

*verslag over
het jaar
1971*

**stichting nationaal
lucht- en ruimtevaartlaboratorium**

Verslag over het jaar 1971

Stichting Nationaal
Lucht-en Ruimtevaartlaboratorium

met gegevens omtrent de

Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR

en de

Nederlandse Delegatie bij de AGARD

Bureau van het Bestuur van de Stichting
Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
Kluyverweg 1, postbus 126, Delft
Telefoon (015) 32 9 41

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

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

Inhoudsopgave

STICHTING NATIONAAL LUCHT- EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM

Algemene beschouwingen	5
<i>Bestuur van de stichting</i>	5
<i>Algemene zaken van de stichting</i>	7
<i>Financiële aangelegenheden van de stichting</i>	9
<i>Organisatie en personeel van het laboratorium</i>	12
<i>Nationale en internationale activiteiten, samenwerking en contacten</i>	17
<i>Bijdragen aan vakpers en congressen</i>	21
Wetenschappelijk onderzoek	23
<i>Algemeen</i>	23
<i>Capita Selecta</i>	23
– <i>Onderzoek geluidshinder veroorzaakt door vliegtuigen</i>	23
– <i>De berekening van subsone, stationaire stromingen om vliegtuigconfiguraties</i>	30
<i>Stromingen, verbranding en voortstuwing</i>	36
– <i>Onderzoekingen ten behoeve van ontwikkelingsprojecten</i>	36
– <i>Berekeningsmethoden voor stationaire stromingen</i>	38
– <i>Transsoon profiel-onderzoek (stationair)</i>	40
– <i>Instationaire stromingen</i>	40
– <i>Viskeuze effecten</i>	41
– <i>Vergelijking van windtunnelmetingen met metingen in de vrije vlucht</i>	42
– <i>Hypersoon stromingsonderzoek</i>	44
– <i>Industrieel aërodynamisch onderzoek</i>	44
<i>Constructies en materialen</i>	44
– <i>Onderzoekingen ten behoeve van ontwikkelingsprojecten</i>	44
– <i>Belastingen op luchtvaartuigen</i>	46
– <i>Statische sterkte en stijfheid van constructies</i>	46
– <i>Kerftaaiheid en reststerkte</i>	47
– <i>Vermoeïing</i>	48
– <i>Invloed van de temperatuur op de eigenschappen van materialen</i>	48
– <i>Spanningscorrosie</i>	50
– <i>Overige onderzoekingen</i>	50
<i>Vliegtuigen</i>	51
– <i>Onderzoekingen ten behoeve van ontwikkelingsprojecten</i>	51
– <i>Vliegmechanica</i>	53
– <i>Meet-, registratie- en presentatietechnieken voor gebruik in de vlucht</i>	54
– <i>Nadering en landing bij slecht zicht</i>	56

- <i>Luchtverkeersaspecten</i>	59
- <i>Overige werkzaamheden</i>	60
<i>Ruimtevaart</i>	60
- <i>Werkzaamheden ten behoeve van ontwikkelingsprojecten</i>	60
- <i>Studie van een geleide sonde</i>	61
- <i>Beproeving van een instrumentencapsule</i>	61
- <i>Astronomische Nederlandse Satelliet (ANS)</i>	63
- <i>Mechanica en gebruik van ruimtevoertuigen</i>	63
<i>Onderzoekingen en werkzaamheden in het kader van milieuverbetering en milieubeheer</i>	64
- <i>Aërodynamisch onderzoek m.b.t. windproblemen en luchtverontreiniging</i>	64
- <i>Onderzoek i.v.m. geluidshinder veroorzaakt door vliegtuigen</i>	66
- <i>Verkenning van het milieu vanuit de lucht</i>	67
<i>Overige werkzaamheden</i>	69
- <i>Toegepaste wiskunde</i>	69
- <i>Informatiebehandeling en de uitvoering van rekenprocessen</i>	69
- <i>Electronica</i>	70
<i>Technische outillage</i>	71
<i>Voor stromingsonderzoek</i>	71
- <i>Lage-snelheidswindtunnels</i>	71
- <i>Trans- en supersonische windtunnels</i>	72
- <i>Installatie voor hypersonisch onderzoek</i>	72
- <i>Straalnabootsing</i>	73
- <i>Algemene apparatuur</i>	74
<i>Voor onderzoek op het gebied van constructies en materialen</i>	74
<i>Voor vliegmechanisch onderzoek</i>	75
- <i>Laboratoriumvliegtuigen</i>	75
- <i>Apparatuur voor vliegproeven</i>	75
- <i>Vluchtnabootsers</i>	76
<i>Voor ruimtevaartonderzoek</i>	77
<i>Voor algemeen gebruik</i>	77
WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR	78
NEDERLANDSE DELEGATIE BIJ DE AGARD	82
VERKLARING VAN GEBEZIGDE AFKORTINGEN	95
SUMMARIES	97
PUBLIKATIES	102

Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium

Algemene beschouwingen

BESTUUR VAN DE STICHTING

Het jaar 1971 is voor het bestuur der stichting vooral gekenmerkt door de wisseling van het voorzitterschap en door het grote aantal belangrijke vraagstukken waarover het college beslissingen heeft moeten nemen.

Krachtens een beschikking van de Minister van Verkeer en Waterstaat d.d. 7 mei 1971, mede getroffen namens de andere vier bij het NLR betrokken ministers, werd prof. dr. ir. H. J. van der Maas, die in overeenstemming met de wensen van overheidszijde en van het bestuur sedert 20 oktober 1970 de functie van lid-voorzitter had waargenomen, met ingang van de datum der beschikking als zodanig opgevolgd door prof. dr. ir. O. H. Gerlach, hoogleraar aan de T. H. Delft.

In de bestuursvergadering van 8 juni, waarin het voorzitterschap formeel werd overgedragen, kwam naar voren dat de scheidende voorzitter 47½ jaar achtereen aan het NLR verbonden is geweest. Grote waardering met name voor de wijze waarop hij sedert 1950 het voorzitterschap heeft bekleed bleek uit een ter gelegenheid van de opvolging door de Minister van Verkeer en Waterstaat geschreven brief. Hoe algemeen die waardering bleek te zijn, kwam bij vele andere gelegenheden daarna tot uiting, zoals het afscheid van het personeel van het laboratorium op 15 juni, de afscheidsreceptie voor externe relaties op 21 juni en het door het bestuur aan prof. Van der Maas en zijn echtgenote aangeboden, op 21 december gehouden afscheidsdiner. Tegelijk met prof. en mevrouw Van der Maas recipieerden de nieuwe voorzitter en zijn echtgenote voor de NLR-medewerkers en voor externe relaties.

Lt. gen. G. W. de Zwaan werd krachtens beschikkingen van de Minister van Defensie d.d. 28 april 1971 met ingang van 1 mei 1971 als Directeur Materieel Luchtmacht en als lid van het bestuur van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium opgevolgd door gen. maj. ir. H. K. Stokla. Het bestuur is gen. De Zwaan in hoge mate erkentelijk voor de positieve bijdrage in het beleid, die hij sedert het begin van zijn bestuurslidmaatschap op 15 december 1967 heeft gegeven.

Bij beschikking van de Minister van Defensie d.d. 14 juni 1971 is kltz (T) A. H. D. Hoppener, na een ca. drie-jarige zittingsperiode, met ingang van 1 juli 1971 als lid van het bestuur voor de Koninklijke Marine opgevolgd door kltz (T) R. A. Jager. Het bestuur is ook laatstgenoemde afgetreden vertegenwoordiger van de Minister van Defensie zeer erkentelijk voor zijn belangrijke bijdrage in het beleid.

In verband met de benoeming van prof. Gerlach tot voorzitter van het NLR-bestuur heeft de heer A. B. Wolff — voorzitter van het NIVR-bestuur en oud-bestuurslid van het NLR — de plaats van prof. Gerlach als NLR-bestuurslid voor het NIVR ingenomen met ingang van 13 oktober 1971. Dit geschiedde krachtens een besluit van die datum van laatstgenoemde stichting. In samenhang daarmee heeft het NLR-bestuur, in aansluiting op vooroverleg van prof. Gerlach respectievelijk met de heer Wolff en met ir. A. J. Marx, op 29 oktober besloten, dat prof. Gerlach met ingang van die datum als lid en ir. Marx als plaatsvervangend lid van het NIVR-bestuur voor het NLR zal fungeren.

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

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

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

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

gen. maj. ir. H. K. Stokla, lid, benoemd door de Minister van Defensie voor de Koninklijke Luchtmacht (KLu);

kltz (T) R. A. Jager, lid, benoemd door de Minister van Defensie voor de Koninklijke Marine (KM);

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

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

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

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

dr. J. H. Greidanus, lid, benoemd door de N.V. Fokker-VFW;

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

dr. H. H. Mooij, lid, benoemd door de Nijverheidsorganisatie TNO;
A. B. Wolff, lid, benoemd door het Nederlands Instituut voor
Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR).

Het bestuur vergaderde in het verslagjaar op 11 januari, 12 februari,
2 maart, 8 juni, 15 september, 29 oktober en 8 december.

De heer A. H. Geudeker stond het bestuur wederom als technisch
medewerker terzijde. De heer G. A. Lens, oud-bestuurslid van het
NLR en oud-lid van het dagelijks bestuur van het NIVR, kwam in
de loop van het verslagjaar als technisch medewerker de staf van
het bestuur versterken.

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

Het bestuursbureau was gevestigd in het gebouw van de Onderaf-
deling der Vliegtuigbouwkunde van de T.H. Delft, Kluyverweg 1,
te Delft.

ALGEMENE ZAKEN VAN DE STICHTING

De behandeling van een aantal der beleidszaken van primair belang,
als bedoeld in het vorige jaarverslag, kon in het verslagjaar worden
afgerond.

Daartoe behoort in de eerste plaats de structuur en samenstelling
der directie. Ter uitvoering van artikel 9 der statuten heeft het
bestuur eind oktober de bestaande voorlopige instructie voor de
directie vervangen door nieuwe richtlijnen voor de dagelijkse leiding
van het laboratorium vast te stellen. Ir. J. Boel, die zich gedurende
vele jaren in hoge mate voor het NLR verdienstelijk heeft ge-
maakt, heeft op 15 april van het verslagjaar zijn functie als adjunct-
directeur neergelegd.

Het bestuur benoemde met ingang van 16 november 1971 in de
opengevallen functie van adjunct-directeur ir. J. A. van der Blik,
toenmalig leider van de hoofdafdeling ruimtevaartuigen.

De tot aan 31 december 1971 door ir. Boel vervulde plaats van door
het NLR aangewezen lid van het bestuur der Stichting Nationaal
Luchtvaartgeneeskundig Centrum werd inmiddels ingenomen door
prof. ir. T. van Oosterom, leider van de hoofdafdeling vliegtuigen.

Er werd een nieuwe regeling ingesteld voor contacten tussen een
delegatie met wisselende samenstelling uit het bestuur enerzijds en
de directie, de hoofdafdelingsleiders en de leiders der dienstengroep-
pen anderzijds.

De met instemming van het bestuur ingestelde Commissie tot Voorbereiding van een Overlegorgaan (CVO), bestaande uit 13 door en uit het personeel gekozen leden onder voorzitterschap van de algemeen directeur, heeft in goede samenwerking een concept-reglement voor één ondernemingsraad bij het NLR opgesteld, een en ander in overeenstemming met de inmiddels van kracht geworden nieuwe wet.

Het concept-reglement werd, zoals wettelijk vereist, met een verzoek om commentaar aan de in aanmerking komende vakorganisaties toegezonden. Er wordt naar gestreefd te voldoen aan de wens van personeel en directie tot instelling van deze ondernemingsraad in 1972.

De arbeidsvoorwaarden van het NLR werden aan de huidige wetgeving en sociale opvattingen aangepast door de tekst waar nodig opnieuw vast te stellen. Een concept voor een nieuwe tekst voor de statuten van de Stichting Pensioenfonds van de Stichting NLR werd na goedkeuring door de deelnemersvergadering in een bestuursvergadering behandeld en akkoord bevonden. De gemoderniseerde pensioenregeling, vervat in het concept-reglement waarvan ook in het vorige jaarverslag gewag is gemaakt, kon door externe omstandigheden nog niet van kracht worden.

Het investeringsbeleid — ook dat op lange termijn — en een aantal belangrijke aanschaffingen hebben wederom veel tijd en aandacht van het bestuur gevergd. In het verslagjaar zijn de plannen voor een grote lage-snelheidstunnel gereedgekomen. Zij zijn thans in studie bij de overheid.

De stichting ondervond wederom velerlei steun en medewerking van overheidszijde. Daarnaast kon zij zich verheugen in een goede samenwerking met de opdrachtgevers, t.w. de militaire en civiele vliegtuiggebruikers, de Nederlandse vliegtuigindustrie en het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR). Ook de samenwerking met buitenlandse opdrachtgevers was uitstekend. In dit verband kunnen de ELDO en de bij de AICMA aangesloten industriële opdrachtgevers worden genoemd. De contacten in AGARD-verband waren wederom vruchtbaar.

De adviezen van de Wetenschappelijke Commissie, waaromtrent op blz. 78 e.v. uitvoerige informatie wordt gegeven, vormden wederom een belangrijke steun voor het bestuur.

Bestuur en directie hebben regelmatig met elkaar voeling gehouden.

Het bestuur geeft gaarne uiting aan zijn waardering voor de wijze waarop de directie en haar medewerkers zich ook in bijzondere omstandigheden van hun taak hebben gekweten. Ook de belangrijke arbeid van de adviseurs der directie, prof. dr. ir. J. F. Besseling, prof. ir. D. Bosman, prof. dr. E. van Spiegel, prof. dr. ir. A. I. van de Vooren en prof. dr. ir. P. J. Zandbergen, verdient vermelding.

In het verslagjaar mocht het NLR zich wederom verheugen in het bezoek van vele vooraanstaande personen uit binnen- en buitenland (zie pag. 20).

De voorzitter bezocht mede namens het bestuur het symposium en de receptie van het bestuur van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart op 5 oktober 1971 ter gelegenheid van het 25-jarig jubileum van deze stichting.

Voor een overzicht betreffende de organisatie van de stichting en van het door haar beheerde laboratorium moge worden verwezen naar de twee, elkaar deels 'overlappende' schema's op blz. 13 en 14 die de situatie van eind 1971 weergeven.

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

FINANCIËLE AANGELEGENHEDEN VAN DE STICHTING

In de vergadering van 2 maart 1971 stelde het bestuur de herziene exploitatie-begroting en de herziene kapitaal-begroting voor 1971 alsmede de ontwerp exploitatie-begroting en de ontwerp kapitaal-begroting voor 1972 vast.

Het benodigde subsidie voor de *exploitatie-uitgaven* in 1971 werd geraamd op f 9.924.000,—.

Voor de financiële resultaten over 1971 wordt verwezen naar de op blz. 10 en 11 weergegeven gecomprimeerde resultatenrekening. Ter vergelijking zijn de overeenkomstige cijfers over 1970 opgenomen. Volgens deze gecomprimeerde resultatenrekening over 1971 bedraagt het voor 1971 benodigde exploitatie-subsidie f 9.505.000,—, waarvan te dekken uit toegekend subsidie f 9.200.000,— en uit nog toe te kennen suppletoir subsidie f 305.000,—.

De *investeringen* voor 1971 werden geraamd op f 12.850.000,—.

Gecomprimeerde resultatenrekeningen 1971 en 1970

	1971	1970
Kosten van de voor rekening van derden uitgevoerde researchwerkzaamheden	f 17.887.000,—	f 16.031.000,—
Kosten van de voor eigen rekening uitgevoerde werkzaamheden:		
Speurwerkonderzoekingen	f 3.661.300,—	f 3.384.400,—
Research en ontwikkeling m.h.o. op de uitrusting van het laboratorium	f 6.571.700,—	f 5.270.700,—
Wetenschappelijke diensten	f 304.700,—	f 248.300,—
	f 28.424.700,—	f 24.934.400,—

	1971	1970
Inkomsten uit de voor rekening van derden uitgevoerde researchwerkzaamheden	<i>f</i> 17.887.000,—	<i>f</i> 16.031.000,—
Overschot op de doorberekende indirecte kosten	<i>f</i> 832.400,—	<i>f</i> 607.700,—
Bijdragen van deelnemers	<i>f</i> 200.100,—	<i>f</i> 200.100,—
Rijkssubsidie	<i>f</i> 9.505.200,—	<i>f</i> 8.095.600,—
	<i>f</i> 28.424.700,—	<i>f</i> 24.934.400,—

Hiervan werd gerealiseerd f 6.688.000,—.

In het verslagjaar werd op investeringen betaald f 5.207.800,—. In de vergadering van 8 juni 1971 behandelde het bestuur de financiële jaarstukken van de stichting over 1970. Deze jaarstukken werden door de centrale accountantsdienst gecontroleerd en akkoord bevonden.

ORGANISATIE EN PERSONEEL VAN HET LABORATORIUM

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

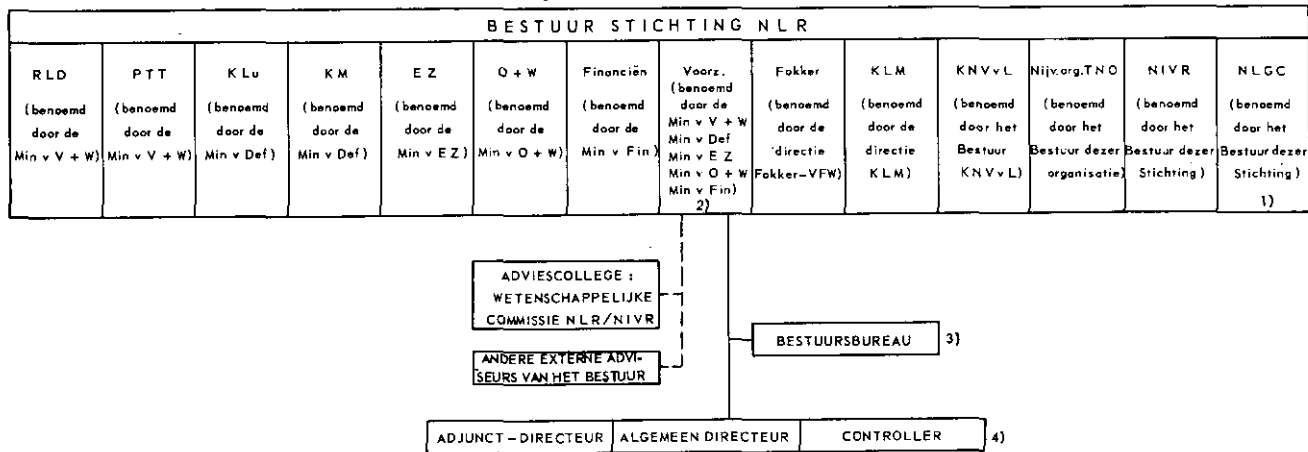
ir. A. J. Marx	— algemeen directeur
ir. J. A. van der Blik	— adjunct-directeur
J. C. Viveen	— controller
prof. ir. H. Bergh	— leider hoofdafd. stromingen
prof. ir. T. van Oosterom	— leider hoofdafd. vliegtuigen
prof. dr. ir. J. Schijve	— leider hoofdafd. constructies en materialen
ir. P. Kant	— leider hoofdafd. ruimtevaartuigen
ir. A. Boelen	— leider technische diensten
ir. W. Loeve	— leider wetenschappelijke diensten
J. C. Viveen	— leider overige diensten
ir. D. J. van den Hoek	— algemeen bedrijfscoördinator

In de vacature, ontstaan doordat ir. J. Boel zijn functie als adjunct-directeur heeft neergelegd, werd, zoals eerder vermeld, voorzien door de benoeming per 16 november 1971 van ir. J. A. van der Blik, tot dan leider van de hoofdafdeling ruimtevaartuigen.

Eveneens met ingang van 16 november werd ir. Van der Blik als leider van de hoofdafdeling ruimtevaartuigen opgevolgd door ir. P. Kant en werden ir. D. J. van den Hoek tot algemeen bedrijfscoördinator en de heer J. H. Verberne tot assistent-controller benoemd.

Gedurende het verslagjaar kwamen enige organisatorische wijzigingen tot stand. In de hoofdafdeling constructies en materialen werden vier afdelingen gevormd, nl. belastingen (SB), constructies (SC), sterkte en materialen (SM) en S-laboratoria (SL). De dienstengroep wetenschappelijke diensten werd uitgebreid met de afdeling mathematische modellen en methoden (WM).

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



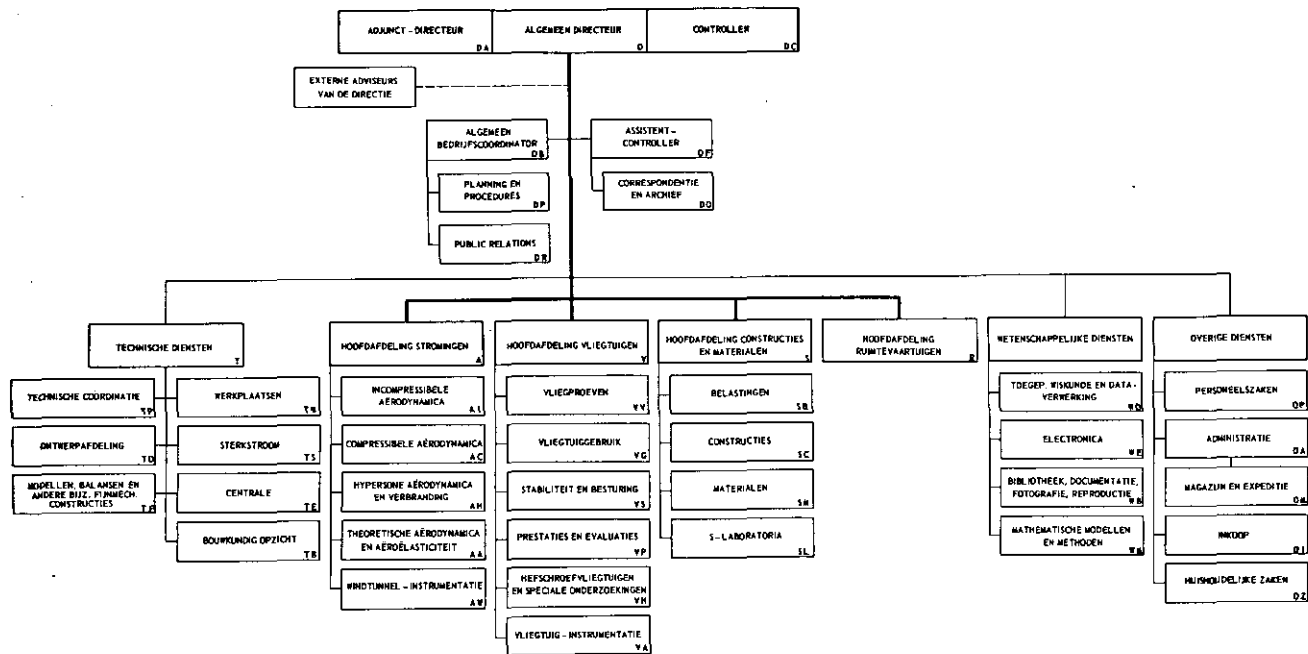
1) Vakant

2) Leidt bestuursvergaderingen, leidt het bestuursbureau en behandelt de dagelijkse bestuurszaken waaronder contacten met de Overheid en het geregeld en ad-hoc-overleg met de directie o.a. omtrent opdrachtenbeleid, werk in eigen beheer, financiële aangelegenheden, externe relaties, personeelsbeleid, interne organisatie en modernisering c.q. uitbreiding van apparatuur en gebouwen.

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

4) Dagelijkse leiding laboratorium.

DE INTERNE ORGANISATIE VAN HET LABORATORIUM



NLR - PERSONEELSFORMATIE ULTIMO 1971 *)

Indeling		Academici en daarmee gelijkgest.	Hogere technici en daarmee gelijkgest.	Overige technici en daarmee gelijkgest.	Totaal
Directie	D	3 (3)	- -	- -	3 (3)
Directieafd. DB, DF, DO, DP, DR, DS (secretariaat, staf)		2 (2)	7 (5)	11 (9)	20 (16)
		5 (5)	7 (5)	11 (9)	23 (19)
Hafd. Stroomingen	A	2 (1)	1 (1)	2 (2)	5 (4)
Incompr. Aërodynamica	AI	10 (9)	4 (3)	11 (10)	25 (22)
Compr. Aërodynamica	AC	15 (15)	23 (24)	20 (20)	58 (59)
Hypers. Aërod. en Verbranding	AH	4 (5)	3 (2)	6 (7)	13 (14)
Aëroelasticiteit	AA	14 (18)	5 (7)	1 (1)	20 (26)
Windtunnelinstrumentatie	AW	3 (4)	7 (5)	6 (9)	16 (18)
		48 (52)	43 (42)	46 (49)	137 (143)
Hafd. Vliegtuigen	V	1 (1)	1 (1)	2 (1)	4 (3)
Vliegproeven	VV	10)	8)	2)	20)
Vliegtuiggebruik	VG	13)	1)	1)	15)
Stabiliteit en besturing	VS	4)	2)	-)	6)
Prestaties en evaluaties	VP	7)	-)	-)	7)
Hefsch. vliegt. en spec. onderz.	VH	7)	6)	1)	14)
Vliegtuig-instrumentatie	VA	3)	19)	3)	25)
		45 (38)	37 (29)	9 (10)	91 (77)
Hafd. Constructie en Materialen	S	1 (1)	- -	1 (1)	2 (2)
Belastingen	SB	3)	2)	-)	5)
Constructies	SC	5)	3)	-)	8)
Sterkte en Materialen	SM	5)	1)	-)	6)
S-laboratoria	SL	-)	3)	11)	14)
		14 (12)	9 (8)	12 (11)	35 (31)
Hafd. Ruimtevaartuigen	R	14 (15)	5 (5)	6 (6)	25 (26)
Wetensch. diensten en bijz. onderz.	W	1 (1)	1 -	2 (2)	4 (3)
Toegep. wisk. en dataverwerking	WD	10 (10)	20 (18)	36 (38)	66 (66)
Electronica	WE	8 (8)	14 (13)	17 (18)	39 (39)
Bibl., Document., Fotogr., Repr.	WB	2 (2)	3 (3)	8 (9)	13 (14)
Math. modellen en Methoden	WM	7 -	- -	- -	7 -
		28 (21)	38 (34)	63 (67)	129 (122)
Technische Diensten	T	3 (1)	- -	1 (1)	4 (2)
Modellen, Balansen	TF	2 (2)	5 (4)	6 (4)	13 (10)
Werkplaatsen	TW	- -	10 (7)	50 (52)	60 (59)
Sterkstroon	TS	- -	2 (2)	8 (8)	10 (10)
Constructie bureau	TO	3 (2)	17 (16)	7 (9)	27 (27)
Centrale	TE	- -	2 (2)	14 (14)	16 (16)
Bouwkundig opzicht	TB	- -	1 (1)	- -	1 (1)
		8 (5)	37 (32)	86 (88)	131 (125)
Overige diensten	O	- -	- (2)	- -	- (2)
Personeelszaken	OP	- -	4 (4)	1 (1)	5 (5)
Administratie	OA	- -	12 (11)	15 (15)	27 (26)
Magazijn en Expeditie	OM	- -	1 -	5 (6)	6 (6)
Inkoop	OI	- -	5 (5)	3 (3)	8 (8)
Huishoudelijke Zaken	OZ	- -	2 (2)	45 (43)	47 (45)
		- -	24 (24)	69 (68)	93 (92)
TOTAAL GENERAAL		162 (148)	200 (179)	302 (308)	664 (635)

*) Tussen haakjes de cijfers van ultimo 1970

**) Door reorganisatie per ultimo 1971 niet meer vergelijkbaar met cijfers van ultimo 1970.

PERONEELSSPREIDING OVER DE TWEE NLR - VESTIGINGEN EIND 1971

Categorie	AMSTERDAM	NOORDOOSTPOLDER
Academici en daarmee gelijkgesteld	112 (105)	50 (43)
HTS - ers en daarmee gelijkgesteld	141 (128)	59 (51)
Overige technici en daarmee gelijkgesteld	203 (207)	99 (101)
TOTAAL	456 (440)	208 (195)
TOTAAL GENERAAL	664 (635)	

Door de hoofdafdeling vliegtuigen werd ultimo 1971 een reorganisatie doorgevoerd. Deze reorganisatie had tot doel bovengenoemde hoofdafdeling te splitsen in een aantal nieuwe afdelingen, ieder met een scherper afgebakende taakstelling. De hoofdafdeling omvat thans de volgende afdelingen: vliegproeven (VV), vliegtuiggebruik (VG), stabiliteit en besturing (VS), prestaties en evaluaties (VP), hefschroefvliegtuigen en speciale onderzoeken (VH), vliegtuig-instrumentatie (VA).

