

*verslag over
het jaar
1968*

stichting nationaal
lucht- en ruimtevaartlaboratorium

Inhoudsopgave

STICHTING NATIONAAL LUCHT- EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM

Algemene Beschouwingen	
<i>Bestuur van de stichting</i>	5
<i>Algemene zaken van de stichting</i>	6
<i>Financiële aangelegenheden van de stichting</i>	10
<i>Organisatie en personeel van het laboratorium</i>	14
<i>Nationale activiteiten</i>	18
<i>Nationale contacten</i>	20
<i>Internationale samenwerking en contacten</i>	21
<i>Bijdragen aan vakpers, congressen, e.d.</i>	23
Wetenschappelijk onderzoek	
<i>Capita Selecta</i>	25
– <i>Waterstofperoxyde voor uitlaatstraalsimulatie</i>	25
– <i>Geleiding van ELDO-raketten</i>	30
<i>Stromingen, verbranding en voortstuwing</i>	35
<i>Constructies en materialen</i>	41
<i>Vliegmechanica en vliegtuiggebruik</i>	45
<i>Ruimtevaart</i>	49
<i>Onderwerpen van infrastructurele aard</i>	52
<i>Industrieel aërodynamisch onderzoek</i>	53
Technische outillage	
<i>Voor stromingsonderzoek</i>	54
<i>Voor verbrandings- en voortstuwingsonderzoek</i>	56
<i>Voor onderzoek op het gebied van constructies en materialen</i>	56
<i>Voor vliegmechanisch onderzoek</i>	56
<i>Voor ruimtevaartonderzoek</i>	58
<i>Voor algemeen gebruik</i>	58
WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIV	60
NEDERLANDSE DELEGATIE BIJ DE AGARD	64
LIJST VAN NLR-PUBLIKATIES	72
LIJST VAN AFKORTINGEN	75
SUMMARIES	77

Bureau van het bestuur van de stichting
nationaal lucht- en ruimtevaartlaboratorium
Kluyverweg 1, postbus 126, Delft
Telefoon (01730) 22680

Laboratorium te Amsterdam
Sloterweg 145, Amsterdam (17)
Telefoon (020) 158888 – telex 11118
Telegram-adres: Windtunnel Amsterdam

Vestiging „De Vrije Vlucht” in de Noordoostpolder
Voorsterweg 31, post Emmeloord, NOP
Telefoon (05274) 1341 – telex 14134

Stichting nationaal lucht- en ruimtevaartlaboratorium

Algemene beschouwingen

BESTUUR VAN DE STICHTING

De samenstelling van het bestuur van de stichting NLR en – in verband daarmee – ook de functiebekleding door werkgeversleden van het pensioenfondsbestuur onderging in het verslagjaar enige wijzigingen.

Dr. ir. G. H. Bast, die sinds 15 juni 1960 deel heeft uitgemaakt van het bestuur en, zoals ook in het vorige jaarverslag vermeld, in belangrijke mate aan het beleid der stichting heeft bijgedragen werd met ingang van 1 april 1968 in het NLR-bestuur opgevolgd door de heer H. Reinoud, zijn opvolger als directeur-generaal der PTT. Bij het beëindigen van de functie van directeur-generaal van de PTT werd dr. Bast benoemd tot commandeur in de Orde van Oranje Nassau. M.i.v. 1 november volgde mr. G. W. van Hasselt dr. Bast op als voorzitter van het pensioenfondsbestuur.

Ook van de gewaardeerde wijze, waarop dr. Bast deze functie heeft vervuld, werd reeds in het vorige jaarverslag gewag gemaakt. Dit voorzitterschap is door dr. Bast van 22 februari 1966 tot 1 april 1968 vervuld. Het was dr. Bast tot zijn spijt sedert midden 1967 wegens ziekte niet mogelijk de vergaderingen van NLR-bestuur en pensioenfondsbestuur bij te wonen. Drs. C. J. Schotsman (PTT) aanvaardde m.i.v. 1 november 1968 het vice-voorzitterschap van laatst genoemd bestuur. Dat mr. Van Hasselt bereid is geweest tijdens de ziekte van dr. Bast geruime tijd diens taak in het pensioenfondsbestuur waar te nemen is door het NLR-bestuur op hoge prijs gesteld.

Ktz (T) J. B. van den Berg, die sedert 19 november 1965 het bestuurslidmaatschap heeft bekleed en daarbij veel aan het beleid der stichting heeft bijgedragen, legde deze functie op 14 oktober 1968 neer. M.i.v. die datum benoemde de minister van defensie ktz (T) A. H. D. Hoppener als bestuurslid voor de koninklijke marine.

De samenstelling van het college was aan het eind 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;
H. Reinoud, lid, benoemd door de minister van verkeer en waterstaat voor de PTT;
gen. maj. G. W. de Zwaan, lid, benoemd door de minister van defensie voor de koninklijke luchtmacht;
ktz (T) A. H. D. Hoppener, lid, benoemd door de minister van defensie voor de koninklijke marine;
drs. H. P. Jongsma, lid, benoemd door de minister van economische zaken;
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;
dr. J. H. Greidanus, lid, benoemd door de nv koninklijke nederlandse vliegtuigenfabriek Fokker;
mr. G. W. van Hasselt, lid, benoemd door de koninklijke luchtvaart maatschappij;
dr. H. H. Mooij, lid, benoemd door de nijverheidsorganisatie TNO.

Het bestuur vergaderde in het verslagjaar op 17 januari, 23 april, 13 juni, 8 oktober en 27 november.

De vergaderingen werden door de voorzitter van de wetenschappelijke commissie bijgewoond.

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

Wie de gang van zaken bij het NLR in 1968 overziet wordt o.m. getroffen door een toeneming van het in opdracht uitgevoerde werk, een voorzichtig geleide maar niettemin duidelijke groei van het personeelsbestand en een verdere verlegging van het „accent” van Amsterdam naar de Noordoostpolder.

Veel aandacht werd besteed aan de verdere verbetering van de interne organisatie van de laboratoria. De studies voor een in de Noordoostpolder te bouwen V/STOL-tunnel werden voortgezet en er vonden belangrijke uitbreidingen c.q. verbeteringen plaats van de outillage.

De stichting ondervond wederom velerlei steun en medewerking van overheidszijde en kon zich verheugen in een goede samenwerking met de opdrachtgevers. Daarbij ware te denken aan opdrachten in de sector van het militaire en civiele vliegtuiggebruik en aan die van de nederlandse vliegtuigindustrie en van het nederlandse instituut voor vliegtuigontwikkeling (NIV). Ook de samenwerking met buitenlandse opdrachtgevers was uitstekend.

Wanneer men over een recente reeks van jaren nagaat, in hoeverre de opdrachten betrekking hadden op ontwikkeling dan wel op gebruik van vliegtuigen, dan blijkt er een gestadige toeneming te zijn van het percentage aan opdrachtenwerk voor vliegtuiggebruikers. Dit is gezien de snelle en regelmatige toeneming van het vliegtuiggebruik voor de toekomstverwachtingen van het NLR een belangwekkend gegeven met het oog op de taak van het NLR. Zowel dit gegeven als de symptomen die zich inmiddels in 1969 hebben voorgedaan van een nauwere samenwerking tussen Fokker en andere europese zelfontwikkende vliegtuigindustrieën en de goede naam van het NLR in het buitenland – men denke aan de ELDO, de brits-nederlandse samenwerking, de AGARD en de bij de AICMA aangesloten industriële opdrachtgevers – wettigen de verwachting dat ook in de naaste toekomst een groei van het instituut noodzakelijk zal zijn. Het tempo daarvan zal mede bepaald worden door de mate waarin het totale opdrachten-niveau zich ontwikkelt en voorts door het wetenschapsbeleid van de overheid.

Het NLR onderhoudt goede contacten met de overheidsdiensten, waarmee het te maken heeft, en met de TH Delft.

Van de onderafdeling vliegtuigbouwkunde vinden vele afgestudeerden hun weg naar het NLR en zoals bekend zijn enkele van de leidende figuren van het NLR tevens als buitengewoon hoogleraar aan deze hogeschool verbonden.

In het verslagjaar zijn van NLR-zijde lezingen en excursies voor de vliegtuigbouwkundige studievereniging Leonardo da Vinci gehouden, die door de studenten op hoge prijs zijn gesteld.

Het bestuur heeft grote waardering voor de taakvervulling door de directie en haar medewerkers. Regelmatig werd tussen bestuur en directie voeling gehouden o.m. omtrent opdrachtenbeleid, werk in eigen beheer, financiële aangelegenheden, externe relaties, personeelsbeleid en interne organisatie. Dit nauwe overleg gold met name ook het streven om gebouwen en outillage op technisch doeltreffende en economisch verantwoorde wijze aan te passen aan de behoeften voor opdrachtenwerk en research in eigen beheer. Zo werden een numeriek

bestuurde fraismachine (voor modellenaanmaak) en röntgen-apparaat voor diffractie-onderzoek en spectrografie besteld.

Een andere belangrijke bestelling betrof de uitbreiding van de CDC 3300-computer met een kaartenponsapparaat.

Voorts werden besteld een head-up display, onderdelen voor het EAI 680-analog computer systeem (o.a. van belang voor werk ten behoeve van de ELDO en de ANS) en een electronenmicroscop met belangrijk betere hoedanigheden dan die, welke reeds in gebruik was.

Met het pensioenfondsbestuur en de directie vond opnieuw overleg plaats omtrent een herziening van de pensioenregeling. De voorbereiding van het nieuwe reglement en van de daarop aansluitende gewijzigde statuten van het fonds heeft in het inmiddels verstreken deel van 1969 goede voortgang gehad.

Voorzover de werkzaamheden van het NLR in de Noordoostpolder zulks toelieten, werd wederom gestreefd naar het verkrijgen van opbrengsten uit verpachting van gronden en verhuur van de jacht.

Met de rentmeester der domeinen werd een regeling getroffen, waardoor de stichting voortaan de zekerheid heeft, dat bij bouw van gebouwen en apparatuur steeds tijdige ontruiming van in gebruik gegeven gronden kan worden bewerkstelligd.

In het verslagjaar mocht het NLR zich wederom verheugen in het bezoek van vele prominenten. Zo bezocht op 6 mei de minister van defensie het laboratorium te Amsterdam, vergezeld van zijn noorse ambtgenoot, de noorse ambassadeur en verschillende andere hooggeplaatste personen.

Het bestuur vond prof. dr. C. Zwikker bereid m.i.v. 1 oktober 1968 het voorzitterschap op zich te nemen van de wetenschappelijke commissie NLR-NIV en daarmee prof. dr. ir. W. T. Koiter op te volgen, die deze taak gedurende 13 jaar op voortreffelijke wijze heeft vervuld. Het bestuur is prof. Koiter, die zich i.v.m. werkzaamheden op ander terrein genoodzaakt zag m.i.v. 1 september zijn werkzaamheden voor de commissie te beëindigen, in hoge mate erkentelijk voor al hetgeen hij in deze functie heeft bijgedragen ter bevordering van het wetenschappelijk niveau van het NLR.

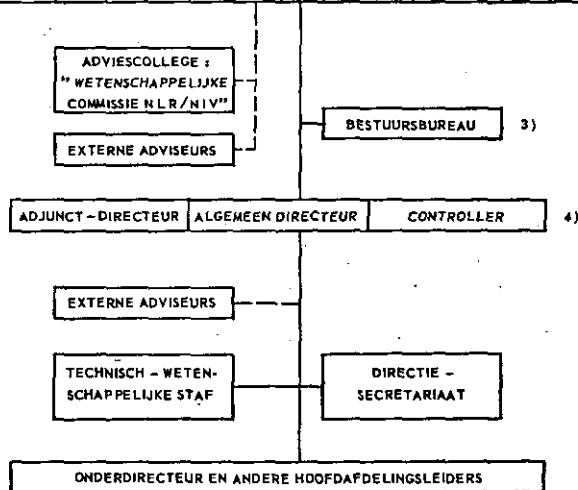
Prof. dr. ir. A. van der Neut trad ook in dit verslagjaar op als adviseur van het stichtingsbestuur.

De directie van het laboratorium werd wederom bijgestaan door prof. dr. E. van Spiegel, prof. dr. ir. A. I. van de Vooren, prof. dr. ir. O. H. Gerlach en prof. dr. ir. P. J. Zandbergen als haar adviseurs.

Het bestuur geeft gaarne uiting aan zijn waardering voor de belangrijke

De organisatie aan de top van de Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
(tevens overzicht van de bundeling van belangengroepen door de benoemingswijze per bestuurslid)

BESTUUR STICHTING NLR													
RLO	PTT	KLu	XM	EZ	O + W	Financiën	Voorz.	Fokker	KLM	KNVvL	Nijorg.TNO	NIV	NLGC
(benoemd door de Min v V + W)	(benoemd door de Min v V + W)	(benoemd door de Min v Def)	(benoemd door de Min v Def)	(benoemd door de Min v EZ)	(benoemd door de Min v O + W)	(benoemd door de Min v Fin)	(benoemd door de Min v V + W Min v Def Min v EZ Min v O + W Min v Fin)	(benoemd door de directie Fokker)	(benoemd door de directie KLM)	(benoemd door het Bestuur KNVvL)	(benoemd door het Bestuur deze organisatie)	(benoemd door het Bestuur deze Stichting)	(benoemd door het Bestuur deze Stichting)
					1)		2)					1)	1)



- 1) De voorzitter is mede benoemd door de Minister van O en W; in het verslagjaar was de functie van afzonderlijke vertegenwoordiger van deze Minister vacant. Ook waren de functies vacant van bestuurslid voor het NIV en voor het NLGC. In de vacature van bestuurslid voor het NIV is inmiddels in 1969 voorzien.
- 2) Leidt bestuursvergaderingen, leidt het bestuursbureau en behandelt de dagelijkse bestuurszaken waaronder contacten met de overheid en het dagelijks contact met de directie.
- 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.

arbeid, door de adviseurs van bestuur en directie ten behoeve van het NLR verricht.

Van hetgeen in dit hoofdstuk voornamelijk vanuit het oogpunt van bestuursbeleid werd weergegeven, komen verschillende aspecten in meer gedetailleerde vorm aan de orde op de bladzijden na het volgende hoofdstuk „Financiële aangelegenheden van de stichting”.

Voor een goed inzicht in het organisatorische raam, waarbinnen de activiteiten van het bestuur der stichting, van de directie, van de medewerkers der directie en van het bestuursbureau zich ontplooiden – en ontplooiën – moge een tweetal schema's dienen. Dat op blz. 9 geeft de organisatie aan de top van de stichting weer. Het schema biedt tevens een overzicht van de voor deze instelling kenmerkende – in haar statuten vastgelegde en op doelmatigheid gerichte – bundeling van belangengroepen.

Het tweede schema (blz. 16), dat het onderste deel van het eerste „overlapt”, betreft de directie en haar organisatorische betrekkingen met de met haar samenwerkende afdelingen, diensten en functionarissen.

Het bestuur, dat krachtens de statuten het beheer over de stichting uitoefent en in de dagelijkse leiding van het laboratorium voorziet, heeft deze laatste zoals uit de schema's blijkt, opgedragen aan een driehoofdige directie. Het gedurig contact – waarvan hierboven reeds sprake was – tussen bestuur en directie, wordt aan bestuurszijde onderhouden door de voorzitter, die als gedelegeerde van het bestuur de verantwoording draagt voor de dagelijkse bestuurszaken.

FINANCIËLE AANGELEGENHEDEN VAN DE STICHTING

In de vergadering van 17 januari 1968 stelde het bestuur de herziene begroting voor 1968 vast. Het benodigde subsidie voor de exploitatie-uitgaven werd conform het in de rijksbegroting uitgetrokken bedrag vastgesteld op f. 6.700.000,— en het budget voor investeringen in vaste activa op f. 5.000.000,—.

In dezelfde vergadering stelde het bestuur de ontwerp-begroting voor 1969 vast.

In de vergadering van 13 juni behandelde het bestuur de financiële jaarstukken van de stichting over 1967. Deze jaarstukken werden door de centrale accountantsdienst gecontroleerd en akkoord bevonden.

Voor de financiële resultaten van 1968 moge worden verwezen naar de hierachter weergegeven gecompriëerde resultatenrekening.

In het verslagjaar werd op investeringen een bedrag betaald van f. 4.700.900,—.

Gecomprimeerde resultatenrekening 1968

Gecomprimeerde resultatenrekening 1968

Kosten van de voor rekening van derden uitgevoerde researchwerkzaamheden	f. 11.913.700,—
---	-----------------

Kosten van de voor eigen rekening uitgevoerde werk-
zaamheden:

Speurwerkonderzoeken	f. 3.199.600,—	
Research en ontwikkeling m.h.o. op de uitrusting van het laboratorium	f. 2.860.300,—	
Ruimtetechnologie	f. 411.400,—	
Wetenschappelijke diensten	f. 303.700,—	
		f. 6.775.000,—
		f. 18.688.700,—

Inkomsten uit de voor rekening van derden uitgevoerde researchwerkzaamheden	f. 11.913.700,—
Bijdragen van deelnemers	f. 200.100,—
Rijkssubsidie	f. 6.574.900,—
	f. 18.688.700,—

ORGANISATIE EN PERSONEEL VAN HET LABORATORIUM

Tot de aanwezige wetenschappelijke en/of leidinggevende functionarissen behoorden aan het einde van het verslagjaar:

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. A. Boelen	- <i>leider technische diensten</i>
ir. J. Boel	- <i>leider wetenschappelijke diensten</i>
J. C. Viveen	- <i>leider overige diensten</i>

In februari werd een nieuwe afdeling windtunnelinstrumentatie (AW) ingesteld, die ressorteert onder de hoofdafdeling stromingen. Verwezen moet worden naar het organisatieschema van het laboratorium.

Voor een overzicht van de formatie en de spreiding van het personeelsbestand aan het eind van 1968 over de vestigingen Amsterdam en Noordoostpolder moge worden verwezen naar de respectieve tabellen. Uit deze gegevens blijkt, dat het aantal academici en daarmee gelijkgestelden met 23 personen is toegenomen. Ook het aantal hogere technici en daarmee gelijkgestelden is vermeerderd, t.w. met 26 man. Het totaal in de categorie „overigen”, waaronder de lagere technici en de niet-technici zijn begrepen, daalde met 6 personen, zodat het totale personeelsbestand van het laboratorium gedurende het dienstjaar 1968 met 43 medewerkers (7,4%) is uitgebreid.

Gedurende het verslagjaar vervulden 14 NLR-medewerkers hun militaire dienstplicht, t.w. 8 ingenieurs, 1 hogere technicus en 5 onder de categorie „overigen” vallende personen. Dank zij de gewaardeerde medewerking van de koninklijke luchtmacht waren 2 ingenieurs bij het laboratorium gedetacheerd.

In maart werd de benoeming bekend van dr. ir. G. Y. Nieuwland, medewerker bij de afdeling theoretische aërodynamica, tot gewoon hoogleraar in de toegepaste wiskunde aan de vrije universiteit in Amsterdam.

Ir. D. Bosman, chef van de afdeling electronica, werd in het verslagjaar benoemd tot gewoon hoogleraar (afd. elektrotechniek) aan de technische hogeschool Twente.

Bij koninklijk besluit d.d. 1-11-1968 nr. 3 werd prof. ir. T. van Oosterom benoemd tot lid van het college van curatoren van het koninklijk nederlands meteorologisch instituut (KNMI).

Vijfentwintig-jarige ambtsjubilea werden in het verslagjaar herdacht van de heren drs. J. Buhrman, I. de Boer ing., ir. L. R. Lucassen, J. Zwaa-neveld ing. en van mej. C. D. Duiser.

Op 24 december werd i.v.m. het bereiken van de pensioengerechtigde leeftijd afscheid genomen van de heer P. W. Drent. Hij trad op 1 mei 1919 in dienst bij de rijksstudiedienst voor de luchtvaart (RSL) en verliet het NLR als door de RLD bij het laboratorium gedetacheerd technisch ambtenaar 1e klas.

Voorts werd in het verslagjaar afscheid genomen van de gepensioneerde medewerkers de heer J. C. J. Rijkers en mevrouw A. P. Paulus, die ieder bijna 20 jaar het NLR hebben gediend.

Tengevolge van een noodlottig verkeersongeval kwam op 4 maart mevr. G. F. Coevoet om het leven, een zeer gewaardeerde medewerkster, die sedert augustus 1962 in dienst was van het NLR.

Op 23 mei overleed de gepensioneerde NLR-medewerker J. Voorhuysen in de ouderdom van 75 jaar. Ruim dertien jaar was hij in dienst van het laboratorium, laatstelijk als bibliotheekassistent.

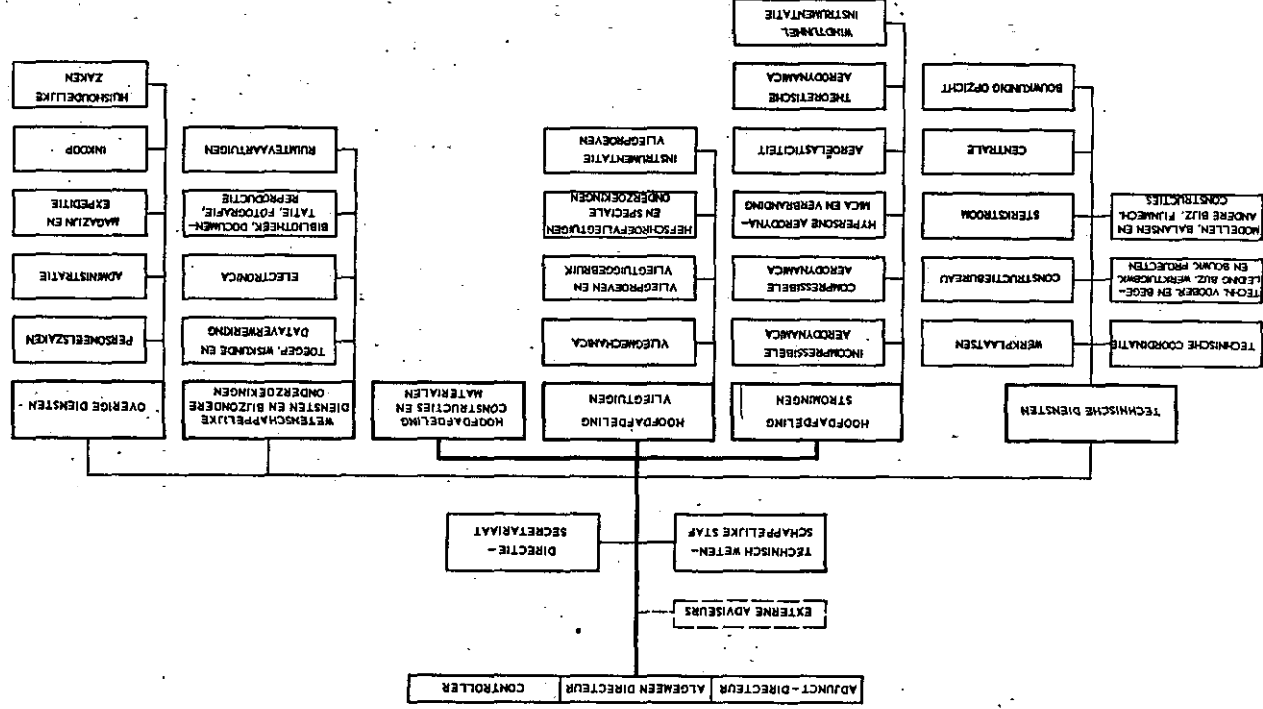
Op 13 juli overleed de gepensioneerde NLR-medewerker H. C. G. Boshuizen op de leeftijd van 67 jaar. Twintig jaar werkte hij bij het NLR, laatstelijk in de functie van werkman-opzichter. Het NLR verloor op 12 september plotseling ook de 54-jarige heer C. J. Schillemans die sedert 1 juni 1965 werkzaam was als bewakingsbeambte op de NLR-vestiging in de Noordoostpolder.

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

In Amsterdam moesten door gebrek aan ruimte enkele activiteiten van de personeelsvereniging worden stopgezet.

