

*verslag over
het jaar
1972*

stichting nationaal
lucht- en ruimtevaartlaboratorium

Verslag over het jaar 1972

Stichting Nationaal
Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium

met gegevens omtrent de

Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR

en de

Nederlandse Delegatie bij de AGARD

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

Laboratorium te Amsterdam
Sloterweg 145, Amsterdam (17)
Telefoon (020) 5113113-telex 11118
Telegram-adres: Windtunnel Amsterdam

Vestiging „De Vrije Vlucht” in de Noordoostpolder
Voorsterweg 31, post Emmeloord, NOP
Telefoon (05274) 2828-telex 42134

Inhoudsopgave

STICHTING NATIONAAL LUCHT- EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM

1	Algemene beschouwingen	7
1.1	<i>Bestuur van de stichting</i>	7
1.2	<i>Algemene zaken van de stichting</i>	9
1.3	<i>Financiële aangelegenheden van de stichting</i>	11
1.4	<i>Organisatie en personeel van het laboratorium</i>	14
1.5	<i>Nationale en internationale activiteiten</i>	19
1.6	<i>Werkbezoeken en excursies</i>	23
1.7	<i>Bijdragen aan congressen, cursussen, tentoonstellingen</i>	26
2	Wetenschappelijk onderzoek	29
2.1	<i>Inleiding</i>	29
	– <i>De ontwikkeling van een berekeningsmethode voor drie-dimensionale turbulente grenslagen</i>	29
	– <i>Scheurgroei in titaniumlegeringen</i>	36
2.2	<i>Stromingen, verbranding en voortstuwing</i>	40
	– <i>Onderzoekingen ten behoeve van ontwikkelingsprojecten</i>	40
	– <i>Berekeningsmethoden voor stationaire stromingen</i>	42
	– <i>Transsoon profielonderzoek (stationair)</i>	44
	– <i>Instationaire stromingen</i>	45
	– <i>Viskeuze effecten</i>	46
	– <i>Onderzoek i.v.m. de nabootsing van vrije vlucht omstandigheden in windtunnels</i>	46
	– <i>Industrieel aërodynamisch onderzoek</i>	47
2.3	<i>Constructies en materialen</i>	47
	– <i>Onderzoekingen ten behoeve van ontwikkelingsprojecten</i>	47
	– <i>Belastingen op luchtvaartuigen</i>	48
	– <i>Statische sterkte en stijfheid van constructies</i>	48
	– <i>Kerftaaiheid en reststerkte</i>	49
	– <i>Vermoeiing</i>	50
	– <i>Spanningscorrosie</i>	50
	– <i>Overige onderzoekingen</i>	52
2.4	<i>Vliegtuigen</i>	53
	– <i>Onderzoekingen ten behoeve van ontwikkelingsprojecten</i>	53

– <i>Vliegmechanica</i>	55
– <i>Meet-, registratie- en presentatietechnieken voor gebruik in de vlucht</i>	56
– <i>Nadering en landing bij slecht zicht</i>	58
– <i>Luchtverkeersaspecten</i>	60
– <i>Overige werkzaamheden</i>	62
2.5 <i>Ruimtevaart</i>	63
– <i>Werkzaamheden ten behoeve van ontwikkelingsprojecten</i>	63
– <i>Astronomische Nederlandse Satelliet (ANS)</i>	64
– <i>Mechanica en gebruik van ruimtevoertuigen</i>	64
2.6 <i>Onderzoekingen en werkzaamheden in het kader van milieuverbetering en milieubeheer</i>	65
<i>Windproblemen en luchtverontreiniging</i>	65
– <i>Onderzoek i.v.m. geluidshinder veroorzaakt door vliegtuigen</i>	67
– <i>Verkenning van het milieu vanuit de lucht</i>	69
2.7 <i>Overige werkzaamheden</i>	70
– <i>Toegepaste wiskunde</i>	70
– <i>Informatiebehandeling en de uitvoering van rekenprocessen</i>	71
– <i>Elektronika</i>	72
3 <i>Technische outillage</i>	73
3.1 <i>Inleiding</i>	73
3.2 <i>Voor stromingsonderzoek</i>	73
– <i>Lage-snelheidswindtunnels</i>	74
– <i>Transsone en supersone windtunnels</i>	74
– <i>Installaties voor hypersofoon onderzoek</i>	75
– <i>Algemene apparatuur</i>	75
3.3 <i>Voor onderzoek op het gebied van constructies en materialen</i>	76
3.4 <i>Voor vliegmechanisch onderzoek</i>	76
– <i>Laboratoriumvliegtuigen</i>	76
– <i>Apparatuur voor vliegproeven</i>	78
– <i>Vluchtnabootsers</i>	79
3.5 <i>Voor ruimtevaartonderzoek</i>	81
3.6 <i>Voor algemeen gebruik</i>	82

WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR

1 <i>Algemeen</i>	83
2 <i>Samenstelling van de Wetenschappelijke Commissie aan het eind van 1972</i>	83
3 <i>Samenstelling van de subcommissies aan het eind van 1972</i>	84

4 Vergaderingen	85
5 Adviezen aan het Bestuur van het NLR	86
6 Bijzondere opmerkingen	86

NEDERLANDSE DELEGATIE BIJ DE AGARD

1 Samenstelling van de Nederlandse Delegatie aan het eind van 1972	88
1.1 <i>De Nederlandse gedelegeerden bij de AGARD</i>	88
1.2 <i>De Nederlandse vertegenwoordiging in de AGARD-commissies</i>	88
2 Vergaderingen van Nationale Gedelegeerden	89
3 Interne organisatie van de AGARD	90
4 AGARD-jaarvergadering en herdenking 20-jarig bestaan	91
5 Technische bijeenkomsten van de commissies van de AGARD	92
6 AGARD Consultants and Exchange Program	94
6.1 <i>Bezoek van deskundigen aan Nederland</i>	94
6.2 <i>AGARD Lecture Series</i>	95
6.3 <i>Von Karman Institute for Fluid Dynamics (VKIFD)</i>	95
7 AGARD-publikaties	96
8 AGARD-„spin-off”	96

PUBLIKATIES	97
-------------	----

VERKLARING VAN GEBEZIGDE AFKORTINGEN	105
--------------------------------------	-----

SUMMARIES	107
-----------	-----

Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium

1 Algemene beschouwingen

1.1 BESTUUR VAN DE STICHTING

In het jaar 1972 werd door bestuur en directie zowel aan de internationale positie van het NLR als aan voorzieningen in de personeels-sector bijzondere aandacht besteed.

Het jaar was voorts gekenmerkt door het tot stand komen van enkele hoogst noodzakelijke materiële voorzieningen, waaronder de bestelling van een nieuwe centrale computer. Ter inleiding tot de meer gedetailleerde verslaggeving moge hier eerst worden stilgestaan bij de volgende wisselingen in de samenstelling van het bestuur.

Drs. Th. A. M. Thomassen, die sinds zijn toetreding tot het bestuur op 17 december 1957 een zeer gewaardeerde bijdrage heeft gegeven aan het beleid, heeft met ingang van 16 januari 1972 het bestuur verlaten wegens zijn overgang van het ministerie van Financiën naar het ministerie van Verkeer en Waterstaat, waar hij thans de functie van directeur Financiële en Economische Zaken en Comptabiliteit vervult. Zijn plaats in het NLR-bestuur is voor een korte periode ingenomen door drs. A. J. van Oosten, die op 1 september 1972 als door de minister van Financiën aangewezen lid van het bestuur werd opgevolgd door drs. L. S. J. Andringa, hoofd van de Sectie Wetenschapsbeleid van de Inspectie der Rijksfinanciën.

Mr. A. A. T. van Rhijn, die vanaf 10 oktober 1970 als door de minister van Economische Zaken benoemd lid van het bestuur in het beleid der Stichting een belangrijke bijdrage heeft gegeven trad als zodanig af en werd op 1 juli 1972 opgevolgd door drs. W. H. J. Tieleman, directeur Industriële Research en Structuur van het ministerie van Economische Zaken.

Op 1 juni 1972 is de heer H. Reinoud als bestuurslid afgetreden. Drs. Ph. Leenman, die hem als directeur-generaal van de P.T.T. opvolgde maakt vanaf die datum deel uit van het bestuur. De bijzondere verdiensten die de heer Reinoud sedert hij op 8 oktober 1968 tot het bestuur toetrad voor het NLR heeft gehad, werden in de bestuursvergadering van 8 juni naar voren gebracht. In die vergadering nam ook lt.gen. H. Schaper afscheid van het bestuur, waarvan hij – zij het met een onderbreking van 22 juni 1966 tot 1 juli 1967 – sedert 1 januari

1964 deel heeft uitgemaakt.

De voorzitter memoreerde bij deze gelegenheid de vele wijzen waarop lt.gen. Schaper morele en daadwerkelijke steun heeft verleend aan het NLR en verwelkomde prof. ir. H. Wittenberg, die lt. gen. Schaper op de vergaderingsdatum als door het K.N.V.v.L.-bestuur aangewezen bestuurslid opvolgde.

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);

Drs. Ph. Leenman, lid, benoemd door de minister van Verkeer en Waterstaat voor de P.T.T.;

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

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

Drs. W. H. J. Tieleman, 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. L. S. J. Andringa, lid, benoemd door de minister van Financiën;

Prof. ir. H. Wittenberg, 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 10 februari, 29 maart, 8 juni, 21 september, 19 oktober, 17 november en 20 december.

De heren A. H. Geudeker en G. A. Lens stonden het bestuur als technisch medewerkers terzijde.

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

Het bestuursbureau was gevestigd in het gebouw van de Onderafdeling der Vliegtuigbouwkunde van de Technische Hogeschool Delft, Kluyverweg 1 te Delft.

1.2 ALGEMENE ZAKEN VAN DE STICHTING

De in het vorige jaarverslag genoemde wens van directie en personeel om in 1972 een ondernemingsraad te installeren ging op 19 december in vervulling. De voorzitter was bij de plechtigheid, die door de décharge van de Commissie Voorbereiding Overlegorgaan werd voorafgegaan, vertegenwoordigd.

Het bestuur put uit de goede interne samenwerking waardoor de – inmiddels door de Algemene Bedrijfscommissie goedgekeurde – tekst voor het reglement van de ondernemingsraad tot stand heeft kunnen komen, het vertrouwen, dat genoemd nieuw orgaan goed zal functioneren.

Dank zij goede samenwerking tussen het pensioenfondsbestuur en de deelnemers in het pensioenfonds kon een poging worden gedaan om in de externe omstandigheden, die de invoering van een gemoderniseerde pensioenregeling in de weg stonden een keer te brengen. Een bijgewerkt, door het NLR-bestuur aanvaard concept voor deze regeling werd aan de overheid ter goedkeuring voorgelegd. Aangezien de vigerende pensioenregeling, in het licht van de huidige omstandigheden en in vergelijking met thans geldende regelingen bij overeenkomstige instellingen, niet meer als adequaat is te beschouwen, is spoedige invoering van de gemoderniseerde regeling naar het oordeel van het bestuur dringend noodzakelijk. De verbetering van de financiering van de uit de vigerende regeling voortvloeiende aanspraken der deelnemers had de bijzondere aandacht van het bestuur, dat zijnerzijds erkentelijk is voor het terzake van overheidswege getoonde begrip.

Ook in vele andere opzichten ondervond de stichting steun en medewerking van de overheid. 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 zeer vruchtbaar. In wetenschappelijk en zakelijk opzicht acht het bestuur het van belang dat in het verslagjaar een overeenkomst kon worden gesloten met ICANS, het Industriële Consortium voor de Astronomische Nederlandse Satelliet.

Aan het investeringsbeleid – ook dat op lange termijn – is wederom

veel aandacht besteed. Dat geldt in het bijzonder het aan de overheid ter goedkeuring voorgelegde project van een grote lage-snelheids-tunnel (LST 8 x 6), de reeds genoemde rekenapparatuur, de bouw van een Centrumgebouw in de Noordoostpolder en voorts de verdere verwezenlijking van het vluchtnabootserproject in Amsterdam.

De adviezen van de Wetenschappelijke Commissie vormden een belangrijke steun voor het bestuur. Op de werkzaamheden van de commissie en op de wisseling in het voorzitterschap daarvan wordt op blz. 83 e.v. uitvoerig teruggekomen.

Bestuur en directie hebben uiteraard op velerlei wijzen regelmatig met elkaar voeling gehouden. Een begin werd gemaakt met de toepassing van de in het vorige jaarverslag genoemde regeling voor contacten tussen enerzijds het bestuur en anderzijds de directie tezamen met de hoofdafdelingsleiders en leiders der dienstengroepen.

Het bestuur spreekt op deze plaats gaarne zijn waardering uit voor de toewijding waarmee de directie en haar medewerkers in het verslagjaar wederom hun taken hebben vervuld. Ook van de voor het laboratorium zo belangrijke arbeid van de adviseurs der directie moge hier met waardering gewag worden gemaakt. In die functie stonden haar 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 terzijde. Voorts wordt hier met erkentelijkheid melding gemaakt van de belangrijke adviezen inzake de aanschaf van rekenapparatuur die werden gegeven door de heer G. J. Hennephof, hoofd van de afdeling Organisatie van het ministerie van Verkeer en Waterstaat.

Prof. dr. ir. A. I. van de Vooren legde op 1 oktober van het verslagjaar zijn functie als adviseur van de directie neer wegens het aanvaarden van het voorzitterschap der Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR.

Tot de vele vooraanstaande personen uit binnen- en buitenland, die het NLR bezochten behoorden Dr. R. J. H. Kruisinga, staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat en Mr. H. Raben, directeur-generaal van de Rijksluchtvaartdienst, die op 1 februari, vergezeld door de heer W. Stadermann, het laboratorium te Amsterdam bezichtigden, de leden van het college van B. en W. der gemeente Noordoostpolder, die op 26 april in de vestiging aldaar werden ontvangen, en een aantal leden van de Vaste Commissie voor Verkeer en Waterstaat van de Tweede Kamer der Staten-Generaal, die op 22 augustus de installaties van het NLR in de hoofdstad in ogenschouw namen en zich uitvoerig lieten voorlichten. Op elk der genoemde data zijn de gasten door

voorzitter en directie gezamenlijk verwelkomd. Voor verdere bijzonderheden omtrent bezoeken aan de laboratoria en omtrent het voor het NLR zo belangrijke, in Nederland gehouden 8e ICAS-congres moge worden verwezen naar resp. blz. 23 en 27. Op de viering van het 20-jarig jubileum van de AGARD, die voor het NLR in verband met de overdracht van informatie omtrent lucht- en ruimtevaartwetenschappen van zo eminent belang is, zal in het aan deze organisatie gewijde hoofdstuk worden ingegaan.

Voor een overzicht betreffende de organisatie van de stichting en van het door haar beheerde laboratorium moge worden verwezen naar de twee, elkaar „overlappende” schema's op blz. 15 en 16 die de situatie van eind 1972 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.

1.3 FINANCIËLE AANGELEGENHEDEN VAN DE STICHTING

In de vergadering van 10 februari 1972 stelde het bestuur de herziene exploitatie-begroting en de herziene kapitaal-begroting voor 1972 alsmede de ontwerp exploitatie-begroting en de ontwerp kapitaal-begroting voor 1973 vast. Het benodigde subsidie voor de *exploitatie-uitgaven* in 1972 werd geraamd op f.11.000.000,—.

Voor de financiële resultaten over 1972 wordt verwezen naar de op blz. 12 en 13 weergegeven gecompriëerde resultatenrekening. Ter vergelijking zijn de overeenkomstige cijfers over 1971 opgenomen. Volgens deze gecompriëerde resultatenrekening bedraagt het voor 1972 benodigde exploitatie-subsidie f. 10.358.500,—, waarvan te dekken uit toegekend subsidie f.10.000.000,— en uit nog toe te kennen suppletoir subsidie f.358.500,—. De *investeringen* voor 1972 werden geraamd op f. 11.800.000,— (excl. LST 8×6; zie blz. 10). Hiervan werd gerealiseerd f. 9.366.000,—.

In het verslagjaar werd op investeringen betaald f. 7.302.000,—.

In de vergadering van 8 juni 1972 behandelde het bestuur de financiële jaarstukken van de stichting over 1971. Deze jaarstukken werden door de Centrale Accountantsdienst gecontroleerd en akkoord bevonden.

Gecomprimeerde resultatenrekeningen 1972 en 1971

	1972	1971
Kosten van de voor rekening van derden uitgevoerde research- werkzaamheden	f. 20.806.800,—	f. 17.887.000,—
Kosten van de voor eigen rekening uitgevoerde werkzaamheden :		
Speurwerkonderzoeken	f. 4.262.900,—	f. 3.661.300,—
Research en ontwikkeling m.h.o. op de uitrusting van het laboratorium	f. 6.547.400,—	f. 6.571.700,—
Wetenschappelijke diensten	f. 362.500,—	f. 304.700,—
	f. 31.979.600,—	f. 28.424.700,—

	1972	1971
Inkomsten uit de voor rekening van derden uitge- voerde <i>researchwerkzaam-</i> heden	f. 20.806.800,—	f. 17.887.000,—
Overschot op de doorberek- de indirecte kosten	f. 657.200,—	f. 832.400,—
Bijdragen van deelnemers	f. 157.100,—	f. 200.100,—
Rijkssubsidie	f. 10.358.500,—	f. 9.505.200,—
	<u>f. 31.979.600,—</u>	<u>f. 28.424.700,—</u>

1.4 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

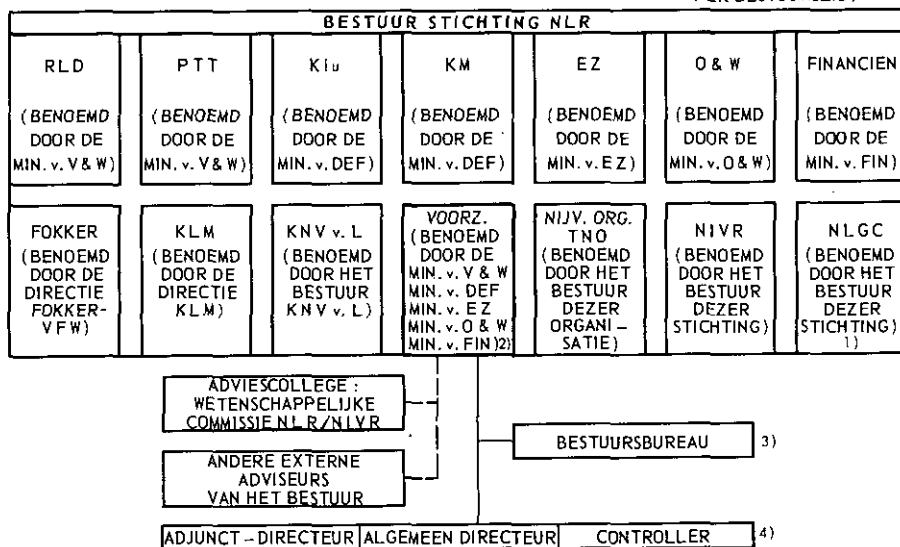
Het totale personeelsbestand en de spreiding daarvan aan het eind van 1972 over de vestigingen Amsterdam en Noordoostpolder zijn hieronder en in de tabel op blz. 17 weergegeven. Vergelijking met de cijfers van ultimo 1971, welke tussen haakjes zijn aangegeven, illustreert dat een voorzichtig beleid werd gevoerd ten aanzien van het vervullen van vacatures welke in 1972 ontstonden.

PERONEELSSPREIDING OVER DE TWEE NLR – VESTIGINGEN EINDE 1972

Categorie	Amsterdam	Noordoostpolder
Academici en daarmee gelijkgestelden	111 (112)	54 (50)
HTS'ers en daarmee gelijkgestelden	142 (141)	65 (59)
Overige technici en daarmee gelijkgestelden	195 (203)	90 (99)
Totaal	448 (456)	209 (208)
Totaal Generaal	657 (664)	

In het kader van een herziening van de bestaande pensioenregeling werd op 10 mei in een algemene vergadering van deelnemers – die werd gehouden in het Woestduincentrum te Amsterdam – het concept-reglement voor een nieuwe pensioenvoorziening met overgrote meerderheid van stemmen door de leden aangenomen. Op 8 juni verklaarde het NLR-bestuur zich met het concept-reglement akkoord. In 1972 is het nieuwe reglement nog niet van kracht geworden.

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



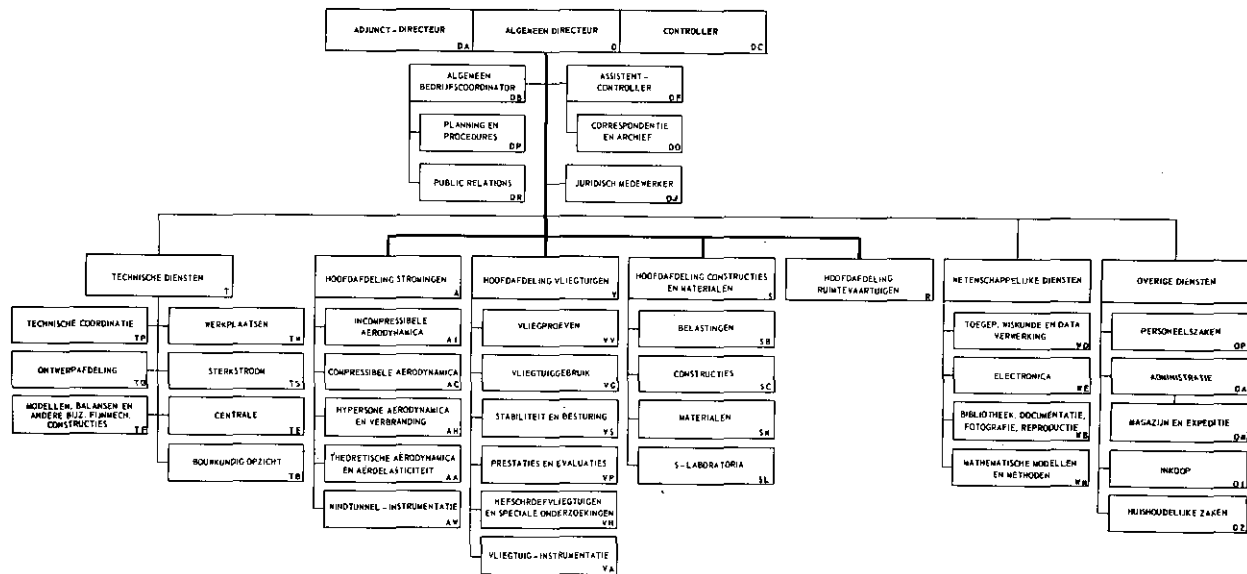
1) Vakant.

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 - PERSONEELSFOMATIE ULTIMO 1972 *

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, DJ, DO, DP, DR, DS (secretariaat, staf)		3 (2)	7 (7)	11 (11)	21 (20)
		6 (5)	7 (7)	11 (11)	24 (23)
Hofd. STROMINGEN	A	3 (2)	1 (1)	2 (2)	6 (5)
Incompr. Aërodynamica	AI	10 (10)	4 (4)	10 (11)	24 (25)
Compr. Aërodynamica	AC	15 (15)	23 (23)	19 (20)	57 (58)
Hypers. Aërod. en Verbranding	AH	4 (4)	3 (3)	6 (6)	13 (13)
Theor. Aërod. en Aëroëlasticiteit	AA	14 (14)	5 (5)	1 (1)	20 (20)
Windtunnel - instrumentatie	AW	3 (3)	7 (7)	6 (6)	16 (16)
		49 (48)	43 (43)	44 (46)	136 (137)
Hofd. VLIEGTUIGEN	V	1 (1)	1 (1)	2 (2)	4 (4)
Vliegtuiggebruik	VG	13 (13)	1 (1)	1 (1)	15 (15)
Stabiliteit en besturing	VS	5 (4)	2 (2)	- -	7 (6)
Prestaties en evaluaties	VP	7 7	- -	- -	7 (7)
Vliegproeven	VV	9 (10)	8 (8)	4 (2)	21 (20)
Hefsch. vliegt. en spec. onderz.	VH	6 (7)	5 (6)	1 (1)	12 (14)
Vliegtuig - instrumentatie	VA	3 (3)	19 (19)	2 (3)	24 (25)
		44 (45)	36 (37)	10 (9)	90 (91)
Hofd. CONSTRUCTIES en MATERIALEN	S	1 (1)	- -	1 (1)	2 (2)
Belastingen	SB	3 (3)	2 (2)	- -	5 (5)
Constructies	SC	5 (5)	3 (3)	- -	8 (8)
Materialen	SM	5 (5)	1 (1)	- -	6 (6)
S - laboratoria	SL	- -	3 (3)	10 (11)	13 (14)
		14 (14)	9 (9)	11 (12)	34 (35)
Hofd. RUIMTEVAARTUIGEN		15 (14)	7 (5)	2 (6)	24 (25)
WETENSCHAPPELIJKE DIENSTEN	W	1 (1)	1 (1)	2 (2)	4 (4)
Toegep. wisk. en dataverwerking	WD	12 (10)	20 (20)	27 (36)	59 (66)
Elektronika	WE	8 (8)	14 (14)	17 (17)	39 (39)
Bibl. Document. Fotogr. Repr.	WB	2 (2)	5 (3)	14 (8)	21 (13)
Math. modellen en methoden	WM	6 (7)	- -	- -	6 (7)
		29 (28)	40 (38)	60 (63)	129 (129)
TECHNISCHE DIENSTEN	T	3 (3)	- -	1 (1)	4 (4)
Modellen, Balansen	TF	2 (2)	5 (5)	5 (6)	12 (13)
Werkplaatsen	TW	- -	13 (10)	45 (50)	58 (60)
Sterkstroom	TS	- -	2 (2)	8 (8)	10 (10)
Ontwerpfaciliteit	TO	3 (3)	19 (17)	4 (7)	26 (27)
Centrale	TE	- -	2 (2)	14 (14)	16 (16)
Bouwkundig opzicht	TB	- -	1 (1)	- -	1 (1)
		8 (8)	42 (37)	77 (86)	127 (131)
OVERIGE DIENSTEN	O	- -	- -	- -	- -
Personeelszaken	OP	- -	3 (4)	2 (1)	5 (5)
Administratie	OA	- -	12 (12)	15 (15)	27 (27)
Magazijn en Expeditie	OM	- -	1 (1)	5 (5)	6 (6)
Inkoop	OI	- -	5 (5)	3 (3)	8 (8)
Huishoudelijke zaken	OZ	- -	2 (2)	45 (45)	47 (47)
			23 (24)	70 (69)	93 (93)
TOTAAL GENERAAL		165 (162)	207 (200)	285 (302)	657 (664)

*) Tussen haakjes de cijfers van ultimo 1971

Último 1972 was de samenstelling van het bestuur van de Stichting „Pensioenfonds van de Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaart-laboratorium”:

Mr. G. W. van Hasselt – voorzitter	} werkgevers- vertegenwoordigers
Drs. C. J. Schotsman – vice-voorzitter	
J. H. Grosheide – secretaris-penningmeester	} werknemers- vertegenwoordigers
H. Dröge – lid	
Ir. J. P. Hartzuiker – lid	

Ter gelegenheid van de verjaardag van H.M. de Koningin werd op 28 april door de voorzitter aan mej. J. H. Buttstedt de eremedaille in goud, verbonden aan de orde van Oranje Nassau, uitgereikt.

In verband met het bereiken van de pensioengerechtigde leeftijd verliet de heer G. J. van den Berg, chef van de bankwerkerij, op 31 december het NLR. Zowel om zijn vakkennis als om zijn persoon was hij gedurende zijn bijna 24-jarig dienstverband een zeer gezien medewerker.

Dr. ir. P. Wesseling verliet in juli het NLR wegens het aanvaarden van een gewoon lectoraat aan de Technische Hogeschool Twente.

Elf personeelsleden vierden hun 25-jarig ambtsjubileum. Het waren achtereenvolgens de heren W. J. Hermans, H. Stam, F. W. Greebe, J. C. Netten, J. v. d. Bosch, J. G. Wouters, J. de Clercq, A. F. Idema, H. van Tubergen, C. M. Kalkman en L. R. den Otter. Aan het einde van het verslagjaar waren 38 personeelsleden langer dan 25 jaar in dienst van het laboratorium.

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

Op 29 november vonden de verkiezingen voor een ondernemingsraad plaats. Gekozen werden 13 leden, te weten 9 van de vestiging te Amsterdam en 4 van de vestiging in de Noordoostpolder. Tot voorzitter van de, zoals reeds vermeld, op 19 december geïnstalleerde ondernemingsraad werd de algemeen directeur, ir. A. J. Marx, benoemd en als gekozen leden:

Mevr. C. T. M. Brugman	Ir. A. Elsenaar
Mevr. A. G. Geijssen – Versteeg	H. H. de Jong
Ir. J. F. Baljeu	Ir. J. B. de Jonge
J. H. A. te Boekhorst	H. A. Mensink
J. A. M. Boogers	J. C. Netten
Ir. J. T. M. van Doorn	J. Raterink
P. G. Egas	

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.

1.5 NATIONALE EN INTERNATIONALE ACTIVITEITEN

Het feit dat zich in 1972 nationaal en internationaal een tendens tot stabilisatie en consolidatie in de lucht- en ruimtevaartindustrie begon af te tekenen heeft op de werkbezetting van het NLR in het verslagjaar een zekere invloed gehad, m.n. doordat geen omvangrijke onderzoeken ten behoeve van de opzet van nieuwe projecten waarin de nationale vliegtuigindustrie betrokken is, aan de orde zijn gekomen. De snelle ontwikkeling van het vliegtuig met betrekking tot vliegsnelheid en grootte alsmede de sterke groei van het aantal vliegtuigbewegingen tengevolge van de toenemende vraag naar vervoerscapaciteit, hebben echter talloze problemen betreffende het vliegtuiggebruik en het luchtverkeer opgeworpen die dringend om behandeling en oplossing vragen.

De grootste problemen vormen ongetwijfeld het door het vliegtuig geproduceerde geluid en het garanderen van voldoende verkeersveiligheid in de lucht. Daarnaast leidden ook de toekomstige behoefte aan luchthavencapaciteit en de daarmee samenhangende verantwoordende keuze van de vestigingsplaats van een nieuwe luchthaven tot problemen, die door specialisten op velerlei gebied in onderlinge samenwerking moeten worden opgelost. Mede hierdoor is bij het NLR niet alleen een verschuiving in de aard van de werkzaamheden opgetreden, maar werd het arbeidsterrein uitgebreid met opdrachten en eigen speurwerk op het gebied van het milieubeheer. Dit heeft er toe geleid dat met voldoening op de resultaten van 1972 kan worden teruggezien.

In de sector vliegtuigontwikkeling was de inspanning grotendeels gericht op de verdere ontwikkeling van het F 28-vliegtuig, teneinde de marktpositie van dit vliegtuig, waarvoor de geringe, onder de FAA-normen vallende geluidsproductie een gunstige factor is, te verbeteren. Vergroting van het startgewicht, opvoering van de stuwkracht der motoren bij zo mogelijk geringere geluidsproductie en betere start- en landingsprestaties vormen de op te lossen problemen. De benodigde verbetering van de vleugel werd verkregen aan de hand van proeven die werden uitgevoerd in de NLR-windtunnels.

Naast dit aërodynamische onderzoek noopten de ontwikkeling en het in gereedheid brengen van de meet- en beproevingsapparatuur voor het vliegproevenprogramma t.b.v. de luchtwaardigheidscertificatie van

deze nieuwe loot aan de F 28-stam het NLR tot grote inspanning. Het systeem voor de uitwerking van de meetgegevens op de grond moest volledig worden gemoderniseerd om de zeer grote aantallen meetgegevens met de door de vliegtuigindustrie gevraagde snelheid en nauwkeurigheid te kunnen verwerken.