Het totale personeelsbestand en de spreiding daarvan aan het eind van 1971 over de vestigingen Amsterdam en Noordoostpolder zijn weergegeven in de tabellen op blz. 15 en hierboven. Vergelijking met de cijfers van ultimo 1970, welke tussen haakjes zijn aangegeven, toont aan dat het totale aantal personeelsleden met 29 personen (ruim 4%) is vermeerderd tot 664 man. Hiervan zijn 208 personen werkzaam op de NLR-vestiging in de Noordoostpolder.

In het kader van een herziening van de bestaande pensioenregeling kwamen nieuwe statuten gereed. De voorbereidingen voor een nieuw reglement kwamen in een stadium dat de deelnemers voor een vergadering hierover konden worden bijeengeroepen.

Ultimo 1971 was de samenstelling van het bestuur van de Stichting 'Pensioenfonds van de Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium':

mr. G. W. van Hasselt	- voorzitter	) werkgeversvertegen-
drs. C. J. Schotsman	- vice-voorzitter	) woordigers
J. H. Grosheide	- secretaris-penningmeester	) werknemers-
H. Dröge	- lid	) vertegenwoordigers
ir. J. P. Hartzuiker	- lid	)

Op 1 juli werd het 40-jarig ambtsjubileum van ir. A. Boelen officieel herdacht. Negen personeelsleden vierden hun 25-jarig jubileum. Het waren achtereenvolgens de heren M. Pinke, C. C. Ver-

heul, A. Timmer, A. de Voogd, J. van Geest, A. C. F. Hagedorn, G. B. Vernooij, L. N. Marting en R. Dijkman. Aan het einde van het verslagjaar waren 36 personeelsleden langer dan 25 jaar aan het laboratorium verbonden.

Op 10 februari promoveerde ir. D. Broek aan de Technische Hogeschool te Delft op een proefschrift 'A study on ductile fracture'. Promotor was prof. ir. P. Jongenburger.

Op 1 augustus verliet de directie-secretaris mr. P. E. Stolp na een 8-jarig dienstverband het laboratorium om een functie te aanvaarden bij het Ministerie van Sociale Zaken en Volksgezondheid.

De heer G. J. C. de Vogel ging na 23 jaar toegewijde dienst in de functie van kassier, met pensioen.

Gedurende het verslagjaar vervulden 1 ingenieur en 1 laborant hun militaire dienstplicht.

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

NATIONALE EN INTERNATIONALE ACTIVITEITEN, SAMENWERKING EN CONTACTEN

Evenals in voorgaande jaren vormde het technisch-wetenschappelijke onderzoek dat het NLR verricht in opdracht van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR), een belangrijk deel van de totale activiteiten van het laboratorium.

In de sector vliegtuigontwikkeling waren deze activiteiten grotendeels gericht op het afronden van het onderzoek ten behoeve van de initiële ontwikkeling van de Fokker F 28, op de vliegbeproeving van de F 28-versie met verlengde romp en op de verdere ontwikkeling van de F 28. Deze verdere ontwikkeling wordt noodzakelijk geacht teneinde een goede concurrentiepositie voor dit vliegtuig te behouden.

Hierbij wordt vooral gestreefd naar het verbeteren van de startprestaties van het vliegtuig bij verhoogde startgewichten, onder meer door het aanbrengen van draagkrachtverhogende middelen in de vorm van neuskleppen op de voorrand van de vleugel.

De medewerking aan de ontwikkeling van de VFW 614 omvatte de voorbereiding van windtunnelonderzoek in de HST aan modellen van de prototype-configuratie, alsmede het voorbereiden van de vermoeiingsbeproeving op de vleugel, die bij Fokker-VFW te Amsterdam zal worden uitgevoerd.

Voorts werd in opdracht van het NIVR een groot aantal onder-

zoekingen uitgevoerd, die gericht zijn op de vliegtuigontwikkeling in de nabije toekomst. In het verslagjaar werd voor deze researchwerkzaamheden een meerjarenprogramma opgesteld, dat het mogelijk maakt het werkterrein beter te overzien en tevens een zekere continuïteit brengt in dit opdrachtenpakket.

De werkzaamheden ten behoeve van de Koninklijke Luchtmacht (KLu), die zijn vastgelegd in een in nauw overleg met deze opdrachtgever opgesteld technisch-financieel meerjarenplan (het z.g. rolling budget), werden overeenkomstig de planning uitgevoerd. Zij hadden onder meer betrekking op de evaluatie en kwalificatie van reeds bij de KLu aanwezige of in de toekomst aan te schaffen vliegtuigen en op de problemen die samenhangen met het gebruik van deze vliegtuigen.

Het beroep dat de Rijksluchtvaartdienst (RLD) doet op medewerking van het NLR nam wederom toe, mede omdat aan het onderzoek van het probleem van de geluidshinder rond bestaande of geprojecteerde luchthavens de hoogste prioriteit werd toegekend, hetgeen resulteerde in een toenemende intensivering van de NLR-activiteiten op dit gebied. Op blz. 23 van dit jaarverslag wordt nader op het geluidshinderonderzoek en de daarmee samenhangende problemen ingegaan.

De werkzaamheden ten behoeve van de RLD zijn eveneens opgenomen in een meerjarenplan waarin hun aard en omvang alsmede de financiële consequenties ervan zijn vastgelegd en dat elk jaar in overleg wordt aangepast aan de nieuwe inzichten van de opdrachtgever. Een groot deel van deze werkzaamheden heeft betrekking op de verhoging van de veiligheid van het luchtverkeer en vindt plaats in internationaal verband onder auspiciën van de International Civil Aviation Organization (ICAO). Voorbeelden ervan zijn het onderzoek van statistische methoden voor de analyse van de waarnemingsresultaten betreffende de afwijkingen van naderende vliegtuigen van hun nominale vliegbaan (van belang voor het opstellen van nieuwe voorschriften m.b.t. obstakelhooften in de nabijheid van luchthavens) en het onderzoek waarbij operationele gegevens omtrent 'en route' vliegtuigbewegingen in het Westeuropese luchtruim worden verzameld ten behoeve van de uitbreiding en verbetering van het luchtwegenstelsel in het desbetreffende gebied en het bepalen van de daartoe benodigde separatie-standaards. Aan het laatstgenoemde onderzoek werd tevens medegewerkt door Eurocontrol en de Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DFVLR).

De samenwerking met de Blind Landing Experimental Unit (BLEU) van het RAE-Bedford op het gebied van de nadering en landing onder slecht-zichtomstandigheden werd voortgezet.

Intensieve medewerking werd verleend bij het ontwerp en de ontwikkeling van het nieuwe verkeersleidingssysteem SARP (Signaal Automatic Radar Processing) voor de luchthaven Schiphol dat door Hollandse Signaalapparaten (HSA) zal worden geïnstalleerd. De studies hadden o.m. betrekking op de verwerking van radargegevens, op de computerconfiguratie en op systemen voor presentatie van de gegevens aan de verkeersleiders.

In het kader van de ontwikkeling van de Astronomische Nederlandse Satelliet (ANS), die wordt uitgevoerd door het Industrieel Consortium ANS (ICANS), heeft het NLR tot taak de 'satellite operations' te verzorgen. Hierbij zal gebruik worden gemaakt van het European Space Operations Centre (ESOC) van ESRO te Darmstadt. De werkzaamheden worden in nauwe samenwerking met ICANS en ESOC uitgevoerd.

Op grond van het beschikken over speciale kennis, ervaring en/of apparatuur wordt veelvuldig de hulp van het NLR ingeroepen voor het oplossen van problemen, die buiten het terrein van lucht- en ruimtevaart liggen. Voor een meer gedetailleerde uiteenzetting van deze problemen moge worden verwezen naar blz. 64 van dit jaarverslag.

Voor diverse buitenlandse vliegtuigfabrieken werden wederom opdrachten uitgevoerd. Het aërodynamische onderzoek ten behoeve van de Concorde, de Airbus A 300 B, Mercure en enkele militaire vliegtuigprojecten, die in Europees verband worden ontwikkeld, droeg bij tot een zeer bevredigende bezettingsgraad van het windtunnelpark.

De beproeving van traagheidsnavigatiesystemen voor Europa II-lanceervoertuigen, die geschiedt in opdracht van de ELDO, werd voortgezet. Voorbereidingen vonden plaats voor aërodynamische metingen aan mogelijke configuraties van het Europa III-lanceervoertuig, waaronder voorlopige schattingen van de aërodynamische coëfficiënten.

Aan ESRO werd technische assistentie verleend bij de voorstudies van twee satellietprojecten. Ten behoeve van de voorgestelde HE-

LOS-satelliet, een satelliet voor het bestuderen van Röntgenbronnen, werden met name studies uitgevoerd die betrekking hadden op de standregeling, de collimator en de detectoren. Voor de voorgestelde luchtvaartsatelliet werden enkele problemen uit de baanmechanica bestudeerd i.v.m. de plaatsbepalingsnauwkeurigheid.

In AGARD-verband werd intensieve medewerking verleend bij het samenstellen van handboeken over 'Basic principles of flight test instrumentation engineering' en 'Cumulative fatigue damage'.

Een groot aantal buitenlandse deskundigen gaf in het verslagjaar blijk van belangstelling voor het werk en de uitrusting van het NLR.

Van de voornaamste bezoekers worden hier genoemd:

Mr. Ch. W. Matthews, Deputy Associate Administrator van het Office of Manned Space Flight (NASA) en zijn assistent Mr. R. F. Freitag, met wie van gedachten werd gewisseld over de Europese deelneming aan het Post-Apollo programma. Ook de heer F. J. Kroesen van de Directie Ruimtevaart van het Ministerie van Economische Zaken nam aan dit gesprek deel.

Mr. A. Henderson van NASA's Langley Research Center oriënteerde zich omtrent de mogelijkheden voor medewerking van het NLR bij het aërodynamische onderzoek t.b.v. de Space Shuttle.

Mr. W. G. Downey-Under Secretary Air II-Division- en Mr. M. J. Treble - Assistant Secretary Department of Trade and Industry - in gezelschap van Mej. J. Buzeman van het Ministerie van Buitenlandse Zaken en Mr. L. E. M. Taylor van de Britse Ambassade te 's-Gravenhage. Het bezoek vond plaats in het kader van het onderzoek naar de mogelijkheden tot samenwerking tussen Engeland en het Continent op het gebied van de vliegtuigontwikkeling.

Generaal Aubinière, directeur-generaal van CNES en president van de ELDO Council.

Prof. Wortman en Dr. J. Meyer Drees van Bell Helicopters brachten een werkbezoek i.v.m. een door deze onderneming aan het NLR gegeven opdracht voor het ontwerpen van profielen voor helicopterbladen.

Dr. R. C. Lock en Dr. F. J. Bradshaw van het Royal Aircraft Establishment kwamen de werkzaamheden in ANCP-verband bespreken. Mr. Destuynder van de ONERA bracht diverse werkbezoeken i.v.m. het gezamenlijk programma voor het meten van instationaire drukken.

Medewerkers van Eurocontrol en van het Royal Radar Establishment voerden besprekingen resp. omtrent radarmetingen voor de

plaatsbepaling van vliegtuigen in luchtwegen en toekomstige verkeersleidingssystemen.

De Duitse Marine/Luchtmacht attaché in Nederland, de Fregatten Kapitàn Kassen en zijn Nederlandse collega in Bonn, de Ktz J. P. L. de Rouw lieten zich uitvoerig voorlichten omtrent de werkzaamheden van het NLR.

Bezoekers waren verder nog:

Mr. Sandler van Hughes Aircraft Corp. (trillingsonderzoek), Dr. J. Mess van Douglas Aircraft Corp. (transsonie berekeningsmethoden), Mr. A. Ranger van het Office of Naval Research (US Navy) te Londen (V/STOL-aërodynamica), Mr. Fristedt van het FFA te Stockholm (aërodynamische meettechnieken), Dr. Rainey van NASA (meettechnieken voor instationaire drukken), Dr. Nobu Izo van het Ishikawaja-Harima Research Institute in Japan (vermoeding en reststerkte), Mr. Pickering van het Royal Aircraft Establishment (regeltechnische problemen bij het beproeven van grote constructies), Mr. Ch. D. Roach van het U. S. Army Material Command te Frankfurt a. M. (vluchtnabootsers voor helicopter-vlieger training).

Rondleidingen werden georganiseerd voor:

Managers uit de Japanse vliegtuigindustrie op bezoek bij Fokker-VFW, Indonesische PTT-functionarissen in opleiding bij het PTT-opleidingscentrum te Wassenaar, Japanse studenten van de NIHON Universiteit en studenten van het Institut für Flugtechnik van de TH Darmstadt.

De belangstelling van nationale zijde kwam tot uiting in bezoeken van leden van het Nederlands Electronica en Radio Genootschap, leden van de Nederlandse Vereniging voor Experimentele Instrumentenbouw, cursisten en docenten van de Luchtmachtstafschool; KLu-cadetten van de KMA, medewerkers van de Technische Dienst van de vliegbasis Leeuwarden, onderofficieren van het Marine Luchtvaarttechnisch Bedrijf, leden van de Vliegtuigbouwkundige Studievereniging Leonardo da Vinci, leerlingen van het algemeen middelbaar onderwijs, van hogere en lagere technische scholen, enz.

BIJDRAGEN AAN VAKPERS EN CONGRESSEN

NLR-medewerkers hielden de volgende lezingen:

- ir. L. J. M. Joosten 'An experimental fatigue load recording system with onboard data reduction' (32e Meeting AGARD SM-panel, Londen)

- dr. ir. J. P. B. Vreeburg (co-auteurs ir. O. B. M. Pietersen en F. Klinker) 'Design of a linear array of blade antennas for aircraft satellite communications' (Conference on Aerospace Antennas, Londen)
- ir. J. A. Bosgra 'A rudder actuating system for sounding rockets with forced roll (Symposium on Sounding Rockets and Experimental Results, Londen)
- ir. G. Boersma, 'Behaviour of sounding rockets at high altitude' (Symposium on Sounding Rockets and Experimental Results, Londen)
- ir. C. H. v. d. Linden (co-auteur ir. P. Kant) 'Dynamic system testing of the inertial guidance system for the Europa II launcher (4th Symposium on Automatic Control in Space, Dubrovnik)
- ir. H. P. v. Leeuwen 'The relation between heat treatment microstructure stress corrosion susceptibility of Al-Zn-Mg alloy forgings (NATO Stress Corrosion Conference, Ericeira, Portugal)
- prof. dr. ir. J. Schijve 'Fatigue tests with random flight simulation loading' (6th ICAF Symposium, Miami)
- ir. G. M. v. Dijk, 'Statistical load data processing' (6th ICAF Symposium, Miami)
- prof. dr. ir. J. Schijve 'Review of aeronautical fatigue investigations in the Netherlands during the period April 1969-February 1971' (12th ICAF Conference, Miami)
- prof. dr. ir. J. Schijve 'Fatigue problems of aircraft structures (Vereniging van Belgische Ingenieurs OBITA)
- ir. F. Jaarsma 'Inlets testing in transonic windtunnels' (38e AGARD PEP Meeting 'Inlets and nozzles for aerospace engines, Sandefjord, Noorwegen)
- ir. J. W. G. v. Nunen (co-auteurs A. J. Persoon en ir. H. Tjiedeman) 'Wind tunnel test to determine the instationary aerodynamic derivatives on a model of a twin-bridge' (DGLR Fachausschuss, Bremen)
- ir. P. H. Fuykschot 'Eisen aan meetapparatuur i.v.m. computer aided measurements' (KIVI-vacantieleergang 'Electronische Meetapparatuur', Delft)
- ir. J. W. Slooff (co-auteur ir. W. Loeve) 'On the use of panel methods for predicting subsonic flow about aerofoils and aircraft configurations' (DGLR-Jahrestagung, Baden-Baden).

Wetenschappelijk onderzoek

ALGEMEEN

Naast het projectgebonden onderzoek dat rechtstreeks gericht is op de ontwikkeling en het gebruik van bepaalde vliegtuigen en draagraketten voor het lanceren van satellieten werd theoretisch en experimenteel speurwerk uitgevoerd. Waar het onderwerpen betreft die in de nabije toekomst van belang kunnen zijn voor de vliegtuigontwikkeling vinden deze werkzaamheden veelal plaats in opdracht van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR).

Voor andere belanghebbenden, zoals de Koninklijke Luchtmacht (KLu) en de Rijksluchtvaartdienst (RLD) werd eveneens speurwerk uitgevoerd, dat in het bijzonder gericht is op het vliegtuiggebruik, de geluidshinder in de nabijheid van luchthavens en de verkeersregeling in het Nederlandse luchtruim. Daarenboven verricht het laboratorium eigen speurwerk, dat in hoofdzaak gewijd is aan het verdiepen en verbreden van de basiskennis, de ontwikkeling van nieuwe berekenings-, meet- en registratiemethoden en aan de verbetering van de uitrusting van het laboratorium.

CAPITA SELECTA

Alvorens een algemeen overzicht van de in 1971 verrichte werkzaamheden te geven zal hierna wat uitvoeriger worden ingegaan op een tweetal onderwerpen, die in het verslagjaar een onderdeel van dit werk hebben gevormd.

ONDERZOEK GELUIDSHINDER VEROORZAAKT DOOR VLIEGTUIGEN

Het vraagstuk van de geluidshinder die wordt veroorzaakt door vliegtuigen heeft de laatste jaren veel aandacht getrokken, hetgeen

kan worden toegeschreven aan:

- enerzijds de ontwikkeling van het vliegtuig zelf, die geleid heeft tot een aanzienlijke vergroting van het startgewicht en daarmee van de in het vliegtuig geïnstalleerde motorstuwkracht,
 - anderzijds de sterk toegenomen intensiteit van het luchtverkeer.
- De hiermee gepaard gaande toename van de geluidsoverlast wordt meer en meer ervaren als een bedreiging van het leefmilieu, in het bijzonder in de omgeving van grote luchthavens. Voor de verdere ontwikkeling van de luchtvaart is een doelmatige beperking van deze geluidshinder derhalve een essentiële voorwaarde, reden waarom aan het onderzoek op dit terrein in het werkprogramma van het NLR een hoge prioriteit is toegekend.

De werkzaamheden van het NLR op het gebied van het geluidshinderonderzoek namen enkele jaren geleden een aanvang toen de Rijksluchtvaartdienst het NLR verzocht de uitvliegbanen van vertrekkende vliegtuigen te Schiphol te meten; deze metingen werden gecombineerd met gelijktijdig door de RLD uitgevoerde geluidsmetingen.

Het doel hiervan was gegevens te verkrijgen voor het onderzoek naar de invloed van gewijzigde uitvliegprocedures — die tijdens dit meetprogramma werden ingevoerd — op de geluidshinder. Tezelfder tijd kreeg het NLR opdracht een prognose op te stellen van de in de omgeving van Schiphol te verwachten geluidshinder. Daarbij werd gevraagd een vergelijking te maken tussen de geluidshinder die in de toekomst zal optreden bij gebruik van het huidige vier-banenstelsel en van een eventueel te realiseren vijf-banenstelsel.

Ook bij de studies betreffende de te verwachten geluidshinder in de omgeving van een aantal mogelijke locaties voor de tweede nationale luchthaven is het NLR betrokken.

Naast het opstellen van prognoses van de geluidshinder wordt tevens een studie gemaakt van de mogelijkheden die eventuele wijzigingen van operationele vliegprocedures bieden tot vermindering van de geluidshinder; een punt van onderzoek vormt daarbij de invloed van een mogelijke invoering van het STOL-vliegtuig.

In het navolgende zullen enkele aspecten van de bovengenoemde onderzoeken nader worden belicht.

Metingen van uitvliegbanen.

In opdracht van de RLD is in de winter 1969-1970 een onderzoek

ingesteld naar de in de praktijk optredende afwijkingen van de nominale, voorgeschreven uitvliegbanen te Schiphol. Hiervoor werd gebruik gemaakt van een volgradar-installatie die welwillend door de Koninklijke Landmacht voor dit doel aan het NLR ter beschikking was gesteld en waarmede in het verleden tijdens metingen van ca. 3000 naderingen van vliegtuigen op Schiphol reeds grote ervaring was opgedaan.

In totaal zijn ca 2500 uitvliegbanen vastgelegd, waarvan bijna 1000 met gelijktijdige geluidsregistratie door de RLD. Voor de meest voorkomende typen vliegtuigen werd het verband bepaald tussen de geluidsproductie en de afstand van het vliegtuig tot de RLD-geluidswaarnemingsposten.

Uit deze metingen is o.a. gebleken dat:

- de gemeten geluidsproductie in het algemeen goed overeenkomt met de fabrieksgegevens voor de desbetreffende vliegtuigen,
- voor de uitvliegbanen de afstand in het horizontale vlak waarbinnen zich 50% (één van de in de statistiek gebruikelijke percentages) van de waargenomen vliegtuigen bevindt, toeneemt tot op een afstand van 6 à 8 km vanaf het begin van de startbaan en daarna vrijwel constant blijft. Figuur 1 toont de meetresultaten voor twee specifieke uitvliegroutes.

Uit de resultaten van de metingen bleek verder, dat de door de RLD tijdens deze meetperiode voorgeschreven uitvliegprocedures nog niet optimaal waren.

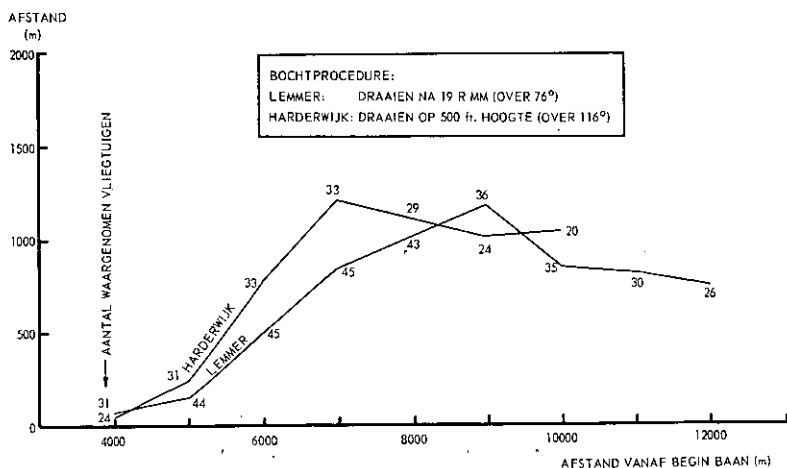


Fig. 1. Afstand in het horizontale vlak waarbinnen zich 50% van de waargenomen vliegtuigen bevindt als functie van de afstand tot het begin van de baan (middelzware straalvliegtuigen, baan 01 L Schiphol).

Daarin zijn dan ook zodanige verdere wijzigingen aangebracht, dat het overvliegen van bebouwde gebieden nog meer wordt vermeden.

Berekening van de geluidsbelasting

Voor de berekening van de geluidsbelasting in de omgeving van een willekeurige luchthaven is een mathematisch model opgesteld, waarmee in relatief korte tijd de gewenste geluidsbelastingscontouren kunnen worden berekend. Onder geluidsbelastingscontouren verstaat men lijnen, die punten op de grond verbinden waarin eenzelfde geluidshinder wordt ondervonden.

De contouren worden bepaald door te berekenen, welke geluidsbelasting zal optreden in elk knooppunt van een over de luchthaven en zijn omgeving gelegd netwerk en door interpolatie de punten met gelijke geluidsbelasting te bepalen. Deze geluidsbelasting wordt in Nederland uitgedrukt in een eenheid die is aanbevolen door de Advies Commissie Geluidshinder door Vliegtuigen onder voorzitterschap van prof. dr. ir. C. W. Kosten, de z.g. Kosten-eenheid*. Het door het NLR opgestelde mathematische model biedt de mogelijkheid de resultaten ook in andere eenheden te geven.

De ingangsgegevens van dit model zijn in figuur 2 schematisch weergegeven, terwijl in figuur 3 de z.g. Kosten-contouren voor de omgeving van de Luchthaven Schiphol voor het jaar 1971 zijn getekend.

Naast gegevens betreffende vliegtuigen en motoren is uiteraard het totaal aantal vliegtuigbewegingen op het gehele vliegveld van belang evenals de verdeling van het aantal bewegingen over de vliegtuigtypen. Van de voornaamste vliegtuigtypen zijn gegevens over geluidsproductie en stijprestaties in het model opgenomen. De door de RLD voor Schiphol ingestelde Standard Instrument Departures werden eveneens in het model verwerkt. Tevens werd de invloed van de grond op de geluidsvoortplanting en van de gemeten spreiding in de uitvliegbanen in rekening gebracht.

Voor schattingen van de geluidsbelasting in de toekomst dient van prognoses te worden uitgegaan van onder meer het aantal vliegtuigbewegingen en de verdeling hiervan over de verschillende vliegtuigtypen. Het NLR heeft deze ontleend aan gegevens, die door verschillende werkgroepen van de RLD zijn opgesteld.

Uitgaande van deze gegevens kan men het op een bepaald punt

* Het aantal Kosten-eenheden in een punt op de grond wordt berekend met behulp van een formule waarin het aantal passerende vliegtuigen gedurende een jaar, het door hen geproduceerde geluid en een z.g. nachtstraffactor voorkomen.

waargenomen geluid van alle startende en landende vliegtuigen berekenen, indien de aan- en uitvliegbanen bekend zijn. De aanvliegbanen worden bepaald door het glijpad- en koersbaken van het Instrument Landing System (ILS). De uitvliegprocedures worden door de RLD vastgesteld in afhankelijkheid van de eisen die uit een oogpunt van verkeersveiligheid en het voorkomen van geluidsoverlast op de grond, worden gesteld.

Voor de berekening van de geluidsbelastingscontouren in de omgeving van een vliegveld dienen ten slotte de gebruikspercentages van alle banen bekend te zijn, daar het baangebruik van grote invloed is op de ondervonden geluidsoverlast. Binnen bepaalde grenzen die

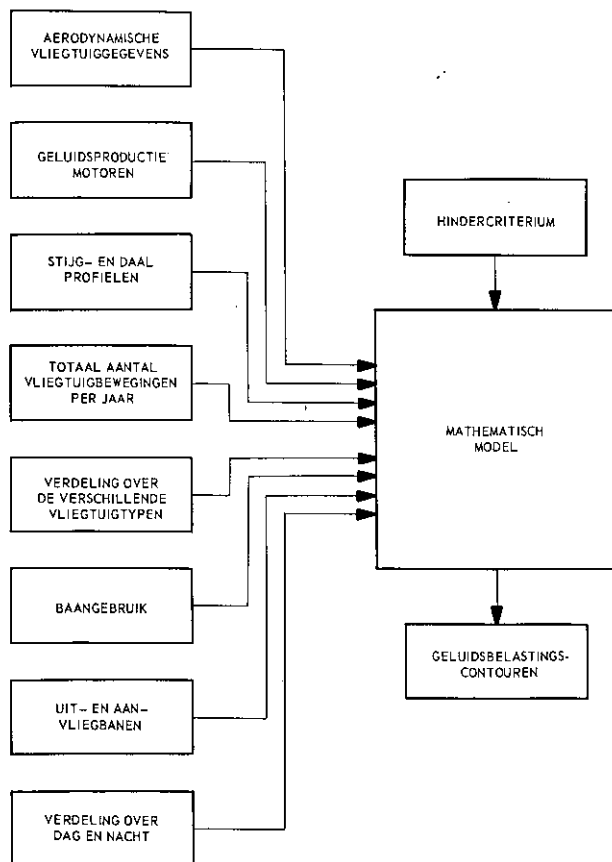


Fig. 2. Schema geluidshinderberekeningen.

