

STICHTING

*Nationaal Lucht- en
Ruimtevaartlaboratorium*



VERSLAG
OVER HET JAAR **1978**

NATIONAAL LUCHT- EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM

Bureau van het Bestuur van de Stichting:

Kluyverweg 1, 2629 HS DELFT

Postbus 126, 2600 AC DELFT

Telefoon (015) 788014 - telex 34207 (stnlr nl)

Laboratorium Amsterdam:

Anthony Fokkerweg 2, 1059 CM AMSTERDAM

Postbus 90502, 1006 BM AMSTERDAM

Telefoon (020) 5113113 - telex 11118 (nlraa nl)

Telegram-adres: Windtunnel Amsterdam

Laboratorium Noordoostpolder:

Voorsterweg 31, 8316 PR MARKNESSE

Postbus 153, 8300 AD EMMELOORD

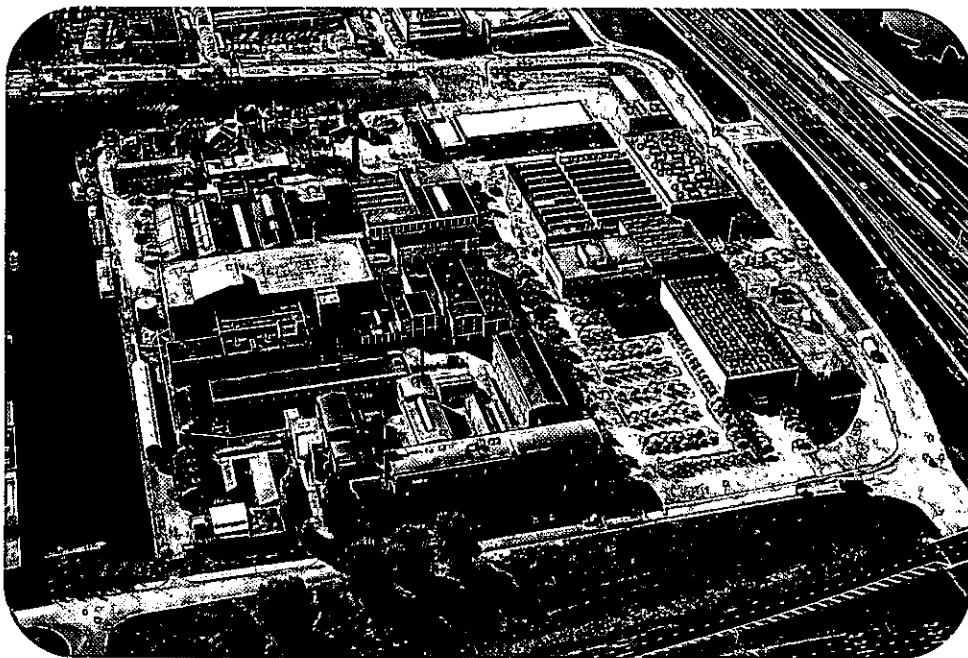
Telefoon (05274) 2828 - telex 42134 (nlrbb nl)

**VERSLAG
OVER HET JAAR
1978**

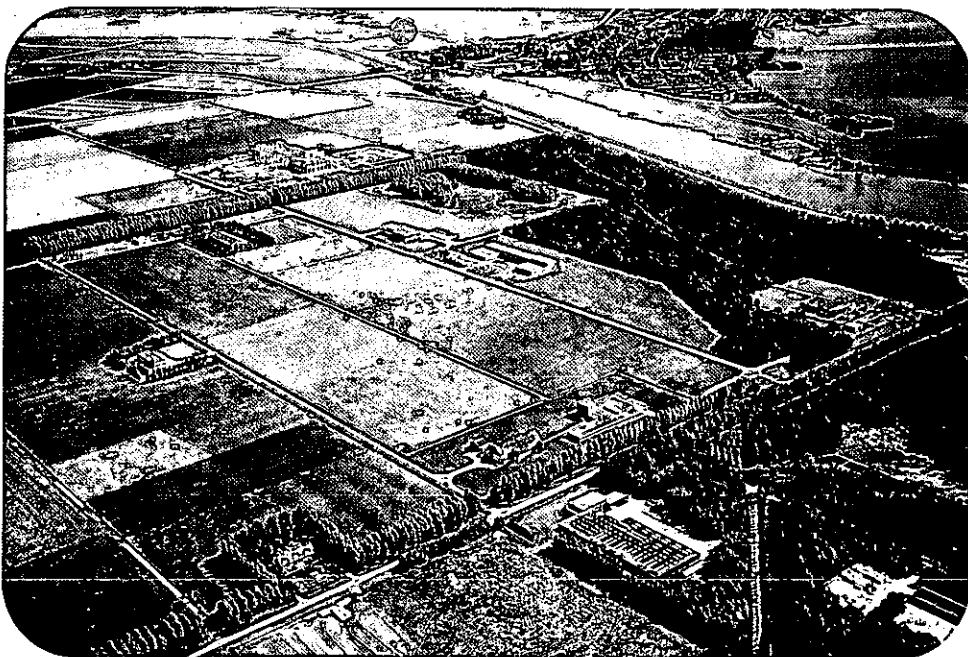
**STICHTING
NATIONAAL LUCHT- EN
RUIMTEVAARTLABORATORIUM**

**MET GEGEVENS OMTRENT DE
WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR
EN DE
NEDERLANDSE DELEGATIE BIJ DE AGARD**





NLR AMSTERDAM



NLR NOORDOOSTPOLDER
(foto's KLM Aerocarto)

BESTUUR VAN DE STICHTING NATIONAAL LUCHT- EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM*

Benoemd door:

Prof.Dr.Ir. O.H. Gerlach <i>voorzitter</i>	Ministers van Verkeer en Waterstaat, van Defensie, van Economische Zaken, van Onderwijs en Wetenschappen, en van Financiën
Drs. R.J. Zwanenburg	Minister van Verkeer en Waterstaat voor de Rijksluchtvaartdienst (RLD)
Drs. Ph. Leenman	Minister van Verkeer en Waterstaat voor de PTT
Gen.Maj. H. Dieters	Minister van Defensie voor de Koninklijke luchtmacht (KLu)
KTZT L.C. van Nieuwkoop	Minister van Defensie voor de Koninklijke marine (KM)
Ir. J.W. Hillege	Minister van Economische Zaken
Mr. A.L. Goedhart	Minister van Onderwijs en Wetenschappen
Mr. J. van der Brugge	Minister van Financiën
Ir. J. Cornelis	Fokker-VFW B.V.
Mr. G.W. van Hasselt	Koninklijke Luchtvaartmaatschappij N.V. (KLM)
Prof.Ir. H. Wittenberg	Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart (KNVvL)
Ir. H.H. 't Hart	Nijverheidsorganisatie TNO
A.B. Wolff, Lt.Gen.Klu b.d.	Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR)

DIRECTIE VAN HET NATIONAAL LUCHT- EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM*

Ir. J.A. van der Blik	algemeen directeur
Dr.Ir. B.M. Spee	adjunct-directeur
J.A. Verberne, R.A.	controller

* Samenstelling op 31 december 1978

INHOUDSOPGAVE

1	ALGEMENE BESCHOUWINGEN	7
1.1	Bestuur van de Stichting	7
1.2	Algemene zaken van de Stichting	7
1.3	Achtergronden van het beleid	11
1.4	Financiële aangelegenheden van de Stichting	12
1.5	Organisatie en personeel van het laboratorium	13
1.6	Nationale en internationale activiteiten	17
2	CAPITA SELECTA	21
2.1	Aërodynamisch onderzoek ter voorbereiding van een nieuw Nederlands verkeersvliegtuig met superkritieke vleugel	21
2.2	Ontwikkelingen in remote sensing	28
2.3	De ontwikkeling van informatiesystemen door het NLR	34
3	OVERZICHT VAN HET WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK	41
3.1	Stromingen	41
3.2	Vliegtuigen	45
3.3	Constructies en Materialen	48
3.4	Ruimtevaart	51
3.5	Onderzoekingen betreffende milieubeheer en energievoorziening	54
3.6	Toegepaste informatica	57
4	TECHNISCHE OUTILLAGE	59
4.1	Technische outillage voor stromingsonderzoek	59
4.2	Technische outillage voor vliegmechanisch onderzoek	60
4.3	Technische outillage voor onderzoek op het gebied van constructies en materialen	62
4.4	Technische outillage voor ruimtevaartonderzoek	64
4.5	Technische outillage voor algemeen gebruik	65
5	BIBLIOTHEEK EN DOCUMENTATIE	67
6	EXTERNE EN INTERNE BETREKKINGEN	69
7	WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR	73

8	DE NEDERLANDSE DELEGATIE BIJ DE AGARD	75
8.1	Samenstelling van de Nederlandse delegatie in 1978	75
8.2	Vergaderingen van de Nationale Gedelegeerden	76
8.3	AGARD jaarvergadering	76
8.4	Von Kármán Medaille	76
8.5	Technische bijeenkomsten van de commissies van de AGARD	77
8.6	AGARD Consultant and Exchange Program	79
8.7	AGARD publikaties	80
	 Bijlage 1 — Publikaties	 83
	Bijlage 2 — Bijdragen aan congressen en cursussen	89
	Bijlage 3 — Verklaring van een aantal van de gebruikte afkortingen	93
	 SUMMARIES	 95

1 ALGEMENE BESCHOUWINGEN

1.1 BESTUUR VAN DE STICHTING

In de samenstelling van het bestuur vonden in het verslagjaar enkele mutaties plaats. Ir.H.H.'t Hart werd, ter vervulling van de vacature die ontstaan was door het aftreden per 1 juli 1977 van Drs.F.Lagerwey, met ingang van 17 februari 1978 door de Nijverheidsorganisatie TNO als bestuurslid aangewezen. Ir.J.W.Hillege volgde met ingang van 1 juli 1978 de heer C.J.D.Riethof op, als door de minister van Economische Zaken benoemd bestuurslid. Voorts trad voor de Koninklijke marine KTZT L.C. van Nieuwkoop met ingang van 11 augustus 1978 als lid tot het bestuur toe. Hij volgde in die hoedanigheid KTZT F.K.Haselhoff op.

In de 163e bestuursvergadering van 1 juni 1978 heeft de voorzitter de waardering van het bestuur tot uitdrukking gebracht voor de steun en medewerking die het NLR steeds zowel van de heer Haselhoff als van de heer Riethof heeft ondervonden en voor beider bijdragen in het bestuursbeleid.

Mr.A.L.Goedhart en Mr.G.W. van Hasselt werden voor de statutaire periode van vier jaar als bestuurslid herbenoemd.

Het bestuur vergaderde in het verslagjaar op 15 februari, 12 april, 1 juni, 4 oktober en 13 december. De voorzitter van de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR en de directie woonden de vergaderingen bij.

Het bestuur werd terzijde gestaan door de heren G.A.Lens en R.A.Jager, beiden als technisch medewerker, en door Drs.A.de Graaff als financieel-economisch medewerker.

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

Het bestuursbureau was gevestigd in het gebouw van de Afdeling der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de Technische Hogeschool Delft, Kluyverweg 1 te Delft.

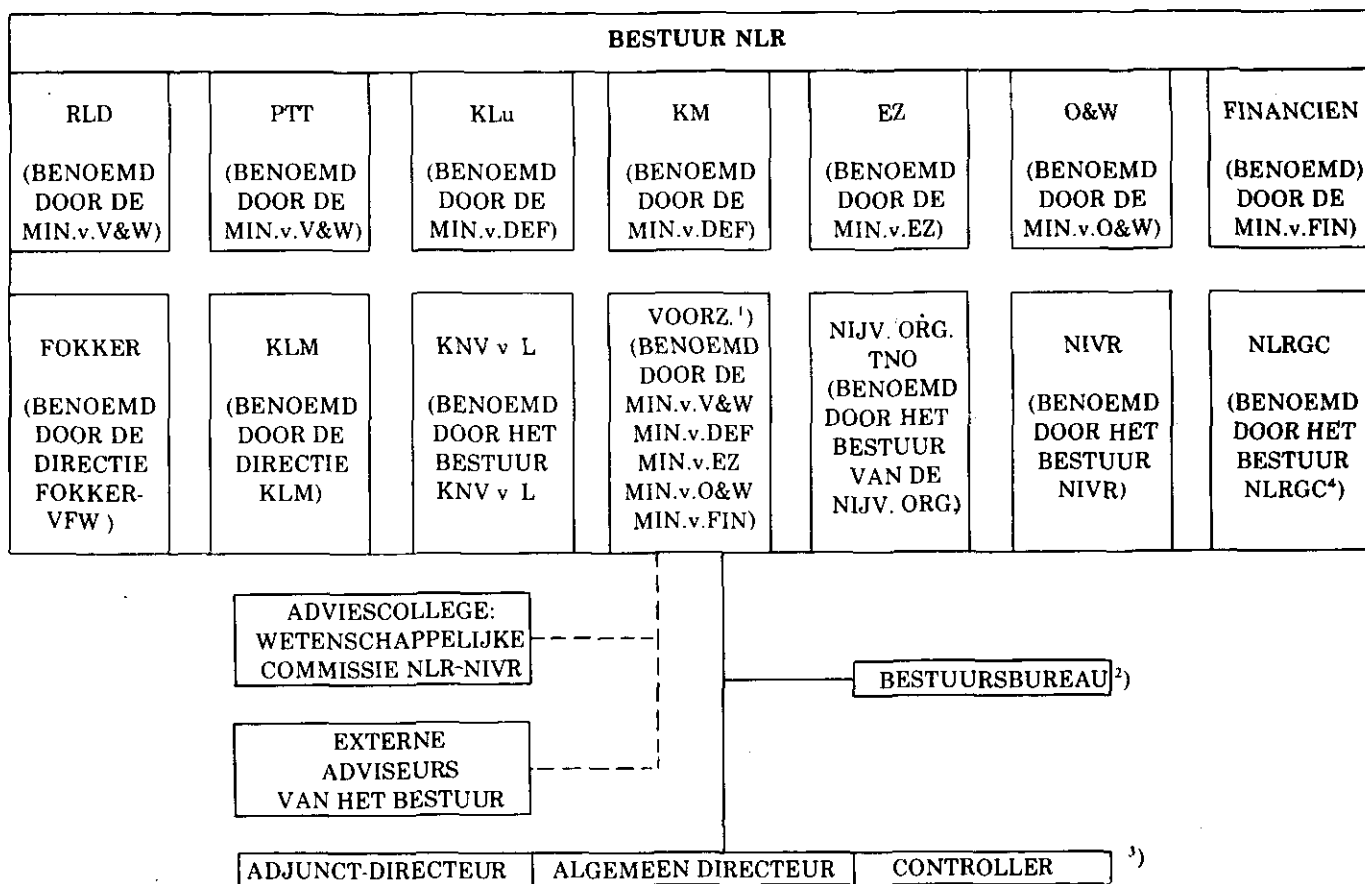
1.2 ALGEMENE ZAKEN VAN DE STICHTING

Het NLR ondervond wederom in velerlei opzicht steun en medewerking van de Overheid. Daarnaast kon het zich verheugen in een goede samenwerking met de opdrachtgevers, te weten de militaire en civiele vliegtuiggebruikers, de Nederlandse vliegtuigindustrie, de Rijksluchtvaartdienst (RLD), het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR) en de overige binnenlandse en buitenlandse opdrachtgevers. De op zichzelf verheugende omvang van het opdrachtenpakket vergde, door de hoge werkbelasting die hiervan het gevolg was, van bestuur en directie bijzondere aandacht voor de continuïteit van het speurwerk in eigen beheer, een punt waarop later in verband met de functie van de Wetenschappelijke Commissie nog zal worden teruggekomen.

Evenals in het voorafgaande jaar waren veel activiteiten van bestuur en directie gericht op het bevorderen van de buitenlandse betrekkingen en de internationale samenwerking. Zij betroffen voor een aanzienlijk deel de AGARD (Advisory Group for Aerospace Research and Development), de samenwerking om te komen tot een cryogene Europese Transsonne Windtunnel (ETW), het samenwerkingsverband 'Group for Aeronautical Research and Technology in Europe' (GARTEUR), en de samenwerking met de Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DFVLR) o.a. terzake van de bouw van de Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW) op het NLR-terrein in de Noordoostpolder. Op GARTEUR, ETW en DNW wordt in hoofdstuk 1.6 nader teruggekomen.

De bouw van laatstgenoemde installatie vond goede voortgang. In het verslagjaar is ook veel werk verzet ter voorbereiding van de exploitatiefase, die na het gereedkomen van de bouw

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



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

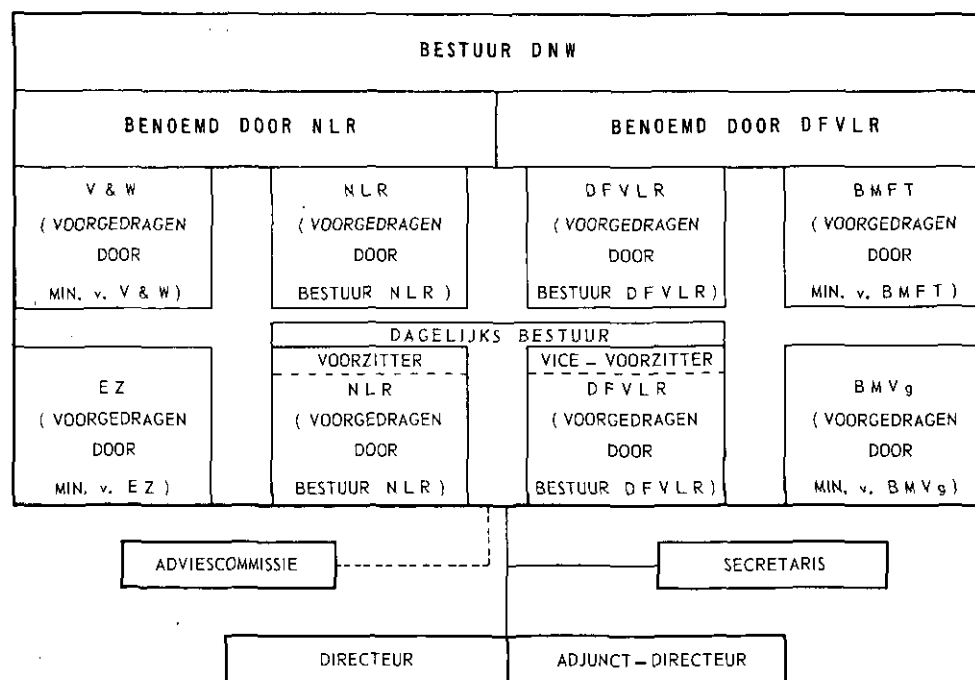


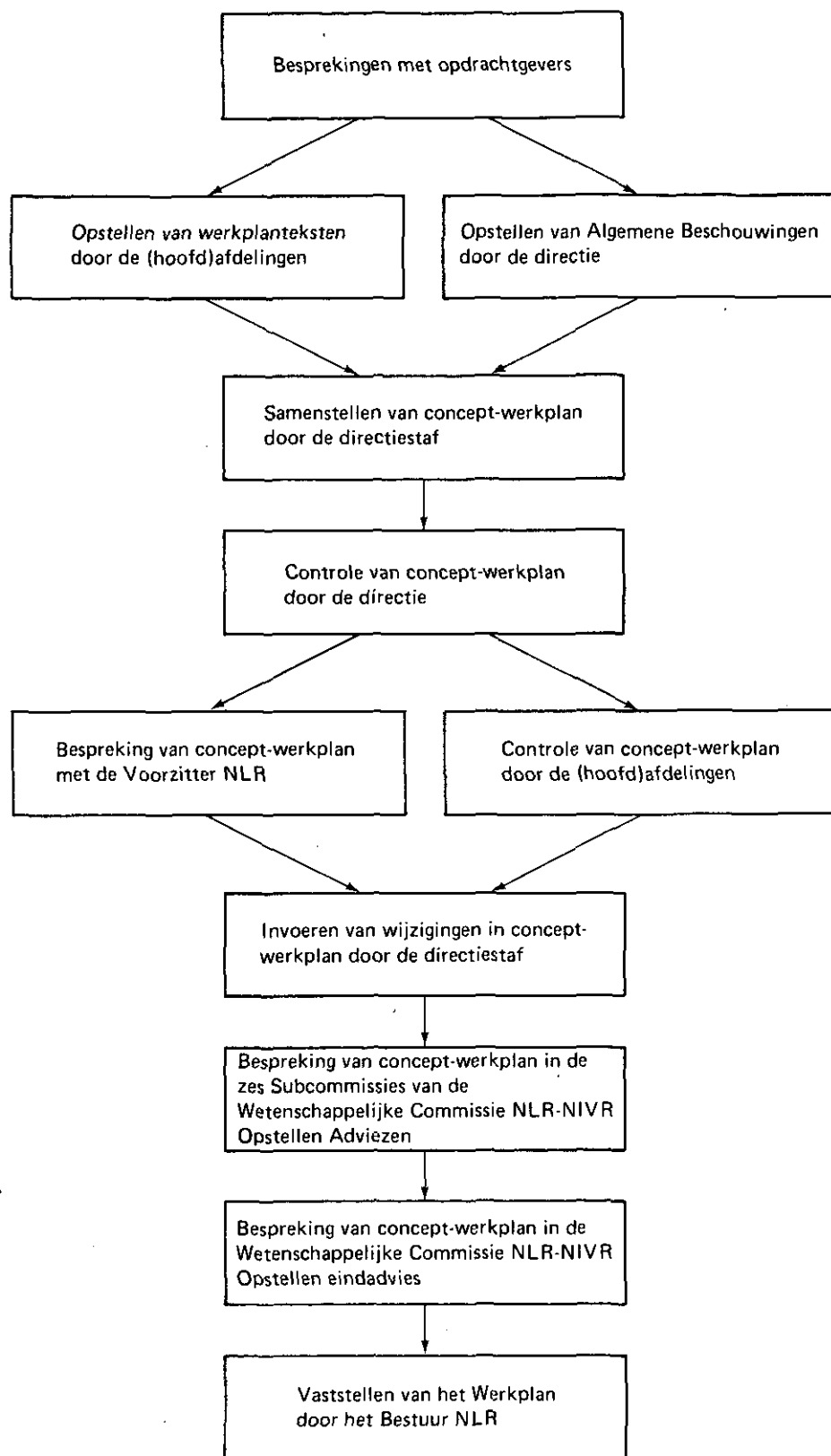
begin 1980 een aanvang zal nemen. Voor de samenstelling van het bestuur van de Stichting DNW, waarvan Prof.Dr.Ir.O.H.Gerlach sinds 1 juli 1978 als voorzitter fungeert, wordt verwezen naar het schema op blz. 9.

Verschillende van de onderwerpen waarmee bestuur en directie zich hebben beziggehouden komen in de hoofdstukken over de gang van zaken in het laboratorium aan de orde. Daarvan moge reeds op deze plaats worden vermeld: het vormen van een globale visie op langere termijn op de verdere ontwikkeling van de vestiging in de Noordoostpolder en de voorbereiding van de bouw aldaar van een lage-snelheidstunnel met meetplaatsafmetingen van 3 m x 2,25 m.

Voor al hetgeen de directie, haar medewerkers en haar adviseurs in 1978 wederom hebben bijgedragen om het laboratorium zowel in technisch-wetenschappelijk en commercieel als in sociaal opzicht goed te doen functioneren, spreekt het bestuur op deze plaats gaarne zijn waardering uit. Het bestuur spreekt tevens zijn waardering uit voor de steun, ondervonden van de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR en haar subcommissies, waarop onder 1.3 en in hoofdstuk 7 nog uitvoerig zal worden teruggekomen, van de NLR Computer Commissie en van de andere externe adviseurs van het bestuur.

Voor een schematisch overzicht van de organisatie van het NLR moge worden verwezen naar de bladzijden 8 en 16.





STROOMDIAGRAM NLR-WERKPLAN

1.3 ACHTERGRONDEN VAN HET BELEID

DE WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR EN HAAR SUBCOMMISSIES

Inleiding

Het verslag van de werkzaamheden van de Stichting NLR bevat traditiegetrouw een kort hoofdstuk over de 'Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR', een lichaam dat de beide instituten waarnaar de naam verwijst van advies dient, niet alleen op verzoek, maar telkens als daar aanleiding toe is ook eigener beweging (zie hoofdstuk 7 op blz. 73 e.v.). Het is niet-temin zinvol op dit onderwerp eens wat dieper in te gaan. De Stichting NLR heeft namelijk, omdat zij krachtens haar doelstelling een onderneming is die - zonder winstoogmerk - technisch-wetenschappelijke diensten verleent, méér belang bij de werkzaamheden van deze commissie dan uit bedoeld hoofdstuk alléén valt op te maken. Voorts behoort een belangrijk deel van de resultaten van die werkzaamheden tot de achtergronden van het beleid der Stichting ten aanzien van het onderzoek. Vandaar de plaats die voor deze uiteenzetting is gekozen.

Organisatie

Volgens artikel 12 van de statuten van de Stichting kan het bestuur commissies van advies of bijstand instellen, welke naar gelang van de aard van hun taak een tijdelijk dan wel een vast karakter kunnen hebben. Verder bepaalt dit artikel, dat de samenstelling, bevoegdheid en werkring van deze commissies worden geregeld bij een door het bestuur vast te stellen reglement. Aan de hand van de bewoordingen van de statuten kan de Wetenschappelijke Commissie formeel worden omschreven als een vaste adviescommissie voor het bestuur met een eigen reglement. Dit is echter niet volledig. De commissie is n.l. tevens een adviescommissie voor het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR) en heeft ook een speciale adviestaak ten behoeve van de *directie* van het NLR.

De commissie bestaat uit vijf leden. Haar voorzitter wordt benoemd door de besturen van NLR en NIVR te zamen. Van de overige vier leden worden er twee door het NLR-bestuur en twee door het NIVR-bestuur benoemd. Overeenkomstig het reglement voor de Wetenschappelijke Commissie heeft zij in overleg met de besturen van NLR en NIVR een zestal subcommissies ingesteld voor verschillende vakgebieden. Voorzitters en leden van die subcommissies worden, eveneens op reglementaire wijze, benoemd door de Wetenschappelijke Commissie, in overleg met de besturen van de beide instituten. Zij zijn gekozen uit verschillende sectoren van de Nederlandse lucht- en ruimtevaartwereld met dien verstande dat zij, evenals degenen die van de Wetenschappelijke Commissie deel uitmaken, in hun respectieve commissies zitting hebben op persoonlijke titel. Op deze wijze is onafhankelijkheid evenzeer gewaarborgd als deskundigheid, veelzijdigheid en betrokkenheid bij het vak. Voor de samenstelling van de Wetenschappelijke Commissie en haar subcommissies en het secretariaat daarvan moge worden verwezen naar hoofdstuk 7. De respectieve vakgebieden van de zes subcommissies zijn:

- aërodynamica
- aëro-elasticiteit
- ruimtevaarttechniek
- sterkte en materialen
- toegepaste wiskunde en informatica
- vliegeigenschappen en vliegtuiggebruik

Elke subcommissie vergadert gemiddeld driemaal per jaar. In deze vergaderingen worden in detail besproken: het concept-werkplan, het meerjarenprogramma, voorstellen voor onderzoek, en voorstellen voor nieuwe installaties. Aan de hand van een door het NLR opgesteld speurwerkoverzicht over het afgelopen jaar wordt voorts de voortgang van het speurwerk behandeld. De rapporten die de resultaten zijn van het speurwerk worden aan de subcommissies voorgelegd, in aanwezigheid van de auteur(s) besproken en zo nodig aangepast, voordat tot publikatie wordt overgegaan.

Taken en procedures

Het NLR ondervindt veel steun van de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR. Deze adviseert het bestuur (o.m. omtrent het concept-werkplan en omtrent de technisch-wetenschappelijke aspecten van belangrijke voorzieningen t.a.v. de outillage) en de directie (omtrekt de geschiktheid van wetenschappelijke rapporten voor publikatie). Door haar

werk draagt de Wetenschappelijke Commissie in belangrijke mate bij aan het handhaven van het wetenschappelijk niveau van het NLR.

Om dit te verduidelijken en tegelijkertijd een indruk te geven van de wijze waarop de verschillende instanties binnen de Stichting NLR in de praktijk functioneren, zal de adviesfunctie van de Wetenschappelijke Commissie t.a.v. de werkplannen in een wat breder verband worden gezien.

Het in het laboratorium jaarlijks opgestelde concept-werkplan, waarin de resultaten zijn verwerkt van contacten die de directie en vele bij het wetenschappelijk onderzoek betrokken medewerkers met grote opdrachtgevers hebben gehad, is een onderwerp van overleg tussen voorzitter en directie en wordt tot in details in de diverse subcommissies besproken. De Wetenschappelijke Commissie vat de commentaren van de subcommissies samen en brengt advies uit aan het bestuur, zodat dit het werkplan kan vaststellen.

In de loop van het jaar bespreken de Wetenschappelijke Commissie en haar subcommissies aan de hand van een door het laboratorium opgesteld speurwerkoverzicht de voortgang van de eigen werkzaamheden van het NLR en van het algemene researchprogramma voor het NIVR. De Wetenschappelijke Commissie rapporteert daarover eveneens aan het bestuur. Het meerjarenprogramma voor de eigen werkzaamheden wordt door de Wetenschappelijke Commissie eens per jaar besproken.

Het Bestuur ziet een gunstig oordeel van de onafhankelijke en gezaghebbende adviescommissie als een 'keur' op het wetenschappelijke peil van de werkzaamheden van het NLR, waarbij tevens de gerichtheid op praktische toepassing zoveel mogelijk wordt gegarandeerd door de samenstelling van de subcommissies.

De voorzitter van de Wetenschappelijke Commissie neemt in die hoedanigheid deel aan de vergaderingen van het bestuur. In het bijzonder is dat van belang in de december-vergadering, waarin op de boven aangeduide wijze het werkplan voor het eerstvolgende kalenderjaar door het bestuur wordt vastgesteld.

Het bestuur volgt zoveel mogelijk de adviezen op van de Wetenschappelijke Commissie, die veelal de continuïteit van het op een wat verdere toekomst gerichte speurwerk in eigen beheer beogen.

De arbeid van de Wetenschappelijke Commissie en die van de subcommissies is omvangrijk. Deze laatste bereiden vele adviezen en verslagen van de Wetenschappelijke Commissie voor en verdiepen zich grondig in de aan de Wetenschappelijke Commissie ter beoordeling voorgelegde publikaties van het laboratorium.

1.4 FINANCIËLE AANGELEGENHEDEN VAN DE STICHTING

In het kader van de algemene beschouwingen over de werkzaamheden in 1978 wordt in het onderstaande in het kort enige aandacht geschonken aan de financiële aangelegenheden van de Stichting.

In de vergadering van 14 februari 1978 heeft het bestuur de herziene exploitatie- en kapitaalbegroting voor 1978, alsmede de ontwerp exploitatie- en kapitaalbegroting voor 1979 vastgesteld.

In zijn vergadering van 1 juni 1978 stelde het bestuur de financiële jaarstukken van de Stichting over 1977 vast. Deze stukken zijn door de Centrale Accountantsdienst van het Ministerie van Financiën gecontroleerd; zij zijn bij beschikking d.d. 17 november 1978 van de Minister van Verkeer en Waterstaat goedgekeurd.

In het verslagjaar is technisch-wetenschappelijk onderzoek tot een bedrag van f. 43.186.800,- in opdracht uitgevoerd. Voor werkzaamheden die in eigen beheer zijn verricht was, naast van deelnemers ontvangen bijdragen, een exploitatiesubsidie nodig van f. 21.571.500,-.

Deze werkzaamheden in eigen beheer betroffen

- | | |
|---|-----------------|
| a. speurwerkonderzoekingen | f. 11.958.200,- |
| b. research en ontwikkeling met
het oog op de uitrusting van
het laboratorium | f. 12.161.200,- |
| c. wetenschappelijke diensten | f. 663.600,- |

Voor investeringen werd van overheidswege een z.g. extra subsidie van f. 4.755.000,- aan de Stichting verstrekt. Daarnaast werd de Stichting gemachtigd in 1978 verplichtingen die zullen leiden tot betalingen in latere jaren, aan te gaan tot een bedrag van f. 6.000.000,-. De in 1978 aangegane verplichtingen beliepen in totaal f. 8.921.500,-. Op de te betalen verplichtingen uit 1978 en uit voorgaande jaren werd in het verslagjaar f. 6.808.200,- betaald.

In verband met de bouw van de Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW) is een bedrag van f. 13.919.000,- ter beschikking gesteld van de Stichting DNW. De DFVLR heeft een bedrag van f. 18.723.600,- aan de Stichting DNW overgemaakt. Het verschil tussen de bijdragen van het NLR en de DFVLR zal begin 1979 worden opgeheven, waardoor de pariteit weer zal worden hersteld.

1.5 ORGANISATIE EN PERSONEEL VAN HET LABORATORIUM

Organisatie

Met de leiding van de diverse hoofdafdelingen en dienstengroepen van het laboratorium (zie organisatieschema op blz. 16) waren aan het einde van het verslagjaar belast:

Prof. Ir. H. Bergh	leider hoofdafd. Stromingen
Dr. Ir. H. Tijdeman	plv. leider hoofdafd. Stromingen
Ir. J. J. P. Moelker	leider hoofdafd. Vliegtuigen
Dr. Ir. H. P. van Leeuwen	leider hoofdafd. Constructies en Materialen
Ir. P. Kant	leider hoofdafd. Ruimtevaartuigen
Ir. G. Brink en Ir. D. J. van Dieren	leiders Technische Diensten
Ir. W. Loeve	leider Wetenschappelijke Diensten
J. A. Verberne, R. A.	leider Overige Diensten
Ir. D. J. van den Hoek	algemeen bedrijfscoördinator

In de organisatie van het laboratorium vonden enkele wijzigingen plaats.

Met ingang van 16 oktober werd Dr. Ir. H. Tijdeman benoemd tot plaatsvervangend leider van de hoofdafdeling Stromingen. Zijn werkzaamheden in deze functie hebben vooral betrekking op het speurwerk dat onder beheer van de hoofdafdeling wordt uitgevoerd. Voorts wordt hij betrokken bij de dagelijkse leiding van de hoofdafdeling, en vervangt hij, indien nodig, de hoofdafdelingsleider Prof. Ir. H. Bergh. Dr. Tijdeman blijft tevens zijn functie als chef van de afdeling Aëro-elasticiteit vervullen.

Ten behoeve van de Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW) werd ook in 1978, naast de directe ondersteuning in de vorm van mankracht voor het projectteam voor de bouw van de windtunnel, voorts medewerking verleend door het beschikbaar stellen van personeel van diverse afdelingen en dienstengroepen van het NLR. Een deel van het personeel voor de exploitatiefase, dat - op dezelfde wijze als het projectteam voor de bouw - paritair wordt samengesteld uit NLR- en DFVLR-medewerkers, werd gedetacheerd bij de DNW. Met de voorbereiding van de exploitatiefase, die naar verwachting begin 1980 zal ingaan, werd begonnen. In dit verband dient tevens te worden vermeld dat op 31 januari 1979 Prof. Dr. J. Barche (DFVLR) benoemd werd tot directeur en Ir. J. W. G. van Nunen (NLR) tot adjunct-directeur voor de exploitatiefase van de DNW, beide met ingang van 1 april 1979. Vanaf die datum zullen Prof. Barche en Ir. Van Nunen de exploitatiefase gaan voorbereiden.

Pensionering

In 1978 bereikten zes medewerkers de pensioengerechtigde leeftijd, te weten de heren L. Koblenz (Archief), F. Lust (Centrale), D. M. Grannetia (Werkplaatsen), B. G. H. Pasteuning (Werkplaatsen), W. Wals (Centrale), en W. ter Meulen (Huishoudelijke Zaken).

In Memoriam

Op 14 december 1978 overleed mevrouw A. Kamping-Bruintjes, die gedurende vele jaren met grote toewijding werkzaam is geweest als hoofd van de kantine in de NLR-vestiging Noordoostpolder.

Tijdens het samenstellen van dit verslag ontvingen wij het bericht dat op 22 februari 1979 de heer Ir. A. Boelen op 69-jarige leeftijd was overleden.

De heer Boelen trad in 1931 in dienst van de Rijks Studiedienst voor de Luchtvaart. In

NLR-PERSONEELSFORMATIE EIND 1978
(tussen haakjes de cijfers van eind 1977)

Indeling		Academici en daarmee gelijkgest.	Hogere technici en daarmee gelijkgest.	Overigen	Totaal
DIRECTIE		3 (3)	- (-)	- (-)	3 (3)
Directiestaf		6 (6)	11 (12)	2 (1)	19 (19)
		9 (9)	11 (12)	2 (1)	22 (22)
H.AFD. STROMINGEN		4 (3)	1 (1)	3 (3)	8 (7)
- Incompr. Aërodynamica	AI	12 (11)	4 (4)	10 (9)	26 (24)
- Compr. Aërodynamica	AC	11 (13)	17 (17)	19 (18)	47 (48)
- Voortstuwingsaërodynamica	AV	7 (6)	3 (3)	6 (6)	16 (15)
- Aëro-elasticiteit	AE	10 (11)	3 (3)	- (-)	13 (14)
- Theoretische Aërodynamica	AT	6 (6)	2 (2)	- (-)	8 (8)
- Windtunnelinstrumentatie	AW	2 (2)	7 (7)	5 (5)	14 (14)
		52 (52)	37 (37)	43 (41)	132 (130)
H.AFD. VliegTUIGEN		3 (3)	- (-)	2 (2)	5 (5)
- Vliegpr. en helikopteronderz.	VV	12 (14)	11 (11)	1 (1)	24 (26)
- Vliegtuiggebruik	VG	16 (14)	4 (4)	3 (2)	23 (20)
- Stabiliteit en besturing	VS	9 (8)	3 (3)	2 (1)	14 (12)
- Prestaties en evaluaties	VP	5 (5)	1 (1)	- (-)	6 (6)
- Vliegtuiginstrumentatie	VA	8 (7)	19 (19)	8 (9)	35 (35)
		53 (51)	38 (38)	16 (15)	107 (104)
H.AFD. CONSTR. en MAT.		1 (1)	- (-)	1 (1)	2 (2)
- Belastingen	SB	4 (4)	2 (2)	- (-)	6 (6)
- Constructies	SC	7 (7)	3 (3)	1 (1)	11 (11)
- Materialen	SM	5 (4)	2 (1)	- (-)	7 (5)
- S-Laboratoria	SL	- (-)	3 (3)	11 (11)	14 (14)
		17 (16)	10 (9)	13 (13)	40 (38)
H.AFD. RUIMTEVAARTUIGEN R		16 (14)	6 (6)	3 (3)	25 (23)
WETENSCH. DIENSTEN		1 (1)	1 (1)	2 (2)	4 (4)
- Elektronika	WE	10 (10)	15 (15)	13 (14)	38 (39)
- Math. modellen en methoden	WM	8 (7)	- (-)	- (-)	8 (7)
- Num.wisk. en Appl.program.	WN	8 (7)	22 (18)	3 (5)	33 (30)
- Rekencentr. en syst.program.	WR	9 (9)	10 (9)	15 (15)	34 (33)
		36 (34)	48 (43)	33 (36)	117 (113)
TECHNISCHE DIENSTEN		2 (2)	1 (1)	1 (1)	4 (4)
- Bouwkundige zaken	TB	- (-)	1 (1)	- (-)	1 (1)
- Centrale	TE	- (-)	2 (2)	16 (14)	18 (16)
- Sterkstroom	TS	1 (1)	1 (1)	7 (7)	9 (9)
- Huishoudelijke zaken	TZ	- (-)	2 (2)	29 (31)	31 (33)
- Techn. projecten	TP	4 (5)	4 (3)	1 (1)	9 (9)
- Ontwerpafdeling	TO	- (-)	13 (14)	2 (1)	15 (15)
- Werkplaatsen	TW	1 (1)	11 (13)	39 (38)	51 (52)
- Bewaking	TX	- (-)	- (-)	14 (11)	14 (11)
		8 (9)	35 (37)	109 (104)	152 (150)
OVERIGE DIENSTEN		- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
- Bibl./Archief en Tekstverw.	OB	2 (2)	9 (10)	29 (27)	40 (39)
- Administratie	OA	2 (2)	12 (13)	13 (13)	27 (28)
- Magazijn en expeditie	OM	- (-)	1 (1)	5 (5)	6 (6)
- Inkoop	OI	1 (1)	4 (4)	3 (2)	8 (7)
		5 (5)	26 (28)	50 (47)	81 (80)
TOTAAL GENERAAL		196 (190)	211 (210)	269 (260)	676 (660)

1941 werd hij benoemd tot hoofd van de Sectie Aërodynamica. In de jaren '50 werd hij betrokken bij de algehele leiding van het laboratorium en benoemd tot waarnemend-directeur. Na een ernstig motorongeluk in 1952, waarvan hij de gevolgen nooit geheel te boven is gekomen, heeft de heer Boelen tot zijn pensionering in 1974 in verschillende functies bijdragen geleverd aan het NLR.

Jubilea

Twee medewerkers vierden hun 40-jarig ambtsjubileum: de heren W.Lankhorst (afd. Incompressibele Aërodynamica) en Ing.W.J.Molier (afd. Vliegtuiggebruik). Zeven medewerkers waren 25 jaar bij het NLR in dienst, namelijk Ir.J.F.Baljeu (afd. Technische Projecten), Ing.F.A.Jacobs (S-laboratoria), Ir.P.van Leest (Hafd. Stromingen, DNW), Ir.J.P.K.Vieghert (afd. Prestaties en Evaluaties), Ing.O.de Vries (afd. Incompressibele Aërodynamica), Ir.A.J.L.Willekens (afd. Vliegtuiginstrumentatie), en Ir.J.H.v.d.Zwaan (afd. Compressibele Aërodynamica).

Promoties

Op 18 januari 1978 promoveerde Ir.N.J.J.Bunnik (afd. Vliegproeven en Helikopteronderzoek) tot doctor in de Landbouwwetenschappen aan de Technische Hogeschool te Wageningen. De titel van zijn proefschrift luidt: 'The multispectral reflectance of shortwave radiation by agricultural crops in relation with their morphological and optical properties'.

Op 17 november promoveerde Drs.A.L.Spijkervet (afd. Vliegtuiggebruik) tot doctor in de Wiskunde en Natuurwetenschappen aan de Rijksuniversiteit te Groningen, op een proefschrift, getiteld: 'A detailed test of the statistical theory of nuclear reactions'.

Dr.Ir.Bunnik en Dr.Spijkervet verrichtten hun onderzoekingen op de genoemde gebieden voor zij bij het NLR in dienst kwamen.

Onderscheidingen

Prof.Ir.T.van Oosterom, tot 1 juli 1975 leider van de Hafd. Vliegtuigen, ontving de Von Kármán medaille, wegens zijn verdiensten als lid van het AGARD Flight Mechanics Panel bij het samenstellen van publikaties over vliegproefinstrumentatie. Tevens ontving Prof.Van Oosterom het Diplôme Paul Tissandier, toegekend door de Fédération Aéronautique Internationale, wegens zijn verdiensten voor de luchtvaartsport, in het bijzonder de ballonsport en de zweefvliegsport.

Personeelsbestand

Het totale personeelsbestand en de spreiding ervan over de beide vestigingen zijn in de tabellen op blz. 14 en 15 weergegeven. Tussen haakjes is het personeelsbestand van eind 1977 weergegeven.

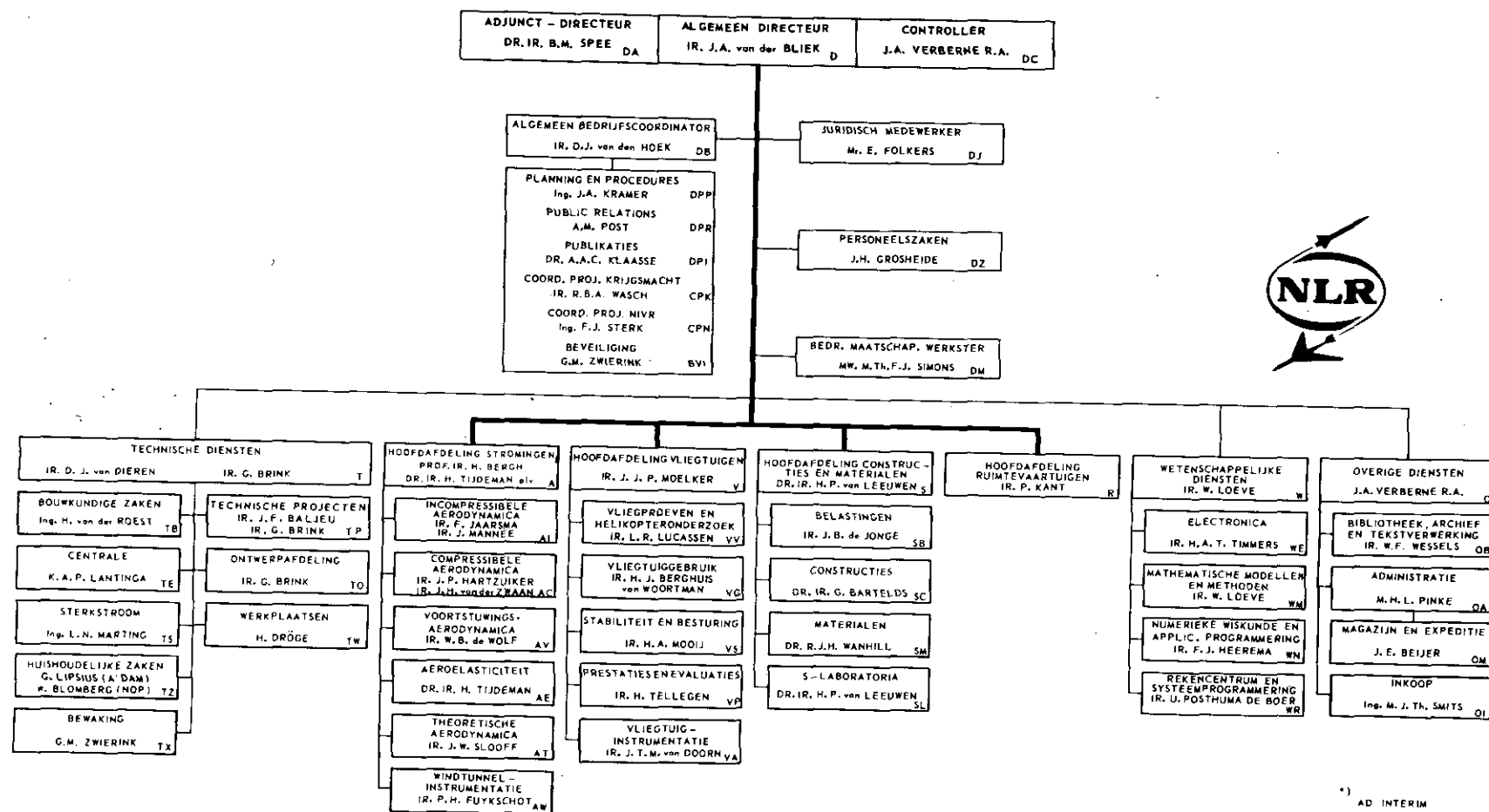
Adviseurs van de directie

In 1978 waren Prof.Ir.D.Bosman, Prof.Dr.Ir.J.Schijve, Prof.Dr.Ir.P.J.Zandbergen; en vanaf 1 augustus Prof.Dr.-Ing.S.F.A.H.P.Erdmann als adviseur van de directie aan het laboratorium verbonden. Voorts heeft de heer A.H.Geudeker een benoeming als tijdelijk adviseur van de directie met speciale opdracht aanvaard.