Ultimo 1968 was de samenstelling van het bestuur van het pensioen-fonds:

mr. G. W. van Hasselt	- voorzitter
drs. C. J. Schotsman	- vice-voorzitter
J. H. Grosheide	- secr.-penningmeester
ir. J. Boel	- lid
H. Dröge	- lid



NLR - personeelsformatie *)

Indeling		Academici en daarmee gelijkgest.	Hogere technici en daarmee gelijkgest.	Overigen	Totaal
<i>Directie</i>	D	3 (3)	- -	- -	3 (3)
Directieoef.	DS,DT,DH,DO	3 (2)	3 (2)	9 (9)	15 (13)
<i>Haft. Stromingen</i>	A	1 (2)	1 (3)	2 (4)	4 (9)
Incompr. Aërodynamica	AI	12 (12)	6 (6)	10 (11)	28 (29)
Compr. Aërodynamica	AC	18 (17)	20 (21)	20 (20)	58 (58)
Hypers. Aërod. en Verbr.	AH	5 (4)	2 (2)	7 (7)	14 (13)
Aëroëlasticiteit	AE	5 (5)	3 (2)	- (1)	8 (8)
Theoretische Aërodynamica	AT	9 (8)	4 (3)	1 (1)	14 (12)
Windtunnelinstr.	AW	2 -	5 -	8 -	15 -
<i>Haft. Vliegtuigen</i>	V	1 (1)	1 (1)	1 (1)	3 (3)
Vliegmechanica	VM	14 (9)	1 (1)	- -	15 (10)
Vliegpr. en vliegtuiggebr.	VV	6 (6)	5 (5)	5 (5)	16 (16)
Hefsch. vliegt. en spec. onderz.	VH	6 (3)	4 (3)	- -	10 (6)
Instrument. vliegpr.	VA	2 (2)	16 (14)	4 (5)	22 (21)
<i>Haft. Constr. en Materialen</i>	S				
Sterkte en Materialen	SM	11 (9)	8 (6)	11 (12)	30 (27)
<i>Wetensch. diensten en bijzondere onderzoekingen</i>	W	- -	- -	2 -	2 -
Toegep. wisk. en dataverw.	WD	10 (8)	23 (14)	37 (35)	70 (57)
Electronica	WE	9 (6)	14 (16)	20 (25)	43 (47)
Bibl., document., fotogr. repr.	WB	1 (2)	5 (5)	7 (8)	13 (15)
Ruimtevaartuigen	WR	16 (12)	5 (5)	4 (6)	25 (20)
<i>Technische diensten</i>	T	1 (1)	1 (1)	1 (1)	3 (3)
Technische coördinatie	TP	- -	- -	- -	- -
Techn. voorber. en begeleid.	TV	4 (4)	4 (4)	- -	8 (8)
Modellen, balansen	TF	3 (3)	5 (3)	3 (5)	11 (11)
Werkplaatsen	TW	- -	7 (6)	52 (52)	59 (58)
Sterkstroom	TS	- -	2 (2)	9 (9)	11 (11)
Constructiebureau	TC	- -	11 (10)	9 (11)	20 (21)
Centrale	TE	- -	2 (2)	16 (16)	18 (18)
<i>Overige diensten</i>	O	- -	- -	- -	- -
Personeelszaken	OP	- -	2 (2)	2 (2)	4 (4)
Administratie	OA	- -	10 (9)	14 (15)	24 (24)
Magazijn en expeditie	OM	- -	- -	6 (6)	6 (6)
Inkoop	OI	- -	5 (4)	2 (2)	7 (6)
Huishoudelijke zaken	OZ	- -	2 (2)	39 (38)	41 (40)
TOTAAL		142 (119)	177 (151)	301 (307)	620 (577)

*) Tussen haakjes de overeenkomstige cijfers van ultimo 1967.

N.B. De afdeling AW werd op 1-4-1968 opgericht.

Personeelsspreiding over de twee NLR-vestigingen

Categorie	Amsterdam	Noordoostpolder
Academici en daarmee gelijkgestelden	97	45
HTS-ers en daarmee gelijkgestelden	136	41
Overigen	213	88
Totaal	446	174

Personeelsmutaties over de NLR-vestigingen naar opleidingsniveau

Categorie	VESTIGING AMSTERDAM			
	31-12-1967	plus	minus	31-12-1968
Academici en daarmee gelijkgestelden	86	21	10	97
HTS-ers en daarmee gelijkgestelden	118	24	6	136
Overigen	221	31	39	213
Totaal	425	76	55	446

Categorie	VESTIGING 'DE VRIJE VLUCHT'			
	31-12-1967	plus	minus	31-12-1968
Academici en daarmee gelijkgestelden	33	12	-	45
HTS-ers en daarmee gelijkgestelden	33	8	-	41
Overigen	86	10	8	88
Totaal	152	30	8	174

TOTAAL GENERAAL	577	106	63	620
-----------------	-----	-----	----	-----

NATIONALE ACTIVITEITEN

Een belangrijk deel van het technisch-wetenschappelijk onderzoek van het NLR werd uitgevoerd in opdracht van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling (NIV). Het merendeel van de opdrachten had ditmaal betrekking op de certificatie en verdere ontwikkeling van de Fokker F 28 Fellowship. De werkzaamheden werden uitgevoerd in nauw overleg tussen NIV, Fokker, RLD en NLR.

De omvang van de werkzaamheden voor de koninklijke luchtmacht (KLu) – voortvloeiend uit het z.g. „rolling budget” – nam ook dit jaar weer toe, zodat van een groeiende samenwerking met de KLu kan worden gesproken.

Het „rolling budget” is een in nauw overleg met de KLu opgestelde financiële planning met technische toelichting voor het desbetreffende dienstjaar, waaraan een prognose voor de daaropvolgende vier jaren is toegevoegd. Dit geheel wordt ieder jaar aangepast aan de gewijzigde omstandigheden.

Ten behoeve van de rijksluchtvaartdienst (RLD) werd, evenals in voorgaande jaren, door het NLR veel aandacht besteed aan onderzoek gericht op de verhoging van de veiligheid van het luchtverkeer in het algemeen.

In het verslagjaar was in het bijzonder het aspect van het vergroten van de regelmaat van landingen onder „slecht-zicht”-omstandigheden aan de orde. Statistisch onderzoek naar de bepaling van de vliegbaan bij nadering onder „slecht-zicht” leverde zodanige gegevens op, dat het laboratorium in de vorm van „working papers” een bijdrage kon leveren voor de door Nederland toegezegde medewerking aan het obstacle clearance panel van de ICAO.

Door het NLR werden dit jaar weer adviezen verstrekt betreffende de belastings- en sterkteberekeningen ten behoeve van de certificatie van het F 28-vliegtuig.

Aan de KLM werd onder meer assistentie verleend bij het aanschaffen en in bedrijf stellen van een flightrecordingsysteem (AIDS) voor haar DC9-vliegtuigen.

In het kader van de opleiding van vliegtuigbouwkundige studenten van de TH Delft werd gedurende het verslagjaar wederom een aantal vluchten uitgevoerd met het Queen Air-laboratoriumvliegtuig.

De studie van een geleide sonde met een nuttige lading van ca. 10 kg, geschikt voor onderzoek tot ca. 150 km hoogte en voor gebruik in een proefgebied met een diameter van ca. 25 km, werd voortgezet. Overleg vond plaats met de commissie voor geophysica en ruimteonderzoek (GROC) over de toepassingsmogelijkheden van de geleide sonde.

Ook op niet-luchtvaarttechnisch gebied werden, evenals in voorgaande jaren, vele onderzoeken verricht. Winddrukken en windbelastingen werden gemeten en wind- en rookhinder nagegaan aan modellen van gebouwencomplexen, stadscentra en fabrieksinstallaties.

Voor meer details omtrent het vorenstaande moge in dit verband worden verwezen naar het hoofdstuk wetenschappelijk onderzoek.

Naast de opdrachten van derden, die in 1968 wederom een groot deel van de mancapaciteit opeisten, werd eigen speurwerk en apparatuurontwikkeling uitgevoerd. Een overzicht hiervan wordt gegeven respectievelijk onder de hoofdstukken wetenschappelijk onderzoek en technische outillage.

NATIONALE CONTACTEN

Namens de raad van advies voor het wetenschapsbeleid brachten de heren dr. J. van Heyningen en J. G. Palm en wijlen mej. dr. J. C. Schokking een werkbezoek aan het NLR, waarbij ook de voorzitter van het bestuur aanwezig was. Het gezelschap stelde zich persoonlijk op de hoogte van de technische outillage van het laboratorium.

De adj. kwartiermeester-generaal techniek van de koninklijke landmacht ir. C. J. van Tatenhove, bracht met zijn medewerkers een informeel bezoek aan het NLR.

Mr. A. Rinnooy Kan plv. thesaurier-generaal en drs. Th. A. M. Thomasen bestuurslid van het NLR, beiden van het ministerie van financiën, werden op het NLR ontvangen.

Op uitnodiging van het NLR-bestuurslid dr. H. H. Mooij (vertegenwoordiger van TNO) werd te Apeldoorn een bijeenkomst gehouden waarbij van gedachten werd gewisseld over de programma's voor werkzaamheden en de uitrusting voor het materiaalonderzoek en de industriële aërodynamica bij het NLR en bij resp. het metaalinstituut en het centraal technisch instituut van TNO.

Een aantal KMA-cadetten van de technische en elektronische dienst bracht in dit verslagjaar weer een week door bij het NLR, waar zij door middel van voordrachten, rondleidingen en demonstraties een indruk kregen van de luchtvaarttechnische kennis en ervaring in het laboratorium.

In het kader van bijzondere voorlichting aan nederlandse vliegtuigbouwkundige studenten werd in samenwerking met de vliegtuigbouwkundige studievereniging „Leonardo da Vinci” een uitgebreid programma van wetenschappelijke lezingen, discussiebijeenkomsten en excursies georganiseerd.

Voorts had de algemeen directeur zitting in een door deze studievereniging georganiseerd forum met als onderwerp: „De toekomst van de pas afgestudeerde vliegtuigbouwkundige ingenieur”.

Behalve studenten en hoogleraren van de fysisch-mathematische faculteit te Groningen, bezochten ook ouderejaars van de studentenvereniging voor technische natuurkunde „J.D. van der Waals” van de TH Eindhoven met enkele docenten het NLR. Verder waren op het laboratorium te gast; post-academische cursisten van de ESRO-summerscholen (Noordwijk), deelnemers van de internationale conferentie over laboratorium-astrofysica, leden van de ned. vereniging voor luchtvaarttechniek, een aantal medewerkers van de onderafdeling vliegtuigbouwkunde van de TH Delft, alsmede cursisten en docenten van de luchtmachtstafschool.

Ten slotte was het NLR vertegenwoordigd met een stand op de tentoonstelling „Vacuümtechniek en ruimtevaart” in de aula van de TH Delft.

INTERNATIONALE SAMENWERKING EN CONTACTEN

In opdracht van het NIV werd windtunnelonderzoek uitgevoerd ten behoeve van het VFW 614 project, waarbij o.a. gebruik wordt gemaakt van de bij het NLR aanwezige faciliteiten voor het nabootsen van hete uitlaatstralen van straalmotoren met behulp van waterstofperoxyde en perslucht.

Windtunnelonderzoekingen ten behoeve van diverse buitenlandse opdrachtgevers droegen ook dit jaar weer bij tot een redelijke bezetting van het windtunnelpark.

De werkzaamheden ten behoeve van de european space vehicle launcher development organisation (ELDO) waren evenals in voorgaande jaren gericht op de aërodynamische vormgeving en de besturing van de door deze organisatie ontwikkelde of te ontwikkelen draagraketten. Met betrekking tot het aërodynamisch werk fungeert het NLR als „aerodynamic authority”, d.w.z. als centraal punt voor het verzamelen van gegevens over de aërodynamische belastingen op ELDO-lanceervoertuigen.

De medewerking aan de ontwikkeling van besturingssystemen omvatte in hoofdzaak het beproeven van het standreferentiesysteem voor het Europa I-lanceervoertuig, alsmede het voorbereiden van de beproeving van het traagheidsnavigatiesysteem ten behoeve van de Europa II.

Als gevolg van een door de ELDO-ministersconferentie voorgestelde beperking van het perigeum apogeum systeem (PAS) programma, is een aantal werkzaamheden, die aan het NLR waren opgedragen, komen te vervallen.

Voor meer bijzonderheden moge worden verwezen naar het hoofdstuk Ruimtevaart.

Het deelnemen van Nederland aan de advisory group for aerospace research and development (AGARD) werd dit jaar geaccentueerd doordat een lecture series en een tweetal symposia van het avionics panel in Amsterdam werden gehouden.

Voor een meer uitgebreid overzicht van de werkzaamheden van de nederlandse delegatie bij de AGARD moge worden verwezen naar het afzonderlijke verslag.

Als nederlands technisch gedelegeerde was de algemeen directeur gedurende het verslagjaar aanwezig bij de vergaderingen van de ELDO-council en het scientific en technical committee ELDO. Voorts was hij toegevoegd als adviseur aan de nederlandse delegatie op de european space conference in Bad Godesberg en de ELDO-ministersconferentie.

De algemeen directeur was aanwezig bij de openingsbijeenkomst van het ICAO airworthiness committee in het RAI-gebouw te Amsterdam in april. Een aantal leden van deze commissie werd op het NLR ontvangen.

Air chief marshal Sir John Grandy, GCB, KBE, DSO bezocht - in het kader van zijn tegenbezoek aan Nederland - in gezelschap van lt.generaal A.B. Wolff, bevelhebber der luchtmacht, het laboratorium en liet zich omstandig voorlichten omtrent het werk dat het NLR ten behoeve van de KLu verricht. De voorzitter van het NLR was daarbij aanwezig.

De noorse minister van defensie, Z.E. Otto Grieg Tidemand, bracht een bezoek aan het NLR in gezelschap van de noorse ambassadeur, zijne excellentie G. Rogstad, en begeleid door Z.E. minister W. den Toom. Hierbij was de voorzitter van het bestuur van de stichting NLR eveneens aanwezig.

Op verzoek van het ministerie van economische zaken werd in juni een aantal leden van de japan management association op het NLR ontvangen. Het doel van dit bezoek was „to change ideas and share experiences with european counterparts on managerial topics”.

De parliamentary secretary van het ministry of technology, mr. G. Fowler, bracht in gezelschap van de handelsraad en de luchtmacht-attaché van de UK-ambassade in Den Haag en de heren Stadermann en ir. Falkenhagen van de RLD een oriëntatiebezoek aan het NLR. De voorzitter van de stichting NLR was daarbij aanwezig.

Dr. H. Reichardt van het bundesministerium für wirtschaft te Bonn voerde in gezelschap van de voorzitter van het NLR-bestuur besprekingen met directie en staf.

De chieft scientist van de royal air force (RAF) de heer L. F. Nicholson (CB) bracht een oriëntatiebezoek aan het laboratorium.

Prof. dr. J. H. Ferziger assoc. prof. mech. eng., div. nucl. energy van de stanford university, USA, wisselde met NLR-medewerkers van gedachten over de toepassing van computers in de stromingsleer. Daarbij werd door hem een voordracht gehouden met als titel „Advances in rarified gas dynamics”.

Mr. Ronald A. Shaw, verbonden aan het ministry of technology, hield in de nieuwe vergaderzaal een voordracht over „Hovercraft technology and hovercraft applications”. Tal van nederlandse geïnteresseerden waren op deze druk bezochte bijeenkomst aanwezig.

Ten slotte werd het NLR nog bezocht door de administrateur-directeur, de heer A. Regout en de heer P. Godeaux van de fabrique nationale d'armes de guerres a. (FN) uit België, waarbij ook de voorzitter van het bestuur aanwezig was.

BIJDRAGEN AAN VAKPERS, CONGRESSEN E.D.

Op het international council of the aeronautical sciences (ICAS) congress in München hield drs. C. R. Traas in september een lezing over „The accurate numerical calculation of the flow around blunt bodies (ideal gas and spherical shape) moving at supersonic speeds”. Ir. B. M. Spee sprak op hetzelfde congres over „Experimental verifications of shock-free transonic flow around quasi-elliptical aerofoil sections”.

Voor de AGARD-specialists meeting in september te Parijs hield ir. B. M. Spee een lezing over „Transonic shock-free flow, fact or fiction?”. Ir. W. Loeve besprak het onderwerp „An approximate method for the determination of the pressure distribution on wings in the lower critical speed range”. Voor deze bijeenkomst was tevens een

lezing geprepareerd met de titel „The aerodynamic design and testing of a lifting swept wing-body configuration with shock-free wing flow at $M = 1.20$ ”, welke lezing gepresenteerd werd door de heer J. Bridgewater van het national physical laboratory (NPL).

In oktober hield ir. R. J. Zwaan een voordracht getiteld „Eine studie der nicht-stationären druckverteilungen an einem zweidimensionalen flügel mit schwingendem ruder im schallnahen bereich” voor fachtagung aerodynamik georganiseerd door de wissenschaftliche gesellschaft für luft- und raumfahrt (WGLR).

Aan het AGARD-symposium te Amsterdam over „Problems of the cockpit environment” in november namen een aantal NLR-medewerkers deel. Lezingen werden gehouden door ir. J. M. H. van Vlaenderen over „Fail-safe aspects of flight instrumentation wiring patterns”, en ir. F. E. Douwes Dekker over „Head-up display symbology”.

In de AGARD-meeting van het structures and materials panel te Stuttgart werd door prof. dr. ir. J. Schijve een interim-verslag uitgebracht over zijn werk als AGARD-coördinator op het gebied van „cumulative fatigue damage”.

Wetenschappelijk onderzoek

Naar aanleiding van het 50-jarig bestaan van het NLR, dat in april 1969 werd herdacht, verscheen een speciale uitgave van „De Ingenieur” (nr. 14, 4 april 1969) waarin uitvoerig aandacht werd besteed aan de meest recente onderzoeken en een overzicht werd gegeven van de bij het NLR beschikbare apparatuur. De voor dit jaarverslag gekozen capita selecta zijn als gebruikelijk op zichzelf staande bijdragen, doch kunnen niettemin beschouwd worden als een aanvulling op het meest actuele gedeelte van genoemde speciale uitgave. Zij betreffen stuwstraalsimulatie met waterstofperoxyde (H_2O_2) en werkzaamheden voor de ELDO.

CAPITA SELECTA

Waterstofperoxyde voor uitlaatstraalsimulatie

Sinds enige tijd zijn de NLR-windtunnels in Amsterdam uitgerust met een systeem voor de nabootsing van uitlaatstralen van de motoren van straalvliegtuigen en raketten. Dit systeem is nu reeds meerdere malen toegepast en een kort overzicht van het waarom en hoe van de straal-simulatie lijkt daarom op zijn plaats. Bekend is dat de uitlaatstraal een aanzienlijke invloed kan uitoefenen op de eigenschappen van een vliegtuig of raket. Deze invloed wordt veroorzaakt door het samenspel van de uitlaatstraal met de omstromende lucht en het vliegtuig (fig.1).

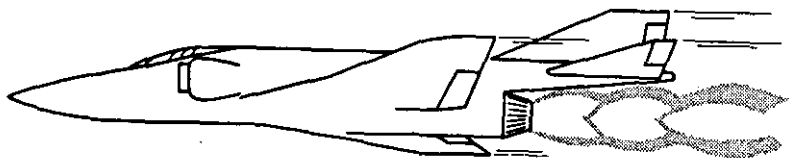


Fig. 1.

Het bepalen van de straalinvloed is een bijzonder complex probleem vanwege de vele variaties die mogelijk zijn in uitlaat- en vliegtuig-

configuraties, verschillende snelheden van de straal en de omstromende lucht, etc. Een algemeen geldende regel voor de keuze van een simulatieparameter is dan ook niet te formuleren. Rekening houdend met de technologische mogelijkheden, zal een parameterpakket moeten worden samengesteld dat in het beschouwde probleemgebied het best voldoet.

Een probleem waarbij de nabootsing van de uitlaatstraal onontbeerlijk is voor de oplossing, is de vormgeving van het rompachterstuk van een straalvliegtuig met de uitla(a)t(en) achterin de romp, dat zowel hoogsubsoon als supersoon moet opereren. Bij de in de transsone kruisvlucht optredende uitlaatconfiguratie van de motor, die wordt verondersteld te zijn voorzien van een naverbrander en variabele uitlaat, is dikwijls een aanzienlijke rompbasis (het min of meer stompe gedeelte van de romp vlak bij de uitlaat) aanwezig. Deze zal nog groter zijn bij een jachtvliegtuig met twee dicht bij elkaar geplaatste motoren.

Het is gebleken dat het aandeel van de weerstand van het rompachterstuk 20% à 50% van de weerstand van het hele vliegtuig bedraagt en het is dus begrijpelijk dat een onderzoek naar beïnvloeding van die weerstand uiterst belangrijk is bij de ontwikkeling van een nieuw vliegtuigtype.

De stroming aan de achterzijde van het vliegtuig is sterk viskeus terwijl bij de basis loslating optreedt. Deze omstandigheden zijn ontoegankelijk voor een theoretische aanpak zodat door onderzoek aan een windtunnelmodel een inzicht moet worden verkregen in het gedrag van de stroming en in de drukverdeling en weerstand van het conische gedeelte van het rompachterstuk en de basis.

De invloed van de straal bij een bepaalde vliegsnelheid en vlieghoogte is afhankelijk van de straaleigenschappen zoals de verhouding van de druk van de straal en die van de omstroming, de verhouding van de soortelijke warmten van de uitlaatgassen, het getal van Mach en de temperatuur van de straal.

De invloed van de straal wordt gedeeltelijk veroorzaakt door de vorm van de uitbolling van de straal achter de uitlaat en gedeeltelijk door het optreden van mengeffekten tussen de straal en de omstromende lucht. De uitbolling van de straal kan voldoende worden nagebootst met behulp van een koude straal (b.v. lucht); voor juiste simulatie van de menging is het noodzakelijk ook de straalt temperatuur bij de nabootsing te betrekken.

Een beeld van de invloed van de straalt temperatuur op de weerstand van het rompachterstuk bij hoog-subsonic vliegsnelheid geeft fig. 2. Hierin is het verband aangegeven tussen de weerstandscoefficiënt C_D van het rompachterstuk en de drukverhouding van de straal. Dit verband is bepaald uit elders uitgevoerde experimenten met zowel hete als koude uitlaatstralen, en toont een weerstandstoename van ca 35%

bij gebruik van een koud i.p.v. een heet simulatiemedium. Bij supersone snelheden van de omstroming is echter het verschil tussen koude en hete stralen aanzienlijk geringer.

Om goed bruikbare gegevens te verkrijgen omtrent het beschouwde probleem betreffende de weerstand van het rompachterstuk is het duidelijk dat vooral in het transsone snelheidsgebied windtunnelproeven met hete straalsimulatie gewenst zijn. Vergelijking van een tweetal belangrijke eigenschappen (straaltemperatuur en de verhouding van de soortelijke warmten) van respectievelijk de uitlaatgassen van een turbine-straalmotor met naverbrander, van de hete

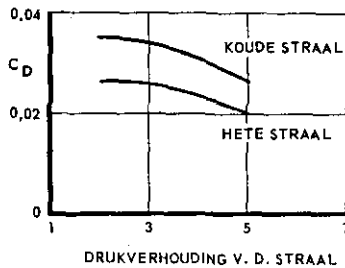


Fig. 2.

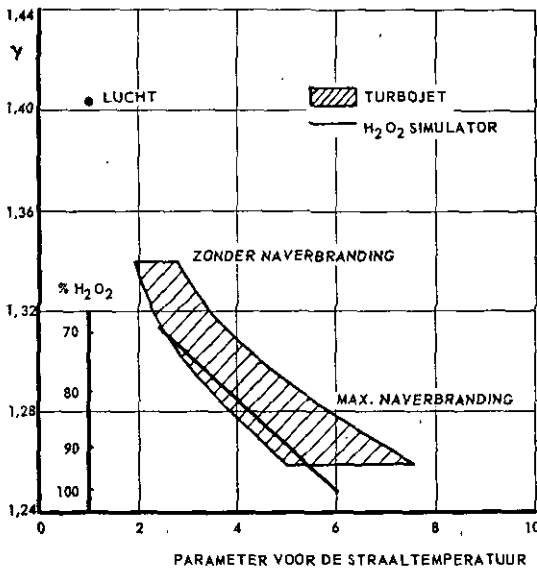


Fig. 3.

ontledingsgassen van een waterstofperoxyde-simulatiemotor en van koude lucht toont dat een H_2O_2 -gasgenerator de straalmotor goed kan nabootsen voor gebruik in windtunnels (fig. 3).

Het simulatiesysteem van de NLR-windtunnels maakt hiervan gebruik door in de daarvoor in aanmerking komende modellen H_2O_2 -gasgeneratoren te monteren. Het systeem is gebaseerd op de toevoer van vloeibare waterstofperoxyde naar de simulatiemotor. Hierin bevindt zich een katalysatorpakket, bestaande uit zilvergazen, waarin de vloeistof onder vrijkoming van warmte wordt ontleed in water + zuurstof. De hete gassen in de vorm van oververhitte stoom en zuurstof verlaten de simulatiemotor door de uitlaat.

Door het variëren van de concentratie van de waterstofperoxyde veranderen ook de eigenschappen van de gassen die bij de ontleding worden gevormd.

Zo is de ontledingstemperatuur in te stellen van $225^\circ C$ tot $1000^\circ C$ als de H_2O_2 -concentratie van 70% tot 100% wordt gevarieerd. In hetzelfde gebied verandert de verhouding van de soortelijke warmten van 1,31 tot 1,25. Door de hoeveelheid H_2O_2 die per seconde naar de simulatiemotor wordt gevoerd te veranderen, kan ook de druk van de uitlaatgassen worden aangepast aan de simulatie-eisen. De maximale totale druk van de uitlaatstraal is 60 kg/cm^2 en de grootste hoeveelheid welke per seconde kan worden toegevoerd naar de gasgenerator(en) is 2 kg/sec . Door het openen en sluiten van een elektrisch bediend ventiel (drukknopbediening) wordt het motortje in werking gesteld of gestopt. De duur van een proef kan enkele seconden bedragen of indien gewenst meer dan een minuut. Naast de aantrekkelijke eigenschappen van het toegepaste systeem met betrekking tot de aërodynamische simulatie-eisen dienen ook nog enkele technologische aspecten te worden vermeld. Omdat het straalsimulatiemedium in vloeibare vorm naar het model wordt gevoerd, zijn er slechts betrekkelijk dunne toevoerleidingen nodig. Deze geven een geringe aërodynamische interferentie of kunnen soms geheel worden weggewerkt in het bevestigingssysteem (staak). Tevens hebben de dunne leidingen weinig invloed op eventueel aanwezige balansen.

