

# VERSLAG

OVER HET JAAR

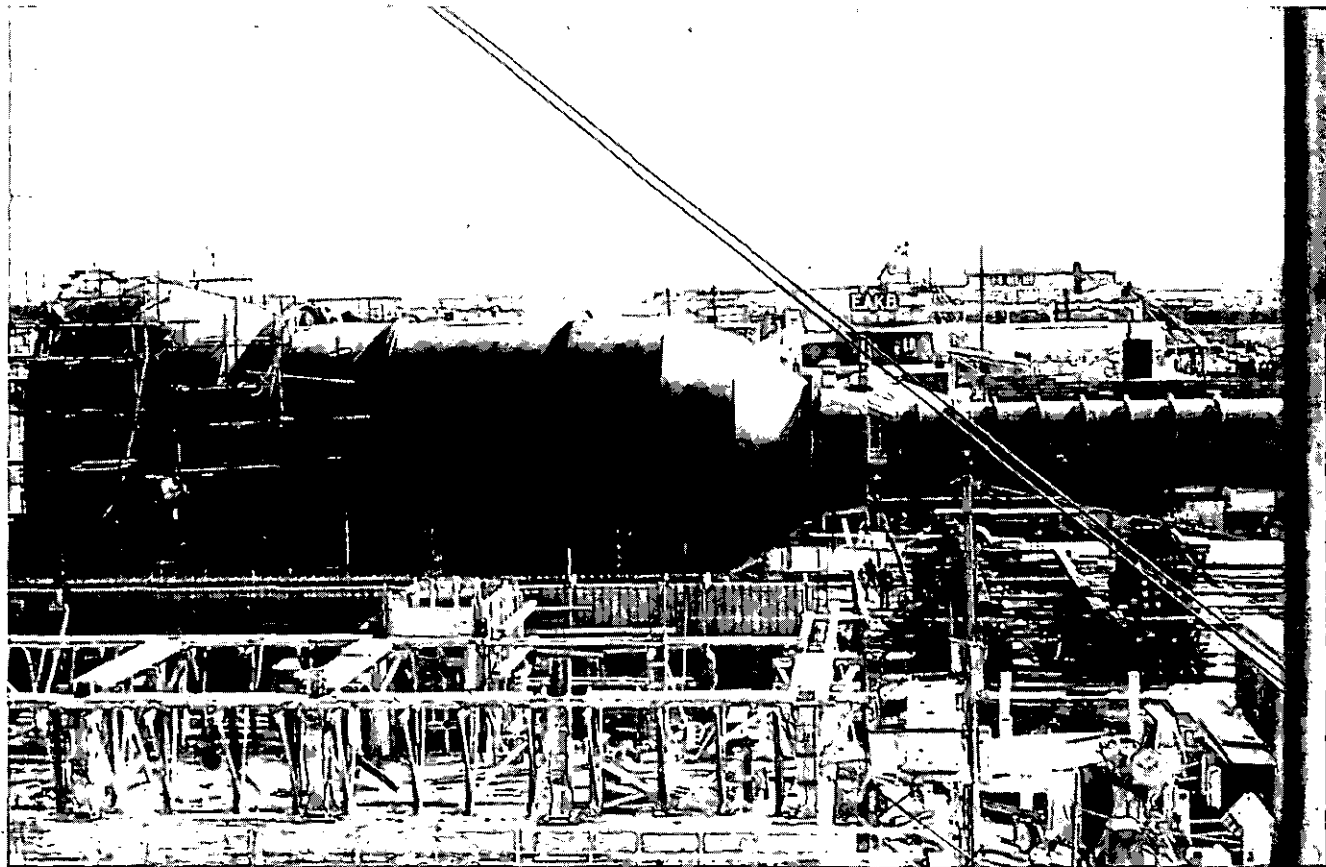
1 9 5 5

STICHTING

„NATIONAAL LUCHTVAART-LABORATORIUM”

---

(N. L. L.)



*De hoge-snelheidstunnel in aanbouw; de meetsectie is geplaatst.*

# INHOUDSOPGAVE

|                                                 | Blz. |
|-------------------------------------------------|------|
| A. VAN HET BESTUUR . . . . .                    | 5    |
| B. VAN DE WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE . . . . . | 13   |
| C. VAN HET LABORATORIUM . . . . .               | 16   |

Een volledig algemeen jaaroverzicht over de gang van zaken in het laboratorium in zijn belangrijkste aspecten vindt men onder hoofdstuk 1; zij, die belang stellen in een meer gedetailleerde technische beschrijving der verrichte werkzaamheden, worden verwezen naar de hoofdstukken 2 t/m 13.

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. ALGEMEEN.                                                                           | 16 |
| 1.1 Personeel . . . . .                                                                | 16 |
| 1.2 Organisatie . . . . .                                                              | 19 |
| 1.3 Stand en voortgang der werkzaamheden ter modernisering van de uitrusting . . . . . | 19 |
| 1.4 Bezetting met werk . . . . .                                                       | 22 |
| 1.5 Rapporten . . . . .                                                                | 25 |
| 1.6 Bezoeken, besprekingen enz. . . . .                                                | 25 |
| 1.7 Financiën . . . . .                                                                | 28 |
| 1.8 Diversen . . . . .                                                                 | 29 |
| 2. SECTIE AERODYNAMICA . . . . .                                                       | 32 |
| 3. SECTIE FLUTTER EN ALGEMENE STROMINGSLEER . . . . .                                  | 36 |
| 4. SECTIE GASDYNAMICA . . . . .                                                        | 41 |
| 5. SECTIE MATERIALEN . . . . .                                                         | 43 |
| 6. SECTIE STERKTE . . . . .                                                            | 48 |
| 7. SECTIE VLEGITUIGEN . . . . .                                                        | 52 |
| 8. SECTIE HEFSCHROEFVLEGITUIGEN . . . . .                                              | 59 |
| 9. SECTIE VLIEGENDE MODELLEN . . . . .                                                 | 61 |
| 10. SECTIE VERBRANDING . . . . .                                                       | 64 |

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| <b>11. DIENSTEN</b> . . . . .                             | 66 |
| 11.1 Catalogus van Aerodynamische Metingen (CAM) . . .    | 66 |
| 11.2 Centrale Luchtvaartdocumentatiedienst (CLD) . . .    | 66 |
| 11.3 Bibliotheek en publicaties . . . . .                 | 67 |
| 11.4 Electronisch Laboratorium . . . . .                  | 68 |
| 11.5 Modelconstructie . . . . .                           | 68 |
| 11.6 Windtunnelapparatuur . . . . .                       | 69 |
| 11.7 Rekenbureau . . . . .                                | 69 |
| 11.8 Nieuwbouw . . . . .                                  | 70 |
| <b>12. BEDRIJVEN</b> . . . . .                            | 71 |
| <b>13. LIJST VAN IN 1955 VERSCHENEN PUBLICATIES</b> . . . | 72 |

## A. VAN HET BESTUUR.

### 1. Samenstelling Bestuur. Vergaderingen. Organisatie.

In het verslagjaar onderging de samenstelling van het Bestuur een tweetal wijzigingen. Per 1 januari trad Kapt. t. Z. (T) J. Lugtenburg wegens het verlaten van de dienst bij het Ministerie van Marine als bestuurslid af. In zijn plaats benoemde de Minister van Marine Kapt. t. Z. (T) E. C. Leertouwer, Hoofd van het Bureau Vliegtuigen en Vliegtechnische Aangelegenheden bij de Hoofdafdeling Materiëel van het Ministerie van Marine, tot lid van het Bestuur. Gen. Majoor-Vlieger J. A. Bach trad met ingang van 14 maart als lid van het bestuur af. De Minister van Oorlog benoemde in de hierdoor ontstane vacature Kol. Ir. C. W. A. Oyens, plv. Directeur Materiëel van de Kon. Luchtmacht tot bestuurslid. Aan de afgetreden bestuursleden wordt van harte dank gebracht voor het werk, dat zij tijdens hun lidmaatschap van het Bestuur in het belang van de Stichting hebben verricht.

Aan het eind van het verslagjaar was het Bestuur als volgt samengesteld:

Prof. Dr. Ir. H. J. van der Maas, benoemd door de Minister van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen, voorzitter,

J. W. F. Backer, benoemd door de Minister van Verkeer en Waterstaat, onder-voorzitter,

Dr. L. Neher, benoemd door de Minister van Verkeer en Waterstaat,

Kol.-Ir. C. W. A. Oyens, benoemd door de Minister van Oorlog,

Kapt. t. Z. (T) E. C. Leertouwer, benoemd door de Minister van Marine,

Dr. J. W. de Stoppelaar, benoemd door de Minister van Overzeese Rijksdelen,

Drs. H. P. Jongsma, benoemd door de Minister van Economische Zaken,

Mr. O. W. Vos, benoemd door de Minister van Financiën,

P. A. van de Velde, benoemd door de Maatschappij voor Vliegtuigbouw „Aviolanda” N.V.,

Ir. H. C. van Meerten, benoemd door de N.V. Kon. Nederlandse Vliegtuigenfabriek „Fokker”,

C. Wijdooge, benoemd door de N.V. Kon. Luchtvaartmaatschappij,

Prof. Dr. W. J. D. van Dijk, benoemd door de Kon. Ned. Vereniging voor Luchtvaart.

Prof. Ir. D. Dresden, benoemd door de Ned. Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek.

Het Bestuur vergaderde in het verslagjaar op 14 januari, 1 februari, 29 april, 3 juni, 25 juli, 6 oktober en 20 november.

De commissie van gedelegeerden bestond gedurende het verslagjaar uit de voorzitter en de onder-voorzitter.

Mr. G. C. Klapwijk was als secretaris-penningmeester aan de Stichting verbonden, terwijl met ingang van 1 november Lt. Kol. b.d. A. H. Geudeker als technisch medewerker tot het bureau van het Bestuur toetrad.

In het begin van het verslagjaar verwierf het wetsontwerp tot wijziging van de Wet van 31 mei 1937 betreffende de Stichting de goedkeuring van de Staten-Generaal. De wijzigingswet, welke werd afgekondigd in het Staatsblad nr. 105 d.d. 29 maart 1955, bracht met terugwerkende kracht tot 1 januari 1951 een herziening van de grondslag voor de subsidieverlening door het Rijk aan de Stichting tot stand: te rekenen van laatstgenoemde datum verstrekt het Rijk aan de Stichting een jaarlijkse bijdrage tot een zodanig bedrag als nodig is om — rekening houdend met bijdragen van derden — een sluitende exploitatie te verkrijgen.

De aanpassing van de in 1937 tussen het Rijk en de Stichting gesloten beheersovereenkomst aan de inmiddels gewijzigde omstandigheden verkreeg in het verslagjaar nog niet haar beslag.

Bij gezamenlijke beschikking van 29 augustus brachten de Ministers van Verkeer en Waterstaat, van Oorlog, van Marine, van Overzeese Rijksdelen, van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen, van Economische Zaken en van Financiën op voorstel van het Bestuur een wijziging van louter redactionele aard aan in de statuten van de Stichting.

Het in 1954 aangevangen overleg met het Bestuur van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling over de vorming van een gemeenschappelijke Wetenschappelijke Commissie werd in het verslagjaar voortgezet. In het voorjaar werd

overeenstemming terzake bereikt en besloten tot de instelling van een Wetenschappelijke Commissie N.L.L.-N.I.V., welke tot taak heeft de beide Besturen in wetenschappelijk opzicht van advies te dienen op het gebied van het luchtvaartonderzoek. De instelling van de commissie kreeg in september haar beslag, waarna de Minister van Verkeer en Waterstaat op voorstel van het Bestuur overging tot de opheffing van de voormalige Wetenschappelijke Commissie van de Stichting. Het is het Bestuur een behoefte ook in dit verslag dank te brengen aan de deskundigen, die in de periode van 1937 tot 1955 deel uitmaakten van laatstgenoemde Commissie, welke een belangrijke steun heeft gegeven aan de ontplooiing van het werk van de Stichting. De gemeenschappelijke behoefte van het N.I.V. en de Stichting aan een wetenschappelijk advieslichaam maakte de in het verslagjaar tot stand gebrachte reorganisatie — mede gezien het relatief gering aantal beschikbare adviseurs op het onderhavige terrein — dringend gewenst. Het Bestuur verwacht, dat de instelling van de Wetenschappelijke Commissie N.L.L.-N.I.V. de efficiënte samenwerking tussen beide Stichtingen, wier beleidsvorming op wetenschappelijk gebied ten nauwste samenhangt, in belangrijke mate zal worden gediend.

Tot voorzitter van de Wetenschappelijke Commissie N.L.L.-N.I.V. benoemden de Besturen van het N.I.V. en het N.L.L. met ingang van 1 juli Prof. Dr. Ir. W. T. Koiter. Tot leden werden benoemd Prof. Dr. Ir. W. F. Brandsma, Gen. Majoor Prof. G. Otten (beiden aangewezen door het Bestuur van de Stichting) en Prof. Dr. L. J. F. Broer (aangewezen door het Bestuur van het N.I.V.). Deze benoemingen werden alle aanvaard.

