

*verslag over
het jaar
1970*

stichting nationaal
lucht- en ruimtevaartlaboratorium

Verslag over het jaar 1970

Stichting Nationaal
Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium

met gegevens omtrent de

Wetenschappelijke Commissie NLR-NIV

en de

Nederlandse Delegatie bij de AGARD

Bureau van het Bestuur van de Stichting
Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
Kluyverweg 1, postbus 126, Delft
Telefoon (01730) 2 26 80

Laboratorium te Amsterdam
Sloterweg 145, Amsterdam (17)
Telefoon (020) 15 88 88-telex 11118
Telegram-adres: Windtunnel Amsterdam

Vestiging „De Vrije Vlucht” in de Noordoostpolder
Voorsterweg 31, post Emmeloord, NOP
Telefoon (05274) 13 41-telex 14134

Inhoudsopgave

STICHTING NATIONAAL LUCHT- EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM

Algemene beschouwingen	5
<i>Bestuur van de stichting</i>	5
<i>Algemene zaken van de stichting</i>	7
<i>Financiële aangelegenheden van de stichting</i>	9
<i>Organisatie en personeel van het laboratorium</i>	12
<i>Nationale en internationale activiteiten, samenwerking en contacten</i>	17
<i>Bijdragen aan vakpers, congressen e.d.</i>	21
Wetenschappelijk onderzoek	23
<i>Capita Selecta</i>	23
– <i>Automatische verwerking van radargegevens ten behoeve van de luchtverkeersleiding op Schiphol</i>	23
– <i>Thermisch-vacuüm onderzoek in de ruimtekamer</i>	29
– <i>Stromingen, verbranding en voortstuwing</i>	35
– <i>Onderzoekingen ten behoeve van ontwikkelingsprojecten</i>	35
– <i>Berekeningsmethoden voor stationaire stromingen</i>	37
– <i>Profiel-onderzoek (stationair)</i>	38
– <i>Instationaire stromingen</i>	39
– <i>Viskeuze effecten</i>	40
– <i>Vergelijking van windtunnelmetingen met metingen in de vrije vlucht</i>	41
– <i>Hypersoon stromingsonderzoek</i>	43
– <i>Verbrandingsonderzoek</i>	43
– <i>Industrieel aërodynamisch onderzoek</i>	43
<i>Constructies en materialen</i>	43
– <i>Werkzaamheden in het kader van de initiële ontwikkeling van de Fokker F 28</i>	43
– <i>Belastingen op luchtvaartuigen</i>	44
– <i>Statische sterkte en stijfheid van constructies</i>	46
– <i>Kerftaaiheid en reststerkte</i>	47
– <i>Vermoeiing</i>	49
– <i>Spanningscorrosie</i>	50

– Overige onderzoeken	50
<i>Vliegtuigen</i>	51
– <i>Werkzaamheden ten behoeve van de Fokker F 28 en F 27</i>	51
– <i>Vliegmechanica</i>	52
– <i>Meet-, registratie- en presentatietechnieken voor gebruik</i>	55
– <i>in de vlucht</i>	
– <i>Nadering en landing bij slecht zicht</i>	57
– <i>Luchtverkeersaspecten</i>	60
<i>Ruimtevaart</i>	61
– <i>Werkzaamheden ten behoeve van de ELDO</i>	61
– <i>Studie van een geleide sonde</i>	62
– <i>Beproeving van een instrumentencapsule</i>	63
– <i>Astronomische Nederlandse Satelliet (ANS)</i>	63
– <i>Mechanica en gebruik van ruimtevoertuigen</i>	63
<i>Wetenschappelijke Diensten</i>	64
– <i>Toegepaste wiskunde</i>	64
– <i>Informatiebehandeling en de uitvoering van rekenprocessen</i>	64
– <i>Electronica</i>	65
Technische outillage	67
– <i>Voor stromingsonderzoek</i>	67
– <i>Lage-snelheid windtunnels</i>	67
– <i>Trans- en supersone windtunnels</i>	68
– <i>Installaties voor hypersoon onderzoek</i>	69
– <i>Algemene apparatuur</i>	70
– <i>Voor onderzoek op het gebied van constructies en materialen</i>	70
– <i>Voor vliegmechanisch onderzoek</i>	71
– <i>Laboratoriumvliegtuigen</i>	71
– <i>Apparatuur voor vliegproeven</i>	71
– <i>Vluchtnabootsers</i>	72
– <i>Voor ruimtevaartonderzoek</i>	74
– <i>Voor algemeen gebruik</i>	74
WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIV	76
NEDERLANDSE DELEGATIE BIJ DE AGARD	80
PUBLIKATIES	92
VERKLARING VAN GEBEZIGDE AFKORTINGEN	96
SUMMARIES	97

Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium

Algemene beschouwingen

BESTUUR VAN DE STICHTING

Kort voor de aanvang van het verslagjaar, nl. bij besluit van 11 december 1969, benoemde de Minister van Onderwijs en Wetenschappen prof. dr. H. C. van de Hulst, hoogleraar aan de Rijksuniversiteit te Leiden en voorzitter van de Nederlandse Commissie voor Geofysica en Ruimteonderzoek van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, m.i.v. die datum tot bestuurslid.

Luitenant-generaal-vlieger J. L. Zegers, die gedurende de drie volle jaren van 1961 t/m 1963 deel heeft uitgemaakt van het bestuur en aan de werkzaamheden van dit college veel heeft bijgedragen, is op 25 mei 1970 overleden. Hij leeft in de herinnering voort als een bekwaam en moedig man.

Drs. Thomassen is m.i.v. 17 december 1969 voor vier jaar als bestuurslid herbenoemd, mr. van Hasselt is m.i.v. 14 oktober 1970 en de heer Stadermann is m.i.v. 20 november 1970 voor vier jaar als bestuurslid herbenoemd.

Prof. Van der Maas werd op 31 juli 1970 voor de periode van 1 februari 1970 tot 1 augustus 1970 als lid-voorzitter van het NIV-bestuur herbenoemd en vanaf laatstgenoemde datum in die functie opgevolgd door de heer A. B. Wolff, die totvoorkort Chef van de Luchtmachtstaf, tevens Bevelhebber der Luchtstrijdkrachten was en van 1 februari 1964 tot 1 april 1965 lid is geweest van het NLR-bestuur.

Prof. dr. C. Zwikker, verklaarde zich in het verslagjaar bij zijn afscheid van het *technisch onderwijs bereid nog enige tijd zijn krachten te blijven wijden* aan de Nederlandse luchtvaartproblemen. Dit is voor het NLR van groot belang, omdat prof. Zwikker voorzitter is van het gemeenschappelijke adviescollege van de besturen van de Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium en de Stichting Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling*, de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIV, waaromtrent op blz. 76 nadere bijzonderheden worden vermeld. Het bestuur, dat de werkzaamheden van deze commissie en de eminente leiding, die genoemde hoogleraar daaraan geeft op hoge

*De naam van deze stichting werd op 13 april 1971 gewijzigd in Stichting Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR).

prijs stelt, is hem voor genoemde bereidverklaring bijzonder erkentelijk. Drs. Jongsma trad 10 oktober 1970 als bestuurslid af. Drs. Jongsma heeft sinds eind 1947 veel aan het beleid der stichting bijgedragen en daaraan met grote interesse en deskundigheid meegewerkt. In de bestuursvergadering van 27 november 1970 is bijzondere aandacht geschonken aan diens belangrijke aandeel in de opbouw zowel van het NLR als van het NIV. Bij besluit van 6 november 1970 heeft de Minister van Economische Zaken m.i.v. 10 oktober 1970 als opvolger van drs. Jongsma in het bestuur benoemd: mr. A. A. T. van Rhijn, directeur Industriële Research en Structuur van het Ministerie van Economische Zaken.

De samenstelling van het bestuur was aan het einde van het verslagjaar aldus:

prof. dr. ir. H. J. van der Maas, lid-voorzitter, benoemd door de Ministers van Verkeer en Waterstaat, van Defensie, van Economische Zaken, van Onderwijs en Wetenschappen en van Financiën;

W. Stadermann, lid, benoemd door de Minister van Verkeer en Waterstaat voor de Rijksluchtvaartdienst (RLD);

H. Reinoud, lid, benoemd door de Minister van Verkeer en Waterstaat voor de P.T.T.;

gen. maj. G. W. de Zwaan, lid, benoemd door de Minister van Defensie voor de Koninklijke Luchtmacht (KLu);

ktz (T) A. H. D. Hoppener, lid, benoemd door de Minister van Defensie voor de Koninklijke Marine (KM);

mr. A. A. T. van Rhijn, lid, benoemd door de Minister van Economische Zaken;

prof. dr. H. C. van de Hulst, lid, benoemd door de Minister van Onderwijs en Wetenschappen;

drs. Th. A. M. Thomassen, lid, benoemd door de Minister van Financiën;

lt. gen. H. Schaper, lid, benoemd door de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart (KNVvL);

dr. J. H. Greidanus, lid, benoemd door de n.v. Koninklijke Nederlandse Vliegtuigenfabriek Fokker;

mr. G. W. van Hasselt, lid, benoemd door de Koninklijke Luchtvaart Maatschappij (KLM);

dr. H. H. Mooij, lid, benoemd door de nijverheidsorganisatie TNO;

prof. dr. ir. O. H. Gerlach, lid, benoemd door het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling (NIV).

Het bestuur vergaderde in het verslagjaar op 12 januari, 14 april, 12 mei, 23 juni, 30 september, 12 oktober, 27 november en 24 december.

De heer A. H. Geudeker stond het bestuur in het verslagjaar wederom als technisch medewerker terzijde.

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

Het bestuursbureau was gevestigd in het gebouw van de onderafdeling vliegtuigbouwkunde van de TH Delft, Kluyverweg 1.

ALGEMENE ZAKEN VAN DE STICHTING

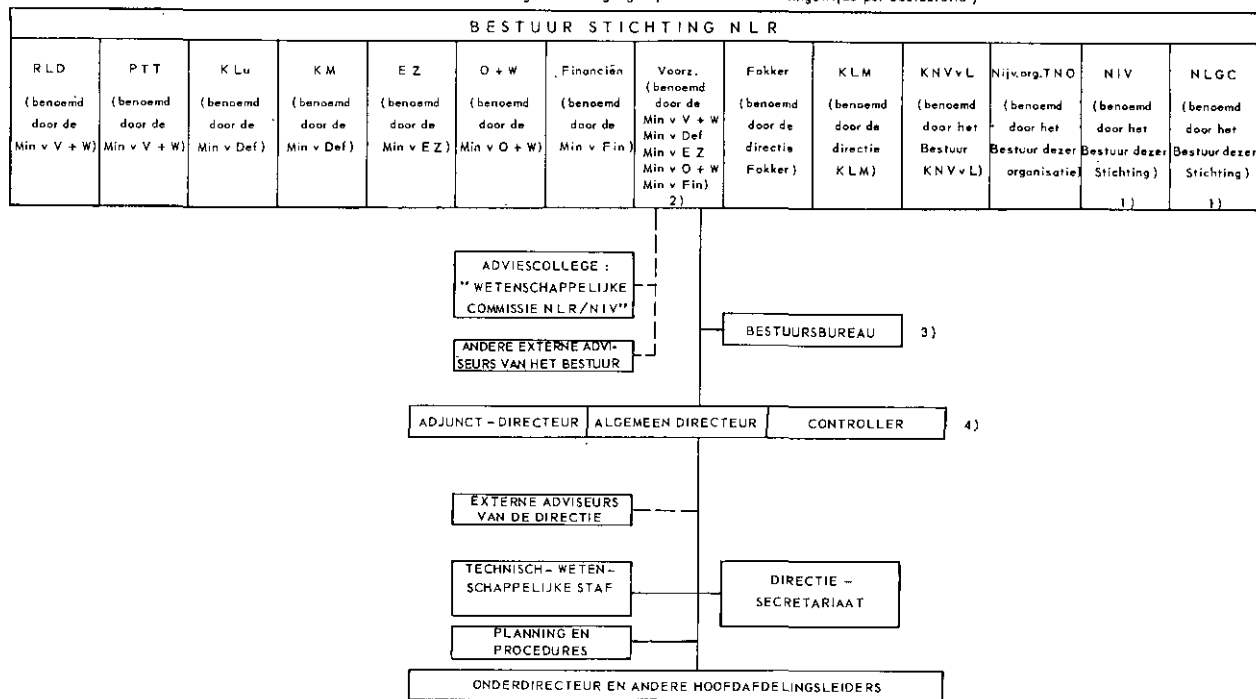
Het overzicht van de samenstelling van het bestuur behoeft ten aanzien van prof. Van der Maas als lid-voorzitter nog enige toelichting. De zittingstermijn van de voorzitter is nl. op 20 oktober 1970 beëindigd en nadien heeft prof. Van der Maas in overeenstemming met de wensen van overheidszijde en van het bestuur het voorzitterschap waargenomen in afwachting van de benoeming van zijn opvolger in die functie.

In het verslagjaar heeft het bestuur zich bezig gehouden met een groot aantal beleidszaken van primair belang, waaronder in de eerste plaats de structuur en samenstelling van de directie. Wat het vestigingsbeleid betreft werd als hoofdlijn vastgesteld, dat het bestuur blijft streven naar concentratie van het laboratorium in de Noordoostpolder. Als ad-hoc beslissing werd besloten de hoofdafdeling Vliegtuigen voorlopig in Amsterdam gevestigd te houden en de reeds in het vorige jaarverslag genoemde vluchtnabootser in Amsterdam te plaatsen. Ook het investeringsbeleid op lange termijn – o.m. ten aanzien van uitbreiding en verbetering van het tunnelpark en van de rekenapparatuur – en een aantal belangrijke aanschaffingen hebben veel tijd en aandacht van het bestuur gevergd.

Besloten werd o.m. ook tot enige uitbreiding van de bedrijfsruimte te Amsterdam, die inmiddels is verwezenlijkt. De plannen voor een grote lage-snelheid tunnel zijn in een vergevorderd stadium gekomen. Besloten werd voorts tot de instelling bij het laboratorium van een Commissie Voorbereiding Overlegorgaan, die onder voorzitterschap van de algemeen directeur de instelling van een ondernemingsraad voorbereidt. Een concept voor een gemoderniseerde pensioenregeling kwam gereed. De resultaten van de werving van personeel waren ondanks de daaraan door de directie en de personeelsafdeling bestede aandacht niet geheel bevredigend. Met name t.a.v. enkele categorieën academici en computerpersoneel was de situatie op de „arbeidsmarkt” niet gunstig.

De stichting ondervond wederom velerlei steun en medewerking van overheidszijde en kon zich verheugen in een goede samenwerking met de opdrachtgevers. Daarbij wordt gedacht aan opdrachten in de sector van het militaire en civiele vliegtuiggebruik en aan die van de Neder-

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) Vakant

2) 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 e.g. uitbreiding van apparatuur en gebouwen.

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

4) Dagelijkse leiding laboratorium.

landse vliegtuigindustrie en van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling (NIV). Ook de samenwerking met buitenlandse opdrachtgevers was uitstekend. In dit verband mogen de ELDO en de bij de AICMA aangesloten industriële opdrachtgevers worden genoemd. De contacten in AGARD-verband waren wederom vruchtbaar. Personeelstekort en het streven om de vele binnen- en buitenlandse opdrachtgevers bij de wederom alleszins bevredigende omvang der opdrachtenportefeuille zo goed mogelijk van dienst te zijn, hebben in het verslagjaar evenals in 1969 een tekort veroorzaakt aan voor eigen spoorwerk benodigde capaciteit.

Tussen bestuur en directie werd regelmatig omtrent het te voeren beleid voeling gehouden. Voor de wijze waarop de directie en haar medewerkers zich van hun taak hebben gekweten wil het bestuur op deze plaats gaarne zijn waardering doen blijken. Ook de belangrijke arbeid van de adviseurs der directie, prof. dr. ir. J. F. Besseling, prof. ir. D. Bosman, prof. dr. E. van Spiegel, prof. dr. ir. A. I. van de Vooren en prof. dr. ir. P. J. Zandbergen, is door het bestuur op hoge prijs gesteld. In het verslagjaar mocht het NLR zich wederom verheugen in het bezoek van vele vooraanstaande personen (zie blz. 20 en volgende).

Voor een overzicht betreffende de organisatie van de stichting en van het door haar beheerde laboratorium moge worden verwezen naar de twee, elkaar deels „overlappende” schema’s op blz. 8 en 14, die de situatie van eind 1970 weergeven.

Na een verslag van de financiële aangelegenheden van de stichting zal in de volgende hoofdstukken de gang van zaken bij het laboratorium worden uiteengezet, waarbij ook op verschillende onderwerpen, waarmee het bestuur zich blijkens het bovenstaande heeft bezig gehouden nader zal worden ingegaan.

FINANCIËLE AANGELEGENHEDEN VAN DE STICHTING

In de vergadering van 12 januari 1970 stelde het bestuur de herziene exploitatie-begroting voor 1970 en de ontwerp exploitatie-begroting voor 1971 vast. Het benodigde subsidie voor de exploitatie-uitgaven in 1970 werd geraamd op f. 8.755.000,—. In de rijksbegroting was uitgetrokken een bedrag ad f. 8.250.000,— zodat eventueel suppletoir f. 505.000,— aangevraagd zou moeten worden.

In de vergadering van 14 april 1970 stelde het bestuur de herziene kapitaal-begroting 1970 en de ontwerp kapitaal-begroting 1971 vast. Het benodigde subsidie voor de kapitaalsuitgaven voor 1970 werd

gecomprimeerde resultatenrekening 1970

Kosten van de voor rekening van derden uitgevoerde researchwerkzaamheden		f. 16.031.000,—
Kosten van de voor eigen rekening uitgevoerde werkzaamheden:		
Speurwerkonderzoekingen	f. 3.384.400,—	
Research en ontwikkeling m.h.o. op de uitrusting van het laboratorium	f. 5.270.700,—	
Wetenschappelijke diensten	f. 248.300,—	
		f. 8.903.400,—
		f. 24.934.400,—

Inkomsten uit de voor rekening van derden uitgevoerde researchwerkzaamheden	f. 16.031.000,—
Overschot op de doorberekende indirecte kosten etc.	f. 607.700,—
Bijdragen van deelnemers	f. 200.100,—
Rijkssubsidie	f. 8.095.600,—
	f. 24.934.400,—

vastgesteld op f. 3.570.000,—. In de vergadering van 23 juni behandelde het bestuur de financiële jaarstukken van de stichting over 1969. Deze jaarstukken werden door de centrale accountantsdienst gecontroleerd en akkoord bevonden. Voor de financiële resultaten over 1970 wordt verwezen naar de hiervoor weergegeven gecomprimeerde resultatenrekening.

In het verslagjaar werd op investeringen een bedrag betaald van f. 5.177.600,—.

ORGANISATIE EN PERSONEEL VAN HET LABORATORIUM

Met de dagelijkse leiding van het laboratorium waren aan het einde van het verslagjaar belast:

ir. A. J. Marx	— <i>algemeen directeur</i>
ir. J. Boel	— <i>adjunct-directeur</i>
J. C. Viveen	— <i>controller</i>
prof. ir. H. Bergh	— <i>leider hoofdafd. stromingen</i>
prof. ir. T. van Oosterom	— <i>leider hoofdafd. vliegtuigen</i>
prof. dr. ir. J. Schijve	— <i>leider hoofdafd. constructies en materialen</i>
ir. J. van der Blik	— <i>leider hoofdafd. ruimtevaartuigen</i>
ir. A. Boelen	— <i>leider technische diensten</i>
ir. W. Loeve	— <i>leider wetenschappelijke diensten</i>
J. C. Viveen	— <i>leider overige diensten.</i>

Gedurende het verslagjaar kwamen enige organisatorische wijzigingen tot stand. Met ingang van 1 mei 1970 werd een stafbureau planning en procedures ingesteld, dat rechtstreeks onder de directie ressorteert. De afdeling ruimtevaartuigen, welke tot dusver opgenomen was in de afdelingengroep wetenschappelijke diensten en bijzondere onderzoekingen, werd per 1 juni omgezet in een nieuwe hoofdafdeling ruimtevaartuigen. De afdeling technische voorbereiding en begeleiding van bijzondere werktuigbouwkundige en bouwkundige projecten werd op 1 juli tezamen met het constructiebureau ondergebracht in de ontwerpafdeling. Verwezen moge worden naar het organisatieschema van het laboratorium op blz. 14.

Het totale personeelsbestand en de spreiding daarvan aan het eind van 1970 over de vestigingen Amsterdam en Noordoostpolder is weergegeven in de tabellen op blz. 15 en 16.

Vergelijking met de cijfers van ultimo 1969, welke tussen haakjes zijn aangegeven, toont aan dat het totale aantal personeelsleden gelijk bleef, te weten 635 man. Hiervan zijn 195 personen werkzaam op de NLR-vestiging in de Noordoostpolder.

De verdeling van het personeel over de categorieën is iets gewijzigd, omdat het aantal academici verminderde met twee en het aantal overige technici en daarmee gelijkgestelden steeg met hetzelfde aantal.

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

De pensioenregeling van het NLR-personeel vertoont tekenen van veroudering, waarvan de oorzaak primair gezocht moet worden in de groeiende betekenis van de AOW enerzijds en de sterke inflatie anderzijds.

In nauwe samenwerking tussen het bestuursbureau te Delft en het pensioenfondsbestuur werden voorbereidingen getroffen voor een statuten- en reglementswijziging, alsmede voor een overeenkomst tussen de stichting NLR en de stichting pensioenfonds. Voorstellen hiervoor zullen in het komende jaar in het bestuur van het NLR en in de deelnemersvergadering van het fonds besproken worden. Gehoopt wordt dat in de loop van 1971 een aangepaste pensioenregeling haar beslag zal krijgen.

Uit eind 1970 was de samenstelling van het bestuur van de Stichting „Pensioenfonds van de Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium”:

mr. G. W. van Hasselt – *voorzitter*) door de werkgever benoemd
drs. C. J. Schotsman – *vice voorzitter*) en in functie aangewezen.

J. H. Grosheide – *secretaris-penningmeester*) uit en door de “deel-
H. Dröge – *lid*) nemers” aangewezen.

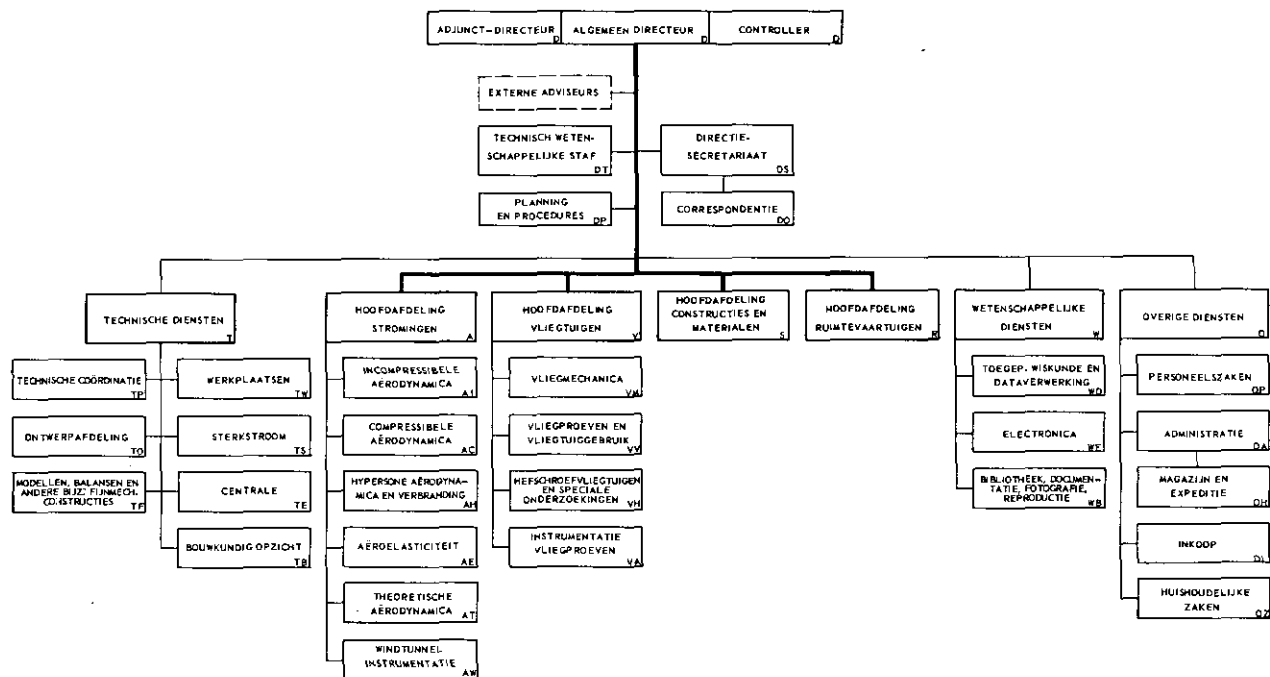
ir. J. P. Hartzuiker – *lid*

In de maand november overleden twee personeelsleden. De heer Th. Lammertse, die na zijn pensionering bij de Koninklijke Marine 8 jaar als machinist een gewaardeerde medewerker was in de energiecentrale van het laboratorium in Amsterdam, overleed op 20 november in de leeftijd van 58 jaar.

Op 28 november overleed in de Noordoostpolder plotseling ir. H. A. Kruisbrink. Hij was bijna 17 jaar bij het NLR werkzaam, laatstelijk als hoofdingenieur in de hoofdafdeling ruimtevaartuigen. Het NLR verloor in hem een zeer toegewijde en buitengewoon sympathieke medewerker. Ondanks zijn leeftijd van 48 jaren, was hij voor velen de wat oudere raadsman, aan wie nog lang met dankbaarheid zal worden teruggedacht.

Op 1 maart ging de heer H. Nak na een 21-jarig dienstverband met pensioen. Hij werkte met veel toewijding als laborant bij de subsonische windtunnels.

DE INTERNE ORGANISATIE VAN HET LABORATORIUM



NLR - PERSONEELSFORMATIE ULTIMO 1970.*)

Indeling		Academici en daarmee gelijkgest.	Hogere technici en daarmee gelijkgest.	Overige technici en daarmee gelijkgest.	Totaal
<i>Directie</i>	D	3 (3)	— —	— —	3 (3)
Directieafdelingen (secretariaat, staf)	DS, DT, DP, DO	2 (3)	5 (3)	9 (9)	16 (15)
<i>Hafd. Stroomingen</i>	A	1 (2)	1 (1)	2 (2)	4 (5)
Incompr. Aërodynamica	AI	9 (12)	3 (6)	10 (10)	22 (28)
Compr. Aërodynamica	AC	15 (16)	24 (23)	20 (20)	59 (59)
Hypers. Aërod. en Verbranding	AH	5 (5)	2 (2)	7 (7)	14 (14)
Aëroëlasticiteit	AE	8 (6)	5 (3)	— —	13 (9)
Theoretische Aërodynamica	AT	10 (11)	2 (3)	1 (1)	13 (15)
Windtunnelinstrumentatie	AW	4 (2)	5 (5)	9 (8)	18 (15)
<i>Hafd. Vliegtuigen</i>	V	1 (1)	1 (1)	1 (1)	3 (3)
Vliegmechanica	VM	17 (17)	1 (1)	— —	18 (18)
Vliegpr. en vliegtuiggebruik	VV	9 (7)	5 (5)	5 (5)	19 (17)
Helschr. vliegt. en spec. anderz.	VH	8 (7)	5 (3)	— —	13 (10)
Instrument. vliegproeven	VA	3 (3)	17 (16)	4 (4)	24 (23)
<i>Hafd. Constr. en Materialen</i>	S				
Sterkte en Materialen	SM	12 (10)	8 (8)	11 (11)	31 (29)
<i>Hafd. Ruimtevaartuigen</i>	R	15 (16)	5 (6)	6 (4)	26 (26)
<i>Wetenschappelijke diensten</i>	W	1 —	— (2)	2 (2)	3 (4)
Toeap. wisk. en dataverwerking	WD	10 (12)	18 (21)	38 (40)	66 (73)
Electronica	WE	8 (8)	13 (13)	18 (21)	39 (42)
Bibl., Document., Fot., Repr.	WB	2 (2)	3 (4)	9 (8)	14 (14)
<i>Technische Diensten</i>	T	1 (1)	— —	1 (1)	2 (2)
Technische coördinatie	TP	— —	— —	— —	— —
Modellen, Balansen, enz.	TF	2 (2)	4 (5)	4 (4)	10 (11)
Werkplaatsen	TW	— —	7 (7)	52 (51)	59 (58)
Sterkstroom	TS	— —	2 (2)	8 (8)	10 (10)
Ontwerpafdeling	TO	2 (4)	16 (16)	9 (9)	27 (29)
Centrale	TE	— —	2 (2)	14 (16)	16 (18)
Bouwkundig Opzicht	TB	— —	1 (1)	— —	1 (1)
<i>Overige diensten</i>	O	— —	2 (2)	— —	2 (2)
Personeelszaken	OP	— —	4 (3)	1 (1)	5 (4)
Administratie	OA	— —	11 (9)	15 (14)	26 (23)
Magazijn en Expeditie	OM	— —	— —	6 (7)	6 (7)
Inkoop	OI	— —	5 (4)	3 (2)	8 (6)
Huishoudelijke Zaken	OZ	— —	2 (2)	43 (40)	45 (42)
TOTAAL		148 (150)	179 (179)	308 (306)	635 (635)

*) Tussen haakjes de cijfers van ultimo 1969

PERSENEELSSPREIDING OVER DE TWEE NLR - VESTIGINGEN EIND 1970.