Wanneer nabootsing wordt gewenst van zeer hete uitlaatgassen, zoals van raketmotoren, is de H_2O_2 -simulatiemotor niet meer in staat aan alle gewenste straalparameters te voldoen. De temperatuur van de uitlaatstraal moet aanzienlijk hoger zijn, en de verhouding van de soortelijke warmten liefst lager dan met de hiervoor beschreven techniek bereikbaar is. Dit kan worden gerealiseerd door in de stroom van H_2O_2 -ontledingsproducten (die immers zuurstof bevatten) hetzij een vloeibare hetzij een vaste brandstof te verbranden. Hoewel het NLR enige ervaring heeft opgedaan met het verbranden van een vloeibare

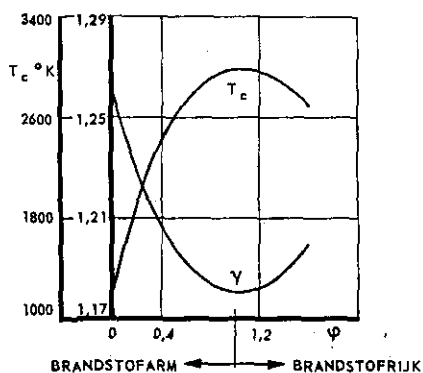


Fig. 4.

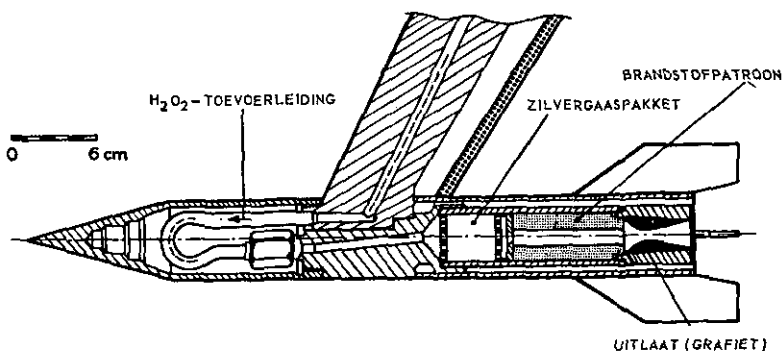


Fig. 5.

brandstof, wordt deze methode toch te ingewikkeld geacht voor gebruik in windtunnels en bovendien bestaat het gevaar van onjuist functioneren.

De nadruk is derhalve gelegd op de verbranding van een vaste brandstof. Fig. 4 geeft een indruk van de bereikbare verbrandingstemperatuur (T_c) en waarden van de verhouding van de soortelijke warmten (γ) voor de combinatie 99,5% H₂O₂ + polyethyleen, afhankelijk van de brandstof-oxydans mengselsterkte ϕ ($\phi > 1$ voor brandstofrijke mengsels). In fig. 5 is de mogelijke constructie aangegeven van een windtunnel-model van een raket.

De brandstofpatroon is een cylindervormig blok van gewone plastic (polyethyleen of perspex) met een gat; ook kunnen andere stoffen aan de brandstof worden toegevoegd als dat nodig is voor een juiste na-

bootsing van de straal. Door de hete ontledingsproducten van de waterstofperoxyde wordt de binnenzijde van het brandstofblok aangestoken en de verbranding gaat geleidelijk verder tot de wand wordt bereikt of de H_2O_2 -toevoer wordt gestopt. De afbrandsnelheid is afhankelijk van de warmteoverdracht van de hete verbrandingsproducten naar de wand van het verbrandingskanaal. Door de hitte ontstaan plasticdampen die met de hete zuurstof reageren. Het blijkt dat de afbrandsnelheid zodanig van de stromingstoestand afhangt dat de hoeveelheid afgebrande brandstof per seconde gedurende een proef praktisch constant blijft, zodat de mengselsterkte bij gelijkblijvende oxydansstroom niet verandert. Ook de straaleigenschappen blijven derhalve vrijwel constant. Tevens blijkt dat in langsrichting de vorm van het verbrandingskanaal vrijwel parallel blijft aan de oorspronkelijke vorm.

Deze techniek, die overeenkomt met het verbrandingsproces in „hybride” raketmotoren, behoudt de eenvoud en betrouwbaarheid van het oorspronkelijke H_2O_2 -systeem, hoewel er enige beperkingen aan zijn verbonden voor wat betreft de brandduur en het verwisselen van brandstofpatronen.

De straalsimulatie, zoals die thans bij het NLR is ontwikkeld, bestrijkt een groot gebied van simulatie-eisen, en is gebleken een betrouwbaar hulpmiddel te zijn bij het windtunnelonderzoek.

Geleiding van ELDO-raketten

Een belangrijk aspect van de werkzaamheden voor de ELDO-organisatie wordt gevormd door het onderzoek op het gebied van geleiding en besturing.

De geleiding van de Europa I-raket, die vanaf de basis Woomera in Australië gelanceerd wordt, geschiedt door middel van radiocommando's vanuit een station op het schiereiland Gove in Noord-Australië. Radarinstallaties van dit station volgen de overvliegende raket tot op het tijdstip dat de satelliet wordt afgestoten. Een digitale rekenmachine berekent uit de radarsignalen de gevlogen baan. Wijkt deze van de gewenste baan af, dan berekent de computer een correctie op de stand van de raket (dus op de richting van de stuwkracht). Deze correctie wordt via een commandozender naar de raket gezonden. Het besturingsmechanisme aan boord zorgt voor de uitvoering van de correctie. De berekening van de standcorrectie geschiedt volgens een z.g. optimale geleidingswet, d.w.z. op zodanige wijze dat een foutieve baan met minimaal brandstofverbruik wordt gecorrigeerd.

Een belangrijk deel van het geleidings- en besturingssysteem wordt

gevormd door een gyroscopisch standreferentiesysteem. Dit legt een gemeenschappelijk, ruimtevast coördinatenstelsel vast ten opzichte waarvan de stand en de standcorrecties van de raket worden voorgeschreven en de baan wordt berekend. Een aan dit gyroscopisch plateau gekoppelde programma-eenheid, welke in Nederland door van der Heem Electronics werd ontwikkeld, schrijft de nominale stand van de raket als functie van de tijd voor. Programma-eenheid en gestabiliseerd plateau vormen samen het „attitude reference and programme unit” (ARPU).

Zoals reeds in voorgaande jaarverslagen werd vermeld, draagt het NLR de systeemverantwoordelijkheid voor het ARPU, hetgeen inhoudt: het vaststellen van de primaire ontwerpgrontheden d.m.v. systeemstudies, systeembeproeving van het geïntegreerde systeem, vluchtvoorbereiding en begeleiding van het systeem op de lanceerbasis. Ook in het verslagjaar werden de installaties voor de vlucht F 7 op de schommeltafel in de Noordoostpolder beproefd en was een NLR-medewerker bij de vluchtvoorbereiding in Woomera betrokken. Bij een dergelijke systeembeproeving wordt o.m. onderzocht of de verschillende onderdelen van de installatie die op verschillende plaatsen in Europa zijn ontwikkeld (t.w. Engeland, Duitsland, Nederland) zonder onderlinge nadelige beïnvloeding samenwerken. Voorts is het vaststellen van de systeemnauwkeurigheid die zo nauw samenhangt met de baannauwkeurigheid een voornaam aspect van het onderzoek. Bij de beproeving in de Noordoostpolder wordt een vlucht, althans wat de raketdynamica betreft, zo getrouw mogelijk nagebootst. Fig. 6

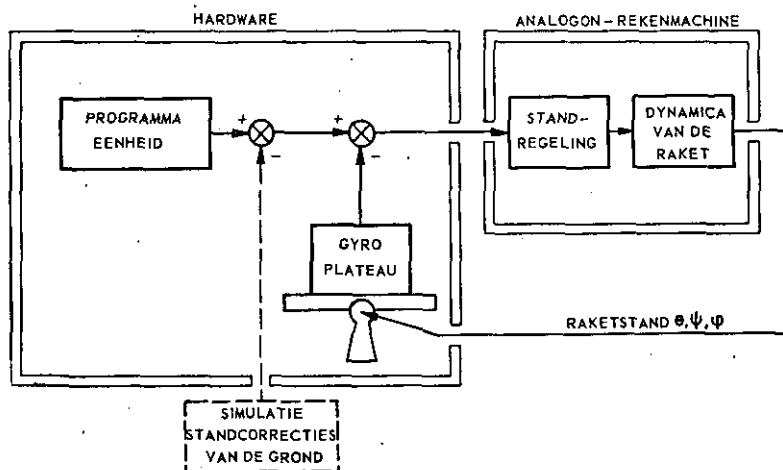


Fig. 6.

geeft schematisch de proefopstelling weer. In de loop van de ontwikkeling van het ARPU zijn de proeven een zeer nuttige zeef gebleken.

De bij sommige systemen aan het licht getreden problemen kunnen worden samengevat in drie categorieën:

- fouten die samenhangen met storing in de communicatie tussen de verspreid liggende bedrijven. Hieronder valt b.v. het verkeerd interpreteren van tekenafspraken waardoor bepaalde signalen een verkeerde polariteit hadden, hetgeen zou resulteren in een onstabiele standregeling.
- het niet voldoen aan nauwkeurigheidseisen.
- storingen van elektrische of mechanische aard.

De problemen van de eerste en tweede categorie traden vooral op tijdens de beginfase van de ontwikkeling.

De derde categorie vertoonde geen bepaalde voorkeursperiode.

De werkzaamheden met betrekking tot het ARPU zullen in 1969 ten einde lopen. Dit hangt samen met de overgang naar een nieuw type geleidingssysteem dat zal worden gebruikt voor de thans in ontwikkeling zijnde Europa II-raket. Aan het radiogeleidingssysteem kleeft het nadeel dat de raketbaan steeds ongeveer over het geleidingsstation moet lopen. Dit houdt een aanzienlijke beperking in ten aanzien van de baankeuze. In feite kon men vanuit Woomera slechts in ongeveer noordelijke richting lanceren.

Vrije keuze van de lanceerrichting werd overigens ook beperkt door de aanwezigheid van bevolkingscentra. Deze overwegingen, gevoegd bij de eis dat voor het lanceren van satellieten in een equatoriale baan (zoals communicatiesatellieten) een basis bij de evenaar vereist is, hebben geleid tot de keuze van Kourou in Frans Guyana als de lanceerbasis voor de Europa II-raket. Om flexibiliteit in lanceerrichting te verkrijgen werd een systeem voor traagheidsgeleiding gekozen. Bij een dergelijk systeem geschiedt de baanbepaling geheel aan boord zodat een geleidingsstation op de grond niet meer nodig is.

Een traagheidsgeleidingssysteem bestaat eveneens uit een gyroskopisch gestabiliseerd plateau waarop een drietal versnellingsmeters geplaatst is waarvan de gevoelige assen onderling loodrecht op elkaar staan. Een digitale rekenmachine aan boord integreert de gemeten versnellingen één- en tweemaal tot snelheid, resp. afgelegde weg. De aldus berekende baan wordt, op dezelfde wijze als bij radiogeleiding, vergeleken met de gewenste baan en uit het gevonden verschil wordt een standcorrectie berekend. Fig. 7 geeft een vereenvoudigd blok-schema van het systeem weer. Dit systeem wordt door een internatio-

naal team van bedrijven uit Engeland, Duitsland, Italië en Nederland ontwikkeld. Het NLR is verantwoordelijk voor de beproeving van het geïntegreerde systeem.

Bij deze beproeving worden allereerst de verscheidene subsystemen afzonderlijk getest waarna het geheel wordt samengebouwd. De testopstelling van het geïntegreerde systeem is zodanig opgezet, dat het

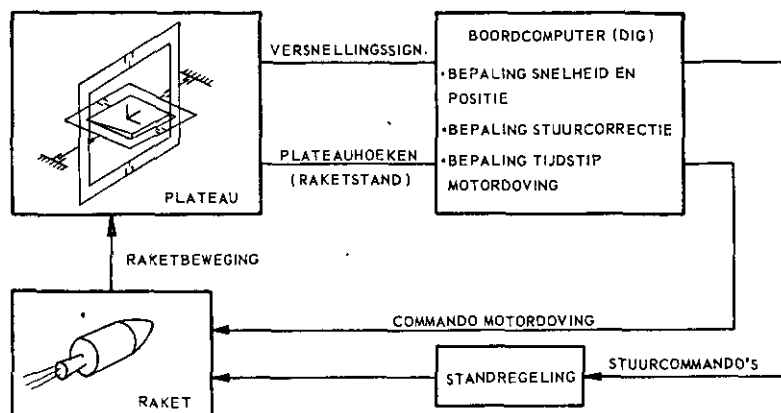


Fig. 7.

geleidingssysteem, afgezien van trillingen, dezelfde dynamische omstandigheden „voelt” als in de werkelijke vlucht. Hierdoor wordt een zo natuurlijk mogelijke signaaloverdracht gewaarborgd, zodat een goed beeld van de prestaties wordt verkregen.

In fig. 8 is het principe van de beproeving weergegeven. Het gyroscopisch plateau met de versnellingsmeters is op de bewegingssimulator (schommeltafel) geplaatst, welke de rotatiebewegingen van de raket om drie assen uitvoert. De lineaire versnellingen die de raket ondergaat, worden gesimuleerd door de versnellingsmeters te bekrachtigen met een „torquerstroom”, waarvan de grootte wordt berekend op grond van de dynamische bewegingen die de raket tijdens de vlucht ondergaat. Op deze wijze reageren de versnellingsmeters op dezelfde wijze als in een werkelijke vlucht. De geleidingscomputer berekent op grond van de gevonden baan de stuurcommando's voor het standregelsysteem van de raket, dat op een analogon-rekenmachine wordt gesimuleerd; ook de rotatie- en translatiebewegingen van de raket worden op deze rekenmachine nagebootst. De aldus berekende rotaties worden naar de schommeltafel gevoerd, terwijl uit de berekende vluchtversnellingen in de accelerometer torque current and

conditioning unit (ATCU) nauwkeurige „torquerstromen” worden gegenereerd, welke aan de versnellingsmeters worden toegevoerd. Op deze wijze wordt een volledig gesloten geleidings- en besturingskring verkregen. De ontwikkeling van de ATCU die bij het NLR tot

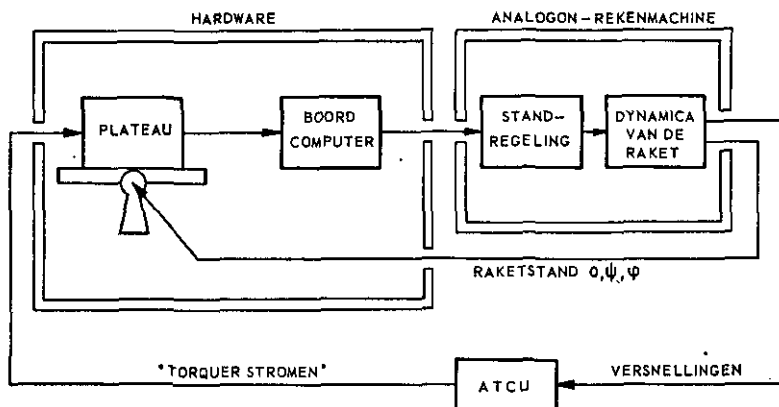


Fig. 8.

stand kwam, werd in het verslagjaar afgesloten. Van dit apparaat wordt een zeer grote nauwkeurigheid en stabiliteit vereist, aangezien het de versnellingsmeters met een nauwkeurigheid van $10^{-4}g$ à $10^{-5}g$ moet bekrachtigen. Bij de eerste proeven aan het eind van het verslagjaar bleek dat aan de gestelde specificaties was voldaan.

I.v.m. het grote aantal meetgegevens en de vereiste nauwkeurigheid is uitgegaan van automatische, digitale registratie op een bandrecorder. Hiervoor is een speciaal 24-kanaals aftast- en digitalisatieapparaat aangeschaft. Via een speciaal computerprogramma kunnen de gegevens op de CDC 3300 snel worden verwerkt en tabellarisch of in grafiekvorm worden weergegeven.

Een eerste serie proeven met het prototype van het geleidingssysteem werd in de herfst van het verslagjaar uitgevoerd. Deze proeven hadden speciaal tot doel problemen met betrekking tot de testopstelling en het geleidingssysteem tijdig te onderkennen en de testprocedures aan de praktijk te toetsen. De opgedane ervaringen leidden tot verscheidene verbeteringen en in 1969 kan worden begonnen met de beproeving van de eerste vluchtinstallatie van het traagheidsgeleidingssysteem dat in de vlucht F9 als „passagier” zal meevliegen.

Onderzoeken ten behoeve van in uitvoering zijnde projecten

Het aërodynamische onderzoek ten behoeve van de Fokker F 28 werd afgesloten met de rapportering over de uitgevoerde windtunnelonderzoeken. De bezettingsgraad van de windtunnels bleef echter nagenoeg op hetzelfde peil door opdrachten van het nederlandse instituut voor vliegtuigontwikkeling (NIV), van de european space vehicle launcher development organisation (ELDO) en van enkele buitenlandse vliegtuigindustrieën.

Zo gaf het NIV opdracht voor windtunnelonderzoek in de LST aan een halfmodel van de VFW 614 met straalnabootsing door middel van waterstofperoxyde en perslucht, het laatste ten behoeve van de nabootsing van de bij dit vliegtuig toegepaste by-pass motor. Een aanvang werd gemaakt met de vervaardiging van windtunnelmodellen waarmede een deel van het windtunnelprogramma bij het NLR zal worden uitgevoerd.

Ook is onderzoek verricht aan een twee-dimensionaal vleugelmodel met een neusspleetklep („slat”). Hiervoor werd een bestaand F 27-vleugelmodel omgebouwd. Doel van dit onderzoek was meer inzicht te verkrijgen in de mogelijkheden tot verbetering van de start- en landingsprestaties van transportvliegtuigen in het algemeen.

De werkzaamheden ten behoeve van ELDO omvatten evenals vorig jaar de coördinatie van alle aërodynamische aspecten van de door deze organisatie ontwikkelde of te ontwikkelen draagraketten alsmede de uitvoering van windtunnelonderzoek hiervoor. In het kader van eerstgenoemde activiteiten zijn de normaalkrachtsverdelingen op het ELDO-A-voertuig berekend aan de hand van eerder uitgevoerde krachten- en drukkenmetingen en vervolgens geëxtrapoleerd naar niet gemeten getallen van Mach en invalshoeken. Voor de baanberekening van de op aarde terugvallende tweede trap zijn de benodigde aërodynamische coëfficiënten bepaald. Verder zijn rapporten opgesteld over metingen tijdens de vlucht die in aërodynamisch opzicht van belang kunnen zijn en over programma's en methoden voor de berekening van stromingsvelden en warmteoverdracht.

Het experimenteel onderzoek omvatte krachtenmetingen in de HST aan een model met boosters in het snelheidsgebied $Mach = 0,7 - 1,36$. Eveneens in de HST zijn zowel stationaire als instationaire drukverdelingen, krachten en momenten gemeten op een dwars aangestroomde cirkelcylinder teneinde meer inzicht te verkrijgen in de stromingsverschijnselen om raketvormige lichamen bij dwarswind.

Onderzoekingen van meer algemene aard

Naast het werk dat rechtstreeks gericht is op de ontwikkeling van vliegtuigen en ruimtevoertuigen vindt meer algemeen gericht theoretisch en experimenteel onderzoek plaats. Dit algemeen speurwerk geschiedt enerzijds in opdracht van belanghebbende instellingen, met name waar het onderwerpen betreft die in de nabije toekomst van betekenis kunnen zijn voor de vliegtuigontwikkeling en het vliegtuiggebruik, anderzijds als eigen speurwerk gericht op de vergaring van basiskennis, de ontwikkeling van nieuwe meet- en berekeningsmethoden, alsmede de uitbreiding van de uitrusting voor het laboratorium. Een groot deel van dit theoretisch en experimenteel onderzoek omvat het ontwikkelen van berekeningsmethoden en het verschaffen van gegevens omtrent stromingsvelden en luchtkrachten voor praktische doeleinden, zoals de evaluatie en het ontwerpen van vliegtuigen, de interpretatie van windtunnelmetingen, etc.

Stationaire stromingen

Veel aandacht wordt besteed aan methodieken voor het berekenen van drukverdelingen op vliegtuigconfiguraties, meer in het bijzonder op vleugelprofielen en vleugels, in aanliggende stationaire subkritieke stroming. Getracht wordt hierbij uitgaande van de oplossing voor het twee-dimensionale geval, die voor het drie-dimensionale te vinden. De in het verslagjaar uitgevoerde werkzaamheden hadden met name betrekking op het verbeteren van de in gebruik zijnde methode Weber-Küchemann, die voor vleugels met draagkracht in samendrukbare stroming onbevredigende resultaten gaf. Geconstateerd werd dat dit voornamelijk te wijten was aan het op onvoldoende wijze in rekening brengen van de samendrukbaarheid van de lucht. Ontwikkeling en invoering van een semi-empirische formule voor de samendrukbaarheidscorrectie gaf niet alleen betere resultaten voor de drukverdeling, maar ook een belangrijke bekorting van de rekentijd. Deze verbeterde versie van de methode Weber-Küchemann wordt de „hybride methode” genoemd. Bij het programmeren van de hybride methode voor vleugelprofielen en vleugels met draagkracht, werden zowel bij twee- als drie-dimensionale stromingen numerieke moeilijkheden ondervonden bij profielen met een gecompliceerde welvingslijn. Voor twee-dimensionale stromingen konden deze inmiddels worden opgelost.

Gewerkt werd tevens aan de ontwikkeling van methoden en het opstellen van rekenmachineprogramma's voor het omgekeerde probleem n.l. het bepalen van de welvingsverdeling van profielen en vleugels uit een gegeven belastingsverdeling met behulp van de gelinea-

riseerde dragende-vlak theorie. Het programma voor de berekening van profielen kwam gereed.

Teneinde meer inzicht te verkrijgen in de problemen die zullen moeten worden opgelost alvorens het mogelijk is subsonische stromingen om vleugel-romp combinaties te kunnen berekenen is een oriënterend onderzoek uitgevoerd naar de invloed van drie-dimensionale effecten op de drukverdeling.

Hierbij werd voor een oneindig lange cirkelcilinder, welke loodrecht wordt doorgesneden door een oneindig lange rechte wervel, de snelheidsverdeling in het stromingsveld bepaald met de analytische methode van Lennertz en met een op het NLR ontwikkelde numerieke methode, de z.g. „NLR-methode”. De resultaten vertonen een goede overeenstemming. De NLR-methode werd ook toegepast op eindige vleugel-romp combinaties, waarbij de resultaten van berekende en gemeten drukverdelingen zeer goed met elkaar overeenkwamen.

Indien men bij de berekening van de stroming om vleugels met behulp van potentiaal theoretische methoden correcties voor de invloed van de viscositeit van de lucht wil aanbrengen, dan dient de grenslaagverdringingsdikte aan boven- en onderzijde van de vleugel bepaald te worden. Hiertoe worden moderne berekeningsmethoden, te weten die van Nash en van Bradshaw voor twee-dimensionale turbulente grenslagen, onderzocht. De berekende resultaten stemden in eerste instantie niet geheel overeen met op het NLR aanwezige gegevens, verkregen uit het windtunnelonderzoek aan quasi-elliptische profielen. Nagegaan wordt in hoeverre dit een gevolg is van onnauwkeurigheden in de voorspelling van de plaats van het omslagpunt van laminaire naar turbulente grenslaagstroming. Om de ontwikkeling van drie-dimensionale berekeningsmethoden voor turbulente grenslagen met kans op succes ter hand te kunnen nemen bestaat een duidelijke behoefte aan meer experimentele gegevens.

De werkzaamheden met betrekking tot het berekenen van stationaire supersonische stromingsvelden om omwentelingslichamen, door middel van differentie- en karakteristiekenmethoden werden voortgezet. Een praktisch en snelwerkend karakteristiekenprogramma voor routineberekening van stromingen om rompen met een willekeurige axiaalsymmetrische vorm kwam voor gebruik gereed.

Het bestaande programma voor het berekenen van de stroming om stompe neuzen werd geschikt gemaakt voor het uitvoeren van berekeningen bij laag-supersonische snelheden (vanaf Mach $\sim 1,5$).

De studie van differentiemethoden voor het berekenen van het supersonische deel van de stroming om enkelvoudige lichamen, is gericht op een methode waarbij kunstmatig de viscositeit in rekening wordt gebracht ter behandeling van discontinuïteiten die in het stromingsveld kunnen optreden. Een tweede orde differentieschema in twee

variabelen werd opgesteld en geprogrammeerd voor het geval van een axiaalsymmetrische stroming. De hiermee verkregen resultaten zijn nog niet geheel bevredigend en worden verder geanalyseerd.