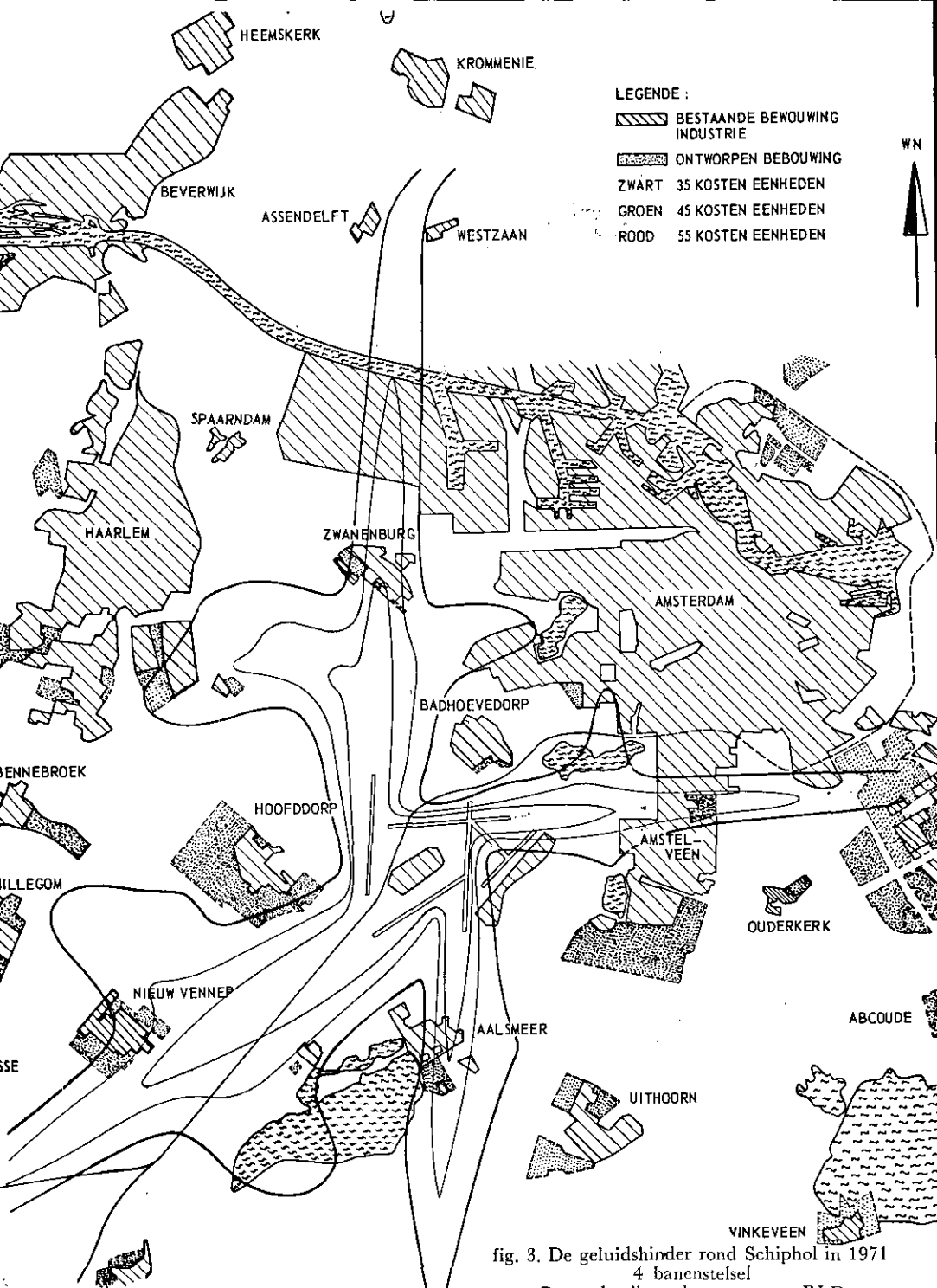


fig. 3. De geluidshinder rond Schiphol in 1971
4 banenstelsel

Baanagebruik: volgens opgave RLD

Aantal bewegingen: 127.500/jaar

Nachtstraffactor: volgens de Comm. Kosten.

onder meer afhangen van de vliegveiligheid, het verkeersaanbod alsmede de vluchtsoort (start, landing) kan de overheid het baan-gebruik voorschrijven. Wordt hierbij een bepaalde doelstelling nagestreefd, dan spreekt men van een z.g. preferentieel baangebruik, dat b.v. op beperking van de geluidshinder gericht kan zijn (geluidspreferentieel baangebruik).

De heersende meteorologische omstandigheden maken het gebruik van bepaalde banen soms onmogelijk, gezien de limieten voor dwarswind (veelal 15 kts) en staartwind (5 kts) die voor start en landing gelden. Een prognose van de gebruikspercentages van de verschillende banen kan voor een gegeven preferentieel baangebruik derhalve uit de voor het beschouwde vliegveld geldende windroos waarin de frequentie waarmee een bepaalde windrichting optreedt alsmede de windkrachtsverdeling worden afgebeeld, afgeleid worden. In het model kan met de grotere hinder van nachtvluchten rekening gehouden worden door toepassing van een z.g. nachtstraffactor, indien althans de verdeling van het verkeer over de dag- en nachturen bekend is.

Beperking van de geluidshinder

Het NLR verricht eveneens onderzoeken die tot doel hebben tot een vermindering van de door vliegtuigen veroorzaakte geluidsoverlast te geraken.

Aangezien Nederland geen vliegtuigmotorenindustrie bezit, wordt geen eigen onderzoek verricht m.b.t. het beperken van het motor-geluid.

Het NLR-onderzoek is vooral gericht op de mogelijkheden die wijzigingen van de bestaande operationele vliegprocedures in dit opzicht kunnen bieden en op de wijze, waarop deze gerealiseerd zouden kunnen worden. In het bijzonder vormt daarbij de handhaving van de veiligheid in de vlieg- en besturingseigenschappen van het vliegtuig bij het uitvoeren van 'geluidsarme' procedures een punt van onderzoek.

In het kader van dit onderzoek kunnen als mogelijke wijzigingen in de naderingsprocedures, waarbij echter voorlopig wel de daalhoek (3°) van het huidige ILS wordt gehandhaafd, de volgende worden genoemd:

- vermindering van de benodigde motorstuwkracht door toepassing van kleinere uitslagen van de landingskleppen tijdens de nadering,
- toepassing van een geleidelijk afnemende vliegsnelheid tijdens de nadering.

Invoering van nieuwe geleidingssystemen voor het naderende vliegtuig opent voorts de volgende perspectieven:

- steilere naderingsvlucht (eventueel geknikte vliegbaan met een aanvankelijk grote en tegen het einde van de nadering kleinere daalhoek)
- gekromde naderingsbanen (zonodig zowel in het verticale als in het horizontale vlak).

Ten slotte moet in het kader van de geluidshinderbeperking ook het STOL-vliegtuig (Short Take-Off and Landing) worden genoemd. Met name wordt aandacht besteed aan de gunstige invloed van een mogelijk STOL-verkeer op de geluidsbelasting in de omgeving van diverse vliegvelden.

Gezien de veelheid van bovengenoemde onderwerpen en het belang dat gehecht wordt aan een effectieve beteugeling van de geluidsoverlast door vliegtuigen, zal in de komende jaren een aanzienlijke inspanning van het NLR op dit gebied nodig zijn.

DE BEREKENING VAN SUBSONE, STATIONAIRE STROMINGEN OM VLIEGTUIGCONFIGURATIES

Een belangrijk aspect bij de ontwikkeling van vliegtuigen is de aërodynamische vormgeving, waartoe op uitgebreide schaal stromingsonderzoek aan modellen in windtunnels wordt uitgevoerd. Naarmate de eisen die gesteld worden aan de prestaties en besturingseigenschappen van een bepaald vliegtuigontwerp gecompliceerder worden neemt ook de omvang van het windtunnelonderzoek toe.

Dit blijkt duidelijk uit figuur 4, waarin voor enkele bekende vliegtuigtypen het aantal aan windtunnelonderzoek bestede uren is weergegeven.

Naast het experimentele onderzoek speelt ook de berekening van de stroming om het vliegtuig een belangrijke rol. Berekeningen worden onder meer gebruikt om windtunnelprogramma's te optimaliseren, b.v. in de vorm van een theoretisch vooronderzoek. Theoretische berekeningen zijn tevens nodig voor de analyse van de metingsresultaten zoals voor het bepalen van de invloed op de resultaten van windtunnelwanden en van de toegepaste staken voor het bevestigen van het model. Ook bij de onderlinge vergelijking van verschillende vliegtuigtypen, die plaatsvindt alvorens een vliegtuiggebruiker tot aanschaffing van een bepaald vliegtuig besluit, maakt men gebruik van berekeningen, evenals voor het verkrijgen van een eerste indruk van de invloed van beperkte modificaties in de uit-

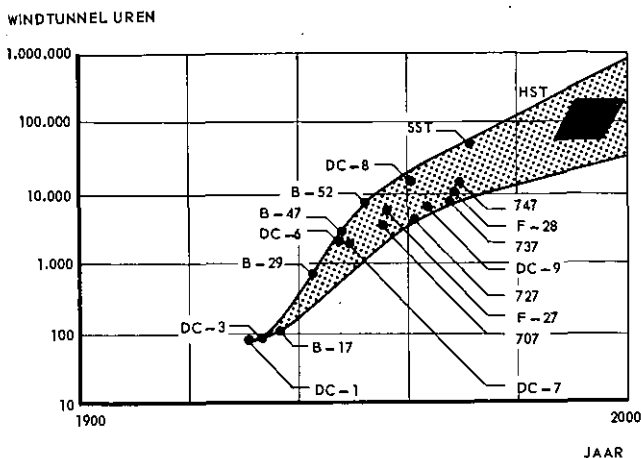


Fig. 4. De toeneming van het windtunnel onderzoek (volgens: J. F. Cahill "Simulation of full-scale-flight aerodynamic characteristics by tests in existing transonic wind tunnels" AGARD Conf. Proc. no 83-1971).

wendige vorm op de prestaties en de stabiliteit.

Om te kunnen blijven voldoen aan steeds hogere en vaak tegenstrijdige ontwerp-eisen is het noodzakelijk de aërodynamische vormgeving van het vliegtuigontwerp meer en meer te verfijnen. Als gevolg hiervan worden ook de rekenmethoden waarmee het experimentele onderzoek wordt begeleid, steeds verder verfijnd. Dit laatste wordt in hoge mate bevorderd door het beschikbaar komen van grote en snelle computers, waarop ook omvangrijke berekeningen in korte tijd kunnen worden uitgevoerd.

Daar zowel vliegtuigontwerpers als vliegtuiggebruikers van de NLR-windtunnels gebruik maken, worden voor beide categorieën berekeningsmethoden ontwikkeld. De ontwikkeling van berekeningsmethoden ter ondersteuning van het aërodynamische onderzoek is in de laatste jaren in aanzienlijke mate gestimuleerd door opdrachten van binnen- en buitenlandse vliegtuigindustrieën.

De basis voor dit theoretische aërodynamische onderzoek wordt gevormd door de z.g. NLR-panelenmethode. Met deze methode kunnen voor subsone stromingen details worden berekend van de aërodynamische eigenschappen van zowel zeer eenvoudige als meer gecompliceerde vormen.

In het volgende zal eerst enige aandacht worden besteed aan de principes die aan de NLR-panelenmethode ten grondslag liggen. Vervolgens zal een aantal recente voorbeelden van toepassing worden gegeven.

Het principe van de NLR-panelenmethode

De methode is gebaseerd op de veronderstelling dat het effect van de wrijving in de stroming klein is. Dit is het geval zolang de stroming om het beschouwde lichaam aanligt en er geen loslating plaatsvindt. De optredende stromingsverschijnselen kunnen dan goed beschreven worden door de z.g. potentiaalvergelijking, een quasi-lineaire partiële differentiaalvergelijking. Wordt verder aangenomen dat de door het lichaam veroorzaakte verstoring van de stroming klein is, dan gaat de potentiaalvergelijking over in de vergelijking van Laplace. Aangezien deze vergelijking lineair is heeft hij de eigenschap dat de som van afzonderlijke, fundamentele oplossingen eveneens een oplossing vormt (superpositie principe). Naar gelang hun karakter worden zulke fundamentele oplossingen aangeduid als bronnen, putten, wervels, enz.

Hess en Smith (Douglas Report no. E. S. 40622, 1962) hebben als eersten aangegeven hoe met behulp van grote computers op grote schaal gebruik kan worden gemaakt van dit superpositie principe, waarbij zij zich beperken tot niet-dragende lichamen.

In de door hen ontwikkelde methode wordt het uitwendige oppervlak van het beschouwde lichaam (b.v. een vleugel-romp combinatie) voorgesteld door een groot aantal vlakke, vierhoekige panelen (zie figuur 5).

Elk paneel draagt een bron-putverdeling van constante, doch vooralsnog onbekende sterkte. Door toepassing van de voorwaarde dat de gezamenlijke invloed van alle bronnen en putten zodanig is dat de stroming in elk paneelmidden aan het lichaam raakt, ontstaat een groot systeem lineaire algebraïsche vergelijkingen met als onbekenden de bron- en putsterkten. Als de oplossing hiervan bepaald is kan de drukverdeling over het lichaam worden berekend en hieruit door integratie de totale krachten op het lichaam.

Rubbert c.s. (USAAVLABS TR 67-61A, 1967) hebben de methode van Hess en Smith uitgebreid door aan de bron-putverdeling een wervelsysteem toe te voegen.

Dit wervelsysteem representeert het zog dat aanwezig is achter dragende vleugels. De sterkte van de wervels wordt gelijktijdig met de bronsterkten bepaald door als extra voorwaarde gladde afstroming te eisen in een aantal punten bij de achterrand van de vleugel.

De door het NLR ontwikkelde methode komt in grote lijnen met die van Rubbert c.s. overeen, doch wijkt er op twee belangrijke punten van af. Door de genoemde veronderstelling van kleine verstoringen wordt de invloed van compressibiliteit in de methode van Rubbert in onvoldoende mate in rekening gebracht.

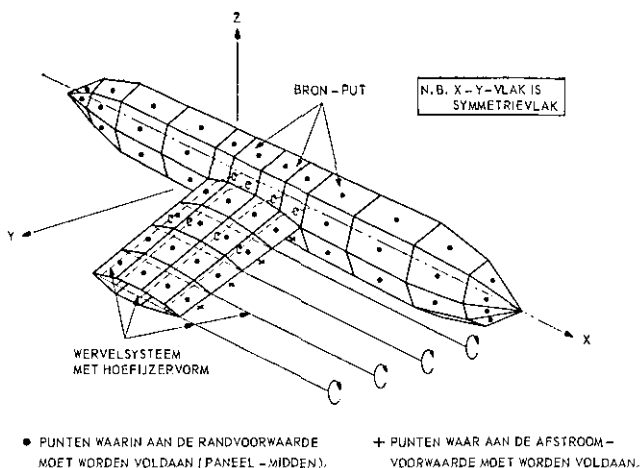


Fig. 5. Principe van de panelen methode.

Door het NLR is een semi-empirische correctieprocedure ontwikkeld waardoor de methode ook tot hoog-subsonen getallen van Mach bevredigende resultaten oplevert. Daarnaast is door het NLR een speciale numerieke procedure ontwikkeld voor het oplossen van het grote systeem lineaire vergelijkingen.

Zoals aangegeven in figuur 6 is hierdoor een aanzienlijke reductie in rekentijd verkregen. Voor gecompliceerde configuraties blijft echter een grote computer vereist, reden waarom de berekeningen van dit type tot nog toe buiten het NLR werden uitgevoerd.

De zojuist beschreven aanpak waarborgt een grote mate van flexibiliteit. Dit geldt zowel ten aanzien van de geometrievormen die kunnen worden behandeld als ten aanzien van de gewenste nauwkeurigheid.

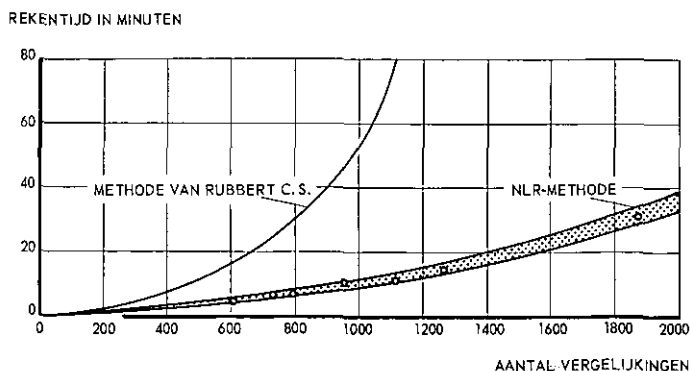


Fig. 6. De benodigde rekentijd op een CDC 6600 computer.

Bij de ondersteuning van windtunnelproeven is men in het algemeen geïnteresseerd in details van de stroming, hetgeen een nauwkeurige berekening met een grote paneeldichtheid vereist. Voor evaluatiestudies is het meestal voldoende de totale krachten op een configuratie te kennen, zodat met een kleine paneeldichtheid kan worden volstaan.

Enkele voorbeelden van toepassing

Hoewel de kracht van de methode voornamelijk gelegen is in de mogelijkheid de stroming om gecompliceerde drie-dimensionale configuraties te berekenen, wordt door het NLR ook veelvuldig gebruik gemaakt van het programma voor het limietgeval voor tweedimensionale stromingen. Dit betreft enerzijds het optimaliseren van paneelverdelingen in koordrichting voor profielvormen waaruit driedimensionale vleugels zijn opgebouwd. Anderzijds bewijst het programma nuttige diensten bij het profielonderzoek, hetgeen wordt geïllustreerd door figuur 7. Dit betreft de modificatie van een transsoon, schokvrij vleugel-profiel uit de door het NLR ontwikkelde familie van quasi-elliptische profielvormen. Het is gebleken dat deze familie op semi-empirische wijze kan worden uitgebreid door delen van de profielcontour te wijzigen op grond van het berekende ef-

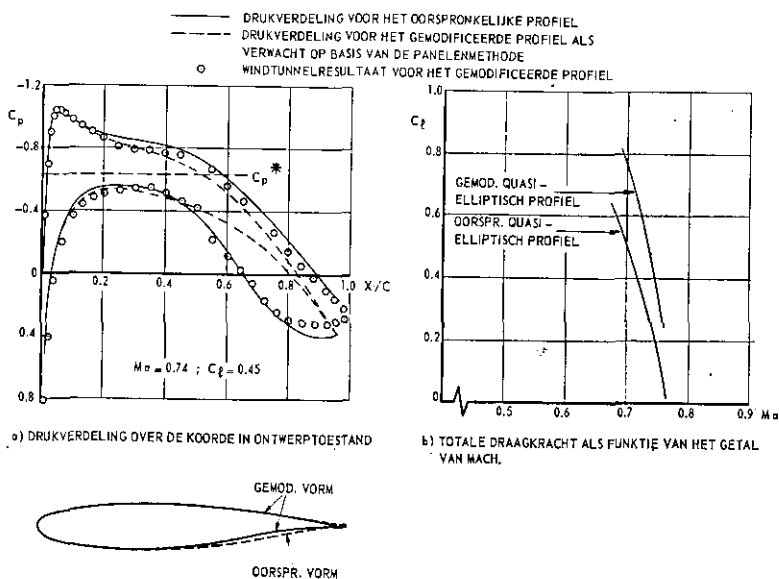
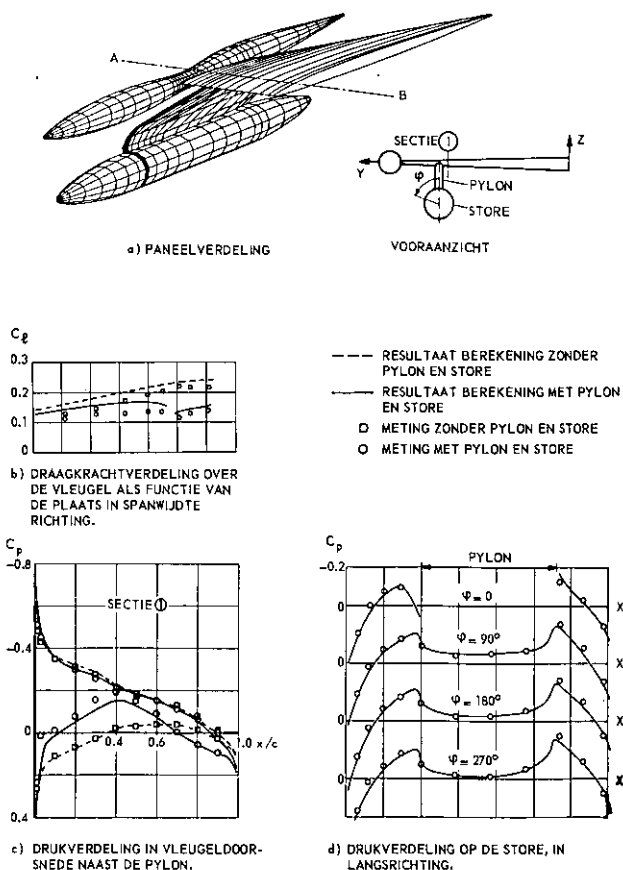


Fig. 7. Voorbeeld van toepassing bij transsoon profielonderzoek.

fect van de wijziging. Zoals blijkt uit de vergelijking van gemeten en berekende drukverdelingen in figuur 7a kan het effect van de wijzigingen met behulp van de panelenmethode goed worden voorspeld. Door de geschetste procedure zullen voor verbetering van profielvormen minder experimenten in windtunnels nodig zijn en kan onder meer de draagkracht van schokvrije profielen worden vergroot zoals is aangegeven in figuur 7b.

Een voorbeeld van een gecompliceerde drie-dimensionale configuratie is de vleugel-tiptank-'pylon-store'-configuratie, zoals die bij jachtvliegtuigen wordt toegepast. Bij dergelijke configuraties is de aërody-



namische interferentie tussen de verschillende delen een belangrijke grootheid, die tot voor kort nauwelijks kon worden voorspeld. Zoals uit figuur 8 blijkt kan de invloed van 'pylon' en 'store' op de aërodynamische eigenschappen van de vleugel goed worden berekend met behulp van de panelenmethode. Ook de drukverdeling op de 'store' wordt goed voorspeld.

Vooruitzichten

De voorbeelden weerspiegelen slechts in beperkte mate de mogelijkheden van de NLR-panelenmethode. In principe kan de methode ook worden toegepast op b.v. vleugels met kleppen, inlaatstromingen en hefstralen bij V/STOL-configuraties. In de komende jaren zal worden getracht ook met dergelijke toepassingen ervaring op te doen.

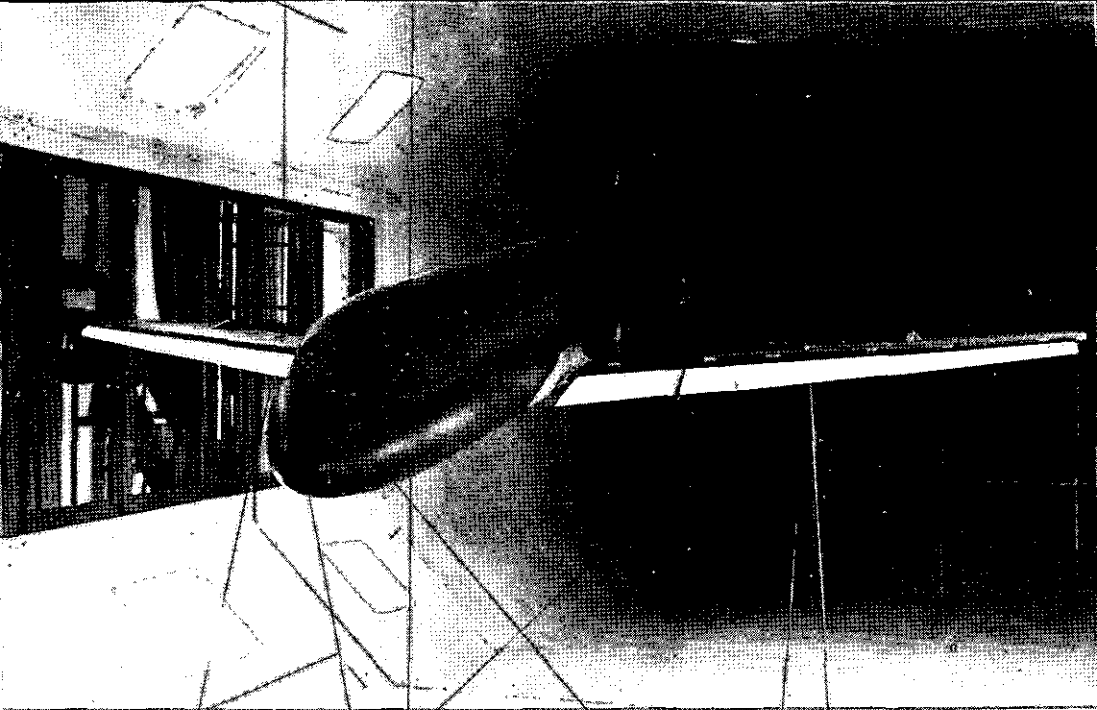
STROMINGEN, VERBRANDING EN VOORTSTUWING

Onderzoekingen ten behoeve van ontwikkelingsprojecten.

De behoefte aan aërodynamisch onderzoek in verband met Nederlandse en Europese projecten op het gebied van de vliegtuigontwikkeling onderging in 1971 nauwelijks verandering. De bezettingsgraad van de NLR-windtunnels bleef dan ook op het hoge peil van voorgaande jaren door opdrachten van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR) en van diverse buitenlandse vliegtuigindustrieën.

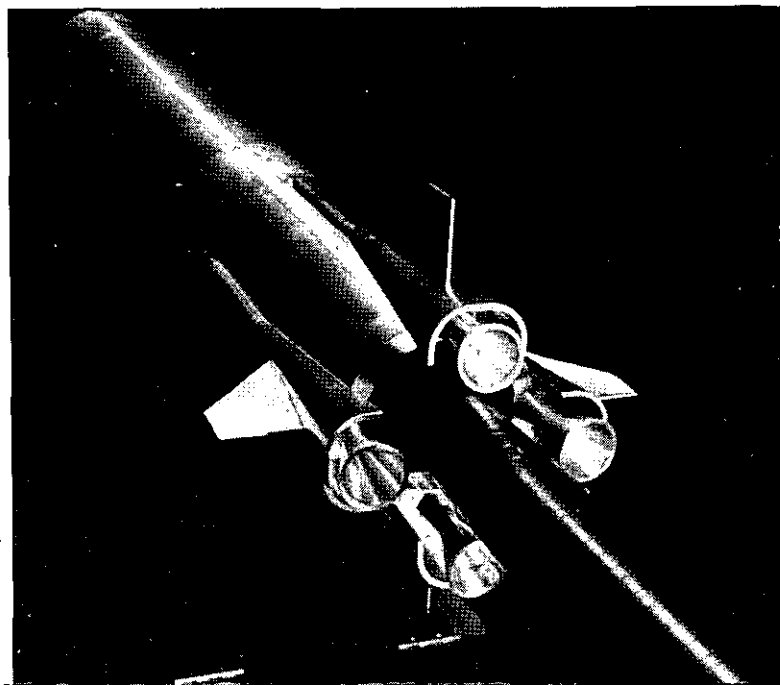
De werkzaamheden in het kader van het F 28-project, die in opdracht van het NIVR en in nauwe samenwerking met Fokker-VFW worden uitgevoerd, waren vooral gericht op de verdere ontwikkeling van dit vliegtuigtype. Hierbij wordt in de eerste plaats gestreefd naar een verbetering van de startprestaties van het vliegtuig bij verhoogde startgewichten, waartoe onder meer neuskleppen op de vleugelvoorrand zullen worden aangebracht. De hiervoor in aanmerking komende configuraties werden uitvoerig beproefd in de lage-snelheidstunnel (LST 3 x 2) en de hoge-snelheidstunnel (HST).

In het kader van het VFW 614-project werden, eveneens in opdracht van het NIVR, de voorbereidingen voor windtunnelonderzoek aan een volledig model van het eerste prototype van dit vliegtuig afgerond; de metingen zullen worden afgestemd op de resultaten van het vliegproevenprogramma.



Het F 28-model voorzien van kleppen aan de vleugelvoorrand in de lagesnelheidstunnel LST 3x2. Het windtunnelonderzoek aan dit model was hoofdzakelijk gericht op de prestaties tijdens start en landing, mede in verband met het verhogen van het maximale startgewicht van het F 28-vliegtuig.

Model (schaal 1 : 50) van een mogelijke ELDO Europa 3 raketconfiguratie in de hoge-snelheidstunnel. Aan dit windtunnelmodel, dat een lengte heeft van ca 85 cm, zijn krachtenmetingen uitgevoerd in het snelheidsgebied $M = 0,6 - 4,0$.