Categorie	Amsterdam	Noordoostpolder
Academici en daarmee gelijkgestellten	105	43
HTS-ers en daarmee gelijkgestellten	128	51
Overige technici en daarmee gelijkgestellten	207	101
TOTAAL	440	195

PERSENEELSMUTATIES OVER DE NLR - VESTIGINGEN NAAR OPLEIDINGSNIVEAU

Categorie	VESTIGING AMSTERDAM			
	begin 1970	plus	minus	ultimo 1970
Academici en daarmee gelijkgestellten	105	15	15	105
HTS-ers en daarmee gelijkgestellten	132	9	13	128
Overige technici en daarmee gelijkgestellten	210	38	41	207
TOTAAL	447	62	69	440

Categorie	VESTIGING NOORDOOSTPOLDER			
	begin 1970	plus	minus	ultimo 1970
Academici en daarmee gelijkgestellten	45	6	8	43
HTS-ers en daarmee gelijkgestellten	47	6	2	51
Overige technici en daarmee gelijkgestellten	96	15	10	101
TOTAAL	188	27	20	195

TOTAAL GENERAAL	635	89	89	635
-----------------	-----	----	----	-----

De heer A. Visser, chef van de centrale, werd ter gelegenheid van de verjaardag van H. M. Koningin Juliana, benoemd tot ridder in de orde van Oranje-Nassau. In verband met het bereiken van de pensioenge-rechtigde leeftijd verliet de heer Visser - na gedurende ruim 23 jaren zijn beste krachten te hebben gegeven aan de opbouw en de bedrijfs-leiding van de centrale van het laboratorium te Amsterdam - op 31 juli het NLR.

Zeven personeelsleden vierden hun 25-jarig jubileum. Het waren ach-tereenvolgens de heer L. Onnekink, Mej. A. C. van Rooyen, de heren A. Pool, J. E. Bieleman, J. A. van Dijk, ir. A. Hartman en ir. D. C. Schering. Aan het einde van het verslagjaar waren 27 personeelsleden langer dan 25 jaar in dienst van het laboratorium.

Gedurende het verslagjaar vervulden drie ingenieurs, één hogere technicus en één tunneloperateur hun militaire dienstplicht.

Vrijwel het gehele personeel nam deel aan de verkiezing van een dertiental personeelsafgevaardigden in de Commissie Voorbereiding Overlegorgaan, (CVO), waarin directie en personeel gezamenlijk voorbereidingen treffen gericht op het instellen van een ondernemingsraad bij het NLR op basis van het laatste terzake dienende ontwerp van wet.

NATIONALE EN INTERNATIONALE ACTIVITEITEN, SAMENWERKING EN CONTACTEN

Het technisch-wetenschappelijke onderzoek, dat het NLR in opdracht van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling (NIV) verricht, vormde, evenals in voorgaande jaren, een belangrijk deel van de totale activiteiten van het laboratorium. De opdrachten betroffen de voortzetting van de vliegproeven en van de vermoeiingsproeven op de vleugel voor de verruiming van de gebruiksmogelijkheden van de Fokker F 28 Fellowship, alsmede aërodynamisch onderzoek voor de verdere ontwikkeling van dit vliegtuigtype. De windtunnelmetingen ten behoeve van het VFW 614-project werden voortgezet en voorbereidingen werden getroffen voor de vermoeiingsbeproeving op de vleugel van de VFW 614, die bij Fokker-VFW zal worden uitgevoerd. In het kader van de algemene researchwerkzaamheden, die gericht zijn op de vliegtuigontwikkeling in de nabije toekomst, werden voor het NIV een groot aantal opdrachten uitgevoerd, die betrekking hadden op studies en onderzoeken op de verschillende vakgebieden van het laboratorium.

In het verslagjaar werden wederom talrijke onderzoeken verricht in opdracht van de Koninklijke Luchtmacht (KLu). Deze hadden met name betrekking op de evaluatie van reeds bij de KLu aanwezige of in de toekomst aan te schaffen vliegtuigen en op problemen, die samenhangen met het gebruik van deze vliegtuigen. De uitvoering van de werkzaamheden geschiedt op basis van een in nauw overleg met de KLu opgestelde technische en financiële planning, die zich uitstrekt over een periode van 5 jaren. Dit meerjarenprogramma, beter bekend als „rolling budget”, wordt ieder kalenderjaar aangepast aan de gewijzigde inzichten en omstandigheden, waarbij tevens de prognose van mogelijke terreinen van onderzoek voor de daaropvolgende vier jaren wordt herzien.

Medewerking werd verleend aan de Koninklijke Marine bij het inge-

bruiknemen van het Atlantic-vliegtuig door de Marine Luchtvaart Dienst (MLD).

Het beroep dat de Rijksluchtvaartdienst (RLD) doet op medewerking van het NLR neemt als gevolg van de ontwikkelingen in de luchtvaart toe. In 1970 werden in nauw overleg met de betrokken afdelingen van de RLD de vooruitzichten voor de aard en omvang van deze medewerking vastgelegd in een meerjarenprogramma, waardoor een beter inzicht in de toekomstige behoeften van de RLD werd verkregen. Het meerjarenprogramma („rolling budget”) zal ieder kalenderjaar worden aangepast en vormt de leidraad voor het uitvoeren van het werkprogramma van het lopende jaar. De werkzaamheden hadden onder meer betrekking op onderzoek op het gebied van de nadering en de landing bij slecht zicht, die ten dele worden uitgevoerd in samenwerking met de Blind Landing Experimental Unit (BLEU) van het Royal Aircraft Establishment (RAE) Bedford. Voor deze werkzaamheden is aan het NLR een gezamenlijke opdracht door RLD en NIV verstrekt. De resultaten van genoemde onderzoeken worden veelal voorgelegd aan de diverse comités van de International Civil Aviation Organisation (ICAO) en vormen een onderdeel van de bijdrage, die de RLD aan het werk van deze organisatie levert. Voorts zijn op Schiphol een groot aantal vliegbanen van vertrekkende en aankomende vliegtuigen bepaald, waarbij door de RLD geluidsmetingen werden verricht. De resultaten van dit onderzoek zijn verwerkt in een rapport van de Commissie Planologie Luchtvaartterreinen. Ook is het NLR betrokken bij studies op het gebied van de luchtverkeersregeling en -beveiliging, die onder meer betrekking hebben op de procedures voor het nieuwe verkeersleidingssysteem SARP (signaal automatic radar processing), dat thans door Hollandse Signaalapparaten (HSA) voor de luchthaven Schiphol wordt ontwikkeld.

In de loop van het verslagjaar werd het NLR betrokken bij de werkzaamheden van de Nederlandse interdepartementale werkgroep applicatie-onderzoek van moderne luchtopname technieken (NIWARS). Deze werkgroep heeft een programma opgesteld voor het verkennen van bodem en water vanuit de lucht met behulp van onder meer infraroodfotografie, radiometrie, „side looking radar”, etc., technieken, die onder de naam „remote sensing” bekendheid hebben gekregen. Deze technieken, die in eerste instantie ten behoeve van militaire doeleinden (luchtverkenning) zijn ontwikkeld, vinden nu ook geleidelijk toepassing in de civiele sector. De metingsresultaten zijn niet alleen van belang voor het bodemkundig onderzoek, maar kunnen ook een belangrijke bijdrage leveren bij het onderzoek van het milieu en bij de bestrijding van lucht- en watervervuiling. In het kader van het boven-

genoemde programma werd met het Queen Air-laboratoriumvliegtuig, uitgerust met een infraroodcamera van de KLu, reeds een aantal opnamen gemaakt van de Waddenzee en van de Lauwerszeepolder.

Aan de KLM werd onder meer assistentie verleend bij het beoordelen van nieuwe voor het registreren van vluchtgegevens geschikte apparatuur, z.g. „airborne integrated data systems” (AIDS) voor gebruik in de DC-10 en de Boeing 747. Het AIDS dat bij wijze van proef in twee DC-9 vliegtuigen wordt toegepast, werd door het NLR voorzien van een detector, waarmee het moment dat de baandrempel wordt gepasseerd kan worden vastgelegd.

De studies betreffende de uitvoerbaarheid van een geleide sonderingsraket, geschikt voor onderzoek tot hoogten van 150 km en met een beperkt inslaggebied, die mede worden uitgevoerd onder auspiciën van de Commissie voor Geophysica en Ruimteonderzoek (GROC) van de Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen, werden afgerond. De technische uitvoerbaarheid is daarmee bevredigend aangetoond. Aangezien echter de perspectieven voor een voldoende mate van toepassing nog niet duidelijk genoeg zijn, is voorshands van verdere ontwikkeling afgezien. De verrichte studies hebben veel bijgedragen tot verdieping van de kennis van de eigenschappen van sonderingsraketten. Mede daarom werd het NLR ingeschakeld bij de voorbereiding en de beproeving van de instrumentencapsule, die met behulp van een Nike-Tomahawk sondeerraket zal worden gelanceerd voor het meten van zachte röntgenstraling. Dit experiment wordt voorbereid door de GROC-werkgroep voor kosmische straling van de R.U. Leiden en de Universiteit van Nagoya in Japan.

In het kader van de voorbereidingen ten behoeve van de ontwikkeling van een Astronomische Nederlandse Satelliet (ANS) werd door het NLR een voorstel opgesteld betreffende de opzet en de ontwikkelings- en exploitatiekosten van het „satellite operations center” (SOC). Voorts werd overleg gepleegd met het Ministerie van Economische Zaken en het industriële consortium voor de ontwikkeling van de ANS (ICANS) over de mogelijke taak van het NLR bij dit project.

Ook op niet-luchtvaarttechnisch gebied werden, evenals in voorgaande jaren, vele aërodynamische onderzoeken verricht. Deze betroffen in hoofdzaak windhinder om en winddrukken op hoge gebouwen en gebouwencomplexen. Andere proeven hadden betrekking op het meten van wind- en luchtkrachten op bruggen, schepen, booreilanden, enz.

Voor diverse buitenlandse opdrachtgevers werd door het NLR weder-

om een aantal opdrachten uitgevoerd. Het aërodynamische onderzoek ten behoeve van de Concorde, de Airbus A300B en enkele militaire vliegtuigprojecten, die in Europees verband worden ontwikkeld, droeg bij tot een zeer bevredigende bezettingsgraad van het windtunnelpark. In opdracht van de ELDO werd een begin gemaakt met het beproeven van het traagheidsnavigatiesysteem voor het Europa II-lanceervoertuig. Als voorheen fungeerde het NLR als het centrale punt voor het verzamelen en coördineren van gegevens over de aërodynamische belastingen op ELDO-raketten.

In AGARD-verband werd intensieve medewerking verleend bij het samenstellen van het handboek „Basic principles of flight test instrumentation engineering”. Voor een meer uitgebreid overzicht van de werkzaamheden van de Nederlandse Delegatie bij de AGARD, moge in dit verband worden verwezen naar het afzonderlijke verslag op bzl. 80.

Een groot aantal buitenlandse deskundigen gaf in het verslagjaar blijk van belangstelling voor het werk en de uitrusting van het NLR. Van de voornaamste bezoekers worden hier genoemd:

Technici, verbonden aan het Airbus-project, die zich ter plaatse oriënteerden over de mogelijkheden tot het inschakelen van het NLR bij de ontwikkeling van dit vliegtuig.

De bevelhebber van de Zweedse luchtmacht, lt. gen. Noren, die in gezelschap van cdre Stokla (DMLu) en de Zweedse luchtmachtattaché het laboratorium te Amsterdam bezichtigde.

De directie en naaste medewerkers van de Duitse Vereinigte Flugtechnische Werke (VFW), die zich uitvoerig lieten voorlichten over de beproeving van vliegtuigcomponenten op ware-grootte.

Een uit 7 personen bestaande Japanse delegatie o.l.v. dr. Oughida, die speciale belangstelling had voor beproevingsapparatuur en -methoden op het gebied van constructies en materialen.

Een viertal stafmedewerkers van het U.S. Senate Committee for Aeronautical and Space Sciences, die in het kader van toekomstige Amerikaans-Europese samenwerking Europese instellingen bezochten.

Een aantal medewerkers van het Industrie Anlagen Betriebs Gesellschaft (IABG) te München, waarbij vermoeiingsbeproeving onderwerp van gesprek vormde.

De directeur van het Aeronautical Development Establishment te Bangalore en de directeur Aeronautical R and D van het Indiase ministerie van verdediging.

De heren Perkey en Haviland van de Airforce Systems Division (Wright Patterson AFB), die het USAF „aircraft structural integrity

program" kwamen bespreken.

Bezoekers waren verder nog: Prof. Akira Azuma van de Universiteit van Tokio (helicopteronderzoek), de heer Bates van het Federal Aviation Agency (FAA) te Washington (luchtverkeersbeveiliging), de heer Cow van Eurocontrol (meting van vliegbanen m.b.v. radar), prof. Kelnhofer van de Catholic University te Washington (aërodynamica van gebouwen), prof. Loch van de West Virginia University (transsonne hodograafmethoden), prof. Kornecki uit Haifa (propeller flutter), dr. Hooke van het Aeronautical Research Laboratory te Melbourne (vermoeiing en luchtwaardigheidseisen), de heer Gordon van Israel Aircraft Industries (ware-grootte proeven op constructies), dr. G. W. Lorimer van de University of Manchester (spanningscorrosie) en de heer Kaplan van de Lockheed-California Co. (spanningscorrosie en vermoeiing.)

De belangstelling van nationale zijde kwam tot uiting in bezoeken van medewerkers van de Sectie Luchtvaartgeneeskundige Aangelegenheden (SLUGA) van de KLu, leden van de vliegtuigbouwkundige studievereniging Leonardo da Vinci en van het dispuut voor werktuigkundige meet- en regeltechniek, technisch personeel van verschillende KLu-vliegbases, officieren van de Luchtmachtstafschool, officieren van de Koninklijke Marine en de Marine Luchtvaart Dienst (MLD), KLucadetten van de Koninklijke Militaire Academie (KMA), leerlingen van het algemeen middelbaar onderwijs en van hogere en lagere technische scholen, enz.

BIJDRAGEN AAN VAKPERS, CONGRESSEN, E. D.

Op de 12e Israel Annual Conference on Aviation and Astronautics in Haifa presenteerde prof. dr. ir. J. Schijve de „Von Karman biannual lecture" onder de titel „Fatigue in aircraft structures".

Ing. A. Pool sprak op het 6e International Aerospace Instrumentation Symposium te Cranfield over „The data collection system for the prototype flight tests of the Fokker F 28 Fellowship".

Op een door het Von Karman instituut te Brussel georganiseerde cursus over „Assessment of lift augmentation devices" hield ir. B. v. d. Berg een voordracht getiteld „Some notes on two-dimensional high lift tests in wind tunnels".

De vergadering van het Sailplane Development Panel van OSTIV te Londen werd bijgewoond door ir. J. B. de Jonge, die een lezing hield getiteld „A spectral gust alleviation factor for sailplanes".

Ir. W. Loeve nam deel aan de AGARD specialists meeting over „Aerodynamic interference" te Silver Springs (Md) met een lezing ge-

titeld „An approximate method for the calculation of the pressure distribution on wing-body combinations at subcritical speeds”.

Op het 7e ICAS-congres te Rome werden door een aantal medewerkers lezingen gehouden, t.w. ir. J. W. Boerstool en ir. R. Uijlenhoet over „Lifting aerofoils with supercritical shock-free flow”, prof. dr. ir. J. Schijve over „Load sequences for fatigue testing of components and full-scale aircraft structures” en ir. J. B. de Jonge over „The monitoring of fatigue loads”.

Prof. ir. T. van Oosterom sprak op de 37e meeting van het AGARD Flight Mechanics Panel te Baden-Baden, die was gewijd aan het onderwerp „Lessons from operating experience (accidents and incidents)”, over „Operational flight recording and its impact on flight safety and aircraft design”. Tijdens dezelfde bijeenkomst werd een voordracht gehouden over „Man/machine combination in the light of safety requirements”, die was opgesteld door F. W. L. Herckenrath (KLu), C. M. Ramsey (KLM) en J. J. P. Moelker (NLR).

Aan de 2e Sounding Rocket Vehicle Technology Conference van het AIAA te Williamsburg (Va) werd deelgenomen door ir. C. A. Schmeitink en ir. G. Boersma. Zij presenteerden de lezing „Comparison of the impact dispersions of unguided and guided sounding rockets with further evaluation of a velocity controlled rocket”.

Ir. N. Feis hield op de jaarlijkse studieconferentie van de Nederlandse vereniging van hoofden van gemeentelijke beplantingen een voordracht getiteld „Kunnen singels, hagen en bosschages de hoogbouwstormen keren?”

Voor de Bond van Materialenkennis sprak ir. H. P. van Leeuwen over „Spanningscorrosie bij aluminiumlegeringen”.

Een bijdrage van prof. ir. H. Bergh, ir. H. Tijdeman en ir. R. J. Zwaan getiteld „High subsonic and transonic effects on pressure distributions measured for a swept wing with oscillating control surface” verscheen in het Zeitschrift für Flugwissenschaften (1970 nr. 18). Dit nummer was opgedragen aan prof. H. G. Küssner uit Göttingen ter gelegenheid van zijn 70e verjaardag.

Wetenschappelijk onderzoek

ALGEMEEN

Naast de werkzaamheden rechtstreeks gericht op de ontwikkeling en het gebruik van bepaalde vliegtuigen en draagraketten (voor het lanceren van satellieten), werd meer algemeen gericht theoretisch en experimenteel onderzoek uitgevoerd. Dit speurwerk geschiedt, met name waar het onderwerpen betreft die in de nabije toekomst van betekenis kunnen zijn voor de vliegtuigontwikkeling, voor een belangrijk deel in opdracht van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling (NIV). Voor andere belanghebbenden, zoals de Koninklijke Luchtmacht (KLu) en de Rijksluchtvaartdienst (RLD), werd eveneens speurwerk uitgevoerd, dat in het bijzonder gericht is op het vliegtuiggebruik. Het eigen speurwerk van het laboratorium is in hoofdzaak gewijd aan de vergaring van basiskennis, de ontwikkeling van nieuwe meet- en berekeningsmethoden, alsmede aan de uitbreiding van de uitrusting voor het laboratorium.

CAPITA SELECTA

Alvorens een algemeen overzicht van de in 1970 verrichte werkzaamheden te geven zal wat uitvoeriger aandacht worden besteed aan een tweetal onderwerpen, die in het verslagjaar een onderdeel van dit werk hebben gevormd, te weten:

„Automatische verwerking van radargegevens ten behoeve van de luchtverkeersleiding op Schiphol”

en

„Thermisch vacuüm-onderzoek in de ruimtekamer”.

AUTOMATISCHE VERWERKING VAN RADARGEGEVENS TEN BEHOEVE VAN DE LUCHTVERKEERSLEIDING OP SCHIPHOL

Inleiding – Het NLR wordt in toenemende mate betrokken bij problemen, die verband houden met het praktische gebruik van vliegtui-

gen. Met name de Rijksluchtvaartdienst (RLD) doet veelvuldig een beroep op de medewerking van het NLR, onder meer bij het voorbereiden van de automatisering van het luchtverkeersleidingscentrum op de luchthaven Schiphol. In het nu volgende zal getracht worden een indruk te geven van een aantal problemen, dat zich hierbij voordoet. Bij de huidige systemen voor de regeling van het luchtverkeer is het leiden van de operaties en het doorgeven van opdrachten aan de vliegtuigen nog vrijwel geheel in handen van de verkeersleider. De computer speelt hierbij in het algemeen een beperkte rol, hoofdzakelijk van administratieve aard, zoals het bijhouden van de vluchtgegevens en het uitwisselen van gegevens tussen de verkeersleiders onderling. Kenmerkend is, dat de computer alleen over die gegevens beschikt, welke via toetsenborden door het verkeersleidingspersoneel worden ingevoerd. In figuur 1 is een zeer vereenvoudigd schema weergegeven van het thans op Schiphol in gebruik zijnde SATCO-systeem (Signaal Automatic Air Traffic Control).

Een van de belangrijkste taken van de computer in dit SATCO-systeem is het verwerken van de vliegplangegevens. Dit komt er in het kort op neer, dat gegevens van elke vlucht die plaats vindt in het door Schiphol gecontroleerde luchtruim, in het geheugen van de computer worden opgeslagen. Deze gegevens hebben o.a. betrekking op: roepnaam van het vliegtuig, type, plaats van vertrek, bestemming, hoogte-informatie, snelheid en tijd van binnenkomst in het Nederlandse luchtruim. De computer verwerkt deze gegevens en presenteert de resultaten aan de belanghebbende verkeersleiders op elektromechanische afleesborden. Daarnaast beschikt de verkeersleider over de analoge informatie van primaire en secundaire radar, die buiten de computer om, rechtstreeks op zijn radarscherm verschijnt.

Bij de systemen die thans worden ontwikkeld komen twee nieuwe facetten naar voren t.w.:

a) automatische verwerking van radargegevens

b) beperkte automatisering van het verkeersleidingsproces.

Ten behoeve van de automatische verwerking van radargegevens heeft de Rijksluchtvaartdienst in samenwerking met Hollandse Signaalapparaten (HSA) een nieuw systeem ontworpen, genaamd „Signaal Automatic Radar Processing (SARP)”, dat in 1974 in gebruik zal worden genomen.

De onder a) en b) genoemde ontwikkelingen hebben primair ten doel de werkbelasting van de verkeersleider en de veiligheid van het verkeer op hetzelfde niveau te handhaven bij een toenemend aantal vliegtuigbewegingen. Het NLR verleent aan beide onderwerpen medewerking, die in 1970 vooral betrekking had op het ontwikkelen van programmatuur voor de automatische verwerking van radargegevens. Daarnaast zal het NLR in de komende jaren onderzoek verrichten op het gebied

van de automatisering van het verkeersleidingsproces. Een van de voornaamste doelstellingen hierbij is het ontwikkelen van procedures, die het de verkeersleider mogelijk maken de computer in te schakelen bij het bepalen van een zo regelmatig en efficiënt mogelijke landingsvolg-orde van de binnenkommende vliegtuigen. Een belangrijk aspect hierbij is de bestudering van de relatie verkeersleider-computer-vlieger, ten-einde de mogelijkheden en beperkingen van deze relatie in het verkeers-leidingsproces te leren kennen.

Na een toelichting op de verschillen tussen het SATCO- en het SARP-systeem, zal nader worden ingegaan op enkele elementen van de auto-matische verwerking van radargegevens.

Verschillen tussen het SATCO- en SARP-systeem – In het SATCO-systeem (Fig. 1) wordt de informatie van primaire en secundaire radar rechtstreeks op het radarscherm gepresenteerd. Op dit scherm kan de verkeersleider zien welke radarecho's afkomstig zijn van een vliegtuig en welke niet (b.v. echo's van obstakels).

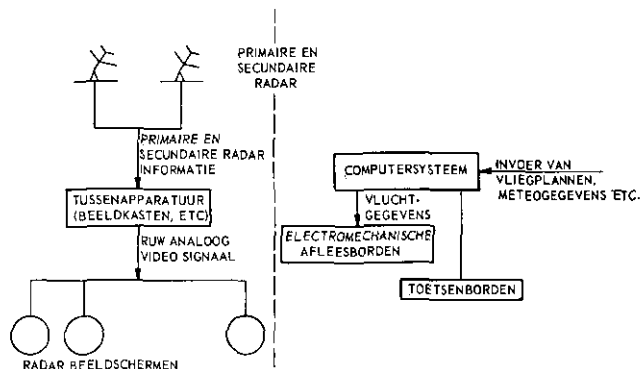


Fig. 1. Blokschema van het SATCO-systeem

In het semi-automatische SARP-systeem (Fig. 2) komt de radarinformatie wederom rechtstreeks op het radarscherm, maar daarnaast worden de radarsignalen aan een analoog-digitaal omzetter toegevoerd en vervolgens zodanig gefilterd dat de valse (niet van vliegtuigen afkomstige) echo's worden geëlimineerd. Dit systeem ontlast de verkeersleider dus van de interpretatie van de diverse radarecho's. De uitvoer van het filter, dat veelal „plotfilter” wordt genoemd, bestaat o.a uit horizontale positie-coördinaten, het codenummer waarmee de roepnaam van het vliegtuig bepaald kan worden en eventueel de hoogte, indien het vliegtuig is uitgerust met de daarvoor benodigde speciale apparatuur.

Deze digitale informatie wordt via een data transmissiesysteem in de computer ingevoerd. De computer beschikt hierdoor in principe over dezelfde informatie met betrekking tot de momentane horizontale positie van de vliegtuigen als de verkeersleider.

De verdere verwerking van de gedigitaliseerde radargegevens in de computer geschiedt op „ware tijd”-basis. Binnen één omwenteling van de radarantenne (4 sec.), moeten de resultaten op het radarscherm zichtbaar zijn. Het belangrijkste onderdeel van de verwerking is het „tracking-proces”, d.w.z. het berekenen van de baan met positie en snelheid van elk vliegtuig. Vervolgens wordt het hierbij behorende vliegplan geïdentificeerd, zodat het mogelijk wordt de radarecho's op het scherm van een „label” te voorzien, waarop de meest essentiële vluchtgegevens zoals roepnaam, grondsnelheid en hoogte-informatie worden aangegeven.

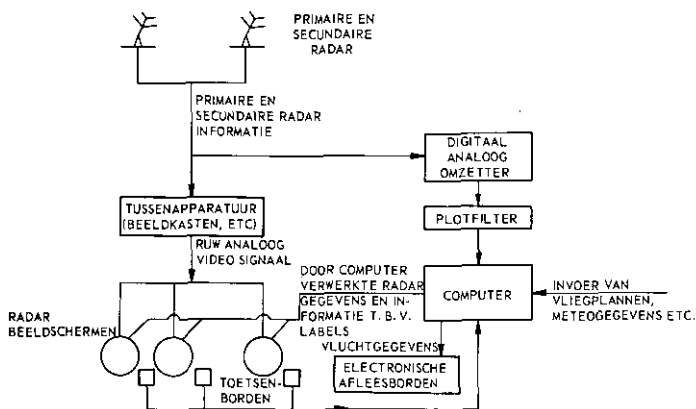


Fig. 2. Blokschema van het SARP-systeem.

Het „tracking-proces” – De belangrijkste onderdelen van dit proces zijn initiatie, voorspelling, associatie en filtering.

Bij de initiatie bepaalt de computer uit twee opeenvolgende posities van een vliegtuig een snelheidsvector van het vliegtuig.

Op basis van deze snelheidsvector wordt, uitgaande van de veronderstelling dat het vliegtuig rechthoekig vliegt, voorspeld op welke plaats het vliegtuig na de volgende antenne-omwenteling zal worden waargenomen. Zodra de gegevens over de nieuwe positie ter beschikking komen, moet worden nagegaan of een bepaalde echo met de bovengenoemde baan kan worden geassocieerd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de z.g. „windows” (verwachtingsgebieden), welke om de voorspelde posi-

tie worden geconstrueerd. Ligt een echo in zo'n window, dan wordt aangenomen dat het bij deze baan behoort. Uit gemeten en voorspelde posities wordt met behulp van een filterproces en daarbij behorende filtercoëfficiënten een betere voorspelling gemaakt van de positie en snelheid van het vliegtuig. Het bepalen van de grootte van deze filtercoëfficiënten berust op het volgende principe: kleine verschillen tussen de voorspelde en de gemeten positie worden verondersteld afkomstig te zijn van radarfouten, terwijl grote verschillen worden toegeschreven aan een manoeuvre van het vliegtuig. In het eerste geval heeft slechts een kleine correctie te worden toegepast en worden aan de filtercoëfficiënten kleine waarden gegeven, in het tweede geval is er een relatief grotere correctie nodig, hetgeen geschiedt door grotere waarden voor de filtercoëfficiënten te kiezen. De afwijkingen tussen de gemeten en de voorspelde positie kunnen drie oorzaken hebben.

- a. de gemeten positie is fout t.g.v. meetfouten veroorzaakt door de radar- en digitalisatie-apparatuur.
- b. de voorspelde positie is fout, doordat de laatstberekende positie en snelheid fout waren.
- c. de voorspelde positie is fout, doordat het vliegtuig een manoeuvre heeft uitgevoerd (de voorspelling is immers gebaseerd op de veronderstelling dat het vliegtuig met constante snelheid een rechte koers volgt).

Voor het bepalen van de orde van grootte van de afwijking wordt gebruik gemaakt van twee soorten windows van verschillende afmetingen, welke beide om de voorspelde positie zijn geconstrueerd. Ligt een echo in de kleinste window (z.g. „noise window”), dan wordt verondersteld, dat de afwijking veroorzaakt wordt door de onder a) genoemde fouten. Ligt daarentegen de echo niet in de kleinste window, maar in de grootste window (z.g. „manoeuvring window”) dan wordt verondersteld dat de afwijking een gevolg is van een manoeuvre van het vliegtuig en wordt aan de gemeten positie een hogere betrouwbaarheid toegekend dan aan de voorspelde.

Voor het verwerken van het onder c) genoemde effect wordt het begrip baankwaliteit ingevoerd. Aanvankelijk is de kwaliteit van de door de computer berekende baan minder goed en moeten relatief grote windows en filtercoëfficiënten worden gebruikt. Bij een toenemend aantal succesvolle associaties neemt de baankwaliteit toe, tot een zeker maximum is bereikt. De grootte van de filtercoëfficiënten en de afmetingen van de windows worden daarom als functie van de baankwaliteit bepaald.

Simulatie van het „tracking-proces” – Om de eigenschappen en de grootte van de verschillende parameters in het „tracking-proces” te onderzoeken, wordt door het NLR een simulatie uitgevoerd met behulp

van de CDC 3300 computer. Een eenvoudig blokschema van het simulatie-proces is weergegeven in figuur 3.