In zijn vergadering van 6 oktober hechtte het Bestuur zijn goedkeuring aan de door de Wetenschappelijke Commissie voorgestelde instelling van een aantal subcommissies. Voor het overige betreffende de Wetenschappelijke Commissie moge verwezen worden naar deel B van dit verslag.

Veel aandacht schonk het Bestuur in het verslagjaar aan de behartiging van de taak van de Stichting t.a.v. het luchtvaartonderzoek voor de militaire diensten. Met het oog op de programma's voor het op dit gebied door het N.L.L. te verrichten speurwerk en de uitvoering hiervan achtte het Bestuur de vorming van een militaire adviesgroep dringend gewenst. Een voorstel hiertoe werd uitgewerkt en — na overleg met het Dagelijks Bestuur van de Rijksverdedigingsorganisatie

T.N.O. — aan de Minister van Oorlog en van Marine voorgelegd. Het overleg terzake was aan het eind van het verslagjaar nog niet afgesloten.

Wegens drukke werkzaamheden zag Dr. J. W. de Stopelaar zich genoodzaakt als voorzitter van het Pensioenfonds van de Stichting af te treden. Op verzoek van het Bestuur verklaarde Dr. L. Neher zich bereid deze functie op zich te nemen. Aan de noodzakelijk gebleken herziening van de tot nu toe gevolgde methode van pensioenregeling en -verzekering werd in het verslagjaar voortgewerkt. In de Bestuursvergadering van 20 december werden algemene richtlijnen voor deze herziening van de pensioenregeling aanvaard op basis van een desbetreffend voorstel van de heren Dr L. Neher en C. Wijdooge, die de Stichting in het Bestuur van het Pensioenfonds vertegenwoordigden.

In zijn vergadering van 29 april stelde het Bestuur het verslag van de werkzaamheden van de Stichting over 1954 vast.

## **2. De exploitatie van het laboratorium.**

Ook in het verslagjaar vond zeer regelmatig overleg met de Directie en de staf van het laboratorium plaats over algemene zaken de leiding en organisatie van het laboratorium betreffende. Met name vroegen hierbij de aandacht het te voeren salaris- en personeelsbeleid, de voltooiing van de in aanbouw zijnde windtunnels, de acquisitie van opdrachten, de programma's voor het speurwerk en de ontwikkeling en aanschaffing van apparatuur alsmede de budgettering van de hiervoor beschikbare gelden, de organisatie van het laboratorium en de samenwerking in internationaal verband. De Directie van het laboratorium bracht driemaandelijks een schriftelijk verslag van het door haar gevoerde beleid aan het Bestuur uit. Op velerlei gebied werd de uitvoering van de taak van het laboratorium ernstig bemoeilijkt door een tekort aan personeel.

Wat het laboratorium betreft moge overigens volstaan worden met een verwijzing naar deel C van dit verslag.

## **3. De outillage van het laboratorium.**

Wat betreft de zorg voor het op peil houden van de apparatuur van het laboratorium vroeg ook in het verslagjaar de windtunneloutillage nog de meeste aandacht.

Daarnaast legde de apparatuur, welke voor de vliegbeproeving van de door de Nederlandse vliegtuigindustrie ont-



wikkelde vliegtuigtypen benodigd is, beslag op een niet-onbelangrijk deel van de door het Rijk aan de Stichting ter beschikking gestelde kapitaalgelden.

De Pilottunnel kwam in het verslagjaar nagenoeg gereed, voor de transsone windtunnel (HST) werd opdracht verstrekt voor de vervaardiging van de belangrijkste onderdelen, terwijl de voorbereiding van de bouw van de supersone windtunnel (SST) regelmatig vorderde. Nadere bijzonderheden worden dienaangaande vermeld in hoofdstuk 1.3 van deel C van dit jaarverslag.

Het beleid van het Bestuur was er op gericht voor de vervaardiging van de benodigde apparatuur zoveel mogelijk een beroep te doen op de nationale industrie. Voor de vervaardiging van verschillende onderdelen van de HST bleek een inschakeling van buitenlandse industrieën echter noodzakelijk. Het behoeft geen betoog, dat deze gang van zaken voor de centrale leiding van de bouw van deze tunnel door het N.L.L. een extra belasting betekende.

Medio 1955 legde het Bestuur een herziene specificatie van het in 1952 door de Regering voor de voltooiing van de windtunneloutillage goedgekeurde budget van f 9.430.000,—, dat op een globale kostenbegroting van 1951 was gebaseerd, aan de Minister van Verkeer en Waterstaat voor. Bij schrijven van 26 september hechtte de Minister zijn goedkeuring aan deze herziening.

De Regering hechtte in het verslagjaar eveneens haar goedkeuring aan het voorstel van het Bestuur om met het oog op de uitbreiding van de outillage van het laboratorium in de nabije toekomst over te gaan tot de aankoop van een naast het laboratorium gelegen terrein door de Stichting. De hiervoor benodigde gelden werden in de Rijksbegroting voor 1956 t.b.v. de Stichting opgenomen.

#### 4. Financiële aangelegenheden.

De parlementaire behandeling van het op 10 november 1955 bij de Staten-Generaal, middels een wetsontwerp tot wijziging van de begroting van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat voor 1955, ingediend voorstel tot herziening van de regeling voor de financiering van de kapitaaluitgaven van de Stichting was aan het eind van het verslagjaar nagenoeg voltooid.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> De wet verscheen in het Staatsblad nr. 17, d.d. 27 januari 1956.

Het voorstel beoogt de financiering van de kapitaalinvesteringen van de Stichting, welke voorheen door middel van door het Rijk verstrekte leningen plaats vond, te doen geschieden met behulp van door het Rijk à fonds perdu ter beschikking te stellen gelden, zulks in overeenstemming met de financieringsmethode, welke zowel in het buitenland als hier te lande met betrekking tot van Overheidswege gesubsidieerde researchinstellingen veelal wordt toegepast.

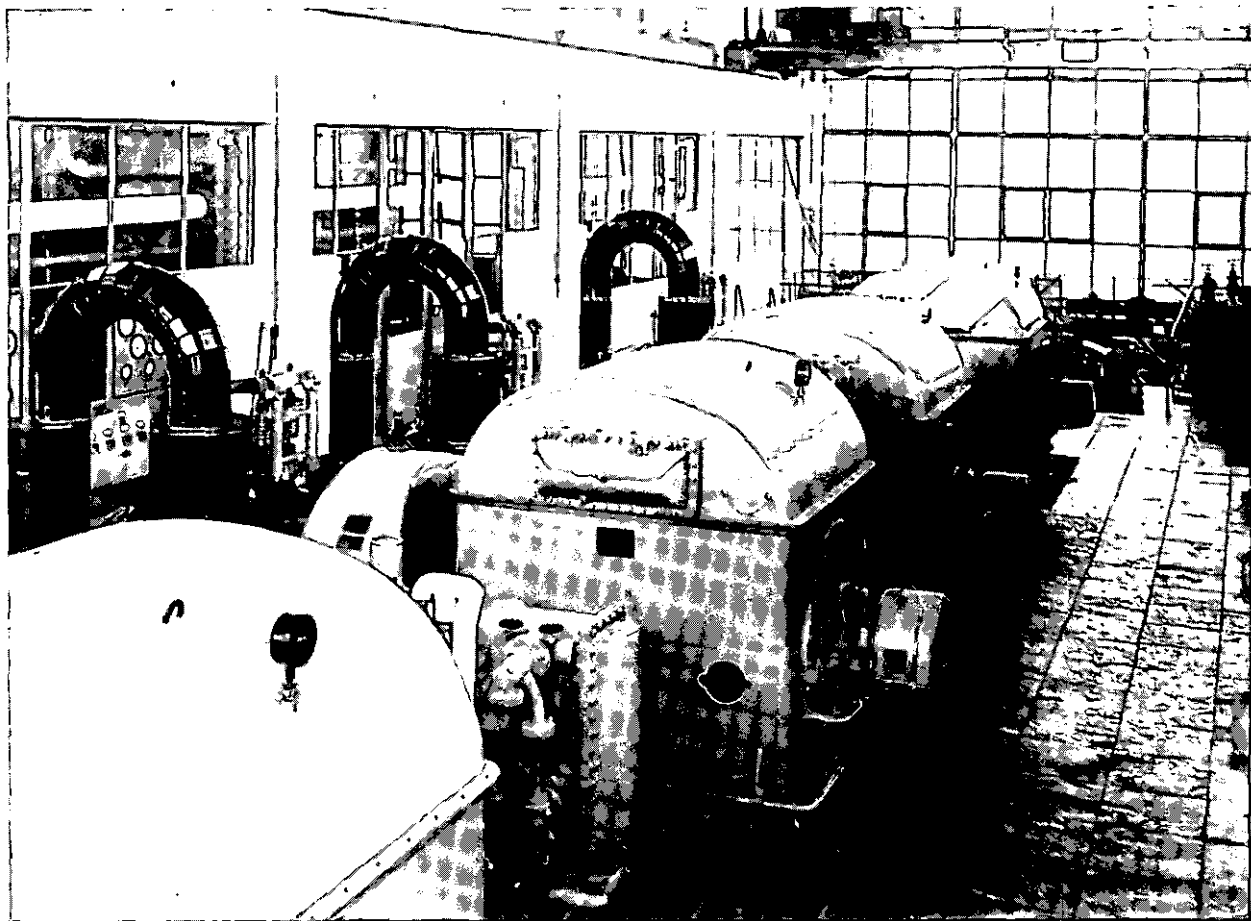
In zijn vergadering van 14 januari stelde het Bestuur een herziene exploitatie-begroting van de Stichting voor 1955 vast. Hoewel hierbij met name de personeelkosten door de 6 %-loonronde van 1 oktober 1954 belangrijk hoger moesten worden geraamd dan aanvankelijk — voorjaar 1954 — was geschied, behoefde geen verhoging van het op basis van de aanvankelijke begroting door de Regering voor het verslagjaar toegezegde subsidie te worden gevraagd, daar verwacht kon worden dat de meerdere uitgaven zouden worden gecompenseerd door een stijging van de bijdragen van de vliegtuig-industrie en van de inkomsten uit opdrachten. Deze verwachting werd bewaarheid.

In de vergadering van 1 februari stelde het Bestuur de omslagpercentages voor de algemene kosten van het laboratorium voor het verslagjaar vast. Voor het jaar 1956 vond deze vaststelling plaats in de bestuursvergadering van 20 december.

Op grond van het desbetreffende rapport van de Centrale Accountantsdienst stelde het Bestuur in zijn vergadering van 29 april de jaarstukken van de Stichting voor 1953 vast. De Minister van Verkeer en Waterstaat hechtte bij schrijven van 4 juli zijn goedkeuring aan deze stukken. De jaarstukken van de Stichting voor 1954 werden door de Minister van Verkeer en Waterstaat goedgekeurd bij schrijven van 15 december.

De ontwerpen voor de exploitatie- en kapitaalbegroting voor 1956 stelde het Bestuur vast in zijn vergadering van 29 april. Deze ontwerpen werden aan de Minister van Verkeer en Waterstaat met verzoek om goedkeuring toegezonden. De Regering stelde het subsidie voor de exploitatiekosten resp. de kapitaalsuitgaven na overleg met de Stichting enigszins lager vast dan op basis van genoemde ontwerp-begrotingen was aangevraagd.

Tenslotte zij vermeld, dat de Stichting tot de Minister van Financiën het verzoek richtte de 3 %-rente-dragende kasgeldlening, welke het Rijk aan de Stichting bij gebrek aan een bedrijfskapitaal verstrekt, in verband met de stijgende



*De centrale voor aandrijving van de nieuwe tunnels. Vier turbo-electrische aggregaten van 6000 pk ieder staan opgesteld.*

exploitatieuitgaven met f 350.000,— te willen verhogen tot f 500.000,—. De Minister van Financiën willigde dit verzoek in behoudens goedkeuring van de Staten-Generaal, welke in het verslagjaar middels de ontwerpbegroting van het Ministerie van Financiën voor 1956 werd gevraagd.

## 5. A.G.A.R.D.

Het aandeel van de Stichting in het werk van de „Advisory Group for Aeronautical Research and Development” (AGARD) van de Noord Atlantische Verdrags Organisatie werd in 1955 voortgezet.

Nadat de AGARD in de loop van 1954 als permanent orgaan in de N.A.V.O. was opgenomen werden de richtlijnen voor de organisatie enigszins gewijzigd en per 1 januari werden de vertegenwoordigers van de verschillende landen in de werkgroepen van de AGARD opnieuw aangewezen.

Door de Minister van Oorlog en Marine werd de Nederlandse vertegenwoordiging als volgt vastgesteld:

Nationaal Gedelegeerden in de AGARD:

Prof. Dr. Ir. H. J. van der Maas, voorzitter bestuur N.L.L.

Prof. Dr. C. Zwikker, directeur N.L.L.

Leden van werkgroepen:

Wind Tunnel and Model Testing Panel:

Prof Dr. Ir. H. J. van der Maas

Ir. E. Dobbinga, lector T.H. Vliegtuigbouwkunde

Flight Test Techniques Panel:

Ir. A. J. Marx, hoofdingenieur in alg. dienst N.L.L.

