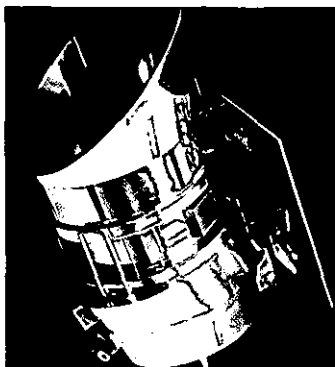
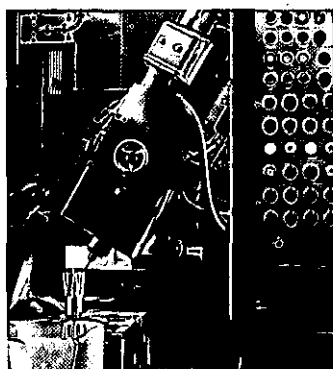
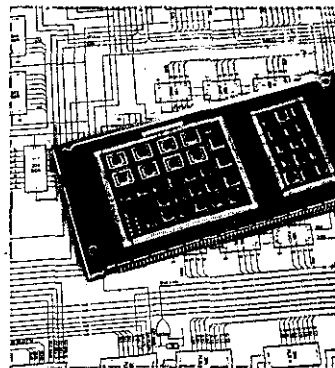
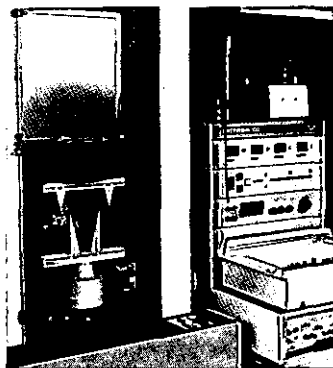


STICHTING

Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium



VERSLAG
OVER HET JAAR

1986

NATIONAAL LUCHT- EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM

Bureau van het Bestuur van de Stichting:

Kluyverweg 1, 2629 HS DELFT
Postbus 126, 2600 AC DELFT
Telefoon (015) 78 80 14 – Telex 38325 (stnlr nl)

Laboratorium Amsterdam:

Anthony Fokkerweg 2, 1059 CM AMSTERDAM
Postbus 90502, 1006 BM AMSTERDAM
Telefoon (020) 511 31 13 – Telex 11118 (nlraa nl)
Telegram-adres Windtunnel Amsterdam
Fax (CCITT code 2/3): (020) 17 80 24

Laboratorium Noordoostpolder:

Voorsterweg 31, 8316 PR MARKNESSE
Postbus 153, 8300 AD EMMELOORD
Telefoon (05274) 28 28 – Telex 42134 (nlrbp nl)
Fax (CCITT code 2/3): (05274) 38 97

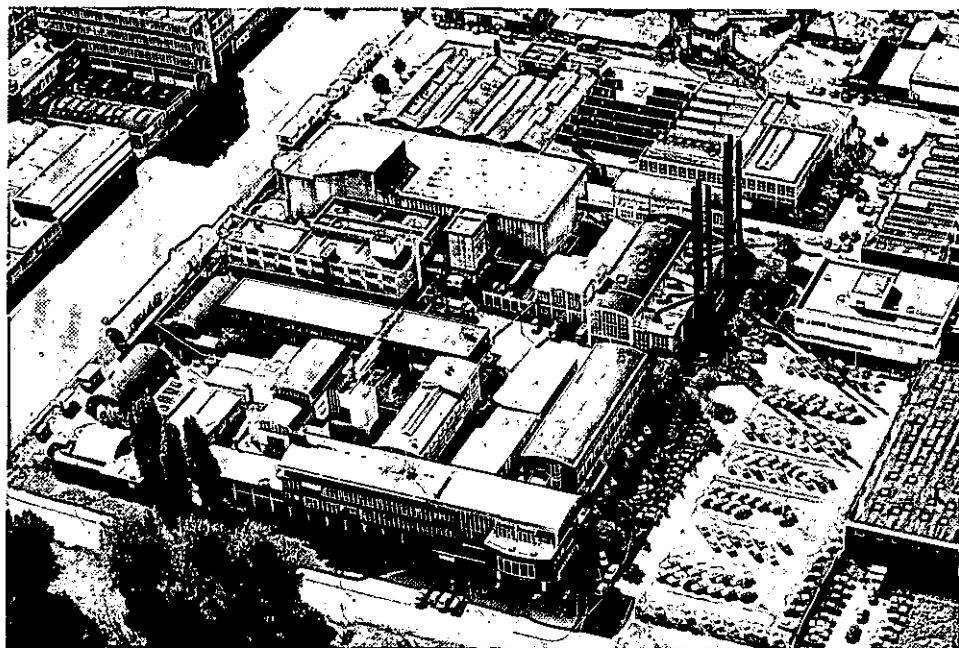
VERSLAG
OVER HET JAAR
1986

STICHTING
NATIONAAL LUCHT- EN
RUIMTEVAARTLABORATORIUM

MET GEGEVENS OMTRENT
DE WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR,
DE INTERNATIONALE SAMENWERKING
IN AGARD-, DNW-, ETW-, EN GARTEUR-VERBAND,
EN OMTRENT DE SAMENWERKING MET INDONESIË



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. C.A. Stants	Minister van Verkeer en Waterstaat voor de Rijksluchtvaartdienst (RLD)
Ir. C. Wit	Minister van Verkeer en Waterstaat voor de PTT
Gen.Maj.ir. J. Hartog	Minister van Defensie voor de Koninklijke luchtmacht (KLu)
KTZT H.S.N. van Kampen	Minister van Defensie voor de Koninklijke marine (KM)
Ir. J.J. Kooyman	Minister van Economische Zaken
Dr. P.A.J. Tindemans	Minister van Onderwijs en Wetenschappen
Drs. B.R. Barten	Minister van Financiën
Ir. M. van der Veen	Fokker B.V.
Mr. G.W. van Hasselt	Koninklijke Luchtvaart Maatschappij N.V. (KLM)
Prof.ir. H. Wittenberg	Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart (KNVvL)
Dr. P.B.R. de Geus	TNO
M.G. Geschiere, Lt.Gen.KLu b.d.	Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR)

DIRECTIE VAN HET NATIONAAL LUCHT- EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM*

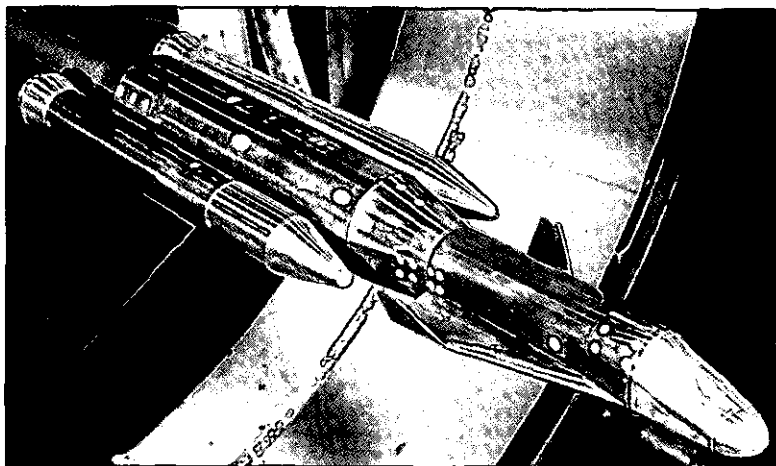
Ir. J.A. van der Blik	algemeen directeur
Dr.ir. B.M. Spee	adjunct-directeur
J.A. Verberne, R.A.	controller

* Samenstelling op 31 december 1986

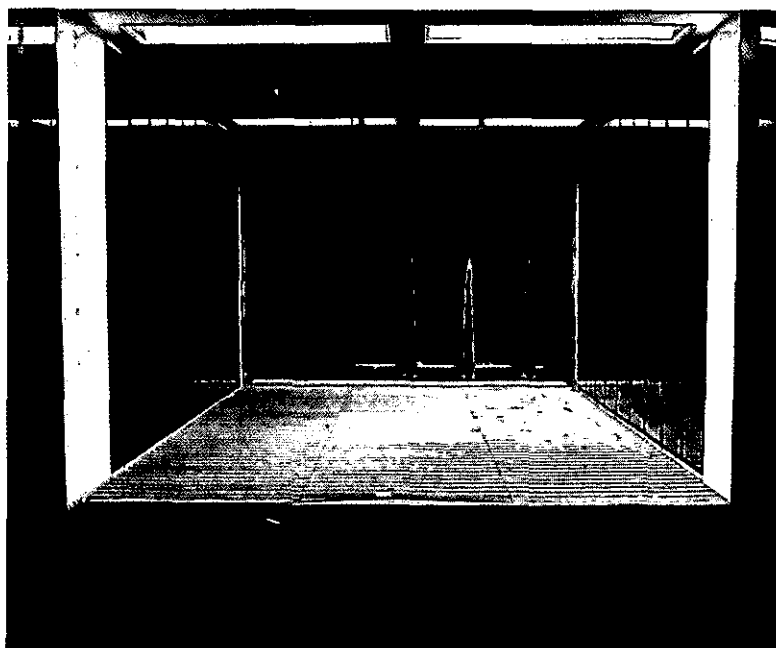
INHOUDSOPGAVE

1	ALGEMENE BESCHOUWINGEN	7
1.1	Bestuur van de Stichting	7
1.2	Activiteiten van de Stichting	8
1.3	Financiële aangelegenheden van de Stichting	10
1.4	In memoriam prof.dr.ir. H.J. van der Maas	12
2	ORGANISATIE EN PERSONEEL VAN HET LABORATORIUM	15
3	OVERZICHT VAN HET WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK	19
3.1	Stromingen	19
3.2	Vliegtuigen	24
3.3	Constructies en materialen	29
3.4	Ruimtevaart en Remote Sensing	33
3.5	Toegepaste informatica	37
3.6	Milieubeheer	43
4	TECHNISCHE OUTILLAGE	45
4.1	Technische outillage voor stromingsonderzoek	45
4.2	<i>Technische outillage voor vliegtuiggebruik en vliegmechanisch onderzoek</i>	45
4.3	Technische outillage op het gebied van constructies en materialen	46
4.4	Technische outillage voor ruimtevaartonderzoek en remote sensing	47
4.5	Technische outillage voor algemeen gebruik	47
5	CAPITA SELECTA	51
5.1	Eigenschappen en toepassingen van composieten	51
5.2	De ontwikkeling van satelliet-grondstations	59
6	BIBLIOTHEEK EN DOCUMENTATIE	66
7	EXTERNE EN INTERNE BETREKKINGEN	69
8	WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR	71
9	INTERNATIONALE SAMENWERKING	73
9.1	Internationale samenwerking in AGARD-verband	73
9.2	Internationale samenwerking in DNW-verband	79
9.3	Internationale samenwerking in ETW-verband	81
9.4	Internationale samenwerking in GARTEUR-verband	82
9.5	Samenwerking met Indonesië op het gebied van luchtvaartonderzoek (Project TTA-79)	85
	Bijlage 1: Publikaties	87
	Bijlage 2: Bijdragen aan congressen en cursussen	98
	Bijlage 3: Verklaring van een aantal van de gebruikte afkortingen	103

Model van de Ariane-5 draagraket met een HERMES 35 ruim-
tependel, in de supersonische tunnel (SST). Met het model, voor-
zien van drie interne balansen, zijn uitvoerige onderzoeken
uitgevoerd in de SST en in de hoge-snelheidstunnel HST.



Een halfmodel van een Airbus-vliegtuig, voorzien van een motor-
simulator, in de hoge-snelheidstunnel HST.

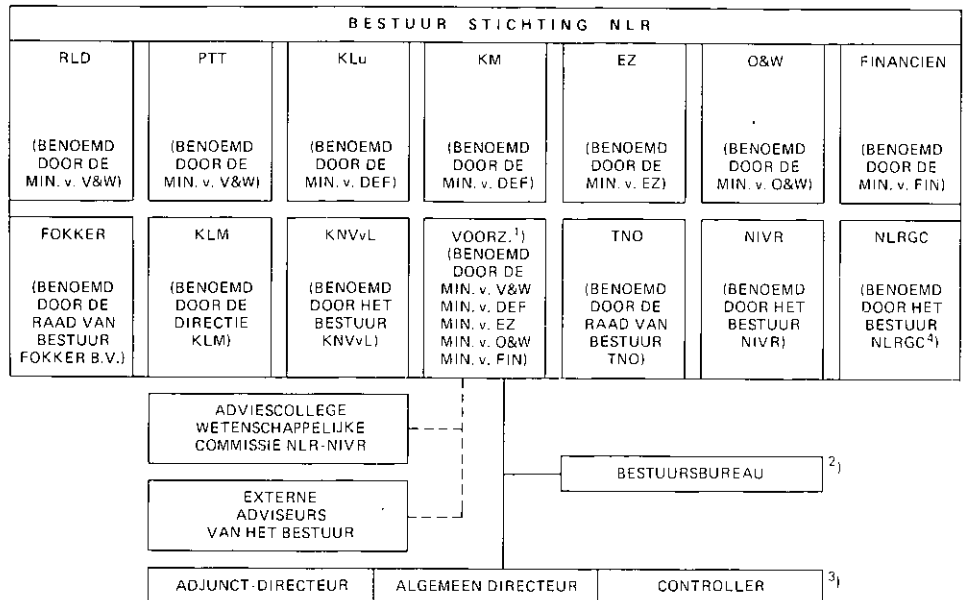


Model van het te bouwen Academisch Ziekenhuis Utrecht in de
lage-snelheidswindtunnel LST 3 x 2.25.

1 ALGEMENE BESCHOUWINGEN

1.1 BESTUUR VAN DE STICHTING

Vergaderingen	Het NLR-bestuur vergaderde op 19 februari, 18 juni, 10 oktober en 18 december. De voorzitter van de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR en de directie woonden de vergaderingen bij. De vergaderingen vonden plaats in de NLR-vestiging Amsterdam, met uitzondering van de juni-vergadering die werd gehouden in de NLR-vestiging Noordoostpolder, zodat het bestuur aanwezig kon zijn bij de opening van de nieuwbouw van de Hoofdafdeling Constructies en Materialen door de Burgemeester van de gemeente Noordoostpolder. De jaarlijkse lunch met leden van de Ondernemingsraad vond plaats na afloop van de oktober-vergadering.
Samenstelling	In de verslagperiode vond een drietal wijzigingen plaats. Generaal-Majoor ir. H. Boekenooen werd per 1 september opgevolgd door Generaal-Majoor ir. J. Hartog. Op 10 oktober werd ir. J. Cornelis opgevolgd door ir. M. van der Veen en per 1 november werd ir. J.J. Kooyman benoemd tot opvolger van drs. B.J.M. Giesen. Het bestuur is de afgetreden bestuursleden grote dank verschuldigd voor hun bijdragen aan de werkzaamheden van het bestuur. Mr. G.W. van Hasselt werd per 24 oktober herbenoemd in de functie van bestuurslid.
Koninklijke onderscheidingen	In het verslagjaar werd prof. Wittenberg benoemd tot Ridder in de Orde van de Nederlandse Leeuw en de heren Cornelis en Van der Blik tot Officier in de Orde van Oranje-Nassau.
Bestuursoverleg	Gedurende het verslagjaar zijn – naast de gebruikelijke onderwerpen als de begrotingen, het werkplan, het financieel verslag etc. – tal van andere onderwerpen in het bestuur besproken. Verwezen moge worden naar het hoofdstuk 1.2, "Activiteiten van de Stichting". Hier wordt volstaan met de vermelding van een viertal punten, die de speciale aandacht van het bestuur vroegen. Allereerst vergden de werkzaamheden voor de Fokker 50 en Fokker 100 projecten en de andere opdrachten aan het laboratorium wederom een meer dan normale inzet van de medewerkers, hetgeen resulteerde in veel overwerk, werken in verschoven werktijd en tijdens (rooster)vrije dagen, alsmede de noodzaak van continue bereikbaarheid. Het bestuur is de directie en de medewerkers veel dank verschuldigd voor de grote inzet die werd betoond en voor de wijze waarop de werkzaamheden zijn verricht. In de tweede plaats werd het overleg met de overheid inzake verhoging van subsidies voor onderzoek en voor investeringen voortgezet. Dit overleg werd mede aan de hand van het Strategieplan (uitgave 1986) gevoerd. Een en ander resulteerde in de structurele verhoging van het subsidie voor investeringen tot een niveau van f 10 miljoen per jaar vanaf 1988. Het verzoek voor de noodzakelijke structurele verhoging van het exploitatiesubsidie kon in 1986, mede gezien de bezuinigingen bij de overheid, niet worden gehonoreerd. In de derde plaats dient de bestelling van een supercomputer van de tweede generatie te worden vermeld. Tenslotte vroegen de ontwikkelingen rond het technologiebeleid in Nederland en speciaal de voorstellen tot wijziging van de bestuurlijke en financiële verhoudingen tussen de Staat en het NLR wederom veel aandacht. Een aantal ambtelijke voorstellen werd behandeld maar dit leidde niet tot een definitief regeringsstandpunt. Verwacht wordt, dat na publikatie van het advies van de Adviescommissie voor de uitbouw van het technologiebeleid (commissie-Dekker), het overleg met de overheid hierover zal worden voortgezet.



- 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.

Ontmoeting Bestuursleden en
Management Team NLR

Tijdens de jaarlijkse ontmoeting van een delegatie uit het bestuur en het Management Team (MT) van het NLR, dit jaar op 15 oktober, is speciale aandacht gegeven aan de ruimtevaartinspanning en aan het helikopteronderzoek bij het NLR.

Voorts dient de goede samenwerking met de medewerkers van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, met de Centrale Accountantsdienst en met de externe adviseurs, waaronder de NLR Computer Commissie, bestaande uit de heren mr. F.E. Schaake en prof.dr.ir. A.J.W. Duyvestijn, te worden vermeld. Ook is het bestuur dank verschuldigd aan de Wetenschappelijke Commissie en de Subcommissies voor de belangrijke adviezen, die het gedurende het verslagjaar mocht ontvangen.

Bestuursbureau

In het verslagjaar werd het bestuur bijgestaan door de secretaris-penningmeester van het bestuur, drs. A. de Graaff en door de stafmedewerkers de heren E.J.H. Bleeker, N. van Dam en J.P. Klok, alsmede mevr. J.J.P. van den Berg.

1.2 ACTIVITEITEN VAN DE STICHTING

Inleiding

Voor de Nederlandse vliegtuigbouw was 1986 een belangrijk jaar. De Fokker 100 maakte op 30 november de eerste vlucht. Het vliegproevenprogramma is daarna op een zeer intensieve wijze van start gegaan en de resultaten, die met het door het NLR geleverde "meet-, registratie- en verwerkingssysteem voor vliegproeven" (MVRS) zijn verwerkt, wijzen erop, dat het ontwerp volledig aan de specificaties voldoet.

Nadat de Fokker 50 in december 1985 de eerste vlucht had gemaakt, is ook het vliegproevenprogramma voor dit vliegtuig met kracht voortgezet. Begin 1986 werd een tweede prototype aan het programma toegevoegd, zodat de vliegproeven in 1986 grotendeels konden worden afgerond. De verkopen voor deze vliegtuigen verlopen zeer bevredigend, zodat met de Fokker 50 en de Fokker 100 een goede basis is gelegd voor de vliegtuigontwikkeling en -bouw in de toekomst.

De ruimtevaart kende in 1986 zowel hoogtepunten als dieptepunten. Een van die dieptepunten vormde het tragische ongeval met de ruimtependel Challenger op 28 januari 1986. Echter, hoogtepunten als de ontmoeting van het ruimtevaartuig Giotto met de komeet van Halley en het succes van de Franse aardobservatie-satelliet SPOT maken het duidelijk dat er een enorme toekomst voor de ruimtevaart is weggelegd. Middels de participatie in de Europese ruimtevaartorganisatie ESA zal Nederland daaraan een bijdrage kunnen leveren.

Binnenlandse opdrachten

In 1986 werd voor f 76 miljoen aan opdrachten verwerkt. Hiervan had f 20 miljoen betrekking op werkzaamheden in het kader van de Fokker 50 en Fokker 100 ontwikkeling. Dit betrof vliegproevenprogramma's, onderzoek in de vluchtsimulator en beproeving van constructiedelen. Daarnaast werd in opdracht van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR) een bescheiden begin gemaakt met het Vliegtuig Technologie Programma (VTP), waarmee de technologische basis voor een verkeersvliegtuig voor de jaren '90 wordt versterkt. Dit draagt bij aan het handhaven van een goede positie van Nederland voor eventuele deelname aan nieuwe vliegtuigprojecten. De opdrachten van de andere grote nationale opdrachtgevers, speciaal de Koninklijke luchtmacht en de Rijksluchtvaartdienst (RLD), waren eveneens omvangrijk. De opdrachten voor de RLD waren deels gerelateerd aan de certificatie van de Fokker 50 en de Fokker 100.

Buitenlandse opdrachten

Het opdrachtenpakket van buitenlandse klanten bereikte in 1986 een recordomvang van f 18,3 miljoen. Het onderzoek had deels betrekking op windtunnelonderzoek deels op andere opdrachten waarbij onder meer de vluchtsimulator van het NLR werd ingezet. Een deel van het windtunnelonderzoek werd uitgevoerd in de DNW. Vanwege de unieke mogelijkheden die de tunnel biedt, werd deze ook benut door Amerikaanse firma's.

Ruimtevaart

In de loop van 1986 werd door de overheid een verhoging van het voor ruimtevaart beschikbare budget aangekondigd. Aan de nadere invulling van de Nederlandse ruimtevaartinspanning in ESA-verband wordt thans de laatste hand gelegd. Daarbij gaat de belangstelling van het NLR o.a. uit naar de geplande robotarm voor het ruimteveer Hermes. Aan het onderzoek aan en het ontwerp, de fabricage en het testen van deze robotarm, het "Hera-project", zal het NLR een belangrijke bijdrage kunnen leveren.

Eigen onderzoek

In 1986 kon het budget voor eigen onderzoek volledig benut worden, ondanks de hoge werkbezetting met opdrachten. In de volgende hoofdstukken wordt uitvoerig stilgestaan bij de onderwerpen die zijn bestudeerd. Hier wordt volstaan met de opmerking, dat steeds duidelijker wordt, dat meer middelen beschikbaar moeten komen teneinde voldoende aandacht te kunnen besteden aan de noodzakelijke verdieping en verbreding van het eigen onderzoek. In een rapport dat de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO) over de Nederlandse R en D inspanning heeft geschreven wordt geconcludeerd dat het noodzakelijk is die inspanning te intensiveren. Naar de mening van het NLR geldt dit zeker voor het lucht- en ruimtevaartonderzoek.

Investerings

In 1986 werd – naast een groot aantal kleine – een beperkt aantal grote investeringen gerealiseerd. Deze betroffen o.m. de uitbreiding van het centraal geheugen en het achtergrondgeheugen van de Cyber-855 computer, conditioneringseenheden voor de Hoofdafdeling Stromingen en een freesmachine. Verreweg de belangrijkste aanschaffing vormde echter de bestelling van een NEC SX-2 supercomputer. Deze supercomputer zal in het begin van 1988 gebruiksgereed zijn, en zal een belangrijk hulpmiddel zijn bij ingewikkelde berekeningen die voor aërodynamische en constructieve ontwerpen nodig zijn.

Nationale en internationale samenwerking

In 1986 werden wederom in nationaal verband afspraken gemaakt op diverse terreinen. Genoemd kunnen worden het ISNaS- en het ICADES programma op het gebied van de toegepaste informatica en het samenwerkingsverband tussen Holec, het NLRGC en het NLR inzake het ontwerp, de bouw en de levering van mensencentrifuges, die gebruikt worden bij de opleiding van vliegers. De formele overeenkomsten voor deze samenwerkingsverbanden worden in 1987 getekend. Voorts werd in 1986 aandacht besteed aan de samenwerking tussen het NLR en de Technische Universiteiten in Nederland inzake de tweede fase opleiding. In hoofdstuk 9 wordt nader ingegaan op een aantal geïnstitutionaliseerde samenwerkingsverbanden die het NLR met buitenlandse instanties kent, t.w. AGARD, DNW, ETW, GARTEUR en TTA-79. Op bilaterale basis wordt vooral met de DFVLR samengewerkt. Daarnaast heeft het NLR samenwerkingsovereenkomsten met andere landen zoals Zweden, de Verenigde Staten van Amerika en Italië. De samenwerking in het kader van de IEPG (Independent European Programme

Group) kreeg gedurende 1986 wat meer vorm, zodat verwacht mag worden dat in 1987 formele overeenstemming kan worden bereikt terzake van onder meer die technologieprogramma's, waarin het NLR zal participeren.

Personeelsbeleid

Uit eind 1986 waren 789 medewerkers bij het laboratorium in vaste dienst en 44 in tijdelijke dienst. Daarnaast waren 15 oproepkrachten en enige tientallen uitzendkrachten voor kortere of langere tijd bij het NLR werkzaam. Daarmee was het personeelsbestand omvangrijker dan ooit. De met deze personeelsomvang gepaard gaande huisvestingsproblemen konden bevredigend worden opgelost.

Gezien de omvang van het opdrachtenpakket en de urgentie bij de uitvoering van sommige opdrachten, moest relatief veel overwerk worden verricht en moest in verschoven werktijd worden gewerkt. Door aanpassing van de arbeidsvoorwaarden en enkele "ad hoc" regelingen konden de consequenties hiervan voor het personeel deels worden opgevangen.

Deze en andere aanpassingen, alsmede de pensioenregeling hebben in het afgelopen jaar veel aandacht gekregen.

Vooruitzichten

In 1987 zal de beproeving van de Fokker 100 en in mindere mate die van de Fokker 50, nog veel aandacht vergen. Voor latere jaren wordt voorzien, dat deze typen nog verder ontwikkeld zullen worden. Daarnaast hebben Europese vliegtuigfabrieken en Airbus aangekondigd, nieuwe typen te zullen introduceren.

Deze ontwikkelingen, in combinatie met de plannen van Defensie voor intensivering van de technologische inspanning en de plannen die voor ruimtevaartactiviteiten bestaan, geven alle vertrouwen in de toekomst van het NLR.

Strategieplan

In het verslag over het jaar 1985 (hoofdstuk 1.4, Achtergronden van het beleid) werd melding gemaakt van de voorbereiding van een strategienota. In augustus werd uitgebracht "Het Strategieplan van het NLR". Hierin wordt globaal aangegeven langs welke lijnen het NLR zich dient te ontwikkelen. De samenvatting van deze nota luidt als volgt:

- Nederland heeft op het gebied van de lucht- en ruimtevaart een sterke positie opgebouwd. Het NLR speelt daarbij een belangrijke rol.
- De vooruitzichten voor de lucht- en ruimtevaart zijn zeer gunstig. De voorziene groei in deze sector zal gepaard gaan met de ontwikkeling van geavanceerde technologieën.
- In de komende jaren zal er een groeiende vraag zijn naar de diensten van het NLR. Er is alle reden het m.b.t. het laboratorium gevoerde beleid met kracht voort te zetten.
- Het beleid van de overheid met betrekking tot de luchtvaart- en ruimtevaartresearch zal moeten worden geïntensiveerd. Dat houdt in een uitbreiding van de capaciteit voor eigen onderzoek en een vergroting van de investeringsmogelijkheden voor het NLR.

1.3 FINANCIËLE AANGELEGENHEDEN VAN DE STICHTING

In het kader van de algemene beschouwingen over de werkzaamheden in 1986 wordt in het onderstaande in het kort aandacht geschonken aan de financiële aangelegenheden van de Stichting.

In de vergadering van 19 februari 1986 heeft het bestuur de herziene exploitatie- en kapitaalbegroting voor 1986 vastgesteld.

In zijn vergadering van 18 juni 1986 stelde het bestuur de financiële jaarstukken van de Stichting over 1985 vast.

De inkomsten over 1986 bedroegen f 113,3 miljoen, waarvan de verdeling in figuur 1 is weergegeven.

De specificatie van de kosten voor het werk in eigen beheer luidt als volgt:

– speurwerkonderzoekingen	f 21,7 mln
– research en ontwikkeling met het oog op de uitrusting van het laboratorium	f 10,1 mln
– wetenschappelijke diensten aan derden	f 1,2 mln
	f 33,0 mln

Uit het subsidie (rijksbijdrage) worden de kosten van in eigen beheer uitgevoerde werkzaamheden grotendeels gefinancierd.

In 1986 werden voor een bedrag van f 12,8 miljoen investeringsverplichtingen aangegaan. Ultimo 1986 stond nog f 4,1 miljoen aan verplichtingen uit.

In 1986 werd op investeringsverplichtingen uit het lopende jaar en uit voorgaande jaren een bedrag ad f 13,5 miljoen betaald. De aan opdrachtgevers doorberekende rente en afschrijving bedroeg f 3,3 miljoen in 1986.

1) DIVERSE BATEN
f 2,1 mln

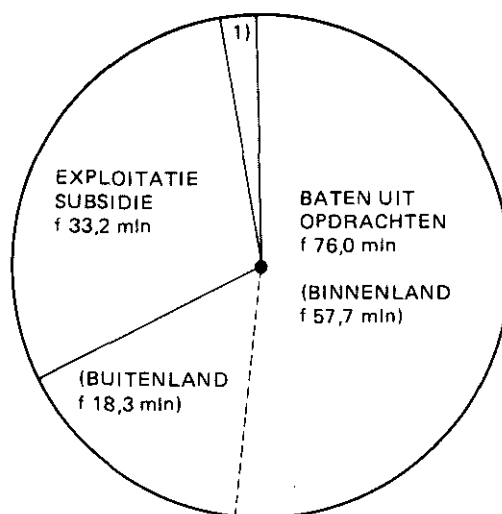


Fig. 1 – De verdeling van de inkomsten over 1986.

1) TOEVOEGING AAN
INVESTERINGSREKENING
f 3,3 mln
2) FINANCIERINGS-
LAS-TEN T.G.V. DNW
f 3,3 mln

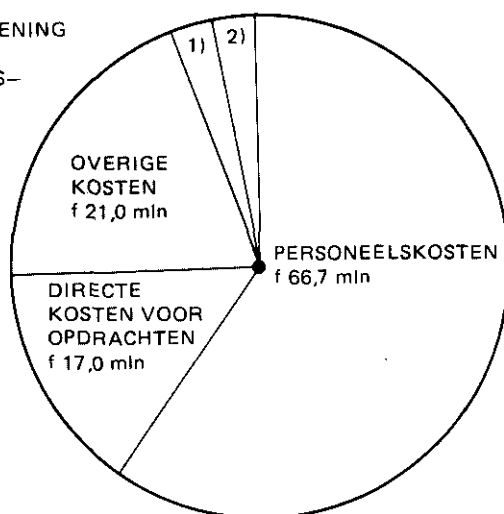


Fig. 2 – De verdeling van de uitgaven over 1986.

1.4 IN MEMORIAM PROF. DR. IR. H.J. VAN DER MAAS



Op 24 februari 1987 overleed op 87-jarige leeftijd prof.dr.ir. H.J. van der Maas. Van 16 oktober 1923, toen hij in dienst trad bij de Rijksstudiedienst voor de Luchtvaart, RSL, waaruit het NLR is voortgekomen, tot 7 mei 1971, toen hij aftrad als voorzitter van het Bestuur van de Stichting NLR, is hij 47½ jaar verbonden geweest aan het laboratorium.

Na een opleiding aan de toenmalige MTS studeerde prof. Van der Maas aan de Technische Hogeschool te Delft waar hij in 1923 het diploma van scheepsbouwkundig ingenieur behaalde. Hij trad in dienst bij de RSL en werd bij de "Vliegtuigen Afdeling" belast met het onderzoek van vliegtuigen in de vlucht. In dit kader ontving hij een volledige vliegopleiding bij de Militaire Luchtvaartafdeling te Soesterberg.

Prof. Van der Maas voerde een zeer groot aantal vliegproeven uit met alle vliegtuigtypen die in de jaren '20 en '30 in Nederland werden gebruikt en waarvan de meeste ook in Nederland waren gebouwd. Meestal vloog hij zelf, soms was hij waarnemer. Voorts vloog hij vele vliegtuigen van buitenlands fabrikaat. De vliegproeven werden veelal in opdracht uitgevoerd, o.a. voor de Militaire Luchtvaartafdeling, de Koninklijke marine, de KLM, de KNILM, Fokker, Koolhoven, Pander, Van Berkel, Spijker en De Schelde. De RSL was tevens belast met de keuring van vliegtuigen voor het verkrijgen van een Bewijs van Luchtwaardigheid. Prof. Van der Maas werd aangesteld als "Rijksvlieger" en moest in die functie de vliegeigenschappen beoordelen voordat dit bewijs door het Bureau Luchtvaart van het Departement van Waterstaat werd verstrekt.

De technisch-wetenschappelijke kennis van de stabiliteit en besturing van vliegtuigen was nog zeer beperkt. Prof. Van der Maas zag kans de basis aanzienlijk te verbreden door het uitvoeren en analyseren van een uitgebreide serie vliegproeven, voornamelijk met de Fokker F VIIA. Dit resulteerde in een voor die tijd uniek document, zijn proefschrift getiteld "Stuurstandlijnen van vliegtuigen; de bepaling ervan door middel van vliegproeven en hare betekenis voor de beoordeling der stabiliteit". Hij promoveerde aan de TH-Delft in 1929. Prof.dr. J.M. Burgers (Werktuigbouwkunde, Stromingsleer) was zijn promotor.

In de jaren '20 en '30 was het doen van vliegproeven vooral moeilijk omdat men zelf grotendeels de meetmethoden en de benodigde instrumentatie moest ontwikkelen. Op grond van schaarse gegevens moest met een proef worden begonnen, de ontwikkelingstijden van nieuwe vliegtuigtypen waren zeer kort, en de beoordeling van de vliegeigenschappen was moeilijk. Er werden soms grote verschillen in de prestaties van vliegtuigen van eenzelfde type geconstateerd.

Prof. Van der Maas ontwikkelde een grote liefde voor zijn vakgebied en in latere jaren kon hij boeiend vertellen over die periode, waarin hij grote steun ontving van dr.ir. E.B. Wolff, directeur van de RSL en later de eerste directeur van het NLL. Dr. Wolff vroeg volledige inzet en doorzettingsvermogen van zijn personeel. Door zijn grote deskundigheid, zijn enorme werkkraft en zijn enthousiasme verdiende prof. Van der Maas deze steun ten volle.

Reeds vóór de tweede Wereldoorlog maakte prof. Van der Maas enige reizen naar de Verenigde staten i.v.m. de afname van Amerikaanse vliegtuigen, waarbij ook een begin werd gemaakt met het leggen van de internationale contacten die later van groot belang waren bij de ontwikkeling van de luchtvaart in Nederland in de naoorlogse periode.

In de jaren '20 en '30 werden o.a. door prof. C.B. Biezeno (Toegepaste mechanica) en prof. J.M. Burgers (Stromingsleer) van de Afdeling der Werktuigbouwkunde van de TH-Delft, belangrijke bijdragen geleverd aan de opleiding en het onderzoek t.b.v. de luchtvaart. In de tweede helft van de jaren '30 ontstond de behoefte aan een afzonderlijke opleiding tot vliegtuigbouwkundig ingenieur. Nog juist voordat Duitsland de oorlog verklaarde aan Nederland werd op 6 mei 1940 prof. Van der Maas benoemd tot hoogleraar in de vliegtuigbouwkunde. Kort daarna werd hij adviseur van het NLR.

Wegens zijn zijn houding tegenover de bezetter was prof. Van der Maas gedwongen enige jaren onder te duiken. Hij heeft deze periode tevens benut om zich grondig voor te bereiden op zijn taak om de Onderafdeling der Vliegtuigbouwkunde, later Afdeling der Vliegtuigbouwkunde en nu Faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek, op te bouwen. In die periode moet hij ook vrijwel alle beschikbare wetenschappelijke luchtvaartliteratuur hebben gelezen en verwerkt. Hierdoor was hij in staat direct na de oorlog een volledige vliegtuigbouwkundige ingenieursopleiding op te zetten.

Vanaf het begin was deze opleiding van internationaal niveau. Het enthousiasme en de gedrevenheid van prof. Van der Maas straalden af op zijn naaste medewerkers en zijn studenten. Gedurende het eerste academische jaar na de oorlog, 1945-1946, werd prof. Van der Maas bovendien gekozen voor de functie van Rector Magnificus van de Technische Hogeschool. Hij was in de kracht van zijn leven en gaf alles wat in hem was. Een klein voorbeeld: alle eerste-jaarsstudenten werden, ook gedurende die uiterst drukke periode, uitgenodigd hem thuis te bezoeken. Hierdoor ontstond bij het begin van de studie reeds een persoonlijke band met zeer veel studenten. Het resultaat van de activiteiten van prof. Van der Maas aan de TH (tegenwoordig TU) is bekend. Er is een bloeiende Faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek met 1200 afgestudeerden, waarvan het merendeel de ruggegraat vormt van de Nederlandse lucht- en ruimtevaart. De eerste jaren na de tweede Wereldoorlog waren beslissend voor de Nederlandse luchtvaart. Nadat een commissie onder leiding van dr. ir. Th.P. Tromp de overheid had geadviseerd over een mogelijke structuur voor de wederopbouw van de vliegtuigindustrie werd het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling NIV, later NIVR, in 1946 opgericht. Van 1946 tot 1970 was prof. Van der Maas voorzitter van de Stichting NIV en had hij de dagelijkse leiding van het bureau van het NIV. De rol en het succes van het NIVR zijn welbekend. Vooral de laatste jaren is er veel belangstelling in binnen- en buitenland voor dit unieke instituut dat tot taak heeft de industriële- en onderzoeksactiviteiten in Nederland op het gebied van de vliegtuigbouw en ruimtevaart te bevorderen.

Het NLL was aan het eind van de jaren '40 begonnen met de uitvoering van de plannen voor modernisering en uitbreiding van de uitrusting. Daarin kwam stagnatie ondanks het feit dat de overheid besloten had de zelfontwikkende vliegtuigindustrie te steunen. Door de Minister van Verkeer en Waterstaat werd een commissie ingesteld bestaande uit ir. J. Blackstone (voorzitter NLL), dr. ir. M.H. Damme (PTT) en prof.dr.ir H.J. van der Maas. Deze commissie bracht begin 1950 advies uit over organisatie, leiding, omvang en financiering van het NLL, mede gelet op de perspectieven van de vliegtuigindustrie in Nederland. Uiteindelijk heeft dit geleid tot de huidige structuur, vorm van financiering en werkwijze van het NLR. Prof. Van der Maas werd op 27 december 1950 benoemd tot voorzitter van het Bestuur van de Stichting NLL. Het lijdt geen twijfel dat het geloof in de toekomst van de luchtvaart en de overtuigingskracht van prof. Van der Maas belangrijke elementen waren in het vertrouwen dat het NLL verwierf bij de overheid om de werkzaamheden op adequate wijze voort te zetten.

Tot 7 mei 1971 was prof. Van der Maas voorzitter van het Bestuur. Het was een gelukkige omstandigheid dat gedurende de jaren '50 en '60 zowel de Afdeling der Vliegtuigbouwkunde van de TH-Delft, als het NIVR en het NLL geleid werden vanuit eenzelfde visie verenigd in de persoon van prof. Van der Maas. Naast zijn technisch-wetenschappelijke belangstelling toonde hij ook een grote organisatorische bekwaamheid. Hij had een goed gevoel voor de financieel-economische aspecten van het NLR. Zo werd in 1957 reeds de functie van "Controller" ingesteld, vervuld door de heer J.C. Viveen r.a. Bij de reorganisatie van het laboratorium in 1967, toen tevens de functie van Adjunct-directeur werd geïntroduceerd, werd de Controller lid van de directie.

Gedurende de periode waarin prof. Van der Maas voorzitter was van het Bestuur kwamen vele belangrijke uitbreidingen van het NLL/NLR tot stand. Prof. Van der Maas werkte hierbij nauw samen met andere bestuursleden en de directie. Ir. A.J. Marx, directeur in de periode 1956-1976, ondervond veel steun van de voorzitter.

Veel aandacht vroeg het complex van installaties voor hoge-snelheidsonderzoek: de hoge-snelheidswindtunnel HST, de supersone windtunnel SST en enkele kleine installaties. Dit complex van installaties werd gebouwd voor de ondersteuning van de Nederlandse vliegtuigontwikkeling, maar prof. Van der Maas bevorderde ook het gebruik door buitenlandse fabrikanten, waardoor het geheel meer rendabel werd en waardevolle ervaring werd opgedaan.

Zijn stimulansen bij het onderzoek in de vlucht met laboratoriumvliegtuigen en later bij de ontwikkeling van vluchtbootsers waren van doorslaggevende betekenis.

Een belangrijke gebeurtenis was de aankoop van het laboratoriumterrein in de Noordoostpolder in 1957. Hiermee kwam voor het laboratorium voldoende ruimte beschikbaar met unieke mogelijkheden voor de toekomst. Gedurende de jaren '60 bevorderde prof. Van der Maas de ruimtevaarttechniek in Nederland. Als lid van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen nam hij deel in de Geofysica en Ruimteonderzoek Commissie (GROC). Bij het begin van de ontwikkeling van de eerste Astronomische Nederlandse Satelliet, de ANS, werden de werkzaamheden van het NIV uitgebreid met het gebied van de ruimtevaarttechniek en werd het NIV tot NIVR. Enige jaren daarvoor was het NLL reeds NLR geworden.

Bij een poging de verdiensten van prof. Van der Maas voor het NLR samen te vatten treden vooral de volgende kenmerken op de voorgrond:

- Zijn liefde en enthousiasme voor de luchtvaart; hij stimuleerde een ieder die met hem in contact kwam.
- Zijn werkkraft en doorzettingsvermogen waren een voorbeeld voor alle medewerkers.
- Zijn grote belangstelling voor de lange-termijn behoeften en de noodzaak te investeren in mensen en in uitrusting.
- Zijn deskundigheid, integriteit en overtuigingskracht waren van doorslaggevende betekenis voor het vertrouwen dat hij bij de overheid genoot.
- Zijn aandacht voor de bedrijfs-economische aspecten van het onderzoek. Dit droeg er toe bij dat het NLR op het gebied van urenverantwoording en kostenbeheer ver voor lag op andere technologische instituten.
- Zijn stimulerende rol in de internationale samenwerking. Hij was o.a. een "founder member" van de AGARD-organisatie, die werd opgericht in 1952. De contacten en samenwerkingsverbanden die daaruit, direct of indirect, zijn voortgekomen, zijn voor het werk van het NLR van grote waarde.

Prof. Van der Maas ondervond grote waardering voor zijn werk in binnen- en buitenland. Hij was Commandeur in de Orde van Oranje-Nassau en Ridder in de Orde van de Nederlandse Leeuw. Van de reeks onderscheidingen die hem werden verleend moeten zeker genoemd worden de Generaal Snijders medaille van de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart en de Theodore von Kármán medaille van de AGARD.

Naast de meer vakgerichte interesse had prof. Van der Maas grote belangstelling voor kerkelijke, culturele en politieke zaken. In zijn persoonlijk leven had hij het geluk zijn leven te mogen delen met mevrouw Van der Maas tot haar overlijden op 2 augustus 1975, na een ruim vijftigjarig huwelijk. Voor zijn kinderen en voor allen die op een of andere wijze betrokken waren bij zijn werk blijft het leven van prof. Van der Maas een bron van inspiratie. De tijd gaat snel, het is goed terug te blikken en zich te realiseren dat de lucht- en ruimtevaartgemeenschap veel te danken heeft aan prof. Van der Maas, die met recht de grote promotor van de Nederlandse lucht- en ruimtevaarttechniek kan worden genoemd.



Prof. dr. ir. H.J. van der Maas (rechts) bij de viering van het tienjarig bestaan van de Rijksstudiedienst voor de Luchtvaart in 1929.

Van links naar rechts: ir. C. Koning, ir. C. Kuipers, ir. F.H. Reyneker, dr. ir. E.B. Wolff (directeur), ir. A.G. von Baumhauer, dr. ir. L.J.G. van Ewijk, dr. ir. H.J. van der Maas.



Prof. dr. ir. H.J. van der Maas bij de viering van het 50-jarig jubileum van het NLR in 1969.

Zittend van links naar rechts de heren W. Stadermann (V en W), lt.gen. H. Schaper (KNVvL), prof.dr.ir. H.J. van der Maas (voorzitter NLR), ir. A.J. Marx (alg.directeur NLR), H. Reinoud (PTT).

Staande van links naar rechts de heren: drs. Th.A.M. Thomassen (Fin.), KtZ (T) A.H.D. Hoppener (KM), gen.maj. G.W. de Zwaan (KLu), dr. J.H. Greidanus (Fokker), J.C. Viveen (controller NLR), dr. H.H. Mooij (TNO), ir. J. Boel (adj. directeur NLR).

2 ORGANISATIE EN PERSONEEL VAN HET LABORATORIUM

Organisatie

De dagelijkse leiding van het laboratorium werd gevoerd door de directie (zie pag. 3). Met de leiding van de hoofdafdelingen en dienstengroepen waren aan het eind van het verslagjaar belast:

Dr.ir. H. Tijdeman*)	<i>leider hoofdafdeling Stromingen</i>
Dr.ir. H.A. Mooij	<i>leider hoofdafdeling Vliegtuigen</i>
Dr.ir. H.P. van Leeuwen	<i>leider hoofdafdeling Constructies en Materialen</i>
Ir. P. Kant **)	<i>leider hoofdafdeling Ruimtevaart</i>
Ir. W. Loeve	<i>leider hoofdafdeling Informatica</i>
Ir. G. Brink	<i>leider Technische Diensten</i>
Ir. W.F. Wessels	<i>leider Algemene Diensten</i>
J.A. Verberne r.a.	<i>leider Administratieve Diensten</i>
Ir. D.J. van den Hoek	<i>algemeen bedrijfscoördinator</i>

*) Met ingang van 1 januari 1987 opgevolgd door prof. ir. J.W. Slooff.

**) Tijdelijk waargenomen door ir. C.A. Schmeitink.

De directie, de leiders van de hoofdafdelingen en dienstengroepen en de algemeen bedrijfscoördinator vormen het Management Team. Het secretariaat wordt gevoerd door mr. E. Folkers (directie-secretaris).

Per 1 januari werd drs. B.P.E. Haeck benoemd tot chef van de afdeling Administratie (OA), als opvolger van de heer M.H.L. Pinke, die per die datum gebruik heeft gemaakt van de regeling voor vervroegde uittreding (VUT).

Eveneens per 1 januari werd ir. H.H. Ottens benoemd tot chef van de afdeling Constructies (SC), als opvolger van dr.ir. G. Bartelds die per die datum benoemd werd tot plaatvervangend leider van de hoofdafdeling Constructies en Materialen, speciaal belast met het "Eigen Werk" en de "Investerings" van die hoofdafdeling. Daarnaast bleef de heer Bartelds chef van de Afdeling S-laboratoria.

Met ingang van 1 mei werd ir. J.P. Hartzuiker benoemd tot staffunctionaris van de hoofdafdeling Stromingen. Voordien was hij leider van de Project Groep ETW, die inmiddels is overgeplaatst naar Keulen-Porz, en tevens mede-afdelingschef van de afdeling Compressibele Aërodynamica.

Met ingang van 1 november werd ir. H.A. Dambrink benoemd tot chef van de afdeling Compressibele Aërodynamica (AC) als opvolger van ir. J.H. van der Zwaan, die per die datum gebruik heeft gemaakt van de VUT-regeling.

Dr.ir. N.J.J. Bunnik verliet het NLR per 1 mei 1986. Per 1 april 1987 werd hij opgevolgd door dr. A.W.B. Kalshoven als afdelingschef van de afdeling Remote Sensing. Deze functie werd in de tussenliggende periode waargenomen door drs. P. Binnenkade.

Ultimo december 1986 was het laboratorium georganiseerd volgens het schema op p. 16.