Personeelsspreiding over de twee NLR-vestigingen eind 1978 (tussen haakjes de cijfers van eind 1977)

Categorie	Amsterdam	Noordoostpolder	Totaal
Academici en daarmee gelijkgestelden	130 (129)	66 (61)	196 (190)
Hogere technici en daarmee gelijkgestelden	131 (136)	80 (74)	211 (210)
Overigen	168 (167)	101 (93)	269 (260)
Totaal	429 (432)	247 (228)	676 (660)

ORGANISATIESCHEMA VAN HET LABORATORIUM



Stichting Pensioenfonds	Aan het eind van 1978 was de samenstelling van het bestuur van de Stichting 'Pensioenfonds van de Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium' als volgt: <table> <tr> <td>Mr.G.W.van Hasselt</td><td>voorzitter</td><td rowspan="2">}</td><td rowspan="2">werkgeversvertegenwoordigers</td></tr> <tr> <td>Drs.C.J.Schotsman</td><td>vice-voorzitter</td></tr> <tr> <td>Ing.J.H.te Boekhorst</td><td>secretaris</td><td rowspan="2">}</td><td rowspan="2">werknemersvertegenwoordigers</td></tr> <tr> <td>Ing.F.J.Sterk</td><td>penningmeester</td></tr> <tr> <td>Ir.R.Ross</td><td>lid</td><td></td><td></td></tr> </table>			Mr.G.W.van Hasselt	voorzitter	}	werkgeversvertegenwoordigers	Drs.C.J.Schotsman	vice-voorzitter	Ing.J.H.te Boekhorst	secretaris	}	werknemersvertegenwoordigers	Ing.F.J.Sterk	penningmeester	Ir.R.Ross	lid		
Mr.G.W.van Hasselt	voorzitter	}	werkgeversvertegenwoordigers																
Drs.C.J.Schotsman	vice-voorzitter																		
Ing.J.H.te Boekhorst	secretaris	}	werknemersvertegenwoordigers																
Ing.F.J.Sterk	penningmeester																		
Ir.R.Ross	lid																		
Ondernemingsraad	De Ondernemingsraad NLR hield in 1978 zeven vergaderingen onder voorzitterschap van de algemeen directeur. Onderwerpen van gesprek waren, behalve de algemene gang van zaken, onder meer de veiligheidscommissie, de welzijnsenquête, de ontwikkeling van de vestiging NOP, de detacheringen ten behoeve van IRAS, de ouder wordende werknemer, het NLR-salarissysteem, en de NLR-verlofregeling.																		
Personeelsvereniging	De Personeelsvereniging NLR is er ook in 1978 in geslaagd diverse mogelijkheden te bieden voor algemene ontwikkeling, ontspanning en sportbeoefening, in beide vestigingen Amsterdam en Noordoostpolder, en heeft daardoor de goede verstandhouding en het gevoel van saamhorigheid onder het NLR-personeel bevorderd. De activiteiten hadden onder meer betrekking op biljarten, bridgen en klaverjassen, fietstochten, wandel-puzzeltochten, zeiltochten, modelbouw, en filmvoorstellingen. Dat er veel belangstelling is voor deze activiteiten blijkt uit het feit dat ca. 90% van de NLR-medewerkers lid is van de Personeelsvereniging. Als opvallend feit wordt vermeld dat vrijwel alle nieuwe NLR-medewerkers zich als lid van de Personeelsvereniging melden.																		

1.6 NATIONALE EN INTERNATIONALE ACTIVITEITEN

Inleiding	In vele opzichten was 1978 voor het NLR een gunstig jaar; de vraag naar de diensten van het laboratorium was aanzienlijk groter dan aan het begin van het jaar werd verwacht. In de meest urgente personeelsbehoeften voor de werkzaamheden in opdracht kon worden voorzien. Omdat enerzijds een voorzichtig beleid werd gevoerd bij het aanstellen van nieuw personeel en anderzijds prioriteit werd gegeven aan het werk voor de diverse opdrachtgevers, bleef het eigen speurwerk in 1978 enigszins achter bij de planning.
Fokker-VFW - F28-Super project	Aansluitend op het meerjarenprogramma 'Aanloophase Nieuw Project' (ANP), dat eind 1977 werd afgesloten, werd in 1978 begonnen met het z.g. 'Interim Programma F28 Super' (IP) voor het nieuwe vliegtuigproject van Fokker-VFW. Dit onderzoekprogramma, dat in opdracht van het NIVR en in nauwe samenwerking met Fokker-VFW wordt uitgevoerd, heeft tot doel de nieuwe technologieën die in het kader van het ANP-programma zijn ontwikkeld toe te passen in het nieuwe Fokker-VFW vliegtuigproject. Deze nieuwe technologieën hebben betrekking op de aerodynamica (vooral de vleugelvormgeving), geavanceerde constructies en materialen, geluidreducerende technieken, en voorts op nieuwe technieken voor meet-, registratie- en dataverwerkingssystemen voor de beproeving in de vlucht van prototypen. De resultaten die reeds met het IP-programma zijn bereikt, zijn zodanig dat de technische ontwikkeling van een nieuw Fokker-verkeersvliegtuig met vertrouwen kan worden tegemoetgezien. De samenwerking in teamverband tussen Fokker-VFW en het NLR bij de werkzaamheden die in opdracht van het NIVR worden uitgevoerd, is zodanig dat enerzijds richting wordt gegeven aan het laboratoriumonderzoek door het industriële team van Fokker en anderzijds de industrie volledig profijt trekt van het onderzoek dat door het NLR over een reeks van jaren werd verricht.
Infrarood Astronomische Satelliet (IRAS)	De werkzaamheden t.b.v. IRAS, de tweede nationale satelliet, waarvan de lancering begin 1981 wordt voorzien, werden voortgezet. Het NLR voert hierbij een aantal werkzaamheden uit in opdracht van ICIRAS, het industriële consortium dat gevormd wordt door Fokker-VFW en Hollandse Signaalapparaten (HSA). Deze taken omvatten de voorbereiding en uitvoering van de operaties van de satelliet vanuit een grondstation in Groot Brittannië, de

ontwikkeling van de software voor de tijdens de vlucht programmeerbare boordcomputer, het voorbereiden van het 'ground-check-out' systeem en de beproeving in het laboratorium van het standregelsysteem van de satelliet.

Spacelab

Goede voortgang werd gemaakt met het vloeistofdynamica-experiment van het NLR dat zal worden uitgevoerd gedurende de eerste vlucht van Spacelab in 1981. Hierbij zal het gedrag van vloeistoffen in gewichtloze toestand (O-g) worden onderzocht.

Binnenlandse opdrachtgevers

Het onderzoek ten behoeve van het vliegtuiggebruik gaf in 1978 een geleidelijke toename te zien. Het betreft hier voornamelijk onderzoek uitgevoerd in opdracht van de Rijksluchtvaartdienst, de Koninklijke luchtmacht, de Koninklijke marine en de KLM. Belangrijke ontwikkelingen in deze sector in 1978 waren de beslissing omtrent de keuze van het Microwave Landing System (MLS) en de aanloopfase van het NAVSTAR 'Global Positioning System'. De introductie van deze systemen zal in de toekomst van grote invloed zijn op het operationele gebruik van civiele en militaire vliegtuigen en op de taak van de toezichthoudende instanties op het luchtverkeer. Het NLR verzorgt voor deze systemen een aantal technische bijdragen.

Naast de vele werkzaamheden uitgevoerd voor directe ondersteuning van de operationele taken van de Koninklijke luchtmacht, werd het NLR ingeschakeld bij de komende introductie van de F-16, het nieuwe vliegtuig van de KLu.

Buitenlandse opdrachtgevers

De opleving van de activiteiten in Europa op het gebied van de lucht- en ruimtevaart bleek voor het NLR van groot belang. In 1978 werden enkele belangrijke beslissingen genomen m.b.t. de ontwikkeling van civiele vliegtuigen. Onder meer werd besloten tot de verdere ontwikkeling van de Airbus. Het NLR werd ingeschakeld bij een serie windtunnelproeven voor deze verdere ontwikkeling, die aanzienlijk omvangrijker was dan aan het begin van het jaar werd voorzien.

Behalve voor de Airbus werd in de NLR-windtunnels een groot aantal opdrachten uitgevoerd voor andere buitenlandse projecten. Het plaatsen van deze opdrachten bij het NLR is vooral te danken aan de goede kwaliteit van de metingen en de voortvarendheid waarmee deze worden uitgevoerd.

Remote sensing

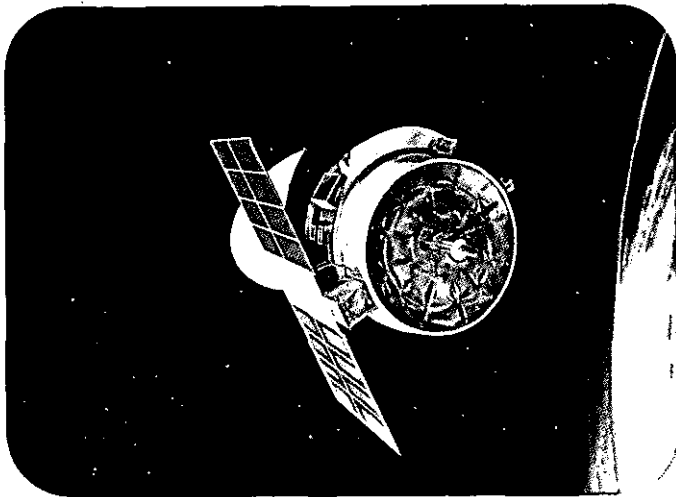
In 1978 werd het NLR door de overheid aangewezen als 'National Point of Contact' (NPOC) voor 'remote sensing' in ESA-verband. Daartoe werd een overeenkomst gesloten met de ESA welke inhoudt dat het NLR zorgdraagt voor de distributie binnen Nederland van gegevens die verkregen worden met de 'remote-sensing' satellieten, waarvan de ESA de beelden ontvangt en opslaat. Ook bij de verdere verwerking van dergelijke meetgegevens voor nationale gebruikers zal het NLR een taak vervullen. Deze activiteit sluit aan bij de assistentie die het NLR heeft verleend bij de ontwikkeling van luchtverkenningstechnieken en bij 'remote-sensing' vluchten die worden uitgevoerd in opdracht van Nederlandse gebruikers (zie ook hoofdstuk 2).

Duits-Nederlandse Windtunnel

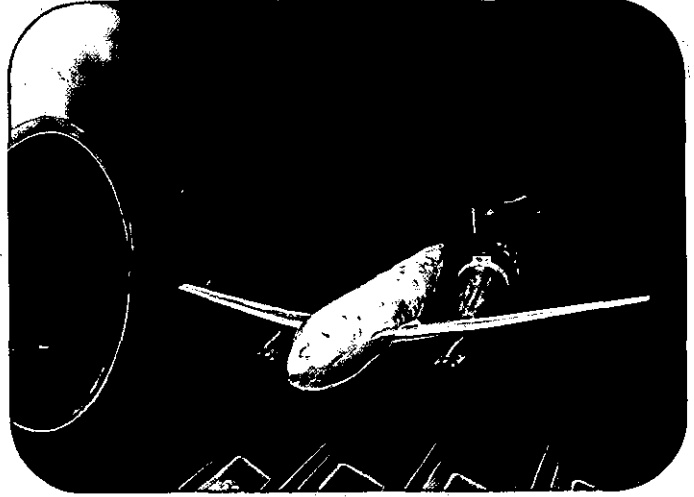
De bouw van de Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW) op het NLR-terrein in de Noord-oostpolder maakte goede vorderingen. Door de beide instituten die de Stichting DNW hebben opgericht, DFVLR en NLR, werd in 1978 een aanzienlijke bijdrage geleverd ter ondersteuning van het gezamenlijke projectteam voor de bouw van de windtunnel. Aan het eind van 1978 was een deel van het personeel voor de exploitatiefase, dat paritair wordt samengesteld uit personeel van DFVLR en NLR, reeds gedetacheerd bij de DNW en werd begonnen met de voorbereiding van deze fase, die begin 1980 zal ingaan.

Europese Transsone Windtunnel

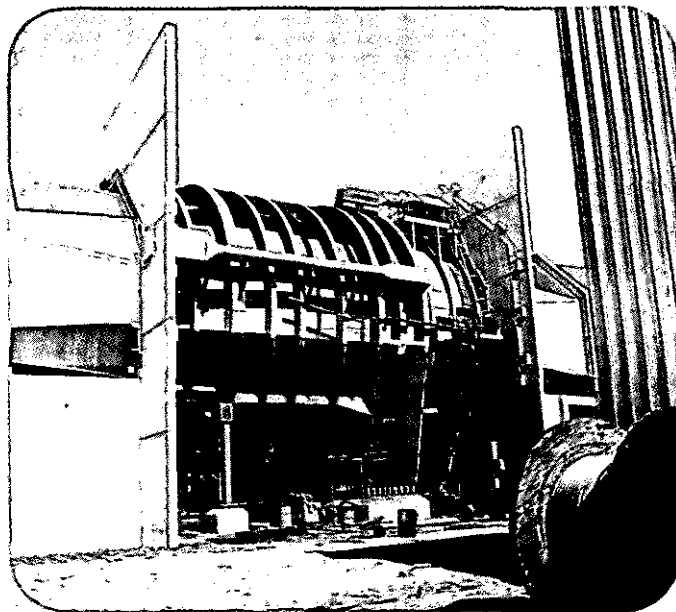
In 1978 begon een internationale projectgroep met haar werkzaamheden i.v.m. het voorontwerp van de 'European Transonic Wind Tunnel' (ETW). Deze projectgroep, bestaande uit zeven ingenieurs en een secretaresse, afkomstig uit Duitsland, Frankrijk, Groot-Brittannië en Nederland, voert haar werkzaamheden uit onder leiding van een ingenieur van het NLR. De projectgroep is gehuisvest in de NLR-vestiging te Amsterdam. Verwacht wordt dat het voorontwerp van de ETW medio 1980 zal zijn voltooid. Tevens wordt een model-tunnel ontworpen. Mogelijk zal daarna worden overgegaan tot het detail-ontwerp en de bouw van de windtunnel in één van de vier deelnemende landen.



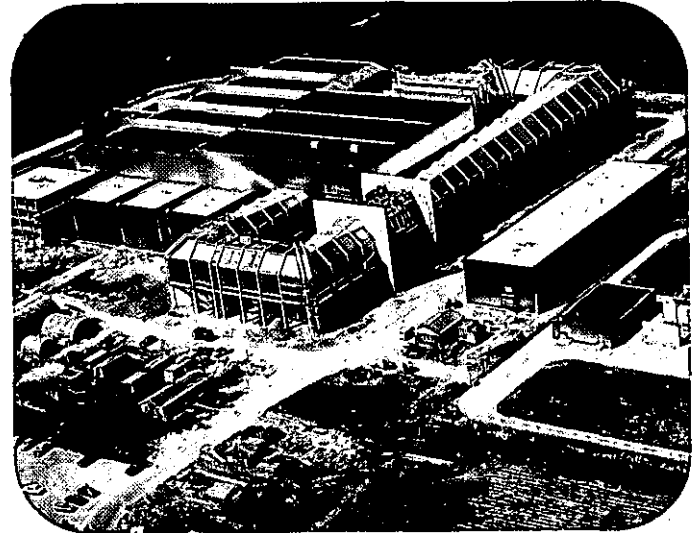
'Artist's impression van de IRAS in een baan om de aarde' (foto: Fokker-VFW).



Model van de Airbus in de hoge-snelheidstunnel HST.



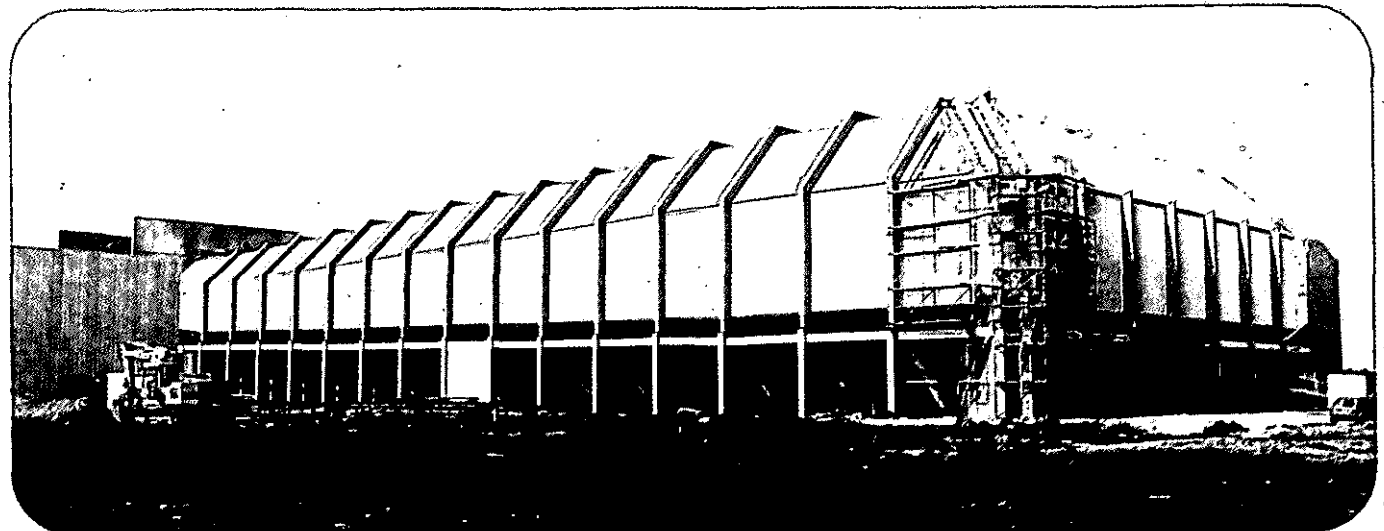
Beneden: het DNW-windtunnelcircuit, gezien vanuit het oosten. De lange diffusor is ca. 73 meter lang; de derde en vierde bocht hebben een hoogte van 17 meter. ↓



De Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW).

Links: het stalen schroefhuis van de DNW; in de grote betonwand zijn de nokken te zien waartussen de betonnen platen voor de geluidisolatie worden aangebracht.

Boven: de in aanbouw zijnde DNW op 19 juni 1978 (foto KLM-Aerocarto).



GARTEUR

Sinds april 1977 is Nederland lid van GARTEUR (Group for Aeronautical Research and Technology in Europe), waaraan eveneens deelnemen Duitsland, Frankrijk en Groot-Brittannië. Het voorzitterschap van GARTEUR wordt bij toerbeurt vervuld door de 'Steering Committee' leden van de deelnemende landen. In 1978 was Prof.Dr.Ir.O.H.Gerlach, de Nederlandse gedelegeerde, voorzitter van GARTEUR. Het secretariaat werd vervuld door de heer R.A.Jager, medewerker van het bestuursbureau van het NLR. In 1978 werd, naast de technisch-wetenschappelijke activiteiten die worden uitgevoerd in GARTEUR-verband, veel aandacht besteed aan de voorbereiding van een internationale overeenkomst waardoor GARTEUR een meer officiële status zou kunnen krijgen. Tevens werd een organisatievorm ontworpen waardoor het mogelijk wordt op een meer projectmatige wijze gezamenlijk onderzoek uit te voeren in zoverre de nationale beperkingen dit toelaten. Dit betreft die researchgebieden van de luchtvaart waar dit voor de deelnemende landen in enigszins gelijke mate effectief is. Gedurende de overgangsperiode in 1979 blijft de heer Jager, in verband met de continuïteit, de functie van secretaris van GARTEUR vervullen.

In vergelijking met de veel grotere zusterinstellingen in het buitenland, vragen activiteiten als deze van het NLR een relatief grotere inspanning. Daar staan echter grote potentiële voordelen tegenover, omdat op deze wijze het niveau van het Nederlandse onderzoek op geselecteerde gebieden in de luchtvaart op internationaal niveau blijft.

2 CAPITA SELECTA

Naast het overzicht van het wetenschappelijk onderzoek, dat in hoofdstuk 3 wordt gegeven, worden in dit hoofdstuk drie onderwerpen uitvoeriger behandeld.

2.1 AERODYNAMISCH ONDERZOEK TER VOORBEREIDING VAN EEN NIEUW NEDERLANDS VERKEERSVLEGTUIG MET SUPERKRITIEKE VLEUGEL

Inleiding

Sedert 1973 is een belangrijk deel van de werkzaamheden van de hoofdafdeling Stroomingen gericht op het ontwikkelen, verifiëren en toepassen van een procedure voor het ontwerpen van z.g. superkritieke vleugels voor verkeersvliegtuigen. De aanleiding hiertoe was tweemaal. Enerzijds bestonden er bij Fokker-VFW plannen voor een nieuw Nederlands verkeersvliegtuig voor de korte en middellange afstand, anderzijds was uit eerder door het NLR en elders uitgevoerde fundamentele research gebleken dat door het toepassen van schokvrije, superkritieke vleugelprofielen het brandstofverbruik van straalverkeersvliegtuigen aanzienlijk zou kunnen worden verminderd.

Deze onderzoeken werden verricht in opdracht van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR). In verband met het sterk op toepassing gerichte karakter werden ze vanaf het begin in nauwe samenwerking met Fokker-VFW uitgevoerd.

Historie

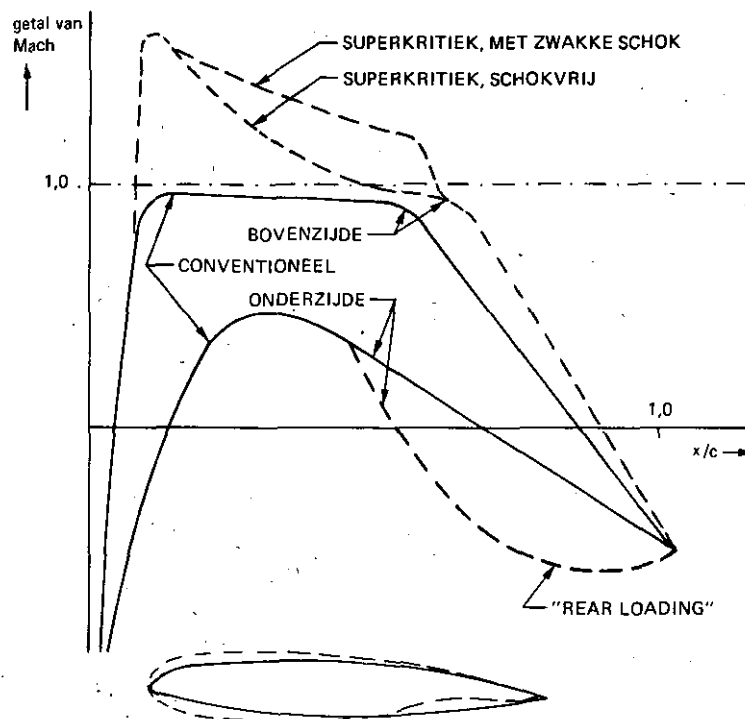
De basiskennis die de bovenomschreven ontwikkeling heeft mogelijk gemaakt werd grotendeels reeds in de jaren zestig verkregen uit het eigen speurwerk van het NLR en uit de werkzaamheden die in het kader van het 'Researchprogramma met het oog op vliegtuigontwikkeling in de toekomst' van het NIVR werden verricht.

Gestimuleerd door het succes van Percy (National Physical Laboratory, Engeland) bij het ontwikkelen van z.g. 'peaky' profielen (profielen met gunstige hoge-snelheidseigenschappen, die worden gekarakteriseerd door een hoge onderdruk nabij de neus bij lage aanstroomsnelheden), begon het NLR als eerste ter wereld in de eerste helft van de jaren zestig met het langs theoretische weg ontwikkelen van transsonische schokvrije profielen met behulp van de zogeheten hodograafmethode. In de tweede helft van de jaren zestig werden windtunnelproeven verricht om na te gaan of de stroming om deze theoretisch berekende profielen voldoende stabiel was en of de aërodynamische eigenschappen overeenstemden met de voorspelde. De ontwikkeling van de theorie voor het ontwerpen van dit soort vleugelprofielen en van de kennis van de aërodynamische eigenschappen was in het begin van de jaren zeventig al zover gevorderd dat toepassing in de praktijk als een reële mogelijkheid kon worden beschouwd. Dit stadium kon worden bereikt mede door de contacten met laboratoria in Engeland (National Physical Laboratory; Royal Aircraft Establishment), waar het werk aan 'peaky' profielen was voortgezet, en met laboratoria in de VS, waar inmiddels het 'NASA supercritical airfoil' was ontwikkeld. Sindsdien is de terminologie 'superkritiek profiel' en 'superkritieke vleugel' ingeburgerd als een verzamelnaam voor profielen en vleugels die tijdens transsonische aanstroombcondities geen of slechts zwakke schokgolven vertonen.

Superkritieke versus conventionele profielen

Figuur 1 illustreert in welke opzichten superkritieke vleugelprofielen verschillen van meer conventionele profielen. Hierbij is het oppervlak tussen de krommen, gemerkt 'bovenzijde' en 'onderzijde', een maat voor de draagkracht van het profiel. Bij conventionele profielen was men bij gebrek aan geschikte middelen om sterkte en positie van schokgolven te beheersen gedwongen de luchtsnelheid langs het profiel in de kruisvlucht te beperken tot waarden die de geluidssnelheid niet of nauwelijks overschrijden. Bij superkritieke profielen

Fig. 1 — De eigenschappen van een superkritiek profiel (onderbrokenlijn), vergeleken met die van een conventioneel profiel (getrokken lijn).



daarentegen kunnen aanzienlijk hogere oversnelheden worden toegestaan (tot 1,4 maal de geluidssnelheid), doordat door een geschikte aërodynamische vormgeving van de bovenzijde van het profiel de sterkte en positie van de schokgolven kan worden beheerst. Nog een nieuw aspect van 'geavanceerde' profielen, dat evenwel los staat van de superkritieke aspecten, is dat aan de achterzijde van het profiel extra draagkracht wordt aangebracht ('rear loading') door het toepassen van staartwielving ('aft camber'). Dit werd mogelijk door de toegenomen kennis van grenslaagstromingen en schaaleffecten.

Toepassingsmogelijkheden van superkritieke profielen in driedimensionale vleugels

Van de hierboven geschetste technologische innovaties kan bij het ontwerpen van het profiel op verschillende manieren gebruik worden gemaakt. Zoals figuur 2 kwalitatief aangeeft, kunnen verschillende combinaties van de toename van de draagkracht (C_L), profieldikte (t/c), en effectieve aanstroomsnelheid (M_∞) worden gebruikt en tegen elkaar worden uitgewisseld. Voor het werkelijke, driedimensionale vleugelontwerp leidt dat tot de in figuur 3 aangegeven mogelijkheden. De vliegtuigontwerper kan zich hierdoor bij het ontwerpproces binnen wezenlijk ruimere grenzen bewegen.

In welke mate de verschillende mogelijkheden door de ontwerper worden benut, hangt sterk af van het type vliegtuig dat wordt beschouwd. Zo is uit voorontwerpstudies van Fokker-VFW gebleken dat voor verkeersvliegtuigen voor de korte en middellange afstand een combinatie van een hogere draagkrachtcoëfficiënt (dus een kleiner vleugeloppervlak) en een grotere relatieve profieldikte gecombineerd met een grotere vleugelslankheid de beste perspectieven biedt. Naar schatting zal het brandstofverbruik van vliegtuigen met een dergelijke geavanceerde vleugel hierdoor 10 à 20 % lager kunnen zijn dan dat van de huidige generatie verkeersvliegtuigen.

Achtergrondaspecten bij het ontwerpen van superkritieke vleugels

Bij het tot toepassing brengen van de technologie van superkritieke vleugels hebben de ontwikkelingen die op de gebieden van computertechnologie, numerieke wiskunde en mathematische modellen voor stromingsberekeningen de laatste 15 jaar hebben plaatsgevonden, een grote rol gespeeld. Deze ontwikkelingen hebben namelijk geleid tot hanteerbare procedures voor het numeriek nabootsen van de stroming om profielen, vleugels en vliegtuigconfiguraties. Zonder deze procedures zou het nauwelijks mogelijk zijn geweest tot

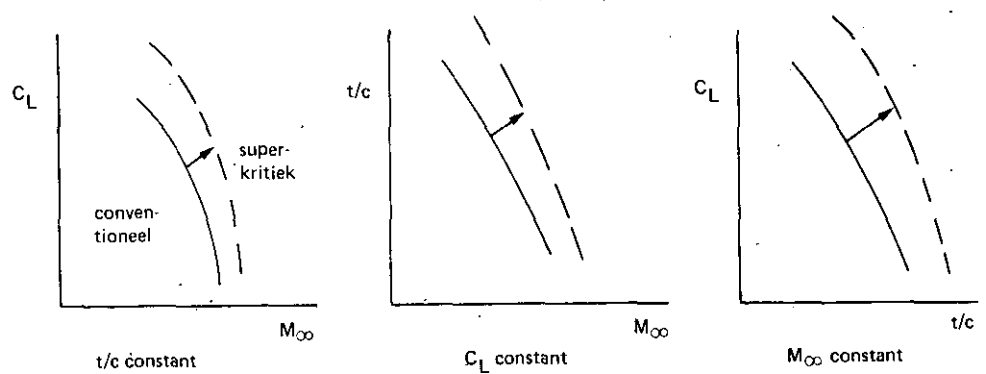


Fig. 2 — Basismogelijkheden voor prestatieverbetering door middel van superkritieke profielen.

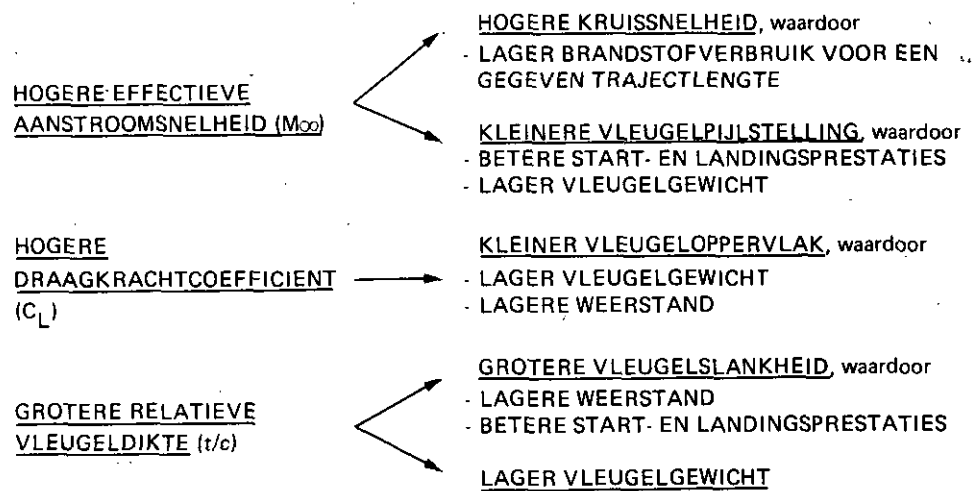


Fig. 3 — Mogelijkheden voor het benutten van de technologie van superkritieke vleugels.

die nauwkeurig beheerste aërodynamische vormgeving te komen die voor het toepassen van de technologie van superkritieke vleugels noodzakelijk is. Dank zij de inspanningen van het NLR op dit gebied sinds het midden van de jaren zestig en dank zij enkele computerprogramma's die uit de VS verkregen konden worden, waren de 'rekenkundige gereedschappen' medio 1973 zo ver ontwikkeld dat het NLR kon beginnen met het formuleren van een procedure voor het aërodynamisch ontwerpen van superkritieke vleugels.

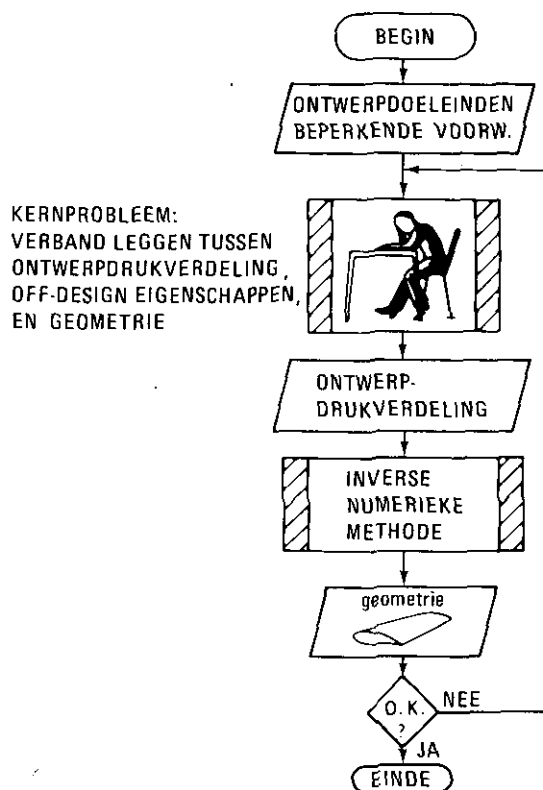
In het algemeen hangt de keuze van een dergelijke procedure af van een aantal factoren, zoals

- het type vliegtuig (configuratie, snelheidsbereik);
- de ervaring, opleiding en filosofie van het ontwerpteam;
- de beschikbare 'gereedschappen' voor het ontwerpen, in het bijzonder de computerprogramma's voor de stromingsberekeningen.

Wat het type vliegtuig betreft gaat het in het hier beschreven geval om verkeersvliegtuigen met vliegsnelheden onder de geluidssnelheid.

De gekozen ontwerpprocedure is gebaseerd op het feit dat de aërodynamische eigenschappen van een vleugel veel directer bepaald worden door de drukverdeling dan door de vleugelgeometrie. De voor één bepaalde vliegconditie (ontwerpconditie) gekozen drukverdeling op de vleugel (ontwerpdrukverdeling) legt dan de aërodynamische eigenschappen van de vleugel zowel in als buiten de ontwerpconditie eenduidig vast. Voor verkeersvliegtuigen wordt voor de ontwerpconditie in het algemeen de situatie tijdens de kruisvlucht gekozen.

Fig. 4 — Stroomdiagram van de aërodynamische ontwerpprocedure die gebaseerd is op de 'inverse methode'.



In de ontwerpprocedure werden twee afzonderlijke stappen onderscheiden (zoals aangegeven in figuur 4):

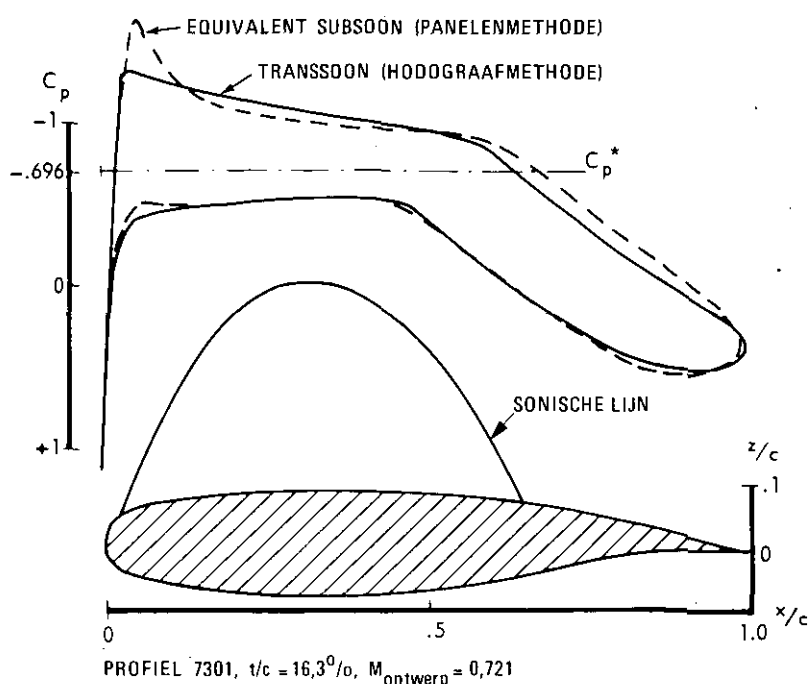
- 1) het vastleggen van de drukverdeling die de gewenste aërodynamische ontwerpeigenschappen zou opleveren, de zogenaamde ontwerpdrukverdeling;
- 2) het bepalen van die vleugelgeometrie die de ontwerpdrukverdeling oplevert.

Bij het vastleggen van de ontwerpdrukverdeling uit de aërodynamische ontwerpeisen speelt het technische inzicht van het ontwerpteam en de ervaring om verband te leggen tussen ontwerpdrukverdelingen en vleugeleigenschappen buiten de ontwerpconditie een belangrijke rol. De tweede stap: het bepalen van de vleugelgeometrie die de ontwerpdrukverdeling moet opleveren, is in principe een duidelijk gedefinieerd technisch probleem, dat opgelost kan worden indien de juiste 'gereedschappen' beschikbaar zijn. Nodig zijn methoden voor het oplossen van het 'inverse' aërodynamisch probleem: het zoeken van een geometrie die een gegeven drukverdeling oplevert. Een belangrijk aspect hierbij is dat een uit aërodynamisch gezichtspunt geschikte drukverdeling tot een uit constructie-oogpunt onbruikbare of ongewenste geometrie kan leiden. Dit kan worden voorkómen door bij het toepassen van inverse methoden extra voorwaarden op te leggen aan de mogelijke vleugelgeometrieën. De werkelijke drukverdeling wijkt dan iets af van de gewenste.

Ontwerpprocedure voor
superkritieke vleugels

Ten tijde van het formuleren van de ontwerpprocedure, in 1973, waren bij het NLR methoden beschikbaar voor het berekenen van tweedimensionale transsone profielstromingen en van twee- en driedimensionale subsone stromingen. Daar een geschikte methode voor het berekenen van driedimensionale transsone stromingen nog niet beschikbaar is, wordt bij het driedimensionale vleugelontwerp op een half-empirische wijze gebruik gemaakt van bovengenoemde beschikbare methoden. Kernpunt daarbij is de veronderstelling dat, althans buiten de onmiddellijke invloedssfeer van de vleugelwortel en vleugeltip, het verschil tussen de transsone en de subsone drukverdeling om een tweedimensionale profieldoorsnede bepalend is voor het verschil tussen de transsone en de subsone drukverdeling op de driedimensionale vleugel. Op basis hiervan kan dan voor de driedimensionale vleugel een geschikte subsone ontwerpdrukverdeling worden gekozen. De hierbij behorende geometrie kan vervolgens door middel van een inverse, subsone rekenmethode worden bepaald. We

Fig. 5 — Een voorbeeld van het verschil tussen de 'equivalente subsone drukverdeling' en de 'exacte transsone drukverdeling' van een superkritiek schokvrij profiel.



noemen dit het concept van de 'equivalente subsone drukverdeling'. Figuur 5 geeft een voorbeeld van het verschil tussen de (equivalente) subsone en de (exacte) transsone drukverdeling van een superkritiek schokvrij profiel.

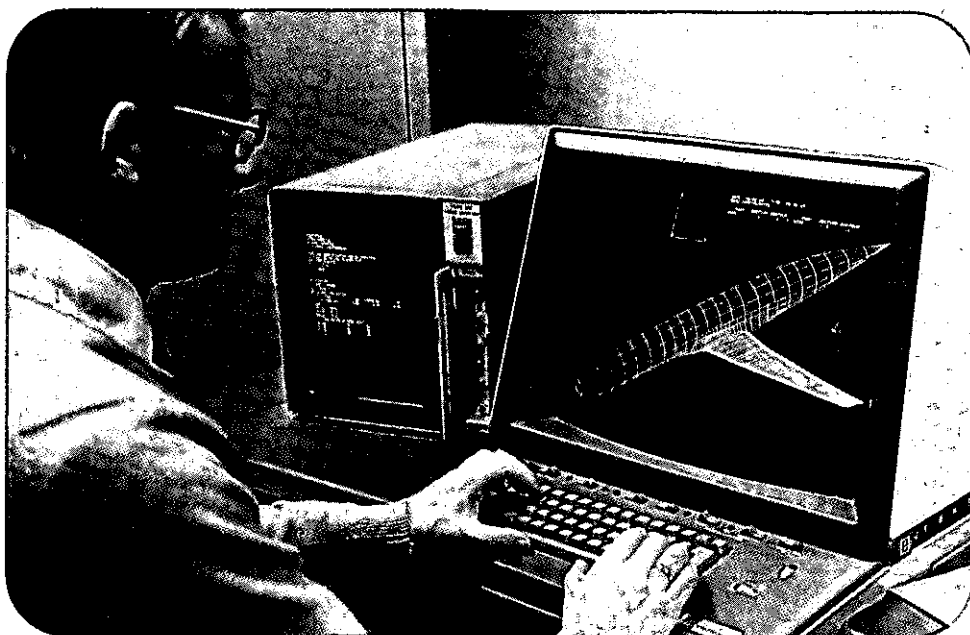
Bij een driedimensionale vleugel wordt de 'equivalente subsone ontwerpdrukverdeling' in het gebied dat niet rechtstreeks wordt beïnvloed door driedimensionale effecten van vleugelwortel en vleugeltip, gebaseerd op de equivalente subsone ontwerpdrukverdelingen van geschikt gekozen tweedimensionale basisprofielen. Buiten dit gebied is de technische ervaring van de ontwerpers de leidraad bij het extrapoleren van de equivalente subsone ontwerpdrukverdelingen in de richting van de vleugelwortel en van de tip. Hierbij zijn de bepalende factoren de hoek die de isobaren maken met de aanstroombijrichting, het niveau van de onderdruk aan de bovenkant van de vleugel, het verloop van de drukgradiënten, en de draagkrachtverdeling over de spanwijdte. Deze parameters moeten zo gekozen worden dat de stroming bij de vleugelwortel en tip zich naar verwachting gunstig zal ontwikkelen, zowel in de ontwerpconditie als daarbuiten.

Kenmerken van het driedimensionale inverse, subsone rekenproces

Tijdens de eerste toepassingen van de zojuist geschetste ontwerpprocedure bleek dat het inverse rekenproces slecht convergeerde in de buurt van de vleugelwortel. Met name werd gevonden dat één gegeven ontwerpdrukverdeling wezenlijk verschillende geometrieën kan opleveren: een tot dan toe onbekend verschijnsel. Voor de vliegtuigontwerper geeft dit een extra vrijheidsgraad, maar dit betekent wel dat speciale maatregelen moeten worden getroffen om het rekenproces in de buurt van de vleugelwortel te laten convergeren.

In het huidige computerprogramma voor inverse aërodynamische berekeningen wordt zowel dit convergentieprobleem als het meer algemene probleem dat een gegeven drukverdeling een om praktische redenen onaanvaardbare geometrie kan vereisen, opgelost door het opleggen van eenvoudige geometrische voorwaarden aan de oplossingen van het inverse probleem. Het aldus overbepaalde probleem wordt nu zodanig opgelost dat door middel van het aanbrengen van 'gewichtsfactoren' het mogelijk wordt ofwel de gewenste drukverdeling, ofwel de geometrische voorwaarden willekeurig dicht te benaderen. In het bijzonder kan de ontwerper door de gewichtsfactoren te variëren het iteratieve rekenproces naar een oplossing leiden die voldoet aan de geometrische randvoorwaarden, terwijl de ontwerpdrukverdeling zo min mogelijk geweld wordt aangedaan. Bij dit rekenproces wordt in belangrijke mate gebruik gemaakt van een beeldschermterminal (fig. 6), die is gekoppeld aan de CYBER-72 centrale NLR-computer.

Fig. 6 — Gebruik van een beeldschermterminal bij het ontwerpen van vleugels. Op het beeldscherm wordt een voorbeeld getoond van een numeriek model voor de berekening van stromingen om vleugel/romp-configuraties.



Experimentele verificatie van de ontwerpmethode

In 1975 vonden de eerste windtunnelproeven plaats om de ontwerpmethode te verifiëren. In de hoge-snelheidstunnel (HST) werd gemeten aan een vleugel/romp-combinatie die volgens deze methode was ontworpen. Op het beeldscherm in figuur 6 wordt een illustratie gegeven van het numerieke rekenmodel dat bij het ontwerp werd toegepast. Het succes van de ontwerpmethode wordt afgemeten aan de mate waarin de drukverdelingen over de vleugel die resulteerden uit de ontwerpberekeningen overeenstemmen met de drukverdelingen, gemeten in de windtunnel. Figuur 7 geeft een voorbeeld hiervan: uit het experiment blijkt dat een zwakke schokgolf optreedt aan de bovenkant van de vleugel, die voor de luchtweerstand nauwelijks van belang blijkt te zijn.

De resultaten van het windtunnelonderzoek toonden aan dat de ontwerpprocedure in grote lijnen bevredigend genoemd mocht worden. Bovendien werden de verwachtingen bevestigd dat het toepassen van de technologie van superkritieke vleugels economische voordelen op zou leveren.