De werkzaamheden in het kader van het F 28-project vonden plaats onder auspiciën van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart. Deze instantie verstrekke ook een aantal opdrachten voor onderzoeken ten behoeve van de ontwikkeling van het VFW 614-vliegtuig, een project dat eveneens door het VFW-Fokker concern wordt uitgevoerd. Daarnaast richt het NIVR zijn activiteiten op de instandhouding en het voortbestaan van de zelfontwikkende Nederlandse vliegtuigindustrie, die als een van de meest geavanceerde takken van de industrie in ons land moet worden beschouwd. Dit geschiedt zowel door het tot stand brengen van een Nederlandse deelneming in internationale projecten zoals de Europese Airbus, waarvoor ook het NLR aërodynamisch onderzoek verricht, als door het verstrekken van opdrachten aan het NLR voor onderzoeken op het gebied van de aërodynamica, constructies en materialen, vliegeigenschappen en prestaties. Verwacht wordt dat de resultaten van de laatstgenoemde onderzoeken met succes toegepast zullen kunnen worden in de toekomstige vliegtuigontwikkelingsprojecten waaraan de Nederlandse vliegtuigindustrie zal deelnemen. Een en ander is opgenomen in een meerjarenprogramma, dat een groot deel van de achtergrond-kennis moet verschaffen die nodig is om in nieuwe projecten op verantwoorde wijze te kunnen deelnemen met een zo efficiënt mogelijk gebruik van de beschikbare middelen.

De buitenlandse vliegtuigindustrie maakte wederom veelvuldig gebruik van de windtunnelfaciliteiten van het NLR, getuige het bevredigende aantal opdrachten dat werd verstrekt voor het uitvoeren van aërodynamische metingen ten behoeve van de Concorde, de Mercure en andere vliegtuigprojecten.

Zoals reeds hierboven werd opgemerkt heeft de snelle ontwikkeling van de luchtvaart talrijke operationele problemen met zich gebracht, hetgeen tot uitdrukking komt in een groot aantal opdrachten voor onderzoeken enerzijds van vliegtuiggebruikers zoals de Koninklijke Luchtmacht, anderzijds van de in Nederland met het toezicht op de veiligheid van het luchtverkeer belaste instantie, de Rijksluchtvaartdienst.

De taak van de KLu m.b.t. de instandhouding van een modern luchtverdedigingsapparaat vereist in toenemende mate gespecialiseerde bijstand op wetenschappelijk en technisch gebied, waarvoor de kennis onder meer wordt opgebouwd in het kader van een door het

NLR in opdracht van de KLu uitgevoerd programma van ondersteunende research. De opbouw van deze kennis is uitdrukkelijk gericht op de *verhoging van de doelmatigheid van de eigen materiële voorzieningen*, maar heeft daarnaast in bepaalde gevallen tevens waarde als ruilobject voor het verkrijgen van informatie van andere, bevriende mogendheden, waardoor de bestedingen een groter rendement kunnen afwerpen. Het meerjarenprogramma dat het NLR in opdracht van de KLu uitvoert is in hoge mate afgestemd op het realiseren van een optimaal operationeel gebruik van de beschikbare *luchtvloot, op de verlenging van de nuttige levensduur van de vliegtuigen* en op het bereiken van de best mogelijke resultaten bij de uitvoering van de taak waarvoor de KLu gesteld is. In het kader van een mogelijke aanschaffing van een standaard-gevechtsvliegtuig werd meegewerkt aan de evaluatie van hiervoor in aanmerking komende vliegtuigtypen en werd de nodige kennis verzameld die moet bijdragen tot het maken van een verantwoorde keuze.

De bijstand die het NLR verleende aan de Rijksluchtvaartdienst was in de eerste plaats gericht op het ontwerp en de ontwikkeling van een nieuw verkeersleidingssysteem voor de luchthaven Schiphol, het z.g. SARP-systeem, dat door Hollandse Signaalapparaten wordt gebouwd en in 1976 in operationeel gebruik zal worden genomen. Daarnaast vonden met behulp van de laboratoriumvliegtuigen van het NLR proefnemingen plaats waarbij nieuwe hulpmiddelen voor nadering en landing bij slecht zicht werden onderzocht. Andere werkzaamheden vormden onderzoekingen in het kader van de medewerking die de RLD verleent in ICAO-verband, met name aan de diverse commissies. De onderzoekingen, die vooral de bevordering van de vliegveiligheid tot doel hebben, omvatten onder meer het verzamelen van operationele gegevens van instrumentnaderingen, van „en route”-vliegtuigbewegingen in luchtwegen e.d. met behulp van radar, alsmede de statistische verwerking van deze gegevens en het opstellen van modellen voor de berekening van de kans op botsingen.

In het kader van het nationale ruimtevaartprogramma, dat voorziet in de ontwikkeling en de bouw van de Astronomische Nederlandse Satelliet, was het NLR nauw betrokken bij de voorbereidingen voor de satellietoperaties. De ANS-operaties zullen te zijner tijd door het NLR worden verzorgd, waarbij gebruik zal worden gemaakt van de faciliteiten van het ESOC te Darmstadt en het grondstation in Redu (België).

Dankzij een zeer grote inspanning van de bij dit project betrokken NLR-medewerkers konden de specificaties van de satelliet-„operations” en van de gewenste programmatuur, benevens een plan voor de werkverdeling tussen ESOC en NLR binnen de gestelde tijdslimiet

aan het Industrieel Consortium ANS (Fokker-VFW en Philips) ter beoordeling worden voorgelegd. Tijdens de z.g. „review” van de ontwikkelingswerkzaamheden die regelmatig plaatsvindt en waaraan o.a. door vertegenwoordigers van het NIVR-ANS beheer en deskundigen van het NASA wordt deelgenomen, werd de NLR-bijdrage zeer waarderend beoordeeld.

Ook werd het NLR ingeschakeld bij de beproeving van het „UV-experiment”-pakket voor deze satelliet, dat door het Laboratorium voor Ruimteonderzoek van de Rijksuniversiteit Groningen (ROG) wordt ontwikkeld, en waarmee het UV-spectrum van jonge hete sterren zal worden bestudeerd.

De Europese ruimtevaart in ELDO-verband ondervond in 1972 een ernstige terugslag doordat op de Europese Ruimtevaart Conferentie besloten werd de ontwikkeling van het Europa III-lanceervoertuig van het programma af te voeren. Hierdoor moest het aërodynamische onderzoek dat het NLR voor dit project verrichtte worden beëindigd. Voor het Europa II-project ontving het NLR een grote opdracht nl. de gedetailleerde verificatie van de goede werking van het vluchtprogramma voor de boordcomputer van deze raket*.

De concurrentie bij het verwerven van opdrachten voor de ESRO is nog steeds zeer groot en hoewel het NLR, in daarvoor in aanmerking komende gevallen in samenwerking met Fokker-VFW, meedong naar diverse contracten, bleven de resultaten beperkt tot één opdracht.

De onderzoeken van het NLR die gericht zijn op milieuverbetering en milieubeheer namen in omvang en betekenis toe.

De hoogste prioriteit geniet in dit verband het onderzoek van de geluidshinder in de omgeving van luchthavens, dat wordt uitgevoerd in opdracht van de Rijksluchtvaartdienst. Hierbij werden de geluidsbelastingscontouren bepaald voor bestaande en geplande luchthavens, rekening houdend met het toekomstige verkeersaanbod. Ook werden studies gemaakt van z.g. geluidsarme aan- en uitvliegprocedures ter beperking van de geluidshinder. De resultaten van het onderzoek werden regelmatig voorgelegd en besproken met de opdrachtgever, luchthaveninstanties, diverse commissies en met planologische diensten van provincies en gemeenten.

Het streven naar verbetering van het leefklimaat in stadsuitbreidingen en in stedelijke gebieden met hoogbouw ondervond wederom aanzienlijke steun van de bij het NLR aanwezige ervaring en installaties op het gebied van het stromingsonderzoek. Dit kwam o.m. tot uitdrukking door opdrachten voor het onderzoek van windhinder in

* Inmiddels is met ingang van 1 mei 1973 de verdere ontwikkeling van de Europa II-raket afgelast.

geplande stadsuitbreidingen te Haarlem, 's-Gravenhage en Ouder Amstel, alsmede voor onderzoek van de windhinder om diverse hoge gebouwen. De relatief lage kosten van een dergelijk onderzoek in vergelijking tot de werkelijke bouwkosten blijken veelal gerechtvaardigd, gezien de vele onaangename verrassingen die zijn opgetreden wanneer een dergelijk windtunnelonderzoek achterwege werd gelaten. De verkenning van bodem, beplanting en water vanuit de lucht met behulp van „remote sensing”-technieken (het meten van de eigenschappen van een stof zonder het meetinstrument hiermee in aanraking te brengen) werd voortgezet. In opdracht van de Nederlandse Interdepartementale Werkgemeenschap voor het Applicatieonderzoek van Remote Sensing technieken (NIWARS) werden met het Queen Air-laboratoriumvliegtuig, dat hiertoe o.m. is uitgerust met een „infraroodscanner” in bruikleen afgestaan door de Koninklijke Luchtmacht, diverse meetvluchten uitgevoerd boven van te voren geselecteerde gebieden. Op deze wijze werden gegevens verkregen over de ontwikkeling van gewassen met het oog op het opsporen van plantenziekten, de circulatie van oppervlaktewateren en de omvang van de aanwezige thermische dan wel andere watervervuiling, etc.

Ten slotte is het verheugend te kunnen constateren dat ook de samenwerking op luchtvaartresearchgebied in West-Europees verband steeds meer gestalte begint te krijgen. In het kader hiervan werden in 1972 twee nieuwe internationale werkgroepen gevormd nl. „Aerotest” onder auspiciën van de Defence Research Group NATO, en „LAWS” (Large Windtunnels) onder auspiciën van de AGARD, waaraan ook door het NLR wordt deelgenomen. Aerotest heeft tot taak een onderzoek in te stellen naar de mogelijkheden tot bevordering van het wederzijdse gebruik van bestaande en geplande windtunnels in Europa en tot het oprichten van zeer grote windtunnelinstallaties in internationale samenwerking.

Het vaststellen van de technische behoeften aan dergelijke zeer grote faciliteiten behoort mede tot de taak van LAWS.

1.6 WERKBEZOEKEN EN EXCURSIES

Vele buitenlandse deskundigen brachten een werkbezoek aan het NLR. Met name kunnen genoemd worden :

Mr. H. G. R. Robinson, directeur-generaal Aerospace Assessment and Research van het Ministry of Trade and Industry (Engeland): internationale samenwerking op het gebied van V/STOL-research.

Generaal J. Salatun, directeur van het Instituut voor Lucht- en Ruimtevaartonderzoek LAPAN (Indonesië): organisatie en werk-

wijze van het NLR.

Dr. R. K. McKelvey, directeur van het Injury Control Research Laboratory van het Department of Health and Education (Verenigde Staten): ontwikkeling van simulatoren voor huishoudelijke apparatuur.

Prof. W. Stuiver, Department of Mechanical Engineering, University of Hawaii (Verenigde Staten): oriëntatie.

Prof. A. Fejer, Illinois Institute of Technology (Verenigde Staten): niet-luchtvaart aërodynamica.

Mr. R. Frankmark, Volvo Flygmotor (Zweden): meetmethoden bij flutter- en trillingsonderzoek.

Mr. W. Evans, Grumman Aerospace Co (Verenigde Staten): transsone profielstromingen.

Mr. O. Diran en Mr. J. Scherer, Hamburger Flugzeugbau (W. Duitsland): transsone profielstromingen.

Prof. Newman, Lightning and Transient Research Institute (Verenigde Staten): blikseminslag in vliegtuigen.

Mr. A. G. Rainey, NASA (Verenigde Staten): instationaire meettechnieken.

Mr. L. Ericson, Lockheed Co (Verenigde Staten): metingen aan de Space Shuttle.

Prof. T. C. Adamson, University of Michigan (Verenigde Staten): instationaire stromingen.

Dr. A. Gessow, NASA (Verenigde Staten): helikopter-rotorprofielen.

Mr. R. E. Wallace, Boeing Co (Verenigde Staten): transsone profielstromingen.

Prof. K. Oswatitch, TH Wenen (Oostenrijk): diverse aërodynamische problemen.

Mr. T. R. Bailey, NASA (Verenigde Staten): berekening transsone stromingen.

Mr. L. D. Kemp en Mr. J. Meyer Drees, Bell Helicopter Co (Verenigde Staten): helikopter-rotorprofielen.

Dr. W. Gerssler, DFVLR (W. Duitsland): subsone berekeningsmethoden.

Mr. R. Destuynder, ONERA (Frankrijk): instationaire metingen.

Mr. F. L. M. Breugelmans, VKIFD (België): instationaire metingen.

Dr. B. Laschka en Mr. J. Becker, Messerschmidt-Bölkow (W. Duitsland): uitwisseling van computerprogramma's.

Mr. E. Stanewsky, DFVLR (W. Duitsland): transsone windtunnelonderzoek.

Dr. E. Vas, Princeton University (Verenigde Staten): grenslaagonderzoek.

Mr. Sanford en Mr. Oetting, VKIFD (België): geluidsmetingen in windtunnels.

Dr. K. Komai (Japan): scheurgroei en fractografisch onderzoek.
Prof. E. Gassner, Mr. D. Schutz en Mr. W. Lowak, Laboratorium für Betriebsfestigkeit (W. Duitsland): samenwerking op het gebied van vluchts imulatieproeven.

Dr. G. Coupry en Mr. D. Michel, ONERA (Frankrijk): samenwerking op het gebied van de analyse van remousregistratie.

Dr. W. Sperr, TH Wenen (Oostenrijk): vermoeiing.

Mr. W. Conn en Mr. H. C. Shannon, BAC (Engeland): regeltechnische problemen bij vermoeiingsapparatuur.

Prof. A. Salvetti en Prof. A. Del Puglia, Universiteit van Pisa (Italië): reststerkteonderzoek.

Mr. Y. Rajapakse NASA (Verenigde Staten): kerftaaiheid.

Dr. V. Tvergaard, (Denemarken): sterkteproblemen.

Mr. E. Moody, Army Research Laboratory (Australië): regelapparatuur voor vermoeiingsproeven.

Mr. W. Lamar en Mr. R. Woodcock, Air Force Flight Dynamics Laboratory (Verenigde Staten): vliegmechanisch onderzoek.

Mr. W. G. Kenneally, US Army Avionics Lab. (Verenigde Staten): vluchtsimulatie.

Mr. V. R. Sinha en Mr. N. H. Krishnamurthy (India): vluchtsimulatie.

Mr. J. J. Kacprzynski, National Research Council (Canada): oriëntatie.

Dr. P. I. Chushkin, Dr. V. P. Shidlowky en Dr. L. E. Vasiliev, USSR Academie van Wetenschappen (Rusland): oriëntatie.

Behalve de op blz. 10 genoemde bezoeken werden in groepsverband werkbezoeken gebracht door:

- officieren van de Koninklijke Luchtmacht: NLR-activiteiten op het gebied van de elektronika.
- medewerkers van Rijkswaterstaat, het Nederlands Radar Proefstation, en van de Technisch Fysische Dienst TH-TNO: gemeenschappelijke interessen op ruimtevaartgebied.
- de vakgroep Algemene Metaalkunde, TH Delft.
- medewerkers van de afdeling Geldelijk Beheer en Administratie van TNO: administratie en planning op het NLR
- docenten en cursisten van de Luchtmachtstafschool
- vertegenwoordigers van de Japan External Trade Organization, het Research and Development Department en van de Aircraft Industry Division
- leerlingen van de beroepsopleiding van de vliegclub Schiphol.

Rondleidingen werden georganiseerd voor:

- studenten van de Faculteit der Wis-, Natuur- en Sterrekunde, RU Groningen

- leden van de VSV Leonardo da Vinci, TH Delft
- ambtenaren van de gemeente Noordoostpolder
- leerlingen van het St. Willibrord College te Goes
- leden van de afd. Krijgskundige Techniek van het KIVI
- studenten van de Onderafdeling der Vliegtuigbouwkunde, TH Delft
- leden van het dispuut Technische Mechanica, TH Delft
- leerlingen van de Hendrick de Keyerschool, Amsterdam
- docenten en studenten van de Ecole Nationale d'Ingénieurs de Constructions Aéronautiques, Toulouse (Frankrijk)
- docenten en studenten van het Institut für Luftfahrzeugbau van de Technische Universität Berlin (W. Duitsland)
- leden van de kring Jean Jacques Raymond van de Nederlandse Vereniging voor Weer- en Sterrekunde
- burgemeester, wethouders en gemeenteraadsleden van Vollenhove.

1.7 BIJDRAGEN AAN CONGRESSEN, CURSUSSEN, TENTOONSTELLINGEN

NLR-medewerkers hielden de volgende lezingen:

- Ir. Th. E. Labrujere en A. L. Bleekrode „A survey of current collocation methods in inviscid lifting surface theory” (VKIFD-cursus „Numerical methods in fluid dynamics”, Brussel)
- Ir. G. L. Lamers „The civil application of infrared scanning techniques using an airborne external instrumentation pod” (7th International Aerospace Instrumentation Symposium, Cranfield)
- O. de Vries „Comments on the methods developed at NLR for conducting two-dimensional research on high-lift devices” (AGARD Specialists Meeting „Fluid dynamics of aircraft stalling”, Lissabon)
- Prof. dr. ir. J. Schijve „Effects of test frequency on fatigue crack propagation under flight-simulation loading” (AGARD-symposium „Random load fatigue”, Lyngby)
- Dr. ir. D. Broek „The role of inclusions in ductile fracture and fatigue toughness” (Symposium „Fatigue and Fracture”, Washington)
- Ir. H. Vlieger „The residual strength characteristics of stiffened panels containing fatigue cracks” (Symposium „Fatigue and Fracture”, Washington)
- Ir. J. W. G. van Nunen „Steady and unsteady pressure and force measurements on a circular cylinder in a cross flow at high Reynolds numbers” (IUTAM/IAHR Symposium „Flow induced structural vibrations”, Karlsruhe)
- Ir. H. A. Mooij en ir. W. P. de Boer „An exploratory study of flying qualities of very large subsonic transport aircraft in landing approach” (8e ICAS Congres, Amsterdam)

- Ir. Th. E. Labrujere, G. J. L. C. Schipholt en O. de Vries „Potential flow calculations to support two-dimensional wind-tunnel tests on high-lift devices” (8e ICAS Congres, Amsterdam)
- Ir. H. J. Kamphuis „Investigations on the use of a Kalman filtering method in tracking systems for air traffic control” (8e ICAS Congres, Amsterdam)
- Ir. Th. E. Labrujere en ir. H. A. Sytsma „Aerodynamic interference between aircraft components: illustration of the possibility for prediction” (8e ICAS Congres, Amsterdam)
- Ir. H. Tijdeman en prof. ir. H. Bergh „The influence of the main flow on the transfer function of tube-transducer systems used for unsteady measurements (35th AGARD SMP meeting, Toulouse)
- Ir. C. C. Groothoff, L. Schra en ir. H. P. van Leeuwen „The applications of fracture mechanics to the design of the barrel and driver tube of a hypersonic gun tunnel” (2nd International Conference „Pressure vessel technology”, San Antonio, Tex.)
- P. J. Sevenhuysen „Two examples of loading systems for static rig tests on satellite structures (ESTEC Seminar „Structural and thermal tests, their evolution and present trends”, Noordwijk)
- Ir. A. A. M. Delil „Thermal conductivity of metal honeycomb sandwich panels for space applications” (ESTEC Seminar „Structural and thermal tests, their evolution and present trends”, Noordwijk)

Voordrachten werden bovendien gehouden voor de VSV „Leonardo da Vinci” van de TH Delft (geluidshinder), de Nederlandse Contactgroep voor Turbulentie (warmteoverdracht op vlakke plaat), de Afdeling voor Krijgskundige Techniek van het KIVI (beproeving van een gesleept schietdoel resp. de toepassing van infraroodtechnieken voor civiele doeleinden), de Luchtmachtstafschool (meetapparatuur voor vliegproeven)

Voor KLu-cadetten van de KMA werd de jaarlijkse oriëntatiecursus gehouden.

In nauwe samenwerking met de Nederlandse Vereniging voor Luchtvaarttechniek en de Onderafdeling der Vliegtuigbouwkunde van de TH Delft organiseerde het NLR het 8e congres van de International Council of the Aeronautical Sciences (ICAS) dat van 28 augustus-2 september in het RAI-congresgebouw te Amsterdam werd gehouden. Het congres was, mede door het grote aantal binnen- en buitenlandse deelnemers (resp. 198 en 177), zeer geslaagd.

Tijdens het congres vond een council-meeting plaats waarbij aan de voormalige voorzitter van de Stichting NLR, Professor Van der Maas, het recht werd toegekend als „founder member” voor het leven in de council zitting te blijven houden, terwijl de algemeen directeur

van het NLR, ir. Marx, tot lid van de council werd benoemd. Het NLR verleende een bijdrage aan de van 26 april-15 november te Rotterdam gehouden tentoonstelling „Begrens de groei”, georganiseerd door de Nederlandse afdeling van de „Club van Rome”, door met behulp van een aantal tentoonstellingspanelen de verschillende aspecten van geluidshinder die veroorzaakt wordt door vliegtuigen, toe te lichten.

Voor het door de NIWARS te Scheveningen georganiseerde symposium over „remote sensing”-technieken stelde het NLR enkele tentoonstellingspanelen beschikbaar over infraroodtechnieken.

Filmopnamen van rookhinderproblemen werden vervaardigd door Drs. Chr. Titulaer voor de Teleac-cursus „Milieubeheersing”. Door een TROS-televisieteam werden ten behoeve van een programma over de Nederlandse vliegtuigindustrie opnamen gemaakt van het windtunnelonderzoek aan een model van de Fokker F 28 Fellowship.

2 Wetenschappelijk onderzoek

2.1 INLEIDING

In vervolg op de in het hoofdstuk 1.5 „Nationale en internationale activiteiten” gegeven korte samenvatting van de in 1972 verrichte NLR-werkzaamheden zullen deze in het hiernavolgende nader worden toegelicht. Ter inleiding zal wat uitvoeriger worden stilgestaan bij een tweetal onderwerpen dat hierbij aan de orde is gekomen.

DE ONTWIKKELING VAN EEN BEREKENINGSMETHODE VOOR DRIE-DIMENSIONALE TURBULENTE GRENSLAGEN

Het NLR is met de ontwikkeling van berekeningsmethoden voor de stroming om vliegtuigen, waarbij de invloed van de viscositeit van de lucht wordt verwaarloosd, thans zover gevorderd dat in vele gevallen deze berekeningen op routinebasis kunnen worden uitgevoerd. Hoewel het nut van zulke berekeningen inmiddels duidelijk is gebleken, treden daarbij beperkingen op, die het gevolg zijn van de genoemde verwaarlozing van de viscositeit.

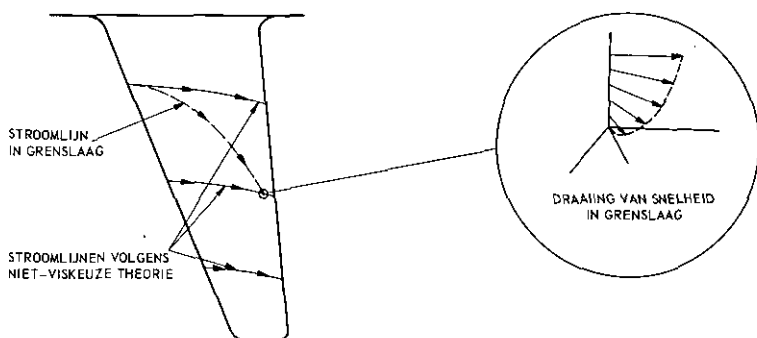
De invloed van de viscositeit beperkt zich tot een zeer dun laagje lucht grenzend aan het vliegtuig-opervlak: de grenslaag. Dat de z.g. „niet-viskeuze”-berekeningsmethoden in veel gevallen nog vrij redelijke resultaten opleveren, is te danken aan het feit dat de grenslaag vrijwel overal dun is. De draagkracht van een vleugel wordt dan echter toch nog met 10 à 20% overschat als gevolg van de verwaarlozing van deze grenslaaginvloed. Voor het bereiken van een grotere nauwkeurigheid moet de invloed van de grenslaag in rekening worden gebracht. Onder bepaalde stromingscondities laat de grenslaagstroming los van het oppervlak en de gevolgen hiervan voor het gehele stromingsbeeld zijn groot. In deze gevallen geven de „niet-viskeuze”-berekeningsmethoden resultaten die niet met de werkelijkheid overeenstemmen. Het is daarom zeer gewenst te kunnen voorspellen of loslating van de grenslaag al dan niet optreedt, omdat dergelijke loslatingen mede de grenzen bepalen van het snelheidsgebied, waarin een vliegtuig kan vliegen. Zo hangt de minimum vliegsnelheid hiermee

direct samen, terwijl de „buffet-onsetgrens”* bij hoge snelheden bepaald wordt door loslating tengevolge van schokgolf-grenslaag-interactie.

Het belang wordt nog verder benadrukt door het feit, dat de resultaten van metingen aan modellen van vliegtuigen in windtunnels op dit punt minder betrouwbaar zijn, omdat juist hierbij schaal-effecten een rol kunnen spelen.

Berekeningsmethode

In de praktijk is de stroming in grenslagen vrijwel geheel turbulent. Dit bemoeilijkt de berekening ervan aangezien turbulentie tot de minst begrepen verschijnselen behoort die in de natuur voorkomen. Berekeningsmethoden voor turbulente grenslagen steunen dan ook sterk op empirische informatie.



Figuur 1. Stroming om een pijlvleugel.

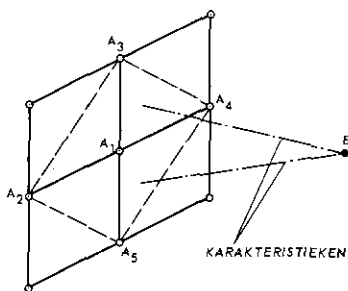
Een aantal semi-empirische berekeningsmethoden voor twee-dimensionale turbulente grenslagen, welke min of meer bevredigende resultaten geven, is bekend. In de werkelijkheid komen echter drie-dimensionale grenslagen het meeste voor, vooral nu pijlvleugels algemeen toepassing hebben gevonden, Figuur 1 illustreert hoe een drie-dimensionale grenslaagstroming op een pijlvleugel ontstaat. De stroomlijnen buiten de grenslaag zijn bij pijlvleugels in het algemeen enigszins gekromd. De kromming van de stroomlijnen in de grenslaag is altijd groter dan van die aan de rand van de grenslaag. Dit leidt tot drie-dimensionale grenslaagstroming, waarin zowel grootte als richting van de snelheid variëren met de afstand tot het vleugeloppervlak. Het zijn juist deze gecompliceerde grenslaagstromingen, die van

* Begin van het optreden van trillingen als gevolg van loslating van de stroming.

het meeste belang zijn voor praktische toepassingen.

Op grond van het bovenstaande heeft het NLR besloten te trachten een rekenmethode te ontwikkelen voor drie-dimensionale turbulente grenslagen.

Daartoe is een van de meest belovende twee-dimensionale berekeningsmethoden (die van Bradshaw) gegeneraliseerd naar drie dimensies. De NLR-methode gaat niet uit van empirische relaties tussen over de grenslaagdikte geïntegreerde grootheden, zoals tot op heden het meest gebruikelijk, maar doet veronderstellingen over de lokale eigenschappen van de turbulentie zelf, overigens eveneens op grond van empirische informatie. Aangezien ook in twee-dimensionale grenslagen de turbulentie drie-dimensionaal is, lijkt een generalisering naar drie-dimensionale grenslagen in het laatste geval minder speculatief.



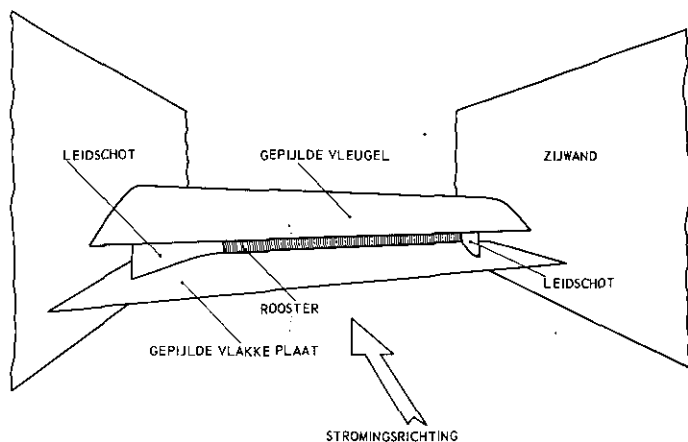
Figuur 2. Het differentieschema.

De wiskundige problemen zijn echter omvangrijk en in het drie-dimensionale geval moeten vijf partiële differentiaalvergelijkingen simultaan worden opgelost. Een numerieke oplossing hiervoor is verkregen door het toepassen van een eenvoudig expliciet differentieschema (figuur 2). Uit de stabiliteitsvoorwaarden, die voor numerieke berekeningen gelden, kan worden afgeleid dat de stapgrootte optimaal is voor het gekozen differentieschema. Dit is van groot belang, omdat de benodigde rekentijd bij drie-dimensionale grenslagen een probleem kan gaan vormen.

De nog beperkte ervaringen, die tot nu toe met de berekeningsmethode zijn opgedaan, duiden er op dat de rekentijd acceptabel is. Voor de berekening van de grenslaagstroming in het hierna te beschrijven experiment is een rekentijd op de CDC 3300-computer benodigd in de orde van grootte van een uur.

Experiment

Om een indruk van de betrouwbaarheid van een rekenmethode te



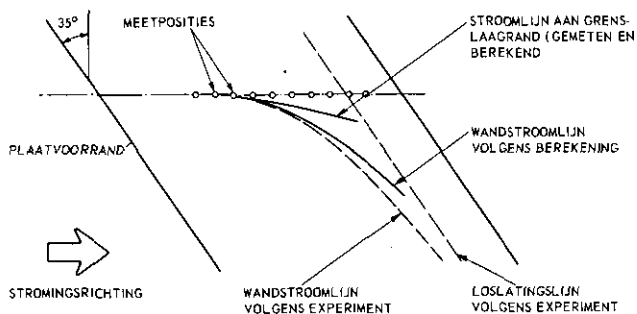
Figuur 3. Perspectivische schets van de meetopstelling voor drie-dimensionale grenslagen.

krijgen, is een vergelijking nodig met experimentele resultaten. Een daarvoor geschikt experiment bleek echter nog niet te zijn uitgevoerd zodat bij het NLR werd besloten tot een drie-dimensionaal grenslaag-experiment. De eisen, waaraan zo'n experiment moet voldoen, zijn door de theoretici en de experimentatoren gezamenlijk opgesteld. Dit heeft geleid tot een ongewone meetopstelling, die echter goed aan de verwachtingen heeft voldaan. Een perspectivische schets van deze meetopstelling is gegeven in figuur 3. Op een gepijlde vlakke plaat wordt de gewenste drukverdeling geïnduceerd door een nabij gelegen gepijlde vleugel en door een stromingsblokkering in de vorm van een rooster aan de achterzijde van het aldus gevormde kanaal. De grenslaag op de vlakke plaat is aanvankelijk twee-dimensionaal en wordt dan drie-dimensionaal, waarbij de dwarsstromingen verder naar achteren steeds sterker worden.