Aeromedical Panel:

Prof. Dr. J. Jongbloed, voorzitter Bestuur N.L.G.C.

Prof. Dr. P. M. van Wulfften Palthe, directeur N.L.G.C.

Combustion Panel:

Prof. Dr. C. Zwikker

Structures and Materials Panel:

Prof. Dr. Ir. A. van der Neut, hoogleraar T.H. Vliegtuigbouwkunde

Documentation Panel:

Dra. G. Scherpenhuijsen Rom, N.L.L.

Het „Executive Committee” vergaderde op 7 januari, 30 april, 16 juni, 5 september en 9 december. Aan deze vergaderingen werd door Prof. Dr. Ir. H. J. van der Maas als lid deelgenomen. De vraag hoe het werk van de AGARD het beste aan de gezamenlijke taak dienstbaar kan worden gemaakt had bij voortduring de aandacht van het „Executive Committee”.

Van 10-18 juni vond te Ottawa de 5e algemene vergadering van de AGARD plaats, gecombineerd met de vergaderingen van de verschillende werkgroepen, die tot goede resultaten leidden. De uitwisseling van gegevens en ervaringen blijkt zeer vruchtbaar te zijn. Het vastleggen van ervaringen en diverse publicaties (o.a. de zgn. „AGARDographs”) vindt goede voortgang en in de loop van 1955 zijn een aantal publicaties van grote waarde verschenen, waarvan in het bijzonder moge worden genoemd de delen van het omvangrijke en unieke „Flight Test Manual”.

Op bescheiden schaal werd gebruik gemaakt van de mogelijkheid tot tijdelijke internationale uitwisseling van personeel voor bepaalde studies onder auspiciën van de AGARD.

Voor de gedetailleerde omschrijving van de bijdragen van het N.L.L. aan het AGARD werk wordt verwezen naar afdeling C van dit verslag.

## 6. Samenwerking met de AICMA.

Het in het vorig jaarverslag vermelde overleg met de Association Internationale des Constructeurs de Matériel Aéronautique (AICMA), de te Parijs gevestigde vereniging van West-Europese vliegtuigfabrikanten, vond op 23 februari zijn bekroning in de ondertekening van het contract tussen de AICMA en de Stichting betreffende het gebruik van de bij het N.L.L. in aanbouw zijnde transsonische windtunnel (HST) in West-Europees verband. In deze overeenkomst verbond de Stichting zich een deel van de gebruikstijd van de HST te reserveren voor opdrachten van de bij de AICMA aangesloten West-Europese vliegtuigindustrieën en garandeerde de AICMA een minimum-bezetting van de HST met opdrachten harerzijds. Vanzelfsprekend zal hieruit voor het N.L.L. in de nabije toekomst een niet onbelangrijke, verzwaring van zijn taak voortvloeien. Het Bestuur acht deze ontwikkeling voor ons land van eminent belang in het kader van de groeiende West-Europese samenwerking op luchtvaartgebied, aan welke

in het verslagjaar zowel op gouvernementeel als op industrieel niveau veel aandacht werd geschonken.

## **B. VAN DE WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE.**

In hun vergaderingen van respectievelijk 2 maart en 29 april 1955 besloten de Besturen van het N.L.L. en het N.I.V. tot het instellen van een gezamenlijke Wetenschappelijke Commissie op basis van een reglement, waarin als taak van de Commissie wordt gesteld:

- I. a. het Bestuur van het N.L.L. desgevraagd of eigener beweging in wetenschappelijk opzicht advies te geven betreffende het programma voor en de uitvoering van onderzoekswerkzaamheden, welke door het N.L.L. anders dan in opdracht van derden worden uitgevoerd.
- b. alle wetenschappelijke publicaties van het N.L.L. te beoordelen.
- II. het Bestuur van het N.I.V. desgevraagd of — in bijzondere gevallen — eigener beweging in wetenschappelijk opzicht advies te geven betreffende het programma voor en de uitvoering van de door het N.I.V. aan het N.L.L. of anderen op te dragen onderzoekingen van algemene aard.
- III. de bovengenoemde Besturen desgevraagd in wetenschappelijk opzicht advies te geven terzake van andere aangelegenheden op het gebied van het luchtvaartonderzoek.

Verder wordt in het reglement o.m. bepaald, dat de Commissie zal bestaan uit 5 leden, waarvan de voorzitter door de Besturen tezamen wordt benoemd, terwijl verder elk der Besturen 2 leden aanwijst.

Nadat door de gezamenlijke Besturen Prof. Dr. Ir. W. T. Koiter werd aangezocht het voorzitterschap op zich te nemen en deze de benoeming per 1 juli had aanvaard, benoemde het Bestuur van het N.L.L. Prof. Dr. Ir. W. F. Brandsma en Gen. Maj. Prof. Dr. Ir. G. Otten tot leden. Het Bestuur van het N.I.V. benoemde Prof. Dr. L. J. F. Broer tot lid en hield de benoeming van een tweede lid voorshands aan.

Op 7 oktober vond de eerste vergadering van de Commissie plaats, voorafgegaan door de installatie van de

voorzitter door de besturen van N.L.L. en N.I.V. In deze vergadering werd besloten tot het instellen van een vijftal sub-commissies voor de navolgende vakgebieden: Sterkte en Materialen, Theoretische Aerodynamica, Toegepaste Aerodynamica, Aero-elasticiteit en Vliegeigenschappen. Tevens werd besloten een aantal deskundigen, na overleg met de besturen van N.L.L. en N.I.V. — uit te nodigen in deze subcommissies zitting te nemen. Tevens werden enkele richtlijnen voor de werkzaamheden van de subcommissies vastgesteld. De Commissie wisselde daarna van gedachten over de vorm van het door het N.L.L. op te stellen concept-werkplan voor 1956, dat een overzicht geeft van de onderzoekingen, welke het N.L.L. zich voorstelt in de eerstkomende jaren uit te voeren. Daarbij werd de wens uitgesproken bij wijze van proef naast dit werkplan een werkprogramma voor 1956 op te stellen, waarin alleen die onderwerpen worden vermeld, welke het N.L.L. in 1956 als eigen speurwerk ter hand denkt te nemen.

Op 21 december werd in de tweede vergadering van de Commissie in de eerste plaats het concept-werkplan van het N.L.L. voor 1956 behandeld. T.a.v. dit werkplan formuleerde de Commissie — in hoofdzaak op grond van inmiddels door de subcommissies opgestelde aanbevelingen — een aantal adviezen, welke aan het Bestuur van het N.L.L. werden aangeboden. In aansluiting hierop werd voorts een advies t.a.v. een aantal punten van het concept-werkprogramma voor 1956 geformuleerd, dat eveneens aan het Bestuur van het N.L.L. is voorgelegd. Tevens werd een aantal onderwerpen besproken, waaromtrent door het Bestuur van het N.I.V. advies was gevraagd. Het door de Commissie over deze punten geformuleerde advies, dat mede op aanbevelingen van de subcommissies steunde, werd aan het Bestuur van het N.I.V. toegezonden.

Aan het eind van het verslagjaar waren de subcommissies als volgt samengesteld:

#### **Sub-commissie Sterkte en Materialen.**

Prof. Dr. Ir. W. T. Koiter, voorzitter,  
Prof. Dr. Ir. A. van der Neut, Hoogleraar T.H.,  
Prof. Dr. Ir. W. F. Brandsma, Hoogleraar T.H.,  
Dr. J. Taub, Hoofd van het Wetenschappelijk Bureau Directoraat Productie K.L.M.,  
Ir. E. J. van Beek, Chef Sterkteafdeling Fokker.

**Sub-commissie Aero-elasticiteit.**

Prof. Dr. Ir. A. van der Neut, voorzitter,

Dr. J. H. Greidanus, Chef Aerodynamische Afdeling Fokker.

**Sub-commissie Theoretische aerodynamica.**

Prof. Dr. R. Timman, Hoogleraar T.H., voorzitter,

Prof. Dr. L. J. F. Broer, Hoogleraar T.H.,

Dr. J. H. Greidanus.

**Sub-commissie Toegepaste aerodynamica.**

Ir. E. Dobbinga, lector T.H., voorzitter,

Ir. H. Wittenberg, lector T.H.,

J. H. D. Blom, Groepschef Toegepaste Aerodynamica Fokker.

**Sub-commissie Vliegeigenschappen.**

Ir. A. J. Marx, Hoofdingenieur N.L.L., voorzitter,

Ir. S. Wynia, tot voor kort Hoofd van de Afdeling Wetenschappelijk Onderzoek Directoraat Materieel Luchtmacht, thans adviseur DMLu,

J. H. D. Blom,

Ir. O. H. Gerlach, Wetenschappelijk ambtenaar 1e klasse T.H.



## C. VAN HET LABORATORIUM.

---

### 1. ALGEMEEN

#### 1.1 Personeel.

Het leidende personeel bestond aan het einde van het verslagjaar uit:

Directie:

Prof. Dr. C. Zwikker, Directeur

Ir. A. Boelen, waarnemend Directeur

Sectie Aerodynamica (A):

Ir. N. Feis

Sectie Verbranding (C):

Ir. A. J. Marx

Drs. W. J. Basting

Sectie Flutter en Algemene Stromingsleer (F):

Dr. Ir. A. I. van de Vooren

Sectie Hefschroefvliegtuigen (H):

Ir. A. J. Marx

Ir. L. R. Lucassen

Sectie Gasdynamica (G):

Dr. S. F. Erdmann

Sectie Materialen en Sterkte (M en S):

Dr. Ir. F. J. Plantema

Sectie Vliegende Modellen (O):

Ir. A. J. Marx

Ir. G. Y. Fokkinga

Sectie Vliegtuigen (V):

Ir. A. J. Marx

Ir. T. van Oosterom

Nieuwbouwdienst (N):

Ir. J. Boel

Documentatiedienst, Bibliotheek (B en D):

Dra. G. Scherpenhuijsen Rom

Administratie:

G. J. Hendriks

Ir. A. de Lathouder en Ir. J. F. Hengeveld laatstelijk resp. ingenieur van de Civiele Dienst en tijdelijk sectieleider A-sectie, verlieten in dit jaar de dienst van het NLL. Beiden waren gedurende vele jaren (resp. 20 en 15 jaar) toegewijde medewerkers van het laboratorium, waarvoor hun te dezer plaatse dank zij gebracht.

De samenstelling van het personeel op 31 december 1955, met inbegrip van het eerder genoemde leidinggevende personeel (echter met uitzondering van adviseurs), en de verdeling daarvan over de verschillende secties en diensten, is weergegeven in bijgevoegde tabel. Daarin zijn ter vergelijking de overeenkomstige getallen op 31 december 1954 tussen haakjes aangegeven.

In dit overzicht zijn, in tegenstelling tot dat van 1954, de sectie Gasdynamica en de diensten voor Windtunnelapparatuur, Modellenconstructie, Nieuwbouw en Documentatie, afzonderlijk opgenomen. Deze laatste dienst omvat de reeds lang bestaande Centrale Luchtvaartdocumentatiedienst (CLD) en de enige jaren geleden opgerichte dienst voor het Aerodynamisch Kaartsysteem (Catalog of Aerodynamic Measurements).

De volgende mutaties vonden plaats:

Er verlieten de dienst:

- 5 Ingenieurs
- 1 Middelbaar Technicus
- 11 leden groep „Overige Technici”
- 10 Administratieve Krachten
- 3 personeelsleden „Algemene Dienst”

Er werden aangesteld:

- 9 Ingenieurs
- 6 Middelbaar Technici
- 20 leden groep „Overige Technici”
- 12 Administratieve Krachten
- 2 personeelsleden „Algemene Dienst”