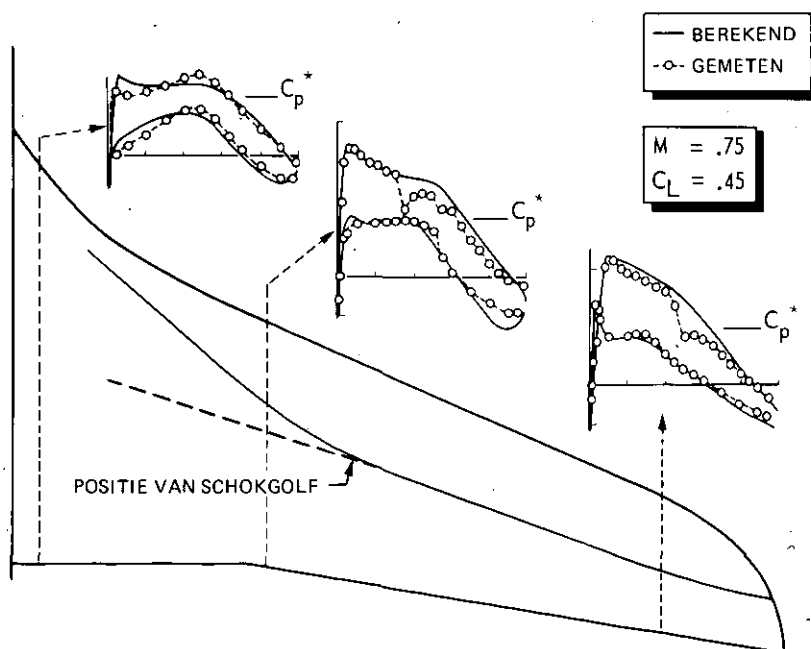
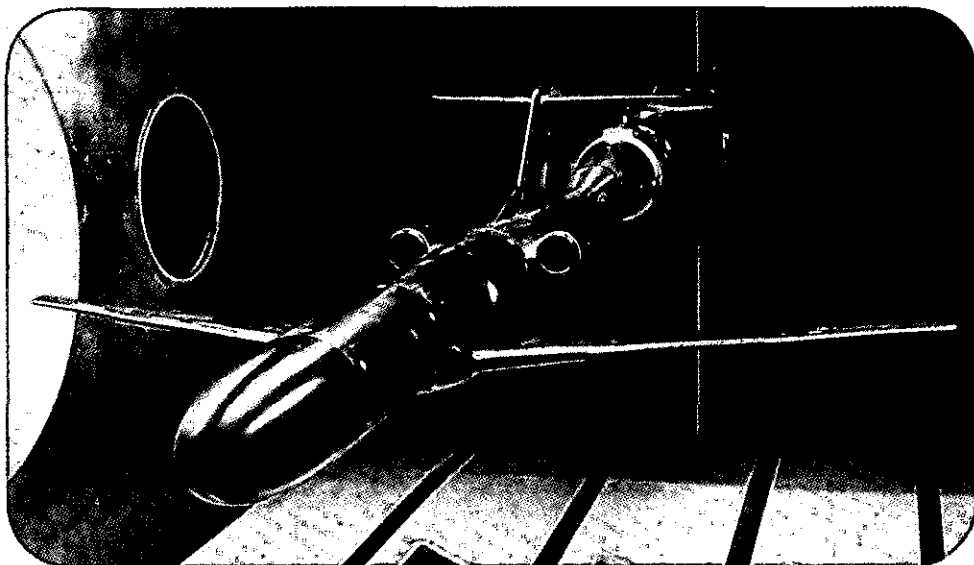


Fig. 7 — Vergelijking van de, op basis van ontwerpberekeningen verwachte en in de windtunnel gemeten drukverdelingen bij drie verschillende vleugeldoorsneden.

Fig. 8 — In de hoge-snelheidstunnel HST werden ten behoeve van de Super-F28 aërodynamische eigenschappen onderzocht van een aantal geavanceerde vleugelvormen.



Huidige werkzaamheden

Nadat de eerste toetsing van de ontwerpmethode aan de hand van resultaten van windtunnelerperimenten was uitgevoerd, werden diverse vleugel/romp-combinaties volgens deze methode ontworpen en vervolgens beproefd in de HST. In de periode van 1975 tot 1978 werden, in nauwe samenwerking met Fokker-VFW, zes configuraties ontworpen en beproefd, die in toenemende mate waren afgestemd op het Fokker Super-F28 project. Figuur 8 toont een van deze modellen in de windtunnel. Op grond van de ervaringen die hierbij werden opgedaan, kon het aërodynamisch ontwerp verder worden verfijnd.

Parallel aan de hier beschreven onderzoeken werd aërodynamisch onderzoek verricht om te komen tot geschikte kleppensystemen voor superkritieke vleugels. In de lage-snelheidstunnel LST 3x2 werden metingen verricht aan superkritieke profielen en aan vleugels, uitgerust met door Fokker-VFW ontworpen kleppensystemen. Bovendien werden op beperkte schaal aanvullende aërodynamische berekeningen uitgevoerd. Uit deze onderzoeken bleek dat vliegtuigen, voorzien van superkritieke vleugels met geschikt gekozen kleppensystemen, aanzienlijk betere start- en landingseigenschappen zullen kunnen hebben dan de huidige generatie verkeersvliegtuigen.

In verband met de vliegveiligheid wordt ook aandacht besteed aan het 'fluttergedrag' van superkritieke vleugels. Onder 'flutter' wordt verstaan het instabiele trillingsgedrag dat bepaald wordt door de interactie van de elastische eigenschappen en de massa-eigenschappen van de constructie en de instationaire luchtkrachten die door de trillende beweging van de constructie worden opgewekt. Kernvraag bij dit onderzoek is of de luchtkrachten opgewekt door trillingen van superkritieke vleugels aanleiding kunnen geven tot een instabiel trillingsgedrag. Hierbij is het van belang dat bij transsonische snelheden schokgolven kunnen ontstaan die de trilling van de vleugel kunnen beïnvloeden.

Het onderzoek is dan ook gericht op de volgende punten:

- het verkennen van de aërodynamische eigenschappen van trillende superkritieke profielen en superkritieke profielen met trillende roeren. Hiertoe worden metingen uitgevoerd in de Pilottunnel van het NLR. Tevens worden oriënterende berekeningen uitgevoerd.
- het ontwikkelen van een methode voor het voorspellen van de instationaire luchtkrachten op superkritieke vleugels. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een rekenmethode voor tweedimensionale stromingen, die gecombineerd wordt met een correctie voor het effect van de eindige spanwijdte. De methode zal in 1979 worden geverifieerd door middel van een flutterproef in de HST aan een speciaal voor dit doel ontworpen halfmodel van een superkritieke vleugel met romp.

Door middel van de hierboven beschreven theoretische en experimentele onderzoeken kon uitgebreide en veelzijdige kennis van het aërodynamische gedrag van superkritieke vleugels worden opgebouwd. De projectfase in de ontwikkeling van een nieuw Nederlands verkeersvliegtuig, waarin de technologie van superkritieke vleugels zal worden toegepast, kan dan ook met vertrouwen tegemoet worden gezien.

2.2 ONTWIKKELINGEN IN REMOTE SENSING

Inleiding

Het gebruik van vliegtuigen en satellieten als dragers van apparatuur voor het op afstand waarnemen van het aardoppervlak is de laatste jaren mede door de civiele toepassingen belangrijk in betekenis toegenomen. Aardwaarneming zoals hier bedoeld, betreft het gebruik van technieken om de toestand van het land- en het zeeoppervlak op afstand te registreren. Het is meestal gericht op het vervaardigen van beelden ten behoeve van kartografie, oceanografie, milieubewaking, bodemkaartering, opsporing van delfstoffen, en kaartering ten behoeve van land- en bosbouw.

Naast de ontwikkeling van luchtfotografie en de toepassingen ervan bij de kaartering, zijn sedert de jaren zestig nieuwe meetmethoden ontwikkeld, die bekend zijn geworden onder de naam 'remote-sensing technieken'. Hoewel strikt genomen ook luchtfotografie hiertoe kan worden gerekend, worden onder remote-sensing technieken die methoden verstaan waarbij met behulp van sensoren de straling die door het aardoppervlak wordt gereflecteerd of uitgezonden, wordt omgezet in elektrische signalen. Hierbij wordt de straling veelal lijnsgewijs opgenomen en wordt vervolgens het sensorsignaal op magneetband vastgelegd. Met behulp van remote-sensing technieken kunnen waarnemingen worden gedaan in andere golflengtegebieden dan die van het zichtbare licht, waardoor er dus meer verschijnselen kunnen worden geregistreerd dan met fotografische middelen. De aard van de waargenomen straling, het selectief doorlatend gedrag van de atmosfeer, en de gevoeligheid van de sensoren in de desbetreffende golflengtegebieden spelen bij de keuze van de technieken een belangrijke rol. In figuur 9 wordt aangegeven hoe de transmissie van de atmosfeer afhangt van de golflengte van de gebruikte straling, en in welke golflengtegebieden de verschillende remote-sensing technieken worden gebruikt.

De mogelijkheden en beperkingen van de verschillende technieken als gevolg van weerscondities en tijd van de dag worden gepresenteerd in tabel 1. Hieruit blijkt dat remote-sensing technieken ook geschikt zijn voor waarnemingen bij nacht en onder minder gunstige weersomstandigheden. Bij de huidige stand van de techniek worden het oplossend vermogen en de metrische nauwkeurigheid van luchtfotografie echter nog niet geëvenaard. De op magneetband opgenomen gegevens maken computerverwerking mogelijk, hetgeen in het bijzonder van belang is bij grote hoeveelheden gegevens. Bij remote sensing is in het algemeen de informatie-inhoud van de beelden zeer groot. De toegepaste verwerkingsmethoden zijn veelal erop gericht de gegevens, na correctie voor bekende beeldfouten tengevolge van de toegepaste opnametechniek, in een beeldvorm te presenteren die speciaal geschikt is gemaakt voor interpretatie. In veel gevallen wordt uit de beelden tevens numerieke informatie afgeleid, die in verband met de grote hoeveelheid gegevens bij verwerking met de hand slechts met zeer grote inspanning zou kunnen worden verkregen.

Remote-sensing onderzoek in Nederland

Vanaf het moment dat remote-sensing technieken voor civiele toepassingen beschikbaar kwamen, heeft de Overheid het belang van onderzoek naar de toepassingsmogelijkheden onderkend. In 1971 heeft de Minister van Onderwijs en Wetenschappen een interdepartementale stuurgroep ingesteld met als opdracht het applicatieonderzoek van moderne luchtopnametechnieken in Nederland te doen uitvoeren. Bij de activiteiten van deze stuurgroep, de Nederlandse Interdepartementale Werkgemeenschap voor het Applicatieonderzoek van Remote Sensing technieken (NIWARS), die in 1977 werden afgesloten, is ook het NLR nauw betrokken geweest. Met behulp van het Queen Air laboratoriumvliegtuig zijn veel vluchten met de Reconofax infraroodscanner en later met de 'Side-Looking Airborne Radar' (SLAR) uitgevoerd.

Zowel de in deze periode bereikte resultaten als de buiten Nederland sterk toegenomen omvang van de remote-sensing activiteiten hebben geleid tot het voortzetten na 1977 van de inspanningen op nationaal niveau. Sinds eind 1978 is de coördinatie van het door de Overheid gefinancierde remote-sensing onderzoek opgedragen aan de Begeleidingscommissie Remote Sensing (BCRS), gevormd uit vertegenwoordigers van gebruikers van deze technieken, die ressorteren onder de Ministeries van Verkeer en Waterstaat, Landbouw en Visserij, Economische Zaken, en Volkhuysvesting en Ruimtelijke Ordening.

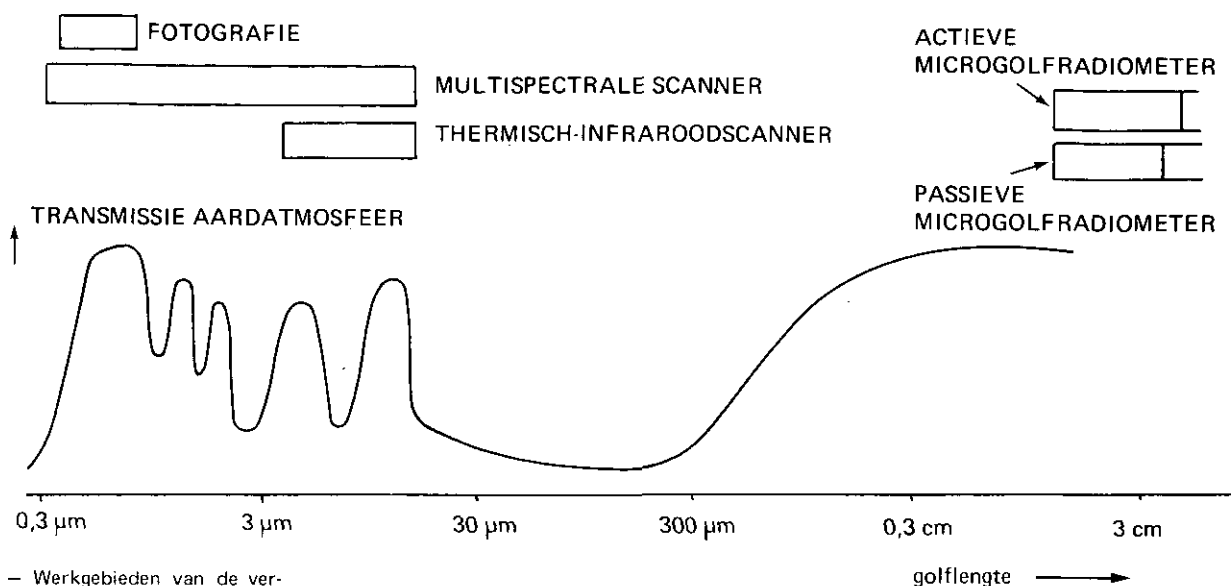


Fig. 9 — Werkgebieden van de verschillende remote-sensing technieken ten opzichte van het elektromagnetisch spectrum, en de transmissie van de atmosfeer als functie van de golflengte van de gebruikte straling.

INTERACTIEMECHANISME	DAG/NACHT WAARNEMING	WEERS- AFHANKELIJK	INSTRUMENT
Reflectie zonnestraling zichtbaar licht/nabij-infrarood	dag	ja	multispectrale scanner
Emissie van thermische- infraroodstraling	dag/nacht	ja	infrarood- scanner
Reflectie van uitgezonden microgolfstraling	dag/nacht	nee	SLAR
Emissie van microgolfstraling	dag/nacht	nee	passieve microgolf- radiometer

Tabel 1 — Interactiemechanismen, mogelijkheid voor dag- en nachtwoarneming, en weersafhankelijkheid voor de verschillende remote-sensing technieken.

SLAR-metingen en het ontwikkelen van nieuwe apparatuur

Uit het NIWARS-onderzoek was gebleken dat met behulp van de Side-Looking Airborne Radar (SLAR) belangrijke gegevens kunnen worden verkregen met betrekking tot golfpatronen en circulatie van water in de Noordzee. In het huidige stadium wordt vooral onderzocht hoe gegevens over de toestand van het zeeoppervlak kunnen worden verkregen uit het door dit oppervlak gereflecteerde radarsignaal. Hierdoor ontstaat een beter inzicht in het voor deze toepassing vereiste radarsysteem.

Radarbeelden zijn slechts ogenschijnlijk vergelijkbaar met luchtfoto's. De verhouding van de golflengten die bij deze techniek worden gebruikt met die van het licht, bedraagt ongeveer 10^5 , hetgeen tot gevolg heeft dat de criteria voor interpretatie van luchtfoto's niet kunnen worden overgedragen op die van radarbeelden. Daarom is achtergrondonderzoek naar het tot stand komen van radarreflecties van primair belang voor het ontwikkelen van interpretatiemethoden van radarbeelden.

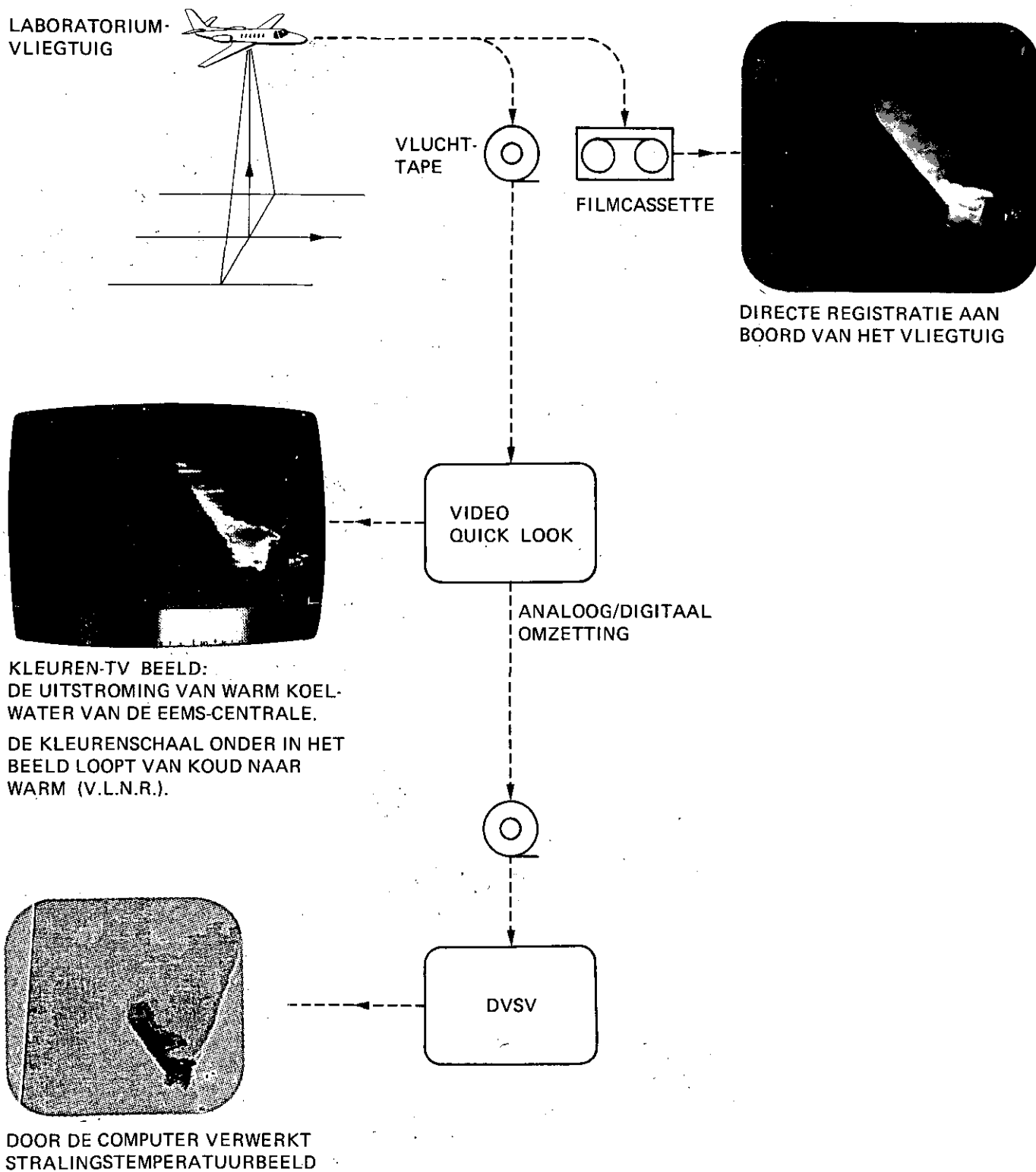


Fig. 10 — Het opnemen en verwerken van thermische-infraroodbeelden.

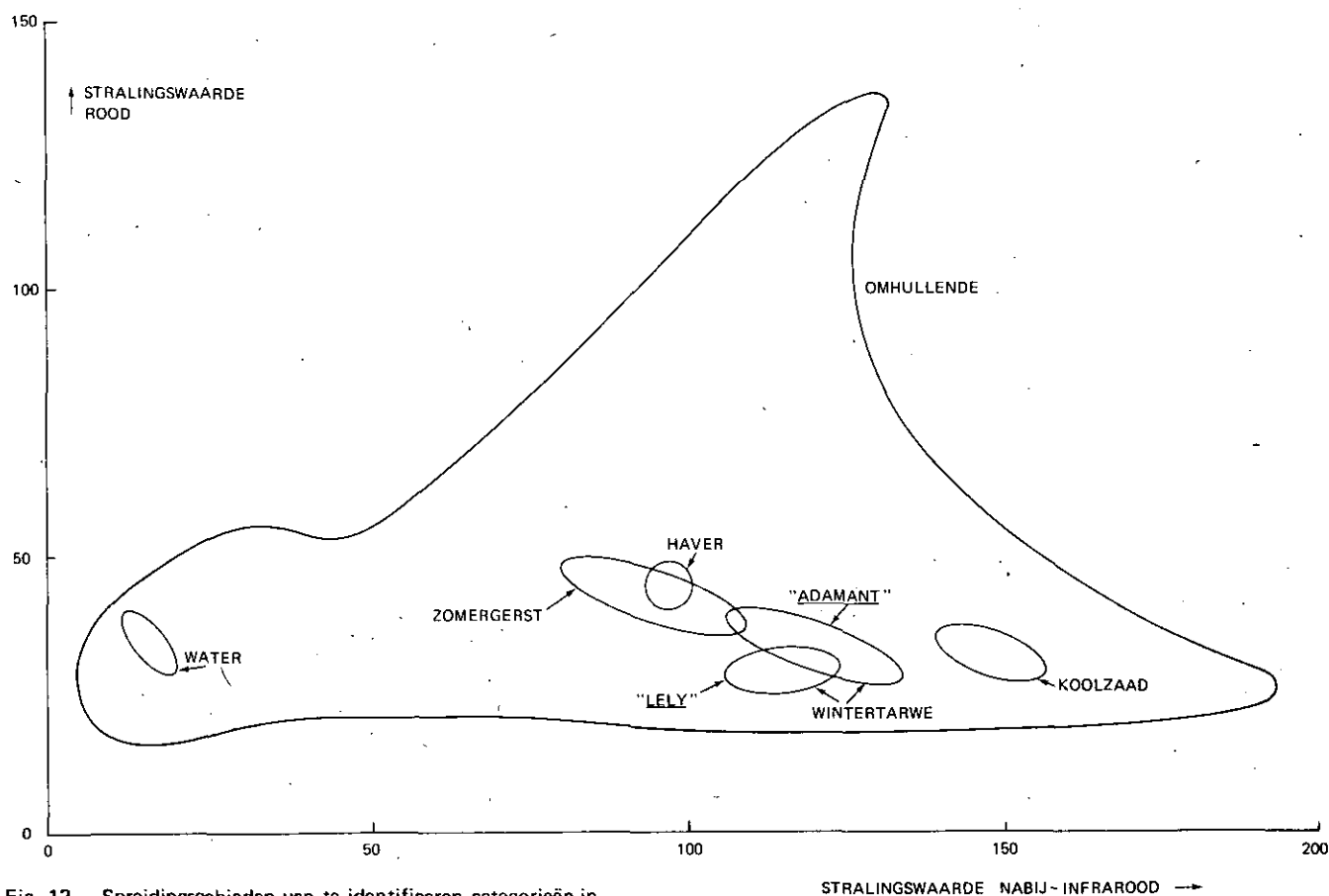


Fig. 12 — Spreidingsgebieden van te identificeren categorieën in het rood/nabij-infrarood stralingsdiagram. Voor het Landsat-beeld van Zuidelijk Flevoland is de omhullende kromme voor voorkomende stralingswaarden gegeven.



Fig. 11 — Geclassificeerd Landsat-beeld van Zuidelijk Flevoland, opgenomen op 11 juni 1975, en verwerkt op het dataverwerkingsstation 'DIBIAS' van de DFVLR.

Classificatie: koolzaad: groen, haver: paars, zomergerst: rood, twee rassen wintertarwe ('Adamant' en 'Lely'): bruin en geel.



Fig. 13 — Landsat-beeld van een deel van de Waddenzee, opgenomen op 12 augustus 1975, eveneens verwerkt op het dataverwerkingsstation 'DIBIAS' van de DFVLR.

Het toepassingsonderzoek betreft, naast de waarneming van het zeeoppervlak, ook het in beeld brengen van dynamische veranderingen op het land. Ook na het NIWARS-project wordt het onderzoek van deze methode voor inventarisatie en controle van de landbouw voortgezet. Doordat de structurele opbouw van landbouwgewassen verandert in de groeifase, verandert het verstrooiingsgedrag van gewassen voor microgolfstraling. Hierdoor ontstaat de mogelijkheid gewassen over grote oppervlakken in kaart te brengen en het verloop van de groei of het optreden van afwijkingen in de loop van het seizoen te volgen.

Het onderzoek naar de hierboven geschetste toepassingen geschiedt door de Rijkswaterstaat en enkele Landbouwinstituten te Wageningen, in samenwerking met de Afdeling der Elektrotechniek van de Technische Hogeschool Delft, het Fysisch Laboratorium TNO en het NLR.

De resultaten die tot nu toe werden bereikt, waren aanleiding specifiek voor deze doeleinden geschikte SLAR-apparatuur te gaan ontwikkelen, waarbij het NLR zeer nauw is betrokken. Het NLR legt zich hierbij toe op de voorverwerking en de digitale registratie van het sensorsignaal aan boord van het laboratoriumvliegtuig, het luchtwaardig maken en beproeven van de SLAR-apparatuur, en het uitvoeren van de meetvluchten. De realisatie van de nieuwe SLAR is reeds zover gevorderd dat de eerste experimentele vluchten in 1979 worden voorzien.

Huidige stand van zaken
bij de verwerking van
opnamen in het thermische
infrarood

Het NLR maakt voor het verrichten van opnamen in het thermische infrarood gebruik van een infrarood-lijnscanner Reconofax VI. Voor de verwerking van deze opnamen is in 1978 een experimentele versie van een verbeterd systeem ontwikkeld (zie figuur 10). In dit systeem worden eerst de gegevens aan boord van het vliegtuig FM analoog geregistreerd. Vervolgens worden met behulp van een 'video quick look' systeem de opgenomen gegevens op kwaliteit gecontroleerd en geselecteerd op bruikbaarheid voor de opdrachtgever.

Een demonstratiemodel van een 'video quick-look' systeem werd daartoe ontwikkeld door het NLR in samenwerking met de Technische Hogeschool Twente. In deze proefopstelling wordt de scanfrequentie van de sensor met behulp van CCD-geheugenelementen ('Charge-Coupled Devices') aangepast aan de lijn/raster-frequentie van het TV-beeldscherm. Het grote dynamische bereik van het sensorsignaal blijft voor presentatie behouden doordat gebruik wordt gemaakt van een instelbare kleurcodering. Een transformatie van grijsstoon naar kleur is bij uitstek geschikt om snel een indruk te krijgen van het opgenomen 'temperatuurbeeld'. Het ruimtelijk oplossend vermogen van het op beeldscherm gepresenteerde beeld is evenwel nog beperkt tot 128 punten per beeldlijn.

Na deze controle op en selectie van de gegevens vindt bij het Data Verwerkings Station voor Vliegproeven (DVSV) verdere verwerking plaats, nadat analoog/digitaal-omzetting en conversie naar computermagneetband is uitgevoerd. Op deze manier worden dan thermische beelden geproduceerd, waarop relatieve oppervlaktetemperatuurverschillen in kaart zijn gebracht. Deze zijn gecorrigeerd voor de systematische beeldvertekening die een gevolg is van het lijnscanmechanisme en de drift van het vliegtuig.

Dit verwerkingssysteem werd in opdracht van de KEMA toegepast voor onderzoek naar de koelwaterlozing door de Eemscentrale. Als voorbeeld van een op boven beschreven wijze bereikt resultaat wordt in figuur 10 een video quick-look beeld getoond. De uitstroming en de ruimtelijke verdeling van het warme koelwater op het moment van de opname zijn duidelijk zichtbaar. Vervolgens is het grijsstoonbeeld weergegeven, verkregen na de computerverwerking, waarmee een nauwkeuriger en meer kwantitatieve analyse mogelijk is. Door het uitvoeren van meer vluchten boven het uitstromingsgebied kan de verspreiding van het warme koelwater in de loop van de tijd worden gevolgd.

Dit voorbeeld illustreert dat deze techniek zeer bruikbaar is om informatie in te winnen over temperatuurverdelingen over een groot oppervlak op bepaalde tijdstippen. Andere methoden zijn hiervoor ontoereikend. De beperkingen van deze techniek zijn echter dat toepassing alleen mogelijk is bij gunstige weersomstandigheden, en dat alleen informatie kan worden verkregen over temperatuurverdelingen aan het oppervlak. Aanvullende metingen op de grond zijn, zoals bij verreweg de meeste toepassingen van remote sensing, dan ook noodzakelijk om deze informatie in verband te brengen met andere verschijnselen.

De European Space Agency (ESA) is - ten behoeve van het inwinnen en verspreiden van gegevens van remote-sensing satellieten - begonnen met het opbouwen van een Europees netwerk van grondstations, Earthnet genaamd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van door de Verenigde Staten gelanceerde prototype-satellieten.

Om het gebruik van via Earthnet ingewonnen gegevens te onderzoeken en te bevorderen, heeft de ESA aan elk van de lidstaten gevraagd een 'National Point of Contact' (NPOC) aan te wijzen. Op verzoek van de Nederlandse Overheid heeft het NLR deze taak op zich genomen. In dit kader is bij het NLR een beeldarchief opgebouwd van alle via Earthnet ingewonnen beelden van het Nederlandse grondgebied. Het NLR heeft zich in 1978 bij de groep van potentiële gebruikers als NPOC geïntroduceerd. De door het NPOC verleende diensten hebben het onderzoek naar de praktische toepassingen van gegevens verkregen met remote-sensing satellieten over Nederland op gang gebracht.

Een andere activiteit in Europees verband betrof een studie van een 'low-cost' grondstation (LOCUS) voor de ontvangst, de verwerking en de verspreiding van gegevens van remote-sensing satellieten. Een dergelijk grondstation zou in het bijzonder toegepast kunnen worden in ontwikkelingslanden. Aan de verwerking van de ontvangen gegevens tot praktisch bruikbare eindprodukten werd daarom veel aandacht besteed. Deze studie werd uitgevoerd door het NLR in samenwerking met Hollandse Signaal Apparaten (HSA) en in opdracht van ESA en het NIVR.

In het kader van het programma voor de eigen werkzaamheden van het NLR en van de bestaande samenwerking tussen het NLR en de DFVLR werden remote-sensing gegevens, opgenomen zowel vanuit een vliegtuig als door de Landsat-satelliet, verwerkt op het data-verwerkingsstation 'DIBIAS' van de DFVLR. Hierbij werd samengewerkt met het Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO) te Wageningen, waardoor ervaring werd opgebouwd met de toepassingsmogelijkheden van Landsat-gegevens over Nederland. De multispectrale scanner van de aardobservatiesatelliet Landsat-1, die in 1972 door de NASA werd gelanceerd, tast het landschap af in stroken van 185 kilometer breed en 480 meter lang. De gereflecteerde zonnestraling die door het optische systeem wordt ontvangen, wordt gesplitst in vier golflengte-intervallen, die samen het zichtbare gebied en het nabije infrarood beslaan. Het bij elk van deze intervallen behorende sensorsignaal wordt vervolgens gedigitaliseerd en uitgezonden naar de Landsat grondstations.

Figuur 11 toont een verwerkt Landsat-beeld van Zuidelijk Flevoland, opgenomen op 11 juni 1975. De landbouwgewassen werden geïnventariseerd met behulp van een automatische beeldclassificatiemethode, waarbij de karakteristieke spectrale verdeling wordt gebruikt van de zonnestraling die door de gewassen wordt gereflecteerd.

In figuur 12 zijn de spreidingsgebieden weergegeven van de categorieën die het systeem moeten identificeren, als functie van de gemeten stralingswaarden in het rode en infrarode deel van het gereflecteerde spectrum. Uit de gegevens van deze presentatie en die van het geclassificeerde beeld (figuur 11) kan, onder gebruikmaking van de grondgegevens, het onderscheidend vermogen van de methode worden beoordeeld. Indien meerdere opnamen per groeiseizoen worden gemaakt, kunnen met behulp van deze methode groeifwijkingen worden opgespoord en opbrengsten worden voorspeld over grote gebieden.

Figuur 13 toont een beeld van een deel van de Waddenzee, waarin de contrasten in de beelden die bij de eerste drie golflengte-intervallen behoren zo zijn gewijzigd dat de stromingspatronen optimaal zichtbaar zijn. Door aan elk van de drie intervallen een kleur toe te kennen, werd het pseudo-kleurbeeld van figuur 13 opgebouwd.

Uit het bovenstaande blijkt dat de toepassing van remote-sensing technieken in het zichtbare licht en nabije infrarood bij uitstek geschikt is voor het waarnemen van vegetatie en water. Juist in dit gebied van het elektromagnetische spectrum doen zich immers de absorptie-verschijnselen voor die resulteren in een selectieve reflectie. Een nadeel blijkt dat voor deze methode gunstige weersomstandigheden (wolkenvrije hemel, goed verticaal zicht) noodzakelijk zijn. Deze Landsat-opnamen tonen aan dat met aardobservatiesatellieten grote gebieden op hetzelfde tijdstip in kaart kunnen worden gebracht, hetgeen met vliegtuigen nauwelijks mogelijk is. Daarentegen is voor veel toepassingen de resolutie van de satelliet-opnamen te gering. Het vliegtuig als waarnemingsplatform blijft dus onontbeerlijk, zowel in het geval van wensen ten aanzien van het moment van de opname, als in het geval van wensen ten aanzien van de resolutie.

2.3 DE ONTWIKKELING VAN INFORMATIESYSTEMEN DOOR HET NLR

Inleiding

Een belangrijk deel van de werkzaamheden van het NLR betreft de ontwikkeling van informatiesystemen. Deze werkzaamheden kunnen daarom worden gerekend te behoren tot het vakgebied Informatica*.

In principe beperkt het NLR zich tot toepassingen van informatica op twee soorten systemen. Het eerste soort systemen dient ter ondersteuning van ontwikkelingsonderzoek op het gebied van de lucht- en ruimtevaart. Het tweede soort systemen is voor ondersteuning van het gebruik van vliegtuigen en ruimtevaartuigen.

Voorbeelden van informatiesystemen welke geheel of grotendeels door het NLR worden ontwikkeld, zijn:

- *het systeem voor de operaties van de Nederlandse Infrarood Astronomische Satelliet (IRAS) en de programmatuur in de boordcomputer ervan;*
- *het door een computer gestuurde systeem voor de verzameling van meetgegevens aan boord van vliegtuigen;*
- *het Operationeel Management Informatie Systeem (OMIS) voor de Koninklijke luchtmacht;*
- *het systeem voor de verwerking van windtunnelmetingen.*

Bij de ontwikkeling van deze systemen speelt de specifieke kennis van de luchtvaart- en ruimtevaarttechniek een belangrijke rol en is de inbreng vanuit de informatica essentieel. In het volgende worden eerst enkele algemene karakteristieken besproken die bij de ontwikkeling van deze systemen een rol spelen, waarna twee van bovengenoemde voorbeelden in meer detail worden behandeld.

De ontwikkeling van informatiesystemen

Een geformaliseerde aanpak van de ontwikkeling van informatiesystemen is nodig om technische en organisatorische problemen te vermijden die kunnen ontstaan doordat relatief grote, verschillend gerichte groepen erbij zijn betrokken, zoals:

- beleidsvormende instanties;
- verschillend gerichte gebruikers;
- informatiespecialisten, die verschillende technische disciplines vertegenwoordigen.

De voornaamste karakteristieken van de geformaliseerde aanpak zijn tweevoudig. Ten eerste is er een duidelijke fasering, met voor elke fase een wel omschreven produkt. Ten tweede dient minstens na elke fase het produkt formeel te worden beoordeeld door de toekomstige gebruikers van het systeem.

In figuur 14 is een schema gegeven van de ontwikkeling van informatiesystemen. Met het faseren - achtereenvolgens: toepasbaarheidsonderzoek, voorontwerp, functioneel systeemontwerp, technisch systeemontwerp, en realisatie - wordt bereikt dat de gebruikers en informatici tijdens de ontwikkeling hun ideeën over de systeemeigenschappen goed op elkaar afgestemd houden. Daarvoor is onder meer nodig dat de informatici zich inleven in de behoeften die de gebruikers hebben.

Voor de informatica-toepassingen van het NLR, die betrekking hebben op lucht- en ruimtevaart, kan gebruik worden gemaakt van de kennis van de toepassingen die bij de Hoofdafdelingen aanwezig is. Hierbij wordt ook aan ergonomische aspecten aandacht geschonken. Voor systemen t.b.v. de lucht- en ruimtevaart is het binnen het NLR betrekkelijk eenvoudig de verschillende vakgebieden bij elkaar te brengen, waarbij de Wetenschappelijke Diensten, als meest informatica-georiënteerde dienstengroep, veelal een centrale rol speelt.

* Een algemene definitie van Informatica, gehanteerd door de desbetreffende UNESCO-groepering, luidt als volgt:

"Informatica omvat het gebied van het ontwerp, de bouw, de evaluatie, het gebruik en het onderhoud van informatieverwerkende systemen inclusief apparatuur, programmatuur, organisatorische en menselijke aspecten, met het geheel van industriële, commerciële, bestuurlijke, sociale en politieke implicaties daarvan".

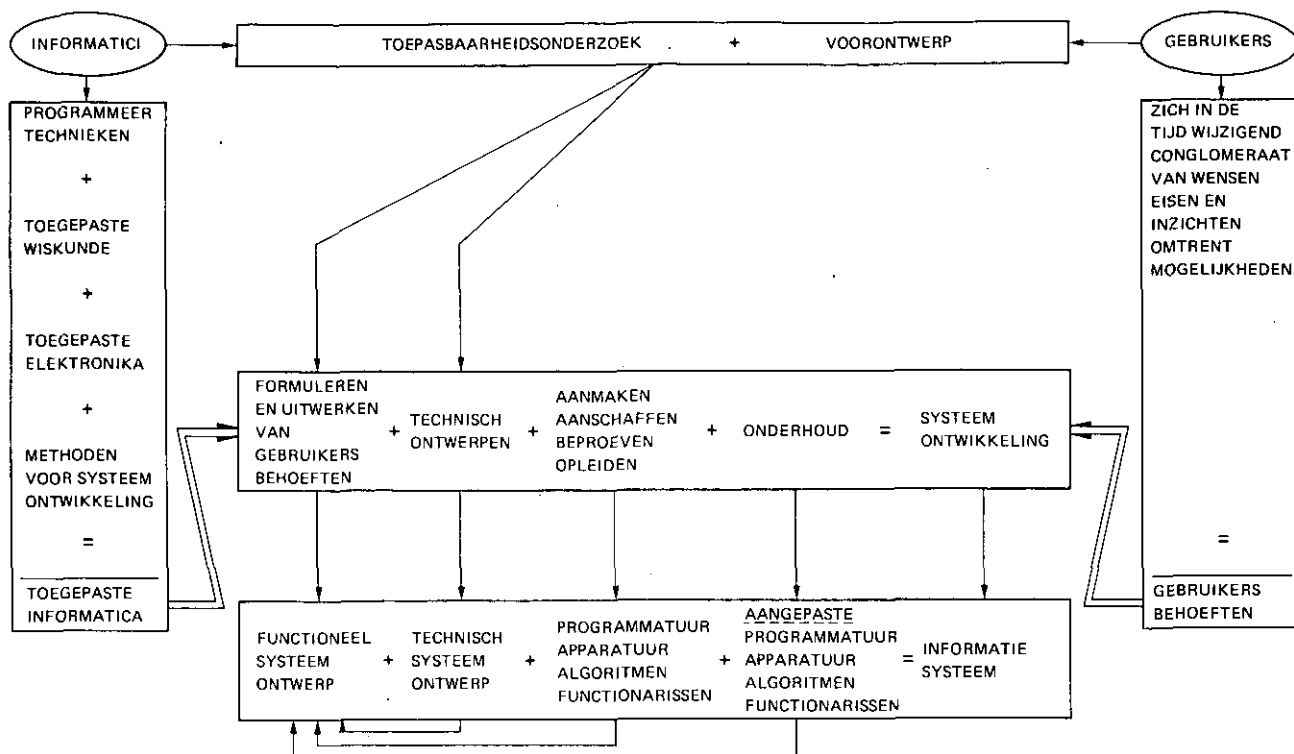


Fig. 14 — Schematische voorstelling van de ontwikkeling van informatiesystemen.

De activiteiten ten behoeve van systeemontwikkeling

De plaats van het toepasbaarheids-onderzoek en het voorontwerp

Een toepasbaarheidsonderzoek wordt uitgevoerd in die gevallen waarin het gewenst is snel vast te stellen of er technische mogelijkheden zijn om een bevredigend geautomiseerd systeem te ontwikkelen voor bepaalde processen, en zo ja, of de financiële en organisatorische consequenties van zo'n systeem aanvaardbaar zijn voor de gebruikersorganisatie. Het voorontwerp bevat een beschrijving van de verschillende mogelijkheden voor een informatiesysteem en de voor- en nadelen van elk. Bovendien zijn er gegevens in opgenomen over de te verwachten kosten en eigenschappen van de systemen. De basis van een voorontwerp wordt gevormd door een analyse van de gebruikerseisen zoals die op dat moment kunnen worden geformuleerd. Bovendien worden aan de hand van een globale aanduiding van de mogelijke veranderingen in de gebruikerseisen nog de gewenste groeimogelijkheden geanalyseerd en wordt nagegaan wat op dit punt van de verschillende systemen mag worden verwacht.

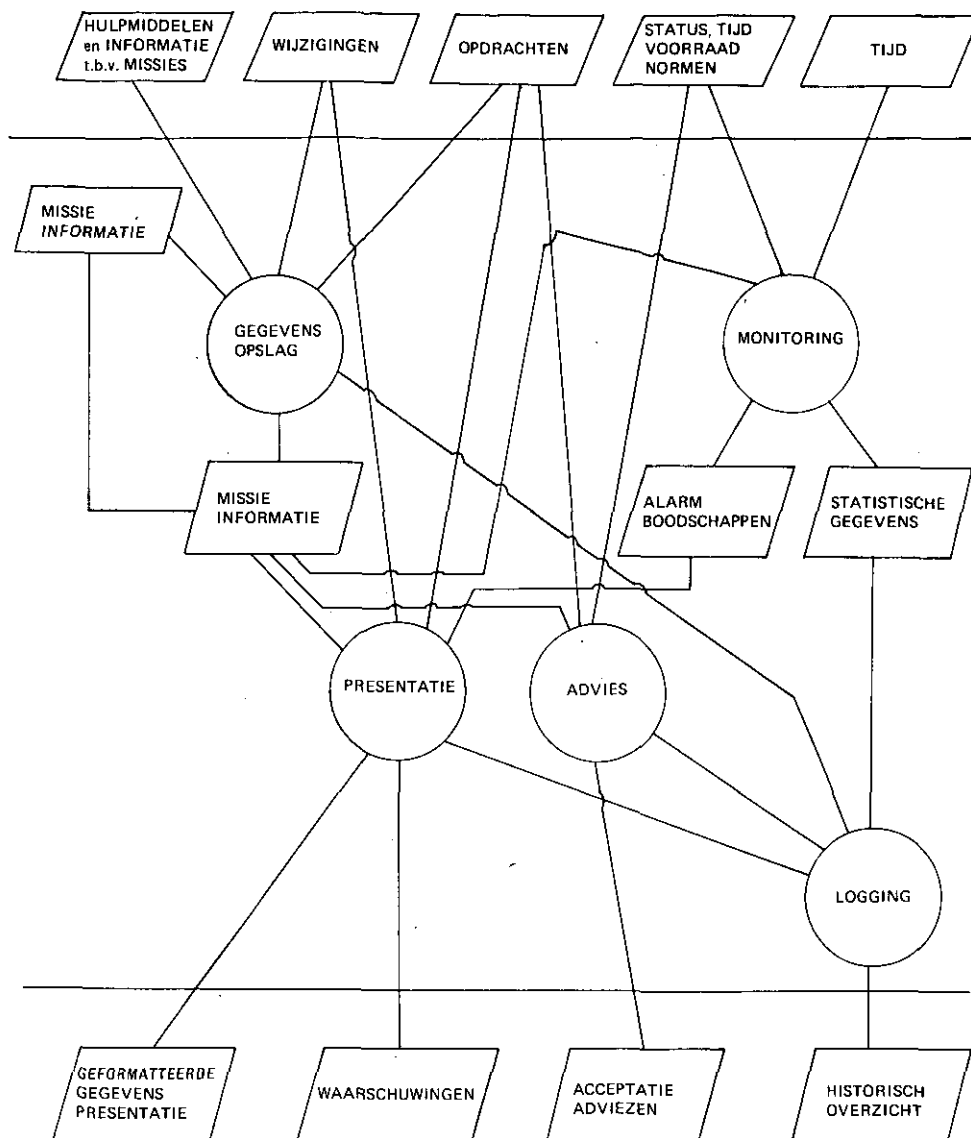
Tijdens de feitelijke systeemontwikkeling blijft het voorontwerp in het algemeen de basis voor de begrenzing van de mogelijkheden en de kosten van het systeem. Het is dus van belang een goed voorontwerp te maken.

Zodra de gebruikers en de informatici toestemming krijgen met de systeemontwikkeling te beginnen op grond van de kosten/baten-analyse in het voorontwerp, worden in principe de activiteiten in de middelste horizontale balk van het schema uitgevoerd.

Het functioneel systeemontwerp

Het functioneel systeemontwerp bevat de gestructureerde gebruikerseisen betreffende de uit te voeren processen en de daarbij behorende informatieverzamelingen. In opeenvolgende niveaus van detaillering worden de schema's waarin hun onderlinge relaties zijn aangegeven, verder gespecificeerd. Een voorbeeld van een dergelijk schema is gegeven in figuur 15. Het betreft het hoogste niveau voor een operationeel management-informatiesysteem voor gebruik op vliegbases. In wat volgt zal op dit systeem nader worden ingegaan. Onderaan in het schema staan de informatieverzamelingen die uit het systeem zullen komen. Afwisselend via processen en informatieverzamelingen wordt de uitvoer afgeleid uit de boven aangegeven informatieverzamelingen, die in het systeem moeten worden ingevoerd; de processen zijn aangegeven met cirkels, de informatieverzamelingen met parallellogrammen.

Fig. 15 — Het functioneel ontwerp voor het informatiesysteem ten behoeve van de besturing van de gereedstelling en inzet van vliegtuigen.



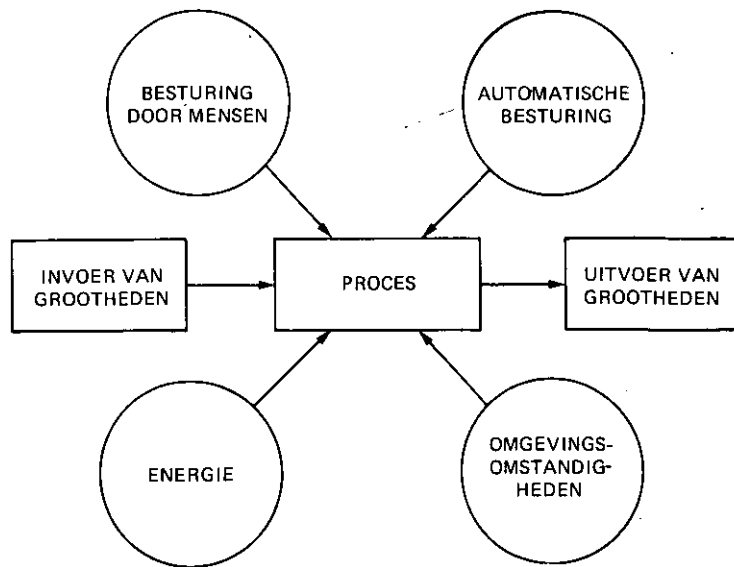
De tijd wordt bijvoorbeeld als invoer van het monitoringproces gebruikt om deze - te zamen met de gestelde normen (status, voorraad, tijd) - te benutten bij het regelmatig controleren in hoeverre nog aan de gestelde normen wordt voldaan. De resultaten van deze controle kunnen leiden tot alarmboodschappen, en tot het vastleggen van informatie om de beschikking te krijgen over een historisch overzicht voor evaluatiedoeleinden.

