreid met diverse routines voor een Flight Director Systeem en voor simulatie van remous, motordynamica en navigatiesystemen.

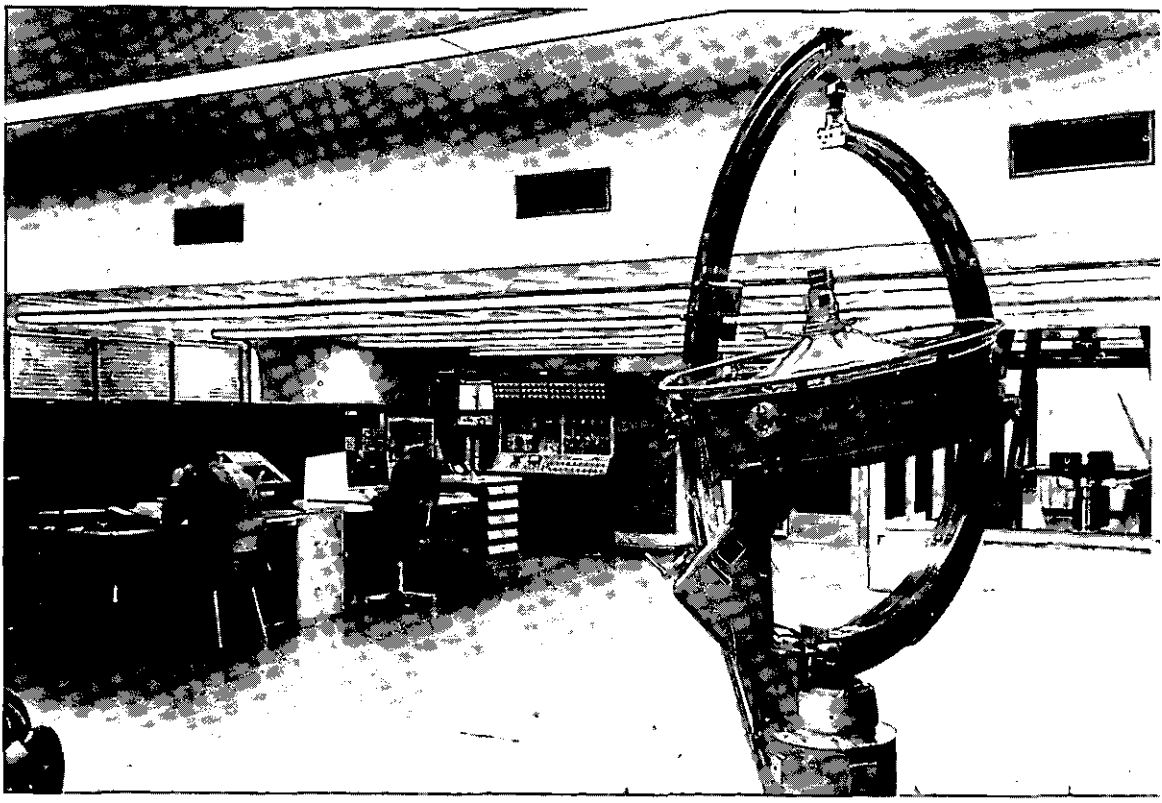
3.5 Voor ruimtevaartonderzoek

De bestaande apparatuur voor de bewegingssimulatie van ruimtevoertuigen werd overgebracht naar het gebouw waar de hoofdafdeling Ruimtevaartuigen wordt geconcentreerd. Het één-assige gestabiliseerde platform voor het onderzoek aan niet-cardanisch opgehangen gyroscopische standreferentiesystemen en versnellingsmeters kwam gereed.

De beproeving van de telemetrie-simulator (TELSIM) die tot 'Magnetic Tape Unit' (MTU) werd gemodificeerd, kwam gereed.

De ESA besloot een door de ESTEC aangeschafte installatie voor simulatie van satellietbeweging om drie assen op leenbasis bij het NLR te plaatsen, waardoor de mogelijkheden voor onderzoek van satellietbesturingssystemen aanmerkelijk worden vergroot.

Voorts werd, dank zij de medewerking van het NIVR, de beschikking gekregen over een destijds voor de beproeving van de ANS vervaardigde één-assige bewegingssimulator.



Overzicht van een gedeelte van het nieuw ingerichte geleidings- en besturingslaboratorium van de hoofdafdeling Ruimtevaartuigen. Op de achtergrond zijn links de EAI-690 hybride computer, en rechts de enkelassige simulatietafel zichtbaar. Op de voorgond is de drieassige luchtgelagerde simulatietafel in opbouw gedeeltelijk zichtbaar.

3.6 Voor algemeen gebruik

De opbouw van een terminal-netwerk met de CYBER-72 computer in de Noordoostpolder als centrale rekeneenheid werd voortgezet. In de vestiging Amsterdam werd een MODCOMP-II CP 'Communicatie-computer' geïnstalleerd voor de verbinding tussen Amsterdam en de NOP.

Een Tektronix grafisch beeldscherm werd ontvangen en beproefd.

De hardware voor de 48 kHz verbindingen kwam gereed; met de software ontwikkeling werd begonnen. In opdracht van Fokker–VFW werd een vaste telefoonlijnverbinding tot stand gebracht tussen de DEC PDP11/70 computer van Fokker–VFW op Schiphol en de CYBER-72 van het NLR in de NOP.

Wetenschappelijke Commissie NLR–NIVR

Het bestuur hecht grote waarde aan de functie en het werk van de Wetenschappelijke Commissie NLR–NIVR. Dit college adviseert het bestuur onder meer ten aanzien van het jaarlijkse werkplan en adviseert de directie met name terzake van de geschiktheid van wetenschappelijke rapporten voor publikatie. De adviezen die de Wetenschappelijke Commissie aan het bestuur uitbracht, hadden onder meer betrekking op onderzoekingen die in 1974 door het NLR als speurwerk in eigen beheer zijn verricht en op het concept-werkplan voor 1976. Voorts zijn op verzoek van de directie wederom vele rapporten beoordeeld in de zin als bovenbedoeld. Voor de lijst van rapporten die gepubliceerd zijn, wordt verwezen naar blz. 109 e.v.

De voorzitter van de Wetenschappelijke Commissie, Prof.Dr.Ir. A.I. van de Vooren, woonde, zoals reeds is opgemerkt, de vergaderingen van het NLR-bestuur bij. De samenstelling van de Commissie onderging in het verslagjaar geen verandering. Zij was aan het eind van dat jaar als volgt:

Prof.Dr.Ir. A.I. VAN DE VOOREN, *voorzitter*
Prof.Dr. J. BORGMAN
Prof.Ir. P. JONGENBURGER
Prof.Dr.Ir. J.A. STEKETEE
Prof.Dipl.Ing. J.B. WESTERDIJK

Zoals in het vorige jaarverslag reeds is vermeld, is op 26 april 1975 Ir. L.L.Th. Huls, die sinds de oprichting van de Commissie als secretaris heeft gefungeerd, overleden. Het bestuur memoreert in dankbaarheid het vele werk dat hij in die functie heeft verricht. De Commissie heeft op 9 december 1975 Ir. H.J. Wennink, die in de tussenliggende periode het secretariaat van de Commissie had waargenomen, in de ontstane vacature benoemd.

Het bestuur heeft grote waardering voor het werk van de subcommissies. De vergaderingen van de subcommissies waren voor een belangrijk deel gewijd aan de voorbereiding van door de Wetenschappelijke Commissie uit te brengen adviezen.

Het bestuur betreurt het plotselinge heengaan van Prof.Dr. R. Timman op 9 november 1975. In vroeger jaren was hij voorzitter van de Subcommissie voor Theoretische Aërodynamica en later voorzitter van de Subcommissie voor Toegepaste Wiskunde.

De samenstelling der subcommissies was aan het eind van het verslagjaar als volgt:

Subcommissie voor Aërodynamica

Prof.Dr.Ir. J.A. STEKETEE, *voorzitter*
Prof. J.H.D. BLOM
Ir. E. DOBBINGA
Prof.Dr.Ir. J.L. VAN INGEN
Ir. N. VOOGT
Prof.Ir. H. WITTENBERG

Subcommissie voor Aëro-elasticiteit

Prof.Dr.Ir. A. VAN DER NEUT, *voorzitter*
Prof. J.H.D. BLOM
Lt.Kol. Ir. H. KREUNING

Subcommissie voor Ruimtevaarttechniek

Prof.Ir. H. WITTENBERG, *voorzitter*
Dr. J.A.M. BLEEKER
Drs. W. BLOEMENDAL
Ir. P.PH. VAN DEN BROEK
Dr. R.J. VAN DUINEN
Dr. W. DE GRAAFF
Ir. H.T. HUELE
Ir. P. KANT

Subcommissie voor Sterkte en Materialen

Prof.Dr.Ir. A. VAN DER NEUT, *voorzitter*
Prof.Ir. J.G. TEN ASBROEK
Prof.Dr.Ir. J.F. BESSELING
Prof.Ir. P. JONGENBURGER
Ir. R.J. SCHLIEKELMANN
Ir. J.F. VAN DER SPEK
Dr.Ir. W.A. SCHULTZE

Subcommissie voor Toegepaste Wiskunde

Prof.Dr.Ir. A.I. VAN DE VOOREN, *wrn. voorzitter*
Prof.Dr.Ir. L. DEKKER
Prof.Dr.Ir. A.J.W. DUYVESTIJN
Ir. W.P.J. FONTEIN
Dr.Ir. P. WESSELING

Subcommissie voor Vliegeigenschappen en Vliegtuiggebruik

Prof. J.H.D. BLOM, *voorzitter*
KLTZ(T) Ir. W.G. DE BOER
J. DE HAAS
Ir. R.J.A.W. HOSMAN
A.P. MOLL
Maj.vl. A.P. OKKERMAN
Ir. C.H. REEDE
C.G.J. REIJERS
Ir. P.H.G.J. SPUYBROEK

Ten besluite van deze informatie over de Wetenschappelijke Commissie volgt hier nog het letterlijke citaat van de slotbeschouwing uit het verslag over 1975 van de Commissie zelve:
'De Wetenschappelijke Commissie spreekt haar grote voldoening uit over het feit, dat het bij het NLR verrichte onderzoek zich, blijkens de vele verschenen rapporten en publicaties, op een zeer bevredigend niveau beweegt. De onderzoekingen, die ten behoeve van de ontwikkeling van de Nederlandse vliegtuigindustrie worden verricht en die voor een groot deel in opdracht van het NIVR geschieden, geven aanleiding tot de verwachting, dat op een aantal punten goede resultaten zullen kunnen worden geboekt. Ook op het gebied van het vliegtuiggebruik en de ruimtevaart wordt door het NLR zowel in de vorm van verrichte opdrachten als via speurwerk, een zeer belangrijke bijdrage geleverd.