**Samenstelling van het personeel op 31 December 1955**  
(Tussen haakjes de overeenkomstige getallen van 31 December 1954)

| Functie                        | Dir.             | SECTIES                  |                  |                   |                  |                  |                    |                  |                    | DIENSTEN           |                                 |                                |                    |                        |                         |                   | BEDRIJVEN        |                        |                                              |                     | Adm.<br>en<br>Corr. | Totaal               |
|--------------------------------|------------------|--------------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-------------------|------------------|------------------------|----------------------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
|                                |                  | A                        | C                | F<br>5)           | G<br>5)          | H                | M/S                | O                | V                  | Electron<br>lab.   | Wind-<br>tunnel<br>appar.<br>4) | Model-<br>len<br>Constr.<br>4) | Reken-<br>bur.     | Bibl.                  | Doc.<br>dienst<br>2) 5) | Nieuw-<br>bouw    | Constr.<br>bur.  | Werk-<br>plaat-<br>sen | Lichtdr.<br>en<br>Fotogr.<br>Algem.<br>Zaken | Centra-<br>le<br>3) |                     |                      |
| Directeur . . . . .            | 1<br>(1)         |                          |                  |                   |                  |                  |                    |                  |                    |                    |                                 |                                |                    |                        |                         |                   |                  |                        |                                              |                     |                     | 1<br>(1)             |
| Ingenieurs <sup>1)</sup> . . . | 3<br>(3)         | 7 <sup>4)</sup><br>(14)  | 1<br>(1)         | 8<br>(12)         | 3<br>(—)         | 2<br>(1)         | 9<br>(9)           | 3<br>(2)         | 8<br>(8)           | 2<br>(2)           | 1<br>(—)                        | 1<br>(—)                       | 1<br>(1)           | 1 <sup>6)</sup><br>(1) | 1 <sup>6)</sup><br>(—)  | 7<br>(—)          |                  |                        |                                              |                     | 1<br>(1)            | 59<br>(55)           |
| Middelb. Technici              |                  | 3 <sup>4)</sup><br>(4)   |                  |                   |                  | 2<br>(1)         | 4<br>(4)           | 1<br>(—)         | 10<br>(9)          | 3<br>(3)           | 1<br>(—)                        |                                | 1<br>(1)           | (—)<br>(1)             | 2<br>(—)                | 1<br>(—)          | 3<br>(3)         | 1<br>(1)               |                                              | 2<br>(2)            |                     | 34<br>(29)           |
| Overige Technici               |                  | 13 <sup>4)</sup><br>(13) |                  | 1<br>(3)          |                  |                  | 4<br>(3)           |                  | 5<br>(5)           | 8<br>(5)           |                                 |                                | 16<br>(15)         | (—)<br>(1)             | 3<br>(—)                | 1<br>(—)          | 4<br>(4)         | 32<br>(32)             | 4<br>(4)                                     | 14<br>(11)          |                     | 105<br>(96)          |
| Adm. krachten .                | 1<br>(—)         | (—)<br>(1)               |                  |                   |                  |                  |                    |                  | 1<br>(1)           |                    |                                 |                                |                    | 4<br>(8)               | 2 <sup>7)</sup><br>(—)  | 1<br>(—)          |                  | 1<br>(1)               |                                              |                     | 26<br>(23)          | 36<br>(34)           |
| Pers. Alg. Dienst              |                  |                          |                  |                   |                  |                  |                    |                  |                    |                    |                                 |                                |                    |                        |                         |                   |                  |                        | 18<br>(19)                                   |                     |                     | 19<br>(19)           |
| <b>Totaal</b>                  | <b>5<br/>(4)</b> | <b>23<br/>(32)</b>       | <b>1<br/>(1)</b> | <b>9<br/>(15)</b> | <b>3<br/>(—)</b> | <b>4<br/>(2)</b> | <b>17<br/>(16)</b> | <b>4<br/>(2)</b> | <b>24<br/>(23)</b> | <b>13<br/>(10)</b> | <b>2<br/>(—)</b>                | <b>1<br/>(—)</b>               | <b>18<br/>(17)</b> | <b>5<br/>(11)</b>      | <b>8<br/>(—)</b>        | <b>10<br/>(—)</b> | <b>7<br/>(7)</b> | <b>34<br/>(34)</b>     | <b>22<br/>(23)</b>                           | <b>16<br/>(13)</b>  | <b>27<br/>(24)</b>  | <b>253<br/>(234)</b> |

- 1) Omvat alle personeel met universitaire of daarmee gelijkwaardige opleiding.
- 2) Omvat het personeel van de Centrale Luchtvaartdocumentatiedienst (in jaarverslag 1954 onder Bibliotheek) en van het Aerodynamisch Kaartsysteem (in 1954 onder F-sectie).
- 3) Personeel voor de turbo-electrische centrale alsmede de Sterkstroombegroep voor licht- en krachtinstallaties.
- 4) In het jaarverslag 1954 was het personeel van de diensten Windtunnelapparatuur, Modellenconstructie en Nieuwbouw opgenomen onder de A-sectie.
- 5) Een deel van het personeel van de G-sectie en de Documentatiediensten was in het jaarverslag 1954 opgenomen onder F-sectie.
- 6) De Chef Bibliotheek is tevens hoofd van de Centrale Luchtvaartdocumentatiedienst; daarnaast is nog één ingenieur belast met de leiding van het Aerodynamisch Kaartsysteem.
- 7) Hierin begrepen één werkkraft voor halve dagen.

Van het hier opgesomde personeel bevonden zich op 31 december 1955 in Militaire Dienst:

6 Ingenieurs

7 leden van de groep „Overige Technici”.

Gedurende 1955 steeg de personeelsomvang met 19 man, waarvan 4 in de ingenieursgroep. Wegens vervulling van militaire dienstplicht waren echter gedurende vrijwel het gehele jaar 6 ingenieurs (d.i. meer dan 10 %) aan de ingenieursstaf onttrokken.

De vrij aanzienlijke uitbreiding, die de ingenieursgroep in 1954 had ondergaan, maakte een aanvulling met middelbare en lagere technici in 1955 noodzakelijk.

Ook in de toekomst zal de personeelsvoorziening nog de nodige zorg vergen eensdeels wegens het voortdurende verloop t.g.v. de aantrekkingskracht van de industrie in binnen- en buitenland, anderdeels wegens de nog noodzakelijke uitbreiding op verschillende werkgebieden (o.a. bij de nieuwe windtunnels).

Aan het einde van 1954 en in de loop van het verslagjaar had het NLL het verscheiden te betreuren van drie personeelsleden nl. van de heer W. Th. Verburgt, die gedurende 33 jaar een medewerker is geweest van de Sectie Materialen, Mej. W. C. Terneuzen, die vele jaren de functie van cantinière vervulde en de heer J. A. Goossen, verbonden aan het Electronisch Laboratorium, allen toegewijde en zeer gewaardeerde medewerkers van het laboratorium.

## 1.2 Organisatie.

De in het vorige verslagjaar beschreven organisatievorm bleef vrijwel onveranderd van kracht. De sectie Gasdynamica (G) trad in dit jaar voor het eerst ook in administratief opzicht als zelfstandige sectie op.

Het Aerodynamisch Kaartsysteem werd met de bestaande Centrale Luchtvaartdocumentatiedienst administratief tot één dienst voor documentatie samengetrokken.

## 1.3 Stand en voortgang der werkzaamheden ter modernisering van de uitrusting.

De *Pilottunnel* (meetplaats  $0,42 \times 0,55 \text{ m}^2$ ) werd in beproeving genomen, waarbij enige constructieve tekortkomin-

gen aan het schroefaggregaat aan het licht kwamen. De tunnel moest aan het einde van het jaar gedurende aanzienlijke tijd buiten bedrijf worden gesteld om hierin te voorzien. Een belangrijk deel van de voor deze tunnel nodige apparatuur en uitrusting, waaronder een sliertenapparaat en rekstrookbalansen kwam gereed. Onderzocht wordt in hoeverre het mogelijk en wenselijk zou zijn in deze thans nog voor hoge subsone snelheden ingerichte tunnel een transsone meetplaats in te bouwen.

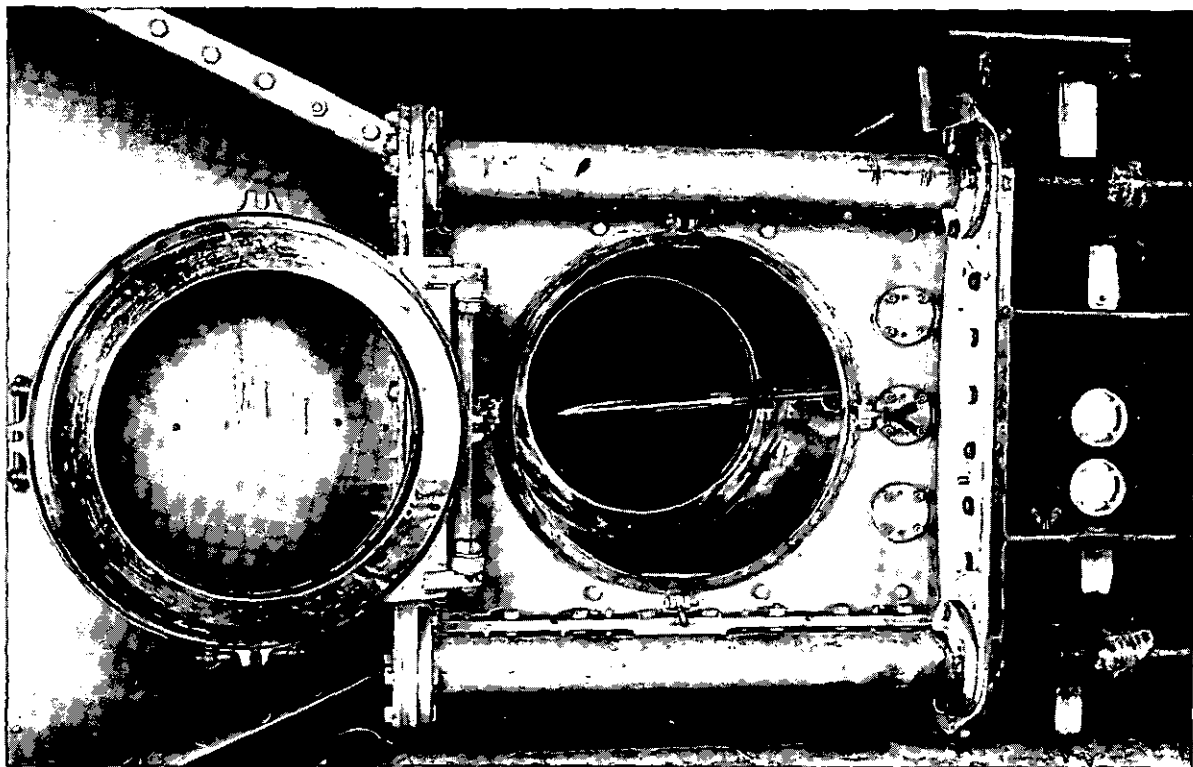
De bouw van de *hoge-snelheidstunnel* (HST) met een meetplaats van  $1,6 \times 2,0 \text{ m}^2$  voor transsone snelheden tot Machgetal 1,3 vond voortgang. In verschillende bedrijven in binnen- en buitenland zijn de werkzaamheden voor de bouw van de diverse onderdelen in volle gang. Bij enkele onderleveranciers ontstonden in de tweede helft van het verslagjaar vertragingen ten opzichte van de oorspronkelijke planning, deels in verband met de hoge eisen aan welke de te leveren apparatuur dient te voldoen, deels ten gevolge van stagnatie in de materiaalvoorziening. Op 10 oktober werd de eerste sectie van het kanaal op het terrein van het NLL geplaatst, waar thans de bouw van het kanaal gestadig voortgang vindt.

Aan het einde van het jaar vond ook de gunning van het bij deze tunnel en bij de toekomstige supersone tunnel behorende gemeenschappelijke gebouw plaats en werd met de uitvoering ervan een begin gemaakt.

De studie van de voor deze tunnel nodige apparatuur, zowel voor het observeren en meten als voor het uitwerken, werd voortgezet en leidde tot een in hoofdtrekken definitief plan. De nodige voorbereidingen voor aanschaffing en waar nodig, aanmaak van deze apparaten worden thans getroffen.

De plannen voor de *supersone tunnel* (SST) werden verder uitgewerkt. Deze plannen betreffen een intermitterend werkende tunnel met een meetplaatsdoorsnede  $1,20 \times 1,50 \text{ m}^2$  voor het snelheidsgebied van  $Ma = 1,3$  tot 4, welke gevoed wordt uit een reservoir met gecomprimeerde lucht van 40 ato van zodanige afmetingen, dat de beschikbare meettijden zullen liggen tussen 15 en 40 sec. Het luchtreservoir zal na een meting in ca. 45 min, met een aan een aanwezige stoomturbine gekoppelde compressor, weer tot 40 ato kunnen worden opgeladen.

Een opdracht voor de levering van de compressor, welke tevens zal moeten dienen tot het evacueren en onder druk



*AGARD standaardmodel in de meetplaats van de „Pilottunnel”.*

brenge van de HST, werd aan het einde van het jaar geplaatst.

Over ontwerp en eventuele levering van verschillende onderdelen van deze tunnel (het luchtreservoir, de instroomtuit en meetplaats, de warmteregenerator, het regelventiel, e.d.) waren aan het einde van het jaar nog voorstudies in bewerking en besprekingen met fabrikanten gaande.

Teneinde de resultaten van ontwikkelingen in de Verenigde Staten op het gebied van transsonen en supersonen tunnels gemakkelijker voor het NLL toegankelijk te maken, werd aan een Amerikaans ingenieurbureau, dat bij de bouw van verschillende tunnelprojecten aldaar is betrokken geweest, opdracht verstrekt tot het verlenen van „engineering services” betrekking hebbende op de HST.

De turbo-electrische centrale voor aandrijving van Pilot-tunnel, HST en SST werd voor zover mogelijk afgebouwd en in beproeving genomen met tot dusverre bevredigend resultaat. De voltooiing van een deel van de elektrische installatie moest echter nog wachten op het beschikbaar komen van gegevens (o.a. inzake de beveiliging van het schroefaggregaat).

Als resultaat van de voortgezette studies inzake modellen-fabricage werd naast de reeds in uitvoering zijnde opdracht voor een *copieersleeschaafbank* opdracht verleend tot vervaardiging van een z.g. 4-inch „rotating barrel” *copieerfreesmachine*. Wanneer beide machines ter beschikking zullen zijn zal een aanzienlijke vereenvoudiging van de wijze van vervaardiging van windtunnelmodellen kunnen worden bereikt.