Bij het functioneel ontwerp worden gebruikers en informatici gedwongen zich te concentreren op de functies die het systeem zal moeten vervullen. Met behulp van het bestaande voorontwerp wordt het functioneel systeemontwerp realistisch gehouden. Deze aanpak voorkomt dat de gebruikers bij voorbaat hun wensen aanpassen aan de vermeende (on)mogelijkheden van programmatuur, apparatuur en wiskundige algoritmen.

Het technisch systeemontwerp

Nadat het functioneel ontwerp door de gebruiker als basis is aanvaard, wordt daaruit een technisch systeemontwerp afgeleid, waarin wordt aangegeven hoe de benodigde functies worden vervuld. Het technisch ontwerp definieert de apparatuur, de programmatuur, de

Fig. 16 — Algemene vorm van het technisch concept.



wiskundige algoritmen, de taken die door de gebruikers moeten worden vervuld, en de wijze waarop de gebruikers geacht worden de taken te vervullen.

Bij de verdeling van de te vervullen functies over programmatuur en apparatuur (computer, speciale apparatuur) dient bij het NLR te worden voldaan aan de eis dat zoveel mogelijk gebruik wordt gemaakt van op de markt verkrijgbare apparatuur en programmatuur. Ontwerpen is ook in de informatica nog steeds een activiteit waarbij de creativiteit van de ontwerper in belangrijke mate bepalend is voor de kwaliteit en de aard van het systeem. Ook in dit vak is het niet mogelijk de creativiteit te vervangen door een recept.

De activiteiten worden in drie fasen uitgevoerd. Eerst komt het technisch concept tot stand. Dan wordt het detailontwerp van de daarbij gedefinieerde systeemelementen gemaakt. Tot slot wordt het detailontwerp uitgewerkt tot voorschriften voor vervaardiging van programmatuur en apparatuur, en in procedures.

In de meest algemene vorm bestaat het technisch concept uit de modules in het schema in figuur 16. Hierin zijn tevens de mogelijke invloeden op het proces aangegeven. De specificatie van deze invloeden maakt deel uit van het technisch ontwerp. Vervolgens wordt het algemene schema door de ontwerper naar behoefte verfijnd door een aantal modules met hun onderverdelingen te definiëren.

Tijdens de "vertaal"-fase worden de definities van modules en onderverdelingen gebruikt bij de vertaling naar systeemelementen, zoals apparatuur, programmatuur, algoritmen, en procedures voor de taken van de functionarissen die bij het gebruik van het systeem zijn betrokken. Wanneer apparatuur kan worden gekocht, wordt het apparatuurconcept gebruikt bij een offerte-aanvraag bij leveranciers. In figuur 17 is zo'n apparatuurconcept gegeven voor het operationeel management-informatiesysteem dat al eerder is genoemd.

De ontwikkeling van wiskundige algoritmen

De bewerking van meetgegevens is erop gericht om informatie af te leiden over de gemeten grootheid zelf, en om uit de gemeten grootheden informatie af te leiden over andere grootheden. Daartoe moeten algoritmen worden ontwikkeld.

Het verkrijgen van informatie over de gemeten grootheid zelf kan worden geïllustreerd met een voorbeeld, ontleend aan de bewerking van meetgegevens uit de IRAS. Met deze satelliet zal door tien sensoren de stralingsintensiteit langs de hemelbol worden gemeten. De astronoom is geïnteresseerd in eigenschappen van de intensiteit die hij niet direct uit de gemeten waarden kan afleiden, bijvoorbeeld in het patroon van lijnen waarlangs de intensiteit constant is. Dan wordt met behulp van een wiskundig algoritme de verzameling meetwaarden vertaald in een analytisch beschreven vlak. Hierbij wordt ernaar gestreefd een zo glad mogelijk vlak te vinden waarvan de gemeten waarden niet verder afwijken van de op het vlak berekende waarden dan op grond van de meetnauwkeurigheid toelaatbaar is. Het aantal parameters waarmee het vlak wordt beschreven is dan minimaal, en neemt dus

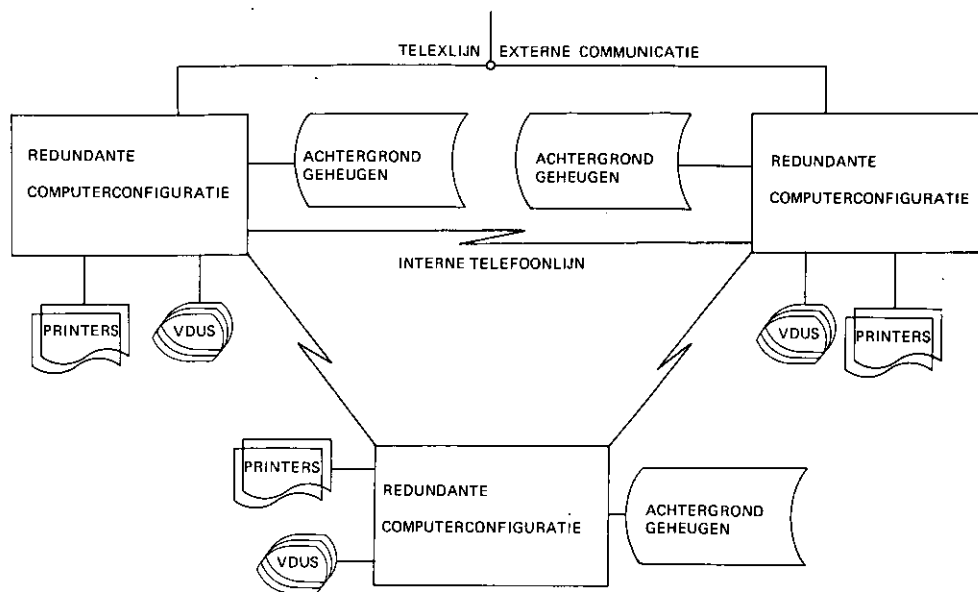


Fig. 17 — OMIS apparatuurconcept voor de vliegbases.

minimale opslagruimte van de computer in beslag. In het vlak worden dan de lijnen van constante intensiteit gezocht (zie figuur 18).

Een geval waarbij het gaat om uit metingen informatie af te leiden over andere dan de gemeten grootheden is de sturing van een satelliet. Daarbij wordt uitgegaan van de hoek tussen de gewenste stand en de werkelijke stand van de satelliet, waartoe storingen waaraan de satelliet is onderworpen ook hebben bijgedragen. De stand kan dan gecorrigeerd worden, bijvoorbeeld door met een vliegwiel een stuurskoppel uit te oefenen, waarvan de grootte moet worden berekend. Daarbij wordt een wiskundig model gebruikt waarmee het verband wordt beschreven tussen het gevraagde stuurskoppel en de gemeten standhoek en de verandering ervan in de tijd. Ook hier is het nodig de onnauwkeurigheden in de metingen uit te filteren alvorens de meetgegevens te gebruiken.

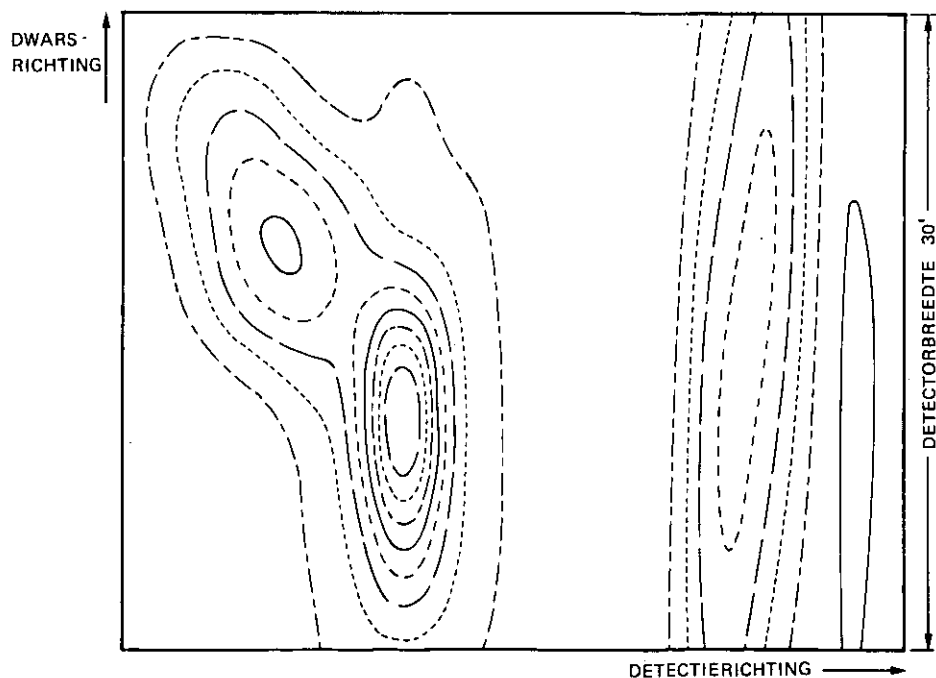


Fig. 18 — Lijnen van constante infraroodintensiteit, verkregen uit computerverwerking van gesimuleerde IRAS-gegevens. Uit 8192 'ruwe' meetgegevens zullen in de operationele fase zo 106 coëfficiënten kunnen worden verkregen die dezelfde informatie bevatten.

Twee voorbeelden van grote informatiesystemen die recent aandacht hebben gekregen
Het Operationeel Management Informatie Systeem (OMIS) voor de Koninklijke luchtmacht

Het "Operationeel Management Informatie Systeem" kan het beste worden gekenschetst als een systeem waarin, voornamelijk via alfanumerieke beeldscherm-eenheden, in diverse centra van een KLu-eenheid de in een computersysteem aanwezige informatie wordt geraadpleegd, ten behoeve van de besturing van het proces van gereedstelling en inzet van vliegtuigen. Deze beeldschermen worden tevens benut voor het toevoegen en wijzigen van informatie. Voor dit informatiesysteem zal per KLu-onderdeel een aantal met elkaar verbonden computers worden geïnstalleerd, waarin intern per KLu-eenheid de verbindingen worden gerealiseerd met standaard-telefoonlijnen, en voor de eenheden onderling vooralsnog met standaard-telexlijnen (fig. 17).

De KLu heeft aan het NLR opdracht tot het opzetten van OMIS gegeven, niet alleen vanwege de deskundigheid van het NLR op het gebied van informatiesystemen, maar vooral ook vanwege het feit dat in de afgelopen jaren tussen de KLu en het NLR in vele projecten nauw is samengewerkt. Het NLR is daardoor vertrouwd met het operationele gebeuren en de security-aspecten van de KLu. Deze kennis is vereist voor het kunnen ontwikkelen van informatiesystemen voor militaire opdrachtgevers.

Voor de lokale netwerken op een KLu-eenheid is een zodanige structuur vastgesteld, dat de in het functioneel systeemontwerp gedefinieerde processen en informatieverzamelingen (fig. 15) kunnen worden ondergebracht, en dat daarnaast aspecten als betrouwbaarheid en beveiliging het beste tot hun recht komen.

Voor de *beveiliging* betekent dit in het algemeen, dat voor de plaatsen waar zich concentraties van beeldscherm-eenheden bevinden, onderscheid moet worden gemaakt aan de hand van het soort informatie dat moet worden geraadpleegd. Dit houdt in dat op die plaatsen waar hoog gekwalificeerde informatie beschikbaar moet zijn, deze informatie daar dan ook is opgeslagen in ter plaatse aanwezige computerfaciliteiten, terwijl op alle andere plaatsen uitsluitend terminalfaciliteiten aanwezig zullen zijn zonder opslagfaciliteiten.

In verband met de vereiste *betrouwbaarheid* van OMIS, d.w.z. de noodzaak om met bijna 100 % zekerheid de beschikking te hebben over de informatie in de bevelscentra, moeten de computersystemen zo zijn uitgevoerd dat, indien op een lokatie een essentieel onderdeel van een computer uitvalt, de aangesloten terminals in die lokatie (beeldschermen en printers) via een back-up toch met informatie-uitwisseling door kunnen gaan, zij het wellicht met een langere responsietijd. Dit wordt een redundant computersysteem genoemd.

Teneinde een aantal onzekerheden omtrent de realisatie en de invoering van OMIS weg te nemen, is besloten eerst een "prototype" te ontwikkelen in de vorm van een "pilot-systeem" dat zal worden ingevoerd op twee KLu-onderdelen. De invoering van dit pilot-systeem zal worden afgesloten met een uitvoerige evaluatie. Mede op grond daarvan zal worden beslist of het gehele informatiesysteem op de daarvoor in aanmerking komende KLu-onderdelen zal worden ingevoerd.

De eerste fase van de realisatie van het pilot-systeem is de laboratoriumfase, waarin de programmatuur zal worden ontwikkeld en getest. Tijdens deze fase is slechts een deel van de apparatuur nodig die in een later stadium nodig zal zijn voor het pilot-systeem zelf. Wat de computers betreft gaat het in de laboratoriumfase om drie redundante computersystemen. Ook het aantal alfanumerieke beeldschermen is aangepast aan de behoefte tijdens de laboratoriumfase.

De programmatuur wordt onder verantwoordelijkheid van de KLu gerealiseerd. Zij maakt daartoe gebruik van de op het NLR aanwezige deskundigheid.

Tijdens de ontwikkelingsfase zal de daarvoor noodzakelijke apparatuur bij het NLR worden opgesteld. Voor het beheer in de operationele fase maakt de KLu gebruik van de opleidingsmogelijkheden van het NLR en van de computerleverancier.

Het systeem voor de verwerking van windtunnelmetingen

Het technisch concept van het systeem voor de verwerking van windtunnelmetingen is gegeven in figuur 19. Voor de realisering van het systeem is het concept voor de tunnels LST en HST in Amsterdam en DNW in de Noordoostpolder op verschillende wijze in apparatuur vertaald. Deze verschillen komen voort uit verschillen in bedrijfsomstandigheden.

In alle gevallen wordt voor de automatische besturing van tunnel en meetapparatuur gebruik gemaakt van bij de tunnels geplaatste minicomputers.

Voor de LST vindt het met behulp van ijkgegevens bepalen van aërodynamische grootheden uit gemeten grootheden plaats op de centrale computer van het NLR: de CYBER-72 in de Noordoostpolder. De voor aërodynamische analyse benodigde nabewerking van de aldus

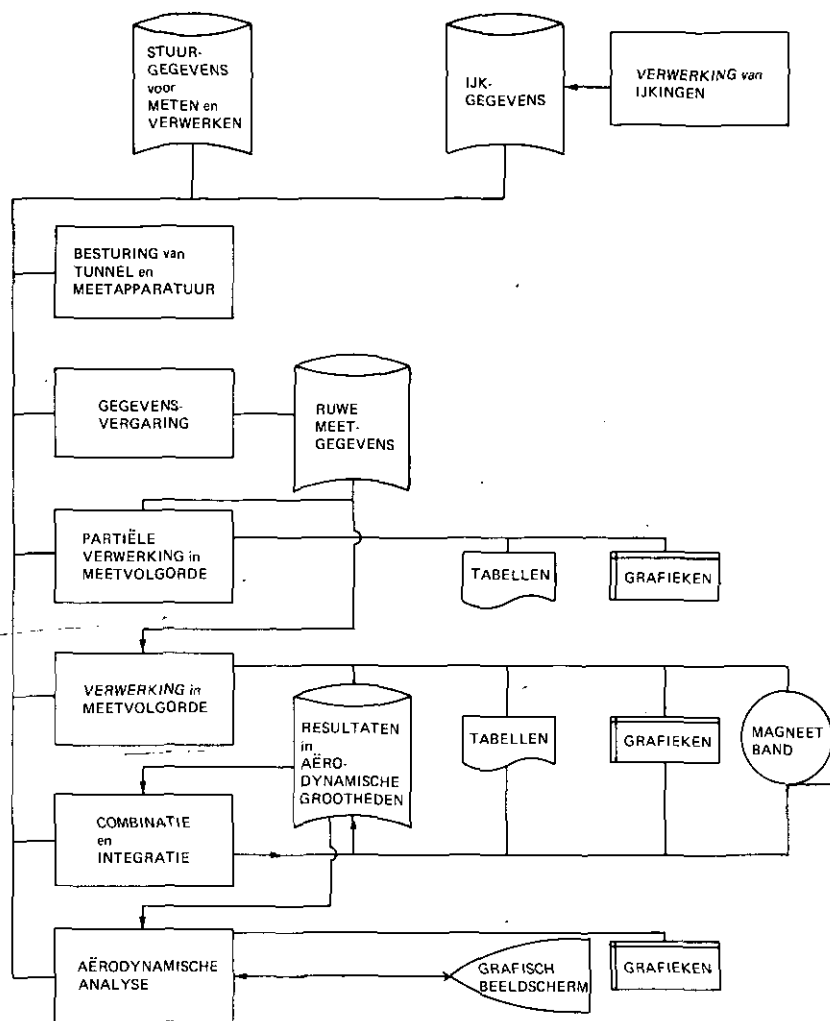


Fig. 19 — Technisch concept van het systeem voor de verwerking van wind-tunnelmetingen.

verkregen krachten, momenten en drukken op het windtunnelmodel, vindt voor deze tunnel ook op de CYBER-72 plaats. De eerste verwerking van meetresultaten wordt gestuurd met een eindstation bij de tunnel. Voor de analyse wordt een beeldstation voor algemeen gebruik toegepast.

Voor de HST wordt voor verwerking in meetvolgorde gebruik gemaakt van bij de tunnel geplaatste minicomputers. Een groot deel van de combinatie en integratie van gegevens en de aërodynamische analyse vindt plaats op de CYBER-72.

Voor de DNW worden de bewerkingen van gegevens in het algemeen uitgevoerd met behulp van bij de tunnels geplaatste minicomputers. In eerste instantie wordt alleen voor de aërodynamische analyse gebruik gemaakt van de CYBER-72.

De programmatuur in de CYBER-72 is opgebouwd uit een aantal modules. De gebruiker kan met behulp van stuurinformatie deze modules aan elkaar koppelen. Ook indien modules moeten worden aangepast aan speciale behoeften van de gebruikers, bijvoorbeeld voor het verrichten van extra berekeningen, kan dezelfde procedure met de stuurinformatie worden gevolgd.

Slotopmerkingen

Dit zijn twee voorbeelden waarbij de samenwerking van verschillende disciplines in de informatica noodzakelijk is en waarbij tevens intensief gebruik wordt gemaakt van de specialistische kennis die in de diverse vakgebieden van de Hoofdafdelingen aanwezig is. Gezien de mogelijkheden die het NLR biedt voor zo'n samenwerkingspatroon mag worden verwacht dat het NLR een goede bijdrage kan blijven leveren aan de ontwikkeling van informatiesystemen ten behoeve van toepassingen in de lucht- en ruimtevaart. Tevens zal daarbij aandacht moeten worden geschonken aan de toepassing en zonodig ook aan de ontwikkeling van technieken en hulpmiddelen om een van de belangrijkste problemen bij de ontwikkeling van informatiesystemen in de hand te houden: de escalatie van de kosten.

3 OVERZICHT VAN HET WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK

3.1 STROMINGEN

Werkzaamheden ten
behoefte van
ontwikkelingsprojecten

In 1978 werd begonnen met de werkzaamheden van het Interim-programma F28-Super (IP), dat tot doel heeft de eerder in het kader van het ANP-programma ontwikkelde nieuwe technologieën toe te passen in het nieuwe Fokker-project. In opdracht van het NIVR en in nauwe samenwerking met Fokker-VFW werden de onderzoeken met betrekking tot de *aërodynamische vormgeving van superkritieke vleugels, draagkrachtverhogende middelen, en de aëro-elastische en aëro-akoestische aspecten van het nieuwe vliegtuigproject* voortgezet.

De werkzaamheden van de hoofdafdeling Stromingen die in dit kader werden uitgevoerd, betroffen voor een belangrijk deel het stationaire, transsonische onderzoek aan superkritieke vleugels. Een ontwerpprocedure voor superkritieke vleugels werd afgerond; de procedure bleek geschikt voor gebruik door Fokker-VFW. Verificatiemetingen aan modellen van superkritieke vleugels leverden goede resultaten op.

In 1978 werd de ontwikkeling van een superkritieke vleugel voortgezet. De daarbij verworven inzichten op aërodynamisch gebied hebben geleid tot het ontwerp van een superkritieke vleugel met grote slankheid en verbeterde planvorm, die naast een lagere weerstand in de kruisconditie ook betere eigenschappen vertoont buiten het ontwerp punt ('off-design' gedrag) dan voorgaande ontwerpen. Aan deze vleugel werden windtunnelmetingen verricht bij verschillende tipvormen en verschillende omslagpuntposities. Hierbij werd voldaan aan de eisen, gesteld aan de aërodynamische eigenschappen. Voorbereidende windtunnelmetingen werden verricht om in 1979 halfmodelmetingen te kunnen verrichten, teneinde de invloed te bepalen van schaafeffecten op het off-design gedrag van deze superkritieke vleugel.

Analyses werden uitgevoerd van metingen aan een superkritiek profiel in de Pilotunnel (PT), om te bepalen of uit PT-metingen het profielgedrag bij hoge getallen van Reynolds goed voorspeld kan worden. Door de resultaten van PT-metingen bij verschillende omslagpuntfixaties te vergelijken met resultaten van metingen die werden verricht bij Lockheed in de VS bij zeer hoge getallen van Reynolds, werd het inzicht in het gedrag van de belangrijkste profieleigenschappen bij hoge getallen van Reynolds verbeterd.

In de PT werd eveneens onderzoek uitgevoerd aan een met een rolroer uitgerust superkritiek profiel, waarbij een goede werking bleek van het roer.

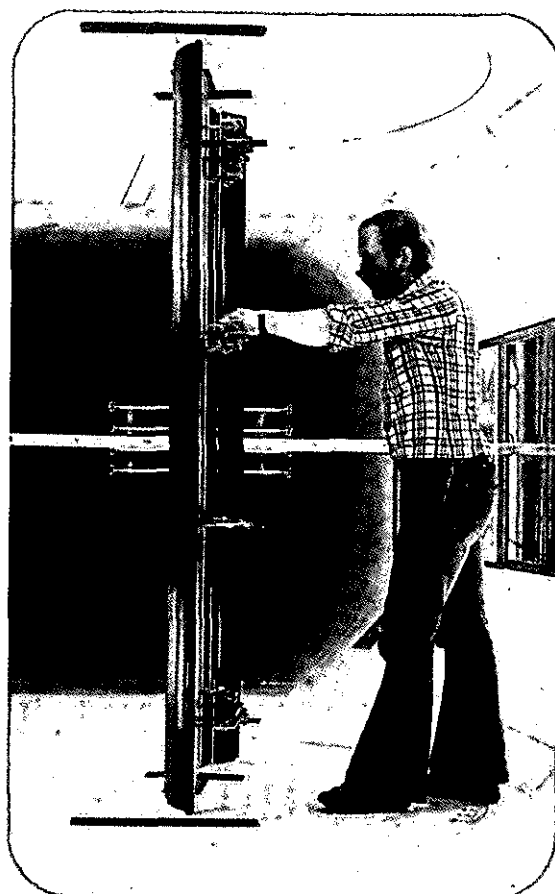
In verband met een gewijzigde neusvorm van het toegepaste superkritieke profiel werd een nieuwe serie metingen uitgevoerd aan het tweedimensionale model in de LST 3x2, waarbij de invloed van deze wijziging op de eigenschappen van de draagkrachtverhogende middelen werd onderzocht.

Tevens werden in de LST 3x2 metingen verricht aan een driedimensionaal model dat voorzien was van een aan de laatste ontwikkelingen aangepaste vleugel met kleppen en slats. Dit onderzoek diende tevens om de eigenschappen van een tweevoudig scharnierend richtingsroer te leren kennen en om diverse configuraties van spoilers en liftdumpers te onderzoeken.

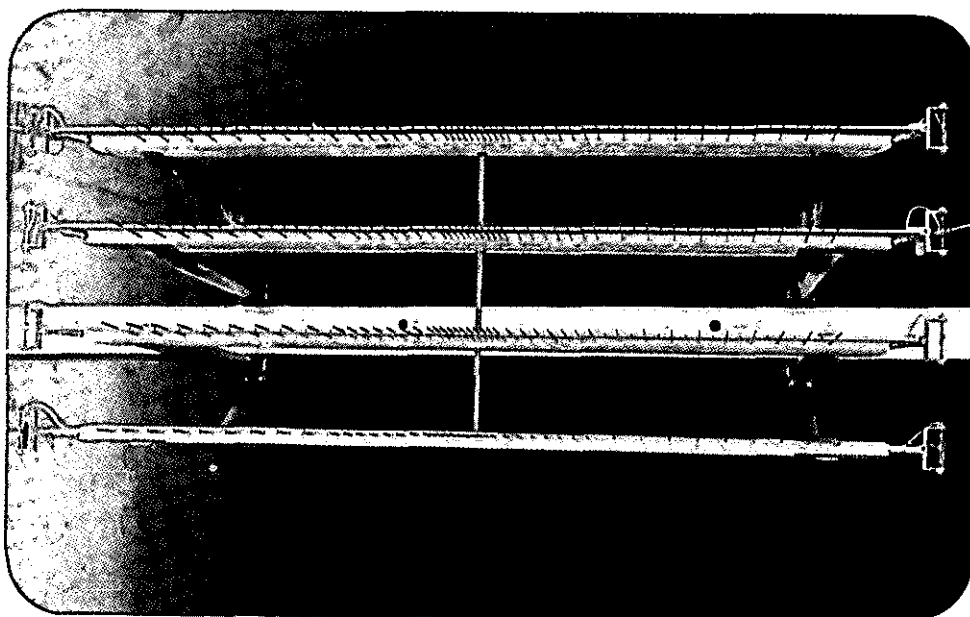
De ontwikkeling van een benaderingsmethode voor de berekening van instationaire luchtkrachten op trillende draagvlakken in het transsonische snelheidsgebied werd voortgezet. Een van het NASA verkregen methode voor de berekening van de stroming om tweedimensionale profielen werd verder ontwikkeld en geschikt gemaakt voor het frequentiegebied

Links: stromingspatroon, verkregen met de oliefilmmethode, van de profielbovenzijde. De stippellijn geeft de variatie van de zogweerstand op 1 koorde achter het model.

Rechts: tweedimensionaal vleugelmodel in de LST 3x2, waarachter de viervoudige zoghark is gemonteerd.



Viervoudige zoghark.



In de lage-snelheidstunnel LST 3x2 wordt de weerstand van een profiel bepaald uit het gemeten impulsverlies over het profiel. In tegenstelling met de theoretische verwachtingen blijkt de weerstand voor een tweedimensionale modelopstelling te variëren in de spanwijdterichting, als gevolg van zeer kleine variaties in het loslatingspatroon van de stroming (*foto linksboven*). Een betrouwbare waarde van de weerstand kan dan worden verkregen uit middeling van metingen op een voldoende aantal posities in de spanwijdterichting. Hiertoe wordt met vier zogharken gelijktijdig gemeten (*foto's rechtsboven en onder*).

dat voor praktische toepassingen van belang is. Deze rekenmethode wordt thans ingepast in een quasi-driedimensionale methode, om op redelijk betrouwbare wijze de instationaire luchtkrachten op volledige vleugels te voorspellen.

In de PT werden metingen uitgevoerd aan een superkritiek profiel met trillend roer om na te gaan in hoeverre het superkritieke gedrag van de stroming nadelig beïnvloed zou kunnen worden door de aanwezigheid van roeren. Daarnaast is een halfmodel van een superkritieke vleugel met romp ontworpen op zodanige wijze dat het geschikt is voor het uitvoeren van flutterproeven in de HST. Deze flutterproeven dienen zowel ter verificatie van de in ontwikkeling zijnde rekenmethode voor de instationaire luchtkrachten als voor het verkrijgen van een antwoord op de vraag of superkritieke vleugels nog bijzondere problemen opleveren ten aanzien van flutter. Een van de hoofdproblemen die moesten worden overwonnen bij het ontwerp van het fluttermodel kwam voort uit de tegenstrijdige eis dat het model voldoende slap opgehangen moest worden om te kunnen flutteren binnen het stuwdrumbereik van de HST, terwijl het tevens voldoende stijf moest zijn om de aanzienlijke statische aërodynamische belastingen te kunnen dragen. Dit probleem is inmiddels bevredigend opgelost, o.a. door een geschikte keuze van de hoofdrichtingen van de veren waarin het model wordt opgehangen.

Het onderzoek van geluidabsorberende bekleding werd voortgezet. Uitvoerige metingen werden verricht aan bekleding zoals die thans wordt toegepast bij F28-motoren. Diverse panelenconfiguraties met bekleding van het Helmholtz-resonatortype werden systematisch onderzocht onder verschillende omstandigheden (langsstroming, geometrie, geluidsfrequentie en -intensiteit).

In 1978 werd een groot aantal windtunnelproeven uitgevoerd voor diverse buitenlandse opdrachtgevers, waaronder SNIAS, Dassault, VFW-Fokker en MBB.

Subsone stroming om
complete vliegtuig-
configuraties (stationair)

Een programma werd ontwikkeld voor het ontwerpen van profielen met kleppen, gebaseerd op een contour- en singulariteitenrepresentatie m.b.v. kubische Hermite-polynomen. Deze methode biedt toepassingsmogelijkheden bij het ontwerpen van profiel/klep-systemen. Voor efficiënt gebruik dient echter nog een aantal verfijningen te worden aangebracht. Mede ten behoeve van een AGARD-Rapport over een vergelijkend onderzoek van verschillende panelenmethoden voor subsone stroming, werd het plotprogramma uitgebreid met een normberekening, zodat op objectieve wijze de relatieve nauwkeurigheden van verschillende resultaten met elkaar kunnen worden vergeleken.

Transsone stroming
(stationair)

Het computerprogramma voor het berekenen van de niet-viskeuze driedimensionale stroming met schokgolven om dragende vleugel/romp-combinaties met behulp van de TSP-methode ('Transonic Small Perturbation'), werd beproefd. Het programma bleek nog enige verbetering te behoeven, met name ten aanzien van de kunstmatige-viscositeitstermen. Het vooronderzoek naar een snelle methode voor de berekening van transsone niet-viskeuze stromingen met schokgolven heeft geresulteerd in de keuze van een rekenmethode, gebaseerd op een combinatie van verschillende numerieke methoden: de multi-roostermethode van Brandt en Fuchs en de eindige-volumemethode van Jameson. Aan het uitwerken van de methode wordt gewerkt; de capaciteit van de centrale computer van het NLR speelt hierbij een belangrijke rol.

In het kader van de GARTEUR-6 werkgroep wordt een aantal transsone rekenmethoden met elkaar vergeleken. Hiertoe werden onder meer berekeningen uitgevoerd met het NLR-TSP-programma.

Profielonderzoek

De nieuwe opzet van het computerprogramma voor het berekenen van viskeuze stromingen om profielen met kleppen kwam gereed. Voor de evaluatie van dit programma werden eerder uitgevoerde grenslaagmetingen aan een profiel met klep geanalyseerd. Overeenkomstig de verwachting bleken de meetresultaten voldoende gedetailleerd om tot een goede vergelijking te kunnen komen.

Viskeuze effecten

De ontwikkeling van de nieuwe snelle methode voor het berekenen van driedimensionale grenslagen om meer algemene configuraties werd voortgezet. De programmering van de methode is gereed; een belangrijk deel van de programmatests werd met succes afgerond.

Een analyse van eerder in de windtunnel uitgevoerde metingen van schokgolf/grenslaag-interactie werd voltooid. Gebleken is dat, in tegenstelling met gangbare opvattingen, niet alleen het getal van Reynolds maar vooral ook het getal van Mach grote invloed heeft op de ontwikkeling van de loslating onder de schok.

Aëroakoestiek

Het computerprogramma voor de berekening van de geluidvoortplanting in uniforme stroming door kanalen van eindige lengte met cirkelvormige doorsnede werd zodanig uitgebreid, dat de geluidvoortplanting door een kanaal met drie secties waarvan één sectie is voorzien van geluidabsorberende bekleding, kan worden berekend.

Nagegaan werd of de methode van Namba (dunne-draagvlaktheorie) voor bladrijen in een ringvormig kanaal toepasbaar is voor het berekenen van de geluidbronsterkte van axiale compressoren. Hierbij werd een aantal ongewenste en onnodige beperkingen gevonden. Aan de ontwikkeling van een meer algemeen geldige theorie dan die van Namba wordt gewerkt.

Onderzoek samenhangend met het meten in windtunnels

Ter verificatie van de methode voor het berekenen van de wandinvloed, uitgaande van nabij de wand gemeten drukverdelingen, werden de in 1977 in de PT uitgevoerde metingen geanalyseerd. Hierbij bleek dat de rekenmethode op een aantal punten goed werkt, met name de berekening van de blokkering. De berekening van de 'downwash' verliep niet geheel correct. Een aantal mogelijke oorzaken werd onderzocht (schematisering van de meetplaatswanden, de extrapolatiemethode, de representatie van het vleugelmodel). Samen met de ONERA werden de door het NLR en de ONERA gebruikte methoden voor het corrigeren voor tweedimensionale wandinvloeden met elkaar vergeleken. Beide methoden bleken consistent.

In het kader van een GARTEUR-programma werd, in samenwerking met de ONERA, het RAE en de DFVLR, een meetprogramma uitgevoerd met het doel de wandinvloed vast te stellen bij windtunnelmetingen aan trillende modellen. Hiertoe werd één vleugelmodel in diverse windtunnels gemeten. Als laatste in de serie werden metingen uitgevoerd in de HST van het NLR. Bij de gezamenlijke evaluatie van de meetresultaten bleek dat de uit de verschillende tunnels verkregen resultaten verschillen vertonen, die vrijwel volledig terug te voeren zijn op verschillen die in de diverse tunnels reeds optreden in het stationaire stromingsveld rond de desbetreffende vleugel.

De metingen in HST en PT met een kegelvormig model, voorzien van drukopnemers, toonden aan dat de kegel bruikbaar is voor het meten van de grenslaagomslag. De invloed van de warmteoverdracht op de ligging van het omslagpunt bleek aanzienlijk en werd onderzocht. De niet-verwaarloosbare driedimensionale effecten van het zog van een tweedimensionaal vleugelmodel, zoals die tijdens metingen telkens naar voren kwamen, werden eveneens zorgvuldig onderzocht. De oorsprong van deze effecten bleek te liggen in kleine, premature en zeer lokale loslating. Mede op grond hiervan werd een nieuwe hark voor weerstandsmetingen ontworpen en vervaardigd, waardoor de nauwkeurigheid van deze metingen aanzienlijk werd verhoogd.

Ten behoeve van metingen aan geluidabsorberende bekleding in de Nagalmtunnel (NT) werd een sirene als geluidbron met gunstig resultaat beproefd. Verbeteringen werden voorbereid om tot hogere geluidniveaus (ca. 150 dB) te komen bij frequenties van 3000 tot 8000 Hz. Voor het bepalen van de demping door de geluidabsorberende bekleding in het testkanaal van de NT werd de meetprocedure aangepast, door gebruik te maken van z.g. 1/3-octaafbandanalyse.

Verwerking van de resultaten van windtunnelmetingen

Naast de normale werkzaamheden rond het onderhoud van de programmatuur en de administratie en begeleiding van windtunnelmetingen, werd een nieuw systeem voor de verwerking van HST-metingen ontworpen. Het Quick-Look systeem wordt veranderd tot een 'real-time' systeem, geschikt voor 48 meetkanalen. Het ijkbestand wordt gereorganiseerd. Voorts werd programmatuur gemaakt voor het berekenen van het transmissieverlies in het testkanaal uit microfoontraversemetingen in de nagalmtkamers van de Nagalmtunnel.

Fabricagetechnieken voor
windtunnelmodellen

Om gegevens te verzamelen over de vervaardiging van en de maatcontrole op grote wind-tunnelmodellen die zullen worden toegepast in de DNW, werden enkele buitenlandse fabrieken bezocht. De uitwerking van profielopmetingen werd geautomatiseerd. Onderzoek werd verricht t.b.v. het samenstellen van rekstrookbalansen door middel van hoogtemperatuur-vacuümsolderen.

3.2 VliegTUIGEN

Werkzaamheden ten
behoefte van ontwikkelings-
projecten

Assistentie werd verleend aan Fokker-VFW bij vliegproeven met de MPA-uitvoering van het F27-vliegtuig, voornamelijk met betrekking tot de Litton-rondzoekradar. Door middel van een data-link tussen de CYBER en de computer van Fokker-VFW kon vanuit het Data Verwerkings Station Vliegproeven (DVS) ervoor worden gezorgd dat de meetgegevens telkens de ochtend na de desbetreffende vlucht beschikbaar waren.

Op verzoek van Fokker-VFW werd overleg gepleegd over de mogelijkheid gezamenlijk een nieuw data-acquisitie- en -verwerkingssysteem voor vliegproeven met prototypen te ontwikkelen en te beproeven. Bij de systeemopzet zal het NLR een centrale rol vervullen, terwijl in de operationele fase een team van medewerkers onder leiding van het NLR de apparatuur zal bedienen. Het te verwachten gegevensaanbod voor het nieuwe systeem werd bepaald. Elementen die deel zullen uitmaken van dit systeem, te weten de 'Remote Multiplexer/Demultiplexer Unit' (RMDU) en de nieuwe methode voor serieregistratie met behulp van een magneetbandrecorder, werden, met goede resultaten, in de vlucht beproefd.

Stabiliteit en besturing

In het onderzoek naar ontwerpcriteria voor de manoeuvre-eigenschappen van vliegtuigen met geheel elektrisch uitgevoerde vliegtuigbesturingssystemen werd een serie metingen, zowel van de symmetrische als van de asymmetrische besturing, op de Vluchtnabootser Met Bewegende Stuurhut (VMBS) voltooid. Nauwe contacten werden op dit gebied onderhouden met de DFVLR.

Een mathematisch model werd opgesteld van de wijze waarop de vlieger de buitenwereld-informatie verwerkt, e.e.a. in het kader van een volledige beschrijving van het vlieger/vliegtuig-systeem. Ter evaluatie van dit mathematisch model werd een laboratoriumexperiment uitgevoerd. Uit vergelijking van de uitkomsten van de modelberekeningen met de experimentele resultaten bleek dat het ontwikkelde model het waarnemingsproces goed beschrijft. Dit model kan toegepast worden bij het bestuderen van complexe realistische naderings- en landingssituaties.

Op de VMBS werd, in opdracht van de RLD, een proevenprogramma uitgevoerd om de operationele bruikbaarheid na te gaan van verschillende naderingsbanen, wanneer MLS als landingshulpmiddel beschikbaar zal zijn.

Met het RAE werden contacten gelegd betreffende onderzoeken ter verbetering van het comfort bij het vliegen door turbulente lucht.

In verband met het toenemende aantal kwalificaties van schip/helikopter-combinaties werd de procedure hiervoor uitvoerig bestudeerd (zie ook pag. 61). De benodigde meetapparatuur en de programmatuur voor de berekening van scheepsdekbewegingen werden ontworpen en vervaardigd.

Beproevingen- en meettech-
nieken voor onderzoek
in de vlucht

Ten behoeve van de ontwikkeling van een methode voor de bepaling van de vliegtuigkarakteristieken uit metingen in versnelde vlucht en gedurende dynamische manoeuvres waren in 1978 de werkzaamheden vooral gericht op het verkrijgen van inzicht in de nauwkeurigheid van gemeten en berekende grootheden en in de juistheid van de verwerkingsprogramma's. De verwerking van de metingen vroeg veel tijd door het optreden van onvoorziene afwijkingen in de dataconfiguraties en door lange turn-around tijden ten gevolge van het grote aanbod van meetgegevens. In verband daarmee werd datareductie met behulp van strooklatfuncties toegepast. Het programma voor de bepaling van het aërodynamisch model inclusief de polaires werd geheel herzien. Ten aanzien van de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de methode bleek dat de stabiliteit van de instrumentatie tijdens de meetvluchten zodanig was geweest dat met slechts één ijking voor alle vluchten kon worden volstaan. De bereikte nauwkeurigheid van de polaires die uit de metingen tijdens versnelde vlucht werden bepaald, blijkt minstens zo groot als die van op traditionele wijze bepaalde polaires. Veel aandacht vraagt nog het volledig operationeel maken van de verwerkingsprogrammatuur.

De programma's voor de verwerking van de met het STALINS-systeem verkregen meetgegevens werden zo opgezet dat ze de gegevens in een door Fokker-VFW gewenste vorm opleveren, en dat de resultaten kunnen worden vergeleken met die uit andere apparatuur (bijvoorbeeld de Robotcamera). Vervolgens werd een uitgebreid meetprogramma uitgevoerd te Brétigny (Fr.) met behulp van het Fokker F28-A1 vliegtuig. Daarbij werden het STALINS-systeem, het strapdown-systeem met CADAS, het Robotcamerasysteem en het STRADA-systeem (een laser-theodolietstelsel van het CEV te Brétigny) met elkaar vergeleken. Het strapdown-systeem wordt daarbij gezien als eventuele vervanger voor het gecompliceerde gestabiliseerde platform. Voorlopige resultaten laten zien dat het STALINS-systeem zich in betrouwbaarheid en operationele bruikbaarheid gunstig onderscheidt van het Robotcamerasysteem en het STRADA-systeem.

Uitrusting van vliegtuigen en grondinstallaties

In opdracht van het Directoraat Generaal Materieel van het Ministerie van Defensie werd een NLR-medewerker gedetacheerd bij het NATO-team 'NAVSTAR' te Los Angeles. Het team is opgericht om actief te kunnen deelnemen aan het verder ontwikkelen en beproeven van het satelliet-navigatiesysteem NAVSTAR en de bijbehorende gebruikersapparatuur. Dit systeem zal kunnen leiden tot een zeer nauwkeurige driedimensionale positiebepaling met behulp van satellieten.

De ontwikkeling van een navigatiesysteem voor gebruik in de laboratoriumvliegtuigen werd voortgezet. Een daarbij te gebruiken multi-DME positiebepalingssysteem werd beproefd in het Queen Air laboratoriumvliegtuig.

Het gebruik van het op de ROLM-1664 processor gebaseerde luchtwaardige computersysteem werd voorbereid. Het ontwikkelstation voor software, dat op dit computersysteem is afgestemd, werd uitgebreid. In verband hiermee vond een oriëntatie betreffende mogelijke systeemconfiguraties plaats.

Een trend-analyse van de schroefturbinemotoren van de Bréguet-Atlantic werd uitgevoerd.

Vliegtuiggebruik

Ten behoeve van het meet- en registratiesysteem voor het nieuwe RLD-meetvliegtuig, waarmee de Nederlandse radionavigatie- en landingshulpmiddelen zullen worden gecontroleerd en geijkt, werden herziene specificaties opgesteld. In overleg met de RLD werd het nieuwe meetsysteem gebaseerd op in de handel verkrijgbare deelsystemen. Diverse besprekingen met potentiële leveranciers werden gevoerd.

In opdracht van de KLM werd een computerprogramma voor het genereren van turbulentie voor de nieuwe vluchtnabootsers van de KLM geëvalueerd.

In opdracht van de RLD werden werkzaamheden uitgevoerd voor het All-Weather Operations Panel (AWOP) en het Obstacle Clearance Panel (OCP) van de ICAO.

Het AWOP besloot het 'Time Reference Scanning Beam' (TRSB) systeem aan te bevelen voor toepassing als toekomstig Microgolf Landings Systeem (MLS) over de hele wereld. Een NLR-medewerker werd benoemd tot lid van het AWOP, e.e.a. in overleg met de RLD. De lopende werkzaamheden voor het OCP kwamen in een eindstadium. De nieuwe versie van het ICAO-document 'Procedures for Air Navigation Services/Aircraft Operations' (PANS/OPS) kwam vrijwel gereed.

Een ontwerp werd opgesteld voor een 'database system' waarin de vluchtgegevens uit de KLM AIDS-apparatuur die voor windschering van belang zijn, kunnen worden opgeslagen. Voor de reductie van de grote hoeveelheid gegevens worden strooklafuncties toegepast in het dataverwerkingsprogramma. Het programmapakket voor het opslaan in de database kwam geheel gereed.

Teneinde limietgevallen te kunnen bestuderen van vliegeigenschappen die voortvloeien uit diverse luchtwaardigheidsvoorschriften, werd in opdracht van de RLD een simulatieprogramma voorbereid voor de VMBS. Hierbij kunnen, uitgaande van een bepaald referentievliegtuig, de besturingskarakteristieken en stabiliteitseigenschappen systematisch worden gevarieerd.

Luchtverkeersleidings- aspecten en vliegtuigoperaties

De assistentie aan de RLD bij de inbedrijfstelling van het luchtverkeersleidingssysteem op Schiphol werd voortgezet.

Aanzienlijke ondersteuning werd verleend bij de overnamekeuring van radars (STAR en TAR-3) met bijbehorende digitalisatieapparatuur en 'tracking'-programma's. Een afzonder-

lijk onderzoek werd ingesteld naar de absolute positienuwkeurigheden van LAR- en TAR-gegevens. Mede in dit verband werd aandacht besteed aan de toe te passen kaartprojectiemethoden bij de presentatie van deze gegevens op een radarscherm.

De in vorige jaren opgestelde baanberekeningsprogramma's werden uitvoerig in de praktijk geëvalueerd; zij bleken daarbij in het algemeen goed te functioneren. Tijdens deze evaluatie werd tevens de werking van de conflictdetectieprogramma's onderzocht; enige vereenvoudigingen werden aangebracht om te voorkomen dat deze programma's te groot zouden worden voor gebruik in een verkeersleidingscomputer.

In samenwerking met de RLD werd een uitgebreide literatuurstudie verricht van de ontwikkeling van het 'Discrete Address Beacon System' (DABS).

Een onderzoek naar mogelijke toekomstige veranderingen in de verdeling van het verkeersaanbod op Schiphol en de invloed ervan op de capaciteit van deze luchthaven werd nagenoeg voltooid.

In opdracht van de RLD werd een tweetal onderzoeken uitgevoerd ten behoeve van Eurocontrol. De eerste was gericht op de bepaling van de antenne-eigenschappen van de Leerdam-radar; hiertoe werd een aantal meetvluchten met het Queen Air laboratorium-vliegtuig uitgevoerd. Het tweede onderzoek betrof de produktie van vluchtgegevens voor de evaluatie en eventuele aanpassing van een Eurocontrol-computerprogramma voor voorspelling van de vliegbanen van operationele vliegtuigen. Op de VMBS werden hiertoe vluchten vanaf Schiphol nagebootst met een F28-vliegtuig onder diverse omstandigheden.