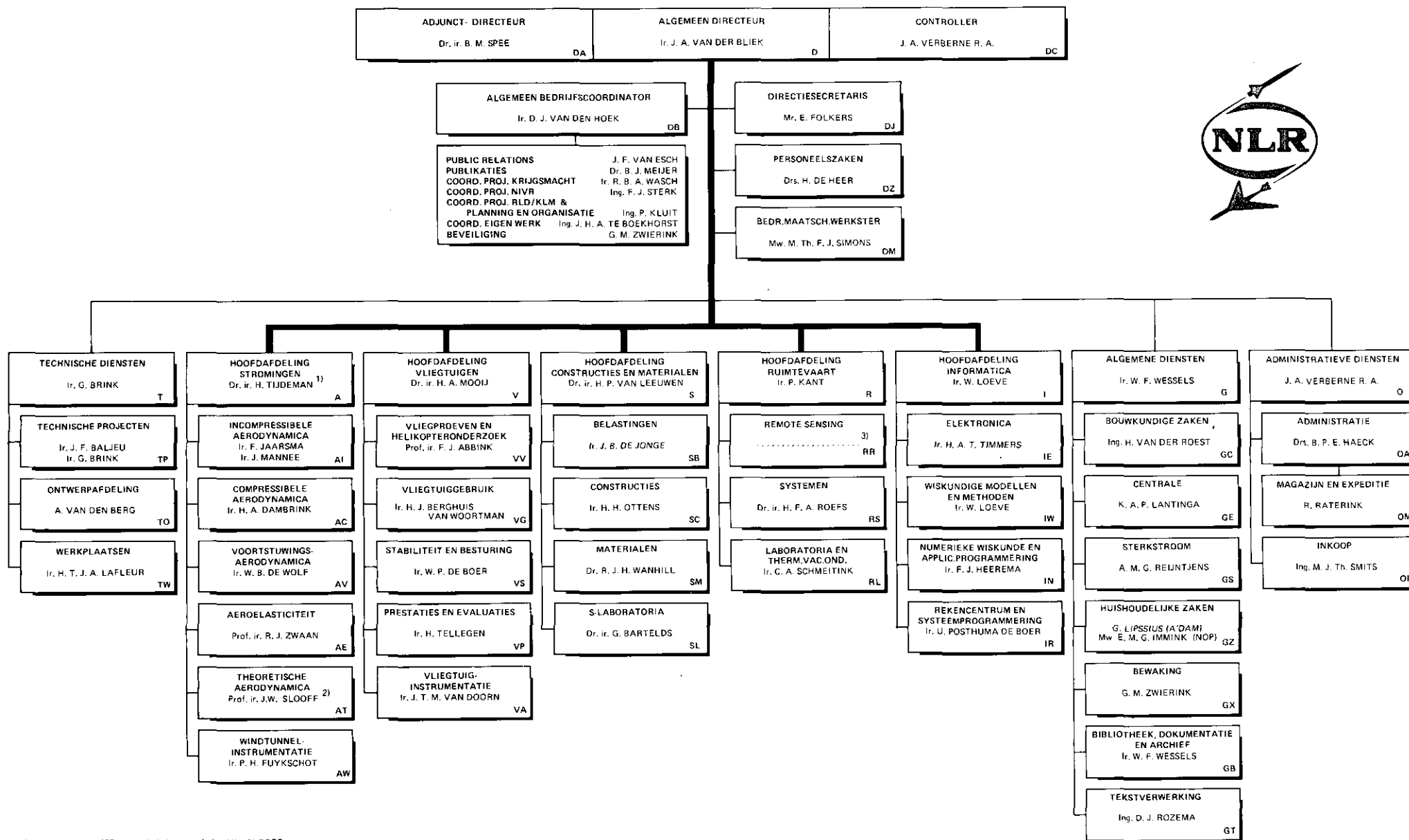
Pensionering en vervroegde uittreding (VUT)

Drie personeelsleden gingen met pensioen:

mevrouw A. Fafié-Schuit (directie-secretaresse), de heer L. Onnekink (Werkplaatsen) ing. A. Pool (Vliegtuiginstrumentatie).

Zes personeelsleden maakten gebruik van de VUT-regeling: de heer M.H.L. Pinke (Administratie), de heer A. Timmer (Tekstverwerking), de heer A. de Voogd (Vliegtuiginstrumentatie), de heer A.C.F. Hagedorn (Tekstverwerking), de heer J. van de Konijnenberg (Bibliotheek, Documentatie en Archief) en ir. J.H. van der Zwaan (Compressibele Aërodynamica).

ORGANISATIESCHEMA VAN HET LABORATORIUM



1) Per 1 januari 1987 opgevolgd door prof. ir. J. W. SLOOFF

2) Per 1 januari 1987 opgevolgd door dr. B. OSKAM

3) Per 1 april 1987 werd dr. A. W. B. KALSHOVEN benoemd

Jubilea	In 1986 waren 23 personeelsleden 25 jaar bij het NLR in dienst.
Koninklijke onderscheidingen	De algemeen directeur, ir. J.A. van der Bliek, en de heer M.H.L. Pinke (voormalig chef van de afdeling Administratie, thans met VUT) werden benoemd tot Officier in de Orde van Oranje-Nassau. De heer L. Onnekink (voormalig medewerker van de afdeling Werkplaatsen, thans gepensioneerd) ontving de eremedaille in zilver, verbonden aan de Orde van Oranje-Nassau.
Assistentie Wetenschappelijk Onderwijs	Vier medewerkers van het NLR waren voor een gedeelte van de werktijd als hoogleraar verbonden aan de Technische Universiteit Delft. Het waren prof.ir. F.J. Abbink, prof.dr. A.E.P. Veldman, prof.ir. R.J. Zwaan en prof.ir. J.W. Slooff.
Personeelsbestand	De personeelsformatie per eind 1986 wordt weergegeven in de tabel op pagina 18 en de spreiding van het personeel over de beide vestigingen in onderstaande tabel.

Personeelsspreiding over de beide NLR-vestigingen op 31 december 1986
(tussen haakjes de cijfers op 31 december 1985)

Personeelscategorie	Amsterdam	Noordoostpolder	Totaal
– Academici en daarmee gelijkgestelden	156 (154)	96 (95)	252 (249)
– Hogere technici en daarmee gelijkgestelden	152 (154)	118 (105)	270 (259)
– Overigen	143 (137)	124 (120)	267 (257)
Totaal	451 (445)	338 (320)	789 (765)

Adviseurs van de directie	In 1986 waren prof.ir. D. Bosman, prof.dr.ir. J. Schijve en prof.dr. G.J. Olsder als adviseur van de directie aan het laboratorium verbonden.												
Stichting Pensioenfonds	Het bestuur van de "Stichting Pensioenfonds van de Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium" was als volgt samengesteld: <table><tr><td>Mr. G.W. van Hasselt</td><td><i>voorzitter</i></td><td rowspan="2">} werkgeversvertegenwoordiging</td></tr><tr><td>J.A. Verberne r.a.</td><td><i>vice-voorzitter</i></td></tr><tr><td>Ing. J.H.A. te Boekhorst</td><td><i>secretaris</i></td><td rowspan="3">} werknemersvertegenwoordiging</td></tr><tr><td>Ir. L.J.M. Joosten</td><td><i>penningmeester</i></td></tr><tr><td>Ing. A. Nederveen</td><td><i>lid</i></td></tr></table>	Mr. G.W. van Hasselt	<i>voorzitter</i>	} werkgeversvertegenwoordiging	J.A. Verberne r.a.	<i>vice-voorzitter</i>	Ing. J.H.A. te Boekhorst	<i>secretaris</i>	} werknemersvertegenwoordiging	Ir. L.J.M. Joosten	<i>penningmeester</i>	Ing. A. Nederveen	<i>lid</i>
Mr. G.W. van Hasselt	<i>voorzitter</i>	} werkgeversvertegenwoordiging											
J.A. Verberne r.a.	<i>vice-voorzitter</i>												
Ing. J.H.A. te Boekhorst	<i>secretaris</i>	} werknemersvertegenwoordiging											
Ir. L.J.M. Joosten	<i>penningmeester</i>												
Ing. A. Nederveen	<i>lid</i>												
Ondernemingsraad	De Ondernemingsraad (OR) bestond uit mevrouw M.E. Zijlstra-Kuiken (secretaris/penningmeester) en de heren C.S. Beers (voorzitter), J. Brugman, R. Frielink, H.W.G. de Jonge, J.W. van der Laan, G. van Lunteren, A.M. van der Nes, A.H.W. Hoeijmakers, H. van der Horst, C.J. Lof, L.H.A. van der Meer en F.J. Sonnenschein (plv. voorzitter).												
Personeelsvereniging	Het bestuur van de Personeelsvereniging bestond aan het eind van het jaar uit mevrouw M.E. Zijlstra-Kuiken (penningmeester) en de heren O.B.M. Pietersen (voorzitter), J. Kuipers (secretaris), A.J. Blomberg, J.P. Floor, E.Th.R. Funck en H. Keppel.												
Activiteiten PF, OR en PV	Over de activiteiten van de Stichting Pensioenfonds (PF), de Ondernemingsraad (OR) en de Personeelsvereniging (PV) wordt verslag gedaan in het Sociaal Jaarverslag van het NLR.												

NLR-PERSONEELSFORMATIE EIND 1986
(tussen haakjes de cijfers van eind 1985)

		Academici en daarmee gelijkgest.	Hogere technici en daarmee gelijkgest.	Overigen	Totaal
DIRECTIE		3 (3)	- (-)	- (-)	3 (3)
- Directiestaf		9 (10)	11 (11)	1 (1)	21 (22)
		12 (13)	11 (11)	1 (1)	24 (25)
HAFD. STROMINGEN	A	2 (1)	1 (1)	3 (2)	6 (4)
- Incompr. aërodynamica	AI	12 (12)	5 (4)	6 (6)	23 (22)
- Compr. aërodynamica	AC	8 (10)	17 (17)	14 (14)	39 (41)
- Voortstuwingsaërodynamica	AV	5 (7)	3 (2)	4 (4)	12 (13)
- Aëroelasticiteit	AE	8 (7)	2 (2)	1 (1)	11 (10)
- Theoretische aërodynamica	AT	10 (10)	- (-)	- (-)	10 (10)
- Windtunnelinstrumentatie	AW	6 (4)	9 (8)	7 (7)	22 (19)
- DNW	AD	3 (3)	10 (7)	11 (12)	24 (22)
		54 (54)	47 (41)	46 (46)	147 (141)
HAFD. Vliegtuigen	V	2 (2)	- (-)	2 (2)	4 (4)
- Vliegpr. en helikopteronderz.	VV	21 (19)	10 (10)	1 (1)	32 (30)
- Vliegtuiggebruik	VG	17 (15)	7 (7)	2 (1)	26 (23)
- Stabiliteit en besturing	VS	13 (14)	9 (9)	2 (1)	24 (24)
- Prestaties en evaluaties	VP	5 (4)	1 (1)	- (-)	6 (5)
- Vliegtuiginstrumentatie	VA	13 (15)	32 (33)	15 (10)	60 (58)
		71 (69)	59 (60)	22 (15)	152 (144)
HAFD. CONSTR. en MAT.	S	1 (1)	- (-)	1 (1)	2 (2)
- Belastingen	SB	6 (6)	3 (2)	- (-)	9 (8)
- Constructies	SC	7 (10)	1 (2)	1 (1)	9 (13)
- Materialen	SM	6 (6)	4 (3)	- (-)	10 (9)
- S-Laboratoria	SL	3 (-)	7 (5)	15 (13)	25 (18)
		23 (23)	15 (12)	17 (15)	55 (50)
HAFD. RUIMTEVAART	R	2 (2)	- (-)	1 (1)	3 (3)
- Remote sensing	RR	3 (4)	3 (3)	- (-)	6 (7)
- Systemen	RS	11 (11)	1 (1)	- (-)	12 (12)
- Lab. en therm. vac. onderzoek	RL	5 (5)	6 (5)	2 (2)	12 (12)
		21 (22)	10 (9)	2 (3)	33 (34)
HAFD. INFORMATICA	I	3 (3)	- (-)	2 (2)	5 (5)
- Elektronica	IE	12 (11)	22 (21)	10 (11)	44 (43)
- Wisk. modellen en methoden	IW	11 (10)	- (-)	- (-)	11 (10)
- Num. wisk. en appl. program.	IN	17 (17)	27 (29)	4 (3)	48 (49)
- Rekencentr. en syst. program.	IR	16 (15)	13 (14)	12 (11)	41 (40)
		59 (56)	62 (64)	28 (27)	149 (147)
TECHNISCHE DIENSTEN	T	1 (1)	- (-)	1 (1)	2 (2)
- Techn. projecten	TP	4 (4)	6 (6)	1 (2)	11 (12)
- Ontwerpafdeling	TO	- (-)	12 (12)	3 (3)	15 (15)
- Werkplaatsen	TW	1 (1)	9 (8)	34 (34)	44 (43)
		6 (6)	27 (26)	39 (40)	72 (72)
ALGEMENE DIENSTEN	G	2 (2)	1 (1)	- (-)	3 (3)
- Bouwkundige zaken	GC	- (-)	2 (2)	1 (1)	3 (3)
- Centrale	GE	- (-)	4 (3)	10 (10)	14 (13)
- Sterkstroom	GS	- (-)	2 (2)	8 (7)	10 (9)
- Huishoudelijke zaken	GZ	- (-)	2 (2)	30 (29)	32 (31)
- Bewaking	GX	- (-)	- (-)	9 (9)	9 (9)
- Bibl., documentatie, archief	GB	2 (2)	3 (3)	6 (6)	11 (11)
- Tekstverwerking	GT	- (-)	4 (7)	28 (27)	32 (34)
		4 (4)	18 (20)	92 (89)	114 (113)
ADMINISTRATIEVE DIENSTEN	O	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
- Administratie	OA	1 (1)	15 (13)	14 (14)	30 (28)
- Magazijn en expeditie	OM	- (-)	1 (-)	3 (4)	4 (4)
- Inkoop	OI	1 (1)	5 (3)	3 (3)	9 (7)
		2 (2)	21 (16)	20 (21)	43 (39)
TOTAAL GENERAAL		252 (249)	270 (259)	267 (257)	789 (765)

3 OVERZICHT VAN HET WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK

3.1 STROMINGEN

Vliegtuigproject Fokker 50

Onderzoek werd uitgevoerd aan het inlaatkanaal van de motor van de Fokker 50, waarbij een deel van de motorgondel in de lage-snelheidswindtunnel LST 3 x 2.25 werd onderzocht teneinde de aërodynamische effectiviteit van de koeler te verbeteren. De rapportering over experimenteel onderzoek in de LST 3 x 2.25 naar de invloed van de schroefslipstroom op de motorinlaat- en motoruitlaatstroming van het vliegtuig werd vrijwel afgerond.

Vliegtuig Technologie Programma (VTP)

In dit programma ligt de nadruk bij het aërodynamisch onderzoek op schroefvoortstuwing, verbetering van het aërodynamisch rendement en technologische middelen voor configuratie-studies.

Schroefvoortstuwing

Er werden voorbereidingen getroffen en er werd een opstelling gespecificeerd voor onderzoek naar het effect van een propellerslipstroom op een geschematiseerde pijlvleugel, te zijner tijd uit te voeren in de hoge-snelheidswindtunnel HST. Tevens werd gewerkt aan de ontwikkeling van een methode voor het berekenen van de aërodynamische prestaties en de slipstroom van propellers. Een rekenmodel voor het geluid van een axiaal aangestroomde propeller werd getoetst aan meetresultaten, eerder verkregen in de Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW) aan een model van de zesbladige Fokker 50 propeller.

Het onderzoek aan de geluidsdoorgang door rompwandpanelen werd voortgezet. In het bijzonder werd gewerkt aan de verificatie van een rekenmodel aan de hand van metingen van de paneelresponsie.

Aërodynamisch raffinement

Een verbetering van de aërodynamische kwaliteit van de huidige generatie vliegtuigen is mogelijk door een vergroting van de effectiviteit van de draagkrachtverhogende middelen, die bij start en landing gebruikt worden. In dit kader is het essentieel het inzicht te vergroten in de invloed van schaal- en compressibiliteitseffecten op het functioneren van de start- en landingskleppen. Hiertoe zijn uitgebreide en gedetailleerde metingen in uitvoering in de windtunnels LST en HST aan een aantal tweedimensionale vleugelklepconfiguraties bij verschillende Reynolds- en Machgetallen. Het onderzoek vindt plaats in samenwerking met andere Europese luchtvaartlaboratoria (GARTEUR). Het totale programma omvat metingen tot ware-grootte getallen van Reynolds aan tweedimensionale modellen, metingen aan een halfmodel van een vleugel met dezelfde kleppen, en vliegproeven.

De ontwikkeling van het rekenprogramma VISPAN voor het berekenen van de viskeuze stroming met loslating om meervoudige profielen werd voortgezet. Ook is verder gewerkt aan het programmasysteem INSYST bestemd voor het ontwerpen van vleugels met een in transsone stroming voorgeschreven drukverdeling. Onderdelen van dit systeem werden overgedragen aan Fokker. Verder werd een methode, COMMA, geformuleerd voor het berekenen van de stroming om driedimensionale vleugels met draagkrachtverhogende middelen.

Configuratie-onderzoek

Het computerprogrammasysteem PDAERO werd uitgebreid met de modellering van voortstuwingeffecten en met een berekeningsmethode voor stabiliteitsafgeleiden. Dit programmasysteem is bestemd voor het doorrekenen, tijdens de voorontwerpfase, van de belangrijkste aërodynamische eigenschappen van een groot aantal varianten van een vliegtuigconfiguratie.

Overig onderzoek op het gebied van stromingsberekeningen

De snelle vooruitgang van de computertechnologie en die op het gebied van numerieke methoden verruimen de mogelijkheden voor numerieke stromingssimulatie nog voortdurend. Aërodynamische rekenmethoden en numerieke stromingssimulaties kunnen niet meer worden gemist bij het ontwerpen van aërodynamisch geschikte vormen, bij het kiezen (de voorselectie) van modelconfiguraties voor experimenteel onderzoek in de windtunnel, bij de analyse van resultaten van experimenteel onderzoek en evenmin bij de "vertaling" daarvan naar ware-grootte situaties in de vrije vlucht.

Bij het NLR worden al gedurende een aantal jaren methoden ontwikkeld voor het berekenen van niet-viskeuze stromingen gekoppeld aan grenslaagmethoden (z.g. "zonal methods"), terwijl een aanvang is gemaakt met het ontwikkelen van methoden op basis van de Navier-Stokes-vergelijkingen. Verder wordt aandacht besteed aan het uitbreiden van toepassingen van numerieke methoden in het ontwerpproces, waarbij technieken voor het bepalen van optimale druk- en belastingverdelingen worden gebruikt in combinatie met inverse methoden waarmee de bijbehorende geometrie kan worden bepaald.

Niet-viskeuze stromingen

De ontwikkeling van de nieuwe panelenmethode AEROPAN voor het berekenen van de potentiaalstroming om gecompliceerde vliegtuigconfiguraties zoals bij start en landing, werd voortgezet. AEROPAN zal in fysisch opzicht een ruimer toepassingsgebied hebben dan de huidige panelenmethoden en in numeriek opzicht nauwkeuriger zijn. Voor het tweedimensionale geval werd gewerkt aan snelle oplosprocedures.

Voor driedimensionale stromingen werd een versie voor kanaalstromingen gerealiseerd en werd aandacht besteed aan de "preprocessor" die de invoer voor het rekenprogramma genereert.

Met het programmasysteem MATRICS zijn met succes transsonne berekeningen uitgevoerd voor een eenvoudige configuratie, met en zonder propellerslipstroom. Met dit programmasysteem, gebaseerd op de potentiaaltheorie en gebruik makend van eindige-volume discretisering en "domain splitting", kan de transsonne stroming om transportvliegtuigen in de kruisvlucht worden berekend.

Het programmasysteem werd aan Fokker overgedragen. Gewerkt is aan een MATRICS "post processor" voor de bepaling van de diverse componenten van de weerstand.

De samenwerking met FFA (Zweden) op het gebied van netwerkgeneratie verloopt bevredigend; een eerste romp/vleugel versie van het programma daarvoor met zowel C-H als C-O topologie wordt begin 1987 van FFA verwacht.

Het programma F57NLR, voor het berekenen van Euler-stromingen om geïsoleerde vleugels, kwam gereed. Het werd uitgetest op drie verschillende supercomputers. Vervolgens werd begonnen aan verdere ontwikkelingen van het programma gericht op het simuleren van onder andere propellerslipstromen. Belangrijk was de keuze van het technisch concept. Dit gaat uit van drie hoofd delen van het programmasysteem, te weten een roostergenerator, een "flow solver" en een "flow visualizer".

Eind 1984 werd begonnen met experimenteel onderzoek aan een delta-vleugel in het kader van het "International Vortex Flow Experiment", een samenwerkingsverband met FFA (Zweden); AFWAL (USA); DFVLR, MBB en Dornier (BRD), en de Technische Universiteiten van Braunschweig (BRD) en Delft. Het onderzoek werd afgerond met metingen in de supersone windtunnel SST. Hierdoor is een unieke verzameling van gegevens over drukverdelingen en oppervlakte-stroomlijnpatronen verkregen voor getallen van Mach van 0,4 tot 4. Deze gegevens zullen gebruikt worden voor de toetsing van rekenresultaten van "Euler methoden".

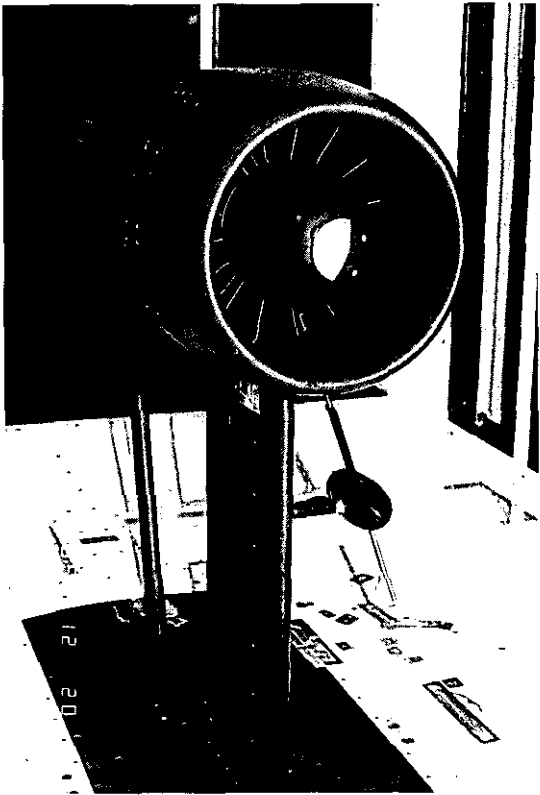
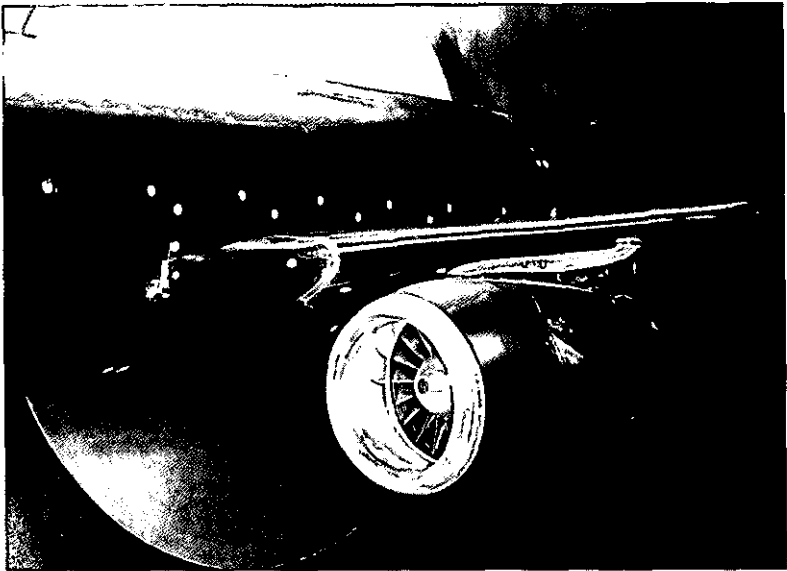
Viskeuze stromingen

Het programmasysteem VISTRAFS voor het berekenen van viskeuze profielstromingen en koppeling daarvan met de niet-viskeuze buitenstroming werd aan numerieke validatietests onderworpen. Voor berekeningen bij hoge getallen van Mach met fijne rekenroosters bleek het programma nog onvoldoende robuust. Een voorlopige versie van het programma werd overgedragen aan Fokker.

De in 1985 uitgevoerde metingen in de HST aan het profiel NLR-7301 werden geanalyseerd met speciale aandacht voor de viskeuze effecten in afhankelijkheid van het getal van Reynolds. Een aantal significante testcondities zijn geselecteerd ten behoeve van de validatie van het programmasysteem VISTRAFS. Een herevaluatie vond plaats van het voorgestelde turbulentiemodel voor het rekenprogramma VISIAN, dat deel uitmaakt van het programmasysteem VISTRAFS waarmee de viskeuze stroming om transsonne profielen in sterke interactie met de buitenstroming wordt berekend.

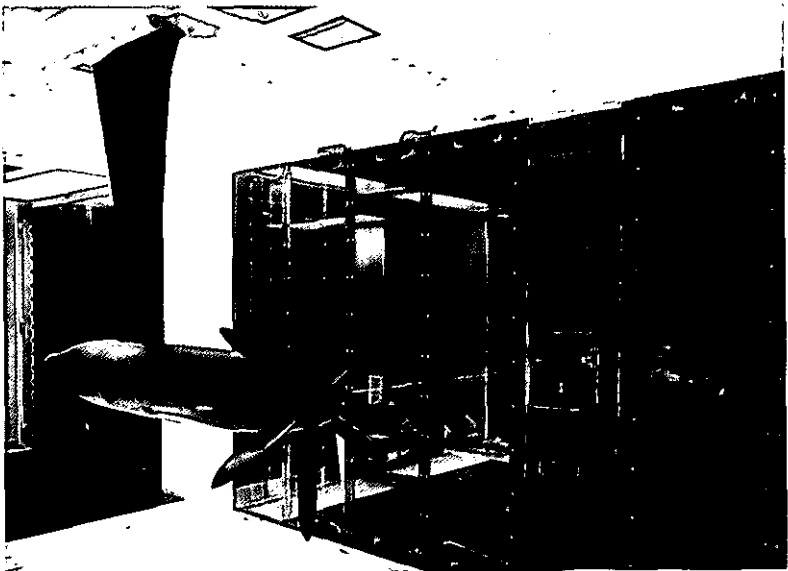
Het programma BOLA voor grenslaagberekeningen werd aangepast en gecombineerd met de stabiliteitscode COSAL voor de voorspelling van omslag in driedimensionale compressibele grenslagen. Met dit grenslaagprogramma zijn laminaire en turbulente grenslaagberekeningen uitgevoerd voor een ellipsoïde onder een invalshoek, om te onderzoeken tot hoever het driedimensionale open loslaatgebied berekend kan worden met deze directe (niet-interactieve) grenslaagmethode.

Halfmodel van een Airbus, voorzien van een motorsimulator, in de hoge-snelheidstunnel HST (detail).



Opstelling voor het bestuderen van fan-lawaai, in de lage-snelheidstunnel LST 3 x 2.25.

Demonstratiemetingen met laser-snelheidsmeters werden uitgevoerd in de lage-snelheidswindtunnel LST 3 x 2.25. Daarbij werd het snelheidsveld gemeten in de slipstroom en tussen de bladen van een model van de zesbladige propeller van de Fokker 50.



In de LST 3 x 2.25 werden experimenten uitgevoerd in het nabije zog van een profiel, om meer inzicht te verkrijgen in gevonden verschillen tussen de berekende en de gemeten weerstand bij dit profiel.

Turbulentiemetingen in het zog boven een klep, voor het verzamelen van empirische gegevens over turbulentie, werden voortgezet. Deze gegevens zullen worden gebruikt voor het verbeteren van turbulentiemodellen in berekeningsmethoden voor dit type stromingen.

In het kader van GARTEUR werd gewerkt aan een gezamenlijk Europees experiment betreffende meting van driedimensionale grenslagen in twee Europese lage-snelheidstunnels. Met verschillende technieken zullen uitgebreide turbulentiemetingen in de grenslaag van een halfmodel van een pijlvleugel en in het zog erachter plaatsvinden.

Rekenmethoden op basis van Navier-Stokes-vergelijkingen

Voor het berekenen van complexe stromingssituaties zijn rekenmethoden gebaseerd op Reynolds-gemiddelde Navier-Stokes-vergelijkingen gewenst, bijvoorbeeld bij vleugels met uitgeslagen kleppen en bij uitlaatstralen van dubbelstroom-straalmotoren. Een aanzet werd gegeven voor de ontwikkeling van een netwerkgenerator voor tweedimensionale stromingen om meervoudige profielen.

Ontwerpmethoden

In 1985 werd het programmasysteem CADOS ontwikkeld, voor het ontwerpen van gewenste drukverdelingen met behulp van wiskundige optimalisatie. In 1986 werd een groot aantal berekeningen uitgevoerd, voornamelijk om inzicht te verkrijgen in de doelmatigheid van dit programmasysteem. CADOS bleek een nuttig maar niet altijd robuust hulpmiddel te zijn bij het aërodynamisch ontwerpproces.

Het interactieve programmasysteem MAD, dat de huidige programmatuur voor het berekenen en ontwerpen van zowel enkelvoudige als meervoudige profielconfiguraties bestuurt, is op enige punten verbeterd.

Natuurlijke laminaire stroming

Met behulp van het programmasysteem MAD is het ontwerp van een zogenaamd Natural Laminar Flow (NLF) profiel uitgevoerd. Het gaat er bij dit type profiel om, de grenslaag onder invloed van een gunstige drukgradiënt zo lang mogelijk laminair te houden. Daardoor kan een aanzienlijke vermindering van de wrijvingsweerstand worden verkregen. Het ontworpen profiel, NLR 8602, kenmerkt zich door laminaire stroming over 60% van de boven- en onderzijde van het profiel voor een ontwerpgetal van Mach van 0.65 en een ontwerp-liftcoëfficiënt van 0.5. Het profiel is eind 1986 in de HST beproefd; de resultaten worden nog geanalyseerd.

Voor het ontwerpen van NLF-profielen is het essentieel over betrouwbare methoden te kunnen beschikken waarmee de ligging van het omslagpunt van laminaire naar turbulente stroming kan worden voorspeld. Een aantal elders ontwikkelde methoden en criteria werd geïmplementeerd en geëvalueerd.

Ten slotte werden in samenwerking met de hoofdafdeling Vliegtuigen drukverdelingen en grenslaagprofielen gemeten aan de vleugel van het Metro-laboratoriumvliegtuig. Evaluatie van de meetmethode was het belangrijkste oogmerk van deze meting, maar tevens kon worden vastgesteld dat de oppervlaktekwaliteit van de Metro-vleugel zodanig is dat er nauwelijks natuurlijke laminaire stroming voorkomt.

Voortstuwingsaërodynamica

In samenwerking met Messerschmitt-Bölkow-Blohm (MBB) werden in de HST krachtenmetingen uitgevoerd aan een halfmodel van een Airbus, voorzien van een TPS-motorsimulator ("Turbine Powered Simulator"). Dankzij een zeer zorgvuldige ijkprocedure kon een reproduceerbaarheid bereikt worden van 0,0001 in de weerstandcoëfficiënt (één "drag-count"). Om ijking van de motorsimulator mogelijk te maken tot Mach 0,82 werd de afzuigcapaciteit van de ijkinstallatie tijdelijk vergroot met een compressor beschikbaar gesteld door de Duits-Nederlandse Windtunnel.

Door diverse leveranciers werden demonstratiemetingen met behulp van lasersnelheidsmeters uitgevoerd achter de zesbladige modelpropeller (schaal 1:5) van de Fokker 50 in de LST. Hierbij kon een zeer gedetailleerd beeld van het snelheidsveld in de slipstroom en tussen de propellerbladen worden verkregen.

Aëro-elasticiteit

Door het NLR is een computerprogramma ontwikkeld voor het berekenen van luchtkrachten op trillende, dragende en niet-dragende lichamen in compressibele uniforme stroming, ARSPNCS genaamd, dat zeer flexibel in toepassingsmogelijkheden is. Voor subsone stroming werd het programma met succes beproefd op verschillende vleugelconfiguraties (al dan niet met vleugellasten), waaronder een tweedimensionale vleugel met uitgeslagen trillende klep.

Verder werd een begin gemaakt met de uitbreiding van ARSPNSC voor de toepassing in supersone stroming en voor de toepassing op vleugels met wervelvlakken vanaf de voorrand in laag-subsonische stroming en onder grote invalshoeken.

Het rekenprogramma FTRAN3 voor het berekenen van trillende driedimensionale vleugels in transsonische stroming werd toegepast op een rechte superkritieke vleugel, om de resultaten ervan te kunnen vergelijken met die van elders uitgevoerde berekeningen.

De programma's TULIPS ("time-accurate") en FTRANC ("time-linearized"), voor het berekenen van trillende tweedimensionale vleugels in transsonische stroming, werden op een aantal punten verbeterd. De programma's werden met succes geëvalueerd door hun resultaten voor enkele standaardconfiguraties onderling te vergelijken. Verder is de verwerking van de resultaten van drukmetingen aan een (stilstaand) superkritiek profiel met zogenaamde "buzz"-verschijnselen in de HST voortgezet. Deze resultaten zullen dienen voor de evaluatie van het programma LTRAN2-NLR, dat geschikt is voor het berekenen van transsonische stromingen met grenslagen.

Een windtunnelonderzoek werd uitgevoerd in de LST 3 x 2.25 aan een trillend vleugelmodel met gedeeltelijk scherpe en gepijlde voorranden ("strakes") waarin de aerodynamische krachten en momenten op het gehele model werden gemeten, alsmede gedetailleerde drukverdelingen in enkele doorsneden. Verder werd de stroming gevisualiseerd met behulp van een stroboscopisch laserlichtvlak. Bij dit type vleugels treden al bij vrij kleine invalshoeken wervelvlakken op die zich uitstrekken vanaf de vleugelvoorranden. Het doel van het onderzoek was het dynamisch karakter van de stroming nader te onderzoeken en gegevens te verzamelen voor de verificatie van rekenmethoden. Het onderzoek, dat nog in 1987 doorloopt, werd uitgevoerd met enkele Amerikaanse partners.

Het onderzoek betreffende "active controls" (stuur- en regelvlakken die buiten de vlieger om worden bediend), dat onder auspiciën van GARTEUR werd uitgevoerd, werd afgesloten. In de laatste fase werd het gebruik van spoilers als regelvlakken nader onderzocht. Een gezamenlijke rapportering van het NLR en de partners werd uitgebracht.

Aëroakoestiek

In de LST werden metingen uitgevoerd in een doorstroomgondel, voorzien van een roterend "spakenwiel" stroomopwaarts van een statorbladkrans. Deze metingen betroffen gloeidraadmetingen in het zog achter het roterende spakenwiel en de instationaire drukken op een statorblad ten gevolge van het passerende zog. De resultaten zullen worden gebruikt voor de verificatie van een rekenmodel voor het ontstaan van fanlawaaï als gevolg van interactie van het zog van de rotorbladen met de stroomafwaarts gelegen statorbladkrans.

Er werd verbeterde rekenprogrammatuur ontwikkeld voor de bepaling van de geluidsvoortplanting in motorinlaatkanalen waarin geluiddempende bekleding is aangebracht. De nieuwe theoretische basis van het kanaalakoestisch model dat in deze programmatuur wordt gebruikt, werd beschreven.

De ontwikkeling van een rekenmethode en van de bijbehorende programmatuur om de geluidsbronsterkte van axiale compressoren van straalmotoren te kunnen voorspellen, werd voortgezet. Deze programmatuur zal in de toekomst het geluidsveld, inclusief de invloed van het passeren van de rotor, leveren dat als invoer dient voor het eerdergenoemde programma voor kanaalakoestiek.

Onderzoek samenhangend met het meten in windtunnels

Gebruikers van windtunnels eisen dat vliegtuigprestaties en vliegtuigeigenschappen met de grootst mogelijke nauwkeurigheid voorspeld moeten kunnen worden. Aandacht werd besteed aan verbetering en vervanging van de meetapparatuur zoals modelbalansen en apparatuur voor de bepaling van de hoek waaronder de windtunnelmodellen worden aangestroomd. Daarnaast worden correctiemethoden ontwikkeld voor storende invloeden die inherent zijn aan het meten in windtunnels, bijvoorbeeld als gevolg van de aanwezigheid van tunnelwanden en die van de modelondersteuning.

Wandinvloed

Goede voortgang werd gemaakt met de analyse van het SWIM (subsoon wandinvloed model) experiment. De resultaten zoals gemeten in de kleine windtunnel LST 0.8 x 0.6 werden gecorrigeerd met verschillende typen correctiemethoden, die al dan niet gebruik maken van gemeten wanddrukken. Door de zo gecorrigeerde resultaten te vergelijken met de in de veel grotere windtunnel LST 3 x 2.25 verkregen meetresultaten kon een goed beeld worden verkregen van de kwaliteit van de verschillende correctiemethoden. Daaruit bleek dat, voor tunnels met gesloten wanden, een verbeterde, eenvoudige, klassieke correctiemethode voor de gebruikelijke windtunnelmodellen even goede resultaten geeft als de aanmerkelijk gecompliceerdere methoden die van gemeten wanddrukken uitgaan. Voor sterk afwijkende modelconfiguraties geldt dit niet, maar daarbij kan op de gemeten-randvoorwaardemethode worden teruggevallen. Verder bleek dat voor

toepassing bij spleetwanden, een gemeten-randvoorwaardemethode met een eenvoudige model-representatie niet voldoende nauwkeurigheid biedt.

Uitgebreid theoretisch onderzoek werd verricht naar de mogelijkheden van tweedimensionale flexibele wanden. In dit concept worden de tunnelwanden zodanig ingesteld dat wandinvloedseffecten op de langsas van het model geëlimineerd kunnen worden.

Ondersteuning DNW

Een aantal van de bovengenoemde onderwerpen is tevens van belang voor de Duits-Nederlandse Windtunnel DNW. Tot deze onderwerpen behoren: wandinvloed (onderzoek aan een model van een truck in de LST 0,8 x 0,6), invloed van de modelondersteuning, voortstuwingsaërodynamica (ijking van TPS-motoren en analyse van resultaten). Over deze onderwerpen werd met DNW en DFVLR overleg gepleegd, en waar mogelijk werd het betreffende onderzoek in het kader van de zgn. "Research Support DNW" aangepast aan de behoeften van DNW. De "Research Support DNW" wordt in samenwerking met de DFVLR geleverd.

3.2 VLIEGTUIGEN

Evaluatie en certificatie van de Fokker 100 en de Fokker 50

In nauwe samenwerking met Fokker en in opdracht van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR) werden de werkzaamheden aan het Meet-, Registratie- en Verwerkingssysteem (MRVS) voor de evaluatie en certificatie van de vliegtuigtypen Fokker 50 en Fokker 100 voortgezet.

De ontwikkelingswerkzaamheden van de aan boord van de prototypen te gebruiken apparatuur werden vrijwel afgerond.

Fokker 100 Avionics Testbed (ATB)

Met dit speciaal ingerichte F28-A1 testvliegtuig werd een aantal meetvluchten uitgevoerd. Testresultaten, maar ook wijzigingen aan de boordapparatuur, leidden tot diverse aanpassingen aan de instrumentatie.

Het vergaren en verwerken van de meetgegevens verliep voorspoedig. Dankzij de ARINC-reductor, die het mogelijk maakt reeds vroeg in het dataverwerkingsproces alleen de gevraagde meetgegevens te selecteren, was de doorlooptijd van de dataverwerking *relatief kort*.

Fokker 50

De eerste vlucht vond op 28 december 1985 plaats, met beperkte meetinstrumentatie. Begin 1986 werd de meetinstrumentatie in het eerste Fokker 50 prototype voltooid. De eerste volledige meetvlucht vond plaats op 2 maart 1986. Begin 1986 werd ook de instrumentatie in het tweede Fokker 50 prototype ingebouwd en beproefd. Dit vliegtuig maakte zijn eerste (meet)vlucht op 29 april 1986.

Zoals gebruikelijk verzorgde een NLR-team tijdens de vliegproeven het NLR-gedeelte van de MRVS-instrumentatie aan boord van beide prototypen. Grote problemen hebben zich daarbij niet voorgedaan. Dit gold ook voor de verwerking van de meetgegevens.

Een aantal meetcampagnes vond plaats in het buitenland, zoals start- en landingsprestatiemetingen in Duitsland, "water ingestion trials" in het Verenigd Koninkrijk, "cold weather trials" in het noorden van Zweden en "de-icing and anti-icing trials" in Noorwegen.

Aan het einde van 1986 was ruim 80 procent van het vliegproevenprogramma afgewerkt.

Tegen het einde van het jaar werd begonnen met de voorbereidingen voor een digitaal meet- en registratiesysteem bestemd voor systeem-, geluid- en prestatiemetingen met het eerste Fokker 50 serievliegtuig.

Fokker 100

De meet- en registratiesystemen voor de beide Fokker 100 prototypen werden voltooid. Op 10 maart 1986 werd het eerste systeem overgedragen aan de Fokker Vliegdiens. Met de eigenlijke inbouw werd in juli 1986 begonnen. Bij de eerste vlucht van de eerste Fokker 100, op 30 november 1986, was het meetsysteem grotendeels gereed.

De inbouw van de meetapparatuur in de tweede Fokker 100 vorderde zodanig dat op de voorgenomen datum voor de eerste vlucht (21 februari 1987) de apparatuur volledig bedrijfs gereed zal zijn.

Mathematisch model van de Cessna Citation 500

In het najaar van 1986 werd aan een samenwerkingsverband van het NLR en de Faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de Technische Universiteit Delft opdracht verleend tot het bepalen van het mathematisch model van de vliegeigenschappen van het Cessna Citation 500 lesvliegtuig van de Rijksluchtvaartschool. Dit model, waarvan de parameters bepaald zullen worden door het uitvoeren van een vliegproevenprogramma met het betrokken vliegtuig (PH-CTA) voorzien van NLR-instrumentatie, zal worden toegeleverd aan CAE, de buitenlandse leverancier van

Beproevingen- en meettechnieken voor onderzoek in de vlucht

een door de Rijksluchtvaartschool bestelde vluchtnabootser voor dit type vliegtuig. Een à priori model kwam nog voor de jaarwisseling gereed.

De opdrachten van het NIVR voor de ontwikkeling van een methode om stabiliteits- en besturingsgrootheden te bepalen uit metingen tijdens niet-stationaire vlucht werden voorlopig afgerond. De resultaten van de in 1983 en 1984 uitgevoerde vluchten met een Fokker F27 en een F28 werden vastgelegd.

De niet-stationaire meetmethode wordt ook toegepast voor het bepalen van een aërodynamisch model van het Metro II laboratoriumvliegtuig van het NLR. De analyse van de symmetrische manoeuvres is afgerond. Met de analyse van de asymmetrische manoeuvres is begonnen.

Het parameteridentificatieprogramma, dat deel uitmaakt van de verwerkingsketen van de niet-stationaire metingen, blijkt ruimer toepasbaar dan voor vliegtuigen alleen. Het kan gebruikt worden voor dynamische systemen in algemene zin. In overleg met het NIVR werd dit programma geleverd aan een buitenlandse firma.

De deelneming aan de GARTEUR "Flight Mechanics Action Group on Aircraft Modelling" werd gecontinueerd. Twee bijeenkomsten in Toulouse werden bijgewoond. Mede door de NLR-inbreng is de interesse van diverse grote Europese vliegtuigfabrikanten voor deze Action Group groeiende. Het start- en landingsmeetsysteem STALINS is gereedgekomen voor operationeel gebruik en, met succes, ingezet bij de Fokker 50 vliegproeven.

Het ALAND-meetsysteem, waarmee zeer nauwkeurig de werkelijke baan van een vliegtuig tijdens de beproeving van het systeem voor automatisch landen kan worden bepaald, is gereedgekomen voor gebruik bij de Fokker 100 vliegproeven.

Bij enkele lezingen in de Verenigde Staten, o.a. bij Boeing, is veel belangstelling voor deze NLR-ontwikkeling getoond.

Ter evaluatie van de NAVSTAR-GPS ontvanger werd eind 1986 een aantal vluchten met het Metro II laboratoriumvliegtuig uitgevoerd. Als referentie voor het bepalen van de nauwkeurigheid werd het in het vliegtuig aanwezige videosysteem, met een naar beneden gerichte camera, gebruikt. De resultaten werden vergeleken met de gegevens verkregen uit een tijdelijk beschikbaar gestelde GPS-ontvanger van ander fabrikaat.

Een drukmeetsysteem dat een groot aantal drukleidingen achtereenvolgens kan aftasten (Scanivalve) is gebruikt bij metingen van de drukverdeling over de vleugel van het Metro II laboratoriumvliegtuig. Ook werden metingen uitgevoerd van het drukverloop in de grenslaag. De meetapparatuur en de verwerkingsprogrammatuur voldeden goed.

Verwerking van de resultaten van vliegproeven

Tijdens de vliegproeven worden de meetgegevens vrijwel uitsluitend digitaal vastgelegd op magneetbanden en na afloop van de vlucht op de grond verwerkt. De hoge kosten van het uitvoeren van vliegproeven en de economische noodzaak tot het snel afronden van beproevingsprogramma's vragen in een aantal gevallen om een snellere beoordeling van de resultaten. Dit laatste heeft geleid tot de ontwikkeling van mogelijkheden om de resultaten instantaan te kunnen beoordelen tijdens de vlucht.

Tijdens de vlucht is een beperkte vorm van dataverwerking in het vliegtuig mogelijk met on-board computersystemen. Van die mogelijkheid is bij vliegproeven voor Fokker met succes gebruik gemaakt ter ondersteuning van de vliegproefuitvoering en voor de bewaking van het meetsysteem.

Voor het volgen van metingen waarbij geen waarnemers aan boord (kunnen) zijn wordt daarnaast een beperkte telemetriefaciliteit ontwikkeld. De basis hiervoor zal een computer zijn met ingebouwde mogelijkheden voor identificatie, presentatie en opslag van gegevens.

De definitieve verwerking van de vliegproefgegevens blijft echter gebeuren na afloop van de vlucht op de grond. Zo werd het Data Verwerkingsstation Vliegproeven (DVSV) in 1986 intensief gebruikt voor de verwerking van de meetgegevens uit vliegproeven met de Fokker F28 A1-ATB en met de beide Fokker 50 prototypen.

In de Fokker 100 prototypen zullen grote hoeveelheden gegevens uit de digitale boordsystemen geregistreerd worden. De eerdergenoemde speciaal ontwikkelde ARINC-reductor zal ook hierbij een aanzienlijke versnelling in het dataverwerkingsproces op het DVSV mogelijk maken.

Gebruik van de
laboratoriumvliegtuigen

De beide laboratoriumvliegtuigen, de Beechcraft Queen Air 80 (PH-NLR) en de Fairchild Metro II (PH-NLZ) werden ingezet voor remote-sensing doeleinden, voor de beproeving van transducers en meetsystemen, en voor verschillende andere onderzoekprojecten.

Remote-sensing vluchten werden met de Metro II uitgevoerd met de Side Looking Airborne Radar (SLAR) ter ondersteuning van gewas- en bodemonderzoek, en met de CAESAR-scanner voor Systeemontwikkeling. Met de Queen Air werd de Scatterometer beproefd ter voorbereiding van een campagne van de Europese ruimtevaartorganisatie ESA.

In beide laboratoriumvliegtuigen werden diverse componenten en systeemdelen beproefd van het Meet-, Registratie- en Verwerkingssysteem (MRVS) dat ontwikkeld werd voor de Fokker 50 en Fokker 100 vliegproeven. In het bijzonder betrof dit de STALINS-meetmethode voor het bepalen van start- en landingsprestaties en de ALAND-meetmethode voor het bepalen van de landingsnauwkeurigheid.

Vliegtuiguitrusting en
navigatiesystemen

In opdracht van de Rijksluchtvaartdienst (RLD) werd de betrouwbaarheid van in digitale boordcomputers te gebruiken programmatuur bestudeerd.

NLR-medewerkers hebben ondersteuning verleend aan de RLD bij certificatiwerkzaamheden voor de Fokker 50, Fokker 100, Airbus 320, Dornier Do 228, De Havilland Dash 7 en Dash 8, Aérospatiale ATR 42 en Boeing 737-300.

Ook werd aan de RLD assistentie verleend bij de werkzaamheden van het "Future Air Navigation Systems Committee" (FANS) van de International Civil Aviation Organization (ICAO). Dit comité werkt aan het definiëren van het "Air Navigation" scenario voor de komende 25 jaar, met alle daarin te gebruiken hulpmiddelen en procedures. Voorts trad, eveneens in opdracht van de RLD, een NLR-medewerker op als adviseur van de Nederlandse delegatie naar het "All Weather Operations Panel" (AWOP) van de ICAO. Een van de onderwerpen van dit Panel is de introductie van het "Microwave Landing System" (MLS).

Luchtverkeersleiding

In opdracht van de RLD werd meegewerkt aan de verdere ontwikkeling van het Nederlandse luchtverkeersleidingsysteem (SARP).