De in het vorige jaar bestelde *analog computer* werd dit jaar ontvangen en met succes in toepassing gebracht voor de uitvoering van anders zeer tijdrovende berekeningen op het gebied van stabiliteitseigenschappen van vliegende modellen, flutter, remousbelastingen etc. Studies inzake *digitale rekenmachines*, welke o.a. ook voor de numerieke uitwerking van resultaten van proefnemingen (vliegproeven, windtunnelmetingen) van zeer veel nut kunnen zijn, werden voortgezet en leidden er toe dat aan het einde van het jaar de keuze kon worden bepaald op een door een Engelse firma volgens een ontwerp van de Nederlandse PTT te vervaardigen machine.

Voor het onderzoek van *vrijvliegende modellen* werd in het afgelopen jaar een complete *telemeterapparatuur* besteld, waarvan de aflevering omstreeks de jaarwisseling plaats vond.

Aanschaffing van outillage van kleine omvang en eigen aanmaak van apparatuur, deze laatste voor zover de gewenste

apparaten niet in de handel verkrijgbaar waren, vond naar gelang van de hieraan direct bestaande behoeften, voortgang. Voor zover van betekenis, wordt hiervan in de sectieverslagen melding gemaakt.

#### 1.4 Bezetting met werk.

Het grootste deel van het onderzoekingswerk dat gedurende het verslagjaar werd uitgevoerd, geschiedde in opdracht van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling. Vele van de opgedragen werkzaamheden hadden betrekking op in ontwikkeling zijnde vliegtuigtypen. Met het type Fokker S 14-Nene werd een aantal vliegproeven uitgevoerd. De ontwikkeling van de F-27 vereiste inschakeling van verschillende secties op aanzienlijke schaal m.n. voor modelonderzoek in de windtunnel, voorbereiding en uitvoering van metingen in de vlucht met het eerste prototype, advies en controle inzake sterkte- en flutterproblemen, onderzoekingen inzake onderdelen van het vliegtuig en de uitrusting etc.

Naast de werkzaamheden met betrekking tot bovengenoemde vliegtuigtypen werden in opdracht van het NIV ook vele onderzoekingen uitgevoerd voor de ontwikkeling van het hefschroefvliegtuig van de Nederlandse Helicopter Industrie, welke werkzaamheden eveneens op verschillende gebieden lagen. Genoemd kunnen worden de ontwikkeling van stuwstraalmotoren, sterkte- en materiaalonderzoekingen, flutterberekeningen, stromingsvraagstukken, stabiliteit van hefschroefvliegtuigen etc.

Buiten de direct op de ontwikkeling van genoemde vliegtuigen betrekking hebbende opdrachten werden voor het NIV een belangrijk aantal theoretische en experimentele studies verricht van meer algemene aard, gericht op onderwerpen die van betekenis kunnen zijn voor in de naaste toekomst mogelijke ontwikkelingen op luchtvaartgebied in ons land; deze onderzoekingen hadden betrekking op vrijwel alle gebieden, waarop het NLL werkzaam is.

Alle werkzaamheden voor het NIV werden, wat doel, omvang, wijze van uitvoering en resultaten betreft, steeds door de wetenschappelijk-technische commissies van het NIV, thans georganiseerd in de Wetenschappelijke Commissie NIV-NLL met haar subcommissies op de desbetreffende gebieden, besproken en beoordeeld.

Opdrachten t.b.v. de defensie, zowel van het Directoraat



Materieel van de Luchtmacht alsook van de Koninklijke Marine, vormden mede een deel van het werk in het verslagjaar. Zij waren van uiteenlopende aard (constructies, materialen, vliegeigenschappen, operationele problemen) en sproten in hoofdzaak voort uit vraagstukken, waarvoor op korte termijn een oplossing diende te worden gevonden; de werkzaamheden hadden dus, op een enkele uitzondering na, het karakter van ad-hoc onderzoek.

Verscheidene opdrachten werden voorts uitgevoerd voor de Koninklijke Luchtvaart Maatschappij, welke, naast materiaalonderzoekingen, o.a. berekeningen voor start en landing, geluidsmetingen en ontwikkeling apparatuur betroffen.

De Rijksluchtvaartdienst gaf opdrachten tot adviezen, welke eensdeels de keuring van bepaalde vliegtuigtypen betroffen en anderdeels betrekking hadden op het opstellen van voorschriften en keuringsnormen.

In dit verband dienen ook genoemd te worden de medewerking van het NLL aan de Commissie voor Sterktevoorschriften voor Burgervliegtuigen, ingesteld door de Minister van Verkeer en Waterstaat, en de voor deze Commissie uit te voeren onderzoekingen.

Met de vliegtuigindustrie hier te lande werd nauw samengewerkt voor de ontwikkeling van hun vliegtuigtypen. Voor de Koninklijke Nederlandse Vliegtuigenfabriek „Fokker” geldt dit ten aanzien van de vliegtuigtypen S 14 en F 27, welke samenwerking uiteraard vrijwel geheel binnen het kader van de desbetreffende ontwikkelingsopdrachten van het NIV viel.

Voor de N.V. Maatschappij voor Vliegtuigbouw „Aviolanda” werden opdrachten uitgevoerd in verband met de ontwikkeling van het door die onderneming ontworpen onbemande en op afstand bestuurde vliegtuigtype AT-21.

Naast de opdrachten van bovengenoemde instellingen werden nog verschillende werkzaamheden voor anderen uitgevoerd, waaronder vallen ijkingen, keuringen, adviezen e.d. en diverse onderzoekingen op gebieden buiten de luchtvaart, in hoofdzaak wel aerodynamische onderzoekingen aan scheepsmodellen, gebouwen etc.

„Vrij speurwerk” werd in beperkte mate, voor zover de capaciteit dit toeliet, uitgevoerd en wel in de vorm van inleidende studies en experimentele onderzoekingen, waarvan de kans op succes aanvankelijk nog te onzeker was om in de vorm van een opdracht te worden uitgevoerd. Deze studies

werden, bij gebleken perspectieven, veelal later als opdracht voortgezet. Voor „Vrij speurwerk” gericht op de luchtvaart-ontwikkeling op lange termijn was, bij de gegeven personeelsbezetting en outillage en bij de inspanning die de modernisering van deze outillage vergt, nog vrijwel geen gelegenheid.

De internationale samenwerking in de Advisory Group for Aeronautical Research and Development van de NAVO werd in dit verslagjaar intensief voortgezet. Het NLL leverde in dit kader bijdragen in de vorm van rapporten, voordrachten, enz. over hier te lande opgedane ervaringen, toegepaste methoden en instrumenten. De door andere deelnemende landen op overeenkomstige wijze verstrekte informaties, alsook het persoonlijk contact met vooraanstaande experts op allerlei gebied maken de AGARD tot een voor ons land uiterst waardevol internationaal contactpunt. Naast de bestaande voor het NLL van primaire betekenis zijnde technisch-wetenschappelijke commissies van de AGARD, nl. die voor Vliegproeven, Windtunnelonderzoek, Verbranding en Documentatie, is thans ook een commissie voor Constructies ingesteld, waarvan eveneens voor het laboratorium veel nut kan worden verwacht.

De verschillende vergaderingen en conferenties, die in de loop van het jaar door de AGARD werden belegd, werden door een of meer van de medewerkers van het laboratorium op de desbetreffende vakgebieden bijgewoond.

Het NLL-Kaartsysteem voor Aerodynamische Metingen, dat op aanbeveling van de AGARD in 1953 door het NLL voor internationale verspreiding werd opgezet, werd in het verslagjaar in hoofdzaak op dezelfde voet voortgezet; het telt thans 36 abonné's, bijna allen in het buitenland.

Voorts verleende het NLL ook dit jaar zijn medewerking aan het „International Committee on Aeronautical Fatigue”, waarin België, Engeland, Zweden, Zwitserland en ons land vertegenwoordigd zijn. In het kader van deze samenwerking vond wederom een vruchtbare uitwisseling van denkbeelden en resultaten plaats. Het secretariaat van deze commissie berust bij het NLL.

In het kader van de Wetenschappelijke Diensten werd door het NLL medewerking verleend aan verschillende commissies van algemeen belang zoals Normalisatiecommissies, Commissie voor Luchtvaart-terminologie, Commissie voor Classificatie van Luchtvaarliteratuur etc.

De tunnelbouw en ontwikkeling van wetenschappelijke

apparatuur (zie 1.3) eisten een belangrijk deel van de in 1955 verrichte werkzaamheden voor zich op.

### 1.5 Rapporten.

In de verslagen onder 2 t/m 12 worden de hoofdzaken van de hierboven aangeduide werkzaamheden van secties, diensten en bedrijven, voor zover hun karakter dit toelaat, in het kort beschreven.

In het verslagjaar kwamen over deze werkzaamheden de volgende aantallen rapporten gereed:

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| Sectie Aerodynamica (A)                      | 29 |
| Sectie Verbranding (C)                       | 3  |
| Sectie Flutter en Algemene Stromingsleer (F) | 18 |
| Sectie Materialen (M)                        | 26 |
| Sectie Vliegende Modellen (O)                | 2  |
| Sectie Sterkte (S)                           | 23 |
| Sectie Vliegtuigen (V)                       | 30 |
| Verslagen van Reizen en Bezoeken (RB)        | 6  |
| Diverse publicaties                          | 9  |

In totaal verschenen 146 rapporten, waaronder eenvoudige ijkings- en keuringsrapporten niet zijn inbegrepen.

Een aantal van de eerdergenoemde rapporten werd, zo nodig na verkregen toestemming van de betrokken opdrachtgever, voor publicatie of verspreiding in ruime kring geschikt gemaakt. Deze rapporten tezamen met andere publicaties worden in een lijst aan het einde van dit verslag opgesomd.

Aan het einde van het verslagjaar verscheen Deel XIX van de *Verslagen en Verhandelingen*.

### 1.6 Bezoeken, besprekingen, enz.

Regelmatig voerde de Directie besprekingen met de Voorzitter van het Bestuur over beleidskwesties.

Met vertegenwoordigers van opdrachtgevers, m.n. van het NIV, werd veelvuldig overleg gepleegd. De periodieke vergaderingen van de door het NIV ingestelde Wetenschappelijke Advies Commissies, welke in de tweede helft van het verslagjaar opgingen in de Wetenschappelijke Commissie NIV-NLL met haar subcommissies, werden door de Directie en de betrokken wetenschappelijke medewerkers van het NLL

bijgewoond. In deze bijeenkomsten werden de onderzoeken t.b.v. het NIV en de daaraan verwante speurwerkonderzoeken en apparatuurontwikkelingen van het NLL, alsmede het werkprogramma voor de naaste toekomst, besproken.

Zoals reeds eerder vermeld (1.4) gaf de samenwerking in de AGARD veel aanleiding tot internationaal contact. De reeds vermelde regelmatige vergaderingen en conferenties van de AGARD werden door enige medewerkers van het NLL op de desbetreffende vakgebieden bijgewoond, terwijl omgekeerd vertegenwoordigers van buitenlandse instituten en diensten als gevolg van deze contacten, het NLL kwamen bezoeken, waaronder bv. Prof. C. F. Kayan van de Columbia Universiteit en Prof. R. K. Mueller van het Massachusetts Institute of Technology, welke voordrachten hielden over thermospanningen resp. automatische stabilisering.

Voorts maakte Dr. van de Vooren, leider van de sectie Flutter en Algemene Stromingsleer als „Consultant” van de AGARD een reis langs verschillende laboratoria en researchinstellingen in de Verenigde Staten, waar hij voordrachten hield over het door het NLL uitgevoerde werk op het gebied van instationaire aerodynamica en flutter en daarbij tevens in de gelegenheid was met vooraanstaande onderzoekers op dit gebied over vele problemen van gedachten te wisselen en inlichtingen van belang voor het NLL in te winnen. Bovendien was het hem mogelijk enige belangrijke congressen in de V.S. bij te wonen.

Ter gelegenheid van de AGARD-bijeenkomst te Ottawa in juni van het verslagjaar bracht de Directeur o.m. een bezoek aan het NACA laboratorium te Langley Field en woonde hij een vergadering van de commissie voor Verbranding van de AGARD te Baltimore bij, terwijl Ir. Marx contact opnam met de deskundigen van het National Aeronautical Establishment te Ottawa om nadere inlichtingen in te winnen omtrent het onderzoek van ijsbestrijdingsinstallaties in de vlucht. Mej. Scherpenhuijsen Rom, chef van de Documentatiedienst, nam bij dezelfde gelegenheid deel aan een aantal bezoeken in AGARD-verband aan verschillende instituten in de V.S. op het gebied van luchtvaartdocumentatie.

De Directeur en drs. Basting namen voorts deel aan het „Combustion Symposium” van de AGARD te Luik.

Met het oog op bijzondere vraagstukken, waarvoor de AGARD zich geplaatst zag, werd voorts door deze organisatie de medewerking als adviseur van Ir. Marx, die het voor-

zitterschap van de Commissie voor Vliegproeven bekleedt, gevraagd en van het laboratorium verkregen.