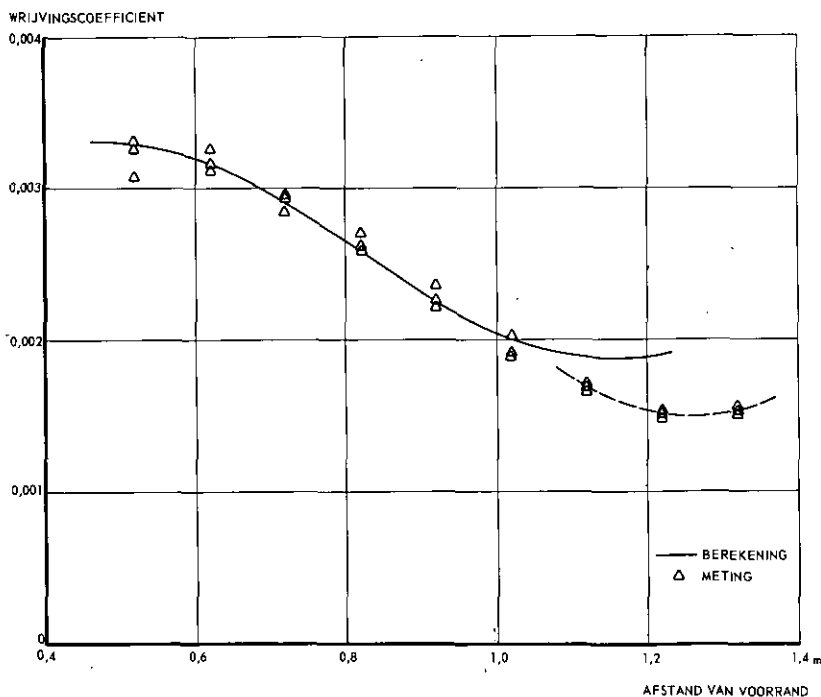
Dichtbij de achterrand van de plaat treedt drie-dimensionale grenslaagloslating op. Het is met deze meetopstelling gelukt een stroming te verkrijgen, die de stroming om een oneindig lange pijlvleugel goed benadert. Om dit te bereiken was het nodig twee speciaal gekromde leidschotten in het kanaal aan te brengen. Het nabootsen van een stroming welke overeenkomt met die op een oneindig lange pijlvleugel heeft belangrijke meettechnische en rekentechnische voordelen. De grootte en de richting van de snelheid in de grenslaag zijn bepaald met behulp van een uiterst dunne hittedraad-anemometer, waardoor metingen tot zeer dicht bij het oppervlak (0,1 à 0,2 mm) mogelijk waren. De wandwrijving is bepaald met speciaal ontwikkelde wandpitotbuizen van zeer kleine hoogte. De resultaten van de metingen zijn zeer bevredigend.

Vergelijking theorie en experiment

Een tekening van de gepijlde vlakke plaat, waarop de grenslaagmetingen zijn verricht is weergegeven in figuur 4. Hieruit blijkt onder



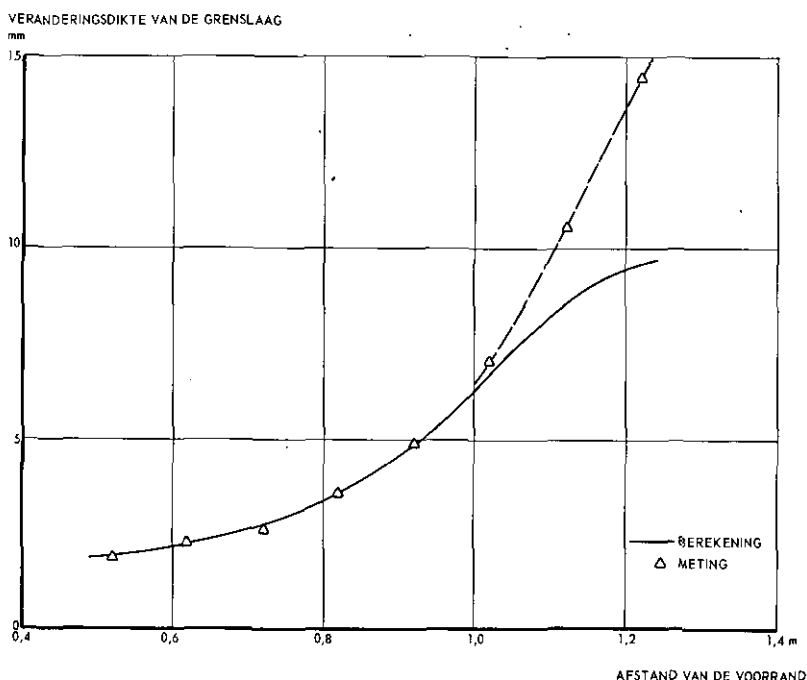
Figuur 4. Het meetoppervlak met berekende en gemeten stroomlijnen.



Figuur 5. Vergelijking van de berekende en de gemeten wandwrijvingscoëfficiënt.

meer het uit de metingen afgeleide verloop van de wandstroomlijn, d.i. de limietstroomlijn als de afstand tot het oppervlak naar nul nadert. Dicht bij de achterrand van de plaat loopt de wandstroomlijn evenwijdig aan de achterrand, hetgeen betekent dat daar een drie-dimensionale loslating optreedt.

Ter vergelijking geeft figuur 4 tevens de wandstroomlijn, zoals die voor dit geval berekend is met de bij het NLR ontwikkelde berekeningsmethode voor drie-dimensionale turbulente grenslagen. Over het voorste deel vallen de gemeten en berekende wandstroomlijn nagenoeg samen, maar meer naar achteren treden afwijkingen op. De berekende wandstroomlijn buigt daar minder sterk af dan de gemeten lijn en loopt ook niet evenwijdig met de plaatachterrand. Dit betekent dat de berekening geen loslating voorspelt. In figuur 5 worden de berekende en gemeten wandwrijvingscoëfficiënten vergeleken.



Figuur 6. Vergelijking van de berekende en de gemeten verdringsdikte

De overeenstemming is aanvankelijk zeer goed, maar wordt achteraan, dicht bij de loslatingslijn, slechter. Figuur 6 geeft de vergelijking van de berekende en gemeten grenslaagdikte, i.c. de zogenaamde verdrin-

gingsdikte weer. Duidelijk blijkt dat ver naar achteren de grenslaag-groei in de berekening sterk wordt onderschat, hetgeen nauw samenhangt met het feit dat de berekening daar niet voldoende afbuiging van de stroming voorspelt.

Opgemerkt dient te worden, dat de verschillen tussen de berekeningen en de metingen dicht bij de loslatingslijn overdreven worden, doordat bij de berekeningen uitgegaan is van de gemeten drukverdeling. Als bij een experiment op een bepaalde plaats loslating optreedt heeft dit tot gevolg dat de druktoeneming daar klein wordt. Dit betekent dat als een theorie ook maar iets te laat loslating voorspelt, de kans groot wordt dat deze theorie helemaal geen loslating meer voorspelt en daardoor het verschil met de meetresultaten verder naar achteren op de plaat steeds groter wordt.

Als uitgegaan was van de drukverdeling volgens niet-viskeuze berekeningen, zoals in de praktijk gebeurt, dan zou de loslatingspositie waarschijnlijk alleen maar te ver naar achteren voorspeld worden. In het algemeen kan geconcludeerd worden, dat de overeenstemming tussen theorie en experiment goed is indien de dwarsstromingen niet te sterk zijn.

De voorspelling van loslating, waarbij sterke dwarsstromingen optreden, verloopt daarom ook het minst bevredigend.

Toekomstige ontwikkelingen

Het is niet onwaarschijnlijk dat de grote afwijkingen, die bij sterke dwarsstromingen optreden, te wijten zijn aan een verschil in turbulentie-structuur bij drie-dimensionale en twee-dimensionale grenslagen, zodat aanpassing nodig is van de gemaakte veronderstellingen over de eigenschappen van de turbulentie. Om een dergelijke aanpassing op een reële basis te kunnen verrichten, is het nodig de verrichte snelheidsmetingen in de drie-dimensionale grenslaag te completeren met turbulentie-metingen.

Deze turbulentie-metingen zullen in de naaste toekomst door het NLR worden uitgevoerd.

Verder zal nog in 1973 de beschreven berekeningsmethode voor drie-dimensionale grenslagen, gekoppeld aan de bestaande berekeningsmethode voor niet-viskeuze stromingen, worden toegepast op een bestaand pijlvleugelmodel waaraan ook windtunnelmetingen zijn verricht. Met deze berekeningen wordt beoogd na te gaan welke verbeteringen er in de beschreven berekeningsmethode voor drie-dimensionale turbulente grenslagen nog kunnen worden aangebracht teneinde de methode voor praktische toepassingen geschikt te maken.

SCHEURGROEI IN TITANIUMLEGERINGEN

Titaniumlegeringen dienen zich al enige tijd aan als aantrekkelijke constructiematerialen, waarmee gewichtsbesparing mogelijk is. De gunstige eigenschappen van titaniumlegeringen zijn vooral de grote sterkte bij laag gewicht en de geschiktheid voor temperaturen tot 500°C. Om deze reden worden ze dan ook toegepast voor de vervaardiging van componenten van straalmotoren. Bij vliegtuigconstructies die niet aan hoge temperaturen worden blootgesteld ontwikkelt zich meer en meer de tendens staal en aluminium te vervangen door titaniumlegeringen (b.v. landingsgestel, bevestigingsmiddelen). Ook de vermoeiingssterkte is relatief goed. Er staan echter wel enige minder gunstige eigenschappen tegenover. Zo dient rekening te worden gehouden met de geringe slijtvastheid en de grote wrijvingsweerstand van het metaaloppervlak. Wat echter de toepassing in „fail-safe“-constructies vooral nog bemoeilijkt is de grote scheurgevoeligheid. Dit geldt zowel voor scheuren t.g.v. vermoeiing als voor die t.g.v. spanningscorrosie, zodat nog veel onderzoek zal moeten worden verricht om de mogelijkheden van titaniumlegeringen ten volle te benutten.

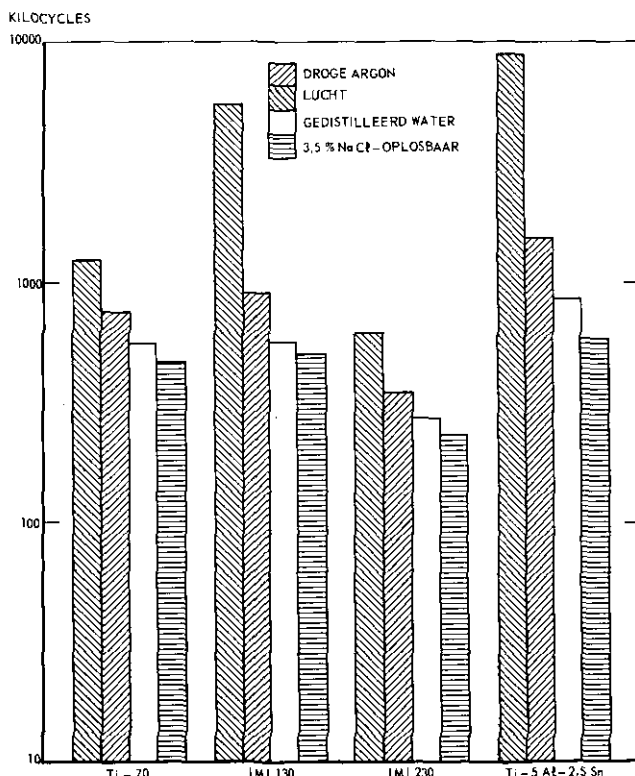
Op deze scheurgevoeligheid is het NLR-onderzoek speciaal gericht.

De groei van vermoeiingsscheuren in een vliegtuigconstructie wordt beheerst door een aantal variabelen die afzonderlijk en in combinatie hun invloed doen gelden. Deze variabelen zijn: belastingsspectrum, volgorde van belastingen van verschillende grootte, frequentie van de belasting, de spanningstoestand, de temperatuur en samenstelling van de atmosfeer. Het nabootsen van bedrijfsomstandigheden bij een laboratoriumproef is vaak te gecompliceerd, te duur en te tijdrovend, vooral wanneer het gaat om de evaluatie van een aantal concurrerende legeringen. Daarom is het algemeen gebruikelijk in het laboratorium eenvoudige proefstukken te onderwerpen aan een éénassige-vermoeiingsbelasting met een constante amplitude en gemiddelde belasting. Dit soort proeven staat de onderzoeker niet toe het materiaalgedrag in de praktijk te voorspellen, maar het stelt hem wel in staat verschillende materialen kwalitatief te vergelijken. De proefresultaten kunnen tevens dienen als referentiebasis bij meer gecompliceerde proeven en bij de evaluatie van het materiaal in constructies op ware grootte.

In 1970 werd begonnen met een onderzoek naar de scheurgroei van in de handel verkrijgbare titaniumlegeringen in diverse media onder een vermoeiingsbelasting met een constante amplitude. Deze media zijn droge argon, normale lucht, gedistilleerd water en een oplossing van 3,5% keukenzout in water, waarmee zeewater wordt nagebootst. De

proeven in de inerte atmosfeer van droge argon verschaffen een vergelijkingsbasis voor de invloeden van lucht en water. De vermoeiingseigenschappen in vacuüm of in een inert gas zijn in het algemeen aanmerkelijk beter dan in een omgeving die zuurstof of water bevat.

De materialen die voor dit onderzoek zijn uitgekozen kunnen in twee categorieën worden ingedeeld, te weten legeringen met een middelmatige en legeringen met een grote sterkte. De legeringen in de eerste groep zijn IMI 130 (handelszuiver titanium met een klein zuurstofgehalte), Ti-70 (handelszuiver titanium met een groter zuurstofgehalte), Ti-2,5Cu (= IMI 230) en Ti-5Al-2,5Sn.



Figuur 7. Scheurgroeilifetimes bij vermoeiing van 2 mm dikke en 70 mm brede plaatproefstukken van titaniumlegeringen met middelmatige sterkte in vier media. De levensduur wordt gegeven als het aantal belastingswisselingen voor scheurgroei van 10 tot 36 mm lengte bij een gemiddelde spanning van 10 kgf.mm^{-2} en een spanningsamplitude van 2 kgf.mm^{-2} .

In de groep met grote sterkte worden beschouwd Ti-6Al-4 V, Ti-6Al-6V-2Sn, Ti-6Al-2Sn-4Zr-2Mo, Ti-8Al-1Mo-1V, Ti-11,5Mo-6Zr-4,5Sn ($=\beta$ III) en het zeer recent ontwikkelde Ti-5Al-4Mo-2Zr-4Cr ($=$ Ti-17).

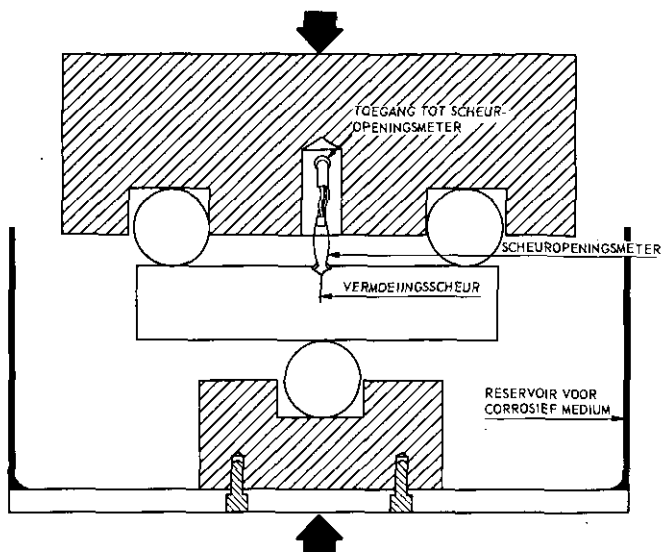
De scheurgroei-proeven op het plaatmateriaal (dikte 2mm) met middelmatige sterkte zijn thans voltooid. Hierbij is de scheurgroei volledig vastgelegd en de scheurgroeisnelheid bepaald. Als illustratie van de waargenomen tendensen geeft figuur 7 de scheurgroei-levensduren voor scheurgroei van 10 mm tot 36 mm lengte. Het betreft hier proeven in de vier genoemde media met een gemiddelde spanning van 10 kgf.mm^{-2} en een spanningsamplitude van 2 kgf.mm^{-2} . Er is een algemene tendens naar kortere levensduren bij toenemende agressiviteit van het medium: argon, lucht, gedistilleerd water, zout water. De scheurgroeiweerstand van IMI 230 is slechter dan die van de andere materialen. Opgemerkt kan worden dat er grote verschillen zijn in de conventionele mechanische eigenschappen van de vier materialen. IMI 130 heeft de kleinste statische sterkte en toch is de scheurgroeiweerstand van IMI 130 in alle vier media beter dan die van Ti-70 en IMI 230 en (behalve in argon) slechts in geringe mate slechter dan die van Ti-5Al-2,5Sn. Deze resultaten van het onderzoek tonen aan dat bij toepassing van titaniumlegeringen waarbij scheurgroeiweerstand van belang is, de materiaalkeuze niet gebaseerd moet worden op de vergelijking van de statische sterkte alleen.

Scheurtaaiheid en weerstand tegen spanningscorrosie

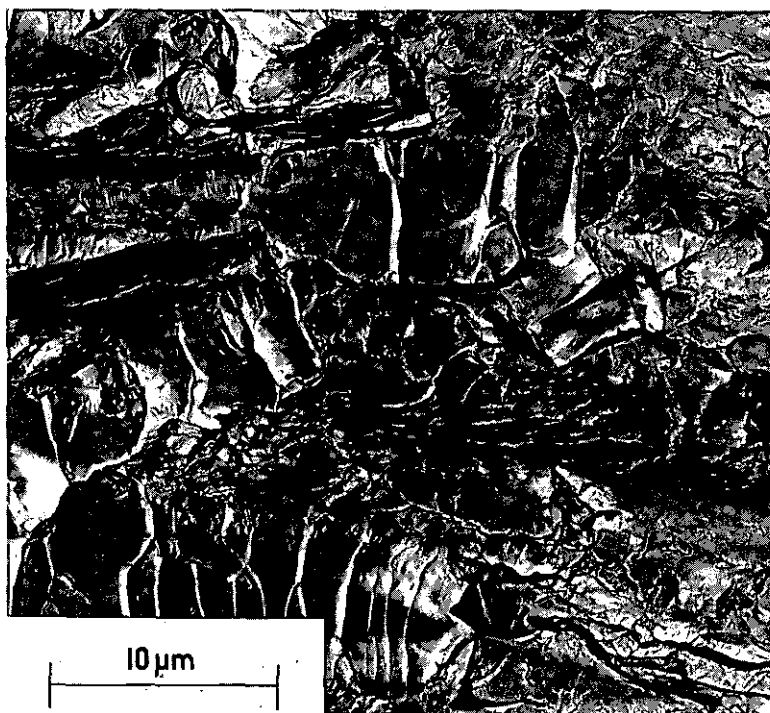
Naast de hierboven besproken scheurgroei-proeven onder vermoeingsbelasting van plaatmateriaal wordt onderzoek verricht aan smeedmateriaal naar de scheurtaaiheid bij statische belasting en de weerstand tegen spanningscorrosie in waterige media. In eerste aanleg zijn proeven verricht op de legering IMI 550 ($=$ Ti-4Al-4Mo-2Sn-0,5Si) in de vorm van gesmede staven met een vierkante doorsnede van 13 bij 13 cm. Deze legering wordt wel in moderne vliegtuigen toegepast. De proeven zijn uitgevoerd als driepuntsbuigproeven op voorgescheurde staven volgens ASTM-voorschriften. Een schets van de opstelling wordt getoond in figuur 8.

Vastgesteld werd dat het materiaal een goede scheurtaaiheid („fracture toughness”) had, te weten $160-230 \text{ kgf.mm}^{-1.5}$, maar dat de drempelwaarde van de spanningsintensiteitsfactor (een parameter die de spanningstoestand aan de scheurtip karakteriseert) bij spanningscorrosie relatief laag lag en wel bij $75-85 \text{ kgf.mm}^{-1.5}$.

De microstructuur van IMI 550 bevat twee fasen, α en β , die een verschillende kristalroosterstructuur hebben. Alleen de α -fase is gevoelig voor spanningscorrosie. Bij een gedetailleerd onderzoek van



Figuur 8. Schema van de opstelling voor de driepunts-buigproef.



Figuur 9. Breukvlak gevormd door spanningscorrosie in smeedmateriaal van het type IMI 550.

de bij spanningscorrosie gevormde breukvlakken met de elektronen-microscoop kwam aan het licht dat de fase-verdeling zo is dat de breuk zich vrijwel continu door de α -fase kan voortplanten. Dit verklaart de geringe weerstand tegen spanningscorrosie.

Zoals figuur 9 laat zien heeft de breuk afwisselend het karakter van een brosse splijtbreuk en van een taaie scheur. Het eerste breukmechanisme wordt gekenmerkt door vlakke gebieden met veer-achtige tekeningen en het tweede door gladde stukken met grove rivierpatronen.

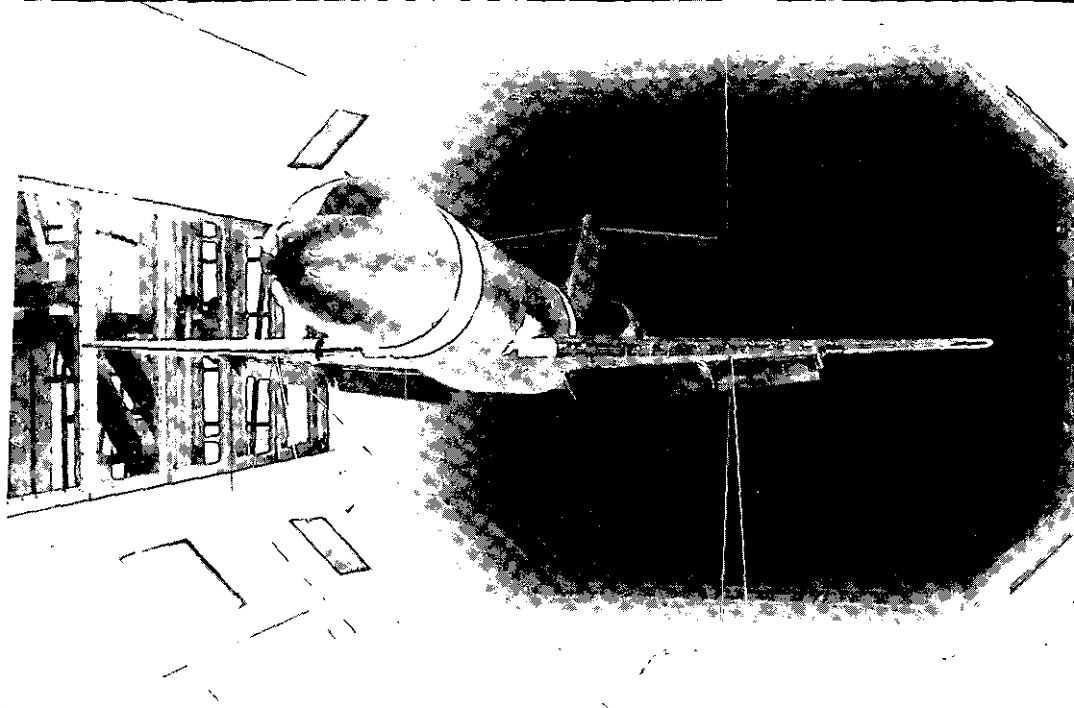
Het uitgevoerde onderzoek heeft tot het inzicht geleid dat de scheur-taaiheid groot genoeg is om uit dit materiaal zware onderdelen te maken die „fail safe” te noemen zijn. Hiervoor is echter ook een vermoeiingsscheurgroeiesterkte nodig die inspectieperioden van aanvaardbare lengte toestaat. Als echter het gevaar bestaat dat waterige media toegang krijgen tot het betrokken onderdeel, dan zal de scheurgroei door spanningscorrosie dermate worden versneld dat aan de bovengenoemde voorwaarde niet meer wordt voldaan. Men zal dan moeten construeren volgens het „safe-life”-principe of in grotere mate gebruik moeten maken van parallel geschakelde constructie-elementen.

2.2 STROMINGEN, VERBRANDING EN VOORTSTUWING

Onderzoeken ten behoeve van ontwikkelingsprojecten

De omvang van de opdrachten voor het uitvoeren van aërodynamisch onderzoek ten behoeve van Nederlandse en Europese vliegtuigontwikkelingsprojecten handhaafde zich nagenoeg op het peil van voorgaande jaren, zodat de bezettingsgraad van de NLR-windtunnels bevredigend was.

In opdracht van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR) en in nauwe samenwerking met Fokker-VFW werden de onderzoeken in de lage-snelheidstunnel (LST 3×2) en in de hoge-snelheidstunnel (HST), gericht op verbetering van de start- en landingseigenschappen van het F 28-vliegtuig bij verhoogde startgewichten, voortgezet. Hiertoe werden vleugelconfiguraties met vergrote spanwijdte, voorzien van kleppen aan de vleugelvoorraand, onderzocht. De uit de windtunnelmetingen resulterende configuratie zal in de z.g. Mk 6000-versie van het F 28-vliegtuig worden toegepast. De Mk 6000 zal naast de genoemde voorzieningen aan de vleugel worden uitgerust met motoren die iets meer stuwkracht en minder geluidsproductie hebben dan de motoren van de standaard



Model van het F 28 Mk 6000-vliegtuig in de lage-snelheidstunnel waaraan krachten en momenten zijn gemeten. Deze F 28-versie werd ontwikkeld uit het standaardvliegtuig door verlenging van de romp en door het toepassen van draagkrachtverhogende middelen, i.c. verlenging van de vleugel en kleppen aan de vleugelvoorrand.

Model van de Airbus A 300 B in de hoge-snelheidstunnel. Het model is gemonteerd op een z.g. gierspit waarmee de sliphoeek kan worden gevarieerd.



In het kader van het VFW 614-project werd, eveneens in opdracht van het NIVR, in nauwe samenwerking met Fokker-VFW medewerking verleend bij het onderzoek naar de oorzaak van het ongeval dat een prototype van de VFW 614 trof. De NLR-werkzaamheden hadden hoofdzakelijk betrekking op het verschaffen van meer betrouwbare informatie over de instationaire luchtkrachten op het stabilo met trillend roer en hulproer.

Hiertoe werden in een zeer kort tijdsbestek, na een ingrijpende wijziging van een bestaand halfmodel, instationaire drukmetingen verricht, terwijl ook ondersteunende drukberekeningen werden uitgevoerd. Dit heeft in belangrijke mate bijgedragen tot het opsporen van de oorzaak van het ongeval.

Voor buitenlandse opdrachtgevers werden windtunnelonderzoekingen uitgevoerd ten behoeve van de ontwikkeling van onder meer de Concorde, de Airbus A 300 B, de Mercure en het MRCA-project. De werkzaamheden op het gebied van de aërodynamische vormgeving van ruimtevoertuigen, die worden uitgevoerd onder auspiciën van de ELDO, omvatten windtunnelmetingen aan diverse configuraties van het Europa III-lanceervoertuig. Na het eind december 1972 door de Europese Ruimtevaart Conferentie genomen besluit de ontwikkeling van de Europa III van het programma af te voeren werden alle NLR-werkzaamheden ten behoeve van dit project in overleg met de ELDO afgerond.

Berekeningsmethoden voor stationaire stromingen

Naast het experimentele stromingsonderzoek aan modellen van vliegtuigen in windtunnels neemt de berekening van het stromingsveld met behulp van daarvoor geschikte methoden een steeds belangrijker plaats in. Deze methoden worden niet alleen toegepast om de aërodynamische eigenschappen van complete vliegtuigconfiguraties te beschrijven, maar ook om optimale experimentele programma's op te stellen of om de invloed van speciale meetopstellingen en modelondersteuning op de meetresultaten te bepalen. Daarnaast vormen de resultaten van berekeningen uiteraard een belangrijke steun bij de analyse en interpretatie van de meetgegevens.

In de loop der jaren heeft het NLR met succes een pakket aërodynamische berekeningsmethoden opgebouwd – met name die welke gebaseerd zijn op de z.g. NLR-panelenmethode – dat gebruikt kan worden voor het oplossen van in de praktijk voorkomende stromingsproblemen. Het onderzoek op het gebied van berekeningsmethoden is

vooral gericht op de uitbreiding van de toepassingsmogelijkheden van de NLR-panelenmethode o.a. door het incorporeren van de invloed van de grenslaag teneinde de stroming om complete vliegtuigen zo volledig mogelijk te kunnen beschrijven.

In dit verband werd in de loop van het verslagjaar een begin gemaakt met windtunnelmetingen aan een pijl vleugelmodel die tot doel hebben een eerder ontwikkelde numerieke procedure voor het berekenen van de vorm en de plaats van het wervelvlak achter een vleugel te toetsen. Deze gegevens over het wervelvlak zijn nodig om de drukverdeling over romp-vleugel-staartcombinaties beter te kunnen berekenen. Door vergelijking van berekende en gemeten vorm en plaats van het wervelvlak voor het desbetreffende model kan de geldigheid van de numerieke procedure worden geverifieerd.

Een ander onderzoek naar de toepassingsmogelijkheden van de NLR-panelenmethode is gericht op het berekenen van de stroming om profielen met kleppen. In het kader hiervan werd de nauwkeurigheid van de met de NLR-panelenmethode verkregen numerieke resultaten bepaald door vergelijking met een door het Royal Aircraft Establishment beschikbaar gestelde exacte analytische oplossing voor een bepaald profiel met klep.

De alom waarneembare activiteiten met betrekking tot de ontwikkeling van vliegtuigen met beperkte of korte start en landing (R/STOL), die naar veler verwachting in de tachtiger jaren een gedeelte van het transport door de lucht over korte afstanden voor zich zullen opeisen, zijn voor het NLR aanleiding geweest zich te gaan verdiepen in de stromingsproblemen, waarmee bij het ontwerp van dergelijke vliegtuigen rekening moet worden gehouden.

Een van deze problemen vormt de invloed van hefstralen voor het leveren van draagkracht op de stroming rond het vliegtuig en op het gedrag van het vliegtuig nabij de grond.

Teneinde enig inzicht in dit probleem te verkrijgen werd met behulp van de NLR-panelenmethode de drukverdeling berekend die ontstaat wanneer een vrije straal loodrecht uit een oppervlak wordt uitgeblazen in stilstaande lucht. De berekeningsresultaten vertoonden een goede overeenstemming met de aan het desbetreffende oppervlak (een vlakke plaat) gemeten drukverdeling.

Het onderzoek wordt voortgezet met het berekenen van drukverdelingen die worden opgewekt door afgebogen stralen die worden uitgeblazen in een dwarsstroming. Bij vliegtuigen van het STOL-type kan de draagkracht ook worden opgewekt door het afbuigen van stralen of slipstromen. Aangezien deze techniek goede perspectieven biedt werd een studie gemaakt van methoden voor het berekenen van

de stroming om een draagvlak in een slipstroom. Twee berekeningsmethoden, die werden uitgekozen voor verder onderzoek, worden thans geprogrammeerd.

Transsoon profiel-onderzoek (stationair)

In het verslagjaar werd de ervaring van het NLR op het gebied van het ontwerpen van transsone schokvrije profielen verder uitgebouwd. Enkele reeds enige jaren beschikbare rekentechnieken voor „gecomputeriseerd” ontwerpen van transsone profielen werden met succes toegepast bij de ontwikkeling van schokvrije profielen voor industriële toepassing.

Daarbij bleek het mogelijk langs semi-empirische weg de eigenschappen van de quasi-elliptische schokvrije profielen zodanig te verbeteren dat ze geschikt werden voor deze industriële toepassing.

De ontwikkeling van een pakket rekenmachineprogramma's voor het ontwerpen van willekeurige schokvrije profielen werd voortgezet. Dit pakket zal in 1973 de rekenmachineprogramma's voor de quasi-elliptische profielen gaan vervangen. Naast het berekenen van profielvormen voor één bepaalde ontwerpconditie is het van belang de stroming, al of niet met schokgolven, om een profiel met een gegeven geometrie bij andere condities, de z.g. „off-design”-condities* te kunnen berekenen. Om dit te bereiken werd een differentiemethode geprogrammeerd en toegepast op een cirkelboogprofiel. Voor dit profiel werden de drukverdelingen berekend voor een serie getallen van Mach oplopend van $M=0,4$ tot $M=0,9$ en werden de resultaten vergeleken met die van in de literatuur vermelde metingen. In het algemeen werd een goede overeenstemming gevonden, behalve bij de twee hoogste getallen van Mach ($M=0,89$ en $0,9$) omdat dan te sterke schokgolven in de stroming optreden.