Een systeem waarmee relevante eigenschappen van een "Short term conflict alert"-functie (ca. 2 minuten) kunnen worden gedemonstreerd en onderzocht is gereedgekomen. Een aantal evaluaties is uitgevoerd met betrekking tot zowel de juiste parameterkeuze in de logica als in de display-aspecten.

In samenwerking met de RLD zijn aspecten van de radar-dekking boven Nederland onderzocht.

Een eerste versie van een systeem voor het operationeel evalueren van verschillende "trackers" kwam gereed. Daarmee is de tracker van de LAR-radar te Herwijnen als eerste onderzocht. Het ontwikkelde systeem bleek geschikt te zijn om globale kwaliteitsparameters te meten, hetgeen met de tot nu toe gebruikte methoden niet mogelijk was.

De evaluatie van het ontwikkelde "Mode-of-flight" concept voor vliegbaanclassificatie werd afgerond; het concept bleek te voldoen.

Het functionele ontwerp voor een mono-radar jumpdiffusie tracker kwam gereed.

In opdracht van de RLD nam een NLR-medewerker deel aan het "SSR Improvement and Collision Avoidance Systems Panel (SICAS)" en aan de "SSR mode S werkgroep" van Eurocontrol. Deze groepen werken aan het opstellen van procedures voor de technische specificaties van Secondary Surveillance Radar (SSR) met de daaraan gerelateerde tweezijdige dataverbinding tussen vliegtuig en grondapparatuur.

Een medewerker van het NLR nam in opdracht van de RLD deel aan het "Obstacle Clearance Panel" en aan de "Study Group on Take-off Obstacle Accountability Areas" van de ICAO.

In opdracht van Eurocontrol is een haalbaarheidsonderzoek uitgevoerd van een onderdeel van een radarevaluatieprogramma (chaining) dat in opdracht van de Federal Aviation Administration (FAA) door een Amerikaans software house zal worden vervaardigd.

Eveneens in opdracht van Eurocontrol werd de levering van een realistisch model van een vliegtuig voor de ATC-simulatiefaciliteit in Brétigny voorbereid.

In het kader van de GARTEUR Action Group on "Integration of Flight Management Systems and Air Traffic Management Systems" werd een toekomstig scenario voor luchtverkeerssystemen afgerond (Air Traffic Management Concept).

Vliegtuigoperaties

In opdracht van de RLD werden de meetprocedures en nauwkeurigheden bestudeerd bij de kalibratie van radionavigatie- en landingshulpmiddelen, zowel in de vlucht met behulp van het RLD-meetvliegtuig als op de grond. Ook werd assistentie verleend bij de voorbereiding en uitvoering van vliegproeven met het RLD-meetvliegtuig ter bepaling van antennenpatronen van enkele voor meetdoeleinden belangrijke vliegtuigantennes.

Het in opdracht van de RLD uitgevoerde vluchtnabootseronderzoek naar het minimaal benodigde zicht tijdens de start van transportvliegtuigen werd afgesloten. Dit onderzoek, waarbij onder slechtzichtsomstandigheden de start wordt afgebroken wegens een motorstoring, werd uitgevoerd als onderdeel van de normale training op de Boeing 747 vluchtnabootser van de KLM.

Het initiatief tot dit onderzoek werd destijds genomen door de "All-Weather Operations" werkgroep van de "European Civil Aviation Conference" (ECAC).

Helikopters

De belangstelling in Nederland voor gebruik zowel als voor deelname aan de productie van helikopters is nog steeds groeiende. Het NLR levert op dit gebied in toenemende mate assistentie aan de RLD, de verschillende voornamelijk militaire helikoptergebruikers en de industrie.

In opdracht van de RLD werd gewerkt aan een vergelijking tussen verschillende luchtwaardigheidseisen (JAR, BCAR, FAR), aan de ijsaanzettingsproblematiek bij helikopters en aan een eenvoudig meetsysteem voor het uitvoeren van vliegproeven voor certificatie van nieuwe helikopterstuurautomaten.

Voorts werd in opdracht van de RLD onderzoek verricht naar de mogelijkheden om met helikopters veilig te kunnen naderen en landen onder lagere weerminima dan nu is toegestaan.

Het onderzoek naar de veiligheid van helikopteroperaties op en in de nabijheid van "off-shore" installaties werd voortgezet. Een "collision risk" model werd opgesteld.

In opdracht van en in nauwe samenwerking met de Koninklijke marine werden helikopter/schip limieten bepaald voor de combinaties "Sea King/Bevoorrading Op Zee Schepen" en "Lynx/Geleide Wapen Fregatten".

In opdracht van de Koninklijke landmacht en de Koninklijke luchtmacht werd ondersteuning geleverd bij de evaluatie van potentiële opvolgers van de Alouette III helikopter. Behalve de bestudering van aspecten als vliegeigenschappen en -prestaties omvat dit ook onderzoek naar missie-gerelateerde avionica en visionicasystemen.

In het kader van de Europese samenwerking met betrekking tot de "Feasibility predefinition study" van het NH-90 project (NAVO-helikopter voor de jaren '90) verleende het NLR in de door Fokker gecoördineerde Nederlandse bijdrage assistentie in twee "Expert Teams". Verder verleende het NLR assistentie bij het Italiaans/Engels/Nederlandse samenwerkingsverband met betrekking tot de analyse van de produktiemogelijkheden van een "Light Attack Helicopter" (LAH).

In opdracht van een fabrikant van vluchtnabootsers werd assistentie verleend bij de vervaardiging van een "rotor-induced velocity model" voor een helikoptermissie.

Bijdragen werden geleverd aan de GARTEUR Helicopter Action Groups:

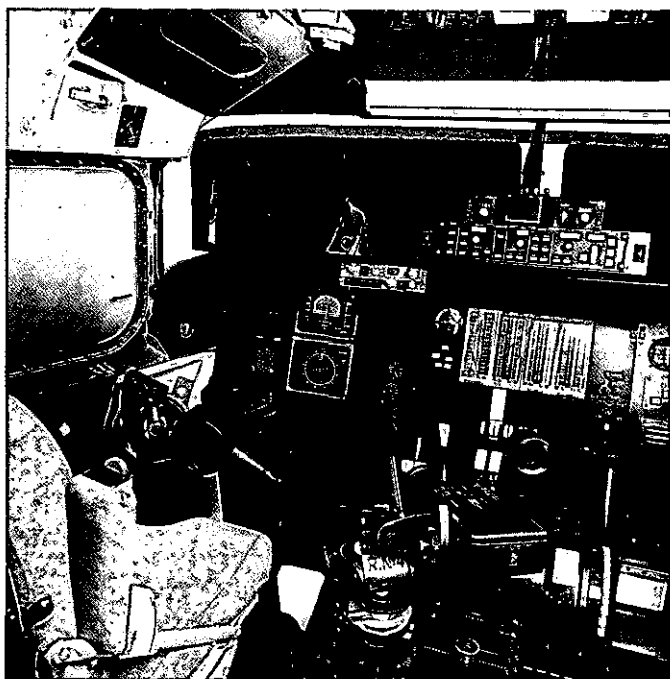
- Mathematical Modelling of Helicopters;
- Advanced Rotorcraft Evaluation;
- Helicopter Fuselage Rotor Interaction Aerodynamics.

Gebruik vluchtnabootser

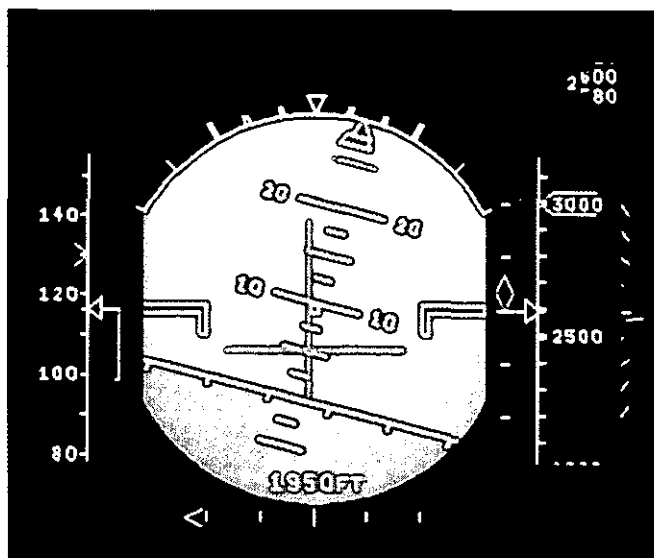
In opdracht van het NIVR werd een uitgebreid vluchtnabootserprogramma gedefinieerd en begeleid op de "engineering simulator" van Fokker. Hierbij zijn door zeven verkeersvliegers in totaal 21 dagen besteed aan het evalueren van de informatie die wordt gegenereerd op het "Electronic Flight Instrument System" (EFIS) van de Fokker 100.

Verder maakt Fokker voor het certificeren van deze EFIS gebruik van de bewegende vluchtnabootser met tweepersoonsstuurhut van het NLR. Om dat mogelijk te maken werd de NLR-vluchtnabootser op een aantal punten aangepast en uitgebreid. Een volledig aërodynamisch model van de Fokker 100 en een motormodel van de Rolls-Royce Tay zijn geïmplementeerd in het simulatieprogramma. De stuurhut is ingrijpend gewijzigd om de EFIS display units te kunnen plaatsen en besturen. Verder zijn twee bedieningspanelen ontwikkeld om het mogelijk te maken de "modes" van het Fokker 100 besturings- en navigatiesysteem te bedienen, te weten het "Flight Mode Panel" (FMP) en het "Thrust Rating Panel" (TRP).

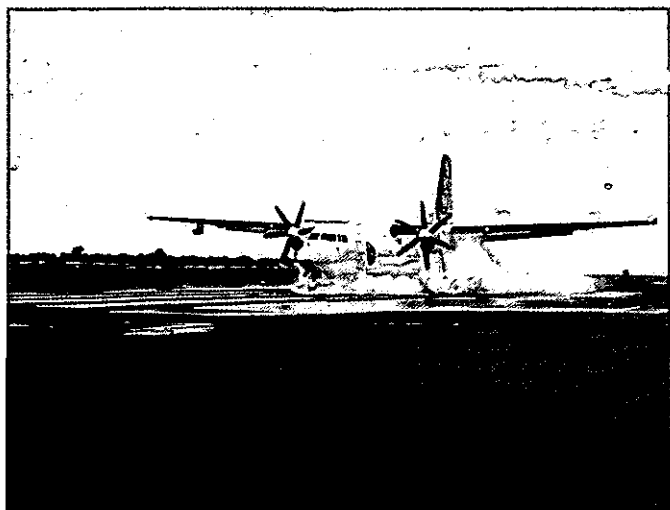
Er zijn in totaal tien evaluatievluchten uitgevoerd door twee vliegers van de Rijksluchtvaartdienst, drie vliegers van de KLM, een vlieger van Swissair en een vlieger van USAIR, waarbij positieve commentaren over de kwaliteit van de simulatie werden gegeven.



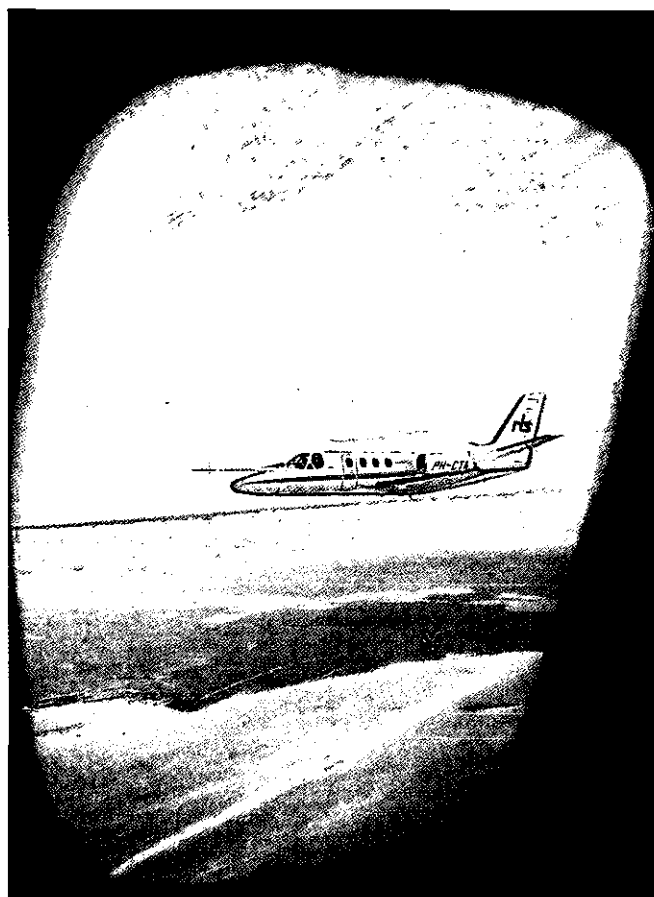
De tweepersoons stuurhut van de vluchtnabootser voorzien van een Electronic Flight Instrument System zoals dat in de Fokker 100 zal worden toegepast.



Een van de bestudeerde varianten van het beeld dat het Electronic Flight Instrument System van de Fokker 100 aan de vlieger zal presenteren. In samenwerking met Fokker werden verschillende varianten geëvalueerd door dynamische simulatie van de beelden. Deze methode leverde een aanzienlijke tijdsbesparing op.



"Water ingestion trial" met een Fokker 50 prototype (foto: W. Kollen).



Het Cessna Citation 500 lesvliegtuig van de Rijksluchtvaartschool, gezien vanuit een der laboratoriumvliegtuigen van het NLR.

Eveneens ten behoeve van de Fokker 100 EFIS "format"-ontwikkeling is op het IRIS dynamisch ontwikkelstation voor beeldgeneratie van het NLR een simulatie gemaakt van het "Primary Flight Display" van de Fokker 100 EFIS. Hiermee zijn evaluaties uitgevoerd om alternatieve uitvoeringen van onderdelen van het display te testen.

Voor de simulatie van het Fokker 100 AFCAS systeem werden mode-logica en regelwetten voor de Flight Director en de Auto Pilot ontworpen en werd een Autoland model ontwikkeld. In het kader van hetzelfde onderzoek werd tevens software ontwikkeld voor de simulatie van ter-rein hoogte en voor de simulatie van twee luchthavens tijdens dezelfde vlucht waarbij het TV-maquette zichtstelsel zowel voor de luchthaven van vertrek als voor die van aankomst kan worden gebruikt.

In opdracht van de RLD werd in het kader van onderzoek naar de gebruiksmogelijkheden van het Microwave Landing System (MLS) een vluchtnabootseronderzoek uitgevoerd. Het doel daarvan was de bestudering van de acceptatie door vliegers van zogenoemde "curved approach paths" in afhankelijkheid van de weersomstandigheden en van de "operating minima". Hiervoor werd de tweepersoonsstuurhut gebruikt. Het instrumentenpaneel was voorzien van een speciaal voor het vliegen van MLS-procedures ontwikkeld navigatiedisplay. Het meetprogramma bevatte zowel handbestuurde (flight director) als automatische (autopilot) naderingsvluchten.

Vliegeigenschappen

De werkzaamheden voor de GARTEUR "Action Group on Handling Qualities Guidelines for Future Transport Aircraft with Active Control Technology" die werkt aan het formuleren van richtlijnen voor het ontwerp van geavanceerde elektrische besturingssystemen voor toekomstige "fly-by-wire" verkeersvliegtuigen, werden voortgezet met de uitvoering van een onderzoek op een "fixed-base" vluchtnabootser van ONERA in Chatillon. Dit gebeurde als voorbereiding voor een onderzoek op de NLR-vluchtnabootser, waarbij de nadruk zal liggen op de bestudering van de reacties van vliegers op veranderingen van vliegeigenschappen die het gevolg zijn van storingen in een geavanceerd besturingssysteem.

Werkbelasting van de vlieger

Met het Metro II laboratoriumvliegtuig werd een experimenteel onderzoek uitgevoerd waarbij de mate van bruikbaarheid van verschillende methoden voor de evaluatie van de werkbelasting van vliegers aan de hand van de uitvoering van een aantal naderingstaken kon worden nagegaan. Teneinde de bruikbaarheid van het "Procedure-Oriented Crew Model" (PROCUR) te onderzoeken werd een vergelijking gemaakt tussen experimenteel verkregen vluchtgegevens en met PROCUR gegenereerde resultaten. Deze vergelijking gaf een duidelijk beeld van de mogelijkheden en beperkingen van het PROCUR-model.

Mensencentrifuge

In 1986 hebben Holec Projects B.V., het NLR en het NLRGC (Nationaal Lucht- en Ruimtevaartge-neeskundig Centrum) besloten samen te werken bij de eventuele levering van "human centrifuges" aan derden. Hierbij heeft de goede ervaring die is opgedaan met de centrifuge bij het NLRGC een rol gespeeld. Deze centrifuge, die gebruikt wordt voor de training van piloten bij hoge versnellingen en onder medische bewaking, is eveneens geproduceerd door de bovengenoemde partners. In 1986 zijn de specificaties vastgesteld voor een eventueel te leveren "human centrifuge" en werd een voorontwerp gemaakt.

3.3 CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

Werkzaamheden voor vliegtuigprojecten

Voor de Fokker 100 ontwikkeling werden de niet-lineaire berekeningen van de druksterkte van de vleugelbovenhuid in de rompdoorsnijding en van het scheurgedrag in de wand van een op druk gebrachte romp afgerond. Beide berekeningen zijn uitgevoerd met het programmasysteem STAGS.

Voor de certificatie van de Fokker 100 zijn statische belastingsproeven uitgevoerd op het stabilo. Drie belastingsproeven tot "limit load" en drie tot "ultimate load" zijn met succes voltooid. Tijdens de proeven zijn op een groot aantal punten plaatsen rekken en verplaatsingen gemeten. De gemeten waarden zullen worden vergeleken met berekende resultaten. Met de voorbereiding van een vermoeiingsproef op het stabilo met een deel van het kielvlak van de Fokker 100 is begonnen.

Vliegtuig Technologie Programma

In samenwerking met Fokker is in de eerste fase van dit programma gewerkt aan de ontwikkeling van composietconstructies. Daarbij is aandacht besteed aan het kwantificeren van de schadegevoeligheid en aan het computergesteund ontwerpen van constructiedelen in composiet. Er is een "pilot" versie van een computergesteund ontwerpsysteem gemaakt.

Tevens is gewerkt aan de reductie van geluidstransmissie door de rompwand, vooral in het frequentiegebied 0-500 Hz. Onderzocht is hoe het dynamisch gedrag van de rompwand nauwkeurig kan worden gemodelleerd met behulp van de eindige-elementenmethode. Dit onderzoek vormt een onderdeel van een groter programma waarin naast de rompwand ook het uitwendig en het inwendig geluidsveld worden gemodelleerd, zodat geluidaspecten betrokken kunnen worden bij het ontwerpproces in een vroeg stadium.

Belastingen op vliegtuigen

In opdracht van de KLM zijn wederom belastingervaringsgegevens verzameld van tot de KSSU-maatschappijen behorende Boeing 747 vliegtuigen, en opgeslagen in de zogenaamde AID-Systems Fatigue Data Base. In totaal waren eind 1986 gegevens van ca. 23.000 vluchten in dit bestand opgenomen. In opdracht van de Rijksluchtvaartdienst werd een analyse uitgevoerd van bovengenoemde belastinggegevens, op basis waarvan bestaande statistische beschrijvingen van hevigheid en frequentie van atmosferische turbulentie werden geverifieerd en aangevuld.

Hefschroefvliegtuigen zijn gevoelig voor vermoeiing door het zeer grote aantal wisselende belastingen waaraan ze worden blootgesteld. In opdracht van de Koninklijke luchtmacht werd een studie naar de toepasbaarheid van schadetolerantie-concepten bij helikopters uitgevoerd.

Een computermodel werd ontwikkeld voor het onderzoek van staartvlakbelastingen. Hiermee kan onder andere de invloed worden bestudeerd van elastische vervorming, aërodynamische traagheid en (niet-lineaire) belastingsverlagende hulpmiddelen op staartvlakbelastingen veroorzaakt door diverse soorten verstoringen.

Deelgenomen werd aan twee internationale werkgroepen voor de ontwikkeling van standaardvermoeiingsbelastingsvolgorden. De werkgroep "TURBISTAN" ontwikkelt volgorden die representatief zijn voor gasturbines voor vliegtuigen. In 1985 werd een standaard voor compressorbladen vastgesteld. In 1986 werd voortgegaan met de ontwikkeling van een "hete" standaard voor turbinewielen. De werkgroep "ENSTAFF" tracht, ten behoeve van het onderzoek aan koolstofcomposieten, een "Environment" (temperatuur en vochtigheid) te koppelen aan de bestaande standaard FALSTAFF.

Dynamisch gedrag van constructies

Methoden om de flexibiliteit van de constructie van een ruimtevoertuig in rekening te brengen bij het ontwerpen van standregelsystemen zijn onderzocht.

Sterkte en stijfheid van constructies

Met de ontwikkeling van het programmasysteem B2000 werd begonnen. Dit systeem is gebaseerd op een eindige-elementenmethode waarmee vooral niet-lineaire berekeningen kunnen worden uitgevoerd. Gewerkt werd aan de ontwikkeling van de niet-lineaire analyse van schaalconstructies werd gewerkt.

De uitbreiding van het EMFTOR-programma voor een snelle, benaderende analyse van het "post-buckling"-gedrag van panelen met behulp van de strippenmethode werd geprogrammeerd en getest.

Schadegevoeligheid

In het samenwerkingsverband van GARTEUR werd met een studie van delaminatie in gelaagde plaat begonnen. Er werd een werkwijze ontwikkeld waarmee in een 24-laags koolstof/epoxy-laminaat een kunstmatig defect van goed gedefinieerde grootte en vorm kan worden aangebracht, zonder verstoring van proefstukgeometrie of materiaaleigenschappen. Voor het bepalen van schade-uitbreiding is onder meer gebruik gemaakt van de thermo-elasticiëitsmethode.

De mogelijkheden tot het voorspellen van scheurgroei onder stochastisch variabele belastingen werden verbeterd en opgenomen in verschillende computerprogramma's. Voor het bepalen van het scheuropeningsgedrag, belangrijk voor scheurgroei, werd een gedetailleerd analytisch model ontwikkeld.

Er werd meegewerkt aan het opstellen van "fracture control guidelines" waarin richtlijnen worden gegeven voor scheurgroeiberekeningen voor Europese ruimtevaartconstructies.

De ontwikkelde computerprogramma's werden toegepast bij scheurgroeianalyse van vleugelpanelen van de Fokker 100, van platen met verzonken boutgaten, en van primaire constructie-elementen van bemande ruimtevoertuigen.

Materiaaleigenschappen

De invloed van het belastingsspectrum op de vermoeiingseigenschappen van koolstof/epoxy laminaten werd onderzocht aan de hand van constante-amplitude proeven, vluchtsimulatieproeven en blokprogrammaproeven.

De schadetolerantie-eigenschappen van verschillende vezel/matrix-systemen werden onderzocht door middel van inslagproeven op dikke quasi-isotrope laminaatproefstukken die tijdens inslag op druk werden belast.

Met behulp van apparatuur voor thermische analyse werd onderzoek uitgevoerd aan met koolstofvezels versterkte kunststoffen. Hiermee werd o.a. het verloop van de uithardingsreactie van epoxy's als functie van tijd en temperatuur bestudeerd. Tevens werd gewerkt aan het karakteriseren van de verouderingstoestand van epoxy-prepregs.

Het onderzoek aan gelijmde composietverbindingen richtte zich op het bepalen van de invloed van de oriëntatie van aan het lijmvlak grenzende lagen op de statische sterkte en de vermoeiingssterkte van de verbinding. Daarbij wordt tevens de invloed van de omgevingstemperatuur onderzocht.

In het kader van een GARTEUR-samenwerkingsprogramma is de nieuwe aluminium-lithium legering AA8090-T651 in de vorm van dikke plaat, van ALCAN International, beproefd. Om te bepalen in hoeverre deze nieuwe legering de conventionele aluminium-legeringen kan vervangen is een uitgebreid experimenteel onderzoek uitgevoerd naar de statische sterkte, de breuktaaiheid en de vermoeiingseigenschappen. Tevens is begonnen met een reststerkte-onderzoek van dun aluminium-lithium plaatmateriaal geleverd door ALCAN en PECHINEY.

Soldeerproeven zijn uitgevoerd op diverse gasturbinematerialen die in verschillende nikkelbaden van een oppervlaktelaagje voorzien waren. De beste resultaten werden verkregen met materialen die in een Watts bad of in een stroomloos bad vernikkeld waren. Ook werden reinigingsproeven gedaan op moeilijk te solderen legeringen, zowel chemisch als in een vacuümoven. Met een onderzoek naar het solderen van niet-capillaire spleten, het zgn. "wide-gap solderen", werd begonnen.

Het onderzoek naar kruipscheurgroei van 13CrMo4.4 staal, verricht in het kader van het project "Restlevensduur van bij hogere temperatuur in het kruipgebied werkzame installaties en componenten" van het Nederlands Instituut voor Lastechniek, werd afgesloten.

Het onderzoek naar de invloed van chroomzuuranodiseren op de vermoeiingssterkte van AlZnMg-legeringen werd eveneens afgesloten.

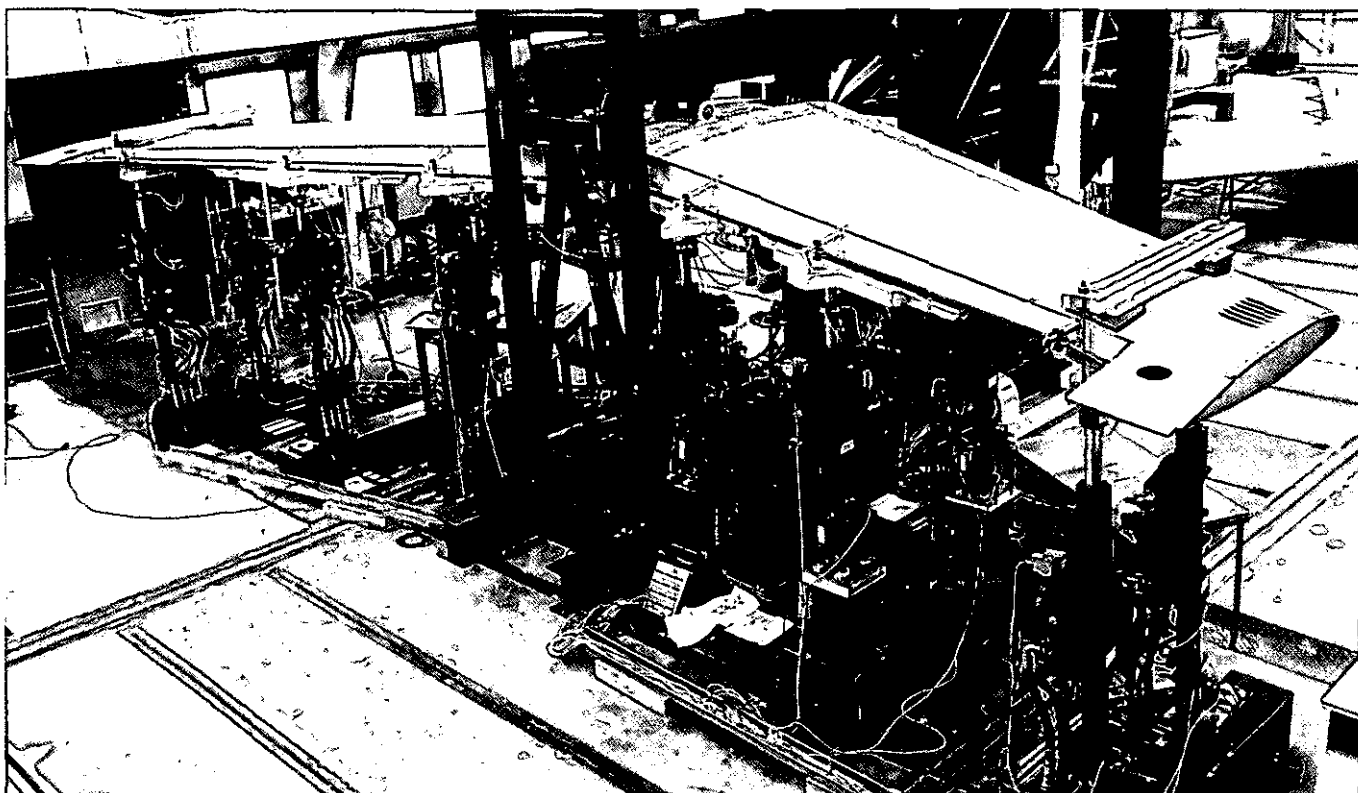
Vermoeiing

Het onderzoek naar vermoeiingsscheurgroei in een aantal aluminiumlegeringen bij lage waarden van de spanningsintensiteitsfactor werd voortgezet. Naast de bepaling van de drempelwaarde van de spanningsintensiteitsfactor voor scheurgroei, werd de invloed van scheursluiting in het zog van de scheur onderzocht.

Begonnen werd met een onderzoek naar het gedrag van kleine scheuren in de legering 2024-T3. Er werd een duidelijk "short crack"-effect geconstateerd. Dit onderzoek maakt deel uit van een door AGARD gecoördineerd samenwerkingsprogramma.

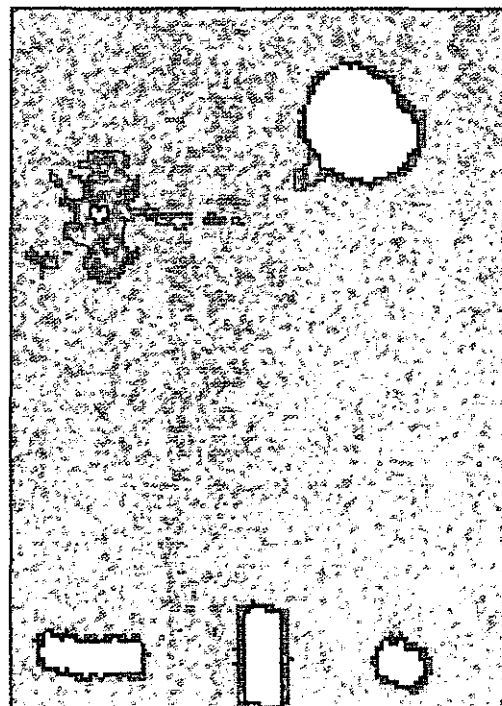
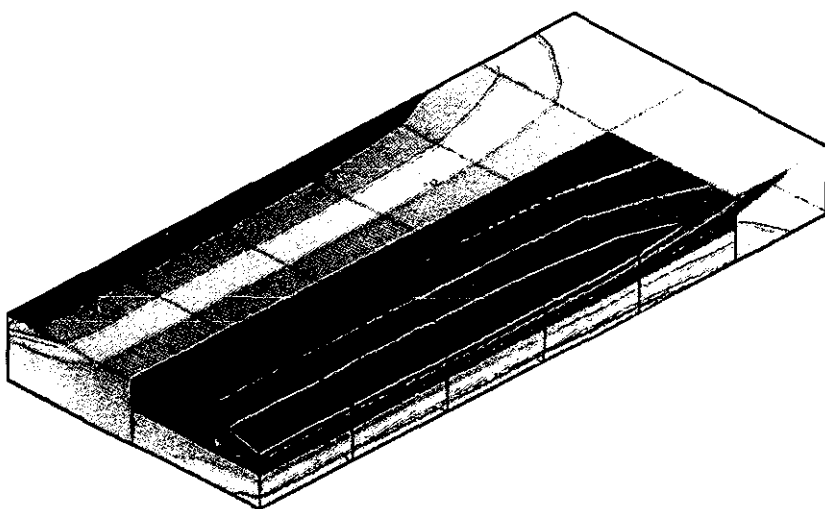
Een onderzoek is uitgevoerd naar het scheurgroegedrag van enkele titaanlegeringen die worden toegepast voor compressorwielen. Daarbij is zowel het gedrag onder constante-amplitude vermoeiingsbelasting als het gedrag onder complexe vluchtbelasting bestudeerd. Voor het laatste werd gebruik gemaakt van het TURBISTAN belastingsspectrum. Het onderzoek maakt deel uit van een groter onderzoek dat in internationaal verband (onder AGARD-supervisie) wordt uitgevoerd en dat door het NLR wordt gecoördineerd.

In 1986 is de eerste fase van het vermoeiingsonderzoek windturbinematerialen afgerond. De beproeving bestond uit constante-amplitude vermoeiing van uni-directioneel glas-polyester materiaal en van twee typen bladwortelverbindingen. De twee verbindingstypen zijn: een pen-gat verbinding in plaatmateriaal waarbij het glasvezelcomposietmateriaal onder voorspanning staat en een buis-met-flensverbinding. De beproeving van de verbindingstypen zal worden voortgezet.



Een stabilo van de Fokker 100 werd beproefd in een speciaal gebouwde opstelling bij het NLR, voor de certificatie. Het doorstond het "ultimate load" niveau.

Presentatie van torsieverbormingen tijdens het optimaliseren van een vleugeldoosconstructie met de computer. De laagopbouw van het composietmateriaal wordt zo gekozen dat, bij voldoende sterkte en stabiliteit van de verschillende panelen, de gewenste torsiestijfheid wordt bereikt bij minimaal gewicht.



Beeld verkregen bij automatische ultrasone inspectie van een composietpaneel bestaande uit 32 lagen, met de C-scan apparatuur. Inslagschade (boven) en kunstmatige defecten kunnen zo worden gedetecteerd en vergeleken.

Corrosie en spanningscorrosie	Het effect van diverse coatings op het vermoeiingsgedrag van René 80 basismateriaal werd onderzocht. Daarbij ging het om eenvoudige A1-diffusiecoatings, edelmetaal-aluminides en "overlays". Het vermoeiingsgedrag kan goed verklaard worden uit de ductiliteitseigenschappen van de coatings, welke in een eerdere fase werden onderzocht. Met behulp van een uitgebreid fractografisch onderzoek zijn de scheurinitiatie en de scheurgroei vastgelegd. Er is een onderzoek uitgevoerd naar de kwaliteit van plasma-gespoten keramische deklagen van het type magnesiumzirconaat. Daarbij is de invloed onderzocht van onderbreking van het spuit-proces en van reparatie van een reeds gespoten laag op de eigenschappen van de coating. De evaluatie van de door ALCOA voorgestelde "breaking load" beproevingsmethode voor het vaststellen van de spanningscorrosieweerstand van metalen werd voortgezet.
Ontwikkeling van ARALL	In samenwerking met de Faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TU-Delft en met Fokker wordt gewerkt aan de ontwikkeling van ARALL (ARamid ALuminium Lamine). Dit materiaal bestaat uit een aantal dunne op elkaar gelijkde platen, waarbij de lijmnaaden zijn versterkt met aramidevezels. Het NLR-aandeel in de ontwikkeling van ARALL bestaat uit onderzoek naar de toepasbaarheid ervan als romphuidmateriaal. Daartoe wordt het vermoeiingsgedrag van ARALL onderzocht bij belasting loodrecht op de aramidevezels, met uit ARALL vervaardigde klinknaad-proefstukken representatief voor een romplangснаad, die aan een tweeassige vermoeiingsbelasting worden onderworpen. Een studie naar de combinatie van scheurgroei en delaminatie werd uitgevoerd. Een onderzoek werd uitgevoerd naar de effecten van zg. "thermal spikes" op de mechanische eigenschappen en het vochtabsorptiegedrag van ARALL.
Schadeonderzoek	In het kader van schade- en ongevallenonderzoek werden diverse opdrachten uitgevoerd ten behoeve van militaire en civiele opdrachtgevers. De werkzaamheden bestonden hoofdzakelijk uit onderzoek van componenten na ongevallen en onderzoek van breuken en scheuren in primaire vliegtuig- en motoronderdelen.
Materiaalkeuringen en ijkingen	Een groot aantal ijkingen van weegkoffers en beproevingsmachines werd uitgevoerd.

3.4 RUIMTEVAART EN REMOTE SENSING

RUIMTEVAART Standregeling	In september vond de beproeving plaats van het standregelsysteem van de Europese Olympus communicatiesatelliet op de schommeltafel. De integratie met de in 1984 voorbereide testopstelling verliep zonder noemenswaardige problemen. De proeven werden binnen de gestelde termijn voltooid, zodat ook de z.g. "flight software" nog kon worden getest. Bij de bouw van de Italiaanse röntgensatelliet SAX is Fokker hoofdaannemer voor het standregelsysteem. De werkzaamheden van NLR hebben in de B-fase van het project betrekking op de "onboard software" van het AOCS (Attitude and Orbit Control System) en de beproeving van het standregelsysteem. Voor de "onboard software" werd het "Software Development Plan" opgesteld en een gedeelte van het "Software Requirements Document". Voor de beproeving van het standregelsysteem-model werd het testplan opgesteld. De studie van de standregeling van flexibele satellieten werd in opdracht van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR) voortgezet. Het onderzoek naar de reductie van de complexiteit van de bewegingsvergelijkingen werd afgerond. Begonnen werd met het onderzoek naar standregel-algoritmen gebaseerd op gereduceerde-orde modellen.
Warmtehuishouding	Het onderzoek aan warmtepijpen werd, gedeeltelijk in opdracht van het NIVR, voortgezet. Metingen werden verricht aan twee "Constant Conductance Heat Pipes" (CCHP) en aan een "Variable Conductance Heat Pipe" (VCHP), teneinde het mathematische VCHP-model, dat in voorgaande jaren werd ontwikkeld, experimenteel te verifiëren. Het mathematisch model werd geïntegreerd in het meer algemene thermische rekenprogramma SINDA. Het onderzoek naar de toepassing van twee-fasensystemen werd, eveneens gedeeltelijk in

Microzwaartekrachts-technologie

opdracht van het NIVR, voortgezet. In een dergelijk systeem wordt een mengsel van vloeistof en damp langs verschillende te koelen of te verwarmen plaatsen in het ruimtevoertuig geleid, waar naar behoefte warmte in het circuit wordt opgenomen door verdamping of wordt afgestaan door condensatie. Modellen die de werking beschrijven worden bestudeerd. Begonnen werd met de ontwikkeling van algoritmen voor de regeling van het warmtetransport.

Ook is bestudeerd of een sensor kan worden ontwikkeld waarmee de vloeistof/dampverhouding op bepaalde plaatsen in het systeem kan worden gemeten. Met een eerste "bread board" model werd de bruikbaarheid van een dergelijke sensor aangetoond.

Tijdens de vlucht van het Duitse Spacelab D1, in november 1985, werd opnieuw een vloeistofdynamica-experiment van het NLR uitgevoerd. De film- en videobeelden werden in opdracht van het NIVR en van de Stichting Ruimteonderzoek Nederland (SRON) uitgewerkt en vergeleken met de uitkomsten van het simulatieprogramma SAVOF, waarmee tweedimensionale en axi-symmetrische driedimensionale bewegingen van vloeistof met een vrij oppervlak kunnen worden berekend. De documentatie van dit simulatieprogramma, dat in opdracht van het NIVR werd vervaardigd, kwam gereed.

Het onderzoek naar instrumentatiemogelijkheden van toekomstig vloeistof-fysisch onderzoek bij micro-zwaartekracht werd in opdracht van de Europese Ruimteorganisatie ESA en van het NIVR voortgezet. Een proefopstelling PODI (Prototype Optical Diagnostic Instrument) werd gemaakt voor fotogrammetrie en schlieren-waarneming van vloeistofbewegingen in de testruimte. Deze proefopstelling werd voor zien van een translatiesysteem waarmee diverse soorten optische instrumenten voor de testruimte kunnen worden bewogen om, met een klein gezichtsveld, plaatselijk meer kwantitatieve waarnemingen te doen.

Het onderzoek naar de instrumentatie-eisen en systeemconcepten voor een toekomstig vloeistof-fysisch laboratorium (Fluid Science Lab) in het ruimtestation Columbus werd in opdracht van de ESA voortgezet in samenwerking met het laboratorium LAMF/ETSIA te Madrid.

Een systematische analyse van de experiment-eisen en mogelijke configuraties resulteerde in een geharmoniseerd systeemconcept voor een laboratorium waarmee een grote variëteit van vloeistoffysische experimenten kan worden uitgevoerd.

Op verzoek van ESA werd ook aangegeven hoe stromingsvelden van niet-doorzichtige vloeistoffen (metalen) in een dergelijk laboratorium kunnen worden bestudeerd.

Dataverwerking

In 1986 werd het door het NLR en Signaal ontwikkelde CADISS-systeem aan ESA opgeleverd. CADISS (Compression And Decompression of Imaging Sensor Signals) is een systeem waarmee de gegevensstroom van beeldsensoren aan boord van satellieten kan worden gereduceerd en waarmee op de grond de oorspronkelijke beeldgegevens weer kunnen worden gereconstrueerd. Als vervolg hierop werd, eveneens in opdracht van de ESA, begonnen met de ontwikkeling van een infrastructuur tussen CADISS en een VAX-computer waarmee onderlinge uitwisseling van data en commando's mogelijk wordt. Voor de koppeling wordt van een VME-interface systeem gebruik gemaakt. De werking zal worden aangetoond met gecomprimeerde beelden van een vloeistof-fysisch experiment (Project FICAD: Fluid Physics Images Compression and Decompression). Hierbij is gebruik gemaakt van moiré-beelden uit de proefopstelling voor vloeistoffysisch onderzoek, PODI.

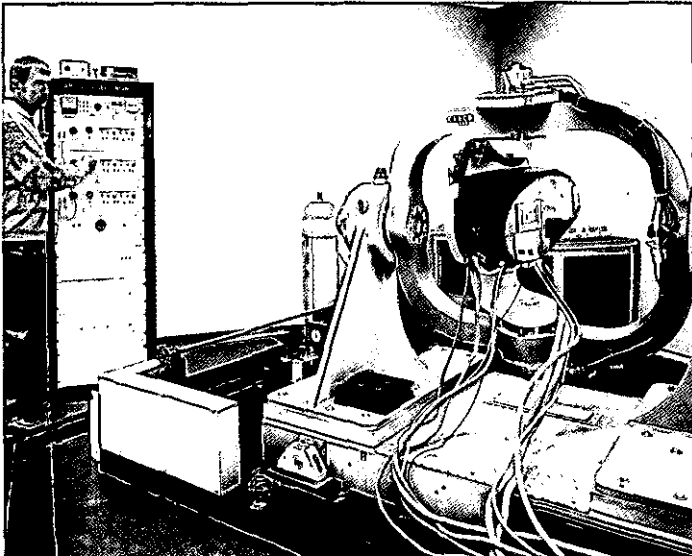
In opdracht van het NIVR is onderzocht op welke wijze meer informatie uit beeldgegevens van vloeistoffysische experimenten kan worden verkregen, onder meer door ruisonderdrukking en "edge enhancement". Gezocht is naar methoden om deze beeldcontrole te koppelen aan de regeling van het experiment zelf, waardoor besturing vanaf de grond mogelijk wordt, eventueel met inzet van het CADISS-systeem. Daarmee zou de werklast van de astronauten kunnen worden verminderd, terwijl de onderzoeker op aarde nauwer bij het experiment wordt betrokken.

De studie uitgevoerd in samenwerking met de Technische Universiteit Eindhoven naar methoden voor de compressie en reconstructie van multi-temporele (in de tijd veranderende) en van multispectrale aardobservatiebeelden werd afgerond. Bij het testen werd gebruik gemaakt van Landsat Thematic Mapper beeldmateriaal van de Flevopolders en van schlierenbeeldmateriaal van het systeem PODI.

Een gelijksoortige studie, naar de compressiemethode voor "Synthetic Aperture Radar" beelden, uitgevoerd in samenwerking met Dornier Systems, werd afgerond. Hierbij werd ook aandacht geschonken aan de methoden voor de verwijdering van spikkelruis uit de beelden.

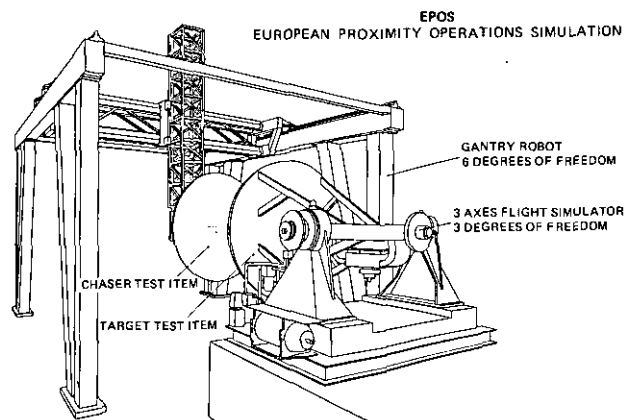


Links een topografische kaart uit 1977 (naamgeving en b.v. wegen: zwart, water: grijs, bebouwing: geel) van een gebied van 25 km x 20 km in centraal Nederland, gecombineerd met een beeld van de SPOT-satelliet. Rechts het corresponderende deel van het satellietbeeld uit 1986 (zichtbaar licht weergegeven in groen en blauw, infrarood weergegeven in rood). Op de linker foto zijn veranderingen in landgebruik te zien. Zo strekt de blauwe tint van de bebouwing van het satellietbeeld uit 1986 zich op vele plaatsen uit buiten de in 1977 bestaande bebouwing.



Het standregelsysteem van de Europese communicatiesatelliet Olympus werd beproefd op de drieassige servotafel. Op de foto worden de sensoren verlicht door een zonsimulator (de Olympus oriënteert zich op de zon en de aarde).

Het bewegingsmechanisme van het EPOS (European Proximity Operations Simulation) systeem bij DFVLR in Oberpfaffenhofen. Het NLR is verantwoordelijk voor de specificatie en het initieel ontwerp van de testcontrole en simulatiesoftware.



Satellietnavigatie

In samenwerking met SEL en RACAL-DECCA, Italspatio en MBB-Erno werd voor de ESA het voorgestelde Europese NAVSAT-systeem voor satellietnavigatie vergeleken met een soortgelijk Duits systeem GRANAS. Bij het GRANAS-systeem bezitten de satellieten een grotere intelligentie dan bij het NAVSAT-systeem, hetgeen zowel technisch als financieel enige voordelen biedt. De studie is gericht op het harmoniseren van beide systemen voor een satellietconfiguratie bestaande uit 18 operationele satellieten, waarvan zes in een geostationaire baan kunnen worden geïntegreerd met andere satellietssystemen, hetgeen kostenbesparend werkt. Het grondsegment omvat een operatiecentrum en 16 eenvoudige grondstations.

Verzenden van documenten per satelliet

De studie naar elektronische toelevering van documenten per satelliet werd in opdracht van het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen voortgezet. Een inventarisatie werd gemaakt van gebruikers- en systeemeisen, aan de hand waarvan de functionele en de technische architectuur werden opgesteld. De eerste beschrijft alle voorkomende processoren, de tweede geeft een overzicht van mogelijke apparatuur. Aan de studie wordt deelgenomen door de Technische Universiteit Eindhoven, welke mogelijke satellietcommunicatiesystemen heeft onderzocht. Voorstellen voor transmissie-experimenten via de Olympus communicatiesatelliet zijn ingediend.

Robotica

Samen met de Duitse zusterorganisatie DFVLR en met de firma MBB-Erno wordt in Oberpfaffenhofen (W.-Duitsland) voor de ESA een laboratorium gebouwd voor het dynamisch testen van naderingsoperaties in de ruimte (EPOS). Hierbij is het NLR verantwoordelijk voor de ontwikkeling van de software voor het test- en simulatiesysteem. Onderzocht werd welke eisen gesteld moeten worden aan de hardware- en softwareverbindingen tussen de te testen apparatuur en het testsysteem.

Daarnaast is het NLR betrokken bij de definitiestudie van de simulatiesoftware voor de EUROSIM-faciliteit waarmee bij het European Space Research and Technology Center ESTEC onderzoek en training van operaties in de ruimte zullen worden uitgevoerd. Het betrof vooral de eisen die voortvloeien uit de toekomstige toepassingen van EUROSIM zoals "rendez-vous and docking", "manned servicing", *assemblage, operaties met meer dan één arm en lopende robots*. In samenwerking met de Duitse firma ISRA en de Canadese firma CAE werden gedetailleerde modelbeschrijvingen en software-eisen opgesteld.

Fokker zal mogelijk gaan optreden als hoofdaannemer voor de bouw van de manipulators van de toekomstige Europese ruimtepand Hermes. In 1986 werd een fase B1-studie uitgevoerd voor deze Hermes Robot Arm (HERA). Het NLR-aandeel richtte zich op de zgn. HERA-simulatiefaciliteit (HSF). Deze zal bestaan uit drie onderdelen:

- de HSF-"pilot" (HSFP) voor de initiële bestudering van mens/machine-interacties en voor ontwerpactiviteiten;
- een niet-"real-time" simulatiefaciliteit (NRT-HSF) ter ondersteuning van de detailontwikkeling;
- een "real-time" faciliteit voor detailontwikkelingen en voor het testen van de hardware, en voor het trainen van operatie-activiteiten.