De belangrijkste buitenlandse opdrachten hadden onder meer betrekking op het windtunnelonderzoek dat ten behoeve van de ontwikkeling van de Concorde, de Airbus A 300 B, de Mercure, de Alpha-Jet en het MRCA-project werd uitgevoerd.

Ten behoeve van de ontwikkeling van ruimtevoertuigen werd in opdracht van de ELDO een aantal theoretische studies uitgevoerd als voorbereiding op toekomstige windtunnelmetingen aan modellen van het Europa III-lanceervoertuig. Ook was het NLR, evenals in voorgaande jaren, belast met de coördinatie van alle aërodynamische aspecten van de door bovengenoemde organisatie ontwikkelde of nog te ontwikkelen draagraketten.

Berekeningsmethoden voor stationaire stromingen

Naast het windtunnelonderzoek speelt bij de aërodynamische vormgeving van vliegtuigen de berekening van het stromingsveld om het vliegtuig tegenwoordig een zeer belangrijke rol. Gedurende de laatste jaren heeft het laboratorium zich intensief bezig gehouden met het ontwikkelen van berekeningsmethoden op dit gebied, hetgeen onder meer geleid heeft tot de z.g. 'NLR-panelenmethode' (in vorige jaarverslagen aangeduid als 'NLR-methode'). In de Capita Selecta van dit verslag wordt nader op deze berekeningsmethode ingegaan. (zie blz. 30).

In de loop van het verslagjaar werd het toepassingsgebied van bovengenoemde methode vergroot door het gereedkomen van een procedure waarmee de vorm en de stand van het wervelvlak achter de vleugel kan worden bepaald, die bekend moeten zijn om de drukverdeling over romp-vleugel-staartcombinaties te kunnen berekenen. Voorbereidingen werden getroffen om de desbetreffende procedure te verifiëren door windtunnelmetingen aan een hiervoor vervaardigd pijlvleugelmodel.

Ook het onderzoek met betrekking tot het twee-dimensionale limietgeval van de NLR-panelenmethode werd voortgezet. Met een in het kader van dit onderzoek ontwikkeld computerprogramma werd de drukverdeling over een drietal vleugelprofielen met klep berekend. De resultaten werden vergeleken met in de windtunnel gemeten waarden, waarbij tussen berekende en gemeten waarden een redelijke overeenstemming werd gevonden.

Een ander onderzoek betreft het ontwikkelen van een methode om in de windtunnel gemeten luchtkrachten op vleugels te corrigeren

voor de elastische vervormingen van de vleugelconstructie in de vlucht. Dit is vooral van belang bij vliegtuigen met zeer grote afmetingen, zoals van het type Airbus. Getracht wordt deze correcties aan te brengen door gebruik te maken van bestaande rekenprogramma's voor de bepaling van stationaire drukverdelingen over vleugels en van programma's voor de berekening van elastische vervormingen t.g.v. deze drukverdelingen.

De werkzaamheden met betrekking tot het berekenen van stationaire supersone stromingen om omwentelingslichamen d.m.v. differentieel- en karakteristiekenmethoden werden voortgezet. Het nauwkeurige karakteristiekenprogramma voor wilckeurige omwentelingslichamen kwam gereed en de bij dit programma behorende handleiding wordt opgesteld. Ook de differentiemethoden die worden toegepast voor het berekenen van bovengenoemde stromingen om lichamen onder een invalshoek geven bevredigende resultaten.

Met het oog op de in de loop van de jaren zeventig en tachtig te verwachten ontwikkelingen op het gebied van vliegtuigen die steil kunnen starten en landen, verdiept het NLR zich in hiermee samenhangende aërodynamische problemen. Daartoe is een programma opgesteld dat tot doel heeft methoden te ontwikkelen voor het berekenen van stromingsvelden om en luchtkrachten op V/STOL-configuraties.

In het kader hiervan werd een studie gemaakt van het gedrag van een neerwaarts gerichte straal in een dwars hierop staande luchtstroming.

Voor het berekenen van de straaleigenschappen (straalbaan, oppervlak van de straaldwarsdoorsnede, maximum snelheid) is een wiskundig model opgesteld. De hiermee berekende resultaten vertonen een bevredigende overeenstemming met eerder in de windtunnel gemeten waarden. Gewerkt werd voorts aan de ontwikkeling van een methode voor het berekenen van de door de straal geïnduceerde drukken op een vlakke plaat, waaruit de straal geblazen wordt. Daarnaast is een begin gemaakt met de bestudering van methoden voor het berekenen van de stroming om een draagvlak in een slipstroom. Problemen van soortgelijke aard vormden reeds onderwerp van studie aan het einde van de twintiger jaren waarbij m.n. ir. C. Koning, zich bezighield met het onderzoek van lichamen in een slipstroom. De sterk verbeterde mogelijkheden voor het numeriek berekenen met behulp van computers van stromingsvelden hebben nieuwe perspectieven geopend om dit oude probleem tot een oplossing te brengen.

Transsoon profiel-onderzoek (stationair).

Het theoretische en experimentele onderzoek van de schokvrije transsone stroming om quasi-elliptische profielen werd met kracht voortgezet. Deze profielen onderscheiden zich van de meer conventionele profielen door ofwel een hoger 'drag rise Mach number', (d.w.z. het getal van Mach waarbij de weerstand sterk toeneemt) bij gelijke profieldikte en draagkracht óf een grotere profieldikte en een grotere draagkracht bij een gelijk 'drag rise Mach number'.

Daar met de oorspronkelijke bij het NLR ontwikkelde theorie slechts een beperkte klasse van profielvormen kon worden berekend, is de inspanning nu vooral gericht op de voor praktische toepassing gewenste mogelijkheid sterk verschillende klassen van profielen te kunnen genereren.

In de eerste plaats wordt getracht dit doel te bereiken door uitbreiding van de exacte hodograaftheorie. De resultaten van het in 1971 uitgevoerde mathematische vooronderzoek aan het limietgeval van de onsamendrukbare stroming zijn in dit opzicht bevredigend en rechtvaardigen de uitbreiding naar de samendrukbare stroming.

Daarnaast wordt getracht langs semi-empirische weg meer variatie in profielvorm te realiseren, waartoe een m.b.v. de oorspronkelijke theorie berekend quasi-elliptisch profiel voorzien werd van welving aan de achterzijde. Uit windtunnelonderzoek bleek dat de hiermee gepaard gaande verhoging van de draagkracht, overeenkomstig de verwachting, geen aanleiding gaf tot vermindering van het 'drag rise Mach number'.

De bovengenoemde profielvormen worden berekend voor één bepaalde ontwerpconditie. Daarnaast is het van belang het stromingsbeeld rond gegeven profielen te kunnen voorspellen bij andere condities dan de ontwerpconditie, de z.g. 'off-design conditions'. In dit verband werd een begin gemaakt met het programmeren van een z.g. differentiemethode voor het berekenen van subsone en transsone stromingen (inclusief schokgolven) om profielen waarvan de contour bekend is. Deze methode is gebaseerd op de techniek van Cole en Murman. (zie ICAS-Paper 70-12).

Instationaire stromingen.

De activiteiten op het gebied van het instationaire stromingsonderzoek — een terrein van onderzoek waarop het NLR volgens buitenlandse deskundigen een unieke positie inneemt — waren wederom omvangrijk.

Het computerprogramma van de op een kernfunctie gebaseerde me-

thode voor het berekenen van instationaire drukverdelingen op vleugels met roeren in subsone stroming werd verder verfijnd en kwam gereed voor operationeel gebruik.

In samenwerking met het Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales (ONERA) werd een programma van instationaire drukmetingen uitgevoerd ter vergelijking van twee verschillende meetmethoden, nl. de methode van het NLR die gebaseerd is op het gebruik van drukleidingen in het windtunnelmodel en die van de ONERA waarbij in het model ingebouwde drukopnemers worden toegepast. De resultaten van deze metingen worden voor een verdere analyse uitgewerkt.

Teneinde de resultaten nader op hun betrouwbaarheid te kunnen toetsen zijn eveneens door beide deelnemers aan het onderzoek fluttermetingen uitgevoerd aan hetzelfde vleugelmodel. De resultaten van deze fluttermetingen stemden goed overeen. Verder bleek dat de fluttersnelheid in werkelijkheid enigszins hoger ligt dan op grond van berekeningen, waarin gebruik werd gemaakt van langs theoretische weg bepaalde luchtkrachten, verwacht werd.

Veel aandacht wordt ook besteed aan de verdere verfijning van methoden en computerprogramma's voor trillings- en flutterberekeningen, waarmee o.m. de eigenwaarde van grote matrices en de eigenfrequenties en trillingsvormen van constructies (o.a. van op een verticale staak gemonteerde windtunnelmodellen) bepaald kunnen worden. Een bestaand programma werd uitgebreid ten behoeve van de trillingsberekening van vleugels met roeren.

Viskeuze effecten.

Voor een nauwkeurige berekening van de stroming om vleugels met behulp van de potentiaaltheorie moet rekening gehouden worden met de invloed van de viscositeit van de lucht. In verband hiermee moet een correctie toegepast worden voor de mate waarin de stroming verdrongen wordt door de grenslaag op het omstroomde object. Met het programmeren van een correctiemethode voor subsone, twee-dimensionale profielstromingen werd een begin gemaakt. Na in voorgaande jaren een studie te hebben gemaakt van methoden voor het berekenen van twee-dimensionale turbulente grenslagen is nu een methode ontwikkeld voor het berekenen van drie-dimensionale turbulente grenslagen, gebaseerd op de methode van Bradshaw (zie b.v. Journal of Fluid Mechanics Vol. 28 pag. 593) voor twee dimensies. Het bleek mogelijk ook in drie dimensies de benodigde

computertijd binnen redelijke grenzen te houden. Voor nadere gegevens moge worden verwezen naar AGARD C.P.-no. 93, paper 8.

In wisselwerking met de theoretische studies wordt experimenteel onderzoek aan grenslagen verricht. Op uitgebreide schaal zijn metingen uitgevoerd in een grenslaag op een vlakke plaat zonder drukgradiënt. Op deze wijze werd een grote ervaring opgebouwd met grenslaagmeettechnieken, in het bijzonder betreffende het uitvoeren van snelheidsmetingen met behulp van gloeidraden. In aansluiting hierop zal een drie-dimensionaal grenslaagexperiment worden uitgevoerd om de resultaten van drie-dimensionale grenslaagberekeningsmethoden te kunnen verifiëren.

Met een uitgebreide analyse van de resultaten van eerder, in opdracht van de ELDO, uitgevoerde stationaire en instationaire drukmetingen aan een dwars aangestroomde cylinder bij grote getallen van Reynolds, werd dit onderzoek afgesloten. Cylindervormige constructies (raketten, schoorstenen, etc.) ondervinden bij aanstroming loodrecht op hun as naast een stationaire belasting in stromingsrichting veelal ook een fluctuerende aërodynamische kracht loodrecht op de richting van de aankomende stroming. Aangezien deze constructies meestal een uiterst geringe demping bezitten, is een vrij kleine fluctuerende kracht van de juiste frequentie reeds in staat trillingen met een relatief grote amplitude te veroorzaken. Deze trillingen introduceren additionele materiaalspanningen, zodat het van belang is de grootte der trillingen nauwkeurig vast te stellen. Bij deze analyse bewees de door het laboratorium aangeschafte Hewlett Packard Fourier Analyzer zeer goede diensten, door snel een overzicht te verschaffen van de frequentie-inhoud van de aërodynamische belasting in de hierbij te beschouwen gebieden van het getal van Reynolds.

Vergelijking van windtunnelmetingen met metingen in de vrije vlucht.

Het meten aan modellen in windtunnels brengt zekere beperkingen met zich mee, waardoor de meetresultaten niet zonder meer overgedragen kunnen worden op de toestand in de vrije vlucht. Het is daarom noodzakelijk de verschillen te onderzoeken en te trachten ze zo klein mogelijk te houden. Daarnaast dient aandacht te worden geschonken aan het ontwikkelen van adequate correctie- en extrapolatiemethoden.

Een rijke bron van gegevens voor een vergelijkend onderzoek dat

in opdracht van het NIVR door het NLR en Fokker-VFW is uitgevoerd, vormen de resultaten van metingen aan windtunnelmodellen van de F 28 en van metingen welke tijdens vliegproeven met de prototypen van dit vliegtuig werden verkregen. De uitkomsten van dit onderzoek werden in diverse rapporten vastgelegd.

Ter verbetering van het nabootsen van de vluchtomstandigheden in een windtunnel is het onderzoek van de z.g. schaaleffecten van groot belang. Twee studies op dit gebied, t.w. het schaaleffect op de loslating van de stroming in het transsonic snelheidsgebied en op de normaalkrachtenverdeling bij slanke lichamen onder een invalshoek in supersonic stroming, vroegen veel aandacht. In het kader van eerstgenoemde studie werden de resultaten van eerder uitgevoerde metingen geanalyseerd en vond een windtunnelonderzoek plaats naar de invloed van z.g. 'vortex-generators' (op de vleugel) op de langstabiliteit.

In verband met het tweede onderzoek werden zowel in de CSST als in de SST drukverdelingsmetingen verricht aan speciaal op dit onderzoek afgestemde modellen. De analyse van de resultaten nadert zijn voltooiing.

De metingsresultaten van windtunnels worden onder meer beïnvloed door de aanwezigheid van tunnelwanden en in de metingsresultaten moeten derhalve correcties worden aangebracht voor wandinvloed. De aandacht van het NLR richt zich hierbij vooral op tunnels met spleetwanden, waarvan er twee in bedrijf zijn. In dit verband werden in de Pilottunnel metingen uitgevoerd aan twee gelijkvormige symmetrische profielen uit de F 28-serie en aan het profiel NACA 0012 ter bepaling van de invloed van grote waarden van resp. het getal van Mach en van de draagkrachtscoëfficiënt op de karakteristieke wandinvloedparameters. Uit de voorlopige analyse blijkt, dat een sterke verandering van de met behulp van de gelineariseerde theorie berekende wandinvloed optreedt, wanneer de verhouding profielkoorde/tunnelhoogte groter wordt dan ca. 1 : 3.

De voortdurend stringenter eisen, die worden gesteld aan de nauwkeurigheid en interpretatie van windtunnelmetingen (ondermeer met betrekking tot het bepalen van de weerstand) maken een beter inzicht noodzakelijk in de factoren die de grenslaagomslag van laminair naar turbulent bepalen. In verband hiermee werd de invloed van factoren als het geluidsniveau van de tunnel, de modelafmetingen en de invalshoek op de grenslaagomslag in de SST onderzocht.

Hypersoon stromingsonderzoek

Enkele facetten van het hypersonische stromingsonderzoek werden bestudeerd en nader uitgewerkt. Het z.g. 'blunt nose'-programma voor de berekening van supersonische stroming om stompe neuzen werd geschikt gemaakt voor de behandeling van problemen in het hypersonische snelheidsgebied. De studie over een quasi-ééndimensionale expansie waarbij het gas niet in chemisch evenwicht verkeert en waarbij hogedruk effecten optreden werd voltooid.

Voorbereidingen vinden plaats voor het ombouwen van de schokbuis i.v.m. het onderzoek van interferentieverschijnselen in hypersonische stromingen. Daar veel interferentieverschijnselen afhankelijk zijn van de toestand van de grenslaag, zal om te beginnen de plaats van het traject waarin de omslag van laminair naar turbulent plaatsvindt worden bestudeerd aan holle cilindrs en aan kegels bij $Mach = 5$ en bij hoge getallen van Reynolds per lengte-eenheid.

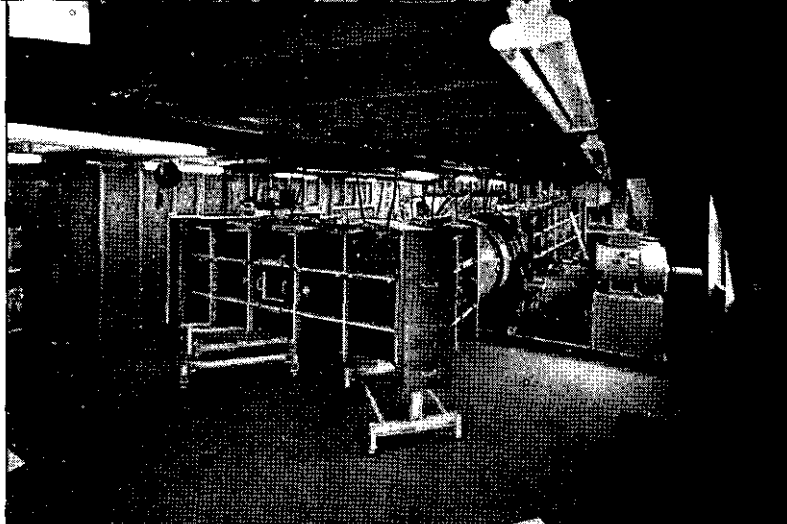
Industrieel aërodynamisch onderzoek

Regelmatig werden onderzoeken uitgevoerd met betrekking tot windproblemen in bouw en milieu. Voor een meer uitvoerige toelichting op deze werkzaamheden wordt verwezen naar de paragraaf 'Aërodynamisch onderzoek m.b.t. windproblemen en luchtverontreiniging' op blz. 64.

CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

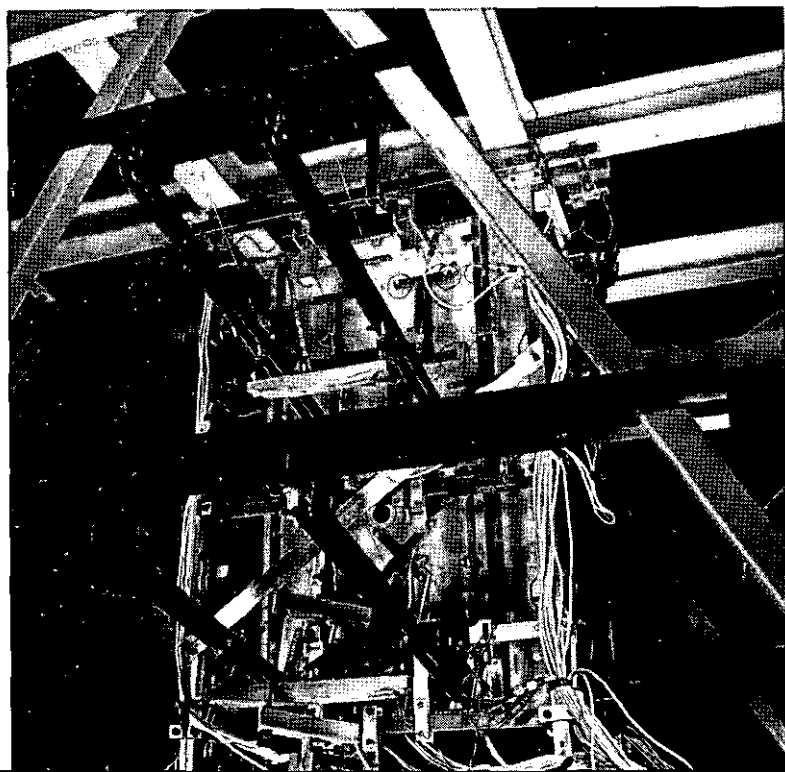
Onderzoeken ten behoeve van ontwikkelingsprojecten.

Na beëindiging in 1970 van het officiële certificatie-beproeversprogramma van de F 28-vleugel, dat door het NLR in samenwerking met Fokker-VFW in de vestiging Noordoostpolder is uitgevoerd, werden in opdracht van het NIVR nog enige aanvullende proeven op de vleugelconstructie uitgevoerd. Deze betroffen in de eerste plaats het vaststellen van de invloed van het verhogen van alle spanningsniveaus met 25%. De resultaten van dit onderzoek bleken goed overeen te stemmen met die van soortgelijke proeven op eenvoudige plaatproefstukken. Hieruit blijkt dat eenvoudige proeven informatie kunnen verschaffen, die voor het bestuderen van een volledige constructie van betekenis is. Dit is vooral van belang indien in de praktijk het belastingsspectrum van het vliegtuig afwijkt van het in



Model (schaal 1 : 10) van de in het ontwerpstadium verkerende lage-snelheidstunnel 8 x 6 opgesteld in het laboratorium in de Noordoostpolder. De resultaten van de metingen in deze modeltunnel worden gebruikt als controle op en ter verbetering van het aërodynamische ontwerp van de werkelijke tunnel.

Een gedeelte van de opstelling voor de statische beproeving op de uit sandwichpanelen vervaardigde draagconstructie van de Astronomische Nederlandse Satelliet (ANS). Het onderzoek diende om aan te tonen dat de satelliet-constructie de bij de lancering te verwachten stationaire belasting (i.e. druk) met succes kan doorstaan.



de proef aangebrachte spectrum. Ten slotte werden nog twee 'fail-safe'-proeven uitgevoerd bij belastingen tot resp. 1,1 en 1,2 maal de 'limit load', welke de vleugel eveneens met succes doorstond.

Eveneens in opdracht van het NIVR werd medewerking verleend bij de vermoelingsbeproeving van de VFW 614-vleugel, die bij Fokker-VFW in Amsterdam zal worden uitgevoerd. In nauwe samenwerking met Fokker-VFW heeft het NLR het belastingsprogramma gedefinieerd en nader uitgewerkt. Ook werd programmatuur ontwikkeld voor de ingangssignaalgevers van de vizels en de dynamometers die deel uitmaken van de proefopstelling.

Belastingen op luchtvaartuigen

De veiligheid van het luchtverkeer wordt, naast andere factoren, in hoge mate bepaald door de sterkte van de vliegtuigconstructie. Bij ieder nieuw vliegtuigproject rijst opnieuw de vraag welke ontwerpbelastingen gekozen moeten worden om de kans op catastrofale breuken zo klein mogelijk te maken. Tot nu toe was het gebruikelijk deze keuze te baseren op het z.g. 'envelope concept', waarbij het belastingsgeval dat de zwaarste belasting voor het vliegtuig oplevert maatgevend was. Deze benadering houdt echter geen rekening met de vraag hoe groot de waarschijnlijkheid is, dat het vliegtuig tijdens het gebruik in de bij dat kritieke belastingsgeval behorende omstandigheden komt te verkeren. In de laatste jaren is men begonnen met het ontwikkelen van een nieuwe benaderingswijze, het z.g. 'mission analysis concept', waarbij het gebruik van het vliegtuig wel in rekening wordt gebracht. De ontwerpsterkte wordt hierbij geacht in overeenstemming te zijn met een belastingsniveau, dat een zekere kans heeft overschreden te worden tijdens het gebruik van het vliegtuig. Het bij deze overschrijdingskans behorende belastingsniveau kan voor een specifiek vliegtuig worden berekend aan de hand van het werkelijke vliegtuiggebruik en van een statistisch model van de daarbij optredende belastingen. In het verslagjaar werd gewerkt aan een systematische evaluatie van beide bovengenoemde concepties.

Statische sterkte en stijfheid van constructies

De werkzaamheden op dit gebied hadden in hoofdzaak betrekking op het ontwikkelen van een methode voor het berekenen van de draagkracht van panelen. Uitgaande van de analytische oplossing voor het 'post-buckling'-gedrag van platen wordt getracht de niet-

lineaire relatie tussen spanningen en rekken te beschrijven met behulp van eenvoudige functies. Een onderzoek werd ingesteld naar de vorm en de karakteristieke parameters van deze functies. Ook werden studies gemaakt van methoden voor het berekenen van de sterkte van kegelschalen en van methoden voor het berekenen van plaatbuiging in het plastische gebied.

Kerftaaiheid en reststerkte

In de vliegtuigbouw is kennis van de reststerkte van constructiedelen waarin vermoeiingsscheuren aanwezig zijn van uitermate groot belang. Scheuren mogen geen catastrofale gevolgen hebben en de inspectieperioden dienen dan ook zodanig te worden gekozen dat eventuele beschadigingen met zekerheid worden ontdekt.

Het onderwerp van de reststerkte wordt sinds een aantal jaren intensief door het NLR bestudeerd, waarbij omvangrijke proevenprogramma's worden uitgevoerd. In het verslagjaar is de methode ter bepaling van de reststerkte van verstijfde panelen verder ontwikkeld, zodat een rekenprogramma beschikbaar is gekomen, waarmee de interactie van plaat en verstijver in een paneel met een scheur kan worden bepaald.

Huidscheuren die zich tussen en onder verstijvers bevinden kunnen hiermee worden behandeld, evenals de combinatie van een huidscheur en een gebroken verstijver. Proeven op verstijfde panelen hebben de bruikbaarheid van de rekenresultaten aangetoond.

Verder werd een onderzoek verricht naar de scheurgroei- en reststerkte-eigenschappen van 2024- en 7075-plaatmateriaal bij temperaturen die varieerden van -50° tot $+25^{\circ}\text{C}$. De scheurgroei blijkt langzamer te verlopen naarmate de temperatuur lager is, hetgeen waarschijnlijk moet worden toegeschreven aan het feit, dat koude lucht aanzienlijk droger is dan lucht van kamertemperatuur. In het verslagjaar is voorts een onderzoek uitgevoerd naar de plastische vervorming bij een kerf. Een aantal kerffactoren zijn beschouwd, waarbij het ontstaan van een scheur tengevolge van grote spanningsconcentraties kan worden verwacht. De plastische vervormingen werden berekend met behulp van de z.g. elementenmethode.

Experimenteel en analytisch onderzoek werd uitgevoerd op gekerfde z.g. 'Mostovoy-proefstukken' die vervaardigd zijn uit 2024-T4 en 2024-T6 materiaal. Een aantal spanningsintensiteitsfactoren werd bepaald door berekening met behulp van de elementenmethode van de vervormingsenergie bij verschillende scheurlengtes en scheurtip-configuraties. Bij de analyse van de calibraties voor de spannings-

intensiteitsfactor van deze proefstukken werd een duidelijke invloed van de afrondingsstraal aan de tip van de kerf of de scheur vastgesteld. Warmtebehandeling van het materiaal daarentegen bleek geen invloed te hebben op de spanningsintensiteitsfactor.

Voor het bepalen van de spanningsintensiteitsfactoren in rotatiesymmetrische gekerfde proefstaven werd een speciaal element ontwikkeld en met succes toegepast in elasto-plastische berekeningen.

De toepassing van holografie voor vervormingsmetingen werd bestudeerd.

Vermoeiing

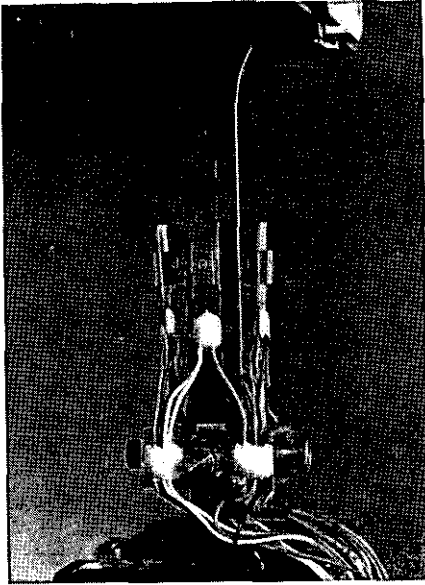
Een beproevingsprogramma betreffende de scheurgroei onder vluchtomstandigheden werd voltooid. Dit programma had ten doel de invloed van de belastingssnelheid (frequentie) en van het ontwerpspanningsniveau te bepalen. De resultaten wijzen op een geringe invloed van de frequentie en op een duidelijke invloed van het spanningsniveau. De laatstgenoemde invloed is voor het 2024-T3 materiaal groter dan voor het 7076-T6 materiaal. De invloed kon echter niet worden voorspeld met behulp van de spanningsintensiteitsfactor.

Uitvoerige proeven werden uitgevoerd ter bepaling van de invloed van secundaire buiging op de vermoeiingssterkte van licht-metalen (2024 en 7075) klinkproefstukken. De eerder gevonden relatie tussen de buigfactor en de levensduur bij geprogrammeerde belasting werd bevestigd.

Mede in opdracht van AGARD werd een uitvoerige verhandeling geschreven over cumulatieve vermoeiingsschade.

Invloed van de temperatuur op de eigenschappen van materialen.

Een studie werd gemaakt over de toepassing van de 'minimum commitment station function approach', ontwikkeld door Manson, (zie ASM Publ. D8-100, 1970) bij de parameter-analyse van de resultaten van expositieproeven. Met behulp van deze methode werd de invloed van langdurige verhitting, al dan niet onder belasting, op de statische sterkte en de rekgrens bij kamertemperatuur geanalyseerd. De methode biedt de mogelijkheid ook de verandering van andere materiaaleigenschappen, zoals de vermoeiingssterkte bij verschillende gebruikstemperaturen te voorspellen.