Instationaire stromingen

Ook in het afgelopen jaar werd veel onderzoek verricht om de kennis omtrent de voor het flutteronderzoek zo belangrijke instationaire luchtkrachten te vergroten. Hierbij was de aandacht vooral gericht op het hoog-subsonen en transsonen snelheidsgebied. Zo werden in dit snelheidsgebied gedetailleerde instationaire drukverdelingen gemeten aan een drietal pijlvleugels, waarvan één met roer. Door deze metingen, die voor een deel in opdracht werden verricht, is belangrijk materiaal ter beschikking gekomen voor het bestuderen van het gedrag van vleugels in compressibele stroming met en zonder schokgolven.

Bij het onderzoek van de beide vleugels zonder roer is er voor gezorgd dat bij eenzelfde trillingsfrequentie steeds twee verschillende trillingsvormen konden worden opgewekt. Het doel hiervan is de door het NLR ontwikkelde methode, waarbij, uitgaande van de gemeten drukverdeling voor één trillingsvorm, die voor een willekeurige trillingsvorm voorspeld kan worden, voor hoog-subsonen en transsonen stroming te beproeven.

Om de ernst van de wandinvloed bij het meten van instationaire luchtkrachten in windtunnels met gesleufde wanden na te gaan zijn de metingen aan een der pijlvleugels en aan het model met roer zowel in de pilottunnel (meetplaats $0,42 \times 0,55 \text{ m}^2$) als in de HST ($2,00 \times 1,60 \text{ m}^2$) uitgevoerd. Uit de resultaten is gebleken dat zowel de stationaire als de instationaire drukverdelingen nagenoeg identiek zijn, hetgeen betekent dat, althans in de windtunnels van het NLR, de wandinvloed voor dit type metingen te verwaarlozen is.

Bij het onderzoek van het model met roer is extra aandacht besteed aan een nauwkeurige meting van het drukverloop nabij de voor- en zijrand van het roer. Hierdoor is voldoende inzicht verkregen om met goed gevolg een computerprogramma voor het berekenen van instationaire drukverdelingen op drie-dimensionale vleugels met roer te kunnen ontwikkelen.

Ter voorbereiding hiervan werden diverse problemen aan het limietgeval voor een twee-dimensionale vleugel met trillend roer bestudeerd. Een programma voor het berekenen van de drukverdeling op een dergelijke configuratie in subsonen stroming kwam gereed en kon worden getoetst aan eerder verricht theoretisch en experimenteel werk.

Aangezien in het hoog-subsonen en transsonen snelheidsgebied de stationaire hoofdstroming niet langer als uniform mag worden beschouwd, werd gepoogd het niet-uniforme karakter van de hoofd-

stroming in rekening te brengen. Aan het einde van het verslagjaar resulteerde dit streven in een rekenprogramma waarmee met inachtneming van het niet-uniforme stationaire stromingsveld de drukverdeling over een twee-dimensionale vleugel met trillend roer in hoogsubsonische stroming kon worden bepaald.

Quasi-elliptische profielen

De studie van transsonische stromingsvelden om profielen werd voortgezet. Dit onderzoek is er vooral op gericht langs theoretische en experimentele weg een beter inzicht te verkrijgen in de verschijnselen die zich in dit snelheidsgebied afspelen.

Het standaardprogramma voor de berekening van symmetrische quasi-elliptische profielen zonder draagkracht kwam gereed, evenals een atlas met tabellen van een tiental profielen die bij het testen van dit programma zijn berekend. Het experimentele onderzoek van deze profielen in de pilottunnel gaf een zeer goede bevestiging van de theoretische resultaten; het onderzoek werd voltooid met de bestudering van het gedrag onder „off design” omstandigheden, en het effect van grenslaagcorrecties.

De berekening van quasi-elliptische profielen met draagkracht wordt voortgezet. Het beschikbare rekenprogramma leverde echter profielvormen op met een zeer kleine kromtestraal van de neus, die niet geschikt zijn voor praktisch gebruik. Er is derhalve een aanvang gemaakt met een onderzoek naar de mogelijkheden tot uitbreiding van de theorie welke in eerste instantie gericht is op het vergroten van de neuskromtestraal en het verbeteren van de profielvorm.

Tevens is een onderzoek ingesteld naar de invloed van speciaal gegenereerde verstoringen op de stroming in een vrijwel schokvrij supersoon gebied rond een quasi-elliptisch profiel. Hierbij kon met behulp van slierten- en schaduwfoto's worden aangetoond dat de verstoringen dit supersone gebied passeren zonder dat de stabiliteit van de stroming wordt aangetast.

Vergelijking van windtunnelmetingen met metingen in de vrije vlucht

Onderzoek werd uitgevoerd met betrekking tot het vaststellen van de verschillen tussen de resultaten van metingen in de windtunnel en die van metingen in de vrije vlucht. Gezocht wordt naar wegen om de verschillen zo klein mogelijk te houden, terwijl ook wordt gewerkt aan het ontwikkelen van correctie- en extrapolatiemethoden.

In opdracht van het NIV en in samenwerking met Fokker wordt een vergelijking gemaakt van de resultaten van windtunnelmetingen aan modellen van en vliegproeven met de F 28. Deze vergelijking heeft

voorschands betrekking op de grootheden C_L , $C_{L_{\max}}$ en C_m . Het C_L - α verband voor een aantal klepuitslagen, alsmede de waarden van $C_{L_{\max}}$ kwamen inmiddels beschikbaar voor vergelijking.

Aangezien bij metingen in windtunnels gebruik wordt gemaakt van schaalmodellen spelen z.g. schaaffecten een belangrijke rol. De studie van het schaaffect is dan ook van groot belang voor het verbeteren van de nabootsing van vluchtomstandigheden op de grond. In het verslagjaar werd een uitvoerige literatuurstudie over de invloed van de getallen van Mach en Reynolds op de maximale draagkracht en het overtrekgedrag van vleugels afgesloten. De studie van het schaaffect op de loslating van de stroming in het transsone snelheidsgebied leidde tot een beter inzicht in de invloed van het schaaffect op de schokgolf-grenslaag interactie. Omdat de profielvorm een belangrijke invloed heeft wordt de bruikbaarheid onderzocht van een duitse methode om door middel van berekening van drukverdeling en grenslaag op een profiel Reynolds-effecten te voorspellen en eventueel aan te geven hoe deze indien mogelijk, door een andere keuze van het omslagpunt, kunnen worden vermeden.

Behalve door schaaffecten wordt de nabootsing van vluchtomstandigheden in windtunnels beïnvloed door de aanwezigheid van de tunnelwanden. Tunnelwandeffecten worden dan ook uitgebreid bestudeerd, zowel theoretisch als experimenteel. In de LST is een onderzoek uitgevoerd naar de invloed van aanblazen en afzuigen van de tunnelwandgrenslaag ter plaatse van de aansluiting model-wand. Voor dit onderzoek werd het twee-dimensionale F 28-vleugelmodel gebruikt. Het is mogelijk gebleken met genoemde methoden de wandinvloed belangrijk te verminderen. Het onderzoek van methoden voor het berekenen van de tunnelwandinvloed bij metingen aan V/STOL-modellen werd voortgezet. Hierbij werden enige oriënterende proeven uitgevoerd met provisorische vleugelmodellen, waarbij draagkracht werd opgewekt door middel van een straalklep resp. een hefstraal. Ook is veel aandacht besteed aan middelen, zoals b.v. het modificeren van de tunnelwanden, die zouden kunnen leiden tot vermindering van de tunnelwandinterferentie bij V/STOL-modellen.

Van de kleine onderzoekingen samenhangend met het meten in windtunnels kan nog worden genoemd het vergelijkend onderzoek van een drietal bestaande methoden voor het bepalen van de weerstand uit zogmetingen. Dit onderzoek geschiedde aan de hand van beschikbare metingsresultaten van grenslaagonderzoek aan een quasi-elliptisch profiel zonder draagkracht.

Hypersoon stromingsonderzoek

Met het oog op de voorbereiding van een hypersonne installatie -

waarbij de gedachten uitgaan naar een „guntunnel” met voorverhitte loop – zijn diverse stromingsverschijnselen die hierin kunnen optreden onderzocht met behulp van de op het NLR aanwezige schokbuis. De aandacht was hierbij onder meer geconcentreerd op de interactie van schokgolven, dit in verband met het creëren van gunstige omstandigheden voor het toepassen van het z.g. „gereflecteerde schoktunnel principe”. Speciaal de condities van het gas waarbij een gereflecteerde schokgolf het scheidingsvlak van het aandrijvende en aangedreven gas kan passeren zonder opnieuw gereflecteerd te worden, zijn van belang. („tailored interface operation”). Behalve aan de stromingsverschijnselen is ook aandacht besteed aan de bij dergelijke installaties benodigde instrumentatie. Met betrekking tot dichtheidsmetingen biedt een Mach-Zehnder interferometer de meeste perspectieven. Voor het meten van totale-drukken is met behulp van een piëzo-electrische drukopnemer een kleine buis voor meting van de totale-druk ontwikkeld en beproefd. Het onderzoek van de meting van totale-temperaturen omvatte het vervaardigen, beproeven en ijken van bolvormige sondes met „hot films”. In het stuwpunt van deze sondes kan de warmteoverdracht worden gemeten en met behulp hiervan de totale-temperatuur van de stroming worden bepaald.

Verbrandings- en voortstuwingsonderzoek

Op het gebied van verbranding en voortstuwing worden nog een aantal facetten van het verbrandingsproces tussen vaste brandstoffen en ontleed waterstofperoxyde bestudeerd in verband met toepassingsmogelijkheden voor straalsimulatie bij modellen in windtunnels. Het onderzoek omvat de invloed van vernauwingen in het brandstofkanaal op de ontsteking van een motor, de invloed van langere brandtijden op de afbrandgeometrie alsmede bestudering van de invloed van schaalvergroting en -verkleining, resp. grotere en kleinere afmetingen van raketmotoren op de geleverde stuwkrachten. Bij een onderzoek aan een proefmotor werd aangetoond dat rotaties geen invloed hebben op de afbrandsnelheid.

CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

In het verslagjaar werd wederom een groot gedeelte van de capaciteit aangewend voor de beproeving van de F 28-vleugels in opdracht van het NIV en in nauwe samenwerking met Fokker. Op de vleugel TA-06, die bestemd is voor de statische beproeving, werd met goed gevolg de definitieve „ultimate load” proef uitgevoerd waarbij een belastingsfactor van 1,58 werd bereikt zonder dat bezwijken of

ernstige plastische deformatie optrad.

Met de uitvoering van het programma voor de vermoeiingsbeproeving op de vleugel TA-07 werd een begin gemaakt. De vleugelconstructie werd bestudeerd in verband met het opstellen van een uitgebreid inspectieprogramma, dat voorziet in een dagelijkse inspectie op scheuren in de buitenzijde van de constructie, en na iedere 5000 vluchten in een grote inspectie, waarbij ook de constructie inwendig op scheuren wordt gecontroleerd. Aan het einde van het verslagjaar waren ca. 44000 vluchten gesimuleerd dank zij een beproeving gedurende 18 uur per dag. De beproeving verliep tot volle tevredenheid en wordt verder voortgezet.

Voorafgaand aan en tijdens de vermoeiingsproef zijn nog spanningsmetingen op ca. 120 plaatsen van de vleugelconstructie uitgevoerd. De resultaten waren in goede overeenstemming met de metingen op de TA-06 vleugel.

Eveneens in het kader van het F 28-project werd in opdracht van de RLD een groot aantal rapporten gekeurd betreffende de sterkteberekening van diverse constructiedelen van het vliegtuig. Naast bovengenoemde werkzaamheden werd het algemeen speurwerk op het gebied van constructies en materialen voortgezet hetgeen moge blijken uit het hiernavolgende.

Belastingen op luchtvaartuigen

Een studie werd gemaakt van de laterale remousbelasting op staartvlakken in T-configuratie. Hierbij zijn de bewegingsvergelijkingen van een vliegtuig opgesteld voor de bepaling van de responsies op zijwaartse remous en rolremous. Ook is bezien hoe met behulp van spectraalanalyse een in de praktijk hanteerbaar belastingsgeval kan worden gedefiniëerd.

Statische sterkte en stijfheid van constructies

Vorbereidende werkzaamheden vonden plaats in verband met de ontwikkeling van standaardprocedures voor het berekenen van gecompliceerde vliegtuigconstructies met behulp van elementenmethoden. Gepoogd zal worden een computerprogramma van vrij algemene aard op te stellen waarmee vliegtuigconstructies kunnen worden doorgerekend.

In verband met het toekomstige onderzoek van de sterkte en de stijfheid van constructies onder invloed van aërodynamische verhitting is voor het ontwerpen van proefstukken een rekenprogramma ontwikkeld en geprogrammeerd. Het is mogelijk met dit programma

warmteoverdracht door geleiding, convectie en straling in de berekening te betrekken. De berekende temperatuurverdelingen komen in zodanige vorm beschikbaar dat zij direct bruikbaar zijn voor het uitvoeren van een warmtespanningsberekening met behulp van elementenmethoden.

Gewerkt wordt aan de ontwikkeling van een numerieke berekeningsmethode voor de bepaling van de draagkracht van verstijfde panelen en sandwichpanelen. In het kader hiervan werd aandacht besteed aan de toepasbaarheid van elementenmethoden op niet-lineaire problemen (knik, plasticiteit).

Het onderzoek naar de statische sterkte van lichtmetalen plaatproefstukken met één rij gaten werd voltooid. Het is gebleken dat de resultaten van dit onderzoek niet verklaard kunnen worden op statistische gronden. Bij alle proefstukken was namelijk de breuksterkte van een plaat met één rij gaten (betrokken op de netto doorsnede) minstens gelijk en meestal groter dan de breuksterkte van een plaat met 1 gat en een breedte gelijk aan de gatafstand bij de plaat met meer gaten. Uit statistische overwegingen zou het tegenovergestelde verwacht moeten worden. Voorts bleek dat de sterkte van een 2024-T3 plaat met één of meer rijen gaten (berekend op de netto doorsnede) alleen dan kleiner is dan de treksterkte indien de spanningsconcentratiefactor relatief hoog is.

Kerftraaiheid en reststerkte

Ter verificatie van een breukcriterium wordt fractografisch onderzoek uitgevoerd van „dimple”-grootte en de breukrek van insluitsels. Enkele gekerfde proefstaven werden onderworpen aan een trekproef onder het microscoop. Hierbij werd geconstateerd dat insluitsels met afmetingen van 5–10 μ breken bij een rek van 6%. Kleinere insluitsels laten waarschijnlijk los uit de matrix.

Het reststerkteonderzoek van gescheurde panelen met twee verstijvers kwam gereed. Aan de hand hiervan werd onder meer een criterium opgesteld om te bepalen of een verstijver in staat is een onstabiel groeiende scheur te stoppen. Aan panelen met verschillende configuraties en verschillende scheurlengten zijn rekmetingen uitgevoerd. Met behulp van de verkregen resultaten zal het verloop van de belastingsconcentratiefactor van de verstijvers als functie van de scheurlengte worden bepaald, hetgeen van belang is voor de keuze van de initiële scheurlengte bij de panelen die voor het hieropvolgende reststerkteonderzoek zullen worden gebruikt. De initiële scheurlengte zal namelijk zo gekozen worden dat een aantal panelen volledig bezwijkt zodra de scheurgroei onstabiel wordt, terwijl bij de overige panelen de onstabiel groeiende scheur zal stoppen bij de verstijver.

Vermoeiing

In het kader van het fractografisch en microscopisch onderzoek naar het ontstaan en de groei van vermoeiingsscheuren werd een eerder gevonden verband tussen scheurgroeisnelheid en groeilijnafstand systematisch onderzocht. Dit verband is lineair (1 groeilijn in 1 wisseling) zolang de scheurgroeisnelheid laag is. Bij hoge scheurgroeisnelheid treedt bij insluitsels statische breuk op, waardoor de waargenomen scheurgroeisnelheid hoger is dan overeen zou komen met de groeilijnafstand. Om na te gaan welke betekenis insluitsels hebben voor het ontstaan van een vermoeiingsscheur is een serie vermoeiingsproeven gestart op proefstukken met gebroken insluitsels. Voorts zijn op omvangrijke schaal replica's van vermoeiingsbreuken onderzocht. In het kader van AGARD-activiteiten wordt een analyse uitgevoerd van de beschikbare gegevens omtrent vermoeiing bij een veranderlijke wisselbelasting. Een inventarisatie van deze gegevens werd gemaakt met behulp van een vragenlijst die aan de deelnemende landen werd toegezonden.

In opdracht van het european office of aerospace research van de USAF werd een omvangrijk onderzoek uitgevoerd naar de invloed van belastingswisselingen met een kleine en met een zeer grote amplitude op de scheurgroei in 2024-T3 en 7075-T6 plaatmateriaal bij vlucht simulatieproeven. Het eindrapport over dit onderzoek bevat een uitvoerige analyse van de verkregen resultaten, terwijl aanbevelingen werden gedaan enerzijds voor de wijze van uitvoering van scheurgroei proeven op grotere constructies, anderzijds voor aanvullend meer fundamenteel gericht onderzoek.

Met betrekking tot het onderzoek van de vermoeiingseigenschappen van verbindingen kan het gereed komen van de vermoeiingsproeven met geprogrammeerde belasting op twee-rijige geklonken lapnaadproefstukken vermeld worden. De resultaten voor verschillende klinkprocedures werden onderling vergeleken.

Temperatuurinvloed

Bij het onderzoek van de invloed van de temperatuur op de eigenschappen van materialen en constructie-elementen zijn de resultaten van elders verrichte verouderingsproeven op 7075-materiaal geanalyseerd en gecorreleerd met een temperatuur-tijd parameter. Voor het uitvoeren van berekeningen is een computerprogramma opgesteld.

Spanningscorrosie

Een literatuurstudie is uitgevoerd van de spanningscorrosie van tita-

nium onder invloed van natte chloriden. Hierbij kwam naar voren dat scheurinitiatie zeer moeilijk is, maar tevens dat de groei van de op andere wijze ontstane scheur zeer snel verloopt. Een experimenteel onderzoek op het gebied van „stress-corrosion cracking” wordt voorbereid.

Naast de bovengenoemde werkzaamheden kunnen nog een aantal werkzaamheden genoemd worden die qua karakter niet in vorengaande indeling passen.

Met de vermoeiingsbeproeving van de gelijkde proefstukken die resp. twee en drie jaar op het dak van het NLR-gebouw aan de weersinvloeden blootgesteld zijn geweest, werd het vergelijkend onderzoek op een drietal Amerikaanse lijmen met een hardingstemperatuur van ca. 120° afgesloten.

Een onderzoek is in uitvoering naar de invloed van variaties in de warmtebehandeling (oplossend gloeien, afschrikken, verouderen) op resp. de scheurgroei-, vermoeiings-, reststerkte- en spanningscorrosie-eigenschappen van smeedstukken die vervaardigd zijn uit de Amerikaanse legering 7079. Op de spanningscorrosieproeven na is het experimentele programma afgewerkt.

Een onderzoek naar de invloed van plastische deformatie na het homogeen gloeien en voorafgaand aan de natuurlijke en kunstmatige veredeling op de eigenschappen van 2024-plaatmateriaal kwam vrijwel gereed. De verkfaring voor de gevonden resultaten is evenwel niet goed mogelijk zonder een betere kennis van de metaalstructuur die wordt verkregen door de toegepaste koude rek en de veredeling. Met behulp van het electronenmicroscop (folieonderzoek) worden hieromtrent gegevens verzameld.

Vliegmechanica en vliegtuiggebruik

Vliegmechanica

Voorzover de capaciteit dit toeliet is het algemeen speurwerk voortgezet. In de laatste jaren is veel aandacht besteed aan de langsstabiliteit van een vliegtuig, dat bij de nadering van het vliegveld een vliegbaan met constante baanhoek volgt, de z.g. „speed stability”. Het doel hiervan is een criterium te vinden om door middel van vliegproeven de desbetreffende eigenschappen van een vliegtuig te beoordelen. De speed stability-eigenschappen van een vliegtuig spelen n.l. een belangrijke rol bij het streven naar verlaging van de zichtlimieten bij de landing. Na het experimenteel onderzoek dat is uitgevoerd met zeven verschillende typen vliegtuigen, werd overgegaan tot een theoretisch onderzoek aan de hand van een mathematisch model voor de

regelkring vliegtuig-vlieger in de naderingsvlucht. Getracht zal worden daarbij een verband te leggen tussen de eigenschappen van het vliegtuig en het oordeel van de vlieger. Als maatstaf voor de beoordeling van de speed stability wordt hiertoe de beschikbare marge in de mate van terugkoppeling van een aantal bewegingsgrootheden (standhoek, snelheid, hoogte) naar het besturingssysteem (hoogteroer, motoren) gebruikt. Deze marge wordt op grond van de aan de stabiliteitseigenschappen van het regelsysteem te stellen eisen bepaald. Numerieke berekeningen werden uitgevoerd voor een tweetal vliegtuigtypen. In het bovengenoemde model van de regelkring werd tot dusver geen rekening gehouden met de omstandigheid dat de besturing door de vlieger geen continu, maar een intermitterend karakter heeft, dat wil zeggen dat de corrigerende stuursignalen bepaald worden op grond van met zekere tijdsintervallen gedane waarnemingen (bemonstering) door de vlieger. Voor de verschillende bewegingsgrootheden kan de bemonsteringsduur verschillend zijn. In verband met dit intermitterend karakter van de besturing werd een studie gemaakt van „sampled data“-systemen en werden de resultaten hiervan toegepast op enkele geschematiseerde gevallen, waarvoor de invloed van de bemonsteringsduur op de stabiliteit van de regelkring vlieger-vliegtuig werd berekend. Met behulp van een analogon-rekenmachine werd een systeem onderzocht waarbij intermitterende besturing werd toegepast.

Een ander onderwerp van studie vormen de regeltechnische principes die in automatische systemen van moderne vliegtuigen worden toegepast voor besturing, stabilisatie en navigatie. Met name wordt hierbij aandacht besteed aan beoordelingsmethoden voor de stabiliteit van de combinatie vliegtuig-stuurautomaat. Ook wordt de principiële werking van de meest essentiële componenten van de stuurautomaat beschouwd en worden de methoden beschreven waarop de signalen aan de gestelde doeleinden, b.v. door filtering, kunnen worden aangepast. Het onderzoek geschiedt mede aan de hand van beschikbare gegevens van in de praktijk toegepaste stuurautomaten.

Bij het snel en laag vliegen in een turbulente atmosfeer ondervindt de vlieger moeilijkheden die samenhangen met de z.g. „riding qualities” van het vliegtuig. Reeds eerder werd een aanvang gemaakt met het onderzoek naar de mogelijkheden tot beoordeling van deze eigenschappen bij bestaande vliegtuigtypen, enerzijds aan de hand van eenvoudige meetvluchten, anderzijds op grond van de vliegtuigkarakteristieken. Bij dit onderzoek zijn achtereenvolgens vliegproeven uitgevoerd met het Queen Air- en met het Hunter-laboratoriumvliegtuig. Hierbij werden normaal- en dwarsversnellingen, alsmede de hoogteroerhoek gemeten en geregistreerd. De resultaten van de vliegproeven met het Hunter-vliegtuig bij het vliegen in remous op geringe hoogte met hoge snelheid, zijn zowel analoog als digitaal verwerkt tot energiespectra.

De analoge verwerking geschiedde met behulp van het instrument for statistical analog computation (ISAC). Het voornemen bestaat in de toekomst bij dergelijke metingen de signalen te registreren op magneetband, gezien het voordeel dat deze wijze van registratie biedt ten aanzien van geheel automatische uitwerking van de metingen.

In opdracht van de RLD werd een studie verricht ten behoeve van het opstellen van een voorschrift voor de dynamische langsstabiliteit van vliegtuigen. Hierbij werden met name de eisen beschouwd, die gesteld moeten worden aan de z.g. snelle slingering, welke na een verstoring van de evenwichtstoestand van het vliegtuig optreedt. De resultaten hiervan werden door de RLD in de vorm van een „working paper” gepresenteerd op de 8ste vergadering van het ICAO airworthiness committee.

In samenwerking met de hoofdafdeling stromingen werd een begin gemaakt met de vergelijking van de resultaten van windtunnelmetingen en vliegproeven. Voor het verslag hierover wordt naar het hoofdstuk „Stromingen, verbranding en voortstuwing” verwezen.

Werkzaamheden ten behoeve van de Fokker F 28 en F 27

In opdracht van het NIV werd ook dit jaar weer intensieve medewerking verleend bij de vliegbeproeving van de drie prototypen van het F 28-vliegtuig. Een groot aantal vluchten werd uitgevoerd ten behoeve van prestatie metingen en de bepaling van vliegeigenschappen in verband met de certificatie van het vliegtuig. Op het hooggelegen vliegveld Torrejon bij Madrid werden 425 starts, landingen en „accelerate-stops” gemeten, teneinde de prestaties en het gedrag van het vliegtuig onder de daar heersende condities te leren kennen en tevens om het vliegproevenprogramma tijdens de in Nederland minder voor vliegproeven geschikte periode te kunnen voortzetten. Andere meetvluchten hadden betrekking op de certificatie van het statische-drukmeetsysteem, van de automatische piloot en van het airconditioningsysteem. Uitzichtmetingen, meting van de drukverdeling in de motorinlaat, temperatuur- en drukmetingen aan het bleed-air systeem, metingen aan het onderstel, het statische-druksysteem, het richtingsroer en aan de auxiliary power unit (APU) werden eveneens uitgevoerd. Dank zij een grondige voorbereiding ten aanzien van de voor de proeven gebruikte meet- en registratieapparatuur en van de rekenprogramma's voor het uitwerken van de meetgegevens, konden de resultaten snel worden verwerkt en aan Fokker worden afgeleverd.