De Wetenschappelijke Commissie kan zich zeer wel verenigen met het voor 1976 opgestelde werkplan. Zij meent dat aldus door het NLR gewerkt wordt aan een aantal belangrijke en urgente problemen. Opdat het NLR ook speurwerk op wat langere termijn kan blijven verrichten, wil de Commissie evenals in vorige jaren, nogmaals onderstrepen dat het voor het NLR mogelijk moet zijn zeer begaafde jonge medewerkers voor dit doel aan te trekken'.

De Nederlandse Delegatie bij de AGARD

1 Samenstelling van de Nederlandse delegatie aan het eind van 1975

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

1.1 De Nederlandse gedelegeerden bij de AGARD

Prof.Dr.Ir. O.H. Gerlach
Ir. A.J. Marx*

Het secretariaat van de Nederlandse Delegatie werd vervuld door de heer A.H. Geudeker, die tevens als nationaal Coördinator voor AGARD-aangelegenheden optrad, met als plaatsvervanger de heer R.A. Jager.

1.2 De Nederlandse vertegenwoordiging in de AGARD commissies

In de vertegenwoordiging in de vaste AGARD commissies ('Panels') kwam een wijziging, doordat Ir. H.A. Stolk (NLR), i.v.m. het aanvaarden van een functie buiten de luchtvaart, verzocht van het lidmaatschap van het Technical Information Panel te worden ontheven, hetgeen per 1 maart 1975 geschiedde.

Aangezien per 31 december de benoemingstermijn van alle Nederlandse leden van de AGARD commissies eindigde, werd in het verslagjaar niet in de vacature voorzien.

De Nederlandse vertegenwoordiging in de commissies bestond op 31 december uit:

*Per 1 maart 1976 opgevolgd door Ir. J.A. van der Bliek.

Fluid Dynamics Panel (FDP)
Prof.Dr.Ir. J.A. STEKETEE, TH Delft, afd. der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek
Prof.Dr.Ir. J.L. VAN INGEN, TH Delft, afd. der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek
Ir. J.P. HARTZUIKER, NLR
Dr.Ir. B.M. SPEE, NLR

Flight Mechanics Panel (FMP)
Prof.Dr.Ir. O.H. GERLACH, TH Delft, afd. der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek
Prof.Ir. T. VAN OOSTEROM, NLR
Drs. J. BUHRMAN, NLR

Aerospace Medical Panel (ASMP)
Gen.-maj.-vliegerarts b.d. N.A.N.V. RHEMREV, KLu
Commodore-vliegerarts TH.B. KÖLLING, IMGD/KLu } tot 31 dec. 1975

Kol.-vliegerarts C.A. STEENDIJK, KLu
Dr. W.J. OOSTERVELD, Wilhelmina Gasthuis, A'dam } per 1 jan. 1976

Propulsion and Energetics Panel (PEP)
Prof.Ir. H. WITTENBERG, TH Delft, afd. der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek
Ir. F. JAARSMA, NLR

Structures and Materials Panel (SMP)
Ir. H.P. VAN LEEUWEN, NLR
Ir. J.B. DE JONGE, NLR

Technical Information Panel (TIP)
Lt.-kol. b.d. W.J. VAN WESTERHOVEN, hoofd TDCK, tot 31 dec. 1975
Lt.-kol. b.d. R.E. PANHUYZEN, TDCK
Ir. A.S.T. TAN, NLR } per 1 jan. 1976

Avionics Panel (AVP)
Ir. H.A.T. TIMMERS, NLR
Prof.Ir. D. BOSMAN, TH Twente, afd. der Elektrotechniek

Guidance and Control Panel (GCP)
Ir. P. KANT, NLR
Ir. P.PH. VAN DEN BROEK, TH Delft, afd. der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek

Electromagnetic Wave Propagation Panel (EWPP)
Prof.Ir. B. VAN DIJL, TH Eindhoven, afd. der Elektrotechniek
Prof.Ir. L. KRUL, TH Delft, afd. der Elektrotechniek

2 VERGADERINGEN VAN DE NATIONALE GEDELEGEERDEN

Op 13 en 14 maart vergaderden de Nationale Gedelegeerden (voor Nederland Prof.Dr.Ir. O.H. Gerlach en Ir. A.J. Marx) in het Centre des Conférences Internationales te Parijs. Daarbij werd in het bijzonder aandacht besteed aan de verslaggeving over 1974, het lopende programma voor 1975, en de plannen voor activiteiten in 1976 met de daarbij behorende concept-begroting.

Ter voorbereiding van deze vergaderingen kwamen op 11, 12 en 13 maart achtereenvolgens bijeen het Von Kármán Medal Committee, waarvan Ir. A.J. Marx deel uitmaakt, de voorzitters (c.q. hun plaatsvervangers) van de AGARD Panels, het AGARD 'Steering Committee', en de Nationale Coördinatoren.

Zoals gebruikelijk werden voor deze vergaderingen (met uitzondering van een besloten zitting van Nationale Gedelegeerden op 14 maart) civiele en/of militaire deskundigen uitgenodigd die nauw betrokken zijn bij de voorbereidingen voor en de uitvoering van de programma's van de AGARD (voor Nederland Ir. F. Jaarsma, voorzitter van het Propulsion and Energetics Panel, Lt.kol. KLu b.d. A.H. Geudeker, Nationaal AGARD Coördinator en diens plaatsvervanger KTZT b.d. R.A. Jager).

Als beleid voor 1976 werd uitgegaan van dezelfde omvang van AGARD activiteiten als die in de voorafgaande jaren, waarbij in de (hogere) begroting rekening werd gehouden met de te verwachten loon- en prijsstijgingen. Een extra post werd opgevoerd in verband met de in 1976 te maken kosten voor een geheel herziene en aangevulde uitgave van het AGARD veeltalig luchtvaartwoordenboek, waarbij in 1975 alle 'Panels' een aandeel leverden in de redactie van de op hun vakgebied liggende termen.

Op grond van een in 1974 aangevangen onderzoek werd door de vergadering van Nationale Gedelegeerden besloten het publikatiebeleid te wijzigen, door aan degenen die zulks wensen microfiches te verstrekken in plaats van gedrukte exemplaren.

De najaarsvergadering van Nationale Gedelegeerden werd aansluitend op de AGARD jaarvergadering op 19 september 1975 te Ottawa gehouden, waarbij in het bijzonder aandacht werd besteed aan de uitvoering van het

programma in het lopende jaar, de vooruitzichten voor de uitvoering van het programma 1976 en de verwachtingen t.a.v. de financiering van AGARD in 1977 en daarna.

Deze vergadering werd als gebruikelijk voorafgegaan door bijeenkomsten van de voorzitters van de AGARD Panels en van het Steering Committee. De Nationale Gedelegeerden kozen F.R. Thurston (Canada) tot opvolger van de voorzitter van de AGARD Dr. A. Flax (U.S.A.) wiens benoemingstermijn in maart 1976 eindigt, terwijl Dr. R.H. Korkegi (U.S.A.) zal worden voorgedragen mr. Blichner (Noorwegen) medio 1976 als directeur van de AGARD op te volgen. Eveneens werd besloten dat Prof. Gerlach in maart 1976 zitting neemt in het AGARD Steering Committee.

3 AGARD JAARVERGADERING

Zoals gebruikelijk bij een jaarvergadering van de AGARD, werden door het als gastheer optredende land – ditmaal Canada – excursies georganiseerd naar laboratoria ('remote sensing', vliegmechanisch onderzoek, windtunnels, telecommunicatie), waarna tijdens een plenaire zitting een overzicht werd gegeven van de belangrijkste Canadese activiteiten op het gebied van research en ontwikkeling.

4 TECHNISCHE BIJEENKOMSTEN VAN DE COMMISSIES VAN DE AGARD

Overeenkomstig het door de Raad van Nationale Gedelegeerden vastgestelde programma, waarin zoveel mogelijk rekening was gehouden met samenkomsten van andere organisaties op de vakgebieden waarin AGARD werkzaam is, vonden in het verslagjaar een 40-tal grote AGARD bijeenkomsten plaats, die zo goed mogelijk over de belanghebbende landen waren verdeeld.

Zoals gebruikelijk werden symposia en 'Specialists Meetings' gekoppeld aan vergaderingen van de AGARD 'Panels'. Daarnaast werden de AGARD Lecture Series, die een overwegend instructief karakter hebben en waarvoor veel belangstelling bestaat, voortgezet. In kleiner verband vonden vergaderingen plaats van werkgroepen en sub-commissies. Nederlandse belanghebbenden werden d.m.v. convocaties en mededelingen in 'De Ingenieur' geattendeerd op de mogelijkheden aan de AGARD bijeenkomsten deel te nemen.

Zowel medewerkers van het NLR als andere Nederlandse deskundigen leverden wetenschappelijke bijdragen voor bijeenkomsten, of hadden een aandeel in de voorbereidingen voor (of de uitvoering van) bijeenkomsten.

Door het Fluid Dynamics Panel (FDP, voorzitter Ir. J.P. Hartzuiker, NLR) werd voortgegaan met studies ten behoeve van het in het kader van het 'Aerotest' overleg tot stand gekomen plan voor een grote Europese transsone windtunnel (Large European High Reynoldsnumber Tunnel – LEHRT).

De belangrijkste AGARD bijeenkomsten waarvoor van Nederlandse zijde belangstelling bestond, waren:

Fluid Dynamics Panel (voorzitter Ir. J.P. Hartzuiker, NLR)
28–30 mei, Göttingen: 'Flow Separation'
– drie Nederlandse bijdragen, waarvan één door TH Delft en twee door het NLR werden verzorgd.

6–10 oktober, Londen: 'Windtunnel Design and Testing Techniques'
– drie Nederlandse bijdragen, verzorgd door het NLR.

Flight Mechanics Panel
9–13 juni, Mondane/Valloire: 'Flight/Ground Testing Correlation'
– drie Nederlandse bijdragen, t.w. één verzorgd door Fokker–VFW en twee door het NLR.

20–25 oktober, Den Haag, in samenwerking met Guidance and Control Panel: 'Flight Simulation/Guidance Systems Simulation'
– drie Nederlandse bijdragen, resp. verzorgd door de Koninklijke Luchtmacht, de TH te Delft, en het NLR.

18–21 november, Brussel: 'Stall/Spin Problems of Military Aircraft'
– één Nederlandse bijdrage verzorgd door Fokker–VFW in samenwerking met het NLR.

Aerospace Medical Panel
5–9 mei, Toronto:
'Aeromedical Implications of Recent Experience with Communicable disease'
'Biodynamic Response to Windblast'
'Effects of Long Duration Noise Exposure on Hearing and Health'

20–24 oktober, Ankara:
'The Role of the Clinical Laboratory in Aerospace Medicine'
'The Use of in-Flight Evaluation for the Assessment of Aircrew Fitness'
'Higher Mutal Functioning in Operational Environments'
'Recent Advances in Aerospace Medicine'
– één Nederlandse bijdrage, verzorgd door Universiteit van Amsterdam.