In opdracht van het NIVR werd begonnen met het opstellen van gebruikerseisen en ontwikkelingsplannen voor de HSFP en de NRT-HSF. Twee robotsimulatiepakketten werden geëvalueerd, en met de ontwikkeling van een eigen simulatiepakket werd begonnen. Voor het genereren van beelden werd een IRIS-werkstation aangeschaft.

Een theoretische studie werd verricht naar de gemeenschappelijke dynamica van een manipulatorarm in combinatie met een ruimtevoertuig.

REMOTE SENSING Gegevensverwerking

De studie van geavanceerde classificatiemethoden werd in opdracht van het NIVR voortgezet met een onderzoek naar foto-interpretatiemethoden welke de basis kunnen vormen voor een "knowledge base" van een expertsysteem. Gezocht is naar criteria waaraan expertsystemen voor de interpretatie van remote-sensing beelden moeten worden getoetst. Oriënterende berekeningen werden uitgevoerd met het programma NEXT (NLR Engineering X-pert system Toolkit).

De ontwikkeling van een beeldvormend simulatiemodel werd voor het NIVR voortgezet met een onderzoek naar de rekennauwkeurigheid van het modeldeel dat de verstrooiing van licht in de atmosfeer beschrijft. De huidige "four-stream"-methode is hiertoe vervangen door een "N-stream"-methode waarbij scalaire grootheden worden vervangen door vectoren en matrices. De berekende diffuse-reflectie- en transmissiematrices stemmen nu goed overeen met gegevens uit de literatuur.

Het onderzoek naar de toepassing van een toekomstige Tropical Earth Resources Satellite (TERS) voor het voorspellen van de rijstproductie werd gericht op het effect van de resolutie op de detectie van rijstvelden voor areaalschatting, op de invloed van de bewolking, op de nauwkeurigheid van de schatting en op de multitemporele analyse van rijstgebieden. Door de lage resolutie van de beschikbare Landsat-beelden (80 m) zijn de resultaten daarmee tot dusver teleurstellend. Het onderzoek zal mogelijk worden voortgezet met beelden van de Franse satelliet SPOT (Système Probatoire Observation Terrestre).

In opdracht van de nieuwe Beleidscommissie voor Remote Sensing (BCRS) werd een oriënterend onderzoek verricht naar de opzet van een datacentrum voor de verspreiding in Nederland van gegevens van de Europese ERS-1 Satelliet. Het doel van ERS-1, de eerste Europese Remote Sensing satelliet, is het observeren van oceanen, kustgebieden en zee-ijs. De ERS-1 zal daartoe worden uitgerust met een aantal actieve microgolfsensoren waarmee onder meer golfhoogte en golfrichting, en windsterkte en windrichting boven zee gemeten kunnen worden. Naar verwachting zal deze satelliet in 1990 gelanceerd worden.

Een inventarisatie is gemaakt van de gegevens die beschikbaar komen en van de mogelijke gebruikers binnen Nederland. Nagegaan wordt, binnen welke infrastructuur de bewerking en verspreiding plaats moeten vinden. Daarnaast vond onderzoek plaats naar verwerkingsmethoden voor ERS-1 gegevens.

Voor de ontwikkeling van het ARTEMIS-grondstation wordt verwezen naar het Caput Selectum 5.2, pp 59-65.

Voor de verwerking van remote-sensing beelden werd het verwerkingssysteem RESEDA door een groot aantal opdrachtgevers gebruikt, vooral in opdracht van de BCRS. Door het NLR werd hierbij ondersteuning verleend. Gegevensverwerking vond plaats ten behoeve van de werkgroepen "Gewasherkenning", "Radaronderzoek Water" en "Bosbouw", en voor de opnamen met behulp van CAESAR (CCD Airborne Experimental Scanner for Applications in Remote Sensing).

De NLR-activiteiten als "National Point of Contact" (NPOC) voor ESA ten behoeve van de verspreiding van remote-sensing gegevens afkomstig van satellieten, werden gecontinueerd. Een overeenkomst werd getekend met de Franse onderneming SPOT-Image, waardoor het NLR tevens zal functioneren als contactpunt voor de verspreiding van de beelden van SPOT.

Meetvluchten

In opdracht van de BCRS vonden de voorbereidingen plaats voor een omvangrijke reeks meetvluchten met de scatterometer boven het oerwoud van Brazilië. De meetgegevens waren vereist voor de toekomstige aardobservatieprogramma's van de ESA en voor kalibratie van de windscatterometer van de ERS-1. Een aantal meetvluchten werd uitgevoerd voor de kalibratie van de Nederlandse Scatterometer (Dutscat), welke door de TU-Delft werd uitgebreid naar zes kanalen. Uiteindelijk verkreeg ESA geen toestemming de vluchten uit te voeren, zodat de campagne moest worden afgelast.

Drie meetvluchten werden uitgevoerd met de SLAR (Side-Looking Airborne Radar) ten behoeve van de werkgroep "Radaronderzoek Vegetatie" van de BCRS.

Tevens werden vier meetvluchten uitgevoerd met de CEASAR onder meer over de Oosterschelde-werken ter gelegenheid van de officiële ingebruikstelling.

3.5 TOEGEPASTE INFORMATICA

CAE (Computer-Aided Engineering) infrastructuur

Bij het ontwikkelen van een CAE-infrastructuur nemen de elementen programmatuur en kennis een centrale plaats in. Wat de programmatuurelementen betreft, is gewerkt aan het systeem EDIPAS voor beheer, analyse en presentatie van gegevens, en aan het pakket COLAS voor definitie en afhandeling van besturingscommando's van interactieve applicatieprogrammatuur. Daarnaast werd de ontwikkeling van een methodenbestandssysteem voortgezet. Wat het kenniselement betreft is verder gewerkt aan het specificeren van wegen en middelen die multidisciplinaire totaalontwerpprocessen mogelijk maken. Aan de daarbij een belangrijke rol spelende monodisciplinaire detailontwerpprocessen werd bijgedragen vanuit het vakgebied "Computational Physics"; hierbij gaat het om het ontwikkelen van in programmatuur (modules) vast te leggen algoritmen die wiskundig gemodelleerde problemen uit vooral de stromingsleer en de sterkteleer oplossen. Ervaring werd opgedaan met het ontwikkelen en toepassen van kennissystemen voor uiteenlopende doeleinden.

EDIPAS, systeem voor beheer, analyse en presentatie van gegevens

Evenals in voorgaande jaren werd EDIPAS bij uiteenlopende projecten toegepast. Daaruit voortvloeiende wensen van gebruikers waren aanleiding tot kleine aanpassingen van de mogelijkheden. De programmatuur voor het laden van datafiles in een EDIPAS-database werd vernieuwd, waardoor de flexibiliteit voor gebruikers is toegenomen.

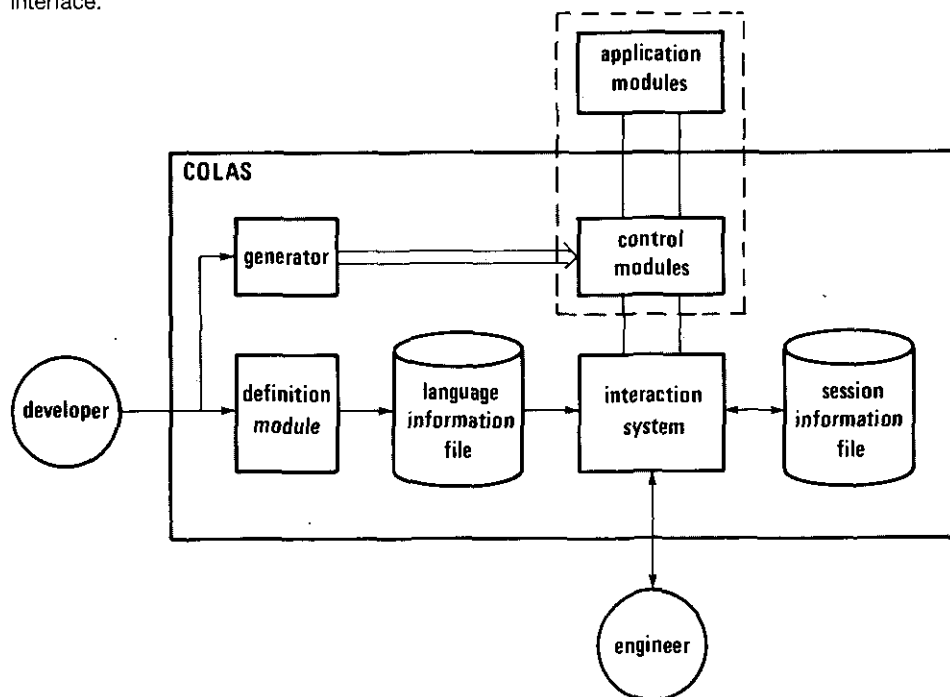
De cursus voor EDIPAS-gebruikers is driemaal gehouden voor in totaal 43 deelnemers (afkomstig van het NLR en van externe bedrijven).

Aan de aanpassing van EDIPAS aan het nieuwe bedrijfssysteem NOS/VE van de centrale CYBER-computer en aan de overgang naar een ander database-managementsysteem werd veel aandacht besteed. Deze werkzaamheden werden zo uitgevoerd dat overgang naar andere daarvoor geschikte database-managementsystemen eenvoudiger is geworden, zodat EDIPAS op andere computers kan worden geïnstalleerd. Een nieuwe versie zal in 1987 aan de gebruikers ter beschikking worden gesteld.

De gebruiksrechten van EDIPAS werden aan Aeritalia verkocht. De operationele NLR-versie van EDIPAS werd aldaar geïnstalleerd en in gebruik genomen voor beheer en analyse van gegevens uit aërodynamische en sterkteberekeningen.

Command Language System (COLAS)

Het pakket ter standaardisering en ondersteuning van de dialoog tussen de gebruiker en de computer en ter ondersteuning van de ontwikkelingswerkzaamheden van de applicatieprogrammeur, COLAS, werd onder meer uitgebreid met mogelijkheden om gebruikerscommando's naar file te schrijven en van file te lezen. De nieuwe versie is op de centrale CYBER-computer zowel onder het bedrijfssysteem NOS als onder NOS/VE beschikbaar. Voorts is een versie op een HP1000 computer geïnstalleerd en één op een IBM 3481/model 2. De programmagenerator werd geïnstalleerd op een VAX 11/780. Begonnen werd met de ontwikkeling van een menu-georiënteerde gebruikers-interface.

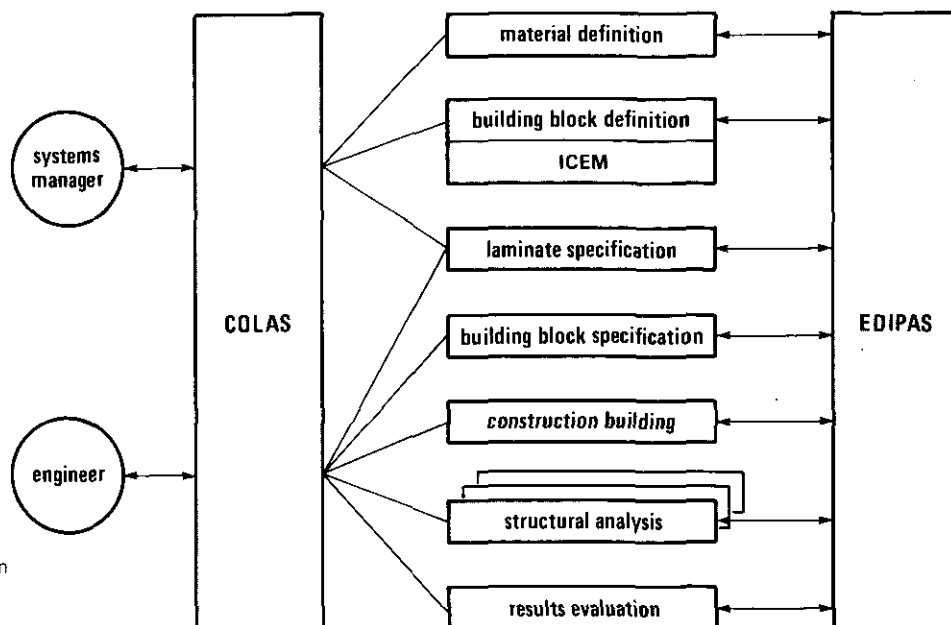


Het genereren van besturingsmodules met het Command Language System COLAS.

Methodenbestandssysteem (MEBAS)

De ontwikkeling van MEBAS werd voortgezet, waarbij veel aandacht is besteed aan de analyse van de beschrijving van de methoden. Een prototype voor het definiëren van methoden is gerealiseerd en gebruikt voor het evalueren van de methodenbeschrijving voor een demonstratieproject. Daarnaast is de programmatuur voor interne data-opslag en methodenkoppeling ontwikkeld. Aan het eind van het jaar is een eerste versie gerealiseerd, met een eenvoudig methodenkoppelmingsmechanisme.

Met de kennis, opgedaan bij deze ontwikkelingsactiviteiten, is ondersteuning geleverd voor acquisitie in het kader van het Informaticastimuleringsplan (INSP) van de rijksoverheid.



Het systeem COCOMAT voor het ontwerpen van constructies met composietmaterialen.

Multidisciplinair ontwerp

Het gebruik van een databestandsysteem en van een methodenbestandsysteem speelt een belangrijke rol bij het multidisciplinair ontwerpen in de lucht- en ruimtevaarttechniek. Voor de evaluatie van het methodenbestandsysteem MEBAS, dat bij het NLR wordt ontwikkeld, is daarom het systeem SAMID, voor de analyse en minimalisering van geïnduceerde en visceuze weerstand, als eerste applicatie gekozen. Van het rekengedeelte van SAMID kwam een versie geschikt voor een methodenbestand gereed; wat het preprocessing- en postprocessing-gedeelte betreft werd gewerkt aan het definiëren van invoer en uitvoer, zodanig dat die aansluiten op de gegevens-opslagstructuur van de database.

Computational Physics

Ten behoeve van het aërodynamisch ontwerpen van de volgende generatie verkeersvliegtuigen werd, in nauwe samenwerking met aërodynamici, veel aandacht besteed aan de ontwikkeling van informatiesystemen voor het simuleren van stromingen voor verschillende configuraties en omstandigheden. Hierbij werd bovendien samenwerking gezocht met zusterinstellingen en industrieën, nationaal en internationaal, en met universiteiten. Zo is in samenwerking met het Waterloorkundig Laboratorium, de TU-Delft, en de Universiteit Twente begonnen, in het kader van het Informaticastimuleringsplan (INSP) van de overheid, met het ontwikkelen van een informatiesysteem voor de simulatie van stromingen op basis van de Navier-Stokes-vergelijkingen (ISNaS). In ISNaS zullen de beschikbare NLR-hulpmiddelen, zoals MEBAS, worden toegepast. ISNaS is van betekenis voor de ontwikkeling van de Nederlandse technologie, met name wat de vliegtuigontwikkeling betreft.

Ook ten behoeve van ruimtevaart werd aandacht besteed aan de ontwikkeling van informatiesystemen voor simulatie van stromingen. In het kader van de studies van de vloeistofdynamica in satellieten werd verder gewerkt aan de ontwikkeling van een model voor de vrije beweging van een gedeeltelijk met vloeistof gevulde container. Het hierbij gebruikte numerieke model is geïmplementeerd met behulp van het NLR-simulatiepakket PROMISE (Process-Oriented Machine-Independent Simulation Environment).

In samenwerking met sterktespecialisten werd gewerkt aan de ontwikkeling van een informatiesysteem, B2000, waarmee in eerste instantie het knik- en naknikgedrag van vliegtuigconstructies kan worden gesimuleerd. Ook werd begonnen met de ontwikkeling van een randelementenmethode voor de berekening van spanningsintensiteitsfactoren bij plaatscheuren; de toepasbaarheid van speciale scheurtypelementen werd onderzocht.

Knowledge engineering

Op verschillende plaatsen binnen het NLR werd ervaring opgedaan met het ontwikkelen en toepassen van kennissystemen voor opdrachtgevers (KLu, NIVR, Fokker, KLM) en voor eigen gebruik. Deze kennissystemen hadden onder meer betrekking op ondersteuning van missievoorbereiding,

geavanceerde patroonherkenning, vergroting van de autonomie van robots in de ruimtevaart, het ontwerpen van "high-lift devices", het onderhoud van complexe technische systemen, en een gebruikersinterface voor EDIPAS.

Om de efficiënte inzet van kennis en hulpmiddelen te bevorderen werd de NLR-Werkgroep Expert-systemen (WEXS) opgericht, die zal optreden als forum voor ontwikkelaars en gebruikers van gereedschap op het gebied van "knowledge engineering". Tevens nam het NLR deel aan twee projectgroepen van de CIAD-Sectie Kennissystemen.

Ter ondersteuning van bovengenoemde toepassingen werd een ontwikkelomgeving voor kennis-systemen, NEXT ("NLR Engineering X-pert System Toolkit"), ontwikkeld en van documentatie voorzien. Een aantal "knowledge bases" werd in NEXT geïmplementeerd, waaronder een voor initialisatie van EDIPAS en één voor een uitwijkprobleem voor de Boeing 737. Begonnen werd met het vervangen van het contextboommechanisme van NEXT. Ter familiarisatie werden cursussen gegeven en werden twee "knowledge bases" opgezet (waaronder één voor vliegtuigherkenning). Tevens werd een studie verricht naar redeneren onder onzekerheid, in samenwerking met de TU-Delft.

Robotica

In opdracht van het NIVR en in samenwerking met Fokker werd het programmapakket ROBDYN, voor de analyse van de dynamica van starre robotarmen zonder gesloten lussen, verder ontwikkeld. Op basis van EDIPAS werden preprocessing- en postprocessing-faciliteiten gemaakt bij het *dynamica-algoritme*.

Assistentie werd verleend bij het definiëren van de eisen van de simulatiesoftware voor de EUROSIM-faciliteit. Ook werd ondersteuning gegeven bij het analyseren en evalueren van bestaande softwarepakketten voor robotsimulatie ten behoeve van de ontwikkeling van de "pilot" HERA-simulatiefaciliteit.

De methoden voor gewrichtsbesturing van starre robotarmen werden geïnventariseerd. Tevens werden "operational-space"-besturingsmethoden bestudeerd. In het kader van "obstacle-avoidance"-onderzoek werd een methode voor het bepalen van een botsingsvrij pad onderzocht.

Infrastructuur voor inzet vliegtuigen

Als onderdeel van het opzetten van een infrastructuur voor de inzet van vliegtuigen is een schema gemaakt van de elementen die bijdragen tot de vereiste betrouwbaarheid van het functioneren van de bijbehorende informatievoorziening, zoals beschikbaarheid, continuïteit, toegankelijkheid en tijdigheid.

Dit schema blijkt een algemene geldigheid te hebben bij industriële automatiseringsprocessen en wordt derhalve vaker toegepast.

Het traject van sensor tot informatie

Ter beheersing van het traject van waarneming via de sensor tot de uiteindelijke presentatie van de informatie ter verdere analyse en interpretatie werd verder gewerkt aan de ontwikkeling van technieken voor het vergaren, verwerken, transporteren en presenteren van informatie. De ontwikkeling en toepassing van datacompressie/decompressietechnieken werd voortgezet in verband met de toenemende hoeveelheden te versturen gegevens in de telemetrie. Begonnen werd met het toepassen van "knowledge engineering" technieken voor het verwerken van sensorinformatie. Daarnaast werd voortgang werd geboekt met simulatieprogramma's onder meer voor de studie van satellietnavigatiesystemen.

Simulatiesystemen

Het algemene simulatiepakket PROMISE werd in opdracht van de Europese Ruimteorganisatie (ESA) op de IBM-computer van het European Space Research and Technology Center (ESTEC) geïmplementeerd en ten behoeve van studies voor het NAVSAT-satellietnavigatiesysteem uitgebreid met modellen voor de invloeden van de ionosfeer. De gebruikersvriendelijkheid van het pakket werd verbeterd en de nieuwe mogelijkheden van COLAS werden aangebracht.

Behalve voor NAVSAT werd PROMISE toegepast voor een studie in opdracht van het NIVR naar vloeistof/satellietinteractie en voor simulatiestudies van de belasting van het computernetwerk.

Het simulatiepakket ANABASIS, gericht op de simulatie van antennesystemen en ontvangers, werd in opdracht van de NAVO verder uitgebreid zodat de nauwkeurigheid van het Amerikaanse militaire navigatiesysteem NAVSTAR-GPS kan worden gesimuleerd in scenario's waarin storingen aanwezig zijn; ook kunnen nulsturende antennes hierin worden gemodelleerd.

Ter validatie van de in het PROCURU-simulatieprogramma opgenomen simulatiemodellen werden vluchten uitgevoerd met het Metro II laboratoriumvliegtuig. Daartoe moest het bestaande F28-model worden aangepast en uitgebreid; de procedures van het model moesten worden aangepast aan de specifieke Metro II procedures. Tevens werd het model geschikt gemaakt voor de simulatie van wind.

Verwerking sensorinformatie

In het kader van een internationale studie van het gebruik van "knowledge engineering"-technieken voor het combineren van gegevens uit verschillende sensoren betreffende hetzelfde object werd een nieuw voorstel geformuleerd; het NLR zal bijdragen op de gebieden betreffende de sensoren, de behandeling van onzekerheid, en de architectuur voor "knowledge-based" systemen.

Voorts werd onderzocht hoe het gedrag van sensoren kan worden voorspeld uitgaande van bestaande sensor-performance-modellen en NEXT (NLR X-pert System Toolkit). De voorlopige resultaten zijn veelbelovend.

Data-acquisitie

Voor de Indonesische Lage-Snelheidstunnel (ILST) werd verder gewerkt aan het Data-Acquisitie- en -Reductiesysteem (DARS). De eerste van vier computersystemen werd in Indonesië geïnstalleerd en geaccepteerd door PUSPI TEK, het Indonesisch Nationaal Centrum voor Research, Wetenschap en Technologie. Vrijwel alle onderdelen kwamen gereed voor systeemintegratie op het NLR. De apparatuur die nodig was voor de eerste fase van de overdracht van de ILST werd enige maanden voor de geplande datum naar Indonesië gezonden. Van de programmatuur kwamen de gedetailleerde ontwerpen gereed en werd een aanzienlijk deel geprogrammeerd. Ten behoeve van het Dataverwerkingsstation voor Vliegproeven (DVSF) is de AMUX-datareductor ontwikkeld. Hiermee wordt het totale dataverwerkingsproces aanzienlijk versneld. De dataverwerkingsfuncties in de AMUX-reductor zijn geheel met behulp van Programmable Array Logic's (PAL) gerealiseerd.

De toepassing van PAL's voor het realiseren van functies in hardware heeft een aantal voordelen: er zijn minder IC's nodig, waardoor het printontwerp eenvoudiger wordt, de ontwikkelkosten zijn laag en een prototype is snel gereed. De toepassingsmogelijkheden van PAL's werden daarom nader onderzocht. Met de beschikbare hulpmiddelen kunnen PAL's sterk geautomatiseerd worden ontworpen, geprogrammeerd en getest.

Ten behoeve van "real-time" data-acquisitie en -verwerking wordt steeds meer de VME-industriestandaard toegepast. Gekozen is voor de 68000-serie microcomputers met Micro Concurrent Pascal (MCP) als hogere-orde taal. Een ontwikkel- en testomgeving voor geïntegreerde hard- en software is gerealiseerd. VME-systemen werden bijvoorbeeld opgenomen in het COSMOSS-systeem (voor het verwerken van weergegevens van de geostationaire weersatelliet GMS) en in de nieuwe vluchtnabootser van het NLR.

Datacompressie

In het CADISS-systeem ("Compression and Decompression of Imaging Sensor Signals"), dat in opdracht van ESA door NLR, Signaal en Hymex wordt gerealiseerd, werd het inverse Chaturvedi-algoritme voor het decomprimeren van beelddata geïmplementeerd. Na samenbouw en uitgebreide succesvolle functionele tests (met behulp van speciaal ontworpen "Unit Checkout Equipment") werd het systeem door ESA geaccepteerd.

In verband met de verspreiding van satellietweersfoto's werd onderzocht welke datacompressie/decompressiemethode hiervoor geschikt is. Hierbij is zowel de inpassing bekeken van een decompressiefunctie in een PDUS-grondstation (Primary user data station) voor METEOSAT als de haalbaarheid van een decompressiefunctie indien VME-68000-technologie wordt toegepast.

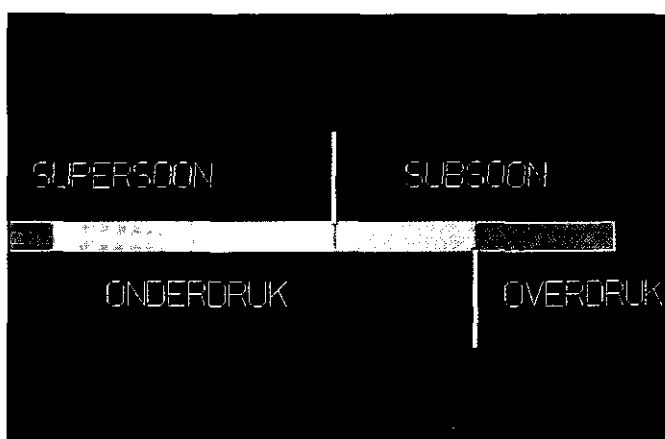
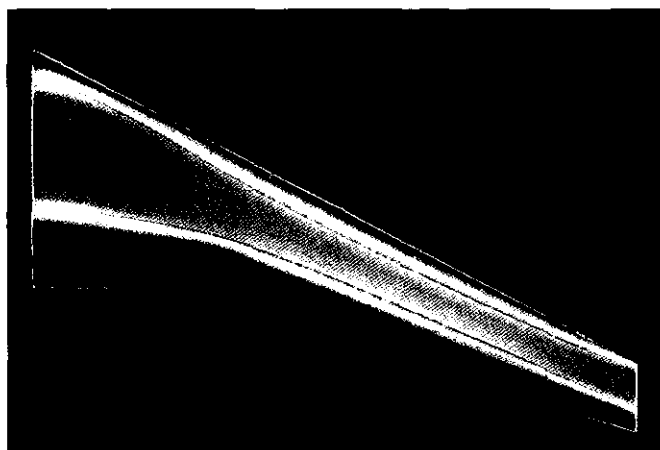
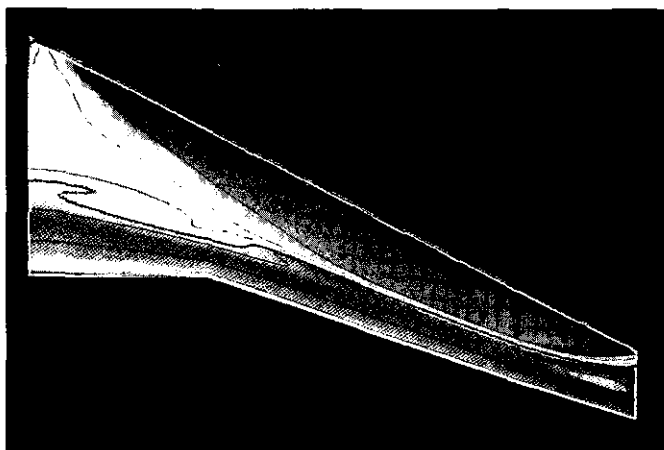
De toepassingsmogelijkheden werden onderzocht van een aantal algoritmen voor reversibele datacompressie (dat wil zeggen vermindering van het aantal bits van het gedigitaliseerde sensor-signaal zonder informatieverlies, zoals Huffman coding of arithmetic coding). Met deze algoritmen kan, indien zij gebaseerd zijn op een variërende enkelvoudige verdelingsfunctie, zonder ingewikkelder implementatie een hogere compressiefactor worden bereikt dan met algoritmen gebaseerd op een vaste verdelingsfunctie.

Adaptieve antennes

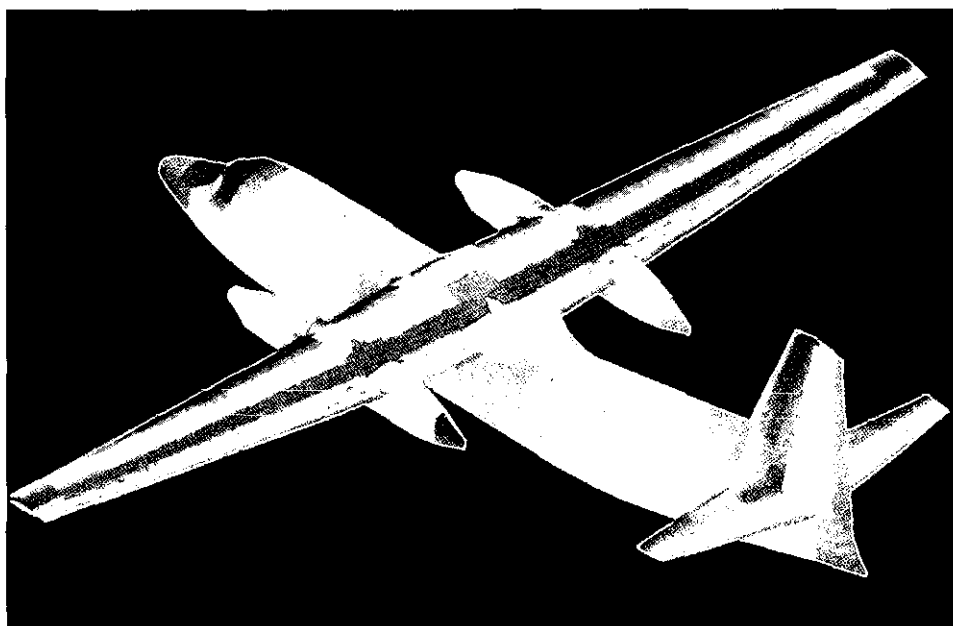
In het kader van het NAVSTAR-onderzoek werd de theorie van z.g. adaptieve antennes (voor onderdrukking van storingen van radionavigatie- en communicatieapparatuur) verder bestudeerd. De eigenschappen ervan werden onderzocht met behulp van het met microstrip-antennetechnologie gerealiseerde laboratoriummodel, in het bijzonder het "real-time" gedrag en de beschikbare graad van storingsonderdrukking.

Grondstations

De door het NLR vervaardigde subsystemen voor het COSMOSS-grondstation (voor het verwerken van gegevens van de NOAA-omloopsatelliet en de Japanse geostationaire satelliet GMS) zijn in het verslagjaar gereedgekomen en geïntegreerd met de antennesubsystemen (het z.g. front-end). De installatie in Jakarta heeft inmiddels plaatsgevonden.



De snelheidsverdeling van de berekende transsone stroming om een vleugel van een verkeersvliegtuig, in kleur weergegeven op een beeldscherm. Bovendien zijn enige lijnen van constante druk aangegeven. Aan de onderkant (rechter foto) is de stroming subsoon, aan de bovenkant (linker foto) gedeeltelijk supersoon.



De drukverdeling van de berekende subsonische stroming rond een Fokker 50 vliegtuig. Van rood naar blauw gaat de druk van onderdruk over in overdruk.

Het NLR heeft van de Voedsel- en Landbouworganisatie van de Verenigde Naties (FAO) de opdracht verworven voor het fabriceren van een grondstation voor het ontvangen van satelliet-beelden en het verwerken van de gegevens ten behoeve van de landbouw in Afrika en Zuidwest Azië. Zie voor verdere details het Caput Selectum 5.2 (pp. 59-65).

Presentatie van gegevens

Een bijzonder vraagstuk bij het presenteren van gegevens in interactieve toepassingen, zoals het voorbereiden van de inzet van vliegtuigen, is dat, hoewel de gebruikte informatie snel verandert, de gebruiker niet gebaat is bij het over het scherm flitsen van mutaties maar evenmin bij achterhaalde informatie. Een methode voor het oplossen van dit vraagstuk werd ontwikkeld, waarbij de gemuteerde informatie met zijn historie wordt opgenomen in een speciale overlay, die naar believen kan worden aan- en uitgezet.

CAE-infrastructuur voor elektronicaontwikkeling

Diverse CAE-hulpmiddelen voor de ontwikkeling van elektronische componenten zijn reeds in gebruik, bijvoorbeeld ten behoeve van ladebedrading, printed-circuit board layout, en schema-invoer. Recent is programmatuur voor de bedrijfszekerheidsanalyse van elektronica verworven. Begonnen is met te onderzoeken hoe de aanwezige en nog te verwerven CAE-hulpmiddelen (waaronder circuitsimulatie) geïntegreerd kunnen worden tot een CAE-infrastructuur. Op basis van functionele eisen is een concept opgesteld voor een CAE-netwerk, gekoppeld aan het NLR-computernetwerk. Hierin is de uitwisseling van ontwerp-informatie tussen de hulpmiddelen gestandaardiseerd.

Ruimtewaardige elektronica

In opdracht van ESA wordt, samen met Signaal en Van der Heem Electronics, de toepasbaarheid onderzocht van optische dataopslag voor het COLUMBUS-ruimtestation en andere ruimtevaart-projecten. Het uitgangspunt daarbij is het zonder wezenlijke vernieuwingen ruimtewaardig maken van bestaande "aardse" apparatuur (zoals die met optische compact discs). In grondstations zou dan commercieel verkrijgbare apparatuur kunnen worden gebruikt. Tevens worden gebruiksmogelijkheden onderzocht van deze techniek voor het opslaan van gegevens op optische schijvengeheugens.

Kwaliteitszorg en bedrijfszekerheid

De activiteiten in het kader van de kwaliteitszorg waren geconcentreerd op de inhoud en het functioneren van informatiesystemen. Hiertoe zijn de eisen hieraan ingedeeld in vier groepen: management-richtlijnen en -voorwaarden, functionele eisen, gedrags-/prestatie-eisen en eisen met betrekking tot de evaluatie. De bijbehorende procedures, die de vertaling van deze eisen naar eigenschappen omvatten, worden vastgelegd in het Procedurehandboek voor de ontwikkeling van informatiesystemen.

In het kader van de kwaliteitsbeheersing werden ook dit jaar kalibraties uitgevoerd van de meetapparatuur die bij het NLR in gebruik is. Tevens werd de apparatuur voor het ILST-project beproefd en gecertificeerd.

Voor het behouden van de verkregen erkenning door de Nederlandse Kalibratie Organisatie (NKO) werden diverse verfijningen in de procedures aangebracht.

EMI/EMC

Wederom werd meegewerkt aan een cursus in het kader van het Postacademisch Onderwijs in de Technische Wetenschappen (PATO) over technieken op het gebied van de Elektromagnetische Interferentie (EMI).

Voor een groot aantal opdrachtgevers (militair/civil, nationaal/internationaal, luchtvaart/ruimtevaart) werden metingen verricht in de EMI-faciliteit van het NLR teneinde het niveau van door elektronische apparatuur gegenereerde storing te bepalen of de gevoeligheid van apparatuur voor storende elektromagnetische straling vast te stellen.

3.6 MILIEUBEHEER

Geluidmetingen en geluidsbelasting

In opdracht van de RLD is de geluidsbelasting ten gevolge van de grote luchtvaart bepaald, naar de actuele situatie in 1985, rondom de luchtvaarterreinen Schiphol, Rotterdam en Zuid-Limburg. Ook zijn, ten behoeve van wettelijk voorgeschreven milieu-effectrapportages, berekeningen uitgevoerd voor de toekomstige situaties rondom de luchtvaarterreinen Rotterdam, Eelde en Zuid-Limburg, in het laatste geval met betrekking tot de kleine luchtvaart.

Een in opdracht van de RLD uitgevoerd theoretisch onderzoek naar de invloed van verschillende parameters (zoals het vliegtuiggewicht en de luchttemperatuur) op het hoogteverloop van en de

geluidsimmissie door vliegtuigen van de typen DC-9 en Boeing 747 is afgesloten. De resultaten zullen gebruikt worden bij het vaststellen van hoogteprofielen ten behoeve van geluidsbelasting-berekeningen.

In opdracht van de RLD is begonnen met het opstellen van rekenprogrammatuur voor gebruik bij geluidscertificaties van vliegtuigen. De gemeten geluidsniveaus worden daarmee in de vereiste vorm gebracht voor toetsing aan de daarvoor gestelde normen.

In opdracht van de Koninklijke luchtmacht wordt in het kader van de zoneringsbewaking nagegaan op welke wijze registratie van gegevens omtrent actuele vliegtuigbewegingen van militaire vliegtuigen kan worden gerealiseerd.

"Zoneringsbewaking" is de controle op de overschrijding van vastgestelde grenswaarden van de geluidsbelasting rondom luchtvaartterreinen.

Een in opdracht van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer uitgevoerd onderzoek heeft er toe geleid dat het nabij Roermond gesitueerde geluidmeetnet uitgebreid zal worden van twee geluidmeetposten naar vijf. Deze geluidmeetposten registreren het geluid van vliegtuigen die gestationeerd zijn op de nabij gelegen vliegbasis Brüggen (BRD) en die boven Nederlands grondgebied vliegen.

4 TECHNISCHE OUTILLAGE

4.1 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR STROMINGSONDERZOEK

Lage-snelheidstunnels

De LST 3 x 2.25 werd uitgebreid met de mogelijkheid om twee door lucht aangedreven motoren met propeller geheel onafhankelijk van elkaar te regelen. Hiertoe zijn twee digitale luchtregelsystemen op het gewogen deel van het uitwendig meetsysteem gemonteerd, die door PLC's (Programmable Logic Controllers) worden gestuurd.

Beide meetplaatsen werden voorzien van een 40-tal statische-drukaansluitingen voor het meten van wanddrukken. Uit deze wanddrukken kunnen bij tweedimensionale modellen de tunnelwandcorrecties, vooral bij hoge draagkracht, zeer nauwkeurig worden bepaald.

De simulatie van de atmosferische grenslaag in de niet-luchtvaartmeetplaats werd verbeterd door het aanbrengen van zgn. "spitsen" op de vloer van de aanloop naar deze meetplaats.

Aan de Duits-Nederlandse Windtunnel werd gerichte ondersteuning verleend in het kader van de zgn. "Research Support DNW".

Transsonen en supersonen tunnels

In de toekomst wordt veel vraag verwacht naar windtunnelonderzoek met simulatie van voortstuwingsinstallaties van vliegtuigen. Met een geslaagd experiment, uitgevoerd in de HST aan een halfmodelconfiguratie uitgerust met een TPS-modelmotor is een meettechniek beschikbaar gekomen voor onderzoek in de windtunnel aan het gedrag van vliegtuigconfiguraties met motoren van het turbo-fan type. Met het ontwikkelen van technieken benodigd voor het onderzoeken van installatie-effecten en van het gedrag van propellers in transsonen stroming werd een begin gemaakt.

De ontwikkelingen ter verbetering van de regelsystemen van de HST en verdere verhoging van de meetnauwkeurigheid werden voortgezet. Vooral met de ontwikkeling van nauwkeurige apparatuur voor het meten van krachten werd goede voortgang geboekt. Naar verwachting zal in 1987 de aanmaak van een nieuw type inwendige balans voor heelmodellen plaatsvinden. De installatie van een nieuw systeem voor invalshoekbepaling is inmiddels ver gevorderd; verwacht wordt dat dit systeem in de loop van 1987 beschikbaar zal komen.

De aanmaak van de PHST, een schaalmodel van de HST, werd voltooid. De verwachtingen met betrekking tot rendementsverbeteringen van geplande modificaties van de HST werden door onderzoek in de PHST bevestigd. Verder onderzoek richt zich nu op de gevolgen van deze modificaties voor de kwaliteit van de stroming in de meetplaats van de HST.

Begonnen werd met onderzoek naar de technische haalbaarheid en de kosten van mogelijke verbeteringen van de HST. Tevens wordt de mogelijkheid bestudeerd het aandrijfvermogen van de compressor van de HST te verhogen evenals de mogelijke vervanging van de Centrale.

Het ontwerp van een nieuw data-acquisitiesysteem voor de supersonen tunnels kwam gereed. Een groot deel van de benodigde hardware werd aangeschaft. Installatie van het nieuwe systeem zal naar verwachting begin 1987 plaatsvinden.

Aëroakoestiek en voortstuwing

Een voorstel voor renovatie van de meetkamer en het afzuigsysteem voor de ijfaciliteit voor modelmotoren werd nader uitgewerkt.

Daarnaast werd gewerkt aan de specificatie van een door lucht aangedreven 300-kW motor voor de aandrijving van geavanceerde contraroterende model-luchtschroeven bestemd voor windtunnelonderzoek.

4.2 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR VLIEGTUIGGEBRUIK EN Vliegmechanisch onderzoek

Avionics Research Testbed (ART)

In het Metro II laboratoriumvliegtuig werden voorbereidingen getroffen voor de inbouw van een Electronic Flight Instrument System (EFIS), als aanloop voor het Avionics Research Testbed (ART) programma dat in de komende jaren zal worden uitgevoerd.

Door de introductie van geavanceerde avionica-systemen zoals EFIS, Flight Management System (FMS), Microwave Landing System (MLS), digitale data link systemen en satellietnavigatie, is het nodig de gebruiksmogelijkheden van deze systemen te onderzoeken. Hierbij zal zowel de relatie vliegtuig-vliegtuigstelsel als de relatie vliegtuig-luchtverkeersleiding moeten worden onderzocht. Daarom wordt het Metro II laboratoriumvliegtuig uitgerust met bovengenoemde avionica-systemen. Voor deze onderzoekfaciliteit, die door het NLR in eigen beheer wordt ontwikkeld, bestaat belangstelling bij potentiële opdrachtgevers.

Luchtverkeersleidingssimulator

Voor de NLR Air Traffic Control Simulator (NARSIM) werd het functioneel ontwerp afgerond. Het technisch concept werd nagenoeg voltooid. Veel aandacht is daarbij besteed aan de keuze van de displays.

Vluchtnabootser

Begonnen werd met de uitbreiding van het vluchtnabootsergebouw voor het tweede bewegingsmechanisme dat thans in aanbouw is. Voor de verbinding van de "host computer" van de vluchtnabootser met het nieuwe bewegingsmechanisme met zes graden van vrijheid werd een nieuwe interface ontworpen en vervaardigd.

De elektronische interface werd uitgebreid met "matrix patch panels" voor de aansluiting van de EFIS-displays (EFIS: Electronic Flight Instrument System) met de ARINC-429 interface. Ter ondersteuning van het ontwerpen van de Fokker 100 EFIS-display beelden werd een dynamisch beeldgeneratiesysteem (IRIS) aangeschaft.

Een nieuw Flight Model Panel (FMP) en Thrust Rating Panel (TRP) werden ontworpen en aangeemaakt, voorzien van alle functies benodigd voor het simuleren van het Automatic Flight Control and Augmentation System (AFCAS) voor de Fokker 100. Voor de verbinding van deze panelen met de "host computer" van de vluchtnabootser werd een speciale Communicatie Interface (COMI) ontwikkeld.

Apparatuur voor vliegproeven en gegevensverwerking

Ten behoeve van de metingen aan het Cessna Citation 500 lesvliegtuig van de Rijksluchtvaart-school werd een vierde digitaal meet- en registratiesysteem ontworpen en gebouwd.

IJK- en beproevingsapparatuur

Grote hoeveelheden apparatuur voor de Fokker 50 en de Fokker 100 werden beproefd en gekalibreerd, waarbij de in voorgaande jaren ontwikkelde automatische test/kalibratieopstellingen werden ingezet.

Eind 1986 werd een nieuwe "rate-of-turn" tafel afgeleverd. Die zal worden gebruikt bij de beproeving en kalibratie van gyroscopen.

4.3 TECHNISCHE OUTILLAGE OP HET GEBIED VAN CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

Belastingsapparatuur

Voor de beproeving van het stabilo en een deel van het kielvlak van de Fokker 100 werd een testopstelling gebouwd en in gebruik genomen. Het, door Fokker ontwikkelde, 12-kanaals belastingsysteem, dat voorzien is van beveiligingen tegen onnauwkeurige of te grote belastingen, heeft betrouwbaar gefunctioneerd bij een eerste certificatieproef op het stabilo.

Voor het onderzoek naar de materiaaleigenschappen van composieten werd een vermoeiingsframe geïnstalleerd, dat wordt gevoed door de hydraulische pomp van een bestaande vermoeiingsmachine.

Een besturingssysteem werd zodanig samengesteld dat twee vermoeiingsproeven zonder elkaar te beïnvloeden gelijktijdig kunnen worden uitgevoerd.

De branderinstallatie voor het uitvoeren van corrosieonderzoek en thermisch vermoeiingsonderzoek aan motormaterialen bij temperaturen tot 1700°C werd geïnstalleerd.

Apparatuur voor materiaalonderzoek

Voor de bepaling van stijfheden en dempingseigenschappen van composieten werd een dynamisch-mechanisch belastingsysteem aangeschaft. Het analysesysteem dat voorlopig met de hand wordt bediend zal worden voorzien van automatische besturing en dataverwerking.

Voor de automatische data-opslag van de C-scan installatie voor ultrasone inspectie van composietconstructies werden aanpassingen aan de installatie uitgevoerd en interface-elementen voor koppeling aan het computersysteem gebouwd. Met de systeemintegratie en software-beproeving werd begonnen.

Apparatuur voor data-acquisitie en -verwerking

Ten behoeve van rek- en verplaatsingsmetingen aan het stabilo en het kielvlak van de Fokker 100 tijdens certificatieproeven bij het NLR, werd een 460-kanaals AUTOLOG systeem aangeschaft.

Voor het continu registreren van een twaalfstal belangrijke proefgegevens is een bewakingssysteem ontwikkeld en gebouwd. Bij uitval van het belastingssysteem als gevolg van storing wordt in een doorstroomgeheugen informatie van kort voor, tijdens en na de storing bewaard.

Kwaliteitszorg

De aanvraag voor erkenning door de Nederlandse Kalibratieorganisatie (NKO) voor de kalibratie van krachtmeetinstrumenten werd voorbereid. Ook is verder gewerkt aan een kwaliteitshandboek voor de S-laboratoria.

4.4 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR RUIMTEVAARTONDERZOEK EN REMOTE SENSING

Een voorstudie werd uitgevoerd van toekomstige wensen en mogelijkheden voor een test- en simulatiefaciliteit voor modulaair opgebouwde standregelsystemen (MACS-TSA). Ter voorbereiding van de ontwikkeling van een HERA-simulatiefaciliteit werd een IRIS-beeldgeneratiestation geïnstalleerd.

De integratie van de SYSTIME (VAX) computer in het NLR-netwerk werd voorbereid.

Voor thermisch onderzoek werd een "Variable Conductance Heat Pipe" vervaardigd.

Op het gebied van microzwaartekrachttechnologie werd onderzoek verricht voor de ontwikkeling van een hoge-precisiethermostaat.

Onderzoek werd verricht naar de toepassing van videotechnieken bij het waarnemen van vloeistoffysische processen en naar de ontwikkeling van een translatiesysteem voor PODI.

Op het gebied van remote sensing werd de PARES-voorverwerkingsprogrammatuur aangepast aan de verwerking van meetgegevens opgenomen met CAESAR. De programmatuur van de DVSV voor de verwerking van remote-sensing gegevens werd verbeterd. De ontwikkeling van een "video quick look" systeem voor gebruik in vliegtuigen tijdens remote-sensing vluchten werd voortgezet.