Er werd een uitgebreide analyse gemaakt van de resultaten van windtunnelmetingen aan een quasi-elliptisch profiel met wèlving, uitgevoerd onder „design”- en „off-design”-condities. Hierbij werd vooral aandacht besteed aan de plaats en de sterkte van de schokgolf op het profiel en aan de bepaling van de grenzen waarbij als gevolg van schokgolf-grenslaag interactie de stroming loslaat.

Door middel van experimenteel onderzoek van schokgolf-grenslaag interacties in transsone stromingen zal worden getracht het fysisch inzicht in deze verschijnselen zodanig te verdiepen, dat een rekenmodel kan worden opgesteld. De vervaardiging van het voor dit onderzoek ontworpen model werd ter hand genomen.

* Waarden van draagkracht en snelheid die groter zijn dan de ontwerpwaarden.

Instationaire stromingen

De werkzaamheden in het verslagjaar hadden voor een belangrijk deel betrekking op de analyse van de resultaten van instationaire drukmetingen die zijn uitgevoerd in samenwerking met het Office National d'Etudes et de Recherches Aéronautiques (ONERA) ter vergelijking van twee verschillende meetmethoden nl. met in het model ingebouwde drukopnemers (ONERA) en met behulp van drukleidingen (NLR). Laatstgenoemde methode heeft het voordeel dat met één drukopnemer buiten de windtunnel de druk in vele punten op het model kan worden gemeten, hetgeen aanzienlijk goedkoper is dan in al deze punten drukopnemers in te bouwen, die ieder voor zich weer een systeem behoeven voor de verwerking van de meetsignalen. Bij de vergelijking van de resultaten van deze drukmetingen werden verschillen geconstateerd, die na een diepgaand onderzoek van de overdrachtsfunctie van de drukleidingen bij langsstromende lucht, konden worden verklaard en geëlimineerd. Op grond van de resultaten van dit onderzoek werden in de door het NLR gebruikte techniek voor metingen bij hoge snelheden de noodzakelijke verbeteringen aangebracht.

Voorts werd dit jaar een uitvoerig onderzoek verricht in de Pilot-tunnel aan een twee-dimensionale vleugel met trillend roer in transsone stroming. Aan het desbetreffende model werden zowel de stationaire als de instationaire drukverdelingen gemeten bij verschillende getallen van Mach, invalshoeken en roerhoeken.

Voorzover daarbij schokgolven optraden werden de stromingspatronen vastgelegd met behulp van schaduwfoto's. Deze zullen worden gebruikt voor het bepalen van de periodieke beweging van de schokgolven ten gevolge van de roertrilling. In nauwe samenhang met dit onderzoek werden computerprogramma's opgesteld voor het berekenen van instationaire drukverdelingen op twee-dimensionale vleugels met trillend roer in hoog-subsonen en laag-supersonen stroming.

Een begin werd gemaakt met de ontwikkeling van een methode waarmee luchtkrachten in een subsonen stroming kunnen worden berekend op een vleugel waaraan uitwendige lasten zijn bevestigd. Hierbij wordt de aerodynamische interferentie tussen vleugel en lasten in rekening gebracht. Verder zijn voorbereidingen getroffen voor metingen in de HST van instationaire drukverdelingen op een vleugel met uitwendige lasten.

Als laatste dienen de onderzoeken op aeroëlastisch gebied te worden vermeld. Een methode voor het uitvoeren van flutterberekeningen werd geschikt gemaakt voor toepassing op vliegtuigen met vele

combinaties van uitwendige vleugellasten. Ook werd een methode geprogrammeerd om de werking van terugkoppelsystemen (dempers, „load alleviation“-systemen) in flexibele vliegtuigen te optimaliseren. Verder werd een pakket van op elkaar afgestemde rekenprogramma's ontwikkeld om allerlei overdrachtsfuncties te kunnen berekenen die een rol spelen in de bepaling van dynamische belastingen t.g.v. remous en manoeuvres en van „riding qualities“. Een soortgelijk pakket werd ontwikkeld voor het berekenen van drukverdelingen op trillende elastische windtunnelmodellen.

Ten slotte is een rekenprogramma gemaakt voor het uitvoeren van trillingsberekeningen van vliegtuigconfiguraties volgens de „branch mode“-methode, waarbij het aantal vrijheidsgraden aanzienlijk kan worden beperkt.

Viskeuze effecten

Het theoretische en experimentele onderzoek van drie-dimensionale turbulente grenslagen werd voortgezet. Voor een meer gedetailleerde beschrijving van de uitgevoerde werkzaamheden en van de met dit onderzoek samenhangende problemen moge worden verwezen naar blz. 29 van dit verslag.

Onderzoek i.v.m. de nabootsing van vrije vlucht omstandigheden in windtunnels

De omstandigheden in een windtunnel wijken af van die waaronder een vliegtuig zich in de vrije vlucht voortbeweegt. Enerzijds wordt de luchtbeweging begrensd door de tunnelwanden, anderzijds worden de metingen verricht aan schaalmodellen van het vliegtuig. Deze omstandigheden geven aanleiding tot het optreden van wand- en schaalinvloeden, zodat de gemeten waarden eerst na correctie en extrapolatie geacht mogen worden in overeenstemming te zijn met de eigenschappen van het werkelijke vliegtuig in de vrije vlucht. Het onderzoek is dan ook voortdurend gericht op de verbetering van de kwaliteit van de nabootsing van de vluchtomstandigheden in de windtunnels en van de doelmatigheid van de toegepaste correctie- en extrapolatiemethoden.

De studies van de invloed van het schaaffect op de loslating van de stroming in het transsone snelheidsgebied resp. op de verdeling van de normaalkracht bij slanke lichamen die onder een invalshoek in een supersone stroming zijn geplaatst werden voortgezet. De werkzaamheden hadden betrekking op de analyse en de interpretatie van de resultaten van in het vorige verslagjaar uitgevoerd experimenteel onderzoek. In het kader van de eerstgenoemde studies werden boven-

dien berekeningen uitgevoerd ter bepaling van de invloed van het getal van Reynolds op de grenslaagontwikkeling en -loslating bij twee verschillende drukverdelingen over het vleugelprofiel, nl. een dakvormige drukverdeling en een drukverdeling met een piek aan de voorrand van het profiel. De resultaten van deze berekeningen dienen om de extrapolatie van in de windtunnel gemeten waarden naar vrije vluchtcondities bij grote getallen van Reynolds te kunnen beoordelen.

Het onderzoek van de wandinvloed die in subsone stroming optreedt bij tunnels met spleten in boven- en onderwand van de meetplaats – waarvan er bij het NLR twee in bedrijf zijn, nl. de Pilottunnel en de HST – werd nagenoeg afgerond. Door vergelijking van metingen aan gelijkvormige profielen en door vergelijking van drukmetingen met zogmetingen werd de wandinvloed bij twee-dimensionale metingen in de Pilottunnel bepaald.

Ook aan het verschijnsel van grenslaagomslag van laminair naar turbulent, dat een grote rol speelt bij de metingen aan windtunnelmodellen vanwege de invloed ervan op de weerstand, werd veel aandacht geschonken. Met name werd de invloed van drukfluctuaties in de stroming van de Supersone Windtunnel op de ligging van het omslagpunt bestudeerd. In de Pilottunnel werden metingen uitgevoerd aan diverse typen ruwheidsbanden (stoorstrippen) die worden toegepast voor het kunstmatig opwekken van grenslaagomslag.

Industrieel aërodynamisch onderzoek

Voor het verslag van de werkzaamheden die betrekking hebben op industrieel aërodynamisch onderzoek wordt verwezen naar de paragraaf „Windproblemen en luchtverontreiniging” op blz. 65.

2.3 CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

Onderzoekingen ten behoeve van ontwikkelingsprojecten

In opdracht van het NIVR werd medewerking verleend aan de vermoeiingsbeproeving van de VFW 614-vleugel die bij Fokker-VFW in Amsterdam wordt uitgevoerd. Deze medewerking omvatte het ontwikkelen en in bedrijf stellen van de proefopstelling en het adviseren bij meettechnische en proeftechnische problemen.

Belastingen op luchtvaartuigen

Het vergelijkend onderzoek van twee methoden voor het bepalen van de ontwerpsterkte van een vliegtuig, dat reeds uitvoerig werd besproken in de jaarverslagen van 1970 en 1971, kwam gereed. Deze vergelijking had betrekking op een conceptie waarbij het belastingsgeval dat de zwaarste belasting voor het vliegtuig oplevert maatgevend is voor de ontwerpsterkte (het z.g. „envelope concept”) en een conceptie waarbij rekening wordt gehouden met het gebruik van het vliegtuig i.c. de waarschijnlijkheid dat de kritieke belasting zal optreden (het z.g. „mission analysis”-concept). Bij laatstgenoemde conceptie schuilen de moeilijkheden vooral in het definiëren van een z.g. „ontwerpmis-sie” voor het desbetreffende vliegtuig, temeer daar de praktijk leert dat vliegtuigen onder zeer uiteenlopende omstandigheden worden gebruikt. Aangezien de hoeveelheid statistische gegevens over remous verre van voldoende is om de waarschijnlijkheid dat een bepaalde belasting zal worden overschreden met een redelijke mate van betrouwbaarheid te kunnen berekenen blijft het huidige „envelope concept” voorlopig de voorkeur verdienen.

Teneinde het inzicht in de methode voor het meten en het beschrijven van de atmosferische turbulentie te verdiepen werden de resultaten van een groot aantal remousmetingen – vastgelegd in de AGARD-publikatie „Environment statistical data” – uitvoerig geanalyseerd.

Statische sterkte en stijfheid van constructies.

Op het gebied van het berekenen van de sterkte en stijfheid van vliegtuigconstructies en constructie-elementen werden de mogelijkheden aanzienlijk vergroot doordat het NLR toetrad tot de associatie PROGEL (Programmasysteem Elementenmethode) en daarmee de beschikking kreeg over het programmasysteem ASKA (Automatic System for Kinematic Analysis). Teneinde met dit systeem vertrouwd te raken werd de invloed van neusklepbelastingen op de spanningsverdeling in een F 28-vleugelsectie berekend. De resultaten werden vergeleken met die van bij Fokker-VFW uitgevoerde berekeningen en bleken goed met elkaar in overeenstemming te zijn.

De werkzaamheden ten behoeve van de ontwikkeling van een methode voor het berekenen van de maximale draagkracht van verstijfde panelen hadden in hoofdzaak betrekking op de numerieke analyse van het niet-lineaire elastische vervormingsprobleem en op de bestudering van plasticiteitsinvloeden. Nagegaan werd in hoeverre de interactie van knikvormen en de invloed van vormafwijkingen met het ontwikkelde rekenmodel behandeld kunnen worden.

Een ander onderwerp van studie vormde de plastische plaatbuiging met het oog op het gebruik van verstijfde dunne platen als huidpanelen in vliegtuigconstructies. Hierbij werd vooral aandacht besteed aan numerieke methoden voor het bepalen van kritieke elastische evenwichtstoestanden.

Voor enkele aluminiumlegeringen, te weten 2024-T3 en 7075-T6, werden de elastoplastische eigenschappen (anisotropie-factoren en verstevigingscoëfficiënten) bepaald door middel van trekproeven op plaatproefstukken met verschillende oriëntatie ten opzichte van de walsrichting.

Kerftaaiheid en reststerkte

Een vliegtuigconstructie dient zodanig te zijn ontworpen dat breuk of beschadiging van één of meer componenten niet mag leiden tot een ramp maar dat deze bij de eerstvolgende periodieke inspectie kunnen worden vastgesteld. Het onderzoek van de reststerkte van gescheurde of anderszins aangetaste onderdelen is dan ook van uitzonderlijk groot belang voor het verwezenlijken van een zo groot mogelijke constructieve veiligheid.

Het reststerkteonderzoek bij het NLR, dat zowel numeriek als experimenteel wordt aangepakt, was in de eerste plaats gericht op verstijfde panelen met scheuren. Onder meer werd, met behulp van het eerder genoemde ASKA-programmasysteem, de spanningsverdeling berekend in een gescheurd paneel met excentrische verstijvers. De resultaten van de eerder uitgevoerde berekening van de interactie van plaat en verstijver in een gescheurd paneel werden geverifieerd door middel van een proevenprogramma, waarbij een zeer bevredigende overeenstemming werd gevonden tussen berekende en gemeten waarden. Voorts werd een begin gemaakt met een onderzoek naar de effectiviteit van verschillende typen scheurstoppers.

Een tweede studie betrof de plastische deformatie bij scheuren en resulteerde in een nieuw mathematisch plasticiteitsmodel waarmee de oorspronkelijke anisotropie tengevolge van eerder ondergane bewerkingen (walsen, oprekken) kan worden beschreven en door toepassing van een verbeterde verstevigingstheorie een betere benadering van Bauschinger-effecten bij trekproeven kan worden bereikt. Het model werd getoetst aan de hand van een vervormingsproef op een op trek belaste plaatstrook met een rond gat. Het laatstgenoemde experiment werd uitgevoerd door de Technische Hogeschool Twente, waarmee op dit terrein een samenwerking bestaat. Vermelding verdient verder het onderzoek van de reststerkte onder „plane stress”-condities aan dun plaatmateriaal van de legeringen 2024-T3 en 7075-T6.

Vermoeiing

De grote kapitaalsinvesteringen die gemoeid zijn met de aanschaffing van nieuwe vliegtuigen brengen met zich mee dat vliegtuiggebruikers een steeds betere indruk willen hebben van de te verwachten levensduur van de constructie en ook steeds hogere garanties eisen ten aanzien van de weerstand tegen vermoeiing. Het vermoeiingsonderzoek vormt derhalve een belangrijk onderdeel van de activiteiten van een luchtvaartlaboratorium. Het NLR heeft in dit verband reeds vele bijdragen geleverd met name op het gebied van het vermoeiingsonderzoek onder nagebootste vluchtomstandigheden.

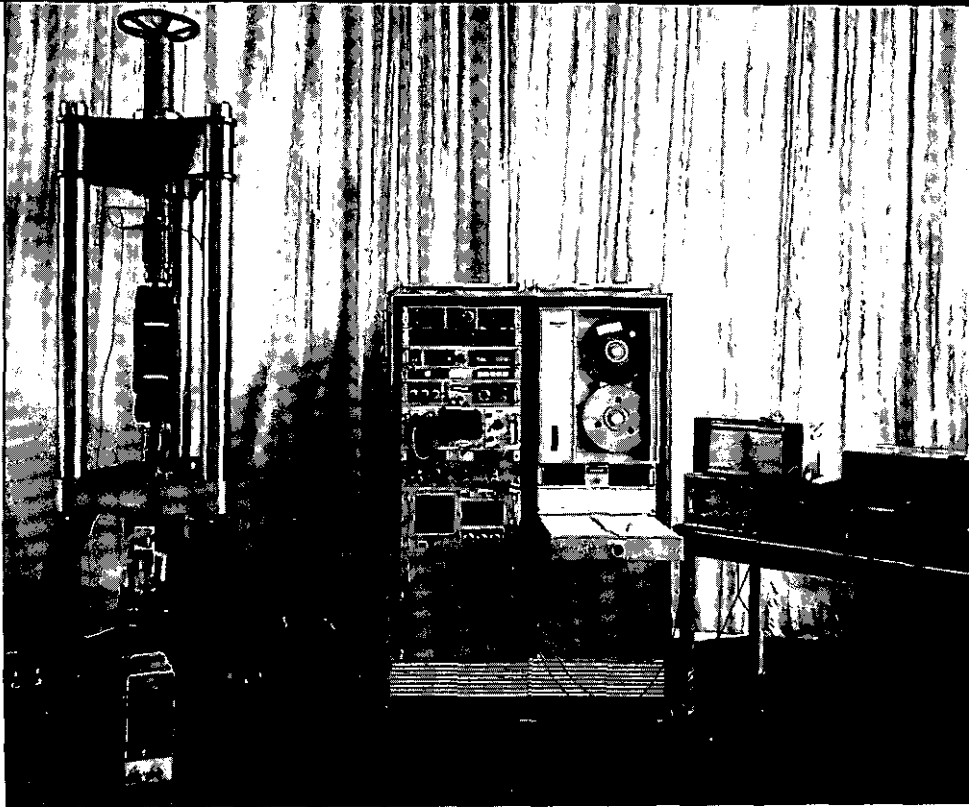
In het verslagjaar werd een begin gemaakt met de beproeving van gekerfde lichtmetalen proefstukken, zoals proefstukken met centraal gat en beslaglippen, onder vluchtomstandigheden. Bestudeerd worden de invloeden van het ontwerpspanningsniveau en van het limiteren van hoge en het weglaten van kleine remousbelastingen in het vluchtsimulatieprogramma op de levensduur.

Het optreden van wrijvingscorrosie bij gesuperponeerde trillingen werd onderzocht aan pen-gat verbindingen. Deze werden hiertoe onderworpen aan een langzaam wisselende zware belasting met daarop gesuperponeerd een snel wisselende (frequentie 60 Hz) lichte belasting ter grootte van 5% van de zware belasting. De invloed van deze 60 Hz-„rimpel” op de levensduur van de verbinding bleek klein te zijn en kon worden onderdrukt door de klemkracht van de bouten te verhogen of, indien de verbinding beweeglijk moet blijven, door het toepassen van smering met grafietvet of „anti-fret primer”.

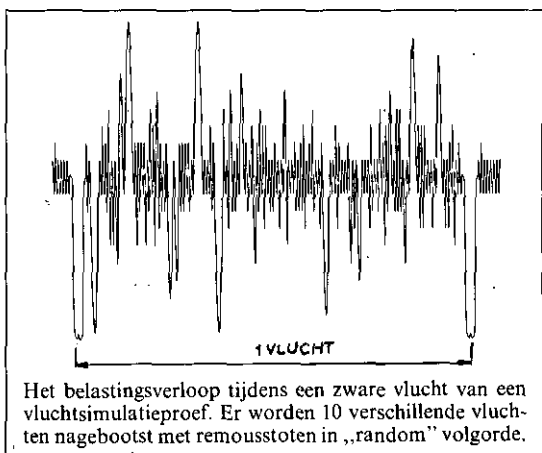
Spanningscorrosie

Het onderzoek naar de invloed van een corrosief milieu op het ontstaan en de groei van spanningscorrosiescheuren in op buiging belaste, voorgescheurde proefstukken uit de aluminiumlegering 7075-T6 werd afgesloten. Dit onderzoek betrof de invloed op levensduur en scheurgroeisnelheid van het corrosiemiddel (3% NaCl-oplossingen met verschillende zuurgraad en al dan niet met inhibitor) en van de elektrochemische potentiaal van het proefstuk. De invloed van het corrosieve medium bleek gering te zijn, in tegenstelling tot die van de elektrochemische potentiaal. Naarmate laatstgenoemde hoger is, is de levensduur van het proefstuk korter. Wanneer de potentiaal constant wordt gehouden treden kortere levensduren op bij grotere chlorideconcentraties.

Ter beoordeling van de resultaten van eerder uitgevoerde spanningscorrosieproeven op voorgescheurde z.g. Mostovoy-proefstukken, waarmee de scheurgroei bij een constante waarde van de spannings-

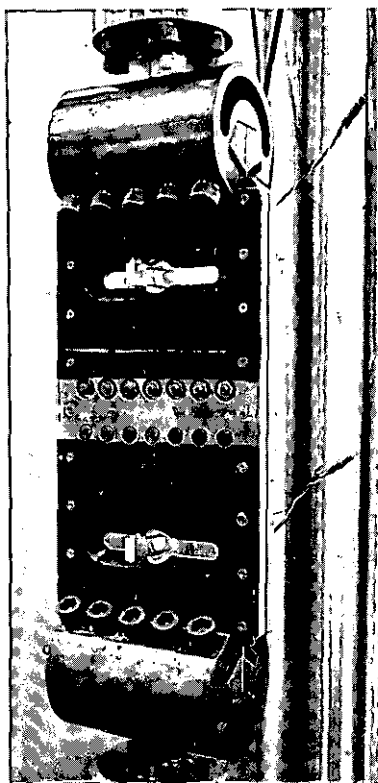


Elektro-hydraulische vermoeiingsmachine met digitale magneetbandsturing ontwikkeld door het NLR. Hiermee kunnen vluchtsimulatieproeven worden uitgevoerd.



Het belastingsverloop tijdens een zware vlucht van een vluchtsimulatieproef. Er worden 10 verschillende vluchten nagebootst met remousstoten in „random” volgorde.

Twee plaatproefstukken met een rond gat worden in serie beproefd. Tijdens de landingsfase worden de proefstukken op druk belast. Zij worden dan door de zwarte platen tegen uitknikken beschermd. Het meetelement in het ronde gat waarschuwt automatisch als er een scheur ontstaan is.



intensiteit kan worden bestudeerd, werd voor verschillende scheur-tipconfiguraties de „compliance” (reciproke stijfheid) berekend met behulp van de eindige elementenmethode, en werd deze vergeleken met empirische gegevens.

Overige onderzoeken

Evenals in voorgaande jaren werden nog verschillende onderzoeken uitgevoerd, die qua karakter niet goed in de voorgaande indeling passen.

Als eerste kan genoemd worden het onderzoek van gelijmde verbindingen in vliegtuigconstructies, dat betrekking heeft op zowel de functie van lijmnaden als op het bepalen van de daarin optredende vervormingen en spanningen.

Door middel van trekproeven werd de scheurweerstand van lijmnaden – i.c. de „strain energy release rate” bij breuk van de lijmnad – bepaald aan proefstukken van het Mostovoy-type voor een drietal door de Nederlandse vliegtuigindustrie toegepaste lijmsorten, t.w. Redux, FM 1000 en EC 2216. Ook werd de invloed van variaties in harding en het al of niet toepassen van „primer” op de „strain energy release rate” onderzocht. Als controle op de metingen werd met behulp van de eindige elementenmethode de „compliance” van het desbetreffende Mostovoy-proefstuk berekend voor een groot aantal scheurlengten en verschillende elastische eigenschappen van de lijm. De berekende waarde van de reciproke stijfheid stemde goed overeen met de gemeten waarde bij dezelfde scheurlengte.

In samenwerking met Fokker-VFW werd het onderzoek naar een methode voor niet-destructieve keuring van de voorbehandeling van het oppervlak bij metaallijmen voortgezet. Deze methode is gebaseerd op de foto-emissie van electronen door het oppervlak.

Veel aandacht werd besteed aan de toepassingsmogelijkheden van titanium-legeringen in de vliegtuigindustrie. Voor een beschrijving van het uitgevoerde onderzoek moge verwezen worden naar blz. 36 van dit verslag.

Het onderzoek naar de invloed van variaties in de warmtebehandeling op de mechanische eigenschappen, de weerstand tegen spanningscorrosie en de microstructuur van de Al Zn Mg legering 7079 werd beëindigd. Deze legering wordt in de vliegtuigindustrie veel toegepast voor het vervaardigen van smeedstukken. Vastgesteld werd o.a., dat deze legering gunstige eigenschappen bezit na afschrikken in kokend water gevolgd door verouderen gedurende 200 uur bij 100°C. Deze

behandeling vermindert het optreden van restspanningen en vervormingen, hetgeen vooral voor grote smeedstukken van belang is. Een begin is gemaakt met eenzelfde onderzoek als hierboven genoemd aan de Franse aluminiumlegering AU4SG.

Een uitvoerige studie werd gemaakt van het ontstaan van breuken ten gevolge van waterstofbrosheid in hoogwaardige staalsoorten, met name die van het type 4340.

Tijdens een oppervlaktebehandeling, zoals b.v. het galvanisch cadmeren, van een dergelijke staalsoort wordt in het materiaal waterstof opgenomen dat door middel van gloeien weer hieruit moet worden verdreven. Wanneer het materiaal wordt belast komt onder invloed van de hierin achtergebleven waterstof na enige tijd, de z.g. incubatietijd, een scheur tot ontwikkeling die zich langzaam voortplant en uiteindelijk leidt tot een plotselinge breuk. Een op diffusie gebaseerd mathematisch-fysisch model werd opgesteld waarmee de initiatie en de groei van scheuren t.g.v. waterstofbrosheid kunnen worden berekend. De berekeningsresultaten vertonen een goede overeenkomst met de resultaten van proefnemingen.

2.4 VLIEGTUIGEN

Onderzoekingen ten behoeve van ontwikkelingsprojecten

In opdracht van het NIVR werd intensieve medewerking verleend bij de vliegbeproeving die door Fokker-VFW werd uitgevoerd ten behoeve van de certificatie van de F 28 Mk 2000 (verlengde versie). De voorbereiding en ontwikkeling van nieuwe vluchtregistratie-apparatuur voor de vliegbeproeving van de F 28 Mk 6000 (versie met gewijzigde vleugel) werd met kracht voortgezet. De meet- en registratie-capaciteit van de bestaande digitale apparatuur (DR 28) werd uitgebreid van 50 parameters met in totaal 50 bemonsteringen per seconde tot 120 parameters met in totaal 210 bemonsteringen per seconde. De uitbreiding werd gerealiseerd met behulp van een drietal „flight data acquisition units” (FDAU's). Voor integratie met de bestaande apparatuur en voor signaalconditionering werden door het NLR twee kasten met hulpapparatuur ontwikkeld en aangemaakt. De DR 28 werd op vele punten gemodificeerd om aan de nieuwe eisen te kunnen voldoen. De meetgegevens worden geregistreerd op een 14-sporen magneetband.

Voor het verifiëren van de goede werking van het systeem vóór en tijdens de vlucht werd testapparatuur met digitale presentatie ontwikkeld, met behulp waarvan twee willekeurige te selecteren kanalen

kunnen worden geobserveerd. Verder wordt de tijdbasis van het systeem in digitale vorm gepresenteerd en wordt het niveau en de code van de op de magneetband geregistreerde signalen bewaakt. Het totale registratiesysteem werd uitvoerig in het laboratorium en in de vlucht – met behulp van één van de prototypen van de F 28 – beproefd. Ook de voorbereidingen voor de installatie van de registratie-apparaatuur in het Mk 6000-vliegtuig vergden veel aandacht en betroffen het ontwerpen van meet- en bedradingsschema's, de instrumentatie van de gewijzigde vleugel, de controle en ijking van de transducers, enz. Tezamen met elektronika voor het uitlezen van de magneetband die tijdens de vlucht wordt opgenomen, werd een conversie-programma ontwikkeld om via het z.g. Data Verwerkingsstation voor Vliegproeven (DVSF) deze vlucht-magneetbanden om te zetten in „computer compatible tape”, i.c. een magneetband die kan worden ingevoerd in de centrale computer van het NLR voor de verdere uitwerking van de meetgegevens. Het reeds bestaande verwerkingsprogramma op de centrale computer werd uitgebreid en aangepast aan deze nieuwe invoer en de nieuwe configuratie van de meetapparatuur.

In het kader van de voortgezette vliegbeproeving met het F 28 Mk 2000-vliegtuig werd apparatuur gereed gemaakt voor het uitvoeren van „slush performance”-metingen. Door geringe sneeuwval trad echter geen „slush”-vorming op zodat deze metingen nog geen door-gang konden vinden.

Vorbereidingen werden getroffen voor het meten van temperaturen in de vleugel met het oog op de beproeving van het ijsbestrijdings-systeem van de F 28 Mk 6000.

Ten behoeve van F 28 Mk 1000-serievliegtuigen werd assistentie verleend bij vliegproeven die tot doel hadden door middel van prestatie-metingen het resultaat van een modificatie aan de vleugelkleppen vast te stellen. Ook werd het NLR ingeschakeld bij het onderzoek naar de mogelijkheden tot verbetering van de demping in het rolroerkanaal van de stuurautomaat.

De gebruikelijke assistentie werd verleend bij controlemetingen van prestaties en vliegeigenschappen aan een aantal F 27-serievliegtuigen.

De medewerking aan de vliegbeproeving van een prototype van de VFW 614, die vanaf het vliegveld Schiphol werd uitgevoerd, bleef beperkt tot het geven van adviezen en het verschaffen van apparatuur voor statische-drukmetingen.

Naarmate vliegtuigen groter en sneller worden nemen de problemen met betrekking tot het verkrijgen van goede eigenschappen op het gebied van de hanteerbaarheid („handling qualities”) sterk toe en moeten systemen voor kunstmatige stabilisatie zoals b.v. gierendempers, aangebracht worden om de vlieger in staat te stellen het vliegtuig naar behoren te besturen. De oorzaak hiervan is de gangbare wijze van benadering van een nieuw vliegtuigontwerp waarbij het ontwerp eerst geoptimaliseerd wordt t.a.v. de prestatie- en missie-eisen en pas dan het besturingssysteem wordt ontworpen aan de hand van criteria voor goede hanteerbaarheid. De moderne benadering, die meer en meer veld wint, gaat uit van de gedachte dat de aërodynamische vormgeving, de constructieve uitvoering en de besturing niet los van elkaar kunnen worden gezien.

Hoewel in de besturingstechnologie diverse nieuwe concepties zijn ontwikkeld waarbij elektrische stuurcommando-overdracht veel aandacht verdient, moeten vele aspecten nog nader worden onderzocht en uitgewerkt.

De werkzaamheden van het NLR zijn in dit verband geconcentreerd op de ontwikkeling van ontwerpcriteria met betrekking tot goede „handling qualities”, voor elektrische besturingssystemen voor de toekomstige generatie transportvliegtuigen. Bij de bepaling van deze criteria zal onder meer gebruik gemaakt worden van bewegende vluchtnabootsers. De hierin uit te voeren evaluaties zullen metingen van overdrachtseigenschappen van vliegers voor de te onderzoeken besturingssysteem-configuraties vereisen. Om de geldigheid van resultaten verkregen tijdens proeven met de bewegende vluchtnabootsers te kunnen beoordelen werd het raadzaam geacht om een beperkt vliegproevenprogramma uit te voeren ter vergelijking van het gemeten dynamische vliegergedrag in de werkelijke vlucht en in de vluchtnabootser. Bij deze vliegproeven met het Queen Air-laboratoriumvliegtuig, waarvan de resultaten voor deze vergelijking gebruikt zullen worden, werd gebruik gemaakt van een speciaal voor dit doel ontwikkeld instelbaar hoeksnelheids-commando besturingssysteem met de NLR „side-stick” als besturingsorgaan. Op grond van de vluchtgegevens werden overdrachtseigenschappen van de vlieger uitgedrukt in de „beschrijvende-functie” met behulp van een hiervoor opgesteld computerprogramma bepaald. Een tweede computerprogramma werd ontwikkeld voor het bepalen van de parameters van een gekozen mathematisch model van de vlieger aan de hand van de uit de vliegproeven resulterende beschrijvende-functiegegevens.

Eveneens in het kader van de onderzoeken op het gebied van

besturing en stabiliteit werden de mogelijkheden voor de toepassing van een „Dutch roll“-demper bij het Queen Air-laboratoriumvliegtuig onderzocht. Hiertoe werd de dwarsbeweging in de kruisvlucht en in de naderingsvlucht op de analogon-rekenmachine nagebootst en werden de responsies op verstoringen van verschillende aard berekend. Zowel het systeem vliegtuig-demper als het systeem vliegtuig-stuurautomaat-demper werden beschouwd.

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

Met het oog op de ontwikkeling van geavanceerde beproevings- en meettechnieken voor onderzoek tijdens de vlucht werd spuurwerk uitgevoerd gericht op opvoering van efficiency en nauwkeurigheid van bestaande en invoering van noodzakelijke nieuwe technieken.

Zo werd in nauwe samenwerking met de Onderafdeling der Vliegtuigbouwkunde van de TH Delft een proevenprogramma opgesteld voor het meten van de prestaties en vliegeigenschappen voor de langsbeweging van het Hunter-laboratoriumvliegtuig in niet-stationaire vlucht. Ter voorbereiding van deze proeven werd de stuwkracht van de RR Avon 122 straalmotor van het Hunter-laboratoriumvliegtuig zowel op de grond als in de vlucht gemeten, terwijl ook de prestaties en vliegeigenschappen van dit vliegtuig in stationaire vlucht werden bepaald.