Eveneens werd aan Fokker assistentie verleend bij de certificatiemetingen van de verlengde versie van de F 27 en van een F 27-vliegtuig met een stuurautomaat van frans fabrikaat.

Vliegtuiggebruik

In opdracht van de RLD werd een onderzoek ingesteld naar de doorstart van het DC 9-vliegtuig met uitgevallen motor. Tijdens „type-recurrent” trainingen op de KLM-trainingssimulator voor dit vliegtuig werden een 50-tal registraties verzameld van gesimuleerde „overshoots”, geïnitieerd door motorstoring tijdens de laatste fase van de nadering (short-final). Deze overshoot eigenschappen werden gecontroleerd door het uitvoeren van een vliegproef met het ware-grootte vliegtuig. Hierbij is getracht zo goed mogelijk de effecten van het uitvallen van een motor op „short-final” na te bootsen. Een echte „flame-out” kon in verband met de veiligheid niet worden uitgevoerd. De resultaten van deze vliegproef toonden aan dat er een aanzienlijk verschil bestond tussen het verloop van de overshoot voor het ware-grootte vliegtuig en de simulator, zodat de met deze laatste verkregen resultaten niet als representatief kunnen gelden. Met name het onregelmatige verloop van de vlieghoogte, zoals dit zich met de simulator voordeed, trad bij de vliegproef niet op. Een aantal oorzaken voor de geconstateerde verschillen kon worden aangegeven.

Aan de KLM wordt assistentie verleend bij het aanschaffen en in bedrijf stellen van een airborne integrated data system (AIDS) voor drie DC 9-vliegtuigen. In eerste instantie werd een studie gemaakt van de te gebruiken transducers, waarbij zowel de reeds in het vliegtuig aanwezige als de nieuw aan te brengen transducers werden beschouwd. Nagegaan wordt welke aanpassingen noodzakelijk zijn in verband met het gebruik van deze transducers in combinatie met AIDS.

Eveneens in opdracht van de KLM vond een vergelijking plaats van wijzer- en „vertical tape”-motorinstrumentatie met behulp van een speciaal door het NLR voor dit doel opgebouwde simulator. Bij dit onderzoek dat een ergonomisch karakter had bleek dat vertical tape motorinstrumenten de voorkeur verdienen. Het onderzoek had tot doel een verantwoorde keuze van instrumenten mogelijk te maken ten behoeve van de door de KLM aan te schaffen Boeing 747-vliegtuigen. Ook Swiss Air en SAS hebben de KLM in deze keus gevolgd.

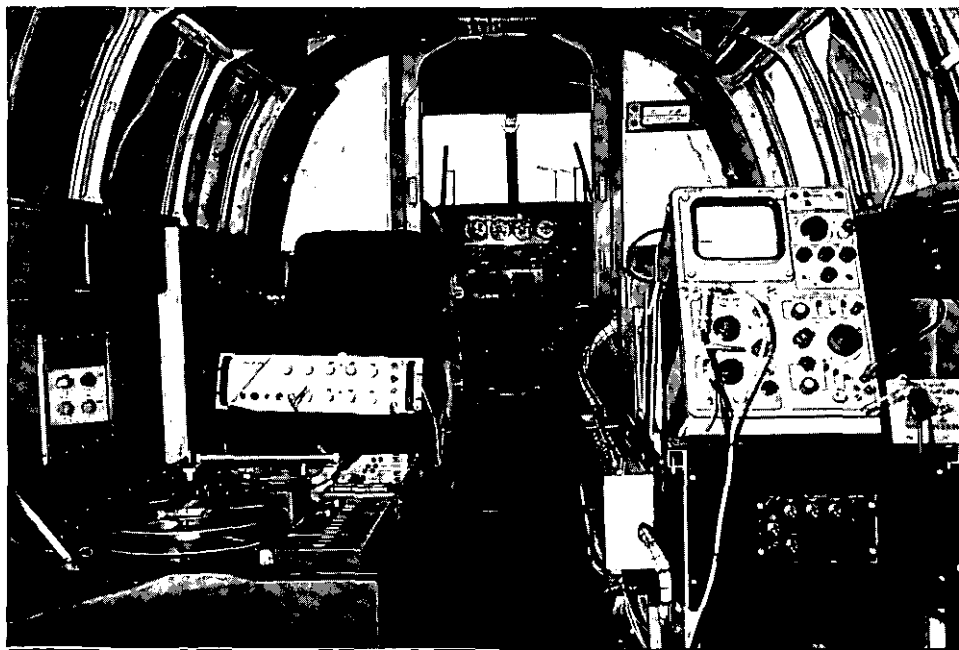
In opdracht van de RLD werd medewerking verleend bij het leveren van nederlandse bijdragen aan het werk van de international civil aviation organization (ICAO). Zo werden ten behoeve van de werkzaamheden van het obstacle clearance panel van deze organisatie op Schiphol met behulp van radar* ca. 4000 aanvliegbanen van binnenkomende vliegtuigen onder diverse weersomstandigheden geregistreerd. Na verwerking zullen deze gegevens mede worden gebruikt voor aanvulling en rationalisatie van de bestaande obstakelvoorschriften.

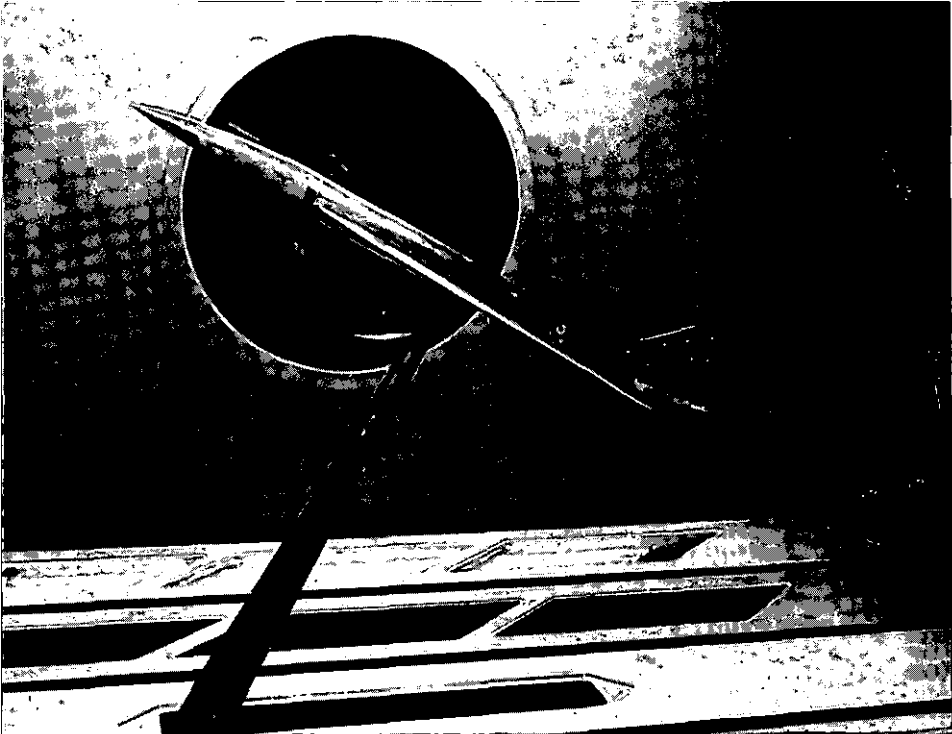
* De radarapparatuur werd met bedieningspersoneel welwillend beschikbaar gesteld door de Koninklijke Landmacht.



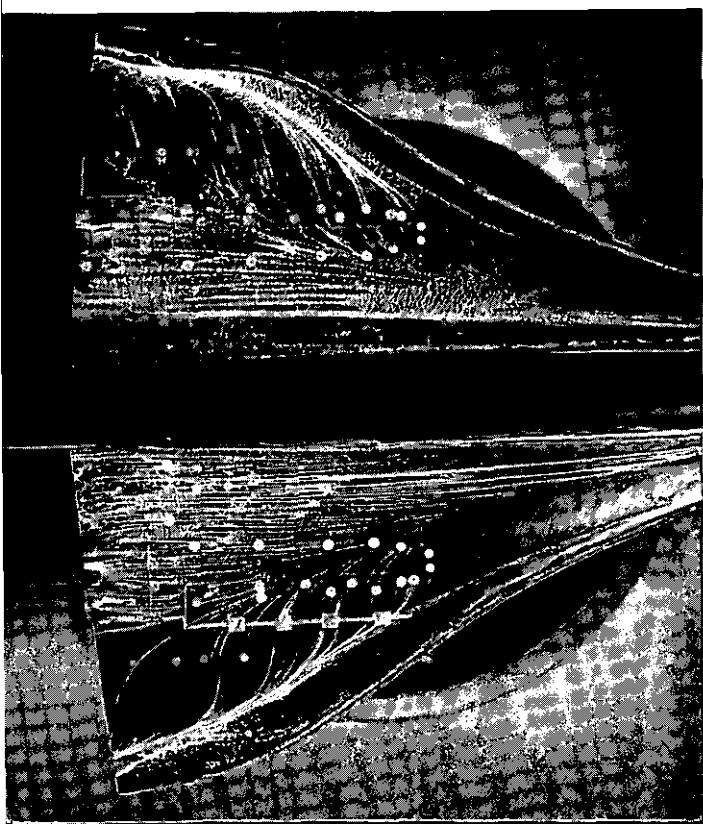
Het Beechcraft Queen Air-laboratoriumvliegtuig met speciale apparatuurgondel

In het vliegtuig is de overige meet- en registratieapparatuur opgesteld

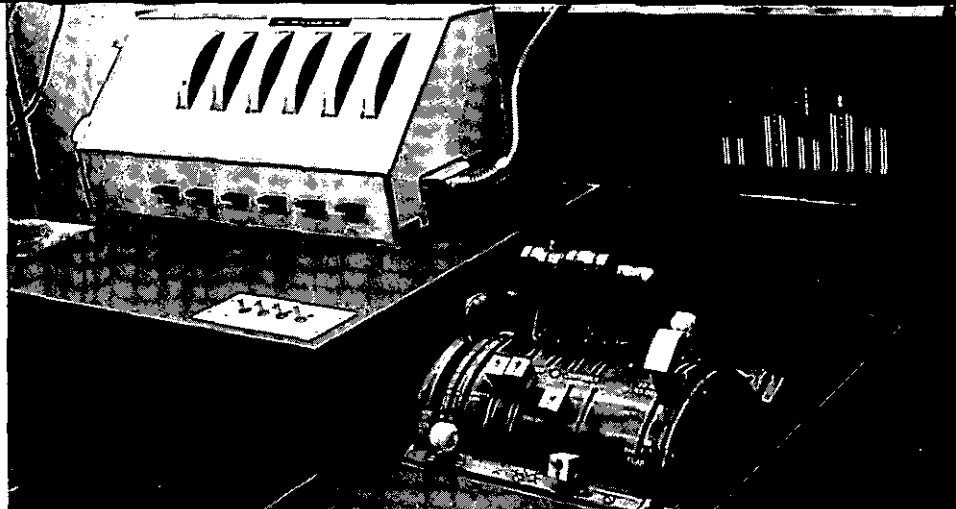




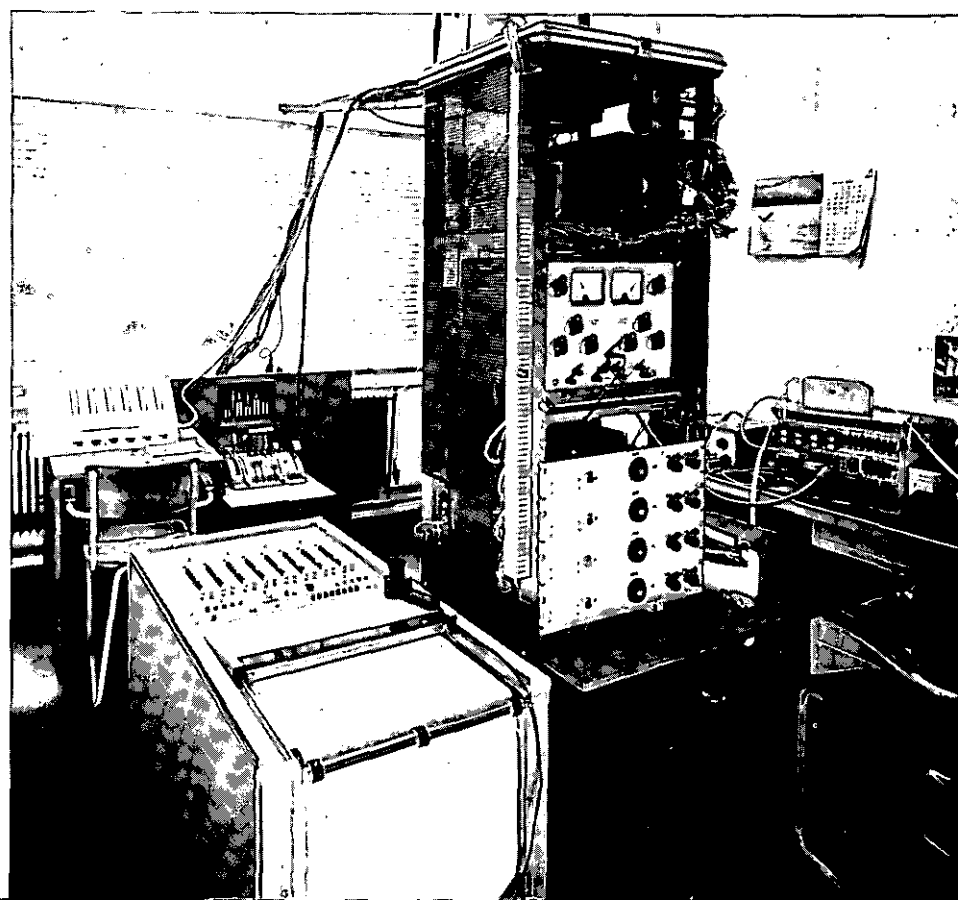
Beproeving van het op een subsone staak gemonteerde Concorde model (1 : 45) in de HST

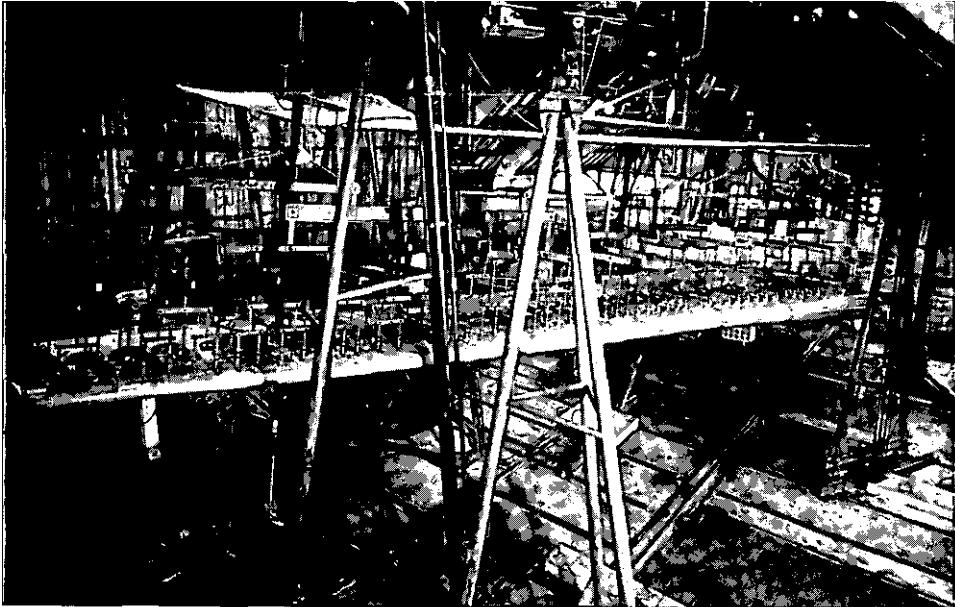


Met behulp van olie wordt in de HST de stroming in de grenslaag zichtbaar gemaakt (Concorde 1 : 60; $Ma = 0,25$; tunneldruk = 4 atm.abs.)

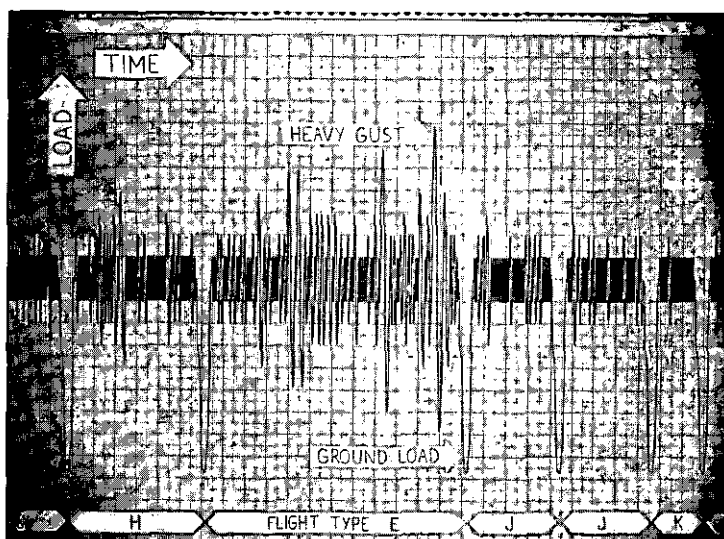


De motorinstrumenten met verticale schalen, de gashefbomen en een speciale „task simulator”, gebruikt bij het onderzoek naar de doelmatigheid van motorinstrumenten met conventionele (ronde) schaal in vergelijking tot instrumenten met verticale schaal (z.g. „vertical tape instruments”)



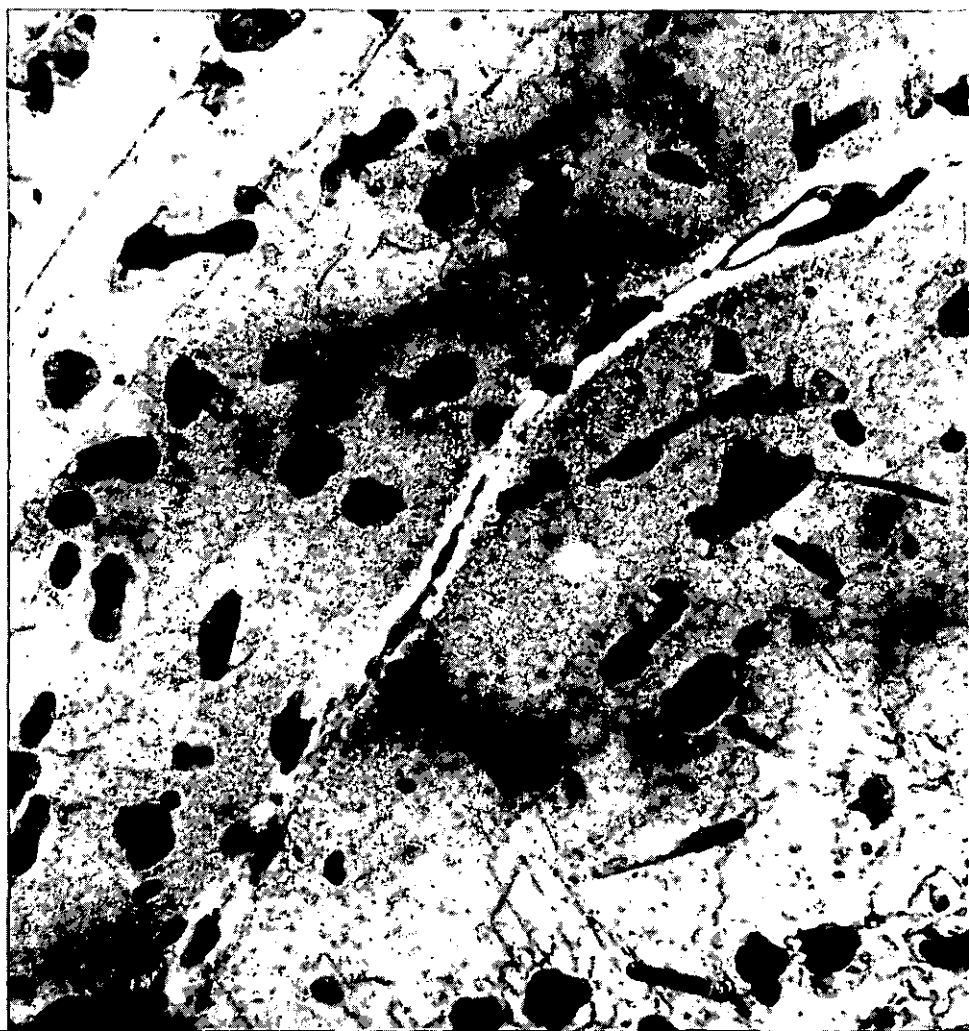


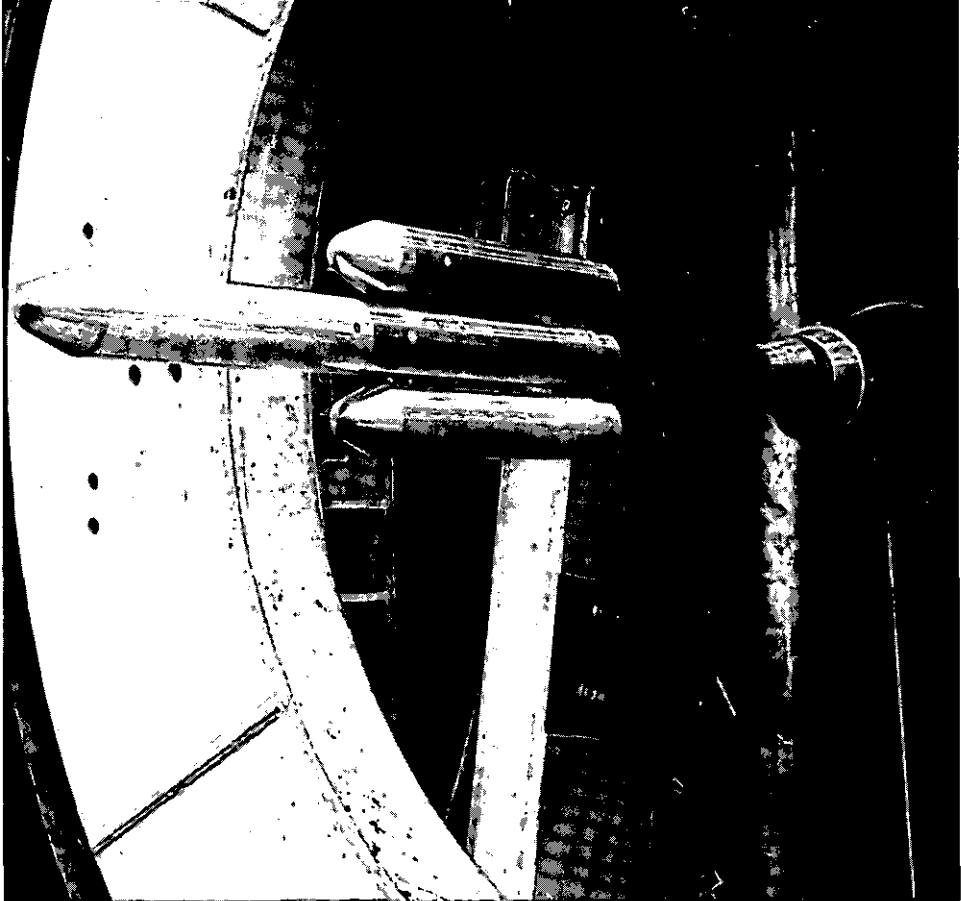
Vermoeingsproef op de vleugel van de Fokker F 28 in het laboratorium van het NLR in de Noordoostpolder. Hier de stuurboordzijde van de opstelling. De luchtkrachten (o.a. remous) worden via „denneboomstelsels” over de vleugel verdeeld. Ook de belastingen van de landingskleppen en het onderstel worden nagebootst