4.5 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR ALGEMEEN GEBRUIK

Computer- en terminal-netwerk

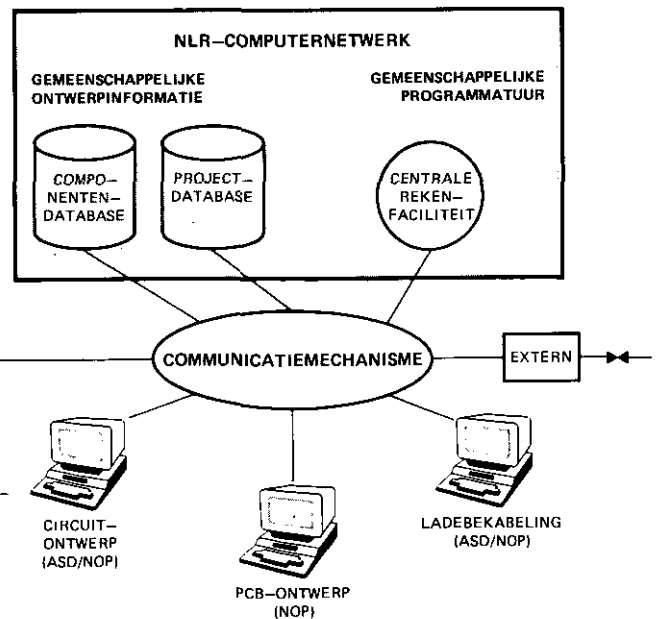
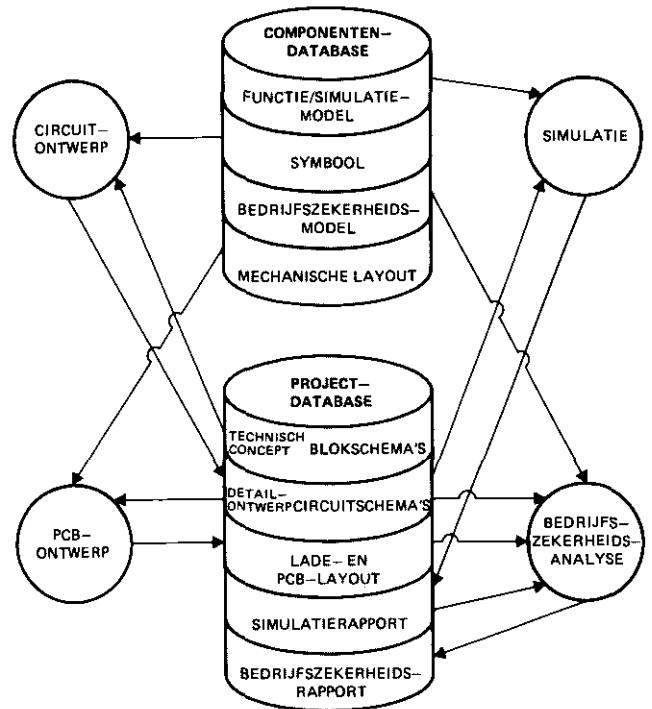
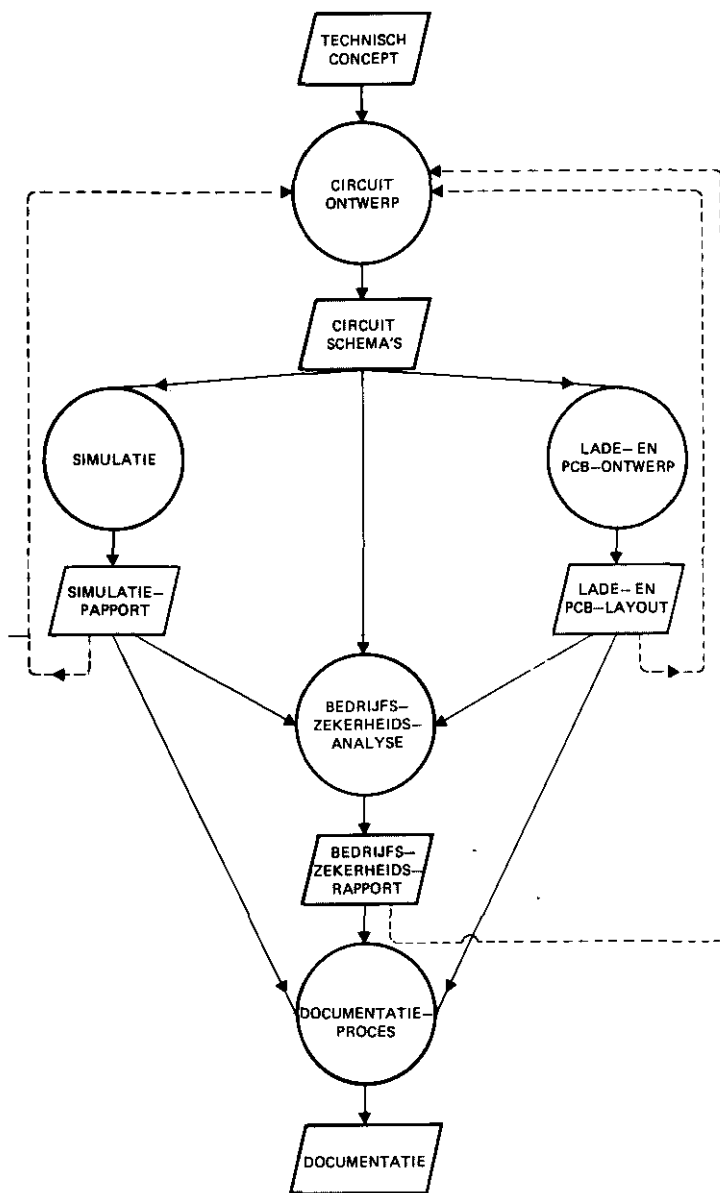
Het gebruik van de centrale CYBER 180-855 computer vertoonde ook in 1986 een sterke groei, vooral door toename van de rekenintensieve simulaties. Dit maakte uitbreiding van het centraal geheugen van 16 naar 32 Megabyte nodig; de capaciteit van het schijfengeheugen werd eveneens vergroot en de gebruiksmogelijkheden van het bedrijfsysteem werden uitgebreid.

Veel aandacht werd besteed aan snelle en betrouwbare uitwerking van de gegevens van de Fokker-vliegproeven, ook buiten de normale werktijden. In opdracht van Fokker werden gedetailleerde operationele procedures opgesteld en kwamen o.a. "back-up" voorzieningen voor de datacommunicatie tot stand.

In 1986 is de behoefte aan computercapaciteit voor de komende jaren uitvoerig onderzocht. Maatgevend is daarbij de verwachte behoefte in verband met de vliegtuigontwikkeling in Nederland. Aan het eind van het jaar werd door het Bestuur besloten over te gaan tot de aanschaffing van een z.g. supercomputer. Gekozen werd voor de NEC-SX-2, die aan het eind van 1987 zal worden geïnstalleerd en geïntegreerd in het netwerk van het NLR.

VME-ontwikkelomgeving

De VME-ontwikkelomgeving, die bestaat uit een "Micro Concurrent Pascal" (MCP) compiler op de centrale NLR-computer en een Philips Microprocessor Development Station (PMDS), werd met succes ingezet voor een aantal "real-time"-toepassingen. De MCP-compiler werd verbeterd. Tevens werd de MCP uitgebreid ter accommodatie van eenvoudige multiprocessorsystemen.

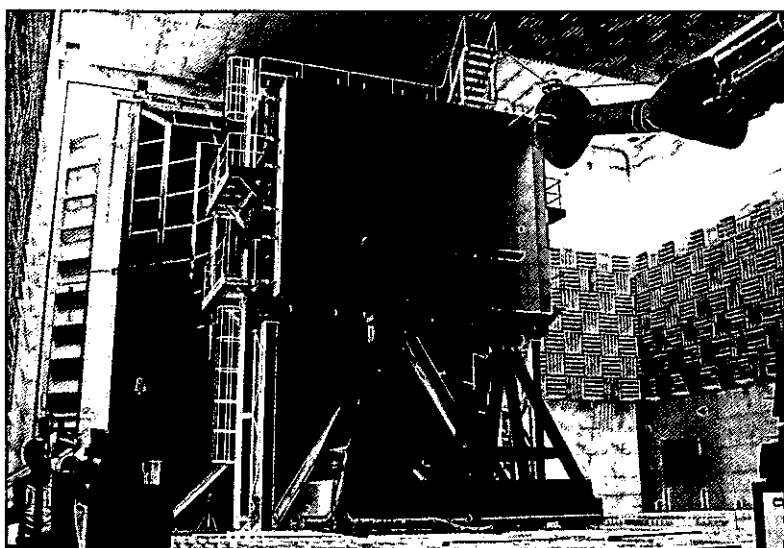


Het concept voor een NLR-infrastructuur voor het ontwikkelen van elektronica met de computer (CAE: Computer-Aided Engineering). Links boven: de samenhang van de verschillende processen bij het maken van een detail-ontwerp; Rechts boven: het gemeenschappelijk gebruik van de ontwerp-informatie; Onder: de plaats van de hulpmiddelen in het CAE-netwerk.

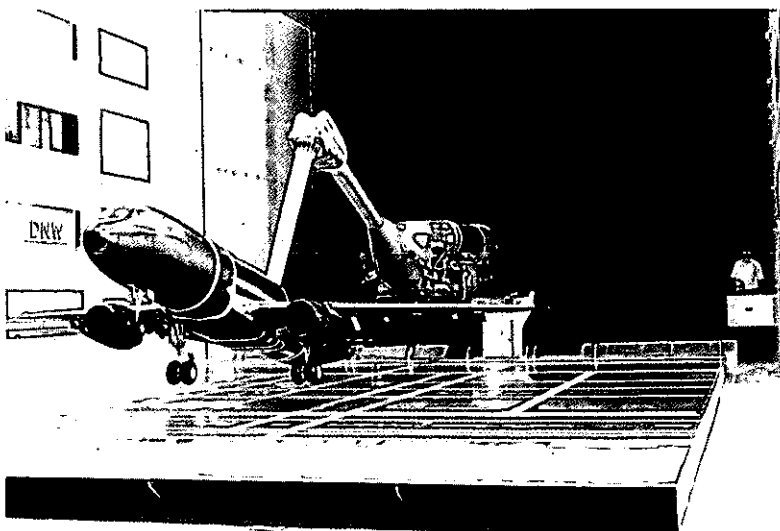
Het VME-prototypesysteem zelf werd uitgebreid met modules voor beeldverwerking teneinde ook beeldverwerkende systemen te kunnen realiseren.
Ten behoeve van toepassingen van complexe multiprocessoren werd onderzocht of naast MCP een uitgebreidere ontwikkelomgeving mogelijk is.

Oppervlaktemontagetechnieken	In het CADISS-project zijn oppervlaktemontagetechnieken met succes toegepast, met name op hybride schakelingen. Onderzocht is onder welke voorwaarden deze technieken algemener kunnen worden geïntroduceerd.
Automatiseren van de ontwikkeling van elektronica-kaarten	Het computergestuurde systeem voor het ontwerpen van sporenpatronen van elektronica-kaarten (CAD-PCB) werd uitgebreid met een verbeterd "routing"-programma. Met behulp van het computergestuurde interactieve tekensysteem voor elektronische schakelingen (FutureNet, Dash 2) kunnen schema's worden vertaald naar "netlist"-informatie voor het CAD-PCB-systeem, hetgeen een stap vooruit is in de automatisering van het ontwerpproces.
Automatiseren van EMI-metingen	De EMI-faciliteit werd verder aangepast om de meetgegevens sneller en nauwkeuriger te kunnen verwerken.
Machines voor metaalbewerking	Door Stork-Mufac werd de revisie van de Bohle/Bosch Bendix computergestuurde (CNC)-freesmachine uitgevoerd. De revisie betrof een complete "overhaul" van het mechanische systeem en een vervanging van de elektrische en elektronische systemen. Met de ingebruikname van de, thans Bohle/GE Mark 2000 geheten, CNC-freesmachine hebben de werkplaatsen de beschikking gekregen over apparatuur voor het hoog-nauwkeurig contouren van onderdelen van windtunnelmodellen, zowel uit lichtmetaal als uit moeilijk te verspanen metaal. Ten behoeve van de werkplaatsen zijn verder twee CNC-freesmachines aangeschaft: een Deckel FP42 NC-freesmachine voor de vestiging NOP en een Deckel FP3 NC-freesmachine voor Amsterdam. Het totaal aan CNC-freesmachines bij de werkplaatsen is hiermee op vier stuks gekomen, hetgeen perspectieven biedt voor een verdergaande automatisering van de productie.

Dr.-Ing. H.A. Hertrich van het Ministerie van Onderzoek en Technologie van de Bondsrepubliek Duitsland spreekt de binnenlandse en buitenlandse gasten toe tijdens de viering van het tienjarig bestaan van de Stichting Duits-Nederlandse Windtunnel.
(foto: DNW)



Onderzoek van het geluid van een helikopter-rotor in de open meetplaats met een rij microfoons in de stroming.
(foto: DNW)



Model van de Airbus A320 tijdens onderzoek van grondinvloed in de 8 m x 6 m meetplaats.
(foto: DNW)

5 CAPITA SELECTA

5.1 EIGENSCHAPPEN EN TOEPASSINGEN VAN COMPOSieten

Inleiding

De officiële opening van de uitbreiding van de laboratoria voor Constructies en Materialen door de burgemeester van de Noordoostpolder, in juni 1986, markeert de betekenis van het jongste onderzoekgebied van de gelijknamige hoofdafdeling van het NLR: de karakterisering van composieten en de ontwikkeling van toepassingen in lucht- en ruimtevaartconstructies.

Composieten bestaan uit vezels die de belasting opnemen en een matrixmateriaal (meestal epoxy-hars) dat zorgt voor de samenhang en voor een gelijkmatige verdeling van de belasting over de vezels.

Moderne composieten, met koolstofvezels of aramidevezels, worden in toenemende mate toegepast in de vliegtuigbouw. De toepassingen van koolstof/epoxy als constructiemateriaal bij de staartvlakken van de Airbus A320 en bij de Fokker 100 geven een indicatie van de betekenis van deze materialen voor toekomstige vliegtuigprojecten. Fokker onderkent de noodzaak om voor het definiëren van een nieuw vliegtuigproject over de modernste technologische hulpmiddelen te kunnen beschikken, en werkt sinds enkele jaren samen met het NLR aan onderzoek in het kader van een composietenplan.

Het NLR werkt op dat gebied eveneens samen met de Europese zusterinstituten door deelname in "Action Groups" van GARTEUR. Ook is het NLR vertegenwoordigd in de werkgroep Technologie van Moderne Vezelversterkte Kunststoffen van de Nederlandse Federatie voor Kunststoffen.

Het onderzoek bij het NLR richt zich op het karakteriseren van het materiaalgedrag en op het bestuderen en beschrijven van die eigenschappen die belangrijk zijn voor toepassingen. Het verwerven van kennis van de schademechanismen, die leiden tot achteruitgang van de materiaaleigenschappen, is daarbij een belangrijk aspect.

De rekenmethoden en de experimentele technieken, ontwikkeld voor de analyse van de statische en dynamische responsie van conventionele metalen constructies, worden uitgebreid en aangepast om (gelaagde en sterk anisotrope) composietconstructies te kunnen ontwerpen.

Kennis van composieten vormt, tezamen met de hulpmiddelen voor constructieonderzoek, mede de basis voor de ondersteuning door het NLR van de ontwerpafdelingen bij Fokker, de Rijksluchtvaartdienst en de civiele en militaire gebruikers van moderne vliegtuigconstructies.

Materiaaleigenschappen

De moderne koolstof- en aramidevezels hebben uitstekende basiseigenschappen: zij hebben een veel hogere specifieke sterkte en stijfheid dan de meeste constructiemetalen. Door deze vezels te verwerken in een matrixmateriaal en een laminaat samen te stellen uit lagen met verschillende vezelrichtingen, wordt een composiet verkregen met goede eigenschappen in meerdere richtingen, zij het dat de specifieke sterkte en stijfheid van de composiet lager zijn dan die van het basismateriaal. In figuur 3 worden de specifieke treksterkte en de specifieke stijfheid van vezels en van laminaten bestaande uit één laag of uit enkele verschillend georiënteerde lagen vergeleken met die van duraluminium. De opbouw van een laminaat uit verschillende lagen kan zo worden gekozen dat de materiaaleigenschappen van de composiet optimaal passen bij de te verwachten belasting.

De vermoeiingseigenschappen van koolstofcomposieten en van aramidecomposieten zijn uitstekend. De vermoeiingssterkte van in één richting versterkte laminaten bedraagt 70 à 80 % van de treksterkte; die van aluminiumlegeringen ca. 20 % (de vermoeiingssterkte is de amplitude van de wisselende belasting die een materiaal oneindig vaak kan doorstaan). Ook het vermoeiingsgedrag van laminaten met verschillende vezeloriëntaties is superieur aan dat van aluminiumlegeringen.

Spanningsconcentraties, bijvoorbeeld bij gaten, kunnen onder invloed van wisselende belasting schadegroei veroorzaken in de vorm van delaminatie, het losraken van de afzonderlijke lagen van

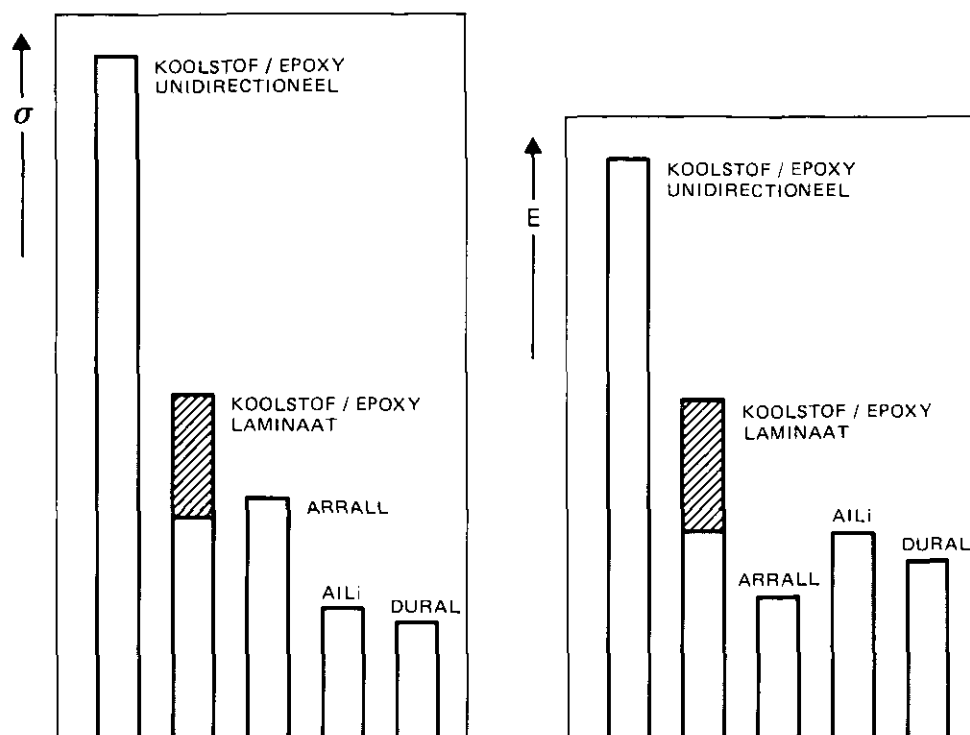


Fig. 3 – De specifieke treksterkte σ en de specifieke stijfheid E van vezels en van laminaten bestaande uit een laag of uit twee, drie of vijf verschillend georiënteerde lagen, vergeleken met sterkte en stijfheid van ARALL, aluminium-lithium en duraluminium.

het laminaat, waardoor de sterkte afneemt. Deze schadegroei zal nauwelijks optreden als een relatief lage ontwerpspanning is gekozen, zoals bijvoorbeeld in secundaire constructiedelen. Bij een hogere ontwerpspanning kunnen dergelijke vermoeiingsproblemen zich wel voordoen.

Door het NLR wordt onderzocht hoe de schadegroei rond spanningsconcentraties plaats vindt. Tijdens vermoeiingsproeven worden proefstukken onderworpen aan een wisselende belasting met een constante amplitude of aan een nagebootste vluchtbelasting. De zo veroorzaakte schadegroei wordt bepaald door de ultrasone inspectiemethode waarmee schade kan worden vastgesteld die uitwendig niet zichtbaar is. Het blijkt dat schadegroei veel eerder optreedt bij negatieve (druk) belastingen dan bij positieve, en dat het patroon van schade-uitbreiding onder vluchtsimulatiebelasting verschilt van dat onder belasting met constante amplitude.

De schadegroei in composieten wordt in belangrijke mate bepaald door het gedrag van het matrixmateriaal, daarom wordt de invloed van nieuwe, taaiere matrixmaterialen op het schadegroeigedrag onderzocht.

Schadegevoeligheid

Het spanning/rek-gedrag van composieten vertoont een nagenoeg lineair, elastisch verloop tot breuk, en de breukrek van een koolstofcomposiet bedraagt slechts ca. 1%. Deze brosheid maakt composieten gevoelig voor inslagsschade die in vliegtuigconstructies kan ontstaan bijvoorbeeld door vogelaanvaring of steenslag, of tijdens het onderhoud. De optredende schade, vezelbreuk en/of matrixschade, geeft een belangrijke reductie van de sterkte-eigenschappen. Tot dusver wordt dit probleem ondervangen door lage waarden voor de ontwerp-rek toe te laten.

De weerstand tegen inslagsschade wordt bij het NLR experimenteel onderzocht. Daartoe wordt schade toegebracht met behulp van een door een luchtkanon afgeschoten projectiel waarmee hoge inslagneligheden, zoals die in de praktijk voorkomen, kunnen worden bereikt. Na de inslag wordt de inwendige schade vastgesteld en wordt de restdruksterkte bepaald. Figuur 4 toont de restdruksterkte na de inslag op verschillende soorten quasi-isotroop 6,5 mm dik laminaat, waarbij de proefstukken tijdens de inslag onder een drukbelasting stonden. Door middel van dergelijke inslagsschade/reststerkte-proeven wordt nagegaan of in koolstofcomposieten met taaiere matrixmaterialen hogere waarden voor de ontwerp-rek toelaatbaar zijn.

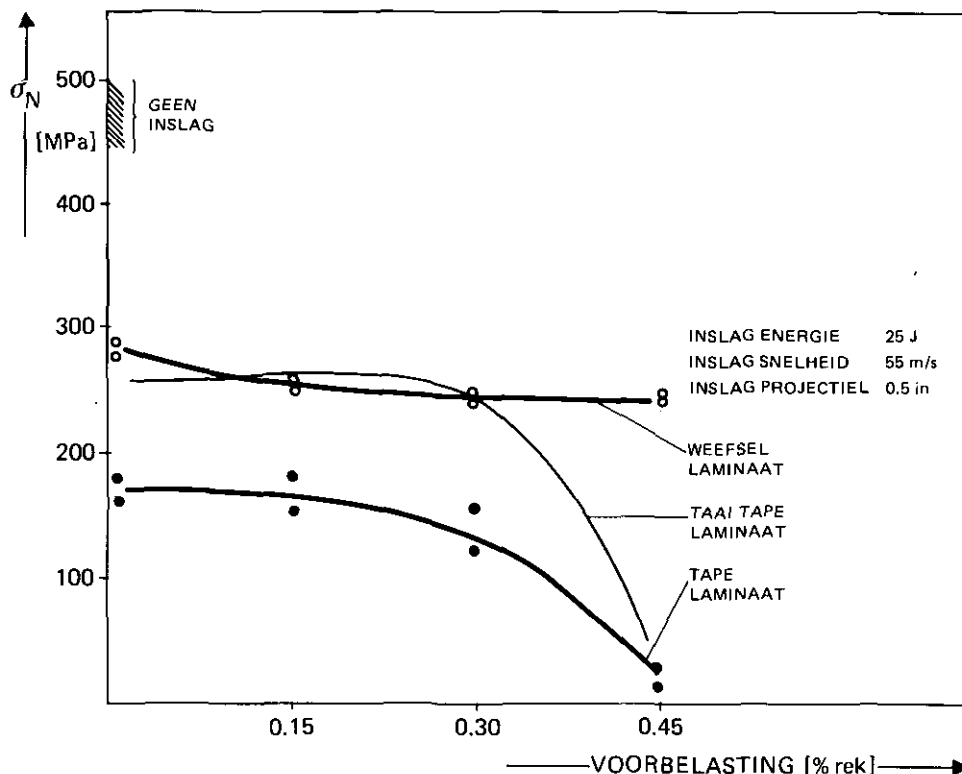


Fig. 4 – De restdruksterkte van enkele composiet-typen gemeten na inslag van een projectiel, bij verschillende voorbelasting.

Fabricage

Als uitgangsmateriaal bij de fabricage van composieten dienen vaak zogenaamde prepregs. Dit zijn dunne (ca. 0,2 mm) lagen materiaal bestaande uit bundels van vezels in één richting die zijn voorgeïmpregneerd met hars (matrix-materiaal).

Een product wordt opgebouwd door het gewenste aantal lagen prepreg, die nog gemakkelijk vervormbaar en enigszins kleverig zijn, aan te brengen op een negatieve mal.

Het opgebouwde product wordt vervolgens in de autoclaaf (fig. 5) gebracht waarin de hars in een op het product afgestemde cyclus waarin zowel temperatuur als druk variëren, wordt uitgehard. Onder invloed van de verhoogde temperatuur treedt er een polymerisatiereactie op waarbij niet alleen een groei van de molecuulketens plaatsvindt maar ook chemische dwarsverbindingen tussen de afzonderlijke ketens worden gevormd ("cross-links"). Tijdens de reactie treden er ook grote reologische veranderingen in de hars op. In het eerste deel van de cyclus neemt de viscositeit sterk af waardoor harsvloeï kan optreden en tevens vluchtige bestanddelen uit het product kunnen ontsnappen. Na het geleren zorgt de verhoogde druk in de autoclaaf ervoor dat er een goede samenhang ontstaat tussen de afzonderlijke lagen prepreg. Tijdens de verdere reactie neemt de stijfheid van de hars, als gevolg van de vorming van "cross-links", voortdurend toe. Het proces is geëindigd als de polymerisatiereactie is gestopt.

Chemisch-fysisch onderzoek

Het chemisch-fysisch onderzoek aan thermohardende harssystemen richt zich binnen het NLR op de volgende twee gebieden:

- onderzoek naar de chemische en fysische processen tijdens de uitharding;
- karakterisering van het materiaal in zowel de uitgeharde als de niet uitgeharde toestand.

Het verloop van de chemische reactie en dat van de viscositeit tijdens de uitharding zijn sterk afhankelijk van de gekozen tijd/temperatuur-cyclus. Kennis hieromtrent is noodzakelijk om tot een optimale uithardingscyclus voor een bepaald product te kunnen komen. Voor het onderzoek hiernaar beschikt het NLR over apparatuur voor thermische analyse en voor dynamisch-mechanische analyse (fig. 6). Eén van de onderdelen van de apparatuur voor thermische analyse is de "Differential Scanning Calorimeter", waarmee de warmteontwikkeling in een monster tijdens de reactie wordt gemeten. De snelheid van de warmteontwikkeling tijdens een exotherme reactie is evenredig met de reactiesnelheid. Met de dynamisch-mechanische analyse-apparatuur kunnen de verandering van de stijfheid en de demping van een monster worden gemeten tijdens een willekeurige uithardingscyclus. Hieruit kan informatie worden verkregen over de veranderingen in de viscositeit tijdens het uithardingsproces.

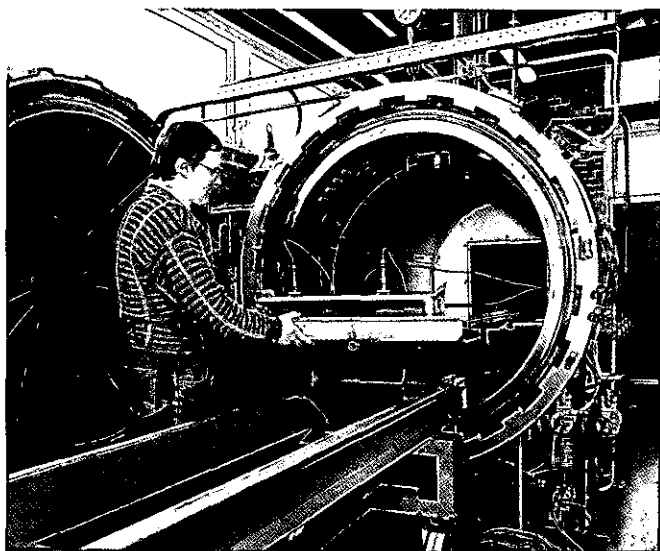


Fig. 5 – De autoclaaf, gebruikt voor het uitharden van laminaten tot composiet-proefstukken.

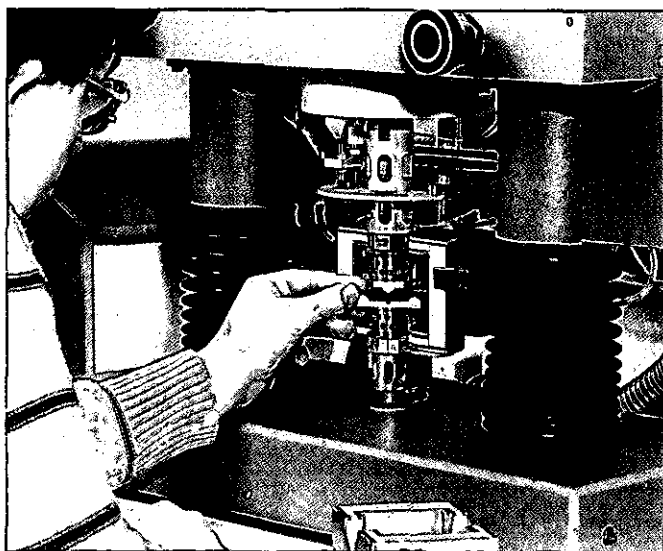


Fig. 6 – De apparatuur voor dynamisch-mechanische analyse van proefstukken tijdens de fabricage.

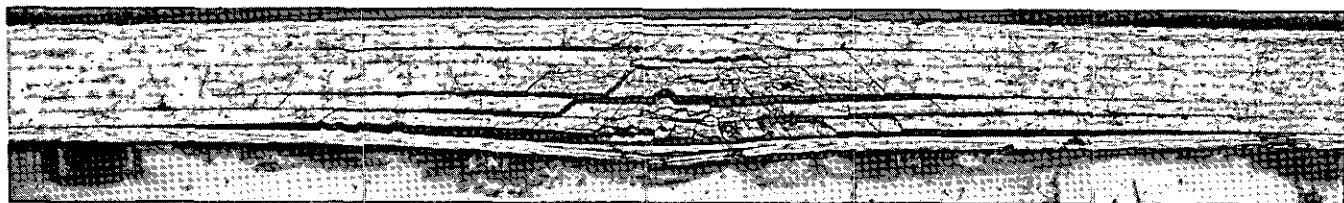


Fig. 7 – Doorsnede van een deel van een composiet-proefstuk met inwendige schade door inslag.

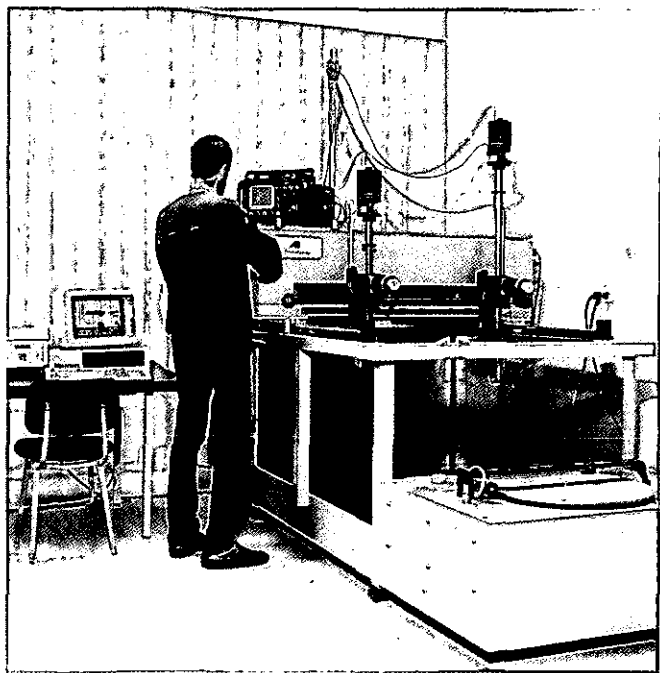


Fig. 8 – De C-scan apparatuur voor geautomatiseerde ultrasone inspectie.



Fig. 9 – Bladverstijfd paneel na knikproef.

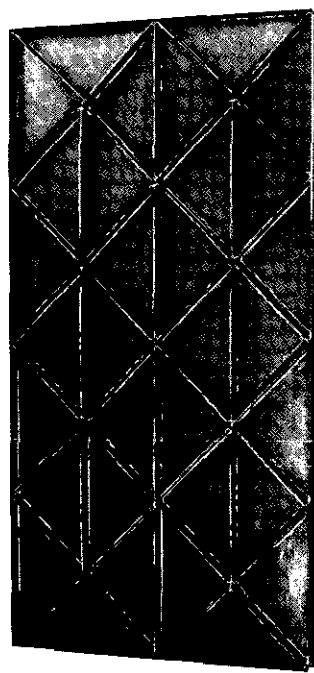


Fig. 11 – Een "grid-verstijfd" composietpaneel, beter dan de gebruikelijke paneelvormen bestand tegen schade.

Deze analyse-apparatuur wordt ook gebruikt bij het karakteriseren van het materiaal, zowel in uitgeharde als in niet uitgeharde toestand. Een van de belangrijke parameters hierbij is de zogenaamde *glastransitietemperatuur*. Bij de glastransitietemperatuur vindt als gevolg van een verandering in de structuur van het polymeer een vrij abrupte afname van de stijfheid plaats. Voor niet-uitgeharde materialen is gebleken dat deze temperatuur een maat is voor de veroudering van de prepreg. Voor uitgeharde materialen is deze grootte kenmerkend voor de mate waarin het materiaal is uitgehard.

Niet-destructieve inspectiemethoden

Door vermoeiing en door inslag, maar ook bij de fabricage, kunnen schade of defecten in composieten ontstaan, zoals delaminaties (het loslaten van de lagen onderling), matrix-scheuren, vezelbreuk, loslating van de vezel-matrix verbinding, etc. Een probleem is dat veel defecten niet uitwendig zichtbaar zijn. In figuur 7 is een doorsnede van een laminaat met inslagsschade te zien, waaruit blijkt dat *er grote inwendige schade kan voorkomen bij nagenoeg geen uitwendig schade*. Om dit soort schade toch te kunnen detecteren moeten de beschikbare methoden voor niet-destructieve inspectie (NDI), voor composieten verder worden ontwikkeld.

Voor composieten wordt, naast visuele inspectie, de ultrasone inspectiemethode het meest toegepast. Bij ultrasone inspectie wordt een bundel hoogfrequent (niet hoorbaar) geluid op het te onderzoeken object gericht. Het geluid wordt aan het oppervlak maar ook bij de defecten gedeeltelijk doorgelaten en gedeeltelijk gereflecteerd. De inspectie kan op twee manieren gebeuren: met één taster waarin zender en ontvanger zijn gecombineerd, door meting van het gereflecteerde geluid, of met twee tasters, één zender en één ontvanger, door meting van het doorgelaten geluid. Figuur 8 toont de installatie voor ultrasoon testen bij het NLR, ook wel C-scan genoemd. Hiermee wordt de ultrasone inspectie volledig automatisch uitgevoerd. Dit minimaliseert de invloed van menselijke factoren en verbetert daardoor de betrouwbaarheid en de reproduceerbaarheid. De inspectie wordt geheel onder water uitgevoerd; het water dient hierbij als koppelmedium voor een goede en constante doorgang van het ultrasone geluid.

Het onderzoek bij het NLR richt zich op het bepalen van een optimale C-scan methodiek voor de detectie van delaminaties en defecten in massieve vlakke laminaten en in sandwichconstructies. Het moet leiden tot éénduidig te interpreteren inspectiegegevens, zodat een verantwoorde kwaliteitsbeoordeling van composietconstructies mogelijk wordt.

Constructie-onderzoek

Composieten zijn anisotroop, wat betekent dat de sterkte en stijfheid niet in alle richtingen gelijk zijn. Dit heeft consequenties voor het uitvoeren van sterkteberekeningen. Ook kunnen, afhankelijk van de laminaatopbouw, belastingen in het vlak van een composietplaat verplaatsingen loodrecht op dat vlak veroorzaken.

Het NLR onderzoekt het ontwerp en de berekening van op druk belaste, verstijfde panelen. Het knik- en na-knikgedrag van aluminiumpanelen is al vele jaren een onderzoekgebied bij het NLR. De anisotropie van composietpanelen maakt de knikberekeningen daarvan extra gecompliceerd. Bovendien moet er rekening mee worden gehouden dat bepaalde paneelvormen, vooral die met gesloten verstijvers, moeilijk in één uithardingsgang kunnen worden gefabriceerd. In samenwerking met Fokker is onderzoek uitgevoerd aan panelen met hoed-verstijvers en met bladverstijvers, en aan sandwichpanelen.

Tabel 1 – De gemeten en de berekende kniklast van een aantal composietpanelen.

Paneel		Kniklast	
type	nr.	gemeten	berekend
hoedverstijfd	1	72	77
	2	93	102
bladverstijfd	1	87	101 / 89
	2	100	104 / 102
	3	65	73 / 62
sandwich	1	170	179
	2	182	202
	3	180	196

Met een uitgebreid experimenteel programma is de ontwikkeling van de berekeningsmethoden ondersteund. Met behulp van de schaduw-moiré-methode wordt de uit-het-vlak vervorming bij knik in de vorm van hoogtelijnen zichtbaar gemaakt.

Bij de bladverstijfde panelen knikken ook de bladverstijvers uit, zoals uit figuur 9 blijkt. Tabel 1 toont de berekende en de experimentele waarden van de kniklast; daaruit blijkt dat de kniklast goed berekend kan worden.

In figuur 10 is te zien dat naar gewicht geoptimaliseerde composietpanelen lichter zijn dan aluminiumpanelen. Dit geldt ook voor de panelen die in de praktijk worden toegepast, hoewel die wegens fabricage-eisen zwaarder kunnen zijn dan de uitsluitend naar gewicht geoptimaliseerde composietpanelen.

De aanwezigheid van schade verlaagt de druksterkte van composietpanelen drastisch. Om toch een betrouwbaar product te leveren wordt een laag rekniveau toegelaten. Hierdoor gaat vooral voor hoogbelaste primaire constructiedelen (vleugel- en romppanelen) de aantrekkelijkheid van composietmateriaal ten dele verloren. Gezocht wordt naar mogelijkheden om de invloed van schade te verkleinen. Er worden taaiere matrixmaterialen ontwikkeld die in het composiet kleinere inslagschade geven, en daarnaast wordt onderzocht of de invloed van schade kan worden beperkt door een geschikte vormgeving van de panelen. Voor deze laatste aanpak is een oriënterende studie uitgevoerd met de ontwikkeling van een "grid"-verstijfd paneel (fig. 11). De belasting van een dergelijk paneel kan via de verstijvers om een beschadiging van de huid heen geleid worden.

Toepassing van composieten geeft de ontwerper zeer veel vrijheid bij het maken van zijn product. Naast de geometrie kan ook de laminaatopbouw zodanig worden gekozen dat een optimale doorleiding van de belastingen wordt verkregen. Deze grote mate van vrijheid kan alleen dan ten volle worden benut als de ontwerper in staat wordt gesteld de mogelijke concepten snel en doelmatig te evalueren.

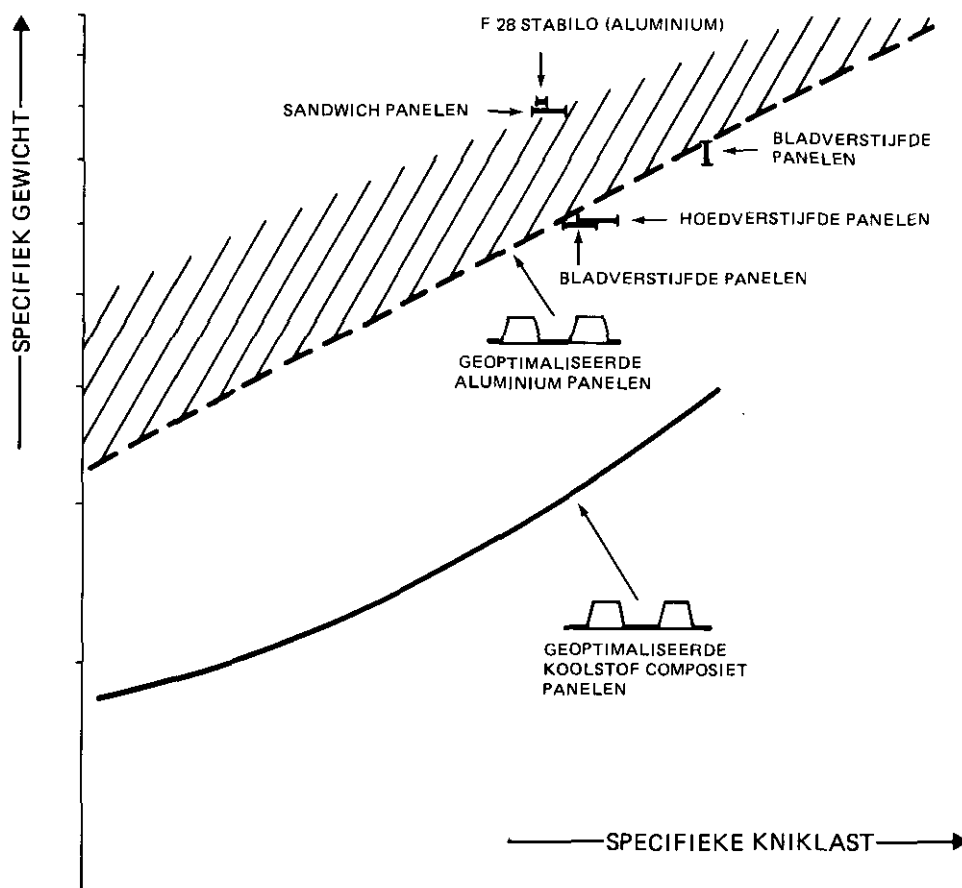


Fig. 10 – Het gewicht als functie van de kniklast van geoptimaliseerde koolstof-composietpanelen vergeleken met dat van geoptimaliseerde aluminium panelen en met panelen toegepast in het stabilo van de Fokker F28.

Door het NLR wordt, in samenwerking met Fokker, gewerkt aan een "computer aided engineering" systeem voor composietconstructies (COCOMAT). Dit systeem bevat gegevens over materialen als koolstof/epoxy en aramide/epoxy, en over geparameteriseerde bouwstenen als vlakke of gekromde panelen, al dan niet voorzien van verstijvers. Door waarden te kiezen voor de parameters en door bouwstenen te combineren kan de ontwerper een constructiegeometrie opbouwen. Met de materialen kunnen laminaten worden opgebouwd die vervolgens kunnen worden toegepast in de verschillende constructiedelen. Door het systeem worden de invoergegevens voor verschillende, door de ontwerper te kiezen analyseprogramma's gemaakt, en de resultaten worden aan de ontwerper getoond. De ontwerper kan nu op elk niveau (materiaalkeuze, laminaatopbouw, geometrieopbouw) wijzigingen aanbrengen en de analyse opnieuw uitvoeren. Doordat tussenresultaten van het ontwerpproces bewaard worden, kan de ontwerper in korte tijd verschillende analyses uitvoeren zodat het ontwerpproces efficiënt kan verlopen.

De beschikbare optimalisatie-algorithmen zijn voor composietconstructies, met een groot aantal ontwerpvariabelen, echter niet het meest geschikt. Gewerkt wordt aan "multi-level" optimalisatie waarbij iteratief afwisselend deelconstructies en de totale constructie worden geoptimaliseerd. Als test is een eenvoudige vleugelboxconstructie (fig. 12) geoptimaliseerd. Eerst werden de deelconstructies, de huid- en ligterpanelen, zodanig geoptimaliseerd dat voor een gegeven belasting, stijfheid en massa het paneel zover mogelijk van de gestelde sterkte- en stijfheidslimieten aflag. Zowel de geometrie als de laminaatopbouw waren variabel. Vervolgens werd de vleugelconstructie geoptimaliseerd naar gewicht, met de massa en stijfheid van de panelen als ontwerpvariabelen. Het gehele proces werd daarna herhaald. In figuur 13 is het gewicht van de vleugelbox tijdens het optimalisatieproces gegeven.

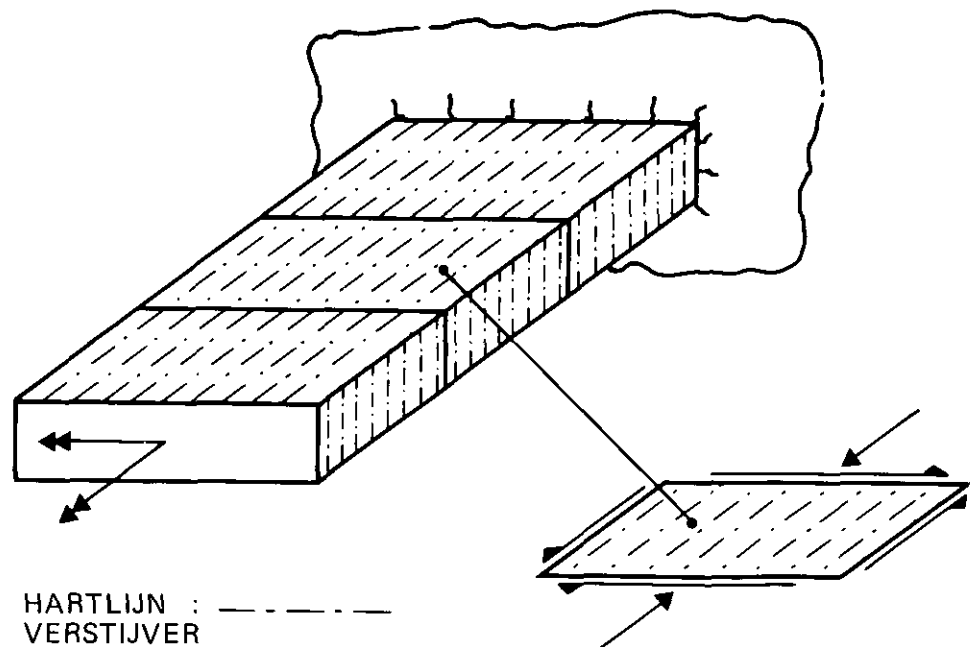


Fig. 12 – Vereenvoudigd model van een vleugelboxconstructie, gebruikt voor het testen van een "multi-level" optimalisatieproces.

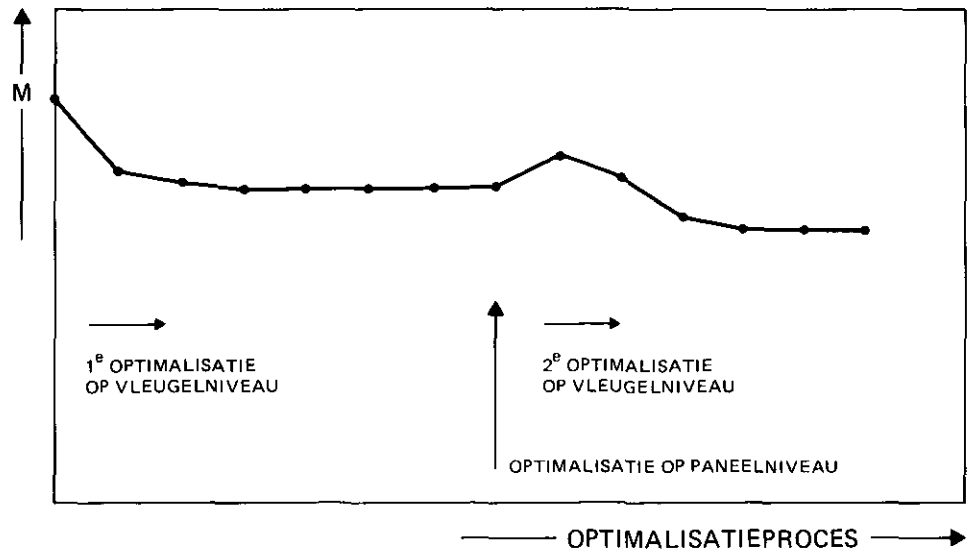


Fig. 13 – Het verloop van het gewicht M van een vereenvoudigde vleugelboxconstructie, tijdens de "multi-level" optimalisatie.

Hoofddijnen van
toekomstig onderzoek

Het onderzoek van vezelversterkte materiaalsystemen (composieten, maar ook gemengde laminaten zoals ARALL) is er op gericht een bijdrage te leveren aan het verbeteren van de toepasbaarheid in nieuwe constructies. Bij composieten moet vooral de weerstand tegen het ontstaan en de groei van schade verder worden verbeterd. Het NLR-onderzoek zal dan ook sterk gericht blijven op het karakteriseren van breukmechanismen. Het ontwikkelen van modellen voor het voorspellen van de sterkte in beschadigde of in sterk geplooid toestand zal voor composieten, waaronder ook moderne thermoplastische materiaalsystemen en gemengde laminaten, veel aandacht krijgen. Het onderzoek aan ARALL, ontwikkeld door de Faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TU-Delft vindt plaats in samenwerking met die Faculteit.