Propulsion and Energetics Panel
7–11 april, Rome: 'Aircraft Fire Safety'
– één Nederlandse bijdrage, verzorgd door Fokker–VFW.

22–26 september Monterey: 'Unsteady Phenomena in Turbomachinery'

Structures and Materials Panel
13–18 april, Brussel:
'Alloy Design for Fatigue and Fracture Resistance'
'Flutter Suppression and Structural Load Alleviation'
'Structural Design Technology'
– één Nederlandse bijdrage, verzorgd door de TH te Delft.

28 september–3 oktober, Ankara: 'Impact Damage Tolerance of Structures'

Avionics Panel (vice-voorzitter Ir. H. Timmers, NLR)
7–11 april, Edinburgh: 'Electronic Airborne Displays'

8–12 september, Sandefjord: 'Medium Accuracy Low Cost Navigation'
– één Nederlandse bijdrage, verzorgd door het NLR.

Electromagnetic Wave Propagation Panel
26–30 mei, Athene: 'Radio Systems and the Ionosphere'

27–31 oktober, Lyngby: 'Optical Propagation in the Atmosphere'
– twee Nederlandse bijdragen, verzorgd door het Physisch Lab. TNO, waarvan één in samenwerking met de KMA.

Guidance and Control Panel
20–23 mei, Cambridge (U.S.A.): 'Plans and Developments for Air Traffic Systems'

20–24 oktober, Den Haag: 'Flight Simulation/Guidance Systems Simulation' (zie onder Flight Mechanics Panel)

Technical Information Panel
8–10 oktober, Kopenhagen: 'Optimization of User Benefit in Scientific and Technical Information Transfer'

5 AGARD Consultant and Exchange Program

5.1 Bezoek van deskundigen aan Nederland

Evenals in vorige jaren brachten in het kader van het 'AGARD Consultant and Exchange Program' enkele buitenlandse deskundigen bezoeken aan Nederland voor het houden van lezingen en voor gedachtenwisseling met Nederlandse deskundigen.

Aan deze bezoeken werd in ruime kring bekendheid gegeven. Zowel het NLR als andere instellingen stelden zaalruimte beschikbaar opdat zoveel mogelijk Nederlandse belanghebbenden gelegenheid kregen van het bezoek van deze deskundigen te profiteren. De 'AGARD Consultants' waren:

mei

Prof.Dr. K. Reifsnider,	'Fatigue of Composite Materials' (Fokker–VFW, NLR/NOP, TH Delft)

september

Prof. R.K. Mehra,	'Aircraft Parameter Identification' 'State Estimation in Aerospace Problems' 'Manual Control Theory: Identification of Human Operator Dynamics under Stress Conditions' 'Input Design for Systems Identification' 'Identification of Multi-input/Multi-output Systems for Time Series Data and Forecasting' (TH Delft en NLR)

5.2 AGARD Lecture Series

De AGARD Lecture Series, waarin door deskundige specialisten nieuwe technisch-wetenschappelijke ontwikkelingen van belang voor de lucht- en ruimtevaart worden behandeld, werden in het verslagjaar voortgezet.

De AGARD Lecture Series waaraan van Nederlandse zijde werd deelgenomen waren:

- LS 73 (in samenwerking met het Von Kármán Institute for Fluid Dynamics), 17–22 februari, Brussel: 'Computation Methods for Inviscid and Viscous Two- and Three-dimensional Flow Fields'
- LS 74, 12–13 maart, Brussel: 'Aircraft Stalling and Buffeting'
- LS 75, 21–22 april, Parijs; 28–29 april, Rome: 'Custom Design for Large Scale Integration'
- LS 76, 15–16 mei, Bölkesjø; 19–20 mei, Londen: 'Electro-Optical Systems'
- LS 77, 16–17 juni, Brussel; 19–20 juni, Porz-Wahn; 23–24 juni, Cranfield: 'Aircraft Engine Noise Generation, Emission and Reduction'
- LS 78, 22–23 september, Den Haag: 'Radiation Hazards (non-ionizing Radiations – Biologic Effects and Safety Consideration)'
- LS 79, 25–26 september, Den Haag: 'Laser Hazards and Safety in the Military Environment'

5.3 AGARD Cursussen

In samenwerking met het Cranfield College of Aeronautics werd in mei een 'AGARD/Cranfield Short Course' in het Cranfield Institute of Technology gehouden over: 'Flight Test Instrumentation'. In juni werd in Farnborough een AGARD cursus over 'Advanced Operational Aviation Medicine' gehouden.

5.4 Von Kármán Institute for Fluid Dynamics (VKIFD)

Evenals in vorige jaren werd door dit nabij Brussel gelegen instituut, dat onder toezicht van de NAVO wordt geëxploiteerd, een 9 maanden durende cursus in de experimentele aërodynamica gegeven.

Voor de cursus 1975/1976 werd een in München afgestudeerde Nederlander ingeschreven.

Evenals in vorige jaren werden bij dit instituut – met medewerking van enige in het kader van het AGARD Consultant and Exchange Program beschikbaar gestelde deskundigen – ook korte cursussen gegeven over diverse onderwerpen uit lucht- en ruimtevaart. Voor deze cursussen, waarvan sommige betrekking hebben op onderwerpen met een duidelijk 'spin-off' op andere gebieden, bestond ook bij het bedrijfsleven veel belangstelling. In de jaren 1963–1975 namen in totaal 500 Nederlanders aan deze cursussen deel.

De in het verslagjaar gehouden cursussen, waarvoor – in tegenstelling

tot AGARD bijeenkomsten – cursusgeld moet worden betaald, hadden betrekking op:

- 'Measurement of Unsteady Fluid Dynamic Phenomena'
- 'Introduction to Computational Fluid Dynamics' (met één spreker van TH Twente–NLR)
- 'Prediction Methods for Turbulent Flows'
- 'Advanced Testing Techniques in Turbomachines'
- 'Ejectors'
- 'Aircraft Stability and Control'
- 'Noise in Industrial Turbomachines and Related Systems'.

6 AGARD PUBLIKATIES

Zoals gebruikelijk werden de resultaten van de bijeenkomsten en van andere activiteiten van de AGARD vastgelegd in AGARD publikaties waarvan jaarlijks 90 à 100 nieuwe titels verschijnen. In het verslagjaar kwamen de oplagen beschikbaar van:

20 AGARDographs
25 Conference Proceedings
13 Advisory Reports
10 Technical Reports
7 Lecture Series
2 Bulletins

Voorts werden nog 5 publikaties van algemene aard uitgegeven, zoals het jaarverslag, het AGARD Handbook, en een overzicht van de hoogtepunten van het jaar.

Aan het tot stand komen daarvan werd door medewerkers van het NLR en door andere Nederlandse deskundigen bijdragen door het verzorgen van de redactie of door het schrijven van wetenschappelijke verhandelingen voor een aantal van die publikaties.

Zoals gebruikelijk werden van deze publikaties exemplaren gratis verstrekt aan belanghebbende instellingen, resp. individuele deskundigen.

Aangezien i.v.m. financiële beperkingen de oplage van de AGARD publikaties niet voldoende is om aan alle aanvragen te voldoen, werden zonodig belanghebbenden attent gemaakt op de mogelijkheid AGARD publikaties te lenen bij enige daarvoor aangewezen instellingen.

Van enkele in het najaar verschenen AGARD publikaties werden, naast de gedrukte oplaag, microfiches beschikbaar gesteld.

Met het oog op de besparing aan druk- en portokosten die kan worden verkregen door verstrekking van microfiches in plaats van gedrukte exemplaren, werd onder de belangrijkste Nederlandse gebruikers een enquête gehouden, in verband met het bepalen van toekomstige oplagen van beide versies.

Werkbezoeken en excursies

In 1975 brachten vele vertegenwoordigers van overheid en parlement werkbezoeken aan het NLR. We kunnen in dit verband noemen Ir. P.C. de Man, secretaris-generaal van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, vergezeld door Drs. R.J. Zwaanenburg, plaatsvervangend directeur-generaal van de Rijksluchtvaartdienst; de plaatsvervangende directeur van de LVB-RLD, J.S. Smit, alsmede Ir. C.H. van Vierssen, de technisch-wetenschappelijk attaché in Washington.

De belangstelling van het parlement kwam tot uitdrukking in een bezoek van een aantal leden van de fractie van de Partij van de Arbeid in de Tweede Kamer, en van de voorzitter en leden van het Interdepartementaal Overleg Wetenschapsbeleid (IOW). Bovendien brachten een aantal financieel-economische medewerkers van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat en van de Rijksluchtvaartdienst een bezoek aan het NLR.

Dr. O. Hammarström, directeur van de ESTEC, vergezeld door de heer E. Slachmuylders, Head of the Dynamics Systems Office and Control and Stabilization Division, bracht eveneens een bezoek aan het NLR.
In verband met de samenwerking van het NLR met Europese zusterinstellingen werd bezoek ontvangen van delegaties van de Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DFVLR) en van het Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales (ONERA). Voorts brachten vertegenwoordigers van de Duitse vliegtuigindustrie (Messerschmitt-Bölkow-Blohm, VFW—Fokker, en Dornier) en de DFVLR bezoeken aan het NLR in verband met de plannen voor de DNW.

Naast een zeer groot aantal Nederlandse deskundigen hebben eveneens een aantal op velerlei gebied deskundige buitenlanders een werkbezoek gebracht aan het NLR, onder wie genoemd worden:

Australië

F.H. Hooke, C.K. Rider, Dr. G.S. Jost en M.R. Thomson; Aeronautical Research Laboratories, Melbourne; vermoeiing van vliegtuigen.

K.R.A. O'Brien; Principal Airworthiness Engineer, Department of Transport, Melbourne; vermoeiing, spanningscorrosie, waterstofbrosheid en breuk in de praktijk.

W.Duitsland

Dr. H. Winter; DFVLR, Braunschweig; operationele luchtvaartproblemen.

A. Becker; DFVLR, Braunschweig; P. Form en Dipl.-Ing. H. Ecklundt; Tech. Universität Braunschweig; Microgolflandingssystemen.

Prof. Dr. H.L. Jordan, Dr. W. Hasenclever, Dr. P. Kleber; DFVLR; samenwerkingsaspecten.

Dr. E.H. Hirschel; DFVLR, Porz-Wahn; Eurovisc Working Party on Transition in Boundary Layers.

Dr. H. Fasel; Universiteit van Stuttgart; Eurovisc Working Party on Transition in Boundary Layers.

Engeland

G.H. Lee; Group Planning van British Airways; werkbezoek.