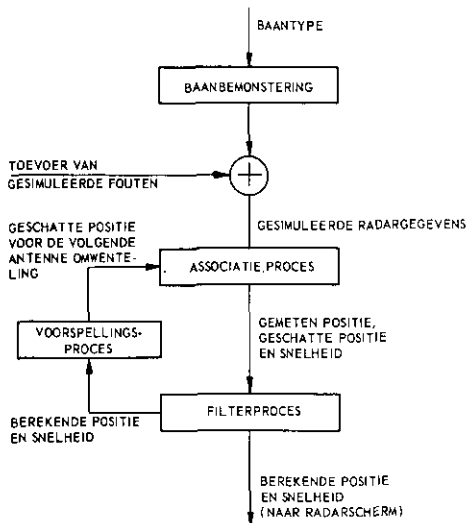


Fig. 3. Vereenvoudigd stroomdiagram van de simulatie van het tracking-proces.

Het simulatieprogramma valt uiteen in twee delen: het genereren van de ingangsgegevens voor het tracking-proces, zoals deze in de praktijk zullen worden geleverd door de radar, en de simulatie van het tracking-proces zelf.

De ingangsgegevens bestaan uit de positie-coördinaten van verschillende soorten banen: rechte banen met constante snelheid, rechte banen met versnellingen en bochten. Deze positie-coördinaten zijn opzettelijk van de volgende fouten voorzien:

- fouten in afstand en azimuth veroorzaakt door de radarapparatuur.
- digitalisatie-fouten in afstand en azimuth veroorzaakt door de analoog-digitaal omzetter.
- fouten die optreden bij het transformeren van poolcoördinaten naar cartesische coördinaten.
- afrondingsfouten in de cartesische coördinaten afkomstig van het plotfilter.

Uitgaande van bovengenoemde invoergegevens wordt nu met behulp van het tracking-programma een studie uitgevoerd om te onderzoeken welke waarden van de systeemp parameters (o.a. grootte van windows en filtercoëfficiënten) optimale resultaten geven.

De belangrijkste criteria bij dit optimaliserings-proces zijn:

- nauwkeurigheid van de door de computer berekende positie, grond-snelheid en grondkoers (deze positie en snelheid worden op het radar-scherm getoond).
- betrouwbaarheid van het associatieproces (deze vormt een maat voor het aantal malen dat een baan verloren gaat).
- betrouwbaarheid en nauwkeurigheid van de baan bij het volgen van een manoeuvre van het vliegtuig.

Voorlopige resultaten hebben aangetoond, dat nauwkeurigheden van de berekende positie van 100 à 200 m mogelijk zullen zijn. De nauwkeurigheid van de berekende grondsnelheid zal 5 à 10 kts kunnen bedragen (bij grondsnelheden van 200 à 400 kts). Verder lijkt het mogelijk onder gunstige omstandigheden de grondkoers van het vliegtuig tot op ca 4° nauwkeurig te bepalen.

Ten aanzien van de betrouwbaarheid van het associatieproces mag worden verwacht, dat onder normale weersomstandigheden de computer het contact met het desbetreffende vliegtuig niet verliest. Verder mag worden verwacht, dat bij het volgen van een vliegtuig dat een manoeuvre uitvoert de nauwkeurigheid minder wordt, echter niet in die mate dat het contact verloren gaat.

Het verwezenlijken van een systeem met bovengenoemde eigenschappen zou een eerste stap vooruit vormen bij de verdere automatisering van de luchtverkeersregeling. Een dergelijk systeem kan als uitgangspunt dienen voor de verdere inschakeling van de computer in het luchtverkeersleidingsproces, waardoor de verkeersleider op meer efficiënte wijze zijn functie kan uitoefenen.

THERMISCH-VACUUM ONDERZOEK IN DE RUIMTEKAMER

Enkele jaren geleden is bij het NLR een begin gemaakt met het onderzoek van het thermische gedrag van ruimtevoertuigen of delen daarvan in de ruimte. Naast het berekenen van de temperatuurverdeling in een ruimtevoertuig is het van belang bepaalde laboratoriumexperimenten uit te voeren onder nagebootste omstandigheden, zoals die in de ruimte voorkomen (Fig. 4).

In de ruimte is geen warmtetransport door convectie mogelijk. De warmtehuishouding van een ruimtevoertuig wordt dan ook voornamelijk bepaald door:

- warmtetransport door straling: van de zon (stralingstemperatuur circa 6000°K) náár het ruimtevoertuig en ván het ruimtevoertuig naar het donkere koude heelal (stralingstemperatuur circa 4°K).
- warmtetransport t.g.v. door de aarde teruggekaatste zonnestraling (albedo) en door aardstraling.

- warmteontwikkeling in het ruimtevoertuig.
- intern warmtetransport door geleiding en straling.

De warmtehuishouding wordt beschreven door de warmtebalansvergelijking. In deze vergelijking komen een aantal parameters voor, die kwantitatief bekend moeten zijn om het thermische gedrag van een ruimtevoertuig te kunnen voorspellen. De belangrijkste parameters zijn: de absorptie- en emissiecoëfficiënten van alle oppervlakken van het ruimtevoertuig, de warmtegeleidingscoëfficiënten van de in de constructie gebruikte materialen en de warmteweerstanden van de verbindingen.

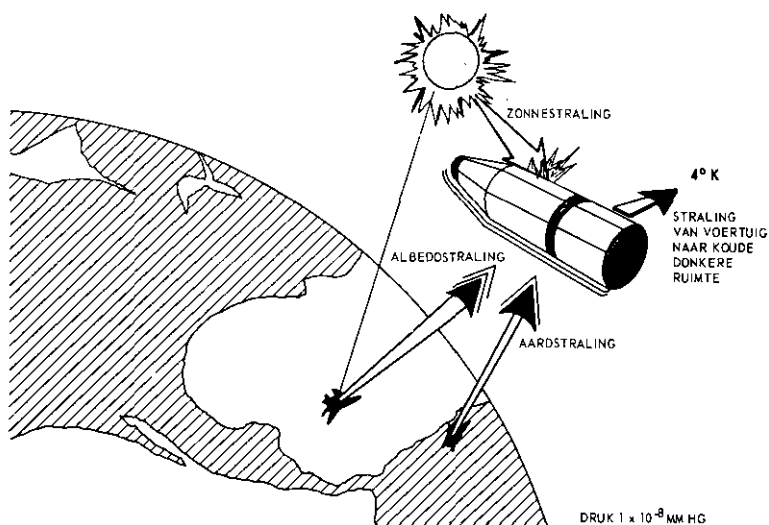


Fig. 4. Het ruimte milieu

Om metingen te kunnen uitvoeren onder omstandigheden als boven beschreven, beschikt het NLR over een ruimtesimulatiekamer (Fig. 5). De druk in de kamer kan verlaagd worden tot minder dan 10^{-6} torr. Het donkere koude heelal wordt nagebootst door een zwarte, met vloeibare stikstof gekoelde, binnenwand. Een zonsimulator produceert straling, waarvan de intensiteit en het spectrum gelijk zijn aan die van de zon buiten de atmosfeer. De straling valt door een kwartsvenster in de kamer.

Als eerste warmtebalans-experiment werd een serie metingen verricht aan een dunne rechthoekige zwarte vin (space radiator) die is weergegeven in figuur 6. Uit de gemeten temperatuurverdeling werd een waarde voor de verhouding van de warmtegeleidingscoëfficiënt en de

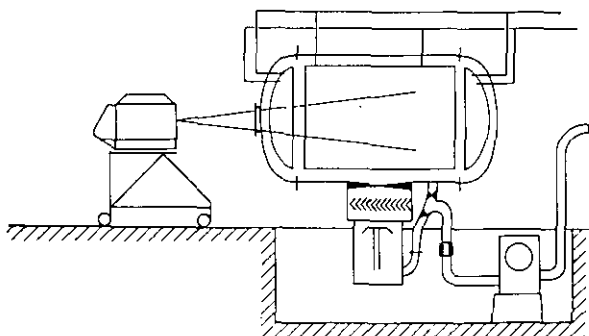
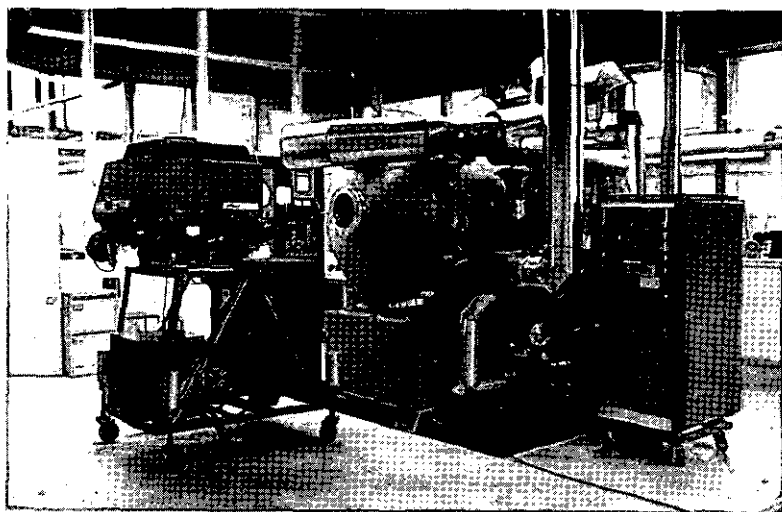


Fig. 5. Ruimtesimulatiekamer met zonsimulator en automatische meetapparatuur (data-logger)

emissiecoëfficiënt verkregen, welke overeenstemde met de voor de gebruikte materialen in de literatuur opgegeven waarde. Om hieruit de absolute grootte van de coëfficiënten te kunnen bepalen moet een van de twee coëfficiënten nauwkeurig worden gemeten.

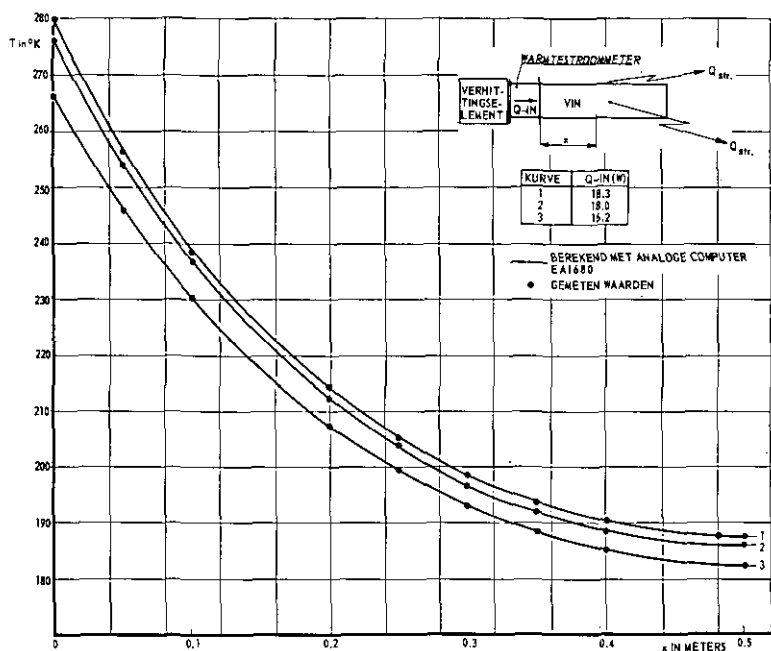


Fig. 6. Enige voorbeelden van temperatuurverdeling van een dunne rechthoekige zwarte vin (space radiator).

Daarvoor is een meetopstelling ontworpen, waarmee de warmtegeleidingscoëfficiënt van een plaatvormig proefstuk nauwkeurig kan worden bepaald (Fig. 7). De meetmethode berust op het meten van temperatuurverschillen die over de proefplaat optreden, wanneer een nauwkeurig bekende hoeveelheid warmte hier doorheen stroomt. Het experiment wordt uitgevoerd bij een druk van minder dan 10^{-6} torr, zodat er geen warmtetransport door convectie is. Het stralingstransport wordt vrijwel geëlimineerd door de proefplaat te omgeven met 12 lagen superisolatiemateriaal (éenzijdig gealuminiseerd plastic folie). In samenwerking met Fokker-VFW N.V. werden met behulp van deze meetopstelling sandwichpanelen onderzocht (Fig. 8). Sandwichpanelen zijn echter sterk anisotroop, dwz. hebben verschillende eigenschappen in de diverse richtingen, zodat voor metingen in de richting

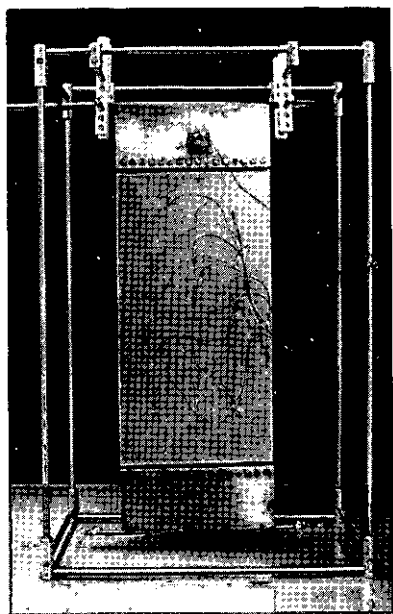


Fig. 7. Meetopstelling voor de bepaling van de warmtegeleidingscoëfficiënt van een plaatvormig proefstuk.

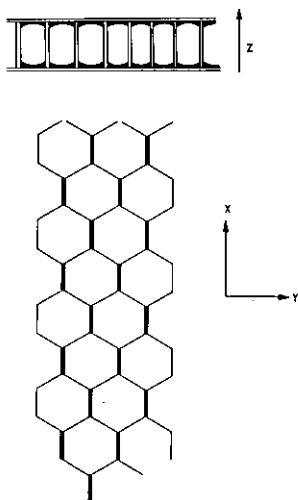


Fig. 8. Karakteristieke richtingen in de sandwichpanelen.

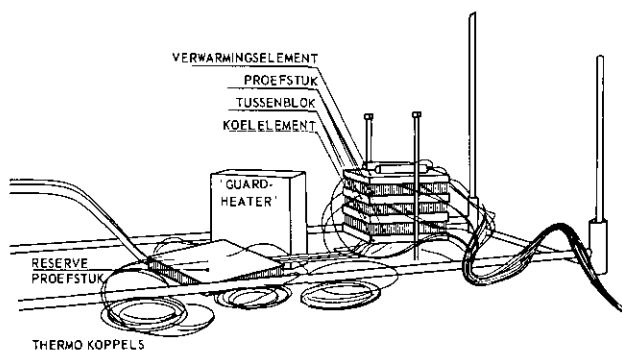
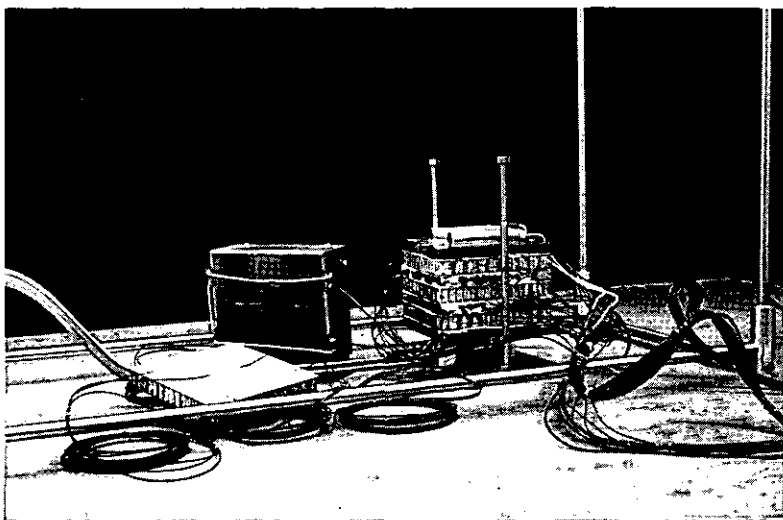


Fig. 9. Meetopstelling voor de bepaling van de warmtegeleidingscoëfficiënt van sandwichconstructies in de z-richting.

waarin de warmtestroom loodrecht op de dekplaten staat, een aparte meetopstelling werd ontworpen (Fig. 9).

De resultaten van het onderzoek werden vergeleken met uitkomsten die verkregen zijn met behulp van een mathematisch model. Het blijkt, dat experimentele bepaling van de warmtegeleidingscoëfficiënten de voorkeur verdient boven het toepassen van berekeningsmethoden, tenzij de in de rekenregels voorkomende warmtegeleidingscoëfficiënten van de in de sandwichconstructie gebruikte materialen voldoende nauwkeurig bekend zijn. (fout < 2%).

In de naaste toekomst zullen warmtebalans-experimenten uitgevoerd worden aan eenvoudige geometrische modellen (zoals kubus, bol, cylinder). De warmtebalansvergelijkingen van deze modellen bevatten warmtegeleidingscoëfficiënten, die op de bovenbeschreven wijze bepaald zullen worden. Tevens worden meetopstellingen ontwikkeld voor het bepalen van de emissie- en absorptiecoëfficiënten.

STROMINGEN, VERBRANDING EN VOORTSTUWING

Onderzoekingen ten behoeve van ontwikkelingsprojecten

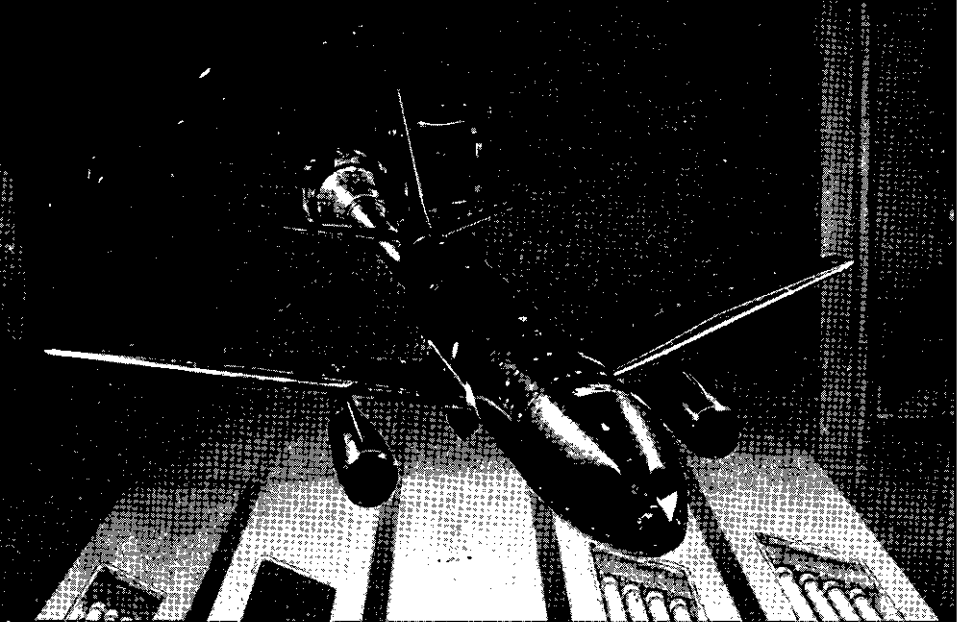
Op het gebied van het aërodynamische onderzoek zorgden opdrachten van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling (NIV) en van een aantal buitenlandse vliegtuigindustriën in 1970 – evenals in voorgaande jaren – voor een goede bezettingsgraad van de NLR-windtunnels.

De opdrachten van het NIV hadden enerzijds betrekking op de verdere ontwikkeling van de F 28 en anderzijds op de ontwikkeling van de VFW 614, twee projecten die deel uitmaken van het programma van het Fokker-VFW concern.

Tot de belangrijkste buitenlandse opdrachten behoorden die, welke ten behoeve van de ontwikkeling van de Concorde en van het Europese Airbus-project werden uitgevoerd.

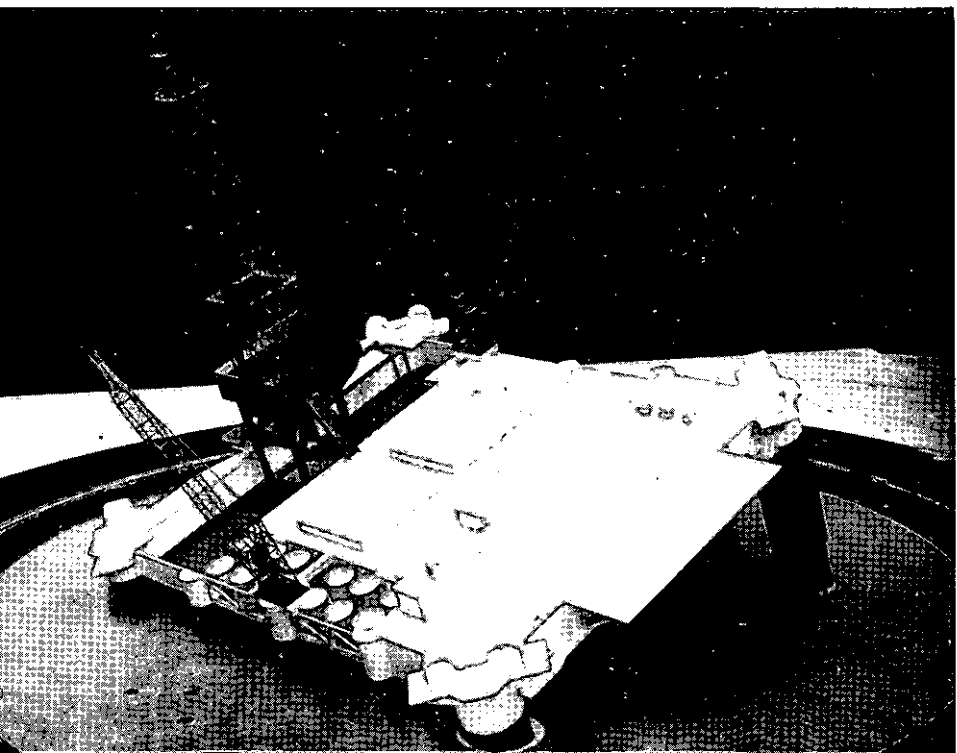
In het kader van de verdere ontwikkeling van de F 28 werden in de hoge-snelheid tunnel (HST) aan een volledig model van de F 28 met verlengde romp, metingen van krachten en momenten uitgevoerd. In de lage-snelheid tunnel (LST 3×2) werd een begin gemaakt met windtunnelonderzoek ter verdere verbetering van de startprestaties van de F 28. Hiertoe werden aan een twee-dimensionaal model metingen verricht voor het bepalen van de optimale configuratie van aan de vleugelnus te bevestigen draagkrachtverhogende middelen.

In aansluiting hierop zal de gekozen configuratie op het bestaande volledige lage-snelheid model van de F28 worden beproefd. Met dit model werd reeds de invloed van een vergroting van de vleugelspanwijdte op



Model van de AIRBUS A 300 B in de hoge-snelheid tunnel. Het model is gemonteerd op een zgn. gierspit waarmee de sliphoeck kan worden gevarieerd.

Schaalmodel van het booreiland STAFLO dat bij SHELL UK in gebruik is voor boringen op de Noordzee. Aan dit model zijn in de windtunnel windbelastingen gemeten; de resultaten van het onderzoek zijn gebruikt in stabiliteitsberekeningen.



de weerstand onderzocht. Eveneens werden aërodynamische berekeningen uitgevoerd, waarbij de eigenschappen van een gewijzigd vleugelprofiel voor de F 28-vleugel werden nagegaan. Deze berekeningen werden ondersteund door profielonderzoek, dat in de pilottunnel (PT) werd verricht.

De werkzaamheden voor het VFW 614-project bestonden in hoofdzaak uit de rapportering over de in het vorige verslagjaar verrichte metingen van krachten en momenten aan een halfmodel van de vleugel met rolroer en over de metingen van drukverdelingen aan een volledig model van de VFW 614. Voorbereidingen werden getroffen voor windtunnelonderzoek aan een volledig model, dat wat vorm betreft overeenkomt met het eerste prototype van het vliegtuig.

De werkzaamheden ten behoeve van de ELDO hadden betrekking op de coördinatie van alle aërodynamische aspecten van de door deze organisatie ontwikkelde of nog te ontwikkelen draagraketten. In het kader hiervan werd een schatting gemaakt van de aërodynamische coëfficiënten van de Europa III-configuratie. Ook zijn de aërodynamische coëfficiënten van de Europa II bepaald en vergeleken met de schattingen die indertijd door Hawker Siddeley Dynamics waren gemaakt.

Berekeningsmethoden voor stationaire stromingen

Ten behoeve van de interpretatie van windtunnelmetingen, voor de evaluatie van vliegtuigen, alsmede ter ondersteuning van de ontwikkeling van vliegtuigen, wordt veel aandacht besteed aan het perfectioneren van een aantal bij het NLR ontwikkelde methoden voor het berekenen van drukverdelingen op vliegtuigconfiguraties in aanliggende stationaire subkritieke stroming. Dit geldt met name voor de z.g. „NLR-methode”*, waarbij gestreefd wordt naar het uitbreiden van het toepassingsgebied van deze berekeningsmethode. Een van deze uitbreidingen betreft het in rekening brengen van de invloed van staartvlakken op de drukverdeling bij romp-vleugel-staart combinaties. Hiertoe moeten de vorm en de stand van het wervelvlak achter de vleugel bepaald worden om de stroming over het staartvlak te kunnen beschrijven. Met het programmeren van de voor de bepaling van dit wervelvlak ontwikkelde berekeningsmethode werd een begin gemaakt.

Parallel aan de hierboven genoemde werkzaamheden wordt een onderzoek uitgevoerd, dat betrekking heeft op het twee-dimensionale limietgeval van deze NLR-methode. Het computerprogramma voor dit limietgeval kwam gereed. De resultaten van een eerste toepassing hiervan op een profiel met klep waren redelijk in overeenstemming met eer-

* De NLR-methode is beschreven in het rapport MP-70-014 „An approximate method for the calculation of wing-body combinations at subcritical speeds”.

der in de windtunnel gemeten waarden. Dit programma wordt tevens gebruikt voor het bepalen van de optimale verdeling van de wervelsterkte in koorderichting, die bekend moet zijn voor het uitvoeren van drie-dimensionale berekeningen aan vleugelconfiguraties.

Het onderzoek m.b.t. het ontwikkelen van een methode om de invloed van elastische vervormingen van een vliegtuigconstructie op de subsone drukverdeling in rekening te brengen werd voortgezet.

De werkzaamheden met betrekking tot het berekenen van stationaire supersonische stromingsvelden om omwentelingslichamen, door middel van differentie- en karakteristieke-methoden hadden een goede voortgang. Voor het z.g. „blunt nose”-programma, dat is opgesteld voor het berekenen van de supersonische stroming om stompe neuzen, kwam een handleiding gereed, waardoor de toegankelijkheid van het programma voor derden sterk is verbeterd. Teneinde het programma, dat is ontwikkeld voor ideale gassen, geschikt te maken voor het hypersonische snelheidsgebied, is een begin gemaakt met de studie van niet-evenwichtsstromingen, waardoor ware-gaseffecten in rekening kunnen worden gebracht.

Met het computerprogramma voor het berekenen van de supersonische stroming om omwentelingslichamen onder invalshoek met behulp van een tweede-orde differentiemethode werden bevredigende resultaten verkregen.

Voor het berekenen van de stationaire eigenschappen van vliegtuigconfiguraties in supersonische stroming wordt gebruik gemaakt van een door het NASA beschikbaar gesteld computerprogramma. De werkzaamheden, die vooral gericht zijn op het verbeteren van de efficiency en van de nauwkeurigheid van dit programma zijn inmiddels zover gevorderd, dat hiermee de draagkrachtsverdeling over vleugel-romp combinaties kan worden berekend.

Profiel-onderzoek (stationair)

In het verslagjaar werd wederom veel aandacht besteed aan het theoretische en experimentele onderzoek van de schokvrije transsonische stroming om quasi-elliptische profielen. Het kenmerkende van deze profielen is, dat de snelheid waarbij de weerstand plotseling sterk toeneemt, het z.g. „drag rise Mach number”, veel groter is dan voor conventionele vleugelprofielen. Teneinde voor de praktijk bruikbare profielen te ontwikkelen, waren de theoretische werkzaamheden aan de quasi-elliptische profielen vooral gericht op het onderzoeken van de mogelijkheden de kromtestraal van de neus te vergroten en tevens de belastingen op het achterste deel van het profiel te verhogen door het aanbrengen van welving. Hiertoe werd onder meer een hodograafmethode voor het berekenen van compressibele stromingen om quasi-ellipsen uitge-

werkt en geprogrammeerd. Bij het aanbrengen van welving deden zich enige numerieke moeilijkheden voor, die nog niet bevredigend konden worden opgelost.

Met de bovengenoemde rekenmethoden is het mogelijk om profielvormen te genereren, waarbij een schokvrije stroming optreedt. Alleen de z.g. ontwerpconditie is dan bekend. In veel gevallen bestaat echter de behoefte om uitgaande van een gegeven profiel de transsone stroming (inclusief schokgolven) te berekenen. O.a. is dit het geval bij het beoordelen van de „off-design“-condities van quasi-elliptische profielen. In verband hiermee werd een studie gemaakt van de toepassingsmogelijkheden van differentiemethoden voor het berekenen van subsone en transsone stromingen om profielen, waarbij met name aandacht wordt besteed aan de methode van Lax-Wendroff. De moeilijkheden hierbij liggen vooral op het gebied van de coördinantentransformatie, waarvoor nog geen geschikte methode werd gevonden. Intussen worden ook de mogelijkheden van de methode van Cole-Murman onderzocht, waarbij een relaxatietechniek wordt toegepast op de stationaire perturbatievergelijkingen. Voor nadere gegevens omtrent deze methoden moge verwezen worden naar o.m. ICAS Paper 70-12.

In het kader van het experimentele onderzoek van transsone stromingen om quasi-elliptische profielen met draagkracht werden in de pilot-tunnel drukverdelingen gemeten aan een dergelijk profiel dat voorzien was van een klep. De resultaten toonden aan, dat ook hierbij een stabiele schokvrije stroming bestaat bij het ontwerpgetal van Mach. Met behulp van een kleine klepuitslag kon een deel van de optredende viskeuze verliezen worden gecompenseerd, hetgeen leidt tot een verbetering van de profieleigenschappen. Aan hetzelfde profiel zijn voorts krachten en momenten gemeten als functie van de invalshoek en van het getal van Mach.