In het kader van het personeelsuitwisselingsprogramma van de AGARD werkte de heer G. Danieli uit Italië gedurende enige maanden bij de sectie Vliegtuigen, waar hij een voor beide partijen nuttige studie verrichtte op het gebied van onderzoek van vliegeigenschappen. Aan het einde van het jaar kwam de heer Eymen Saglam uit Turkije op dezelfde basis voor enige maanden bij deze sectie om praktische ervaring op te doen inzake vliegproeven.

Vele bezoeken aan het buitenland waren voorts nodig in verband met de bouw van de nieuwe windtunnels, deels voor het inwinnen van inlichtingen in het algemeen, waarbij dan de AGARD-contacten een belangrijke rol speelden, deels voor besprekingen met mogelijke leveranciers of met firma's met welke reeds overeenkomsten voor de vervaardiging van onderdelen waren gesloten. In dit verband mogen bv. genoemd worden een reis van Dr. Erdmann, Ir. Boel en Ir. van Asselt naar de V.S., waarbij bij verschillende instituten inlichtingen werden ingewonnen omtrent constructie en instrumentering van transsonen en supersonen tunnels. Daaraan was reeds voorafgegaan een bezoek van Prof. A. Ferri van het Brooklyn Polytechnic Institute aan het NLL voor het geven van advies inzake deze zelfde materie.

Dr. Plantema nam in opdracht van de Rijksluchtvaartdienst deel aan een vergadering van de luchtwaardigheidscommissie van de International Civil Aviation Organisation te Parijs.

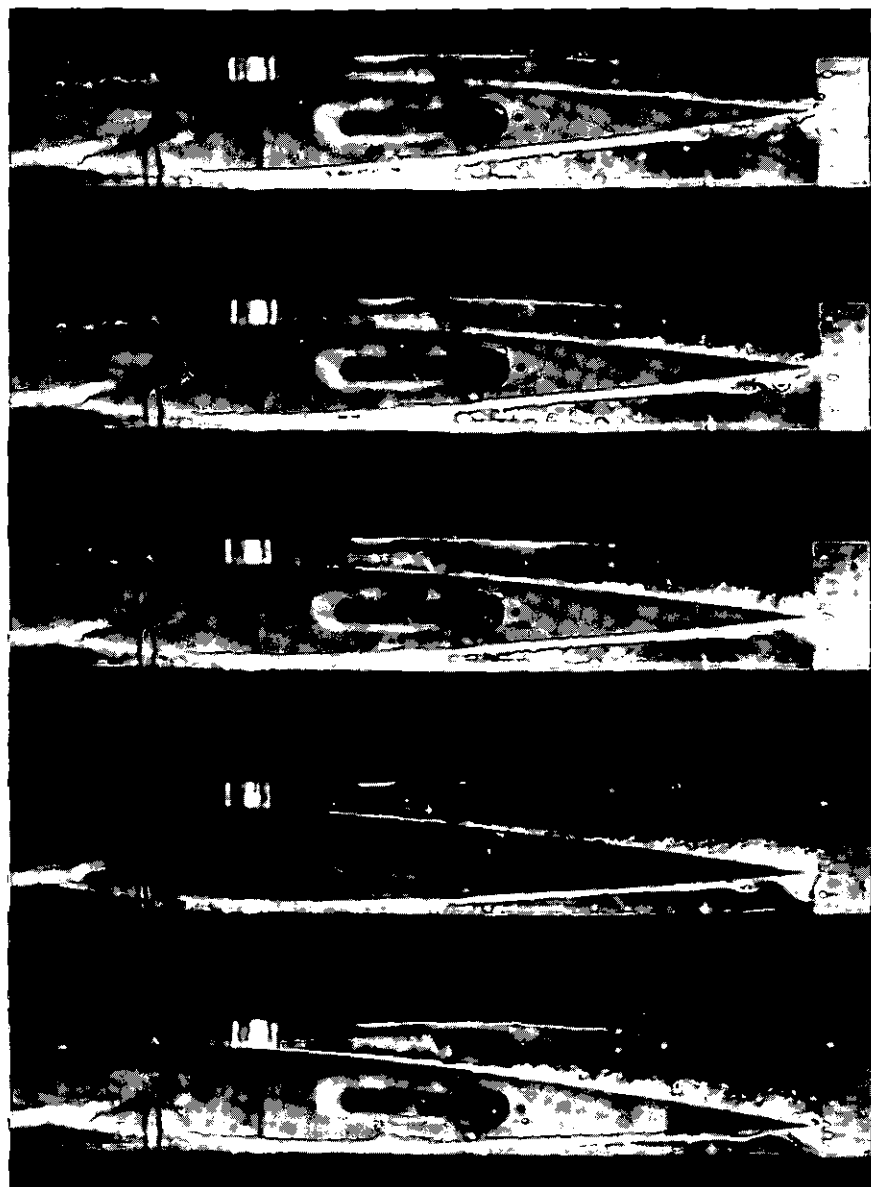
Enige belangrijke wetenschappelijke congressen, cursussen e.d. werden door vertegenwoordigers van het NLL bijgewoond; o.a. het congres van de International Union for Theoretical and Applied Mechanics te Stockholm, de „Raketentagung“ te Essen, de bijeenkomst van het International Committee on Aeronautical Fatigue te Cranfield, een cursus aan de School of Gas Turbine Technology te Farnborough, het Congres over Analog Computers te Brussel, de S.B.A.C. tentoonstelling te Farnborough, het Helicoptercongres te Rotterdam etc.

De vele gewaardeerde bezoeken die het NLL in de loop van het verslagjaar ontving, kunnen hier niet alle worden opgesomd; er moge worden volstaan met het vermelden van die van de navolgende personen:

Prof. P. Germain, Universiteit van Rijssel.  
 Prof. A. F. Newall, College of Aeronautics, Cranfield (Eng)  
 Prof. Young, University of London  
 Prof. H. Schardin, St. Louis, (Fr.)  
 Prof. Lazzarino, Universiteit van Pisa  
 Prof. Wasserman, Bergakademie, Clausthal (D.)  
 Prof. A. J. A. Roux, National Physical Laboratory, Pretoria  
 Prof. H. P. Berlage, Kon. Ned. Meteorologisch Instituut  
 Dr. Milton van Dyke, Mr. R. J. Rhode en Mr. J. E. Duberg,  
 NACA (VS)  
 Dr. F. C. Breckenridge, Bureau of Standards, Washington  
 Mr. R. B. Maloy, Civil Aeronautics Administration (V.S.)  
 Mr. N. H. Johannissen, Universiteit van Manchester  
 Mr. S. Hiller en Mr. Chadwick, Hiller Helicopters Inc. (VS)  
 Kol. Hullebroek, Belgisch Militair Attaché, Den Haag  
 Kol. Oostindië, Ned. Luchtmachtattaché, Washington  
 Col. M. Duffy, Dr. J. B. Johnson, Wright Air Development  
 Center (VS)  
 Col. G. Crane, AGARD, Parijs  
 Capt. Fortune, U.S. Navy  
 Maj. F. Spinney, Capt. Roy James en Dr. A. E. Lombard,  
 U.S. Air Force  
 Mr. Floyd Rogers, U.S. Air Research and Development  
 Command  
 Mr. L. F. Nordström, Technische Hogeschool, Stockholm  
 Mr. John B. Ferri, Scientific Liaison Officer, U.S. Embassy,  
 Londen

## 1.7 Financiën.

De resultatenrekening over het jaar 1955 is hierbij afgedrukt. In de post „Diverse kosten samenhangend met ontwikkelingswerkzaamheden t.b.v. nieuwbouw” zijn begrepen de kosten verbonden aan de beproeving van een der belangrijkste onderdelen van het nieuwe tunnelcomplex, voor zover deze be-



*De grenslaag bij een trillende vleugel in verschillende standen, zichtbaar gemaakt met rook. Men lette op de duidelijke wervelvorming in de grenslaag aan de achterzijde van het profiel.*

proeving in 1955 heeft plaatsgevonden. De opdracht daartoe is aan de buitenlandse leveranciers van dit onderdeel verstrekt, teneinde de eigen beproevingsperiode na het gereedkomen van de HST te bekorten. Bovendien zou beproeving in de HST zelfe' aanmerkelijk hogere kosten met zich mee hebben gebracht.

Van het bedrag voor Wetenschappelijke Diensten werd een belangrijk deel veroorzaakt door de werkzaamheden t.b.v. de AGARD. Deze werkzaamheden zijn echter alleszins verantwoord, gezien het profijt dat, zoals in dit verslag op enige plaatsen wordt vermeld, door het NLL uit de internationale samenwerking wordt getrokken.

### 1.8 Diversen.

Het „Pensioenfonds van de Stichting Nationaal Luchtvaartlaboratorium" hield op 29 juli zijn jaarlijkse ledenvergadering.

Het Bestuur was als volgt samengesteld:

Dr. L. Neher, voorzitter

C. Wijdooge, vice-voorzitter

Ir. A. de Lathouder, secretaris

K. Mooiman

H. Dröge

Bij deze gelegenheid werden door het Bestuur mededelingen gedaan omtrent de consequenties van de te verwachten wettelijke regeling van het zgn. „bodempensioen" en omtrent het overleg over de herziening van de bestaande pensioenregeling van de Stichting.

Op 5 juli vond in het bijzijn van familieleden, het vrijwel voltallige Bestuur van het NLL, het personeel en vele oud-personeelsleden in een eenvoudige plechtigheid de overdracht plaats van de plaquette ter nagedachtenis aan de in 1952 overleden Wetenschappelijk Directeur Ir. C. Koning, welke plaquette door de Personeelsvereniging aan het Bestuur werd aangeboden en geplaatst werd in de vergaderzaal van het laboratorium.



**STICHTING „NATIONAAL  
RESULTATENREKENING**

| LASTEN                                                                                   | Resultaat<br>1955 |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1 Personeelskosten .....                                                                 | f 1.602.289,42    |
| 2 Algemene kosten .....                                                                  | „ 87.524,05       |
| 3 Bedrijfskosten .....                                                                   | „ 35.923,29       |
| 4 Huisvestingskosten .....                                                               | „ 62.918,30       |
| 5 Bestuurskosten .....                                                                   | „ 38.360,56       |
| 6 Diverse kosten t.b.v. speurwerkonderzoekingen                                          | „ 11.799,44       |
| 7 Diverse kosten t.b.v. ontwikkeling apparatuur                                          | „ 79.626,93       |
| 8 Diverse kosten samenhangend met ontwikke-<br>lingswerkzaamheden t.b.v. nieuwbouw ..... | „ 89.716,07       |
| 9 Diverse kosten t.b.v. wetenschappelijke dien-<br>sten .....                            | „ 26.576,39       |
| 10 Betaalde en ontvangen interest .....                                                  | „ 6.085,14        |
| 11 Afschrijvingen .....                                                                  | „ 230.941,96      |
| 12 Dotatie aan het „Schommelfonds” .....                                                 | „ 8.189,86        |
| 13 Onvoorzien .....                                                                      | „ 3.390,17        |
|                                                                                          | f 2.283.341,58    |

# LUCHTVAART LABORATORIUM"

OVER HET JAAR 1955

| BATEN                                            |              | Resultaat<br>1955 |
|--------------------------------------------------|--------------|-------------------|
| 13 Opdrachten:                                   |              |                   |
| Deelnemers                                       | f 804.846,74 |                   |
| Niet-deelnemers                                  | „ 34.848,43  | f 839.795,17      |
| 14 Eigen aanmaak wetenschappelijke apparatuur    |              | „ 74.888,38       |
| 15 Eigen aanmaak apparatuur t.b.v. nieuwbouw ... |              | „ 47.998,70       |
| 16 Diverse baten .....                           |              | „ 6.772,77        |
| 17 Opbrengst verhuur tunnels .....               |              | „ 15.113,70       |
| 18 Opbrengst verhuur instrumenten .....          |              | „ 24.893,95       |
| 19 Opbrengst verhuur vliegtuig .....             |              | „ 10.943,35       |
| 20 Opbrengst verhuur kantoorruimte .....         |              | „ 1.737,20        |
| 21 Opbrengst verkoop rapporten .....             |              | „ 2.376,70        |
| 22 Abonnementen aerodynamisch kaartsysteem ...   |              | „ 31.181,65       |
| 23 Overboeking uit Afschrijvingsfonds .....      |              | „ 230.941,96      |
| 24 Bijdragen deelnemers:                         |              |                   |
| Kon. Ned. Vliegtuigenfabriek                     |              |                   |
| Fokker                                           | f 125.000,—  |                   |
| Mij. voor Vliegtuigbouw                          |              |                   |
| Aviolanda                                        | „ 30.000,—   |                   |
| Kon. Ned. Ver. voor Luchtvaart                   | „ 100,—      | „ 155.100,—       |
| 25 Benodigd Rijkssubsidie 1) .....               |              | „ 841.598,05      |
|                                                  |              | f 2.283.341,58    |

1) Toelichting op benodigd Rijkssubsidie.

Kosten van in eigen beheer uitgevoerde werkzaamheden:

|                                        |              |
|----------------------------------------|--------------|
| a) Speurwerkonderzoekingen .....       | f 181.739,41 |
| b) Ontwikkeling apparatuur .....       | „ 323.208,69 |
| c) Ontwikkeling nieuwbouw .....        | „ 394.232,13 |
| d) Wetenschappelijke diensten *) ..... | „ 97.517,82  |
|                                        | f 996.698,05 |
| Af: Bijdragen deelnemers .....         | „ 155.100,—  |
|                                        | f 841.598,05 |

\*) Hierin begrepen AGARD ten bedragen van f 27.329,54.