Cdre USN A.E. Victor; Office of Naval Research (Branch Office London); werkbezoek.

G. White; Defense Operational Analysis Establishment, West-Byfleet; military operations research.

Maj. D.T. Fairfull; United States Air Force – European Office Aerospace Research and Development, Londen; werkbezoek.

D.R. Ireland; Effects Technology Inc., Santa Barbara, Calif.; snelheidseffecten bij reststerkteproeven.

R. Connelly; Rolls Royce, Bristol; problemen met titaanlegeringen in straalmotoren.

Dr. R.H. Nunn; Office of Naval Research van het European Office of Aerospace Research and Development, Londen; kennismakingsbezoek.

K.J. Staples en D.H. Jackson; Royal Aircraft Establishment, Bedford; Hunter simulatie en validatie simulator.

R.A. Shaw; Millon; luchtkussenvoertuigen.

G.N. Baily; Civil Aviation Authority; A.T. House en G.E.J. Peake; Ministry of Defense; microgolflandingssystemen.

Dr. A.R. Luxmoore; University College, Swansea; breukmechanica en scheurgroei.

A.J. Edwards; Imp. College of Science and Technology, Londen; Eurovisc Working Party on Transition in Boundary Layers.

J.L. Stollery; Coll. of Aeronautics, Cranfield; Eurovisc Working Party on Transition in Boundary Layers.

Frankrijk

J. Bousquet; SNIAS; transsoon profielonderzoek.

R. Barreau; SNIAS; berekeningsmethoden voor instationaire luchtkrachten.

Dr. C. Bathias; SNIAS; vermoeiing van vliegtuigconstructies.

M. Bazin en R. Rock; ONERA; J.M. Carrara en J.P. Vaunois; Service Technique Aéronautique; fabricage van windtunnelmodellen.

M. Pierre, J. Laverré, E. Erlich en X. Vaucheret; ONERA; samenwerking NLR–ONERA op het gebied van windtunneltechnieken.

B. Monnerie; ONERA, Chatillon; Eurovisc Working Party on Transition in Boundary Layers.

Italië

A. Gazzina; Selenia S.p.A., Rome; algemeen informatief.

W.D. Thompson Jr.; SIAI Marchetti, Varese; transsoon profielontwerp.

Japan

G. Beppu; National Aerospace Laboratory, Tokyo; stabiliteit en controlresearch programma's.

Dr. M. Yanagizawa; National Aerospace Laboratory, Tokyo; instationaire aërodynamica.

Rhodesië

Prof.Dr. A.R. Manwell; University of Rhodesia; transsone-profieltheorie.

Spanje

J. Porcel; Construcciones Aeronauticas S.A., Madrid; windtunnelmetingen.

Verenigde Staten

S.A. Powers; Northrop Corp., Mawthorne, Calif.; windtunnelmetingen.

Prof. L. Trilling; Mass. Institute of Technology, Cambridge, Mass.; aërodynamische onderwerpen.

S.D. Carter; Pratt and Whitney Research and Development Centre, Florida; werkbezoek.

Prof. T.H.H. Pian; Mass. Institute of Technology, Cambridge, Mass.; het gebruik van de eindige-elementenmethode bij breukmechanica.

Dr. W.P. Rodden; consulting engineer, Los Angeles; aëro-elastisch onderzoek.

Prof. K.L. Reifsnider; Polytechn. Institute, Virginia; vermoeiing van composietmateriaal.

Dr. W. Reed; NASA-Langley; aëro-elastisch onderzoek.

J.G. Kaufman, T.I. McClintock en C.A. Ingenhousz; ALCOA; aluminiumlegeringen voor de luchtvaart.

R.E. Lewis; Lockheed; materiaalonderzoek.

J.K. Lauber; NASA-Ames, Moffett Field, Calif.; werkbezoek.

Prof. R.I. Stephens; University of Iowa; vermoeiing bij vluchtsimulatie.

D. Maney; Weapon Development Center, Eglin, Florida; werkbezoek.

Dr. R.G. Ollila; Batelle Columbus Lab.; algemene activiteiten.

Ir. K.A. Schippers; Boeing, Seattle; activiteiten op aërodynamisch gebied.

Prof. R.K. Mehra; Harvard University, Cambridge; lezingen over systemen en systeemontwerpen.

Dr. P.E. Rubbert; Boeing, Seattle; subsone en transsone rekenmethoden.

Dr. E.D. Martin; NASA-Ames, Moffett Field, Calif.; transsone rekenmethoden.

Dr. V.A. Lee; General Dynamics, Fort Worth, Texas; werkbezoek.

Dr. O. Lomacky; Naval Research and Development Centre, Bethesda, Maryland; breukmechanica.

Prof. G.R. Karr; University of Alabama, Huntsville; aërodynamische invloed van restatmosfeer op satellieten.

Yoram Kadman; Bolt, Beranek & Newman, Inc., Cambridge, Mass.; lage-snelheidstunnels.

Dr. W.J. McCroskey; U.S. Army Air Mob. Research Lab., Moffett Field, Calif.; instationair-profielonderzoek.

L. Muhlstein Jr.; NASA-Ames, Moffett Field, Calif.; instationaire aërodynamica.

Dr. S. Baron; Bolt, Beranek & Newman, Inc., Cambridge, Mass.; lezingen over regelmodellen voor het menselijk stuur- en beslissingsgedrag.

Dr. W.L. Waag; U.S. Air Force; bepaling van menselijke prestatie tijdens vliegopleiding.

N.E. Promisel; Consultant, Silver Spring, Maryland; voorbereiding AGARD Lecture Series: 'The theory, significance and presentation of collision in aircraft'.

R.W. Martin; Pratt and Whitney, Brussel; werkbezoek.

C.B. Mathews; Eglin Air Force Base, Florida; onderzoek naar mogelijkheden tot samenwerking.

W. Dietz; General Dynamics, Fort Worth, Texas; werkbezoek.

Zweden

B.A. Furngren, N.P. Näsman en L. Wickström; Royal Inst. of Technology, Stockholm; simulatietechnieken.

Dr. L.A. Samuelson; FAA; stabiliteitsproblemen en het computerprogramma STAGS.

Prof. M.T. Landahl; Royal Institute of Technology, Stockholm; Eurovisc Working Party on Transition in Boundary Layers.

Rondleidingen werden georganiseerd voor:

- Christelijke M.T.S. 'Patrimonium', Amsterdam
- 5e Technische School, afdeling Fijnmetaal, Amsterdam-Noord
- Vliegtuigbouwkundige Studievereniging 'Leonardo da Vinci', TH Delft
- Vliegtuigbouwkundige Studievereniging 'Sipke Wynia', HTS Haarlem
- St. Willibrordus College, Goes
- Wiskundige Studievereniging 'Christiaan Huygens', TH Delft
- Groep Afrikaanse Studenten
- Studenten van het VKI–AIAA, Brussel
- Groep hoge Franse en Nederlandse Marine Officieren
- Marine officieren van de onderhoudsorganisatie van de Marine Luchtvaartdienst
- Nederlandse Vereniging voor Luchtvaartgeneeskunde (aangesloten bij de KNVvL)
- Philips International Institute of Technology Studies
- Cursus Hogere Stafvorming 1975/77 van de Luchtmacht Stafschool
- Mijnbouwkundige Studenten, TH Delft
- Wiskundig Studiegenootschap 'Abacus', TH Twente
- Forschungsinstitut für Antropotechnik, Meckenheim (Duitsland)
- Waterloopkundig Laboratorium, Delft.

Bijdragen aan congressen, cursussen, tentoonstellingen

NLR medewerkers hielden de volgende lezingen:

Ir. R. Ross: Experiments on the influence of windtunnel noise on airfoil characteristics (STA meeting, Pasadena, Calif., U.S.A.)

Ir. A. Elsenaar: Measurements of the Reynolds stress tensor in a three-dimensional turbulent boundary layer under infinite swept wing conditions (Euromech-60, Trondheim, Noorwegen)

Ir. J.W. Slooff: The development of transonic airfoils for helicopters (Ann. Forum American Helicopter Society, Washington, U.S.A.)

Ir. H. Tijdeman: Contribution to the Round Table discussion on Unsteady Aerodynamics (AGARD-FDP meeting, Göttingen, W. Duitsland).

Ir. J.W.G. van Nunen: Comments on measuring techniques for unsteady derivatives (AGARD-FMP, 'Flight/Ground Testing Facilities Correlations', Valloire, Frankrijk)

Dr.Ir. R. Roos: A calculation method for unsteady subsonic flow about harmonically oscillating wing–body configurations (AIAA 8th Fluid and Plasma Dynamics Conference, Hartford, Conn., U.S.A.)

Ir. J.W. Kooi: Experiments on transonic shockwave boundary layer interactions (AGARD-FDP symposium 'Flow Separation', Göttingen, W.Duitsland)

Ir. A. Elsenaar, Ir. B. v.d. Berg en J.P.F. Lindhout: Three-dimensional separation of an incompressible turbulent boundary layer on an infinite swept wing (AGARD-FDP Symposium 'Flow separation', Göttingen, W.Duitsland)

Ir. J. v.d. Vooren en Ir. J.W. Slooff: Recent developments at NLR in the calculations of transonic flow over wing–fuselage combinations using perturbation theory (IUTAM Symposium Transsonicum, Göttingen, W.Duitsland)

Ir. J.P. Hartzuiker: The proposed Large European High Reynolds Number Transonic Wind Tunnel, LEHRT (AGARD-FMP 'Flight/Ground Testing Facilities Correlations', Valloire, Frankrijk)

Ir. H. Tijdeman: On the motion of shockwaves on an airfoil with oscillating flap in transonic flow (IUTAM Symposium Transsonicum, Göttingen, W.Duitsland)

Ir. P.H. Fuykschot: The NLR approach to windtunnel data systems (6th Intern. Conference 'Instrumentation in Aerospace Simulation Facilities', Ottawa, Canada)

Ir. H. Tijdeman: Pilot-paper: High-subsonic and transonic effects in unsteady aerodynamics (AGARD-FDP, 41e AGARD S en M Panel Meeting, Ankara, Turkije)

Ir. J.W. Slooff en Ir. W.J. Piers: The effect of finite test section length on wall interference in 2-D ventilated wind tunnels (AGARD-FDP 'Windtunnel Design and Testing Techniques', Londen, U.K.)

O. de Vries: Two-dimensional tunnel wall interference for multi-element aerofoils in incompressible flow (AGARD-FDP 'Windtunnel Design and Testing Techniques', Londen, U.K.)

Ir. J.C.A. v. Ditshuizen: Design and calibration of the 1/10th scale model of the NLR low speed wind tunnel LST 8×6 (AGARD-FDP 'Windtunnel Design and Testing Techniques', Londen, U.K.)