De medewerking aan de onderzoeken van de North Atlantic Systems Planning Group (NAT/SPG) werd in nauwe samenwerking met Engelse en Amerikaanse specialisten voortgezet. Het streven naar invoering van een laterale separatie van 111 km (60 NM) in oktober 1978 werd opgegeven op grond van de met behulp van radar gemeten afwijkingen van de vliegtuigen ten opzichte van hun nominale vliegbanen. In het kader van de werkzaamheden van het ICAO-Panel 'Review of the General Concept of Separation' werden de toepassingsmogelijkheden van een 'Minimum Navigation Performance Specification' in andere gebieden dan boven de Noordatlantische Oceaan verder bestudeerd.

Ten behoeve van de Experimentele Vortex Analysator (EVA) voor de waarneming van tipwervels werd begonnen met de programmering van de NOVA-computer. Als gevolg van vertraging in de aflevering en doordat de extern aangeschafte apparatuur niet goed functioneerde is aanzienlijke achterstand ten opzichte van de planning ontstaan.

Het NLR-brandstofverbruiksmodel werd toegepast op 'Continuous Descent Approaches'.

Vluchtnabootsing

De programmatuur van de vluchtnabootser, zoals de simulatieprogramma's, het turbulentieprogramma, en de verwerkingsprogrammatuur, werd verbeterd en uitgebreid. Tevens werden de wiskundige vliegtuigmodellen uitgebreid; met name werd veel aandacht besteed aan het model van het B747-vliegtuig.

In het kader van AGARD-werkgroepen werden werkzaamheden verricht die betrekking hebben op het vaststellen van eenduidige meetmethoden ter bepaling van de eigenschappen van bewegingsmechanismen en op het onderzoeken in hoeverre de vluchtnabootsers de werkelijkheid getrouw weergeven in een trainingssituatie.

Verwerking van resultaten van vliegproeven

Vorbereidingen werden getroffen voor een systeem waarbij de administratieve en technische gegevens van de vliegtuiginstrumenten te zamen met de ijkgegevens worden opgeslagen met behulp van een 'database-management system' in de centrale CYBER-72 computer. Vorbereidingen werden getroffen voor de aanschaf van een nieuwe computer voor het DVSV. Onder meer werd programmatuur ontworpen voor de preprocessing van de meetgegevens. Intensief overleg werd gevoerd tussen de toekomstige gebruikers.

Ten behoeve van het DVSV werd een nieuw archief ingericht van meetgegevens op vlucht-tape.

Nieuwe interface-apparatuur met bijbehorende programmatuur werd ontworpen, onder meer voor het afspelen van data in serieregistratie met hoge bit-dichtheid.

3.3 CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

Werkzaamheden ten
behoefte van
ontwikkelingsprojecten

De studies ter voorbereiding van het nieuwe vliegtuigproject van Fokker-VFW, die in opdracht van het NIVR en in nauwe samenwerking met Fokker-VFW en de Afdeling der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TH Delft werden verricht, hebben geleid tot conclusies en aanbevelingen die voor het definiëren van de vleugelconstructie van groot belang zijn. Zo werd het vermoeiingsgedrag bepaald van enkele nieuwe aluminiumlegeringen en van menglaminaten, bestaande uit koolstofvezelepoxy-materiaal en aluminium- of titaniumplaat, voor verschillende belastingsniveaus en bij verschillende kerfvormen. De verlenging van de levensduur of de verlaging van het constructiegewicht bij gelijkblijvende levensduur zijn aanzienlijk bij gebruik van gemengd materiaal en beperkt bij toepassing van de nieuwe aluminiumlegeringen.

Belangrijke voortgang werd geboekt bij het onderzoek aan een zwaar belaste vleugeldoosconstructie. De vraagstukken betreffende de huid/rib-verbindingen en de paneel-verbindingen bij delingen in de onderhuid, en betreffende de stabiliteit en sterkte van een op druk belaste bovenhuid met asymmetrische verstijvers werden dicht bij een oplossing gebracht.

De werkzaamheden die verband houden met het toepassen van constructies met een hoog gehalte aan composietmateriaal in vleugelleppen, roeren en staartvlakhuiden werden voortgezet. De doorgaans zeer aantrekkelijke gewichtsbéparingen die als resultaat van deze onderzoeken naar voren komen, worden door Fokker-VFW afgewogen tegen de mogelijke ermee samenhangende verhoging van de fabricagekosten.

Er werd goede voortgang geboekt bij het ontwikkelen van methoden voor de inspectie en beproeving van composietconstructies, waarbij in het bijzonder aandacht is besteed aan het veranderen van de eigenschappen bij langdurig gebruik. Bij de huidige stand van zaken staan de hoge materiaal- en produktiekosten veel toepassingen nog in de weg.

Belastingen op vliegtuigen

In het onderzoek van de vliegtuigresponsie op niet-stationaire remous, dat in opdracht van het NIVR wordt verricht, werd het z.g. 'gemoduleerde Gaussische remousmodel' toegepast op een aantal representatieve vliegtuigmodellen. Bij vergelijking van deze resultaten met die van het veel eenvoudiger 'Power Spectral Density' model bleek dat, indien rekening wordt gehouden met het vóórkomen van kleine remousvelden, het PSD-model aanvaardbare resultaten voor de ontwerpbelasting oplevert.

Eveneens in opdracht van het NIVR werd een benaderingsmethode ontwikkeld om belastingen op vliegtuigen met niet-lineair responsiegedrag te bepalen. Daartoe wordt een methode onderzocht waarbij het niet-lineaire systeem wordt vervangen door een 'equivalent' lineair systeem. De criteria voor het equivalent zijn werden op de analoge computer onderzocht. De methode bleek wel tot een goed vermogensspectrum te leiden maar nog niet tot een goede belastingoverschrijdingscurve. Het onderzoek wordt voortgezet.

In opdracht van de RLD en de KLM werden gegevens over vliegtuigbelastingen tijdens de vlucht, die met het AIDS-systeem in B747- en B747-combi-vliegtuigen van de KSSU zijn geregistreerd, verwerkt en opgeslagen in een 'database'.

In opdracht van het NIVR en de RLD werden onderzoeken verricht teneinde de invloed van spectrumveranderingen op de vermoeiingslevensduur van Alclad 7075-T6 en 2024-T3 materiaal te leren kennen.

Uit het onderzoek ter evaluatie van de veiligheid van ouder wordende vliegtuigen uit het oogpunt van vermoeiing bleek dat het F27-vliegtuig veilig gebruikt kan worden tot ver nadat zijn ontwerp levensduur is bereikt.

Kerftaaiheid en reststerkte

Ten behoeve van het AGARD 'Fracture Mechanics Design Handbook' werd materiaal verzameld uit de literatuur. Aan vliegtuigfabrieken en instituten werden bijdragen gevraagd op het gebied van toepassingen van breukmechanica bij het ontwerpen van vliegtuigconstructies. De ontvangen bijdragen werden geëvalueerd en verwerkt.

In het onderzoek naar de scheurgroei en breukcriteria voor dunne plaat werd, in opdracht van het NIVR, een nieuw analytisch model ontwikkeld voor de berekening van de energiedissipatie en correctiefactoren voor plasticiteitsinvloeden bij scheurtippen. Dit model bleek veel eenvoudiger dan bestaande modellen van Koskinen en Rice; het geeft niettemin vergelijkbare resultaten.

In het kader van de samenwerking met RAE en DFVLR werd een computerprogramma ontwikkeld voor het berekenen van de energiedissipatie. Met behulp van dit programma werden de resultaten van scheurgroei-experimenten van de DFVLR geanalyseerd.

Met behulp van een nieuwe versie van het Plastic-programma werd de reststerkte voorspeld van een niet-verstijfd plaatproefstuk met centrale scheur. Een scheurgroEICriterium, gebaseerd op de kritieke waarde van de scheurtip-openingshoek, bleek tot een goede schatting van de reststerkte te leiden.

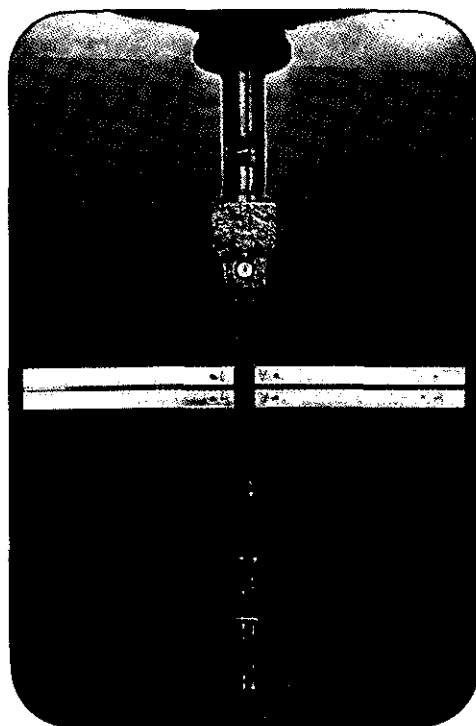
Een studie werd verricht teneinde een analytisch model te ontwikkelen voor scheurtipgedrag bij veranderlijk wisselende belastingen. Plastische vervormingen bij een niet-groeiende scheur werden berekend met de eindige-elementenmethode en vergeleken met het resultaat van de analytische modellen. Daarbij bleek geen van de onderzochte modellen uitsluitend te geven over de vorm van het plastisch rekveld en de bijbehorende scheuropening aan de tip. Aangezien het model van Budiansky en Hutchinson het scheursluitingsgedrag op enige afstand van de tip wel realistisch beschrijft, zal dit model nader worden onderzocht. Twee experimentele technieken voor bepaling van scheursluiting-spanningen werden onderzocht op hun nauwkeurigheid. Beide bleken te onnauwkeurig voor evaluatie van de theoretische modellen.

In het onderzoek van de spanningsintensiteit in gescheurde beslaglippen werden berekeningen verricht ter voorspelling van de uitbreiding van een vlakke scheur in een beslaglip. Het gebruik van eindige elementen met singulier verplaatsingsgedrag op de scheurtip bleek nauwkeuriger resultaten op te leveren voor de spanningsintensiteit, hetgeen de voorspelling van de scheurgroei belangrijk kan verbeteren.

Vermoeiing

In opdracht van het NIVR werd het onderzoekprogramma voortgezet om de levensduur van gekerfde lichtmetalen proefstukken onder vluchtsimulatiebelasting te bepalen.

In het onderzoek naar de invloed van het oprekken van gaten op de levensduur van met vluchtsimulatiebelasting vermoeide aluminium beslaglippen werden reststerktemetingen verricht. Daarbij werden soms zeer kleine scheurtjes aangetroffen. De scheurinitiatieperiode van de opgerekte gaten bleek opvallend lang te zijn. Daarnaast werden micro-hardheidsproeven uitgevoerd in de omgeving van opgerekte gaten om materiaalversteving vast te stellen, en werden foto's van de breukvlakken gemaakt. Vervolgens bleek bij statische beproeving van 2024-T3 en 7075-T6 beslaglippen met wel en met niet opgerekte gaten, dat het oprekken geen invloed heeft op de statische sterkte.

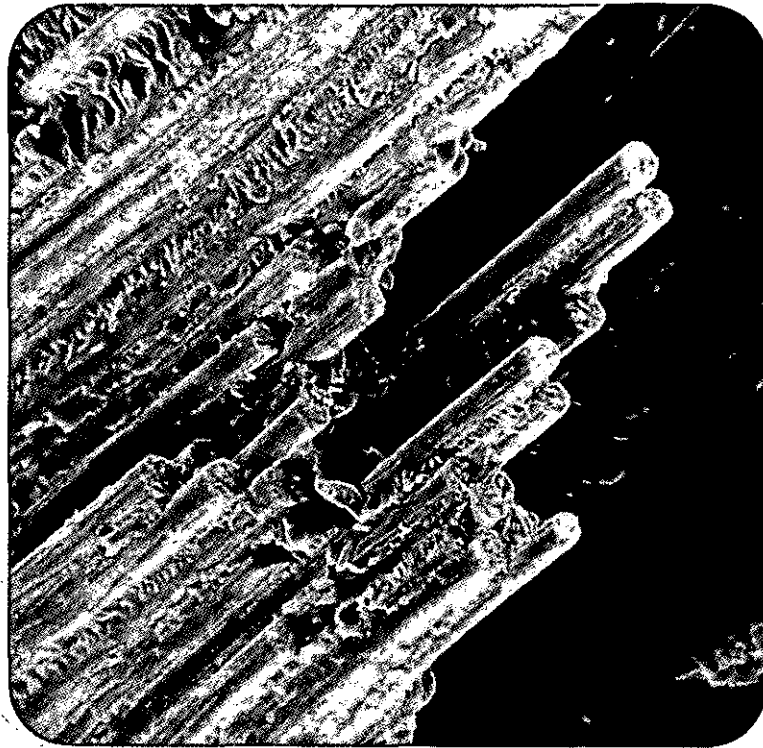


Opstelling voor het gelijktijdig belasten van twee proefstukken in een hoogfrequente vermoeiingsmachine. In de balkvormige proefstukken ontwikkelt zich een vermoeiingsscheur in het middenvlak. Vervolgens wordt met behulp van deze voorgescheurde proefstukken het spanningscorrosiegedrag onder statische belasting bestudeerd.

De invloed van de anodiseerlaag op de vermoeiingsscheurinitiatie werd nagegaan. In aansluiting op eerder uitgevoerde breukrekbevestigingen bij buiging werden trekproeven uitgevoerd in de rasterelektronenmicroscopie, waarbij de scheurvorming in de anodiseerlagen nauwkeurig werd bestudeerd. Tevens werden de vermoeiingseigenschappen bepaald van ongekeerde proefstukken die op verschillende manier geanodiseerd en nabehandeld waren.

Ter voorbereiding van vluchtsimulatiebelastingproeven werden constante-amplitude vermoeiingsproeven en een aantal statische proeven op gelijmde lapnaden uitgevoerd. De omstandigheden waaronder tijdens die proeven losspellen van de lijmnaad zou kunnen optreden werden aldus bepaald.

Breuk in composietmateriaal (650 x vergroot) dat bestaat uit koolstofvezels in een epoxy-matrix. Deze breukvlakken werden onderzocht in het kader van het ontwikkelen van theoretische modellen om breukmechanismen van zulke materialen te beschrijven.



Evaluatie van moderne constructiematerialen

In opdracht van het NIVR werd een uitgebreide serie proeven verricht teneinde de technische eigenschappen van de aluminium smeedlegeringen 7075-T73 en 7175-T736 en van de aluminium plaatlegering 7010 vast te stellen en te vergelijken met de eigenschappen van de al eerder onderzochte aluminiumlegeringen AZ 74.61 en 7050-T736. Hiertoe werden de sterkte-eigenschappen, de scheurinitiatie ten gevolge van spanningscorrosie (onder diverse omstandigheden), de spanningscorrosiescheurgroei, de breuktaaiheid, en de vermoeiingsscheurgroei bij vluchtsimulatiebelasting bepaald. Vervolgens werden nog metallografisch onderzoek en breukvlakonderzoek uitgevoerd.

In het kader van de studie naar breukmechanismen bij composietmaterialen, werd het onderzoek naar het verband tussen de sterkte van de versterkingsvezels en de unidirectionele sterkte-eigenschappen van composietmaterialen afgerond. Een onderzoek werd uitgevoerd naar de reststerkte- en vermoeiingseigenschappen van composietmaterialen bij hoge temperaturen (+65°C). Met een destructief onderzoek werd de grootte van de inslag schade voor koolstof/epoxy-Nomex sandwichplaten bepaald. Het onderzoek wordt voortgezet met vermoeiingsproeven op koolstof/epoxy sandwichpanelen met inslag schade.

In samenwerking met Fokker-VFW en de TH Delft werden interlaminaire afschuifproeven en metingen van de elasticiteitsmodulus verricht.

Proefstukken van zo geheten hybride composietmateriaal, Kevlar/epoxy huidplaten met een kern van koolstof/epoxy, werden vervaardigd. Aan een groot aantal van deze proefstukken werd reststerkte- en vermoeiingsonderzoek uitgevoerd. Uit de eerste resultaten blijkt dat delaminatieprocessen tussen huidplaten en kern bij hogere temperaturen sneller gaan verlopen.

3.4 RUIMTEVAART

Werkzaamheden ten
behoefte van inter-
nationale projecten

In opdracht van de ESA werden door het NLR in 1978 de volgende werkzaamheden uitgevoerd.

In samenwerking met de Britse firma Ferranti werden de fluctuaties in de uitgangssignalen onderzocht van nauwkeurige gyroscopen die onder meer in de EXOSAT-satelliet en in Spacelab zullen worden toegepast. De stochastische eigenschappen van deze ruis werden met behulp van de CYBER bepaald.

Begonnen werd met de ontwikkeling van programmatuur voor het bepalen van de onbekende beginstand van een tol-gestabiliseerde satelliet uit de meetgegevens van de 'star-mapper'. Deze sensor werd door de Technisch-Physische Dienst TNO-TH voor ESA ontwikkeld. Eerder werd door het NLR de nauwkeurigheid van de standbepaling met de 'star-mapper' onderzocht, waarbij de beginstand van de satelliet bekend werd verondersteld. Ook werd de methode toegepast op standmeetgegevens van de METEOSAT (de Europese weersatelliet). Voor een beproeving van het standregelsysteem van de EXOSAT-satelliet (een ESA-satelliet voor het waarnemen van röntgenbronnen) werden voorbereidingen getroffen. Deze proeven zullen in 1980 op de enkelassige simulatietafel worden uitgevoerd. De taakdefinitie werd vastgesteld en met de ontwikkeling van de randapparatuur en de interfaces werd begonnen. *De toepassingsmogelijkheden van elementenmethoden bij de berekening van scheurgroei in constructies van ruimtevaartuigen werden bestudeerd.*

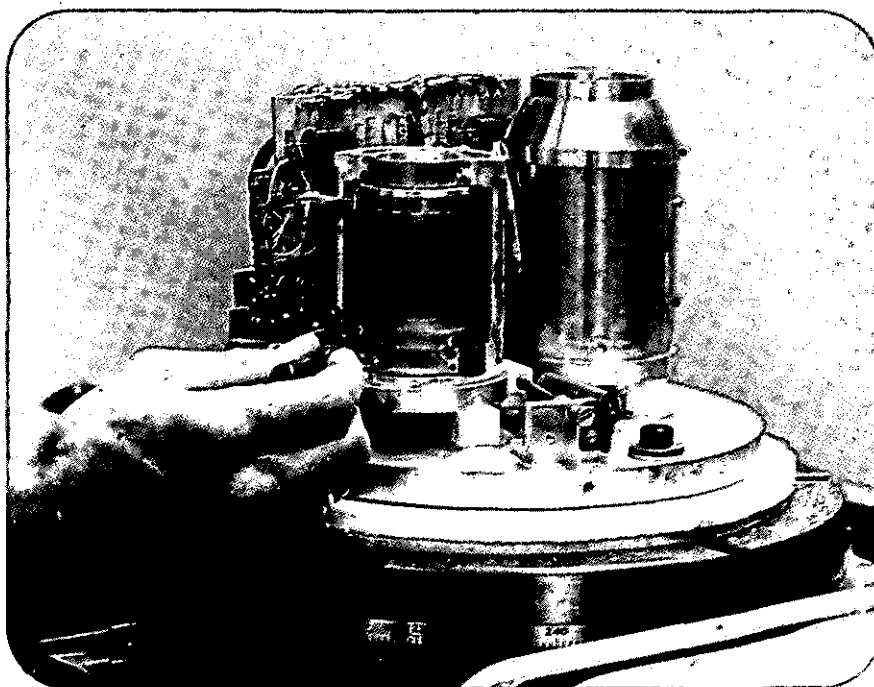
De beschikbare procedures voor het bepalen van spanningsintensiteitsfactoren bij scheurfronten met behulp van elementenmethoden werden geëvalueerd. Twee procedures werden gekozen, die gebruik maken van het ASKA-programmapakket dat bij ESTEC beschikbaar is. Begonnen werd met het toetsen van de bruikbaarheid van beide procedures met behulp van experimenten.

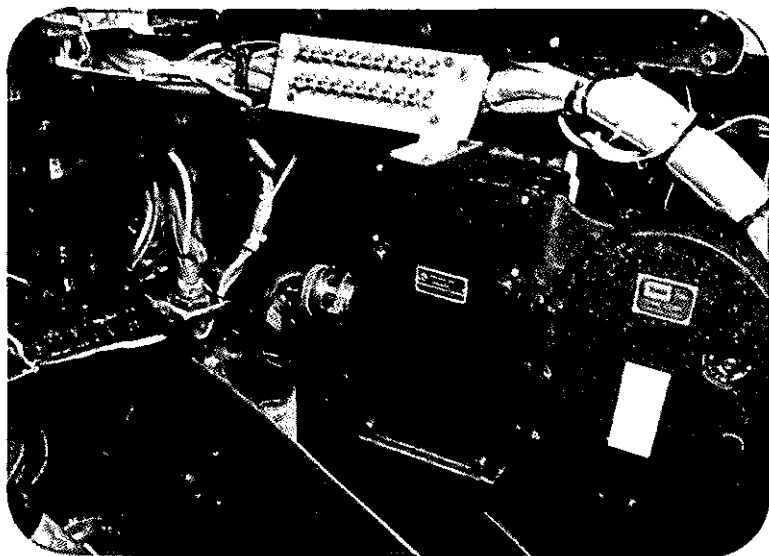
Werkzaamheden ten behoeve
van nationale projecten

De werkzaamheden voor de Nederlandse Infrarood Astronomische Satelliet IRAS vormden een belangrijk deel van de activiteiten op het gebied van ruimtevaart. Het NLR verzorgt de volgende deeltaken: de ontwikkeling van de 'on-board software' (OBS), de beproeving van het 'attitude-control model' (ACM), de 'ground-checkout equipment' (GCE), en de IRAS grondoperaties (IGO).

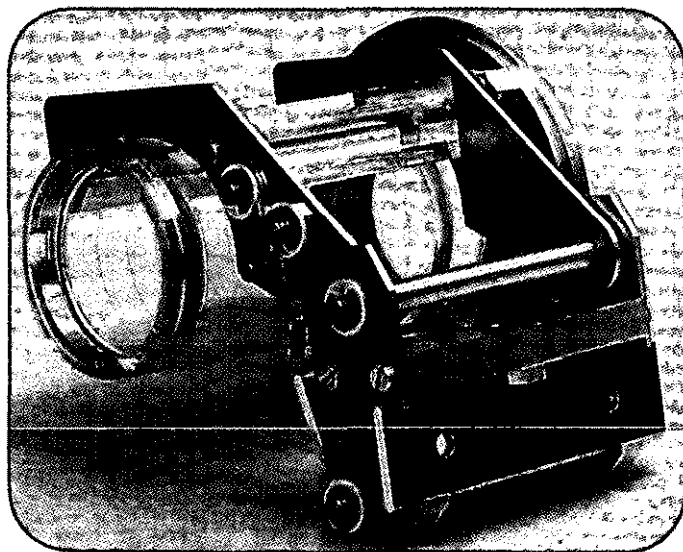
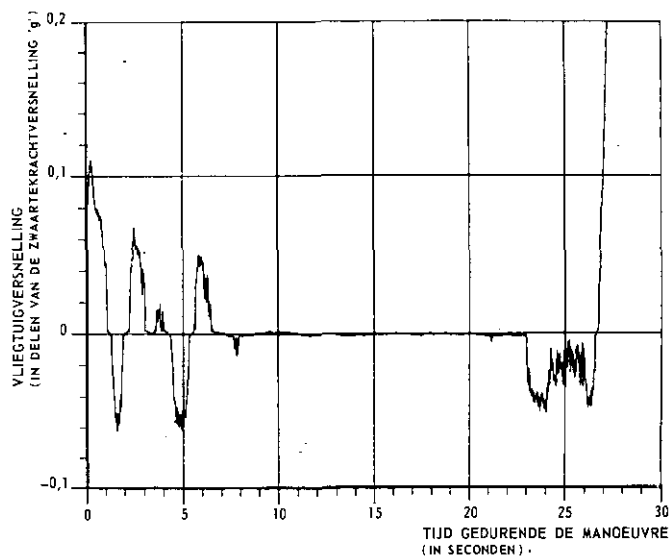
Tot de taken van de IRAS-boordcomputer behoren het regelen van de stand, het uitvoeren van het meetprogramma, en het regelen van de opslag en het verzenden van de meetgegevens. De programmatuur bestaat uit een niet-uitwisbaar deel voor de kritieke

Apparaat ter bepaling van de ruis in het uitgangssignaal van nauwkeurige gyroscopen voor satellieten. De metingen worden gelijktijdig aan twee gyroscopen verricht om de bewegingen van de ondergrond door kruiscorrelatie te kunnen elimineren.





Ter voorbereiding van het NLR-experiment in Spacelab werden in het Hunter laboratoriumvliegtuig filmopnamen gemaakt van de vloeistofstromingen in een gedeeltelijk gevuld vloeistofvat gedurende perioden van gewichtloosheid. De foto boven toont de opstelling die daarbij werd gebruikt: links het vloeistofvat en rechts de camera. Gedurende de perioden van gewichtloosheid was het vloeistofoppervlak onder invloed van de oppervlaktespanning vrijwel bolvormig (*foto rechtsboven*). Tijdens de manoeuvres met het Hunter laboratoriumvliegtuig werd gedurende ca. 15 seconden gewichtloosheid (0-g) bereikt (*grafiek rechts*).



Het 'engineering model' van de experimentele opstelling voor het NLR-vloeistofexperiment in Spacelab, dat geïntegreerd wordt in het 'Fluid Physics Module'.

functies, zoals voor de beveiliging en de standregeling, en een vanaf de grond te veranderen deel voor het uitvoeren van de fijne standregeling en van het meetprogramma. Dit waarborgt een grote mate van flexibiliteit voor de astronoom en de satellietbouwer. Beide delen zijn vrijwel gereed en worden door middel van uitvoerige simulaties beproefd.

Het standregelsysteem zal op de nieuwe luchtgelagerde simulatietafel worden beproefd. De simulatietafel werd geïnstalleerd en met de vervaardiging van de testdocumentatie werd begonnen.

Voor de 'ground checkout' van IRAS wordt ESTEC-apparatuur gebruikt. De software en hardware van de interfaces tussen deze apparatuur en de satelliet worden door het NLR ontwikkeld. De software kwam vrijwel gereed. De hardware werd vervaardigd, waarna bij ESTEC de integratie met de apparatuur en de afnametests van de apparatuur zelf plaatsvonden. Bij HSA in Hengelo wordt deze apparatuur ingezet voor de beproeving van het elektrische model van IRAS.

De operatie van IRAS zal geschieden vanuit het vluchtleidingscentrum te Slough (U.K.) via één of meer grondstations. Tot deze grondoperaties behoren het plannen en opstellen van het dagelijkse meetprogramma en de ontvangst, verwerking en verspreiding van de meetgegevens. Specificaties werden opgesteld voor elk van de 13 deeltaken van deze operaties en de benodigde programmatuur werd gedeeltelijk voorbereid. De programmering zelf zal gebeuren in het vluchtleidingscentrum, waar een NLR-team gedurende ca. 2,5 jaar gedeeltelijk zal zijn.

Spacelab-experiment

Het NLR-vloeistofexperiment dat voor de eerste vlucht van Spacelab is geselecteerd, betreft een studie van de beweging van vloeistof in gedeeltelijk gevulde vaten in gewichtloze toestand. Voorbereidende experimenten werden uitgevoerd tijdens korte O-glvluchten met het Hunter laboratoriumvliegtuig, waarbij filmopnamen werden gemaakt van de vloeistof in een perspex vat. Uit de filmbeelden werd bruikbare informatie verkregen over karakteristieke stromingsparameters.

Tevens werd een computerprogramma ontwikkeld voor het berekenen van de stromingspatronen en van het vrije vloeistofoppervlak. De uitkomsten zullen worden geverifieerd aan de hand van de resultaten van het Spacelab-experiment. Dit programma zal de basis vormen voor verder onderzoek naar de interactie tussen vloeistof- en satellietbewegingen en de invloed ervan op de standregeling.

Het 'engineering model' van de experimentele opstelling is gereedgekomen voor integratie in het 'Fluid Physics Module' van Spacelab. Met de bouwers van dit module en met de andere experimentatoren wordt contact onderhouden.

In opdracht van ESA wordt samen met TPD-TNO een studie verricht voor analyse en updating van de gebruikerseisen voor Spacelab voor de verschillende disciplines. Onder meer werden de consequenties van deze eisen voor het boordcomputersysteem in toekomstige versies van Spacelab onderzocht.

Thermisch-vacuüm onderzoek

In opdracht van het NIVR werd, in samenwerking met Fokker-VFW, een onderzoek verricht naar de werking van warmtepijpen. Het is gericht op toepassing in de thermische regeling van ruimtevaartuigen.

Een theoretisch model voor de warmtepijp met variabele warmtegeleidingscapaciteit werd ontwikkeld. Tevens werd begonnen met een experimenteel onderzoek naar de grenzen van het werkingsgebied van warmtepijpen.

Daarnaast zullen de praktische problemen bij het vullen van warmtepijpen, dat in vacuüm moet gebeuren, worden onderzocht. De voor het vullen benodigde opstelling werd ontworpen.

Bovendien werd met een onderzoek begonnen om na te gaan of het mogelijk is de warmtegeleidingscapaciteit elektrisch te beïnvloeden door gebruik te maken van het principe van elektro-osmose. Nadat de eigenschappen van verschillende vloeistoffen theoretisch waren onderzocht, werd begonnen met beproeving in een daartoe vervaardigde testopstelling.

Standregeling van ruimtevaartuigen

Systeemstudies werden verricht op het gebied van de standregeling van ruimtevaartuigen. De studie naar de toepassing van filtertechnieken op de standbepaling werd voortgezet. Met deze technieken wordt een optimale schatting gemaakt van toestandsgrootheden (hoeken, hoeksnelheden, stoorkoppels, e.d.) met behulp van de meetgegevens uit de sensoren en

kennis van de systeemdynamica. Recursief filteren en 'batch processing' werden onderzocht, waarbij vooral aandacht werd besteed om divergerend gedrag van Kalmanfilters te signaleren en te corrigeren. Een bestand van standaard-programma's voor het ontwerpen van Kalmanfilters wordt ontwikkeld.

Eveneens werden de mogelijkheden om optimale regeltechniek toe te passen op de standregeling van ruimtevaartuigen verder onderzocht. De studie van continue deterministische en stochastische systemen werd afgerond. Vervolgens werden algoritmen ontwikkeld voor discrete systemen, teneinde toepassing in digitale boordcomputers te bestuderen.

De resultaten van beide studies zullen ter verificatie worden toegepast in een demonstratiemodel van een éénassig standregelsysteem, opgebouwd uit bestaande satellietcomponenten.

3.5 ONDERZOEKINGEN BETREFFENDE MILIEUBEHEER EN ENERGIEVOORZIENING

Milieu-aspecten van het
luchtverkeer

De computerprogramma's voor de berekening van de geluidsbelasting rondom vliegvelden werden herzien, teneinde de berekening te kunnen uitvoeren overeenkomstig het berekeningsvoorschrift, opgesteld door de Begeleidingscommissie van het Project 20 (ontwikkeling van een standaard-berekeningsmethode voor de lawaai-belasting door vliegtuigen) van het Onderzoekprogramma Luchtvaartlawaai van de Interdepartementale Commissie Geluidshinder.

De geluidsbelasting in 1976 en 1977 rond de luchthavens Schiphol, Rotterdam en Zuid-Limburg werd volgens het nieuwe berekeningsvoorschrift bepaald.

De door het RLD-meetnet geregistreerde geluidsniveaus werden verwerkt tot maand- en kwartaalstaten. Programma's werden opgesteld voor de analyse van de fluctuaties in de geregistreerde geluidsgegevens.

Met behulp van de door het Radar Data Registratie Systeem (RADAS) vastgelegde gegevens van de TAR-2 radar van Schiphol werden voor ca. 2200 door de RLD geselecteerde vluchten 'plots' van grondpaden en hoogte- en snelheidsprofielen geproduceerd.

De Stuurgroep 'Geluidsproductie van toekomstige generaties CTOL-vliegtuigen' vergaderde enkele malen. Het onderzoek naar de geluidsniveaus op de geluidscertificatiepunten van vliegtuigen voor korte en/of middellange afstanden werd afgesloten. De in 1985 te verwachten geluidsbelasting rondom Schiphol, Eelde, Zuid-Limburg en Rotterdam bij een aantal mogelijke vliegtuigpopulaties en baanconfiguraties werd berekend en gepresenteerd in de vorm van geluidsbelastingscontouren.

Verkenningssluchten
voor waarneming van
het milieu

De werkzaamheden op het gebied van het gebruik van 'remote-sensing' technieken voor milieuwaarneming werden voortgezet. In opdracht van Rijkswaterstaat werden infraroodbeelden gemaakt om de verspreiding van het koelwater van de Maasvlakte-centrale te registreren, en om kwelplaatsen langs de Waal op te sporen. Nabij de afvallozing van Scheveningen werden ook metingen verricht. In het najaar van 1978 werden nog enkele SLAR-vluchten uitgevoerd in het kader van het project 'Noordwijk '77': een RWS-onderzoekprogramma ter bestudering van zeegolven. Assistentie werd verleend aan de bemanning van het Franse Institut Géographique National (IGN) bij de voorbereiding van meetvluchten die tot doel hadden landbouwgewassen op te nemen met behulp van multispectrale scanners. Voor de KEMA, tenslotte, werd een infraroodmeting gedaan van de koelwaterlozing van de Eemscentrale.

Onderzoek met betrekking
tot 'remote sensing'

Zoals reeds vermeld in hoofdstuk 2, werd, in samenwerking met de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat, de Afdeling der Elektrotechniek van de TH Delft en het Fysisch Lab. TNO begonnen de bestaande EMI Side-Looking Airborne Radar (SLAR) te vervangen door een nieuw systeem, afgestemd op de gebruikerseisen. Het NLR verzorgt hiervoor enkele componenten, waaronder het digitale dataregistratiesysteem aan boord van het vliegtuig. In samenwerking met de Technisch Fysische Dienst TNO-TH werd een voorstel geformuleerd voor de bouw van een prototype van een actieve multispectrale radiometer ten behoeve van onderzoek dat uitgevoerd zal worden door de Landbouwhogeschool en het NLR.

Door de Overheid werd het NLR aangezocht als National Point of Contact (NPOC) op te treden voor de promotie van het gebruik, de coördinatie van de distributie en de verwer-

Onderzoek op de gebieden
van windbelasting, windhinder,
luchtverontreiniging en
trillingsverschijnselen

king van de gegevens van remote-sensing satellieten, die ingewonnen worden via het Europese netwerk van grondstations onder auspiciën van ESA (Earthnet). In dit kader werd een aantal bijeenkomsten georganiseerd en werden contacten gelegd, o.m. met potentiële Nederlandse gebruikers van remote-sensing gegevens van satellieten. Een archief van deze gegevens is opgezet bij het NLR.

Via het lidmaatschap van de 'European Association of Remote-Sensing Laboratories' (EARSeL) nam het NLR deel aan een aantal internationale bijeenkomsten.

In opdracht van ESA voerde het NLR een mede door het NIVR gefinancierde studie uit die betrekking had op een 'low-cost' grondstation (LOCUS) voor ontvangst en voorverwerking van gegevens afkomstig van aardwaarnemingsatellieten voor lokaal gebruik in ontwikkelingslanden. Deze studie werd verricht in samenwerking met HSA, met het ITC als adviseur. (Zie ook hoofdstuk 2 van dit Jaarverslag.)

Diverse opdrachten werden ontvangen voor onderzoeken die weliswaar buiten het gebied van lucht- en ruimtevaart liggen, maar waaraan het NLR een bijdrage kan leveren door de specialistische kennis, ervaring en apparatuur waarover het laboratorium beschikt. Onderzoek met betrekking tot het windklimaat rond, de windbelasting op, en de rookverspreiding om gebouwen, gebouwencomplexen, schepen en bruggen werd uitgevoerd onder meer voor:

- het Kurhausproject (de definitieve vormgeving van het Palacegebied en het Kurhausplein)
- een aantal nieuwe posities van de toekomstige spoorbrug te Muiderberg
- het project 'Winkelhof' te Leiderdorp
- het gebied 'Wijkerbaan' met omgeving te Beverwijk
- de Kristalkantoren te Zoetermeer
- een varende werkeiland (belastingen op onder- en bovenwatergedeelte).

Voorts werd voor de KEMA de windbelasting op een hoogspanningsgeleider met strip in de windtunnel gemeten. In een aantal gevallen werd advies gegeven over de te verwachten windproblemen (koeltorens en schoorstenen van CRM-gebouw, Muziekcentrum aan het Vredenburg te Utrecht). Aan boord van het standaardfregat 'Kortenaer' werden op het helikopterdek windklimaatmetingen verricht voor de Koninklijke marine. Voor de Peruaanse marine werden windklimaatmetingen uitgevoerd aan boord van de BAP 'Aguirre' (de voormalige 'Zeven Provinciën').

Het NLR verleent assistentie aan het Waterloopkundig Laboratorium te Delft bij het onderzoek naar het trillingsgedrag van de hefschuiven die bij de afsluiting van de Oosterschelde zullen worden toegepast. Voor NERATOOM werden trillingsmetingen verricht aan een 85 MW warmtewisselaar.

Onderzoek naar aanvullende
vormen van energie

Een groot aantal werkzaamheden werd verricht in het kader van de tweede fase van het Nationaal Onderzoekprogramma Windenergie.

Prestatieberekeningen werden verricht voor een turbine met horizontale as.

Een constructief ontwerp werd gemaakt van een modelturbine ten behoeve van windtunnelmetingen ter verificatie van de prestatieberekeningen. Vervolgens werd het model vervaardigd.

Aëro-elastische berekeningen werden verricht voor een vertuilde en een niet-vertuilde Darrieus-turbine (verticale as), en voor een turbine met horizontale as. Enkele berekeningen werden uitgevoerd voor de 25 m turbine van FDO, waarmee een bijdrage werd geleverd aan het ontwerp van deze turbine. Het NLR neemt deel aan een werkgroep die de instrumentatie en de meetmethoden voor de 25 m turbine vastlegt.

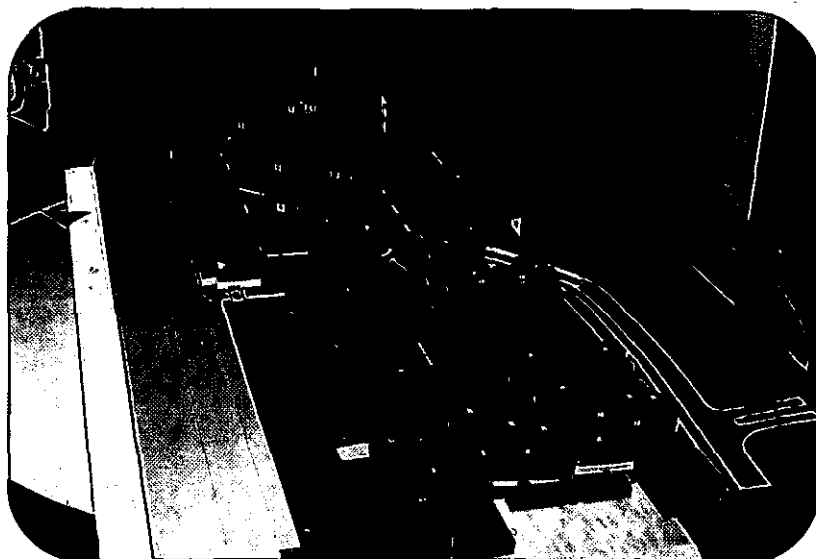
Een meetprogramma werd opgesteld voor de 5 m verticale-as windturbine. Enkele technische problemen deden zich voor bij het meten van het aandrijvende koppel van de turbine. Over de trillingsmetingen aan deze turbine is een rapport verschenen.

Voor de derde fase van het Nationaal Onderzoekprogramma Windenergie werden voorstellen opgesteld.

Het concept van een AGARDograph over de aërodynamische aspecten van windenergie kwam gereed en werd goedgekeurd door de editor.

De werkzaamheden op het gebied van magnetohydrodynamische (MHD) kanaalstroming bestonden uit het verlenen van steun aan de TH te Eindhoven bij het gebruik van NLR-programmatuur op het gebied van de stromingsleer.

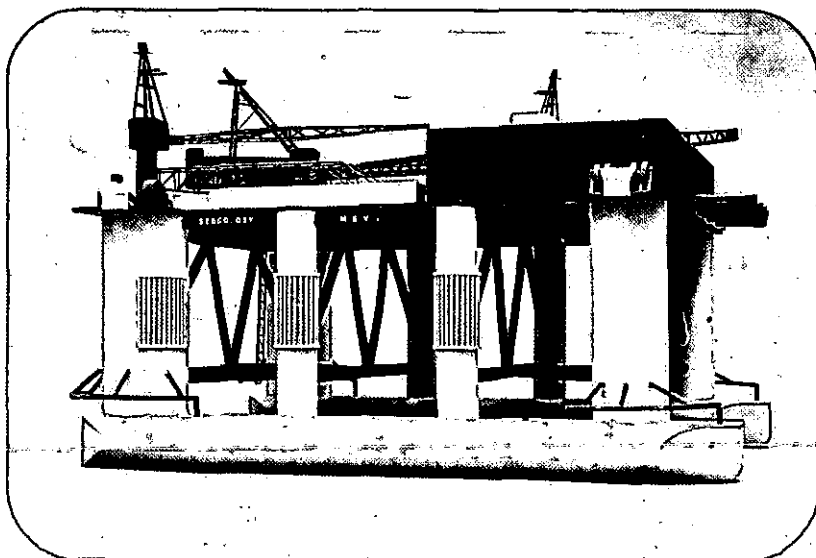
Model van het Kurhaus-complex in de lage-snelheidswindtunnel LST 2x1,2, om windklimaat, winddrukken en verspreiding van afvoergassen in het gebouwencomplex onder verschillende omstandigheden te bepalen.



Model van de Kristalkantoren te Zoetermeer in de LST 2x1,2, voor metingen van windklimaat en winddrukken.



Model van een 'drijvend' werkeiland ('Multi-function Support Vessel'). De belastingen op het boven- en onderwatergedeelte werden in verschillende configuraties afzonderlijk gemeten in de LST 2x1,2. Kennis van deze belastingen is noodzakelijk voor het bepalen van de stabiliteit en het vermogen dat nodig is om het eiland in wind en waterstromingen op zijn plaats te houden.



3.6 TOEGEPASTE INFORMATICA

In opdracht van het NIVR werden technieken onderzocht voor het schatten van de kosten en voor het beheer ('configuration management') van de ontwikkeling van informatiesystemen. Naast de genoemde technieken werden kostengegevens en hulpmiddelen voor projectbeheer gegeven, zoals die gebruikt worden bij een groot aantal informaticaprojecten op het NLR. Begonnen werd met het ontwikkelen van een methode voor het opbouwen van een bestand van de gegevens die bepalend zijn voor de kosten van en de benodigde tijd voor het ontwikkelen van informatiesystemen.

Programmatuur

Na de installatie van het EDMS (Evolutionary Database Management System) werden NLR-medewerkers opgeleid in het gebruik van een nieuwe techniek voor informatieanalyse, die niet alleen bij gebruik van het EDMS van belang is, maar meer algemeen bij het opzetten van gegevensbestanden. Deze techniek bevordert de communicatie tussen gebruikers en systeemanalist.

Ten behoeve van het gebruik van interactieve grafische terminals werd programmatuur ontwikkeld en in gebruik genomen voor het weergeven van driedimensionale objecten op het beeldscherm en voor het genereren van willekeurige lettertekens.

Numerieke wiskunde

Ten behoeve van een aantal informatiesystemen en wiskundige modellen werd gewerkt aan het ontwikkelen van numeriek wiskundige algoritmen voor bewerking van informatie. Ten behoeve van het IRAS-project werd een methode ontwikkeld om oppervlakte-B-spline-coëfficiënten te schatten (surface-fit) met behulp van kleinste-kwadraten fits op de meetgegevens (de gemeten infraroodintensiteiten).

Voor het baanreconstructieprogramma in het project ter ontwikkeling van een methode voor de bepaling van de vliegtuigkarakteristieken uit metingen in versnelde vlucht en gedurende dynamische manoeuvres (zie ook par. 3.2) werd een rekenopgave opgesteld voor de ontwikkeling van een programma dat schattingen maakt voor de parameters en de B-spline-coëfficiënten van de toestandsfuncties uit de B-spline-coëfficiënten van de invoerfuncties.

De adaptieve methoden voor het stabiliseren van recursieve schattingsprocessen werden aangevuld en verbeterd. Methoden werden geformuleerd om het schattingsproces optimaal te laten verlopen bij aanwezigheid van niet-geschatte parameters. Een toepassing hiervan is de standbepaling van satellieten op basis van meetgegevens afkomstig van sensoren.

Wiskundige modellen in samenhang met het project ter ontwikkeling van een snelle methode voor het berekenen van transsone stroming om vliegtuigconfiguraties werden uitgewerkt (zie ook par. 3.1). Hiervoor zijn beschikbare numerieke technieken geïnventariseerd om te komen tot een betere numerieke beschrijving van schokgolven, door een vermindering van de uitsmering van de schokgolf in bestaande wiskundige modellen van stromingen, met name in het geval dat voor en na de schokgolf de stroming supersoon is. Dit onderzoek, dat in samenwerking met de Universiteit van Amsterdam werd verricht, wordt voortgezet door de UVA, in contact met het NLR.