## 2. SECTIE AERODYNAMICA

---

### 2.1 ONDERZOEKINGEN.

#### Modelonderzoek F 27.

De metingen in de windtunnel aan het complete model (schaal 1 : 15) werden voortgezet en in eerste instantie afgesloten. Het onderzoek in zijn geheel had betrekking op de stabiliteits- en besturingseigenschappen zowel in de vlucht als bij start en landing in de nabijheid van de grond, en voorts vanzelfsprekend op de eigenschappen in vliegtoestanden met één gestopte motor. In de loop van het jaar werden nog aanvullende metingen verricht aan een model met een verlengde romp.

De onderzoekingen met betrekking tot details van de besturingseigenschappen aan het vergrote model van de staartvlakken en van de vleugeltip met verschillende rolroeren werden eveneens afgesloten.

Ter onderzoek van de eigenschappen bij het uitvoeren van een noodlanding op het water (ditchen) werden proefnemingen met een vliegend model uitgevoerd.

#### Modelonderzoek S-14.

Voor dit vliegtuigtype werden nog aanvullende metingen uitgevoerd aan enige gewijzigde vormen van de stuurhutkap met het doel inzicht te krijgen in het plaatselijk optreden van de geluidssnelheid bij hoge vliegsnelheden. Daartoe werden drukverdelingsmetingen aan de kap uitgevoerd bij lage snelheden en werden tevens de krachten op het gehele model bepaald.

Voorts werden met een vrijvliegend model proeven omtrent het uitvoeren van een noodlanding op het water gedaan.

#### Onderzoek AT-21.

Voor de bepaling van de vliegeigenschappen van dit onbemande, van de grond af bestuurde vliegtuig, werden windtunnelmetingen uitgevoerd, deels aan een compleet model, deels aan onderdelen zoals bv. aan de staartvlakken en de vleugeltippen met rolroeren.

### **Stoorgiermoment bij stoppen van één motor.**

Het giermoment dat optreedt bij het stoppen van één motor in een meermotorig vliegtuig is in belangrijke mate afhankelijk van de configuratie (vormgeving). Teneinde een inzicht in deze samenhang te verkrijgen zal een systematisch windtunnelonderzoek plaats vinden voor een tweemotorige vliegtuigconfiguratie waarbij gevarieerd zullen worden: de trekkracht, de afstand romp-gondels, de ligging in hoogte van de vleugel t.o.v. de romp, de klepuitslag, de kielvlakgrootte, de draairichting van de schroef etc. Met de voorbereidingen voor dit onderzoek is een begin gemaakt.

### **Pijlvleugels.**

De toepassing van pijlvleugels voor vliegtuigen met hoge snelheden brengt specifieke vraagstukken met zich mede voor het verkrijgen van goede vliegeigenschappen bij start en landing en andere vliegtoestanden bij lage snelheden.

In verband hiermede werd een beperkt onderzoek uitgevoerd met een bestaand pijlvleugelmodel, waarbij het neerstromingsveld achter de vleugel en de stabiliteitsbijdrage van een horizontaal staartvlak, afhankelijk van de plaats daarvan t.o.v. de pijlvleugel, werden bepaald.

Een rapport over een vergelijkend onderzoek van de aerodynamische eigenschappen van een pijlvleugel met romp, uitgevoerd aan een compleet en aan een „halfmodel” kwam gereed.

### **Rolroereigenschappen.**

Een literatuurstudie omtrent eigenschappen van verschillende typen rolroeren t.a.v. effectiviteit en vereiste stuurkrachten kwam gereed.

## **2.2 APPARATUUR.**

Voor het overzicht inzake de bouw en uitrusting van de nieuwe windtunnels wordt verwezen naar de verslagen onder 1.3, 4, 11.5 en 11.6.

### **Apparatuur voor turbulentiemetingen.**

Met de verbeterde gloeidraadapparatuur zijn metingen

van de schaal, intensiteit en frequentieverdeling uitgevoerd in de tunnels 3 en 4 van het NLL. Tevens werd ter vergelijking daarbij het kritieke getal van Reynolds van enige bollen bepaald.

Een rapport over deze meetapparatuur en de resultaten van de metingen ermede wordt opgesteld.

### **Opnemers voor fluctuerende drukken.**

Een gevoelige drukopnemer, waarin rekstrookjes worden toegepast, werd ontwikkeld en beproefd. De resultaten waren bevredigend.

### **Meetplaats tunnel 3.**

De studie van de mogelijkheden om de inrichting van de meetplaats van deze tunnel zodanig te wijzigen dat tijdverlies door in- en uitbouw van het model aanzienlijk wordt beperkt, is voortgezet. Een rapport over een mogelijke uitvoeringsvorm is opgesteld.

### **Stromingsrichtingsmetingen.**

De ontwikkeling van een richtingsmeter geschikt voor stromingsvelden met een snelheidsgradiënt is voortgezet. Een proeftype is in onderzoek.

De methode van onderzoek van stromingsvelden d.m.v. een woldraadrooster („tuft grid”) is opnieuw in onderzoek genomen.

Enige wijzigingen zijn aan een bestaand rooster aangebracht. Metingen worden uitgevoerd achter een vliegtuigmodel om na te gaan of het onderzoek van neerstromingsvelden hiermede op bevredigende wijze kan geschieden.

### **Vleugelrad-anemometers.**

Een methode is ontwikkeld om de eigenschappen van deze instrumenten in een enkele kenmerkende afmeting vast te leggen. Met behulp hiervan kan op eenvoudige wijze worden bepaald welke bladverstelling gewenst is om de miswijzing te verminderen.

### 2.3 OVERIGE WERKZAAMHEDEN.

Evenals in vorige jaren werd een aanzienlijk aantal onderzoeken uitgevoerd voor, c.q. adviezen verstrekt aan opdrachtgevers buiten de luchtvaart. Deze betroffen bv. rook- en windhinder bij schepen en fabriekscomplexen, ventilatie van gebouwen, onderdelen van ventilatie-installaties, weerstandsmetingen aan constructies, stromingsproblemen bij spoorwegrijtuigen, etc.

Een onderzoek werd uitgevoerd aan z.g. straaldeflectoren ter voorkoming van hinder bij het proefdraaien van straaljagers.

In totaal werden 119 instrumenten (windsnelheidsmeters, pitotbuizen, micromanometers etc.) geijkt t.b.v. opdrachtgevers.

### 3. SECTIE FLUTTER EN ALGEMENE STROMINGSLEER

---

#### Grenslagen.

Aangezien de grenslaag bij een zich door de lucht voortbewegend lichaam m.n. ook bij hoge snelheden door zijn afmetingen en karakter een zeer grote invloed op de prestaties, stabiliteits- en besturingseigenschappen van het geheel kan uitoefenen, wordt de studie ervan intensief voortgezet. Hierbij wordt ernaar gestreefd om steunend op het onderzoek van relatief eenvoudige tweedimensionale stromingstoestanden, de eigenschappen te leren kennen van de grenslaag bij meer gecompliceerde toestanden, zoals bij vleugels, rotatiesymmetrische lichamen, etc., en zo mogelijk methoden aan te geven deze eigenschappen in zulke gevallen door berekening te kunnen vaststellen.

De numerieke uitkomsten omtrent de stabiliteit van de laminaire tweedimensionale grenslaag, waarvan de theorie in vorige jaren is uitgewerkt, worden wegens gebleken afwijkingen van enige in de literatuur gegeven resultaten herzien.

De studie van de driedimensionale grenslaag, m.n. met het oog op de berekening van de grenslaag bij willekeurige pijlvormige vleugels, werd voortgezet.

Het is gelukt door een benadering een vereenvoudiging aan te brengen in de vroeger opgestelde berekeningsmethode, waardoor de omvang van numerieke berekeningen aanzienlijk kan worden beperkt.

#### Theorie van de transsone stromingen.

De verschijnselen bij een lichaam dat zich met snelheden in de buurt van de geluidssnelheid voortbeweegt, zijn nog zeer moeilijk door berekening vast te stellen. De vooruitgang van de luchtvaarttechniek vereist echter dat deze leemte zo spoedig mogelijk wordt opgevuld. Er zijn wel is waar verschillende mogelijkheden om het vraagstuk aan te vatten, ieder met hun eigen perspectieven en beperkingen.

Het theoretisch onderzoek van de tweedimensionale transsone stroming om willekeurige vleugelprofielen werd voortgezet, waarbij het mogelijk is gebleken onder bepaalde



*Het model van de F-27 met draaiende schroeven in tunnel 3 voor onderzoek van de eigenschappen onder start- en landingsomstandigheden.*



vereenvoudigende veronderstellingen, een rekenprocedé voor deze stromingstoestanden op te stellen.

De studie van de stroming om een dubbel-wigvormig profiel, teneinde na te gaan hoe de stroming bij vergroting van het Machgetal overgaat van een gemengd subsone-supersone in een zuiver supersone, werd voortgezet.

De theorie van de driedimensionale (gelineariseerde) transsone stroming, geldig voor in stromingsrichting langgestrekte lichamen en vleugels (slender body, slender wing theory) is bestudeerd.

### **Instationnaire luchtkrachten.**

De kennis van de luchtkrachten die op een vleugel optreden bij snelle veranderingen van de stromingstoestand is noodzakelijk voor een juiste constructie van moderne vliegtuigen. Men denke in dit verband bv. aan het fluttergevaar, remousbelastingen, demping van vliegtuigslingeren etc. De berekening van deze luchtkrachten i.h.b. bij vleugels met beperkte spanwijdte (waaronder ook staartvlakken), pijlvleugels en andere vleugels voor hoge snelheden kan tot nog toe niet met de voor de constructeur wenselijke graad van nauwkeurigheid geschieden.

De studie van de trillende vleugel met eindige spanwijdte werd voortgezet.

De uitwerking van de theorie van de langgestrekte lichamen (waaronder ook vleugels) voor het geval van de instationnaire stroming, werd verder voortgezet. De uitkomsten van berekeningen die worden uitgevoerd zullen het mogelijk maken de luchtkrachten te bepalen voor pijlvleugels van willekeurige slankheid in het transsone gebied, mits de frequentie van de trilling klein is. Dit levert derhalve stabiliteitsafgeleiden bij transsone snelheden.

De bestaande theorie voor het tweedimensionale trillende draagvlak in compressibele stroming werd verder uitgewerkt. Numerieke berekeningen van de luchtkrachten bij hoge subsone snelheden waarvan het Machgetal nadert tot 1 worden uitgevoerd.

Een literatuurstudie over de luchtkrachten op draagvlakken in supersone stroming is in bewerking. Enkele aanvullingen op bestaande theorieën werden gegeven.

Een onderzoek wordt ingesteld naar de resultaten die bereikt kunnen worden met een in het buitenland aangegeven

methode voor het bepalen van de luchtkrachten op trillende vleugels langs semi-empirische weg. De resultaten worden vergeleken met die van bij het NLL verrichte metingen.

De experimentele bepaling van de luchtkrachten op een trillend vleugel-roersysteem werd voortgezet met proeven op een model met aerodynamisch gebalanceerd roer. Een rapport over reeds verrichte metingen met een niet-gebalanceerd roer kwam gereed.

Het gedrag van de grenslaag bij een trillende vleugel werd bestudeerd met behulp van rook- en stroboscopische belichting. Foto's en een vertraagde film van de beweging van het omslagpunt konden worden opgenomen, waaruit het gedrag goed is te zien.

### **Dynamische stabiliteit van de dwarsbeweging.**

Reeds in vorige jaren werd een onderzoek uitgevoerd inzake het z.g. „snaking” verschijnsel, d.w.z. het optreden van slecht-gedempte slingeringen om de topas, m.n. bij hoge snelheden waardoor een militair vliegtuig bv. in zijn taakuitvoering soms ernstig belemmerd kan worden.

De methoden die voor berekening toegepast worden geven veelal nog onbevredigende resultaten. Een studie wordt in dit verband uitgevoerd om na te gaan in hoeverre verbetering zou kunnen worden bereikt door de luchtkrachten op het verticale staartvlak te berekenen volgens de theorie der instationaire stromingen in plaats van deze te bepalen met de formules voor de stationaire toestand.

Voorts zal in dit verband een experimenteel onderzoek naar de invloed van de vleugel-romp configuratie op de demping van het verticale staartvlak worden uitgevoerd aan een gestyleerd model waarbij o.m. de hoogteligging van de vleugel t.o.v. de romp gevarieerd kan worden. De grondslagen voor de opzet van de proefopstelling en de uitvoering der metingen werden uitgewerkt, met de proefopstelling werden oriënterende proeven uitgevoerd.

### **Aeroelasticiteit en Flutter.**

De geleidelijk voortschrijdende opvoering van de snelheden en van de wijzigingen in vorm en constructiewijze in de vliegtuigbouw maken dat meer en meer aandacht moet worden geschonken aan het gevaar dat kan ontstaan door de

wisselwerking van elastische vervorming van de constructie en de daaruit voortvloeiende belastingen. (Aeroelasticiteit). Hieronder vallen bv. verschijnselen als flutter, omkering rolroerwerking.