Bijzondere aandacht vereisen verbindingen: het NLR zal ook onderzoek uitvoeren naar de overdracht van krachten in vezelversterkt gelamineerd materiaal door middel van bouten of nagels. Deze studies hebben tot doel betrouwbare ontwerpcriteria te ontwikkelen.

Het optimaliseren van constructies door combinatie van specifieke materiaaltypes zoals metaallegeringen, gemengde laminaten en composieten zal verder worden onderzocht. Daarbij zal gebruik worden gemaakt van de faciliteiten voor computergestuurde analyse en voor experimentele aanmaak en beproeving van constructie-elementen waarover het NLR nu beschikt.

5.2 DE ONTWIKKELING VAN SATELLIET-GRONDSTATIONS

Inleiding

Satellieten bieden steeds meer en steeds betere mogelijkheden voor het vanuit de ruimte waarnemen van verschijnselen op of nabij het aardoppervlak. Op deze wijze kunnen steeds meer en steeds betere gegevens worden verzameld die van belang zijn voor landbouw, bosbouw, mineralogie, meteorologie of oceanografie. De technologie van het ontvangen van door satellieten uitgezonden gegevens en het verwerken ervan tot voor ieder toegankelijke informatie (meestal in de vorm van beelden) houdt met deze ontwikkelingen gelijke tred.

Bij het NLR vindt in dit kader een aantal activiteiten plaats zoals de toepassing van remote-sensing technieken, beeldverwerking, (real-time) dataverwerking (bijvoorbeeld datacompressietechnieken), en onderzoek van de mens/machine-relatie met betrekking tot interactief werken.

Enige jaren geleden heeft het NLR in samenwerking met Signaal het KOSMOSS-grondstation (KNMI Ontvangststation voor Meteorologische Omloop- en Stationaire Satellieten) ontwikkeld, waarmee het KNMI satellietgegevens kan ontvangen, verwerken, en verspreiden onder de belanghebbenden. Op basis daarvan werd ook het COSMOSS-grondstation (Combined Operating Station for Meteorological Orbiting Stationary Satellites) ontwikkeld, dat in Indonesië dezelfde taak heeft. Momenteel is het werk aan ARTEMIS (Africa Real Time Environment Monitoring using Imaging Satellites) in volle gang: een grondstation waarmee de Voedsel- en Landbouworganisatie van de Verenigde Naties (FAO) voor de landbouw in Afrika belangrijke gegevens zal ontvangen en verwerken, om vervolgens deze gegevens (over de geschatte regenval en vegetatie) aan Afrikaanse landen te kunnen verstrekken.

Was het NLR in de KOSMOSS/COSMOSS-projecten een onderaannemer van Signaal, in het ARTEMIS-project is het NLR de hoofdaannemer, die, in overleg met Signaal, de systeemverantwoordelijkheid op zich heeft genomen. Deze verschuiving van verantwoordelijkheden heeft enerzijds te maken met het unieke karakter van elk grondstation, anderzijds met de innovatieve aspecten ervan. Voor elk grondstation zijn de toepassingen verschillend: andere gebruikerseisen of andere satellietkarakteristieken. Dit heeft vooral invloed op het dataverwerkingsdeel van een grondstation, de specialiteit van het NLR. Daarnaast is het van groot belang voor Nederland dat de kennis van satellietoperaties behouden blijft, ondanks het ontbreken van een nationaal ruimtevaartprogramma. Het ontwikkelen van grondstations past in dit beeld. Het NLR verwerft zich hiervoor benodigde kennis in contacten met binnen- en buitenlandse researchinstituten, en ziet erop toe dat deze kennis ten goede komt aan de Nederlandse industrie.

Het grondstation als informatiesysteem

Grondstations passen in de reeks informatiesystemen die het NLR de laatste tijd voor binnen- en buitenlandse opdrachtgevers heeft gerealiseerd. Daarbij kan worden gedacht aan CAMPAL (Computer-Aided Mission Preparation at Airbase Level) en OMIS (Operations Management Information System) voor de Koninklijke luchtmacht, respectievelijk informatiesystemen voor het voorbereiden van missies op de basis en voor het verwerken van orders, of aan FANOMOS (Flight track and Aircraft Noise Monitoring System) voor de Rijksluchtvaartdienst, een systeem voor het bewaken van de werkelijke vliegbanen ter vermindering van de geluidshinder rond vliegvelden. Internationaal kan weer FANOMOS, nu voor de luchthaven bij Zürich, worden genoemd en DARS (Data-Acquisitie en -ReductieSysteem), het gegevensverwerkingssysteem voor de lage-snelheidstunnel in Indonesië.

Bij de ontwikkeling van grondstations is het nationale succes het middel geweest waardoor internationale marktpenetratie kon plaatsvinden.

Zoals bij alle informatiesystemen vereist de ontwikkeling van grondstations kennis van het gehele informatietraject: vanaf ontvangst en voorbereiding in de satelliet, via het verzenden (telemetrie), tot de ontvangst en verwerking van de gegevens in het grondstation. Ook is kennis nodig van de informatiedragers: de satelliet zelf (baangegevens bijvoorbeeld), de specifieke sensoren en de boordcomputers, maar ook de zenders en antennes, de speciale processoren op de grond, e.d. Ten slotte is er kennis nodig van de gebruikers, zowel van de systeemoperatoren, die hun eisen stellen aan de gebruikersvriendelijkheid van het interactieve programma, als van degenen die de informatie gaan bestuderen en toepassen, en die hun eisen stellen bijvoorbeeld aan de toegankelijkheid van de aangeboden beeldinformatie. De basis van dergelijke kennis, zowel die over het informatietraject en informatiedragers als die over methoden voor ontwikkeling en realisering van dergelijke systemen, heeft het NLR gelegd tijdens de werkzaamheden in het kader van de nationale satellietprojecten ANS (Astronomische Nederlandse Satelliet) en IRAS (Infrarood Astronomische Satelliet).

Om complexe informatiesystemen efficiënt te kunnen ontwikkelen wordt gewerkt volgens bepaalde NLR-procedures en -voorschriften. De besturing vindt plaats op basis van fasering van de activiteiten: na de "review" van het functioneel ontwerp en van het technisch concept wordt het detailontwerp uitgevoerd, waarna implementatie, integratie en validatie kunnen volgen. De producten die uit elke fase voortkomen (zie figuur 14), zoals de voorlopige gebruikershandleiding als resultaat van het technisch concept, maken deelname van de gebruikers aan de "reviews" reeds in het begin van het ontwikkelingstraject mogelijk.

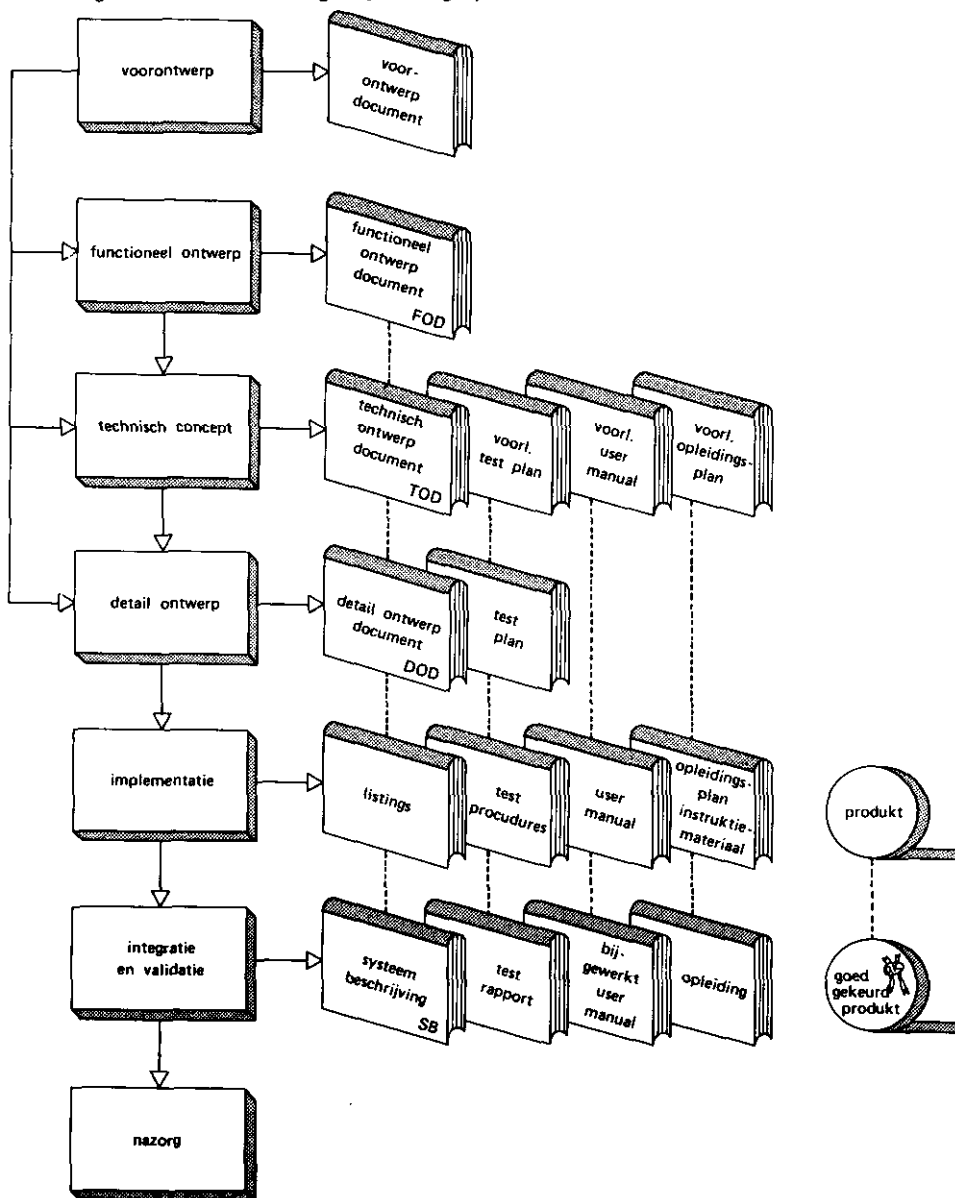


Fig. 14 – Het NLR ontwikkelt informatiesystemen in fasen. De resultaten van elke fase worden in documenten vastgelegd.

KOSMOSS

In 1982 heeft het KNMI het grondstation KOSMOSS in gebruik genomen om de signalen van TIROS-N/NOAA-weersatellieten (Television and Infrared Observation Satellites van de Amerikaanse National Oceanic Atmospheric Administration) te ontvangen en verwerken. De resultaten ervan zijn niet alleen dagelijks op het TV-scherm te zien, maar worden ook via snelle datalijnen naar de meteorologische diensten op de Nederlandse vliegvelden en luchtmachtbases gestuurd. Daarnaast worden de weergegevens gearchiveerd voor later gebruik. KOSMOSS stelt hoge-resolutie weerbeelden samen (tot 5000 lijnen van elk 3000 puntjes) uit de satellietgegevens van het gebied van IJsland tot de Sahara, en combineert daartoe de opnamen in vijf golflengtegebieden (van zichtbaar licht tot infrarood) van land- en zeeoppervlak en van wolkenformaties.

Voor het ontwerpen van het systeem waren in de eerste plaats de gebruikerseisen van belang. De computer moest gelijktijdig twee taken kunnen uitvoeren: het sturen van de apparatuur en het verwerken van de gegevens. Ook moest het grondstation gedurende enige tijd zelfstandig kunnen opereren. Verder werden hoge eisen gesteld aan de gebruikersvriendelijkheid, zowel voor de operator, die het proces interactief bestuurt, als voor degenen die de weerbeelden "gebruiken". In de tweede plaats moest rekening worden gehouden met de manier waarop de gegevens beschikbaar worden gesteld. De datastroom was bijvoorbeeld zo groot dat besloten werd tot computergestuurde elektronische verwerking. Dit leidde tot een elektronische oplossing voor contrastverhoging en voor vergroting van delen van het weerplaatje. Voor het datatransport worden speciale microprocessoren gebruikt.

In de derde plaats moesten de door NLR vervaardigde delen passen in het grote geheel. Zo is elektronica ontworpen voor de aansluiting aan het signaalconditioneringsgedeelte van Signaal, voor de koppeling aan de laser-fotoscreef (die de weerfoto's maakt), en voor de verzending van weerfoto's via het KNMI-facsimiel-netwerk naar Schiphol en de luchtmachtmeteoriediensten.

Dit alles heeft geleid tot het operationele systeem dat dagelijks de beelden voor het TV-weerbericht oplevert. Het succes van dit systeem was de aanleiding tot de vraag uit Indonesië om een dergelijk systeem (COSMOSS) te bouwen voor de ontvangst en verwerking van de gegevens afkomstig van de NOAA-weersatelliet (van het omlooptype) en van de Japanse Geostationaire Meteorologische Satelliet (GMS).

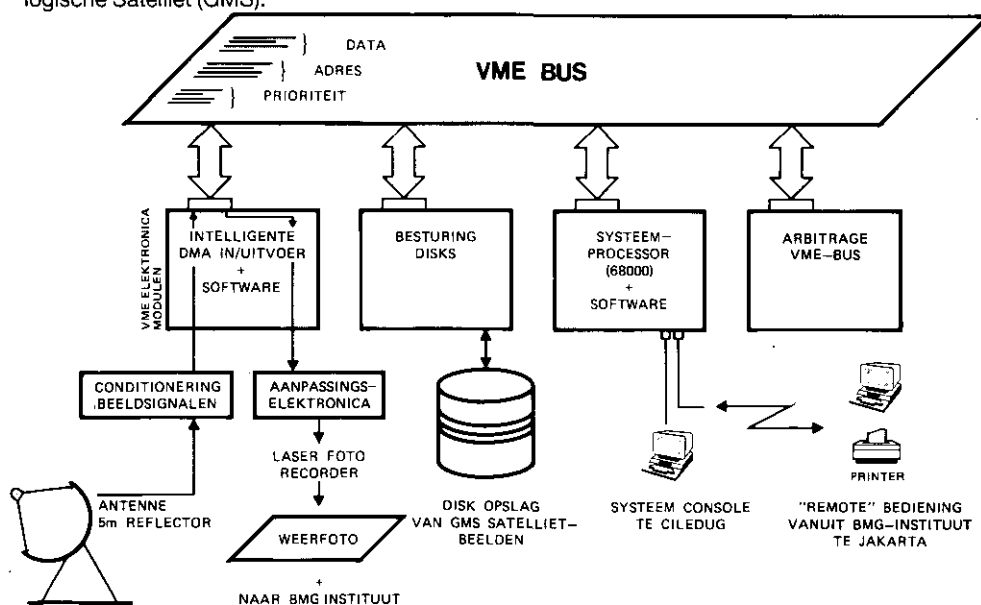


Fig. 17 – De configuratie van het systeem voor de verwerking van beelden van de GMS-satelliet. Dit systeem is gebaseerd op de nieuwe standaard VME/68000.

COSMOSS

Het COSMOSS-grondstation is eveneens onder verantwoordelijkheid van Signaal ontwikkeld, in opdracht van het instituut "Badan Meteorologi dan Geofisika" in Jakarta. COSMOSS werd weliswaar gebaseerd op het KOSMOSS-systeem, maar diende met twee functies te worden uitgebreid: de ontvangst en verwerking van de gegevens van de geostationaire GMS-satelliet, en de verwerking van de gegevens van het Data Collection Platform (DCP). Deze gegevens zijn afkomstig van onbewaakte weerstations op de aarde (bijvoorbeeld meetboeien op zee) en worden opgevangen en heruitgezonden door de NOAA-satelliet.

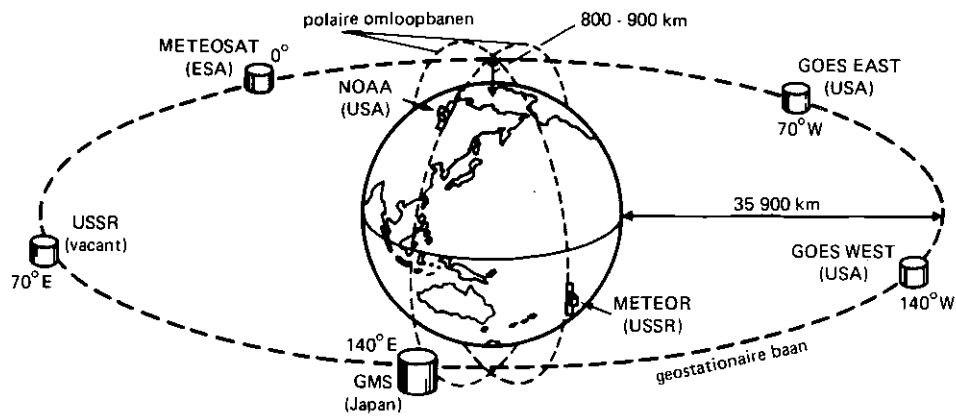
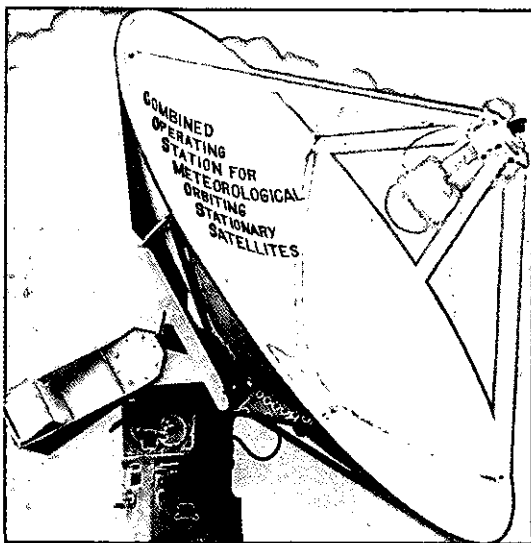
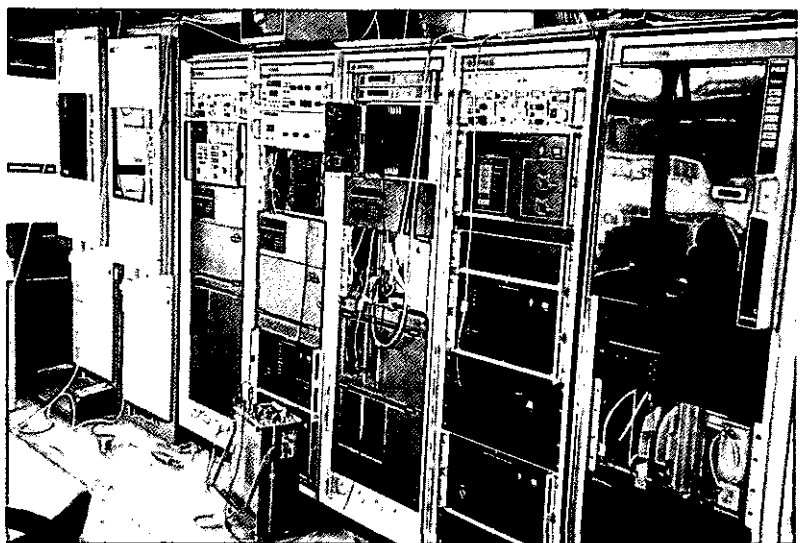


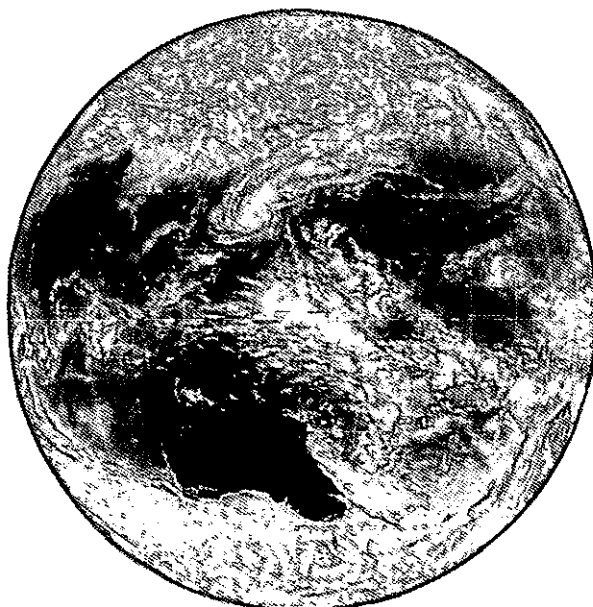
Fig. 15 – Het wereldwijde weerobservatiesysteem "World Weather Watch" met geostationaire satellieten en satellieten in polaire banen.



Antenne van COSMOSS



Uitrusting grondstation



Weerfoto "Earth-full disk" in het thermisch infrarood.

Eerstgenoemde uitbreiding vereiste een geheel nieuw ontwerp. Hierbij werd uitgegaan van de kosteneffectieve VME/68000-microprocessortechnologie en van het gebruik van de taal Micro Concurrent Pascal, die "real-time" toepassingen mogelijk maakt. De configuratie van het VME/68000-deel voor het verwerken van de GMS-satellietbeelden is weergegeven in figuur 17. Kenmerkend hierin is de VME-bus voor microcomputersystemen op basis van de industriële standaard VME voor data-, adres- en prioriteitslijnen. Deze VME-bus is geschikt voor het verwerken van beeldgegevens, en ondersteunt de samenwerking van de VME-elektronicamodulen voor de verwerking en de opslag van de gegevens en voor de besturing van (speciale) randapparatuur. In deze modulen wordt de nieuwste chip-technologie toegepast. Op deze wijze wordt de mogelijkheid gecreëerd om met behulp van deze VME-modulen uitgerust met krachtige microprocessors (bijvoorbeeld uit de 68000-serie) rond de VME-bus een multiprocessorconfiguratie te ontwerpen. Met het operationele gebruik van het COSMOSS-grondstation in Indonesië zal in 1987 worden begonnen. Daarmee wordt ook een begin gemaakt met het interpreteren van de satellietfoto's van NOAA en GMS en van de DCP-gegevens. Of de satellietmeteorologie zich daar parallel zal ontwikkelen aan die in Nederland is nog onbekend. In elk geval zullen de geofysische en oceanografische aspecten daar een grotere rol spelen, bijvoorbeeld bij het waarnemen van vulkaaneruptions en zee-watertemperaturen.

ARTEMIS

Op 8 oktober j.l. heeft het NLR in overleg met Signaal de opdracht aanvaard van de Voedsel- en Landbouworganisatie van de Verenigde Naties (FAO) om een grondstation te fabriceren voor het ontvangen van satellietbeelden van gebieden in Afrika en het Nabije Oosten. Met de satellietbeelden kan de groei van gewassen worden gevolgd, en kan worden gecontroleerd of het voor de verschillende gewassen benodigde bodemvocht aanwezig is in de verschillende groeistadia. Tevens kan informatie worden verkregen over de broedplaatsen waar woestijnsprinkhanen zich vermenigvuldigen, ten behoeve van preventieve controle. Op deze manier kunnen de factoren die de voedselveiligheid beïnvloeden nauwlettend in de tijd worden gevolgd, zodat dreigende voedseltekorten vroegtijdig kunnen worden gesignaleerd.

Het NLR zal als hoofdaannemer het grondstation, ARTEMIS (Africa Teal Time Environment Monitoring using Imaging Satellites) genaamd, ontwikkelen in een internationale samenwerking. NASA Goddard Space Flight Center draagt bij in het verkrijgen van vegetatiegegevens, en Engelse en Nederlandse meteorologische afdelingen van universiteiten leveren de methode voor de neerslagbepaling. Het project is gedefinieerd door de FAO, in samenwerking met de Nederlandse Minister voor Ontwikkelingssamenwerking en Nederlandse instituten zoals het Internationaal Agrarisch Centrum en de Landbouw Universiteit van Wageningen. Bij het project is de industrie nauw betrokken: met name op het gebied van VME-technologie doet niet alleen de grote industrie (Philips-Signaal) maar ook de kleine industrie (VMES) mee.

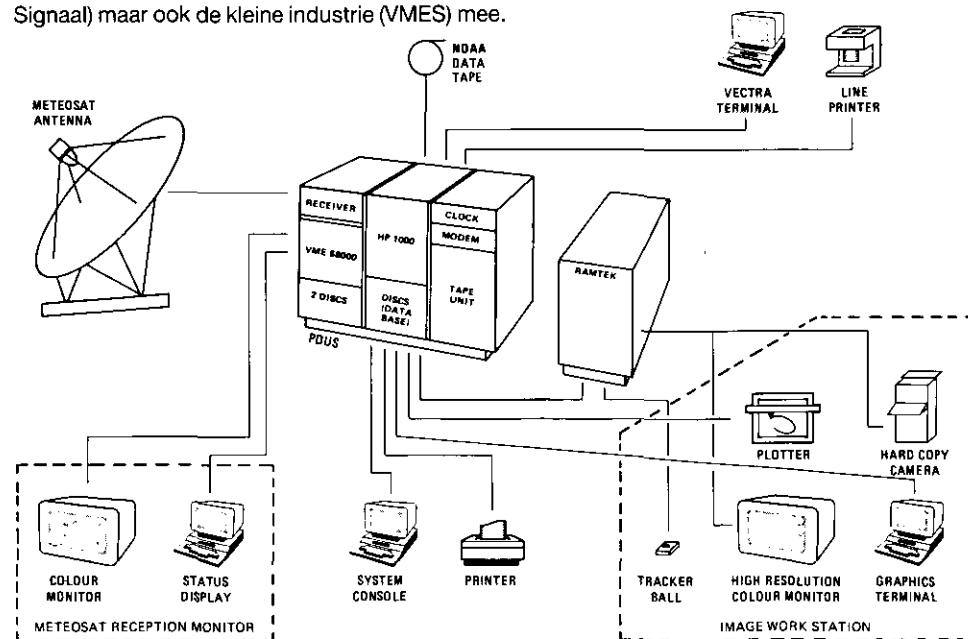


Fig. 19 – De configuratie van het ARTEMIS-grondstation voor het bewaken van de groei van gewassen en het vroegtijdig signaleren van dreigende sprinkhanenplagen.

Om de regenval te kunnen schatten zal ARTEMIS de elk uur door de Europese meteorologische satelliet METEOSAT opgenomen thermische-infraroodbeelden op 24-uurbasis opvangen en opslaan. Met een algoritme, ontwikkeld door de Meteorologische Afdeling van de Universiteit van Reading (UK), wordt eerst per uur gedurende de dag-en-nachtcyclus bijgehouden of de temperatuur van elke plaats beneden een vastgestelde drempelwaarde is gezakt. Vervolgens wordt daaruit over tiendaagse perioden de aanwezigheid van koude wolken berekend, wat een maat is voor de geschatte regenval. Dit alles wordt in beeldvorm gepresenteerd.

Om de gebieden van mogelijke ernstige droogte te kunnen voorspellen wordt de hoeveelheid voor de gewassen beschikbaar bodemvocht gevolgd, waarbij rekening wordt gehouden met de voor elk gewas specifieke waterbalans. De berekening wordt als volgt uitgevoerd. De schatting van de regenval gedurende een periode van tien dagen wordt opgeteld bij het reeds voor de gewassen beschikbare vocht. Vervolgens wordt de voor elk gewas specifieke hoeveelheid verdampt vocht over die periode ervan afgetrokken. Het resultaat, een ruwe maat voor het beschikbare bodemvocht, wordt elke tiendaagse periode weergegeven in kaartvorm. Vooral het volgen van de afwijkingen van het normale regenvalpatroon tijdens het groeiseizoen kan tijdig aanwijzingen opleveren voor het ontstaan van ernstige droogte.

Het bewaken van de gewassen geschiedt op basis van NOAA-gegevens. Eén van de NOAA-sensoren neemt waar in het zichtbare licht, onder meer in het rode deel waar de absorptie door chlorophyl het grootst is, en in het nabije infrarood, waar juist de reflectie door bladcellen het grootst is. Uit deze gegevens kan de zogeheten "Normalized Difference Vegetation Index" worden afgeleid, een maat voor de begroeiing. Ook van deze gegevens worden beelden samengesteld (zie figuur 18). Overigens worden juist deze beelden tevens gebruikt om mogelijke broedplaatsen van woestijnsprinkhanen te voorspellen.

Doordat alle beelden, landkaarten, gewaskarakteristieken en klimatologische gegevens in een database worden bewaard, kunnen deze gegevens gebruikt worden voor studies over langere perioden. Bovendien kunnen daardoor satellietbeelden van METEOSAT en NOAA worden gecombineerd. Dit alles maakt multitemporele studies van de geschatte regenval of van de vegetatie-indexkaarten mogelijk. Op deze wijze kunnen bovendien deze gegevens efficiënt met referentiegegevens worden vergeleken.

Op verzoek kunnen produkten uit de database worden verstrekt, op routinebasis of incidenteel. Zo kunnen regelmatig overzichten worden gestuurd aan nationale en regionale instituten in Afrika, wat als bijkomend voordeel heeft dat de satellietbeelden en de daarvan afgeleide gegevens regelmatig getoetst zullen worden aan de werkelijke situatie ter plaatse. De ARTEMIS-systeemconfiguratie wordt geschetst in figuur 19.

Mogelijkheden voor de toekomst

Gesteld kan worden dat de kennis, nodig voor het ontwerpen van complexe informatiesystemen, belangrijk is gegroeid. Op het gebied van de elektronica is het inzicht in speciale processoren en microprocessoren en in het gebruik ervan aanmerkelijk toegenomen. Werd voor KOSMOSS nog een speciale pipeline-processor ontwikkeld, voor COSMOSS en ARTEMIS zijn op internationaal gestandaardiseerde VME-68000 technieken gebaseerde microprocessoren toegepast. Voor het maken van systeemprogramma's zijn nieuwe wegen ingeslagen: het bleek nodig speciale talen toe te passen voor het beheersen van gelijktijdig werkende processen ("Micro Concurrent Pascal"). Bij het vervaardigen van applicatiesoftware, ten slotte, kon met vrucht gebruik worden gemaakt van de kennis van en ervaring met het gebruik van remote-sensing technieken en software.

De vraag naar relatief goedkope, doeltreffende, gebruikersvriendelijke grondstations voor het verzamelen van land- en bosbouwgegevens is groeiende. Verwacht mag worden dat, zodra ARTEMIS voor de FAO operationeel zal zijn en haar produkten overal in Afrika zullen worden gebruikt, dit de vraag naar eigen grondstations in diverse Afrikaanse landen zal oproepen. In deze zin kan ARTEMIS een tussenoplossing worden genoemd. Het NLR zal dan haar bewezen vaardigheden op dit gebied kunnen toepassen ten behoeve van kennisoverdracht, training, en de fabricage van dergelijke systemen, waarmee hopelijk de industriële activiteiten in Nederland, gericht op het ontwikkelen van grondstations, verder zullen kunnen worden ondersteund.

De activiteiten rond het ontwikkelen van (delen van) grondstations hebben tot nieuwe internationale contacten geleid. Bovendien wordt mede daardoor de kennis bij het NLR op het gebied van het gebruik van ruimtevaartprodukten op internationaal peil gehouden, hetgeen voor de Nederlandse marktpositie van groot belang is.

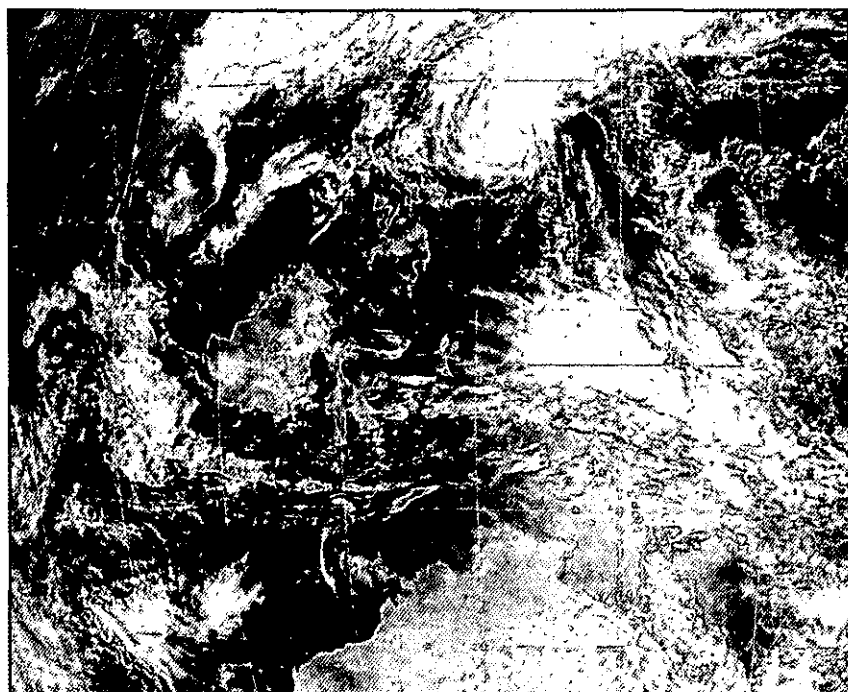


Fig. 16 – Opname van Indonesië en omgeving, door de Japanse satelliet GMS geobserveerd in het zichtbare licht.

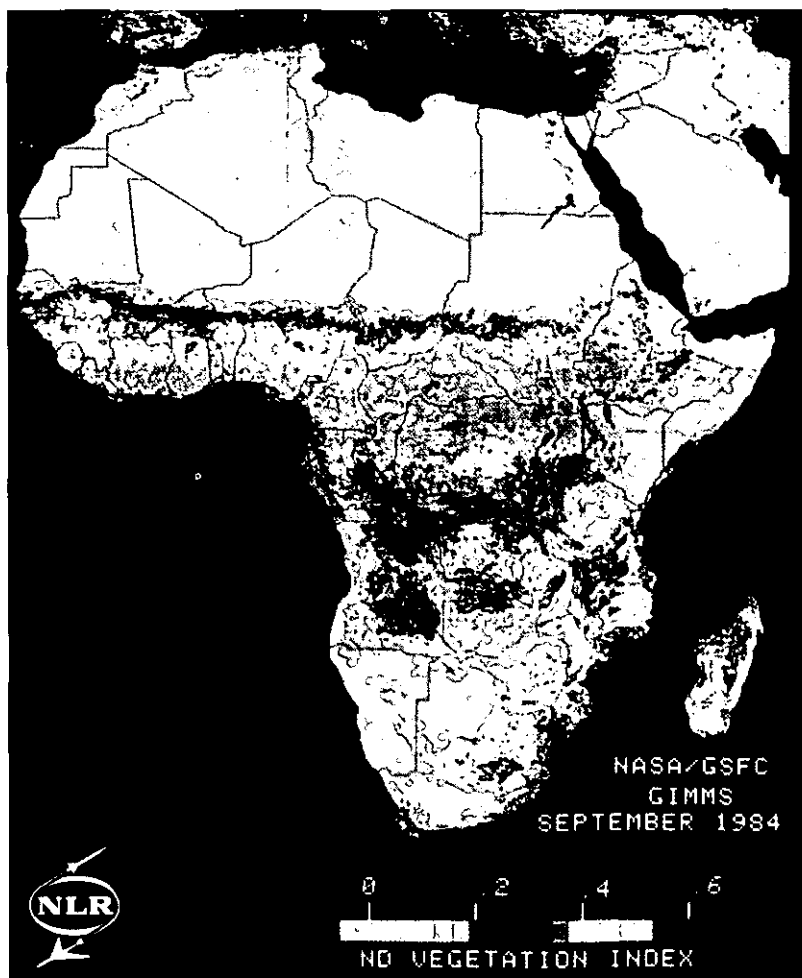


Fig. 18 – Beeld van de begroeiing in Afrika, afgeleid uit satellietopnamen bij verschillende golflengten. Dergelijke beelden zullen ook worden gebruikt bij het voorspellen van mogelijke broedplaatsen van woestijnsprinkhanen.

6 BIBLIOTHEEK EN DOCUMENTATIE

Evenals in voorgaande jaren werd intensief gebruik gemaakt van de mogelijkheden die de NLR-bibliotheek biedt. Het aantal literatuuraanvragen bedroeg in totaal 32399 (31307) hetgeen betekent dat er per werkdag gemiddeld 147 (142) literatuuraanvragen werden behandeld. Ter vergelijking zijn tussen haakjes de aantallen van 1985 vermeld.

De aanvragen zijn te onderscheiden in:

Leenaanvragen als gevolg van attendering in de aanwinstenlijst van het NLR

- | | |
|--|-------------|
| – voor periodieken | 9750 (7516) |
| – voor rapporten, boeken en congresverslagen | 6869 (7079) |

Aanvragen voor copieën van lezingen en tijdschriftartikelen genoemd in de aanwinstenlijst	16619 (14595)
	2079 (3105)

Overige literatuuraanvragen	
– van NLR-medewerkers	10130 (9857)
– van andere bibliotheken in Nederland	3571 (3750)

	13701 (13607)
Totaal	32399 (31307)

Door het NLR werden 1651 (1761) literatuuraanvragen bij andere bibliotheken ingediend.

Eind 1986 bedroeg het aantal lopende abonnementen op periodieken 730 (734).

In totaal werden 5613 (5626) ontvangen afleveringen alsmede 85 (91) jaarverslagen geregistreerd en opgenomen in de aanwinstenlijsten. Verder registreerde de bibliotheek 275 (270) abonnementen op aanvullingen van losbladige uitgaven en de contributies van 91 (87) NLR-lidmaatschappen.

In het verslagjaar werden 4359 (4835) nieuwe boeken, rapporten e.d. alsmede 5253 (6824) tijdschriftartikelen en lezingen onder de aandacht van de NLR-medewerkers gebracht.

Het gegevensbestand (de geautomatiseerde bibliotheekcatalogus) groeide met 7904 (12118) "records" tot 47522.

Een drietal congressenlijsten werd verzorgd. De aankondigingen daarin zijn onderverdeeld in 36 rubrieken. In totaal werd geattendeerd op ruim 1750 congressen, conferenties, cursussen e.d., die in 1986 en 1987, voornamelijk in West-Europa en de V.S. zijn of zullen worden gehouden. De congresgegevens worden in een bestand ingevoerd, waardoor automatische sortering op rubriek en datum mogelijk is.

Met de afdeling Documentaire Informatie van Fokker B.V. werd informatie uitgewisseld bij het samenstellen van de congressenlijsten van Fokker en NLR.

Het aantal instellingen en bedrijven die hun rapporten e.d., al dan niet op aanvraag, toesturen aan het NLR in zijn functie van NASA Nationaal Centrum (NNC) voor opname in het NASA-literatuurbestand, is verder toegenomen.

Door het NNC werden van 85 Nederlandse instellingen in totaal 1006 rapporten en proefschriften, waaronder 138 NLR-publicaties, naar ESA-IRS (Frascati) opgestuurd.

Van deze rapporten en van de rapporten die in 1985 werden opgestuurd, zijn er in 1986 in het NASA STAR-deelbestand 1104 opgenomen, waaronder 169 NLR-publicaties. Uit een analyse van de literatuur van Nederlandse herkomst aanwezig in de NASA-STAR blijkt dat 80% van de in 1986 opgenomen Nederlandse rapporten via NLR/NNC werd aangeleverd.

Tussen NASA en NTIS (de Amerikaanse National Technical Information Service) bestaat een overeenkomst omtrent het uitwisselen van de bibliografische bestandsgegevens van relevante rapporten.

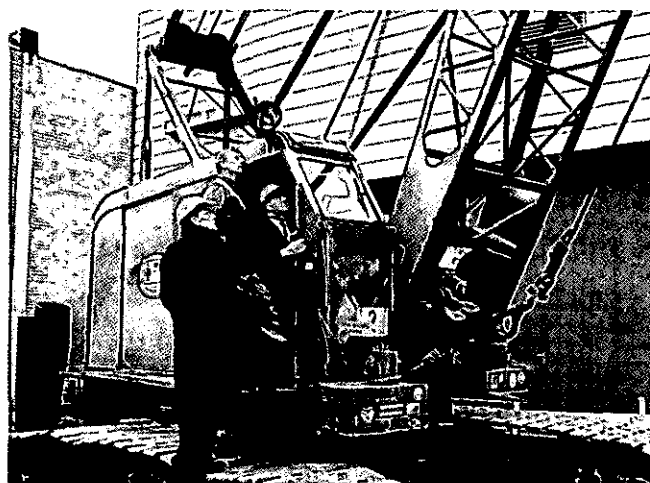
Verschillende Nederlandse instellingen die technische rapportenliteratuur verzamelen voor diverse bestandbeheerders, zijn verenigd in de werkgroep NTIS. Binnen deze werkgroep bestaat de afspraak om dubbel ontvangen rapporten en/of rapporten, die buiten de disciplines van een specifiek bestand vallen, via de bibliotheek van de Technische Universiteit Delft (TUD) op te sturen voor opname in het multi-disciplinaire bestand van NTIS. Door deze werkwijze komt veel Nederlandse literatuur via het NTIS-bestand alsnog in het NASA-bestand terecht. In 1986 werden door het NNC 609 rapporten e.d. via de TUD naar NTIS opgestuurd.

Op verzoek van NLR-medewerkers wordt regelmatig literatuuronderzoek uitgevoerd via on-line literatuurbestanden zoals NASA, NTIS, INSPEC, METADEX, COMPENDEX. Door middel van de in de bibliotheek aanwezige terminals kan via internationale datanetwerken verbinding worden gemaakt met tenminste vier externe "host" computersystemen, waardoor meer dan 300 bestanden beschikbaar zijn voor literatuuronderzoek. In 1986 bedroeg het aantal zoekuren 315.



De ondertekening van het contract voor de aanschaf van de NEC SX-2 super-computer.

Prof. dr. ir. O.H. Gerlach slaat de eerste paal voor de uitbreiding van het vluchtnabootsergebouw.



De uitbreiding van het gebouw van de hoofdafdeling Constructies en Materialen werd officieel geopend door de burgemeester van de Noordoostpolder, de heer R. van Hofstee-Holtrop.



De minister van Onderwijs en Wetenschappen, drs. W.J. Deetman, op bezoek bij het NLR.



7 EXTERNE EN INTERNE BETREKKINGEN

Veel aandacht werd wederom besteed aan het geven van meer bekendheid aan de aard, doelstellingen en achtergronden van het NLR-onderzoekprogramma. Een groot aantal belangstellenden uit binnen- en buitenland bezocht één of beide NLR-vestigingen. Van de vele bezoekers worden er hier enkele genoemd.

Binnenlandse bezoekers

In de vestiging Noordoostpolder:

- De Commissaris van de Koningin van de nieuwe provincie Flevoland, de heer J.C.J. Lammers, in gezelschap van gedeputeerde ir. R. Loos, het hoofd van de afdeling Economische Zaken drs. K.E. Nawijn, en de burgemeester van de Noordoostpolder de heer R. van Hofstee-Holtrop;
- Het Nederlands Christelijk Werkgeversverbond, afdeling provincie Flevoland;
- Vertegenwoordigers van de juridische afdelingen van de Rijksluchtvaartdienst en van Fokker;
- Drs. W.J. Deetman, minister van Onderwijs en Wetenschappen, vergezeld van medewerkers van de hoofddirectie Wetenschapsbeleid;
- Vertegenwoordigers van NACO (architectenbureau voor de bouw van luchthavens).

In de vestiging Amsterdam:

- Dr.ir. M. Tienstra, directeur Luchtverkeersbeveiliging van de Rijksluchtvaartdienst;
- Een delegatie van de afdeling Ruimtevaart van Fokker;
- Ir. P. Keegstra, Hoofd Ontwikkelingslaboratoria van Fokker.

In beide vestigingen:

- Drs. H. Jesse en de heren H. Vroon en N. van Donk van het ministerie van Financiën.
- Daarnaast vonden diverse werkbezoeken plaats in beide vestigingen van het NLR.

Buitenlandse bezoekers

- Gedelegeerden van "F100 CIP" (de F100 motorgebruikers), aanwezig voor een bijeenkomst in Nederland, brachten een bezoek aan de vestiging Noordoostpolder.
- Het Comité de la Recherche Scientifique et Technique (Crest) van de EEG bracht een kort bezoek.
- Amerikaanse journalisten, op bezoek bij Fokker in verband met de aanschaffing van de Fokker 100 door U.S. Air, kwamen zich oriënteren in de Noordoostpolder, met name bij de DNW.
- Indonesische deelnemers aan de "Preliminary Design Review ILST-DARS" bezochten de vestiging Noordoostpolder.
- Een Chinese delegatie van de Beijing University of Iron and Steel Technology oriënteerde zich bij de hoofdafdeling Constructies en Materialen in de vestiging Noordoostpolder.
- Een Engelse delegatie van het ministerie van Defensie bezocht het NLR in verband met de ontwikkeling van een Europese helikopter.
- De directie van NASA (USA) bracht een bezoek aan de directie van het NLR.
- De directie van FFA (Zweden) bezocht de directie van het NLR.
- De bouwgroep van de ETW kwam op bezoek om zich te oriënteren, zowel in Amsterdam als in de Noordoostpolder, over windtunnels, in verband met de bouw van de ETW.
- Boris Volinow (Russisch kosmonaut), in gezelschap van de ruimtevaartjournalist P. Smolders, bezocht het NLR toen hij in Nederland was ter afsluiting van een Russische ruimtevaarttentoonstelling in de "Efteling".
- De heren S. Virtuani en d'Andrea, in gezelschap van leden van het Engineering Departement van Agusta, bezochten het NLR.
- Prof.dr. Tomonao Hayashi, director Research Division van het Institute of Space and Astronomical Science, Tokyo, bracht een bezoek aan het NLR.
- De Amerikaanse astronaut R. Richards werd op het NLR ontvangen en rondgeleid.

Tentoonstellingen

Het NLR was vertegenwoordigd op vele tentoonstellingen. Er werd deelgenomen aan o.a.:

- De Farnborough International Airshow, waar werd geëxposeerd op de stand van de "Netherlands Aerospace Group" (NAG).
- De Indonesia Airshow ter gelegenheid van het 10-jarig bestaan van de vliegtuigfabriek IPTN (voorheen Nurtanio) te Jakarta, binnen de stand van de "Netherlands Aerospace Industries", waar tevens Philips, Fokker, RLD, NAG en TU-Delft deel van uitmaakten.
- De 31ste "International Gasturbine Conference and Exhibit" te Düsseldorf.
- De Asian Airshow, begin 1986 in Singapore.

Ook in Nederland was het NLR aanwezig met expositiemateriaal t.w.:

- In het Militair Luchtvaartmuseum te Soesterberg; deze tentoonstelling zal als permanent worden gehandhaafd.
- Tijdens de Aerophilix 1986 in de Jaarbeurshallen te Utrecht.
- Tijdens het ISPRS-symposium te Enschede.
- Tijdens de CIAD-dag te Rotterdam in de Doelen.
- Bij een expositie over de Oosterschelde stormvloedkering in het Kurhaus te Scheveningen ter gelegenheid van de ingebruikstelling van deze dam.
- In Utrecht tijdens de ruimtevaartexpositie SPACE '86 in de Jaarbeurshallen.
- Op het symposium "Helikopters: techniek en operaties" tijdens de viering van 50 jaar Vliegtuigbouwkunde bij de HTS-Haarlem en het 4e Lustrum van "Sipke Wynia".

Verder werd er voorgevlogen met het Metro II laboratoriumvliegtuig tijdens:

- De Open Dag op Texel.
- De Airshow te Lelystad.

Excursies

Van de vele groepen die een excursie naar het NLR organiseerden worden de volgende genoemd:

- "Gewis", studentenvereniging van de Technische Universiteit Twente.
- Wiskundige subfaculteit van de Universiteit van Amsterdam.
- "Leonardo da Vinci", studentenvereniging van de TU-Delft.
- Vereniging van Leerling-Instrumentmakers.
- Leden van het NIRIA.
- MTS "Christiaan Huygensschool" uit Rotterdam.
- HTS-Leeuwarden.
- Jongeren in opleiding bij de Nederlandse Spoorwegen.
- Gemeenteraadsleden van de gemeente Kampen.
- Deense studenten, praktiserend bij Bruel & Kjaer.

Overige evenementen

Naast diverse bezoeken en excursies vond een aantal andere voor het NLR belangrijke evenementen plaats.

In Amsterdam werd een samenwerkingsovereenkomst gesloten tussen SPOT-Image en het NLR. De beelden gemaakt door de SPOT-satelliet zullen bij de afdeling Remote Sensing van het NLR voor de diverse gebruikers worden verwerkt.

Op 18 juni j.l. vond de officiële opening plaats van de uitbreiding van het gebouw van de hoofdafdeling Constructies en Materialen door de burgemeester van de Noordoostpolder, de heer R. van Hofstee-Holtrop.

Ter gelegenheid van de installatie van de Fokker 100 EFIS en van het AFCAS systeem in de NLR-Vluchtnabootser in Amsterdam werd een feestelijke bijeenkomst gehouden.