Elektronika

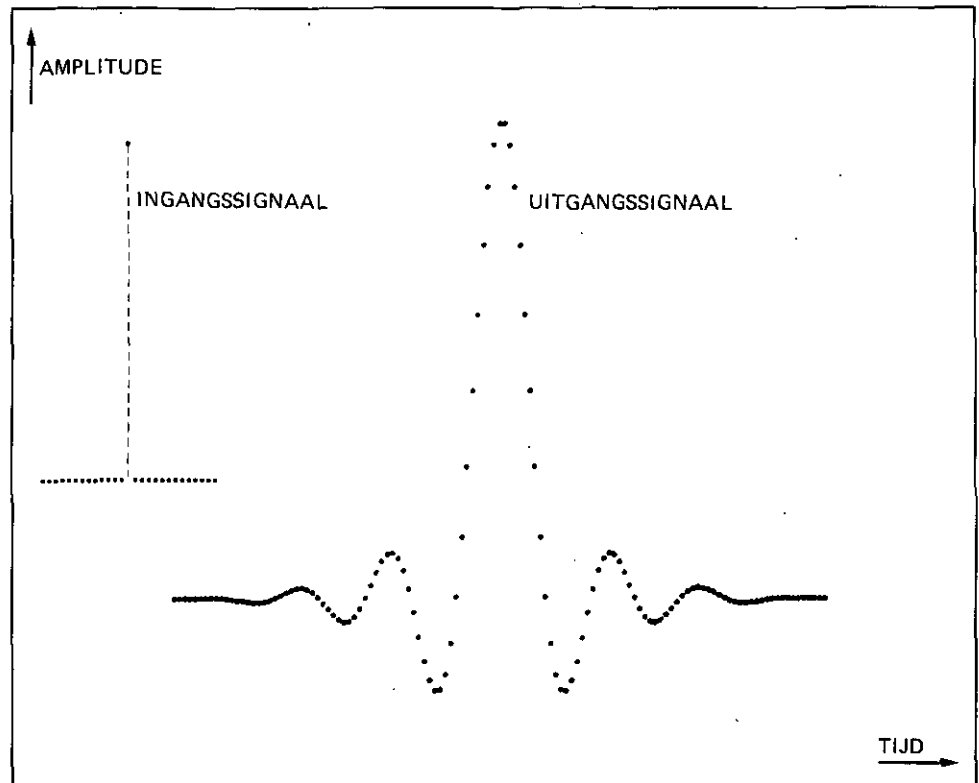
Voor het on-line real-time filteren van meetsignalen worden meestal analoge technieken gebruikt. Ontwikkeling in de elektronika maken het mogelijk dit digitaal te doen, hetgeen de voordelen heeft dat filtertechnieken gerealiseerd kunnen worden die analoog niet mogelijk zijn, en dat een betere reproduceerbaarheid kan worden verkregen ten aanzien van de signaalverwerking. Nagegaan werd welke technieken en algoritmen hiervoor bruikbaar zijn. Een methode werd gekozen waarbij de voor het filteren belangrijke coëfficiënten in een tabel zijn opgeslagen. Een prototype werd vervaardigd in samenwerking met de TH-Twente, en met goed resultaat getest.

Ten behoeve van toepassing in NLR-apparatuur is een serie standaardkaarten, gebaseerd op de Motorola-6800 microprocessor, gedefinieerd en voor een deel ontworpen en getest.

De overspraak binnen de kabels van de IRAS-satelliet werd geanalyseerd. Hiervoor werd een programma EMCEST (EMC-estimation) ontworpen, teneinde het grote aantal invoergegevens te kunnen verwerken. De analyse heeft een aantal op dit gebied mogelijk kritieke punten aangewezen. Door ICIRAS zal in de testfase aan deze punten speciale aandacht worden besteed.

Voor het voorspellen van het gedrag van elektronische apparatuur ten aanzien van elektromagnetische interferentie is het programma SEMCAP (Systems Electro Magnetic Compatibility Analysis Program) in de V.S. aangeschaft en op de CYBER geïnstalleerd.

Impulsresponsie van een 'Finite Impulse Response' (FIR) digitaal filter met 60 coëfficiënten die de filterdoorlaatkarakteristiek bepalen. In dit geval is de filter van het laag-doorlaattype. Met dit aantal coëfficiënten blijkt het mogelijk uit het impulsvormige ingangssignaal een uitgangssignaal te vormen dat de vereiste sinc/x -vorm voldoende dicht benadert.



4 TECHNISCHE OUTILLAGE

4.1 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR STROMINGSONDERZOEK

Lage-snelheidswindtunnels

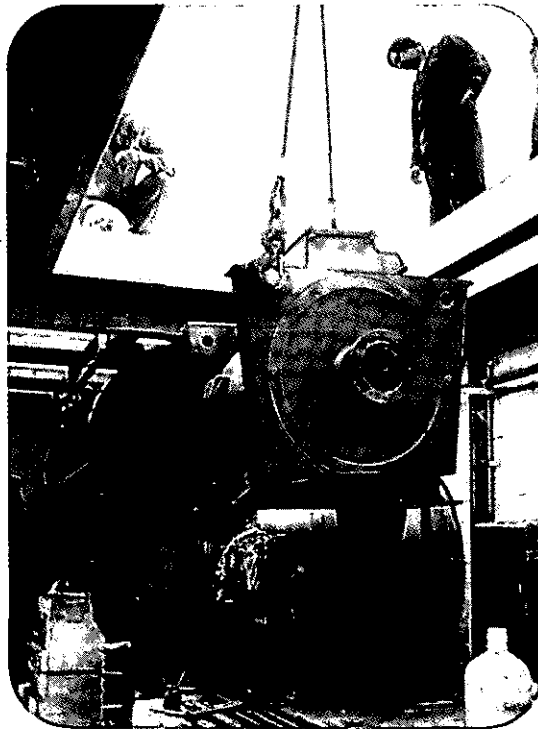
De werkzaamheden rond de bouw van de *Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW)* maakten, zoals in hoofdstuk 1.6 reeds is vermeld, goede vorderingen. Het windtunnelcircuit is, met uitzondering van de meetplaatsen, gereed. Voor details betreffende de stand van zaken van de verschillende onderdelen van deze windtunnel wordt verwezen naar het Verslag over het jaar 1978 van de Stichting DNW. De ondersteunende werkzaamheden van het NLR hadden vooral betrekking op de ontwikkeling van het gegevensvergarings- en -verwerkingssysteem (zowel de hardware als de software), de uitwendige balans, en de staakopstelling.

In de *DNW-modeltunnel* werd een traverseringsmechanisme aangebracht. Tevens worden draailuiken vervaardigd. Een ondersteuning voor driedimensionale modellen wordt ontworpen.

De *LST 3x2* werd voorzien van een viervoudige zoghark, teneinde de nauwkeurigheid bij het bepalen van de zog-weerstand bij tweedimensionale modellen te verbeteren.

Voorbereidende werkzaamheden werden verricht voor een nieuw gegevensvergarings- en -verwerkingssysteem in de *LST 2x1,2*. Deze betroffen onder meer de aanschaf van een minicomputer.

Een specificatie werd opgesteld voor de nieuwe *lage-snelheidstunnel (3 m x 2,25 m)* in de *Noordoostpolder*, op basis waarvan door een extern bureau een voorontwerp en een kostenraming werd gemaakt.



Het aanbrengen van de nieuwe motoren voor de aandrijving van het schroefaggregaat van de Pilotunnel.

Transsone en supersonische windtunnels

Tot de belangrijkste verbeteringen en uitbreidingen van de *HST* waaraan in 1978 werd gewerkt, behoort de aanpassing van het schroefaggregaat ter verhoging van het getal van Reynolds in het transsone gebied. Nadat uit modelproeven was gebleken dat een modificatie met behoud van de oorspronkelijke schroefbladen de beste mogelijkheden bood, werd aan een extern ingenieurbureau de opdracht voor de modificatie verleend.

Ten behoeve van het nieuwe lokale dataverwerkingssysteem voor de *HST* werd, na een groot aantal voorbereidende werkzaamheden, een computer aangeschaft, geïnstalleerd en in gebruik genomen. Met het overzetten van de programma's hierop werd begonnen. Bestellingen werden geplaatst voor een uitbreiding van het aantal meetkanalen van het EGOIST-meetsysteem.

Nieuwe motoren werden geplaatst voor de aandrijving van het schroefaggregaat van de *PT*. Tevens werden andere onderdelen van de aandrijfketen vernieuwd of verbeterd. Het geluidsniveau van de nieuwe luchtwisselaar werd omlaag gebracht met een geluiddemper.

De ontwikkeling van het transsone inzetstuk voor de *SST* was zo ver gevorderd dat door een extern bureau een voorontwerp met kostenraming kon worden gemaakt. Nadat het verificatiemodel was ontworpen en vervaardigd, werd in de *CSST* een aantal metingen verricht.

Algemene apparatuur

Een aantal voorzieningen werd getroffen op het gebied van algemene apparatuur. Een aantal zes-componentenrekstrookbalansen werd vervaardigd en geijkt. Specificaties voor een nieuw Fourier-analyzer systeem, toepasbaar voor verschillende aërodynamische metingen, werden opgesteld.

4.2 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR VliegMECHANISCH ONDERZOEK

Laboratoriumvliegtuigen

Vorbereidingen werden getroffen in verband met de afname (april 1979) van het nieuwe laboratoriumvliegtuig, een Swearingen Metro II. De inrichting van de Metro II als laboratoriumvliegtuig werd voorbereid. Een voorontwerp werd opgesteld van het meet- en registratiesysteem voor de Metro II, gebaseerd op het gebruik van een 'Remote Multiplexer/Demultiplexer Unit' (RMDU).

Apparatuur voor vliegproeven

Diverse instrumenten voor het uitvoeren van vliegproeven werden aangeschaft en beproefd. De ARINC-simulator voor de simulatie van FDAU- en ISS-gegevens kwam als prototype gereed.

Het mobiele quick-look systeem voor verwerking van PCM-data kwam gereed voor operationele beproeving. Aan een tweede quick-look systeem voor FDAU-gegevens wordt gewerkt.

Een systeem werd ontworpen voor digitale registratie van IR- en SLAR-beelden, waarbij een 'high-density recording' systeem wordt gebruikt.

Voor het RASP-systeem werden reserveonderdelen vervaardigd en beproefd en werd documentatie opgesteld.

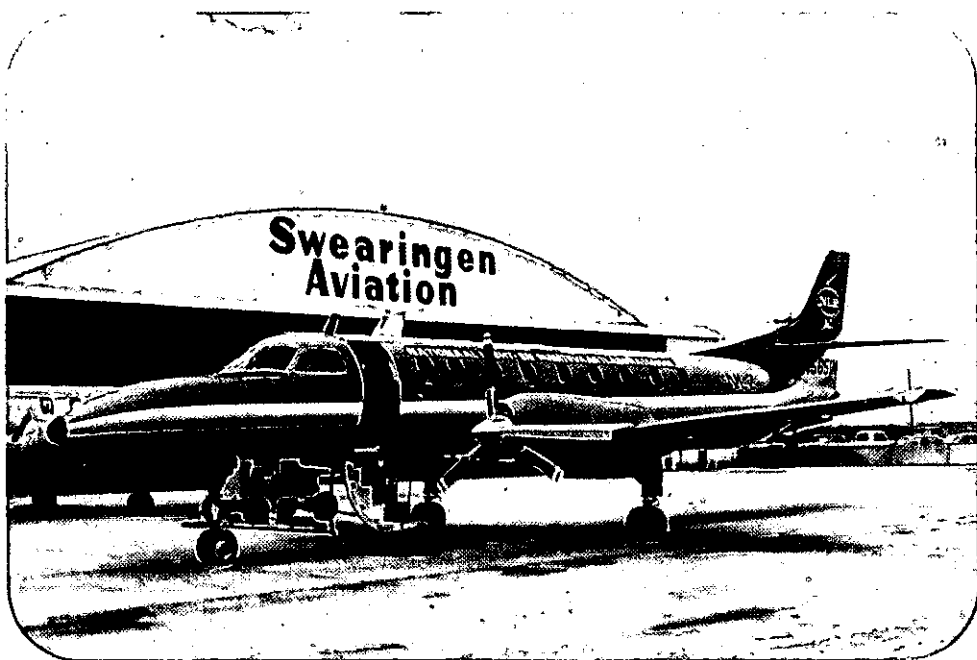
Vluchtnabootser

De apparatuur voor de simulatie van het stuurkrachtenverloop werd verbeterd en het aantal digitale ingangs- en uitgangskanalen van de computer werd uitgebreid.

Technieken voor het mengen van een zwart/wit TV-beeld van de head-up display met het groene kanaal van het kleuren TV-beeld van het zichtsysteem werden onderzocht en toegepast. De inrichting van de éénpersoonsstuurhut werd uitgebreid met mogelijkheden voor selectie van flight director en autopilot en met instelmogelijkheden voor radionavigatiestations. De bijbehorende software werd ontwikkeld.

In de tweepersoonsstuurhut werden de besturingsorganen gemonteerd. De onderdelen voor het autothrottle-systeem werden vervaardigd. Veel aandacht werd besteed aan de collimerende optiek voor uitzichtweergave op schijnbaar werkelijke afstand. De sferische en halfdoorlatende spiegels werden besteld.

Het nieuwe NLR-laboratoriumvliegtuig: de Swearingen Metro II.

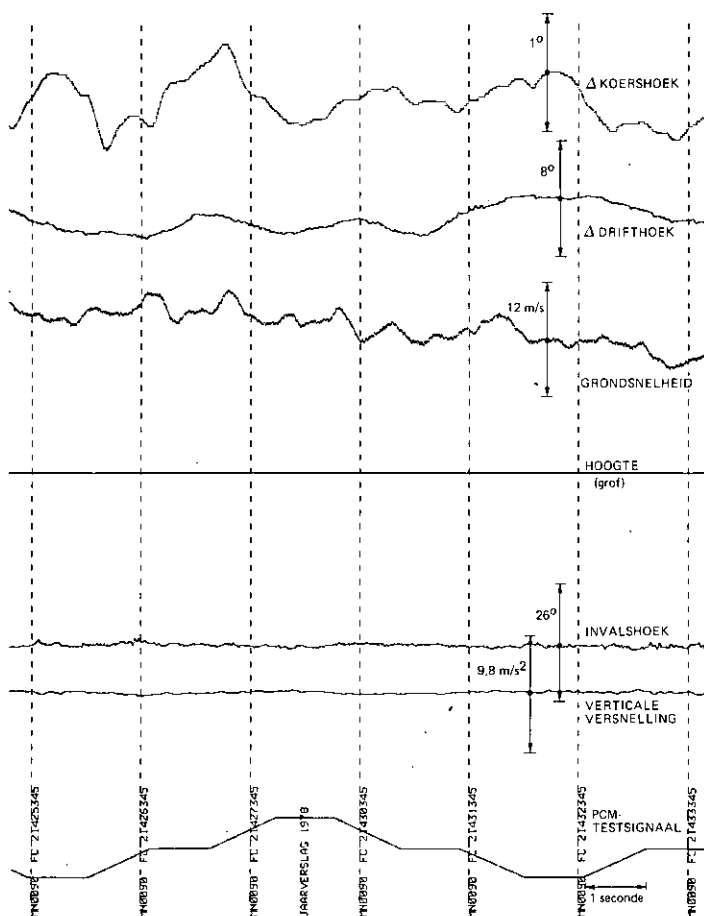


Helikopterproeven aan boord van schepen.





Het mobiele 'quick-look' systeem voor de verwerking van meetgegevens uit vliegproeven en een voorbeeld van de uitvoer, verkregen direct na de vlucht. Van dit systeem bestaan twee uitvoeringen: één (op de foto) voor de verwerking van FDAU-gegevens, geregistreerd op cassettemagneetband (ECMA-standaard; per seconde 64 12-bits woorden), en één voor de verwerking van PCM-gegevens (140 maal per seconde 72 10-bits woorden). De parameters voor de gewenste gegevens worden aan de minicomputer opgegeven, die de microprocessor opdracht geeft deze gegevens uit de datastroom te selecteren en die vervolgens een ijking ervan uitvoert. Daarna worden de gegevens op de gewenste schaal uitgevoerd via de printer/plotter (zie tekening).



Aandacht werd besteed aan de reorganisatie van het beschikbare geheugen in verband met de overgang van het DOS/BATCH naar het RSX-11M operating system. Software werd ontwikkeld voor het maken van XY-plots met bijbehorende tekst en tekens. De mogelijkheden om tijdens de simulatie verschillende vliegomstandigheden te kunnen selecteren werden uitgebreid.

4.3 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR ONDERZOEK OP HET GEBIED VAN CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

Belastingapparatuur

Een bestelling werd geplaatst voor apparatuur voor het beproeven van grote proefstukken en constructiedelen, genaamd ATLAS (Apparatus for Testing Large Specimens). Het ontwerp van de ingangssignaalgever voor ATLAS kwam gereed en de onderdelen werden besteld.

Meet- en ijkapparatuur

Teneinde de efficiency bij scheurgroeiproeven te vergroten werden enkele apparaten ontwikkeld en vervaardigd. Onder meer werd een apparaat ontworpen en vervaardigd om de scheurgroei te meten volgens de elektropotentiaal methode, waarbij de potentiaal wordt uitgezet tegen het aantal vluchten in plaats van tegen de tijd, waarbij de scheurlengte een lineaire functie is van de potentiaal, en waarbij het effect van scheursluiting wordt geëlimineerd.

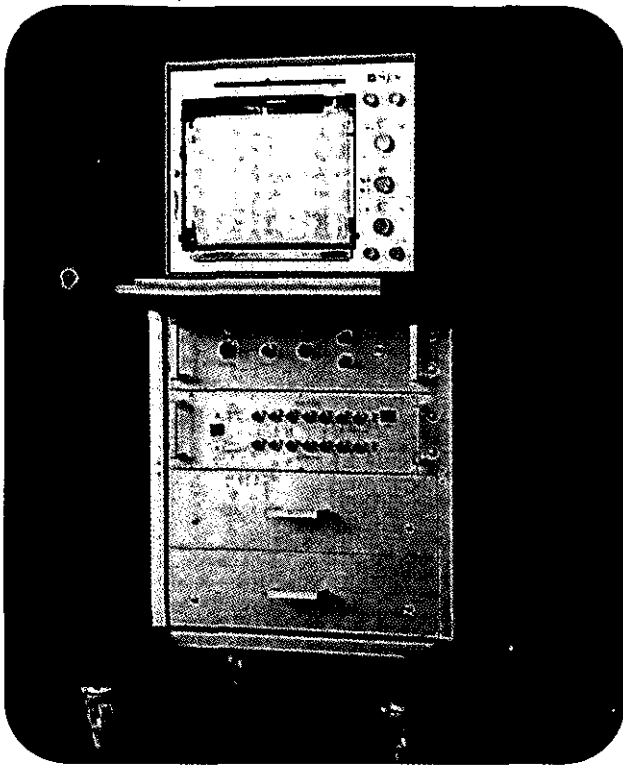
De apparatuur voor het bewaken van de initiatieperiode bij scheurgroei-proeven werd uitgebreid en verbeterd. Gewerkt wordt aan de automatisering van de verwerking van analoge scheurgroei-registraties met behulp van de digitale uitleestafel.

Veel aandacht werd besteed aan de verdere ontwikkeling van de laser-rastermethode. Ten behoeve van het meten van grote vervormingen werd een groot aantal fotomaterialen onderzocht; een materiaal werd gevonden dat als drager van een raster kan dienen, waarmee vervormingen tot 45 0/o opgenomen kunnen worden. Nieuwe wegen werden ingeslagen bij het vervaardigen van proefstukken met rasters. Aan de automatisering van de methode wordt gewerkt.

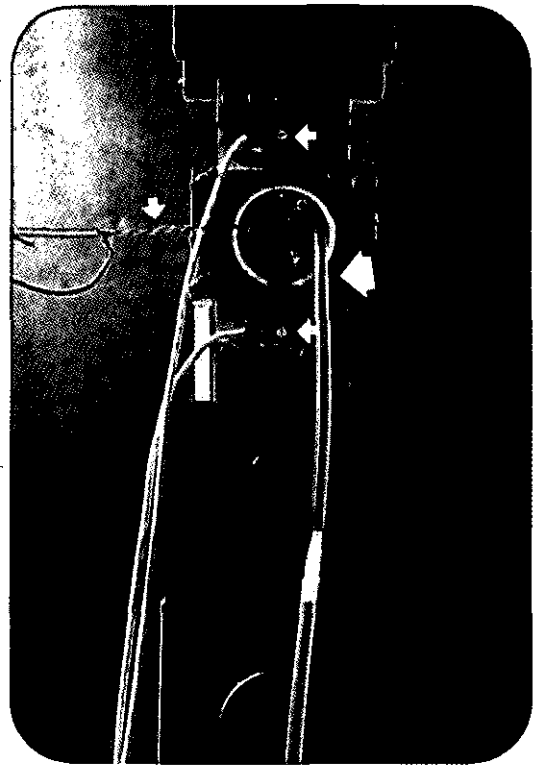
Opstelling van een rasterelektronenmicroscop (PSEM 500M; *links*) met een energie-dispersief analysesysteem (EDAX 707B) met dataverwerkingsapparatuur (*rechts*). De maximale vergroting van dit systeem is 80 000 x.

In de inzet (*rechts*) een foto van het oppervlak van een stukje van een compressor-statorblad, 1100 x vergroot, genomen met de rasterelektronenmicroscop. Langs de getrokken witte lijn werd voor één element, in dit geval magnesium, de concentratie bepaald met behulp van de energie-dispersieve analysetechniek. De hoogte van de witte kromme is een maat voor de magnesiumconcentratie.





SCRAP (scheurgroeiregistratieapparaat) wordt gebruikt voor registratie van de scheurgroei bij vermoeiingsbelasting. Daarbij wordt de elektropotentialmethode toegepast. Dit houdt in dat een gestabiliseerde elektrische stroom door het proefstuk wordt gezonden, en dat de spanningsval over de gescheurde doorsnede wordt gemeten en geregistreerd.



Een toepassing van SCRAP: een scheurgroeiproef in zout water. De dikke pijl geeft de zoutwatertoevoer aan; de kleine pijlen de elektroden voor elektropotentialmeting.

Diverse hulpmiddelen en methoden

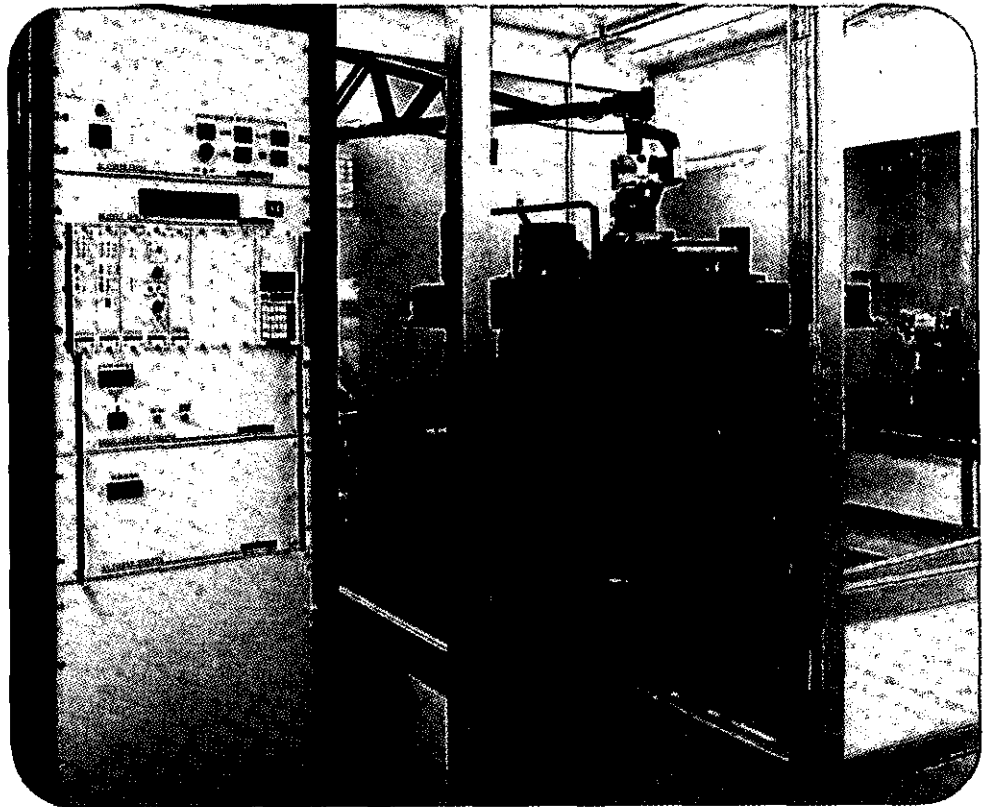
Convergentiestudies werden uitgevoerd met betrekking tot het eindige-differentieschema dat in het STAGS-C programma wordt gebruikt. Een testprobleem werd voor dit programma geformuleerd, namelijk dat van een vierkante buis die op druk wordt belast en waarin interactieverschijnselen tussen de verschillende knikvormen kunnen optreden. Een nieuw data-acquisitiesysteem werd in gebruik genomen.

Ten behoeve van inspecties met behulp van penetranten en bij magnetisch scheuronderzoek werden technieken voor het meten van ultraviolet licht in de literatuur bestudeerd. In verband met het laatstgenoemde type niet-destructief onderzoek werden tevens het meten van magnetische veldsterkten bestudeerd en werd inspectieapparatuur aangeschaft. Methoden voor de vervaardiging van kalibratiestandaards voor gebruik in niet-destructief onderzoek werden bestudeerd. Hiertoe werden in deze standaards met vonkverspaning kunstmatige defecten aangebracht.

4.4 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR RUIMTEVAARTONDERZOEK

Het hybride computersysteem, PACER-600, werd uitgerust met een incrementele plotter, een 'Real-Time Clock', en een 9-sporige magneetbandeenheid voor opslag van grote hoeveelheden gegevens en voor transport naar en van de centrale CYBER computer. Om de hiermee gepaard gaande uitbreiding van de systeemsoftware op te vangen, is tevens het geheugen van 32 k naar 48 k uitgebreid.

In het geleidings- en besturingslaboratorium van de hoofdafdeling Ruimtevaartuigen werd een tweeassige luchtgelagerde simulatietafel geïnstalleerd, die onder meer zal worden gebruikt voor de beproeving van het standregelsysteem van de IRAS.



Voor de beproeving van het standregelsysteem van IRAS werd een nieuwe simulatietafel geïnstalleerd. Voor de simulatie van satellietrotaties is deze tafel om één as draaibaar in een luchtlager. De tafel kan inductief worden aangedreven en is instelbaar om een tweede (oost-west) as. Daardoor is hij tevens geschikt voor de beproeving van nauwkeurige gyroscopen.

4.5 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR ALGEMEEN GEBRUIK

Apparatuur voor
informatiebehandeling
en rekenen

Teneinde voor de Amsterdamse gebruikers van de CYBER de communicatiesnelheid te verhogen en de communicatiemogelijkheden te verruimen werd de MODCOMP-concentrator in Amsterdam voorzien van een nieuwe communicatie-interface en de bijbehorende software. Het aantal terminalaansluitingen aan de centrale CYBER-computer werd met zeven uitgebreid, waaronder twee draagbare; eind 1978 waren 22 terminals aan de CYBER aangesloten, waaronder één externe. Twee regeldrukkers in de Noordoostpolder werden vervangen door nieuwe, waardoor de kwaliteit en de capaciteit van het afdrukken werden verhoogd.

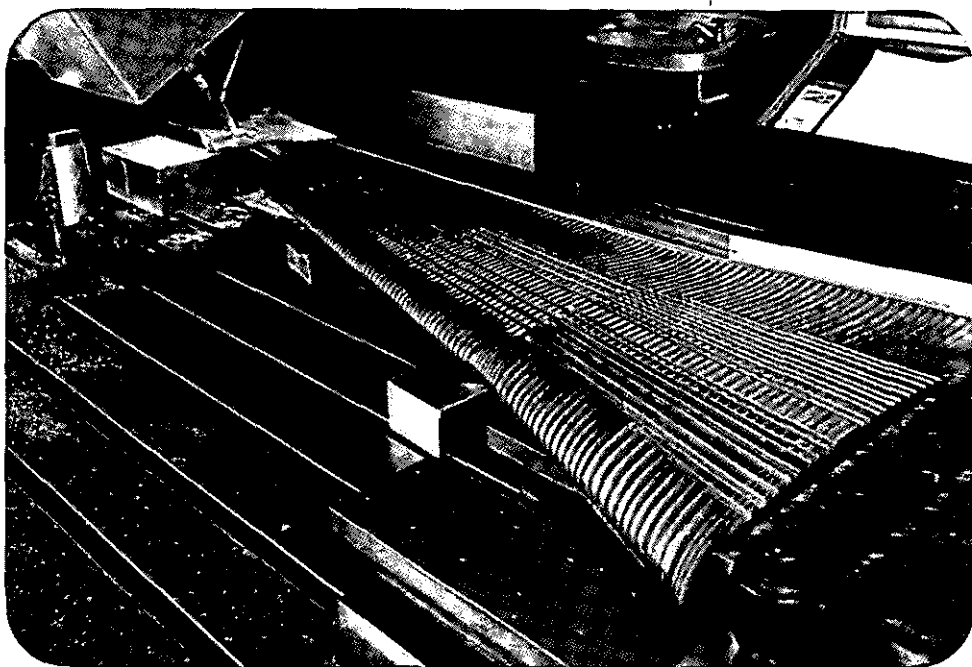
Elektronische apparatuur

In het kader van de kwaliteitszorg bij het vervaardigen van elektronische apparatuur werden in de Noordoostpolder een nieuwe ijkkamer en een faciliteit voor het vervaardigen van doorgemetalliseerde gedrukte-bedradingskaarten ingericht.

De trillafelinstallatie voor het mechanisch beproeven van elektronische apparatuur werd uitgebreid met een stuureenheid voor stochastische signalen. Hierdoor kan het NLR nu voldoen aan moderne kwalificatie-eisen.

Het video quick-look systeem voor het presenteren van remote-sensing beelden op kleuren-TV is gereedgekomen. Het systeem werd reeds met succes toegepast bij de analyse van metingen van de koelwaterlozing van een elektriciteitscentrale.

Vleugelmodel met groeven voor druk-leidingen, gefreesd op de Numeriek Bestuurde (NuBe) machine.



Technische installaties

In verband met het vervaardigen van componenten voor grote windtunnelmodellen werd besloten de technische installaties van de werkplaatsen in de Noordoostpolder uit te breiden met een vlaktafel van 3500 x 2000 m². Met de benodigde aanpassingen van de werkplaatsruimte in de tweede landbouwschuur werd begonnen.

Nadat het gebruik van CYBER-terminals bij het programmeren en construeren van, bijvoorbeeld, superkritieke-vleugelmodellen was bestudeerd en tot toepassing gebracht, werd een beeldschermterminal aangeschaft, teneinde door een snelle communicatie met de CYBER tot een efficiënte manier van programmering voor de werkstukprogrammeurs te komen. Voor een snelle interpolatie van DEA-profielmeetresultaten werd een programma geschreven voor de CYBER-72.

5 BIBLIOTHEEK EN DOCUMENTATIE

Het jaar 1978 werd gekenmerkt door een aanzienlijke verschuiving van de bibliotheekwerkzaamheden naar de nieuwe bibliotheek in de NLR-vestiging Noordoostpolder. Tot de naar deze vestiging verplaatste activiteiten behoren onder meer het maken van titelbeschrijvingen en het samenstellen van de aanwinstenlijsten. Het gehele microfiche-bestand met alle bijbehorende kopieer- en afdrukkapparatuur werd verhuisd, alsmede de grotere rapporten- en tijdschriftenseries.

Het bibliotheekbezit werd in 1978 uitgebreid met 2551 titels, en met bijna 1000 rapporten in de vorm van microfiches. Het aantal lopende abonnementen op tijdschriften en andere periodieke publikaties bleef vrijwel constant op ca. 500.

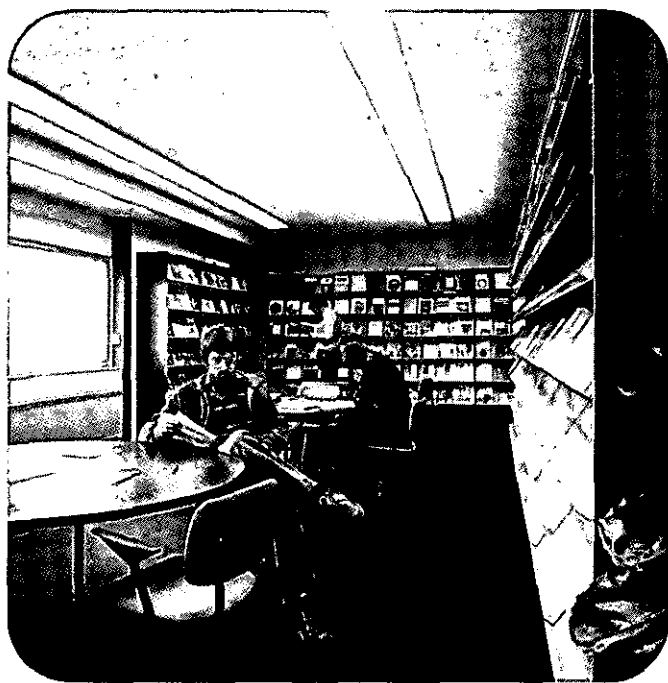
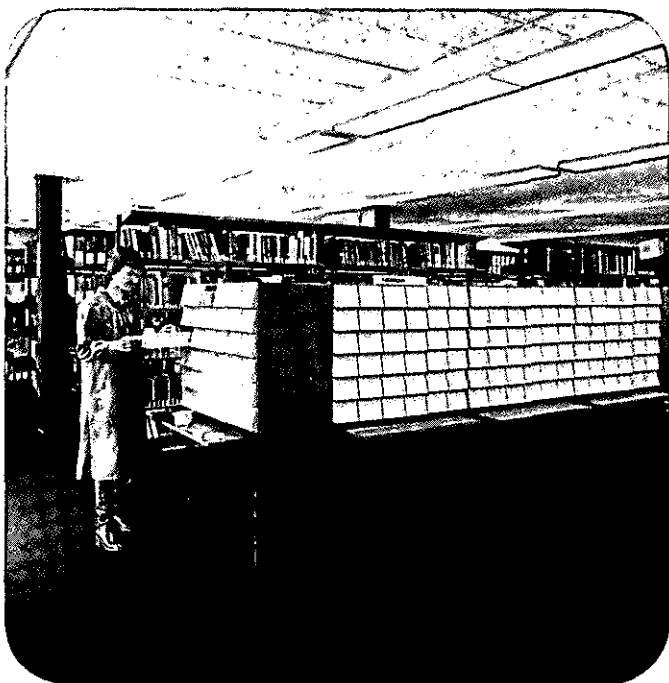
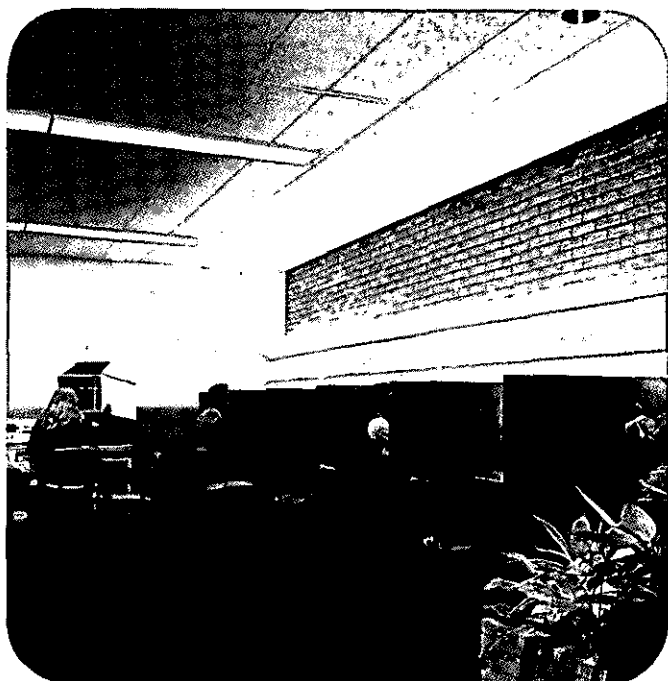
Alle ontvangen boeken, rapporten, tijdschriften en conferentieverslagen, aangevuld met een attendering op 3005 relevante, door de documentalist geselecteerde tijdschriftartikelen, werden samengebracht in de wekelijkse aanwinstenlijsten. Voor deze aanwinstenlijsten, die behalve aan de NLR-medewerkers ook aan een aantal Nederlandse bibliotheken werden verstrekt, bestaat een nog steeds toenemende belangstelling. Van de in totaal 18000 leenaanvragen en verzoeken om fotokopieën die de bibliotheek bereikten, waren ca. 10000 een rechtstreeks gevolg van de attendering in de aanwinstenlijsten. Wat de overige 8000 literatuur-aanvragen van NLR-medewerkers betreft kon in bijna 7000 gevallen direct uit de eigen collectie worden uitgeleend of gefotokopieerd. De overige werden bij de bibliotheek van de TH-Delft of via de Centrale Technische Catalogus bij andere bibliotheken aangevraagd. Ook in 1978 werden door andere instellingen weer vele verzoeken tot uitlening uit de gespecialiseerde NLR-collectie gedaan.

In de loop van 1978 werd begonnen met de verwerking van de titels uit de aanwinstenlijsten tot een z.g. KWAC-index ('Key Word And Context'). Met behulp van ponskaarten en een reeds bij het NLR aanwezig computerprogramma worden daarbij alle woorden uit de titels die van enige betekenis zijn in alfabetische volgorde onder elkaar afgedrukt, met achter elk woord de volledige titel. Vooruitlopend op de volledige invoer van de NLR-collectie in een computerbestand werd de collectie hierdoor toch al min of meer op onderwerp toegankelijk.

Eind 1978 waren de titels van het complete microfiche-bezit eveneens in een computerbestand opgenomen, waardoor in beide vestigingen snel kan worden nagegaan of een bepaald rapport in microfichevorm in de eigen collectie aanwezig is. Dit is vooral van belang bij het toenemende aantal literatuuronderzoeken per computer, waarbij de gevonden literatuur nu sneller op eventuele aanwezigheid in de NLR-collectie kan worden gecontroleerd.

Begin 1978 werd een terminal met printer in gebruik genomen, die geschikt is zowel voor 300 als voor 1200 baud. Het NLR heeft toegang tot de informatiebestanden van ESA (NASA), LOCKHEED en SDC, die gezamenlijk over ca. 80 verschillende files beschikken. Eind 1978 werd tevens toegang verkregen tot het BLAISE-bestand van de British Library, waarin alle boeken in de Engelse taal zijn opgenomen, evenals alle boeken die door de Library of Congress worden geregistreerd.

Naast een toenemend aantal aanvragen van NLR-medewerkers worden ook steeds vaker verzoeken tot literatuuronderzoek ontvangen van Nederlandse instellingen die bij de luchtvaart betrokken zijn. In 1978 is het totale computergebruik voor literatuuronderzoek met de eigen terminal gestegen tot ca. 100 uur.



De nieuwe bibliotheek in de Noordoostpolder; de open boekerij (*linksboven*), de catalogus (*linksonder*), de microfiche-leeshoek (*rechtsboven*), en de leestafel (*rechtsonder*).

6 EXTERNE EN INTERNE BETREKKINGEN

Ook in 1978 heeft het NLR activiteiten van velerlei aard ontplooid, teneinde binnen en buiten het laboratorium de doelstellingen en achtergronden van de onderzoeken die het NLR verricht toe te lichten.

Het NLR mocht zich wederom verheugen in een groot aantal belangstellenden uit binnen- en buitenland. Van de vele bezoekers zullen enkelen met name worden genoemd.

De Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat, Drs.N.Smit-Kroes, vergezeld van Ir.H.N.Wolleswinkel, Directeur Luchtvaartinspectie van de RLD, toonde een grote belangstelling voor de NLR-activiteiten tijdens haar bezoek aan het NLR te Amsterdam in juni van dit jaar.

Een delegatie van de Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid (RAWB) bracht een werkbezoek aan het NLR in Amsterdam. De delegatie bestond uit Prof.Dr.Ir.A.A.Th.M. van Trier (voorzitter), Prof.Dr.P.de Wolff (vice-voorzitter), Prof.Dr.Ir.C.T.de Wit (lid van de Raad), Drs.W.Hutter (secretaris), Dr.Ir.T.de Vries (plv. secretaris), en Dr.J.H.van Santen en Dr.C.M.Kleisen (staf-medewerkers). Hierbij waren tevens aanwezig mevrouw Drs.G.J.K.Kostelijk en mevrouw Mr.G.M.T.Kikkert (resp. plv. hoofd en medewerkster van de Studiefaculteit van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat).

Op uitnodiging van de voorzitter van het Bestuur bracht Mr.J.L.M.Niers, Commissaris van de Koningin in de Provincie Overijssel, een algemeen oriënterend bezoek aan de NLR-vestiging Noordoostpolder. Tevens was Mr.G.Loopstra, burgemeester van de Gemeente Noordoostpolder, bij dit bezoek aanwezig.

Op uitnodiging van de voorzitter en de directie brachten de heren F.Swarttouw en Ir.J.Cornelis van Fokker-VFW een oriënterend bezoek aan het NLR te Amsterdam, waar zij zich op de hoogte stelden van de NLR-werkzaamheden, in het kader van de samenwerking van Fokker-VFW met het NLR.

Dr.L.B.J.Stuyt, voorzitter van het Dagelijks Bestuur van de Centrale Organisatie TNO, Prof.Dr.E.M.Cohen, voorzitter van de Gezondheidsorganisatie TNO, Ir.B.van Dam, voorzitter van de Voedingsorganisatie TNO, en Drs.F.H.J.Essenstam, Algemeen Penningmeester van TNO, bezochten het NLR in de Noordoostpolder, op uitnodiging van de voorzitter en de directie van het NLR.

Dr.F.Möhring, adjunct-directeur van het Fysisch Laboratorium TNO, bezocht het NLR in Amsterdam.

Drs.R.W.R.Deer, Prof.Dr.J.A.Goedkoop en Ir.J.Pelser, directie van het Energie Centrum Nederland (ECN), en Mr.F.A.Star Busmann, Secretaris van het ECN-bestuur, brachten een oriënterend bezoek aan het NLR.

De Hoofddirecteur van het KNMI, Dr.H.C.Bijvoet, bracht, vergezeld van Prof.Dr.Ir.H.Tennekens (Directeur Wetenschappelijk Onderzoek KNMI), Ir.J.A.Wisse (Hoofd van de onderafdeling Fysische Meteorologie KNMI), en J.Kastelein (Hoofd Luchtvaart Meteorologische Dienst), een bezoek aan het NLR te Amsterdam.

In het kader van hun belangstelling voor de NLR-activiteiten op het gebied van ruimtevaart-technologie bezochten twee delegaties uit de Volksrepubliek China het NLR in de Noordoostpolder tijdens uitgebreide rondreizen langs Nederlandse industrieën en laboratoria. Tijdens een rondreis langs diverse Europese luchtvaartlaboratoria werd het NLR in mei bezocht door Dr.James Kramer, Associate Administrator for Aeronautics and Space Technology, NASA, in gezelschap van Mr.W.S.Aiken Jr., Director Aerodynamic and Vehicle Systems Division, NASA.

Dr.R.H.Korkegi, directeur van AGARD, bracht een bezoek aan het NLR in Amsterdam en de Noordoostpolder teneinde zich op de hoogte te stellen van de NLR-activiteiten.

Prof. Holt Ashley van de Stanford University hield eind maart een lezing in het NLR over optimalisering van constructies t.a.v. flutter.

Prof. Dr.-Ing. E.H.E. Schlichting (DFVLR/AVA), oud-hoogleraar aan de TH Braunschweig, bracht in gezelschap van Dr. A. Kehl (DFVLR/AVA) een bezoek aan de DNW en aan het NLR te Amsterdam.

Col. George Cudahy, Commandant Air Force Flight Dynamic Laboratory, Wright Patterson AFB, en Capt. Robert D. Powell, Flight Vehicle Liaison Officer EOARD, bespraken in februari mogelijke samenwerking op het gebied van instationaire transsonische windtunnelmetingen, vluchtnabootsing en 'human factors'.

In aansluiting op de slotpresentatie van de LOCUS-studie, die in het NLR in Amsterdam werd gehouden, stelden Mr. A. Lebeau (Director of Planning and Future Programmes and Deputy Director General of ESA) en een aantal van zijn stafleden zich op de hoogte van de NLR-werkzaamheden, vooral betreffende ruimtevaart en remote sensing.

Dr. J.J. Olsen (AFFDL, Dayton, VS) en Dr. J.A. Blackwell (Lockheed, Georgia, VS) bezochten het NLR te Amsterdam teneinde de mogelijkheden tot samenwerking op het gebied van de transsonische instationaire aerodynamica te bespreken.

Naast de publikatie van de NLR-werkzaamheden in de internationale wetenschappelijke vakliteratuur en op congressen (zie bijlagen), werd ook op andere wijze bekendheid gegeven aan diverse aspecten van het NLR-werkpakket. In het KIVI-tijdschrift 'De Ingenieur' verschenen de artikelen 'Tipwervelhinder' door Ir. J.P.K. Vlegghert, en 'Geavanceerde technologie leidt tot geluidarm vliegtuig' door Ing. D.J. Rozema. In het NVvL jaarboek werden artikelen gepubliceerd, getiteld 'The proposed cryogenic European Transonic Wind tunnel (ETW)' (Ir. J.P. Hartzuiker), 'The German-Dutch low speed wind tunnel (DNW)' (Dr. M. Seidel en Ir. F. Jaarsma), en 'The NLR moving base flight simulator' (Ir. W.P. Koeversmans). Voor de NVvL werden lezingen gehouden door Dr. Ir. H. Tijdeman over 'Het dynamisch gedrag van transsonische vleugelprofielen', en door Ir. J.P.K. Vlegghert over 'Stall onderzoek aan de J-79 motor'. Ir. E.A.B. de Graaf publiceerde in het tijdschrift Intermediair het artikel 'Schade-onderzoek in de luchtvaart'. In het Maandblad voor Lucht- en Ruimtevaart AVIA verscheen het gebruikelijke jaaroverzicht van de NLR-werkzaamheden. Ir. J.W.G. van Nunen publiceerde een artikel in het Polytechnisch Tijdschrift Bouwkunde over 'Industrieel aerodynamisch onderzoek bij het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium'. Ir. E.A.B. de Graaf hield een lezing voor de Bond voor Materialenkennis, getiteld 'Het bezwijken van vliegtuigconstructies'. Ir. G. Brink hield voor de Landbouwmaatschappij IJsselmeerpolders de lezing 'Doel en werkwijze van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium'. In het NVR-Organ Ruimtevaart verscheen het artikel 'Bewegingen in gedeeltelijk met vloeistof gevulde vaatjes' van de hand van Dr. Ir. J.P. Vreeburg. Dr. Ir. B.M. Spee schreef, samen met Prof. Ir. H. Wittenberg, een artikel over toekomstige ontwikkelingen ten aanzien van energiegebruik in de luchtvaart in het Tijdschrift voor Vervoerswetenschap.