Rekstrookmeetopstelling voor het gelijktijdig bepalen van de rekken in breedte- en dikterichting in een op trek belast plaatproefstuk. Met deze opstelling worden metingen uitgevoerd om de anisotropie van het plastische vervormingsgedrag te bepalen.



Doorstraalopname (40.000 x) van een duralfolie in het electronenmicroscop. Het materiaal is een veredelde Al-Cu legering. De opname toont zones van geprecipiteerd Al₂ Cu. (schuine strepen)

Spanningscorrosie

Het onderzoek naar de invloed van een corrosief milieu (3% NaCl-oplossing) op het ontstaan en de groei van spanningscorrosiescheuren in de Al-legering 7075-T6 werd voortgezet. Bij deze proeven fungeerde het proefstuk als kathode, dan wel als anode. Ook werd de invloed van de zuurgraad en van de badbeweging op de electrochemische potentiaal van de proefstukken bepaald.

De resultaten wijzen op een minimum levensduur bij een potentiaal die overeenkomt met de z.g. 'pitting potential', d.w.z. die potentiaal waarbij putvormige aantasting van het oppervlak optreedt.

Het effect van de warmtebehandeling op de potentiaal van 7079-materiaal werd eveneens onderzocht in hetzelfde corrosieve milieu. Ook werd de aantasting van gepolijste proefstukken van 7079 en DTD 5024 materiaal in een corrosief medium bestudeerd. Met behulp van directe koolreplica's van het gecorrodeerde oppervlak werden duidelijke beelden verkregen van voorkeursaantasting op de korrelgrenzen bij materiaal, dat eerder bevonden was zeer gevoelig te zijn voor spanningscorrosie.

Overige onderzoeken

Evenals in voorgaande jaren werd nog een aantal onderzoeken uitgevoerd, die qua karakter niet goed in de voorgaande indeling passen.

Als eerste kan worden genoemd het onderzoek van spanningen en vervormingen bij gelijmde verbindingen. Met behulp van de elementenmethode werden spanningen en vervormingen berekend in een dubbele lapnaadverbinding bestaande uit dikke dural strippen verbonden door FM 1000-lijm. Het desbetreffende computerprogramma werd aangepast teneinde de plastische deformatie bij de uiteinden van lijmnaden te kunnen berekenen.

Een programma voor de berekening van anisotrope plastische deformatie in een vlakke plaat werd opgesteld en getest.

Het onderzoek naar een methode voor niet-destructieve keuring van de voorbehandeling bij metaallijmen door middel van het meten van de foto-emissie van electronen door het oppervlak werd in samenwerking met Fokker-VFW voortgezet.

Veel aandacht werd besteed aan de toepassingmogelijkheden van ti-

tanium in de vliegtuigindustrie. Hierbij zijn diverse materiaalaspecten (vermoeiingssterkte, scheurgroei, reststerkte, breuktaaiheid) beschouwd. Op handelszuiver titanium en op Ti-2,5 Cu zijn scheurgroei-proeven uitgevoerd in lucht, gedestilleerd water, zout water en droge argon.

Een model werd ontwikkeld waarmee de incubatietijd en de scheurgroeisnelheid bij breuk ten gevolge van waterstofbroosheid kunnen worden voorspeld.

Formules werden opgesteld om de tijdsafhankelijke waterstofconcentratie te berekenen in de plastische zone en in het elastische gebied van een gekerfde of een gescheurde proefstaaf.

Het onderzoek naar de gunstige invloed van restspanningen op de vermoeiingssterkte van een aluminiumlegering werd afgesloten. Opervlaktebehandelingen, zoals b.v. het kogelen en nakogelen met gasparcels bleken weinig of geen invloed op de levensduur te hebben. Daarentegen bleek het oprekken van gaten de levensduur te vergroten.

VLIEGTUIGEN

Onderzoekingen ten behoeve van ontwikkelingsprojecten

In opdracht van het NIVR werd wederom intensieve medewerking verleend bij de vliegbeproeving die door Fokker-VFW werd uitgevoerd met het F 28-prototype A 2 en met de verlengde versie van het F 28-vliegtuig.

Als belangrijkste metingen die in 1971 aan het F 28-prototype A 2 werden verricht kunnen worden genoemd:

- 'stuurkrachten per g'-metingen in verband met de verhoging van het startgewicht tot 65.000 lbs;
- het meten van de belastingen op de 'liftdumpers', de remkleppen en de vleugelklepbediening;
- metingen ten behoeve van geluidscertificatie; hierbij werd de vliegbaan bepaald m.b.v. een door de Koninklijke Landmacht beschikbaar gestelde L 4/5-radar;
- metingen van het geluid bij overvliegen op het vliegveld te Stockholm.

Grote inspanning vergde de medewerking aan de certificatie-beproeving van de verlengde versie van het F 28-vliegtuig. Deze ver-

sie kwam tot stand door verlenging van de romp van het F 28-prototype A 1. Alle in dit vliegtuig aanwezige meetapparatuur werd gedemonteerd en na grondige inspectie weer ingebouwd. De noodzakelijke verlenging van kabels en leidingen kwam eveneens binnen de daarvoor gestelde termijn greeed. In het kader van het vliegproevenprogramma werden onder meer de volgende werkzaamheden verricht:

- calibratie van beide motoren;
- calibratie en certificatie van het pitot-statische drukmeetsysteem en van het invalshockmeetsysteem;
- onderzoek van de overtrekeigenschappen bij voorlijke, centrale en achterlijke zwaartepuntsligging alsmede certificatie van de overtreksnelheid;
- onderzoek van de langsbesturing, in rechtlijnige vlucht zowel bij voorlijke als achterlijke ligging van het zwaartepunt;
- 'stuurkracht per g'-metingen en hoge-snelheidsproeven bij laag gewicht en achterlijke ligging van het zwaartepunt;
- geluidsmetingen ten behoeve van de geluidscertificatie;
- startmetingen en metingen ter bepaling van de rotatiesnelheid bij lostrekken van het vliegtuig;
- metingen aan de stuurautomaat ter verkrijging van gegevens over de werking van de barometrische gevers.

Medewerking werd eveneens verleend bij de vliegbeproeving van F 28-serievliegtuigen.

In dit verband werd de overtreksnelheid geverifieerd, waarbij bleek dat de te bereiken C_{Lmax} -waarde en de minimumsnelheid van de laatstgebouwde serievliegtuigen resp. hoger en lager waren dan de indertijd voor de prototypen gecertificeerde waarden.

Hierdoor komt ook de volgens 'Air Registration Board'-voorschrift gecertificeerde overtreksnelheid te liggen binnen de huidige Flight Manual waarden, die bepaald zijn volgens 'Federal Aviation Agency'-voorschrift.

Op een gravel-startbaan in IJsland werd een aantal start- en landingsmetingen verricht bij verschillende gewichten en vleugelklepstanden.

Voorts werden metingen verricht van het geluid bij start en landing op het vliegveld te Stockholm.

Ten behoeve van de F 27 werd assistentie verleend bij certificatiemetingen die werden uitgevoerd aan het ventilatiesysteem van een extra brandstoftank in de middenvleugel. Ook werd assistentie verleend bij controlemetingen van prestaties en vliegeigenschappen aan een aantal serievliegtuigen.

In verband met toekomstige vliegproeven werd een systeemstudie uitgevoerd van de daarbij te gebruiken registratieapparatuur. Hiervoor werden de te meten grootheden en parameters, de toe te passen bemonsteringsfrequenties, de gewenste nauwkeurigheden, e.d. vastgesteld. Met de ontwikkeling van het systeem, waarin onder meer Flight Data Acquisition Units (FDAU) en Pulse Code Modulatie apparatuur (PCM) zullen worden toegepast, werd een begin gemaakt. Genoemde combinatie levert registratieapparatuur, die zowel een grotere nauwkeurigheid als een hogere registratiefrequentie bezit dan de huidige toegepaste vluchtregistratieapparatuur.

Vliegmechanica

De studie van de dynamische eigenschappen van vliegtuigen met grote afmetingen werd voortgezet. Het doel van de studie is na te gaan welke invloed schaalvergroting heeft op de vliegeigenschappen, met name op de manoeuvreerbaarheid in de naderingsconfiguratie. Een aantal hypothetische vliegtuigen, met gewichten van resp. $1 \times 2 \times$ en 4×10^6 lbs, kortweg aangeduid met VLAC (Very Large Aircraft), werd hiertoe beschouwd. In 1970 was de aandacht vooral gericht op de 'handling qualities' en de 'side-step manoeuvre' (manoeuvre die tijdens de nadering wordt uitgevoerd om zijdelingse afwijkingen t.o.v. de hartlijn van de landingsbaan te corrigeren); in 1971 werd de gevoeligheid van deze vliegtuigen voor windverval (een met de hoogte variërende windsnelheid) en voor verticale remous bestudeerd. Hiertoe werd een regelsysteem ontwikkeld, waarbij de afwijking van het vliegtuig van het glijpad door de vlieger (voorgesteld door een mathematisch model) moet worden gecorrigeerd met behulp van het hoogteroer. Dit systeem is nagebootst op de analogon-rekenmachine, waarbij het gedrag van de VLAC's en van de Boeing 747 werd bestudeerd en onderling werd vergeleken. Een automatische snelheidsregeling met behulp van de motorstuwkracht werd eveneens nagebootst.

Om de kwaliteit van de standregeling op een bepaald niveau te handhaven werd een anticiperende werking van het mathematische model van de vlieger verondersteld. Dit betekent dat het vliegermodel reageert op een foutsignaal en op het in de tijd gedifferentieerde foutsignaal. In de werkelijke vlucht zal dit een toeneming van de belasting van de vlieger betekenen. Ondanks deze maatregel werd een afnemende prestatie van de vlieger-vliegtuigcombinatie ten aanzien van de hoogtebesturing geconstateerd. Toenemende traagheid van de baanhoekresponsie op standhoekveranderingen bleek als belangrijkste oorzaak hiervoor te kunnen worden aangemerkt.

In het kader van de studie van de nieuwe ontwikkelingen op het gebied van de handbesturing van moderne vliegtuigen en de hiermee samenhangende criteria voor vliegeigenschappen werd een meet- en verwerkingsprogramma opgesteld voor het bepalen van de beschrijvende functie en het restsignaal van een vlieger opgenomen in een regellus.

Een meetprogramma werd voltooid, waarbij in een zeer eenvoudige vluchtnabootser een vlieger in een gesloten regelkring een standhoekcommandosignaal probeerde te volgen. Het te besturen element was een eenvoudige integrator en de vlieger maakte gebruik van een 'side-stick' als besturingsorgaan. Met succes werden de beschrijvende functie en het restsignaal van de vlieger uit de metingen bepaald. Om een eerste indruk van mogelijke problemen bij de uitvoering van dergelijke metingen tijdens vliegproeven te verkrijgen werden met het Queen Air-laboratoriumvliegtuig door een drietal vliegers enkele meetvluchten uitgevoerd, waarbij met de 'side-stick' door middel van een elektrische servo de hoogteroerstand werd geregeld.

Het analogon-onderzoek naar de nadering van een DC-9 vliegtuig, uitgerust met een SP 50A-stuurautomaat onder invloed van windverval en verticale remous, kwam gereed.

In opdracht van de RLD werd gewerkt aan het opstellen van een nieuw voorschrift met betrekking tot de 'short period oscillation' ten behoeve van de ICAO.

In verband met de te verwachten ontwikkelingen op V/STOL-gebied werd een begin gemaakt met de studie van de algemene eigenschappen van STOL-verkeersvliegtuigen tijdens start en landing.

In opdracht van de RLD werden de problemen samenhangend met de eventuele invoering van STOL-vliegtuigen in West-Europa bestudeerd. Discussies naar aanleiding hiervan werden gehouden tijdens een achttal vergaderingen van een nationale V/STOL-werkgroep.

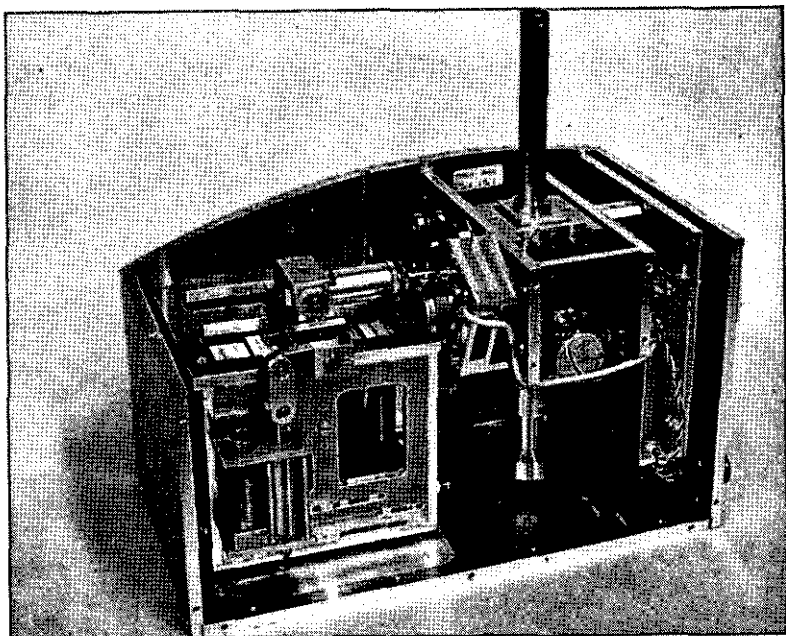
Meet-, registratie- en presentatietechnieken voor gebruik in de vlucht.

De werkzaamheden in het kader van het onderzoek van de prestaties en vliegeigenschappen van vliegtuigen door middel van het uitvoeren van metingen in niet-stationaire vlucht werden voortgezet. Bij deze metingen, die met het Hunter-laboratoriumvliegtuig zullen worden uitgevoerd, wordt gebruik gemaakt van een meetmethode en van meetapparatuur die door de Onderafdeling der Vliegtuig-



In het kader van de ontwikkeling van meettechnieken voor het bepalen van de 'beschrijvende functie', welke het gedrag van de vlieger onder bepaalde vluchtomstandigheden weergeeft, zijn vliegproeven uitgevoerd met het Queen Air-laboratoriumvliegtuig.

Tijdens de proeven werd het vliegtuig vanuit de kajuit bestuurd (foto links) waarbij door elektrische signaaloverdracht de electro-mechanische stuurmotoren van de automatische piloot werden geregeld. Het hierbij gebruikte stuurorgaan, een z.g. 'side-stick', werd door het NLR ontwikkeld (foto onder).



bouwkunde van de TH Delft zijn ontwikkeld. De roerstandgevers kwamen gereed en meetapparatuur voor het bepalen van de motorstuwkracht werden in het laboratoriumvliegtuig aangebracht. Gewerkt wordt aan een rapport, waarin de methode wordt beschreven voor het bepalen van prestaties en vliegeigenschappen van de langsbeweging. Gegevens werden verzameld t.b.v. de nabootsing van de Hunter op de bewegende vluchtnabootser van de bovengenoemde Onderafdeling. De formules voor de uitwerking van de meetgegevens werden opgesteld.

Omdat bij een zicht van 600 m en minder de bestaande NLR-apparatuur niet bruikbaar bleek voor het nauwkeurig volgen van vliegtuigen tijdens het laatste gedeelte van de nadering werd overgegaan op een andere methode. Hierbij wordt een camera opgesteld in het verlengde van de drempel op 150 m afstand van de baan. Iedere halve seconde wordt een foto gemaakt van de omgeving van de drempel. Met behulp van deze beelden kunnen de hoogte en de snelheid van het vliegtuig ter plaatse van de drempel worden bepaald.

Een rekenprogramma werd ontwikkeld voor het bepalen van de vliegbaan in het verticale vlak tijdens kortstondige manoeuvres met behulp van gemeten versnellingen en standhoeken van een vliegtuig. De invloed van systematische en stochastische meetfouten op de met deze methode realiseerbare positienuwkeurigheid werd onderzocht. De invloed van de laatstgenoemde meetfouten is te veroorzaken ten opzichte van eerstgenoemde. Aan de hand van een theoretisch model van een vliegtuigmanoeuvre wordt nagegaan in hoeverre de nauwkeurigheid van de berekende vliegbaan verbeterd kan worden indien 'up-dating' wordt toegepast met een tijdens de manoeuvre fotografisch bepaalde positie.

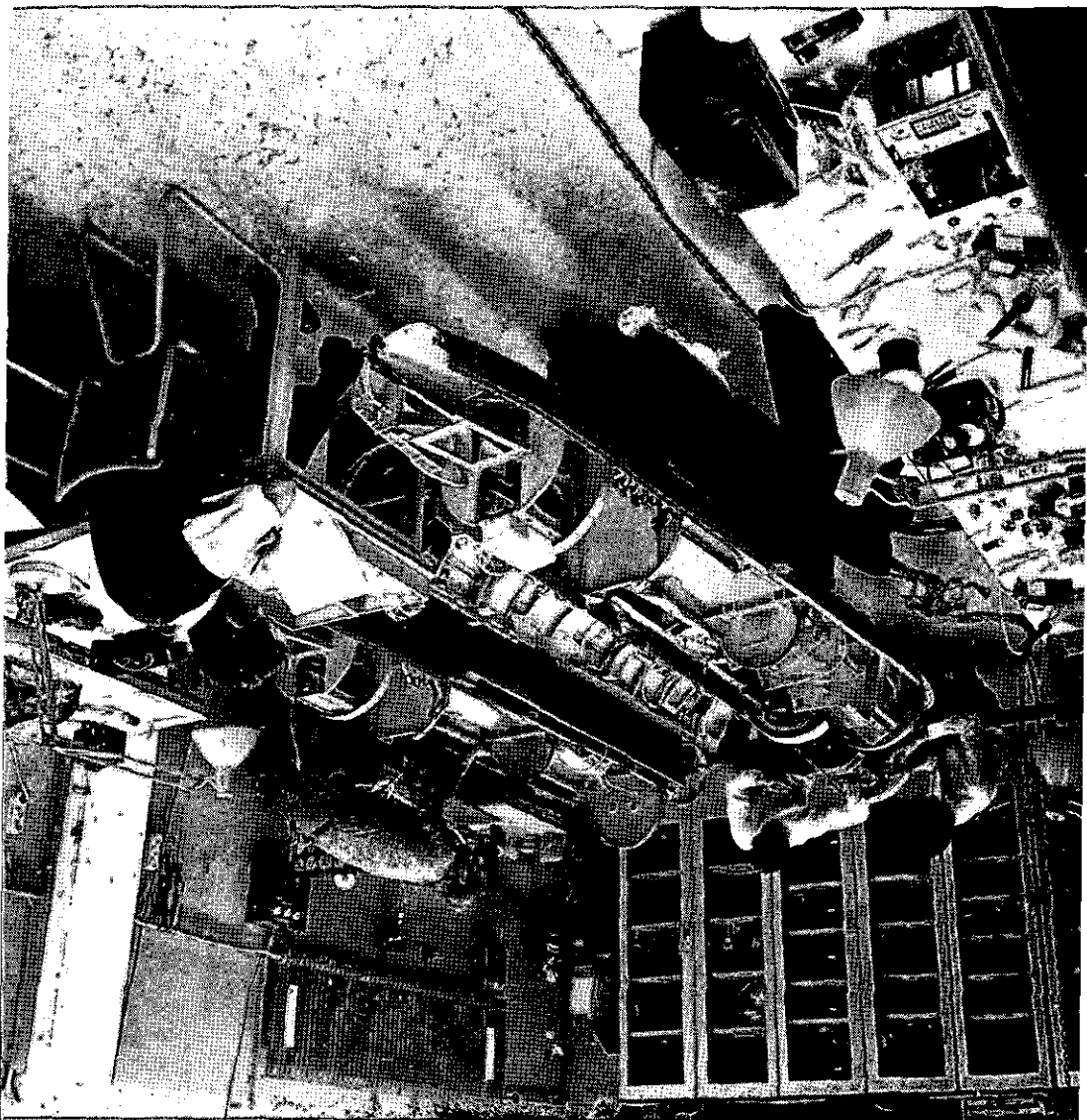
De werkzaamheden in AGARD-verband met betrekking tot de samenstelling van het handboek 'Basic principles of flight test instrumentation engineering' werden voortgezet.

Nadering en landing bij slecht zicht.

In gezamenlijke opdracht van NIVR en RLD werd de samenwerking met de Blind Landing Experimental Unit (BLEU) van het Royal Aircraft Establishment (RAE) te Bedford voortgezet. Een NLR-medewerker was enige tijd bij de BLEU gedetacheerd om te assisteren bij vliegproeven met het Comet-vliegtuig van de BLEU, die ge-

De laatste jaren wordt bij vliegproeven voor de opstelling van het meet-instrumentarium meer en meer gebruik gemaakt van gondels welke of onder de romp of onder de vleugel van het vliegtuig worden aangebracht. Bij toepassing van deze methode wordt het tijdstip dat het vliegtuig beschikbaar moet zijn voor de inbouw van het meetinstrumentarium tot een minimum beperkt.

De foto toont de inrichting van enkele gondels.



richt waren op het onderzoek van de werking en het gebruik van een 'head up display'. Dit is een systeem waarmee informatie van de vlieginstrumenten zodanig aan de vlieger wordt gepresenteerd dat hij tijdens de vlucht door het windscherm naar buiten kan blijven kijken, hetgeen van belang kan zijn voor een veilige nadering onder marginale weersomstandigheden.

De KLM verschaftte gegevens over 120 naderingen met DC-9 vliegtuigen in Categorie II-weersomstandigheden, waarbij de 'runway visual range' (RVR) kleiner is dan 600 m en/of de wolkenbasis lager is dan 200 ft. Deze gegevens werden geanalyseerd.

In opdracht van de RLD werden bijdragen geleverd aan het werk van het Obstacle Clearance Panel (OCP) van de International Civil Aviation Organisation (ICAO). Discussiestukken werden opgesteld, onder meer betreffende statistische methoden voor het onderzoek van de afwijkingen van naderende vliegtuigen van hun nominale vliegbaan, over de eigenschappen van het met behulp van deze methoden hiervoor ontwikkelde mathematische model alsmede over de toepassing van dit model voor nieuw op te stellen obstakelvoorschriften. Deze stukken werden behandeld tijdens te Amsterdam en Londen gehouden vergaderingen van de desbetreffende werkgroep van het OCP. In samenwerking met de andere deelnemende landen werd een rapport opgesteld over de gebruikte methoden en de hiermee verkregen resultaten bij de analyse van de door de betrokken landen verrichte waarnemingen en uitgevoerde studies van de afwijkingen ten opzichte van de voorgeschreven baan tijdens instrumentnaderingen. Dit rapport werd aan het Panel aangeboden tezamen met aanbevelingen voor toekomstige werkzaamheden; e.e.a. werd in het officiële Panel-rapport aan de Air Navigation Commission verwerkt.

Het verzamelen van experimentele gegevens voor het statistische onderzoek van landingsmanoeuvres, t.b.v. het All Weather Operations Panel (AWOP) en het Airworthiness Committee van de ICAO met het oog op de beveiliging van landingen onder Cat. II/III-omstandigheden, werd sterk bemoeilijkt door het in geringe mate optreden van deze omstandigheden. De resultaten van 40 waarnemingen, uitgevoerd in de winter 1970/71, konden aan de RLD worden overgedragen.

In opdracht van de RLD werd begonnen met een onderzoek van vliegtuignaderingen met behulp van het bij het NLR aanwezige

'head up display'. De ontwikkeling van computerprogramma's voor het uitwerken van de metingen en voor de statistische analyse van de resultaten is ter hand genomen.

De AWOP Meteorologische Werkgroep, waarin ook het NLR vertegenwoordigd is, voltooide het eindrapport over verschillende methoden voor mistbestrijding, welke toepasbaar zijn voor de luchthaven Schiphol. Aanbevolen werd een proef te nemen met de koolzuursneeuwmethode.

Een studie werd gemaakt van het meten van windverval met behulp van 'remote sensing'-technieken.

Luchtverkeersaspecten

Aan de RLD wordt assistentie verleend bij het ontwerp en de ontwikkeling van het nieuwe SARP-verkeersleidingssysteem (Signaal Automatic Radar Processing) op Schiphol, dat in de jaren 1972-76 operationeel zal worden.

Een deel van de werkzaamheden heeft betrekking op de eerste fase van de systeemvernieuwing (SARP-fase 1). De studies ten behoeve van deze fase hadden betrekking op de capaciteit van Schiphol, het verwerken van statistische gegevens over het luchtverkeer op deze vlieghaven, de grootte van de 'holding areas', de simulatie van het radar 'tracking process' en de wijzigingen die aangebracht moeten worden in het baanberekenningsprogramma van het huidige Signaal Automatic Air Traffic Control (SATCO)-systeem.

In het kader van SARP-fase 2 wordt medewerking verleend bij het opstellen van de specificaties. Met name houdt het NLR zich bezig met 'multi-radar-processing', computerconfiguraties en systemen voor de presentatie van gegevens aan de verkeersleiders, waarvoor onder meer een enquête werd gehouden onder fabrikanten van presentatieapparatuur.

In het kader van SARP-fase 3 verricht het NLR onderzoek t.b.v. een verdergaande automatisering van het verkeersleidingsproces, waarbij met name een verdere inschakeling van de computer bij de z.g. 'approach sequencing' wordt nagestreefd. In verband hiermee werden bezoeken gebracht aan het proefcentrum van Eurocontrol te Brétigny (Fr) en aan het Engelse proefcentrum te Hurn, waar 'real time' simulaties van diverse verkeersleidingsprocessen worden uitgevoerd. In het kader van het eigen speurwerk werd daarnaast een studie gemaakt van bij het 'radar tracking' proces toe te passen filtertechnieken (o.a. Kalman-filtering). Deze technieken worden aan de hand van simulaties met elkaar vergeleken.

In het kader van de RLD-medewerking aan het Review of the General Concept of Separation Panel (RGCS) van de ICAO verzamelt het NLR in samenwerking met Eurocontrol en de DFVLR gegevens omtrent vliegtuigbewegingen in Europese luchtwegen; een en ander is gericht op de uitbreiding en verbetering van het luchtwegenstelsel in West-Europa en het bepalen van de daartoe benodigde separatiestandaard. Ter bepaling van de afwijkingen van vliegtuigen t.o.v. hun nominale baan in luchtwegen werden metingen met behulp van radar op Schiphol uitgevoerd. Tevens werden de resultaten van deze metingen gebruikt bij de calibratie van de Secondary Surveillance Radar (SSR) te Brussel.

Aan de RLD werd op uitgebreide schaal medewerking verleend bij de bestudering van de geluidshinder die door vliegtuigen wordt veroorzaakt. In het kader van eigen speurwerk werd onderzoek verricht inzake de bepaling van vliegbanen die optimaal zijn uit een oogpunt van geluidshinder.

Voor een meer uitvoerige beschrijving van deze werkzaamheden wordt verwezen naar de Capita Selecta van dit verslag (zie blz. 23).

Overige werkzaamheden

In opdracht van de Nederlandse Interdepartementale Werkgemeenschap voor het Applicatieonderzoek van Remote Sensing technieken (NIWARS) werden met het Queen Air-laboratoriumvliegtuig meetvluchten uitgevoerd met een infraroodcamera van de Koninklijke Luchtmacht.

Voor een meer uitvoerige beschrijving van de werkzaamheden wordt verwezen naar de paragraaf 'Verkenning van het milieu vanuit de lucht' op blz. 67 van dit verslag.

Ten behoeve van de Onderafdeling der Vliegtuigbouwkunde van de Technische Hogeschool te Delft werden, evenals in voorgaande jaren, vliegproeven uitgevoerd in het kader van de vliegtuigbouwkundige opleiding.

RUIMTEVAART

Werkzaamheden ten behoeve van ontwikkelingsprojecten

In opdracht van de ELDO werd de beproeving van het traagheidsgeleidingssysteem voor de ELDO-draaggraketten van het type Eu-

ropa II voortgezet. Met dit traagheidsgeleidingssysteem worden de versnellingen van het voertuig in 3 onderling loodrechte richtingen gemeten en hieruit wordt door de boordcomputer de gevolgde baan van de raket berekend.