Instationaire stromingen

Sinds vele jaren wordt door het NLR grote aandacht besteed aan het theoretische en experimentele onderzoek van instationaire luchtkrachten.

In het verslagjaar kwam een rekenprogramma gereed, waarmee instationaire drukverdelingen over een drie-dimensionale vleugel met trilend roer in een subsone stroming kunnen worden berekend. Met dit programma zijn voor een aantal vleugelvormen, getallen van Mach en gereduceerde frequenties de drukverdelingen berekend. De resultaten stemden vrij goed overeen met die van andere berekeningen en met experimentele gegevens. Het programma wordt nog verder ontwikkeld om de rekentijden te bekorten en om de convergentie van de resultaten te verbeteren bij toenemende verfijning van de benadering van de druk-

verdeling door gegeven belastingsfuncties.

Dit jaar kwam ook een programma gereed voor het berekenen van de instationaire drukverdeling op een twee-dimensionale vleugel met roer, voor het hoog-subsonen en transsonen snelheidsgebied. Bij de aan dit laatste programma ten grondslag liggende methode wordt rekening gehouden met het niet uniforme karakter van de stationaire snelheidsverdeling van de stroming.

Een computerprogramma kwam gereed voor het benaderen van experimenteel bepaalde trillingsvormen met behulp van polynomen. Dit programma is bestemd voor het uitvoeren van flutterberekeningen, waarbij gebruik moet worden gemaakt van gemeten standtrillingsvormen. Een meetmethode is ontwikkeld om met behulp van balansen kleine wisselende belastingen te meten op trillende modellen.

Viskeuze effecten

Voor een nauwkeurige berekening van de stroming om vleugels met behulp van de potentiaaltheorie moeten correcties worden aangebracht voor de invloed van de viscositeit van de lucht. Dit geschiedt onder meer door de grenslaagverdringsdikte aan de boven- en onderzijde van de vleugel in rekening te brengen. Ten einde op dit gebied ervaring op te doen is in voorgaande jaren vooral aandacht besteed aan de berekening van twee-dimensionale turbulente grenslagen volgens enkele bekende methoden en aan het opstellen van de daarbij behorende computerprogramma's. Met deze programma's worden thans bevredigende resultaten verkregen. Voor de praktijk zijn echter vooral de drie-dimensionale turbulente grenslagen van belang en het voortgezette NLR-onderzoek is met name hierop gericht. Een van de methoden voor het berekenen van twee-dimensionale turbulente grenslagen, te weten die van Bradshaw (zie b.v. *Journal of Fluid Mechanics*, Vol. 28, pag. 593), is hiertoe uitgebreid tot drie dimensies en geprogrammeerd. Dit computerprogramma wordt momenteel getest. Teneinde de drie-dimensionale grenslaagberekeningen te kunnen verifiëren en verder te kunnen ontwikkelen, is het noodzakelijk om in wisselwerking met het theoretische werk experimenteel onderzoek te verrichten.

De literatuur bevat echter nog nauwelijks experimentele gegevens over drie-dimensionale turbulente grenslagen, waarmee de resultaten van theoretische berekeningen vergeleken kunnen worden en waaruit de nodige informatie kan worden geput voor verbetering van de bestaande (semi-empirische) theorieën. In verband hiermee werd een proefopstelling ontwikkeld, die speciaal geschikt is als vergelijkingsbasis voor grenslaag-berekeningsmethoden. Omdat het uitvoeren van betrouwbare metingen in grenslagen in de praktijk nogal lastig blijkt te zijn, is vooruitlopend op de definitieve metingen reeds veel aandacht besteed

aan de ontwikkeling van geschikte meettechnieken. Een van de belangrijke grootheden die gemeten moet worden is de wandschuifspanning. Een buis, waarin wandschuifspanningsmeters kunnen worden geïnstalleerd, is in het afgelopen jaar gereedgekomen.

Bij windtunnelmetingen in het supersone snelheidsgebied doen zich herhaaldelijk problemen voor die een gevolg zijn van het loslaten van de stroming. Ter verdieping van het inzicht in de fundamentele aspecten van losgelaten supersone stromingen wordt in de kleine supersone tunnel (CSST) experimenteel onderzoek uitgevoerd aan eenvoudige configuraties. Een van deze experimenten betrof het meten van de invloed van de aankomende grenslaag op de stroming over een stroomafwaarts gerichte „step”. De analyse van de metingsresultaten wees uit, dat de aankomende grenslaag een aanzienlijke invloed op het drukniveau van het losgelaten gebied heeft, zonder dat de geometrische eigenschappen van de stroming hierbij veranderen. Dit resultaat kon vervolgens aan de hand van een berekening worden bevestigd.

Een ander punt van onderzoek betreft de warmteoverdracht in een supersone stroming, waarbij theorie en experiment wederom hand in hand gaan. De theoretische werkzaamheden waren gericht op het bestuderen van een aantal bekende methoden voor het bepalen van de warmteoverdracht door een turbulente grenslaag, te weten die van Eckert (zie *Journal Aeronautical Sciences*, Vol. 22 nr. 8), van Cohen (zie *NASA Memo 1-2-59 L*) en van Walz. (*Strömungs und Temperatur Grenzschichten*, uitg. Braun, Karlsruhe). De methoden van Eckert en van Cohen zijn geprogrammeerd, maar de met deze programma's verkregen resultaten vertonen vrij grote discrepanties t.a.v. de invloed van wandtemperatuurgradiënten op de warmteoverdracht. De methode van Walz, die gunstige perspectieven lijkt te bieden, wordt momenteel geprogrammeerd. Bij het experimentele onderzoek werden moeilijkheden ondervonden van meettechnische aard, die inmiddels zijn opgelost. In de loop van het jaar werden de evenwichtstemperatuur van een vlakke plaat en het grenslaagomslagpunt daarop bepaald. De grenslaagomslag in supersone stromingen wordt ook onderzocht in de SST en in de CSST met behulp van een holle cylinder. Dezelfde holle cylinder is getest in verscheidene Europese tunnels. Het doel van het onderzoek is een correlatie tussen het omslagpunt en specifieke tunnелеigenschappen te vinden. De metingen hebben aangetoond, dat door verschillen in geluidsniveau het omslagpunt onder identieke stromingscondities in de CSST en de SST verschillend is.

Vergelijking van windtunnelmetingen met metingen in de vrije vlucht

De beperkingen die het meten in windtunnels met zich mee brengt, geven aanleiding tot het onderzoeken van de verschillen tussen wind-

tunnelresultaten en de resultaten van metingen in de vrije vlucht, het zoeken naar wegen om deze verschillen zo klein mogelijk te houden, alsmede het ontwikkelen van correctie- en extrapolatiemethoden. In dit kader werd – in opdracht van het NIV en in samenwerking met Fokker-VFW – de vergelijking van de resultaten van windtunnelmetingen in de HST en LST aan modellen van de F 28 en de resultaten van vliegproeven met dit vliegtuig voortgezet. Bij deze vergelijking worden met name de draagkrachts-, de weerstands- en de duikmomentencoëfficiënt alsmede de grondinvloed op deze grootheden beschouwd. Het onderzoek is vrijwel voltooid en met de rapportering worden goede vooruitgang gemaakt.

Ter verbetering van het nabootsen van de vluchtomstandigheden in een windtunnel is het onderzoek van de z.g. schaaleffecten van groot belang. In dit verband worden studies gemaakt van het schaaleffect op de loslating van de stroming in het transsonic gebied en op de normaalkrachtsverdeling bij slanke lichamen, die onder een invalshoek in een supersonic stroming zijn geplaatst. Bij het laatstgenoemde onderzoek zijn in de CSST aan een speciaal hiervoor ontworpen model de stromingspatronen bepaald en vervolgens aan een tweede model met dezelfde vorm de drukverdelingen gemeten. Een begin is gemaakt met de vergelijking van de metingsresultaten.

Behalve door schaaleffecten wordt de nabootsing van de vluchtomstandigheden in windtunnels beïnvloed door de aanwezigheid van tunnelwanden. Het aanblazen van de tunnelwandgrenslagen bij tweedimensionale modellen ter vermindering van de zijwandinvloed is als routine procedure voor de LST 3×2 ingevoerd en bij een aantal omvangrijke meetprogramma's reeds toegepast. Verder werden uit metingen aan een tweedimensionaal vleugelprofiel in de pilottunnel de waarden van de parameters bepaald, die de wandinvloed in deze tunnel beheersen. Deze waarden zijn verwerkt in het rekenprogramma, waarmee de resultaten van pilottunnelmetingen worden gecorrigeerd. De wandinvloed op metingen die aan trillende draagvlakken worden uitgevoerd is met behulp van hetzelfde pijlvleugelmodel met trillend roer zowel in de pilottunnel als in de HST onderzocht. Hoewel het blokkeringspercentage bij de pilottunnel veel groter is dan bij de HST, bleken de verschillen als gevolg van wandinvloed, zowel bij subsonic als bij transsonic snelheden, verwaarloosbaar klein te zijn.

Een oriënterend onderzoek vond plaats naar de invloed van de straalt temperatuur bij straalomkeerders op de subsonic stroming rond een vliegtuigmodel met grondinvloed. In een beperkt snelheidsinterval van de landingsuitloop van het vliegtuig zijn relatief grote verschillen in duikmoment en in weerstand plus omkeerstuwkracht geconstateerd, tussen het koud en het heet nabootsen van de uitlaatstraal.

Hypersoon stromingsonderzoek

In het verslagjaar waren de werkzaamheden in hoofdzaak gericht op het onderzoeken van het vibratie-relaxatieproces in zuurstof en in stikstof. De relaxatietijden die in zuurstof werden gemeten waren in overeenstemming met de hieromtrent uit de literatuur bekende gegevens. Bij gebruik van stikstof konden echter als gevolg van de te lage maximaal toelaatbare drijverdruk van de schokbuis geen voldoende nauwkeurige interferogrammen voor het bepalen van de relaxatietijd worden verkregen.

Verbrandingsonderzoek

In verband met het onderzoek naar de toepassingsmogelijkheden voor hete-straalnabootsing bij modellen in windtunnels, werd de studie van het verbrandingsproces tussen vaste brandstoffen en ontleed waterstofperoxyde voortgezet en in de loop van het verslagjaar afgesloten. Een nieuwe brandstof op amine-basis werd samengesteld en beproefd. De afbrandsnelheid hiervan bleef beneden de verwachtingen en was nauwelijks groter dan die van andere snelbrandende plastics.

Industrieel aërodynamisch onderzoek

Regelmatig werden in opdracht van niet bij de lucht- en ruimtevaart betrokken instellingen of ondernemingen onderzoeken uitgevoerd, waarbij gebruik werd gemaakt van de bij het NLR aanwezige aërodynamische kennis, windtunnels en meetapparatuur. In dit verband kunnen onder meer worden genoemd:

- het meten van windkrachten en het onderzoek van wind- en rookhinder aan modellen van diverse gebouwen en gebouwencomplexen, van een portaalkraan, een laboratoriumhal, een kolenopslagplaats en een hangar, alsmede van spoorweg- en metrostations;
- stationaire krachtenmetingen aan modellen van bruggen en van een TV-antenne;
- windkrachten op modellen van een booreiland, een boorschip en een betonningsvaartuig.

CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

Werkzaamheden in het kader van de initiële ontwikkeling van de Fokker F 28

De vermoeiingsbeproeving op de F 28-vleugel, die in opdracht van het NIV en in nauwe samenwerking met Fokker werd uitgevoerd, kon in

het verslagjaar met goed gevolg worden afgesloten. Nadat 147.000 vluchten waren nagebootst, waarbij slechts kleine scheurgroei-snelheden werden gemeten, werd overgegaan tot het uitvoeren van drie „fail safe”-proeven* voor een nader onderzoek van de reststerkte van de constructie. Deze proeven, waarbij als „fail safe”-belasting de mogelijke belasting of „limit load” op de constructie werd aangebracht, hadden een bevredigend verloop.

Het officiële certificatie-beproeversprogramma was hiermede voltooid en de goede vermoeiings- en „fail safe”-eigenschappen van de F 28 zijn hierdoor op uitvoerige en succesvolle wijze aangetoond.

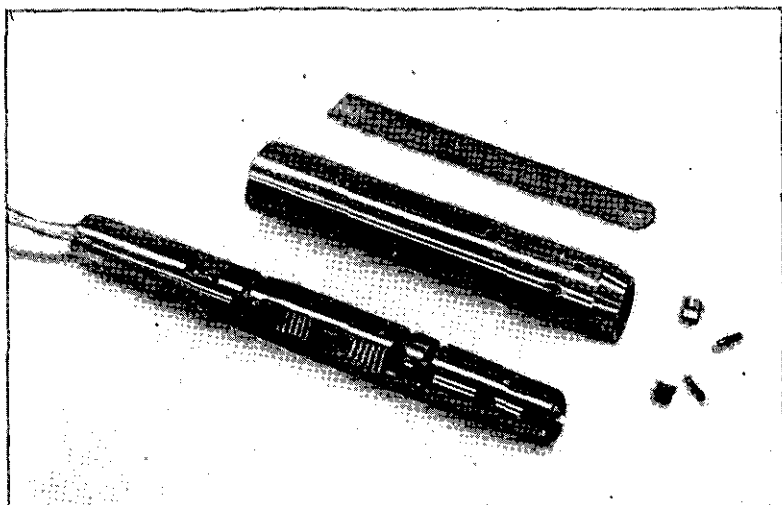
Aangezien de vleugel tijdens bovengenoemd proevenprogramma vrijwel intact was gebleven, werd besloten nog een aantal factoren te onderzoeken, die van invloed kunnen zijn op de groei-snelheid van vermoeiingsscheuren. Deze betroffen in de eerste plaats de invloed van het weglaten van de remousbelastingen met de kleinste amplitude uit het belastingsprogramma. Nadat opnieuw 24.000 vluchten waren nagebootst, bleek dat de invloed hiervan gering was. Bovendien bleek dat de groei van oude scheuren die reeds belast waren geweest tot de „limit load”, nihil was. Uit het laatste feit volgt, dat het aanbrengen van „limit load” gedurende de officiële vermoeiingsproef de levensduur van de constructie in gunstige zin kan beïnvloeden.

Vervolgens is een onderzoek ingesteld naar de invloed van het „trunkeren”, d.w.z. het verkleinen van de amplitudes van de in het programma opgenomen zeer grote remousbelastingen. De resultaten bevestigden het reeds eerder bij een onderzoek op plaatproefstukken geconstateerde feit, dat de scheurgroei hierdoor sneller verloopt.

Belastingen op luchtvaartuigen

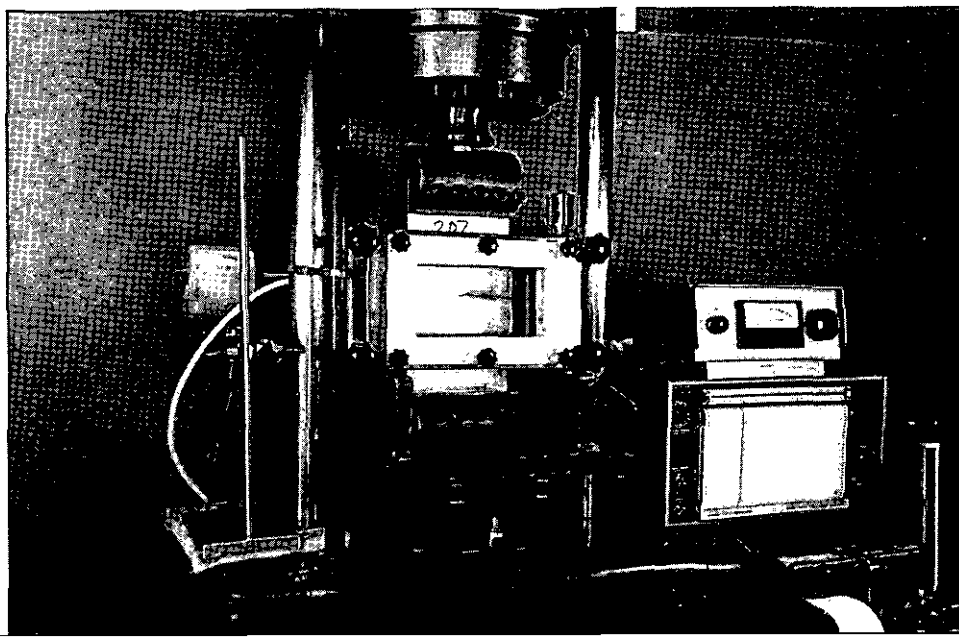
Het onderzoek van de toepassingsmogelijkheden van energiespectrummethoden voor het bepalen van vliegtuigbelastingen en voor het definiëren van ontwerpbelastingen werd voortgezet. De huidige luchtwaardigheidsvoorschriften definiëren voor iedere mogelijke vliegconditie een of meerdere ontwerpbelastingsgevallen. De ontwerpsterkte van het vliegtuig wordt gebaseerd op dat belastingsgeval, dat de zwaarste belasting voor het vliegtuig oplevert. Deze benadering, die vaak wordt aangeduid als het „envelope concept”, houdt echter geen rekening met de vraag hoe groot de waarschijnlijkheid is dat het vliegtuig zich in de bij dat kritieke belastingsgeval behorende vliegconditie bevindt, m.a.w.

* Het in de vliegtuigbouw toegepaste „fail-safe”-principe houdt o.a. in, dat wanneer in een primair belast onderdeel van een vliegtuigconstructie een vermoeiingsscheur ontstaat, dit niet mag leiden tot een catastrofe, maar dat de constructie als geheel voldoende sterkte moet behouden om de vliegveiligheid te waarborgen, totdat de scheur bij de eerstvolgende inspectie met zekerheid wordt ontdekt.



Een exemplaar uit een naar eigen ontwerp vervaardigde serie rekstrookbalansen voor het gelijktijdig meten van zes belastingscomponenten, t.w. de krachten en momenten in drie onderling loodrechte richtingen, aan windtunnelmodellen. De balans (op de voorgrond) kan met behulp van een bus (op de achtergrond) aan het model bevestigd worden.

Lichtmetalen plaatproefstukken worden in een pulsator door een geïsoleerde ruimte omgeven om proeven bij -50°C uit te voeren. De groei van de vermoeiingsscheuren wordt waargenomen door het venster, waarachter men ook het thermokoppel ziet voor temperatuurmeting. Rechts onder, naast de pulsator, de temperatuurrecorder met daarop de luchtvochtigheidsmeter. De koeling wordt thermostatisch geregeld door vloeibare lucht te laten verdampen.



het gebruikaspect van het vliegtuig wordt niet verdisconteerd. Vooral in de laatste jaren is in het buitenland gewerkt aan de ontwikkeling van een nieuwe benaderingswijze die wordt aangeduid als het „missie-analyse concept”, waarbij het gebruik van het vliegtuig wel in rekening wordt gebracht. De ontwerpsterkte wordt hierbij geacht in overeenstemming te zijn met een belastingsniveau, dat een zekere kans van overschrijden heeft. Het bij deze overschrijdingskansen behorende belastingsniveau kan voor een specifiek vliegtuig worden berekend als het vliegtuiggebruik, de „missie”, alsmede een statistisch model van de optredende belastingen voor elk van de in die missie voorkomende vliegcondities bekend is. In het afgelopen jaar werd door het NLR begonnen met een diepgaande analyse van deze methode en van de hiermee samenhangende problemen.

Een onderlinge vergelijking werd gemaakt van een aantal bestaande remousmodellen, die respectievelijk uitgaan van een voorstelling van remous als een verzameling discrete windstoten en als een continu turbulent verschijnsel. Daarnaast werden op grond van deze modellen de belastingspectra berekend voor een aantal sterk uiteenlopende vliegtuigtypen en vluchtmissies. De gevonden verschillen tussen deze belastingspectra bleken uitermate klein te zijn.

Statische sterkte en stijfheid van constructies

Bij het voortgezette onderzoek naar de toepassingsmogelijkheden van elementenmethoden voor het berekenen van gecompliceerde vliegtuigconstructies werd aandacht besteed aan de programmasystemen ASKA (automatic system for kinematic analysis) en NASTRAN (NASA structural analysis).

Met het oog op de faciliteiten die door dergelijke systemen worden geboden werden de eigen werkzaamheden gericht op de ontwikkeling van een meer algemeen computerprogramma op basis van de elementenverplaatsingsmethode beëindigd.

Een onderdeel van dit programma, het z.g. testprogramma, dat dient om de gegevens voor de eigenlijke sterkteberekening te controleren en opnieuw te rangschikken kwam gereed.

Voor het onderzoek van het buigingsgedrag van sandwichplaten met verlopende kerndikte en willekeurige oppervlaktebelastingen werd een voor berekeningen bruikbaar element ontwikkeld. De met behulp van dit element berekende vervormingen van een boosterstabilisatievlak waren uitstekend in overeenstemming met de aan dit vlak gemeten vervormingen.

Eveneens werd een studie gemaakt van de bruikbaarheid van elementenmethoden bij niet-lineaire problemen, zoals die welke verband houden met grote verplaatsingen en plastische vervormingen. Voor de be-

rekening van genoemde twee gevallen werden computerprogramma's opgesteld. Verder werden enkele speciale liggerlijfplaat-elementen ontwikkeld die voor testgevallen tot uitstekende resultaten leidden.

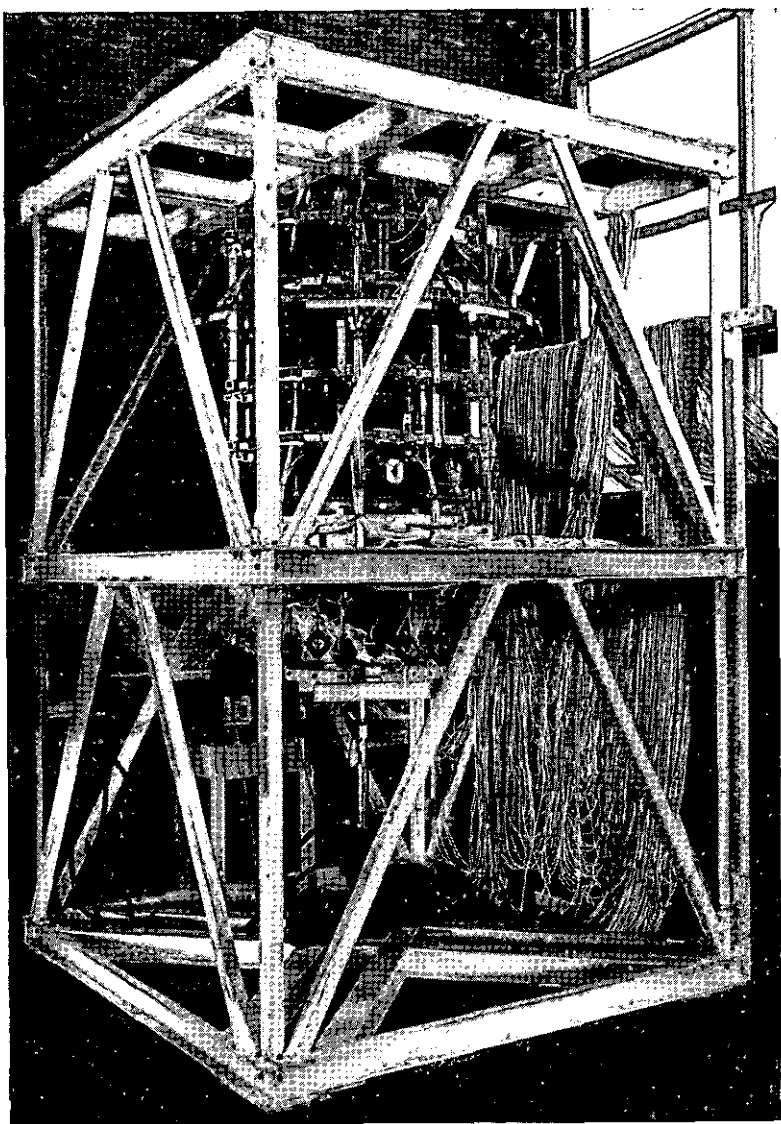
Voor eindige platen met een rij cirkelvormige gaten werd de spanningsverdeling berekend – eveneens m.b.v. de elementenmethode – voor twee gatdiameters en voor één of meer gaten.

In opdracht van het European Space Research Technology Centre (ESTeC) werden aan de draagconstructie van een satelliet rekken en verplaatsingen gemeten, waartoe een speciale proefopstelling werd vervaardigd. De resultaten van deze metingen bleken in overeenstemming te zijn met de door ESTeC voor deze constructie met behulp van het ASKA-systeem uitgevoerde berekeningen.

Kerftaaiheid en reststerkte

Om inzicht te verkrijgen in de z.g. „fail safe”-eigenschappen van een vliegtuigconstructie is kennis van de reststerkte van constructiedelen waarin vermoeiingsscheuren aanwezig zijn van uitermate groot belang. Dergelijke scheuren, die uiteindelijk kunnen leiden tot een volledig bezwijken van het desbetreffende onderdeel, mogen geen catastrofe tot gevolg hebben en de inspectieperioden dienen dan ook zo te worden gekozen, dat een eventuele beschadiging bij de eerstvolgende inspectie van de constructie kan worden ontdekt. Ook het NLR heeft zich uitvoerig met dit probleem bezig gehouden en een methode ontwikkeld waarmee de reststerkte van verstijfde panelen kan worden voorspeld. Volgens deze methode wordt de reststerkte van het verstijfde paneel bepaald door, uitgaande van de reststerkte-eigenschappen van het onverstijfde paneel, de interactie van plaat en verstijver in het gebied van de scheur in rekening te brengen. Ook werd een criterium gevonden waarmee het stoppen van een onstabiel groeiende scheur kan worden voorspeld. Teneinde de bruikbaarheid van deze methode te onderzoeken zijn proeven uitgevoerd op een serie van 45 panelen, versterkt met geklonken dan wel gelijmde verstijvers met of zonder excentriciteiten. De scheurlengten bij deze proefpanelen waren zodanig gekozen, dat bij een groep geometrisch gelijke panelen in een aantal gevallen de scheur stopte bij de verstijver, terwijl in andere gevallen het paneel volledig bezweek wanneer eenmaal onstabiele scheurgroei optrad. De beproevingsresultaten bevestigden de bruikbaarheid van de eerder genoemde methode.

Het breukmechanische onderzoek was in het afgelopen jaar gericht op het vastleggen van de kenmerken van spanningscorrosiebreuken en van statische breuken. Voor de statische breuk werd een fysisch model ontwikkeld, waarmee de beproevingsresultaten kunnen worden verklaard.



Proefstand met daarin opgehangen een cylindervormige satellietconstructie waaraan rekken en verplaatsingen werden gemeten. De metingen geschieden in opdracht van ESTeC ter controle van berekeningsresultaten verkregen met behulp van de elementenmethode.

In aansluiting op het bovengenoemde reststerkte-onderzoek, dat betrekking had op plaatmateriaal van geringe dikte, is de reststerkte bepaald van een aantal proefstukken met scheuren uit dik plaatmateriaal van de Al-legeringen 2024-T3 en 7075-T6. Hierbij was ter plaatse van de scheurtip een 3-assige spanningstoestand (plane strain) aanwezig. Verschillende soorten scheuren en de daarbij gevonden kerftaaiheid (fracture toughness), werden geanalyseerd. De praktische bruikbaarheid wordt nog nader bestudeerd.

Ook zijn reststerkteproeven uitgevoerd op proefstukken waarin de aanwezige scheur kunstmatig (d.m.v. zagen) werd uitgebreid terwijl het proefstuk belast was. De kritieke scheurlengte bleek veel groter te zijn dan bij een normale reststerkteproef onder dezelfde belasting. Het resultaat past in het energiemodel dat voor de verklaring van stabiele scheurgroei is opgesteld.

Een begin is gemaakt met het onderzoek van de scheurgroei- en reststerkte-eigenschappen van 2024- en 7075-plaatmateriaal bij lage temperatuur. Voor 7075-materiaal was de reststerkte bij -50°C belangrijk lager dan bij $+25^{\circ}\text{C}$; bij 2024-materiaal bleek nauwelijks enige temperatuurinvloed te bestaan.

Vermoeiing

In verband met het onderzoek naar de invloed van omgeving en frequentie op de groei van vermoeiingsscheuren zijn in de ruimtekamer enkele oriënterende proeven uitgevoerd. Bij hoge frequentie van de belastingswisseling was de groeisnelheid van de vermoeiingsscheur in vacuüm lager dan in lucht, bij lage frequentie kon geen duidelijk verschil worden vastgesteld.

Een nader onderzoek werd ingesteld naar de invloed van de volgorde van de belastingswisselingen op de scheurgroei in 2024-T3 materiaal, waarbij drie belastingstypen werden toegepast: 1) „random”-remous, 2) per vlucht geprogrammeerde remous (10 weertypes) en 3) per 1000 vluchten geprogrammeerde remous. Bij deze proeven werden geen „ground-to-air cycles” toegepast. De scheurgroeisnelheid was voor de typen 1) en 2) vrijwel gelijk en voor 3) ca driemaal zo klein. De resultaten van de proeven bevestigden de reeds eerder gevonden invloed van de volgorde der remousbelastingswisselingen op de levensduur.

In opdracht van de RLD werd een voorstel opgesteld voor een herziene versie van de luchtwaardigheidseisen m.b.t. het bepalen van vermoeiingseigenschappen, zoals die zijn vastgelegd in de Federal Aviation Regulations. Het document is bedoeld als bijdrage aan de werkzaamheden van een Europese werkgroep, die streeft naar een voor de Europese landen aanvaardbare herziening van de Amerikaanse voorschriften.

Spanningscorrosie

Het onderzoek naar de invloed van een corrosief milieu op het ontstaan en de groei van spanningscorrosiescheuren in de Al-legering 7075-T6 werd voortgezet.