De eerste paal van de uitbreiding van het Vluchtnabootsergebouw te Amsterdam werd geslagen door prof.dr.ir. O.H. Gerlach.

In Amsterdam vond de ondertekening plaats van het contract voor de aanschaf van een supercomputer.

Voor relaties en vertegenwoordigers van de overheid werd door de DNW een feestelijke ontvangst georganiseerd ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de Stichting DNW.

In Amsterdam vond de internationale vergadering plaats van de NAVSTAR Technical Support Group.

Een internationaal gezelschap was in Amsterdam bijeen voor een vergadering over "Flight Test Techniques" van de AGARD Flight Technics Panel.

Interne betrekkingen

Op 2 en 3 januari vonden de gebruikelijke Nieuwjaarsbijeenkomsten plaats in de vestigingen Amsterdam en Noordoostpolder. Er was ook dit jaar weer grote belangstelling voor de gepensionierdendag, welke dit keer naar de Beekse Bergen voerde, alwaar de film "Flight" in het IMAX-theater werd gezien. Bij die gelegenheid werd de heer A.J. Marx, voormalig algemeen directeur van het NLR, benoemd tot erelid van de Personeelsvereniging.

8 WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR

De Wetenschappelijke Commissie bracht in het verslagjaar aan het Bestuur onder meer adviezen uit over:

- Het "Overzicht 1984, Eigen Speurwerk en Apparatuurontwikkeling NLR, opdrachten van algemene aard NIVR";
- Het "Werkplan voor 1987", waarin opgenomen de plannen voor de "Werkzaamheden in eigen beheer", in de jaren 1987 t/m 1991;
- Het Strategieplan van het NLR. In dit Strategieplan wordt voor de periode tot het jaar 2010 een globale prognose gegeven van de aard van het onderzoek, de omvang van de opdrachten uit binnen- en buitenland en van de personeelsbezetting.
- Daarnaast werden, op verzoek van de directie, vele rapporten beoordeeld op geschiktheid voor publikatie. Voor de lijst met gepubliceerde rapporten wordt verwezen naar Bijlage 1.

Het Bestuur is de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR zeer erkentelijk voor de terzake uitgebrachte adviezen.

De samenstelling van de Wetenschappelijke Commissie en die van de Subcommissies was aan het einde van het verslagjaar als volgt:

Samenstelling van de
Wetenschappelijke Commissie

Prof.dr.ir. P.J. Zandbergen, *voorzitter*
Prof.dr. J. Borgman
Prof.ir. C.J. Hoogendoorn
Prof.dr. P. Jongenburger
Prof.dr.ir. J.A. Steketee
Dr.ir. R. Roos, *secretaris*

Subcommissie voor
Aërodynamica

Prof.dr.ir. J.A. Steketee, *voorzitter*
Prof.ir. R. Coene
Prof.dr.ir. J.L. van Ingen
Ir. N. Voogt
Prof.dr.ir. P. Wesseling
Prof.ir. H. Wittenberg
Prof.dr.ir. L. van Wijngaarden
Ir. E. Obert

Subcommissie voor
Ruimtevaarttechniek

Prof.ir. H. Wittenberg, *voorzitter*
Dr.ir. J.A.M. Bleeker
Prof.ir. D. Bosman
Ir. P.Ph. van den Broek
Dr. W. de Graaff
Ir. P. Kant
Prof.ir. N.J. Mulder
Ir. P. van Otterloo
Prof.ir. K.F. Wakker

Subcommissie voor
Sterkte en Materialen

Prof.dr.ir. J.F. Besseling, *voorzitter*
Prof.dr. Joh. Arbocz
Prof.ir. J.G. ten Asbroek
Prof.ir. P. Jongenburger
Prof.dr. A. Rothwell
Prof.dr.ir. J. Schijve
Prof.dr. J.H. de Wit
Ir. J.F. van der Spek

Subcommissie voor
Toegepaste Wiskunde en Informatica

Prof.dr.ir. A.I. v.d. Vooren, *voorzitter*
Prof.ir. D. Bosman
Drs. P.J.W. ten Hagen
Prof.dr.ir. G.Y. Nieuwland
Prof.dr.ir. J. Schalkwijk
J. Vlietstra
Prof.dr.ir. P. Wesseling

Subcommissie voor
Vliegeigenschappen en
Vliegtuiggebruik

Prof. J.H.D. Blom, *voorzitter*
Ir. H. Benedictus
Ktzt ir. W.G. de Boer
Ir. R.J.A.W. Hosman
Ir. H.J. Kamphuis
Lt.Kol.Vl. A.P. Okkerman (b.d.)
Ir. C.H. Reede
H.M. Themmen
Ir. H. Tigchelaar

Tot slot van deze informatie over de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR volgt hier het letterlijke citaat van de slotbeschouwing uit het verslag over 1986 van de Wetenschappelijke Commissie:

"De Wetenschappelijke Commissie heeft tot haar voldoening kunnen constateren, dat het NLR in 1986 het onderzoek op lucht- en ruimtevaartgebied op bevredigende wijze heeft uitgevoerd. Dit blijkt ondermeer uit de positieve beoordeling van het grote aantal rapporten en publikaties.

De Wetenschappelijke Commissie kan zich verenigen met het voor 1987 opgestelde werkplan en het meerjarenplan voor eigen onderzoek. Voorts kan de Wetenschappelijke Commissie zich vinden in het Strategieplan van het NLR, dat in 1986 werd gepubliceerd.

Om de Nederlandse vliegtuigindustrie een goede uitgangspositie te laten krijgen voor nieuwe ontwikkelingen in de negentiger jaren, benadrukt de Commissie de noodzaak tot verdere verdieping en verbreding van het onderzoek, analoog aan wat er in het buitenland gebeurt. Om dit te bereiken zal het niveau van de werkzaamheden van het Vliegtuig Technologie Programma verder verhoogd moeten worden, maar ook zullen additionele middelen beschikbaar moeten komen voor het eigen onderzoek van het NLR.

De Wetenschappelijke Commissie constateert dat nog grote onduidelijkheid bestaat over de richting waarin toekomstige voortstuwingsinstallaties zullen worden ontwikkeld. Goed overleg tussen Fokker en NLR daaromtrent is noodzakelijk.

De Commissie heeft met voldoening kennis genomen van het besluit tot aanschaf van een supercomputer door het NLR. Hiermee krijgt de Nederlandse vliegtuigindustrie als geheel aansluiting met de ontwikkeling van rekenfaciliteiten in het buitenland.

Ten slotte merkt de Commissie op, dat het van groot belang is aandacht te besteden aan de ondersteuning van de tweede fase opleiding aan de Technische Universiteiten. Met genoegen heeft de Commissie vernomen, dat het NLR belangrijke stappen in die richting heeft gezet."

9 INTERNATIONALE SAMENWERKING

9.1 INTERNATIONALE SAMENWERKING IN AGARD-VERBAND

SAMENSTELLING VAN DE NEDERLANDSE DELEGATIE IN 1986

De samenstelling van de Nederlandse Delegatie bij de Advisory Group for Aerospace Research and Development (AGARD) van de Noord-Atlantische Verdragsorganisatie (NAVO) onderging een wijziging doordat dr.ir. H. Tijdeman van het NLR met ingang van 1 november zijn lidmaatschap van het *Fluid Dynamics Panel* beëindigde wegens zijn benoeming tot hoogleraar aan de Technische Universiteit van Twente.

De Nederlandse Nationale
Gedelegeerden bij de AGARD

Prof.dr.ir. O.H. Gerlach
Ir. J.A. van der Blik

Nationaal Coördinator

E.J.H. Bleeker
De heer E.J.H. Bleeker vervulde tevens de functie van beheerder van het Nationaal Distributiecentrum voor AGARD-publikaties, en trad op als secretaris van de Nederlandse Delegatie.

De Nederlandse vertegenwoordiging in de vaste AGARD-commissies (Panels) bestaat per 1 januari 1986 uit:

Aerospace Medical Panel (AMP)

Commodore Vliegerarts G.K.M. Maat, KLu
Prof.dr. W.J. Oosterveld, AMC

Avionics Panel (AVP)

Prof.ir. D. Bosman, TU Twente (Fac. Elektrotechniek)
Ir. H.A.T. Timmers, NLR

*Electromagnetic Wave
Propagation Panel (EPP)*

Prof.dr. J.C. Arnbak, TU Delft (Fac. Telecommunicatie)
Ir. H. Vissinga, Fysisch en Elektronisch Laboratorium TNO

Flight Mechanics Panel (FMP)

Ir. J.T.M. van Doorn, NLR
Dr.ir. H.A. Mooij, NLR
Ir. J.A. Mulder, TU Delft (Fac. Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek)

Fluid Dynamics Panel (FDP)

Ir. J.P. Hartzuiker, NLR
Prof.dr.ir. J.L. van Ingen, TU Delft (Fac. Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek)
Prof.ir. J.W. Slooff, NLR
Prof.dr.ir. J.A. Steketee, TU Delft (Fac. Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek)

Guidance and Control Panel (GCP)

Ir. G.J. Alders, NLR
Ir. P.Ph. van den Broek, TU Delft (Fac. Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek)
Ir. P. Kant, NLR

*Propulsion and
Energetics Panel (PEP)*

Ir. J.P.K. Vlegheert, NLR
Prof.ir. H. Wittenberg, TU Delft (Fac. Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek)

*Structures and
Materials Panel (SMP)*

Ir. J.B. de Jonge, NLR
Dr.ir. H.P. van Leeuwen, NLR
Prof.ir. R.J. Zwaan, NLR

Technical Information Panel (TIP)

^c Ir. G.M. Breas, TDCK
Ir. A.S.T. Tan, NLR

VERGADERINGEN VAN DE NATIONALE GEDELEGEERDEN

De gebruikelijke voor- en najaarsvergaderingen van de Nationale Gedelegeerden vonden plaats in maart (in Parijs) en in september (in Athene). Tijdens de voorjaarsvergadering werd het programma voor 1987 besproken en werd de begroting voor de komende jaren aan de gedelegeerden voorgelegd. Tijdens deze bijeenkomst hield Majoor Generaal R.D. Peat (USAF) als ACOS/OPS (Adjunct Chief of Staff/Operations) van SHAPE (Supreme Headquarters of Allied Powers in Europe) een lezing over het Conceptual Military Framework (CMF). Deze lezing is opgenomen in de Highlights 86/2.

Tijdens deze vergadering werd besloten aan ir. J.P. Hartzuiker van het NLR de Von Kármán Medal toe te kennen. Deze medaille wordt toegekend aan leden die zich uitzonderlijke inspanningen hebben getroost voor AGARD. De medaille werd tijdens de najaarsvergadering uitgereikt, als erkenning van de vele bijdragen geleverd op het gebied van de experimentele aërodynamica en meer in het bijzonder voor zijn inspanningen voor de Europese Transsone Windtunnel (ETW). Ir. Hartzuiker is de derde Nederlander aan wie deze internationale onderscheiding werd toegekend, na prof.dr.ir. H.J. van der Maas in 1973 en prof.ir. T. van Oosterom in 1978.

In juni van dit jaar ontving de Nederlandse Delegatie bericht van het overlijden van de Honorary Vice Chairman of AGARD, dr. Frank L. Wattendorf. Dr. Wattendorf stond aan de wieg van AGARD en was de eerste directeur van het Comité van 1952 tot 1963. Daarna heeft hij onafgebroken deel uitgemaakt van de AGARD-gemeenschap, eerst als vice-voorzitter en later als honoraire vice-voorzitter.

Tijdens de najaarsvergadering van de Nationale Gedelegeerden werd dr. Wattendorf herdacht. In de AGARD Highlights 86/2 is een in Memoriam over hem opgenomen.

Tijdens de najaarsvergadering werd door Generaal Majoor B. Incisa (Italiaanse Luchtmacht) als DACOS/OPS (Deputy Adjunct Chief of Staff/Operations) van SHAPE een presentatie gegeven over het Tactical Air Concept gevolgd door een presentatie door Captain F.H. Hope CF(N) Dep. SACLANTREPEUR (Supreme Allied Command Atlantic Representative in Europe) over Maritime Conceptual Military Framework.

Deze lezingen zullen worden opgenomen in Highlights 87/1.

JAARVERGADERING

Tijdens de jaarvergadering, onderdeel van de najaarsbijeenkomst, werden de gedelegeerden verwelkomd door de Griekse Deputy Minister of Defence. Daarna werden door de gastheren verhandelingen gegeven over de ontwikkelingen in de luchtvaartverwante industrieën en over het Defensieonderzoek in Griekenland.

BIJEENKOMSTEN

De belangrijkste AGARD-bijeenkomsten waarvoor van Nederlandse zijde belangstelling bestond, zijn hierna vermeld.

Aerospace Medical Panel (AMP)

14 – 18 April, Toronto (Canada)
Information Management and Decision Making in Advanced Airborne Weapon Systems
(CP-nummer nog niet bekend)

29 sept. – 3 okt. Lissabon (Portugal)
Biochemical Enhancement of Performance
(CP-nummer nog niet bekend)

Avionics Panel (AVP)

12 – 16 mei Kongsberg (Noorwegen)
Advanced Computer Aids in the Planning and Execution of Air Warfare and Ground Strike Operations
(CP-nummer nog niet bekend)
– vier Nederlandse bijdragen door NLR en KLu

	16 – 20 september, Florence (Italië) Advances in Airborne Electronic Warfare System Design and Development (CP-nummer nog niet bekend) – drie Nederlandse bijdragen door NLR en FEL
<i>Electromagnetic Wave Propagation Panel (EPP)</i>	2 – 6 juni, 's-Gravenhage The Aerospace Environment at High Altitudes and its Implications for Spacecraft Charging and Communications (CP-nummer nog niet bekend) 20 – 24 oktober, Ottawa (Canada) Terrestrial Propagation Characteristics in Modern Systems of Communications, Surveillance, Guidance and Control (CP-nummer nog niet bekend) – vier Nederlandse bijdragen door FEL
<i>Flight Mechanics Panel (FMP)</i>	14 – 18 april, Treviso (Italië) Improvement of Combat Performance for Existing and Future Aircraft (CP 409) 13 – 17 oktober, Amsterdam Rotorcraft Design for Operations (CP-nummer nog niet bekend) – één Nederlandse bijdrage door KLM
<i>Fluid Dynamics Panel (FDP)</i>	7 – 11 april, Aix-en-Provence (Frankrijk) Applications of Computational Fluid Dynamics in Aeronautics (CP 412) – één Nederlandse bijdrage door NLR 20 – 24 oktober, Monterey (USA) Aerodynamic and Related Hydrodynamic Studies using Water Facilities (CP-nummer nog niet bekend)
<i>Guidance and Control Panel (GCP)</i>	9 – 13 juni, Brussel (België) Efficient Conduct of Individual Flights and Air Traffic (CP 410) – één Nederlandse bijdrage door Eurocontrol 6 – 10 oktober, Londen (UK) Advancements in Guidance and Control Systems and Technology (CP-nummer nog niet bekend) – één Nederlandse bijdrage door PML
<i>Propulsion and Energetics Panel (PEP)</i>	19 – 24 mei, Philadelphia (USA) Advanced Instrumentation for Aero Engine Components (CP 399) 8 – 12 september, München (Duitsland) a. Engine Response to Distorted Inflow Conditions b. Transonic and Supersonic Phenomena in Turbomachines (CP-nummer nog niet bekend)
<i>Structures and Materials Panel (SMP)</i>	13 – 18 april Hovick (Noorwegen) 1. Repairs Involving Composites 2. Avionics Corrosion (CP 402 tweede CP-nummer nog niet bekend) 28 september – 3 oktober Chania (Griekenland) Static Aeroelastic Effects (CP-nummer nog niet bekend)

8 – 12 september, Ankara (Turkije)
Planning and Designing Effective Defence and Related Information Services
(CP-nummer nog niet bekend)
– één Nederlandse bijdrage door TDCK

Nederlandse belanghebbenden werden door middel van convocaties en aankondigingen in vakbladen geattendeerd op de mogelijkheid aan AGARD-bijeenkomsten deel te nemen. Het totaal aantal Nederlandse deelnemers aan de in het verslagjaar gehouden technische bijeenkomsten van de AGARD-commissies bedroeg 112.

AGARD CONSULTANT AND EXCHANGE PROGRAMME

In het kader van het AGARD Consultant and Exchange Programme werd door de volgende buitenlandse deskundige een bezoek aan Nederland gebracht.

Op verzoek van het NLR werd door dr. G.A. Briggs van de University of Oxford een Consultant Mission uitgevoerd met als onderwerp Scanning Acoustic Microscopy. Door dr. Briggs werden lezingen gehouden bij het NLR, bij Fokker en bij de TU Delft.

De volgende Nederlandse deskundigen voerden Consultant Missions uit naar het buitenland:

Door ir. J.P.K. Vleghert van het NLR werden twee Consultant-missions uitgevoerd. Het eerste bezoek betrof de Turkse luchtmacht in Ankara, waarbij hij instructies heeft gegeven over de "Test procedure for measuring Mass Flow and Pressure Fluctuations as an Indication of Stall Margin". Hij is voorts naar KETA, het wetenschappelijke instituut van de Griekse Luchtmacht, geweest om over de "Handling Problems through Compressor Deterioration" te spreken.

Op verzoek van de USAF (Wright Patterson Air Force Base) in de Verenigde Staten heeft dr. Grosman van de faculteit voor Psychologie van de Vrije Universiteit een Consultant Mission uitgevoerd met als onderwerp: "Cardiac and Respiration Measures of Cognitive Activity".

AGARD LECTURE SERIES

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

De AGARD Lecture Series waren:

LS 144 (mei; Ankara, Oberpfaffenhofen, 's-Gravenhage)
"Interaction between EMP, Lightning and Static Electricity with Aircraft and Missile Avionics Systems"

LS 145 (april; Brussel, Issy-les-Moulineaux, Kopenhagen)
"Propagation Impact on Modern HF Communications System Design"

LS 146 (mei; Ottawa, Londen, Keulen)
"Application of ADA Higher Order Language to Guidance and Control"

LS 147 (september; Geilo, Lissabon, Sacramento)
"Practical Application of Finite Element Analysis to Aircraft Structural Design"

LS 148 (juni; St. Louis, Rome, Marseille)
"Engine-Airframe Integration for Rotorcraft"

LS 149 (oktober; Londen, Ankara, Rome)
"The Application of Microcomputers to Aerospace and Defence Scientific and Technical Information Work"

AGARD SPECIAL COURSES

Dit jaar werden de volgende AGARD special Courses gegeven: In februari, in samenwerking met het Von Kármán Institute (VKI), een cursus over "Fundamentals of Fighter Aircraft Design". In oktober een cursus over "Interaction of Propagation and Digital Transmission Techniques". In oktober een Aviation Medicine Refresher course for NATO Flight Surgeons.

VON KARMAN INSTITUTE FOR FLUID DYNAMICS

Evenals in vorige jaren waren ir. J.A. van der Bliek (algemeen directeur NLR) en ir. J. Boeker (Faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek, TU-Delft) lid van de General Assembly van het VKI, en was laatstgenoemde tevens lid van het bestuur van het VKI. Voor de jaarcursus 1986-1987 voor het VKI-diploma werd wederom een Nederlandse student ingeschreven. Daarnaast volgen twee afgestudeerde Nederlanders als Research Fellow het Doctoral Programme (één op het gebied Aeronautics/Aerospace en één op het gebied Turbomachinery) teneinde zich voor te bereiden op een promotie. Opvallend was de sterke groei van het aantal Nederlandse studenten die individuele stages van twee maanden bij het VKI volgden teneinde kennis te maken met de praktijk van het onderzoek. In 1986 bedroeg dit aantal 13 studenten tegenover negen in 1985.

Het VKI hield in 1986 elf Lecture Series, cursussen van een week over actuele onderwerpen of specifieke toepassingen van de stromingsleer, waaraan vooraanstaande deskundigen als gastdocent medewerking verlenen. Twee van deze Lecture Series werden in samenwerking met AGARD-FDP als AGARD-VKI Special Courses gegeven (zie onder AGARD Special Courses). Ook Nederlanders werkten als gastdocent aan de cursussen mee: dr. ir. B. van den Berg (NLR) aan de cursus "Computation of three-dimensional boundary layers including separation"; dr. H. van den Akker (Shell Research, Amsterdam) aan de cursus "Two-phase flows in major technological hazards", ir. H.W.M. Hoeijmakers (NLR) aan de cursus "Introduction to vortex dynamics".

Naast de Lecture Series werden twee Short Courses van twee dagen gehouden, waarvan een cursus "Navier-Stokes flow simulations" het karakter droeg van een AIAA seminar waarvoor het VKI als gastheer optrad.

Het 30-jarig bestaan van het instituut was aanleiding tot het houden van een tweedaags symposium "Fluid dynamics and space" in samenwerking met ESA. Op dit symposium hield dr. ir. J.P.B. Vreeburg (NLR) een lezing over het gedrag van vloeistoffen in gewichtloze toestand.

In totaal trokken de verschillende cursussen en het symposium 47 Nederlandse deelnemers, verdeeld als aangegeven in het onderstaand overzicht (getallen tussen haakjes vermelden het totale aantal deelnemers per cursus).

Lecture Series:

- Introduction to computational fluid dynamics	7 (100)
- Numerical techniques for viscous flow calculations in turbomachinery blading	- (57)
- Fundamentals of fighter aircraft design	3 (48)
- Computational fluid dynamics	6 (60)
- Vehicle aerodynamics	4 (38)
- Two-phase flows in major technological hazards	3 (25)
- Computation of three-dimensional boundary layers including separation	1 (59)
- Convective heat transfer and film cooling in turbomachinery	- (22)
- Introduction to numerical solution of industrial flows	3 (27)
- Introduction to vortex dynamics	3 (38)
- Flow visualization and digital image processing	11 (104)

Short Courses:

- Vector computers and computational fluid dynamics	- (15)
- Navier-Stokes flow simulations (AIAA/VKI)	2 (58)

Symposium (in samenwerking met ESA):

- Fluid dynamics and space	4 (44)
	47 (695)

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:

- 6 AGARDographs (AG)
- 26 Conference Proceedings (CP)
- 16 Advisory Reports (AR)
- 10 Technical Reports (R)
- 12 Lectures Series (LS)
- 2 Bulletins (BUL)
- 4 Publikaties van algemene aard

Evenals 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 belanghebbenden, ook buiten de lucht- en ruimtevaart, werden hetzij gedrukte exemplaren, hetzij microfiches van AGARD-publikaties verstrekt. Het totaal aantal in 1986 verstrekte exemplaren bedroeg ongeveer 2800.

9.2 INTERNATIONALE SAMENWERKING IN DNW-VERBAND

In de "Stichting Duits-Nederlandse Windtunnel/Stiftung Deutsch-Niederländischer Windkanal", werken de Stichting NLR en de Duitse Vereniging DFVLR (Deutsche Forschungs und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt) samen terzake van de exploitatie van de grote lage-snelheidswindtunnel DNW op het terrein van de NLR-vestiging Noordoostpolder.

Samenstelling bestuur

Onderstaand schema geeft weer op welke wijze het bestuur van dit samenwerkingsverband, kort aangeduid als Stichting DNW, is samengesteld.

Ultimo 1986 waren de bestuursleden, benoemd door het NLR:

Prof.dr.ir. O.H. Gerlach	(NLR), voorzitter
Ir. J.A. van der Blik	(NLR)
Drs. C.A. Stants	(V&W)
Drs. B.J.M. Giesen	(EZ)

de bestuursleden, benoemd door de DFVLR:

Dr.Jur. W. Hasenclever	(DFVLR), vice-voorzitter
Dr.Ing. O. Lawaczeck	(DFVLR)
Min.Rat.Dr.Ing. H.A. Hertrich	(BMFT)
Min.Rat.Dipl.Ing. K.H. Heilmann	(BMVg)

Op 1 juli 1986 nam prof.dr.ir. O.H. Gerlach het voorzitterschap voor de statutaire periode van twee jaar over van dr. W. Hasenclever.

Vergaderingen van het bestuur

Het bestuur vergaderde in het verslagjaar tweemaal. Het dagelijks bestuur kwam eveneens tweemaal bijeen. Als secretaris van het DNW-bestuur trad op de heer N. Dreifürst.

Adviescommissie

Overeenkomstig de Statuten van de Stichting DNW werd het bestuur bijgestaan door een adviescommissie. De samenstelling van de adviescommissie was aan het eind van de verslagperiode als volgt:

Ir. M. van der Veen	(Fokker), voorzitter
Dipl.Ing. H. Flosdorff	(MBB)
Prof.dr.ir. J.L. van Ingen	(TUD/LR)
Dr.Ing. H. Körner	(DFVLR)
Dipl.Ing. H. Max	(Dornier)
Ir. E. Obert	(Fokker)
Dipl.Ing. J.P. Röder	(Airbus)
Dr.ir. B.M. Spee	(NLR)
Dipl.Ing. V. von Tein	(MBB)

Ir. J.C.A. van Ditshuizen trad op als secretaris.

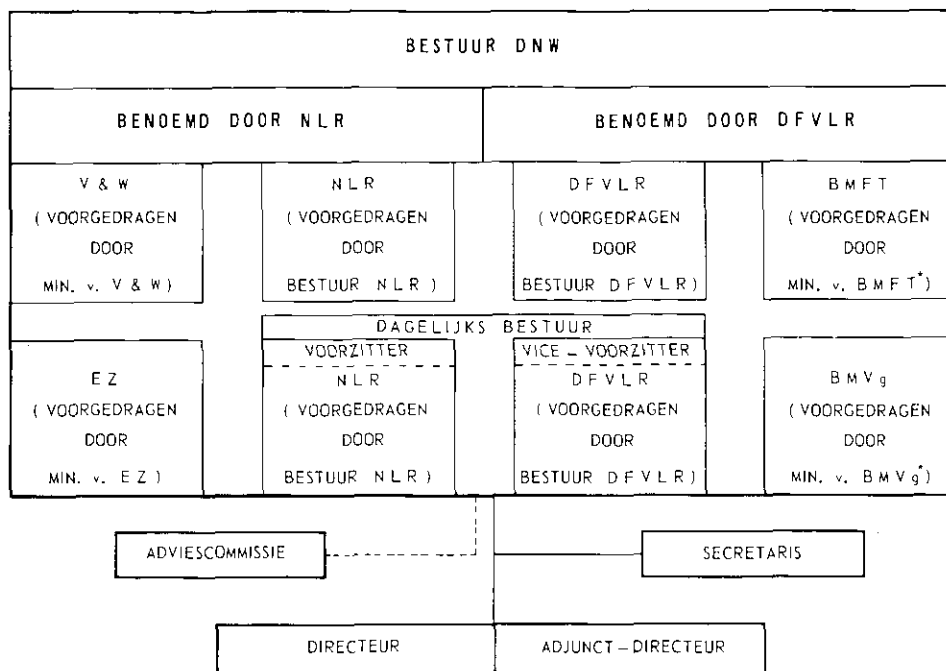
Directie

Dr.ing. H. Weyer, directeur van de DNW, werd bijgestaan door ir. A.H. Runge, adjunct-directeur.

Activiteiten

In oktober 1986 werd uitvoerig stilgestaan bij het feit, dat de Stichting DNW 10 jaar geleden werd opgericht. De – voorspoedige – bouwfase werd eind 1980 afgerond en in de loop van 1981 konden de eerste opdrachten worden verwerkt. Sindsdien is het aantal opdrachten aan de DNW aanzienlijk toegenomen. In 1986 beliep de bezetting met opdrachten totaal 224 shifts (1 shift = 8 uur bezetting). De DNW ontving opdrachten van Europese en Amerikaanse vliegtuigfabrikanten (totaal 142 shifts), alsmede opdrachten van een groot aantal automobielfabrikanten, zowel voor metingen aan personenwagens als aan vrachtwagens. Sinds 1986 ligt het zwaartepunt in de bezetting met opdrachten bij luchtvaartonderzoek.

Dankzij de unieke mogelijkheden waarover de DNW beschikt, nam – door een groter aantal opdrachten van de vliegtuigindustrie – het aantal speciale metingen toe. Deze opdrachten betroffen veelal onderzoek op aero-akoestisch gebied.



*BMFT: Bundesministerium für Forschung und Technologie
BMVg: Bundesministerium für Verteidigung

9.3 INTERNATIONALE SAMENWERKING IN ETW-VERBAND

In het kader van een Memorandum van Overeenstemming, gesloten in januari 1978 tussen de regeringen van Frankrijk, Nederland, het Verenigd Koninkrijk en de Bondsrepubliek Duitsland, wordt het ontwerp, de bouw en de exploitatie van een Europese Transsone Windtunnel voorbereid. Ultimo 1984 werd overeengekomen, dat de ETW zal worden gevestigd in Duitsland (Köln-Porz).

Planning

Het plan voor de ETW is in grote trekken als volgt opgebouwd:

Fase 1	"Definition of the Project"	1975-1977
Fase 2.1	"Preliminary Design"	1978-1985
Fase 2.2	"Final Design"	aanvang 1985 (duur 2 jaar)
Fase 3	"Detail Design, Construction, Commissioning, Calibration, Initial Operation"	na voltooiing Fase 2.2 (duur ca. 8 jaar)

De uitvoering van de activiteiten tijdens Fase 2.2 is gebaseerd op een separaat Memorandum van Overeenstemming tussen de vier betrokken landen, dat medio 1985 werd ondertekend.

Financiële deelname

De financiële deelname van de vier betrokken landen in de bouw is als volgt voorzien:

Bondsrepubliek Duitsland	38%
Frankrijk	28%
Verenigd Koninkrijk	28%
Nederland	6%
Totaal	100%

In het Duitse aandeel is begrepen een premie van 10% vanwege de vestiging van de tunnel in Duitsland.

Samenstelling

Steering Committee ETW

Het Steering Committee ETW was aan het einde van het verslagjaar als volgt samengesteld:

Frankrijk	IGA A. Queinec (Defensie) (<i>stemhouder</i>)	
	ICA G. Delalande (Transport, Civil Aviation Dept.)	
Bondsrepubliek Duitsland	Dr. Ing. H. Hertrich (BMFT) (<i>stemhouder</i>)	
	Dr. Jur. W. Hasenclever (DFVLR)	
Verenigd Koninkrijk	Mr G.N. Beaven (RAE/Defensie) (<i>stemhouder</i>)	
	Mr A.W.R. Allcock (Trade and Industry)	
Nederland	Ir. J.A. van der Blik (NLR) (<i>stemhouder</i>)	
	Drs. C.A. Stants (V&W)	
<i>Voorzitter</i>	Dr. H. Hertrich	(vanaf 1-1-1986)
	IGA A. Queinec	(vanaf 1-1-1987)
<i>Secretaris</i>	Dr. D. Venneman (DFVLR)	

Samenstelling Project Group ETW

Gedurende Fase 2.2 worden de werkzaamheden uitgevoerd door een Project Group ETW, welke 31 personen omvat. De directie van de Project Group ETW is thans als volgt samengesteld:

	Director	
	(K.J. Fergusson – UK)	
Assistant-Director	Assistant-Director	Assistant-Director
Finance & Administration	Engineering	Technical
(Dr. A. Freytag – BRD)	(Ir. G. Offringa – NL)	(X. Bouis – FR)

Activiteiten

De voorbereidende werkzaamheden voor de ETW werden gecontinueerd. Deze betroffen, naast de technische voorbereidingen, ook in belangrijke mate de planning van en de organisatie tijdens de bouw- en exploitatiefase. Door het Steering Committee ETW werd onder meer besloten, de ETW-organisatie op te zetten als een Duitse GmbH. Voorts werden de voor de bouwfase van belang zijnde documenten opgesteld. Dit betreft een Memorandum van Overeenstemming voor Fase 3 tussen de betrokken overheden, een samenwerkingsovereenkomst tussen de betrokken instituten en de Statuten voor de ETW GmbH. In 1987 zullen deze aan de vier betrokken overheden ter goedkeuring worden voorgelegd.

9.4 INTERNATIONALE SAMENWERKING IN GARTEUR-VERBAND

De jaarlijkse vergadering van de "GARTEUR-Council" vond op 20 en 21 mei 1986 in Amsterdam plaats onder voorzitterschap van prof.dr.ir. O.H. Gerlach. De Nederlandse delegatie, waarvan prof.dr.ir. O.H. Gerlach namens de overheid als hoofd optrad, bestond verder uit dr.ir. B.M. Spee en de heer N. van Dam.

Het "GARTEUR-Executive Committee", bestaande uit één lid van elke delegatie, kwam in 1986 viermaal bijeen onder voorzitterschap van dr.ir. B.M. Spee.

Het "GARTEUR-secretariaat" werd in opdracht van de Nederlandse delegatie – de delegatie waarvan de voorzitter van de "Executive Committee" deel uitmaakt – verzorgd door DFVLR.

De "**Groups of Responsables**" houden zich bezig met activiteiten op bepaalde onderzoekgebieden. In deze "**Groups of Responsables**" was het lidmaatschap voor Nederland als volgt:

- "Aerodynamics Group" Dr.ir. H. Tijdeman (NLR)
- "Flight Mechanics Group" Dr.ir. H. Mooij (NLR)
- "Structures and Materials Group" Dr.ir. H.P. van Leeuwen (NLR, *tevens vice-voorzitter*)
- "Helicopter Group" Prof.ir. F.J. Abbink (NLR, *tevens voorzitter*)

In de "**Provisional Group of Responsables**" voor "Propulsion Technology" werd Nederland vertegenwoordigd door Ir. J.P.K. Vlegghert (NLR).

Onder de "**Aerodynamics Group**" waren in 1986 vijf "Action Groups" werkzaam.

In vier "Action Groups" was Nederland vertegenwoordigd:

- "Convergence Study of Transonic Flow Computations for 3-D wings" Prof.ir. J.W. Slooff (NLR, *tevens vice-voorzitter*)
- "Model Support Interference in Large Low-Speed Windtunnels" Ir. C.J.J. Joosen (NLR-DNW)
- "Experimental Investigation of the Turbulent Shear Layers of a Swept Wing" Dr.ir. B. van den Berg (NLR, *tevens voorzitter*)
- "High Lift (Phase II)" Dr.ir. B. van den Berg (NLR, *tevens vice-voorzitter*), Ir. D.J. Laan (Fokker)

In alle "Action Groups" werkzaam onder de "**Flight Mechanics Group**" was Nederland vertegenwoordigd en wel als volgt:

- "Handling Qualities Guidelines for Future Transport Aircraft with Active Control Technology" Ir. W.P. de Boer (NLR, *tevens voorzitter*), Drs. M.F.C. van Gool (NLR)
- "Aircraft Mathematical Modelling from Flight Test Data" Ir. J.H. Breeman (NLR)
- "Integration of Flight Management and Air Traffic Management Systems" Ir. T.H.M. Hagenberg (NLR)

Ook in alle "Action Groups" werkzaam onder de "**Structures and Materials Group**" was Nederland vertegenwoordigd:

- "Fatigue Crack Propagation Prediction under Flight Simulation Loading" Ir. A.U. de Koning (NLR), Ir. H.H. van der Linden (NLR), Prof.dr. J. Schijve (TUD/LR), Ir. R. van der Velden (Fokker)
- "Buckling and Postbuckling Behaviour of Composite Panels" Ir. P. Minderhoud (Fokker), Dr.ir. E. Rijs (NLR), Ir. J.H. van der Sloot (Fokker), Ir. J.F.M. Wiggendaal (NLR)
- "Gust Load Statistics and Design Techniques Using Stochastic Loads" Ir. R. Noback (NLR)
- "Aluminium – Lithium Alloys" Ir. W.G.J. 't Hart (NLR), Dr. P.V. Kandachar (Fokker)

- "Improved Composite Materials" Ir. J.J. Cools (Fokker)
Ir. W.G.J. 't Hart (NLR)
- "Damage Mechanics for Composite Materials" Dr.ir. G. Bartelds (NLR)

Onder de "**Helicopters Group**" waren drie "Action Groups" werkzaam. In alle drie was Nederland vertegenwoordigd:

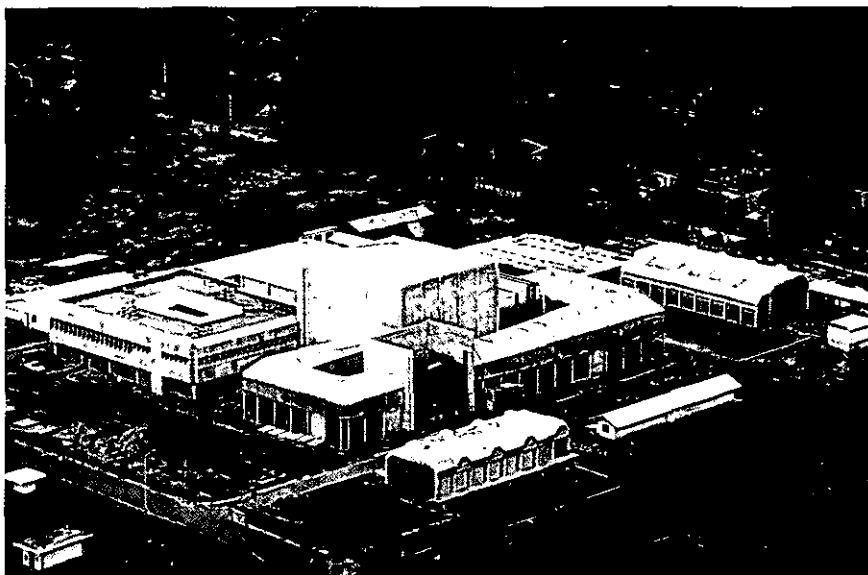
- "Mathematical Modelling of Helicopters" Ir. H. Haverdings (NLR)
- "Helicopter Fuselage/Rotor Interaction Aerodynamics" Ir. A.C. de Bruin (NLR)
- "Advanced Rotorcraft Evaluation" Ir. J.M.G.F. Stevens (NLR)

Mr. E. Folkers (NLR) was lid (tevens voorzitter) van de "**Working Group on Security Regulations**". Evenals in voorgaande jaren kreeg het overleg over de GARTEUR-activiteiten met de industrieën in de aangesloten landen veel aandacht. De "CARTE Industry Group" ("Collaboration on Aeronautical Research and Technology in Europe"), waarin de industrieën van de aangesloten landen samenwerken, vergaderde met het "Executive Committee" op 4 juni 1986.

Op de diverse onderzoekgebieden treden vertegenwoordigers van de industrie op als "point of contact" met GARTEUR. Voor de Nederlandse industrie fungeerden als zodanig:

- Ir. A. Kwakernaak (Fokker) voor "Structures and Materials",
- Ir. E. Obert (Fokker) voor "Aerodynamics" en "Flight Mechanics".

Overzicht van het gebouwencomplex van de Indonesische Lage-Snelheidswindtunnel ILST op 15 november 1986.



De heer A.L. Bleekrode, medewerker van het NLR, te midden van de deelnemers aan de door het NLR verzorgde introductiecursus voor operators, computerdeskundigen en meteorologen die betrokken zijn bij het gebruik van het COSMOSS satelliet-grondstation ontwikkeld door Signaal en NLR. (foto: A.L. Bleekrode)

Het Indonesische grondstation COSMOSS voor het ontvangen en verwerken van meteorologische gegevens afkomstig van satellieten. (foto: A.L. Bleekrode)



9.5 SAMENWERKING MET INDONESIE OP HET GEBIED VAN LUCHTVAARTONDERZOEK (PROJECT TTA-79)

Het project TTA-79	Sedert 1980 werkt het NLR samen met Indonesië bij het tot stand brengen van een aërodynamisch laboratorium (LAGG) in Serpong, met als eerste onderdeel daarvan een lage-snelheids windtunnel (ILST: Indonesian Low Speed Tunnel), een en ander ter ondersteuning van de zich snel ontwikkelende Indonesische vliegtuigindustrie. Het NLR is daartoe in staat gesteld door middel van door de Nederlandse overheid ter beschikking gestelde fondsen uit ontwikkelingshulp (Technical Assistance Project TTA-79). Naast het adviserende werk met betrekking tot de ILST, werden in dit kader opleidingen van Indonesische medewerkers voor het toekomstige windtunnelbedrijf verzorgd, werd de (wetenschappelijke en technische) documentatievoorziening in Indonesië verbeterd en werd aandacht besteed aan het, waar nodig, moderniseren en uitbreiden van de wetenschappelijke en praktische basis voor luchtvaartonderzoek bij de Technische Hogeschool te Bandung (ITB). Dit laatste onderdeel wordt verzorgd door de Faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de Technische Universiteit te Delft (TUD/LR), die hierbij nauw met het NLR samenwerkt.
Activiteiten in 1986	Gedurende het verslagjaar werd op alle terreinen goede voortgang geboekt. Naar aanleiding van de eind 1985 ingediende aanvraag tot verlenging van het project met 9 maanden werd door de afdeling DAL/OA van het Ministerie van Buitenlandse Zaken/Ontwikkelingssamenwerking een principe-accorde gegeven. Voor deze verlenging tot 1 oktober 1987 genaamd TTA-79, fase I, is aan Nederlandse zijde f 935.000,— uitgetrokken. Verwacht wordt dat 1 oktober 1987 als einddatum van het project TTA-79 kan worden aangehouden.
De windtunnel	De bouw van de windtunnel verliep voorspoedig ondanks het feit dat er eerder vertraging was opgetreden in verband met het verlenen van de z.g. "mixed credit facility". De mijlpaal "wind-on" kon ten slotte met slechts een kleine maand vertraging worden vastgesteld op 19 januari 1987. In verband hiermee werd besloten de vijfde plenaire projectvergadering te Jakarta te doen plaatsvinden in dezelfde week (op 22 januari 1987). Aan de levering en samenbouw door het NLR van het "Data Acquisition and Reduction System" (DARS), welke los van het project TTA-79 plaatsvindt, werd zeer veel aandacht besteed. De verwachting is dan ook dat de levering volgens plan zal verlopen. Het ziet ernaar uit dat de ILST na kalibratie en "commissioning" volgens de plannen medio 1987 met de operationele fase zal beginnen.
De ILST training	De "block training" van een 14-tal toekomstige ILST-medewerkers werd met goed gevolg afgesloten. Het ILST/CN-235 model, dat tijdens de training in Nederland werd ontworpen en gedeeltelijk vervaardigd, werd naar Indonesië verscheept om daar te worden afgemaakt. Het accent in het trainingsprogramma werd vervolgens verlegd naar opleidingen t.b.v. DARS.
Wetenschappelijke vorming op het terrein van de luchtvaart	Medio 1986 werd de 40 cm x 40 cm windtunnel, vervaardigd bij de faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TUD (Technische Universiteit Delft), verscheept naar Indonesië en met assistentie van een tweetal TUD-deskundigen in Bandung bij het ITB in werking gesteld en gecalibreerd. De levering van de overige laboratoriumuitrusting vanuit Delft verliep volgens plan, doch er ontstond enige vertraging bij de vervaardiging en opstelling van de nog door Indonesië aan te vullen uitrusting. Het aantal studenten dat op kosten van de Indonesische vliegtuigfabrikant IPTN studeert aan de TUD/LR bedroeg aan het eind van het verslagjaar 48 (eind 1985 was dit aantal 45). Hierbij dient te worden aangetekend dat boven het genoemde aantal van 48 nog twee studenten zijn overgegaan naar de faculteit der Informatica en dat zes studenten werden overgeschreven naar de HTS te Haarlem. De studieresultaten van de Indonesische studenten zijn over het algemeen zeer bevredigend te noemen.
De documentatievoorziening	Deze activiteit is, na enige malen te zijn verlengd, in de tweede helft van het verslagjaar beëindigd. Door het NLR is een offerte uitgebracht voor het voortzetten van een beperkte dienstverlening op luchtvaartdocumentatiegebied op contractbasis, zolang men in Indonesië nog niet in staat is hierin zelf te voorzien.

De evaluatie van het project TTA-79

Aangezien de Minister van Ontwikkelingssamenwerking een beslissing over het vervolgproject Integrated Support for Aeronautical Research and Development (ISARD), TTA-79, fase II, afhankelijk had gesteld van het resultaat van een evaluatie van het project TTA-79, werd in september een "joint evaluation" uitgevoerd in Indonesië. Van Nederlandse zijde werden als commissieleden aangesteld:

Prof.ir. J.H.D. Blom,

Ir. H.J. Wennink,

Ir. H.N. Wolleswinkel,

De heer J.P. Unger (waarnemer BUZA/OS).

De bevindingen van de evaluatiecommissie waren zeer positief en de conclusies, zoals neergelegd in de rapportering, werden door de Minister voor Ontwikkelingssamenwerking in beginsel onderschreven, hetgeen voor het NLR aanleiding is geweest de voorbereidingen voor het vervolgproject te intensiveren.

Het vervolgproject TTA-79, fase II (ISARD)

Omtrent de verdeling van de Nederlandse financiële bijdrage (f 5,5 miljoen) aan dit vervolgproject over de betrokken ministeries werd in het verslagjaar tweemaal vergaderd onder voorzitterschap van Drs. C.A. Stants. Hierbij werd echter nog geen overeenstemming bereikt. Het vervolgproject omvat enerzijds vervolgttraining voor het gebruik van de ILST en anderzijds een voortzetting van de ondersteuning van ITB te Bandung.

Deelname aan de Indonesia Air Show (IAS)

Het NLR heeft, tesamen met andere Nederlandse instellingen en bedrijven, deelgenomen aan de IAS, welke werd gehouden van 22 juni tot 1 juli te Jakarta.

Van NLR-zijde is er vooraf voor geijverd de Nederlandse deelname tot stand te brengen in nauw overleg tussen de ministeries van Economische Zaken en Verkeer en Waterstaat enerzijds en het bedrijfsleven anderzijds.

Voorts is het NLR op verzoek van het organisatiecomité van de IAS als coördinator opgetreden voor de Nederlandse bijdragen aan het tijdens de airshow gehouden luchtvaartsymposium ISASTI. Hier werden vier lezingen door Nederland verzorgd.

BIJLAGE 1 – PUBLIKATIES

In het verslagjaar zijn 209 rapporten verschenen. Hiertoe behoren ook de niet voor publikatie bestemde rapporten, maar niet de aanvoudige ijkings- en keurings-rapporten. De onderstaande rapporten werden vrijgegeven voor publikatie.