Ir. R. Ross: The character of flow unsteadiness and its influence on steady state transonic windtunnel measurements (AGARD-FDP 'Windtunnel Design and Testing Techniques', Londen, U.K.)

Ir. B. van den Berg: Aërodynamisch ontwerp van superkritieke vleugels (Ned. Vereniging voor Luchtvaarttechniek)

Ir. A.J.L. Willekens en Ir. J.H. Breeman: Remote sensing from aircraft (8th International Aerospace Instruments Symposium, Cranfield, U.K.)

Ir. P.H. Wewerinke: A theoretical study of the pilot as a system monitor (NASA-Ames 'Annual Conference on Manual Control', Moffett Field, Calif., U.S.A.)

Ir. P.H. Wewerinke: Mathematical models of manned vehicle systems – Research proposal to the USAF (AGARD-SMP 32nd meeting 'Higher Mental Functioning in Operational Environments', Ankara, Turkije)

Ing. A. Pool: The establishment of safe separation between aircraft in flight (Flight Safety Foundation '28th International Air Safety Seminar', Amsterdam, Nederland)

Ir. E.A.B. de Graaf: Breukonderzoek en niet-destructieve inspectie (R.Ae.S./KNVvL 'Exchange Lectures', Londen, U.K.)

Ir. E.A.B. de Graaf: Schadenforschung als Mittel zur Verhütung von Bauteilschäden in der Luftfahrt (Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreies Prüfverfahren, Berlijn, W.Duitsland)

W.J. v.d. Vet: *Quantitative Image Analysis in Materials Control* (Metals Research 'Fortschritte der Quantitative Bildanalyse', Offenbach/Frankfurt, W.Duitsland)

Ir. G.M. v. Dijk en Ir. J.B. de Jonge: Introduction to a fighter aircraft loading standard for fatigue evaluation 'Falstaff' (Intern. Comm. on Aeronautical Fatigue)

Dr. R.J.H. Wanhill: Titanium structures in commercial aircraft (Montanistische Hochschule Leoben, Österreichische Aluminium Industrie, e.a., '6th International Light Metals Conference', Wenen, Oostenrijk)

Ir. A.U. de Koning: Elastoplastic analysis of stable crack growth (European Mechanics Colloquium 'Energy Methods in Fracture Mechanics', Stockholm, Zweden)

Ir. H.P. v. Leeuwen: *An analysis of hydrogen induced cracking* (AIME Conference 'Effect of Hydrogen on Behaviour of Materials', Jackson, Wyoming, U.S.A.)

Ing. C.J. Lof: Spanningsberekeningen met behulp van ASKA (Associatie PROGEL Symposium, TH Twente, Enschede, Nederland)

Ir. J.F. Heemskerk: Lezing over Bearing test rig (ESRO 'European Space Tribology Conference', Frascati, Italië)

Ir. L.J.M. Joosten: A hybrid signal conditioner for measuring small resistance variations, in application of measuring crack-length in metal plates under fatigue live testing (Colloque International sur l'Electronique et la Mesure, Parijs, Frankrijk)

Ir. O.B.M. Pietersen: A slotted waveguide antenna as a marker beacon for aircraft (IEEE Symposium 'Antennas and Propagation', Urbana, U.S.A.)

Ir. H. Snel: Turbulente compressibele MHD-kanaalstroming (6th International Conference on Magneto and Hydrodynamic Electrical Power Generation, Washington D.C.) – in samenwerking met de TH Eindhoven

Ir. W. Loeve: An hierarchic multi-suppliers computer network of a research laboratory with two settlements (VIM 22/ECODU 19, Amsterdam, Nederland)

Ir. F.J. Abbink: Development of a computer model with the aim to analyze avionics and weapon systems of modern fighter aircraft (AGARD-AVP 'Medium Accuracy Low Cost Navigation', Sandefjord, Noorwegen)

Ir. J.W. Boerstoel: Review of the application of hodograph theory to transonic airfoil design, and theoretical and experimental analysis of shock-free airfoils (IUTAM 2e symposium Transsonicum, Göttingen, W.Duitsland)

Ir. J. v.d. Vooren: Remarks on the suitability of various transonic small perturbation equations to describe three-dimensional transonic flow; examples of computations using a fully conservative rotated difference scheme (IUTAM 2e Symposium Transsonicum, Göttingen, W.Duitsland).

Voordrachten werden voorts gehouden voor de afdeling Haarlem der Nederlandse Ingenieursvereniging NIRIA, en voor de Sectie Milieutechniek van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs. Ook hebben verschillende NLR-medewerkers bijdragen geleverd aan het onderwijsprogramma van de Luchtmacht Staf School. Verder leverde het NLR een bijdrage aan de tentoonstelling ter gelegenheid van het zesde lustrum van de Vliegtuigbouwkundige Studievereniging 'Leonardo da Vinci' en aan de expositie 'Nederlandse activiteiten op het gebied van ruimteonderzoek' in het museum van de Koninklijke Luchtmacht op de vliegbasis te Soesterberg.

Publikaties

In het verslagjaar zijn 212 rapporten verschenen; hiertoe behoren ook de niet voor publikatie bestemde rapporten met uitzondering van de eenvoudige ijkings- en keuringsrapporten.

De volgende rapporten zijn als publikaties van het NLR verschenen:

NLR TR 73101 U	Schijve, J., Geluidsvermoeiing van vliegtuigconstructies.
NLR TR 74023 U	Renes, J.J., Description of a smoothing technique with slope-continuous piecewise cubic polynomials and its application to radar position measurements.
NLR TR 74063 U	Labrujère, T.E., and Vries, O. de, Evaluation of a potential theoretical model of the wake behind a wing via comparison of measurements and calculations.
NLR TR 74091 U	Smith, J., Computations with the Garabedian and Korn program for two-dimensional transonic flows with embedded shocks.
NLR TR 74093 U	Wewerinke, P.H., A simulator experiment to investigate a lateral rate field display.
NLR TR 74095 U	Elsenaar, A., and Boelsma, S.H., Measurements of the Reynolds stress tensor in a three-dimensional turbulent boundary layer under infinite swept wing conditions.
NLR TR 74115 U	Lof, C.J., en Ottens, H.H., Sterkte- en stijfheidsberekening van een vliegtuigrompstuk met grote vrachtdeur.
NLR TR 74119 U	Schra, L., and Leeuwen, H.P. van, Heat treatment studies of aluminium alloy tube 7050 forgings. Interim report nr. 1: A preliminary investigation on the effect of heat treatment on hardness and stress corrosion resistance.
NLR TR 74126 U	Ottens, H.H., en Lof, C.J., Evaluatie van een sterkteberekening van een vliegtuigrompdeel met het ASKA-systeem.

NLR TR 74128 U Ross, R., and Rohne, P.B., Noise environment in the NLR transonic windtunnel HST.

NLR TR 74130 U Vries, O. de, Aërodynamische aspecten windgedreven rotoren; enige oriënterende beschouwingen.

NLR TR 74150 U Bartelds, G., and Nederveen, A., An investigation of crack resistance in composite reinforced sheets of sandwich panels.

NLR TR 74151 U Schra, L., and Leeuwen, H.P. van, Heat treatment studies of aluminium alloy forgings of the AZ 74–61 type. Interim report nr. 2: The effect of heat treatment on a variety of engineering properties.

NLR TR 74162 U Labrujère, T.E., and Vooren, J. v.d., Finite element calculation of axisymmetric subcritical compressible flow.

NLR TR 74172 U Schra, L., and Leeuwen, H.P. van, On the effect of the loading rate on the residual strength of a cracked plate with a hole.

NLR TR 75010 U Hartman, A., Crack resistance of some structural adhesives determined on adhesive bonded TDCB specimens.

NLR TR 75031 U Labrujère, T.E., and Sanderse, A., A computer program for the finite element calculation of axisymmetric subcritical compressible flow.

NLR TR 75043 U Woerkom, P.T.L.M. van, Analysis of the perturbed motion of asymmetric, spinning spacecraft.

NLR TR 75050 U Ottens, H.H., Calculation of vibration modes and resonance frequencies of the Northrop NF-5.

NLR TR 75055 U Boersma, G., and Sonnenschein, F.J., Factors influencing the choice of an orbital propulsion system for geostationary satellites.

NLR TR 75056 U Boersma, G., and Sonnenschein, F.J., Study of double gimballed momentum wheels in the attitude and orbit control system of a geostationary communication satellite.

NLR TR 75063 U Delil, A.A.M., and Heemskerk, J.F., Theoretical investigation of the basic thermal performance of multilayer insulation blankets.

NLR TR 75070 U Sytsma, H.A., Prediction of aerodynamic interference effects on a fighter type wing–tiptank configuration with and without pylon and store.

NLR TR 75072 U Traas, C.R., Analysis of a stepwise numerical method for solution of a three-dimensional non-uniform main flow.

NLR TR 75076 U Berg, B. van den, Piers, W.J., and Schipholt, G.J., Calculation of the flow around a swept wing, taking into account the effect on the three-dimensional boundary layer. Part I. Wing with turbulent boundary layer.

NLR TR 75079 U Tijdeman, H., High subsonic and transonic effects in unsteady aerodynamics.

NLR TR 75094 U Nederveen, A., Gebruiksonderzoek van krasstroken.

NLR TR 75098 U Wanhill, R.J.H., High temperature gas turbine materials.

NLR MP 74015 U Stahlie, T.J., A statistical method for error reduction in an integration process involving experimental data.

NLR MP 74017 U Vlieger, H., Fail-safe characteristics of built-up sheet structures.

NLR MP 74022 U Mooy, H.A., Handling quality criteria development for transport aircraft with fly-by-wire primary flight control systems.

NLR MP 74023 U Wanhill, R.J.H., Environmental fatigue crack propagation in Ti–6Al–4V sheet.

NLR MP 74029 U Kleingeld, H.W., Design and evaluation of a symmetric flight test manoevre for the estimation of longitudinal performance and stability and control characteristics.

NLR MP 74030 U Wanhill, R.J.H., Titanium structures in commercial subsonic aircraft.

NLR MP 75001 U Elsenaar, A., Berg, B. van den, and Lindhout, J.P.F., Three-dimensional separation of an incompressible turbulent boundary layer on an infinite swept wing.

NLR MP 75002 U Kooi, J.W., Experiment on transonic shock-wave boundary layer interaction.

NLR MP 75003 U Willekens, A.J.L., and Breeman, H.H., Remote sensing from aircraft.

NLR MP 75004 U Wanhill, R.J.H., Aqueous stress corrosion in titanium alloys.

NLR MP 75005 U Graaf, E.A.B. de, Aspects of non-destructive inspection in relation to service failure analysis.

NLR MP 75006 U Wanhill, R.J.H., and Döker, H., Vacuum fatigue fracture of Ti–6Al–4V.