Dit materiaal is in plaatvorm zeer weinig gevoelig voor spanningscorrosie en werd daarom onderworpen aan een speciale warmtebehandeling. De proefstukken vertoonden grote verschillen in vermoeiingssterkte en kerftaaiheid. Vooral in de korte dwarsrichting zijn de mechanische eigenschappen zeer gevoelig voor kleine verschillen in warmtebehandeling. Deze spreiding in sterkte, die op grond van folie-onderzoek met het elektronenmicroscoop niet kan worden toegeschreven aan verschillen in materiaalstructuur, heeft tot gevolg dat de beproevingsresultaten niet zonder meer onderling vergeleken kunnen worden. Een betrouwbare bepaling van de invloed van het corrosiemedium op de scheurgroei bij spanningscorrosie wordt daardoor zeer bemoeilijkt.

Overige onderzoeken

Evenals in voorgaande jaren werd nog een aantal onderzoeken uitgevoerd, die qua karakter niet goed in de voorgaande indeling passen. Een begin is gemaakt met de studie van oppervlakbehandelingen van metalen door middel van het meten van de foto-emissie van elektronen door het oppervlak. Het onderzoek is met name gericht op het meten van de foto-emissie door gebeitste oppervlakken van aluminium plaatmateriaal.

In het kader van het onderzoek naar de invloed van variaties in de warmtebehandeling op smeedstukken, die vervaardigd zijn uit de aluminium-legering 7079, werden de spanningscorrosieproeven op gekerfde trekstaven beëindigd.

Tijdens een uitvoerig onderzoek met behulp van het elektronenmicroscoop van de materiaalstructuur, werden de kenmerkende grootheden van de microstructuur gecorreleerd, enerzijds met de warmtebehandeling en anderzijds met de mechanische eigenschappen. Correlaties op basis van de precipitaat-vrije korrelgrenszone leverden de beste resultaten op.

Het onderzoek zal worden uitgebreid met spanningscorrosieproeven op voorgescheurde proefstukken. Hiervoor is het z.g. Mostovoy-proefstuk gekozen, waarmee de scheurgroei bij een constante waarde van de spanningsintensiteit kan worden bestudeerd.

Een literatuurstudie werd gemaakt van de fabricage van half- en eindprodukten uit titaniumlegeringen en de invloed van de fabricagemethode op de statische sterkte, de kerftaaiheid en op de scheurgroei-eigenschappen bij vermoeiing en bij spanningscorrosie.

Een begin is gemaakt met het onderzoek naar de gunstige invloed van restspanningen op de vermoeiingssterkte van een aluminiumlegering. Hierbij worden de restspanningen opgewekt door de proefstukken te kogelen dwz. het oppervlak te stralen met behulp van stalen kogeltjes of glasparels („shot-peening”). Geconstateerd werd dat als gevolg hiervan de levensduur bij vermoeiing toeneemt.

VLIEGTUIGEN

Werkzaamheden ten behoeve van de Fokker F 28 en F 27

In opdracht van het NIV werd in het verslagjaar wederom intensieve medewerking verleend bij de vliegbeproeving die door Fokker werd uitgevoerd met de prototypen A 1 en A 2 van het F 28-vliegtuig. Als belangrijkste metingen die in 1970 werden verricht kunnen worden genoemd:

- Start- en landingsmetingen op natte banen – onder supervisie van de RLD – ten behoeve van het verwerven van het Engelse luchtwaardigheidsbewijs;
- Certificatiemetingen in verband met de verhoging van de windsnelheidslimiet voor het landen met dwarswind van 25 tot 30 kts. De metingen werden uitgevoerd bij een dwarswind van 37 kts en hadden een succesvol verloop;
- Landingsmetingen en „accelerated stop”-metingen bij diverse vliegtuiggewichten en klepuitslagen, alsmede bij hoog gewicht (63600 lbs) en hoge landingssnelheid (170 kts).

De resultaten van de metingen konden, dank zij een grondige voorbereiding, binnen de geplande termijnen aan Fokker-VFW en andere belanghebbenden worden afgeleverd.

Assistentie werd ook verleend bij het uitvoeren van geluidsmetingen. Deze betroffen zowel het bepalen van het geluidsniveau in de cabine als het meten van het geluidsniveau op de grond, dat wordt waargenomen bij het overvliegen van de F 28.

Andere metingen, waarbij het NLR werd ingeschakeld, hadden betrekking op het onderzoek naar acoustische vermoeiing bij de remkleppen, op het gedrag van de gier-demper, op de werking van het cabinedruk-systeem en op de remcapaciteit van het zes-schijfsremmensysteem. Voorts werden voorbereidingen getroffen voor de komende vliegbeproeving van het F 28-vliegtuig met verlengde romp. Op verzoek van Fokker-VFW zijn de gebruiksmogelijkheden van het door het NLR ontwikkelde vluchtregistratiesysteem DR 28, dat met veel succes is gebruikt bij de beproeving van de oorspronkelijke prototypen van de F 28, door het aanbrengen van een aantal modificaties belangrijk vergroot. Met

het gewijzigde systeem werd een tweetal proefvluchten uitgevoerd ten einde gegevens te verkrijgen voor het opstellen van de computerprogramma's die nodig zijn voor het verwerken van de metingsresultaten. Ten behoeve van de beproeving van F 27 en F 28 serie-machines worden door het NLR werkzaamheden verricht, met name wanneer van de standaarduitvoering van deze vliegtuigen wordt afgeweken. Zo vonden in het verslagjaar metingen plaats voor de certificatie van het ventilatiesysteem van een extra brandstoftank, die bij een aantal F 27 Friendships in de middenvleugel wordt aangebracht ter vergroting van het vliegbereik. Een andere F 27 werd voorzien van motoren, die een iets groter vermogen kunnen leveren, hetgeen onder meer aanpassing van de motorgondels en verzwaring van het onderstel vereiste. Met deze versie werden enkele stijgvluchten en een serie start- en landingsmetingen uitgevoerd.

Vliegmechanica

De in de voorgaande jaren ontwikkelde methode voor de beoordeling van de langsstabiliteitseigenschappen van een vliegtuig tijdens een vlucht met constante baanhoek, de z.g. „speed stability”, werd nu ook toegepast op het F 28-vliegtuig. Deze methode berust op het berekenen van de toelaatbare marges in de versterkingsfactoren, d.w.z. in de mate van terugkoppeling van bewegingsgrootheden (langshelling, snelheid, hoogte) naar het besturingssysteem (hoogteroer, motoren) door de stuurautomaat, bij het corrigeren van afwijkingen van de gewenste bewegingstoestand van het vliegtuig. Volgens de in dit onderzoek te verifiëren hypothese gaan goede „speed stability”-eigenschappen gepaard met grote marges in de versterkingsfactoren. De berekeningen voor het F 28-vliegtuig kwamen vrijwel gereed en het desbetreffende onderzoek zal hiermee worden afgesloten.

Met het oog op de nog steeds toenemende afmetingen van de hedendaagse en toekomstige verkeersvliegtuigen wordt een onderzoek uitgevoerd naar de invloed van deze vergroting op de vliegeigenschappen en met name op de manoeuvreerbaarheid in de naderingsconfiguratie. Met behulp van benaderingsformules zijn voor een drietal hypothetische vliegtuigen met gewichten van resp. 1×10^6 , 2×10^6 en 4×10^6 lbs, de vliegtuiggegevens, de stabiliteitseigenschappen in de naderingsconfiguratie en de karakteristieke waarden van de eigenbewegingen, zowel in langs- als in dwarsrichting, berekend. Vervolgens zijn voor deze vliegtuigen en ter vergelijking ook voor de Mc Donnell Douglas DC 8 en de Boeing 747, de relevante „handling quality”-parameters berekend en aan de hand van bestaande en voorgestelde criteria voor goede vliegeigenschappen beoordeeld. Ook zijn op de analagon-rekenmachine de responsies op geprogrammeerde roeruitslagen ten behoeve

Een splijtbreuk t.g.v. spanningscorrosie opgetreden in een proefstuk uit de titaniumlegering Ti-8Al bij een vermoeiingsproef, die verricht werd in een milieu bestaande uit methylalcohol met 0,6% zoutzuur en 0,9% water. Replica-opname met het elektronenmicroscop (5250 $\times$)



Infrarood-luchtopnamen ten behoeve van NIWARS, de Nederlandse Interdepartementale Werkgroep Applicatieonderzoek van Moderne Luchtopnametechnieken (Remote Sensing).

Met de gebruikte camera kunnen zowel bij dag als bij nacht opnamen worden gemaakt om b.v. de verbreiding van geloosd koelwater van een elektrische centrale te bepalen, in dit geval van de Centrale aan de Hemweg te Amsterdam. De lichtgetinte gebieden zijn het warmst: de schoorstenen (midden boven) en de koelwaterbeweging zijn dan ook duidelijk zichtbaar.



van bepaalde manoeuvres berekend. Hierbij is vooral aandacht besteed aan de z.g. „side step”-manoeuvre, die wordt uitgevoerd om zijdelingse afwijkingen t.o.v. de hartlijn van de landingsbaan te corrigeren. Volgens de literatuur zou de voor het uitvoeren van deze manoeuvre benodigde manoeuvreerbaarheid een sterke belemmering voor het gebruik van zeer grote vliegtuigen kunnen gaan vormen. De simulatie van de „side-step”-manoeuvre werd uitgevoerd met behulp van geprogrammeerde rolroeruitslagen en een daarbij zodanig aangepaste richtingsroeruitslag dat steeds slipvrije bochten werden gevlogen. Hierbij bleek, dat naarmate de vliegtuigen groter worden de maximaal bereikbare zijdelingse verplaatsing voor eenzelfde manoeuvreertijd afneemt. Dit effect wordt nog versterkt door het feit dat het bij grotere zijdelingse afwijkingen niet mogelijk bleek de gewenste manoeuvre slipvrij uit te voeren, aangezien de hiervoor vereiste richtingsroeruitslagen te groot worden. Naast de bovengenoemde drie hypothetische vliegtuigen zijn enkele andere vliegtuigen met hetzelfde gewicht en van dezelfde vorm, maar met een kleinere vleugelbelasting beschouwd, waarbij dezelfde tendenzen werden geconstateerd.

Een begin is gemaakt met de studie van de dynamische eigenschappen van flexibele vliegtuigen. De werkzaamheden zijn gericht op het ontwikkelen van een mathematisch model voor een flexibel vliegtuig dat voorzien is van automatische regelsystemen. Met behulp van dit model kunnen onderzoeken over vliegtuigsterkte, vermoeiingsschade, bestuurbaarheid alsmede comfort van vliegers en passagiers worden verricht. In verband met de in de praktijk gebleken aanpassingsproblemen van stuurautomaten en andere regeltechnische voorzieningen in vliegtuigen, is een grondige kennis van de laatste ontwikkelingen op dit gebied nodig.

De bestudering van de principes, uitvoeringsvormen en stabiliteitscriteria van stuurautomaten werd voortgezet. Voor de diverse „modes” van de SP50A-stuurautomaat, waarmee de DC 9-vliegtuigen van de KLM zijn uitgerust, werden overdrachtsfuncties afgeleid. Deze zullen worden gebruikt bij het onderzoek van de nadering van dit vliegtuig onder slecht-zicht omstandigheden, waarbij verstoringen door remous en windverval optreden. Tevens werd een begin gemaakt met het bestuderen van nieuwe ontwikkelingen op het gebied van de handbesturing bij moderne vliegtuigen, zoals de toepassing van volledig elektrische systemen voor de overdracht van stuurcommando's („fly by wire”-principe) en van draagkrachtmodulatie („direct lift control”). Hierbij wordt speciaal gelet op de invloed van deze systemen op de criteria voor vliegeigenschappen, zoals die thans worden gehanteerd. De recente ontwikkelingen t.a.v. de criteria voor goede vliegeigenschappen in de naderingsconfiguratie werden in een memorandum vastgelegd.

Voor het verkrijgen van meer inzicht in de achtergronden van vliegerbeoordelingen van verschillende te besturen dynamische configuraties is het meten van de beschrijvende funtie* en het restsignaal* van een vlieger in een gesloten regelkring van groot belang. In verband hiermee wordt aan de opstelling van een meet- en verwerkingsprogramma gewerkt, dat zich thans in de beproevingsfase bevindt.

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

De werkzaamheden in het kader van het onderzoek van de prestaties en vliegeigenschappen van vliegtuigen door middel van metingen in niet-stationaire vlucht werden voortgezet. Bij deze metingen, die met het Hunter-laboratoriumvliegtuig zullen worden uitgevoerd, wordt gebruik gemaakt van een meetmethode en van meetapparatuur die door de onderafdeling vliegtuigbouwkunde van de TH Delft zijn ontwikkeld. Een aantal computerprogramma's voor het verwerken van de metingsresultaten, met name voor het transformeren van de gemeten grootheden naar een referentietijdstip, voor het toepassen van instrumentijkingen en voor het berekenen van de invalshoek en langshelling uit andere gemeten grootheden, kwam gereed.

Ter voorbereiding van het definitieve programma werden met de Hunter een aantal meetvluchten uitgevoerd onder meer in verband met het bepalen van de meetgebieden van de te gebruiken drukgevers en met het meten van de stabiliteitseigenschappen van het vliegtuig langs meer conventionele weg. Ook werd experimenteel het traagheidsmoment om de dwarsas van het Hunter-vliegtuig bepaald.

Vorbereidingen vonden plaats voor het meten van de stuwkracht van de straalmotor van het Hunter-laboratoriumvliegtuig. Hiernaast werd een oriënterende studie gemaakt van de invloed van een supersone inlaat op de werking en op de netto-stuwkracht van de motor.

In AGARD-verband wordt medegewerkt aan de samenstelling van een handboek, getiteld „Basic principles of flight test instrumentation engineering”. Verwacht wordt, dat dit handboek de „flight test engineer” een betere basis zal verschaffen om in samenwerking met de „flight test instrumentation engineer” tot het optimale instrumentensysteem voor het uitvoeren van een bepaald vliegproevenprogramma te komen.

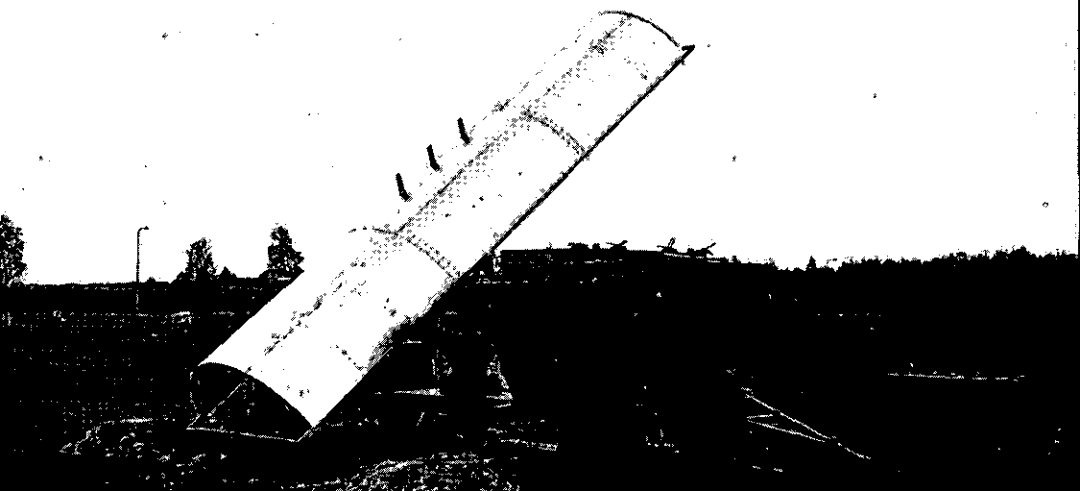
Zoals reeds eerder gememoreerd (blz. 19) werd voortgegaan met het verlenen van assistentie aan de KLM bij het vervaardigen en corrigeren van programmabanden voor het „aircraft integrated data system” (AIDS), dat als proef wordt toegepast in een tweetal DC 9-vlieg-

* Begrippen uit de regeltechniek waarmee de eigenschappen van een niet-lineair systeem worden beschreven.



Voor een verdere beproeving werd het „head up display” (HUD) ingebouwd in het Hunter-laboratoriumvliegtuig. Met dit systeem van visuele presentatie worden gegevens die essentieel zijn voor de besturing van het vliegtuig in de sector van het windscherm vóór de vlieger gepresenteerd.

Beproeving van een antenne-model voor vliegtuig-satellietcommunicatie. De antenne is gemonteerd op een schaalvormige constructie waarmee de vliegtuigromp is nagebootst.



tuigen van de KLM. Ook wordt geadviseerd bij de aanschaffing van zulke systemen voor de DC 10- en Boeing 747-vliegtuigen.

Door het NLR werd een detector ontwikkeld, waarmee het moment waarop de baandrempel wordt gepasseerd door AIDS kan worden geregistreerd. Deze detector functioneert naar behoren en wordt thans door de KLM op lijnvluchten gebruikt.

Andere studies op het gebied van operationele vluchtregistratie betroffen de huidige stand van ontwikkeling van „airborne data acquisition” - systemen en de bewerkingen die een in de vlucht opgenomen magneetband moet ondergaan, enerzijds ten behoeve van het verschaffen van „quick look”-informatie die nodig is om te zien of de vliegproef geslaagd is, anderzijds om deze te kunnen omzetten in een voor centrale verwerking geschikte vorm.

Sinds het vorige verslagjaar beschikt het NLR over een „head up display” (HUD), waarmee instrumentele informatie die essentieel is voor de besturing van het vliegtuig zodanig aan de vlieger kan worden gepresenteerd, dat deze tijdens de vlucht door het windscherm naar buiten kan blijven kijken. Dit is vooral van belang voor de veilige en doelmatige uitvoering van vluchten op geringe hoogte onder marginale weersomstandigheden. De werkzaamheden van het NLR waren vooral gericht op het gebruik van dit „head up display” in verband met een aan het NLR verstrekte opdracht, waartoe in eerste instantie het HUD werd ingebouwd in het Queen Air-laboratoriumvliegtuig voor het uitvoeren van experimenteel onderzoek in de vlucht. Daarnaast werd een studie verricht van de door een HUD te presenteren gegevens in o.m. de naderingsvlucht. Een studie is gemaakt van de „flight-director”-systemen die worden gebruikt in DC 8- en DC 9-vliegtuigen, dit in verband met een mogelijke toepassing hiervan in de laboratoriumvliegtuigen van het NLR.

Nadering en landing bij slecht zicht

Studies op het gebied van de nadering en landing bij slecht-zicht omstandigheden werden o.a. uitgevoerd in samenwerking met de Blind Landing Experimental Unit (BLEU) van het Royal Aircraft Establishment (RAE) te Bedford. Voor dit samenwerkingsprogramma is een gezamenlijke opdracht door RLD en NIV aan het NLR verstrekt.

In het kader van de samenwerking met het RAE op het gebied van de nadering en landing onder Cat. II-omstandigheden werd met het Comet-vliegtuig van laatstgenoemde organisatie de combinatie vliegveldapparatuur-vliegtuig op Schiphol onder goede weersomstandigheden beproefd.

In vervolg op eerder met het Queen Air-laboratoriumvliegtuig gemaakte fotografische registraties van de naderings- en baanverlichting van de

Cat. II-banen van de vliegvelden Bedford en Liverpool, zijn overeenkomstige gegevens verzameld met het Varsity-vliegtuig van de BLEU, dat hiertoe voorzien was van een neuscamera van het NLR. De uitwerking van de gegevens vond plaats op het NLR.

Als gevolg van het feit dat er langs deze beide banen niveauverschillen aanwezig zijn en bovendien de afstanden tussen de lampen van naderings- en baanverlichting grote onregelmatigheden vertonen, moest het desbetreffende NLR-computerprogramma voor het uitwerken van de meetresultaten worden gewijzigd. De resultaten van het winterprogramma 1969-1970 van de BLEU werden gepresenteerd en besproken op een bijeenkomst met medewerkers van het NIV, de RLD, de KLu, de KLM en de N.V. Luchthaven Schiphol.

Het onderzoek zal worden voortgezet met het Comet-vliegtuig van de BLEU waarbij onder meer het nut van het gebruik van een „head up display” zal worden nagegaan. Als voorbereiding op deze vliegproeven werd door de BLEU in aanwezigheid van een NLR-medewerker een simulator-onderzoek uitgevoerd van nadering en landing, met en zonder gebruik van een eenvoudig HUD. Op grond van dit onderzoek moest voorlopig worden geconcludeerd dat de toepassing van dit HUD de nauwkeurigheid waarmee het laatste deel van de nadering wordt gevlogen, niet vergroot. Met de uitvoering van het vliegproevenprogramma is inmiddels een begin gemaakt.

Het NLR heeft ter ondersteuning van de werkzaamheden die in het kader van de samenwerking met de BLEU worden uitgevoerd een analogon-studie gemaakt van de problemen die als gevolg van remous, windverval en „ILS beam bends” optreden bij de nadering en landing onder slecht-zicht omstandigheden. Deze studie werd verricht aan de hand van de automatische nadering van een DC 9-vliegtuig. Ook is een onderzoek uitgevoerd naar de kans op motoruitval bij tweemotorige vliegtuigen in de kritieke fase van Cat. II-naderingen (tussen 200 ft en 100 ft hoogte). Ten behoeve hiervan werden voor een viertal representatieve straalmotoren statistische gegevens verzameld over het als gevolg van storingen uitvallen van motoren tijdens de verschillende fasen van de vlucht. De gegevens voor de verschillende motoren vertoonden een goede overeenstemming en de kans op motoruitval bleek gering te zijn. Mede op grond van de resultaten van het eerder door het NLR uitgevoerde onderzoek naar de doorstart van het DC 9-vliegtuig met uitgevallen motor en van statistische gegevens over de frequentie van het voorkomen van Cat. II-omstandigheden op Schiphol, kon geconcludeerd worden dat de kans op een ongeval als gevolg van een dergelijke motoruitval verwaarloosbaar klein mag worden geacht.

In opdracht van de RLD werden bijdragen geleverd aan het werk van de International Civil Aviation Organisation (ICAO).

De werkzaamheden ten behoeve van het Obstacle Clearance Panel

(OCP) van de ICAO, dat zich bezig houdt met het opstellen van rationele voorschriften voor obstakelvrije zones op en nabij luchthavens, waren hoofdzakelijk gewijd aan de analyse van en rapportering over de resultaten van de destijds met behulp van radar op Schiphol onder diverse weersomstandigheden gemeten aanvliegbanen van binnenkomende vliegtuigen.

Een aantal belangrijke aspecten van de van Nederlandse zijde voorgestelde analyse- en presentatiemethoden werd door het OCP als standaard aanvaard en door de andere landen toegepast bij de uitwerking van hun metingsresultaten. Hierdoor werd het mogelijk alle gegevens te combineren en te vergelijken met de resultaten die verkregen werden met een mathematisch model voor de ILS-nadering. De metingsresultaten werden voorts gebruikt bij het toetsen van een op het NLR ontwikkelde methode voor het extrapoleren van de verdelingsfuncties van de afwijkingen t.o.v. het ILS-vliegpad en voor het berekenen van contouren met gelijke overschrijdings- of botsingskansen.

Het statistische onderzoek van landingsmanoeuvres ten behoeve van resp. het All Weather Operations Panel (AWOP) en het Airworthiness Committee omvat het bepalen van de invloed van het zicht op de uitvoering van de afvangmanoeuvre bij operationele landingen, met name onder Cat. II-omstandigheden, en de meting van de vliegtoestand boven de baandrempel. De desbetreffende metingen worden uitgevoerd met behulp van een op het NLR ontwikkeld optisch registratiesysteem van het z.g. „quick look“-type. Uit de resultaten moet worden vastgesteld of de hoogten en snelheden bij het passeren van de baandrempel bij slecht zicht significant verschillen van die bij goed zicht. Op grond hiervan kan dan worden beoordeeld of de prestatievoorschriften voor de landing onder dergelijke omstandigheden aangepast dienen te worden. Wegens het schaarse optreden van Cat. II-omstandigheden op Schiphol in de winterperiode 1969/1970 is het aantal beschikbare gegevens nog niet voldoende voor het uitvoeren van een statistische analyse en de metingen zullen derhalve in het volgend jaar worden voortgezet. Het waarnemingsmateriaal is inmiddels gebruikt voor het testen van het computerprogramma voor de uitwerking van de metingsresultaten. In verband met bij avond voorgekomen „undershoots“, d.w.z. het voor de drempel de grond raken, op baan 19R te Schiphol zijn in opdracht van de RLD gegevens verzameld betreffende landingen bij ingeschakelde naderings- en baanverlichting. Op grond van de resultaten kon worden geconcludeerd dat, in tegenstelling tot bestaande vermoedens, er geen significante verschillen bestaan tussen de wijze van landen op de verschillende banen of tussen landingen die overdag of bij avond worden uitgevoerd.

Met het oog op de beveiliging van landingen onder Cat. II/III-omstandigheden worden in ICAO-verband (AWOP) experimentele gegevens

verzameld over de wind en het zicht op geringe hoogte t.b.v. de rapportering aan landende vliegtuigen, alsmede over het windverval t.b.v. de analyse van de invloed daarvan op de stabiliteit en besturing. In Nederland worden deze werkzaamheden gecoördineerd door de „AWOP meteorologische werkgroep”, waarvan ook het NLR deel uitmaakt. Deze werkgroep houdt zich ook bezig met het onderzoek van mistverdrijvingsmethoden. In verband hiermee werd door het NLR een literatuurstudie uitgevoerd van de methode die berust op het gebruik van koolzuursneeuw.

Luchtverkeersaspecten

In verband met de deelneming van het NLR aan de werkzaamheden van de North Atlantic Systems Planning Group (NAT SPG), die zich speciaal bezig houdt met de veiligheid van het luchtverkeer boven de Noord Atlantische Oceaan, woonde een NLR-medewerker tezamen met de RLD-delegatie, de 5e North Atlantic Regional Air Navigation vergadering (NAT RAN) van ICAO bij. Tijdens deze bijeenkomst werd o.m. het door het NLR aan de NAT SPG voorgestelde systeem van „composite separation” – een systeem van vliegbanen waarin een hogere verkeersdichtheid mogelijk is zonder overschrijding van de toelaatbare botsingskans – aanvaard voor gebruik in het Noord-Atlantische gebied.

In opdracht van de RLD zijn op Schiphol totaal 2700 uitvliegbanen en 500 naderingen met behulp van radar geregistreerd met het doel het effect van de invoering van herziene uitvliegprocedures op de geluidshinder te onderzoeken. Aanvullende gegevens zoals vliegtuigtype, maatschappij, weersgesteldheid, startrichting, bestemming, startgewicht en te zelfder tijd door de RLD-posten opgenomen geluidswaarnemingen werden verzameld, gecodeerd en op ponsband vastgelegd. Alle verzamelde gegevens werden in een voor statistische verwerking geschikte vorm gebracht, terwijl de uitvliegbanen bovendien met behulp van een automatische plotter in grafiekvorm werden vastgelegd. Met de analyse van de metingen is inmiddels een begin gemaakt.

Op verzoek van de RLD is tevens op ad hoc basis een studie gemaakt met het doel een prognose te geven van de geluidshinder in de omgeving van Schiphol in de jaren 1980–1985, rekening houdend met de ingebruikneming van een 5e baan. De resultaten van deze studie zijn verwerkt in een rapport van de Commissie Planologie Luchtvaartterreinen. Een soortgelijke prognose werd gegeven voor de geluidshinder in de omgeving van een nieuw-geprojecteerde luchthaven. Daarnaast werd voortgegaan met het verzamelen van statistische gegevens ten behoeve van het opstellen van een universeel wiskundig model voor onderzoek op het gebied van geluidshinder, met name voor het bepalen

van geluidsbelastingscontouren. Bij dit model kan o.a. de verdeling van het verkeer over de verschillende banen, de baanconfiguratie en de vlootsamenstelling als variabele worden geïntroduceerd.

Aan de RLD wordt assistentie verleend bij de uitwerking van de vernieuwingen van het verkeersleidingssysteem op Schiphol die voorzien worden voor de jaren 1972-76. Dit nieuwe „Signaal Automatic Radar Processing System” (SARP) zal worden ontwikkeld door N.V. Hollandse Signaalapparaten. Voor een meer gedetailleerde beschrijving van het onderzoek moge worden verwezen naar het desbetreffende hoofdstuk van de Capita Selecta op blz. 23.

Naast de beoordeling van de systeemspecificaties houdt het NLR zich bezig met de bestudering van technieken en procedures die voor het SARP van belang zijn.

De in het vorige jaar door het NLR uitgevoerde simulatiestudie over de grootte van de te verwachten vertragingen in het binnenkomende luchtverkeer op Schiphol in de periode 1970-1977 werd herzien in het licht van het werkelijke verkeersaanbod in 1970. In verband met deze studie werden tevens metingen uitgevoerd van landingsintervallen en baanbezettingstijden op Schiphol.

Ook zijn berekeningen gemaakt van de grootte van wachtgebieden bij verschillende methoden van oriëntatie voor de vliegers. Een onderzoek is verder ingesteld naar de verschillen tussen de met de huidige SATCO-computer berekende vliegbanen en die welke in de praktijk worden gevolgd en naar de mogelijkheden deze verschillen te verkleinen. Een begin is gemaakt met het bestuderen van de wijzigingen die in het op SATCO betrekking hebbende baanberekeningsprogramma moeten worden aangebracht, voordat de „5-stack configuration” in de Schiphol „terminal area” (TMA) in 1972 kan worden ingevoerd.

Vermelding verdient ten slotte de studie over het gedrag en de invloed van tipwervels van grote vliegtuigen, met name van de Boeing 747. Gegevens hieromtrent zijn belangrijk in verband met het opstellen van capaciteitsplannen voor luchthavens.