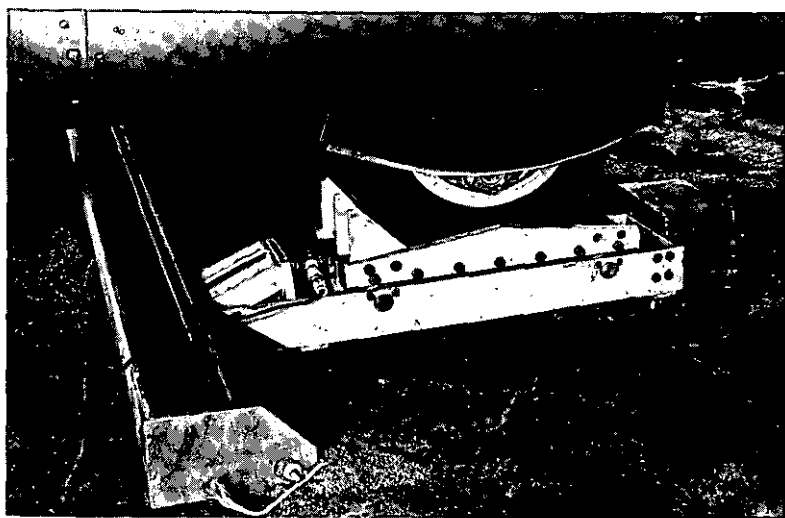
Voor het uitwerken van de meetresultaten van vorengenoemde proeven werden computerprogramma's opgesteld.

Bij de evaluatie van gevechtsvliegtuigen vormen de prestaties van het vliegtuig tijdens manoeuvreren (het uitvoeren van stationaire bochten, bochten met toenemende dwarshelling, vertragende bochten, enz.) een belangrijk punt van overweging. Daartoe werden met het Hunter-laboratoriumvliegtuig proefvluchten uitgevoerd om de bruikbaarheid van enkele methoden voor het bepalen van bochtprestaties te onderzoeken.

Voortgegaan werd met het onderzoek dat gericht is op de verbetering van meetmethoden voor start- en landingsprestaties en voor positiebepaling. Hoewel de thans door het NLR gebruikte methode voor het bepalen van start- en landingsprestaties, die berust op het fotograferen van de baanverlichting met behulp van een camera in de neus van het vliegtuig, goed voldoet, is de bruikbaarheid sterk afhankelijk van de kwaliteit van de baanlichten. Bovendien kan de uitwerking niet geheel worden geautomatiseerd omdat als eerste stap films moeten worden afgelezen. Deze nadelen vormden de aanleiding tot het ont-



De stuwkracht van de straalmotor van het Hawker Hunter-laboratoriumvliegtuig werd volgens een speciale meetmethode op de grond bepaald. Hiertoe was het vliegtuig geplaatst op meetsloffen voorzien van rekstrookelementen, waarmee de krachten werden gemeten.



wikkelen van een nieuwe meetmethode, die berust op het gebruik van een traagheidsnavigatiesysteem voor het bepalen van versnellingen en standhoeken in combinatie met een radiohoogtemeter, waarbij voor de uitwerking van de meetgegevens geen tijdrovende aflezingen meer zijn vereist.

Ter vergelijking van de oude en de nieuwe methode werden met het Queen Air-laboratoriumvliegtuig, dat hiertoe voorzien was van een welwillend door de Koninklijke Luchtmacht ter beschikking gesteld LN-3 traagheidsnavigatiesysteem, alsmede van een neuscamera, verschillende starts en landingen uitgevoerd. Met het uitwerken van de meetresultaten werd een begin gemaakt.

Ter bepaling van de vliegbaan van het vliegtuig in het algemeen werden voorts metingen uitgevoerd met het Queen Air-laboratoriumvliegtuig, dat daartoe voorzien was van een eenvoudig „strap-down“-systeem bestaande uit drie versnellingsmeters en een standgyro.

Hiermee werd de vliegbaan in het verticale vlak tijdens kortstondige manoeuvres bepaald. De met behulp van een radiohoogtemeter direct geregistreerde hoogteprofielen kwamen goed overeen met die welke berekend werden uit de registraties van versnellingen en standhoeken, mits hierbij op een geschikt moment éénmaal „updating“ plaats vond met een direct gemeten hoogte, b.v. met behulp van vanuit het vliegtuig gemaakte fotografische opnamen van de grond. Op deze opnamen moeten tenminste twee objecten voorkomen waarvan de onderlinge afstand bekend is. Voor de uitwerking van de meetgegevens werden computerprogramma's opgesteld.

De werkzaamheden, die betrekking hebben op medewerking in AGARD-verband bij het samenstellen van het handboek „Basic principles of flight test instrumentation engineering“ werden voortgezet

Aan de KLM werd medewerking verleend bij de installatie en beproeving in een Boeing 747, van de bij het NLR vervaardigde schakeling voor de detectie van het passeren van de baandrempeel.

Nadering en landing (bij slecht zicht)

In opdracht van de RLD werden de onderzoeken in het kader van de Nederlandse bijdrage aan het werk van het „All Weather Operations Panel“ (AWOP) van de ICAO voortgezet. Een groot deel van de werkzaamheden was geconcentreerd op het onderzoek van de nadering van een vliegtuig met behulp van een „head up display“-systeem (HUD). Dit is een systeem waarmee informatie van de vlieginstrumenten zodanig aan de vlieger wordt gepresenteerd dat hij tijdens

de vlucht door het stuurhutvenster naar buiten kan blijven kijken, hetgeen van belang kan zijn voor een veilige nadering (onder marginale zichtomstandigheden).

Met het Queen Air-laboratoriumvliegtuig, dat uitgerust was met een dergelijk systeem, werden bij goed zicht diverse naderingsvluchten uitgevoerd op een aantal banen die operationeel worden gebruikt. De resultaten van deze naderingen vertoonden evenwel geen aanwijsbaar verschil tussen de uitvoering met en zonder HUD, waarschijnlijk als gevolg van het feit dat nog voldoende hoogte-informatie werd verkregen uit de „tekening” op de grond. Besloten werd een serie naderingen uit te voeren, zowel bij dag als bij nacht, over een wateroppervlak op een aantal fictieve banen, i.c. dijkgedeelten rond het IJsselmeer.

Hierbij bleek dat de nadering duidelijk nauwkeuriger werd uitgevoerd bij gebruik van het HUD. Naar het oordeel van de betrokken vliegers gaf het HUD bovendien meer zekerheid over de juiste uitvoering van de nadering, vooral s' nachts.

Voorts nam het NLR deel aan de activiteiten van de AWOP Meteorologische Werkgroep. Nagegaan werd in hoeverre de bij het KNMI aanwezige gegevens bruikbaar zijn voor verwerking in windverval- en remousmodellen en welke mogelijkheden aanwezige (b.v. de „Vlaardingen-mast”) resp. toekomstige meetfaciliteiten bieden voor het verkrijgen van uitgebreidere dan wel betere meetgegevens. Hierbij is het oog vooral gericht op het verschaffen van betere atmosferische gegevens aan de vlieger in verband met de uit te voeren landing.

Diverse vergaderingen werden bijgewoond van de „Kerngroep Cat. II/III” en van de „Werkgroep Operationeel/Voorschriften” die ten behoeve van de Kerngroep studies uitvoert op het gebied van de operationele aspecten van Cat. II/III-operaties (landingen bij bepaalde minimale zichtomstandigheden).

De werkzaamheden ten behoeve van het „Obstacle Clearance Panel” (OCP) van de ICAO, die eveneens in opdracht van de RLD plaatsvinden, betreffen in hoofdzaak de verdere ontwikkeling en verfijning van het „collision risk model”. Dit is een mathematisch model waarmee de kans op een botsing met aanwezige obstakels kan worden berekend uit de distributie van de laterale resp. verticale afwijkingen en snelheden ten opzichte van het ILS-pad bij instrumentnaderingen. In het bovengenoemde „collision risk model” is het bij het NLR ontwikkelde model voor de beschrijving van de met behulp van volgradar in voorgaande jaren gemeten afwijkingen gecombineerd met een in Engeland door het RAE ontwikkeld model, waarin de factoren zijn verwerkt die tot bovengenoemde afwijkingen leiden. In het verslagjaar werden uit de door het NLR verzamelde meetgegevens de verdelingen van

laterale en verticale snelheden ten opzichte van het ILS-pad bepaald. De resultaten zullen worden verwerkt in een botsingskansmodel dat in de USA wordt ontwikkeld.

Ook werd aandacht besteed aan de gevolgen van een z.g. „missed approach”, meer in het bijzonder aan de mogelijke laterale afwijking die kan optreden bij het uitvoeren van een dergelijke procedure. Aangezien hiervoor geen operationele meetgegevens beschikbaar zijn werd deze afwijking bepaald voor het DC 9-vliegtuig met behulp van gegevens van de boordsystemen.

Ten behoeve van de vergadering van Werkgroep I van het OCP (de mathematische werkgroep) werden diverse „discussion papers” (DP's) en „background information documents” (BID's) opgesteld.

Op het gebied van de vliegveldverlichting werd op verzoek van de RLD medewerking verleend aan de beproeving van een naderings-verlichtingssysteem voor grasbanen op het vliegveld Teuge. Aan dit beproevingsprogramma namen 24 vliegers deel, die elk zes naderingen uitvoerden waarvan drie met en drie zonder ontstoken naderingsverlichting. Het NLR verzorgde hierbij metingen met betrekking tot het verloop van de nadering en de laterale afwijking ten opzichte van het verlengde van de baan. Door middel van een enquêteformulier werd het oordeel van de vliegers over beide situaties vastgelegd. Met de uitwerking en analyse van de meetgegevens werd een begin gemaakt.

In opdracht van de Directie Luchtvaartterreinen van de RLD werden berekeningen uitgevoerd ter verificatie van de door het Visual Aids Panel (VAP) van de ICAO gemaakte schattingen over de omvang van het door de naderings- en landingsverlichting te bestrijken luchtruim voor een vluchtuitleiding onder Cat. II- resp. Cat. I-omstandigheden. De berekeningen werden uitgevoerd met gegevens ontleend aan de hierboven genoemde volgradarmetingen van operationele ILS-naderingen en aan de met behulp van een optisch systeem geregistreerde operationele landingsmanoeuvres. Een statistische analyse van de afwijkingen van de nominale vliegbaan toonde aan dat de VAP-schattingen verantwoord zijn.

Luchtverkeersaspecten

In opdracht van de RLD werd wederom intensieve medewerking verleend bij het ontwerp en de ontwikkeling van het nieuwe SARP-verkeersleidingssysteem (Signaal Automatic Radar Processing) voor Schiphol dat omstreeks 1976 gereed moet zijn voor operationeel gebruik. De systeemvernieuwing zal in twee fasen plaatsvinden en na voltooiing worden gevolgd door een derde fase, die gericht is op een

verdere automatisering van de luchtverkeersleiding.

Met betrekking tot SARP-fase 1 werden de simulatie-studies van het „tracking”-proces, d.w.z. het berekenen van de vliegbaan van elk vliegtuig met behulp van gedigitaliseerde radargegevens, voltooid. Ook het onderzoek naar de optimale instelling van de video extractor voor de nieuwe „approach”-radar (TAR 2) welke de radar-signalen digitaliseert en geschikt maakt voor invoer in de computer, kwam gereed. Dit onderzoek toonde nogmaals aan dat de detectiekans van doelen bij digitale presentatie voldoende groot is.

Een derde onderwerp dat kon worden afgesloten betrof het onderzoek van wijzigingen in de programma's voor het uitvoeren van baanberekeningen met behulp van de huidige SATCO-computer (Signaal Automatic Air Traffic Control) in verband met de invoering van de z.g. 3-„stack” configuratie.

In het kader van SARP-fase 2 werd medewerking verleend bij het opstellen van de systeemspecificaties. Hierbij concentreert het NLR zich vooral op de keuze van het „display”-systeem voor de visuele presentatie van de radargegevens. Tijdens een bezoek aan de VS werden gegevens verzameld die nodig zijn voor het opstellen van procedures voor het beproeven van het door HSA te ontwikkelen „display”-systeem. Ook werd een advies uitgebracht t.a.v. de verlichting van de ruimte waarin dit nieuwe „display”-systeem zal worden ondergebracht.

Een uitvoerige studie werd gemaakt van de problemen die samenhangen met de automatische detectie van botsingsgevaar tussen vliegtuigen die de „terminal area”, overvliegen. In overleg met de RLD werd hiervoor een eerste programma van eisen opgesteld in verband met de daarvoor te ontwikkelen programmatuur.

De studies ten behoeve van SARP-fase 3 waren gericht op de verdere automatisering van het verkeersleidingsproces, met name op systemen waarmee met behulp van de computer de landingsvolgorde van de vliegtuigen wordt vastgesteld („computer assisted approach sequencing”). Een dergelijk systeem biedt mogelijkheden om de werkbelasting van de verkeersleider te verlagen en/of de capaciteit van de landingsbaan te vergroten.

De resultaten van de in 1969 door het NLR uitgevoerde simulatiestudie over de grootte van de te verwachten vertragingen in het binnenkomende luchtverkeer op Schiphol in de periode 1970-1977 werden opnieuw herzien en aangepast aan het werkelijke verkeersaanbod in 1972. Ook werd een aanvullende berekening gemaakt van de in de praktijk toelaatbare gemiddelde uurcapaciteit voor landingen op Schiphol in verband met route-planning en capaciteitsberekeningen voor een tweede nationale luchthaven.

Vermelding verdient daarnaast de deelneming in opdracht van de RLD aan de werkzaamheden van de „North Atlantic Systems Planning Group” (NAT SPG) en van het „Review of the General Concept of Separation Panel” (RGCS) van de ICAO.

In het kader van de Nederlandse bijdrage aan de NAT SPG, welke commissie zich o.m. bezig houdt met de veiligheid van het luchtverkeer boven de Noord Atlantische Oceaan, werd een begin gemaakt met de herziening van de resultaten van de in 1968 uitgevoerde botsingskansberekeningen van vliegtuigen boven dit gebied op basis van recente radarwaarnemingen van verkeersleiders te Shannon (Ierland). Voor het uitvoeren van de desbetreffende berekeningen werd het door het RAE hiervoor ontwikkelde mathematische model geschikt gemaakt voor de CDC 3300 computer van het NLR.

De doelstelling van het RGCS-panel van de ICAO is de bestudering van separatiecriteria voor de diverse luchtverkeersgebieden teneinde meer rationele en algemeen toepasbare methoden te ontwikkelen voor het opstellen van deze criteria. Zulks is noodzakelijk in verband met in de naaste toekomst te verwachten nieuwe verkeerssituaties en navigatiemiddelen. Voor de verwezenlijking van dit doel werd in 1971 begonnen met het verzamelen van operationele gegevens over de afwijkingen van vliegtuigen van hun nominale baan in West-Europese luchtwegen aan de hand van radarmetingen. Aan deze z.g. „pilot data collection”, die dient om ervaring op te bouwen voor de daarna uit te voeren „main data collection” werd deelgenomen door het NLR, de DFVLR en Eurocontrol. De NLR-metingen werden uitgevoerd met behulp van een door de Koninklijke Landmacht welwillend ter beschikking gestelde volgradar. In het begin van het verslagjaar werd het programma voor de „main data collection” uitgewerkt, waarbij gegevens verzameld zullen worden met behulp van de „secondary surveillance radars”. Voor het verwerken van deze gegevens is het NLR begonnen met het opstellen van een mathematisch model voor het berekenen van de botsingskans van vliegtuigen in z.g. „dual airways”. Uitgangspunt hierbij is het onder NAT SPG genoemde RAE-model.

Overige werkzaamheden

Voor de NIWARS (Nederlandse Interdepartementale Werkgemeenschap voor het Applicatie-onderzoek van Remote Sensing technieken) werden met het Queen Air-laboratoriumvliegtuig meetvluchten uitgevoerd met een infraroodcamera van de Koninklijke Luchtmacht (zie ook de paragraaf „Verkenning van het milieu vanuit de lucht” op blz. 69 van dit verslag).

Ten behoeve van de Onderafdeling der Vliegtuigbouwkunde van de TH Delft werden, evenals in voorgaande jaren, vliegproeven uitge-

voerd in het kader van de vliegtuigbouwkundige opleiding. Andere meetvluchten met het bovengenoemde vliegtuig hadden betrekking op de beoordeling van de baanverlichting op Schiphol.

2.5 RUIMTEVAART

Werkzaamheden ten behoeve van ontwikkelingsprojecten

In opdracht van de ELDO* werden twee traagheidsgeleidingssystemen voor draagraketten van het type Europa II beproefd. Met dit systeem worden de versnellingen van de raket in drie onderling loodrechte richtingen bepaald, waaruit door de boordcomputer de gevolgde vliegbaan berekend wordt. Afwijkingen ten opzichte van de gewenste baan, die is vastgelegd in het geheugen van de computer, worden automatisch gecorrigeerd met behulp van het besturingsmechanisme. Een van de beproefde systemen zal als referentiesysteem bij het NLR aanwezig blijven en worden gebruikt voor verificaties van systeemveranderingen en van veranderingen in het vluchtprogramma voor de boordcomputer.

Ook werd het NLR door de ELDO* belast met het uitvoeren van een gedetailleerde verificatie op de juiste werking van het vluchtprogramma voor de boordcomputer van de Europa II. Deze verificatie zal op twee manieren geschieden, n.l. door middel van „scientific flight simulation” en „interpretive computer simulation”. In het eerste geval wordt op basis van de navigatie-, geleidings- en bewegingsvergelijkingen voor de raket met behulp van een digitale computer de vliegbaan berekend en nagegaan of deze in overeenstemming is met de gewenste vliegbaan. In het tweede geval worden de werking van de boordcomputer en de bewegingsvergelijkingen van de raket en de stuurautomaat geprogrammeerd op een grote computer. Door het invoeren van het werkelijke vluchtprogramma in de nagebootste boordcomputer kan eveneens de vliegbaan worden berekend. Door vergelijking van laatstgenoemde baan met het resultaat van de „scientific flight simulation” kan worden vastgesteld of het vluchtprogramma al of niet goed functioneert.

De in het verslagjaar ten behoeve van deze opdracht uitgevoerde werkzaamheden hadden betrekking op het opstellen van het mathematische model voor de „scientific flight simulation” en op de definitiestudie van de „interpretive computer simulation”.

* Inmiddels is met ingang van 1 mei 1973 de verdere ontwikkeling van de Europa II-raket afgelast.

In het kader van de ontwikkeling van ESRO-satellieten voert het NLR in opdracht van ESTEC een studie uit betreffende het thermisch modelleren van satellietmechanismen. Onder hetzelfde contract vallen de werkzaamheden betreffende het ontwerp en de constructie van een „thermal conductance rig”, een proefopstelling voor het onderzoek van de warmteoverdracht in de lagers van satellietmechanismen.

Astronomische Nederlandse Satelliet (ANS)

De voorbereidingen met betrekking tot de apparatuur en programmatuur voor de systeembediening van de satelliet vanuit het grondstation, die worden uitgevoerd onder auspiciën van het Industrieel Consortium ANS (ICANS), vereisten een grote mate van inspanning van de hierbij betrokken NLR-medewerkers. In het verslagjaar werd zeer veel aandacht besteed aan het opstellen van de subsysteemspecificaties, het definiëren en specificeren van de nodige programmatuur en aan de werkverdeling met het European Space Operations Centre (ESOC) te Darmstadt, waar de ANS-operaties door het NLR zullen worden verricht. De werkverdeling tussen NLR en ESOC is van groot belang in verband met een door ICANS met ESOC af te sluiten contract.

Ook verleende het NLR medewerking bij de beproeving van onderdelen van het instrumentenpakket voor wetenschappelijke waarnemingen, met name van de apparatuur voor het „UV-Experiment”, waarmee het UV-spectrum van jonge, hete sterren bestudeerd zal worden. Voor de beproeving van deze apparatuur werd in opdracht van het Laboratorium voor Ruimteonderzoek van de Rijksuniversiteit Groningen (ROG) een plan opgesteld. Verder werden EMI-metingen (elektromagnetische interferentie) aan deze apparatuur verricht, enerzijds om de gevoeligheid voor storingen van de ladingsversterkers vast te stellen, anderzijds om de storing welke het ANS-boordnet ondervindt van de DC/DC-omvormer te bepalen. Daarnaast werden enkele componenten aan een trillingsbeproeving onderworpen.

Als laatste kan nog de berekening vermeld worden van het verloop van de temperatuur met de tijd bij gegeven stromingscondities voor de stofkap, die tijdens de lancering ter bescherming op de bovenkant van de satelliet is bevestigd.

Mechanica en gebruik van ruimtevoertuigen

Het in 1972 verrichte thermisch vacuümonderzoek was in hoofdzaak gericht op het bepalen van de emissie- en absorptiecoëfficiënten aan gewone, gezandstraalde en gepolijste aluminium proefplaatjes. Deze

gegevens zijn vereist voor het uitvoeren van berekeningen over de warmtehuishouding van satellieten.

Het onderzoek van systemen voor standregeling en -stabilisatie van satellieten, dat wordt uitgevoerd in opdracht van het NIVR, werd voortgezet. De aandacht van het NLR is speciaal gericht op „angular momentum devices” waarmee stuurkoppels kunnen worden opgewekt door uitwisseling van impulsmoment tussen draaiende wielen en de satelliet. Aangezien deze systemen op diverse manieren kunnen worden uitgevoerd, afhankelijk van het type ruimtevoertuig en van de missie, is na een oriënterende studie de keus gevallen op zg. „double gimballed momentum wheels” (reactiewielen opgehangen in twee cardanringen) als uitgangspunt voor verder onderzoek, mede omdat deze zijn aanbevolen voor toepassing in de Europese communicatie-satelliet. Voor deze wielen werd een mathematisch model opgesteld dat nu wordt geanalyseerd. Hierbij worden o.m. gegevens verzameld over de bereikbare nauwkeurigheid bij toepassing in een actief standregelingssysteem en de invloed van de eindige stijfheid van de lagers en de traagheid van de ringen op de nauwkeurigheid en de stabiliteit van het systeem.

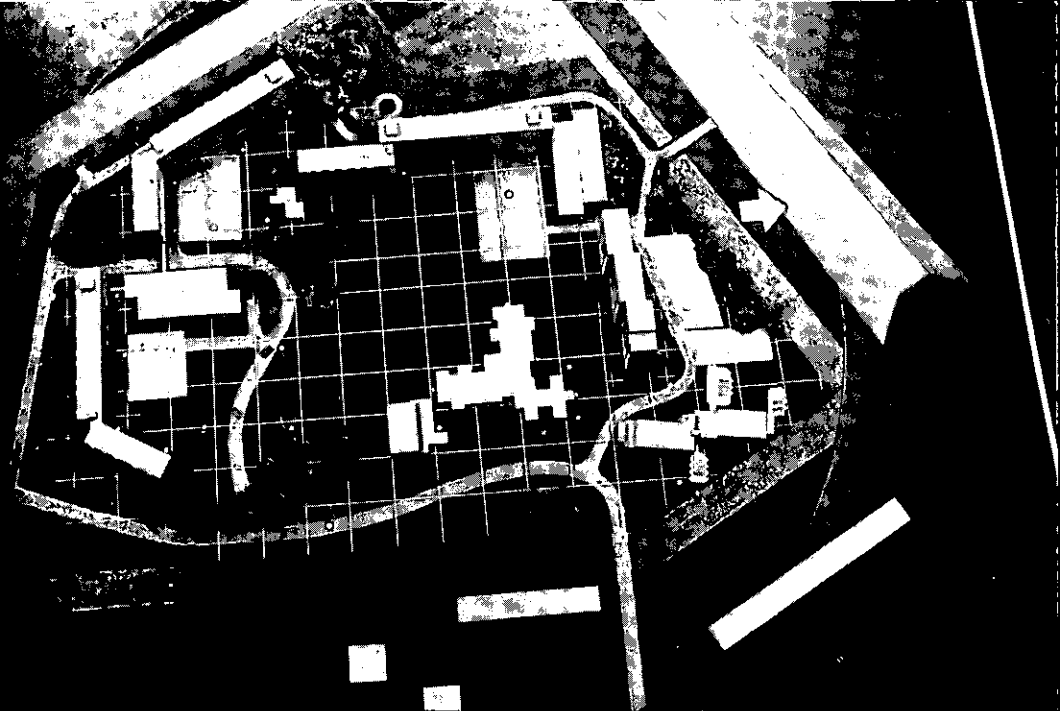
Het toenemende gebruik van traagheidsnavigatiesystemen in de z.g. „strap-down”-uitvoering was aanleiding tot een verdere uitbouw van de kennis van het laboratorium op dit gebied.

Daarom werd in het vorige verslagjaar een begin gemaakt met de bestudering van de effecten van kinematische drift bij „strap-down”-systemen (niet in cardanringen opgehangen gyroscopische standreferentiesystemen en versnellingsmeters) en van methoden om deze vorm van drift te compenseren. Een desbetreffende methode werd uitgewerkt en toegepast op een analogon-model van een semi „strap-down”-systeem, te weten een één-assig gestabiliseerd plateau. Tevens werden voorbereidingen getroffen voor het ontwerpen van een laboratorium-model van een één-assig plateau voor het uitvoeren van experimenteel onderzoek.

2.6 ONDERZOEKINGEN EN WERKZAAMHEDEN IN HET KADER VAN MILIEUVERBETERING EN MILIEUBEHEER

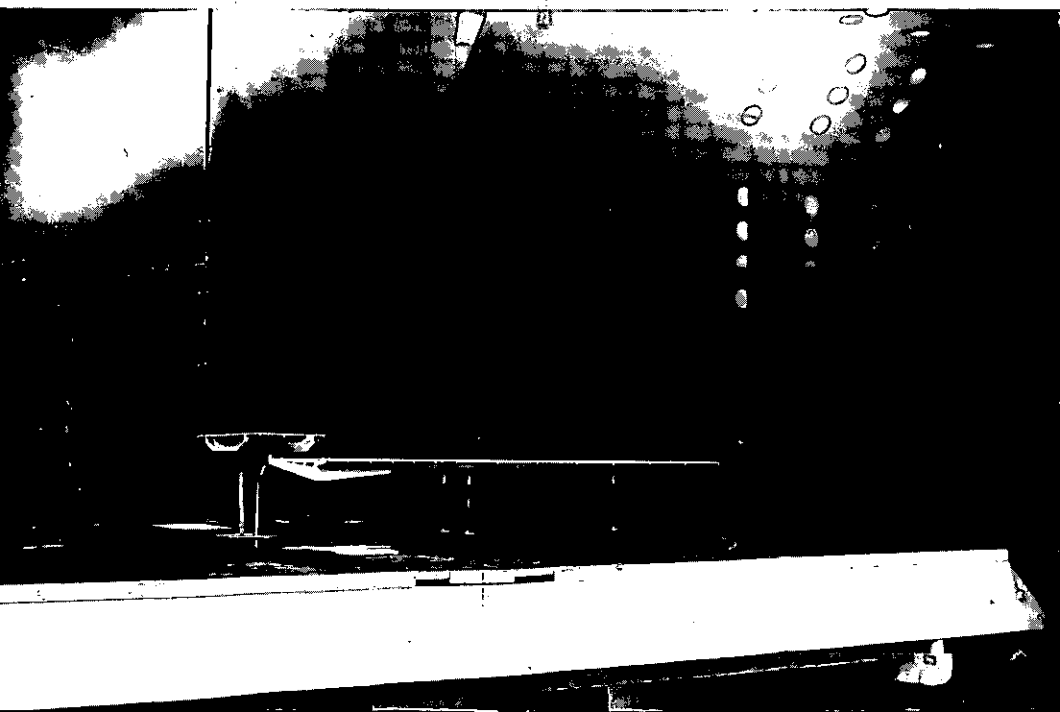
Windproblemen en luchtverontreiniging

Evenals in voorgaande jaren werden talrijke opdrachten ontvangen voor het onderzoeken van problemen die veroorzaakt worden door wind. In het algemeen kunnen hierbij drie categorieën van problemen onderscheiden worden nl. windbelastingen op constructies, wind-



Model van het bestemmingsplan Duivendrecht West voor onderzoek van het windklimaat.

Modelonderzoek naar stationaire windbelastingen op een sectie van de brug bij Ewijk tijdens de montage.



hinder binnen de bebouwde kom en lozingen van gasvormige producten in de atmosfeer. Op grond van de aanwezige speciale kennis en ervaring ten aanzien van luchtstromingen en de werking van luchtkrachten, alsmede door het beschikken over specifieke apparatuur is het NLR bij uitstek in staat deze problemen tot een bevredigende oplossing te brengen.

Het windtunnelonderzoek aan schaalmodellen van de desbetreffende objecten biedt goede mogelijkheden om reeds in het ontwerpstadium snel een indruk te verkrijgen van de problemen die zich bij de werkelijke constructie zullen manifesteren en om preventieve maatregelen aan te geven en te toetsen. Een meer uitvoerige uiteenzetting van deze problemen wordt gegeven in de NLR-brochure „Windproblemen in bouwen milieu”.

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

- Windhinderonderzoek aan modellen van resp. de stadsuitbreiding Schalkwijk C (Haarlem), het uitbreidingsplan Duivendrecht-West (Ouder-Amstel), het St. Franciscus Gasthuis (Rotterdam) en een flatgebouw van de Woningstichting Assen
- Trillingsonderzoek aan modellen van de brug bij Ewijk en die bij Westervoort (Rijkswaterstaat)
- Trillingsmetingen aan een aantal hoogspanningsmasten van diverse elektriciteitsmaatschappijen
- Windbelastingsmetingen aan modellen van de brug bij Ewijk en de Galecopperbrug (Rijkswaterstaat), een schoorsteen van de EZH Centrale, een reclamevlag en reclamelichtbak
- Rookhinderonderzoek aan een model van een fregat (Koninklijke Marine)
- Onderzoek ten aanzien van sterkte en stabiliteit van startbaanverlichting (Philips) en het onderzoek van hete-lucht gordijnen (Luchthaven Schiphol)
- Het onderzoek van schaaffecten. Dit onderzoek wordt uitgevoerd in samenwerking met de Rijksuniversiteit te Utrecht. Aan een model van één van de Universiteitsgebouwen werden in de windtunnel windsnelheden en -richtingen gemeten, terwijl de RU ware-grootte metingen verrichtte. Een eerste vergelijking van de resultaten toonde aan dat de resultaten redelijk met elkaar overeenkomen.

Onderzoek i.v.m. geluidshinder veroorzaakt door vliegtuigen

Een van de belangrijkste taken van het NLR ten aanzien van de verbetering van het leefmilieu in Nederland vormt het in RLD-opdracht uitgevoerde onderzoek op het gebied van de geluidshinder veroorzaakt door vliegtuigen. Mede tengevolge van de grote actualiteit

van dit probleem is de omvang van het onderzoek in aanzienlijke mate toegenomen.

Een groot deel van de in het verslagjaar uitgevoerde werkzaamheden had betrekking op het bepalen van de geluidsbelastingscontouren voor bestaande luchthavens – waarbij rekening werd gehouden met prognoses ten aanzien van het in de toekomst te verwachten verkeersaanbod – en op het onderzoek naar de invloed van wijzigingen van banenstelsels en/of operationele voorschriften en procedures op de veroorzaakte geluidsoverlast.

Voor de bepaling van geluidsbelastingscontouren, d.w.z. lijnen die punten met dezelfde geluidsbelasting (uitgedrukt in z.g. Kosten-eenheden) verbinden, wordt gebruik gemaakt van een eerder door het NLR ontwikkeld mathematisch model. Dit model werd aanzienlijk verfijnd en uitgebreid waardoor het mogelijk werd de geluidsbelasting ook in andere eenheden te berekenen, zoals b.v. de Engelse „Noise and Number Index”.