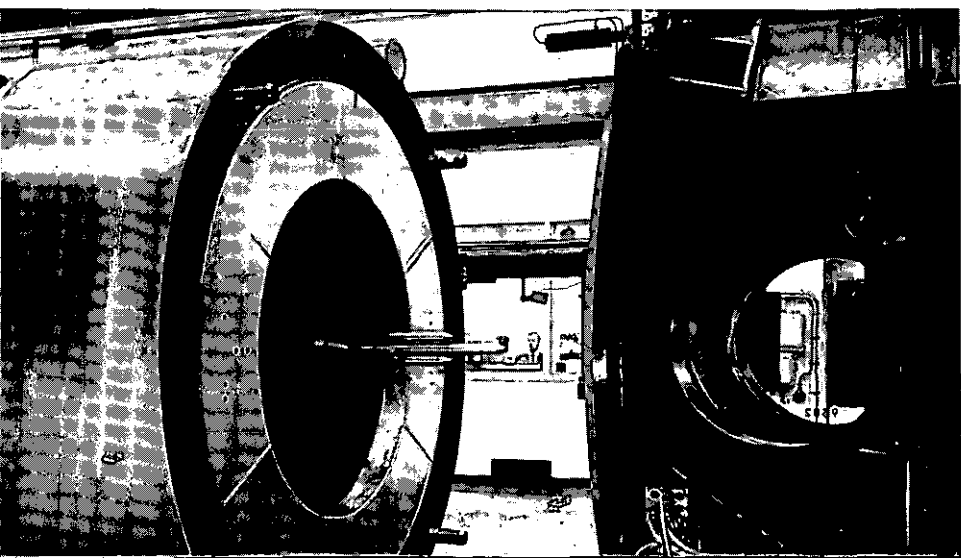
Bij de vermoeingsproef worden vluchten nagebootst. De registratie laat o.a. een vlucht met slecht weer zien (E) en een vlucht met mooi weer (K). Er worden 10 verschillende weertypen nagebootst. Eind 1968 waren 60.000 vluchten uitgevoerd. De proef wordt voortgezet

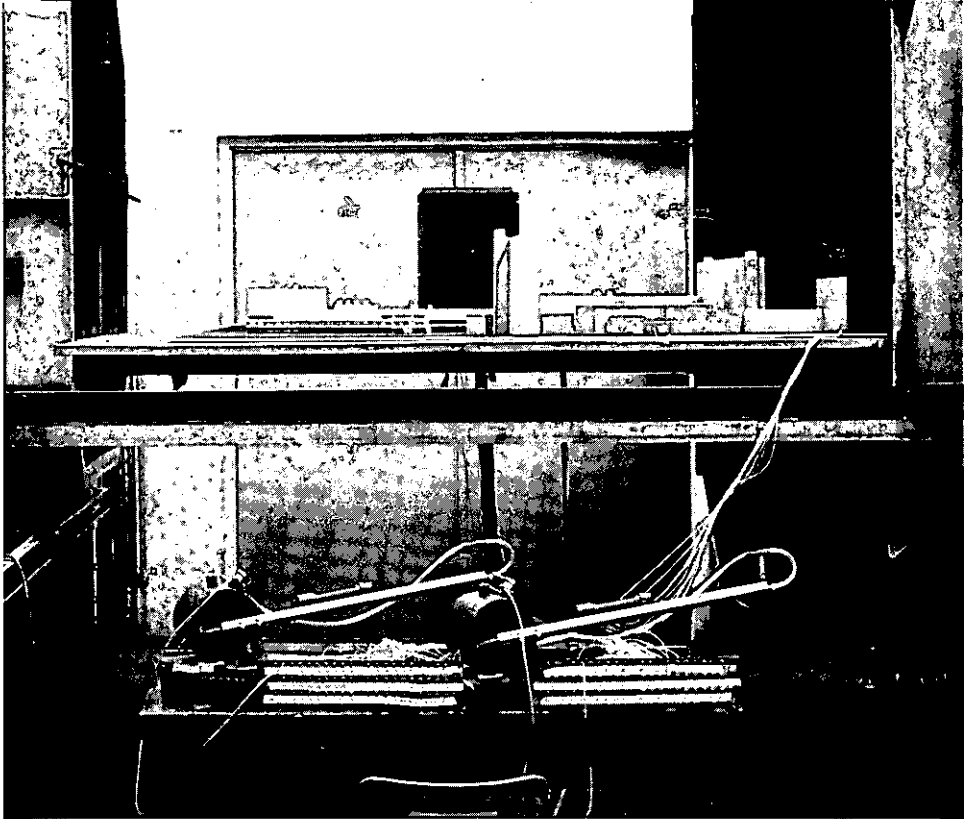
De warmtebehandeling van dural smeedstukken. Onderzocht wordt welke behandeling tot een optimale combinatie leidt van sterkte, vermoeiingseigenschappen, kerftaaiheid en weerstand tegen spanningscorrosie. De materiaalstructuur wordt daarbij onderzocht met het elektronenmicroscop (transmissie-onderzoek aan dunne folies). Het onderstaande beeld toont insluit-sels (zwart), een korrelgrens, dislocaties en precipitaten in de matrix. De korrelgrenszone is vrij van precipitaten, wat belangrijk is i.v.m. de weerstand tegen spanningscorrosie. Vergroting 34.000 $\times$





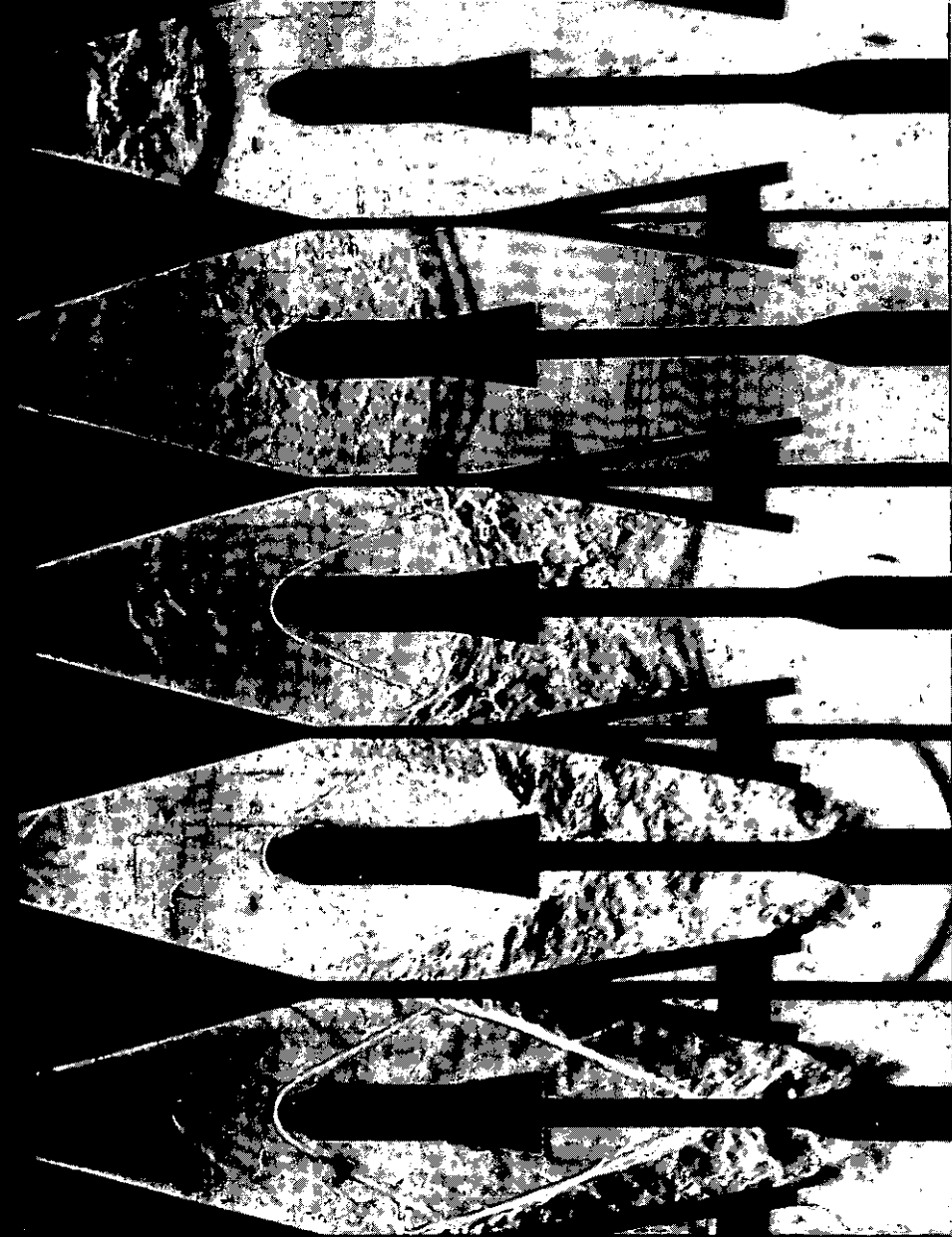
Model van „Europa III” met twee Blue Streak boosters in de SST uitgerust met twee 6-componenten balansen voor krachtenmetingen.





Twee voorbeelden van niet-luchtvaarttechnische research in de lage-snelheid tunnel van het NLR: windbelastingsonderzoek op het gebouwencomplex van de medische faculteit te Rotterdam en (onder) rookhinderonderzoek van een tanker.





Het startproces in de Mach 5 schoktunnel in de Noordoostpolder gefotografeerd met intervallen van 0,001 seconde.

Verder kan in dit verband worden genoemd de studie van separatieproblemen bij het transatlantisch luchtverkeer, in opdracht van de RLD, die plaatsvindt in het kader van de activiteiten van de north atlantic systems planning group (NAT SPG).

Deze studie, die wordt uitgevoerd in nauwe samenwerking met het royal aircraft establishment (RAE) omvat de verwerking en analyse van metingen ter bepaling van de laterale afwijkingen van vliegtuigen tijdens operationele vluchten alsmede de bestudering van methoden voor het bepalen van de botsingskans bij verkleining van de horizontale en verticale separatie. De bevindingen van het NLR werden door de RLD in de vorm van „working papers” voorgelegd aan de vierde en vijfde vergadering van de NAT SPG.

Eveneens in opdracht van de RLD werden met behulp van radar een aantal starts alsmede de daaropvolgende uitvliegbanen geregistreerd. De RLD heeft behoefte aan deze gegevens, onder meer voor het onderzoek naar mogelijkheden tot beperking van lawaaihinder. Met de uitwerking van deze gegevens is een begin gemaakt.

Het ten behoeve van de RLD uitgevoerde onderzoek betreffende het meten van de windstructuur op een hoogte van 3 m werd afgesloten. Gebleken is dat windstructuurmeting op routinebasis nog niet goed uitvoerbaar is. Dit onderzoek vormt een deel van de nederlandse bijdrage aan een door de ICAO ingesteld onderzoek naar de beveiliging van landingen onder cat. II/III condities.

In het kader van een statistisch onderzoek ten behoeve van de international air transport association (IATA) en de ICAO zijn in totaal aan zes KLM-vliegtuigen van het type DC 8 de plaatsingsfouten van het statische-druk meetsysteem (voor hoogtebepaling) gemeten met behulp van de „statische kegel”.

RUIMTEVAART

Werkzaamheden ten behoeve van de ELDO

Evenals in voorgaande jaren vond bij het NLR de beproeving plaats van het geïntegreerde standreferentiesysteem, het z.g. „attitude reference and program unit” (ARPU) op de drie-assige schommeltafel in combinatie met een analogon-rekenmachine. Dit standreferentiesysteem wordt ingebouwd om ervoor te zorgen dat het lanceervoertuig een voorgeschreven vliegbaan aflegt. Na de beproeving werden de eenheden verzonden naar Woomera (Australië), de lanceerbasis voor de ELDO-raketten.

Bij de aldaar uitgevoerde lanceringen was een NLR-medewerker belast met de coördinatie van de functionele ARPU-beproevingen vóór de lancering en de afhandeling van de vluchtgegevens erna. Deze werk-

zaamheden omvatten tevens het bestuderen van de telemetriegegevens met betrekking tot het ARPU teneinde de vluchtprestaties en de nauwkeurigheid hiervan vast te stellen. Hoewel bleek dat het systeem aan de gestelde specificaties had voldaan, werd het wenselijk geacht een meer gedetailleerde studie uit te voeren omtrent de invloed van de diverse foutenbronnen op de vliegbaan.

Voor toekomstige ELDO-voertuigen zal gebruik worden gemaakt van een volledig traagheidsgeleidingssysteem, d.w.z. een systeem van besturing dat naast gyroscopen gebruik maakt van versnellingsmeters. In opdracht van de firma Elliott, de hoofdaannemer voor de ontwikkeling van het traagheidsgeleidingssysteem, zal de beproeving hiervan door het NLR worden uitgevoerd, eveneens met behulp van schommeltafel en analogon-rekenmachine. Speciale apparatuur ten behoeve van deze beproeving werd ontwikkeld en aangeschaft. Ontwikkeld werden een generatoreenheid voor de bekrachtiging van de versnellingsmeters en een conditioneringseenheid om de bekrachtigingsstroom met grote precisie te kunnen meten. Dit geheel wordt aangeduid met „accelerometer torque current conditioning unit” (ATCU). Eveneens werd z.g. multiplexing apparatuur voor automatische registratie ontwikkeld. In verband met de digitalisatie van de metingsresultaten werd een 24-kanaals (12 bits) Benson-Lehner digitalisatie-apparaat aangeschaft. Voorts werd een simulatie-opstelling ontwikkeld en werden de bewegingsvergelijkingen en raketkarakteristieken op de analogon-rekenmachine geprogrammeerd. Ook werd een rekenprogramma in Fortran opgesteld voor de bepaling van de baan uit de tijdens de systeem-beproeving geregistreerde raketversnellingen. Aan het einde van het verslagjaar kon met de beproeving van de eerste traagheidsgeleidingseenheid worden begonnen.

De medewerking bij de ontwikkeling van het „perigee apogee system” (PAS) voor de ELDO-A-raket, met behulp waarvan een satelliet in een geostationaire of synchrone baan gebracht moet worden, omvatte voornamelijk studies met betrekking tot standmeting en standregeling. Deze hadden betrekking op de standbeperkingen van de satelliet bij het ontsteken van de apogeummotor, op een analyse van de taken van het grondstation, op het meetbereik van de gebruikte sensoren in afhankelijkheid van stand en positie, op het ontwikkelen van de operationele computerprogramma's voor het bepalen van de stand van de satelliet uit de sensorsignalen en op de invloed van uitleesfrequenties en uitleesnauwkeurigheid van sensorsignalen op de uiteindelijke nauwkeurigheid van de standgegevens. In aansluiting op deze werkzaamheden werd de ELDO-opdracht ontvangen tot het uitvoeren van een z.g. „mission simulation”, werkzaamheden op het gebied van de baanbepaling, van de standbepaling en van de bepaling van het optimale moment van satellietinjectie. Doordat de ELDO-ministersconferentie de omvang

van het PAS-project heeft beperkt, is de „mission simulation” komen te vervallen. De reeds aangevangen werkzaamheden zullen worden afgerond.

Voorts verzorgde het NLR de verspreiding onder de nederlandse ELDO-contractanten van de telemetriegegevens van de verschillende te Woomera uitgevoerde proeflanceringen.

Studie van een geleide sonde

Deze studie beoogt 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. Na voltooiing van de systeemanalyse werden meer gedetailleerde studies uitgevoerd van baanbepalingssystemen, beveiligingssystemen e.d. Ook werd een ontwikkelings- en bestedingsplan opgesteld voor het totale project. Aan het eind van het verslagjaar waren deze studies zover gevorderd dat een zinvolle systeemkeuze zal kunnen worden gedaan. Een uitvoerig samenvattend rapport wordt voorbereid. Enkele vergaderingen met de adviescommissie voor geleide sondes van de commissie voor geophysica en ruimteonderzoek (GROC) van de koninklijke nederlandse academie van wetenschappen droegen bij tot een beter begrip van de toepassingsmogelijkheden van een geleide sonde en van de wensen van de mogelijke gebruikers van dergelijke sonderingsraketten.

Astronomische nederlandse satelliet (ANS)

Het NLR nam als waarnemer deel aan besprekingen tussen het ministerie van economische zaken en de industrie, in verband met het verstrekken van een opdracht tot het uitvoeren van een voorstudie van een nederlandse astronomische satelliet. Overleg vond plaats met Fokker omtrent eventuele medewerking van het NLR indien tot de ontwikkeling van een dergelijke satelliet zou worden overgegaan.

Gebruik van ruimtevoertuigen

Een vergelijkende studie is uitgevoerd van de signaal-ruisverhoudingen, bij gebruik van verschillende modulatiemethoden, na detectie van het signaal.

Een begin is gemaakt met het thermisch-vacuüm onderzoek van eenvoudige modellen. Het doel van dit onderzoek is het leren kennen van de technieken voor het langs theoretische en experimentele weg voorstellen van de temperatuurverdeling in ruimtevoertuigen (warmtebalans.)

Enkele beperkte studies werden uitgevoerd op het gebied van navigatie en communicatie over lange afstand.

ONDERWERPEN VAN INFRASTRUCTURELE AARD

Informatiebehandeling en de uitvoering van rekenprocessen

De activiteiten op het gebied van computer-programmatuur hebben ertoe geleid dat een groot aantal standaardprocedures in ALGOL aan de bibliotheek kon worden toegevoegd.

De studie van programmeertalen voor numeriek bestuurd gereedschapsmachines is voortgezet.

Voor de verwerking van metingsresultaten van windtunnelonderzoekingen kwam een algemeen rekenprogramma gereed. Een systeem-analyse werd gemaakt van het gegevensvergaringsysteem van de pilottunnel en een begin is gemaakt met het schrijven van een Fortran-programma voor de verwerking van deze gegevens. Gewerkt wordt ook aan het opstellen van een algemeen verwerkingsprogramma „Instationaire metingen uitgevoerd met de dynamische drukregistratieapparatuur (DYDRA)”. Het programma voor de uitwerking van start- en landingsmetingen wordt geherprogrammeerd in ALGOL in verband met het gebruik van de CDC 3300.

Het onderzoek op het gebied van de registratie en analyse van fluctuerende meetgrootheden in de luchtvaarttechniek omvat digitale en analoge technieken ten behoeve van frequentie-analyse. In het kader hiervan werd aandacht besteed aan digitale filters met het oog op de toepassing van een dergelijk filter voor de baanbepaling van de geleide sonde. Ook is een uitgebreid onderzoek ingesteld naar de grootste nauwkeurigheid die bereikt kan worden met het z.g. „instrument for statistical analog computation” (ISAC).

Met het oog op toepassing bij digitale vluchtsimulatie wordt een onderzoek ingesteld naar numerieke methoden voor het oplossen van stelsels gekoppelde differentiaalvergelijkingen, die het gedrag van een na te bootsen vliegtuig beschrijven.

Toegepaste wiskunde

Op het gebied van numerieke berekeningsmethoden wordt aandacht besteed aan het oplossen van grote stelsels lineaire vergelijkingen. Deze spelen een beslissende rol bij het oplossen met behulp van differentie-methoden van partiële differentiaalvergelijkingen, die zowel in de aërodynamica als in de toegepaste mechanica (elementenmethoden) voorkomen.

In verband met hun belang voor het optimaliseren van de banen van vliegtuigen en ruimtevoertuigen worden numerieke methoden bestudeerd voor het oplossen van tweepunts-randwaardeproblemen bij gewone differentiaalvergelijkingen.

In het kader van de studie van optimaliseringstechnieken werd een literatuurstudie gemaakt van methoden voor het numeriek bepalen van het minimum van een functie met meerdere variabelen. De z.g. „generalised least squares methode” gaf bevredigende resultaten.

Electronica

Een begin is gemaakt met het bestuderen van electromagnetische interferentie in verband met het opstellen van eisen met betrekking tot testfaciliteiten en milieuspecificaties voor apparatuur en laboratorium-ruimten.

De groeiende omvang van het aantal nieuwe componenten, functionele schakelingen (o.m. geïntegreerde schakelingen) en verwerkingsmethoden hiervoor heeft het noodzakelijk gemaakt door middel van een systematisch onderzoek zich een oordeel te vormen over hun geschiktheid voor toepassing in de luchtvaart. Onder de benaming „kwaliteitszorg” is een begin gemaakt met het nader onderzoeken van de hiervoor in aanmerking komende aspecten. Aandacht werd besteed aan het verhogen van de betrouwbaarheid door het toepassen van „redundancy”. Ook is een studie gemaakt van de belangrijkste gebruiksnormen van een apparaat; de resultaten van deze studie werden vergeleken met de uitkomsten van een enquête onder deskundigen.

INDUSTRIEEL AERODYNAMISCH ONDERZOEK

Regelmatig werden werkzaamheden uitgevoerd voor niet bij de lucht- of ruimtevaart betrokken instellingen of ondernemingen waarbij gebruik werd gemaakt van de bij het NLR aanwezige aërodynamische kennis, windtunnels en meetapparatuur. In dit verband kunnen o.m. worden genoemd:

- het meten van winddrukken en onderzoek van windhinder aan modellen van gebouwen en gebouwencomplexen, recreatiegebieden e.d.
- het onderzoek van gassenafvoer uit fabriekshallen e.d.
- het onderzoek van de mogelijkheden van windafscherming van een kolenpark
- krachtenmetingen aan een model van een hefbrug.

TECHNISCHE OUTILLAGE

VOOR STROMINGSONDERZOEK

Algemeen

Bij het windtunnelonderzoek ten behoeve van de vliegtuigontwikkeling worden steeds hogere eisen gesteld aan de wijze waarop de tijdens het gebruik van het vliegtuig optredende omstandigheden in de windtunnel worden nagebootst, aan de betrouwbaarheid van de metingen en aan de nauwkeurigheid van de resultaten en de snelheid waarmee deze moeten worden geproduceerd.

Voor het onderzoek van velden met dwarsstromingen, conische werfels e.d. is het nodig de richting en grootte van de snelheid in elk punt snel en nauwkeurig te meten, zonder de stromingstoestand te beïnvloeden. In dit verband is de vonkoverslag-methode beproefd, ter bepaling van genoemde grootheden in een dikke turbulente grenslaag en in een tipwervel.

De eerder ontwikkelde dynamische drukregistratieapparatuur (DYDRA) – waarmee nagenoeg volledig geautomatiseerd een groot aantal gevers van wisselende en stationaire signalen (drukken, versnellingen etc.) kan worden afgetast, gemeten en op ponsband vastgelegd – functioneert naar behoren. Voor het meten en verwerken van niet-harmonische fluctuerende signalen is een meetketen ontwikkeld waarin o.a. de volgende functies zijn verwerkt: het versterken van signalen, het elektrisch integreren en het bewaken van de in- en uitgang van een 14-kanaals bandrecorder. Aan het door de fabrikant beschikbaar gestelde prototype-exemplaar van een acoustische scanivalve zijn metingen verricht. Hierbij bleek dat de bij de normale scanivalves optredende niet-lineariteit in de overdracht van wisselende drukken afwezig was. Verwacht wordt dat deze scanivalve zeer geschikt is voor het uitvoeren van instationaire drukmetingen.

Lage-snelheid tunnels

De werkzaamheden ten behoeve van de ontwikkeling van een windtunnel geschikt voor metingen van de aërodynamische eigen-

schappen bij lage snelheden aan modellen van normaal startende en landende moderne hoge-snelheid vliegtuigen als ook voor metingen aan modellen van V/STOL-vliegtuigen worden voortgezet. Twee buitenlandse ingenieursbureaus werden ingeschakeld voor adviezen bij het opstellen van een voorontwerp en van een kostenraming. De gewenste inwendige vorm van het omloopkanaal werd in hoofdzaak vastgelegd en aan een nederlands architectenbureau werd een studie opgedragen over de mogelijkheden alsmede de kosten van een uitvoering in beton teneinde een vergelijking te kunnen maken met die van een uitvoering in staal.

Trans- en supersonische tunnels

Vorbereidende werkzaamheden werden uitgevoerd in verband met het realiseren van een modelopstelling voor het meten van dynamische stabiliteitsafgeleiden in de HST. De hiermee samenhangende problematiek werd besproken met deskundigen van het cornell aeronautical laboratory, waar een soortgelijke modelopstelling in operationeel bedrijf is. Voorts kwamen de volgende uitbreidingen tot stand: de montagebok voor halfmodelbalansen, de uitbreiding van het digitale meetsysteem (SADIST), de mogelijkheid tot registratie van de keelstand op de ponsband.

De uitrusting van de pilottunnel werd uitgebreid met een verstelbare houder voor druksondes en een semi-automatisch meetapparaat voor het uitlezen van een of twee subscannerkanalen.

Het digitale meetsysteem voor de supersonische tunnels (SST en CSST) onderging een uitvoerige revisie en werd daarbij zodanig gemodificeerd dat flexibiliteit en bedienbaarheid belangrijk zijn vergroot.

Ten behoeve van de calibratie van de supersonische tunnels werd een nieuwe correctiemethode ingevoerd, die zeer bevredigende resultaten oplevert.

De standaardwijzing van het keelstuk van de CSST kwam gereed.

Hypersonische tunnels en schokbuizen

Op grond van de verrichte voorstudies werd geconcludeerd dat een guntunnel met voorverhitte loop de voor het NLR meest geschikte installatie is voor de inleiding tot experimenteel hypersonisch onderzoek. De uitwerking van plannen voor een dergelijke tunnel wordt voortgezet.

De schokbuis is omgebouwd tot een kleine schoktunnel voor studie van instrumentatie.

VOOR VERBRANDINGS- EN VOORTSTUWINGSONDERZOEK

Nagegaan is welke extra voorzieningen nodig zijn bij de geprojecteerde guntunnel om later supersoon verbrandingsonderzoek mogelijk te maken.

De beproeving van de drie-componenten proefbank voor kleine vaste brandstofraketten werd voortgezet.

De bestaande proefbank voor het onderzoek van het verbrandingsproces tussen vaste brandstoffen en ontleed H_2O_2 werd aanzienlijk verbeterd. Ook kunnen nu rekstrookbalansen worden ingebouwd.