Afwijkingen ten opzichte van de gewenste baan worden automatisch gecorrigeerd met behulp van het besturingsmechanisme. In het verslagjaar werden twee systemen beproefd en naar de lanceerbasis Kourou in Frans Guyana verzonden ten behoeve van de vlucht F 11 van de ELDO-raket.

Het NLR verleende voorts assistentie bij de keuze van de boordcomputer voor de Europa III-draagraket, waarbij met name een studie werd gemaakt van de 'guidance and control'-taken die deze computer moet verrichten. In verband hiermee werden gegevens van hiervoor in aanmerking komende computers verzameld en besprekingen gevoerd met computerfabrikanten en fabrikanten van gestabiliseerde plateaux.

Medewerking aan de ESRO werd verleend bij voorstudies voor een wetenschappelijke ESRO-satelliet nl. de 'Lunar Occulting X-ray Satellite' of HELOS-satelliet.

Het onderzoek had betrekking op de standregeling van deze satelliet, op de simulatie en analyse van de waarnemingen, alsmede op de werking van de detector en de collimator.

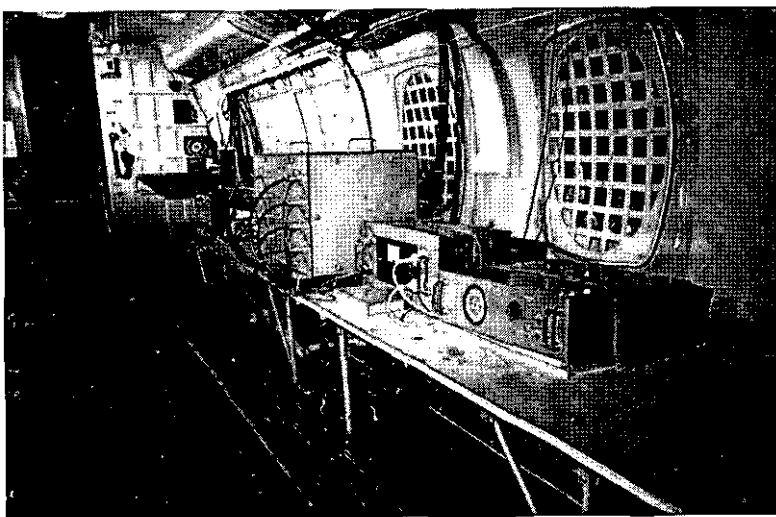
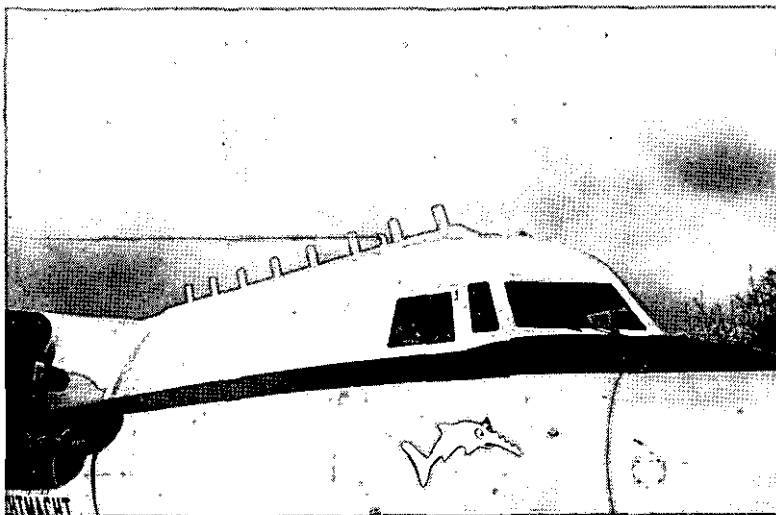
Ten behoeve van het luchtvaartsatellietproject werd een computerprogramma ontwikkeld voor de plaatsbepaling van vliegtuigen met behulp van deze satelliet(en). Met dit programma kan de invloed van diverse fouten worden bestudeerd.

Studie van een geleide sonde

Ter afronding van de studie omtrent de uitvoerbaarheid van de ontwikkeling van een geleide sonderingsraket met een inslaggebied van beperkte afmetingen werd, gedeeltelijk gesteund door de Commissie voor Geophysica en Ruimteonderzoek (GROC) van de Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen, een simulatiestudie uitgevoerd van een met behulp van 'thrust vector control' standgestabiliseerde sonderingsraket.

Beproeving van een instrumentencapsule

De beproeving van een instrumentencapsule, ontwikkeld door de



In nauwe samenwerking met de Koninklijke Luchtmacht werd een antenne ontwikkeld teneinde de mogelijkheid van vliegtuig-satelliet-communicatie aan te tonen. Tijdens de beproeving werd met succes de verbinding van een grondstation met het vliegtuig via de LES-6 satelliet gedemonstreerd.
foto boven: 'array' van 8 'blade'-antennes gemonteerd op een F-27 Troopship
foto onder: opstelling van de zend/ontvangapparatuur in het vliegtuig.

Werkgroep Kosmische Straling van de Rijksuniversiteit te Leiden in samenwerking met de Universiteit van Nagoya (Japan), werd voltooid. De capsule, die bestemd is voor het meten van zachte Röntgenstraling, werd inmiddels met succes gelanceerd vanaf een basis op de Hawaï-eilanden, door middel van een Nike-Tomahawk sonderingsraket.

Astronomische Nederlandse Satelliet (ANS).

In opdracht van de ICANS wordt door het NLR de bediening van de ANS-satelliet vanuit het grondstation (de z.g. 'ground operations') voorbereid. Deze taak omvat vnl. het specificeren en ontwikkelen van de benodigde programmatuur voor de computers van het grondstation, dat in het European Space Operations Centre (ESOC) in Darmstadt gevestigd zal zijn. Voorts dienen alle procedures ('draai-boeken') voor de grondoperaties te worden ontworpen en ontwikkeld. Het samenspel met ESOC is belangrijk in verband met het gebruik van ESOC-apparatuur en programmatuur door de ICANS. Ook zal nauw worden samengewerkt met het z.g. Experimenters Processing Centre (EPC) te Utrecht. Dit centrum moet de ingangsgegevens voor het wetenschappelijke meetprogramma van de satelliet leveren, alsmede de meetgegevens die door de satelliet worden uitgezonden in geschikte vorm vanuit het grondstation toegevoerd krijgen.

In het verslagjaar werden deze aspecten uitgebreid bestudeerd. Tevens werd een eerste opzet gemaakt van de z.g. 'subsystem specifications' voor de grondoperaties.

De draagconstructie van de ANS onderging een sterktebeproeving bij het NLR in de Noordoostpolder.

Mechanica en gebruik van ruimtevoertuigen.

De werkzaamheden op dit gebied hielden in hoofdzaak verband met het bepalen van de temperatuurverdeling in satellieten met behulp van warmtebalansvergelijkingen. Een berekening werd gemaakt van het thermische gedrag van een kubusvormige satelliet onder ruimteomstandigheden, die door experimentele bepaling van absorptie- en emissiecoëfficiënten zal worden geverifieerd.

Voor een onderzoek van de parameters die van belang zijn voor de warmteoverdracht in verbindingen werd een meetprogramma opgesteld en een aantal proefplaten onderzocht. Hierbij werd de contactweerstand van een bout/moer-verbinding gemeten als functie

van de boutdichtheid bij verschillende warmtestromen. Een rekenprogramma werd opgesteld voor de bepaling van het thermische gedrag van ruimtevoertuigen.

Een studie werd gemaakt van 'strap-down'-systemen met het doel meer inzicht te verkrijgen in het probleem van de kinematische drift van deze systemen en in methoden om deze te compenseren. Voor dit onderzoek is een één-assig gestabiliseerd plateau ontworpen, waarmee onder meer de invloed van trillingen op de kinematische drift door middel van berekening en analogon-studies werd onderzocht.

Voorts werd een studie gemaakt van z.g. 'control moment gyros' (CMG's) en reactiewielen, die gebruikt worden voor de standregeling van ruimtevoertuigen.

ONDERZOEKINGEN EN WERKZAAMHEDEN IN HET KADER VAN MILIEUVERBETERING EN MILIEUBEHEER

Aërodynamisch onderzoek m.b.t. windproblemen en luchtverontreiniging

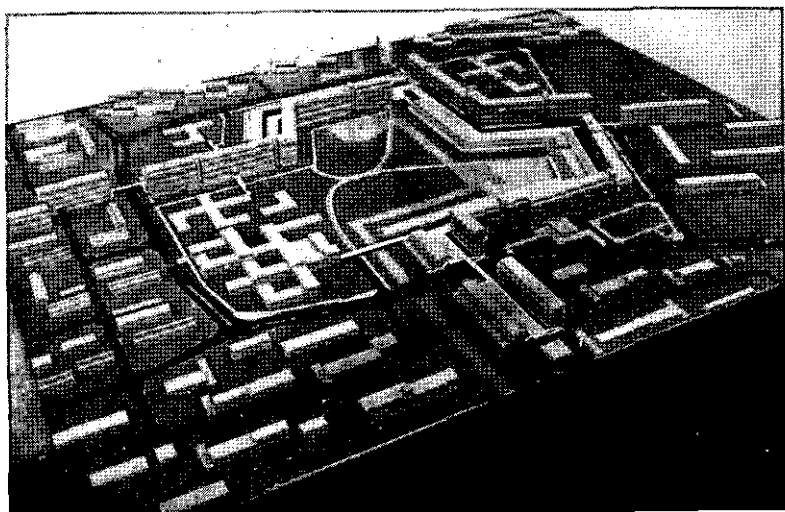
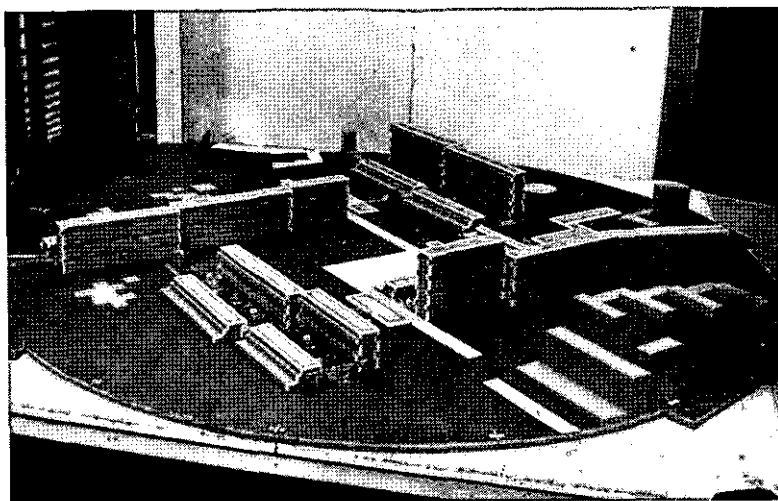
Sinds tientallen jaren wordt de medewerking van het NLR ingeroepen bij het zoeken naar oplossingen voor problemen die veroorzaakt worden door wind.

Hierbij kunnen onderscheiden worden:

- het bepalen van windbelastingen op gebouwen, voertuigen, zware staalconstructies (kranen, booreilanden) en op kleine lichtmetaalconstructies (televisieantennes) alsmede de daarin opgewekte trillingen;
- het beperken van de windhinder in en om gebieden met hoogbouw;
- het onderzoek naar de uit een oogpunt van luchtverontreiniging voor de omgeving meest doelmatige afvoer van rook, afgewerkte lucht en andere huishoudelijke en industriële gassen, rekening houdend met de overheersende windrichting.

Het meest eenvoudige en minst kostbare hulpmiddel bij de besturing van bovengenoemde problemen vormen de metingen aan schaalmodellen van bovengenoemde objecten, die worden uitgevoerd in de windtunnels van het NLR.

Deze metingen zijn niet alleen van belang om de omvang van het probleem vast te stellen, maar veel meer nog om na te gaan hoe



Windtunnelmodel van de voorgestelde stadsuitbreiding Schalkwijk C in Haarlem (foto boven). Aan dit model zijn windhindermetingen verricht waarbij tevens getracht werd de hinder te minimaliseren. De resultaten hebben mede geleid tot een compleet nieuw voorstel (foto onder).

eventuele moeilijkheden het beste kunnen worden bestreden of kunnen worden voorkomen. Bij hoge gebouwen of voor nieuwe wijken dienen windtunnelproeven bij voorkeur in een zeer vroeg stadium van de projectontwikkeling te worden uitgevoerd, omdat het modificeren van een schaalmodel van een object nu eenmaal minder moeilijkheden en kosten met zich meebrengt dan het wijzigen van een reeds tot stand gekomen gebouw, wijk e.d.

Voor een meer gedetailleerde uiteenzetting van deze problemen moge worden verwezen naar de NLR-brochure 'Windproblemen in bouw en milieu'.

De in het verslagjaar uitgevoerde werkzaamheden hadden o.m. betrekking op de volgende onderwerpen:

- Het bepalen van winddrukken op en rook- en windhinderonderzoek aan modellen van het Pré-Klinisch Centrum van de Rijksuniversiteit te Groningen, een kantoorgebouw van de Nederlandse Middenstands Bank te Amsterdam en het nieuwe kantoorgebouw van Adriaan Volker N.V. te Rotterdam.
- Het onderzoek met betrekking tot rookhinder voor de omgeving aan een model van het Computercentrum van de Algemene Bank Nederland te Amstelveen.
- Windbelastings- en windhindermetingen aan een model van het nieuwe hoofdkantoor van de Raiffeisenbank te Utrecht.
- Windhinderonderzoek aan modellen van resp. de stadsuitbreidingen Duindorp te 's-Gravenhage en Schalkwijk te Haarlem.

Vermelding verdient voorts het uitvoeren van trillingsmetingen aan de Galecopperbrug en aan hoogspanningsmasten van de IJsselcentrale, in beide gevallen aan de werkelijke constructie. Hierbij werden meettechnieken en een stochastische analysemethode toegepast die ontwikkeld zijn voor het flutteronderzoek bij vliegtuigen.

Statische en dynamische belastingen werden bepaald aan een model van de geprojecteerde brug over de Waal bij Ewijk.

Onderzoek i.v.m. geluidshinder veroorzaakt door vliegtuigen

Het onderzoek van het probleem van de geluidshinder rond bestaande of geprojecteerde luchthavens, dat wordt uitgevoerd in opdracht van en in samenwerking met de Rijksluchtvaartdienst, werd met kracht voortgezet. Voor een meer gedetailleerde beschrijving van de uitgevoerde werkzaamheden en van de met het geluidshinderonderzoek samenhangende problemen, moge worden verwezen naar de Capita Selecta op blz. 23 van dit jaarverslag.

Daarnaast verrichtte het NLR in het kader van eigen speurwerk on-

derzoek inzake de bepaling van vliegbanen die optimaal zijn uit een oogpunt van geluidshinder.

Verkenning van het milieu vanuit de lucht.

In het verslagjaar werd wederom een groot aantal vluchten uitgevoerd met het Queen Air-laboratoriumvliegtuig ten behoeve van de Nederlandse Interdepartementale Werkgemeenschap voor het Applicatieonderzoek van Remote Sensing technieken (NIWARS). Genoemde technieken, die o.m. infraroodfotografie, radiometrie, etc. omvatten en die oorspronkelijk ontwikkeld zijn voor militaire toepassingen, worden thans meer en meer gebruikt voor de civiele verkenning van het land- en zeeoppervlak vanuit de lucht. Zij bewijzen eveneens goede diensten bij het bepalen van het verloop van lucht- en watervervuiling en leveren nuttige aanwijzingen t.a.v. de mogelijkheden om deze te bestrijden. De infraroodopnamen worden gemaakt m.b.v. een door de Koninklijke Luchtmacht beschikbaar gestelde infraroodcamera.

De meetvluchten, die zowel's nachts als overdag werden uitgevoerd, hadden o.a. tot doel het onderzoeken van de volgende onderwerpen:

- de uitstroming van het water in de Nieuwe Waterweg in de Noordzee,
- de lozing van koelwater van een tiental elektrische centrales,
- de gevoeligheid voor nachtvorst van gewassen op percelen in de Drentse en Groningse veenkoloniën,
- de verzwakking en sterfte van fijnsparren in Drente,
- de circulatie van kustwater tussen Den Helder en het lichtschip Texel,
- de hydrologie van de Hupselse beek in de Achterhoek,
- de bodemgesteldheid in gebieden nabij Wageningen en in de Betuwe, zulks in verband met de ontwikkeling van gewassen,
- de locatie van oude scheepswrakken in de IJsselmeerpolders,
- de lozing van afvalwater van suikerfabrieken in de Waddenzee,
- de ecologie van de Biesbos, de Z. W. Flevopolder en de Lauwerszeepolder.

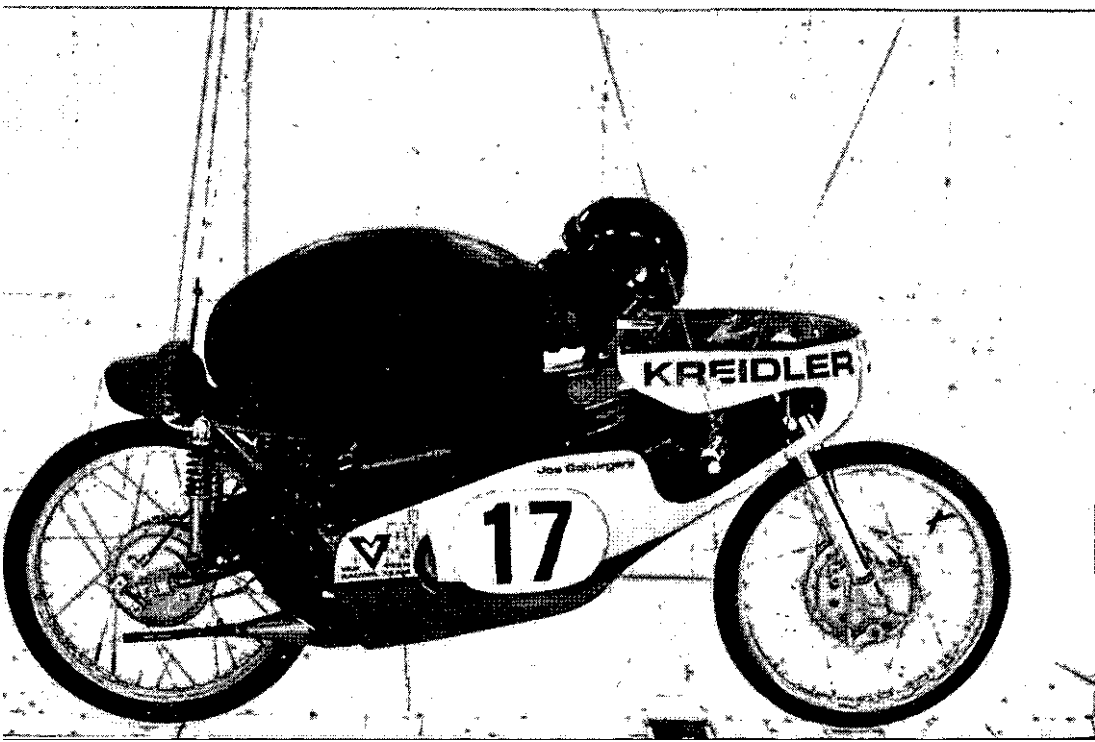
Op grond van de ervaring die tijdens dit aanloopprogramma werd opgedaan werden modificaties voor de infraroodscanner voorgesteld en verdere metingen met de opdrachtgever besproken.

Tijdens de dagvluchten die voor dit programma werden uitgevoerd, werden ook zwart-wit foto's met een TA-7M camera gemaakt. Bovendien werden nog enige proeven genomen voor het maken met



Opname van het Noordzeekanaal vanuit het Queen Air-laboratoriumvliegtuig met behulp van een door de Koninklijke Luchtmacht beschikbaar gestelde infrarood-camera, ten behoeve van de Nederlandse Interdepartementale Werkgemeenschap voor het Applicatie-onderzoek van Remote Sensing technieken (NIWARS). Met de infrarood-opnamen kunnen zeer kleine temperatuurverschillen worden vastgesteld (licht is warm, donker is koud). Met door het NLR ontwikkelde speciale electronica kan de apparatuur zodanig worden ingesteld dat over een klein temperatuurinterval wordt gemeten, zodat b.v. het warmtebeeld van de oever kan worden geëlimineerd. Dergelijke opnamen zijn van belang voor het vaststellen van lozing van koel- en afvalwater en de vermenging van rivierwater met zeewater.

Jan de Vries, wereldkampioen 1971 in de 50cc-klasse, in de windtunnel op een motor van zijn teamgenoot Jos Schurgers. Getracht is om door het wijzigen van de stroomlijn-omhulling de luchtweerstand zoveel mogelijk te beperken.



deze camera van zogenaamde 'false colour'-foto's, die o.m. een waardevol hulpmiddel zijn bij het opsporen van plantenziekten.

OVERIGE WERKZAAMHEDEN

Toegepaste wiskunde

Voor het numeriek oplossen van partiële differentiaalvergelijkingen met behulp van differentiëmethoden en van integraalvergelijkingen die voorkomen in de aërodynamica, alsmede bij de elementenmethoden voor spannings- en vervormingsberekeningen, is de snelheid en nauwkeurigheid waarmee stelsels lineaire algebraïsche vergelijkingen kunnen worden opgelost een beslissende factor. Bij stationaire verschijnselen gaat het vooral om het oplossen van eigenwaarde-problemen. In het verslagjaar is vooral aandacht besteed aan het laatstgenoemde onderwerp.

Moderne ontwikkelingen in de lucht- en ruimtevaart hebben het mogelijk gemaakt vele technische problemen op te lossen met behulp van optimaliseringsmethoden.

Aan de bestudering van deze methoden, zoals b.v. het maximum-principe van Pontryagin, werd daarom de nodige aandacht besteed.

Verschillende afdelingen van het NLR worden regelmatig geconfronteerd met stochastische verschijnselen waarbij spectraalanalytische, filter- en predictieproblemen voorkomen. De studies op dit gebied hadden betrekking op digitale filters, z-transformaties, en op een methode waarmee de overdrachtsfunctie van een windtunnelmodel kan worden bepaald.

Informatiebehandeling en de uitvoering van rekenprocessen

Het experimentele werk dat bij het NLR wordt verricht vraagt fundamentele kennis van de technieken die bij de detectie, vergaring, transport en de verwerking van signalen een rol spelen. Het opstellen van computerprogramma's voor de uitwerking van meetresultaten neemt hierbij een belangrijke plaats in. In het verslagjaar werd veel werk verricht dat gericht was op de ontwikkeling van reductie- en conversieprogramma's voor de dataverwerking van vliegproeven. De grote hoeveelheid gegevens die in de vlucht op magneetband worden vastgelegd moet gereduceerd en vervolgens overgebracht worden op een magneetband die geschikt is voor verdere

verwerking in de centrale computer.

Electronica

Er is een studie uitgevoerd naar de mogelijkheden van een 'hybride' conditionering voor rekstrookbruggen, uitgaande van op de markt verkrijgbare analoge en digitale circuits. Kenmerkend voor deze conditionering zijn de digitale output, grote lineariteit en een groot dynamisch bereik. Punten van studie zijn ruis versus bandbreedte, nauwkeurigheid, meetbereik en resolutie. Met de ontwikkeling van deze hybride conditionering is begonnen.

Technische outillage

VOOR STROMINGSONDERZOEK

In de eerste plaats zullen de verschillende windtunnels die voor specifieke doeleinden worden gebruikt aan de orde worden gesteld en daarna zal een korte toelichting op de apparatuur van meer algemene aard worden gegeven.

Lage-snelheidswindtunnels

LST 8 x 6-project — Met het oog op de snel groeiende problemen van geluidshinder en congestie rond de luchthavens zullen aan toekomstige vliegtuigen hoge eisen worden gesteld zowel met betrekking tot de beperking der geluidsproductie in de start en de landing als aan de prestaties en vliegeigenschappen bij lage snelheden. Op grond hiervan mag worden verwacht dat de Europese vliegtuigindustrieën hun activiteiten vooral zullen richten op de ontwikkeling van vliegtuigen die min of meer steile starts en landingen kunnen maken. Dit kunnen zowel vliegtuigen zijn die hun draagkracht geheel ontleen aan de vleugel door middel van ingewikkelde klep-systemen (CTOL-vliegtuigen), als vliegtuigen die op een of andere wijze gebruik maken van extra draagkracht door motorwerking (V/STOL-vliegtuigen). Zeker is dat in de jaren zeventig en tachtig het aërodynamische onderzoek meer dan voorheen gericht zal zijn op het gebied van de lage snelheden.

De bestaande Europese installaties, die geschikt zijn voor het stromingsonderzoek bij lage snelheden ten behoeve van de ontwikkeling van bovengenoemde toekomstige vliegtuigen, zijn zeer beperkt in aantal. De vooruitzichten voor een goede bezettingsgraad van moderne lage-snelheidstunnels, en dus ook van het LST 8 x 6-project, mogen daarom gunstig genoemd worden.

Het aërodynamische ontwerp van de LST 8 x 6 kwam in 1971 gereed. Deze tunnel is geschikt voor het onderzoek aan zowel CTOL- als V/STOL-configuraties. Aan de kwaliteit van de stroming in de meetplaats, alsmede aan de mogelijkheden tot het nabootsen van

voortstuwings- en liftmotoren, is in het bijzonder aandacht besteed. Als controle op het voorgestelde tunnelontwerp en voor het verkrijgen van aanvullende gegevens, die voor een verdere detaillering van het ontwerp nodig zijn, werd in 1971 een schaalmodel (1:10) van de LST 8 x 6 gebouwd. Na de afnamebeproeving van het schroefaggregaat en de aandrijving van deze modeltunnel, die is opgesteld in het laboratorium in de Noordoostpolder, alwaar ook de werkelijke tunnel is geprojecteerd zullen begin 1972 de eerste metingen worden uitgevoerd.

Ook werd een begin gemaakt met de constructieve uitwerking van verschillende belangrijke onderdelen van de LST 8 x 6, met als doel een beter inzicht te verkrijgen in de technische mogelijkheden en teneinde te komen tot een meer gedetailleerde kostenraming.

De resultaten van de studies betreffende de noodzaak van de LST 8 x 6, de technische achtergronden, de kosten van het project en de exploitatie zijn neergelegd in een voorstel, dat aan de overheid is aangeboden.

Trans- en supersonen windtunnels

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

De supersonen tunnel (SST) werd voorzien van een nieuw regelsysteem.

De werkzaamheden die samenhangen met het ontwerp van een kleine transsonen tunnel voor aërodynamisch onderzoek bij grote getallen van Reynolds werden voortgezet. In de Pilottunnel werden metingen uitgevoerd aan een twee-dimensionaal model, die ten doel hadden de gewenste afmetingen van model en meetplaats van de bovengenoemde kleine transsonen tunnel vast te stellen. Ook werden de mogelijkheden voor het uitvoeren van grenslaagmetingen in deze tunnel onderzocht.

Installatie voor hypersonen onderzoek

De werkzaamheden met betrekking tot de guntunnel, die bestemd is voor onderzoek in het laag-hypersonen snelheidsgebied ($M = 6 - 12$), werden voortgezet.

De onderhandelingen die in 1971 werden gevoerd met een Nederlandse firma over een gecombineerde uitvoering van het ontwerp en

de fabricage van het hoge-drukgedeelte leidden niet tot een opdracht, omdat de firma als gevolg van interne reorganisaties deze niet kon aanvaarden. Hierdoor zal een niet onaanzienlijke vertraging bij de uitvoering van dit project optreden.

Het ontwerp van het lage-drukgedeelte (stroomtuit, meetplaats, diffusor en vacuümvat) werd daarnaast voortgezet. De berekening van de definitieve contouren van de stroomtuit bij het getal van Mach van de ontwerpconditie werd nagenoeg voltooid. Door keelstukken met verschillende diameters toe te passen kan het getal van Mach op de meetplaats worden gevarieerd van 6 tot 12.

Met behulp van de schokbuis werd een schaalmodel (1 : 10) van de meetplaats van de guntunnel met diffusor onderzocht, waarna de definitieve vorm van de diffusor werd vastgesteld.

Andere werkzaamheden hadden betrekking op het beproeven van membranen, drukopnemers alsmede gloeidraadapparatuur en thermokoppels voor temperatuurmetingen.

Straalnabootsing

Op het gebied van de apparatuur voor straalnabootsing bij windtunnelmodellen werden de mogelijkheden onderzocht van ejecteurs voor het koud simuleren van de 'bypass'-stroming van turbofan-motoren bij hoog-subsonische snelheden.