Een programma kwam gereed voor het in tekening brengen van de aan- en uitvliegroutes aan de hand van gegevens verstrekt door de luchtverkeersbeveiligingsinstantie van een desbetreffend vliegveld. Deze afbeeldingen maken een snelle en efficiënte controle mogelijk op de invoer van de bovengenoemde gegevens in de computer.

De berekening van geluidsbelastingscontouren had in de eerste plaats betrekking op Schiphol en zijn omgeving. Voor deze luchthaven werden geluidshinderprognoses uitgewerkt voor de jaren 1975, 1980 en 1985 waarbij diverse vliegtuigpopulaties en configuraties van het banenstelsel, met inbegrip van een vijfde baan, werden beschouwd. De belangrijkste resultaten van deze werkzaamheden werden eveneens verstrekt aan de Provinciale Planologische Dienst van Noord Holland, die het aantal woningen binnen de verschillende hindercontouren bepaalde. In verband met de invoering van nieuwe richtlijnen voor vertrekkende vliegtuigen vanaf Schiphol werden de geluidshindercontouren berekend op basis van de oude en de nieuwe procedures, waarbij in beide gevallen rekening werd gehouden met een nachtvliegverbod.

Ten behoeve van de Planninggroep Tweede Nationale Luchthaven werden eveneens geluidshinderberekeningen uitgevoerd voor diverse mogelijke baanconfiguraties en baangebruikspercentages i.v.m. het ontwerp van een tweede nationale luchthaven dat onder auspiciën van deze groep wordt uitgewerkt. Ten slotte werden dergelijke berekeningen dit jaar ook voor de vliegbasis Gilze-Rijen uitgevoerd.

Vermelding verdient verder een studie m.b.t. de minimalisering van het vliegtuiggeluid voor een startend vliegtuig; een computerprogramma werd opgesteld voor het bepalen van uit een oogpunt van geluidshinder optimale uitvliegbanen.

Naast het numerieke onderzoek van de geluidshinder werden voorbereidingen getroffen voor de opbouw van een systeem voor het meten van vliegtuiggeluid en voor de verwerking van de meetgegevens. Gewerkt wordt aan een opzet die past in het NLR-apparaatbestand doch die tevens voldoet aan de door de ICAO gestelde eisen t.a.v. de uitleessnelheid en -nauwkeurigheid van de analyse-apparaat.

Een rekenprogramma voor het berekenen van de geluidsterkte van een bron als functie van de afstand tot die bron uitgaande van een gegeven geluidsspectrum voor een referentie-afstand kwam gereed.

Verkenning van het milieu vanuit de lucht

Fotografische opnamen vanuit de lucht vormen reeds jarenlang een belangrijk hulpmiddel bij het in kaart brengen van het aardoppervlak en bij het opsporen van geologische structuren. Eveneens welbekend zijn de technieken voor het meten van de magnetische veldsterkte met behulp van een door een vliegtuig gesleepte magnetometer die gebruikt worden bij het zoeken naar b.v. ijzerhoudende mineralen. Beide methoden maken gebruik van fysische eigenschappen, enerzijds van straling met golflengten die voor het oog waarneembaar zijn, anderzijds van magnetische eigenschappen. Daarnaast zijn vooral in de laatste 10-20 jaar technieken ontwikkeld die gebruik maken van andere fysische eigenschappen zoals onzichtbare straling, met name infrarood, het reflecterend vermogen voor radargolven, radioactieve eigenschappen, enz. Aangezien bij bovengenoemde technieken geen direct contact bestaat met het object van de waarneming spreekt men - zoals reeds eerder werd vermeld - van „remote sensing”-technieken. De recente „remote sensing”-technieken zijn voor een groot deel ontwikkeld in het kader van de opbouw van verkenningsapparatuur voor militair gebruik.

De hiermee verkregen ervaring stimuleert het gebruik ervan voor civiele doeleinden, mede tengevolge van de goede mogelijkheden die zij bieden voor het vaststellen van de mate van lucht- en watervervuiling, van het optreden van plantenziekten, van bodemdetails enz.

In Nederland wordt deze wijze van luchtverkenning uitgevoerd onder auspiciën van de Nederlandse Interdepartementale Werkgemeenschap voor het Applicatieonderzoek van Remote Sensing technieken (NIWARS). Zij maakt vooralsnog voor infrarood-opnamen gebruik van een door de Koninklijke Luchtmacht beschikbaar gestelde infraroodscanner. De meetvluchten worden uitgevoerd met het Queen Air-laboratoriumvliegtuig terwijl het NLR ook met het onderhoud en de verdere aanpassing van deze meetapparatuur belast is. De in het verslagjaar voor de NIWARS uitgevoerde vluchten hadden betrek-

king op:

- de circulatie van het kustwater bij Den Helder en Hoek van Holland
- de hydrologie van de Hupselse Beek
- de ontwikkeling van gewassen op bepaalde gronden in de Betuwe en nabij Wageningen
- het Lauwerszee- en het Eems-Dollardgebied.

Ook werd de infraroodmethode met zeer veel succes toegepast bij het opsporen van een lek in het centrale verwarmingssysteem van de stadswijk Wesselerbrink te Enschede. Aan de hand van de infraroodopname kon het desbetreffende lek snel worden gelokaliseerd.

Zoals reeds hiervoor werd opgemerkt houdt het NLR zich eveneens bezig met de verdere aanpassing van de infraroodmethode aan de gestelde vraagstukken. Deze activiteiten zijn vooral gericht op de uitwerking van de opnamen en met name wordt gewerkt aan magneetbandregistratie van de video-signalen van de scanner tezamen met vlucht- en andere parameters die hiervoor nodig zijn.

In opdracht van Rijkswaterstaat werd een begin gemaakt met diverse studies op het gebied van „remote sensing”. Deze studies hebben betrekking op de toepassing van „Side Looking Airborne Radar” (SLAR), de inbouw van sensoren, de operationele aspecten in verband met de uitvoering van meetvluchten (navigatie), de registratie van de signalen van de sensoren met aanvullende (vliegtuig)gegevens op magneetband en het verschaffen van „quick-look”-faciliteiten voor een beoordeling van de metingen in het vliegtuig.

2.7 OVERIGE WERKZAAMHEDEN

Toegepaste wiskunde

De in het verslagjaar uitgevoerde studies op het gebied van de toegepaste wiskunde waren zoals gebruikelijk in hoofdzaak gericht op het oplossen van specifieke wiskundige problemen verband houdend met de bij het NLR lopende onderzoeken.

In dit verband kunnen de berekeningen van stationaire en instationaire stromingen om vliegtuigconfiguraties en van spanningen en vervormingen in vliegtuigconstructies genoemd worden. Bij het laatstgenoemde onderwerp werd speciaal aandacht besteed aan het oplossen van eigenwaarde-problemen voor het uitvoeren van berekeningen met behulp van de eindige elementenmethode.

Daarnaast werd de bestudering van optimaliseringstechnieken voortgezet, die een steeds belangrijker rol gaan spelen bij het ontwerp van en het onderzoek aan systemen van velerlei aard.

In het kader van deze studies werd o.m. een techniek ontwikkeld ten behoeve van mathematische modellen voor optimaal vliegtuiggebruik, waarbij op magneetband vastgelegde resultaten van eerder berekende vliegbanen worden toegepast. Vermelding verdienen voorts de werkzaamheden betreffende technieken voor de verwerking en analyse van stochastische grootheden. Een van de belangrijkste studies op dit gebied was gewijd aan de statistische beschrijving van de afwijkingen van vliegtuigen van een voorgeschreven baan. Methoden werden geëvalueerd waarmee z.g. „outliers”* in waarschijnlijkheidsverdelingen nagebootst kunnen worden. Deze „outliers” spelen een rol bij de bepaling van veilige grenzen voor instrumentlandingen. Verdere studies betroffen Kalman- en andere filtermethoden en de berekening van stochastische integralen.

Informatiebehandeling en de uitvoering van rekenprocessen

De steeds hogere eisen die gesteld worden aan de snelheid waarmee de resultaten van experimenteel onderzoek beschikbaar moeten komen, maken het noodzakelijk voor de verwerking van de meetgegevens meer en meer over te gaan op „algemene verwerkingsprogramma's” bestaande uit pakketten standaardprogramma's.

In dit verband werd de inspanning geconcentreerd op programma's voor de verwerking van de resultaten van vliegproeven en van vliegbaanmetingen enerzijds en op die voor de verwerking van de resultaten van windtunnelmetingen anderzijds.

De programmatuur (reductie-, conversie- en histogrammenprogramma's) voor het Data Verwerkings Station Vliegproeven (DVSV) dat de in de vlucht op magneetband vastgelegde meetgegevens omzet in een vorm die geschikt is voor verdere verwerking op de centrale computer, werd nagenoeg voltooid.

Ten behoeve van de uitwerking van vliegbaanmetingen werden standaardprogramma's opgesteld voor de verwerking van versnellings- en standhoekgegevens die worden vastgelegd met behulp van een Beaudouin-camera resp. van meetresultaten die geregistreerd zijn met behulp van een digitale draadrecorder. Het laatstgenoemde programmapakket omvat een foutendetectie- en een ijkprogramma, alsmede een programma voor het bepalen van statistische parameters. Voor beide gevallen werden plotterprogramma's opgesteld waarmee grafieken van de berekende banen in het x-y en het z-t vlak gemaakt kunnen worden.

Met betrekking tot de verwerking van windtunnelmetingen werd een begin gemaakt met de noodzakelijke aanpassing van het algemeen

* Uitschieter voorkomend bij een verzameling van gemeten waarden.

verwerkingsprogramma aan de medio 1973 in gebruik te nemen Cyber 72 computer.

Elektronika

Het algemene speurwerk op het gebied van de elektronika was, evenals in voorgaande jaren, enerzijds gericht op de meetapparatuur welke door het NLR bij het onderzoek wordt gebruikt, anderzijds op de elektronische systemen die zich in vliegtuigen en ruimtevoertuigen bevinden.

De studie betreffende de hybride conditionering van rekstrookbruggen resulteerde in de vervaardiging van een prototype van de hybride versterker.

Veel aandacht werd voorts besteed aan de bestudering van de eigenschappen en aan de beproeving van allerlei componenten, zoals relais, transistoren, instrumentatieversterkers, geïntegreerde schakelingen, enz. Ook werd een computerprogramma opgesteld voor het samenstellen van bedradingslijsten.

3 Technische outillage

3.1 INLEIDING

De schaalvergroting die zich in vele andere bedrijfstakken voltrekt treedt ook op in de luchtvaart. Ten aanzien van het luchtverkeer en de hierbij gebruikte transportmiddelen vindt dit vooral zijn weerspiegeling in de toenemende problematiek rond de veilige uitvoering van de vlucht. Hierbij spelen de vliegeigenschappen van het vliegtuig, de betrouwbaarheid en de veiligheid van de vliegtuigconstructie en die van de toegepaste boordsystemen een belangrijke rol. Alvorens een bewijs van luchtwaardigheid voor een vliegtuig wordt afgegeven dienen de diverse aspecten dan ook uitvoerig te worden onderzocht en eventuele tekortkomingen te worden verholpen. Dit vergt van een research-laboratorium als het NLR, dat zowel bij het aërodynamische ontwerp en de sterktebeproeving als bij de vliegbeproeving van prototypen betrokken wordt en dat zich bovendien moet voorbereiden op toekomstige taken op dit gebied, een grote inspanning ten aanzien van de uitbreiding en aanpassing van beproevingsinstallaties en meetinstrumentarium. Tevens dient het hoofd geboden te worden aan de zich soms snel wijzigende taken waarvoor het NLR zich gesteld ziet en waarvoor doeltreffende meettechnieken en -apparatuur moeten worden tot stand gebracht (R/STOL-onderzoek, vluchtsimulatie-onderzoek, geluidshinderonderzoek).

In het hiernavolgende wordt een overzicht gegeven van de uitbreidingen resp. verbeteringen die in 1972 tot stand kwamen dan wel voorbereid werden.

3.2 VOOR STROMINGSONDERZOEK

In dit overzicht van de uitbreidingen resp. verbeteringen van de aërodynamische beproevingsapparatuur zullen eerst de verschillende bij het NLR aanwezige of geplande windtunnels worden beschouwd en vervolgens de apparatuur van meer algemene aard worden gemenoreerd.

Lage-snelheids windtunnels

Het LST 8 × 6-plan – Dit project omvat de ontwikkeling, het ontwerp en de bouw van een windtunnel met een meetplaatsdoorsnede van 8 × 6 m voor het aërodynamische onderzoek bij lage snelheden. Met deze tunnel verwacht het NLR te kunnen voorzien in de behoefte aan een goede onderzoekinstallatie voor de ontwikkeling van toekomstige vliegtuigen, terwijl deze tevens zijn nut zal kunnen afwerpen voor het onderzoek van windhinderproblemen die het leefmilieu van de mens onaangenaam beïnvloeden.

Door de grote actualiteit van de geluidshinder om luchthavens alsmede de toenemende omvang van het luchtverkeer over korte en middelgrote afstanden zal, naar het zich laat aanzien, het accent komen te liggen op de ontwikkeling van geluidsarme vliegtuigen die min of meer steil kunnen starten en landen. Het windtunnelonderzoek i.v.m. de aërodynamische ontwikkeling van dergelijke vliegtuigen zal dan ook meer dan voorheen gericht zijn op het lage-snelheidsgebied terwijl tevens in dit stadium een oordeel gevormd moet kunnen worden over de te verwachten geluidsproductie.

Als controle op het voorgestelde tunnelontwerp en voor het verkrijgen van aanvullende gegevens die voor een verdere detaillering van het ontwerp nodig zijn werd een schaalmodel (1 : 10) van de tunnel gebouwd, dat in het begin van het verslagjaar in bedrijf werd gesteld. In deze modeltunnel werden o.a. metingen verricht ter bepaling van de weerstand van het tunnelcircuit en van het rendement van de schroef die belangrijke gegevens opleverden over het in de werkelijke tunnel te installeren vermogen. Ook werden geluidsmetingen uitgevoerd ter verkrijging van gegevens over het achtergrondlawaai in de tunnel en de invloed van de toepassing van een open of gesloten meetplaats bij geluidsmetingen aan vliegtuigmodellen.

Daarnaast werd voortgegaan met het maken van voorstudies van diverse onderdelen van de werkelijke tunnel, zoals het betonnen circuit, de metalen circuitdelen en de schroef. Na goedkeuring van overheidszijde kan met de ontwerpwerkzaamheden op grond van deze voorstudies op korte termijn worden aangevangen.

LST 3 × 2 – Een opstelling kwam gereed voor het op afstand bedienen van de centrering van het model bij het meten van aërodynamische grootheden bij zijdelingse aanblazing (slip).

Transsone- en supersonische windtunnels

HST – Een aantal merendeels kleinere voorzieningen en uitbreidingen zijn tot stand gekomen.

SST en CSST – Het SST-keelstuk werd voorzien van nieuwe kracht-cylinders en standaardwijzers waardoor een verbetering van de kwaliteit van de meetresultaten werd verkregen. De bediening van de tunnels werd verbeterd door de installatie van nieuwe bedieningslessenaars. Voorstudies werden verricht in verband met het ontwerp van een kleine transsone tunnel voor aërodynamisch onderzoek bij grote getallen van Reynolds.

Hieraan is dringend behoefte i.v.m. het speurwerk inzake moderne profielen en vleugelvormen en ter ondersteuning van het transsone onderzoek dat in de HST wordt uitgevoerd.

Installaties voor hypersofoon onderzoek

Guntunnel project – Aangezien het plaatsen van een gecombineerde opdracht voor ontwerp en bouw van een guntunnel bestemd voor aërodynamisch onderzoek in het laag-hypersone snelheidsgebied (Mach 6–12) in Nederland niet mogelijk bleek, werd de uitvoering van het project ernstig vertraagd. Vervolgens werd op grond van budgettaire overwegingen in de loop van het verslagjaar, mede gezien de prioriteit die wordt toegekend aan de hiervoor genoemde LST 8 × 6, besloten de werkzaamheden ten behoeve van het guntunnel project voorshands op te schorten. Een aantal werkzaamheden, o.a. de beproeving van het materiaal voor de loop, het ontwerp van de stroomtuit en de constructieve uitwerking van het lage-drukgedeelte van deze installatie werd afgerond.

Schokbuis – Door modificatie van de schokbuis werd een Ludwiegbuis verkregen – d.i. een buis waarin de stromingscondities op de meetplaats voldoende lang constant gehouden kunnen worden voor het uitvoeren van een meting – ten behoeve van onderzoeken aan de stroming in uitlaten en van interferentieproblemen in hypersone stromingen.

Algemene apparatuur

Naast de verbetering en uitbreiding van de faciliteiten voor specifieke toepassingen werd ook gewerkt aan het tot stand brengen van meetopstellingen en apparatuur voor meer algemeen gebruik bij het stromingsonderzoek. Vooral het ijken van meetinstrumenten en het ontwikkelen van bruikbare methoden hiervoor, vormen een zeer belangrijk onderdeel van deze activiteiten. In dit verband kunnen genoemd worden de installatie van een tweede ijkboek voor het ijken van rekstrookbalansen, de ontwikkeling van apparatuur voor het automatisch ijken van druktransducers, alsmede het ijken van anemo-

meters bij lage snelheden met behulp van gloeidraadmetingen.

Op het gebied van meet- en registratie-apparatuur werd een aantal universele lusversterkers voor UV-recorders vervaardigd en werd een meetopstelling gemaakt voor het meten van de hoek tussen de ongestoorde stromingsrichting en een op een model bevestigde windvaan. Voor metingen aan modellen uitgerust met waterstofperoxyde-motoren werd een stuwkrachtbalans met H_2O_2 -doorvoer ontwikkeld en in gebruik genomen.

3.3 VOOR ONDERZOEK OP HET GEBIED VAN CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

De werkzaamheden op het gebied van de belastingsapparatuur waren in hoofdzaak gericht op het realiseren van de mogelijkheden om de 20-tons Amsler-trekbank te gebruiken als vermoeiingsmachine. Een daartoe benodigde ingangssignaalgever werd ontwikkeld en vervaardigd. Met dit apparaat, MIDAS (Magnetic Input Digital to Analog Signal) genaamd, kan een willekeurig variërende vermoeiingsbelasting worden aangebracht. Deze belasting wordt beschreven door middel van de digitale waarden van de opeenvolgende belastingspieken.

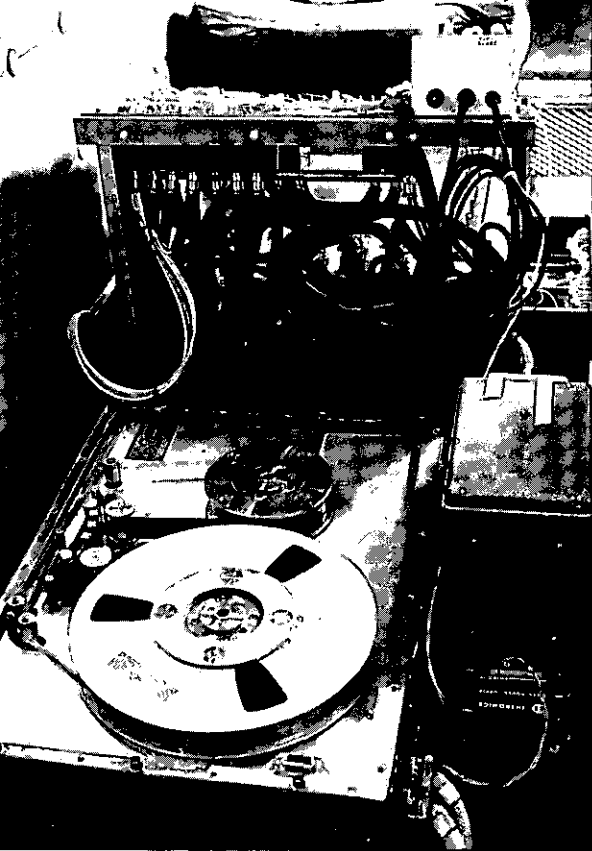
Met betrekking tot meet- en ijkapparatuur kan als voornaamste uitbreiding genoemd worden de totstandkoming van een meetopstelling voor het automatisch meten van scheurgroei. De toegepaste methode is gebaseerd op de goede correlatie die er bestaat tussen de lengte van de scheur en de elektrische weerstand bij doorgang van een gelijkstroom.

Veel aandacht werd voorts besteed aan de beproeving van rozetten en spanningsstrookjes voor het meten van spanningen en vervormingen van constructies.

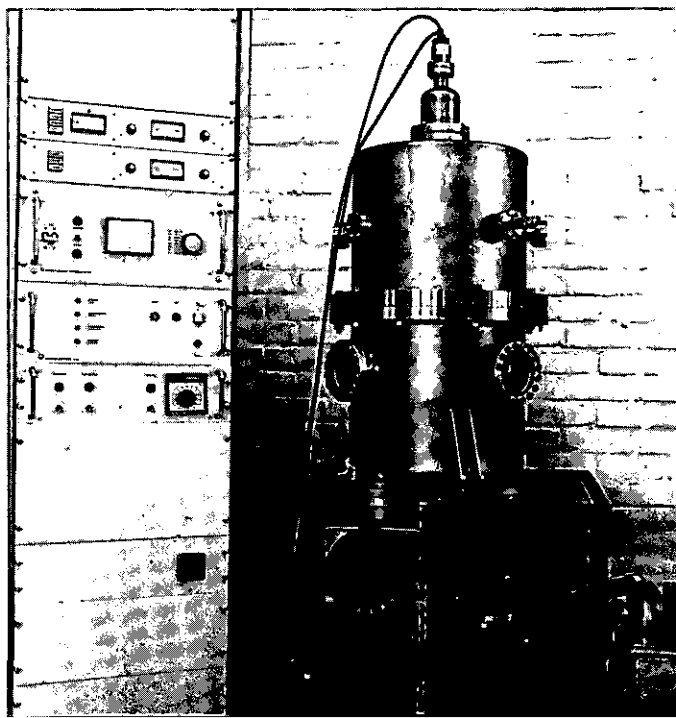
3.4 VOOR VliegMECHANISCH ONDERZOEK

Laboratoriumvliegtuigen

Voor de beproeving van meetmethoden en -systemen voor het onderzoek van prestaties en vliegeigenschappen van prototypen en van apparatuur voor waarnemingen uit de lucht („remote sensing”, baanverlichtingscontrole, e.d.) beschikt het NLR over twee laboratoriumvliegtuigen, te weten een Beechcraft Queen Air en een Hunter. De voortdurende aanpassing van de uitrusting van deze vliegtuigen



De Puls Code Modulatie
apparatuur in het Queen Air
laboratoriumvliegtuig waar-
mee o.m. de resultaten van
vliegproeven met een „head
up display” in digitale vorm
op 1 inch magneetband wer-
den geregistreerd.



Uitstookbaar schoon ultra
hoogvacuum systeem voor
het bestuderen van het uit-
gassen van materialen in een
ruimteomgeving.

ten behoeve van de uitvoering van nieuwe taken is uiteraard van essentieel belang.

In het verslagjaar werd in het Queen Air-vliegtuig een belangrijke verbetering tot stand gebracht door de installatie van het „Sperry Three Axes Reference System” (STARS) dat het mogelijk maakt in de toekomst met het vliegtuig onder Cat.II-zichtomstandigheden metingen uit te voeren.

Apparatuur voor vliegproeven

Belangrijke vorderingen werden in het verslagjaar gemaakt bij de modernisering van de apparatuur voor vliegproeven. Hierbij kan onderscheid gemaakt worden tussen de meet- en registratie-apparatuur voor gebruik aan boord van het vliegtuig en de apparatuur voor de verwerking van de meetgegevens op de grond.

De meet- en registratie-apparatuur voor gebruik aan boord van vliegtuigen werd belangrijk uitgebreid en omvat nu 8 „flight data acquisition units” (FDAU's) met ieder 64 kanalen welke gemiddeld ieder 1 maal per seconde worden bemonsterd. Met het oog op de bedrijfszekerheid bij vliegproeven en de uitvoering van parallel lopende onderzoeken werd naast het reeds aanwezige Puls Code Modulatie-systeem (PCM), dat 72 kanalen heeft die elk ca 150 maal per seconde worden bemonsterd een bestelling geplaatst voor aanvulling van deze uitrusting.

De FDAU-apparatuur welke bestemd is voor quasi-statische metingen werd op vele punten belangrijk verbeterd o.a. met betrekking tot de nauwkeurigheid.

Voor beide systemen werden beproevings-installaties ontwikkeld en aangemaakt alsook hulpelektronika voor signaal-conditionering en besturing.

Daar de FDAU-apparatuur registratie op eenvoudige recorders mogelijk maakt werden bij diverse projecten Philips cassette-recorders toegepast. Zowel de PCM- als de FDAU-apparatuur werden met succes in het laboratorium en in de vlucht met behulp van de laboratoriumvliegtuigen beproefd.

Het op blz. 54 reeds ter sprake gekomen apparatuursysteem voor de verwerking van de meetgegevens op de grond, het z.g. Data Verwerkingsstation voor Vliegproeven (DVSV) kwam eveneens gereed voor operationeel gebruik. Dit systeem converteert de in de vlucht opgenomen magneetband via een CDC-1700 computer in een magneetband die compatibel is met de centrale computer van het NLR waarop de definitieve uitwerking van de gegevens plaatsvindt. In totaal kunnen 4 verschillende soorten magneetband verwerkt worden (1/8" cassette; 1/4"; 1/2"; 1") met zowel in serie als parallel geregistreerde digitale

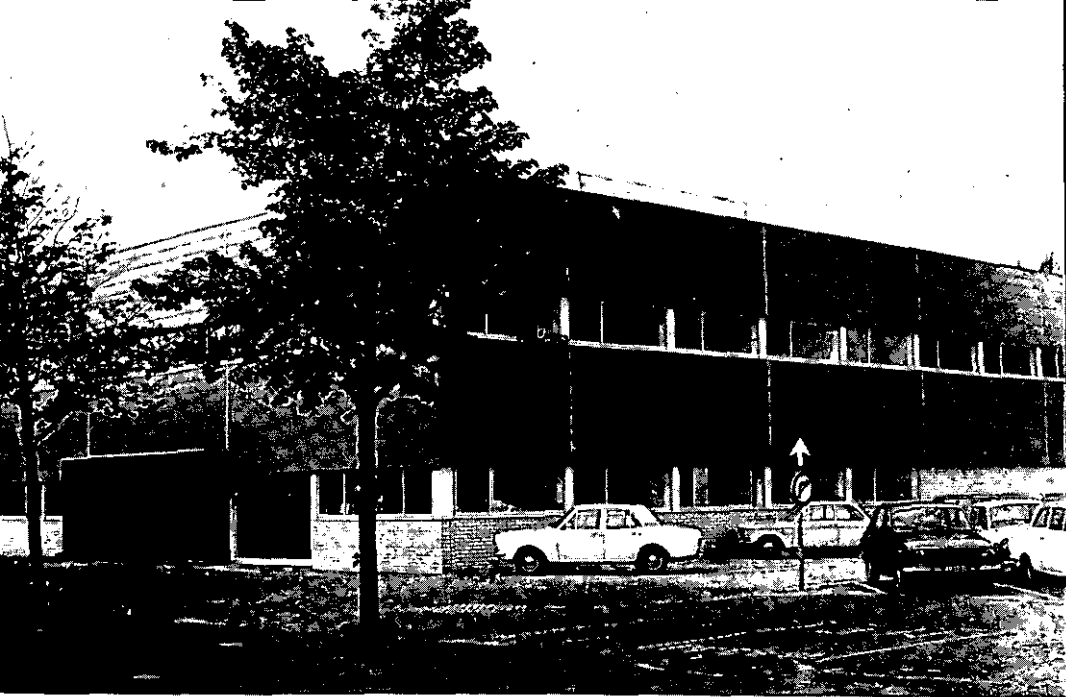
woorden in uiteenlopende codes. De werkzaamheden ten behoeve van het DVSV hadden vooral betrekking op de „interface“-elektronika tussen de afspeelrecorders en de computer, op de realisering van een z.g. „quick look“-systeem voor een snelle globale beoordeling van de werking van de boordregistratie-apparatuur en van de vluchresultaten en de voorbereiding van de koppeling van het DVSV middels telefoonlijnen met de in bedrijf te stellen Cyber 72 computer in de NLR-vestiging in de Noordoostpolder. Daarnaast zijn met behulp van dit systeem controles en selecties van meetgegevens uit te voeren, eenvoudige berekeningen toe te passen en de resultaten visueel te presenteren.

Naast het hierboven beschreven „off-line“-systeem voor de verwerking van de vluchtgegevens vereisen bepaalde vliegproeven, m.n. fluttermetingen, dat de in het vliegtuig geregistreerde meetgegevens „on line“ op de grond geïnterpreteerd kunnen worden. Aangezien dit alleen mogelijk is met behulp van telemetrie werd een systeem ontwikkeld, waarmee analoge signalen via één communicatiekanaal van een normale boordradioinstallatie naar een dataverwerkingsstation op de grond kunnen worden overgebracht. Dit grondstation is uitgerust met spectraal-analyse apparatuur, waarmee het verloop van de proeven in „ware tijd“ gevolgd en beoordeeld kan worden. Met de beproeving van dit systeem in de vlucht werd inmiddels een begin gemaakt en de eerste resultaten mogen bevredigend worden genoemd. Met bovengenoemde telemetrieverbinding zijn als proef ook digitale signalen overgebracht. De verkregen resultaten zijn veelbelovend.

Eveneens ten behoeve van het flutteronderzoek werd een systeem voltooid waarmee bij standtrillingsproeven (op de grond) de eigen-trillingsvormen met bijbehorende frequenties, gegeneraliseerde massa's, stijfheid en demping van een vliegtuig bepaald kunnen worden. Naast de werkzaamheden ten behoeve van de hierboven beschreven grote apparatuursystemen werden talloze verbeteringen en uitbreidingen van beperkte omvang tot stand gebracht, waardoor de bruikbaarheid van het instrumentarium als geheel wederom belangrijk kon worden verbeterd.

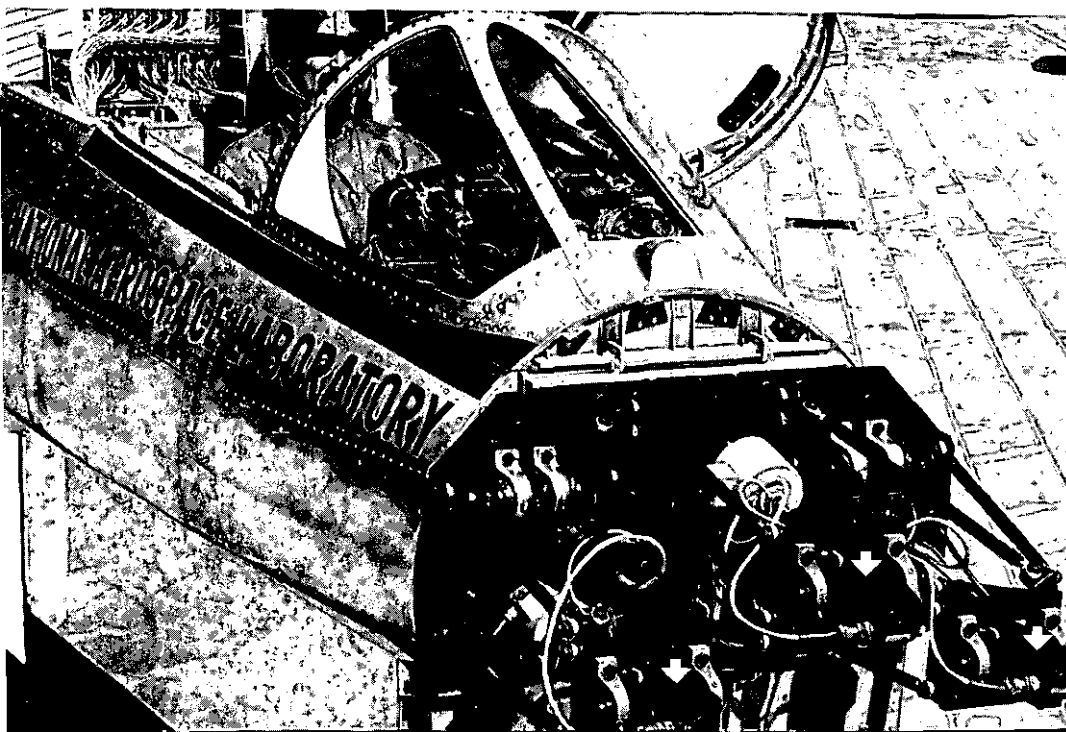
Vluchtnabootsers

Na de oplevering van het vluchtnabootser-gebouw in Amsterdam werd een begin gemaakt met de installatie van de vluchtnabootser met bewegende stuurhut, bestemd voor vliegmechanisch onderzoek. Enkele belangrijke onderdelen van de vluchtnabootser zoals het bewegingsmechanisme en het hydraulische systeem voor stuur-



Het nieuwe gebouw op het NLR-terrein te Amsterdam waarin de vluchtnabootser met bewegende stuurhut zal worden ondergebracht. Het gebouw dient tevens ter vervanging van kantoorruimte in verouderde barakken.