RUIMTEVAART

Werkzaamheden ten behoeve van de ELDO

De werkzaamheden op het gebied van geleidingssystemen voor ELDO-draagraketten van het type Europa I werden afgesloten met het beproeven van het geïntegreerde standreferentiesysteem (ARPU) voor de vlucht F 9, die in juni te Woomera werd uitgevoerd.

De volgende generatie draagraketten van de ELDO zal worden uitgerust met een traagheidsgeleidingssysteem, waarmee de baanbepaling

geheel aan boord van de raket geschiedt en niet in het grondstation zoals voorheen bij de Europa 1. Het traagheidsgeleidingssysteem bestaat uit een gyroscopisch gestabiliseerd plateau met een drietal versnellingsmeters, waarvan de assen onderling loodrecht op elkaar staan. De in drie richtingen gemeten versnellingen worden door de boordcomputer geïntegreerd tot achtereenvolgens snelheid en afgelegde weg. Uit de berekende baan wordt vervolgens de optimale stand voor de raket berekend, waarmee met minimum brandstofverbruik de gewenste hoogte en snelheid kan worden bereikt. De berekende stand wordt vergeleken met de werkelijke stand van de raket en eventueel optredende verschillen worden met behulp van het besturingsmechanisme gecorrigeerd. Door het NLR, dat weer belast is met de systeembeproeving, werd in het verslagjaar reeds een drietal vluchtsystemen beproefd op de drie-assige schommeltafel met bijbehorende analogonrekenmachine. Een van deze vluchtsystemen maakte de eerdergenoemde vlucht F 9 als „passagier” mee en werkte hierbij tot volle tevredenheid. Naast het normale beproevingsprogramma werden met enkele systemen speciale proeven verricht. Het doel hiervan was de nauwkeurigheid van het in het geheugen van de boordcomputer opgeslagen navigatieprogramma vast te stellen en voorts de invloed van verschillende oriëntaties van de plateauringen op de dynamische responsie van het vluchtsysteem te bepalen.

Studie van een geleide sonde

Deze studie beoogde de uitvoerbaarheid te onderzoeken van de ontwikkeling van een geleide sonderingsraket met een inslaggebied van beperkte afmetingen en een nuttige lading van ca. 10 kg, geschikt voor onderzoek tot ca 150 km hoogte. Naar aanleiding van besprekingen over het rapport dat in het vorige verslagjaar aan de Adviescommissie voor Geleide Sondes van de Commissie voor Geophysica en Ruimteonderzoek (GROC) van de Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen werd aangeboden, werd nog een aantal detailstudies verricht. Deze hadden betrekking op de toepasbaarheid van bestaande raketmotoren, op de beweging van de raket kort na de start en op het voorontwerp van een stuurmachine. Voorts werden de eigenschappen van geleide, standgestabiliseerde en ongeleide sonderingsraketten onderling vergeleken.

Een simulatiestudie van het voorgestelde geleidingssysteem werd uitgevoerd op de analogonrekenmachine. Voor de vereiste snelle responsie van het besturingssysteem werd een oplossing gevonden en de uitvoerbaarheid van het geleidingssysteem werd met dit onderzoek aangetoond.

De ontwikkeling van de geleide sonde kan als gevolg van onvoldoende

toepassingsperspectieven voorlopig geen doorgang vinden. Het is echter niet uitgesloten, dat in industrieel verband de ontwikkeling van een standgestabiliseerde raket met een enigszins grotere inslagspreiding, ter hand zal worden genomen. De bij de studie van de geleide sonderingsraket verworven kennis kan hierbij worden toegepast.

Beproeving van een instrumentencapsule

Het NLR neemt deel aan de beproeving van een instrumentencapsule, die gezamenlijk wordt ontwikkeld door de Werkgroep Kosmische Straling van de R.U. te Leiden en de Universiteit van Nagoya (Japan). Deze is bestemd voor het meten van de zachte röntgenstraling en zal worden gelanceerd met behulp van een Nike-Tomahawk sondeerraket. De trillings- en functionele beproeving zullen door het NLR worden uitgevoerd, waarbij speciaal het afwerpen van de beschermkappen zal worden bestudeerd.

In verband hiermee werd een analyse gemaakt van de dynamische en statische stabiliteit van de capsule en werden de stijfheid en eigenfrequenties van de constructie berekend.

Astronomische Nederlandse Satelliet (ANS)

Zoals in het voorgaande (blz. 19) reeds werd opgemerkt waren de werkzaamheden, die het NLR ten behoeve van het ANS-project verricht, in het verslagjaar voornamelijk gericht op het voor de satelliet benodigde grondstation, het z.g. „satellite operations center” (SOC). In het kader hiervan werd een voorstel opgesteld betreffende de taken en de opzet van dit grondstation en werd een schatting gemaakt van de ontwikkelings- en exploitatiekosten. Inmiddels is een begin gemaakt met een voorstudie van de werkzaamheden, die door het SOC moeten worden uitgevoerd.

Mechanica en gebruik van ruimtevoertuigen

De onderzoeken op dit gebied hielden verband met het bepalen van de temperatuurverdeling in satellieten. In de hiervoor op te lossen warmtebalansvergelijkingen komen warmtegeleidingscoëfficiënten voor, die experimenteel moeten worden bepaald. Hiertoe werden in de ruimtekamer onder vacuum-condities de warmtegeleidingscoëfficiënten gemeten van een aluminiumplaat en van een aantal sandwichconstructies met geperforeerde honingraat. Voor een meer gedetailleerde beschrijving van het onderzoek moge worden verwezen naar het desbetreffende hoofdstuk van de Capita Selecta op blz. 29.

Voorts wordt een studie uitgevoerd die de berekening van overgangs-

banen met lage stuwkracht tot onderwerp heeft.

Aan de ESRO werd assistentie verleend bij het evalueren van enkele industriële studies voor wetenschappelijke satellieten.

Een antennesysteem werd ontworpen voor een vliegtuig waarmee proeven zullen worden genomen op het gebied van vliegtuig-grond communicatie via een satelliet. Elementen van het antennesysteem werden op de NLR-antennemeetplaats beproefd m.b.v. een bouwmodel.

WETENSCHAPPELIJKE DIENSTEN

Toegepaste wiskunde

In het kader van diverse projecten werd de nodige aandacht besteed aan de toepassing van *minimaliseringsmethoden voor niet-lineaire problemen* (zoals b.v. Fletcher's „generalized inverse method”, beschreven in The Computer Journal, vol. 10-1968-pag. 392), hetgeen resulteerde in een aantal algemeen te gebruiken computerprogramma's.

Niet alleen bij de theoretische aërodynamica, maar ook bij het theoretische sterkteonderzoek speelt het oplossen van grote stelsels lineaire vergelijkingen een belangrijke rol. Een tweede probleem, dat zich bij het gebruik van elementenmethoden voor sterkteberekeningen voordoet, is het bepalen van de eigenwaarden van de coëfficiëntenmatrix van een dergelijk stelsel vergelijkingen. In het verslagjaar is veel aandacht besteed aan methoden die geschikt zijn voor het oplossen van deze eigenwaardeproblemen en aan het opstellen van computerprogramma's hiervoor.

Verschillende afdelingen van het NLR worden regelmatig geconfronteerd met stochastische problemen, hetgeen aanleiding vormt tot het uitvoeren van meer gedetailleerde studies op dit terrein. In dit verband kunnen worden genoemd de studies over optimale digitale filters, over Kalman-filters en over de toepassing van het minimumprincipe van Pontryagin voor het bepalen van optimale banen. Voorts is een aantal computerprogramma's opgesteld voor het bepalen van energiespectra van stochastische signalen.

Informatiebehandeling en de uitvoering van rekenprocessen

De uitvoering van het experimentele werk vereist in toenemende mate verbreding en verdieping van de kennis van technieken, die bij de vergaring, de verwerking, het transport en de detectie van signalen een rol spelen. De problemen op dit gebied worden steeds gecompliceerder, vooral die welke optreden bij het streven naar verwezenlijking van de

meest doelmatige combinaties van apparatuur en programmatuur. De voortgaande ontwikkeling van programmeertalen voor speciale doeleinden wordt nauwlettend gevolgd en die welke voor het NLR van belang zijn worden bestudeerd. Met name is dit het geval bij de programmeertalen ADAPT en APT die door het NLR worden toegepast bij de in bedrijf zijnde numeriek bestuurd gereedschapsmachine voor het fabriceren van windtunnelmodellen. In het kader van deze activiteiten kan voorts de verdere ontwikkeling van „post-processors” genoemd worden, welke een door de CDC 3300 computer geleverd besturingsprogramma moeten omzetten in een voor de numeriek bestuurd gereedschapsmachine geschikte vorm. De in het vorig verslagjaar aangevangen studie over „curve and surface fitting”-technieken werd voortgezet. Deze technieken zijn mede van belang voor de beschrijving van aërodynamische oppervlakken en van landschappen in verband met vluchtnabootsing.

Ook werd kennis genomen van de voor het uitvoeren van numeriek spannings- en trillingsonderzoek toegepaste talen ASKA en NA-STRAN.

Van essentieel belang is ook het onderhouden van de verzameling algemeen wiskundige standaardprogramma's en applicatieprogramma's voor de uitwerking van metingsresultaten. Vooral de laatstgenoemde categorie dient in verband met de steeds voortgaande ontwikkeling van meetmethoden en meetapparatuur bij voortdurend te worden aangepast en uitgebreid. In het verslagjaar kwam het programma-pakket voor de verwerking van windtunnelmetingen op de CDC 6600 van het CDC-rekencentrum in Rijswijk nagenoeg gereed. In verband met het toenemende gebruik van hybride rekenmiddelen bij het luchtvaarttechnische onderzoek is een oriënterende studie uitgevoerd, welke heeft geleid tot de specificatie van een hybride rekencombinatie voor de hoofdafdeling ruimtevaartuigen.

Electronica

De bestudering van methodieken voor het ontwerpen van modellen van systemen werd voortgezet. Met name is hierbij aandacht besteed aan het beschrijven van systeemelementen met behulp van matrices. De opbouw van kennis op dit gebied is mede gericht op de in de zeventiger jaren te ontwikkelen „derde generatie”-systemen voor het vergaren en verwerken van gegevens van windtunnelmetingen. Deze systemen zullen berusten op de directe koppeling van data-acquisitie apparatuur en digitale rekenmachine. Aan de hand van een onder alle betrokkenen ingestelde enquête werd een eerste voorontwerp van dit nieuwe digitale informatie systeem tunnels vervaardigd, dat kortweg wordt aangeduid met de naam DIST-70. In het kader van deze werkzaamheden wordt

een onderzoek ingesteld naar instrumentatie-versterkers, die ter vervanging van de huidige penrecorders toegepast zouden kunnen worden in het conditioneringssysteem.

De studie van de onderlinge electromagnetische interferentie van vliegtuiginstallaties heeft geresulteerd in een voorstel tot de aanschaffing van meetapparatuur, waarmee volgens voorgeschreven methoden gemeten kan worden en die afgestemd is op de behoefte van het NLR. Voorts werd een standaardkaart voor toepassing van „integrated circuits” ontwikkeld met bijbehorende kasten en connectorsysteem. Eveneens is de kwaliteit onderzocht van een groot aantal elektronische componenten. Indien de resultaten hiertoe aanleiding gaven, werden deze opgenomen in het „standaard”-pakket, waarvan gebruik wordt gemaakt bij het vervaardigen en onderhouden van de elektronische apparatuur van het laboratorium.

Technische outillage

VOOR STROMINGSONDERZOEK

Het windtunnelonderzoek ten behoeve van de vliegtuigontwikkeling vraagt een voortdurende inspanning om in de windtunnels tot een zo getrouw mogelijke nabootsing van de in de vlucht optredende omstandigheden te komen. De eisen, die de vliegtuigconstructeur stelt aan de betrouwbaarheid van de metingen, aan de nauwkeurigheid en aan de snelheid waarmee de resultaten ter beschikking kunnen worden gesteld worden bovendien steeds hoger. Het NLR dient zijn outillage derhalve zodanig op peil te houden, dat het ook aan toekomstige ontwikkelingsprojecten op passende wijze een bijdrage kan blijven leveren. Bij het beschrijven van de voortgang, die op het gebied van de uitrusting voor stromingsonderzoek werd geboekt zullen eerst de verschillende windtunnels die voor specifieke doeleinden worden gebruikt aan de orde worden gesteld en daarna zal een korte toelichting op de apparatuur van meer algemene aard worden gegeven.

Lage-snelheid windtunnels

LST 8 × 6-project – De voorbereidende studies ten behoeve van de ontwikkeling van een nieuwe lage-snelheid windtunnel kwamen groten-deels gereed.

De behoefte aan deze tunnel vloeit enerzijds voort uit de verwachting dat de nationale en Europese vliegtuigindustrieën zich in toenemende mate met de ontwikkeling van V/STOL-vliegtuigen zullen gaan bezighouden en anderzijds uit het feit dat de mogelijkheden in Europa voor het uitvoeren van windtunnelonderzoek t.b.v. de ontwikkeling van V/STOL-vliegtuigen zeer beperkt zijn.

Bij V/STOL-vliegtuigen wordt door het toepassen van speciale draagkrachtleverende middelen het gebruik van korte tot zeer korte start- en landingsbanen mogelijk. Het voornaamste probleem hierbij is dat bij lage snelheden deze draagkrachtleverende middelen, zoals uitlaatstralen van straalmotoren en slipstromen van schroeven, een grote invloed op het gedrag van het vliegtuig uitoefenen. Als gevolg van interferentieverschijnselen kunnen nl. grote veranderingen in de op het vliegtuig

werkende krachten en momenten optreden, waardoor de besturing, de stabiliteit en de startprestaties in sterke mate worden beïnvloed. Het onderzoek van het gedrag in start, landing en overgangsvlucht van V/STOL-vliegtuigen, is dan ook een van de voornaamste doelstellingen die met de voorgestelde windtunnel verwezenlijkt moeten kunnen worden. Bij het meten aan V/STOL-configuraties treden als gevolg van neerwaarts gerichte uitlaatstralen en slipstromen zeer grote neerstroombuigen op, waardoor de vervormingen van de stroming om het model als gevolg van de aanwezigheid van de meetplaatswanden veel groter is dan bij modellen van conventionele vliegtuigen. Voor V/STOL-onderzoek moeten de meetplaatsafmetingen derhalve groot zijn ten opzichte van de modelafmetingen en deze moeten op hun beurt weer groot genoeg zijn voor het met voldoende detail nabootsen van de speciale draagkrachtleverende middelen. Deze overwegingen hebben geleid tot een keuze van de meetplaatsafmetingen van 8×6 m, zodat windtunnelmodellen met een maximale spanwijdte van 2,5 à 3 m kunnen worden toegepast.

Met het oog op de verdere ontwikkeling van de conventioneel startende en landende vliegtuigen (CTOL-vliegtuigen) worden om de benodigde baanlengte binnen redelijke grenzen te houden steeds zwaardere eisen gesteld aan de hierbij toegepaste draagkrachtvergroterende middelen zoals kleppen aan voor- en achterraand van de vleugel. Het beproeven en optimaliseren van deze klepsystemen, alsmede het bepalen van het gedrag van deze vliegtuigen bij het overtrekken vormen het tweede belangrijke gebied van onderzoek bij lage snelheden, dat eveneens met deze tunnel zal worden bestreken. Als controle op het voorgestelde tunnelontwerp en voor het verkrijgen van aanvullende gegevens, die bij een verdere detaillering van het ontwerp nodig zijn, zal een schaalmodel van de tunnel worden gebouwd. Met het treffen van de nodige voorzieningen hiertoe is een begin gemaakt.

Verbetering LST 3×2 – Voor de LST 3×2 is de verwerking van de bij twee-dimensionale modellen toe te passen impulsverliesmetingen met de drie-voudige zoghark thans volledig geautomatiseerd. Met impulsverliesmetingen wordt een nauwkeurig beeld van de profielweerstand van het model verkregen.

Trans- en supersonische windtunnels

Ten behoeve van de hoge-snelheid tunnel (HST) is dit jaar een aantal merendeels kleinere voorzieningen en uitbreidingen tot stand gekomen.

Als belangrijkste punt bij de supersonische tunnel (SST) kan het gereedkomen van alle voorzieningen ten behoeve van de invalshoekprogrammering worden vermeld.

Oriënterende studies werden gemaakt van problemen die samenhangen met de plannen voor een kleine transsone tunnel, die geschikt is voor aërodynamisch onderzoek bij grote getallen van Reynolds ($30 \text{ à } 50 \times 10^6$ gebaseerd op de profielkoorde). De noodzaak tot het meten bij grotere getallen van Reynolds dan in de bestaande tunnels bereikt kunnen worden, wordt groter door de toepassing van moderne vleugelprofielen, waarbij in toenemende mate bij hoog-subsonen en transsonen snelheden schaafeffecten een rol gaan spelen. Het NLR dient mede met het oog op de interpretatie van de resultaten van metingen die in de HST worden uitgevoerd een goed inzicht in deze problematiek te verkrijgen.

Installaties voor hypersoon onderzoek

In het verslagjaar werd besloten tot de bouw van een nieuwe installatie voor hypersoon onderzoek. Met name wordt hierbij gedacht aan een installatie die geschikt is voor onderzoek in het laag-hypersone gebied, dat begrensd wordt door $\text{Mach} = 5 \text{ à } 6$ en $\text{Mach} = 10 \text{ à } 12$ en voor verbrandingsonderzoek in supersonen stromingen.

De keuze is ten slotte, na uitvoerige vergelijkende studies bepaald op een gun tunnel met voorverhitte loop.

De nieuwe installatie is opgebouwd uit de volgende componenten: drijver, loop, stroomtuit, meetplaats, diffusor en vacuümvat. De drijver en de loop zijn hoge-druk buizen van resp. 40 en 30 m lengte, die gescheiden worden door een membraan. De loop is voorzien van een lichtgewicht zuiger, die zich daarin vrij kan bewegen. In verband met de hoge temperaturen die nodig zijn bij verbrandingsonderzoek, moet de lucht in de loop tot 450°C kunnen worden voorverwarmd. De drijver wordt gevuld met stikstof tot een druk van maximaal 800 atm. Door het membraan te laten breken wordt de zuiger de loop in geschoten. De lucht in de loop wordt hierbij gecomprimeerd tot maximaal 1000 atm en verhit tot 2700°C en in de stroomtuit zodanig versneld, dat op de meetplaats hypersonen snelheden worden bereikt. Na het passeren van de meetplaats wordt de lucht via de diffusor opgevangen in het vacuümvat.

Een zeer belangrijk punt vormde de berekening van de contour van de stroomtuit. Het divergerende gedeelte hiervan, dat dient om de stroming na het passeren van het keelstuk om te zetten in een evenwijdige stroming, werd berekend voor snelheden tot $\text{Mach} = 10$. Door keelstukken met verschillende diameters toe te passen kan het getal van Mach worden gevarieerd van 6 tot 10.

De bestaande schokbuis werd voorzien van een verbrandingsdrijver, die vervaardigd is uit door de Koninklijke Landmacht beschikbaar gestelde kanonslopen. Na het aanbrengen van de elektrische ontstekings-

apparatuur zullen met deze drijver schoksnelheden tot $Mach = 20$ kunnen worden bereikt.

Algemene apparatuur

Om te komen tot een snellere en meer betrouwbare verwerking van de metingsresultaten is besloten de data-acquisitie apparatuur van de belangrijkste tunnels „on-line” aan de in 1970 verworven CDC 1700 computer te koppelen. De ontwikkeling van de hiervoor benodigde transmissie- en interface apparatuur kwam gereed.

In het kader van de ontwikkeling van bruikbare methoden voor het meten van zeer geringe lichtsnelheden wordt geëxperimenteerd met microthermometers, gebaseerd op NTC-weerstanden. Met deze microthermometers zijn zeer goede resultaten verkregen. Ook werd hiervoor een 24-kanaals aftaster vervaardigd. Voor het meten van grotere snelheden, welke ondermeer optreden in grenslagen, werd nieuwe gloeidraadapparatuur beproefd.

Voor grenslaagonderzoek is het toepassen van wandschuifspanningsmeters noodzakelijk. Voor het ijken van deze meters is een apparaat ontwikkeld, bestaande uit een op het drukvat aangesloten buis van voldoende lengte om een volledig ontwikkelde pijpstroming te verkrijgen. Het apparaat is reeds vervaardigd en in gebruik genomen.

De apparatuur voor het meten van wisselende drukken werd verder uitgebreid en verbeterd. In verband met de opbouw van uitrusting voor het verrichten van fluttermetingen in de vlucht werd een evaluatie uitgevoerd van in de handel verkrijgbare apparatuur voor het verrichten van spectraalanalyses op „ware tijd” basis. De voor het NLR meest geschikte apparatuur werd besteld. Een begin is gemaakt met het ontwikkelen van een meetopstelling voor het bepalen van eigentrillingsvormen. Voor de dynamische drukregistratie-apparatuur DYDRA werd een stabilisator ontwikkeld, waarmee de amplitude voor de referentiespanning sneller en nauwkeuriger kan worden ingesteld. Voorts wordt gewerkt aan een opstelling voor het dynamisch ijken van druktransducers.

De outillage voor het ijken van balansen voor het windtunnelonderzoek werd belangrijk verbeterd o.m. door mechanisering van de bestaande ijkbox en de installatie van een tweede ijkbox.

VOOR ONDERZOEK OP HET GEBIED VAN CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

Als belangrijkste aanwinst kan worden genoemd de nieuwe Amsler trekbank van het type 20 P ZD, die geschikt is voor het genereren van vele soorten, als functie van de tijd programmeerbare krachten, rekken

en verplaatsingen. De overige uitbreidingen, c.q. verbeteringen hadden betrekking op verschillende typen kracht- en verplaatsingsopnemers en de aansluiting daarvan op de digitale registratie-apparatuur voor analoge signalen (DRAAS), op de ombouw van de kleine programmeerbare amplitude generator (PAGE), waardoor invoer van de gegevens met behulp van een magneetband mogelijk is geworden en op een programmeerbare eenheid voor het besturen van de apparatuur voor onderzoek op het gebied van aërodynamische verhitting.

VOOR VliegMECHANISCH ONDERZOEK

Laboratoriumvliegtuigen

Voor het Queen Air-laboratoriumvliegtuig werd een Collins navigatie-ontvanger aangeschaft om in combinatie met de bestaande apparatuur de positie van het vliegtuig tijdens de vlucht, o.a. door middel van een kruispeiling, beter en sneller te kunnen bepalen. Hierdoor zullen de gebruiksmogelijkheden van het vliegtuig, met name onder slechte weersomstandigheden, verbeteren en is bij eventuele storing nog in beperkte mate plaatsbepaling mogelijk. In verband met de bezetting van het vliegtuig ten behoeve van opdrachten kon deze extra navigatie-ontvanger in het verslagjaar nog niet worden geïnstalleerd.

Het Hunter-laboratoriumvliegtuig werd voorzien van een UHF radio-installatie en voorbereidingen vinden plaats voor de installatie van een Collins DME (distance measuring equipment) ten behoeve van de navigatie. Door het aanbrengen van daartoe benodigde voorzieningen is het mogelijk geworden een apparatuurgondel aan een binnenpylon van de vleugel te bevestigen voor onderzoek van apparatuur in de vlucht. Voorzieningen werden getroffen om extra brandstoftanks aan de buitenpylons te kunnen bevestigen.

Apparatuur voor vliegproeven

De werkzaamheden die gericht zijn op de modernisering van de registratie-apparatuur voor vliegproeven werden voortgezet. Hierbij ligt het accent vooral op de ontwikkeling van digitale magneetband-registratiesystemen met bijbehorende apparatuur voor de verwerking van vluchtgegevens op de grond.

Deze installatie zal de in de vlucht opgenomen magneetband moeten omzetten in een magneetband die verder verwerkt kan worden op de CDC-3300 computer van het NLR.

Tevens zullen hiermede voorbereidingen moeten kunnen worden uitgevoerd zoals data-compressie door het selecteren van gemeten para-

meters en het toepassen van digitale filtermethoden.

In het afgelopen jaar zijn systeemstudies uitgevoerd die geresulteerd hebben in een apparatuur conceptie hiervoor waarbij een CDC 1700 process computer gebruikt zal worden in combinatie met enkele recorders.

De aan het einde van het vorige verslagjaar ontvangen „airborne magnetic recorder/reproducer” van het fabrikaat Kinelogic type L, werd uitvoerig beproefd. De bijbehorende grondapparatuur voor het overbrengen van de met deze recorder opgenomen analoge FM-signalen op een andere magneetband kwam vrijwel in definitieve uitvoering gereed.

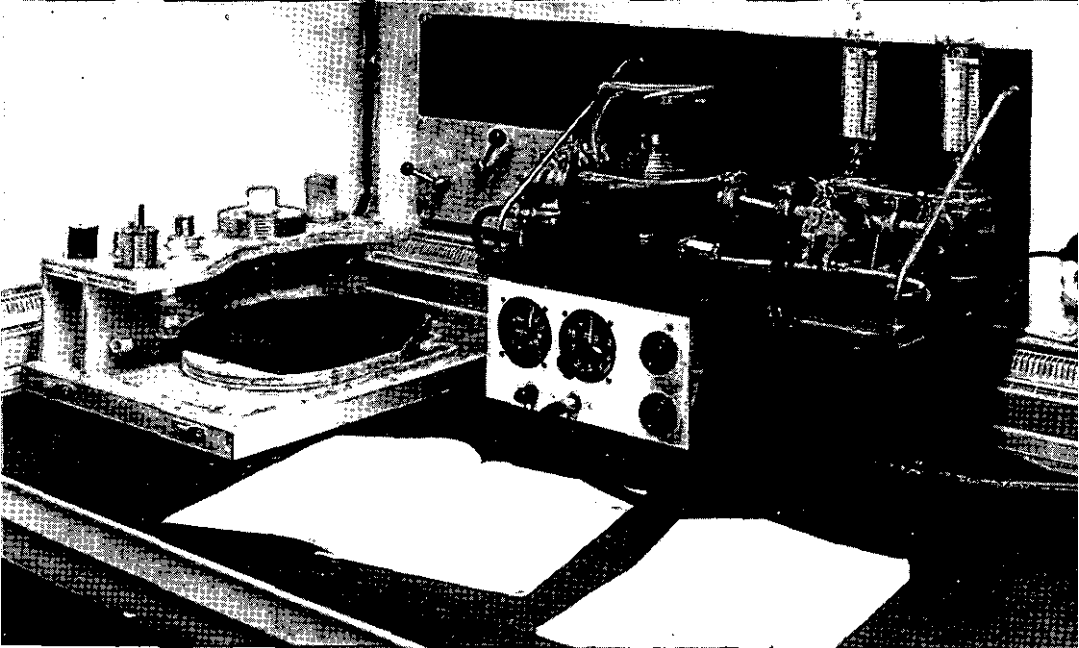
Bij flutteronderzoek tijdens vliegproeven is het noodzakelijk dat meetgegevens die in het vliegtuig worden opgenomen „on line” op de grond kunnen worden geïnterpreteerd. Dit is alleen mogelijk wanneer de desbetreffende gegevens door middel van telemetrie worden overgebracht. In verband hiermee wordt nagegaan in hoeverre de voor de normale communicatie bestemde boordradio-installaties voor dit doel kunnen worden gebruikt.

Een begin is gemaakt met een onderzoek naar de verbetering van meetmethoden voor start- en landingsprestaties.

Vluchtnabootsers

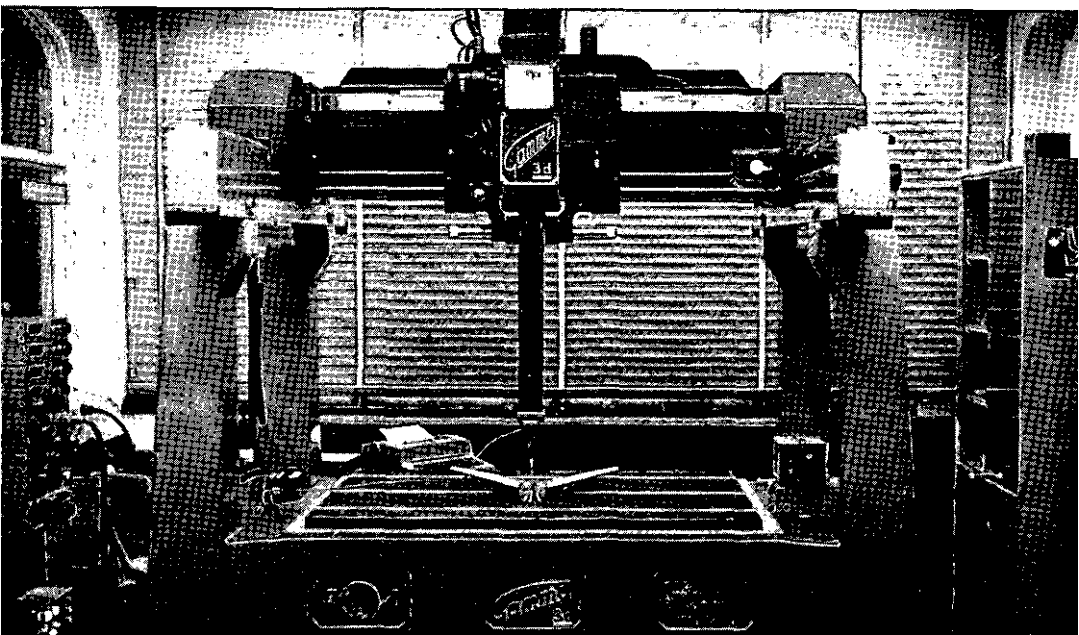
De werkzaamheden ten behoeve van de ontwikkeling van een vlucht-simulator met bewegende stuurhut werden voortgezet. In samenwerking met het Laboratorium voor Werktuigkundige Meet- en Regeltechniek van de TH Delft werd de specificatie opgesteld voor het bewegingsmechanisme van de simulator. Overgegaan werd tot bestelling van een mechanisme met vier graden van vrijheid. Ook werd een studie gemaakt van mogelijke computerconfiguraties die geschikt zijn voor vluchtsimulatie op de grond en van de daaraan verbonden kosten. Andere onderzoeken betroffen de wijze van aandrijven van de instrumenten en de systemen voor de besturing van het bewegingsmechanisme.