NLR TR 84005 U	A check of crack propagation prediction models against test results generated under transport aircraft flight simulation loading. H.H. van der Linden
NLR TR 84043 U	Part 1: Standardized fatigue loading sequences for helicopter rotors (Helix and Felix) Part 1: Background and fatigue evaluation. J.B. de Jonge, A.A. ten Have et al Part 2: Standardized fatigue loading sequences for helicopter rotors (Helix and Felix) Part 2: Final definition of Helix and Felix. J.B. de Jonge, A.A. ten Have et al
NLR TR 84073 U	Two-dimensional modelling of capillary liquid flow in a thin annulus. M.E.S. Vogels
NLR TR 84114 U	Correction for wall-interference by means of a measured-boundary condition method. Th. E. Labrujère
NLR TR 84116 U	Control loops with human operators in space operations. Part I: Human engineering, analysis, synthesis and evaluation techniques. P. Milgram, R.C. van de Graaff, P.H. Wewerinke Part II: Robotics, operations and manual control experiment. A.C.M. van Swieten, S. Kampen Part III: Rendez-vous and docking operations and model analysis performance with human-in-the-loop. P. Milgram, P.Th.L.M. van Woerkom, P.H. Wewerinke Part IV: Research requirements for human-in-the-loop space teleoperator developments. P. Milgram Part V: Executive summary. P. Milgram
NLR TR 85016 U	Fasering voor de ontwikkeling van technische/wetenschappelijke informatiesystemen. G.J. Dekker, R.P. de Moel
NLR TR 85030 U	Review and analysis of service load data of RNLAf (R)F-104G aircraft. J.B. de Jonge, C.W.J. van Lummel
NLR TR 85038 U	Microstructural and fractographic analysis of fatigue crack propagation in 2024-T351 and 2324-T39. H.J. Kolkman
NLR TR 85048 U	Over inspecteren en andere zaken voor een veilige benutting van windenergie. P.J. Sevenhuijsen, J.H. Heida
NLR TR 85055 U	Finite element analyses of stable crack growth in thin sheet material. A.U. de Koning

NLR TR 85063 U	A research facility for critical point phenomena in microgravity – Concept of the multi-user facility. R.H. Huijser
NLR TR 85065 U	2D wall interference assessment using "Calspan pipes". J. Smith
NLR TR 85068 U	Dynamics of flexible spacecraft: An analysis of approaches towards mathematical model order reduction. P.Th.L.M. van Woerkom
NLR TR 85069 U	Verification of obstacle accountability areas using a simple mathematical model. Part I: Description of general model and application for a specific case. G. Moek
NLR TR 85074 U	DESTIP: A CAD-system for the designs of stiffened panels in wing box structures. H.A.M. Daniëls
NLR TR 85090 U	Design and experimental verification of a calculation method for frequency response analysis of digital control systems in a continuous environment. J. Schuring
NLR TR 85097 U	Investigation on MLS approach path interception and transition techniques. Part I: Fast-time computer simulations. L.J.J. Erkelens, P.J. v.d. Geest, T.H.M. Hagenberg (NLR); D. Schrier, R. Pouwels (RLD) Part II: Flight simulator investigation. L.J.J. Erkelens, P.J. v.d. Geest, A. Hoolhorst
NLR TR 85099 U	Rendezvous and docking and space robotics proximity operations. Part I: Test requirements. J.J.M. Prins, C.N.A. Pronk Part II: Test bed requirements. J.J.M. Prins, C.N.A. Pronk Part III: Test bed conceptual design. J.J.M. Prins, C.N.A. Pronk Part IV: Test bed development plan. J.J.M. Prins Part V: Executive summary. J.J.M. Prins, C.N.A. Pronk
NLR TR 85114 U	ARSPNS: A method to calculate steady and unsteady potential flow about fixed and rotating lifting and nonlifting bodies. M.H.L. Hounjet
NLR TR 85117 U	Fatigue Rated Fastener Systems – An AGARD coordinated testing programme. H.H. van der Linden
NLR TR 85127 U	Dynamics of flexible spacecraft; The internal balancing approach towards mathematical model order reduction. P.Th.L.M. van Woerkom
NLR TR 85139 U	Image data compression with splines and segmentation with emphasis on earth observation. P.J. de Pagter, J.J. Renes
NLR TR 85142 U	Boundary integral method for the computation of the potential flow about ship configurations with lift and free surface effects. C.M. van Beek, W.J. Piers, J.W. Slooff
NLR TR 85156 U	Error correcting coding for satellite communications. H.J. Simons

NLR TR 86001 U	Sensors for a system to control the liquid flow into an evaporative cold plate of a two-phase heat transport system for large spacecraft. A.A.M. Deil
NLR TR 86008 U	Data compression in computational fluid dynamics. R.A. Hogendoorn
NLR TR 86009 U	Inexact reasoning in expert systems: an integrating interview. R.J.P. Groothuizen
NLR TR 86026 U	A transonic model representation for two-dimensional wall interference assessment. J. Smith
NLR TR 86055 U	Considerations concerning a thermal joint for a deployable or steerable battery radiator for the Columbus polar platform. A.A.M. Deil
NLR TR 86060 U	How to generate equal probability design load conditions. R. Noback
NLR MP 84091 U	Aerodynamic and structural aspects of propeller and drive for a 1/5 scale wind tunnel programme. <i>(Presented at the AGARD Symposium on Aerodynamics and Acoustics of propellers, Toronto, Canada, October 1 – 4, 1984)</i> R.M. Bass (Dowty), B. Munniksmä (NLR), J. v. Hengst (Fokker)
NLR MP 84092 U	Multi-crew model analytical assessment of landing performance and decision-making demands. <i>(Paper presented at the 20th Annual Conference on Manual Control, Sunnyvale, Cal. USA, June 12 – 14, 1984)</i> P. Milgram, R.F. v.d. Wijngaart, M. Veerbeek, O.F. Bleeker (Fokker)
NLR MP 85001 U	Contribution of turbine blade service failures to a damage tolerance approach. <i>(Paper prepared for the AGARD SMP Specialists Meeting on Damage Tolerance Concepts for Critical Engine Components, San Antonio, Texas, April 1985)</i> R.J.H. Wanhill, A.J.A. Mom
NLR MP 85006 U	AGARD cooperative test programme on titanium alloy engine disc material. <i>(Paper to be published in the Proceedings of the AGARD Specialists' Meeting on Damage Tolerance Concepts for Critical Engine Components, San Antonio, Texas, April 1985)</i> A.J.A. Mom, M.D. Raizenne
NLR MP 85007 U	Trends in airliner flight deck design. <i>(Paper presented on the one-day symp. on: Developments in the Cockpit, Haarlem, March 21, 1985)</i> F.J. Abbink, E.W. Pijpers
NLR MP 85013 U	Een software pakket voor het beheer van variabelen op systeem-niveau. <i>(Presentatie op het NGL/Sim symposium, Utrecht, 1 – 2 april 1985)</i> H.W.G. de Jonge
NLR MP 85018 U	Fatigue failure of jet engine drive shafts. <i>(Paper to be published in the "International Journal of Fatigue")</i> H.J. Kolkman, J.P.K. Vleghert
NLR MP 85025 U	Review of aeronautical fatigue investigations in The Netherlands during the period March 1983 – February, 1985. <i>(Paper presented at the 19th ICAF Conference, Pisa, 20 – 21 May, 1985)</i> J.B. de Jonge

- NLR MP 85027 U NLR experience in the application of active flutter suppression and gust load alleviation, applied to a wind-tunnel model.
(*Paper presented at the Second International Symp. on Aeroelasticity and Structural Dynamics, Aachen, Germany, April 1 – 3, 1985*)
P.A. van Gelder
- NLR MP 85029 U Corrosie en corrosiepreventie in vliegtuigconstructies.
(*Artikel ter presentatie op het seminar "Corrosiebestrijding en -voorkoming" van PBNA op 16, 23 april en 7, 14 mei 1985*)
W.G.J. 't Hart
- NLR MP 85031 U Recente ontwikkelingen in de voortstuwingsaërodynamica.
(*Gepresenteerd op het symposium "Recente ontwikkelingen op aërodynamisch gebied", Delft, 26 april 1985*)
W.B. de Wolf
- NLR MP 85032 U Mag het een count meer zijn? – De windtunnel als weegschaal voor het vliegtuigontwerp –.
(*Gepresenteerd op het NVvL symposium, Delft, 26 april 1985*)
A. Elsenaar
- NLR MP 85033 U TURBISTAN, a standard load sequence for aircraft engine discs.
(*Gepresenteerd op de AGARD San Antonio Meeting, april 1985*)
A.J.A. Mom, W.J. Evans, A.A. ten Have
- NLR MP 85034 U Data presentation facilities for engineering analysis.
(*Paper prepared for presentation at the Europ. Conf. and Exhibition on Computer graphics Applic. for Management and Productivity, CAMP 85, Berlin, Sept. 24 – 27, 1985*)
R.K. v.d. Draai, H.A. Kreijkamp
- NLR MP 85037 U AI-technieken voor verwerking van kennis.
(*Hoofdstuk van eindverslag v.d. projectgroep CAD en AI*)
J.C. Donker
- NLR MP 85039 U De toepassing van CAD-technieken in een systeem voor het plannen van routes.
(*Presentatie op het congres "Ontwerpen en fabriceren met de computer", Cape 85, Amsterdam, 1 – 3 mei 1985*)
H.J. Bos
- NLR MP 85040 U Unsteady airload computations for airfoils oscillating in attached and separated compressible flows.
(*Presented at the AGARD FDP and FMP Symp.: Unsteady Aerodynamics – Fundamentals and Appl. to Aircraft Dynamics, Göttingen, Germany, 6 – 9 May '86*)
R. Houwink
- NLR MP 85041 U Aircraft noise: different ways to monitor the noise load.
(*Prepared for presentation on the Intern. Conf. on Noise Control Eng. (INTERNOISE 85), Munich, Sept. 18 – 20, 1985*)
G. Bekebrede
- NLR MP 85042 U Inleiding tot het maken van automatiseringsplannen voor CAD/CAM (in de werktuigbouw).
(*Lezing voor voorlichtingsprogramma inzake CAD/CAM in de werktuigbouwkunde, CAPE Conf., Amsterdam, 2 mei 1985*)
W. Loeve
- NLR MP 85043 U Asymptotic convergence of higher-order accurate panel methods.
(*Paper intended for publication in Journal of Aircraft*)
B. Oskam

- NLR MP 85044 U Numerical treatment of shocks in unsteady potential flow computation.
(Solicited paper to be presented at the 11th IMACS World Congress, Oslo, Norway, August 5 – 9, 1985)
H. Schippers
- NLR MP 85045 U CADISS: Een boordsysteem voor compressie en decompressie van beeldvormende sensorsignalen.
(Artikel opgesteld t.b.v. tijdschrift Ruimtevaart van de Nederlandse Vereniging voor Ruimtevaart)
A. Monkel, H.F.A. Roefs
- NLR MP 85046 U Some considerations on the applications of hybrid circuits at the NLR.
(Contribution to lecture session "Hybride schakelingen" organized by "Centrum voor Micro-Electronica Delft TNO", 12 June 1985)
A. Monkel, F.H. van Vegten, J.G. Koning
- NLR MP 85048 U On wings and keels (II).
(Paper presented at the AIAA Twelfth Annual Symp. on Sailing ("The Ancient Interface XII"), Seattle, Wa., September 21 – 22, 1985)
J.W. Slooff
- NLR MP 85050 U Fatigue fracture in steel landing gear components.
R.H. Wanhill
- NLR MP 85052 U Methods for numerical simulation of leading-edge vortex flow.
(Paper presented at the Workshop on Vortex Dominated Flows, NASA Langley Res.C., Hampton, Virginia, USA, July 9 – 10, 1985)
H.W.M. Hoelijmakers
- NLR MP 85053 U Hydrodynamic instabilities and surface waves in a flow over an impedance wall.
(Paper prepared for the IUTAM Symp. "Aero- and hydro-acoustics", Lyon, France, 3 – 6 July 1985)
S.W. Rienstra
- NLR MP 85054 U Short cracks in aerospace structure.
(Paper presented at the Symposium on the Behaviour of Short Fatigue Cracks, Sheffield, September 20 – 28, 1985)
R.J.H. Wanhill
- NLR MP 85055 U Standregeling van ruimtevaartuigen: een overzicht van recente ontwikkelingen en onderzoek.
(Artikel voor tijdschrift "Ruimtevaart" van NVR)
T. Zwartbol
- NLR MP 85056 U How to make aerodynamics in flutter calculations cheaper.
(Paper presented to AIAA for publication in AIAA Journal)
M.H.L. Hounjet
- NLR MP 85058 U Correlation between flight simulation and processing of flight tests based on inertial measurements.
(Paper presented at the AGARD FMP Symposium on Flight Simulation, Cambridge, UK, 30 September – 3 October 1985)
A.H.M. Nieuwpoort, J.H. Breeman, L.J.J. Erkelens, P.J.J. v.d. Geest
- NLR MP 85059 U Comparison between measured and calculated stall-flutter behaviour of a one-bladed model rotor.
(Paper presented at the Eleventh European Rotorcraft Forum, London, Engeland, September 10 – 13, 1985)
H. Bergh, A.J.P. van der Wekken

- NLR MP 85061 U Flexible and high quality software on a multi processor computer system controlling a research flight simulator.
(Paper presented at the AGARD Flight Mechanics Panel Symposium, Cambridge, Engeland, 30 September – 3 October 1985)
A.P.L.A. Marsman
- NLR MP 85062 U A brief introduction to the helicopter.
(Paper prepared for Blauwboek, published by the Society of Aerospace Students, Delft Technical University, The Netherlands, 1985)
H.J.G.C. Vodegel
- NLR MP 85063 U Considerations on MLS approach path interception and transition techniques.
(Paper presented at the International Seminar on the Microwave Landing System, Montreal, Canada, September 3 and 4, 1985)
T.H.M. Hagenberg, L.J.J. Erkelens
- NLR MP 85064 U Flightpath reconstruction and systematic radar error estimation from multi-radar range-azimuth measurements.
(Paper presented on the 24th Conference on Decision and Control (CDC), Florida, USA, December 1985)
J.J. Renes, P. v.d. Kraan, C. Eymann
- NLR MP 85065 U Evaluation of DDH and weld repaired F100 turbine vanes under simulated service conditions.
(Paper presented at the AGARD Structures and Materials Specialists Meeting on Advanced Joining of Metallic Materials, Oberammergau, Germany, September 1985)
A.J.A. Mom, M. Madhava, G.A. Kool, M. Dean
- NLR MP 85066 U Systems, avionics and instrumentation of transport category helicopters.
(Contribution to the 1985 Blauwboek of the "Society of Aerospace Students of the Delft University of Technology")
F.J. Abbink
- NLR MP 85068 U Use of a SAR in agriculture and forestry.
(Paper presented at the ESA Workshop on Thematic Applications of SAR data, Frascati, Italy, 9 – 11 September 1985)
G.J.L. Nooren et al
- NLR MP 85070 U Automatisering ten behoeve van de commandovoering bij de Koninklijke Luchtmacht.
(Lezing t.b.v. KIVI afd. Krijgskundige Technieken op 25 september 1985)
W.N. van Dranen (KLu), R.P. de Moel
- NLR MP 85071 U Globale evaluatie van het tipvaan concept m.b.v. een dragende-lijn model.
(Lezing gepresenteerd op de Nationale Windenergie Conferentie 1985, Noordwijk, 17 – 19 december 1985)
O. de Vries
- NLR MP 85072 U FAS multigrid employing ILU/SIP smoothing: a robust fast solver for 3D transonic potential flow.
(Paper to be presented at the 2nd European Conference on Multigrid Methods, Cologne, Germany, 1 – 4 October 1985)
A.J. van der Wees
- NLR MP 85073 U Tactical Mission Planning and Management.
(Presented at the AGARD GCP Symp. "Guidance, Control and Positioning of Future Precision Guided Stand-off Weapon Systems, Ottawa, Canada, 8 – 11 October 1985)
P.J.M. Urlings, A.L. Spijkervet
- NLR MP 85074 U A small, flexible and powerful data acquisition system for the F16 aircraft.
S. Storm van Leeuwen

- NLR MP 85075 U Management van automatisering voor technisch wetenschappelijke toepassingen zoals bij het KNMI voorkomen.
(Lezing ter orientatie van het management van het KNMI inzake technieken voor automatisering voor technische wetenschappelijke toepassingen)
W. Loeve
- NLR MP 85076 U Cost reductions from introduction of new life philosophies for aircraft engine discs.
(Prepared for presentation at the Amsterdam SAE symposium, held on the occasion of the 25th SAE E-32 Committee Meeting, Amsterdam, 21 October 1985)
A.J.A. Mom
- NLR MP 85078 U Advanced aluminium alloy plate materials for damage tolerant aircraft structures.
(To be published in the Proceedings of the third conference of the European Materials Research Society on Advanced Materials R & D for Transport, Strasbourg, November 26 – 28, 1985)
W.G.J. 't Hart, H.J. Kolkman, L. Schra, R.J.H. Wanhill
- NLR MP 85079 U Creep, fatigue and their interaction in coated and uncoated Rene 80.
(Prepared for publication in Materials Science and Engineering)
H.J. Kolkman
- NLR MP 85080 U Computational drag analyses and minimization; Mission Impossible?
(Lecture presented at AGARD Special Course on Aircraft Drag Prediction and Reduction, VKI, Rhode-St-Genèse, Belgium, 20 – 23 May 1985 and NASA Langley, USA, 5 – 8 August 1985)
J.W. Slooff
- NLR MP 85081 U Het beschikbaarstellen van kennis m.b.v. AI-technieken: ervaringen en ontwikkelingen bij het NLR.
(Voordracht gehouden op het NGI Congres Expertsystemen, 16 december 1985)
J.C. Donker
- NLR MP 85082 U Modelling of fatigue crack growth in 7075-T651 aluminium alloy plate.
(Paper prepared for the Sixth European Conference on Fracture, ECF6, Amsterdam, June 15 – 20, 1986)
R.J.H. Wanhill, A.U. de Koning, L. Schra
- NLR MP 85083 U Alternating field stereoscopic displays using light scattering liquid crystal spectacles.
(Paper to be published in the Journal DISPLAYS)
P. Milgram, R. van der Horst (TNO)
- NLR MP 85086 U Ongewone modes in een kanaal met impedantiewand.
(Gepresenteerd op de wetenschappelijke bijeenkomst "Stromings-geluid" georganiseerd door het Nederlands Akoestisch Genootschap, Utrecht, 11 september 1985)
S.W. Rienstra
- NLR MP 85087 U On the development of an optical diagnostic instrument for fluid physics research in microgravity.
D. van den Assem, R.H. Huijsen, J.P.B. Vreeburg
- NLR MP 85088 U A perspective of mathematical simulation and optimization techniques in computer aided design.
(Paper to be published in the Proceedings of the IFIP TC5 Second Intern. Conf. on Computer Applications in Production and Engineering – CAPE '86, Copenhagen, Denmark, 20 – 23 May 1986)
R.F. van den Dam
- NLR MP 85089 U Enige aspecten van het ontstaan van geluid in axiale compressoren.
(Gepresenteerd op een bijeenkomst van het Ned. Akoestisch Genootschap over stromingsgeluid, Utrecht, 11 september 1985)
J.B.H.M. Schulten
- NLR MP 86001 U Short stress corrosion cracks in aluminium alloy components.
(Paper to be published in "Materials and Design")
R.J.H. Wanhill

- NLR MP 86002 U MATRIXx in computer-aided control system design.
(Contribution to "WGS Newsletter", a publication of the Benelux Working Group on Software)
A.P. Terpstra
- NLR MP 86003 U Simulation of multi-temporal SAR images.
(Paper presented at the 3rd Intern. Colloquium on Spectral Signatures of Objects in Remote Sensing, Les Arcs, 16 – 20 December 1985)
G.J.L. Nooren
- NLR MP 86004 U The processing of and information extraction from airborne SLAR data.
(Seminar lecture presented at the Canada Centre for Remote Sensing (CCRS), Ottawa, Canada, October 10th, 1985)
P. Binnenkade
- NLR MP 86005 U The CAD environment of the National Aerospace Laboratory NLR, The Netherlands.
(Presented at the Second Int. Conf. on Computer Applications in Production and Engineering, CAPE '86, Copenhagen, Denmark, May 20 – 23, 1986)
W. Loeve, F.J. Heerema, J.J.P. van Hulzen
- NLR MP 86006 U RASP, A system generating very accurate position markers during flight testing.
(Paper to be published in the Proceedings of the Third Flight Testing Conference of the American Institute of Aeronautics and Astronautics, Las Vegas, April 1986)
O.B.M. Pietersen
- NLR MP 86007 U Reynold number effects and the wind tunnel environment.
(Contribution to the AGARD Working Group 09 "Wind Tunnel Boundary Layer Simulation and Control" Final Report)
A. Elsenaar
- NLR MP 86008 U Effects of cladding and anodising on flight simulation fatigue of 2024-T3 and 7475-T761 aluminium alloys.
(Contribution to Conference "Fatigue Prevention and Design", Amsterdam, April 1986)
R.J.H. Wanhill
- NLR MP 86009 U Fatigue in aircraft corrosion testing – The first ten years.
(Paper prepared for presentation to the AGARD SMP at the 62nd SMP Meeting, Oslo, April 1986)
R.J.H. Wanhill, J.J. De Luccia
- NLR MP 86010 U Trajectory measurement of the Fokker 100 aircraft during Autoland testing.
(Paper presented for presentation on the 1986 Aerospace Industries/Test Measurement Symposium, Seattle, Wa, USA, May 5 – 8, 1986)
J.C.T. van der Veen
- NLR MP 86011 U Development and test verification of the Ariane 4 interstage 2/3 in CFRP.
(Paper to be presented at the AIAA/ASME/AHS 27th Structures, Structural Mechanics and Materials Conference, San Antonio, Texas, USA, May 19 – 21, 1986)
C. Blaas, J.F.M. Wiggenraad
- NLR MP 86012 U Quality monitoring in two-phase heat transport systems for large spacecraft.
(SAE paper to be presented at the 16th Intersociety Conference on Environmental Systems, San Diego, USA, 14 – 16 July 1986)
A.A.M. Delil
- NLR MP 86013 U Criteria for determination of significant load cycles in variable amplitude load sequences.
(Contribution to The Int. Symp. on Fatigue Crack Closure, Charleston, USA, May 1986)
A.U. de Koning, G. Liefing (TUT)
- NLR MP 86014 U Patch repair of corroded aircraft skin areas.
(Paper prepared for publication in the proceedings of the AGARD specialists meeting on "The Repair of Aircraft Structures Involving Composite Materials", Oslo, Norway, 14 – 16 April 1986)
W.G.J. 't Hart, R.J.H. Wanhill

- NLR MP 86015 U Off-line experiments from NLR.
(To appear in *ESA Journal*)
J.P.B. Vreeburg
- NLR MP 86016 U Realization of an airport noise monitoring system for determining the traffic flow in the surroundings of a military airbase.
(Paper presented at the *International Conf. on Noise Control Eng. (INTERNOISE '86)*, Cambridge, Mass. USA, July 21 – 23, 1986)
G. Bekebrede
- NLR MP 86017 U Breukmechanica en kruipscheurgroei in staal van het type 1%Cr½%Mo al dan niet na voorafgaande expositie onder kruip-omstandigheden.
(Paper samengesteld voor presentatie op de *NIL Voorlichtings-dag "Restlevensduur van op kruip belaste installaties"*, Arnhem, 3 juni 1986)
H.P. van Leeuwen, L. Schra
- NLR MP 86018 U Simulated service test behaviour of various internal and external coatings applied on CF6-50 first stage turbine blades.
(Paper prepared for presentation at the *Conf. on High Temp. Alloys for Gas Turbines and Other Applications*, Liège, October 6 – 9, 1986)
A.J.A. Mom, J.A.M. Boogers
- NLR MP 86019 U MATRICS, transonic potential flow calculations about transport aircraft.
(Paper presented at the *AGARD Symp. on Applications of Computational Fluid Dynamics in Aerodynamics*, Aix-en-Provence, France, 7 – 10 April 1986)
J. van der Vooren, A.J. van der Wees, J.H. Meelker
- NLR MP 86020 U Problem and solution formulations for the generation of 3D block-structured grids.
(Paper presented at the *Int. Conf. on numerical Grid Generation in Computational Fluid Dynamics*, Landshut, W.Germany, 14 – 17 July 1986)
J.W. Boerstael
- NLR MP 86021 U Performance of high temperature coatings on F100 turbine blades under simulated service conditions.
(Prepared for publication at the *International Symposium on High Temperature Corrosion*, Université de Provence, Marseille, France, 7 – 12 July 1986)
A.J.A. Mom, H.J.C. Hersbach
- NLR MP 86022 U Error sensitivity of compressed image data on satellite communication links.
(Paper presented at the *7th Symposium on Information theory in the Benelux*, Noordwijkerhout, The Netherlands, 22 – 23 May 1986)
H.J. Simons
- NLR MP 86024 U Flexible grid generation for complex geometries in two space dimensions based on variational principles.
B. Oskam, G.H. Huizing
- NLR MP 86025 U NLR contributions to the flutter certification of aircraft with external stores.
J.J. Meijer
- NLR MP 86026 U Fatigue fracture in landing gear steels.
(Paper prepared for presentation at the *15th ICAS Congress*, London, September 1986)
R.J.H. Wanhill
- NLR MP 86027 U A DMAP for updating dynamic mathematical models with measured data.
(Paper prepared for presentation at the *MSC/NASTRAN European User's Conference*, Munich, West Germany, 14 – 15 May 1986)
A. de Boer

- NLR MP 86028 U Modelling of time-variant flows using vortex dynamics-activities in the Netherlands.
(Paper presented at the AGARD Fluid Dynamics Panel Round Table Discussion on "Modelling of Time-Variant Flow using Vortex Dynamics, Aix-en-Provence, France, April 10, 1986)
H.W.M. Hoeijmakers
- NLR MP 86029 U CEASAR: CCD Airborne Experimental Scanner for Applications in Remote Sensing.
(Presented at the Int. Symp. on Remote Sensing, Enschede, 25 – 29 August, 1986)
N.J.J. Bunnik, H. Pouwels, C. Smorenburg (TPD), A.L.G. van Valkenburg
- NLR MP 86030 U A simulation tool for the study of satellite-based navigation systems.
(Paper prepared for presentation on the 15th Int. Symp. on Space Technology and Science, Tokyo, May 18 – 24, 1986)
P.J. de Pagter, G.J. Dekker, L.J.M. Joosten
- NLR MP 86031 U Automation Strategy and Results for an Airbase Command and Control System (ABCCIS).
(Paper presented at the AGARD Avionics Panel on "Advanced computer aids in the planning and execution of air warfare and ground strike operations", Kongsberg, Norway, 12 – 16 May 1986)
R.P. de Moel, W.N. van Dranen (KLu)
- NLR MP 86032 U Numerical simulation of vortical flow.
(Paper presented during the Lecture Series "Introduction to Vortex Dynamics, Rhode-Saint-Genèse, Belgium, May 26 – 30, 1986)
H.W.M. Hoeijmakers
- NLR MP 86033 U The determination of optimum parameters for identification of agricultural crops with airborne SLAR data.
(Paper presented at the International Symposium on Remote Sensing ISPRS, Commission VII, Enschede, 25 – 29 August 1986)
P. Binnenkade
- NLR MP 86034 U Design of an integrated control system for flutter margin augmentation and gust load alleviation, tested on a dynamic wind tunnel model.
(Paper prepared for presentation at the AIAA Guidance, Navigation and Control Conference, Williamsburg, VA, USA, August 18 – 20, 1986)
P.A. van Gelder
- NLR MP 86035 U Calculation of 2-D unsteady transonic full potential flow about oscillating airfoils by two complementary approaches.
(Paper to be presented at the 4th AIAA Applied Aerodynamics Conf., San Diego, Cal., USA, 9 – 11 June 1986)
H. Schippers, M.H.L. Hounjet
- NLR MP 86036 U Three-dimensional shear layer experiments and their use as test cases for calculation methods.
(Paper presented at the AGARD Special course on "Computation of three-dimensional boundary layers including separation", VKI, Brussels, April 14 – 18, 1986)
B. van den Berg
- NLR MP 86038 U Measurement techniques in low-speed turbulent flows.
(A report on EUROMECH 202, Marknesse, 7 – 10 October 1985)
B. van den Berg, A. Bertelrud
- NLR MP 86040 U The role of periodic solutions in the Falkner-Skan problem for $\lambda > 0$.
(Gepubliceerd in "Journal of Engineering Mathematics, Vol. 20, pp. 81 – 93).
E.F.F. Botta, F.J. Hut, A.E.P. Veldman
- NLR MP 86041 U Damage tolerance of stiffened-skin structures: prediction and experimental verification.
(Presented at the 19th National Symp. on Fracture Mechanics, La Mansion del Río, San Antonio, USA, 30 June – 2 July 1986)
H. Vlieger

- NLR MP 86046 U Development of a flexible and economic helicopter engine monitoring system.
(Paper presented at the 12th European Rotorcraft Forum, Garmisch-Partenkirchen, September 22 – 25, 1986)
A.A. ten Have, C.R. Tjalsma
- NLR MP 86047 U Breakdown of steady and unsteady interacting boundary layers.
(Paper presented at the UTAM Symposium on Boundary-layer Separation, University College London, August 26 – 28, 1986)
R.A.W.M. Henkes, A.E.P. Veldman
- NLR MP 86048 U Acquisition of gust statistics from AIDS-recorded data.
(Paper to be presented at the 63rd Meeting of the Structures and Materials Panel of AGARD, Athens, Greece, September 1986)
J.B. de Jonge, A.J.P. van der Wekken, R. Noback
- NLR MP 86049 U Overlooked potential of systems with Markovian coefficients.
(Paper presented at the IEEE 25th Conf. on Decision and Control, Athens, Greece, December 10 – 12, 1986)
H.A.P. Blom
- NLR MP 86050 U Simulatie en computer aided engineering.
(Presentatie samengesteld t.b.v. het door Computable georganiseerde Seminar "Directions in computer simulation", September 1986)
W. Loeve
- NLR MP 86055 U NPOC-SPOT enquête 1986.
O.H.M. de Vries
- NLR MP 86056 U Reliability of nondestructive inspection.
(Paper presented at the Biennale 1986, N.V. KEMA, Arnhem, 12 – 13 November 1986)
J.H. Heida

BIJLAGE 2 – BIJDRAGEN AAN CONGRESSEN EN CURSUSSEN

Ir. S.J. Boersen en Ir. A. Elsenaar, *Tests on the AFWAL 65-degree delta wing at NLR: a study of vortex flow development between Mach .4 and Mach 4*, Joint Int. Vortex Flow Symp., Stockholm, Zweden, 1 – 3 oktober

Ir. A. Elsenaar, *The international vortex flow experiment: a test case for compressible Euler codes*, GAMM Workshop on numerical Simulation of Compressible Euler Flows, Parijs, 10 – 13 juni

Ir. P.A. van Gelder, *Design of an integrated control system for flutter margin augmentation and gust load alleviation, tested on a dynamic wind tunnel model*, AIAA Guidance, Navigation and Control Conf., Williamsburg, Va, V.S., 18 – 20 augustus

Dr.ir. B. van den Berg, *Three-dimensional shear layer experiments and their use as test cases for calculation methods*, AGARD Special course on "Computation of three-dimensional boundary layers including separation, VKI, Brussel, België, 14 – 18 april

Ir. A.C. de Bruin en ir. H.W.M. Hoeijmakers, *Computation of three-dimensional boundary layer transition and separation on a 65 deg swept delta wing at 20 deg angle of attack*, Joint US-European Vortex Flow Symp., Stockholm, Zweden, 1 – 3 oktober

Ir. H.W.M. Hoeijmakers, *Numerical simulation of vortical flow*, Lecture Series "Introduction to Vortex Dynamics, Rhode-Saint-Genese, België, 26 – 30 mei

Ir. H.W.M. Hoeijmakers, *Modelling of time-variant flows using vortex dynamics – Activities in the Netherlands*, AGARD Fluid Dynamics Panel Round Table Discussion on "Modelling of Time-Variant Flows using Vortex Dynamics, Aix en Provence, Frankrijk, 10 april

R.P. de Moel, *Automation strategy and results for an Airbase Command and Control System ABCC/S*, (mede-auteur: W.N. van Dranen (Klu)), AGARD Avionics Panel on "Advanced computer aids in the planning and execution of air warfare and ground strike operations, Kongsberg, Noorwegen, 12 – 16 mei

Ir. W. Loeve, *Simulatie en computer aided engineering*, Seminar "Directions in computer simulation", Computable, september

Ir. H. Pouwels, *A modular and versatile acquisition, recording and preprocessing system for airborne remote sensing*, (mede-auteur: ing. L.J. Aartman), Symp. "Progress in Imaging Sensors", Int. Society of Photogrammetry and Remote Sensing, Stuttgart, W.-Duitsland, 1 – 5 september

Ir. H.A. van Ingen Schenau, *A data user station based on VME/68000 technology for the acquisition of weather satellite data*, METEOSAT Scientific Users' Meeting, Amsterdam, 25 – 27 november

Ir. H.A. van Ingen Schenau, *An integrated approach to environment monitoring using data from METEOSAT and NOAA Imaging satellites*, (mede-auteur: drs.J.C. Venema), METEOSAT Scientific Users' Meeting, Amsterdam, 25 – 27 november

Ir. O.B.M. Pietersen, *RASP, A system generating very accurate position markers during flight testing*, Third Flight Testing Conf. of the American Institute of Aeronautics and Astronautics, Las Vegas, V.S., april

Ir. H.J. Simons, *Error sensitivity of compressed image data on satellite communication links*, 7th Symp. on Information Theory in the Benelux, Noordwijkerhout, 22 – 23 mei

Ir. H.J. Simons, *Document transfer by a digital satellite link*, (mede-auteurs: ir. A. Dijk en ir. A.P. Verlijsdonk (TUE)), Conf. "New systems and services in Telecommunication", Universiteit van Luik, België, 12 – 14 november

Ir. J.C. Donker, *Use of operational knowledge in mission preparation – technical aspects*, Voordracht voor Landelijke Vereniging voor Operations Research, 5 juni

Ir. J.C. Donker, *Software Engineering and AI*, Voordracht voor Projectgroep "Software Engineering en AI" van het CIAD, Apeldoorn, 24 juni

Ir. J.C. Donker, *Marktinventarisatie AI-systemen*, Voordracht voor sectie "Kennissystemen" van het CIAD, Zoetermeer, 19 februari

Drs. P.J. de Pagter, *A simulation tool for the study of satellite-based navigation systems*, (mede-auteurs: drs. G.J. Dekker en ir. L.J.M. Joosten), 15th Int. Symp. on Space Technology and Science, Tokyo, Japan, 18 – 24 mei

Dr.ir. J.W. Boerstoeel, *Problem and solution formulations for the generation of 3D block-structured grids*, Int. Conf. on Numerical Grid Generation in Computational Fluid Dynamics, Landshut, W.-Duitsland, 14 – 17 juli

Ir. J. van der Vooren, *MATRICS – transonic potential flow calculations about transport aircraft*, (mede-auteurs: ir. A.J. van der Wees en J.H. Meelker), AGARD Symp. on Applications of Computational Fluid Dynamics in Aeronautics, Aix en Provence, Frankrijk, 7 – 10 april

Dr.ir. H. Schippers, *Calculation of 2-D unsteady transonic full potential flow about oscillating airfoils by two complementary approaches*, (mede-auteur: ir. M.H.L. Hounjet), AIAA 4th Applied Aerodynamics Conference, San Diego, Cal., V.S., 9 – 11 juni

Dr. A.E.P. Veldman, *Breakdown of steady and unsteady interacting boundary layers*, (mede-auteur: ir. R.A.W.M. Henkes (TU-Delft)), UTAM Symp. on Boundary-layer Separation, University College, Londen, Engeland, 26 – 28 augustus

Ir. R.W. Okkes (ESTEC), *Rate distortion functions of SAR imagery*, (mede-auteur: ir. W.C. Huisman), ISPRS Commission II Symp. (WG II.5), Baltimore, Maryland, V.S., 26 – 30 mei

Ir. J. van der Vooren, *Trends in CFD for aeronautical 3-D steady applications: The Dutch situation*, (mede-auteurs: dr. ir. J.W. Boerstoeel, dr. A.E.P. Veldman en ir. A.J. van der Wees), 25e vergadering Kontaktgroep Numerieke Stromingsleer, Delft, 20 oktober

Ir. R.F. van den Dam, *A perspective of mathematical simulation and optimization techniques in computer aided design*, IFIP TC5 Second Int. Conf. on Computer Applications in Production and Engineering CAPE'86, Kopenhagen, Denemarken, 20 – 23 mei

Dr. A.A.C. Klaasse, *Ook schrijven is (een) techniek*, Bijeenkomst Studiekring voor Technische Informatie en Communicatie (STIC), Amsterdam, 24 september

Ir. H. Pouwels, *Digitale registratie van radargegevens in een vliegtuig*, Studiedag "Digitale signaalbewerking voor real-time toepassingen", KIVI en NIRIA, 27 februari

Ir. W.C. Huisman, *Data compression as a means to disseminate more METEOSAT data over the existing channel*, (mede-auteur: ir.G.B. Burger), Sixth METEOSAT Scientific Users Meeting, Amsterdam, 25 – 27 november

Ir. A.A.M. Delil, *Quality monitoring in two-phase heat transport systems for large spacecraft*, 16th Intersociety Conf. on Environmental systems, San Diego, Cal, V.S., 14 – 16 juli

Ir. A.A.M. Delil, *Selection of Vapour Quality gauges for two-phase heat transport systems of large spacecraft*, 8th Int. Heat Transfer Conf., San Francisco, Cal., V.S., 18 – 22 augustus

Dr. ir. N.J.J. Bunnik, ir. H. Pouwels, ir. C. Smoorenburg (TPD) en ing. A.L.G. van Valkenburg (TPD), *CAESAR: CCD Airborne Experimental Scanner for Applications in Remote Sensing*, Int. Symp. on Remote Sensing, Enschede, 25 – 29 augustus

Drs. P. Binnenkade, *The determination of optimum parameters for identification of agricultural crops with airborne SLAR data*, Int. Symp. on Remote Sensing ISPRS, Commission VII, Enschede, 25 – 29 augustus

Dr. ir. J.P.B. Vreeburg, *Observations on behaviour of liquid weightlessness*, Von Karman Inst. for Fluid Dynamics 30th anniversary, invited paper, Rhode-St-Genese, België, juni

Dr. ir. J.P.B. Vreeburg en Ir. M.E.S. Vogels, *Liquid motions in partially filled containers: Preliminary results of the D-1 mission*, 26th COSPAR, Toulouse, Frankrijk, juni/juli 1986

Dr. ir. J.P.B. Vreeburg, *Results of the forced liquid motion experiment "FLIM"*, WL-FPM-08 D-1 Symp., Norderney, W.-Duitsland, 27 – 29 augustus

Dr. R.H. Huijser en ir. D. van den Assem, *Development of an optical diagnostic instrument for use in microgravity fluid physics research*, 6th European Symp. on Material Sciences under Microgravity Conditions, Bordeaux, Frankrijk, 2 – 5 december

Dr. ir. H.P. van Leeuwen en ing. L. Schra, *Breukmechanica en kruipscheurgroei in staal van het type 1%Cr0,5%Mo al dan niet na voorafgaande expositie onder kruipomstandigheden*, NIL Voorlichtingsdag "Restlevensduur van op kruip belaste installaties, Arnhem, 3 juni

Ir. A.A. ten Have en C.R. Tjalsma (Kon. Marine), *Development of a flexible and economic helicopter engine monitoring system*, 12th European Rotorcraft Forum, Garmisch-Partenkirchen, W.-Duitsland, 22 – 25 september

Ir. H.H. van der Linden, ir. A.A. ten Have, dr. J.W.M. Dekker (ECN) en ing. H.Ch. Rieffe (ECN), *Fatigue load measurements and evaluation of the 25m HAWT at Petten, the Netherlands*, EWEC'86 Conf. and Exhibition, European Wind Energy Association, Rome, Italië, 7 – 9 oktober

Ir. J.B. de Jonge, ir. A.J.P. van der Wekken en ir. R. Noback, *Acquisition of gust statistics from AIDS-recorded data*, 63rd Meeting of the Structures and Materials Panel of AGARD, Athene, Griekenland, september

Ir. A.U. de Koning en Ir. G. Liefing, *Criteria for determination of significant load cycles in variable amplitude load sequences*, Int. Symp. on fatigue crack closure, Charleston, USA, May

Ir. H. Vlieger, *Damage tolerance of stiffened-skin structures: prediction and experimental verification*, 19th National Symp. on Fracture Mechanics, La Mansion del Rio, San Antonio, Tex, V.S., 30 juni – 2 juli

Ir. A. de Boer, *A DMAP for updating dynamic mathematical models with measured data*, MSC/ NASTRAN European User's Conf., Muenchen, W.-Duitsland, 14 – 15 mei

Ir. J.F.M. Wiggendaad en C. Blaas, *Development and test verification of the Ariane 4 interstage 2/3 in CFRP*, AIAA/ASME/AHS 27th Structures Structural Mechanics and Materials (SDM) Conf., San Antonio, Texas, USA, May

Ir. J.H. Heida, *Reliability of nondestructive inspection*, Biennale 1986, N.V. KEMA, Arnhem, 12 – 13 november

Dr. R.J.H. Wanhill, *Fatigue fracture in landing gear steels*, 15th ICAS Congress, Londen, Engeland, september

Ir. A.J.A. Mom en J.A.M. Boogers, *Simulated service test behaviour of various internal and external coatings applied on CF6-50 first stage turbine blades*, Conf on High Temp. Alloys for Gas Turbines and Other Applications, Luik, België, 6 – 9 oktober

Ir. W.G.J. 't Hart en dr. R.J.H. Wanhill, *Patch repair of corroded aircraft skin areas*, AGARD Specialists Meeting on "The repair of aircraft structures involving composite materials", Oslo, Noorwegen, 14 – 16 april

Ir. A.J.A. Mom en ing. H.J.C. Hersbach, *Performance of high temperature coatings on F100 turbine blades under simulated service conditions*, Int. Symp. on High Temperature Corrosion, Université de Provence, Marseille, Frankrijk, 7 – 12 juli

Dr. R.J.H. Wanhill, *Effects of cladding and anodizing on flight simulation fatigue of 2024-T3 and 7475-T761 aluminium alloys*, Conf. "Fatigue Prevention and Design", Amsterdam, April

Dr. R.J.H. Wanhill en dr. J.J. de Luccia (US Navy), *Fatigue in aircraft corrosion testing – The first ten years*, 62nd AGARD SMP Meeting, Oslo, Noorwegen, april

Dr. R.J.H. Wanhill, ir. A.U. de Koning en ing. L. Schra, *Modelling of fatigue crack growth in 7075-T651 aluminium alloy plate*, Sixth European Conf. on Fracture, Amsterdam, 15 – 20 juni

Ir. R. Krijn, *Trajectory measurement of the Fokker 100 aircraft during autoland testing*, Aerospace Industries/Test Measurement Symp., Seattle, Wa, V.S., 5 – 8 mei

Ir. G. Bekebrede, *Realization of an aircraft noise monitoring system for determining the traffic flow in the surroundings of a military airbase*, Int. Conf. on Noise Control Eng. (INTERNOISE '86), Cambridge, Mass., V.S., 21 – 23 juli

Ir. H.A.P. Blom, *Overlooked potential of system with Markovian coefficients*, 25th IEEE Conf. on Decision and Control, Athene, Griekenland, 10 – 12 december

Ir. L.J.J. Erkelens en ir. P.J. van der Geest, *Flight simulations of MLS interception procedures applicable to laterally segmented approach paths*, AIAA Atmospheric Flight Mech. Conf., Williamsburg, V.S., 18 – 20 augustus

Drs. ir. R.C. van de Graaff, *Investigation of pilot workload measuring techniques under in-flight task conditions*, IEEE Int Conf. on Systems, Man and Cybernetics, Atlanta, Georgia, V.S. 14 – 17 oktober

Drs. ir. R.C. van de Graaff, *An in-flight investigation of workload assessment techniques for civil aircraft operations*, CIT, RAE, AGARD Symp. on Practical Assessment of Pilot Workload, Cranfield, Engeland, 24 november

Ir. B.W.G. Schute, *Helicopter approaches to offshore platforms using weather mapping radar*, 4th Symp. on European Helicopter Operations, European Helicopter Association, Amsterdam, 12 – 13 november

Ir. G.J. Alders, *Track break chaff and monopulse radars*, Advances in Airborne Electronic Warfare System Design and Development, Florence, Italië, 16 – 19 september

BIJLAGE 3 – VERKLARING VAN EEN AANTAL VAN DE GEBRUIKTE AFKORTINGEN

AFCAS	Automatic Flight Control and Augmentation System	EZ	Ministerie van Economische Zaken
AGARD	Advisory Group for Aerospace Research and Development (NAVO)	FAA	Federal Aviation Administration
AHEG	Ad-Hoc Expert Group	FAO	Food and Agriculture Organization
AIAA	American Institute Aeronautics and Astronautics	FFA	Aeronautical Research Institute of Sweden
AID	Aircraft Integrated Data		
AMC	Amsterdams Medisch Centrum	GARTEUR	Group for Aeronautical Research and Technology in Europe
ARALL	ARamide Aluminium Laminate		
ATC	Air Traffic Control	GPS	Global Positioning System
AWOP	All Weather Operations Panel (ICAO)		
		HST	Hoge-Snelheidstunnel
BCRS	Beleidscommissie Remote Sensing	IABG	Industrie Anlage Betriebs Gesellschaft
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie	ICAO	International Civil Aviation Organization
BMVg	Bundesministerium für Verteidigung	IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
BPPT	Agency for Development and Application of Technology (Jakarta)	IEPG	Independent European Programme Group
		ILST	Indonesische Lage-Snelheidstunnel
CABO	Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek	INSP	Informatica Stimulerings Plan
CAD	Computer-Aided Design	IPTN	Aircraft Factory Nurtanio (Bandung)
CADISS	Compression And Decompression of Imaging Sensor Signals	IRAS	Infrarood Astronomische Satelliet
CAE	Computer-Aided Engineering	ITB	Institut Teknologi Bandung (Indonesië)
CAESAR	CCD Airborne Experimental Scanner for Applications in Remote Sensing	JAR	Joint Airworthiness Regulations
CAM	Computer-Aided Manufacturing	KLM	Koninklijke Luchtvaart Maatschappij N.V.
CARTE	Collaboration on Aeronautical Research and Technology in Europe	KLu	Koninklijke luchtmacht
CCD	Charge-Coupled Device	KM	Koninklijke marine
		KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
DFVLR	Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt	KNVvL	Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart
		KSSU	KLM, SAS, Swissair, UTA
DNW	Duits-Nederlandse Windtunnel	LAGG	Aero-Gas Dynamics and Vibration Laboratory
DVSV	Dataverwerkingsstation Vliegproeven	LAMF/ETSIA	Laboratorio de Aerodinamica de la Escuela Technica Superior de Ingenieros Aeronauticos (Madrid)
ECN	Energieonderzoek Centrum Nederland	LGM	Laboratorium voor Grondmechanica
ECS	European Communication Satellite	LST	Lage-SnelheidswindTunnel
EDIPAS	Engineering Data Interactive Presentation and Analysis System	MARIN	Maritiem Research Instituut Nederland
EEG	Europese Economische Gemeenschap	MBB	Messerschmitt-Bölkow-Blohm
EFIS	Electronic Flight Instrument System	MHD	MagnetoHydroDynamica
ERS	ESA Remote-Sensing Satellite	MLS	Microwave Landing System
ESA	European Space Agency	MRVS	Meet-, Registratie- en Verwerkingssysteem
ESA-IRS	ESA Information Retrieval Service	NASA	National Aeronautics and Space Administration
ESPRIT	European Strategic Programme for Research and Development	NAVO	Noord-Atlantische VerdragsOrganisatie
		NAVSEP	Panel of Experts on Navigation and Separation (Eurocontrol)
ESTEC	European Space Research and Technology Centre	NAVSTAR	Navigation System with Time and Ranging
ETW	Europese Transsone Windtunnel	NEI	Nederlands Economisch Instituut
Eurocontrol	European Organization for the Safety of Air Navigation	NIVR	Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart
EVEDA	European Vertical Radar Data Collection		
EVD	Economische Voorlichtings Dienst	NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium

NLRGC	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartgeneeskundig Centrum
NNC	NASA Nationaal Centrum
NOP	Noordoostpolder
NOW 2	Nationaal Ontwikkelingsprogramma Windenergie
NPOC	National Point of Contact
NRT	NIVR Ruimtetehnologieprogramma
NSM	Niet-Stationaire Meetmethode
NTIS	National Technical Information Service (USA)
OCF	Obstacle Clearance Panel (ICAO)
ONERA	Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales
O&W	Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen
PETW	Pilottunnel ETW
PROCRU	Procedure-Oriented Crew Model
PUDOC	Centrum voor Landbouwpublicaties en Landbouwdokumentatie
PUSPIPTEK	Nationaal Centrum voor Research, Wetenschap en Technologie (Indonesië)
RAE	Royal Aircraft Establishment
RESEDA	Remote-Sensing Dataverwerkingssysteem
RLD	Rijksluchtvaartdienst
SARA	Stichting Academisch Rekencentrum Amsterdam
SARP	Signaal Automatic Radar Processing
SARPSIM	SARP-Simulator
SIBAS	Samenwerkende Instellingen t.b.v. Beleidsanalytische Studies
SICAS	SSR Improvement and Collision Avoidance System
Signaal	Hollandse Signaalapparaten B.V.
SLAR	Side-Looking Airborne Radar
SPOT	Système Probatoire Observation Terrestre
SSR	Secondary Surveillance Radar
SST	Supersone-snelheidstunnel
STALINS	Start- en Landingsmeetsysteem met INS
TDCK	Wetenschappelijk en Technisch Documentatie- en Informatiecentrum voor de Krijgsmacht
TERS	Tropical Earth Resources Satellite
TH	Technische Hogeschool
TNO	Centrale Organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek
TPD	Technisch Fysische Dienst TNO-TH
TPS	Turbine-Powered Simulation
TTA	Technological/Technical Assistance
TUD/LR	TU-Delft, Afd. der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek
USAF	United States Airforce
V&W	Ministerie van Verkeer en Waterstaat
VKI	Von Kármán Institute of Fluid Dynamics
WL	Waterloopkundig Laboratorium



NATIONAAL LUCHT- EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM

NATIONAL AEROSPACE LABORATORY NLR

The Netherlands

Anthony Fokkerweg 2, 1059 CM AMSTERDAM

Postbus 90502, 1006 BM AMSTERDAM

Tel. (020) 511 31 13 – Telex 11118 (nlraa nl)

Telegram-adres Windtunnel Amsterdam

Fax (CCITT code 2/3): (020) 17 80 24