Vooraanzicht van de geïnstrumenteerde stuurhut-voor de in aanbouw zijnde vluchtnabootser met bewegende stuurhut. Zichtbaar zijn de hydraulische cilinders voor de nabootsing van de krachten in de drie stuurorganen.



krachtnabootsing kwamen in het verslagjaar geheel of nagenoeg gereed. De vergelijkende studie van de voor deze vluchtnabootser in aanmerking komende computers resulteerde in de bestelling van een PDP 11/45 computer. Ook met de inrichting van de uit een F-104G-vluchtnabootser afkomstige éénpersoonsstuurhut en met de vervaardiging van de bedienings- en beveiligingselektronika werden goede vorderingen gemaakt. Ten behoeve van een in de toekomst gewenst geachte uitbreiding met een tweepersoonsstuurhut kon door medewerking van de KLM een stuurhut van een overtollig geworden DC 7-vluchtnabootser worden overgenomen.

De werkzaamheden op het gebied van de programmatuur waren gericht op de ontwikkeling van diverse simulatieprogramma's, alsmede van een mathematisch model van het Hunter-laboratorium-vliegtuig met behulp waarvan de vluchtnabootser zal worden beproefd.

Bij de C-11 VTOL-vluchtnabootser werden diverse verbeteringen aangebracht die o.m. gericht waren op de uitwisselbaarheid van de stuurknuppel met een stuurwiel, het instelbaar maken van de stuurkrachten, het nabootsen van vier motoren en op het invoeren van roeruitslagen tijdens statische beproeving. Ook kwam de koppeling van deze vluchtnabootser aan de EAI analogon-rekenmachine gereed.

3.5 VOOR RUIMTEVAARTONDERZOEK

Het NLR heeft zich in de afgelopen jaren vooral gericht op het tot stand brengen van bewegingssimulatie-apparatuur voor het onderzoek van standregelsystemen van ruimtevoertuigen.

In het verslagjaar werden de rekenfaciliteiten aanzienlijk verbeterd door de aanschaffing van een EAI 640 digitale computer met EAI 693-„interface”, welke samen met de aanwezige EAI 680 analogon computer werden geïntegreerd tot een hybride rekeninstallatie.

Ten behoeve van een mogelijke toekomstige uitbreiding van de genoemde outillage met een nieuwe bewegingssimulator werden diverse voorstudies verricht om te komen tot een voorlopige specificatie van een dergelijke installatie.

Voor het onderzoek van z.g. „strap-down”-systemen (niet cardanisch opgehangen gyroscopische standreferentiesystemen en versnellingsmeters), en meer in het bijzonder van de hierbij optredende kinematische driftverschijnselen werd voortgegaan met de ontwikkeling van een één-assig gestabiliseerd plateau waarbij een aanwezige SAGEM gyro als traagheidssensor zal worden gebruikt.

3.6 VOOR ALGEMEEN GEBRUIK

Na een uitgebreide studie van de behoefte aan rekencapaciteit bij het NLR en een uitvoerig onderzoek van de mogelijkheden van het rekenen in externe rekencentra werd, mede gezien de specifieke aard van de NLR-werkzaamheden, besloten tot de vervanging van de CDC 3300 door een grotere centrale rekenmachine.

Op grond hiervan werd overgegaan tot het plaatsen van een opdracht voor de levering van het in het eerste hoofdstuk van dit jaarverslag bedoelde Control Data Cyber 72-systeem. In aansluiting hierop werden de noodzakelijke voorbereidingen voor de introductie van dit systeem met kracht ter hand genomen. Deze omvatten o.m. het opstellen van de technische specificatie voor de nieuwe computerruimte, de analyse van het pakket van werkzaamheden dat op deze computer moet worden uitgevoerd, het aanpassen van het aanwezige programmapakket en de bijscholing van programmeurs.

De ontwikkeling van een programmeerbaar apparaat waarmee aan gekochte of in eigen beheer vervaardigde elektronische systemen of subsystemen metingen of beproevingen kunnen worden uitgevoerd werd voortgezet. Ten behoeve van dit systeem werd o.m. een NOVA 1220-minicomputer aangeschaft. Deze vormt tevens een belangrijk hulpmiddel bij de ontwikkeling van meetapparatuur voor gebruik in het laboratorium resp. in de vlucht waarbij minicomputers worden toegepast.

Een belangrijke uitbreiding kwam tot stand in de vorm van een meetkooi met bijbehorende meetapparatuur voor het meten van stoor signalen veroorzaakt door elektronische systemen en het bepalen van de gevoeligheid van deze systemen voor stoorsignalen, de z.g. elektromagnetische interferentie (EMI). Voor het onderzoek van de gevoeligheid van elektronische apparatuur voor uitwendige elektrische velden werd een microstrip-tester vervaardigd, waarmee bij lage frequenties (tot 100 MHz) velden met een hoge veldsterkte kunnen worden opgewekt.

Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR

1 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. Zwikker en prof. Von Weiler traden overeenkomstig hun met hun emeritaat samenhangende verzoeken op 1 oktober 1972 als lid-voorzitter resp. als lid van de commissie af. Prof. dr. ir. A. I. van de Vooren werd bereid gevonden de taak van prof. Zwikker over te nemen en prof. dr. J. Borgman die van prof. Von Weiler. Het bestuur van het NLR is de afgetreden commissieleden erkentelijk voor het vele werk dat zij hebben verricht. In de bestuursvergadering van 21 september 1972 kwam de waardering van het NLR-bestuur tot uiting voor de brede belangstelling van prof. Zwikker en voor de voor het NLR zo belangrijke omstandigheid, dat hij sinds de tijd dat hij directeur van het laboratorium was steeds contacten met de luchtvaart heeft onderhouden.

De vergaderingen van het bestuur werden door de voorzitter van de Wetenschappelijke Commissie bijgewoond. De samenstelling der commissie en die der subcommissies per ultimo 1972 blijkt uit onderstaand overzicht.

2 Samenstelling van de Wetenschappelijke Commissie aan het eind van 1972

Prof. dr. ir. A. I. van de Vooren, voorzitter,
Prof. dr. J. Borgman,
Prof. ir. P. Jongenburger,
Prof. dr. ir. J. A. Steketee,
Prof. dipl. ing. J. B. Westerdijk.

3 Samenstelling van de subcommissies aan het eind van 1972

Subcommissie voor Aërodynamica

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

Subcommissie voor Aëroëlasticiteit

Prof. dr. ir. A. van der Neut, voorzitter,
Lt. kol. ir. H. Kreuning,
Ir. H. N. Wolleswinkel,
Dr. ir. J. IJff.

Subcommissie voor Ruimtevaart-techniek

Prof. ir. H. Wittenberg, voorzitter,
Dr. J. A. M. Bleeker,
Drs. W. Bloemendal,
Dr. R. J. van Duinen,
Dr. W. de Graaff,
Ir. P. van Otterloo.

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 Toegepaste Wiskunde

Prof. dr. R. Timman, voorzitter,
Prof. dr. ir. L. Dekker,
Prof. dr. ir. A. J. W. Duyvesteyn,
Ir. W. P. J. Fontein,

Prof. dr. ir. W. L. van der Poel,
Prof. dr. E. van Spiegel.

Subcommissie voor Vliegeigenschappen en Vliegtuiggebruik

Prof. J. H. D. Blom, voorzitter,
LtZ.I. (T) ir. W. G. de Boer,
J. de Haas,
A. P. Moll,
Maj. vl. A. P. Okkerman,
Ir. C. H. Reede,
C. G. J. Reijers,
Ir. P. H. G. J. Spuybroek.

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

4 Vergaderingen

De Wetenschappelijke Commissie besprak in haar vergaderingen:

- a. de concept-werkplannen van het NLR voor 1972 resp. voor 1973,
- b. de stand van het speurwerk in eigen beheer van het NLR en die van de onderzoeken van algemene aard in opdracht van het NIVR,
- c. enkele programma's van door het NLR uit te voeren werkzaamheden in het kader van het door het NIVR opgedragen research-programma voor 1972,
- d. de aanpassing van de commissie en haar subcommissies i.v.m. adviezen op de gebieden van ruimtevaarttechniek, wiskunde en elektronika.
- 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. 97).

Subcommissies voor ruimtevaarttechniek en voor toegepaste wiskunde werden in het verslagjaar geïnstalleerd.

De vergaderingen van de subcommissies waren voor een belangrijk deel gewijd aan de voorbereiding van door de Wetenschappelijke Commissie uit te brengen adviezen.

5 Adviezen aan het bestuur van het NLR

Aan het bestuur werden adviezen uitgebracht omtrent de concept-werkplannen van het NLR resp. voor 1972 en voor 1973. 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 1971-januari 1972.

6 Bijzondere opmerkingen

Ten besluite van dit verslag worden de in het laatste hoofdstuk van het jaarverslag van de Wetenschappelijke Commissie zelve gemaakte bijzondere opmerkingen der commissie hier in extenso vermeld. Zij luiden aldus.

„De commissie heeft er met voldoening kennis van genomen dat door het NLR een bestelling is geplaatst om de huidige CDC 3300 te vervangen door een modern Cyber 72-systeem.

De commissie acht dit van groot belang zowel voor het theoretisch onderzoek, waarvan de resultaten steeds meer van direct praktische betekenis blijken te worden, als ook voor het snel beschikbaar komen van de gecorrigeerde resultaten van windtunnelmetingen en vliegproeven.

Voorts vindt de commissie het zeer bevredigend te kunnen constateren dat ook in 1972 belangrijk onderzoek door het NLR is verricht. De uitkomsten hiervan komen voor een zeer groot deel ten goede aan Nederlandse belanghebbenden, terwijl door de toegenomen internationale samenwerking op het gebied van lucht- en ruimtevaart de contacten met buitenlandse zusterinstellingen naar beide zijden bevruchtend werken. Met betrekking tot de toegenomen internationale samenwerking mogen de door de NASA gefinancierde en door Bell Helicopter Company aan het NLR opgedragen werkzaamheden, die het resultaat van theoretisch aërodynamisch onderzoek zijn dat wordt toegepast voor industriële doeleinden, en de samenwerking met ONERA inzake instationaire drukmetingen volgens twee verschillende methoden, niet onvermeld blijven.

De commissie wil nogmaals haar bezorgdheid tot uitdrukking brengen ten aanzien van het tempo waarin de uitbreiding en modernisering van de hulpmiddelen voor experimenteel onderzoek, die noodzakelijk zijn om het laboratorium ook in de toekomst zijn taak te kunnen laten vervullen, worden gerealiseerd. Het wordt van essentieel belang geacht er zorg voor te dragen dat de outillage van het NLR voor toekomstige taken tijdig beschikbaar is, waarbij met name wordt gedacht aan een snelle realisering van de lage-snelheidswindtunnel LST

8 × 6 teneinde het potentieel van het NLR op het gebied van aëro-
namisch onderzoek in stand te houden”.

Nederlandse delegatie bij de AGARD

1 Samenstelling van de Nederlandse delegatie aan het eind van 1972

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

1.1 DE NEDERLANDSE GEDELEGEERDEN BIJ DE AGARD 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.

1.2 DE NEDERLANDSE VERTEGENWOORDIGING IN DE AGARD COMMISSIES

De termijn (van drie jaar) van de benoemingen van de leden van de, thans negen, vaste commissies van de AGARD, eindigde op 30 juni 1972. In verband met een beslissing van de AGARD voortaan de benoemingstermijnen met kalenderjaren te laten samenvallen, werd bij beschikking van de minister van Defensie d.d. 26 juni 1972 de benoemingstermijn van de Nederlandse leden t/m 31 december 1972 verlengd.

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

Fluid Dynamics Panel (commissie voor Stromingsonderzoek)

Prof. dr. ir. J. A. Steketee, TH Delft, Onderafd. Vliegtuigbouwkunde

Prof. dr. ir. S. F. A. H. P. Erdmann, TH Delft, Onderafd. Vliegtuigbouwkunde

Ir. J. P. Hartzuiker, NLR.

Flight Mechanics Panel (commissie voor Vliegmechanica)

Prof. dr. ir. O. H. Gerlach, TH Delft, Onderafd. Vliegtuigbouwkunde

Prof. ir. T. van Oosterom, NLR
Drs. J. Buhrman, NLR

Aerospace Medical Panel (commissie voor Vliegmedische en Ruimte-
geneeskundige Aangelegenheden)

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

Kol.-vliegerarts Th. B. Kölling, plv. IMGD/KLu

Dr. M. P. Lansberg, N.L.G.C.

KLtZ-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 Materialen)

Ir. H. P. van Leeuwen, NLR

Ir. J. B. de Jonge, NLR.

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

Lt.-kol. b.d. W. J. van Westerhoven, hoofd TDCK

Ir. H. A. Stolk, NLR.

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

Prof. jhr. ir. J. L. W. C. von Weiler, RVO/TNO

Ir. H. A. T. Timmers, NLR

Prof. ir. D. Bosman, TH Twente, Afd. der Elektrotechniek

Guidance and Control Panel (commissie voor Geleiding en Besturing)

Ir. P. Kant, NLR.

Electromagnetic Wave Propagation Panel (commissie voor Elektro-
magnetische Golven)

Prof. ir. B. van Dijl, TH Eindhoven, Afd. der Elektrotechniek.

2 Vergaderingen van Nationale Gedelegeerden

Op 16 maart vergaderden de Nationale Gedelegeerden (voor Neder-
land prof. Gerlach en ir. Marx) te Parijs in het Centre des Hautes
Etudes de l'Armement (Ecole Militaire).

De Nationale Gedelegeerden behandelden het verslag van de activi-
teiten van de AGARD over 1971 en de gang van zaken in het lopende

jaar, waarna de voorzitters van elk der vaste commissies uiteenzettingen gaven over de plannen voor 1973 van hun „panels”, die op 14 maart in een vergadering met voorzitter, directeur en staf van de AGARD (waarbij ook de heer Geudeker was uitgenodigd) in detail waren besproken.

Zoals gebruikelijk was deze voorjaarsvergadering in hoofdzaak gewijd aan de voorbereidingen voor het technische programma en de begroting voor 1973. In verband daarmee kwam daags tevoren, 15 maart, ook het „Steering Committee” (waarin ir. Marx zitting heeft) bijeen, waarbij o.m. de uitvoering van „Aerospace applications studies”, waartoe in het vorige verslagjaar werd besloten, aan de orde kwam.

Op 29 september vergaderden de Nationale Gedelegeerden, in het hoofdkwartier van de NAVO te Brussel, ter verificatie van het verloop van het programma van AGARD-activiteiten in het verslagjaar en het in detail vaststellen van het technische programma voor 1973, overeenkomstig de voor dat jaar te verwachten geldelijke middelen. Er werd voorts uitvoerig gesproken over een studie, die door een ad-hoc werkgroep „Large Windtunnels” (LAWS) van het „Fluid Dynamics Panel” wordt verricht, over de toekomstige behoefte aan grote windtunnels in Europa. Ter voorbereiding van deze vergadering kwamen het Steering Committee en de voorzitters van de vaste commissies van de AGARD bijeen op 27 september.

3 Interne organisatie van de AGARD

Nationale Coördinatoren

In een zestal landen, waaronder Nederland, werd op grond van een nationaal gevoelde behoefte, een coördinator voor AGARD-aangelegenheden aangewezen ten dienste van de Nationale Gedelegeerden en van de leden van de AGARD-commissies.

Op 14 maart werd in het gebouw van de OESO te Parijs een bespreking belegd tussen de directeur, met leden van de staf van de AGARD en de nationale coördinatoren van de Verenigde Staten, Groot-Brittannië, Frankrijk, Duitsland, Italië en Nederland met het doel de nationaal opgedane ervaringen dienstbaar te maken, zowel aan de andere in de AGARD samenwerkende landen, als aan het centraal bureau van de AGARD (te Neuilly sur Seine).

Ter vergadering werd overeenstemming bereikt over een algemene omschrijving van de taak van de nationale coördinatoren, zoals die in de praktijk blijkt te zijn gegroeid, teneinde de uniformiteit in proce-

dures en de efficiency van de AGARD als geheel te bevorderen. Op 27 september werd een dergelijke vergadering gehouden waarbij o.a. het gebruik van mobiele vertaalinstallaties en andere voorzieningen voor AGARD-bijeenkomsten en het aanvragen van bezoeken van Consultants aan de orde kwamen.

4 AGARD-jaarvergadering en herdenking 20-jarig bestaan

De AGARD-jaarvergadering werd op 28 september in het Palais d'Egmont te Brussel gehouden, waarbij tevens het 20-jarig bestaan van de AGARD werd herdacht.

Na de gebruikelijke opening door de voorzitter (dr. Th. Benecke), sprak de Belgische minister van Defensie, Z. Ex. P. van den Boeynants, het welkomstwoord, waarin hij de waarde van de AGARD voor België belichtte.

Dr. Benecke gaf een historisch overzicht van de AGARD.

De Chef van de Belgische Luchtmachtstaf, luit. gen. A. Debeche, schetste de waarde van de wetenschappelijke steun die door de AGARD aan de in de NAVO samenwerkende landen wordt gegeven en die uiteindelijk de exploitatie van vliegtuigen ten goede komt en de vliegveiligheid bevordert.

Het resterende deel van de ochtendzitting werd besteed aan een overzicht van Belgische activiteiten ten dienste van lucht- en ruimtevaart.

Achtereenvolgens werden inleidingen gehouden door prof. A. Jaumotte over Belgische bijdragen aan de lucht- en ruimtevaarttechniek op het gebied van energie-omzetting en voortstuwing (o.a. compressoren) en door prof. B. Fraeijs de Veubeke over onderzoeken op het gebied van constructies en materialen, welke in Belgische Universiteitslaboratoria werden verricht. Prof. J. J. Smolderen sprak vervolgens over het stromingsonderzoek dat in België wordt verricht en de rol van de AGARD hierin via het „Von Karman Institute for Fluid Dynamics” te Rhode-Saint-Genèse.

De middagzitting, die geheel was gewijd aan de herdenking van het 20-jarig bestaan van de AGARD, werd door de voorzitter geopend, die daarna het woord gaf aan generaal J. Steinhoff, voorzitter van het Militaire Comité van de NAVO, die op de noodzaak voor internationale samenwerking op het gebied van onderzoek en ontwikkeling wees, teneinde aan de steeds stijgende kosten en inflatie het hoofd te kunnen bieden. Daarnaast bepleitte hij internationale standaardisatie. Hij verklaarde ten slotte de mening van zijn ambtsvoorganger te delen, die de AGARD had gekenschetst als „the best bargain NATO has got”.

De voorzitter merkte vervolgens op dat gedurende de eerste 10 jaar AGARD en prof. Von Karman vrijwel synoniem waren en dat er daarom aanleiding was in een terugblik aandacht te besteden aan de mens Von Karman.

Prof. Gabrielli, als leerling, vriend en medewerker, sprak daarna over zijn herinneringen aan Von Karman.

Dr. Robert C. Seamans, staatssecretaris USAF, gaf de „Von Karman Lecture” over: „Lessons learned and future directions in the management of technical programs”.

Mr. J. M. A. H. Luns, secretaris-generaal van de NAVO, hield vervolgens een toespraak, waarin hij uiting gaf aan zijn hoop dat de in de AGARD bereikte samenwerking inzake research zou kunnen leiden tot meer samenwerking op het gebied van het ontwerpen en ontwikkelen van het door de NAVO benodigde materieel.

Ten slotte reikte de secretaris-generaal, met een persoonlijk woord, een Von Karman Medaille uit aan de heer E. T. Jones (G.B.), aan prof. C. D. Perkins (U.S.A.) en aan de heer R. A. Willaume (AGARD).

5 Technische bijeenkomsten van de commissies van de AGARD

Zoals gebruikelijk werden, volgens het door de Raad van Nationale Gedelegeerden voor het verslagjaar vastgestelde programma, commissie- en werkgroepvergaderingen gehouden, al dan niet gekoppeld aan „specialists meetings”, symposia en conferenties in groot verband. Ook werden korte bijeenkomsten met een instructief karakter z.g. „AGARD Lecture Series” georganiseerd. Deze bijeenkomsten die naar aard en omvang onderling verschillen, werden over de samenwerkende landen verdeeld. In Nederland vonden, i.v.m. het te Amsterdam van 28 aug. t/m 2 sept. gehouden congres van de „International Council of the Aeronautical Sciences”, waaraan door vele in de AGARD samenwerkende deskundigen werd deelgenomen, geen grote bijeenkomsten van de AGARD plaats.

Nederlandse belanghebbenden werden d.m.v. convocaties attent gemaakt op de op hun vakgebied liggende door de AGARD georganiseerde bijeenkomsten.

Zowel medewerkers van het NLR als andere Nederlandse deskundigen leverden wetenschappelijke bijdragen voor deze bijeenkomsten, of hadden op andere wijze aandeel bij de voorbereiding en uitvoering ervan, of in de redactie van de op de bijeenkomst betrekking hebbende publikaties.

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

Fluid Dynamics Panel

25–28 april Lissabon: „Fluid dynamics of aircraft stalling”

– drie Nederlandse bijdragen, resp. verzorgd door de TH Delft, Fokker-VFW en het NLR.

13–15 september Marseille: „The aerodynamics of rotary wings”

De door het Fluid Dynamics Panel ingestelde werkgroep „Large Wind Tunnels” (LAWS), waarin medewerkers van het NLR zitting hebben, vergaderde 9 maal en was aan het eind van het verslagjaar gereed met een rapport over de behoefte aan grote windtunnelinstallaties in Europa. Een kleine groep (MiniLAWS) werd gevormd voor technische aspecten van de exploitatie van grote windtunnels.

Flight Mechanics Panel

10–14 april Braunschweig: „Stability and control”

– twee Nederlandse bijdragen resp. verzorgd door Fokker-VFW en het NLR.

23–27 oktober Brussel: „Military applications of V/STOL aircraft”

Aerospace Medical Panel

30 mei Brussel: „Colour vision requirements in different operational roles”

31 mei–1 juni Brussel: „Performance and biodynamic stress”

5–6 september Glasgow: „The use of medication and drugs in flying personnel”

7 september Glasgow: „Predictability of motion sickness in pilot selection”

7–8 september Glasgow: „Current status in aerospace medicine”

Propulsion and Energetics Panel

12–16 juni Colorado Springs: „Energetics for aircraft auxiliary power systems”

18–22 september Toulouse: „Impact of composite materials on aerospace vehicles and propulsion systems” (in samenwerking met Structures and Materials Panel)

– één Nederlandse bijdrage verzorgd door Fokker-VFW.

Structures and Materials Panel

10–12 april Lyngby: „High temperature corrosion of aerospace alloys”

13 april Lyngby: „Random load fatigue”

– één Nederlandse bijdrage verzorgd door het NLR.

18–22 september Toulouse: „Impact of composite materials on aerospace vehicles and propulsion systems”, (zie onder Propulsion

and Energetics Panel)
24–29 september Toulouse: „Acoustic fatigue”.

Avionics Panel

15–19 mei: „Aerospace telecommunications systems”
16–20 oktober Dayton: „Automation in manned aerospace systems”

Electromagnetic Wave Propagation Panel

17–21 april Wiesbaden: „Effects of atmospheric acoustic gravity waves on electromagnetic wave propagation”
18–21 september Gausdal: „Telecommunications aspects on frequencies between 10 and 100 GHz”

Guidance and Control Panel

26–30 juni Edinburgh: „Air traffic control systems”
– één Nederlandse bijdrage verzorgd door het NLR
2–6 oktober Florence: „Inertial navigation components and systems”
– één Nederlandse bijdrage, verzorgd door de TH Twente.

Technical Information Panel

23–25 oktober Ankara: „Government assistance for technical information in industry and simple mechanization for small information centres”
– één Nederlandse bijdrage, verzorgd door het ministerie van Onderwijs en Wetenschappen.

6 AGARD Consultant and Exchange Program

6.1 BEZOEK VAN DESKUNDIGEN AAN NEDERLAND

Evenals in vorige jaren brachten Amerikaanse deskundigen bezoeken aan Nederland, in het kader van het „Consultant and Exchange Program”, teneinde lezingen te houden of met belanghebbenden van gedachten te wisselen.

In ruime kring zijn belangstellenden uitgenodigd voor lezingen (o.a. bij het NLR) over onderwerpen uit de stromingsleer welke werden gehouden door prof. A. Fejer (febr.–maart), prof. C. A. Kennedy (april), prof. R. Collins (mei) en dr. I. Vas (nov.).

Bijdragen van Nederlandse deskundigen aan het Consultant Program

Een medewerker van het NLR, ir. F. Jaarsma, werd door de AGARD als consultant aangetrokken, teneinde als spreker op te treden in

Lecture Series 53 (Airframe/engine integration).

Een medewerker van het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, de heer W. de Regt, trad als AGARD-consultant op bij een bijeenkomst te Ankara van het Technical Information Panel over informatie centra.

6.2 AGARD LECTURE SERIES

Evenals in vorige jaren stelde de AGARD, in het kader van het „Consultant Program”, kleine groepen van deskundigen samen, die „Lecture Series” verzorgden. Deze bijeenkomsten, met een sterk instructief karakter, hebben ten doel de nieuwste vorderingen m.b.t. een onderwerp van wetenschap of techniek ter kennis te brengen van degenen die ten dienste van lucht- en ruimtevaart werkzaam zijn. „AGARD Lecture Series”, waar Nederlandse instellingen belang bij hadden waren:

- LS 57, 24–28 januari Brussel: „Heat exchangers”
- LS 56, 24–28 april Brussel: „Aircraft performance prediction methods and optimization”
- LS 52, 29–30 mei Bolkesjø, 5–6 juni Rome: „Guidance and control of tactical missiles”
- LS 55, 1–2 juni Oslo, 5–6 juni Kopenhagen: „Composite materials”
- LS 53, 3–4 juli Londen: „Airframe/engine integration”
- LS 54, 9–10 oktober Den Haag: „Abbreviated test language for avionics systems”
- LS 50, 19–20 oktober Schiphol: „Flight test instrumentation”

6.3 VON KARMAN INSTITUTE FOR FLUID DYNAMICS (VKIFD)

Door dit nabij Brussel gelegen instituut, dat onder toezicht van de NAVO wordt geëxploiteerd, wordt jaarlijks een 9 maanden durende cursus in de experimentele aërodynamica gegeven. Een student van de TH te Delft behaalde het diploma van de cursus 1971–1972. Een student van de TH te Eindhoven en een student van de TH Twente werden ingeschreven voor de cursus 1972–1973.

Zoals gebruikelijk werden met behulp van de AGARD cursussen over onderwerpen uit lucht- en ruimtevaart gegeven, waarvoor deskundigen uit de NAVO-landen werden aangezocht om als spreker op te treden.

De cursussen waaraan Nederlanders deelnamen hadden tot onderwerp: stromingsonderzoek in het transsone snelheidsgebied (1 spreker

van het NLR); toepassing van numerieke methoden in de stromingsleer (3 sprekers van het NLR); invloed van wind op gebouwen en constructies; toepassing van gasturbines in de scheepvaart; turbo-compressoren voor industrieel gebruik; weg- en railtransportmiddelen voor hoge snelheden; nieuwe ontwikkelingen van centrifugaal-compressoren.

Ook de eerder genoemde Lecture Series 57 over warmtewisselaars en 56 over vliegtuigprestaties werden bij het VKIFD gehouden.

7 AGARD-publikaties

Tijdens de vergadering op 16 maart van de Nationale Gedelegeerden werd besloten ongeveer halverwege elk jaar een extra bulletin met als titel „AGARD Highlights” uit te geven, bestemd voor degenen die een aandeel leveren in het werk van de AGARD.

Zoals gebruikelijk werden aan de daarvoor in aanmerking komende Nederlandse instellingen en aan individuele deskundigen exemplaren verstrekt van de in het verslagjaar verschenen AGARD-publikaties, waaronder:

- 8 AGARDographs
- 17 Conference Proceedings
- 12 Advisory Reports
- 8 Lecture Series
- 2 Bulletins

Er bestond, i.v.m. de gestegen druk- en bindkosten, bij uitgevers geen belangstelling om AGARD-publikaties in de handel te brengen. Evenals in vorige jaren hadden enige medewerkers van het NLR een aandeel in de redactie van enkele der hierboven genoemde, resp. van in bewerking zijnde, AGARD-publikaties.

8 AGARD „spin-off”

Door toepassingsmogelijkheden van lucht- en ruimtevaarttechnieken op andere gebieden is de belangstelling voor AGARD-activiteiten groeiende. Ook door sommige Nederlandse instellingen, die normaal niet op het gebied van lucht- en ruimtevaart werkzaam zijn, wordt medegewerkt aan studieprojecten van de AGARD, o.a. inzake roterende stromingsmachines.

Publikaties

In het verslagjaar zijn 155 rapporten verschenen; hiertoe behoren ook de niet voor publikatie bestemde rapporten met uitzondering van de eenvoudige ijkings- en keuringsrapporten.

De volgende rapporten zijn als publikaties van het NLR verschenen.

- NLR TR 70033 U Hartzuiker, J. P., An experimental investigation of the effect of the approaching boundary layer on the separated flow behind a down-stream facing step.
15 p., 18 fig.
- NLR TR 70038 U Mooij, H. A., Experimental determination of lateral-directional stability and control derivatives in non-steady flights.
70 p., 7 fig., 12 tab., 13 ref.
- NLR TR 70123 U Zwaan, R. J., On a kernel-function method for the calculation of pressure distributions on wings with harmonically oscillating control surfaces in subsonic flow.
53 p.
- NLR TR 71008 U Vooren, J. v. d., Ros, P. R., Middelhof, H., Sanderse, A., Spannings- en vervormingsberekening van vliegtuigconstructies in het elastische gebied met de verplaatsingsmethode op basis van eindige elementen.
70 p., 6 fig., 2 tab., 2 ref.
- NLR TR 71009 U Vooren, J. v. d., Sanderse, A., Berekening van een eenvoudige driecellige doosbalk met behulp van de verplaatsingsmethode op basis van eindige elementen, ter illustratie van enige ideeën die in de rapporten NLR TR 70052 U en NLR TR 71008 L naar voren zijn gebracht.
38 p., 7 fig., 15 tab., 3 ref.
- NLR TR 72027 U Ottens, H. H., Veer, I. v. d., Berekening van het gedrag van vlakke platen na overschrijding van de knikspanning met behulp van de elementenmethode.
37 p., 14 fig., 18 ref.