In Nederlandse dag- en weekbladen en in vaktijdschriften werd het NLR veelvuldig vermeld. Dit geschiedde met name in verband met het Spacelab-experiment, de IRAS, de DNW, de Oosterscheldedam, en het Super-F28 project. In de regionale pers werd het NLR een aantal malen genoemd in verband met onderzoeken op het gebied van het windklimaat in specifieke gebouwencomplexen (Wijkerbaan, Kurhaus-complex, Spoorbrug over Gooimeer) en van geluidhinder door vliegtuigen rond regionale vliegvelden en bij Schiphol. In het vak-tijdschrift 'Bouwwereld' verscheen een hoofdartikel over de bouwtechnische aspecten van de DNW. In het periodiek 'Holland Quarterly' (uitgegeven door de Voorlichtingsdienst van het Ministerie van Economische Zaken) verscheen een artikel over de Nederlandse ruimtevaart-activiteiten en de rol van het NLR daarin.

In 1978 werd begonnen met de uitgifte van een personeelsblad, 'NLR-PROFIEL'. Het voorziet in de behoefte aan een uitbreiding van informatie aan de medewerkers van het NLR over de gang van zaken bij het laboratorium.

Voor NLR-medewerkers, hun familie en bekenden werd op zaterdag 27 mei een Open Dag gehouden in de vestiging Amsterdam. Ruim 1800 bezoekers toonden hun belangstelling voor de door middel van demonstraties en fotopanelen toegelichte NLR-werkzaamheden. Nadere uitleg werd daarbij gegeven door een groot aantal medewerkers. Ook de extra attracties (Aviodome, rondvluchten) trokken veel belangstelling.

Regelmatig werden inleidingen en excursies gehouden voor nieuwe NLR-medewerkers en praktikanten. Tevens werden rondleidingen georganiseerd voor groepen, afkomstig van universiteiten, technische hogescholen, hogere technische scholen, e.d. Van hen worden met name genoemd:

- deelnemers aan een Remote-Sensing cursus, georganiseerd door het ITC;
- het Dispuut der Leidse Studenten Aeroclub;
- het Wiskundig Studiegenootschap ABACUS van de TH Twente;
- de Werktuigbouwkundige Studievereniging Simon Stevin van de TH Eindhoven;
- adspirant-boordwerktuigkundigen van de KLM en docenten van de Hogere Zeevaartschool voor Scheepswerktuigkundigen;
- deelnemers aan de VKI Diploma Cursus;
- de afd. Fijnmechanische Techniek en Machinebankwerken van de Technische School te Steenwijk;
- deelnemers aan het college Elektronische Navigatie van de Afdeling der Elektrotechniek van de TH Delft;
- deelnemers aan de Oriëntatiecursus voor KMA-cadetten;
- Vakgroep Werktuigkundige Materialen van de TH Eindhoven;
- deelnemers Cursus Hogere Stafvorming van de Luchtmachtstafschool;
- afd. Metaalkunde van de Christiaan Huygensschool (MTS voor Fijnmechanische Vakken);
- Dispuut Voertuigtechnische Studenten van de afd. Werktuigbouwkunde van de TH Delft;
- Vliegtuigbouwkundige Studievereniging 'Leonardo da Vinci' van de TH Delft.

7 WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR

De adviezen die de Wetenschappelijke Commissie in het verslagjaar aan het bestuur heeft uitgebracht, hadden onder meer betrekking op onderzoeken die in 1977 door het NLR als speurwerk in eigen beheer zijn verricht en op het concept-werkplan voor 1979. Voorts zijn op verzoek van de directie wederom vele rapporten beoordeeld in de zin als aangegeven in hoofdstuk 1.3. Voor de lijst van gepubliceerde rapporten wordt verwezen naar Bijlage 1.

De samenstelling van de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR, waarvoor Ir.H.J. Wennink als secretaris optrad, en die van de subcommissies was aan het eind van het verslagjaar aldus:

Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR	Prof.Dr.Ir.A.I.van de Vooren, <i>voorzitter</i> Prof.Dr.J.Borgman Prof.Ir.P.Jongenburger Prof.Dr.Ir.J.A.Steketee Prof.Dipl.-Ing.J.B.Westerdijk
---	--

Subcommissie voor Aërodynamica	Prof.Dr.Ir.J.A.Steketee, <i>voorzitter</i> Prof.J.H.D.Blom Ir.E.Dobbinga Prof.Dr.Ir.J.L.van Ingen Ir.N.Voogt Prof.Dr.Ir.P.Wesseling Prof.Ir.H.Wittenberg
-----------------------------------	--

Subcommissie voor Aëro-elasticiteit	Prof.Dr.Ir.A.van der Neut, <i>voorzitter</i> Prof.J.H.D.Blom Dr.Ir.R.Coene Lt.Kol.Ir.H.Kreuning Ir.J.F.van der Spek
--	---

Subcommissie voor Ruimtevaarttechniek	Prof.Ir.H.Wittenberg, <i>voorzitter</i> Dr.Ir.J.A.M.Bleeker Prof.Drs.W.Bloemendal Prof.Ir.D.Bosman Ir.P.Ph.van den Broek Dr.R.J.van Duinen Dr.W.de Graaff Ir.H.T.Huele Ir.P.Kant
--	--

Subcommissie voor Sterkte en Materialen	Prof.Dr.Ir.A.van der Neut, <i>voorzitter</i> Prof.Ir.J.G.ten Asbroek Prof.Dr.Ir.J.F.Besseling Prof.Ir.P.Jongenburger Ir.R.J.Schliekelmann Ir.J.F.van der Spek Dr.Ir.W.A.Schultze
--	--

Subcommissie voor
Toegepaste Wiskunde
en Informatica

Prof.Dr.Ir.P.J.Zandbergen, *voorzitter*
Prof.Dr.Ir.L.Dekker
Prof.Dr.Ir.A.J.W.Duyvestijn
Ir.W.P.J.Fontein
Prof.Dr.Ir.P.Wesseling
Prof.Ir.D.Bosman

Subcommissie voor
Vliegeigenschappen en
Vliegtuiggebruik

Prof.J.H.D.Blom, *voorzitter*
KLTZ(T) Ir.W.G.de Boer
J.de Haas
Ir.R.J.A.W.Hosman
A.P.Moll
Maj.vl.A.P.Okkerman
Ir.C.H.Reede
C.G.J.Reijers
Ir.P.H.G.J.Spuybroek

Ten besluite van deze informatie over de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR volgt hier nog het letterlijke citaat van de slotbeschouwing uit het verslag over 1978 van de commissie zelf:

'De Wetenschappelijke Commissie heeft dit jaar opnieuw tot haar voldoening geconstateerd dat de bij het NLR verrichte werkzaamheden op een adequate wijze worden uitgevoerd, mede gezien de positieve beoordeling door de subcommissies van de verschenen rapporten en publikaties. Via de mede hierdoor tot stand gekomen internationale samenwerking, waarin het NLR op een aantal gebieden een vooraanstaande positie inneemt en waarbij aan medewerkers van het NLR veelvuldig gevraagd wordt lezingen te houden, wordt bovendien een extra bijdrage tot de kennis in Nederland verkregen. Dit is van rechtstreeks belang voor de ontwikkeling van de Nederlandse lucht- en ruimtevaart.

De Wetenschappelijke Commissie kan zich verenigen met het voor 1979 opgestelde werkplan. Zij ziet de werkzaamheden die voor de ontwikkeling van een nieuw vliegtuigproject plaatsvinden, als uitermate belangrijk. Daarnaast dient echter ook gelegenheid te bestaan om speurwerk, dat in een later stadium ter ondersteuning van de industrie en van de gebruikers kan dienen, in voldoende mate te blijven verrichten.

Tenslotte spreekt de Wetenschappelijke Commissie er haar voldoening over uit, dat de uitrusting van het laboratorium door het beschikbaar komen van de Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW) en van het nieuwe laboratoriumvliegtuig aangepast blijft aan de ontwikkeling in de luchtvaart. Zij vindt het eveneens zeer belangrijk dat de plannen om de thans bijna 40 jaar oude windtunnels voor lage snelheid te vervangen, gerealiseerd kunnen worden'.

8 DE NEDERLANDSE DELEGATIE BIJ DE AGARD

8.1 SAMENSTELLING VAN DE NEDERLANDSE DELEGATIE IN 1978

De samenstelling van de Nederlandse Delegatie bij de 'Advisory Group for Aerospace Research and Development (AGARD)' van de Noord-Atlantische Verdragsorganisatie (NAVO) werd gewijzigd doordat Prof.Ir.B.van Dijk met emeritaat is gegaan en Kolonel-Vliegerarts C.A.Steendijk een andere functie binnen de Koninklijke Luchtmacht heeft gekregen. Beiden hebben hun functie als lid van een vaste AGARD-commissie ('Panel') vervuld tot het eind van het jaar.

Prof.Ir.B.van Dijk is in het 'Electromagnetic Wave Propagation Panel' (EWP) opgevolgd door Prof.Ir.R.Viddeleer, werkzaam bij de Beleidsadviesgroep Hoofddirectie Technische Zaken van de PTT en voorts als docent bij de Koninklijke Militaire Academie. Kolonel-Vliegerarts C.A.Steendijk is in het 'Aerospace Medical Panel' (AMP) opgevolgd door Luitenant-kolonel Vliegerarts G.K.M.Maat, werkzaam bij de Afdeling Bedrijfs- en Luchtvaartgeneeskundige Aangelegenheden van de Koninklijke Luchtmacht.

Dr.Ir.H.Tijdsman van de afdeling Aëro-elasticiteit van het NLR is toegetreden tot het 'Structures and Materials Panel' (SMP).

De Nederlandse
Gedelegeerden bij de AGARD

Prof.Dr.Ir.O.H.Gerlach
Ir.J.A.van der Blik

Het secretariaat van de Nederlandse Delegatie werd vervuld door de heer R.A.Jager, die tevens als Nationaal Coördinator voor de AGARD-aangelegenheden optrad. Vanaf 1 februari is de heer E.J.H.Bleeker het secretariaat komen versterken op part-time basis. Hij vervult tevens de functie van plaatsvervangend Nationaal Coördinator.

De Nederlandse
vertegenwoordiging in de
AGARD-commissies

De Nederlandse vertegenwoordiging in de vaste AGARD-commissies ('panels') bestaat per 1 januari 1979 uit:

Aerospace Medical Panel
(AMP)

Dr.W.J.Oosterveld, Wilhelmina Gasthuis, Amsterdam
Lt.Kol.Vliegerarts G.K.M.Maat, KLu

Avionics Panel (AVP)

Ir.H.A.T.Timmers, NLR
Prof.Ir.D.Bosman, TH Twente, Afd. der Elektrotechniek

Electromagnetic Wave
Propagation Panel (EPP)

Prof.Ir.L.Krul, TH Delft, Afd. der Elektrotechniek
Prof.Ir.R.Viddeleer, PTT

Flight Mechanics Panel
(FMP)

Prof.Dr.Ir.O.H.Gerlach, TH Delft, Afd. der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek
Ir.J.J.P.Moelker, NLR
Drs.J.Buhrman, NLR

Fluid Dynamics Panel
(FDP)

Prof.Dr.Ir.J.A.Steketee, TH Delft, Afd. der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek
Prof.Dr.Ir.J.L.van Ingen, TH Delft, Afd. der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek
Ir.J.P.Hartzuiker, NLR
Dr.Ir.B.M.Spee, NLR

Guidance and Control Panel (GCP)	Ir.P.Kant, NLR Ir.P.Ph.van den Broek, TH Delft, Afd. der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek
Propulsion and Energetics Panel (PEP)	Prof.Ir.H.Wittenberg, TH Delft, Afd. der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek Ir.J.P.K.Vlegghert, NLR
Structures and Materials Panel (SMP)	Ir.J.B.de Jonge, NLR Dr.Ir.H.P.van Leeuwen, NLR Dr.Ir.H.Tijdeman, NLR
Technical Information Panel (TIP)	Ir.A.S.T.Tan, NLR Lt.Kol.b.d. R.E.Panhuyzen, TDCK

Van vier van deze Panels was per ultimo 1978 het voorzitterschap aan een Nederlander toevertrouwd, te weten:

Avionics Panel (AVP) - Ir.H.A.T.Timmers, NLR
Guidance and Control Panel (GCP) - Ir.P.Kant, NLR
Structures and Materials Panel (SMP) - Ir. J.B.de Jonge, NLR
Technical Information Panel (TIP) - Ir.A.S.T.Tan, NLR

8.2 VERGADERINGEN VAN DE NATIONALE GEDELEGEERDEN

De gebruikelijke voor- en najaarsvergaderingen van de Nationale Gedelegeerden vonden plaats in maart te Parijs en in september te Lissabon. De vergadering in maart werd voorafgegaan door bijeenkomsten van het AGARD Steering Committee, waarin Prof.Dr.Ir.O.H.Gerlach als Nederlands vertegenwoordiger zitting heeft, van de voorzitters of hun plaatsvervangers van de AGARD panels en van de Nationale Coördinatoren.

Voorafgaande aan de najaarsvergadering werd wederom een vergadering van de voorzitters van de AGARD panels en hun plaatsvervangers gehouden. Het AGARD Steering Committee vergaderde nog een keer op 2 november te Londen.

De voorjaarsvergadering was in hoofdzaak gewijd van het programma en de begroting voor 1979. Veel aandacht werd gegeven aan de voortgang van 'Project 2000'. Dit project behelst een studie van de technische ontwikkeling, op militair gebied, op lange termijn, die door de AGARD wordt uitgevoerd. Voorts werd verslag gedaan van de voortgang van het technische programma in het lopende jaar.

8.3 AGARD JAARVERGADERING

Tijdens de jaarvergadering, die in september in Lissabon werd gehouden, werd door de Plaatsvervangend Chef Staf van de Portugese Luchtmacht, Generaal J.M.B.Miranda, een welkomswoord uitgesproken. Voorts konden de Nationale Gedelegeerden kennis nemen van het wetenschappelijk onderzoek aldaar door een tweetal voordrachten, die als titel hadden 'Scientific Research in Portugal' en 'Research and Applied Thermodynamics and Fluid Mechanics in the Lisbon Universities', door, respectievelijk Professor J.H.Gomes Carvalhinos van het Laboratory of Physics and Nuclear Energy en Professor A.F. de O Falco van het Mechanical Engineering Department van de Technical University of Lisbon. Ook nu weer nam de vergadering kennis van de voortgang van Project 2000. Tijdens deze vergadering werd Dr. Alan M.Lovelace uit de Verenigde Staten van Amerika als nieuwe voorzitter van de Raad van Nationale Gedelegeerden gekozen. Hij zal deze functie vanaf medio 1979 vervullen. Als nieuwe directeur van de AGARD werd benoemd de heer J.Burnham uit het Verenigd Koninkrijk. Laatstgenoemde zal per 1 juli 1979 als zodanig optreden.

8.4 VON KARMAN MEDAILLE

Het was voor Nederland een eervolle gebeurtenis dat Prof.Ir.T.van Oosterom tijdens de najaarsvergadering de Von Kármán Medaille kreeg uitgereikt. Ook Dr.A.Flax uit de Verenigde Staten kreeg de medaille aangeboden.

8.5 TECHNISCHE BIJENKOMSTEN VAN DE COMMISSIES VAN DE AGARD

Zoals gebruikelijk werden volgens het door de Raad van Nationale Gedelegeerden vastgestelde programma, dat in AGARD Bulletin 78-1 werd gepubliceerd, bijeenkomsten van velerlei aard zo goed mogelijk over de in de AGARD samenwerkende landen verdeeld. Veel medewerkers van het NLR leverden wetenschappelijke bijdragen voor bijeenkomsten, namen deel aan het werk van commissies en werkgroepen, of waren op andere wijze betrokken bij voorbereiding en uitvoering van AGARD-bijeenkomsten. Ook andere Nederlandse instellingen leverden waardevolle bijdragen.

De belangrijkste AGARD-bijeenkomsten waarvoor van Nederlandse zijde belangstelling bestond zijn hierna vermeld, waarbij tevens is aangegeven het nummer van de AGARD Conference Proceedings (CP) waarin het verslag van de bijeenkomst is (of wordt) gepubliceerd.

Aerospace Medical Panel

1-5 mei, Fort Rucker, Alabama (VS)
'Operational Helicopter Aviation Medicine'
(CP 255)

- één Nederlandse bijdrage, verzorgd door NLR

6-10 november, Parijs
'Models and Analogues for the Evaluation of Human Biodynamic Response Performance and Protection'
(CP nummer nog niet bekend)
'Human Factors Aspects of Aircraft Accidents and Incidents'
(CP nummer nog niet bekend)

Avionics Panel

5-9 juni, München
'Digital Communications in Avionics'
(CP nummer nog niet bekend)

- één Nederlandse bijdrage, verzorgd door de TH Eindhoven

16-17 oktober, Monterey, Californië (VS)
'Strategies for Automatic Track Initiation'
(CP nummer nog niet bekend)
- twee bijdragen, verzorgd door SHAPE Technical Centre en de Koninklijke Marine (CAWCS)

18-21 oktober, Monterey, Californië (VS)
'Techniques for Data Handling in Tactical Systems II'
(CP nummer nog niet bekend)
- één Nederlandse bijdrage, verzorgd door de Koninklijke Marine (CAWCS)

Electromagnetic Wave Propagation Panel

24-28 april, Ottawa (Canada)
'Operational Modelling of the Aerospace Propagation Environment'
(CP 238 Vol. I & II)
- één Nederlandse bijdrage, verzorgd door SHAPE Technical Centre

4-8 september, München
'Millimeter and Submillimeter Wave Propagation and Circuits'
(CP nummer nog niet bekend)
- één Nederlandse bijdrage, verzorgd door het Fysisch Laboratorium RVO/TNO

Flight Mechanics Panel

24-28 april, Brussel
'Piloted Aircraft Environment Simulation Techniques'
(CP 249)
- twee Nederlandse bijdragen, verzorgd door NLR en TH Delft

	25-29 september, Ottawa (Canada) 'Stability and Control' (CP nummer nog niet bekend) - drie Nederlandse bijdragen, verzorgd door NLR (2) en TH Delft (1)
Fluid Dynamics Panel	29 mei-1 juni, Athene 'Dynamic Stability Parameters' (CP 235) - één Nederlandse bijdrage, verzorgd door NLR 2-6 oktober, Sandefjord (Noorwegen) 'High Angle of Attack Aerodynamics' (CP nummer nog niet bekend) - twee Nederlandse bijdragen, verzorgd door NLR en TH Delft
Guidance and Control Panel	8-12 mei, Sandefjord (Noorwegen) 'The Impact of Integrated Guidance and Control Technology on Weapons Systems Design' (CP 257) 9-12 oktober, 's-Gravenhage 'The Guidance and Control of Helicopters and V/STOL Aircraft at Night and in Poor Visibility' (CP nummer nog niet bekend)
Propulsion and Energetics Panel	3-4 april, Londen 'Icing Testing for Aircraft Engines' (CP 236) 6-7 april, Londen 'Seal Technology in Gas Turbine Engines' (CP 237) 23-27 oktober, Cleveland, Ohio (VS) 'Stresses, Vibrations, Structural Integration and Engine Integrity (including Aeroelasticity and Flutter)' (CP nummer nog niet bekend) - één Nederlandse bijdrage, verzorgd door NLR
Structures and Materials Panel	10-14 april, Aalborg (Denemarken) 'Characterization of Low Cycle High Temperature Fatigue by the Strainrange Partitioning Method' (CP 243) 25-29 september, Florence (Italië) 'Advanced Fabrication Processes' (CP nummer nog niet bekend) 'Computer Aid in the Production Design Office' (CP 250)
Technical Information Panel	16-20 oktober, Parijs 'Information and Industry' (CP 246) - één Nederlandse bijdrage, verzorgd door de Economische Voorlichtingsdienst

Nederlandse belanghebbenden werden d.m.v. convocaties en door aankondigingen in vakbladen geattendeerd op de mogelijkheid aan de AGARD-bijeenkomsten deel te nemen. Het totaal aantal Nederlandse deelnemers aan de in het verslagjaar gehouden technische bijeenkomsten van de AGARD-commissies bedroeg 139.

8.6 AGARD CONSULTANT AND EXCHANGE PROGRAMME

Bezoeken van buitenlandse deskundigen aan Nederland

In het kader van het 'AGARD Consultant and Exchange Programme' brachten twee buitenlandse deskundigen een bezoek aan Nederland voor het houden van lezingen en voor gedachtenwisseling met Nederlandse deskundigen. Zoals gebruikelijk werden op ruime schaal uitnodigingen verspreid, opdat zoveel mogelijk Nederlandse belanghebbenden van deze bezoeken konden profiteren. De AGARD Consultants waren:

april

Prof.T.C.Adamson, Jr.
(The University of Michigan)

'Interaction between a Shock Wave and a Turbulent Boundary Layer in Transonic Flow' (TH-Delft)
'Unsteady Two-Dimensional and Steady Three-Dimensional Transonic Channel Flows' (NLR Amsterdam)

september

Prof.A.Hertzberg
(University of Washington)

'Flowing Gas Lasers' (TNO, 's-Gravenhage)
'Application of Laser Technology' (TNO-'s-Gravenhage en TH Delft)
'Laser Aircraft Propulsion' (TH-Delft)

Het totaal aantal Nederlandse deelnemers aan bovengenoemde lezingen bedroeg 76.

Bezoek van een Nederlandse deskundige aan Noorwegen

Eveneens in het kader van het 'Consultant and Exchange Programme' verzorgde Ir.J.B. de Jonge (NLR) een aantal voordrachten in Noorwegen, met als onderwerp 'The Use of Standard Load Sequences in Variable Amplitude Fatigue Tests' en 'Re-Assessment of Service Fatigue Life by means of Comparative Specimen Tests'.

AGARD Lecture Series

Ook dit jaar werd de reeks van AGARD Lecture Series weer voortgezet. Deze lezingen hebben ten doel bekendheid te geven aan nieuwe ontwikkelingen op voor de lucht- en ruimtevaart van belang zijnde gebieden van wetenschap en techniek.

De AGARD Lecture Series waren:

- LS 92 (april; Delft en Ankara) 'The Application of Inexpensive Minicomputers to Information Work'
- LS 93 (mei; Oslo, Londen en Rome) 'Recent Advances in Radio and Optical Propagation for Modern Communications, Navigation and Detection Systems'
- LS 94 (februari; Brussel; in samenwerking met VKI) 'Three Dimensional and Unsteady Separation at High Reynolds Numbers'
- LS 95 (juni; Bolkesjö, Porz-Wahn, Rome en Londen) 'Strap-Down Inertial Systems'
- LS 96 (oktober; München en Londen) 'Aircraft Engine Future Fuels and Energy Conservation'
- LS 97 (oktober; Delft, München en Lissabon) 'Fracture Mechanics Design Methodology'

Het totaal aantal deelnemers aan bovengenoemde lezingenseries bedroeg 159.

De teksten van de lezingenseries zijn uitgegeven onder AGARD LS, gevolgd door het nummer van de desbetreffende Lecture Series.

Von Kármán Institute for Fluid Dynamics

In de Nederlandse vertegenwoordiging in de 'General Assembly' van het VKI kwam in het afgelopen jaar geen verandering; deze bestond uit Prof.Dr.Ir.H.J.van der Maas (em. hoogleraar TH Delft en oud-voorzitter NLR), Ir.J.A.van der Blik (algemeen directeur NLR) en Ir.J.Boeker (Afd. Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek, TH Delft). Laatstgenoemde maakte tevens deel uit van het bestuur van het VKI.

Voor de jaarcursus 1977-1978 waren drie Nederlandse studenten ingeschreven. Alle drie behaalden het diploma in 1978, waarvan twee met lof. Een van deze twee ontving tevens een prijs van de Belgische regering. Voor de cursus 1978-1979 werd slechts één Nederlandse student ingeschreven; een tweede Nederlander zette zijn studie bij het VKI voort, ter voorbereiding van een dissertatie.

In 1978 organiseerde het VKI tien Lectures Series: korte cursussen van 5 dagen over actuele onderwerpen, waarvan één in samenwerking met de AGARD. Hieraan namen in totaal 59 Nederlanders deel, verdeeld als volgt:

januari	- Rheology of Polymeric Liquids	12
februari	- Off-Design Performance of Gas Turbines	6
	- Three-Dimensional and Unsteady Separation at High Reynolds Numbers (AGARD/VKI)	2
maart	- Pumps (Off-Design Performance/Pumps for Nuclear Applications)	10
	- Computational Fluid Dynamics	10
april	- Two-Phase Flows in Nuclear Reactors	4
	- Combined Cycles for Power Generation	5
mei	- Pollutant Dispersal	4
	- Aerodynamic Separation of Gases and Isotopes	3
december	- Active Control Technology	3

8.7 AGARD PUBLIKATIES

De resultaten van bijeenkomsten en van andere activiteiten van de AGARD werden zoals gebruikelijk vastgelegd in AGARD publikaties.

In het verslagjaar kwamen de oplagen gereed van:

9 AGARDographs	AG-
24 Conference Proceedings	CP-
23 Advisory Reports	AR-
11 Technical Reports	R-
7 Lecture Series	LS-
2 Bulletins	BUL-
6 publikaties van algemene aard	

Evenals in vorige jaren hadden medewerkers van het NLR door het schrijven van wetenschappelijke verhandelingen of het verzorgen van de redactie, een aandeel in het samenstellen van deze publikaties.

Aan zoveel mogelijk Nederlandse belanghebbenden, ook buiten de lucht- en ruimtevaart, werden hetzij gedrukte exemplaren, hetzij microfiches van AGARD publikaties verstrekt. Het totaal aantal in 1978 verstrekte gedrukte exemplaren bedroeg 2360.

Door de AGARD werd dit jaar voor de eerste maal, zij het nog als proef, een 'Calendar of Selected Aeronautical and Space Meetings' uitgegeven. Uit de reacties is te concluderen dat het boekje in een behoefte voorziet, zodat door de Raad van Nationaal Gedelegeerden is besloten de uitgifte voorlopig te continueren, zij het in een meer beperkte distributie.

BIJLAGEN

Bijlage 1 — Publikaties

In het verslagjaar zijn 195 rapporten verschenen. Hiertoe behoren ook de niet voor publikatie bestemde rapporten. De eenvoudige ijkings- en keuringsrapporten werden niet medegegeld.

NLR TR 74173 U	Military satellite communications. History and status as of 1974. J.P.B.Vreeburg
NLR TR 75080 U	Influence of corrosion damage on fatigue crack initiation. W.G.J.'t Hart, A.Nederveen, J.H.Nassette, A.v.Wijk
NLR TR 77001 U	Theory and design of conventional heat pipes for space applications. A.A.M.Delil
NLR TR 77009 U	Wind tunnel measurements on the interference between a jet and a wing, located outside the jet. Part I: text, tables and figures. Y.G.Khò
NLR TR 77028 U	Comparison of some methods to dermine the delays of landing aircraft with respect to runway capacity. M.v.d.Wilt
NLR TR 77062 U	<i>A finite element model, to study the buckling behaviour of general orthotropic midplane symmetric and elastic plates.</i> J.F.M.Wiggenraad
NLR TR 77078 U	Wind shear on the approach: an investigation on the influence of a tower measured wind environment on the symmetric motions of a simulated aircraft in an automatic approach. J.Schuring
NLR TR 77081 U	Experimental investigation of the aerodynamic characteristics of a wing in propulsive jets. T.Zandbergen, R.A.Maarsingh, C.J.J.Joosen
NLR TR 77090 U	Investigation of the transonic flow around oscillating airfoils (Thesis). H.Tijdeman
NLR TR 77092 U	Flight simulation fatigue crack propagation evaluation of candidate lower wing skin materials with particular considerations of spectrum truncations. R.J.H.Wanhill
NLR TR 77103 U	Effect of an anti-corrosion penetrant on the fatigue life in flight simulation tests on various riveted joints. J.Schijve, F.A.Jacobs, A.E.Meulman
NLR TR 77109 U	Finite difference calculation of incompressible flow through a straight channel of varying rectangular cross section, with application to low speed wind tunnels. J.v.d.Vooren, A.Sanderse
NLR TR 77115 U	Residual strength of $(0, \pm 45)_s$ and $(\pm 45, 0)_s$ carbon/epoxy laminates. W.J.G.'t Hart

NLR TR 77122 U	Environmental fatigue crack propagation in metal/composite laminates. Interim report no. 1. R.J.H.Wanhill
NLR TR 77124 U	Heat treatment studies of aluminium alloy type 7050 forgings. Interim report no. 3: Corroded-specimen fatigue tests and SCC propagation tests. L.Schra, H.P.van Leeuwen
NLR TR 77126 U	The influence of bending-torsional coupling on the buckling load of general orthotropic, mid-plane symmetric and elastic plates. J.F.M.Wiggenraad
NLR TR 78002 U	Een tweede serie oriënterende geluidsvermoeilingsproeven op een triltafel. P.de Rijk, J.Schijve
NLR TR 78008 U	Residual strength of Kevlar-carbon epoxy hybrid composite materials. W.G.J.'t Hart
NLR TR 78016 U	On the use of splines and collocation in a trajectory optimization algorithm based on mathematical programming. J.J.Renes
NLR TR 78022 U	The influence of simulator motion wash-out filters on the performance of pilots when stabilizing aircraft attitude in turbulence. M.F.C.van Gool
NLR TR 78025 U	Residual strength characteristics of composite reinforced stiffened panels. G.Bartelds
NLR TR 78050 U	Investigation of the length/strength dependency of carbon fibres and the related unidirectional composite strength. W.G.J.'t Hart
NLR TR 78056 U	Cost estimation and management control of software development in scientific/technical projects. U.Posthuma de Boer
NLR TR 78064 U	The effect of gust alleviation on fatigue in 2024-T3 alclad. J.B.de Jonge, A.Nederveen, P.J.Tromp
NLR TR 78071 U	Effect of flight load spectrum variations on fatigue life of riveted specimens and crack propagation in sheet made of alclad 7075-T6. J.B.de Jonge, P.J.Tromp, A.Nederveen
NLR TR 78073 U	Aircraft design loads due to non-stationary atmospheric turbulence patches. R.Noback
NLR TR 78078 U	Multiple attitude maneuvers for a spinning spacecraft disturbed by solar radiation. P.Th.L.M.van Woerkom
NLR TR 78081 U	Thermal conductance measurement of honeycomb sandwich panels with carbon fibre reinforced plastic sheets. D.van den Assem, D.H.W.Daniëls
NLR MP 76014 U	A theoretical framework to study the effect of cockpit information. (Voordracht op de AGARD-ASMP Specialists Meeting te Athene; 20-24 sept. 1976) P.H.Wewerinke

- NLR MP 77003 U An incremental approach to the solution of snapping and buckling problems in elastic stability.
(Voordracht op het 14e Intern. Congres 'Theoretical and Applied Mechanics' te Delft;
30 aug.-4 sept. 1976)
E.Riks
- NLR MP 77009 U The use of panel methods with a view to problems in aircraft dynamics.
(Voorbereid voor de lezingenserie 'Aerodynamic Inputs for Problems in Aircraft Dynamics'
aan het VKI; 25-29 april 1977)
L.J.J.Erkelens, Th.E.Labrujère, R.Roos
- NLR MP 77013 U Performance and workload analysis of in-flight helicopter missions.
(Opgesteld aan de hand van een voordracht op de 13e 'Annual Conference on Manual
Control' bij het MIT, Cambridge, V.S.; 15-17 juni 1977)
P.H.Wewerinke
- NLR MP 77016 U A method to determine the delays of landing aircraft with respect to runway capacity.
(Voordracht op de conferentie 'Simulation '77' te Montreux, Zwitserland; 22-24 juni 1977)
M.v.d.Wilt
- NLR MP 77017 U A continuum theory of time independent plasticity based on a volume fractions model.
(Voordracht op de CMDS-2 conferentie te Quebec, Canada; juni 1977)
A.U.de Koning
- NLR MP 77023 U Aluminium alloys for advanced structural applications in transport aircraft.
(Gepubliceerd in het tijdschrift 'Aluminium')
R.J.H.Wanhill
- NLR MP 77028 U In-flight measurement of aerodynamic loads on captive stores. Description of the measure-
ment equipment and comparison of results with data from other sources.
(Voordracht op het vierde 'JTCC/MD Aircraft/Stores Compatibility Symposium' te Fort
Walton Beach, Florida, V.S.; 12-14 okt. 1977)
G.J.Alders
- NLR MP 77029 U The analysis of operational mission execution: an assessment of low-altitude performance,
navigation accuracy and weapon delivery performance.
(Voordracht op het AGARD Symposium 'Guidance and Control Design Considerations for
Low Altitude and Terminal Area Flight' ter gelegenheid van de 25e AGARD-GCP Technical
Meeting te Dayton, Ohio, V.S.; 17-20 okt. 1977)
T.J.Stahlie
- NLR MP 77030 U Prediction of operational combat performance by the Performance and Evaluation Dept. of
the NLR.
(Voordracht op de AGARD-FMP Specialists Meeting te Parijs, 11-13 okt. 1977)
H.Tellegen
- NLR MP 77031 U Thermomechanical treatment of aluminium alloys.
(Gepubliceerd in het tijdschrift 'Aluminium')
R.J.H.Wanhill, G.F.J.A.van Gestel
- NLR MP 77033 U The 'Ground-attack/Penetration' model: a Monte Carlo simulation model to assess the surviv-
ability and to evaluate tactics for low-altitude military missions in an environment of
ground-based air defence systems.
(Voordracht op het AGARD Symposium 'Guidance and Control Design Considerations for
Low Altitude and Terminal Area Flight' ter gelegenheid van de 25e AGARD-GCP Technical
Meeting in Dayton, Ohio, V.S.; 17-20 okt. 1977)
M.H.W.Bovy

- NLR MP 77034 U Het meten van lichtreflecties van gewassen.
(Voordracht op het Symposium 'Luchtwaarneming' te Delft; 1-2 sept. 1977)
W.Verhoef
- NLR TR 77035 U Non-destructieve bepaling van gewaseigenschappen met behulp van multispectrale scanning.
(Voordracht op het Symposium 'Luchtwaarneming' te Delft; 1-2 sept. 1977)
N.J.J.Bunnik
- NLR MP 77036 U Luchtwaarneming; vliegtechnische aspecten.
(Voordracht op het Symposium 'Luchtwaarneming' te Delft; 1-2 sept. 1977)
G.L.Lamers
- NLR MP 77038 U The influence of outgas on the performance of multilayer insulation blankets with perforated shields.
(Voordracht op het 28ste IAF-Congres te Praag, Tsjechoslowakije; 25 sept.-1 okt. 1977)
J.F.Heemskerk, A.A.M.Dellil
- NLR MP 77039 U A contribution to the analysis of quasi static crack growth in sheet materials.
(Voordracht op het Congres 'Fracture 1977' te Waterloo, Canada; 19-24 juni 1977)
A.U.de Koning
- NLR MP 77040 U Some engineering property comparisons for 7050 and AZ 74.61 forgings.
(Gepubliceerd in het tijdschrift 'Engineering Fracture Mechanics', Vol 11, pp 507-524)
R.J.H.Wanhill, L.Schra, H.P.van Leeuwen
- NLR MP 77041 U A unified method for the computation of critical equilibrium states of nonlinear, elastic systems.
(Voordracht op het Euromech 69 Colloquium 'Large Elastic Deformations of nonlinear elastic systems')
E.Riks
- NLR MP 78001 U Testing of coatings and materials for jet engine components in simulated operational environments.
Voordracht op de 'NACE Corrosion Conference' te Houston, V.S.; maart 1978)
W.J.v.d.Vet
- NLR MP 78002 U Vacuum fatigue fracture in titanium alloy plate.
(Voordracht op het 'Symposium on Fatigue of Aluminium and Titanium Alloys', t.g.v. de TMS-AIME 107th Annual Meeting te Denver, Colorado, V.S.; 26 febr.-2 maart 1978)
R.J.H.Wanhill, H.Döker
- NLR MP 78003 U An analysis of helicopter pilot control behaviour and workload during instrument flying tasks.
(Voordracht op de 'AGARD-ASMP Specialists Meeting on Operational Helicopter Aviation Medicine' te Fort Rucker, V.S.; 1-5 mei 1978)
J.Smit, P.H.Wewerinke
- NLR MP 78004 U A computer-controlled avionics data acquisition system.
(Voordracht op de 2nd 'Biennial Air Data Systems Conference' bij de U.S. Air Force Academy te Colorado Springs, V.S.; 1-5 mei 1978)
F.J.Abbink
- NLR MP 78005 U Influence of motion wash-out filters on pilot tracking performance.
(Voordracht voor de 'AGARD Specialists Meeting on Piloted Aircraft Environment Simulation Techniques' te Brussel; 24-27 april 1978)
M.F.C.van Gool

- NLR MP 78006 U The development of a laser grating method for the measurement of strain distributions in plane, opaque surfaces.
(Voordracht op de 6de Intern. Conferentie 'Experimental Stress Analysis' te München; 18-22 sept. 1978)
P.J.Sevenhuysen
- NLR MP 78007 U A microprocessor as an intelligent interface between flight data acquisition equipment and a minicomputer.
(Voordracht op de IERE Conferentie 'Microprocessors in Automation and Communications' aan de Universiteit van Kent, Canterbury, Engeland; 18-22 sept. 1978)
J.Kruisbrink
- NLR MP 78008 U Fracture mechanics and ambient temperature sustained load fracture.
(Voordracht op het Intern. Symposium 'Fracture Mechanics' te Washington, V.S.; sept.1978)
R.J.H.Wanhill, H.P.van Leeuwen
- NLR MP 78009 U The influence of texture on environmental fatigue crack propagation in titanium alloys.
(Voordracht op de 5de Intern. Conferentie 'Textures of Materials' aan de Rheinisch-Westfälische Techn. Hochschule te Aken; maart 1978)
R.J.H.Wanhill
- NLR MP 78011 U Aerodynamic design of thick supercritical wings through the concept of equivalent subsonic pressure distribution.
(Voordracht op het DGLR/GARTEUR-6 Symposium 'Transonic Configurations' te Bad Harzburg, W.-Duitsland; 13-15 juni 1978)
J.W.Slooff, N.Voogt
- NLR MP 78012 U The use of panel methods for stability derivatives.
(Voordracht op de AGARD Conferentie 'Dynamic Stability Parameters', georganiseerd door het AGARD-FDP te Athene; 22-24 mei 1978)
R.Roos
- NLR MP 78013 U Influence of free stream Mach number on transonic shock-wave/boundary-layer interaction.
(Voordracht op het DGLR/GARTEUR-6 Symposium 'Transonic Configurations' te Bad Harzburg, W.-Duitsland; 13-15 juni 1978)
J.W.Kooi
- NLR MP 78014 U Investigations on the aeroelastic stability of large wind turbines.
(Voordracht op het 2de Intern. Symposium 'Wind Energy Systems' te Amsterdam; 3-5 okt. 1978)
H.H.Ottens, R.J.Zwaan
- NLR MP 78015 U Engineering application of fracture mechanics to flight simulation fatigue crack propagation.
(Gepubliceerd in de proceedings van de Intern. Conferentie 'Fracture Mechanics in Engineering Application' te Bangalore; maart 1979).
R.J.H.Wanhill
- NLR MP 78016 U The design and aerodynamic characteristics of an 18%thick shock-free airfoil (NLR 7501).
(Voordracht op het DGLR/GARTEUR-6 Symposium 'Transonic Configurations' te Bad Harzburg, W.-Duitsland; 13-15 juni 1978)
J.A.van Egmond, D.Rozendal
- NLR MP 78018 U Quantitative models of hydrogen-induced cracking in high-strength steel.
(Gepubliceerd in het tijdschrift 'Reviews on Coatings and Corrosion')
H.P.van Leeuwen

- NLR MP 78021 U Evaluation of a method to extract performance data from dynamic manoeuvres for a jet transport aircraft.
(Voordracht op het 11de ICAS Congres te Lissabon; 11-15 sept. 1978)
J.H.Breeman, J.L.Simons
- NLR MP 78022 U Gust spectrum fatigue crack propagation in candidate skin materials.
(Gepubliceerd in het 'Journal of Fatigue of Engineering Materials and Structures')
R.J.H.Wanhill
- NLR MP 78023 U Multi-element airfoil design by optimization.
(Voordracht op het 11de ICAS Congres te Lissabon; sept. 1978)
Th.E.Labrujère
- NLR MP 78024 U Quantitative models of hydrogen embrittlement in high-strength steel.
(Voordracht op een Seminarium voor de Chalk River Nuclear Laboratories, Canada; sept. 1978)
H.P.van Leeuwen
- NLR MP 78027 U Environmental fatigue crack propagation in metal/composite laminates.
(Vorbereid voor het 'Journal of Fatigue of Engineering Materials and Structures')
R.J.H.Wanhill
- NLR MP 78031 U Electronic processing of infrared scanner signals using CCD memory techniques.
(Voordracht op het 'Intern. Symposium '78 on the Application of Charge Coupled Devices' te San Diego, Ca. V.S.; 25-27 okt. 1978)
H.A.van Ingen Schenau
- NLR MP 78035 U A simulator investigation of handling quality criteria for CCV transport aircraft.
(Voordracht op het AGARD Symposium 'Stability and Control' te Ottawa; 25-28 sept. 1978)
H.A.Mooij, W.P.de Boer, M.F.C.van Gool
- NLR MP 78036 U De ingenieur in een instituut voor toegepast wetenschappelijk onderzoek.
(Voordracht t.g.v. het tweede lustrum van de onderafd. Toegepaste Wiskunde van de TH Twente; 10 nov. 1978)
W.Loeve

Bijlage 2 – Bijdragen aan congressen en cursussen

Ir.J.W.G.van Nunen presenteerde tijdens de 'Windtunneldag' bij het CTI/TNO te Apeldoorn een lezing, getiteld 'Industrieel Aërodynamisch onderzoek bij het NLR te Amsterdam', over het niet-luchtvaartonderzoek.

Ir.A.Elsenaar, Ir.J.W.Kooi en Ir.D.Rozendal woonden het DGLR/GARTEUR-6 Symposium 'Transonic Configurations' te Bad-Harzburg bij. Ir.Kooi hield een lezing over 'Influence of free-stream Mach number on transonic shock-wave/boundary-layer interaction'. Ir.Rozendal hield een lezing, getiteld 'The design and aerodynamic characteristics of an 18 thick shock-free airfoil' (medeauteur Ing.J.A.van Egmond).

Ir.J.W.Slooff bezocht dit Symposium eveneens en hield een voordracht, getiteld 'Aerodynamic design of thick supercritical wings through the concept of equivalent subsonic pressure distribution' (medeauteur N.Voogt van Fokker-VFW).

Dr.Ir.R.Roos bezocht het AGARD-Symposium 'Dynamic Stability Parameters' te Athene. Hij hield een voordracht, getiteld 'The use of panel methods for stability derivatives'.

Ir.H.W.M.Hoeijmakers hield op het AGARD-FDP Symposium 'High Angle of Attack Aerodynamics' te Sandefjord (Noorwegen) de lezing 'A computational model for the calculation of the flow about wings with leading-edge vortices' (medeauteur Ir.B.Bennekers).

Op het tweede Intern. Symposium 'Wind Energy Systems' te Amsterdam hielden Ir.H.H.Otens en Ir.R.J.Zwaan de lezing 'Investigations on the aeroelastic stability of large wind turbines'.

Dr.Ir.H.Tijdeman hield in het kader van een 'Workshop on Transonic Unsteady Aerodynamics for Aeroelastic Applications' te Columbus (VS) een lezing over een op het NLR in samenwerking met de USAF uitgevoerd windtunnelexperiment aan een trillende F-5 vleugel.

Ing.D.J.Rozema hield op een GARTEUR-5 'Specialist Meeting on Atmospheric and Ground Effects on Sound Propagation' te Farnborough een voordracht over 'Lateral noise attenuation and its effects on noise footprints'.

Kapt.Ir.R.J.Merison (KLu) en Ir.T.J.Stahlie (NLR) hielden op het DGLR-Symposium 'Möglichkeiten und Grenzen operations-analytischen Studien für Waffensystemen Luft' de lezing 'Military Operations Research for the Royal Netherlands Air Force (RNLAf)'.

Ir.P.H.Wewerinke hield voor medewerkers van het Forschungsinstitut für Antropotechnik (FAT) te Meckenheim (W.-Duitsland) vijf korte voordrachten op het gebied van de mens/machine-relatie.

Op de '14th Annual Conference on Manual Control' te Los Angeles (V.S.) hield Ir.Wewerinke een voordracht, getiteld 'A theoretical and experimental analysis of the outside-world perception process'.

Drs.J.Smit hield op de AGARD-ASMP Specialists Meeting 'Operational Helicopter Aviation Medicine' te Fort Rucker (V.S.) een voordracht, getiteld 'An analysis of helicopter pilot behaviour and workload during instrument flying tasks' (medeauteur Ir.P.H.Wewerinke).

Ir.M.F.C.van Gool gaf op de AGARD-Meeting 'Piloted Aircraft Environment Simulation Techniques' te Brussel de lezing 'Influence of motion wash-out filters on pilot tracking performance'.

Ir.J.J.P.Moelker, Drs.J.Buhrman, Ir.H.A.Mooij en Ir.W.P.de Boer namen deel aan het AGARD-FMP Symposium 'Stability and Control' te Ottawa (Canada). Namens Ir.P.H.Wewerinke hield Ir.Moelker de voordracht 'Mathematical Models of Manned Aerospace Systems'. Ir.Mooij hield de voordracht 'A simulator investigation of handling quality criteria for CCV transport aircraft' (medeauteurs Ir.W.P.de Boer en Drs. M.F.C.van Gool).

Ir.L.R.Lucassen presenteerde op de 'Europort Naval Conference' in Amsterdam de lezing 'Certification of helicopters for use on board ships' (auteurs Ing.Tj.Hoekstra, Ing.R.Fang, Ir.C.Leijnse, en Ir.L.T.Renirie).

Ir.J.P.K.Vlegthert hield tijdens het AGARD-PEP Symposium 'Stresses, Vibration, Structural Integration and Engine Integrity' te Cleveland, Ohio (V.S.), de lezing 'Handling problems through compressor deterioration'. Deze lezing hield hij tevens voor studenten en staf van de Carleton Universiteit te Ottawa en voor Canadese luchtmachtspecialisten.

Dr.R.J.H.Wanhill gaf op de 'Fifth Intern. Conference on the Textures of Materials' te Aken de voordracht 'The influence of texture on environmental fatigue crack propagation in titanium alloys'.

Ir.A.J.A.Mom nam deel aan het NACE-Symposium 'Corrosion '78'. Hij hield de voordracht 'Testing of coatings and materials for jet engine components in simulated operational environments' (auteur Ing.W.J.van der Vet).

Dr.Ir.G.Bartelds en Ir.A.U.de Koning namen deel aan het Symposium 'Numerical Methods in Fracture Mechanics' te Swansea, Wales. Ir.de Koning hield de voordracht 'Energy dissipation during stable crack growth in aluminium alloy 2024-T3' (medeauteurs D.P.Rooke en C.Wheeler van het RAE te Farnborough).