NLR MP 75007 U Rozendal, D., Groothoff, C.C., and Derksen, W.B.G., Improved nozzle techniques in transonic flow. Resultaten van een NLR bijdrage tot een AGARD ad hoc studie.

NLR MP 75008 U Groothoff, C.C., Improved nozzle testing techniques in transonic flow. Influence of jet parameters. Part I. Nozzle thrust and discharge coefficients.

NLR MP 75009 U Graaf, E.A.B. de, Schadenforschung als Mittel zur Verhütung von Bauteilschäden in der Luftfahrt. Voordracht op de 'Jahrestagung der Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreies Prüfverfahren eV', mei 1975, Berlijn, W-Duitsland.

NLR MP 75010 U Leeuwen, H.P. van, A failure criterion for internal hydrogen embrittlement. Artikel bestemd voor publikatie in 'Engineering Fracture Mechanics'.

NLR MP 75011 U Schijve, J., et al., Review of aeronautical fatigue investigations in the Netherlands during the period April 1973–March 1975. Voordracht op de 14de ICAF Conferentie, mei 1975, Lausanne, Zwitserland.

NLR MP 75012 U Loeve, W., An hierarchic multi-suppliers computer network of a research laboratory with two settlements. Voordracht op de gecombineerde Amerikaans–Europese CDC-gebruikers Conferentie VIM 22/ ECODU 19, april 1975, Amsterdam, Nederland.

NLR MP 75013 U Roos, R., Bennekers, B., and Zwaan, R.J., A calculation method for unsteady subsonic flow about harmonically oscillating wing–body configurations. Voordracht op de AIAA 8 'Fluid and Plasma Dynamics' Conferentie, juni 1975, Hartford, Connecticut, U.S.A.

NLR MP 75014 U Wanhill, R.J.H., AGARD's approach to fatigue and fracture resistance. Voordracht op het 8ste ICAF Symposium en Colloquium, juni 1975, Lausanne, Zwitserland.

NLR MP 75015 U Wewerinke, P.H., A theoretical study of the pilot as a system monitor. Voordracht op de 11de Jaarlijkse Conferentie over

'Manual Control', mei 1975, NASA Ames, U.S.A.

NLR MP 75016 U Snel, H., and Lindhout, J., Merck, W., and Houben, J., (THE), Two dimensional MHD duct flow: Numerical analysis and measurements.
Voordracht op de 6de Internationale Conferentie over 'Magnetohydrodynamical Electrical Power Generation', juni 1975, Washington DC, U.S.A.

NLR MP 75017 U Dijk, G.M. van, and Jonge, J.B. de, Introduction to a fighter aircraft loading standard for fatigue evaluation 'Falstaff'.
Voordracht op het 8ste ICAF Symposium, juni 1975, Lausanne, Zwitserland.

NRL MP 75018 U Hartzuiker, J.P., The proposed large European High-Reynolds-Number transonic Windtunnel (LEHRT).
Voordracht op het AGARD 'Flight Mechanics Panel Symposium on Flight/Ground Testing Facilities Correlation', juni 1975, Valloire, Frankrijk.

NLR MP 75019 U Snel, H., The interaction between a jet and a non-uniform mainflow, and jet–airframe interaction.
Voordracht op de NAVAIR 'Workshop for jet VSTOL Propulsion Aerodynamics', juli 1975, Washington DC, U.S.A.

NLR MP 75020 U Nunen, J.W.G. van, Comments on measuring techniques for unsteady derivatives.
Voordracht op het 'Flight Mechanics Panel Symposium on Flight/Ground Testing Facilities Correlation', juni 1975, Valloire, Savoie, Frankrijk.

NLR MP 75021 U Vries, O. de, and Schipholt, G.J.L., Two-dimensional tunnel wall interference for multi-element aerofoils in incompressible flow.
Korte voordracht op het AGARD FDP Symposium over 'Wind Tunnel Design and Testing Techniques', oktober 1975, Londen, U.K.

NLR MP 75022 U Sevenhuysen, P.J., en Westhuis, B., De ontwikkeling van een laser-raster methode voor het meten van rekverdelingen in vlakke niet-doorzichtige oppervlakken.
Voordracht op het 'Symposium Fotonica', april 1975, Eindhoven, Nederland.

NLR MP 75023 U Mooy, H.A., and Han, S.O.T.H., Control Configured Vehicles.

Publikatie opgesteld n.a.v. een artikel opgenomen in het 6e Blauwboek van de Vliegtuigbouwk. Studiever. 'Leonardo da Vinci'.

NLR MP 75024 U Burgerhout, T.J., and Simons, J., A class of reliability characteristics with application to data on failures of an inertial navigation system.
Artikel bestemd voor publikatie in 'Technometrics'.

NLR MP 75025 U Ross, R., and Rohne, P.B., The character of flow unsteadiness and its influence on steady state transonic wind tunnel measurements.
Voordracht op het AGARD 'Fluid Dynamics Symposium on Wind Tunnel Design and Testing Techniques', oktober 1975, Londen , U.K.

NLR MP 75026 U Leeuwen, H.P. van, An analysis of hydrogen-induced cracking.
Voordracht op de AIME Conferentie over 'Effect of Hydrogen on Behavior of Materials', september 1975, Jackson Lake Lodge, Moran, Wyoming, U.S.A.

NLR MP 75027 U Pietersen, O.B.M., and Klinker, F., A slotted waveguide antenna as a marker beacon for aircraft..
Voordracht op het IEEE/AP-S Internationale Symposium, juni 1975, Urbana/Champaign, Illinois, U.S.A.

NLR MP 75028 U Tijdeman, H., On the motion of shock waves on an airfoil with oscillating flap.
Voordracht op het IUTAM Symposium Transsonicum II, september 1975, Göttingen, W-Duitsland.

NLR MP 75029 U Abbink, F.J., and Driel, N. van, A mathematical model for the analysis of navigation system errors of modern fighter aircraft.
Voordracht op het AGARD 'Avionics Panel, 30th Technical Meeting on Medium Accuracy Low Cost Navigation', september 1975, Sandefjord, Noorwegen.

NLR MP 75030 U Fuijkschot, P.H., EGOIST, – The NLR approach to windtunnel data systems.
Voordracht op het 6de Internationale Congres over 'Instrumentation in Aerospace Simulation Facilities', september 1975, Ottawa, Canada.

NLR MP 75031 U Ditshuizen, J.C.A. van, Design and calibration of the 1/10th scale model of the NLR low speed wind tunnel LST 8×6.

Voordracht op het AGARD Symposium over 'Wind Tunnel Design and Testing Techniques', oktober 1975, Londen, U.K.

NLR MP 75034 U Niewold, J.J., and Posthuma de Boer, U., Data communication at various speeds with a CYBER-72 via a MODCOMP minicomputer as data concentrator.
Voordracht op de *ECODU 20 Conferentie*, september 1975, Budapest, Hongarije.

NLR MP 75038 U Koevermans, W.P., and Jansen, C.J., Design and performance of the four-degrees-of-freedom motion system of the NLR research flight simulator.
Voordracht op het AGARD FMP/GCP Gemeenschappelijk Symposium over 'Flight Simulation/Guidance Systems Simulation', oktober 1975, Den Haag, Nederland.

Verklaring van een aantal van de gebezigde afkortingen

AGARD	Advisory Group for Aerospace Research and Development (NAVO)
AGO	ANS Grondoperaties
AIAA	American Institute of Aeronautics and Astronautics
AIDS	Aircraft Integrated Data Systems
AIME	American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers
ALCOA	Aluminum Co. of America
ANP	Aanloopfase Nieuw Project
ANS	Astronomische Nederlandse Satelliet
ARTISS	Agricultural Real-Time Imaging Satellite System
ASKA	Automatic System for Kinematic Analysis
AWOP	All-Weather Operations Panel (ICAO)
BIRAP	Balloon Infrared Astronomy Platform
CCV	Control-Configured Vehicles
CDC	Control Data Corporation
CFRP	Carbon-Fibre Reinforced Plastic
CNES	Centre National d'Etudes Spatiales
CODAS	Carry-On Data Acquisition System
CSST	Continue Supersone-snelheidstunnel
CTOL	Conventional Take-off and Landing
DAISY	Direct-Access Interface System
DALIA	Datalink Aanpassing Interface
DEC	Digital Equipment Corporation
DFVLR	Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt
DLC	Direct Lift Control
DME	Distance-Measuring Equipment
DNW	Duits–Nederlandse Windtunnel
DSA	Direct Storage Access
DVSV	Dataverwerkingsstation-V

ECODU	European Control-Data Users
EGOIST	Eerste Geheel On-Line Instrumentatie Systeem Tunnels
ESA	European Space Agency
ESOC	European Space Operations Centre
ESRO	European Space Research Organisation
ESTEC	European Space Research and Technology Centre
EZ	Ministerie van Economische Zaken
FAA	Federal Aviation Administration
FDAU	Flight Data Acquisition Unit
Fokker–VFW	'Fokker–VFW' B.V.
GTAC	Ground-to-Air Cycle
HSA	Hollandse Signaal Apparaten
HST	Hoge-Snelheidstunnel
HTS	Hogere Technische School
ICAF	International Committee on Aeronautical Fatigue
ICANS	Industrieel Consortium ANS
ICAO	International Civil-Aviation Organization
ICIRAS	Industrieel Consortium IRAS
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
ILS	Instrument Landing System
IMC	Instrument Meteorological Conditions
IR	Infrarood
IRAS	Infrarood Astronomische Satelliet
ISEE	International Sun-Earth Explorer
IUTAM	International Union of Theoretical and Applied Mechanics
IZF-TNO	Instituut voor Zintuigfysiologie, TNO
KAT	Kleine Anechoïsche Tunnel
KLM	Koninklijke Luchtvaart Maatschappij N.V.
KLu	Koninklijke Luchtmacht
KM	Koninklijke Marine
KMA	Koninklijke Militaire Academie
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
KNVvL	Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart
LEHRT	Large European High-Reynoldsnumber Tunnel
LSEO	Landelijke Stuurgroep Energie-onderzoek
LST	Lage-Snelheidstunnel
LVB	Luchtverkeersbeveiliging
MHD	Magnetohydrodynamisch