- NLR TR 71031 U Heemskerk, J. F., Delil, A. A. M., Daniels, D. H. W., Thermal conductivity of honeycomb sandwich panels for space applications. 29 p., 13 fig., 7 tab., 13 ref.
- NLR TR 71032 U Broek, D., Hartman, A., Nederveen, A., Electron fractography of fatigue in vacuum. 14., 7 fig., 6 ref.
- NLR TR 71033 U Broek, D., Nederveen, A., Meulman, A. E., Applicability of fracture toughness data to surface flaws and to corner cracks at holes. 59 p., 25 fig., 9 tab., 12 ref.
- NLR TR 71035 U Wanhill, R. J. H., A review and analysis of fatigue crack propagation in titanium alloys at room temperature. 117 p., 27 fig., 51 tab., 64 ref.
- NLR TR 71036 U Ottens, H. H., Bartelds, G., Het oplossen van niet-lineaire problemen met behulp van elementmethoden. 11 p., 3 fig., 6 ref.
- NLR TR 71038 U Vet, W. J. v. d., Electron fractography of stress-corrosion fracture surfaces. 15 p., 33 fig., 12 ref.
- NLR TR 71043 U Schijve, J., Rijk, P. de, Crack propagation in a full-scale wing structure under random flight-simulation loading. 53 p., 30 fig., 6 tab., 17 ref.
- NLR TR 71047 U Broek, D., Electron fractography of cleavage. 30 p., 18 fig., 9 ref.
- NLR TR 71052 L Bleekrode, A. L., Loeve, W., Slooff, J. W., Development of a method for predicting wing pressure distributions in subsonic flow; report on an intermediate solution. 62 p., 24 ref.
- NLR TR 71057 U Boer, W. P. de, Studie van de dynamische eigenschappen van grote vliegtuigen in het bijzonder tijdens nadering en landing. Beschouwing van de „handling qualities” en de „side-step manoeuvre”. 61 p., 18 fig., 10 tab., 18 ref.
- NLR TR 71088 U Broek, D., Artificial slow crack growth under constant stress. The R-curve concept in plane stress. 17 p., 7 fig., 1 tab., 8 ref.
- NLR TR 71090 U Hartman, A., Liefers, J. W., Vet, W. J. v. d.,

- A study of the growth of stress corrosion cracks in the aluminium alloy 7075. Part. 1. Investigation on the effect of the corrosive medium. 37 p., 17 fig., 3 tab., 13 ref.
- NLR TR 71105 U Graaf, E. A. B. de, Jacobs, F. A., Nassette, J. H., Influence of residual compressive stresses upon the fatigue strength of notched and unnotched 7079 specimens. 50 p., 34., 7 tab., 16 ref.
- NLR TR 71107 U Snel, H., A semi-empirical model for the development of a round turbulent jet in a cross flow.
- NLR TR 71120 U Velde, R. L. v. d., The interface of AIDS with existing aircraft systems. 23 p., 7 fig., 1 tab.
- NLR TR 72005 U Wanhill, R. J. H., Otter, A. M., Vet, W. J. v. d., Jacobs, F. A., Fatigue crack propagation data for titanium sheet alloys. Interim report no. 1. Ti-70 and Ti-6Al-4V. 24 p., 14 fig., 4 tab., 2 ref.
- NLR TR 72007 U Hartman, A., The effect of secondary bending on the fatigue strength of (clad 2024-T2 and 7075-T6) aluminium alloy riveted joints. 9 p., 4 fig., 3 tab.
- NLR TR 72018 U Schijve, J., Jacobs, F. A., Tromp, P. J., Fatigue crack growth in aluminium alloy sheet material under flight-simulation loading. Effects of design stress level and loading frequency. 29 p., 22 fig., 19 tab.
- NLR TR 72019 U Wanhill, R. J. H., Otter, A. M., Vet, W. J. v. d., Jacobs, F. A., Fatigue crack propagation data for titanium sheet alloys. Interim report no. 2 IMI 230. 24 p., 14 fig., 6 tab., 2 ref.
- NLR TR 72023 U Boer, W. P. de, Behaviour of very large aircraft disturbed by wind shear and atmospheric turbulence during landing approach. 32 p., 20 fig., 7 tab.
- NLR TR 72029 U Broek, D., Some contributions of electron fractography to the theory of fracture. 99 p., 89 ref.
- NLR TR 72032 U Leeuwen, H. P. van, Heat treatment studies of Al-Zn-Mg alloy forgings of the DTD 5024 type. 28 p., 40 fig., 12 tab.
- NLR TR 72040 U Snel, H., A method for the calculation of the

- flow field induced by a free jet.
59 p., 4 fig., 2 tab.
- NLR TR 72082 U Leeuwen, H. P. van, Schra, L., Boogers, J. A. M. Additional studies of the heat treatment of the Al-Zn-Mg-alloy 7079.
19 p., 22 fig., 4 tab.
- NLR TR 72083 U Ottens, H. H., Lof, C. J., Finite element calculations of the compliance of a tapered double cantilever beam specimen for different crack configurations.
11 p., 11 fig., 10 tab.
- NLR TR 72088 U Leeuwen, H. P. van, Schra, L., Boogers, J. A. M., Further studies of the heat treatment of the Al-Zn-Mg alloy to specification DTD 5024.
21 p., 24 fig., 8 tab.
- NLR TR 72096 U Broek, D., Fatigue crack growth and residual strength of aluminium alloy sheet at temperatures down to -75°C .
23 fig.
- NLR MP 71001 U Labrujere, Th. E., Zandbergen, P. J., On the applicability of a new version of lifting surface theory to non-slender and kinked wings.
12 p., 4 fig., 5 tab.
Artikel voor "Journal of Engineering Mathematics".
- NLR MP 71002 U Schijve, J. et al. Review of aeronautical fatigue investigation in the Netherlands during the period april 1969–febr. 1971.
26 p., 1 tab.
Bijdrage 12th ICAF Conference, Miami Beach, mei 1971.
- NLR MP 71004 U Vreeburg, J. P. B., Pietersen, O. B. M., Klinker, F., Design of a linear array of blade antennas for aircraft-satellite communication.
7 p., 11 fig.
Bijdrage Conference "Aerospace Antennas", Londen, juni 1971.
- NLR MP 71007 U Dijk, G. M. van, Statistical load data processing.
21 p., 25 fig., 2 tab.
Bijdrage 6th ICAF Symposium, Miami Beach, mei 1971.
- NLR MP 71008 U Schijve, J., Fatigue tests with random flight-simulation loading.
18 p., 7 fig.

- Bijdrage 6th ICAF Symposium, Miami Beach, mei 1971.
- NLR MP 71009 U Tijdeman, H., Zwaan, R. J., Unsteady aerodynamics for wings with control surfaces. 11 p., 13 fig.
Bijdrage AGARD Symposium "Unsteady aerodynamic forces for aeroelastic analysis of interfering lifting surfaces", Tønsberg, Oslofjord, nov. 1970.
- NLR MP 71010 U Wesseling, P., Lindhout, J. P. F., A calculation method for three-dimensional incompressible turbulent boundary layers. 8 p., 6 fig.
Bijdrage AGARD Specialists Meeting "Turbulent shear flows", Londen, sep. 1971.
- NLR MP 71011 U Leeuwen, H. P. van, Kenmerken van spanningscorrosie in aluminiumlegeringen. 26 p., 27 fig., 10 tab.
Bijdrage Vacantieleergang "Spanningscorrosie" TH Delft, jan. 1972.
- NLR MP 71013 U Zwaan, R. J., Unsteady aerodynamics and its integration in aeroelastic analysis. 10 p., 9 fig.
Bijdrage "Colloquium on Aeroelasticity", Technische Universität Berlin, juni 1971.
- NLR MP 71014 U Bosgra, J. A., A rudder actuating system for sounding rockets with forced roll. 14 p., 8 fig.
Bijdrage 2e Symposium van de British Interplanetary Society "Sounding rockets and experimental results", Londen, sep. 1971
- NLR MP 71015 U Fuijkschot, P. H., Eisen aan meetapparatuur in verband met "computer aided measurements." 25 p.
Bijdrage Vacantieleergang "Elektronische meetapparatuur", TH Delft, sep. 1971.
- NLR MP 71016 U Heemskerk, J. F., Delil, A. A. M., Daniels, D. H. W., Thermal conductivity of honeycomb sandwich panels for space applications. 17 p., 6 fig.
Artikel in ELDO/ESRO Scientific and Technical Review (1972), 4, pp 169-188.
- NLR MP 71017 U Boersma, G., Behaviour of sounding rockets at high altitude.

- 12 p., 7 fig., 1 tab.
Bijdrage 2e Symposium van de British Interplanetary Society "Sounding rockets and experimental results", Londen, sep. 1971.
- NLR MP 71018 U Loeve, W., Slooff, J. W., On the use of „panel methods" for predicting subsonic flow about aerofoils and aircraft configurations.
13 p., 21 fig.
Artikel voor Journal of Aircraft.
- NLR MP 71019 U Boerstoel, J. W., Huizing, G. H., An approximate conformal mapping method using harmonic polynomials.
15 p., 7 fig., 2 tab.
Artikel voor "Numerische Mathematik"
- NLR MP 71020 U Wesseling, P., On the construction of accurate difference schemes for hyperbolic partial differential equations.
17 p., 5 fig., 2 tab.
Artikel voor "Journal of Engineering Mathematics"
- NLR MP 72001 U Schijve, J., Effect op load sequences on crack propagation under random and program loading.
24 p., 7 fig., 2 tab., 15 ref.
Artikel voor "Engineering Fracture Mechanics".
- NLR MP 72002 U Broek, D., Fracture toughness in case of surface flaws, corner cracks and corner cracks at holes.
18 p., 10 fig., 5 tab.
Artikel voor "Engineering Fracture Mechanics"
- NLR MP 72003 U Vries, O. de, Comments on the methods developed at NLR for conducting two-dimensional research on high-lift devices.
7 p.
Bijdrage AGARD-Specialists Meeting "Fluid dynamics of aircraft stalling" Lissabon.
- NLR MP 72004 U Lamers, G. L., The civil application of infrared-scanning techniques using an airborne external instrumentation pod.
5 p., 5 fig.
Bijdrage 7th International Aerospace Instrumentation Symposium, Cranfield, mrt. 1972.
- NLR MP 72005 U Labrujere, Th. E., Bleekrode, A. L., A survey of current collocation methods in inviscid subsonic lifting surface theory.

Part I: Numerical aspects.

Part II: Calculation aspects of solving the large systems of linear algebraic equations on a digital computer.

129 p., 6 fig.

Bijdrage VKIFD-cursus "Numerical methods in fluid dynamics", Brussel, febr. 1972.

NLR MP 72006 U Broek, D., The role of inclusions in ductile fracture and fracture toughness.

Bijdrage Symposium "Fatigue and fracture", Washington, mei 1972

NLR MP 72008 U Leeuwen, H. P. van, The structural coarseness index - a parameter for alloy characterization. 7 p., 9 fig., 3 tab.

Artikel in Aluminium vol 48 (1972) 11. pp 719-724

NLR MP 72010 U Schijve, J., Effects of test frequency on fatigue crack propagation under flight-simulation loading. 9 p., 9 fig., 3 tab.

Bijdrage AGARD-Symposium "Random load fatigue", Lyngby, apr. 1972

NLR MP 72011 U Leeuwen, H. P. van, The kinetics of hydrogen embrittlement. A quantitative diffusion model. 26 p., 8 fig.

Artikel voor "Engineering Fracture Mechanics" Nunen, J. W. G. van, Steady and unsteady pressure and force measurements on a circular cylinder in a cross flow at high Reynolds numbers.

NLR MP 72014 U Mooy, H. A., Boer, W. P. de, An exploratory study of flying qualities of very large subsonic transport aircraft in landing approach. 13 p., 9 fig., 4 tab., 24 ref.

Bijdrage 8e ICAS-Congres, Amsterdam, aug./sep. 1972.

NLR MP 72015 U Leeuwen, H. P. van, A quantitative model of hydrogen-induced grainboundary cracking. 19 p., 7 fig., 1 tab.

Artikel voor "Corrosion NACE"

- NLR MP 72016 U Labrujere, Th. E., Schipholt, G. J. L. C., Vries, O. de, Potential flow calculations to support two-dimensional wind tunnel tests on high-lift devices.
8 p.
Bijdrage 8e ICAS-Congres, Amsterdam, aug./sep. 1972
- NLR MP 72017 U Leeuwen, H. P. van, Boogers, J. A. M., Stentler, C. J., The contribution of corrosion to the stress corrosion cracking of Al-Zn-Mg-alloys. 11 p., 6 fig., 3 tab.
Artikel voor "Corrosion NACE"
- NLR MP 72018 U Simons, J. L., On the calculation of Bessel functions of the first kind, of integer order for complex arguments.
11 p., 1 fig.
- NLR MP 72019 U Kamphuis, H. J., Investigations on the use of a Kalman filtering method in tracking systems for air traffic control.
9 p.
Bijdrage 8e ICAS-Congres, Amsterdam, aug./sep. 1972
- NLR MP 72020 U Labrujere, Th. E., Sytsma, H. A., Aerodynamic interference between aircraft components: Illustration of the possibility for prediction.
9 p.
Bijdrage 8e ICAS-Congres, Amsterdam, aug./sep. 1972

Verklaring van gebezigde afkortingen

AGARD	– Advisory Group for Aerospace Research and Development
AICMA	– Association Internationale de Constructeurs de Matériel Aérospatial
ANS	– Astronomische Nederlandse Satelliet
ASKA	– Automatic System for Kinematic Analysis
DFVLR	– Deutsche Forschungs und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt
DVSV	– Data Verwerkingsstation voor Vliegproeven
ELDO	– European Space Vehicle Launcher Development Organisation
EMI	– Elektromagnetische Interferentie
ESOC	– European Space Operations Centre
ESRO	– European Space Research Organization
ESTEC	– European Space Technology Centre
FDAU	– Flight Data Acquisition Unit
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
LAWS	– Large Windtunnels
MRCA	– Multi Role Combat Aircraft
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
PCM	– Puls Code Modulatie

PROGEL	–	Programmasysteem Elementenmethode
RAE	–	Royal Aircraft Establishment
RLD	–	Rijksluchtvaartdienst
R/STOL	–	Reduced/Short Take-Off and Landing
SARP	–	Signaal Automatic Radar Processing
SATCO	–	Signaal Automatic Air Traffic Control
SLAR	–	Side Looking Airborne Radar
TDCK	–	Technisch Documentatie en Informatie Centrum voor de Krijgsmacht
VFW	–	Vereinigte Flugtechnische Werke
VKIFD	–	Von Karman Institute for Fluid Dynamics
V/STOL	–	Vertical/Short Take-Off and Landing

Summaries

1 Applied aerospace research

1.1 INTRODUCTION

Two topics of NLR research in 1972 are selected for a more detailed discussion:

The development of a method for calculating three-dimensional turbulent boundary layers

In the calculation of the flow over complex aircraft configurations using NLR's panel method, the effect of the air viscosity is neglected. This greatly affects the accuracy of the results especially if boundary layer separation occurs and it is therefore desirable to be able to predict the boundary layer development. For this purpose the development of a calculation method for three-dimensional turbulent boundary layers has been undertaken. The method is based upon a generalization of Bradshaw's two-dimensional method to three dimensions and upon assumptions concerning the local characteristics of turbulence in the boundary layer. To check the theoretical results an experiment was designed using a test setup as depicted in figure 3 (page 32). The main elements of this setup are a contoured swept surface and a swept flat plate. The pressure distribution on the flat plate can be adjusted such that in chordwise direction the pressure is first constant over some distance and then increasing gradually, with boundary layer separation occurring near the trailing edge. The test surface with the measured and calculated wall streamlines (where the boundary layer thickness is zero) is shown in figure 4 (page 33). It can be seen that near the trailing edge the measured wall streamline runs parallel to the trailing edge, meaning that three-dimensional separation occurs. The calculated wall streamline corresponds well initially with the measured one, but near the trailing edge deviations become apparent. Similar deviations can be observed in figures 5 and 6, where the calculated and measured values of the wall friction coefficients and displacement thicknesses are compared. It is concluded that, in general, the agreement between theory and experiment is good provided the cross flow is not too strong. Attempts will be made to

improve the accuracy of the calculation method at large cross flows. Turbulence measurements will be carried out in the three-dimensional boundary layer to support these calculations.

Crack propagation in titanium alloys

Research at NLR on titanium alloys is mainly directed at the study of the sensitivity to crack propagation, including both fatigue cracks and stress corrosion cracks. Tests are being performed on sheet specimens under constant amplitude fatigue loading in different environments, viz. dry argon, normal air, distilled water and salt water (3% NaCl). Materials investigated comprise medium and high strength alloys. Results for 4 medium strength alloys are indicated in figure 7 (page 37) showing the number of cycles required for a crack to grow from 10 to 36 cm at an average stress of 10 kg/mm^{-2} and a stress-amplitude of 2 kgf.mm^{-2} .

Fracture toughness under sustained loading and the resistance against aqueous stress corrosion have been investigated on the IMI 550 forging alloy in threepoint bending tests (Fig. 8). It was found that this material has a good fracture toughness but a relatively low threshold stress intensity factor in the presence of stress corrosion. The microstructure of IMI 550 contains two phases α and β , of which only the α -phase is sensitive to stress corrosion.

Fractographic studies indicated that the phase distribution is such that cracking can almost entirely proceed through the α -phase.

A typical fracture surface is depicted in figure 9 (page 39) showing cleavage fracture (flat areas with fine feathery markings) and ductile tearing (smooth surfaces with river patterns).

It is concluded that the fracture toughness of IMI 550 permits fail-safe design of components provided the components are not exposed to an aqueous environment. In the latter case it is necessary either to use a safe-life design or to achieve fail-safety through e.g. multiple element structures.

1.2 AERODYNAMICS

Aircraft development

Numerous wind tunnel tests were performed in support of European aircraft development projects such as Fokker F28 Mk 6000, VWF 614, Concorde, Airbus A 300 B, Mercure and MRCA.

Computation of stationary flow fields

The activities were directed mainly at the extension of the field of application of NLR's panel method for calculating the pressure distribution over aircraft configurations. This is, among other things, being achieved by incorporating correction procedures for the boundary layer effects. A numerical procedure for establishing shape and location of the vortex sheet behind a wing was checked by measurements on an arrow-wing model. The possibilities of applying the panel method to aerofoils with flaps are being examined.

To become familiar with flow problems in R/STOL aerodynamics, computations were made of the plate pressure induced by a free jet issuing normally from a flat plate in still air and by deflected jets exhausting into a cross flow. Also, the computation of the flow over a surface in a slipstream was examined.

Aerofoils

The design of shock-free transonic aerofoils for practical applications received much attention. A difference method was developed for calculating the flow over an aerofoil with a given geometry under off-design conditions; the method gave satisfactory results for weak shock waves. The results of wind tunnel measurements on a quasi-elliptical aerofoil under design and off-design conditions were extensively analysed to determine the location and the strength of the shock wave on the aerofoil, and the boundaries where flow separation occurs due to shock wave-boundary layer interaction.

Instationary flow

The comparison of the results of pressure measurements with ONE-RA's method (pressure transducers flush mounted in surface) and NLR's method (pressure tubes and remote transducer) was completed. Differences between the results could be explained and eliminated. Wind tunnel tests were carried out on a two-dimensional wing with oscillating flap in transonic flow to determine stationary and instationary pressure distributions at various Mach numbers, angles of attack and flap angles. Computer programs for calculating these pressure distributions were developed. Other efforts were directed at the development of a method for calculating aerodynamic forces on a wing with external stores in subsonic flow, and of a program system for calculating various transfer functions which are needed for studies on riding qualities and on dynamic loads due to gusts and manoeuvres.

Scale effects in wind tunnels

Studies in this field were concerned with the scale effect on transonic flow separation and on the normal force distribution on slender bodies at incidence in supersonic flow.

The study of wall interference in high speed wind tunnel test sections with slotted top and bottom walls, of which there are two in operation at NLR, was completed. Considerable attention has been paid to the influence of pressure fluctuations in the flow in NLR's supersonic wind tunnel on model boundary-layer transition.

1.3 STRUCTURES AND MATERIALS

Aircraft development

For the full-scale fatigue testing of the VFW 614 wing, which is being carried out at Fokker-VFW, NLR developed and implemented the test set up.

Aircraft loads

The evaluation of the "envelope concept" and the "mission analysis concept" for defining aircraft design loads was completed. The difficulty with the latter concept lies in the definition of a representative design mission. It was concluded that, as the available statistical data on gustiness are far from sufficient to predict, with a reasonable degree of accuracy, the probability of a certain critical load level being exceeded, preference should be given to the envelope concept at present. Methods for measuring and describing atmospheric turbulence, presented in an AGARD report entitled "Environmental statistical data" were thoroughly examined and analysed.

Strength and stiffness of structures

Access was obtained to the Automatic System for Kinematic Analysis (ASKA) which greatly enhanced the possibilities of investigating problems related to strength and stiffness calculations of aircraft structures.

Work on the development of a mathematical model for the calculation of the maximum compressive strength of stiffened panels was pursued with studies on plasticity effects and on the numerical treatment of the nonlinear elastic deformation problem. Attention has been given also to plastic plate bending.

Fracture toughness and residual strength

Three investigations are in progress, viz., on

- the residual strength of cracked stiffened panels
- the plastic deformation during crack propagation, which resulted in a mathematical model for determining the initial elasto-plastic characteristics (anisotropy parameters and strain hardening coefficient) of rolled sheet materials. The experimental verification of this model was performed at Twente T.U.
- the residual strength under plane-stress conditions of 2024 T3 and 7075 T6 sheet materials.

Fatigue

The activities were largely concentrated on the fatigue testing under flight-simulation loading, whereby the influence of design stress level, truncation of high gust loads and elimination of small gust loads in the load spectrum on the fatigue life were investigated on notched aluminium alloy specimens.

A second investigation dealt with the influence of fretting on the fatigue life of pin loaded 2024 T3 lugs subjected to a low-frequency fatigue load on which a high frequency low amplitude sinusoidal load was superimposed.

Stress corrosion

The investigation on the effect of the corrosive medium on the growth of stress corrosion cracks in pre-cracked 7075-T6 specimens in bending was completed. The effect of the p_H of the corrosive medium (3% NaCl solution) appeared to be small, contrary to that of the electrochemical potential of the test specimen.

Miscellaneous

In addition to the already mentioned topics studies are being conducted on

- stresses and deformations in metal-to-metal bonds
- non-destructive inspection of the quality of the pre-treatment of metal surfaces prior to bonding
- influence of variations in heat treatment on the mechanical properties, stress corrosion resistance and micro structure of 7079 forging alloy and the AU4SG alloy
- cracks due to hydrogen embrittlement in high alloy steels.

1.4 AIRCRAFT

Aircraft development

The design and development of a new digital flight-recording system for the flight testing of the Fokker F28 Mk 6000 required a great deal of effort.

It involved the modification of the existing digital magnetic flight recorder to increase its capacity both in terms of the number of parameters to be sampled (120) and the number of samples to be taken each second (210). The system now comprises three FDAU's, the data being recorded on a 14-track magnetic tape. Equipment with digital display was developed for checking the proper functioning of the system prior to and during flight. The whole system was successfully tested both in the laboratory and in flight. Its installation in the aircraft concerned is being prepared.

Flight mechanics

Studies in this field are concerned with the development of design criteria for electric aircraft control systems to assure good handling qualities. To evaluate these criteria, on a flight simulator or in flight tests, the describing function of the pilot will have to be determined. To gain experience in the subject matter a specially designed control system with a side stick was flown in the Queen Air laboratory aircraft.

Measuring, recording and display techniques

In preparation of the measurements of the longitudinal stability and control characteristics and the response of the Hunter laboratory aircraft in nonstationary flight, which will be conducted in co-operation with Delft TU, the thrust of the RR Avon 122 engine was measured both on the ground and in flight.

A new method has been developed for measuring take-off and landing performance, using a stable platform in combination with a radio altimeter. The old method (using a camera in the nose of the aircraft) and the new one were simultaneously tested with the Queen Air laboratory aircraft, making use of an LN3 platform provided by the Royal Netherlands Air Force.

Aircraft flightpaths were successfully measured, using a simple strap-down system, that comprises three accelerometers and an attitude gyro. The calculated altitude profiles have to be updated once with a directly measured altitude, i.e. derived from aerial photographs.

Approach and landing in low-visibility weather conditions.

Activities in this field are carried out under the aegis of the Civil Aviation Department for the All Weather Operations Panel and the Obstacle Clearance Panel of ICAO. They were mainly concerned with the evaluation of an head up display as an aid in approach and landing, and with the refinement and further development of a collision risk model, based on the distribution of measured lateral and vertical deviations from the ILS-glidepath in instrument approaches.

Air traffic control

Continuing assistance is being provided to the design and development of the new Signaal Automatic Radar Processing system (SARP) for the Schiphol ATC which will become operational in 1976. Studies were completed dealing with the tracking process, the optimum setting of the video extractor which digitizes the signals of the approach radar and prepares them for computer input, and the modification of the computer programs for flightpath calculation on the present SATCO computer (Signaal Automatic Air Traffic Control) in view of the introduction of the three-stack configuration. Studies are in progress on display systems for the visual presentation of radar data, the detection of conflict situations in the TMA, and computer assisted approach sequencing.

Participation in the work of the North Atlantic Systems Planning Group and the Review of the General Concept of Separation Panel, both of ICAO, was continued. NAT SPG concentrates on the development of a collision risk model for the North Atlantic Area, while RGCS is conducting a study on separation criteria in airplanes especially those in Western Europe.

1.5 SPACEFLIGHT TECHNOLOGY

Spacecraft development

Work for ELDO relating to the development of the Europa II launcher, included the testing of two flight units of the inertial navigation system and the detailed verification of the proper functioning of the flight program stored in the onboard computer by means of "scientific flight simulation" and "interpretive computer simulation".

A study was conducted for ESRO on thermal scale modelling of spacecraft mechanisms. In addition, a thermal conductance rig for measuring heat transfer in the bearings of these mechanisms is being designed and constructed.

Participation in the development of the Astronomical Netherlands Satellite ANS was mainly directed at the satellite operations control from the ground station that will be located at ESOC Darmstadt and operated by NLR. Test procedures were developed for the instrument package, that was designed by the Space Research Laboratory of Groningen University, for measuring the UV spectrum of young hot stars, and some tests were performed.

Miscellaneous

In addition to the above topics the following investigations can be mentioned:

- thermal vacuum tests on the emission and absorption of aluminium surfaces
- satellite attitude stabilization and control, in particular the application of double gimbaled momentum wheels.
- kinematic drift of strap-down systems.

1.6 ENVIRONMENTAL CONTROL AND EARTH SURVEYS

Wind problems and air pollution

Wind tunnel tests were conducted on models of buildings and urbanization projects to determine wind forces, wind hindrance and smoke nuisance. Vibration tests were carried out on models of bridges and full-scale high tension pylons.

Noise nuisance from aircraft

Studies in this field are performed for the Civil Aviation Department and comprise among other things the computation of noise exposure contours for existing and planned airfields, the effect of changes in runway configurations and of operational procedures on noise nuisance, and the determination of minimum noise departure flight-paths.

Earth surveys

A number of surveys with the Queen Air laboratory aircraft equipped with an infrared scanner of the Royal Netherlands Air Force have been made for NIWARS, the governmental working group for studies on the application of remote sensing. These surveys were mainly concerned with circulation in coastal waters and the hydrology and pedology

of certain areas.

Studies have been undertaken also for the Ministry of Traffic and Waterways e.g. on the application of side-looking airborne radar (SLAR) for monitoring shipping in the Northsea, especially towards and from the Nieuwe Waterweg, and for oil detection.

1.7 OTHER ACTIVITIES

Applied mathematics

Topics of study include the solution of eigenvalue problems in finite element calculations, optimization techniques, the analysis of stochastic phenomenae in relation to the development of collision risk models.

Data handling and computer operation

Activities were concentrated on the development of standardized software for the processing of flight test results, flightpath data and wind tunnel data.

Electronics.

A prototype of a hybrid conditioner for strain gauge bridges was developed.

2 Equipment

2.1 FOR AERODYNAMICS

The main activities were concerned with the design of a subsonic atmospheric wind tunnel with a test section of 8×6 m. Various design aspects have been investigated in the 1:10 scale model of this wind tunnel, such as the resistance of the tunnel circuit and the fan efficiency. The possibilities are being investigated of performing noise measurements on aircraft models in wind tunnels.

The studies in connection with the design of a small transonic wind tunnel for testing at high Reynolds number were continued.

The design studies for a gun tunnel ($M=6-12$) were completed. Due to other priorities the development of this facility has been postponed.

2.2 FOR STRUCTURES AND MATERIALS

The 20 metric tons Amsler servo-controlled hydraulic testing machine was transformed into a fatigue machine, requiring the development and implementation of a system for digital input of a random fatigue load.

2.3 FOR FLIGHT TESTING

The Queen Air laboratory aircraft was equipped with the Sperry Three Axes Reference System (STARS) which makes it possible to use the aircraft in Cat II conditions.

The updating of the facilities for flight data recording and subsequent processing on the ground was completed. For onboard registration use can be made of either a system comprising flight data acquisition units (FDAU) or a pulse code modulation system (PCM). The flight data processing center which converts the flight tapes into computer compatible tapes by means of a CDC 1700 process computer was completed. It was moreover provided with a quick look facility for a quick appraisal of the functioning of the onboard equipment and of the flight test results.

The "on-line" system for monitoring flutter measurements in flight by telemetry has been tested; the results look promising.

Considerable progress has been achieved in the design and development of a flight simulator with movable cockpit. The new building in which it is going to be installed together with other NLR flight simulators, was completed and all major components were ordered.

2.4 FOR SPACE FLIGHT TECHNOLOGY

The EAI 680 analog computer was extended with an EAI 693 interface unit and an EAI 640 digital computer, which resulted in a full hybrid computer system.

2.5 FOR GENERAL USE

An order has been placed for a CDC Cyber 72 system, to replace the present CDC 3300 central processor.

A programmable device for testing electronic systems and subsystems, comprising a NOVA 1220-minicomputer, was completed.

An electromagnetic interference test facility was put in operation.

3 Scientific Committee NLR-NIVR

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

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

The membership of the scientific committee and of the subcommittees is listed and details are given of the meetings held.

4 Netherlands Delegation to AGARD

There were no changes in the Netherlands Delegation to AGARD and the Netherlands membership of the AGARD panels remained unchanged.

The Board of the National Delegates met in March for the usual review of current programs and for the preparation of the program and budget for 1973. Another meeting of the Board was held in September, to review the program of the current year, to finalize the program for 1973 and to make preliminary preparations for the program of 1974.

The annual meeting also commemorating AGARD's twentieth anniversary took place in Brussels on 28 September.

The first plenary session after addresses by the Belgian minister of Defense and the chief of the Belgian Air Staff, was mainly devoted to certain Belgian research projects in the aerospace field and details were given of work done at Belgian universities on compressors, structures and materials. An account was given of fluid dynamic research in Belgium and the role of AGARD in the work done at the Von Karman Institute for Fluid Dynamics (VKIFD) at Rhode-Saint-Genèse near Brussels. In the second plenary session the history and the present role of AGARD were reviewed by dr. Benecke, chairman of AGARD, general Steinhoff and finally by Mr. J. M. A. H. Luns, secretary-general of NATO.

Personal memories of dr. Von Karman, founder of AGARD, were highlighted by prof. Gabrielli.

The Von Karman Lecture was presented by the Hon. Robert C.

Seamans, secretary of the United States Air Force, on the subject: "Lessons learned and future directions in the management of technical programs".

The meeting was concluded with awarding Von Karman Medals to Mr. E. T. Jones (past vice-chairman of AGARD), prof. C. D. Perkins (past chairman) and Mr. R. A. Willaume (Director Plans and Programs of AGARD). The presentations were made by the secretary-general of NATO, who read the citations in a personal address to each of the recipients.

As in previous years members of the scientific staff of NLR took part in AGARD meetings, held in the NATO nations, contributed to publications or participated in other AGARD activities.

Four U.S. scientists lectured in the Netherlands under the auspices of the AGARD Consultant and Exchange Program. Under the same program two Netherlands scientists (one of NLR) lectured in several other countries and another four of NLR were lecturers for short courses held at the Von Karman Institute for Fluid Dynamics (VKIFD).

A number of AGARD publications became available for distribution to authorized recipients.