VOOR ONDERZOEK OP HET GEBIED VAN CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

De omkeerinrichting voor het uitvoeren van trekproeven in de 200 t Avery-drukbank kwam gereed. De installatie werkt bevredigend.

In verband met de oriëntering ten behoeve van het vervangen van de verouderde belastingapparatuur door elektronisch gestuurde machines met terugkoppeling, is een onderzoek verricht naar de invloed van passieve netwerken en terugkoppeling van de stand van hulp- en hoofdregelventiel op het gedrag van een hydraulische vermoeiingsmachine. De stralerinstallatie voor materiaal- en sterkteonderzoek bij hoge temperaturen is afgeleverd en beproefd. In een eenvoudige proefopstelling zijn vast ingestelde zowel als met de tijd veranderende proefstuktemperaturen zeer nauwkeurig bereikt, ook bij aanwezigheid van geforceerde koeling.

VOOR VliegMECHANISCH ONDERZOEK

Laboratoriumvliegtuigen

Het Queen Air-vliegtuig werd voorzien van een ATC-transponder ten behoeve van de identificatie van het vliegtuig op de oscilloscoop van de RLD-verkeersleiding.

De oorspronkelijke VHF-radiocommunicatie installatie van het Hunter-vliegtuig, die niet meer aan de nieuwe RLD-voorschriften voldeed, werd geheel vervangen door moderne apparatuur.

Registratie-apparatuur voor vliegproeven

Na een vergelijkend onderzoek van magneetbandrecorders van klein formaat geschikt voor gebruik bij vliegproeven werd, mede op advies van het NASA, een tweetal recorders aangeschaft. In verband hiermee

vond een oriënterende studie plaats van de mogelijkheden om de bij het NLR aanwezige analoge (FM) apparatuur te gebruiken in combinatie met deze recorders.

Voortgegaan werd met het uitwerken van plannen voor een nieuw digitaal registratiesysteem voor vliegproeven waarvan ook de eerder genoemde recorders deel zullen uitmaken. Hierbij werd o.m. aandacht besteed aan de benodigde grondapparatuur en aan de eisen die aan de computer moeten worden gesteld. Enkele malen werd overleg gepleegd met de deskundigen van de guided weapons division van de british aircraft corporation (BAC).

Head-up display (HUD)

In verband met het onderzoek van moderne stuurhutuitrusting is een „head-up display” besteld. Dit is een systeem van visuele presentatie, waarbij gegevens die essentieel zijn voor de besturing van het vliegtuig in de sector van het windscherm vóór de vlieger worden geprojecteerd. Naar buiten kijkend kan men toch de benodigde informatie opnemen, hetgeen met name van belang is bij het starten en landen onder marginale weersomstandigheden. Een bij dit systeem toe te passen „air data computer” werd ontvangen.

Andere meetapparatuur

Uitgaande van de ervaring opgedaan met het „quick-look”-systeem, dat met succes wordt toegepast bij start- en landingsmetingen ten behoeve van de certificatie van het Fokker F 28-vliegtuig, is dit jaar gewerkt aan de ontwikkeling van een tweede „quick-look”-systeem met grotere elevatiehoek. De vervaardiging van dit apparaat werd ter hand genomen.

Radarhoogtemeters voor vliegproeven werden ontvangen en worden thans beproefd.

Bestaande telemetrie-apparatuur werd geschikt gemaakt voor de overdracht van rekstrooksignalen en voor gebruik op een draaiende rotor van een helikopter. Twee series vliegproeven en een daartussen uitgevoerde modificatie leidden tot goed bruikbare apparatuur.

Op grond van internationale besprekingen inzake verticale separatie werd een onderzoek uitgevoerd naar de drift- en temperatureigenschappen van enkele typen hoogtemeters. Hierbij werden zowel precisie-hoogtemeters van het NLR als operationele hoogtemeters van de KLM onderzocht.

De twee-lenzige panoramacamera werd met succes gebruikt bij uitzichtmetingen aan een F 28-vliegtuig.

De „rotating disc” voor het onderzoek van ontijzingssystemen voldoet na modificatie aan de gestelde eisen.

Ijk- en beproevingsapparatuur

De thermostatisch geregelde kamer met bijbehorende apparatuur voor het ijken van hoogte-, snelheids- en machmeters, t.w. een tweetal standaarddrukbalansen, een automatische ijkbarometer en ijkmanometer is opgesteld. Met de beproeving van deze apparatuur is een begin gemaakt.

Vluchtnabootsers

De voorbereiding voor de realisering van een universele vluchtnabootser met bewegende stuurhut en digitale of hybride rekenapparatuur werd met kracht voortgezet. Overleg vond plaats met gebruikers en fabrikanten omtrent het bewegingsmechanisme en de instrumentatie. Ook aan de toe te passen rekentechnieken werd veel aandacht besteed. De ombouw van de C11B-linktrainer tot VTOL-nabootser kwam gereed.

VOOR RUIMTEVAARTONDERZOEK

Voor de nabootsing van de zonnestraling, welke een belangrijk element vormt bij het onderzoek van het gedrag van installaties onder omgevingsomstandigheden in de ruimte, werd de vacuümkamer voorzien van een koolboogzonn simulator.

In verband met de wenselijkheid van toepassing van hybride rekenapparatuur bij de schommeltafel werd een onderzoek ingesteld naar de omvang van de benodigde uitbreidingen voor de bestaande analogon-rekenmachine EAI 680.

Voor het nauwkeurig uitlijnen van gestabiliseerde plateaus en voor het beproeven van zeer gevoelige versnellingsmeters werd een hellingtafel met een instelnauwkeurigheid van 1 boogseconde in bedrijf genomen. De topografische dienst te Delft verleende medewerking bij het nauwkeurig opstellen van deze tafel in N-Z richting.

VOOR ALGEMEEN GEBRUIK

Met betrekking tot apparatuur voor informatie-behandeling en rekenen worden de ontwikkelingen op het gebied van „visual display” en „time sharing” nauwlettend gevolgd.

De ijkapparatuur voor elektrische en magnetische grootheden werd uitgebreid met een „AC-thermal transfer standard”. Ook de bestaande outillage voor het beproeven van apparatuursystemen onderging een aantal uitbreidingen.

Wetenschappelijke commissie NLR-NIV

ALGEMEEN

In het verslagjaar heeft de wetenschappelijke commissie – evenals in de voorgaande jaren – aan de besturen van het NLR en het NIV een aantal adviezen uitgebracht. Meestal geschiedde dit op verzoek van het desbetreffende bestuur. In enkele gevallen bracht de commissie eigener beweging advies uit.

Zoals reeds op blz. 8 is medegedeeld heeft prof. Koiter het voorzitterschap van de wetenschappelijke commissie bekleed tot 1 september en is m.i.v. 1 oktober in die functie opgevolgd door prof. Zwikker.

De subcommissie voor sterkte en materialen werd in het verslagjaar getroffen door het plotseling overlijden van prof. dr. ir. J. J. Koch, die daarvan sedert 1957 deel heeft uitgemaakt en aan de meningsvorming der subcommissie belangrijk heeft bijgedragen.

De mutaties sedert eind 1967 in de commissie en haar subcommissies zijn in onderstaand overzicht verwerkt.

SAMENSTELLING VAN DE WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE AAN HET EIND VAN 1968

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

SAMENSTELLING VAN DE SUBCOMMISSIES AAN HET EIND VAN 1968:

subcommissie voor theoretische aërodynamica

prof. dr. ir. J. A. Steketee, voorzitter,
drs. W. Bloemendal,
dr. J. H. Greidanus,
prof. dr. ir. G. Y. Nieuwland.

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. Yff.

subcommissie voor sterkte en materialen

prof. dr. ir. A. van der Neut, voorzitter,
ir. J. G. ten Asbroek,
ir. E. J. van Beek,
prof. dr. ir. J. F. Besseling,
prof. ir. P. Jongenburger,
prof. dr. ing. J. Taub,
ir. H. N. Wolleswinkel.

subcommissie voor vliegeigenschappen en vliegtuiggebruik

prof. dr. ir. O. H. Gerlach, voorzitter,
prof. J. H. D. Blom,
E. A. Driessen,
J. de Haas,
A. P. Moll,
ir. N. Schipper,
ir. P. D. D. van Waardhuizen.

Ir. L. L. Th. Huls trad op als secretaris van de wetenschappelijke commissie

VAN DE VERGADERINGEN

De vergadering van de wetenschappelijke commissie van 3 januari was hoofdzakelijk gewijd aan de concept-werkplannen van het NLR voor 1968 en op langere termijn en aan richtlijnen voor de indeling van NLR-rapporten.

In de vergadering der commissie van 10 juni werd o.m. de technische stand van het speurwerk in eigen beheer en de NIV-opdrachten van algemene aard besproken.

In de huishoudelijke vergadering der commissie van 2 oktober werden o.m. de mogelijkheden besproken tot vervulling van de vakatures, die zijn ontstaan doordat prof. Koiter ook als voorzitter van de subcommissie voor sterkte en materialen en als waarnemend voorzitter van de subcommissie voor theoretische aërodynamica aftrad. Namens de besturen van NLR en NIV dankte prof. Van der Maas prof. Koiter voor de door deze hoogleraar sinds de instelling der commissie in het belang daarvan verrichte in hoge mate verdienstelijke arbeid. Tevens heette prof. Van der Maas prof. Zwikker welkom en sprak de overtuiging uit, dat de leiding der commissie in goede handen werd gegeven, mede gezien het feit, dat prof. Zwikker destijds directeur van het NLR was.

De vergaderingen der subcommissies waren in hoofdzaak gewijd aan aanbevelingen aan de wetenschappelijke commissie inzake:

- a. de concepten voor het werkplan-1969 van het NLR
- b. voorstellen van het NLR voor nieuwe onderzoeken
- c. de stand van onderzoeken van algemene aard, welke door het NLR in opdracht van het NIV worden uitgevoerd.
- d. de stand van het speurwerk in eigen beheer van het NLR.

ADVIEZEN AAN HET BESTUUR VAN HET NLR

Aan het bestuur werd advies uitgebracht omtrent de concept-werkplannen van het NLR voor 1968 en op langere termijn en omtrent de stand van de onderzoeken, die door het NLR als speurwerk in eigen beheer zijn verricht van april 1967 tot april 1968.

BEOORDELING RAPPORTEN

In het verslagjaar werden aan de commissie 43 rapporten voorgelegd ter beoordeling o.a. op hun geschiktheid als wetenschappelijke publicatie. Zij werden, evenals de aan het eind van het vorige jaar nog in behandeling zijnde rapporten door de betrokken subcommissie behandeld.

T.a.v. deze rapporten bracht de commissie advies uit.

De reeds in het vorige jaarverslag genoemde regeling werd toegepast, volgens welke rapporten waarvan de inhoud een gespecialiseerd karakter

ter draagt in spoedgevallen kunnen worden voorgelegd aan een of meer leden van de desbetreffende subcommissies met het verzoek daaraan bijzondere aandacht te besteden.

De NLR-rapporten tegen welke publikatie de wetenschappelijke commissie na beoordeling in het verslagjaar, geen bezwaar bleek te hebben zijn vermeld op blz. 72-74.

BIJZONDERE OPMERKINGEN

De wetenschappelijke commissie heeft haar waardering uitgesproken voor de gewijzigde opzet van het werkplan, zoals toegepast in het werkplan-1969, waardoor de structuur van het werkterrein van het NLR beter kan worden onderkend.

Evenals eerder het geval is geweest heeft de commissie in een overzicht betreffende het verslagjaar wederom gewezen op het gevaar dat door de grote bezetting met „ad hoc”-onderzoekingen de omvang van de algemene research achterblijft bij de noodzakelijk geachte activiteit, die dient te worden ontplooid om de basis voor toekomstige ontwikkelingen in stand te houden en te verstevigen. Van een verbetering in deze situatie is volgens haar in de loop der jaren nauwelijks sprake geweest. De commissie heeft daarom met nadruk nogmaals gewezen op de naar haar mening dringende noodzaak te streven naar verruiming van de mogelijkheden voor het uitvoeren van algemene research voor lucht- en ruimtevaart. Voorts is de commissie bezorgd over de onvoldoende capaciteit die beschikbaar is voor de voorbereiding van de grotere uitbreidingen (zoals V/STOL-tunnel, universele vluchtnabootser, enz.) noodzakelijk om het laboratorium in de toekomst zijn taak te kunnen laten vervullen. Hiervoor zal naar het oordeel der commissie op korte termijn een oplossing moeten worden gevonden, wil geen blijvende achterstand ontstaan.

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 waargenomen door de heer A. H. Geudeker

DE NEDERLANDSE VERTEGENWOORDIGING IN DE AGARD-COMMISSIES

De AGARD telt sedert 1967 acht vaste commissies voor de diverse vakgebieden. De nederlandse leden van deze commissies worden door de minister van defensie benoemd. Onder de vaste commissie voor „avionics” ressorteert het „electromagnetic wave propagation committee” dat in 1965 de taak van het vroegere „ionospheric research committee” heeft overgenomen. Voorts ressorteren onder de vaste commissies vele werkgroepen (die dikwijls op ad hoc-basis worden ingesteld) waarin nederlandse deskundigen van tijd tot tijd zitting hebben.

In het verslagjaar vond in de nederlandse vertegenwoordiging in de vaste commissies één mutatie plaats, doordat de heer J. A. Schüller de pensioengerechtigde leeftijd bereikte en zijn functie als hoofd van het wetenschappelijk en technisch documentatie en informatie centrum voor de krijgsmacht (TDCK) per 1 juli neerlegde. Hij werd in die functie en als lid van het „technical information panel” opgevolgd door lt. kol b.d. W. J. van Westerhoven (beschikking min. van defensie no. 200. 654/30)

De nederlandse vertegenwoordiging in de door de AGARD ingestelde commissies bestond per 31 december uit:

fluid dynamics panel:

prof. dr. ir. J. A. Steketee, TH Delft, onderafd. vliegtuigbouwkunde
ir. E. Dobbinga, lector TH Delft, onderafd. vliegtuigbouwkunde
ir. J. Boel, NLR, plv. lid
prof. dr. ir. S. F. A. H. P. Erdmann, NLR, plv. lid

flight mechanics panel:

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:

generaal-majoor-vliegerarts E. de Vries, IMGD/KLu
luitenant-kolonel-vliegerarts Th. B. Kölling, SLuGA/IMGD/KLu
dr. P. M. Lansberg, directeur NLGC, plv. lid
dr. J. Hoogerheide, arts bij het NLGC, plv. lid

propulsion and energetics panel:

ir. F. Jaarsma, NLR

structures and materials panel:

prof. dr. ir. A. van der Neut, TH Delft, onderafd. vliegtuigbouwkunde
ir. H. P. van Leeuwen, NLR

technical information panel:

lt. kol. b. d. W. J. van Westerhoven, hoofd TDCK
ir. H. A. Stolk, NLR

avionics panel:

kapitein ter zee (SD) b. d. prof. jhr. ir. J. L. W. C. von Weiler, TH Delft
prof. ir. D. Bosman, NLR

In het onder het avionics panel ressorterende electromagnetic wave propagation committee was gedurende het verslagjaar Nederland vertegenwoordigd door:

prof. ir. B. van Dijl, TH Eindhoven, afd. elektrotechniek

guidance and control panel:

ir. P. Kant, NLR

VERGADERINGEN VAN NATIONALE GEDELEGEERDEN

De nationale gedelegeerden kwamen op 19 maart te Parijs bijeen. Op 13 september, na afloop van de op 12 en 13 september te Cambridge gehouden AGARD-jaarvergadering, kwamen de nationale gedelegeerden opnieuw bijeen, waarbij prof. Van der Maas een rede hield ter gelegenheid van het afscheid van dr. Wattendorf i.v.m. diens pensionering. In die rede (welke in druk verscheen: Tribute to dr. Wattendorf) schetste prof. Van der Maas de levensloop van dr. Wattendorf en diens werk ten dienste van de AGARD. Als herinnering werd door prof. Van der Maas namens alle nationale gedelegeerden aan dr. Wattendorf het naambord van het vroegere AGARD-bureau aan de rue de Varenne te Parijs aangeboden.

Het executive committee (waarin prof. dr. ir. H. J. van der Maas zitting heeft) vergaderde op 18 maart te Parijs en op 11 september te Cambridge.

INTERNE ORGANISATIE VAN DE AGARD

Op 11 maart werd het hoofdkwartier van de AGARD te Parijs verplaatst van het (aan de staat der Nederlanden toebehorende) gebouw no. 64 rue de Varenne dat voor huisvesting van de AGARD ongeschikt was, naar no. 7, rue Ancelle te Neuilly-sur-Seine. Voor de administratieve en logistieke vestiging van dit AGARD-bureau werd een bevredigende regeling getroffen met de Franse autoriteiten. De nieuwe huisvesting voldoet aan de verwachtingen.

Als blijk van waardering voor de verdiensten van dr. F. L. Wattendorf werd tijdens de vergadering van nationale gedelegeerden op 19 maart besloten de functie van ere-vicevoorzitter in te stellen en dr. Wattendorf als zodanig te benoemen, in de veronderstelling dat in de komende jaren dr. Wattendorf, die in de loop van 1968 werd gepensioneerd, bij vergaderingen van nationale gedelegeerden tegenwoordig zal willen zijn en bijdragen zal leveren in de discussies.

Het in 1966 ingestelde steering committee, dat in 1967 met zijn werkzaamheden begon, vergaderde op 18 maart te Parijs en op 11 september te Cambridge.

Dit steering committee nam o.a. een voorstel in behandeling van de koninklijke luchtmacht om enige onderwerpen die voor de bedrijfsvoering van militaire vliegtuigen van belang zijn, in het werkplan van de AGARD op te nemen. Aan de formulering van dit voorstel werd door het NLR medegewerkt.

AGARD-JAARVERGADERING

De AGARD-jaarvergadering werd op 12 en 13 september in het king's college te Cambridge (Engeland) gehouden. De voorzitter van de AGARD, *director* Finn Lied (Noorwegen) opende de vergadering waarbij hij in het bijzonder de britse minister voor technologie (rt. hon. J. P. W. Mallalieu) verwelkomde. Er werden op 12 september achtereenvolgens door mr. Handel Davies (een der britse nationale gedelegeerden), professor W. A. Mair (university of Cambridge), mr. P. A. Hufton (onderdirecteur royal aircraft establishment), mr. R. Hills (aircraft research association ltd) en mr. L. J. Dawson (rolls royce) inleidingen gehouden over wetenschappelijk onderzoek en ontwikkeling in het Verenigd Koninkrijk, waarbij in het bijzonder aandacht werd besteed aan de ontwikkeling van vliegtuigen en voortstuwingsinstallaties daarvoor.

Tijdens de middagzitting op 12 september hielden professor A. D. Young (university of London) en mr. R. O. Dietz (director of kármán institute for fluid dynamics, VKIFD, Brussel) inleidingen over „international institutes for education and research,” waarbij professor Young een algemene beschouwing hield over de wenselijkheid van het instellen van internationale universiteiten en waarbij mr. Dietz een uiteenzetting gaf van de outillage en werkwijze van het VKIFD.

Na deze inleidingen vond een discussie plaats met een forum waarin ir. Marx zitting had. Prof. Van der Maas nam aan de discussie deel. Die discussie leidde niet tot een bepaalde conclusie. Er is behoefte aan internationale opleidingsinstituten voor enkele speciale onderwerpen (zoals het VKIFD) doch er is geen eenstemmigheid over een meer algemene behoefte aan dergelijke instituten en de wijze waarop zij moet worden opgezet en geëxploiteerd.

Op 13 september, na de opening door de voorzitter van de AGARD ter introductie van de gast-sprekers, sprak rt. hon. J. P. W. Mallalieu, britse minister voor technologie, over de betekenis van de AGARD voor de atlantische gemeenschap. In zijn rede maakte hij o.m. gewag van de goede relaties tussen het Verenigd Koninkrijk en het NLR, die mede dank zij gezamenlijke AGARD-activiteiten zijn verstevigd. Luitenant-generaal baron de Cumont (België), voorzitter van het mili-

taire comité van de NAVO, belichtte vervolgens de waarde van de AGARD voor de „explosieve” ontwikkelingen van de technologie en de taken die hij voor de AGARD ziet t.w.:

1. samenwerking, uitwisseling van gegevens en wederzijdse hulp;
2. het bevorderen van de wetenschap en
3. het in toepassing brengen van de vorderingen van de wetenschap.

Tenslotte hield dr. H. M. Agnew (Los Alamos, USA, voorheen wetenschappelijk adviseur van SHAPE, Parijs) een warm pleidooi voor V/STOL en voor het automatiseren van de landing van vliegtuigen. In verband met het steeds meer overbelast raken van de vliegvelden, hetgeen een grote bedreiging vormt voor de verdere ontwikkeling van de luchtvaart, is een grootscheepse aanpak van de problemen nodig en z.i. moet in de eerste plaats op de V/STOL-ontwikkeling worden geconcentreerd.

TECHNISCHE BIJENKOMSTEN VAN DE COMMISSIES VAN DE AGARD

Evenals in vorige jaren namen medewerkers van het NLR, uit hoofde van hun lidmaatschap en/of op uitnodiging op grond van hun deskundigheid, deel aan bijeenkomsten die werden belegd door de commissies en werkgroepen welke door de AGARD zijn ingesteld.

Twee medewerkers van het NLR die voorzitter zijn van AGARD-panels, namen deel aan de op 18 maart te Parijs en op 11 september te Cambridge gehouden panel chairmen's meeting.

Medewerkers van het NLR leverden voor verscheidene bijeenkomsten wetenschappelijke bijdragen of zij namen deel aan coöperatieve studies die in AGARD-verband werden geëntameerd.

Daarnaast hadden medewerkers van het NLR een belangrijk aandeel in het opstellen van programma's voor- en in de voorbereiding en uitvoering van AGARD-bijeenkomsten. Het NLR was in het bijzonder betrokken bij de in het verslagjaar in Nederland gehouden bijeenkomsten die zijn opgenomen in het hiernavolgende overzicht van bijeenkomsten, waarvoor als gebruikelijk nederlandse militaire en civiele deskundigen werden uitgenodigd:

fluid dynamics panel

1-3 mei	Londen	hypersonic boundary layers and flow fields
18-20 sept.	Parijs	transonic aerodynamics
23-24 sept.	Parijs	fluid dynamics in medicine and biology

flight mechanics panel

14-15 maart	Amsterdam	huishoudelijke vergadering
3- 5 sept.	Oslo	adaptive control systems (gezamenlijk met guidance and control panel)

aerospace medical panel

10-11 oktober	Brussel	aeromedical aspects of troop transport and combat readiness
15-17 oktober	Londen	pattern recognition

propulsion and energetics panel

10-14 juni	Ottawa	helicopter propulsion systems
9-13 sept.	Toulouse	advanced components for turbojet engines

structures and materials panel

31 maart-5 april	Lissabon	special structures and materials projects
3- 8 november	Stuttgart	idem

avionics panel

18-20 juni	München	storage and retrieval of information (gezamenlijk met technical information panel)
4- 7 november	Amsterdam	techniques for data handling in tactical systems
11-14 november	Amsterdam	problems of the cockpit environment (in samenwerking met aerospace medical panel, flight mechanics panel en guidance and control panel)

electromagnetic wave propagation committee

19-23 augustus	Sandefjord	scatter propagation of radio waves
----------------	------------	------------------------------------

guidance and control panel

19-23 augustus	Braunschweig	inertial navigation: components
2-5 september	Oslo	adaptive control systems (gezamenlijk met flight mechanics panel)

interpanel meeting

26-27 november Brussel

ground effect machines

Door de AGARD werden, evenals in vorige jaren, „lecture series” georganiseerd met het doel een ruime kring van belangstellenden in kort bestek op de hoogte te stellen van vorderingen op het gebied van wetenschap en techniek die van groot belang zijn voor toekomstige ontwikkelingen. De deskundigen die als spreker optraden leverden hun bijdrage in het kader van het „AGARD consultants and exchange program”.

De „lecture series” die door nederlandse belangstellenden werden bijgewoond waren:

4- 5 juni	Amsterdam	air and space borne computers
24-26 juni	Parijs	inertial component testing philosophy and methods
1- 5 juli	Leicester	radio wave propagation
18-20 sept.	Brussel	bionics

Ook in het verslagjaar werkte de AGARD mede aan de voorbereiding en uitvoering van bij het von kármán institute for fluid dynamics te Brussel gehouden cursussen van lezingen, waarvan vermelding verdienen:

15-19 januari	Brussel	mechanics of boundary layer transition
13-17 mei	Brussel	the aerodynamics of V/STOL aircraft

AGARD CONSULTANTS AND EXCHANGE PROGRAM

In het kader van het AGARD consultants and exchange program brachten dr. J. Aarons, mr. C. D. Beachem, prof. A. Charwat, prof. A. J. Durelli, dr. E. L. Eichhorn, prof. R. W. Fox, prof. S. F. Shen, prof. E. Spiegel en prof. V. Weiss, allen uit de Verenigde Staten, een bezoek aan Nederland voor het geven van adviezen, het discussiëren met belanghebbenden en het houden van lezingen. Vier van hen bezochten het NLR; medewerkers van het NLR woonden, waar nodig, elders in het land gehouden lezingen van deze deskundigen bij.