MLS	Microwave Landing System
MPA	Maritieme Patrouille Versie van de Fokker F27
MRCA	Multi-Role Combat Aircraft
MTU	Magnetic Tape Unit
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NAT/SPG	North Atlantic Systems Planning Group (ICAO)
NAVO	Noord-Atlantische Verdragsorganisatie
NAV/SEP	Eurocontrol Panel of Experts on Navigation and Separation
NIVR	Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart
NIWARS	Nederlandse Interdepartementale Werkgemeenschap voor het Applicatie-onderzoek van Remote-Sensing technieken
NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
NLRGC	Nationaal Lucht- en Ruimtevaart Geneeskundig Centrum
NOP	Noordoostpolder
NIJDAS	Nieuw IJkdata Acquisitie Systeem
OCP	Obstacle Clearance Panel (ICAO)
ONERA	Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales
O en W	Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen
PROGEL	Programmasysteem Elementenmethode
PSD	'Power Spectral Density' methode
PT	Pilot Tunnel
PTT	Staatsbedrijf der Posterijen, Telegrafie en Telefonie
QUANS	Queen Air Navigation System
RAE	Royal Aircraft Establishment
RASP	Radio Altimeter-based System for Positioning
RGCS	Review of the General Concept of Separation Panel
RLD	Rijksluchtvaartdienst
RWS	Rijkswaterstaat
SARP	Signaal Automatic Radar Processing
SATCO	Signaal Automatic Air Traffic Control
SDG	'Statistical Discrete Gust' methode
SLAR	Side-looking Airborne Radar
SNIAS	Société Nationale Industrielle Aérospatiale
SST	Supersone-snelheidstunnel
STOL	Short Take-off and Landing
TACAN	Tactical Air Navigation

TELSIM	Telemetrie Simulator
TH	Technische Hogeschool
TMA	Terminal Control Area
TNO	Centrale Organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek
TPD	Technisch Physische Dienst (TNO–TH Delft)
USAF	United States Air Force
VFR	Visual Flight Rules
VFW	Vereinigte Flugtechnische Werke
VHF	Very High Frequency
VIM	Cyber Users in the U.S.A.
VKIFD	Von Kármán Institute for Fluid Dynamics
V/STOL	Vertical/Short Take-off and Landing
V en W	Ministerie van Verkeer en Waterstaat

SUMMARIES

1 Research

1.1 Capita Selecta

This chapter describes the characteristics of the small anechoic tunnel 'KAT' and results of measurements which have been performed recently. Furthermore, recent developments in the research program on automatic control systems in elastic aircraft are discussed.

The small anechoic tunnel 'KAT' (figs. 1 through 6; pp. 31–38)

Although the aircraft engine manufacturer is largely responsible for the acoustic design aspects of the engine, the aircraft constructor is still responsible for the aircraft as a whole and, consequently, he has to find the proper balance between acoustic benefits of measures for engine-noise reduction and their effects on the economy of the aircraft. In order to be able to assist the aircraft industry with the aero-acoustic experiments on jet-noise suppression, a small anechoic tunnel 'KAT' was built at NLR, in which aerodynamic and acoustic experiments can be performed with scale models with nacelle diameters up to $\approx$ 15 cm (figs. 1 and 2).

For this purpose an existing wind tunnel was modified, and jet-noise simulation techniques were developed. For jet-noise testing of the real engine, both the hot jet stream and the cold stream of bypass air around it have to be simulated at variable pressure and temperature; also the airflow around the engine nacelle has to be simulated. Furthermore, the reflection of noise from the test environment should be minimal and the background noise level of the tunnel itself should be kept low. In order to meet these requirements, a number of modifications were applied. The walls of the test room, for instance, are covered with 15000 polyether foam wedges to make them echo-free.

The anechoic wind tunnel has a 40 cm diam. free jet test section, in which a maximum speed of 90 m/sec can be attained. The model is positioned on a streamlined support (fig. 3), which is connected to an external strain gauge balance. Through the support, liquid H_2O_2 and pressurized

air are fed into the model. The hot jet stream is simulated by letting the H_2O_2 decompose inside the model into oxygen and superheated steam. The pressurized air serves to simulate the bypass flow. A very good simulation of the real-engine jet flow can thus be obtained.

The aerodynamic data are measured with a strain gauge balance and with the usual equipment. The acoustic data are measured with a number of microphones – movable and fixed – in the test section. It has to be noted that the noise frequency of interest in these measurements is scaled up with the same factor as the model size is scaled down, provided the jet velocity and temperature are equal to those in the real situation. Processing of the data from the acoustic and aerodynamic measurements is performed in the central computer.

In figures 4, 5, and 6, an illustration is given of the results of aeroacoustic measurements. It is shown that proper simulation of the temperature and of the airflow around the engine nacelle is essential if the real-engine jet noise is to be studied. Moreover, the results of the measurements with the scale model show very good agreement with those of measurements with the real engine.

It can be concluded that, at low costs and with relatively small modifications, an installation is now available which is very well suited for both aerodynamic and acoustic research on real-engine jet noise and jet-noise suppressor configurations.

Automatic control systems in elastic aircraft
(figs. 7 through 12; pp. 39–48)

Recently, research on automatic control systems for future aircraft has received more attention.

Generally, an automatic control system can belong to the critical class of control systems or to the noncritical class, depending on whether or not the flight safety is seriously affected when the control system fails.

In the past already a number of noncritical control systems were used, e.g. the automatic pilot and the system for artificial stabilization (to improve the dynamic aircraft stability). Another feature of systems used in the past was that the aircraft structure could be assumed rigid.

The development of advanced, more flexible aircraft structures necessitated the cooperation of people from various fields: flying characteristics, aircraft loads, and flutter. This started a rapid development in control-system equipment, to which also spaceflight technology contributed as far as weight, reliability, and costs of such a system are concerned.

This development enabled the construction of lighter aircraft with larger aerodynamic efficiency. The automatic control system in these aircraft structures registers signals from sensors measuring motions of particular locations in the aircraft structure and then administers correcting control-surface deflections.

Some of these advanced control systems (for instance, the system for active flutter control) belong to the critical class and, therefore, have to be as reliable as the existing mechanical coupling between steering device and aerodynamic control surface. Others belong to the noncritical class: for instance, a system to improve the passenger comfort and a system to reduce the turbulence load. The latter two systems will be described in more detail.

In mathematical models used to predict the results of the application of these systems, both the aerodynamic and the elastic properties of the aircraft structure have to be taken into account, together with the properties of the automatic control system itself. Multidisciplinary teams of specialists were established for this purpose.

The oscillatory behaviour of the structure is calculated with the NLR finite-difference method. This method is extensively tested. The air loads are calculated with special methods which account for their instationary character. The way in which the mathematical equations are solved depends on the nature of the problem under consideration.

The problem of reducing the vertical acceleration of the aircraft – important for the passenger comfort – was theoretically investigated. An automatic control system was developed in which the wing-flap deflection is controlled automatically on the basis of the measured vertical acceleration. For this purpose, the linear equations of motion of the aircraft were fed into an analog computer, together with the nonlinear equations of the control system. Then, computer flight simulations could be performed for varying control-system input parameters, which resulted in a parameter set which reduced the vertical acceleration by 40% and, thus, produced a greatly improved passenger comfort.

A study on the possibilities of reducing the fatigue load was also performed. It was shown that an automatic control system of the noncritical class can significantly reduce the fatigue load in an aircraft structure. This can be used either to lengthen the lifetime of an existing aircraft structure, or to develop new lighter aircraft structures. A study was made to which extent an automatic control system designed for reduction of the turbulence load can diminish the fatigue damage. It was shown that,

when an automatic control system is applied which reduced the turbulence load by 60%, the weight of the lower wing skin can be taken 25% less.

These two examples are indicative of the improvements in overall aircraft efficiency to be expected from further applications of this type of automatic control systems.

1.2 Aerodynamics

Aircraft development

Much effort was spent on the further development of new technologies to be applied to the next generation of aircraft: e.g. the supercritical wing, engines with high bypass ratio, new flap configurations, and composite materials. This work was performed under contract with NIVR.

Aerodynamic investigations were carried out to support development projects, such as the Concorde, the MRCA, and the SAAB Viggen.

Stationary flow fields

Existing calculational methods and computer programs were extended and adapted to applications to flow fields around the whole aircraft structure.

The method of calculating three-dimensional boundary layers was improved in order to determine the influence of a turbulent or laminar boundary layer on the pressure distribution around a swept wing and on the air load on this wing. The influence of the jet stream on the flow around the aircraft, being of importance in future applications of engines with high bypass ratio, was further investigated. Several calculations were performed with the NLR panel method, and good agreement was obtained with experimental results from wind-tunnel measurements.

Stationary transonic flow over airfoils

The results of NLR calculations of a nonviscous three-dimensional transonic flow with shock waves around a model of a wing showed good agreement with experimental results obtained for this wing by RAE.

A program based on the finite-difference method was constructed to calculate a nonviscous transonic flow with shock waves around airfoils.

Experimental research on the interaction between shock waves and boundary layers was continued.

Instationary flow

An NLR program in which the instationary flow around a wing with external stores is calculated with the 'instationary panel method' reproduced the experimental results obtained by ONERA for various wing/store configurations within experimental accuracy.

Experiments on a two-dimensional airfoil with an oscillating flap in a transonic flow yielded results which were used to test the results of a mathematical model.

New measurements were performed with an oscillating model of a supercritical airfoil.

Research concerning buffeting was continued.

Aero-acoustic studies

The construction of the small anechoic tunnel KAT was completed (see Capita Selecta, p. 121). In cooperation with Fokker–VFW and under contract with NIVR, a research program was carried out aiming at the noise suppression in existing (F28) and future aircraft.

The influence of the internal flow field on the noise production of engine inlets with sound-absorbing walls was investigated also.

Finally, the origin and composition of the noise of fan engines and the propagation of sound through a channel were studied.

Viscous effects

The theoretical and experimental research on three-dimensional boundary layers was continued.

Boundary-layer calculations were incorporated in the design methods for advanced airfoils.

Results of complete three-dimensional boundary-layer calculations for a swept wing were compared with quasi-two-dimensional calculations (infinite swept wing).

Turbulence measurements were carried out in the wake and in the wake–boundary-layer region of a model.

Improvement of wind-tunnel testing

Theoretical and experimental research was carried out to improve the quality of the airflow simulation in the wind tunnels:

The influence of the wind-tunnel walls on the results of the measurements was examined in slotted-wall tunnels. Theoretical predictions of

the model–support interference can be made with the NLR panel method.

1.2 Structures and Materials

Development projects

In the framework of the development of a new aircraft project, studies were made of advanced construction methods and of new materials for a new wing torque box, under contract with NIVR and in cooperation with Fokker–VFW.

Compression panels made from various materials, among which new alloys and fiber-reinforced materials, were examined theoretically. Wing sections constructed from these materials were tested.

Aircraft loads

Several theoretical studies were performed, among which studies of the determination of the turbulence load. In order to calculate the wing load and the acceleration of the center of gravity caused by instationary turbulence, equations were constructed for an aircraft model with three degrees of freedom.

Programs were made to analyze the data from fatigue-load experiments.

A literature study was carried out on the problem of the influence of so-called 'active controls' on the lifetime of an aircraft structure.

Strength and stiffness of structures

Several computer programs were extended further, both at NLR and in association with others.