In verband met de ontwikkeling van programmatuur is vooral aandacht besteed aan het opstellen en oplossen van de algemene bewegingsvergelijkingen van het vliegtuig. Een computerprogramma voor het berekenen van de langs- en dwarsbeweging van een tweemotorig verkeersvliegtuig kwam gereed. De resultaten van een aantal met dit programma berekende manoeuvres werden in grafieken vastgelegd en geanalyseerd. Eveneens werden oriënterende studies uitgevoerd van wiskundige modellen, die worden toegepast bij het nabootsen van stuurkrachten, turbulentie en windsnelheids- en richtingsveranderingen.



Primaire drukstandaard voor het ijken van absolute en differentiaal drukijkapparaat (manometers, barometers, e.d.). Meetgebied 21 tot 3800 mb, nauwkeurigheid 5 op 10^5 .

Electronische drie-dimensionale meetmachine DEA-GAMMA-3D ten behoeve van de controle van de maat- en profielnaauwkeurigheid van de windtunnelmodellen. Afmetingen: horizontaal 1000×800 mm, verticaal 500 mm. Kleinste meetstap 0,005 mm. Meetnaauwkeurigheid over het gehele gebied 0,015 mm. De gemeten waarden worden automatisch uitgetypt.



De C-11 VTOL vluchtsimulator voor het vliegmechanisch onderzoek van VTOL-vliegtuigen werd op verschillende punten verbeterd en aangepast. Met name had dit betrekking op het nabootsen van het dynamische gedrag van een straalmotor en op de functie-generatie van de aërodynamische coëfficiënten ten behoeve van het nabootsen van krachten en momenten.

VOOR RUIMTEVAARTONDERZOEK

Een uitgebreide studie werd gemaakt van de mogelijkheden tot uitbreiding van de analogon-rekenmachine, die deel uitmaakt van de bewegingssimulatie-apparatuur voor ruimtevoertuigen, met een digitale computer, teneinde hiermede een compleet hybride rekensysteem te verkrijgen.

Een oriënterende studie vond plaats ten behoeve van de aanschaffing van bewegingssimulatie-apparatuur voor het onderzoek van standregelingssystemen.

Andere werkzaamheden waren gericht op het vervaardigen van een rolltafel voor het beproeven van een rollende instrumentencapsule, op het geschikt maken van de aanwezige triltafel voor het beproeven van componenten bij „random vibration”-belastingen en op het moderniseren van het telemetriesysteem voor het onderzoek in de vrije vlucht.

VOOR ALGEMEEN GEBRUIK

In het kader van de verdere verbetering van de NLR-mogelijkheden op het gebied van informatiebehandeling werd een uitgebreid marktonderzoek ingesteld naar de hiervoor meest geschikte process computer. Hierbij golden als maatstaven, dat deze computer de meetgegevens van de windtunnels in Amsterdam zonder tussenkomst van ponsband moest kunnen verwerken, organiseren en op fouten controleren en tevens dat deze moest kunnen fungeren als „terminal” van een grote, in een rekencentrum elders aanwezige computer van hetzelfde fabrikaat. Na een grondige evaluatie van eigenschappen en exploitatiekosten werd een CDC SC 1700 process computer gehuurd en geïnstalleerd. Deze is verbonden met de CDC 6600 van het CDC-rekencentrum te Rijswijk.

Bestudeerd wordt ook in hoeverre de mogelijke toekomstige hybride rekenmachine van de hoofdafdeling ruimtevaart kan worden ingepast in een systeem voor het testen van elektronische apparatuur. Hierbij verzorgt de rekenmachine de besturing, de datavergaring resp. -ver-

werking en de presentatie. De invoer van de ingangsgrootheden wordt door programmeerbare instrumentatie verzorgd. Ten behoeve van antennemetingen werd op het terrein in de Noord-oostpolder een meetplaats in gebruik genomen. Een begin is gemaakt met een oriënterend onderzoek naar de mogelijkheden van data-transmissie met hoge informatietransportsnelheden tussen de beide NLR-vestigingen.

Wetenschappelijke Commissie NLR-NIV

ALGEMEEN

In het onderstaande brengt de stichting NLR in beknopte vorm verslag uit van de meer in het bijzonder het NLR betreffende werkzaamheden van de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIV. In het verslagjaar heeft de commissie – evenals in de voorgaande jaren – aan de besturen van het NLR en het NIV adviezen uitgebracht. Meestal geschiedde dit op verzoek van een der besturen. In enkele gevallen bracht de commissie eigener beweging advies uit. Prof. Steketee werd op zijn verzoek gedurende het studiejaar 1970/1971 ontheven van zijn taak als lid van de Wetenschappelijke Commissie in verband met zijn tijdelijk verblijf in de V.S. De besturen van het NLR en NIV oordeelden het niet nodig voor deze periode een vervanger aan te wijzen. In het verslagjaar kwam in de samenstelling der commissie geen wijziging. De samenstelling per ultimo 1970 blijkt uit onderstaand overzicht.

SAMENSTELLING VAN DE WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE AAN HET EIND VAN 1970

prof. dr. C. Zwikker, voorzitter,
prof. ir. P. Jongenburger,
ir. C. Plooy,
prof. dr. ir. J. A. Steketee,
prof. jhr. ir. J. W. L. C. von Weiler.

SAMENSTELLING VAN DE SUBCOMMISSIES AAN HET EIND VAN 1970

Subcommissie voor theoretische aërodynamica

prof. dr. ir. J. A. Steketee, voorzitter,
dr. J. H. Greidanus,
prof. dr. ir. G. Y. Nieuwland,
ir. J. IJff.

Subcommissie voor toegepaste aërodynamica

ir. E. Dobbinga, voorzitter,
prof. J. H. D. Blom,
kol. ir. P. Spek,
prof. ir. H. Wittenberg.

Subcommissie voor aëroëlasticiteit

prof. dr. ir. A. I. van de Vooren, voorzitter,
prof. dr. ir. A. van der Neut,
ir. H. N. Wolleswinkel,
ir. J. IJff.

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,
prof. dr. ing. J. Taub,
ir. H. N. Wolleswinkel.

Subcommissie voor vliegeigenschappen en vliegtuiggebruik

prof. dr. ir. O. H. Gerlach, voorzitter,
ltz. I. (T) ir. W. G. de Boer,
prof. J. H. D. Blom,
J. de Haas,
kapt. J. Hofstra,
A. P. Moll,
ir. C. H. Reede,
ir. N. Schipper.

Ir. L. L. Th. Huls trad op als secretaris van de Wetenschappelijke Commissie.

VERGADERINGEN

De Wetenschappelijke Commissie besprak in haar vergaderingen achtereenvolgens met name:

a) de stand van het spuurwerk in eigen beheer van het NLR, en die van

- de onderzoeken van algemene aard in opdracht van het NIV,
- b) de resultaten van het in opdracht van het NIV uitgevoerde onderzoek met behulp van vrij vliegende modellen,
- c) de door het NLR voorgestelde specificatie en de keuze van het type hypersonische windtunnel,
- d) de plannen van het NLR voor een nieuwe lage-snelheid tunnel, geschikt voor V/STOL-onderzoek
- e) het concept-werkplan van het NLR voor 1971

De voorstellen voor de hypersonische windtunnel vonden veel waardering bij de commissie. T.a.v. het onder d) bedoelde tunnelproject beperkte de commissie zich in het verslagjaar in afwachting van rapporten over technische details tot een eerste gedachtenwisseling.

De vergaderingen der subcommissies waren in hoofdzaak gewijd aan aanbevelingen aan de Wetenschappelijke Commissie inzake voorstellen van het NLR voor nieuwe onderzoeken en inzake de blijkens het bovenstaande door de Wetenschappelijke Commissie behandelde onderwerpen.

ADVIEZEN AAN HET BESTUUR VAN HET NLR

Aan het bestuur werd advies uitgebracht omtrent het concept-werkplan van het NLR voor 1970.

Ook werd advies uitgebracht m.b.t. de plannen voor een installatie voor hypersonic stromingsonderzoek. Rapport werd voorts uitgebracht over de stand van de onderzoeken, die door het NLR als spoorwerk in eigen beheer zijn verricht in het tijdvak april 1969-januari 1970

BEOORDELING RAPPORTEN

In het verslagjaar werden aan de commissie 38 rapporten voorgelegd ter beoordeling o.a. op hun geschiktheid als wetenschappelijke publikatie. De NLR-rapporten tegen welke publikatie bij de Wetenschappelijke Commissie na beoordeling in het verslagjaar, geen bezwaar bleek te bestaan zijn vermeld op blz. 92.

BIJZONDERE OPMERKINGEN

De Wetenschappelijke Commissie heeft in een overzicht betreffende het verslagjaar op de dringende noodzaak gewezen om te streven naar verruiming van de capaciteit voor eigen spoorwerk, vooral t.a.v. de studie

der vliegeigenschappen, en wel met name van nieuwe configuraties zoals V/STOL-vliegtuigen. Naar het oordeel der commissie is op aërodynamisch gebied verdienstelijk theoretisch werk verricht. Het experimentele onderzoek heeft echter haars inziens daarmee geen gelijke tred gehouden. Voorts heeft zij erop gewezen, dat het voor de toekomstige taakvervulling van het laboratorium van essentieel belang is dat de desbetreffende technische outillage, steeds tijdig beschikbaar is.

Van de grote waardering van het bestuur voor de werkzaamheden van de Wetenschappelijke Commissie is reeds in het eerste hoofdstuk van dit jaarverslag gewag gemaakt. Het bestuur wil ook de belangrijke bijdragen van de zijde der subcommissies niet onvermeld laten. Prof. Zwikker woonde als voorzitter van de Wetenschappelijke Commissie de vergaderingen van het bestuur der stichting bij.

Nederlandse Delegatie bij de AGARD

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.

DE NEDERLANDSE GEDELEGEERDEN BIJ DE AGARD ZIJN:

prof. dr. ir. H. J. van der Maas

ir. A. J. Marx

Het secretariaat van de Nederlandse Delegatie werd vervuld door de heer A. H. Geudeker.

DE NEDERLANDSE VERTEGENWOORDIGING IN DE AGARD COMMISSIES

Bij beschikkingen van de Minister van Defensie d.d. 18 maart 1970 en 12 mei 1970 werd voor het tijdvak eindigend op 30 juni 1972 de Nederlandse vertegenwoordiging in de vaste AGARD-commissies vastgesteld. Het aantal vaste commissies bedraagt sedert 14 januari 1970 *negen*, toen goedkeuring van het Militaire Comité van de NAVO werd verkregen op het voorstel d.d. 12 september 1969 van de vergadering van nationale gedelegeerden voor het toekennen van de status van „panel” aan het tot dusver onder het „Avionics Panel” ressorterende „Electromagnetic Wave Propagation Committee”. Deze commissie, die aanvankelijk als „Ionospheric Research Committee” was ingesteld zal voortaan „Electromagnetic Wave Propagation Panel” heten.

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

Fluid Dynamics Panel (commissie voor stromingsonderzoek)

prof. dr. ir. J. A. Steketee, TH Delft, onderafd. vliegtuigbouwkunde

ir. J. P. Hartzuiker, NLR

prof. dr. ir. S. F. A. H. P. Erdmann, TH Delft, onderafd. vliegtuigbouwkunde, plv. lid

Flight Mechanics Panel (commissie voor vliegmechanica)

prof. ir. T. van Oosterom, NLR

prof. dr. ir. O. H. Gerlach, TH Delft, onderafd. vliegtuigbouwkunde
drs. J. Buhrman, NLR, plv. lid

Aerospace Medical Panel (commissie voor vliegmedische en ruimtege-
neeskundige aangelegenheden)

gen. maj.-vliegerarts N. A. N. V. Rhemrev, IMGD/KLu

kol.-vliegerarts Th. B. Kölling, IMGD/KLu

dr. P. M. Lansberg, directeur NLGC, plv. lid

kltz arts H. S. Bartlema, KM, plv. lid

Propulsion and Energetics Panel (commissie voor voortstuwing en ener-
gievoorziening)

ir. F. Jaarsma, NLR

Structures and Materials Panel (commissie voor sterkte en materialen)

ir. H. P. van Leeuwen, NLR

ir. J. B. de Jonge, NLR

Technical Information Panel (commissie voor wetenschappelijke en
technische documentatie en informatie)

lt. kol. b.d. W. J. van Westerhoven, hoofd TDCK

ir. H. A. Stolk, NLR

Avionics Panel (commissie voor toepassing van electronica in lucht- en
ruimtevaart)

prof. jhr. ir. J. L. W. C. von Weiler, TH Delft, afd. der electrotechniek

ir. H. A. T. Timmers, NLR

prof. ir. D. Bosman, TH Twente, afd. der electrotechniek, plv. lid

Guidance and Control Panel (commissie voor geleiding en besturing)

ir. P. Kant, NLR

Electromagnetic Wave Propagation Panel (commissie electromagneti-
sche golven)

prof. ir. B. van Dijl, TH Eindhoven, afd. der electrotechniek

VERGADERINGEN VAN NATIONALE GEDELEGEERDEN

Op 17 en 18 maart vergaderden de nationale gedelegeerden te Neuilly-sur-Seine (Fr) in het International Civil Aviation Building. Ter voorbereiding van deze vergadering, die in hoofdzaak gewijd zou zijn aan het technische programma en de begroting voor 1971, kwamen op 16 maart het „Steering Committee” en de voorzitters van de vaste AGARD commissies („panels”) bijeen.

Het „Executive Committee” kwam voor de laatste maal bijeen op 17 maart. In verband met verhindering van prof. dr. ir. H. J. van der Maas, lid van het „Executive Committee”, werd ir. A. J. Marx door de voorzitter van de AGARD uitgenodigd deze vergadering bij te wonen.

De vergadering van nationale gedelegeerden werd door de Britse admiraal Sir Nigel Henderson, voorzitter van het Militaire Comité van de NAVO, geopend met een toespraak waarin hij de erkentelijkheid van het Militaire Comité betuigde jegens de aftredende voorzitter van de AGARD, dr. F. Lied (Noorwegen) en de eveneens in 1970 aftredende directeur van de AGARD, F. J. Ross (USA), voor de wijze waarop zij hun taak hebben vervuld. Sir Nigel Henderson kondigde aan dat een enquête zal worden gehouden, teneinde vast te stellen wat AGARD heeft bereikt en wat het rendement is van de inspanningen van de AGARD. Daarbij zou in het bijzonder worden gelet op het nut van de AGARD-activiteiten voor de wetenschappelijke wereld. Over het resultaat van de enquête is in de jaarvergadering een mededeling gedaan.

De voorzitters van de vaste commissies („panels”) van de AGARD, w.o. ir. H. A. Stolk, NLR, gaven in de vergadering van nationale gedelegeerden een uitvoerige toelichting op het voorgestelde programma en de daarmee gemoeide kostenraming voor activiteiten in 1971 op het door de desbetreffende commissie bestreken vakgebied.

In een besloten zitting van de nationale gedelegeerden werden de verkiezing van een nieuwe voorzitter en de benoeming van een nieuwe directeur van de AGARD aan de orde gesteld. De zittingstermijn van de voorzitter (dr. F. Lied, Noorwegen) was in 1969 reeds met de maximaal toegestane periode van één jaar verlengd en het tijdvak waarvoor de directeur (F. J. Ross, USA) door de Amerikaanse regering beschikbaar was gesteld van de AGARD, eindigde per 1 juli.

Aangezien, i.v.m. verhindering van enige leden, op 17 en 18 maart de vergadering van nationale gedelegeerden niet voltallig was, werd besloten, door middel van briefwisseling met alle nationale gedelegeerden, vóór 15 april een schriftelijke stemming te houden over de vervulling van de beide zeer belangrijke vacatures.

In de kleine ad-hoc commissie die met de uitvoering van dit besluit werd belast, werd ir. A. J. Marx benoemd.

Deze commissie kwam – nadat alle nationale gedelegeerden schriftelijk hun stem hadden uitgebracht – op 11 april bijeen. Met algemene stemmen werd tot voorzitter gekozen dr. Phil Th. Benecke (W-Duitsland) die op 15 april het voorzitterschap van dr. F. Lied overnam. Tot directeur werd benoemd, m.i.v. de dag in juli waarop mr. F. J. Ross zijn functie zou neerleggen, dr. M. I. Yarymovych (USA).

Aan deze verkiezing, resp. benoeming was gedurende verscheidene maanden uitvoerig formeel en informeel overleg voorafgegaan, zowel t.a.v. de candidaatstellingen als ten aanzien van de uiteindelijke keuze, i.v.m. de bijzondere eisen waaraan voorzitter en directeur moeten voldoen, waarbij Europa en Amerika beide een plaats dienen te bezetten.

Op 7 oktober vergaderden de nationale gedelegeerden, w.o. prof. dr. ir. H. J. van der Maas en ir. A. J. Marx, te Washington (USA), nadat op 5 oktobereveneens te Washington, voorbereidende vergaderingen waren gehouden door het „Steering Committee” (waaraan werd deelgenomen door ir. A. J. Marx en de voorzitters (w.o. ir. H. A. Stolk, NLR) van de vaste AGARD-commissies. Deze vergaderingen hadden ten doel waar nodig het programma voor 1971 aan te passen aan zich wijzigende omstandigheden en voorbereidingen te treffen voor het programma voor 1972.

Door pensionering c.q. functieverandering vonden enige mutaties plaats onder de nationale gedelegeerden van enkele landen. Als nieuwe Amerikaanse gedelegeerde werd in de raad van nationale gedelegeerden de astronaut Neil Armstrong welkom geheten, die een leidende functie in de NASA vervult. Zijn bijzondere ervaring kan van grote waarde voor de AGARD zijn.

Door de voorzitter (dr. Phil Th. Benecke) van de AGARD werd een voorstel voor het instellen van een „Aerospace Systems Panel” ter discussie gesteld. Aangezien t.a.v. taak en samenstelling een nader onderzoek door een ad-hoc groep wenselijk bleek, zal het voorstel in 1971 opnieuw aan de orde komen.

Een voorstel om meer nadruk te leggen op het „consultants” programma werd aanvaard. Voorts werd besloten extra fondsen te reserveren voor publikaties, met name voor het samenstellen van monografieën (Agardographs) en technische rapporten omdat enige jaren geleden besloten was van alle belangrijke bijeenkomsten „Conference Proceedings” uit te geven en „preprints” daarvan aan de deelnemers uit te reiken. Wegens de voorrang die aan de „Conference Proceedings” i.v.m. de actualiteit moest worden gegeven, was de financiering van de overige publikaties in het gedrang gekomen.

INTERNE ORGANISATIE VAN DE AGARD

AGARD „Charter” en „By-Laws”

De in 1969 door de vergadering van nationale gedelegeerden aanhangig gemaakte voorstellen voor enige wijzigingen in AGARD „Charter” en „By-Laws” werden, na op 5 maart 1970 door het Militaire Comité van

de NAVO te zijn goedgekeurd, op 17 maart van kracht. Zie verslag over 1969.

Steering Committee

In verband met het belang dat wordt gehecht aan de adviezen van het in 1966 ingestelde „Steering Committee”, werd besloten deze – aanvankelijk zeer kleine – commissie met twee deskundigen uit te breiden. Op uitnodiging van de voorzitter van de AGARD aanvaardden ir. A. J. Marx en dr. A. H. Flax (USA) medio juli het lidmaatschap van het AGARD „Steering Committee”.

AGARD-JAARVERGADERING

De AGARD-jaarvergadering werd op 6 oktober te Washington gehouden. Na opening door de voorzitter (dr. Phil Th. Benecke, W.-Duitsland) verwelkomde de Amerikaanse staatssecretaris voor politieke zaken (the Honorable U. Alexis Johnson) de deelnemers. In zijn toespraak memoreerde deze dat vroeger in buitenlandse zaken wetenschap en technologie nauwelijks aan de orde kwamen en dat thans welhaast elke diplomaat betrokken wordt bij wetenschappelijke of technische aangelegenheden.

De voorzitter memoreerde dat het aantal leden van de vaste commissies van de AGARD was gestegen tot 325 en dat tezamen met de andere deskundigen die de AGARD regelmatig van advies dienen er thans circa 600 deskundigen beschikbaar zijn voor het oplossen van problemen of het behartigen van andere zaken die zich op het gebied van lucht- en ruimtevaart in de Noord-Atlantische gemeenschap voordoen.

Vervolgens sprak the Honorable Robert C. Seamans, staatssecretaris voor de United States Air Force en oud-nationaal gedelegeerde bij de AGARD, die in herinnering bracht dat bij de vorige algemene vergadering in de Verenigde Staten gehouden, prof. dr. Th. von Kármán nog voorzitter was. Dr. Seamans merkte op dat hij zelf in de AGARD kwam als opvolger van de in 1966 overleden dr. Hugh Dryden en dat de jaren die hij sindsdien als nationaal gedelegeerde had gefungeerd, bijzonder nuttig voor hem waren geweest. Met grote erkentelijkheid maakte hij gewag van de vriendschappelijke relaties welke hij in de AGARD op deed. Dr. Seamans constateerde dat research en ontwikkeling dynamische processen zijn die geld vergen, waarbij rekening gehouden moet worden met andere nationale belangen (zoals gezondheidszorg, huisvesting, onderwijs, milieubeheer e.a.) en ook met prioriteiten. Niet alleen is een goede management nodig van nationale

research en development, maar ook een goede koppeling tussen wetenschap (universiteiten en hogescholen), regering en industrie. Hij vestigde de aandacht op de zeer goede basis die door de AGARD werd gelegd voor velerlei activiteiten op het gebied van research en ontwikkeling en het deed hem genoegen dat één dergenen die daarin een groot aandeel had, dr. F. L. Wattendorf, ere vice-voorzitter van de AGARD, ter vergadering aanwezig was. Dr. Seamans meent dat er thans aanleiding was in de multinationale projecten die in NAVO-verband (moeten) worden geëntameerd, de nieuwste management technieken toe te passen. Ook daarin kan de AGARD een bijdrage leveren, door kennis omtrent deze technieken en de daarbij gebruikte rekenmachines te verbreiden en uitwisseling van ervaring ook op dit gebied te bevorderen.

De Amerikaanse permanente vertegenwoordiger bij de Noord-Atlantische Raad, the Honorable Robert Ellsworth, behandelde de Oost-West verhouding, naar aanleiding van het, door de directeur van de AGARD, voor de activiteiten in de komende jaren gekozen motto: „*quality and relevance*”. Hij wees erop dat de Sovjet landen een ongebreideld verlangen hebben naar technische ontwikkeling, terwijl de Westerse wereld thans worstelt met de ongewilde neveneffecten en nadelen van dezelfde ontwikkeling, hetgeen o.m. leidde tot de instelling van het „Committee on the Challenges of Modern Society (CCMS)”. De „kwaliteit” van het menselijk bestaan wordt thans bedreigd en dat is een zaak van internationaal belang die en politiek en wetenschappelijk moet worden aangepakt. De AGARD kan er toe bijdragen de technologische ontwikkeling relevant te doen zijn aan de noden van de moderne maatschappij.

Luitenant-generaal Th. R. Milton (USA, plv. voorzitter van het Militaire Comité van de NAVO), gaf een overzicht van de reacties op de enquête die inzake de AGARD was gehouden. Daaruit blijkt dat de activiteiten van de AGARD veel belangstelling trekken in de wetenschappelijke wereld en dat de AGARD in hoge mate bijdroeg tot de verbreiding van kennis en de uitwisseling van ervaring.

De defensie van de Atlantische gemeenschap zal het – in verband met beperkingen in mankracht – van „kwaliteit” moeten hebben: daartoe kunnen de research programma's van AGARD bijdragen.

Als gebruikelijk werden door een groep deskundigen uiteenzettingen gegeven over de programma's voor onderzoek en ontwikkeling op het gebied van lucht- en ruimtevaart in het land dat als gastheer voor de jaarvergadering optrad. Achtereenvolgens spraken: the Honorable Grant L. Hansen (plv. staatssecretaris USAF), dr. A. H. Flax (nationaal gedelegeerde), the Honorable John S. Foster Jr. (Dept. van Defensie), Milton B. Ames, Jr. (NASA), luitenant-generaal O. J. Glasser (USAF).

Dr. Foster trok een vergelijking tussen de Amerikaanse en Russische inspanningen op het gebied van de technologische ontwikkeling die in de periode 1953–1964 betrekkelijk weinig verschilden en een gelijke groei vertoonden.

Vanaf 1967 daalde de Amerikaanse inspanning voortdurend, de Russische stijging bleef constant (waarbij het accent ligt op militaire research en ontwikkeling), waardoor de Russische inspanning in 1970 reeds $\pm 30\%$ hoger lag dan de Amerikaanse.

Mr. Ames behandelde de programma's van NASA ten behoeve van de vliegtuigontwikkeling (w.o. V/STOL) en het ruimteonderzoek (w.o. „post-Apollo”-projecten).

Op uitnodiging van de United States Air Force en NASA bezochten de nationale gedelegeerden op 8 oktober de lanceerinstallaties op Cape Kennedy.

TECHNISCHE BIJENKOMSTEN VAN DE COMMISSIES VAN DE AGARD

De vaste commissies van de AGARD en de door deze commissies ingestelde werkgroepen kwamen volgens een door de raad van nationale gedelegeerden goedgekeurd schema bijeen, waarbij gestreefd wordt naar een redelijke verdeling van deze bijeenkomsten over de samenwerkende landen. Naast besloten vergaderingen, alleen toegankelijk voor commissie- of werkgroepleden, worden door de commissies bijeenkomsten in groter verband georganiseerd (met een aantal deelnemers dat kan variëren van enkele tientallen tot enige honderden) zoals symposia en „specialists meetings”: van de deelnemers wordt verwacht dat zij een aandeel leveren in de discussies. Voor bijeenkomsten met een instructief karakter wordt de vorm van een korte cursus (AGARD short course) of van een lezingen serie (AGARD lecture series) gekozen. Als gebruikelijk werden Nederlandse deskundigen (militair en civiel) uitgenodigd voor de voor hen van belang zijnde bijeenkomsten. De Stichting NLR was nauw betrokken bij vele van de AGARD-bijeenkomsten, in het bijzonder bij de in Nederland gehouden lecture series 41 (zie onder lecture series), 25–26 juni (Eindhoven), de specialists meeting van het Technical Information Panel op 10 november (Amsterdam), de vergadering van het Technical Information Panel op 11 november (Den Haag), een bijeenkomst van de „Computer sciences working group” 14–16 september (Den Haag) en van de studiegroep voor „Aircraft integrated data systems (AIDS)” 21–22 september (Den Haag). Een aantal medewerkers van het NLR leverde wetenschappelijke bijdragen of had op andere wijze aandeel in de voorbereiding en uitvoering van bijeenkomsten in binnen- en buitenland, waarvan de belangrijkste waren:

Fluid Dynamics Panel

4–6 mei Napels: „Fluid dynamics of blood circulation and respiratory flow”

– twee Nederlandse bijdragen (verzorgd door de faculteit der geneeskunde Katholieke Universiteit Nijmegen)

28–30 sept. Silver Spring: „Aerodynamic Interference”

– twee Nederlandse bijdragen (verzorgd door TH Delft en NLR)

1–2 okt. Silver Spring: „Fluid dynamics of fluidics” en „Hydrodynamics”

– („ronde tafel” discussie waaraan van de zijde van TH Delft en NLR werd deelgenomen)

Flights Mechanics Panel

10–13 maart NASA Ames Research Centre: „Simulation”

– twee Nederlandse bijdragen (verzorgd door TH Delft en NLR)

20–23 okt. Baden-Baden: „Lessons with emphasis on flight mechanics from operating experience incidents and accidents”

– twee Nederlandse bijdragen (waarvan 1 verzorgd door KLu, KLM en NLR gezamenlijk en 1 door NLR)

Aerospace Medical Panel

12–13 mei Oslo: „Education and training in aerospace medicine”

– twee Nederlandse bijdragen (verzorgd door KLu)

13–14 mei Oslo: „Rest and activity cycles for the maintenance of efficiency of personnel concerned with military flight operations”

14–18 sept. Garmisch Partenkirchen: „Adaptation and acclimatisation in aerospace medicine”

21–22 sept. Garmisch Partenkirchen: „Physical fitness in flying including the ageing and aged aircrew”

Propulsion and Energetics Panel

6–10 april London: „Advanced technology for production of aerospace engines”

– één Nederlandse bijdrage (verzorgd door Werkspoor)

21–25 sept. Florence: „High temperature turbines”

Structures and Materials Panel

- 2–3 april Parijs: „Composite Materials”
 - één Nederlandse bijdrage (verzorgd door TH Delft)
- 5–10 april Athene: „High temperature corrosion”
 - (alsmede werkgroepvergaderingen over diverse onderwerpen)
- 31 okt.–6 nov. Tønsberg: Panelvergadering en vergaderingen van 16 werkgroepen voor constructies en materialen
- 3–4 nov, Tønsberg: „Unsteady aerodynamic forces for aeroelastic analysis of interfering lifting surfaces”
 - twee Nederlandse bijdragen (verzorgd door NLR)

Avionics Panel

- 25–29 mei Istanbul: „Advanced radar systems”
 - twee Nederlandse bijdragen (verzorgd door SHAPE Technical Centre en Christiaan Huygenslaboratorium)
- 1–5 juni Istanbul: „Data handling devices”
 - één Nederlandse bijdrage (verzorgd door LEOK)

Electromagnetic Wave Propagation Panel

- 22–26 juni Parijs: „Electromagnetics of the sea”
- 31 aug.–4 sept. Dusseldorf: „Tropospheric radio wave propagation”

Guidance and Control panel

- 2–5 juni Londen: „The application of digital computers to guidance and control”
 - één Nederlandse bijdrage (verzorgd door N. V. Philips Gloeilampenfabrieken)
- 1–3 sept. Brussel: „Low altitude flight control problems”
 - één Nederlandse bijdrage (verzorgd door NLR)

Technical Information Panel

- 10 nov. (Schiphol): „Information analysis centres”
 - (openingstoespraak door Ir. A. J. Marx)
- 11 nov. Den Haag: Business meeting

Een aantal medewerkers van het NLR treedt op als voorzitter of lid van door de vaste commissies ingestelde werkgroepen.