Straalnabootsing bij windtunnelmodellen wordt bemoeilijkt doordat in het model en het bevestigingsmechanisme (staak) een beperkte ruimte aanwezig is, zodat slechts zeer dunne leidingen kunnen worden toegepast. Het testgas moet dan ook onder hoge druk toegevoerd en vervolgens gesmoord worden tot een lage druk. In het verslagjaar is veel aandacht besteed aan de ontwikkeling van smoorplaten waarmee een zo vlak mogelijk profiel van de totale druk over de uitlaatdoorsnede van de modelmotor tot stand kan worden gebracht.

Medewerking werd verleend aan een AGARD-studie betreffende windtunneltechnieken voor het bepalen van uitlaatstraal-vliegtuig interferenties. Het NLR verrichtte aan een model-motor met conische uitlaat een inleidend onderzoek naar de invloed van verstoringen in het profiel van de totale druk over de motoruitlaat op de ontwikkelde stuwkracht. De resultaten van dit onderzoek rechtvaardigen de veronderstelling, dat verstoringen stuwkrachtverliezen veroorzaken, waarvan de grootte bovendien kan worden beïnvloed

door de buitenstroming.

Algemene apparatuur

Gebaseerd op het gebruik van NTC-microthermometers is apparatuur ontwikkeld voor het meten van zeer geringe luchtsnelheden, die gebruikt zal worden voor niet-luchtvaartonderzoekingen.

Een proefopstelling werd vervaardigd van een systeem voor het bepalen van eigentrillingsvormen van elastische constructies. De gunstige resultaten die hiermee werden opgedaan zijn verwerkt in het ontwerp van een definitieve uitvoering van de desbetreffende meet- en beproevingsapparatuur.

Ten behoeve van de 'on-line' verwerking van de gegevens van windtunnelmetingen werd een CDC SC 1700 computer in gebruik genomen. Deze computer is enerzijds door middel van in eigen beheer vervaardigd transmissiesysteem en interface-apparatuur 'on-line' gekoppeld aan de data-acquisitiesystemen van de diverse windtunnels (HST, SST, LST), ijkinstallaties en andere meetsystemen, anderzijds via een vaste lijn verbinding aan de computer van het CDC-reken-centrum te Rijswijk. De functie van de CDC omvat het vergaren en controleren van de uitvoer van de genoemde data-acquisitiesystemen en het doorgeven van deze data aan de computer, waarop de berekeningen worden uitgevoerd.

De voornaamste activiteiten op het gebied van rekstrookbalansen en bijbehorende ijkapparatuur hadden betrekking op het ontwerpen van de weerstandselementen van zes-componenten balansen.

VOOR ONDERZOEK OP HET GEBIED VAN CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

In het verslagjaar werd een begin gemaakt met het onderzoek van de mogelijkheden om de hoogfrequent-pulsator te gebruiken als 'narrow band random load'-vermoeiingsmachine.

Door het uitvoeren van constante-amplitudeproeven op proefstukken met sterk verschillende stijfheid werden de prestaties van de Amsler-trekbank als vermoeiingsmachine onderzocht. De resultaten van dit onderzoek waren bevredigend.

De apparatuur werd uitgebreid met een 'fluid bed'-oven voor het

afschrikken van materialen bij temperaturen boven 100°C, met recorders voor het meten van oven- en objecttemperaturen, alsmede met een apparaat voor het bepalen van waterstofgehaltes.

VOOR VliegMECHANISCH ONDERZOEK

Laboratoriumvliegtuigen

Het Queen Air-laboratoriumvliegtuig werd voorzien van een extra navigatieontvanger en een nieuwe radiohoogtemeter.

In het Hunter-laboratoriumvliegtuig werden een Collins 'distance measuring equipment' en een transponder geïnstalleerd.

Apparatuur voor vliegproeven

De werkzaamheden met betrekking tot de modernisering van de meet-, registratie-, en verwerkingsapparatuur voor vliegproeven werden voortgezet. Enerzijds zijn deze gericht op registratiesystemen in het vliegtuig, anderzijds op een systeem voor de verwerking van vluchtgegevens op de grond.

Op het gebied van magneetband-registratiesystemen was de aandacht vooral geconcentreerd op een combinatie van 'flight data acquisition units' (FDAU) en pulse code modulatie-apparatuur (PCM). Deze apparatuur, met bijbehorende testapparatuur, werd in de loop van het verslagjaar aangeschaft en met de beproeving werd een begin gemaakt.

Voor de 'off-line'-verwerking van meetgegevens, welke in de vlucht of op de grond zijn opgenomen op magneetband werd een systeem opgezet.

Dit systeem verzorgt de conversie van alle gegevens in een vorm die verwerking m.b.v. een grote digitale computer mogelijk maakt en voorts de selectie van de gevraagde gegevens, de transmissie naar en de bewerking in een grote digitale computer.

Conversie en selectie worden uitgevoerd in het z.g. data-verwerkingsstation, dat bestaat uit een beperkte configuratie van een CDC-1700 proces-computer.

Diverse afspeelrecorders zijn aan de proces-computer gekoppeld. Computerprogramma's werden ontwikkeld voor de conversie en voor het uitschrijven van de resultaten.

Ten behoeve van fluttermetingen in de vlucht werd een speciaal

meetsysteem ontwikkeld. Hierin zijn o.a. kleine rekstrookversterkers en FM-modulatoren opgenomen, die de signalen van de transducers geschikt maken voor magneetbandregistratie in het vliegtuig en voor telemetrische overbrenging via een normale boordradioset naar transportabele ontvang- en uitwerkapparatuur op de grond. Laatstgenoemde apparatuur heeft tot taak de opgevangen (telemetrie) radiosignalen toe te voeren aan de frequentieanalyse-apparatuur, welke de resultaten in 'real time' presenteert aan de flutterspecialist. Bovendien kunnen met deze apparatuur de in het vliegtuig opgenomen FM-registraties naderhand worden uitgewerkt en gepresenteerd.

Vluchtnabootsers

De werkzaamheden ten behoeve van de bouw van een vluchtnabootser met bewegende stuurhut werden voortgezet.

Van de KLu werd een overtoellig geworden F-104G-simulator overgenomen, waarvan de stuurhut zal worden gebruikt voor de vluchtnabootser.

De elektrische eigenschappen van de diverse instrumenten werden bepaald in verband met de ontwikkeling van de 'interface'-electronica. Het besturingssysteem zal worden aangepast om de stuurkrachten m.b.v. hydraulische cylinders te kunnen nabootsen.

Studies werden uitgevoerd met betrekking tot de besturing van het bewegingsmechanisme, in verband met een zo goed mogelijke presentatie van de vliegtuigbeweging aan de vlieger, waarbij onder meer de wijze waarop de vlieger de bewegingsinformatie verwerkt, werd onderzocht. Veel voorbereidende studies werden verricht voor de keuze van reken- en 'interface'-apparatuur. Door diverse fabrikanten van computers, die voor de vluchtnabootser in aanmerking komen, werden proefberekeningen gemaakt.

Computerprogramma's voor de berekening van de vliegtuigbeweging kwamen gereed.

De C-11 VTOL simulator kwam gereed voor het uitvoeren van vliegmechanisch onderzoek. De nominale glijpadhoek is instelbaar voor het uitvoeren van steile naderingen. Tijdens en na een evaluatiebeproeving door een Engelse V/STOL-vlieger werd op diens aanraden een aantal kleine wijzigingen aangebracht o.a. met betrekking tot de methode van simulatie van draagkrachtopwekking en de presentatie van de invalshoek in de stuurhut. Verder werden de aandrijving van de kunstmatige horizon en de 'skyscope projector' voor

beperkte simulatie van het uitzicht naar buiten verbeterd en werd de invoering van simulatie van stationaire wind tijdens start en landing mogelijk gemaakt.

VOOR RUIMTEVAARTONDERZOEK

In het kader van oriënterende studies van de bewegingssimulatie-apparatuur voor het onderzoek van standregelingssystemen van ruimtevoertuigen waren de activiteiten gericht op het uitwerken van de hieraan te stellen eisen en op het definiëren van deelsystemen.

VOOR ALGEMEEN GEBRUIK

In de loop van 1971 kwam steeds duidelijker naar voren dat het op grond van de behoefte aan rekencapaciteit van de hoofdafdelingen en dienstengroepen nodig is over te gaan tot aanschaffing van een centrale computer, die groter is dan de thans in gebruik zijnde CDC 3300 en die is afgestemd op de specifieke aard van de werkzaamheden van het laboratorium.

Een voorstel terzake werd opgesteld, waarbij tevens de mogelijkheden van het rekenen in externe rekencentra nader werden onderzocht.

Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR

ALGEMEEN

In het onderstaande brengt de stichting NLR in beknopte vorm verslag uit van de werkzaamheden van de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR die meer in het bijzonder het NLR betreffen. In het verslagjaar heeft de commissie — evenals in de voorgaande jaren — aan de besturen van het NLR en het NIVR adviezen uitgebracht. Meestal geschiedde dit op verzoek van een der besturen.

Prof. Jongenburger en prof. Steketee werden wederom voor 4 jaar herbenoemd. Prof. Von Weiler werd op zijn verzoek niet voor de reglementaire periode herbenoemd doch in verband met zijn emeritaat als hoogleraar slechts tot oktober 1972.

Ir. Plooijs heeft de wens te kennen gegeven van het lidmaatschap van de commissie te worden ontheven. Het bestuur van het NLR is de heer Plooijs erkentelijk voor het vele werk dat hij in die functie mede ten bate van het NLR heeft verricht. Prof. dipl. ing. J. B. Westerdijk werd bereid gevonden de opengevallen plaats in te nemen. Hij werd door het NLR-bestuur m.i.v. 1 oktober voor 4 jaar benoemd. De samenstelling der commissie per ultimo 1971 blijkt uit onderstaand overzicht. De voorzitter, prof. Zwikker, woonde de vergaderingen van het NLR-bestuur bij.

SAMENSTELLING VAN DE WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE AAN HET EINDE VAN 1971

prof. dr. C. Zwikker, voorzitter,
prof. ir. P. Jongenburger,
prof. dr. ir. J. A. Steketee,
prof. jhr. ir. J. L. W. C. von Weiler,
prof. dipl. ing. J. B. Westerdijk,

SAMENSTELLING VAN DE SUBCOMMISSIES
AAN HET EINDE VAN 1971

Subcommissie voor Theoretische en Toegepaste Aërodynamica

prof. dr. ir. J. A. Steketee, voorzitter,
prof. J. H. D. Blom,
ir. E. Dobbinga,
prof. dr. ir. J. L. van Ingen,
prof. dr. ir. G. Y. Nieuwland,
ir. J. IJff,
prof. ir. H. Wittenberg.

Subcommissie voor Aëroëlasticiteit

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

Subcommissie voor Sterkte en Materialen

prof. dr. ir. A. van der Neut, voorzitter,
prof. ir. J. G. Ten Asbroek,
prof. dr. ir. J. F. Besseling,
prof. ir. P. Jongenburger,
ir. R. J. Schliekelmann,
prof. dr. ing. J. Taub,
ir. H. N. Wolleswinkel.

Subcommissie voor Vliegeigenschappen en Vliegtuiggebruik

prof. J. H. D. Blom, voorzitter,
ltz. I. (T) ir. W. G. de Boer,
J. de Haas,
kapit. J. Hofstra,
A. P. Moll,
ir. C. H. Reede.

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

Door de voorzitter der Wetenschappelijke Commissie werd na over-

leg met de voorzitter van de besturen van NLR en NIVR in een brief aan deze besturen voorgesteld een subcommissie voor ruimte-technologie en een subcommissie voor toegepaste wiskunde in te stellen. Met deze, met de recente taakuitbreiding van het NIVR verband houdende suggestie zijn beide stichtingsbesturen inmiddels akkoord gegaan.

VERGADERINGEN

De Wetenschappelijke Commissie besprak in haar vergaderingen:

- a. de stand van het speurwerk in eigen beheer van het NLR, en die van de onderzoeken van algemene aard in opdracht van het NIVR,
- b. enkele programma's van door het NLR uit te voeren werkzaamheden in het kader van het door het NIVR opgedragen research-programma voor 1971,
- c. het plan van het NLR voor een nieuwe lage-snelheidswindtunnel, mede geschikt voor V/STOL-onderzoek, (LST 8 x 6).
- d. de aanpassing van de commissie en haar subcommissies i.v.m. adviezen op de gebieden van ruimtevaarttechniek, wiskunde en electronica,
- e. de beoordeling van NLR-rapporten o.a. op hun geschiktheid als wetenschappelijke publikatie. Voor een opgave van rapporten, die na beoordeling door de commissie in het verslagjaar zijn gepubliceerd, wordt verwezen naar blz. 93.

De vergaderingen van de subcommissies waren vooral gewijd aan aanbevelingen aan de Wetenschappelijke Commissie inzake het werkplan van het NLR voor 1972, inzake de blijkens het bovenstaande door de Wetenschappelijke Commissie behandelde onderwerpen en aan diverse niet in het bovenstaande begrepen plannen en voorstellen van het NLR.

ADVIEZEN AAN HET BESTUUR VAN HET NLR

Aan het bestuur werden adviezen uitgebracht omtrent het concept-werkplan van het NLR voor 1971 en omtrent de eerder genoemde lage-snelheidswindtunnel. Voorts werd rapport uitgebracht over de stand van de onderzoeken, die door het NLR als speurwerk in eigen beheer zijn verricht in het tijdvak januari 1970 - januari 1971.

BIJZONDERE OPMERKINGEN

Uit het jaarverslag van de Wetenschappelijke Commissie blijkt, dat deze met genoegen heeft vastgesteld, dat de opzet om tot een meerjarenprogramma voor het NIVR/NLR-researchwerk te komen geslaagd mag worden genoemd. De structuur van het werkkerrein kan hierdoor beter worden onderkend terwijl bovendien een zekere continuïteit wordt gewaarborgd.

Voorts constateert de commissie, dat het door het NIVR voor 1971 opgedragen onderzoeksprogramma geheel kon worden gerealiseerd en dat de voor het speurwerk in eigen beheer van het NLR geplande omvang van werkzaamheden in het verslagjaar vrijwel volledig kon worden bereikt. T.a.v. de hulpmiddelen voor het verrichten van speurwerk acht de commissie het in 't bijzonder van zeer groot belang dat de geplande grote lage-snelheidswindtunnel LST 8 x 6 spoedig tot stand komt. Zij wijst hierop met het oog op het handhaven van de vooraanstaande positie die het NLR op het gebied van het aërodynamische onderzoek inneemt.

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) onderging in het verslagjaar wijziging doordat prof. dr. ir. H. J. van der Maas, na het neerleggen van het voorzitterschap van de Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium, de Minister van Defensie verzocht te worden ontheven van zijn functie als Nationaal Gedelegeerde bij de AGARD.

Bij beschikking d.d. 25 augustus 1971 van de Minister van Defensie werd prof. Van der Maas m.i.v. 1 september 1971 op de meest eervolle wijze ontheven uit laatstgenoemde functie, zulks onder dankzegging voor de door hem als zodanig, gedurende een zeer lange periode verrichte belangrijke wetenschappelijke arbeid. Met ingang van dezelfde datum werd prof. dr. ir. O. H. Gerlach tot Nationaal Gedelegeerde bij de AGARD benoemd.

DE NEDERLANDSE GEDELEGEERDEN BIJ DE AGARD ZIJN:

prof. dr. ir. O. H. Gerlach
ir. A. J. Marx.

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

DE NEDERLANDSE VERTEGENWOORDIGING IN DE AGARD COMMISSIES

Gedurende het verslagjaar waren er geen wijzigingen in de Nederlandse vertegenwoordiging in de vaste AGARD-commissies. De Nederlandse vertegenwoordiging in deze, in totaal negen, vaste commissies bestond op 31 december uit:

Fluid Dynamics Panel (commissie voor Stromingsonderzoek)
prof. dr. ir. J. A. Steketee, TH Delft, Onderafd. Vliegtuigbouwkunde

prof. dr. ir. S. F. A. H. P. Erdmann, TH Delft, Onderafd. Vliegtuig-
bouwkunde
ir. J. P. Hartzuiker, NLR.

Flight Mechanics Panel (commissie voor Vliegmechanica)

prof. dr. ir. O. H. Gerlach, TH Delft, Onderafd. Vliegtuigbouw-
kunde
prof. ir. T. van Oosterom, NLR
drs. J. Buhrman, NLR

Aerospace Medical Panel (commissie voor Vliegmedische en Ruim-
tegeneskundige Aangelegenheden)

generaal-majoor-vliegerarts N. A. N. V. Rhemrev, IMGD/KLu
kolonel-vliegerarts Th. B. Kölling, plv. IMGD/KLu
dr. M. P. Lansberg, N. L. G. C.
kapitein-luitenant ter zee arts H. S. Bartlema, Kon. Marine

Propulsion and Energetics Panel (commissie voor Voortstuwing en
Energievoorziening)

ir. F. Jaarsma, NLR

Structures and Materials Panel (commissie voor Sterkte en Mate-
rialen)

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

Technical Information Panel (commissie voor Wetenschappelijke en
Technische Documentatie en Informatie)

luitenant-kolonel b.d. W. J. van Westerhoven, Hoofd TDCK
ir. H. A. Stolk, NLR

Avionics Panel (commissie voor Toepassing van Electronica in
Lucht- en Ruimtevaart)

prof. jhr. ir. J. L. W. C. von Weiler, TH Delft, Afd. der Electrotechniek
ir. H. A. T. Timmers, NLR
prof. ir. D. Bosman, TH Twente, Afd. der Electrotechniek

Guidance and Control Panel (commissie voor Geleiding en Be-
sturing)

ir. P. Kant, NLR

Electromagnetic Wave Propagation Panel (commissie voor Electromagnetische Golven)
prof. ir. B. van Dijk, TH Eindhoven, Afd. der Electrotechniek.

VERGADERINGEN VAN NATIONALE GEDELEGEERDEN

Op 18 en 19 maart vergaderden de Nationale Gedelegeerden (voor Nederland prof. Van der Maas en ir. Marx) te Parijs in het Centre des Hautes Etudes de l'Armement (Ecole Militaire).

Deze vergadering, die in hoofdzaak was gewijd aan het technische programma en de begroting voor 1972, werd voorafgegaan door voorbereidende vergaderingen van het 'Steering Committee' op 2 februari en 17 maart, waaraan ir. Marx deelnam en van de voorzitters van de vaste AGARD-commissies ('panels') op 17 en 18 maart, waaraan door ir. H. A. Stolk als voorzitter van het Technical Information Panel (TIP) werd deelgenomen.

In de vergadering van de Nationale Gedelegeerden kwamen achtereenvolgens aan de orde het verslag van de AGARD-activiteiten over 1970, de stand van zaken in het lopende jaar en het opstellen van het technische programma en de bijbehorende begroting voor het jaar 1972, waarbij de voorzitters van de vaste commissies de nodige toelichtingen gaven over op hun 'panel' betrekking hebbende aangelegenheden.

Daarnaast werd veel aandacht besteed aan de interne organisatie en werkwijze van de AGARD. Er werd o.m. besloten niet in te gaan op het in 1970 ingediende voorstel voor een 'Aerospace Systems Panel', doch wel over te gaan tot instelling van een 'Aerospace Applications Studies Committee', dat zal worden belast met de uitvoering op ad hoc basis van een programma voor systeem studies en studies van operationele aard, die niet door één der 'panels' kunnen worden behartigd.

Tenslotte werd door alle Nationale Gedelegeerden een oorkonde ondertekend, bestemd voor admiraal Sir Nigel Henderson, aftredend voorzitter van het Militaire Comité, als blijk van erkentelijkheid voor de steun die hij aan de AGARD gaf. In verband met ziekte van Sir Nigel werd de oorkonde door diens plaatsvervanger in ontvangst genomen.

Op 7 september kwamen de Nationale Gedelegeerden te Nord Torpa, Noorwegen, bijeen. Aan deze vergadering namen prof. Gerlach

en ir. Marx deel, evenals de voorzitters van de vaste commissies van de AGARD, en genodigden, w.o. ir. M. W. Batenburg, directeur van het SACLANT ASW Research Center. Aan deze vergadering gingen voorbereidende vergaderingen van het 'Steering Committee' en van de 'Panel Chairmen' vooraf. Het verloop van het programma voor het verslagjaar en de daarmee gemoeid zijnde uitgaven werden geverifieerd. Voor het programma voor 1972 werden noodzakelijk geachte wijzigingen behandeld en er werden richtlijnen opgesteld voor het programma voor 1973.

Een voor prof. Van der Maas bestemde oorkonde werd getekend door alle Nationale Gedelegeerden, waarmee de erkenning van zijn verdiensten voor de AGARD vanaf de oprichting tot uitdrukking werd gebracht. Deze oorkonde werd door ir. Marx in ontvangst genomen, in verband met verblijf buiten Europa van prof. Van der Maas.

INTERNE ORGANISATIE VAN DE AGARD

AGARD 'Charter' en 'By-laws'

De in 1970 van kracht geworden wijzigingen in het 'Charter' en de 'By-laws' van de AGARD gaven aanleiding tot een juridisch advies deze documenten zodanig te redigeren dat geen wijzigingen nodig zijn indien organisatorische maatregelen (zoals het instellen van commissies) worden genomen, die geheel binnen de bevoegdheid van de Raad van Nationale Gedelegeerden liggen. In de voorjaarsvergadering van de Nationale Gedelegeerden werd daarom tot een redactionele herziening van 'Charter' en 'By-laws' besloten, welke vervolgens door het Militaire Comité van de NAVO werd goedgekeurd.

AGARD Handboekje

Ten dienste van de deskundigen, die in de activiteiten van de AGARD zijn — of worden — betrokken, werd een 'AGARD Handboek' samengesteld, waarin organisatie en werkwijze van de AGARD zijn uiteengezet.

Aerospace Applications Studies

Het eerder genoemde 'Aerospace Applications Studies Committee', waarin Nederland niet is vertegenwoordigd, kwam voor het eerst

op 10 en 11 mei 1971 te Neuilly-sur-Seine (Fr.) bijeen. Door deze commissie zullen jaarlijks 2 onderwerpen in behandeling worden gegeven aan daarvoor per onderwerp ad hoc in te stellen Aerospace Applications Study Groups. De leden daarvan zullen zowel uit panel members als uit andere civiele en/of militaire deskundigen uit landen, die bij het desbetreffende onderwerp belang hebben, bestaan.

AGARD JAARVERGADERING

De AGARD-jaarvergadering werd op 8 september te Nord-Torpa, Noorwegen gehouden. De voorzitter (dr. Th. Benecke) gaf na de opening het woord aan luitenant-generaal Tufte Johnsen, commandant van de geallieerde strijdkrachten Zuid Noorwegen. Deze belichtte namens de Noorse Minister van Defensie de waarde van de AGARD, die in een kleine 20 jaar tot één van de meest effectieve vormen van samenwerking in de westelijke wereld is gegroeid. Het belang van deze samenwerking voor de Noorse wetenschap en techniek wordt zo hoog geschat dat de Noorse regering aan de AGARD een permanente uitnodiging gaf bijeenkomsten in Noorwegen te houden.

Het eerste deel van het programma was gewijd aan civiel en militair wetenschappelijk onderzoek en aan industriële ontwikkeling in Noorwegen, waarbij ook een overzicht werd gegeven van de Noorse defensie-industrie.

Het tweede deel van het programma, dat werd ingeleid door de voorzitter van het Militaire Comité van de NAVO (generaal J. Steinhoff) en door de discussieleider (L. F. Nichol森, Groot-Brittannië) had als thema: 'Status and trends in international aerospace cooperation'.

Hoewel de AGARD zich — in afwijking van hetgeen aanvankelijk bij de oprichting voor ogen stond — niet met ontwikkeling als zodanig bezighoudt, werden ter informatie van de Nationale Geledegeerden bij de AGARD, over enige Europese samenwerkingsprojecten, t.w. 'Concorde', 'Airbus', enige helicopters, 'Jaguar' en Multi-role Combat Aircraft (MRCA), uiteenzettingen gegeven door bij deze projecten betrokken deskundigen. Daarbij werden zowel organisatorische als technische aspecten belicht. Daarna hield H. Robinson (directeur-generaal bij het Britse Ministerie van Handel en Industrie) een causerie over 'Future technological cooperation in Europe'. Daarin werd gesteld dat, mits er goede vormen van samenwerking worden gevonden (zowel door de industrieën als door

de regeringen), Europa met de aanwezige middelen zeker in staat moet worden geacht grote projecten te entameren. Uiteraard is een goede samenwerking op het gebied van research daarvoor eveneens nodig.

Tijdens de discussie waarmee het programma werd besloten, gaf ir. Marx een uiteenzetting over de ervaringen met de F-27, F-28 en VFW-614 projecten, waarbij reeds vormen van internationale samenwerking ontstonden. De fusie tussen Fokker en VFW is een voorbeeld van samenwerking die over de landsgrenzen heenreikt. Ook bij de verder gaande industriële samenwerking, die voor de toekomst wordt voorzien, zal regeringssteun in de een of andere vorm voor vliegtuigontwikkelingsprojecten nodig blijven.

Ir. Marx wees ook nog op de bij het NLR bestaande grote windtunnelsinstallaties, die nationaal werden opgezet, doch voor internationaal gebruik werden opengesteld en in een behoefte blijken te voorzien.

TECHNISCHE BIJENKOMSTEN VAN DE COMMISSIES VAN DE AGARD

Volgens het door de Raad van Nationale Gedelegeerden goedgekeurde schema kwamen de vaste commissies van de AGARD en de door deze commissies ingestelde werkgroepen bijeen, waarbij er op de gebruikelijke wijze naar werd gestreefd een redelijke verdeling van de bijeenkomsten over de samenwerkende landen te verkrijgen. Deze bijeenkomsten varieerden naar aard en omvang tussen besloten commissie- of werkgroepvergaderingen en 'specialists meetings', symposia en conferenties.

Bijeenkomsten met een instructief karakter werden, hetzij als 'short course', dan wel als 'lecture series' georganiseerd.

Als gebruikelijk werden d.m.v. convocaties Nederlandse civiele en militaire deskundigen attent gemaakt op AGARD-bijeenkomsten over onderwerpen op hun vakgebied. Daarbij werd om wetenschappelijke bijdragen verzocht, resp. werd vermeld op welke wijze door belanghebbenden uitnodigingen konden worden verkregen.

Een aantal medewerkers van het NLR leverde wetenschappelijke bijdragen, vervulde functies in commissies en werkgroepen of had op andere wijze aandeel in de voorbereiding en de uitvoering van bijeenkomsten van de AGARD. De Stichting NLR was in het bijzonder betrokken bij de bijeenkomst over 'Aircraft fuels, lubricants and fire safety' van het 'Propulsion and Energetics Panel', die van 10 t/m 14

mei in het Koninklijk Instituut van Ingenieurs te Den Haag werd gehouden en bij de op 28-29 juni in het NLR te Amsterdam gehouden 'short course' over 'Satellite based communication, navigation, surveillance for mobile terminals'.