Fracture toughness and residual strength

Several research programs were continued, e.g. those on the residual strength of structures with cracked or damaged parts, on the influence of the load velocity on the residual strength, on plastic deformation due to cracks, and those on the fracture toughness of adhesive bonds. The research concerning the residual strength of panels with adhesive-bonded stiffeners was completed.

A number of conclusions could be drawn from the results obtained with

computer programs developed to calculate plastic deformation near a crack tip.

Numerical calculations yielded results for the determination of the stress intensity in the case of cracks in lugs.

Fatigue

The experiments for the determination of the environmental influence on the crack propagation in 2024-T3 alloy were completed.

The aluminium alloy 7075-T6 showed a crack propagation rate which was significantly larger than that for the alloy mentioned above.

Stress corrosion

Experiments on the lifetime and the propagation rate of fatigue cracks were performed for aluminium alloys: the 7075 alloy was tested in various corrodents.

The hydrogen embrittlement of high-strength steel was examined also.

Evaluation of modern structural materials

The research in this field, aimed at a minimization of the weight of modern structures while maintaining their desired strength and crack tolerance, included experiments on the influence of variations in the heat treatment of the 7050 alloy. Measurements were performed to determine the crack initiation and propagation rates under stress corrosion, and to investigate the residual strength and fatigue properties. The alloy 7050 proved to have superior qualities over several materials tested before.

The new alloy 7475 was tested for its residual strength and crack-propagation properties under simulated flight conditions.

Flight-simulation experiments were performed also on titanium alloys; their fracture mechanisms were studied.

The tensile fracture of composite materials also was subject to an investigation.

1.4 Aircraft

Aircraft development

Under contract with NIVR, much support was given to Fokker–VFW in the certification flight testing of the Fokker F28 Mk6000 and the F28

Mk4000 aircraft. With the F28 Mk6000 aircraft, stall experiments and experiments on the minimum control speed were performed, and the ice formation on wings was studied under simulated and real flight conditions. The certification flight testing of the F28 Mk4000 aircraft concerning the noise production was performed in Spain.

The NLR assisted with check runs on performance and flying qualities of F27 and F28 series aircraft.

The flight-test program of the F27 Maritime Patrol Aircraft was prepared.

Under contract with NIVR and in cooperation with Fokker–VFW, advanced control systems were investigated. Systems for artificial stabilization of aircraft with supercritical wings were studied.

Flight mechanics

A flight-test program was executed to determine which properties an artificially generated flying-control stability in an aircraft with a pitch-control system should have.

In the framework of the NLR–DFVLR cooperation, the descriptive functions of the pilot and the frequency characteristics of the control system were determined in flight tests.

A flight-simulator study was made of the possibilities of decelerating approaches, in order to decrease the ground noise level.

The flying qualities of steep-approach aircraft, the construction of a program to calculate the flight performance of a helicopter, and an investigation on helicopter systems were the subject of activities concerning V/STOL aircraft.

Measuring, recording, and display techniques

In cooperation with DFVLR and the TH Delft, a research program was set up to determine the flight characteristics for symmetric and asymmetric movements of the Beaver aircraft by measurements in instationary flight.

The research concerning the improvement of the methods to determine flight paths and take-off and landing performances was continued. A number of tests was carried out in an F27 series aircraft to develop a prototype measurement system for flight-path and performance characteristics which is based on an inertial platform. A similar series of measurements was performed with the LTN-58 platform in the Queen Air and in the Hunter laboratory aircraft.

Contributions were made to a new volume of the 'AGARD Flight Test Instrumentation Series' on measurement of linear and angular displacements.

Approach and landing

The activities for ICAO, under contract with the RLD, included for the AWOP a study of the minimum distance of two DME beacons in an MLS system which operate at the same frequency and in the same channel.

Contributions were made to the evaluation of three proposals (from the U.S.A., the U.K., and W.Germany) for replacing the ILS systems by MLS systems.

For the OCP, the NLR participated actively in working groups.

Aircraft equipment

In the framework of the studies on the pilot's control behaviour and its relation to work load and environment, a computer program describing the control behaviour of the pilot was completed; also a model was developed describing the work load related to the system control; moreover, a program was made to describe the decision-making behaviour of the pilot. Experiments in this area on the fixed-base flight simulator were prepared.

In cooperation with IZF–TNO, equipment was designed to measure some physiological characteristics of the pilot. This equipment was tested in flight.

Air-traffic control

The NLR assisted the RLD in the development and introduction of the new air-traffic control system SARP on Schiphol airport. The flight-path calculations for SARP II were pursued. Computer programs for the processing of experimental flight-path data (from Eurocontrol), which will be inserted in the flight-path calculations, were constructed.

A method for conflict detection in the terminal area of Schiphol was developed further.

The effects of air-traffic control procedures on the fuel consumption were studied.

The NLR also participated in the activities of the RGCS Panel (ICAO), the NAT/SPG, the NAV/SEP Panel, in the framework of which several subjects in this area were studied.

The effects of tip vortices occurring at airports were studied.

The mathematical model by which the airport ground-traffic system

for aircraft is simulated was further evaluated. Measurements related to this subject were performed at Schiphol.

A study was carried out on the various methods available for calibration of ground-based navigation and landing aids.

1.5 Spaceflight Technology

Spacecraft development

The NLR worked on several projects in the framework of the ESA program.

The model in which the aerodynamic and magnetic torques are calculated was further developed; calculations are made using experimental data from the ESRO 1A satellite.

The chemical, electrochemical, and stress-corrosion resistance properties of NiCd cells were examined further.

In cooperation with TPD, the NLR has started a study on the so-called 'star-mapper' attitude determination system for satellites.

The NLR participated in review studies of the design of the ARIANE launcher.

National projects

Under contract with ICANS, the NLR continued to carry out successfully the ground operations for the ANS, in cooperation with the ESOC at Darmstadt. The ANS operations were terminated in December 1975, but were started again in early 1976 to observe astronomical phenomena of extreme interest.

The NLR performed a number of studies and investigations for the preliminary definition study of the IRAS satellite, under contract with ICIRAS.

The NLR assisted the University of Groningen with the attitude control system of the BIRAP platform (stabilized balloon platform).

Technological research

Research in this area is carried out partially under contract with NIVR.

Thermal properties of materials and structures in vacuum were further investigated, both experimentally and theoretically, for various materials.

Digital attitude control systems were studied with advanced mathe-

matical methods. An attitude control algorithm for ANS in the scan mode was developed and programmed, and successfully tested in flight.

Computer programs in which filter techniques are used to determine attitude and orbit of satellites were further developed.

An investigation was made to improve the method of vibration testing of satellites.

1.6 Environment, Earth Surveys, and Energy Supply

Wind problems and air pollution

The aerodynamic load and wind hindrance on and the vibrational behaviour of buildings, urban areas, ships, bridges, high-tension pylons were investigated by means of experiments with models in wind tunnels. Air pollution caused by aircraft and cars in the vicinity of and at airports was studied further.

Noise nuisance from aircraft

For several agencies research programs were carried out, in order to determine and, if possible, to decrease the noise exposure around airports.

The NLR computer model to calculate noise-load contours was extended. For a number of civil airports, the noise exposure was determined and data of built-up areas were collected; the necessary data-handling programs were written.

The influence of low-power—low-drag approach on the noise level was investigated for various types of aircraft.

The influence of other parameters (e.g. bypass ratio of engines) on the noise production of present and future types of aircraft was also investigated.

Earth surveys

Under contract with NIWARS and RWS, earth-survey remote-sensing techniques were examined further.

IR and SLAR measurements were performed on a variety of subjects, and the data were processed and presented in an accessible way. Evaluation of measurement and registration equipment for remote-sensing measurements was continued.

Energy supply

A computer program was developed for the calculation of compressible turbulent flow in a magnetogasdynamic channel, in cooperation with the TH Eindhoven.

Under contract with the Ministery of Economic Affairs, the NLR made a system analysis for a two-dimensional flow between electrodes of a MHD-generator channel.

1.7 Other activities.

Applied mathematics

The activities in this area included mainly the solution of specific problems encountered in NLR research. Optimization techniques received much attention.

Data handling and computer operation

The development and maintenance of the programs with which data from flight tests and wind-tunnel experiments are processed required much attention.

The consequences of coupling the data-handling station to the MODCOMP-II CP communications computer were studied.

Electronics

Research was performed on electronic equipment in use in laboratory setups and in setups to test aircraft and spacecraft.

A study was made of the construction of a computer program which predicts the intra-system electromagnetic compatibility.

2 *Equipment*

2.1 For Aerodynamics

Consultations between DFVLR and NLR and a correspondence between the German and Dutch Governments led to several meetings between DFVLR, NLR, and governmental representatives, which resulted in a merger of the plans in the two countries for the construction of a large low-speed wind tunnel. It was decided to establish a foundation to construct and operate a common facility, the DNW (Duits-Nederlandse Windtunnel/Deutsch-Niederländischer Windkanal) at the NLR laboratory site in the Noordoostpolder. Several technical studies were performed, supported by experiments in the pilot tunnel, to arrive at the specifications for the DNW. Towards the end of 1975, all major problems were solved and the final design and construction were started.

The data-acquisition and -display equipment of the LST 3×2 was further extended. A heating system for the high-pressure air was installed.

A control system tot stabilize the Mach-number in the HST at continuously varying angle of attach of the model by varying the blade angles was investigated.

The small anechoic tunnel KAT was put into operation (see Capita Selecta, p. 121).

The data-acquisition system for calibrating balances was developed, constructed, and tested.

2.2 For Structures and Materials

The laser-raster method for strain measurements was developed further. Several pieces of test equipment were automated.

2.3 For Flight Testing

Much effort was again directed at the improvement of measuring techniques and at the improvement of the recording and data-processing equipment.

The electronic equipment and the servosystems for the automatic handling of the moving-base flight simulator were installed and extended. The system for simulation of the pilot's field of vision outside the aircraft, both the night and the day-light system, was improved and enlarged.

The model for simulation of the Hunter laboratory aircraft was tested; pilots flying the real Hunter found the simulation model realistic.

2.4 For Spaceflight Technology

The apparatus for flight-simulation testing of spacecraft was moved to the building of the Spaceflight Division.

The assembly of the single-axis stable platform for research on strapdown systems is completed.

The ESTEC three-axis air-bearing flight simulator was installed at NLR.

A single-axis flight simulator was acquired from NIVR.

2.5 For General Use

The terminal network with the CDC CYBER-72 computer in the NOP as central processor was extended further.

In Amsterdam the MODCOMP-II CP was installed to connect Amsterdam and the NOP. The hardware for the 48 kHz datalink was installed.

3 *Scientific Committee NLR–NIVR*

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

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

The membership of the scientific committee and of the subcommittees is listed and details are given of the meetings held (p. 85 ff.).