Dr.E.Riks nam deel aan het 'Kolloquium des Fachbereichs Maschinenbau der Hochschule der Bundeswehr' te Hamburg, en hield de voordracht 'Incremental procedures for structural stability analysis in the elastic range'.

Dr.Ir.H.P.van Leeuwen bezocht Chalk River Nuclear Laboratories in Canada, en gaf daar de lezing 'Quantitative models of hydrogen embrittlement in high-strength steel'.

Ir.G.Bartelds hield tijdens het '2nd World Congress on Finite Element Methods' te Bournemouth de lezing 'Finite element analysis of crack growth' (medeauteur Ir.A.U.de Koning).

P.J.Sevenhuysen hield op '6th Intern. Conf. on Experimental Stress Analysis' te München de voordracht 'The development of a laser grating method for the measurement of strain distributions in plane, opaque surfaces'.

Dr.R.J.H.Wanhill en Dr.Ir.H.P.van Leeuwen leverden aan het Intern. Symposium 'Fracture Mechanics' te Washington de bijdrage 'Fracture mechanics and ambient temperature sustained load fracture'.

Voor de Bond van Materialenkennis gaf Ir.E.A.B.de Graaf te Wageningen de lezing 'Het bezwijken van vliegtuigconstructies'.

Op de jaarlijkse vergadering van de 'EAI-users Group' te Barcelona hielden Ir.F.J.Sonnenschein en Ing.H.Keppel lezingen over de rol van de PACER-computer in het 'guidance and control' laboratorium van het NLR en over de verschillende interfaces tussen de PACER en de laboratoriumapparatuur.

Dr.Ir.J.P.Vreeburg hield op een conferentie over 'The Workshop on the Physics of Fluids under micro-g conditions' te Porz Wahn een lezing over 'Spacelab experiments to study the coupling between liquid and solid body motion in a zero-g environment'.

Dezelfde lezing hield Dr.Ir.Vreeburg op het NVR-Spacelab Symposium in Utrecht.

Op de '0-g dag' van de Sectie Toegepaste Mechanica van het KIVI hield Dr.Ir. Vreeburg een voordracht over 'Enige aspecten van vloeistofgedrag in 0-g'.

Ir.F.A.Abbink hield op de 2e tweejaarlijkse bijeenkomst over Air Data Systemen te Colorado Springs (VS) de lezing 'A computer-controlled avionics data acquisition system'.

Ir.J.Kruisbrink hield de lezing 'A microprocessor as an intelligent interface between flight data acquisition equipment and a minicomputer' op de IERE conferentie 'Microprocessors in Automation and Communications', die aan de Universiteit van Kent te Canterbury (UK) werd gehouden.

Ir.H.A.van Ingen Schenau stelde de lezing 'Electronic processing of infrared scanner signals using CCD-techniques' op, voor het Symposium 'Image Processing', dat te San Diego (VS) werd gehouden.

Ir.H.A.van Ingen Schenau presenteerde op het Intern. Symposium 'Application of Charge-Coupled Devices' te San Diego (Cal. VS) de lezing 'Electronic processing of infrared scanner signals using CCD memory techniques'.

Ir.F.J.Abbink gaf op het 9de AIDS Symposium in Friedrichshafen (W.-Duitsland) de lezing 'NAVAID calibration evaluation with a computer-controlled avionics data acquisition system' (medeauteur Ir.R.Krijn).

Ir.J.H.Breeman en Dr.Ir.J.L.Simons bezochten het 11de ICAS Congres te Lissabon en presenteerden de lezing 'Evaluation of a method to extract performance data from dynamic manoeuvres for a jet transport aircraft'. Ir.Th.E.Labrujère hield op dit congres de voordracht 'Multi-element airfoil design by optimization'.

Ter gelegenheid van het tweede lustrum van de Onderafd. der Toegepaste Wiskunde van de TH Twente gaf Ir.W.Loeve de lezing 'De ingenieur in een instituut voor toegepaste wetenschap'.

Voor de afdeling Elektrotechniek van de TH Twente presenteerden Ir.W.Loeve en Ir.H.A.T.Timmers de lezing 'De taken van ingenieurs bij het realiseren van informatica-systemen op het NLR'.

Bijlage 3 — Verklaring van een aantal van de gebruikte afkortingen

ACM	Attitude-Control Model	EMC	Elektromagnetische Compatibiliteit
AFFDL	Air Force Flight Dynamics Laboratory	EOARD	European Office of Aerospace Research and Development
AFOSR	Air Force Office of Scientific Research	ESA	European Space Agency
AGARD	Advisory Group for Aerospace Research and Development (NAVO)	ESTEC	European Space Research and Technology Centre
AIAA	American Institute of Aeronautics and Astronautics	ETW	Europese Transsone Windtunnel
AIDS	Aircraft Integrated Data Systems	Eurocontrol	European Organization for the Safety of Air Navigation
AIME	American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers	EVA	Experimentele Vortex Analysator
ANCP	Anglo-Netherlands Collaboration Projects	EZ	Ministerie van Economische Zaken
ANP	Aanloopfase Nieuw Project	FAA	Federal Aviation Administration
APVW	Algemeen Programma voor Verwerking van Windtunnelmetingen	FDAU	Flight Data Acquisition Unit
ARINC	Aeronautical-Radio Inc.	FM	Frequentie Modulatie
ASKA	Automatic System for Kinematic Analysis	GART	Geluidsanalyse en -Registratie Systeem
ATLAS	Apparatus for Testing Large Specimens	GARTEUR	Group of Aeronautical Research and Technology in Europe
AWOP	All Weather Operations Panel (ICAO)	GCE	Ground Check-Out Equipment
BCRS	Begeleidingscommissie Remote Sensing	HSA	Hollandse Signaalapparaten
BLAISE	British Library Automated Information Service	HST	Hoge-snelheidstunnel
CABO	Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek	IAF	International Astronautical Federation
CADAS	Computer-controlled Avionics Data Acquisition System	ICAF	International Committee on Aeronautical Fatigue
CCD	Charge-Coupled Devices	ICAO	International Civil Aviation Organization
CCV	Control-Configured Vehicles	ICIRAS	Industrieel Consortium IRAS
CEV	Centre d'Essais en Vol	IGO	IRAS Grond Operaties
CNES	Centre National d'Etude Spatiales	ILS	Instrument Landing System
CSST	Continue Supersone-snelheidstunnel	INS	Inertial Navigation System
CTOL	Conventional Take-off and Landing	IP	Interim Programma F28-Super
DABS	Discrete-Address Beacon System	IR	Infrarood
DAISY	Direct-Access Interface System	IRAS	Infrarood Astronomische Satelliet
DBMS	Database Management System	ISS	Inertial Sensor System
DFVLR	Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt	ITC	Internationaal Instituut voor Luchtkaartering en Aardkunde (Enschede)
DGLR	Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt	KAT	Kleine Anechoïsche Tunnel
DLC	Direct Lift Control	KIVI	Koninklijk Instituut van Ingenieurs
DME	Distance-Measuring Equipment	KLM	Koninklijke Luchtvaart Maatschappij N.V.
DNW	Duits-Nederlandse Windtunnel	KLu	Koninklijke Luchtmacht
DVSV	Dataverwerkingsstation-Vliegproeven	KM	Koninklijke Marine
EARSeL	European Association of Remote Sensing Laboratories	KMA	Koninklijke Militaire Academie
ECN	Energieonderzoek Centrum Nederland	KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
EDMS	Evolutionary Database Management System	KNVvL	Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart
EGOIST	Eerste Geheel On-Line Instrumentatiesysteem Tunnels	KWAC	Key Word and Context

LAR	Lange-Afstandsradar	SARP	Signaal Automatic Radar Processing
LOCUS	Low-Cost grondstation	SDC	System Development Corporation
LSEO	Landelijke Stuurgroep Energie-onderzoek	SEMCAP	Systems Electromagnetic Compatibility Analysis Program
LST	Lage-snelheidstunnel	SI	Internationaal Stelsel van Eenheden
MBB	Messerschmitt-Bölkow-Blohm	SLAR	Side-looking Airborne Radar
MHD	Magnetohydrodynamica	SNECMA	Société Nationale d'Etude et Construction de Moteurs d'Aviation
MIT	Massachusetts Institute of Technology (VS)	SNIAS	Société Nationale Industrielle Aérospatiale
MLS	Microwave Landing System	SRC	Science Research Council (Londen, U.K.)
MNPS	Minimum Navigation Performance Specifications	SST	Supersone-snelheidstunnel
MPA	Maritieme Patrouille Versie van de Fokker F27	STAGS	Structural Analysis of General Shells
NAE	National Aeronautical Establishment (Canada)	STALINS	Start- en Landingsmeetsysteem met INS
NASA	National Aeronautics and Space Administration	STAR	S-band Terminal Area Radar
NAT/OTS	North Atlantic Organized Track System	STOL	Short Take-off and Landing
NAT/SPG	North Atlantic Systems Planning Group		
NAVO	Noord-Atlantische Verdragsorganisatie	TAR	Terminal Area Radar
NAVSTAR	Navigation System with Time and Ranging	TH	Technische Hogeschool
NFT	NLR Flight Test System	TNO	Centrale Organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek
NIVR	Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart	TRSB	Time Reference Scanning Beam
NIWARS	Nederlandse Interdepartementale Werkgemeenschap voor het Applicatie-onderzoek van Remote Sensing technieken	TSP	Transonic Small Perturbation
NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium	TWIST	Transport Wing Standaard
NLRGC	Nationaal Lucht- en Ruimtevaart Geneeskundig Centrum	USAF	United States Air Force
NOP	Noordoostpolder	VFW	Vereinigte Flugtechnische Werke
NPOC	National Point of Contact	VKI	Von Kármán Institute of Fluid Dynamics
NT	Nagalmtunnel	VMBS	Vluchtnabootser Met Bewegende Stuurhut
NuBe	Numerieke Besturing	VOR	VHF Omnidirectional Range
NVR	Nederlandse Vereniging voor Ruimtevaart	V/STOL	Vertical/Short Take-off and Landing
		V en W	Ministerie van Verkeer en Waterstaat
OBC	On-Board Computer		
OBS	On-Board Software		
OMIS	Operationeel Management-Informatiesysteem		
ONERA	Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales		
O en W	Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen		
PANS-OPS	Procedures for Air Navigation Services/Aircraft Operations		
PCM	Puls Code Modulatie		
PHAROS	Processor for Harmonic Analysis of the Response of Oscillating Surfaces		
PROTEUS	Programmeerbaar Test- en Uitwerksysteem		
PSD	Power Spectral Density		
PT	Pilottunnel		
RAE	Royal Aircraft Establishment		
RASP	Radio Altimeter-based System for Positioning		
RGCSF	Review of the General Concept of Separation Panel (ICAO)		
RLD	Rijksluchtvaartdienst		
RMDU	Remote Multiplexer/Demultiplexer Unit		
RWS	Rijkswaterstaat		

SUMMARIES

1 CAPITA SELECTA

In this chapter, three subjects are treated in more detail: the aerodynamic research in preparation for a new Dutch transport aircraft with supercritical wings, developments in remote sensing, and the development of information systems at NLR.

1.1 AERODYNAMIC RESEARCH IN PREPARATION FOR A NEW DUTCH TRANSPORT AIRCRAFT WITH SUPERCRITICAL WINGS (figs. 1–8, pp. 21–27)

Introduction

Since 1973, the Aerodynamics Division of the NLR is involved in the development, the evaluation and the application of an aerodynamic design procedure for supercritical wings for transport aircraft. It was triggered by the Fokker-VFW plans for the development of a new Dutch transport aircraft. Moreover, fundamental research at NLR had shown that the application of supercritical wings may result in an appreciably lower fuel consumption for jet transport aircraft.

These investigations were carried out under contract with the Netherlands Aerospace Agency (NIVR) and in close cooperation with Fokker-VFW.

Historical view

NLR started in the sixties with the theoretical development of transonic shock-free airfoils, using the hodograph method. Wind-tunnel measurements were performed, in order to evaluate the theoretical method and to investigate the stability of the flow around these airfoils. In the early seventies it became clear that these airfoils can be applied in practice.

Supercritical versus conventional airfoils

In figure 1 the differences between supercritical and conventional airfoils are shown. By means of adequately shaping the upper surface of a supercritical wing, the shock-wave strength and position can be controlled, so that much higher local air velocities can be handled than with conventional wings.

Application of supercritical airfoils to three-dimensional wings

In figure 2 it is shown that supercritical technology may be utilized to increase the design load (C_L), the airfoil thickness (t/c) or the free-stream velocity (M_∞), or combinations of these. The resulting possibilities in real wing design are given in figure 3; the design margins are appreciably wider than for conventional airfoil technology. The type of aircraft determines which of these possibilities are exploited in the design.

Basic aspects of supercritical-wing design

New developments in computer technology, numerical mathematics and mathematical models for flow calculations made it possible to develop manageable procedures for numerical simulation of airflows around airfoils, wings and aircraft structures. In 1973, the mathematical tools were advanced to the extent that the NLR could begin with defining an aerodynamic design procedure for supercritical wings.

The choice of such a procedure depends on the type of aircraft, on experience, background and philosophy of the design team, and on the available design tools (e.g. computer programs). The procedure chosen at NLR is based on the viewpoint that the pressure distribution determines the aerodynamic characteristics of a wing more directly than the geometry does.

In the procedure two steps can be distinguished (see fig. 4): (1) determination of the "target pressure distribution" which gives the selected aerodynamic wing characteristics, and (2) determination of the geometry which yields the target pressure distribution. The first step requires experience with and insight into the relation between the design pressure distributions and the design as well as off-design characteristics. The second step is straight-

forward, but requires extensive mathematical tools to solve the inverse aerodynamic problem, while additional control has to be exercised on the geometry at the cost of a penalty in pressure distribution.

Procedure for designing supercritical wings

In 1973 computer programs were available for the calculation of two-dimensional transonic flows and of two- and three-dimensional subsonic flows. In the absence of an efficient calculation method for three-dimensional transonic flow, a procedure is applied in which it is assumed that the difference between the transonic and the subsonic pressure distribution around a two-dimensional airfoil determines the difference between the transonic and the subsonic pressure distribution around the three-dimensional wing. This concept of "Equivalent Subsonic Pressure Distribution" makes it possible to choose a selected subsonic design pressure distribution for a wing and to calculate the geometry with an inverse subsonic calculation. In figure 5 an example is given of the difference between the "equivalent subsonic pressure distribution" and the exact transonic pressure distribution around a supercritical airfoil.

Characteristics of the three-dimensional inverse subsonic calculation procedure

When the inverse subsonic calculation procedure was applied, it was found that one selected pressure distribution could be generated by a number of different geometries. In order to control the convergence process and to limit the solutions to realistic ones, it was necessary to put constraints on the geometry. In the calculations this is realized by applying weight factors, which make it possible for the designer to approach either the selected pressure distribution or the geometry requirements. While using an iterative process to find a geometry satisfying the geometrical constraints, which generates a pressure distribution as close as possible to the design pressure distribution, the designer utilizes a video terminal coupled to the CYBER-72 central NLR-computer (fig. 6).

Experimental evaluation of the design procedure

In 1975 the first wind-tunnel experiments took place in the high-speed wind tunnel HST, in order to evaluate the design procedure. In figure 7, both the theoretical pressure distribution resulting from the design procedure and the measured pressure distribution are given. The design procedure was proved to be satisfactory.

Present activities

After the successful testing of the aerodynamic design procedure, six different wing configurations were designed and tested in the HST in the period 1975–1978. In figure 8 one of these configurations is shown.

A parallel investigation was started to arrive at flap- and slat-systems for supercritical wings. In the low-speed wind tunnel LST 3x2, supercritical airfoils and supercritical wings with flaps and slats were tested for their aerodynamic characteristics during approach and landing, with promising results.

The flutter behaviour of supercritical wings is also investigated, because at transonic speed shock waves can occur which may influence the vibrational wing behaviour unfavourably. Therefore, the aerodynamic properties of vibrating supercritical wings and supercritical wings with vibrating control surfaces are explored; wind-tunnel measurements are performed in the NLR-Pilottunnel, and calculations are made. Moreover, a method is being developed to predict the unsteady airloads on supercritical wings. An experimental evaluation of this method will be performed in 1979.

1.2 DEVELOPMENTS IN REMOTE SENSING (figs. 9–13; pp. 28–33)

Introduction

Aircraft and satellites are being used for carrying equipment for remote observation of the earth surface: the detection and registration of the condition of the land and sea surface. Often, images have to be made for cartography, oceanography, environmental control, soil mapping, mineral tracing, and mapping for agriculture and forestry. Besides the aerial photography, new techniques were developed in the sixties, in which sensors are used to convert the reflected or emitted radiation into electric signals, which are recorded on magnetic tape. The wavelengths of the applied radiation fall outside the visible spectrum. In figure 9, the transmission characteristics of the atmosphere are given and the wavelength

ranges applied by the various techniques are indicated. In table 1, the possibilities and limitations of the techniques considered are given (weather condition, time of the day).

Since the remote-sensing data are recorded on magnetic tape, they can easily be processed by the computer. Large quantities of data are first corrected for systematic errors, and then presented as images accessible for interpretation; also numerical information can easily be extracted.

Remote-sensing research in the Netherlands

In 1971, the Dutch Government appointed an interdepartmental Steering Committee, NIWARS, charged with the organization of the Dutch research of remote-sensing techniques applications. The NLR has contributed to the NIWARS-activities. Infrared pictures were taken with a Reconofax infrared scanner and radar recordings were made with a Side-Looking Airborne Radar (SLAR) during flights with the Queen Air laboratory aircraft. Since 1977, the remote-sensing activities are coordinated by the BCRS: a supervising committee in which users of remote-sensing techniques, resorting under a number of Ministries, are represented.

SLAR-measurements and the development of new equipment

SLAR-measurements have shown that data can be obtained concerning sea-wave patterns and seawater circulation. Research is being performed of radar reflectivity processes, in order to improve the interpretation of SLAR-data.

Besides sea-surface phenomena, SLAR-pictures can also yield information on dynamic changes of agricultural crops. The kind and the growth of crops, and the occurrence of deviations can be recorded during the season over large areas. These investigations are carried out as a joint program by Rijkswaterstaat (RWS), Agricultural Institutes at Wageningen, TH Delft, Phys.Lab. TNO, and the NLR.

New SLAR-equipment is being developed. The NLR is concerned with the preprocessing and recording of the data on-board the aircraft, and with the flight testing of the equipment. The NLR will also execute the flight program.

Present status of the processing of the thermal-infrared images

In figure 10, a system is shown for the processing of thermal-infrared data from the Reconofax infrared linescanner. In the aircraft, the FM analog data are recorded, which, after analog-to-digital conversion in the laboratory, are checked and selected for further processing by means of a video quick-look system. Then the selected data are corrected for systematic errors and presented as pictures showing the surface temperature differences. The quick-look system contains a colour-TV in which a variable colour coding is used, in order to facilitate a quick survey of the total temperature image.

This method is very useful to obtain information on temperature distributions over large surface areas.

European remote-sensing activities

The European Space Agency ESA has built a network of ground stations, Earthnet, in order to gather and distribute remote-sensing data obtained by satellites. The ESA has asked all countries involved to appoint a National Point of Contact (NPOC), in order to investigate and to promote the usage of Earthnet data. The Dutch Government has asked the NLR to fulfill this task for the Netherlands. In 1978, the NLR has presented itself as NPOC to potential Dutch users, and has already built up a file of all remote-sensing images of the Dutch territory. Possible applications of these images are being investigated.

Under contract with ESA and NIVR, the NLR and Hollandse Signaalapparaten (HSA) have made a technical design of a low-cost ground user station (LOCUS) for receiving, processing, and distributing data from remote-sensing satellites, specifically for usage in developing countries.

In cooperation with the DFVLR, remote-sensing data obtained with aircraft and with satellites were processed at the data-processing installation DIBIAS of DFVLR. In figure 11, a Landsat-image is shown of "Zuidelijk Flevoland", taken at 11 June 1975. With the help of automatic image classification, an inventory was made of the crops in this area. In figure 12, the distribution of the system-identifying categories is given as a function of the measured reflected radiation intensities in red and infrared. In figure 13, a Landsat-image of the "Waddenzee" is shown, in which the colour composition is made such that water currents are optimally visible.

Application of remote-sensing techniques in the visible and near-infrared part of the spectrum has been proved to be very useful for observation of crops and water. The Landsat-images show that large areas can be observed at the same time, which would not be possible with an aircraft. Nevertheless, the aircraft should be used in cases where the exact moment of observation is important and where a high resolution is required.

1.3 THE DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEMS AT NLR (figs. 14–19; pp. 34–40)

Introduction

The development of information systems is becoming an important part of the NLR-activities. At NLR informatics are mainly applied in the development of information systems to be used in aerospace research, and in aircraft and spacecraft operation. The specific knowledge on aerospace technology plays an important role in the development of these information systems.

First, some general characteristics will be discussed, then a few examples will be given.

The development of information systems

In the development of information systems, a formalized approach is necessary to avoid the technical and organizational problems caused by the large size and different aims of the groups involved in the development procedure: management, users groups with various aims, and informatics specialists with various technical backgrounds. A formalized approach means a clear phasing, with a defined product after each phase, and a formal evaluation of the product by the future system users.

In figure 14, a diagram of information-system development is given. The subsequent phases are: feasibility study, preliminary design, functional system design, technical system design, and realization.

The activities for information-system development

Feasibility study and preliminary design

A feasibility study is carried out in those cases where it is necessary to determine quickly whether the development of a satisfactory computerized system is technically possible for specific processes, and whether the financial and organizational consequences can be accepted by the future users.

In the preliminary design, several possible information systems are described with their (dis)advantages, and with cost estimates and expected characteristics; an analysis of users requirements is the basis of the preliminary design. The preliminary design is the basis for the actual system development and is used in the further design process to define the boundaries of costs and capabilities.

Functional system design

The functional system design consists of the structured users requirements concerning the processes to be executed and the accompanying data files. The relational diagrams are then specified in subsequent levels of detail.

In figure 15, an example is given of such a system: the highest level of an operational management information system to be used on airforce bases. From the input information sets (above the highest horizontal line), the information sets required for the management (below the lowest horizontal line) are derived, alternately using processes (circles) and information sets (parallelograms).

Technical system design

From the functional system design, the technical system design is derived, in which it is denoted how the various functions will be fulfilled. The equipment, the programs, the algorithms and the tasks to be carried out by the user are defined in this stage. At NLR, as much as possible commercially available equipment and programs are used. Three phases can be distinguished; first the technical concept is made, then the system elements are designed in detail, and finally the detailed design is translated into instructions how to make programs and equipment and procedures.

In figure 16, the most general form of the technical concept with its modules is given. Then this diagram has to be refined as far as is necessary by defining modules and submodules. In figure 17, the equipment concept of the operational management system is shown, which has been derived after translation of the technical concept into system elements (equipment, programs, human tasks).

The development of mathematical algorithms

Algorithms have to be developed to obtain information about the measured quantity itself from the body of measured data, or information about related quantities.

In figure 18 an example is given of the first type of algorithm. From the celestial infrared data obtained with the Infrared Astronomical Satellite IRAS, an analytic surface through the measured points is derived, with which the experimental data can be represented with an accuracy within the accuracy of the measurements, and which takes much less computer memory space than the data themselves would. Figure 18 shows lines of constant IR-intensity along the sphere, calculated with the analytic surface.

In satellite control, for instance, the other type of algorithm is used. From the angle between the real attitude and the desired one, the strength of the control moment necessary to correct the attitude is calculated, with the help of the mathematical model representing the relation between the required control moment and the attitude angle and its time dependence.

Examples of large information systems under development

As examples of large information systems at NLR, the following can be mentioned:

- the operating system of the Dutch Infrared Astronomical Satellite IRAS and the programs in the on-board computer;
- a computer-controlled system for data acquisition on-board aircraft;
- the operational management information system OMIS for the Royal Netherlands Airforce;
- the system for processing wind-tunnel measurements.

The OMIS-system is a system in which computer-stored information can be consulted by means of alphanumeric video displays at various airforce bases, in order to control all processes directly related to mission preparation and execution. In figure 17 the equipment is shown: a number of connected computers with telephone and telex lines.

NLR has gained a lot of experience with information systems and has completed many military projects in the past; therefore, the NLR is familiar with military operations in many fields and with security aspects.

In figure 15 the functional system design is given for one military unit. All processes and accompanying data files are shown. Moreover, aspects such as reliability (a redundant computer system) and security (highly qualified information filed only in those places where it is used) could be optimally incorporated.

At present, a prototype OMIS-system is in the laboratory phase, in which programs are being written and tested. The prototype system will be tested at two military units and evaluated. Then, decisions will be made concerning the overall system.

In figure 19 the technical concept for the processing of wind-tunnel data is shown. In all cases, the automatic control of tunnels and equipment is handled by local minicomputers. For the low- and high-speed tunnels in Amsterdam (LST and HST) and the DNW in the Noordoostpolder, the technical concept has been translated in different set-ups for the equipment, due to different operational conditions.

2 RESEARCH

2.1 AERODYNAMICS

Pre-project studies
Fokker F28-Super

Under contract with the Netherlands Aerospace Agency (NIVR) and in cooperation with Fokker-VFW, the aerodynamic design of supercritical wings and of high-lift devices and studies on aero-elastic and aero-acoustic aspects of the new Fokker F28-Super aircraft project were continued.

A design procedure for supercritical wings was completed. Wind-tunnel experiments in the HST on models with various wing tip shapes and boundary-layer transition-point positions were performed. In 1979, half-model measurements will be performed in order to investigate Reynolds-number influence on the off-design wing characteristics. Two-dimensional measurements in the PT at various transition-point fixations were analysed in order to see whether high-Reynolds-number behaviour can be predicted from the Pilottunnel (PT) measurements.

A series of measurements was performed in the LST 3x2 on a supercritical airfoil with improved nose shape. Also a three-dimensional supercritical wing with flaps and slats was investigated.

An approximate method for the calculation of unsteady air loads on vibrating lifting surfaces in transonic flow is being developed. A NASA program for the calculation of two-dimensional flow around airfoils was adapted, extended, and incorporated in a quasi-three-dimensional calculation for predicting unsteady air loads on complete wings.

In the PT, the flow around a supercritical airfoil with vibrating control surfaces was measured. A half-model of a supercritical wing was designed for flutter measurements in the HST, in order to evaluate the calculation method and to investigate the flutter behaviour of supercritical wings.

The research on sound-absorbing materials was continued. Liners of the type that is applied in F28-engines are being investigated. A systematic experimental program was performed on liners of the Helmholtz-resonator type under various circumstances.

A large number of wind-tunnel measurements was performed under contract with foreign aircraft industries (SNIAS, Dassault, VFW-Fokker, and MBB).

Subsonic flow around aircraft
configurations (steady)

A program was written for the design of airfoils with flaps and slats, based on the representation of contour and singularities with cubic Hermite polynomials.

A comparison has been made of the relative accuracy of various programs applying panel methods for the calculation of subsonic flow, in the framework of an AGARD investigation.

Transonic flow (steady)

The computer program in which the "Transonic Small-Perturbation Method" is used for the calculation of nonviscous three-dimensional flow with shock waves around wing/fuselage-combinations was tested and improved.

A preliminary investigation has led to the choice of a combination of several numerical methods (multi-grid method of Brandt and Fuchs and the finite-volume method of Jameson) for the development of a new fast method for the calculation of transonic nonviscous flows with shock waves.

Several transonic-flow calculations were compared in the framework of a GARTEUR-6 investigation.

Research on airfoils

The computer program for the calculation of viscous flows around airfoils with flaps and slats was modified. Evaluation measurements of boundary layers were analysed.

Viscous flow

A fast method for the calculation of three-dimensional boundary layers around more general configurations was developed, programmed and partly tested. Shock-wave/boundary-layer interaction measurements were analysed.

Aero-acoustic studies	The computer program for the calculation of the sound propagation in uniform flow through finite-length circular ducts with partly sound-absorbing walls was developed. The applicability of Namba's method to the calculation of the strength of the sound source of axial compressors was investigated.
Improving wind-tunnel testing	Wall-interference measurements performed in the PT were analysed, in order to evaluate the correction method in which the wall interference is calculated from pressure distributions near the wall. The NLR and ONERA methods for wind-tunnel data correction for two-dimensional wall interference were compared, in a joint NLR/ONERA program. In a GARTEUR program to which ONERA, RAE, DFVLR and NLR contribute, measurements were performed on a vibrating model in several wind tunnels, in order to determine wall-interference effects in this case. When the results were evaluated and compared, the differences in the results appeared to be caused by differences in the steady flow field around the wing in the various tunnels. In the wake of a two-dimensional airfoil, three-dimensional flow effects were measured, which were proved to be caused by small premature local separation. A new four-fold rake was designed and constructed.
Processing of wind-tunnel data	A new system was developed for the processing of HST-measurements, in which a real-time 48-channel system will be used instead of the quick-look system.

2.2 FLIGHT

Aircraft development	Considerable support was given to Fokker-VFW in flight-testing the F27-MPA-aircraft. In cooperation with Fokker-VFW, a new data-acquisition and -processing system for prototype aircraft flight-testing is being developed. Several components of this future system were tested in flight.
Stability and control	The symmetric and asymmetric flight characteristics of aircraft with fully electric primary control systems were investigated on the moving-base flight simulator (VMBS). A mathematical model was constructed for the perception of the outside world by the pilot, as part of a mathematical description of the complete pilot/aircraft system. Experimental evaluation yielded good results. The operational applicability of several approach paths with the use of MLS was investigated with the VMBS, under contract with the RLD. Qualification procedures for ship/helicopter combinations were studied. Equipment and programs were developed for the trials.
Test and measurement techniques for investigations in flight	The reliability and accuracy of the measured and calculated data obtained from aircraft performance measurements in accelerated flight and during dynamic manoeuvres have been studied. The computer programs were improved (e.g. data reduction with splines). The accuracy of the obtained drag polars is at least as high as for the polars obtained in the conventional way. In Brétigny (France) a series of measurements in flight was performed with the STALINS-system, developed by NLR for the measurement of flight trajectories during take-off and landing with an inertial platform. STALINS was compared with the Robot camera system and the CEV STRADA system using lasers and theodolites. The reliability of the STALINS system proved to be better than the reliability of both the Robot and the STRADA system.
On-board and ground equipment	Under contract with the Ministry of Defence, NLR participated in the activities of the NATO NAVSTAR team related to the development of the satellite navigation system NAVSTAR. A multi-DME position determination system was tested in flight in the Queen Air laboratory aircraft. The use of an airborne computer system based on the ROLM-1664 processor is in preparation.

Aircraft operation	Specifications were defined for the measurement and recording system to be used in the new RLD aircraft for the testing and calibration of Dutch radio navigation and landing aids. A computer program for the generation of turbulence in the new KLM flight simulators was evaluated. Under contract with the RLD, the NLR participated in AWOP- and OCP-activities for the ICAO. The AWOP decided to promote the Time Reference Scanning Beam technique as worldwide MLS-technique. The ICAO-document "Procedures for Air Navigation Services/ Aircraft Operations", written by the OCP, was almost completed. A database was designed for filing KLM AIDS-data concerning wind shear. A systematic research program was prepared for the VMBS in order to study the limits of the flight characteristics determined by several safety and airworthiness regulations.
Air-traffic control	The NLR assisted the RLD with regard to the operational aspects of the introduction of the air-traffic control system SARP at Schiphol. Assistance was also rendered to the RLD with the acceptance tests of radars with related equipment and tracking programs. The flight-path calculation programs were evaluated in practice. The development of a Discrete-Address Beacon System was studied. The possible future changes in the air-traffic distribution at Schiphol were investigated together with their influence on the Schiphol capacity. For Eurocontrol, the antenna characteristics of the Leerdam radar were determined by means of measurements in flight. Flight data were produced with a simulation program on the VMBS for the evaluation of an Eurocontrol computer program for the calculation of flight paths of operational aircraft. The NLR participated in the research program of the North Atlantic Systems Planning Group. For the ICAO working group "Review of the General Concept of Separation", the applicability of a "Minimum Navigation Performance Specification" as used in the North-Atlantic region was studied for other areas.
Flight simulation	The computer programs for the VMBS (simulation, turbulence, and data-processing programs) were improved and extended. The mathematical aircraft models were also extended. In the framework of AGARD activities, procedures were developed for a standardized determination of the motion-system characteristics, and the fidelity of flight simulation for pilot training was explored.
Processing of flight-test data	A database management system was implemented on the central CYBER-72 computer, for the filing of administrative and technical information on flight-test equipment together with calibration data.

2.3 STRUCTURES AND MATERIALS

Development projects	Under contract with the NIVR and in coöperation with Fokker-VFW and the Technical University Delft, studies were performed resulting in important conclusions and recommendations concerning the wing structure for the Fokker F28-Super aircraft. Fatigue properties of new aluminium alloys and mixed laminates were determined at various load levels and for differently shaped notches. For mixed laminates an appreciably lower structural weight or longer lifetime could be reached. Considerable progress was made in the investigation of heavily loaded wing-box structures. Activities concerning the application of structures with high composite-material content in wing flaps and slats, wing control surfaces, and tailplane skins were continued. Progress was made in the development of inspection and test procedures for composite structures.
Aircraft loads	Under contract with the NIVR the aircraft response to nonsteady gust loads was further investigated. The "Modulated Gaussian Gust Model" was applied to representative aircraft models and compared with the much simpler "Power Spectral Density" model. The latter model yielded satisfactory results for the design load. Also, an approximate calculation

method was developed to determine loads on aircraft with nonlinear response behaviour. Under contract with the RLD and KLM, aircraft load data recorded during the flight of B747 and B747-combi aircraft were filed in a database.

The influence of load spectrum changes on the fatigue life of Alclad 7075-T6 and 2024-T3 material was determined under contract with the NIVR and the RLD.

Fracture toughness and residual strength

Information on fracture-mechanics applications in designing aircraft structures was obtained from aircraft industries and institutes for compilation of the AGARD "Fracture Mechanics Design Handbook".

A relatively simple analytical model was developed for calculation of the energy dissipation and plasticity corrections at the crack tip, as part of an investigation on crack growth and fracture criteria for thin-sheet specimens.

In cooperation with the RAE and DFVLR, a computer program has been written for the calculation of energy dissipation.

With a new version of the PLASTIC-program the residual strength of a nonstiffened sheet specimen with central hole was predicted. The crack-growth criterion derived from the critical value of the crack-tip opening angle yielded good results.

An analytical model for crack-tip behaviour under variable-amplitude loading is being developed. Plastic deformation at a stationary crack was calculated with finite-element methods and compared with the results of analytical models. The model of Budiansky and Hutchinson will be further investigated.

Calculations were performed to predict tensile-mode crack growth in a lug as part of the investigation of the stress intensity in cracked lugs. The use of finite elements with singular displacement behaviour at the tip resulted in more accurate stress-intensity values.

The convergence of the finite-difference scheme in the STAGS-C program was investigated and tested.

Fatigue

Under contract with the NIVR the fatigue life of notched light-alloy specimens under flight-simulation loading was determined.

The influence of hole expansion on the fatigue life of aluminium lugs under flight-simulation loading was investigated further. The residual strength was measured, micro-hardness tests were performed and the fracture surfaces were photographed. The hole expansion appeared not to influence the static strength of lugs of 2024-T3 and 7075-T6 aluminium alloys. In order to determine the influence of anodized layers on fatigue crack initiation, tension tests were performed in the scanning electron microscope.

Constant-amplitude fatigue tests and static load tests on adhesive-bonded lap joints were performed as a preliminary to flight-simulation load tests.

Nondestructive-testing techniques were studied and further improved.

Evaluation of modern structural materials

Under contract with the NIVR an extensive series of tests was performed to determine the engineering properties of the aluminium alloys 7075-T73, 7175-T736, and 7010, and to compare the results with those of the alloys AZ 74.61 and 7050-T736.

To study fracture mechanisms in composite materials, the relation between individual carbon-fibre strengths and the unidirectional strength of composite was determined as well as the residual strength and fatigue properties at +65°C. In a destructive test program, the impact damage in carbon/epoxy-Nomex sandwich material was measured.

Specimens of hybrid composite material (Kevlar/epoxy skin with carbon/epoxy core) were subjected to residual-strength and fatigue tests.

2.4 SPACEFLIGHT TECHNOLOGY

International projects

The following projects were carried out under contract with the ESA.

The fluctuations in the output signals of gyroscopes to be used in the EXOSAT satellite and in Spacelab were investigated in cooperation with Ferranti.

Programs were written to derive the unknown initial attitude of a gyro-stabilized satellite from star-mapper data, a sensor developed by TPD TNO-TH. The method was also applied to the attitude data of METEOSAT.

The tests of the attitude-control system of the EXOSAT satellite were further prepared.

The application of finite-element methods in the calculation of crack growth in spacecraft structures was investigated.

An evaluation was made of available finite-element methods for the calculation of stress-intensity factors at crack fronts.

National projects

Within the IRAS project the NLR develops the on-board software, tests the attitude-control model and the ground-checkout equipment, and is responsible for the ground operations. The on-board computer is used for the attitude control, the execution of the experimental program, and the data handling and transportation. Its programs will consist of a non-erasable part for the critical functions, and a part that can be adapted by the ground station for e.g. the measurement programs.

A new simulation table for testing the attitude-control system was installed.

The ground-checkout interface software and hardware are almost completed. The hardware is integrated with the equipment at ESTEC. Preparations are being made for the ground operations, which will take place in Slough (U.K.).

Spacelab-experiment

In the fluid-behaviour experiment in Spacelab, the fluid flow in partially filled containers will be studied. During 0-g flights with the Hunter laboratory aircraft, the fluid flow in a perspex container was filmed, in order to obtain data on characteristic flow parameters and to test the equipment. Programs were written for the calculation of flow patterns and the free fluid surface. After evaluation of the theoretical results with the experimental data obtained during the first Spacelab flight, these results will be used for investigations of the interaction between fluid motions and satellite motions.

The engineering model of the equipment is constructed and ready for integration in the Fluid Physics Module in Spacelab.

In cooperation with TPD TNO-TH, an analysis and updating is made of user requirements for several disciplines in Spacelab.

Thermal-vacuum research

Under contract with NIVR, the properties of heat pipes are investigated for application in spacecraft, in cooperation with Fokker-VFW. A theoretical model was made for a variable-conductance heat pipe.

A theoretical and experimental investigation was performed on the applicability of electro-osmosis to influence the heat-pipe conductance.

Spacecraft attitude control

Studies of application of filter techniques to attitude determination were continued. With filter techniques, an optimal estimate of position variables is made with sensor data and with knowledge of the system dynamics. Recursive filtering and batch processing were investigated. Also the applicability of optimal-control techniques to spacecraft attitude control was examined further.

The results of both studies will be evaluated in a demonstration model of a single-axis attitude control system, built from existing satellite components.

2.5 ENVIRONMENT, EARTH OBSERVATION, ENERGY SUPPLY

Environmental aspects of air traffic

Due to the introduction of new governmental regulations concerning standard procedures for aircraft-noise calculations, the computer programs for the calculation of noise loads in the vicinity of airports had to be modified.

The noise load around the airports Schiphol, Rotterdam and Zuid-Limburg were calculated according to the new regulations.

The noise levels recorded with the RLD sound-measuring equipment were analysed.

Data of the Terminal Area Radar of Schiphol Airport were converted into plots of ground paths and profiles of height and velocity of approaching and departing aircraft.

Earth observation

Under contract with Rijkswaterstaat (RWS), earth-survey remote-sensing techniques were further developed. Several IR and SLAR surveys were performed for a variety of purposes.

In cooperation with RWS, Techn. Univ. Delft and Phys. Lab. RNO, the EMI SLAR-equipment will be renewed. The NLR develops the on-board digital data-recording system.

The Dutch Government has appointed the NLR as National Point of Contact, which has to promote the usage and to coordinate the distribution and processing of remote-sensing data obtained by satellite and received by Earthnet. Contacts were made with Dutch users and a file of data on the Dutch territory was established.

A feasibility study on a low-cost ground station for receiving and preprocessing remote-sensing satellite data, specifically for usage in developing countries, was made in cooperation with HSA and under contract with ESA and NIVR.

Wind problems, air pollution and flutter phenomena

The aerodynamic loads and wind hindrance on and the vibrational behaviour of buildings, urban areas, ships, bridges, etc., were investigated by means of measurements in wind tunnels.

Assistance was given to the Waterloopk. Lab. in the research program concerning the vibrational behaviour of the sliding gates used in the Oosterschelddam.

Energy supply

In the framework of the National Project on Wind Energy, the NLR performed aerodynamic and aero-elastic calculations for windmill designs (horizontal- and vertical-axis turbines). A wind-tunnel model of a horizontal-axis turbine was constructed; wind-tunnel measurements will be performed to evaluate the performance calculations. The third phase of the National Project is being prepared.

An Agardograph on the aerodynamic aspects of wind energy was completed.

2.6 INFORMATICS AND APPLIED MATHEMATICS

Under contract with the NIVR, techniques were investigated for the estimation of costs and for the configuration management during the development of information systems. A database is being set up, in which the relevant data for costs and periods of time required for the development are filed.

Programming

After installation of the Evolutionary Database Management System (EDMS), NLR staff was trained in related new information-analysis techniques.

Programs were written for the representation of three-dimensional objects on graphic displays of interactive graphic computer terminals and for the generation of arbitrary symbols.

Applied mathematics

Algorithms were developed for information processing, to be used for information systems and for mathematical models.

In the framework of the IRAS-project, a method was developed for the estimation of surface-B-spline coefficients using a least-squares fitting procedure on the experimental IR-data.

As part of the flight-path reconstruction program used in the method for determination of aircraft characteristics in accelerated flight and during dynamic manoeuvres, a program is being developed for the estimation of parameters and B-spline coefficients which describe the state, out of the B-spline coefficients of the input functions.

The adaptive method for the stabilization of recursive estimation processes were extended and improved.

Mathematical models were developed for the calculation of transonic flow around aircraft structures, with an improved description of the shock waves.

Electronics

Digital techniques for on-line real-time filtering of measurement signals were studied. With these techniques, more types of filtering can be applied and a better reproducibility in signal processing is obtained. A prototype digital filter was developed by NLR and Techn. Univ. Twente.

A series of standard microprocessor printed-circuit boards based on the Motorola-6800 microprocessor was defined and partly designed and tested.

The electromagnetic interference of the cables of the IRAS satellite was analysed with the program EMCEST (Electro Magnetic Compatibility Estimation).

The program SEMCAP (Systems Electro Magnetic Compatibility Analysis Program) was purchased in the USA and implemented on the central CYBER-72 computer.

3 EQUIPMENT

3.1 EQUIPMENT FOR AERODYNAMICS

Low-speed wind tunnels	The construction of the German-Dutch wind tunnel DNW is progressing according to the time-schedule. The NLR supplied support in the development of a data-acquisition and -processing system (hardware and software), the external balance, and the sting support system. For the model tunnel, a traversing mechanism, a turntable and a support for three-dimensional models were designed. In the LST 3x2, a quadruple wake rake was installed. Preparations were made for a new data-acquisition and -processing system in de LST 2x1.2. Specifications were made for the new low-speed wind tunnel in de NOP (3 m x 2.25 m).
Transonic and supersonic wind tunnels	Preparations were made for the modification of the HST compressor to obtain higher Reynolds numbers at transonic speed. A new computer for the local data-processing system of the HST was purchased and put into operation. The EGOIST-system will be extended. New engines were installed for the PT compressor. Preliminary design and cost estimates were made for the transonic insert in the SST. Evaluation measurements were performed in the CSST.
General equipment	A number of six-component strain gauge balances was constructed and calibrated.

3.2 EQUIPMENT FOR FLIGHT-TESTING

Laboratory aircraft	Extensive preparations were made with respect to the introduction of the new laboratory aircraft, a Swearingen Metro II. The specific adaptations to make the aircraft suitable for laboratory purposes were defined. A preliminary design was made of the measurement and recording system for the Metro II, based on the use of a Remote Multiplexer/Demultiplexer Unit (RMDU).
Flight-test equipment	A prototype ARINC simulator for the simulation of FDAU- and ISS-data was constructed. A mobile quick-look system for the processing of PCM-data was made; a second one for the processing of FDAU-data is under construction. A system for high-density digital recording of IR- and SLAR-data was built.
Flight simulator	The equipment for stick-force simulation was improved and the number of digital in- and output computer channels was extended. Techniques were developed for mixing the black-and-white TV-image of the head-up display with the green channel of the colour-TV image of the visual system. The single-seat cockpit was improved by adding a selection possibility for autopilot and flight director, and a tuning possibility for radionavigation frequencies. The double-seat cockpit was provided with control equipment. The DOS/BATCH computer operating system was replaced by a RSX-11M system. Additional possibilities for in-flight selection of various flight characteristics were developed.

3.3 EQUIPMENT FOR STRUCTURES AND MATERIALS RESEARCH

Load equipment	An Apparatus for Testing Large Specimens (ATLAS) was ordered. The related signal conditioner and input controller was designed.
----------------	--

Measurement and calibration equipment	Several pieces of equipment were designed to improve the efficiency of crack-growth measurements. Equipment was designed for measuring crack growth according to the direct-current electric-potential method. The equipment for observing crack initiation was improved and the processing of analog crack-growth recordings is being automatized. The laser grid scanning method was further improved. A photographic material for carrying the grid and suitable for deformations up to 45% was found.
---------------------------------------	---

Data-acquisition equipment	A new data-acquisition system became operational.
----------------------------	---

3.4 EQUIPMENT FOR SPACEFLIGHT TECHNOLOGY

The peripheral equipment of the hybrid computer system PACER-600 and the related software were extended.
 For testing the IRAS attitude-control system, a new simulation table was installed, which can rotate in air bearings around one axis and is adjustable around a second axis.

3.5 EQUIPMENT FOR GENERAL USE

Computer facilities	The MODCOMP concentrator in Amsterdam was provided with a new communication interface and accompanying software, in order to increase the possibilities of communication between Amsterdam and the CYBER-72 in the Noordoostpolder. The number of CYBER terminals was extended.
---------------------	---

Electronic equipment	In the Noordoostpolder, a new calibration room for electronic equipment and a new facility for preparation of printed-through circuit boards were constructed. The vibration table for mechanical testing of electronic equipment was extended with a control unit for stochastic signals. The video quick-look system for presentation of remote-sensing images on colour-TV was completed.
----------------------	--

Technical equipment	The equipment of the workshops in the Noordoostpolder was extended with a large surface plate for the construction of large wind-tunnel model components. A video terminal was installed for faster communication with the CYBER-72.
---------------------	---

4 SCIENTIFIC COMMITTEE NLR—NIVR

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

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

The membership of the Scientific Committee and of the subcommittees is listed in chapter 7 (p. 73 ff.).