De voor Nederlandse deskundigen belangrijkste in het buitenland gehouden bijeenkomsten waren:

Fluid Dynamics Panel

26-28 april Göttingen: 'Facilities and techniques for aerodynamic testing at transonic speeds and high Reynolds numbers'

— NLR had aandeel in een bijdrage

9-10 september Londen: 'Aerodynamic design methods and criteria and the fluid dynamics of pollution related to aircraft operations'

— ('Ronde tafel' discussie waaraan van de zijde van NLR en TH Delft werd deelgenomen)

13-15 september Londen: 'Turbulent shear flows'

— één Nederlandse bijdrage (verzorgd door NLR)

Flight Mechanics Panel

10-14 mei Toulouse: 'Flight test techniques'

— één Nederlandse bijdrage (verzorgd door TH Delft)

20-24 september Langley (USA): 'Advanced rotor craft'

28-30 september Ottawa: 'Flight handling qualities criteria'

— één Nederlandse bijdrage (verzorgd door TH Delft)

Aerospace Medical Panel

18-27 mei Farnborough: 'Advanced operational aviation medicine. Personal equipment, protective clothing, escape and survival'

21-22 juni Oporto: 'Clinical causes for grounding'

23-26 juni Oporto: 'Linear acceleration of impact type'

27 sept.-1 okt. Luchon: 'The disorientation incident'

'Improved and simplified methods for clinical evaluation of aircrew'

'Special biophysical problems in aerospace medicine'

— twee Nederlandse bijdragen (verzorgd door Rijksuniversiteit Utrecht)

Propulsion and Energetics Panel

- 10-14 mei Den Haag: 'Aircraft fuels, lubricants and fire safety'
13-17 september Sandefjord: 'Inlets and exhausts for aerospace engines'
— één Nederlandse bijdrage (verzorgd door NLR)

Structures and Materials Panel

- 28 maart - 2 april Londen: Panelvergadering alsmede werkgroepvergaderingen over diverse onderwerpen en specialists meeting over 'Fatigue load monitoring' en 'Electrical conductivity'
— één Nederlandse bijdrage (verzorgd door NLR)
3-8 oktober Brussel: 'Stress corrosion cracking'
(alsmede werkgroepvergaderingen over diverse onderwerpen)

Avionics Panel

- 24-28 mei Rome: 'Artificial intelligence'
— twee Nederlandse bijdragen (verzorgd door Philips' Gloeilampenfabrieken en N.V. Optische Industrie 'De Oude Delft')
31 mei - 4 juni Rome: 'Avionics in spacecraft'
— één Nederlandse bijdrage (verzorgd door Philips' Gloeilampenfabrieken)

Electromagnetic Wave Propagation Panel

- 21-25 juni Colorado Spring (USA): 'Propagation limitations in remote sensing'
— één Nederlandse bijdrage (verzorgd door Fysisch laboratorium RVO/TNO)
13-17 september Lindau: 'Radar propagation in the arctic'

Guidance and Control Panel

- 7-9 juni Konstanz: 'Helicopter guidance and control systems'
19-22 oktober Parijs: 'Guidance and control displays'

Technical Information Panel

- 9 september Oslo: 'Image storage and transmission systems for the dissemination of information'
10 september Oslo: Panelvergadering.

AGARD CONSULTANT AND EXCHANGE PROGRAM

Bezoek van deskundigen aan Nederland

In het kader van het Consultant and Exchange Program brachten twee Amerikaanse deskundigen bezoeken aan Nederlandse instellingen, w.o. het NLR, t.w. prof. L.V. Baldwin (drie dagen) en prof. dr. J. Laufer (één dag). Zij hielden lezingen en wisselden met belanghebbenden van gedachten over onderwerpen op het gebied van de stromingsleer. Prof. Baldwin sprak bovendien over een systeem voor aanvullende universitaire opleiding van reeds afgestudeerde, in de praktijk werkzame ingenieurs.

Als gebruikelijk werd aan deze bezoeken in ruime kring bekendheid gegeven.

Bijdragen van Nederlandse deskundigen aan het Consultant Program

Twee medewerkers van het NLR traden als AGARD-consultant op. Het waren ir. F. Jaarsma, die een aandeel kreeg in de voorbereiding voor een in 1972 te houden 'lecture series' over 'Airframe-engine integration' en ir. H. A. Stolk die de Turkse autoriteiten adviseerde bij de wetenschappelijke voorbereidingen voor een in 1972 in Turkije te houden bijeenkomst van het Technical Information Panel.

Ir. Stolk trad bovendien op als 'lectures series director' voor de AGARD-lezingenserie no. 44 over 'Scientific and technical information'.

Teneinde snel een beroep te kunnen doen op de in de samenwerkende landen aanwezige deskundigen, werd een gedetailleerde lijst opgesteld van onderwerpen die op de door de 'panels' bestreken vakgebieden liggen. Aan de hand daarvan kan door de Nationale Delegaties bij de AGARD worden bijgehouden welke landgenoten over één of meer van deze onderwerpen een zodanige deskundigheid bezitten dat zij eventueel kunnen worden voorgedragen om als AGARD-consultant op te treden, indien door belanghebbenden in andere landen via de AGARD om advies wordt gevraagd.

AGARD Lecture Series

De 'lecture series' en de 'short courses' werden, evenals in vorige jaren, verzorgd door groepjes deskundigen die in het kader van het AGARD Consultant Program daartoe werden aangetrokken. De in

het verslagjaar gehouden 'lecture series', waarvoor in Nederland van de zijde van de overheid, van wetenschappelijke instellingen en van het bedrijfsleven grote belangstelling bestond, waren:

- no. 48, 8-12 maart Brussel:
'Numerical methods in fluid dynamics'
- no. 51, 7-8 juni Oslo, 10-11 juni Kopenhagen, 14-15 juni Brussel, 17-18 juni Turijn:
'Characterization and application of materials'
- no. 49, 14-18 juni Brussel:
'Laser technology in aerodynamic measurements'
- no. 46, 21-22 juni Parijs, 24-25 juni Londen, 28-29 juni Montreal 1-2 juli Pasadena:
'Small gas turbines for helicopters and surface transport'
- no. 47, 16-17 september Rome, 20-21 september Londen:
'Reliability of avionics systems'
- no. 45, 11-12 oktober Brussel, 14-15 oktober Stuttgart:
'Attitude stabilization of satellites in orbit'

Aan de deelnemers van de lezingenseries werden samenvattingen verstrekt van de tekst van de gehouden voordrachten.

AGARD Short Courses

Er werden twee AGARD-short courses gehouden t.w.

- 24 mei Farnborough, 25 mei Parijs, 27 mei Kiel:
'Design principles of a modular redundant strapdown inertial subsystem'
- 22-23 juni Stuttgart, 28-29 juni Amsterdam (NLR), 1-2 juli Londen:
'Satellite based communications, navigation, surveillance for mobile terminals'

Von Karman Institute for Fluid Dynamics (VKIFD)

In dit onder auspiciën van de NAVO tot stand gekomen instituut, dat nabij Brussel is gevestigd, werden evenals in voorgaande jaren een lange cursus (9 maanden) op het gebied van de experimentele aërodynamica en een aantal korte cursussen over onderwerpen uit de lucht- en ruimtevaart gegeven.

Deze cursussen, waarvoor cursusgeld wordt geheven, trokken wederom grote belangstelling, ook van de zijde van de Nederlandse industrie. Naast de aan het instituut verbonden docenten trad een aantal deskundigen als spreker op onder contract met de AGARD in het kader van het consultant programma. De onderwerpen van

de korte cursussen waren: 'Transonic turbines', 'Heat transfer in two-phase flows', 'Physiological fluid dynamics', 'Aerodynamics of air cushion vehicles', 'Fluid mechanical aspects of pollution', 'Turbulent jet flows', 'Chemical kinetics', 'High-altitude aspects of lifting re-entry vehicles', 'Instrumentation in aerospace simulation facilities', 'Space station technology and utilization'.

AGARD PUBLIKATIES

Gedurende het verslagjaar verschenen als AGARD-uitgaven:

- 8 AGARDographs
- 18 Conference Proceedings
- 11 Technical Reports
- 8 Advisory Reports
- 7 Lecture Series

Voorts diverse publikaties, waaronder: een verslag van de jaarvergadering en enige AGARD-bulletins.

Van deze uitgaven werden aan daarvoor in aanmerking komende Nederlandse instellingen exemplaren verstrekt.

Van bovengenoemde publikaties werden in de handel gebracht:

- AGARDograph 130: 'Measurement techniques in heat transfer'
- AGARDograph 133: 'The effects of gravity and acceleration on the lung'.

Evenals in vorige jaren hadden enige medewerkers van het NLR een aandeel in de redactie van AGARD-publikaties.

Publikaties

In het verslagjaar zijn 110 rapporten verschenen; hiertoe behoren ook de niet voor publikatie bestemde rapporten met uitzondering van de eenvoudige ijgings- en keuringsrapporten.

De volgende rapporten zijn als publikaties van het NLR verschenen:

- NLR TR 70088 U Labrujère, Th. E., Wouters, J. G. Computer application of subsonic lifting surface theory.
36 p., 2 fig., 5 tab., 3 ref.
- NLR TR 70105 U Leeuwen, H. P. van, Vet, W. J. van der, Schra, L. Correlation involving properties and microstructures of Al-Zn-Mg alloy forgings of the 7079 type.
17 p., 37 fig., 6 tab., 18 ref.
- NLR TR 70119 U Burgerhout, Th. J. On a class of probability distributions with approximately single exponential tails and their application to the analysis of flight paths of aircraft during instrument landing approaches.
18 p., 9 fig., 2 tab., 5 ref.
- NLR TR 71003 U Wanhill, R. J. H. Titanium alloys for aerospace.
18 p., 2 fig., 4 tab., 6 ref.
- NLR TR 71004 U Vlieger, H. Residual strength of cracked stiffened panels.
29 p., 28 fig., 11 tab., 7 ref.
- NLR TR 71012 U Wanhill, R. J. H. Fractography of stress corrosion in Ti-8AL tested in fatigue.
14 p., 32 fig., 4 tab., 18 ref.
- NLR TR 71014 U Schijve, J., Jacobs, F. A., Tromp, P. J. The effect of load sequence on fatigue crack propagation under random loading and program loading.
13 p., 7 fig., 4 tab., 18 ref.
- NLR TR 71021 U Broek, D. A study on ductile fracture.
114 p., 56 fig., 3 tab., 78 ref.
- NLR TR 71025 U Jonge, J. B. de Comparison between discrete and continuous models for vertical gusts.

- NLR MP 70019 U 39 p., 18 fig., 11 tab., 14 ref.
Bowles, C. Q., Schijve, J. The role of inclusions in fatigue crack initiation in an aluminium alloy.
11 p., 5 fig., 13 ref.
Bestemd voor publikatie in International Journal of Fracture Mechanics.
- NLR MP 70020 U Leeuwen, H. P. van Het repareren van vermoeiingsscheuren in dunne staalplaat.
9 p., 4 tab., 3 ref.
Gepubliceerd in Polytechnisch Tijdschrift Jg. 26 no. 16.
- NLR MP 70021 U Leeuwen, H. P. van Ontwikkelingen op het gebied van de bewerking van de resultaten van kruipproeven. De evolutie van de parameter-methode.
22 p., 6 fig., 1 tab., 11 ref.
Gepubliceerd in De Ingenieur, Jg. 83 no. 49.
- NLR MP 70022 U Leeuwen, H. P. van The relation between heat treatment, microstructure and stress corrosion susceptibility of Al-Zn-Mg alloy forgings.
9 p., 11 fig., 9 tab., 16 ref.
Lezing gehouden op de NATO Stress Corrosion Conference, Ericeira, Portugal.
- NLR MP 71003 U Kant, P., Linden, C. H. van der Dynamic system testing of the inertial guidance system for the Europa II launcher.
9 p., 12 fig., 6 tab., 5 ref.
Lezing gehouden op het 4e Symposium over 'Automatic control in space', Dubrovnik, Joegoslavië.
- NLR MP 71005 U Nunen, J. W. G. van, Persoon, A. J., Tijdsman, H. Wind tunnel tests to determine the instantaneous aerodynamic derivatives on a model of a twin-bridge.
10 p., 14 fig., 3 ref.
Lezing gehouden voor de DGLR Fachauschuss Versuchswesen in der Strömungsmechanik.

Verklaring van gebezigde afkortingen

AGARD	- Advisory Group for Aerospace Research and Development
AICMA	- Association Internationale de Constructeurs de Matériel Aérospatial
ANCP	- Anglo Netherlands Cooperations Programs
ANS	- Astronomische Nederlandse Satelliet
BLEU	- Blind Landing Experimental Unit
CNES	- Centre National d'Etudes Spatiales
CTOL	- Conventional Take-Off and Landing
ELDO	- European Space Vehicle Launcher Development Organisation
ESOC	- European Space Operations Centre
ESRO	- European Space Research Organisation
FFA	- Flygtekniska Försöksanstalten
GROC	- Nederlandse Commissie voor Geophysica en Ruimteonderzoek
HSA	- Hollandse Signaal Apparaten
HUD	- Head-Up Display
ICANS	- Industrieel Consortium ANS
ICAO	- International Civil Aviation Organization
ICAS	- International Council of the Aeronautical Sciences
ILS	- Instrument Landing System
IMGD	- Inspectie Militair Geneeskundige Dienst
KLu	- Koninklijke Luchtmacht
KM	- Koninklijke Marine
KNVvL	- Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart
NASA	- National Aeronautics and Space Administration
NIVR	- Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart
NIWARS	- Nederlandse Interdepartementale Werkgemeenschap voor het Applicatieonderzoek van Remote Sensing technieken
NLGC	- Nationaal Luchtvaart Geneeskundig Centrum
ONERA	- Office Nationale d'Etudes et de Recherches Aérospatiales
RAE	- Royal Aircraft Establishment
RLD	- Rijksluchtvaartdienst

SARP	– Signaal Automatic Radar Processing
SATCO	– Signaal Automatic Air Traffic Control
SLUGA	– Sectie Luchtvaart Geneeskundige Aangelegenheden
TDCK	– Technisch Documentatie en Informatie Centrum voor de Krijgsmacht
VLAC	– Very Large Aircraft
V/STOL	– Vertical/Short Take-Off and Landing

Summeries

1. Applied aeronautical research

1.1 CAPITA SELECTA

Noise nuisance from aircraft

The first chapter gives an overview of NLR's activities in this field, which are carried out under contract for the Department of Civil Aviation (RLD). The investigations are concerned with the following topics:

- radar measurements of the take-off paths at Schiphol airport and their correlation with noise measurements carried out simultaneously by the RLD. The aim was to obtain data on the effect of modified take-off procedures — introduced during the time of the measurements — on noise nuisance. Figure 1 shows, for two specific take-off paths, the distance in the horizontal plane within which 50% of the aircraft observed are staying, as a function of their distance to the beginning of the runway.
- calculation of the noise exposure around a given airport. This implied the development of an adequate mathematical model for computing the noise exposure contours, as indicated in figure 2. The noise exposure contours in 1971 for Schiphol airport are depicted in figure 3 (noise exposure is expressed in Kosten-units)
- the development of noise abatement procedures by studying the possibilities of modifying the existing operational flight procedures.

The calculation of subsonic, steady flow over aircraft configurations

After a general discussion of the importance of calculations for predicting aerodynamic characteristics, the principles are described of NLR's panel method. Like the panel method developed by Rubbert et al., the NLR panel method is based on the construction of numerical solutions of the Laplace equation by means of discretised surface distributions of source, doublet and vortex singularities. (see Fig. 5).

In addition, a semi-empirical correction procedure was developed to take account of compressibility effects. A special numerical procedure for solving the great number of linear equations made it possible to achieve a considerable reduction in computer time, as indicated in figure 6.

A number of examples illustrate the possible applications of the method, e.g. for the development of shock-free transonic quasi-elliptical aerofoils (Fig. 7) and for the computation of the flow around a wing-tiptank-pylon-store configuration (Fig. 8).

1.2 AERODYNAMICS

Aircraft development

In 1971 NLR has again conducted a great number of wind tunnel tests for various European aircraft development projects, such as Fokker F 28, VFW 614, Concorde, Airbus A 300 B, Mercure, Alpha Jet and military aircraft.

Computation of stationary flow fields

Topics now in progress include

- the extension of NLR's 'panel method' to enable the pressure distribution over lifting wing-body-tail configurations to be calculated,
- the calculation of the correction for the effect of the elastic deformation of an aircraft structure on the subsonic pressure distribution
- the calculation of the supersonic flow field around axisymmetric bodies of revolution, using difference methods and methods of characteristics
- the computation of the flow field around V/STOL configurations and of the air forces acting on these.

Aerofoils

Theoretical and experimental research on shock-free transonic flow around lifting quasi-elliptical aerofoils were aimed at the generation of aerofoil shapes for practical applications. A greater variety of shapes than those ensuing from the original theory could be achieved by means of camber changes at the trailing edge side of the aerofoil.

Subsequent wind tunnel tests on such an aerofoil with rear-loading, indicated shock-free stable flow to exist at the design Mach number. To predict the behaviour of the flow around aerofoils with a given contour, at off-design conditions, a difference method based on the technique of Cole and Murman, is being programmed.

Instationary flow

NLR and ONERA jointly conducted a research program to compare their methods for measuring instationary pressure distributions; both institutes also performed flutter tests on the same wing model.

A great deal of attention is being paid to the improvement of methods and computer programs for vibration and flutter calculations.

Boundary layer flow

A method was developed for calculating three-dimensional turbulent boundary layers. This method is based on Bradshaw's two-dimensional method. Parallel to this, experience was built up on measuring techniques and preparations were made for three-dimensional boundary layer experiments.

The analysis of the results of the steady and unsteady pressure measurements on a circular cylinder in a cross-flow, carried out earlier for ELDO, was completed. The newly acquired Hewlett Packard Fourier Analyzer greatly facilitated this analysis.

Scale effects in wind tunnels.

A comparative investigation was carried out on three types of aerofoils to establish the effect of tunnel wall interference in NLR's transonic Pilot wind tunnel, which has a slotted-wall test section. Other studies include the scale effect on the flow detachment in the transonic regime and on the lift distribution over slender bodies at incidence in supersonic flow. Also, the effects of noise level, model size and incidence on boundary layer transition in the supersonic wind tunnels are being investigated.

Hypersonics

Interference effects in hypersonic flow are being studied in the shock tube.

1.3 STRUCTURES AND MATERIALS

Aircraft development

After completion of the certification testing some additional tests were carried out on the F 28 wing. These included tests to establish the effect of the augmentation of all stress levels with 25% and two fail-safe tests at 1.1 and 1.2x the limit load. The wing withstood these tests without structural failure.

NLR also participates in the preparation for the fatigue testing of the VFW 614 wing which will be carried out at the Fokker-VFW factory Amsterdam.

Aircraft loads

A systematic evaluation has been made of the envelope concept and the mission analysis concept for defining aircraft design loads.

Strength and stiffness of structures

The activities were mainly directed at the development of a method for calculating the compressive strength of panels. Based on the analytical solution for the post-buckling behaviour of plates attempts are made to describe the non-linear behaviour between stresses and strains by means of simple functions. Other topics include methods for calculating the strength of conical shells and for calculating plate bending in the plastic range.

Fracture toughness and residual strength

The method for predicting the residual strength of stiffened panels was further developed. A computer program became available for determining among other things the interaction of plate and stiffener in a panel with a crack.

The crack propagation and residual strength characteristics of 2024 and 7075 sheet material were determined at temperatures between -50°C and $+25^{\circ}\text{C}$. Another investigation concerns the plastic deformation at various notch and crack tip configurations.

Fatigue

A test program on crack propagation under flight simulation loading in 2024 T3 and 7075 T6 material was completed, the aim

being to determine the influence of the frequency and the design stress level on the fatigue strength.

In other tests, the effect of secondary bending on the fatigue strength of 2024 T3 and 7075 T6 riveted joints was determined.

Under the aegis of AGARD an extensive treatise was produced on cumulative fatigue damage.

Temperature effects on the properties of materials

A study was made of Manson's 'minimum commitment station function approach' for analyzing the results of tests aimed at establishing the effects of heat treatment on the properties of materials.

Stress corrosion

An investigation was carried out on the influence of a corrosive environment (3% sodium-chloride solution) on the initiation and growth of stress corrosion cracks in the Al-alloy 7075 T6.

Reference can further be made to a study on the influence of heat treatment of Al-alloys (7079, DTD 5024) on their susceptibility to stress corrosion.

Miscellaneous

In addition to the above mentioned topics, investigations have been carried out on:

- stresses and deformations in metal-to-metal bonds
- a method for non-destructive inspection of the pretreatment quality prior to bonding
- the calculation of anisotropic deformation in a flat plate
- the applicability of titanium in aircraft structures
- hydrogen embrittlement
- the influence of residual stresses on the fatigue strength of an Al-alloy.

1.4 AIRCRAFT

Aircraft development

Again NLR has made a major contribution to the flight testing of the initial and lengthened version of Fokker F 28 prototypes.

A new flight recording system, comprising FDAU and PCM equip-

ment, is being developed for the flight testing of future prototypes. With this combination a greater accuracy and a higher recording frequency can be attained than with the equipment used at present.

Flight mechanics

The study on the effect of increasing aircraft size on the flying qualities, in particular the manoeuvrability in the approach configuration, was continued.

An analog simulation study was made of the sensibility of very large aircraft (Boeing 747 and three hypothetical aircraft with weights up to 4 million lbs) to windshear and vertical gusts.

New developments in the field of manual control of modern aircraft and flying qualities connected herewith, are being closely considered

A test program and a data processing program for determining the describing function and the remnant of a pilot in a closed loop were completed.

A study has been undertaken on the general characteristics of V/STOL transport aircraft during take-off and landing.

Measuring, recording and display techniques

A new method was implemented for tracking aircraft during the landing phase, using a camera in the produced part of the threshold, 150 m beside the runway. A computer program was developed for determining the flight path in the vertical plane during short manoeuvres from measured aircraft accelerations and attitudes.

Approach and landing in low-visibility conditions

The co-operation with BLEU in this field was continued; the activities were mainly concentrated on the use of head up displays.

In connection with the Netherlands contribution to ICAO, which is co-ordinated by the Civil Aviation Department (RLD), several papers were produced for discussion by the Obstacle Clearance Panel:

- on statistical methods for analyzing the deviation of approaching aircraft from their nominal flightpaths
- on the characteristics of the mathematical model developed by means of these methods, and its application in establishing new obstacle clearance regulations.

The collection of experimental data for the statistical investigation of landing manoeuvres in Cat II/III conditions under the aegis of ICAO's All Weather Operations Panel and Airworthiness Committee was continued.

Air traffic control

In close co-operation with the Civil Aviation Department (RLD) the NLR participates in the planning, design and development of the new Signaal Automatic Radar Processing system (SARP) for Schiphol Airport.

Work in relation to the first phase of this project included studies on airport capacity, processing of statistical data on air traffic, the extent of the holding areas, the simulation of the radar tracking process and the modification of the current computer program for flightpath determination. Concerning the second phase, topics such as multi-radar processing, computer configurations and display systems, are being investigated.

With respect to the third phase NLR activities are focused on further automation of the air traffic control process, in particular on approach sequencing. The participation of RLD in the activities of the Review of the General Concept of Separation Panel of ICAO, which are directed at extending and improving the airways system in Western Europe resulted in an order for collecting data on aircraft movements in the Netherlands airspace by means of radar observations. Such data, which will also be collected by Eurocontrol and DFVLR, will be used for establishing the required separation standard.

1.5 SPACE FLIGHT TECHNOLOGY

Spacecraft development

Work for ELDO included the testing of two flight units of the Europa II inertial navigation system, studies in connection with the selection of the on-board computer for Europa III and the co-ordination of aerodynamic testing.

A number of studies were carried out for ESRO, bearing upon the design of the HELOS-satellite. Also a computer program was developed for determining the influence of various errors in the orbit determination of satellites, of particular importance for the Aeronautical Satellite (Aerosat), the development of which has been

undertaken.

An instrument package for measuring cosmic X-rays, developed by the universities of Leiden and Nagoya (Japan), was tested. Meanwhile the package was successfully launched from a basis on the Hawaii Islands.

NLR'S main task in the Netherlands Astronomical Satellite (ANS) project concerns the preparations for the implementation of the ground control facilities, which will be located at ESOC Darmstad, and the ground operations.

Flight mechanics and application of spacecraft

Theoretical and experimental work was carried out on the thermal behaviour of satellites and their structural parts in a space environment.

An investigation is being made of the kinematic drift of strapdown systems and of control moment gyros for attitude stabilization.

1.6. STUDIES IN THE FIELD OF ENVIRONMENTAL CONTROL AND EARTH SURVEYS

Wind problems and air pollution

Various wind tunnel tests have been carried out on models of buildings and new urbanization projects to investigate problems of wind loads, wind hindrance, and smoke nuisance.

Vibration tests have been conducted on models of bridges which will be constructed by the Ministry of Transport, Hydraulics and Public Works.

Reference can further be made to vibration tests on existing high tension pylons.

Noise nuisance from aircraft

Problems of noise nuisance from aircraft around existing or projected airports in the Netherlands are investigated under contract for and in close co-operation with the Civil Aviation Department. These activities are described in chapter 1 of the Capita Selecta.

Earth surveys

A great number of test flights have been performed with infrared

equipment provided by the Royal Netherlands Air Force, in the framework of an earth survey program designed by NIWARS, a governmental working group for studies on the application of remote sensing. Recordings have been made of water pollution in the Wadden Sea, the effluents of power stations, development of vegetation in various selected areas, etc.

1.7 OTHER ACTIVITIES

Applied mathematics

Attention has mainly been directed at eigenvalue problems, optimization methods and stochastic problems.

Data handling and computer operation

Computer programs were developed for reduction and conversion of flight test data to a format compatible with NLR's central processor.

Electronics

A study has been made of the possibilities of hybrid conditioning for strain gauge bridges.

2 Development of equipment

2.1 FOR AERODYNAMICS

The aerodynamic design studies for a new subsonic wind tunnel with a test section of 8 x 6 m were completed. The construction of a 1 : 10 scale model of this facility was also completed.

Design studies were undertaken for a small transonic wind tunnel facility for investigations at high Reynolds numbers.

Work on the development of a gun tunnel (M.6-12) was continued. Several tests were carried out on engines for simulation of hot jets with wind tunnel models.

A system was developed for determining the eigenfrequencies of elastic structures.

The data acquisition systems of the major NLR wind tunnels were connected on-line to a CDC 1700 computer.

2.2 FOR STRUCTURES AND MATERIALS

The 20 metric tons Amsler servo-controlled hydraulic testing machine was successfully used for fatigue tests.

A fluid bed oven for tempering materials was added to the inventory.

2.3 FOR FLIGHT TESTING

A system was developed for the off-line processing of data recorded in flight on magnetic tape. The system converts the flight tapes into a format compatible with NLR's central processor. Data conversion and selection are achieved by play-back recorders and a CDC 1700 process computer.

A measuring system was developed for flutter measurements in flight. Data can be partly transmitted to the ground via telemetry for real-time inspection.

The implementation of a flight simulator with movable cockpit is in progress.

2.4 FOR SPACE FLIGHT TECHNOLOGY

A study is being made of simulation equipment for investigating attitude stabilization systems of spacecraft.

3 Scientific Committee NLR-NIVR

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

This committee, which has 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

Prof. dr. H. J. van der Maas, who retired as chairman of NLR in May, was succeeded as National Delegate of the Advisory Group for Aerospace Research and Development of the North Atlantic Treaty Organization, as from Sept. 1st by prof. dr. O. H. Gerlach. Mr. A. J. Marx, general director of NLR continued to serve as National Delegate and as member of the AGARD Steering Committee.

Members of the scientific staff of NLR participated throughout the year in AGARD activities, some as members of panels, committees or working groups, some as authors, editors or reviewers. Others assisted in the preparation of meetings, or took part as discussion leaders or observers at meetings. Two members of the staff acted as consultants for AGARD.

The Board of National Delegates, met in March, for the annual review of current programs and for the preparation of the program and budget for 1972.

The AGARD 'Charter' and 'By-Laws' came under review and changes were approved. A concise 'AGARD Handbook' was prepared for the benefit of scientists and engineers who take part in AGARD activities. At this meeting it was decided to award the 'AGARD Certificate' to Sir Nigel Henderson, chairman of the Military Committee of NATO, in recognition of his support of AGARD. The National Delegates Board convened at Nord Torpa, at the invitation of the Norwegian Government, on Sept. 7 for the autumn review of the programs for 1971 and 1972 and for the preparations of the program for 1973.

The Board awarded the 'AGARD Certificate' signed by all National Delegates to prof. Van der Maas for his outstanding contribution to AGARD throughout the years and as a founder-member.

The Annual Meeting took also place at Nord Torpa on Sept. 8th. The first part of the program was devoted to civil and military research and development in Norway. The AGARD activities are highly valued and AGARD has a standing open invitation to hold meetings in Norway.

The second part had as theme: 'Status and Trends in International Aerospace Cooperation'. Industrial experts briefed the Board of National Delegates and guests on some current European cooperative aeronautical development projects, followed by a talk by Mr. Robinson (U. K.) on: 'Future Technological Cooperation in Europe'.

A general discussion on this topic, during which Mr. Marx gave

some details on the experience gained in the Netherlands with international cooperation in aircraft research and development, concluded the meeting.

The AGARD meetings of interest to the Netherlands are listed.

Two scientists from U.S. universities gave lectures in the Netherlands under the auspices of the Consultant and Exchange Program. AGARD 'Lecture Series' and 'Short Courses' were well attended by Netherlands scientists and engineers, also from the industry. One member of the Staff of N.L.R. directed an AGARD Lecture Series. Two AGARDographs were published for sale to the public, many other AGARD publications became available for distribution to authorized recipients.