Twee nederlandse deskundigen, t.w. de heer J. A. Schüller (hoofd TDCK) en dr. ir. G. H. Visser (raadgevend ingenieur) traden op als

AGARD-consultants en bezochten voor enkele weken Turkije ten-
einde te adviseren resp. bij de bedrijfsvoering van het turkse defensie
documentatie centrum en bij de voorbereiding van een laboratorium
voor brandstoffen en smeermiddelen.

AGARD-PUBLIKATIES

Gedurende het verslagjaar kwamen (in de gebruikelijke aantallen)
voor verstrekking aan nederlandse belanghebbenden beschikbaar:

technical reports:	8
advisory reports:	5
agardographs:	7
manuals:	2
conference proceedings:	14
extended summaries:	5
diverse verhandelingen:	4

Hiervan kwamen de volgende publikaties in de handel:
agardograph nos:

- 81 energy sources and energy conversion
- 101 nuclear, thermal and electric rocket propulsion: fundamen-
tals, systems and applications
- 104 high frequency radio communications

conference proceedings nos:

- 3 aircraft flight instrumentation integrated data systems
- 6 propagation factors in space communications.

Publikaties

In het verslagjaar zijn 101 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 F.263	R. J. Zwaan, On the use of matching asymptotic expansions in two-dimensional unsteady transonic flow.
NLR-TR G.49	P. J. Zandbergen, Th. E. Labrujère, J. G. Wouters, A new approach to the numerical solution of the equation of subsonic lifting-surface theory.
NLR-TN G.63	C. R. Traas, Blunt body supersonic flow. Investigations about an inverse and a direct method.
NLR TN G.65	H. C. Garner, B. L. Hewitt, Th. E. Labrujère, Comparison of three methods for the evaluation of subsonic lifting-surface theory.
NLR TR M.2156	J. Schijve, P. de Rijk, The crack propagation in two aluminium alloys in an indoor and an outdoor environment under random and programmed load sequences.
NLR TN M.2170	A. Hartman, Fatigue tests on single lap joints in clad 2024-T3 aluminium alloy manufactured by a combination of riveting and adhesive bonding.
NLR-TM M.2187	A. Hartman, Some tests on the thermal stability of anodic oxide films on 2024-T3 alclad.
NLR-TN S.653	H. Vlieger, D. Broek, Residual strength of cracked stiffened panels.
NLR-TR S.660	G. Bartelds, Buckling of orthotropic core sandwich panels under biaxial loading.
NLR-TM T.167	W. Loeve, On the subsonic wall-interference effects in the high speed tunnel HST of the NLR.
NLR-TM V.1929	C. H. van der Linden, H. A. Mooij, Investigation of methods for the determination of aircraft lateral-directional stability and control characteristics from non-stationary flight tests.

- NLR-TM V.1960 D.C.Schering, Onderzoek naar de toepassing van „multiplexen” bij FM-registratie op magneetband in de luchtvaarttechniek.
- NLR MP 68001 U¹ A.Hartman, J.Schijve, The effects of environment and load frequency on the crack propagation law for macro fatigue crack growth in aluminium alloys.
- NLR MP 68002 U² C.R.Traas, The accurate numerical calculation of the flow around blunt bodies (ideal gas and spherical shape) moving at supersonic speeds.
- NLR MP 68003 U³ B.M.Spee, R.Uijlenhoet, Experimental verification of shock-free transonic flow around quasi-elliptical aerofoil sections.
- NLR MP 68004 U⁴ G.Y.Nieuwland, B.M.Spee, Transonic shock-free flow, fact or fiction?
- NLR MP 68005 U⁵ Th.E.Labrujère, W.Loeve, J.W.Sloof, An approximate method for the determination of the pressure distribution on wings in the lower critical speed range.
- NLR MP 68006 U⁶ J.Bridgewater, S.O.T.H.Han, H.Kramer, The aerodynamic design and testing of a lifting swept wing-body configuration with shock-free wing flow at $M=1.20$.
- NLR MP 68007 U⁷ M.J.de Jongh, J.v.d.Vooren, Calculation method for natural frequencies and vibration modes of solid low aspect ratio wing models.
- NLR MP 68008 U⁸ J.v.d.Vooren, In hun vlak belaste platen, behandeld met de elementenmethode, als inleiding tot enige algemene begrippen uit de elementenmethode voor continue constructies.
- NLR MP 68009 U⁹ D.Broek, The effect of intermetallic particles on fatigue crack propagation in aluminium alloys.
- NLR TR 68002 U D.Broek, W.J.v.d.Vet, Systematic electron fractography of fatigue fracture surfaces in aluminium alloys.
- NLR TN 68011 U A.Harting, Aerodynamics of air cushion vehicles.

¹ bestemd voor publicatie in de Journal of Fracture Mechanics

^{2,3} lezing 6e ICAS Congres, München

^{4,5,6} lezing AGARD specialist meeting on transonic aerodynamics, Paris

⁷ bestemd voor publicatie in de Journal of Aircraft

⁸ bestemd voor publicatie in De Ingenieur

⁹ lezing 2nd international conference on fractures, Brighton (1969).

- NLR TN 68016 U J.W.Boerstael, Symmetrical subsonic potential flows around quasi-elliptical aerofoil sections.
- NLR TR 68017 U J.Schijve, F.A.Jacobs, Fatigue tests on unnotched and notched specimens of 2024-T3 alclad, 2024-T8 alclad and 7178-T6 extruded material.
- NLR TR 68048 L R.J.Zwaan, Application of a method for estimating pressure distributions to an oscillating T-tail.
- NLR TR 68055 L J.v.d.Vooren, Stress-systems for structures with quadrilateral panels.
- NLR TR 68072 U A.Hartman, The influence of manufacturing procedures on the fatigue life of 2024-T3 alclad riveted single lap joints.
- NLR TR 68073 L B.R.Praal, A collection of aircraft stability and control characteristics.
- NLR TR 68080 U A.Hartman. The effect of anodizing on the fatigue strength of 2024-T3 alclad specimens notched by an open hole.
- NLR TR 68087 U J.Schijve, F.A.Jacobs, Comparative fatigue tests on light alloy lugs with normal and with expanded holes.
- NLR TR 68093 U J.Schijve, The fatigue life of unnotched and notched 2024-T3 alclad sheet materials from different manufacturers.
- NLR TR 68117 U J.Schijve, F.A.Jacobs, P.J.Tromp, Crack propagation in aluminium alloy sheet materials under flight simulation loading.

Verklaring van gebezigde afkortingen

AGARD	- Advisory Group for Aerospace Research and Development
AICMA	- Association Internationale de Constructeurs de Matériel Aérospatial
AIDS	- Airborne Integrated Data System
ARPU	- Attitude Reference and Programme Unit
ATC	- Air Traffic Control
ATCU	- Accelerometer Torque Current Conditioning Unit
CETS	- Conférence Européenne de Télécommunications par Satellites
DRAAS	- Digital Recording Apparatus for Analog Signals
DYDRA	- Dynamische Drukregistratie Apparatuur
ELDO	- European Space Vehicle Launcher Development Organisation
ESRO	- European Space Research Organisation
ESTeC	- European Space Technology Center
FAA	- Federal Aviation Agency
GROC	- Nederlandse Commissie voor Geophysica en Ruimteonderzoek
HUD	- Head-Up Display
IATA	- International Air Transport Association
ICAF	- International Committee on Aeronautical Fatigue
ICAO	- International Civil Aviation Organisation
ICAS	- International Council of the Aeronautical Sciences
ILS	- Instrument Landing System
KIVI	- Koninklijk Instituut van Ingenieurs
KLu	- Koninklijke Luchtmacht
KLM	- Koninklijke Luchtvaart Maatschappij
KNVvL	- Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart
ANS	- Astronomische Nederlandse Satelliet
NIV	- Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling
PAS	- Perigee Apogee System
RAE	- Royal Aircraft Establishment
RLD	- Rijksluchtvaartdienst
STOL	- Short Take-Off and Landing
VTOL	- Vertical Take-Off and Landing

Summaries

1 Applied Aeronautical Research

1.1 CAPITA SELECTA

Simulation of propulsion systems in wind tunnel tests using hydrogen peroxide engines

Recently the NLR wind tunnels have been provided with an operational system for simulating hot exhaust jets with wind tunnel models of jet aircraft and rockets.

Jet simulation for example is indispensable for determining the aerodynamic shape of the fuselage afterbody, housing the engine exhausts, of a jet aircraft capable of operations at both high subsonic and supersonic speed. The drag of the aft fuselage forms 20%–50% of the total drag and the investigation of possible means to reduce this amount is very important in developing a new aircraft. As the flow around the aft fuselage is highly viscous while separation occurs at the base, the flow behaviour, pressure distribution and drag can only be determined by wind tunnel tests.

The influence of the jet at a certain speed and altitude depends on the jet characteristics such as the ratio of the jet pressure and airflow pressure, the specific heat ratio of the exhaust gases, Mach number and jet temperature. The influence of the jet is partly caused by the form of the concave jet envelope behind the exhaust, partly by the mixing of jet and airflow.

The concavity of the jet envelope can be sufficiently simulated by a cold air jet but for a proper simulation of mixing it is necessary to take the jet temperature into account. The effect of the jet temperature on the drag of the aft fuselage at high subsonic speeds is shown in figure 2 (page 27). As can be seen the drag increases some 35% when using a cold instead of a hot medium. At supersonic speeds of the airflow the difference between cold and hot jets is considerably smaller and therefore wind tunnel tests with hot jet simulation are particularly desirable in the transonic region.

A comparison in fig. 3 (page 27) of two important characteristics (jet temperature and the specific heat ratio) of respectively the exhaust gases of a turbine engine with afterburner, of the hot gases of a hydro-

gen peroxide engine and of cold air shows the hydrogen peroxide engine to be adequate for application in wind tunnels.

By varying the concentration of the hydrogen peroxide the characteristics of the gases change. The decomposition temperature can be regulated between 225°C and 1000°C by varying the concentration from 70% to 100%. In the same temperature interval the specific heat ratio changes from 1.31 to 1.25. By changing the supply of peroxide to the engine the pressure of the exhaust gases can be adapted to the requirements. The maximum total pressure of the jet is 60 kg/cm², the maximum quantity which can be supplied to the engine 2 kg/sec. Running time can be varied between several seconds and more than a minute. The thin supply lines hardly give aerodynamic interference and can in most cases be dissimulated in the sting.

When simulation of very hot jets is required the hydrogen peroxide engine mentioned above is no longer adequate. The jet temperature must be considerably higher and the specific heat ratio preferably lower than can be attained by this engine. This can be realized by burning liquid or solid fuels in the stream of hydrogen peroxide decomposition products. At NLR preference has been given to solid fuels such as ordinary plastics. In fig. 4 (page 29) the attainable combustion temperature and values for specific heat ratios of the combination 99.5% H₂O₂ + polyethylene, are shown. A possible construction of a rocket wind tunnel model is presented in fig. 5 (page 29). The fuel cartridge is a plastic cylinder with a hole through which the combustion products travel. Combustion gradually progresses outward till the wall is reached or the peroxide supply is cut. This technique which shows resemblance with the combustion process in hybrid rocket engines has the simplicity and reliability of the original system, although some limitations with regard to combustion time and changing of fuel cartridges exist.

NLR's jet simulation capability covers a wide area of requirements and proved to be a reliable tool in wind tunnel testing.

Guidance of ELDO launch vehicles

An important part of NLR work for ELDO is devoted to studies and tests in the field of guidance and control. Since a number of years NLR has the systems responsibility for the attitude reference and program unit (ARPU), an important element in the guidance system used in ELDO's Europa I launch vehicle. The system comprises a gyro-stabilized platform providing reference directions and a program unit prescribing the nominal attitude for the vehicle to follow a predetermined trajectory.

The work includes the determination of the primary design parameters

by means of system studies, system tests, preparing and monitoring the system at the firing range. The ARPU systems for operational use are tested on the three-axis rocking table installed by ELDO at NLR's premises in the Noordoostpolder. A block diagram of the test-set up is presented in fig. 6 (page 31). Problems met during testing are of three types viz. communication problems between the various manufacturers involved, problems arising from not meeting the accuracy specifications and problems of an electrical or mechanical nature. The first two categories especially occurred in the initial phase of the development. Work in connection with ARPU will be finished in 1969 as a result of the application of an inertial guidance system in the Europa II launch vehicle now under development. The radio guidance system applied in Europa I had the disadvantage that the trajectory plane must be not too far off the vertical plane at the location of the guidance station which greatly limits the trajectory selection.

From Woomera vehicles could only be launched in a northern direction also because of populated areas elsewhere. These limitations and also the requirement that for launching satellites in an equatorial orbit the firing range should be located close to the equator, led to the choice of Kourou in French Guyana as the launch base for Europa II. In fig. 7 (page 33) a block diagram is presented of the inertial navigation system that is being produced by companies in the UK, Germany, Italy and the Netherlands. NLR is responsible for testing the integrated system. The test set-up has been schematically given in fig. 8 (page 34). The stabilized platform with accelerometers is placed on the rocking table. The linear accelerations experienced by the vehicle are simulated by torque currents activating the accelerometers. The guidance computer calculates the command signal for the attitude control system of the vehicle, simulated on an analog computer. The torque currents are generated by ATCU (accelerometer torque current and conditioning unit) developed at NLR.

The great number of test results and the required accuracy will be met by automatic digital registration on a tape recorder. The results will be processed on a CDC 3300 computer and presented as tables or graphs.

After ground testing, the first operational system will be test flown in the F 9 vehicle, the last in the Europa I series.

1.2 AERODYNAMICS

In addition to activities directly connected with aircraft development (Fokker F 28, VWF 614, Concorde) theoretical and experimental research was carried out in the field of stationary and instationary aerodynamics.

A great deal of effort was put in the investigation of methods for calculating pressure distributions over aircraft configurations, more in particular over airfoils and wings. An improved version of the Weber-Küchemann method for lifting wings in incompressible two- and three-dimensional flow was developed and programmed.

The problem of the determination of the camber line from a given pressure distribution could be solved for the two-dimensional case; the solution for the three-dimensional case is making progress.

In connection with the calculation of subsonic flow around body-wing configurations the influence of three-dimensional effects on the pressure distribution was studied. This led to a numerical method which produced results in very good agreement with measured pressure distributions.

A study is also being made of modern methods for boundary layer calculations to collect data for the correction of potential theoretical methods with respect to the viscosity of the air.

A computer program for routine calculation of bodies with an arbitrary axisymmetrical shape, based on the method of characteristics became operational. In the field of unsteady aerodynamics attention was mainly concentrated on phenomena in the high subsonic and transonic range. Detailed unsteady pressure distributions were measured on three swept wings, one of them having a control surface. These measurements provided a wealth of data for studying the behaviour of wings in compressible flow with and without shock waves. These tests also provided an opportunity to check the NLR method for predicting unsteady pressure distributions for arbitrary vibration modes from theory and from measured distributions for a single mode at high subsonic and transonic speeds. The same data can be used in the development of a computer program for unsteady pressure distributions over three-dimensional wings with control surface.

Another program that was finalized enables the pressure distributions to be determined over a two-dimensional wing with vibrating control surface in high subsonic flow, thereby taking into account the non-uniform character of the stationary flow field.

A number of computer programs for calculating quasi-elliptical airfoils with and without lift was completed.

The comparison of results of measurements in wind tunnels and in free flight received a good deal of attention. Scale effects and tunnel wall interference were the main problems examined. Tests were carried out to determine the effect of blowing and suction of the boundary layer at the tunnel wall.

Preparations with respect to the design of a hypersonic test facility of the gun tunnel type, included the investigation of a number of phenomena in the modified NLR shock tube such as shock wave interaction in connection with tailored interface operation. Instrumentation problems in hypersonic research (measurement of density, temperature and pressure) were also examined.

1.3 COMBUSTION AND PROPULSION

A number of aspects of the combustion process of solid fuels and decomposed hydrogen peroxide was investigated with a view to their possible applicability to hot jet simulation in wind tunnels.

1.4 STRUCTURES AND MATERIALS

Testing of the F 28 wings by order of the Netherlands Aircraft Development Board (NIV) and in close co-operation with Fokker Aircraft Industries absorbed the greater part of the available capacity in 1968. In the ultimate load test a load factor of 1.58 was attained without collapse or serious plastic deformation of the wing.

Fatigue testing was started and is being continued; at the end of the year more than 40.000 simulated flights had been carried out.

Strength and stiffness of structures

Standard procedures are being developed for calculating complicated aircraft structures by means of finite element methods.

In connection with future investigations of structures exposed to aerodynamic heating a computer program was completed for the design of test specimens. The format of the calculated temperature distributions permits the direct computation of thermal stresses by means of finite element methods.

A numerical method is being developed for determining the buckling load of stiffened panels and sandwich panels.

Static tests on aluminium alloy sheet specimens with a row of holes were completed. For all specimens the fracture stress on net section was at least equal to and usually greater than that of a specimen with one hole and having a width equal to the hole spacing of the other specimens. The fracture stress on net section of 2024-T3 specimens with one or more rows of holes appeared to be smaller than the tensile strength only when the stress concentration factor is relatively high.

Notch sensitivity and residual strength

To check the validity of a fracture criterion a fractographic examination was made of the dimple size and the ultimate tensile strength of inclusions by observing notched bars loaded in tension under the microscope. Inclusions in the size range 5–10 μ broke at 6% elongation.

Residual strength investigation on cracked panels with two stiffeners made it possible to formulate a criterion for determining whether or not a stiffener will be able to stop unstable crack propagation.

Fatigue

Fractographic and microscopic studies of the origin and propagation of fatigue cracks was continued. A relation between crack rate and growth lines (1 growth line in 1 load cycle) was investigated systematically. Fatigue tests were started on specimens with cracked inclusions to determine their significance for the initiation of a fatigue crack.

Under the aegis of AGARD an analysis is being made of the available data on cumulative fatigue damage. A questionnaire was circulated to the participating member states.

Under contract for the European Office of Aerospace Research USAF an elaborate investigation was made of the influence of load cycling with small and very large amplitude on the crack propagation in 2024-T3 and 7075-T6 sheet material.

Fatigue tests were carried out on double row riveted single lap joint specimens.

Stress corrosion

A study has been made of stress corrosion of titanium in corrosive environments. A research program on stress corrosion cracking is being prepared.

Miscellaneous

Fatigue testing of adhesive bonded specimens which had been exposed for two and three years to all weather conditions was completed. The aim of this test was to make a comparison between three american adhesives with a hardening temperature of 120°C.

The experimental part of the investigation of the influence of heat treatment of forgings of 7079 material was completed.

1.5 FLIGHT MECHANICS AND AIRCRAFT OPERATIONS

Flight mechanics

Flight testing of the three prototypes of the Fokker F 28 aircraft again required great efforts. Part of the test program was carried out at Torrejon airport near Madrid. Both personnel and equipment fulfilled their tasks very satisfactorily. Mention can further be made of the flight testing of the prototype of the stretched version of the Fokker F 27 aircraft.

Studies in connection with the speed stability of an aircraft were continued. By means of a mathematical model representing the control loop aircraft-pilot in the approach phase, an attempt is made to find a correlation between the aircraft characteristics and the pilot's judgement. As a yardstick for the evaluation of the speed stability the available margin in the feedback to the control system of a number of flight parameters is used. As control corrections are applied intermittently after sampling by the pilot of the flight parameters, the effect of the sampling rate on the stability of the control loop pilot-aircraft is also being examined.

The basic principles of automatic systems for control, stabilization and navigation applied in modern aircraft, and the methods available for evaluating them formed another topic of investigation.

The results of a study carried out for the Netherlands Department of Civil Aviation (RLD) in connection with a new regulation for the dynamic longitudinal stability of aircraft was presented at a meeting of the ICAO Airworthiness Committee.

Aircraft operations

By order of the Netherlands Department of Civil Aviation the overshoot behaviour of the Douglas DC-9 aircraft with one engine stopped was studied. Irregularities observed on the simulator were not confirmed by a subsequent flight test with the real aircraft.

Assistance is being given to KLM in connection with the installation of flight recording systems (AIDS) in three DC-9 aircraft.

A comparative study has been made of vertical tape and circular jet-engine instruments by means of a special simulator. This led to the selection of vertical tape instruments for the Boeing 747 aircraft ordered by KLM, Swiss Air and SAS.

By order of RLD several contributions were made to the work of the Obstacle Clearance Panel and the North Atlantic System Planning Group of ICAO. These include radar measurements of flight path of incoming traffic at Schiphol and separation problems in the North

Atlantic air lanes, the latter in close co-operation with RAE Farnborough.

Also for RLD flightpaths of outgoing traffic are being recorded by radar in connection with the study of noise problems.

1.6 SPACE FLIGHT TECHNOLOGY

In addition to the work for ELDO reported in the Capita Selecta a contribution was made to the development of the perigee-apogee system (PAS). These activities had to be discontinued as a result of the decision taken by the Ministerial Conference at Bad Godesberg to cut the ELDO budget. The task assigned to NLR included attitude control and mission simulation.

A number of wind tunnel tests was carried out in the NLR wind tunnels on a possible future launch configuration, and on a circular cylinder to determine the effects of cross wind.

The preliminary design studies of a guided sounding rocket for investigations in the higher atmosphere and for astronomical observations were continued. This project is co-sponsored by the committee on geophysics and space research (GROC) of the royal netherlands academy of sciences.

Thermal vacuum testing on simple models was started to gain experience in predicting heat balances in spacecraft.

A comparative study was further made of signal to noise ratios for different modulation systems after signal detection.

1.7 OTHER ACTIVITIES

Data handling and computer operation

A comprehensive program was completed for the handling and processing of results of wind tunnel measurements.

Attention was devoted to digital and analog methods for recording and analyzing fluctuating measuring quantities, more in particular to digital filters with a view to their possible application in trajectory measurement of the guided sounding rocket.

Applied mathematics

Work in the field of numerical mathematics included the study of methods for solving large sets of linear equations which play an important part in solving partial differential equations by means of

difference methods. Numerical methods for solving two-point boundary value problems with ordinary differential equations and optimization techniques were other subjects of examination.

Electronics

A study is being made of electromagnetic interference in connection with the drawing up of specifications for test facilities and for the environment in which they will be placed.

The growing number of new components, circuits and techniques has made it necessary to evaluate these by means of a systematical examination with respect to their suitability for application in aeronautics. The aspects which should be considered in this connection are being investigated.

2 Development of equipment

2.1 FOR AERODYNAMICS

Studies in connection with the design of a new subsonic wind tunnel for research on low speed characteristics of conventional and V/STOL aircraft were continued.

Preliminary work was carried out with respect to the implementation of a test set-up for measuring dynamic stability derivatives in the HST. Plans are worked out for the construction of a hypersonic test facility of the gun tunnel type.

2.2 FOR STRUCTURES AND MATERIALS

The installation of test equipment for research in the field of aerodynamic heating of structures and materials was completed.

2.3 FOR FLIGHT MECHANICS

A new digital recording system is being developed for flight tests. For the study of modern cockpit lay-out a head-up display has been ordered. The air data computer which forms part of this system was received.

A new quick look system for take-off and landing measurements was completed.

A telemetry system was developed for the transfer of strain gauge signals and for use on a turning rotor of a helicopter.

A temperature controlled room was built and equipped with primary pressure standards and air data test sets for the calibration of altimeters, speed indicators and machmeters.

The conversion of the C-11 B Linktrainer into a VTOL simulator was completed.

Preparations for the acquisition of a universal flight simulator with movable cockpit and digital or hybrid computers was continued.

2.4 FOR SPACE RESEARCH AND TECHNOLOGY

The space simulation chamber has been provided with a carbon arc solar simulator.

For the alignment of stabilized platforms and for testing very sensitive accelerometers a precision tilt table with an accuracy of one arc second was installed.

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

NLR continued to take part in the activities of the Advisory Group for Aerospace Research and Development (AGARD) of the North Atlantic Treaty Organisation through the Netherlands national delegates and those members of the scientific staff of the laboratory who serve on AGARD panels, committees or working groups.

The AGARD headquarters in Paris was moved on march 11 to Neuilly-sur Seine.

Dr. F. L. Wattendorf, for many years director and—since 1963—vice chairman of AGARD, was made honorary vice-chairman on his retirement. Professor Van der Maas, on behalf of the board of national delegates, paid tribute to dr. Wattendorf in an address during a meeting of the board on september 13 and presented dr. Wattendorf, in recognition of his devoted service as a founder member and vice chairman of AGARD, with the name plate which marked the site of AGARD in Paris.

The annual meeting of AGARD was held in september 12–13 in Cambridge. The rt. hon. J. P. W. Mallalieu, minister of state, ministry of technology, U.K., mentioned in an address the good working relationship between Great-Britain and NLR.

The various AGARD panels, committees and working groups held meetings as listed. NLR was represented at many of these and on several occasions NLR provided speakers and authors or contributed by taking part in the preparation and execution of meetings. Some of these meetings, including a lecture series, were held in the Netherlands.

Under the auspices of the AGARD consultants and exchange program nine United States scientists visited the Netherlands. Two Netherlands scientists visited Turkey as AGARD consultants.

Some 45 different AGARD publications were distributed during the year. Five of these (AGARDographs 81–101–104 and conference proceedings 3 and 6) were made available to the public through book-sellers.