Naast de programma's van de vaste commissies werd op ad hoc basis een „specialists meeting” belegd over „Engine airplane interference”, welke van 21–23 september te Florence werd gehouden. Deze bijeenkomst was voorbereid door een ad hoc studiegroep die op 15–17 juni te Parijs vergaderde. Het NLR is in de studie betrokken en een der medewerkers zal een groot deel van de redactie van een AGARD-„advisory report” verzorgen over „Engine-airplane interference and wall corrections in transonic wind tunnel tests.”

AGARD CONSULTANT AND EXCHANGE PROGRAM

Bezoek van deskundigen aan Nederland

Onder auspiciën van de AGARD brachten drie Amerikaanse deskundigen bezoeken aan Nederlandse instellingen, w.o. het NLR, t.w. prof. dr. A. S. Tetelman (drie dagen), prof. dr. G. Moretti (twee dagen) en dr. M. E. Hines (één dag) die lezingen hielden en/of met belanghebbende ervaringen uitwisselden. De onderwerpen lagen resp. op het gebied van metaalkunde, gasdynamica en microgolf techniek.

Bijdragen van Nederlandse deskundigen aan het Consultant Program

Twee medewerkers van het NLR, t.w. ir. H. A. Stolk, die het Centro di Richerche Aerospaziale te Rome adviseerde in documentatie aangelegenheden en voorts optrad als „lecture series director” van de in Oslo en Rome gehouden lezingenserie no. 44 en ir. J. P. Hartzuiker, die als deskundige deelnam aan vergaderingen in België en de Verenigde Staten van een AGARD-werkgroep over „High Reynolds number wind tunnels”.

AGARD lecture series

Met behulp van selecte groepen deskundigen die in het kader van het AGARD Consultant Program als sprekers werden aangetrokken, werden evenals in vorige jaren meerdaagse lezingenseries georganiseerd, waarvoor ook van Nederlandse zijde grote belangstelling bestond. Deze „AGARD lecture series” waren:

- no. 42, 19–23 januari Brussel:
„Aerodynamic problems of hypersonic vehicles”

- no. 29, 21-28 januari Ottawa:
„Radio wave propagation”
- no. 43 20-24 april Brussel:
„Assessment of light augmentation devices”
- no. 39, 1-2 juni Brussel, 4-5 juni Kongsberg:
„Advanced compressors”
- no. 41, 25-26 juni Eindhoven, 29-30 juni Ottawa:
„The application of propagation data to VHF satellite communication and navigation systems”
- no. 40, 6-7 juli Londen, 9-10 juli Dusseldorf:
„Large scale integration in microelectronics”
- no. 44, 1-2 november Oslo, 5-6 november Rome:
„Scientific and technological information: why, which, where and how”

Von Karman Institute for Fluid Dynamics (VKIFD)

Evenals in vorige jaren werden in dit instituut cursussen gegeven op aërodynamisch gebied door docenten van het instituut en door andere deskundigen die door de AGARD daarvoor werden aangezocht.

Door verscheidene Nederlanders – ook uit de industrie – werd van de gelegenheid gebruik gemaakt aan deze cursussen, waarvoor een cursusgeld van 4000 of 6000 Belgische francs wordt geheven, deel te nemen. In het verslagjaar werden bij dit instituut cursussen gegeven door de docenten van het instituut en door daarvoor in het kader van het AGARD Consultant Program aangetrokken deskundigen over onderstaande onderwerpen:

„Statistical theory”, „The fluid dynamics of air sea interactions”, „Unsteady flows in axial flow compressors”, „Upper-atmospheric measurement techniques”, „Numerical methods in fluid dynamics”, „Combustion”, „Closed cycle gas turbines”, „Advanced radial compressors”, „Stressing and vibration of turbomachinery components”, „Technology of space shuttle vehicles”, „Pumps”. Twee van de voren genoemde „lecture series” werden bij het VKIFD gehouden t.w.: „Aerodynamic problems of hypersonic vehicles” en „Assessment of lift augmentation devices”.

AGARD PUBLIKATIES

Gedurende het verslagjaar verschenen als AGARD-uitgaven:

- 17 Agardographs
- 25 Conference Proceedings
- 7 Technical Reports

- 9 Advisory Reports
- 3 Lecture Series
- diverse publikaties waaronder: „The AGARD History” (door dr. F. L. Wattendorf), het AGARD Manual no. 8, een verslag van de jaarvergadering en enige AGARD bulletins.

Van bovengenoemde publikaties werden in de handel gebracht:

- Agardograph 115: „Wind effects on launch vehicles”
- Agardograph 120: Supersonic turbo-jet propulsion systems and components”
- Agardograph 127: „Air and space borne computers”
- Agardograph 128: „Inertial component testing: philosophy and methods”
- Agardograph 129: „The performance of chemical propellants”
- Conference Proceedings 28: „Advanced navigational techniques”.

In het kader van de herziening van het in de jaren 1955-1957 uitgegeven „Flight Test Manual” treedt één der medewerkers van het NLR op als redacteur van een Agardograph over de *grondslagen* van de instrumentatie voor vliegproeven.

Publikaties

In het verslagjaar zijn 120 rapporten verschenen; hiertoe behoren ook de niet voor publikatie bestemde rapporten met uitzondering van de eenvoudige ijkings- en keuringsrapporten.

De volgende rapporten zijn vrijgegeven voor publikatie:

- NLR-TN T. 189 Jones, A. F., Grey-Wilson, P. V., Slooff, J. W. Comparison of calculated pressure distributions on some swept wings with Warren 12 planform at subsonic speeds. 14 p., 21 fig., 14 ref.
- NLR TR 68117 U Schijve, J., Jacobs, F. A., Tromp, P. J. Crack propagation in aluminium alloy sheet materials under flight simulation loading. 32 p., 19 fig., 30 ref., 18 tab.
- NLR TR 69028 U Baurdoux, H. I., Schipholt, G. I. The applicability of first and second order theory for the determination of subcritical pressure distributions on non-lifting aerofoils. 10 p., 7 fig., 6 ref., 1 tab.
- NLR TR 69043 U Broek, D., Van der Vet, W. J. Electron fractography of fatigue in a high strength steel. 11 p., 21 fig., 9 ref., 1 tab.
- NLR TR 69070 U Erdmann, S. F., Zandbergen, P. J. A survey of ten years of NLR activities on ringwing-body configurations. (1956-1966). 109 p., 46 fig., 34 ref.
- NLR TR 69111 L De Jonge, J. B. De breukkans van een uit serie-elementen opgebouwde vliegtuigconstructie. 19 p., 1 fig., 4 ref.
- NLR TR 69116 U Hartman, A., Schijve, J. The effect of secondary bending on the fatigue strength of 2024-T3 Alclad riveted joints. 17 p., 18 fig., 7 ref., 9 tab.
- NLR TR 69122 U Spee, B. M. Investigations on the transonic flow around aerofoils. 37 p., 53 fig., 30 ref.
- NLR TR 70007 L De Bruin, G. J., Van der Vooren, J. Reflection and refraction of sound by thin plates. 59 p., 33 fig., 17 ref., 1 tab.

- NLR TR 70008 L Noback, R. Description of the equipment for the fatigue test on the wing of the Fokker F 28 Fellowship.
45 p., 21 fig., 4 ref., 2 tab.
- NLR TR 70028 U Praal, B. R. De koppeling van langs- en dwarsbeweging van moderne jachtvliegtuigen in rollende vlucht.
29 p., 23 fig., 34 ref., 1 tab.
- NLR TR 70029 U Leeuwen, H. P. van, Schra, L., Meulman, A. E. The repair of fatigue cracks in low alloy steel sheet.
9 p., 40 fig., 4 ref., 4 tab.
- NLR TR 70052 U Vooren, J. v. d. Stiffness matrix for a tapered spar element.
27 p., 17 fig., 10 ref., 11 tab.
- NLR MP 69014 U Bowles, C. Q., Broek, D. On the formation of fatigue striations.
15 p., 9 fig.
Bestemd voor publicatie in *International Journal of Fracture Mechanics*.
- NLR MP 70001 U Schijve, J. Fatigue of aircraft structures.
38 p., 17 fig., 47 ref., 3 tab.
Lezing gehouden op de Twelfth Israel Annual Conference on Aviation and Astronautics, Tel Aviv, maart 1970
- NLR MP 70002 U Jonge, J. B. de A spectral gust alleviation factor for sailplanes.
Lezing gehouden op de vergadering van het OSTIV Sailplane Development Panel, Londen, april 1970
- NLR MP 70003 U Leeuwen, H. P. van Spanningscorrosie bij aluminiumlegeringen.
18 p., 39 fig., 28 ref.
Lezing gehouden ter gelegenheid van de Aluminiumdag van de Bond voor Materialenkennis, maart 1970
- NLR MP 70004 U Pool, A. The data collection system for the prototype flight tests of the Fokker F 28 Fellowship.
6 p., 4 ref.
Lezing gehouden op het 6th International Aerospace Instrumentation Symposium, Cranfield, maart 1970
- NLR MP 70005 U Leeuwen, H. P. van, Schra, L., Vet, W. J. van der

- The relation between heat treatment, microstructure and properties of Al-Zn-Mg type forgings. 22p., 32 fig., 19 ref., 4 tab.
Bestemd voor publicatie in de Journal of the Institute of Metals
- NLR MP 70007 U Sevenhuijsen, P. J. Spanningsstrookjes. 20 p., 5 fig., 5 ref., 1 tab.
Gepubliceerd in Polytechnisch Tijdschrift W, Jg. 26 (1971) pag. 289
- NLR MP 70008 U Berg, B. v. d. Some notes on two-dimensional high lift tests in wind tunnels. 23 p., 13 fig., 17 ref.
Lezing uit de AGARD-VKI Lecture Series over „Assessment of lift augmentation devices”
- NLR MP 70009 U Pool, A. Separatieproblemen voor vliegtuigen boven de Noord-Atlantische Oceaan. 14 p., 5 fig., 2 ref.
Lezing gehouden voor leden van de Nederlandse Vereniging voor Luchtvaarttechniek, december 1969
- NLR MP 70010 U Jonge, J. B. de The monitoring of fatigue loads. 5 p., 12 fig., 3 ref.
Lezing gehouden op het 7th ICAS Congress, Rome, september 1970
- NLR MP 70011 U Bergh, H., Tijdeman, H., Zwaan, R. J. High subsonic and transonic effects on pressure distributions measured for a swept wing with oscillating control surface. 12 p., 15 fig., 16 ref.
Gepubliceerd in Zeitschrift für Flugwissenschaften 18 (1970), Heft 9/10
- NLR MP 70012 U Schijve, J. Load sequences for fatigue testing of components and full-scale aircraft structures. 10 p., 9 fig., 45 ref.
Lezing gehouden op het 7th ICAS Congress, Rome, september 1970
- NLR MP 70014 U Labrujere, Th. E., Loeve, W., Slooff, J. W. An approximate method for the calculation of the pressure distribution on wing-body combinations at subcritical speeds. 15 p., 11 fig., 13 ref.
Lezing gehouden op de AGARD Specialists Meeting over „Aerodynamic Interference” Washington, september 1970

- NLR MP 70015 U Boerstool, J. W., Uijlenhoet, R. Lifting aerofoils with supercritical shock-free flow.
9 p., 16 fig., 10 ref.
Lezing gehouden op het 7th ICAS Congress, Rome, september 1970
- NLR MP 70016 U Boersma, G., Bosgra, J. A., Kruisbrink, H. A., Schmeitink, C. A. Comparison of the impact dispersion of unguided and guided sounding rockets with further evaluation of a velocity controlled rocket.
14 p., 14 fig., 4 ref., 4 tab.
Lezing gehouden op de AIAA 2nd Sounding Rocket Vehicle Technology Conference, Williamsburg (Va.), december 1970
- NLR MP 70017 U Oosterom, T. van Operational flight recording and its impact on flight safety and aircraft design.
36 p., 8 fig., 23 ref.
Lezing gehouden op de 37e vergadering van het AGARD Flight Mechanics Panel, Baden-Baden, oktober 1970

Verklaring van gebezigde afkortingen

ADAPT	– Adaption of APT
AGARD	– Advisory Group for Aerospace Research and Development
AICMA	– Association Internationale de Constructeurs de Matériel Aérospatial
AIDS	– Airborne Integrated Data System
ANS	– Astronomische Nederlandse Satelliet
APT	– Automatic Programming Tools
ARPU	– Attitude Reference and Programme Unit
ASKA	– Automatic System for Kinematic Analysis
BLEU	– Blind Landing Experimental Unit
CTOL	– Conventional Take-Off and Landing
ELDO	– European Space Vehicle Launcher Development Organisation
ESTeC	– European Space Technology Center
GROC	– Nederlandse Commissie voor Geophysica en Ruimte-
HSA	– Hollandse Signaalapparaten [onderzoek
HUD	– Head-Up Display
ICAO	– International Civil Aviation Organization
ICAS	– International Council of the Aeronautical Sciences
IMGD	– Inspectie Militair Geneeskundige Dienst
KLu	– Koninklijke Luchtmacht
KM	– Koninklijke Marine
KNVvL	– Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart
NASA	– National Aeronautics and Space Administration
NASTRAN	– NASA Structural Analysis
NIV	– Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling
NLGC	– Nationaal Luchtvaart Geneeskundig Centrum
OSTIV	– Organisation Scientifique et Technique Internationale
RAE	– Royal Aircraft Establishment [du Vol à Voile
RLD	– Rijksluchtvaartdienst
SARP	– Signaal Automatic Radar Processing
SATCO	– Signaal Automatic Air Traffic Control
SLUGA	– Sectie Luchtvaart Geneeskundige Aangelegenheden
SOC	– Satellite Operations Center
TDCK	– Technisch Documentatie en Informatie Centrum voor de Krijgsmacht
V/STOL	– Vertical/Short Take-Off and Landing

Summaries

1 Applied aeronautical research

1.1 CAPITA SELECTA

Automatic processing of radar data for air traffic control at Schiphol Airport

Since a number of years NLR is involved in the planning of and preparations for a new air traffic control system for Schiphol Airport. The current SATCO system (Signaal Automatic Air Traffic Control), developed by Hollandse Signaalapparaten (HSA), is based on manual flight processing supplemented by the presentation of analogue primary and secondary radar data, the correlation being made by the controllers. (Fig. 1, page 25).

The new system's requirements include automatic processing of radar data and partial automation of air traffic control processes. To meet the first objective HSA and the Department of Civil Aviation are jointly designing the SARP system (Signaal Automatic Radar Processing), which will be implemented in 1974 (Fig. 2, page 26).

At present NLR is developing software for the automatic radar data processing. To this effect a digital simulation study is made of the tracking process, i.e. the computation of the track with position and height of each aircraft (Fig. 3, page 28). Provisional results indicate that an accuracy of 100–200 m can be attained for the calculated position, of 5–10 kts for the calculated ground speed (at speeds of 200–400 kts) and of 4° for the ground track.

Thermal vacuum studies

To determine the temperature distribution in spacecraft by solving the heat balance equations, a number of parameters such as the absorptivity and emissivity of surfaces, the heat transfer coefficients of the structural materials used and the thermal resistance of joints have to be experimentally established.

In the NLR space simulator (10^{-8} torr) fitted with a solar simulator, heat transfer coefficients in X-, Y- and Z-direction (Figs. 7 through 9 pages 33 and 34) were measured on sandwich panels. This investigation was performed in co-operation with Fokker-VFW aircraft factories.

1.2 AERODYNAMICS

Aircraft development

Again this year the European aircraft industry absorbed a major portion of NLR's wind tunnel capacity, specifically in connection with the development of civil aircraft (e.g. Fokker F 28, the VFW 614, the Concorde and the Airbus A 300 B) and military aircraft.

Computation of steady flow fields

Efforts are focused on improving and extending methods, developed by NLR, for calculating pressure distributions on lifting wing-body-tail configurations in subcritical attached flow and on axisymmetric bodies in supersonic flow.

A method is being developed for taking into account the effect of elastic deformations of an aircraft structure on the subsonic pressure distribution.

Airfoils

The study of shock-free transonic flow around quasi-elliptical airfoils is continued. In order to develop airfoils for practical applications the possibilities are examined to increase the leading edge radius of curvature and to augment the rear-loading by means of camber changes.

To calculate the transonic flow field, including shock waves, around a given airfoil, the methods of Lax-Wendroff and Cole-Murman were thoroughly investigated. Preference was given to the latter.

Pressure distributions, forces and moments were measured on a lifting quasi-elliptical airfoil with flap in transonic flow. The results indicated the presence of a stable shock-free flow at design Mach number.

Unsteady flow

A computer program was completed for calculating the unsteady pressure distributions on a three-dimensional wing with oscillating control surface in subsonic flow. The results obtained with this program are in good agreement with experimental data.

Another computer program enables the pressure distribution to be calculated on a two-dimensional wing with control surface in high-subsonic and transonic flow.

For flutter calculations in which use is made of the results of resonance tests, a computer program was developed for approximating experimentally determined vibration modes by means of polynomials.

Boundary layer flow

Theoretical work is mainly directed at extending Bradshaw's method for calculating two-dimensional turbulent boundary layers to three-dimensional. A relevant computer program is being tested. A suitable test set-up and measuring instruments were completed for experimental work in this field.

Attention has been given to problems of flow detachment and of heat transfer by a turbulent boundary layer in supersonic flows.

Scale effects in wind tunnels

A comparison was made between the results of wind tunnel measurements on Fokker F 28 models and those obtained during flight testing of prototypes.

Experiments have been carried out to establish the scale effect on flow detachment in transonic flow and on the normal force distribution over slender bodies at incidence in supersonic flow.

An orientation was made of the influence of the jet temperature in thrust reversers on the subsonic flow around an aircraft model in ground proximity. The values obtained for the pitching moment and for the sum of drag and reversed thrust during hot and cold jet simulation showed appreciable differences.

Hypersonics

The greater part of the activities were concentrated on the design of a hypersonic facility (gun tunnel) and the study of instrumentation problems. In the shock tube a study was made of the vibration-relaxation process in oxygen and nitrogen.

Industrial aerodynamics

A great number of tests were conducted on models of buildings, cranes, railway stations, bridges and ships to solve problems of wind and smoke hindrance, and flutter problems.

1.3 STRUCTURES AND MATERIALS

Fatigue testing of the F 28 wing was officially completed with three fail-safe tests after a total of 147,000 simulated flights had successfully been performed. The wing is now being used for investigating the impact of a number of changes in the fatigue load spectrum, e.g. the

removal of the gust loads with the smallest amplitude, on the propagation of fatigue cracks.

Aircraft loads

The evaluation of power spectrum methods for determining aircraft loads and for defining design loads has been continued. Both the envelope concept and the mission analysis concept are taken into consideration. A number of existing turbulence models were compared.

Strength and stiffness of structures

Within the framework of the study of finite element methods, the possibilities for application of ASKA and NASTRAN program systems have been considered.

A suitable finite element was developed for investigating the behaviour of sandwich plates in bending.

Strain and deflection measurements on a satellite structure have been performed for ESTeC.

Fracture toughness and residual strength

To check a method, developed by NLR, for predicting the residual strength of cracked stiffened panels, tests were carried out on 45 different sheet-stringer panels. The results confirmed the applicability of the method.

An extensive electron microscopical examination of ductile fracture in aluminium alloys was completed. A dislocation model was developed which is compatible with the observations.

Residual strength and fracture toughness were determined on thick plate specimens (2024 T 3 and 7075 T 6) with a crack, at the tip of which a state of plane strain existed.

Crack propagation and residual strength tests on 2024 T 3 and 7075 T 6 sheet specimens at low temperatures (-50° , -25° and 0° C) are progressing.

Fatigue

In the space simulator an orientation was made of the influence of vacuum on fatigue crack propagation. At high frequency cyclic loading the crack propagation rate is lower in vacuum than in air; at low frequency loading no difference was found.

A study on the effect of load sequence on fatigue crack propagation under random and program loading was completed.

Stress corrosion

Tests are carried out to determine the effect of a corrosive environment on the initiation and propagation of fatigue cracks in 7075 T 6 specimens, which had been given a heat treatment to augment the sensitivity of this material to stress corrosion. The results obtained for fatigue life and fracture toughness show great differences between the various specimens, which complicates the interpretation.

Miscellaneous

An investigation of the effect of heat treatment on the properties of aluminium alloy type 7079 forgings was completed. Preparations are made for stress corrosion tests on Mostovoy specimens.

The effect of residual stresses which may be introduced e.g. by shot peening, rolling, etc. on the fatigue life of 7079 material is being investigated.

1.4 FLIGHT MECHANICS AND AIRCRAFT OPERATIONS

Flight testing

Like in the previous three years, NLR has been heavily engaged in the flight testing of the two prototypes of the F 28 aircraft. The measurements mainly involved take-off and landing performance on wet runways, flight certification of a higher wind speed limit in cross wind landing, landing and accelerated stop performance at various aircraft weights and flap positions.

Other measurements were related to the flight certification of modifications in F 27 aircraft such as e.g. the application of more powerful engines.

Flight mechanics

The study on the evaluation of speed stability characteristics of aircraft was completed. In conclusion the method developed by NLR was applied to the F 28 aircraft.

The effect of increasing size of aircraft on the flying qualities, especially the manoeuvrability in the approach configuration, was further investigated. Three hypothetical aircraft with weights of 1, 2 and 4 million lbs were considered together with the Douglas DC 8 and the Boeing 747. An analogue simulation study was made of the side step manoeuvre which indicated that as the aircraft becomes bigger the maximum

attainable lateral displacement decreases for the same manoeuvring time.

The development of a mathematical model of a flexible aircraft with automatic control systems was initiated. Such a model will make it possible to investigate problems of structural strength, fatigue damage, controllability, etc.

New developments in the field of control, such as fly by wire and direct lift control and their effect on the current criteria for flying qualities are being evaluated.

Measuring, recording and display techniques

Methods are investigated for determining performance and flying qualities by measurements in non-stationary flight, using the Hunter laboratory aircraft.

An important contribution is made to the editing of an AGARD handbook on „Basic principles of flight test instrumentation engineering”. For the AIDS used in DC 9 aircraft of KLM a threshold detector was developed enabling the moment of the threshold crossing to be recorded.

A great deal of attention has been given to airborne data acquisition systems and the conversion of magnetic tapes resulting from in flight recording into tapes which are compatible with a CDC 1700 computer and into quick look information.

Approach and landing in low visibility conditions

Work in this field is carried out in close co-operation with the Blind Landing Experimental Unit of RAE, Bedford.

BLEU's Comet aircraft made Cat II approaches and landings at Schiphol Airport to test the combination ground control equipment-aircraft. NLR processed the measurements of the Cat II approach and runway lighting of the airports at Bedford and Liverpool.

Analogue simulation studies were made of approach and landing with and without head up display (BLEU) and of problems which occur as a result of turbulence, wind shear, ILS beam bends in low visibility weather (NLR).

A statistical evaluation was made of the probability of engine failure of two-engined aircraft in Cat II approaches. It was found to be negligibly small.

Various investigations in connection with the Netherlands contribution to the work of ICAO, were continued. The results of radar measurements of the flightpaths of aircraft landing at Schiphol Airport were analyzed and reported to the Obstacle Clearance Panel (OCP). Under

the aegis of the All Weather Operations Panel (AWOP) and the Airworthiness Committee, measurements are carried out for determining the influence of visibility on flare-out manoeuvres, especially in Cat II conditions, and for establishing altitude and velocity above the threshold. Use is being made of an optical recording system of the quick look type, developed at NLR.

Air Traffic Control

The system of composite separation of aircraft, introduced by NLR, was accepted by the North Atlantic Regional Air Navigation Panel of ICAO for application in the North Atlantic area.

Several studies are made on noise problems around Schiphol Airport: Some 2700 take-off and 500 landing flight paths were recorded and correlated with acoustic measurements performed by the Department of Civil Aviation. A universal mathematical model is developed for investigating noise problems.

The activities in connection with the implementation of a new ATC system at Schiphol Airport are described in paragraph 1 of the Capita Selecta.

1.5 SPACE FLIGHT TECHNOLOGY

Work for ELDO

Again this year NLR has co-ordinated all aerodynamic testing for the development of ELDO launch vehicles.

A second major task involved the testing of the inertial navigation system to be used in Europa II vehicles. Three flight units were tested during the year; one of these was carried successfully as a „passenger” on the last flight of the Europa I program.

Guided sounding rocket

The predesign of a guided sounding rocket with a small impact area, for research in the higher atmosphere (up to 150 km) was completed. The possibilities of developing this vehicle are explored.

Payload testing

Preparations are made for testing an instrument package, developed by the Universities of Leiden (Neth.) and Nagoya (Jap.), for measuring X-rays of cosmic origin.

Netherlands Astronomical Satellite (ANS)

NLR's activities are mainly concerned with the planning and design of the satellite operations centre.

Flight mechanics and utilization of spacecraft

Experimental work in connection with the temperature distribution in satellites is described in paragraph 2 of the Capita Selecta.

An aircraft antenna was designed for tests in the field of aircraft-ground communications using satellite relay.

1.6 OTHER ACTIVITIES

APPLIED MATHEMATICS

Attention has been given to optimization methods for non-linear problems, methods for solving eigenvalue problems and the determination of power spectra of random signals. Relevant computer programs were completed.

Data handling and computer operation

The study of the program systems APT and ADAPT and that of curve fitting and surface fitting methods was continued. An orientation was made of hybrid computers.

Electronics

Predesign studies for third generation wind tunnel measuring systems were pursued. The specification of an electromagnetic interference measuring capability was completed.

2 Development of equipment

2.1 FOR AERODYNAMICS

The predesign studies for a new subsonic wind tunnel with a test section of 8×6 m. were almost completed. A 1:10 scale model of this facility is under construction.

The design specifications for a hypersonic test facility (gun tunnel) have been worked out; construction will be undertaken in 1971. The shock tube was provided with a combustion driver which makes it possible to attain shock velocities up to $Mach = 20$. The buildup of a capability for flutter measurements in flight was continued.

2.2 FOR STRUCTURES AND MATERIALS

A 20 metric tons Amsler servo-controlled hydraulic testing machine (arbitrary load histories) was installed.

2.3 FOR FLIGHT TESTING

The design specifications for a flight simulator with movable cockpit were almost completed. The installation will be started in 1971.

2.4 FOR GENERAL USE

A CDC 1700 computer was installed for the processing of wind tunnel data and flight test data.

A system for testing electronic equipment is being designed.

3 Scientific Committee NLR-NIV

A scientific committee of independent experts advises both the Board of the NLR and the Netherlands Aircraft Development Board (NIV). *in problems of a scientific or technical nature.*

This committee, which has 5 subcommittees, (two on aerodynamics, one on aeroelasticity, one on structures and materials, one on flying characteristics and aircraft operations) gives advice and comments on scientific programs, on proposals for research projects and on the results of investigations as laid down in NLR reports, memoranda etc.

Members of the scientific committee and of the subcommittees are listed and details are given of the meetings held.

4 Netherlands Delegation to AGARD

The Netherlands National Delegates, as well as members of the scientific staff of NLR serving on AGARD panels, committees or working groups, continued their participation in the activities of the Advisory Group for Aerospace Research and Development (AGARD) of the North Atlantic Treaty Organization.

The Board of National Delegates met in March to discuss the program and budget proposals for the AGARD activities in 1971. A decision was taken on the procedure for the election of a new chairman and in April dr. Phil Th. Benecke (W-Germany) succeeded dr. F. Lied (Norway) as chairman of AGARD.

The Board nominated dr. M. I. Yarymovych as director with effect from the date in July when the contract of mr. F. J. Ross terminated. Mr. A. J. Marx became a member of the AGARD „Steering Committee” in July.

The AGARD Annual Meeting was held in Washington DC at the invitation of the U.S. Government.

The Honorable U. Alexis Johnson, Under Secretary of State welcomed the delegates, referring in his speech to the impact of science and technology on foreign affairs and on diplomacy. Dr. Benecke, chairman of AGARD mentioned that the total panel membership now has risen to 325. In addition, a considerable number of scientists act in an advisory capacity and the total number of experts available to AGARD now exceeds 600.

Ambassador Robert Ellsworth, US permanent representative to the North Atlantic Council discussed the „East-West relations”. Lieutenant General Th. R. Milton, deputy chairman of the NATO Military Committee, gave details of the results of a questionnaire on AGARD activities: AGARD activities have a great attraction for qualified scientists and engineers because of the high scientific value.

Guest speakers reviewed the aerospace activities in the United States and details were given of future programs for aircraft development and for space exploration.

The AGARD panels, committees and working groups held meetings and those of interest to the Netherlands are listed. NLR was represented at many of these and on several occasions NLR provided speakers and authors, or played a part in preparation or execution of the meetings, three of which, a lecture series, a specialists meeting and a panel meeting were held in the Netherlands. Under the auspices of the AGARD Consultants and Exchange Program three scientists from the United States visited the Netherlands. Two members of the NLR staff

acted as consultants for AGARD. Some 60 different AGARD publications became available for distribution to authorized recipients. Six of these (Agardographs 115, 120, 127, 128, 129 and Conference Proceedings 28) are on public sale.