Berekeningsmethoden moeten de constructeur hiervoor ter beschikking staan welke voortdurend aangepast dienen te worden aan de gewijzigde constructiemethoden. Als basis voor de hierbij in te voeren luchtkrachten moeten meestal de met de theorie der instationaire stromingen verkregen resultaten dienen.

Een rapport over de fluttereigenschappen van roer-hulp-roersystemen in afhankelijkheid van enige constructieparameters kwam gereed.

Flutterberekeningen werden uitgevoerd voor een aantal pijlvormige vleugels, volgens de in vorige jaren door het NLL ontwikkelde „striptheorie“.

De berekeningen werden aanvankelijk uitgevoerd voor vleugels met constante koorde en worden nog voortgezet voor tapse vleugels. De kritieke snelheid werd berekend voor verschillende waarden van de verhouding van buigings- en torsiestijfheid. Resultaten van deze berekeningen worden vergeleken met uitkomsten van die volgens de door het NACA gegeven methode.

In vervolg op vroeger uitgevoerde berekeningen werden voor de thans in Nederland in ontwikkeling zijnde helicopter flutterberekeningen uitgevoerd waarbij met meer factoren rekening werd gehouden dan vroeger het geval was. Hierbij werd met groot succes van de analog computer gebruik gemaakt. Hierdoor kon ook de invloed van variaties van verschillende parameters gemakkelijk worden onderzocht.

Een rapport over een methode voor het berekenen van vleugeldivergentie en rolroereffectiviteit kwam gereed.

Met het onderzoek van de belastingen t.g.v. remous op een elastische vleugel zijn goede vorderingen gemaakt. Het ligt in de bedoeling dit onderzoek uit te voeren met behulp van de analog computer.

Begonnen werd met het maken van een literatuurstudie over de constructie van schaalmodellen t.b.v. flutteronderzoek in de windtunnel voor die gevallen waarin door berekening geen voldoende inzicht is te verkrijgen.

Medewerking werd verleend bij de controle van de fluttereigenschappen van het Fokker F-27 vliegtuig.

### **Trillingen.**

De studie van het grondresonantieverschijnsel bij helicoters werd voortgezet. Nagegaan werd welke invloed verschillende deformatiemogelijkheden op het verschijnsel kunnen hebben. Een rapport hierover kwam gereed.

### **Diverse onderzoeken.**

Een onderzoek werd uitgevoerd naar de stroming door een stuwstraalmotor in één centrifugaalveld. De meest gunstige vorm van het instroomgedeelte kon worden bepaald. Proeven hebben aangetoond dat wijziging van bestaande motoren in de aangegeven zin een verbetering van de werking tot gevolg hadden.

De mogelijkheden en de betekenis van toepassing van ringvleugels voor de luchtvaart werden bestudeerd. Een literatuurstudie hierover werd uitgevoerd, waarbij tevens richtlijnen zijn aangegeven voor een eventueel verder gaand onderzoek op dit gebied.

## 4. SECTIE GASDYNAMICA

---

### Transsone meetplaatsen.

Met het oog op de constructie van de nieuwe windtunnels wordt een onderzoek ingesteld naar de terugkaatsing van verdichtingsstoten door windtunnelwanden met spleten, welk onderzoek wordt uitgevoerd in de  $3 \times 3 \text{ cm}^2$  supersone tunnel van deze sectie.

### Ontwerp supersone tunnel.

Over de werkzaamheden voor het ontwerp van de nieuwe supersone windtunnel, welke een zeer groot deel van de tijd van deze sectie in beslag nemen, wordt verwezen naar 1.3 „Stand en voortgang der werkzaamheden ter modernisering van de uitrusting”.

Enkele onderwerpen welke speciale studie vereisen worden hieronder nog vermeld.

### Keelstukken voor de supersone tunnel.

Aangezien bij supersone windtunnels bij iedere in te stellen snelheid (Machgetal) een bepaalde vorm van de instroomtuit behoort, verdient de uitvoering van deze tuit, gevormd door de z.g. „keelstukken”, zorgvuldige overweging. Achtereenvolgens werden bestudeerd en onderling vergeleken drie mogelijke uitvoeringsvormen nl. uitwisselbare vaste keelstukken, keelstukken waarbij uitwisselbare wanden als mal dienen en waartegen flexibele platen met perslucht worden aangedrukt, beide voor het instellen van bepaalde waarden van het Machgetal en ten slotte een instelbaar keelstuk volgens een suggestie van Prof. Ferri, hetgeen de mogelijkheid biedt tot het instellen van een willekeurig Machgetal binnen een bepaald gebied. De verschillende mogelijkheden werden van aerodynamische zowel als van constructieve kant grondig bestudeerd. Het lijkt mogelijk een instelbaar keelstuk voor Machgetallen variërende van 1.2 tot 4 op bevredigende wijze te verwezenlijken.

### **Diffusor voor de supersonische tunnel.**

De voorwaarden waaraan de diffusor voor de supersonische tunnel zou moeten voldoen, zijn bepaald en verschillende uitvoeringsmogelijkheden overwogen. Daar het vermoedelijk gewenst zal zijn de meetplaatshoogte enigszins te doen variëren met het Machgetal op de meetplaats zal een uitvoering met een conventioneel type tweedimensionale verstelbare diffusor de voorkeur verdienen boven een meer moderne uitvoering met centraal rotatiesymmetrisch instelbaar lichaam.

### **Warmtegenerator voor de supersonische tunnel.**

Het is noodzakelijk in de sushkamer van de tunnel tijdens de meting een nagenoeg constante rusttemperatuur te behouden. Aangezien bij een intermitterend werkende tunnel, zoals die volgens het NLL project, de temperatuur door expansie van de in het drukvat opgehoopte lucht tijdens het leeglopen (dus tijdens de meting) sterk daalt, moeten speciale maatregelen getroffen worden voor het compenseren van dit effect. Voor de hand ligt de lucht tijdens het uitstromen uit het drukvat langs een lichaam met grote warmtecapaciteit te voeren, hetwelk, wanneer voor een groot aanrakingsoppervlak en voor een goede warmteoverdracht zorg wordt gedragen, zijn er in opgehoopte warmte aan de uitstromende lucht kan overdragen.

Berekeningen zijn uitgevoerd en informatie werd gewonnen op verschillende plaatsen in gewonnen. Een en ander heeft er toe geleid dat thans een ontwerp met bevredigende eigenschappen tot stand is gekomen.

### **Sliertenoptiek.**

Voor de uitvoering van de sliertenoptiek voor het visueel waarnemen van stromingsverschijnselen bij zeer hoge snelheden bestaan verschillende mogelijkheden. Nadat dit vraagstuk eerst was gezien voor de HST (transsonische tunnel) is de studie ervan voortgezet meer speciaal gericht op de inrichting van de sliertenoptiek bij de intermitterend werkende supersonische tunnel, waarbij zo mogelijk het gehele stromingsveld in één enkele fotografische opname moet kunnen worden vastgelegd.

## 5. SECTIE MATERIALEN

---

### 5.1 ONDERZOEKINGEN.

#### Vermoeiing.

De vermoeiing is een verschijnsel dat met het oog op de bepaling van de vermoedelijke levensduur van vitale constructiedelen voor de vliegtuigbouw, van steeds groter betekenis wordt.

Vermoeiingsproeven op voor de vliegtuigbouw belangrijke materialen en constructies vormden evenals in voorgaande jaren een belangrijk deel van het programma en de pulsatoren van het NLL waren ook dit jaar volop in gebruik. Een poging het nuttig effect van een hoogfrequentpulsator te verhogen door bij één der onderzoeken 3 proefstukken in serie te schakelen, had slechts een matig succes.

Verschillende in het voorgaande jaarverslag genoemde onderzoeken konden dit jaar worden afgesloten. Dit was het geval met het onderzoek ter toetsing van de geldigheid van het vermoeiingsbreukcriterium van Miner voor tweerijige klinkproefstukken bij schommelende trekbelasting op 2 spanningshoogten, waarbij dit, althans voor de onderzochte gevallen redelijk bleek te voldoen. In het rapport is opgenomen een kritische bespreking van alle in de literatuur gepubliceerde gegevens over „cumulative damage” bij vermoeiingsbelasting van lichtmetalen proefstukken. Voor het verkrijgen van een aansluiting met de praktijk zal een aanvullend proevenprogramma worden uitgevoerd, waarbij eveneens tweerijige klinkproefstukken, zowel uit geplateerd 24 S-T als uit 75 S-T zullen worden beproefd bij 2 konstante gemiddelde spanningen, maar met een uit de remousfrequentiegrafiek van Taylor berekende verandering van de amplitude van de wisselbelasting in stappen, zodat de toe te passen belastingen hierdoor meer met de praktijk overeenstemmen.

Bij het vermoeiingsonderzoek op soepele stalen kabel is naar voren gekomen dat bij heen- en weerbuigen over 90° het verband tussen de logaritmie van de levensduur (het aantal buigingen) en de verhouding kabelroldiameter tot kabeldiameter goed wordt benaderd door een rechte. Tevens is hierbij gebleken dat in Nederland soepele kabel kan worden vervaar-

digd die voldoet aan de Amerikaanse specificatie Mil-C-1511.

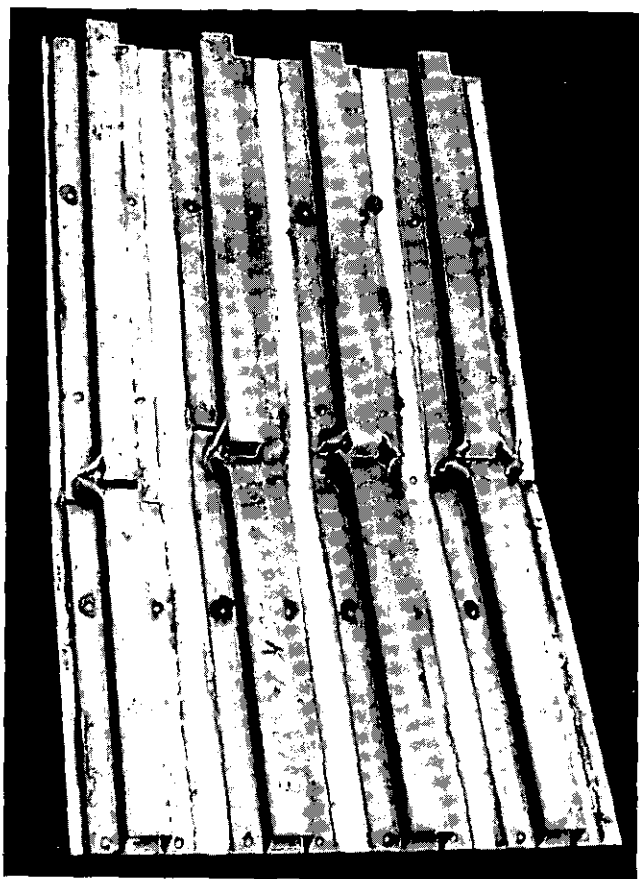
Voortgezet werden de eveneens in het voorgaande jaar-verslag genoemde onderzoeken ter bepaling van het voor de praktijk belangrijkste deel van het vermoeingsdiagram bij schommelende trekbelasting voor 2 rijige klinkproefstukken uit geplateerd 24 S-T en 75 S-T met 17 S-T klinknagels en voor 2 typen beslagogen met voor de praktijk karakteristieke waarden van de theoretische spanningsconcentratiefactor. Het onderzoek op de klinkproefstukken maakte goede voortgang. Minder voorspoedig verliep echter het onderzoek op de beslagogen. Het in serie schakelen van 3 proefstukken voor het bekorten van de duur van het onderzoek leverde onverwachte bezwaren op zoals breuk bij de inspankoppelen. Bovendien werd bij één van de 2 typen beslagogen gevonden dat de effectieve spanningsconcentratiefactor voor lange levensduur groter was dan de theoretische spanningsconcentratiefactor. In verband hiermede werd deze factor voor het proefstuk bij benadering bepaald uit metingen met rekstrookjes op een evenredig vergroot proefstuk, maar deze bevestigden de literatuurgegevens. De proeven zullen worden voortgezet op langere proefstukken waardoor buig- en torsiespanningen bij de pen verlaagd worden.

Begonnen werd met een onderzoek ter bepaling van de invloeden van een temperatuurverhoging tot  $+80^{\circ}\text{C}$  en temperatuurverlaging tot  $-55^{\circ}\text{C}$  op de vermoeingssterkte van met redux gelijmde enkelvoudige lapnaden uit geplateerd 75 S-T. Bij dit onderzoek zal tevens de invloed van de hardings-temperatuur van de lijmnaad worden bepaald en zal ter vergelijking met vroeger verkregen resultaten de vermoeingssterkte bij kamertemperatuur worden bepaald. Voortgegaan werd met het onderzoek ter bepaling van de levensduur van enkele modellen van beslagen voor de verbinding van een binnen- en buitenvleugel. Bij deze proeven werd de dynamische belasting met speciale apparatuur gemeten.

Aan het eind van het jaar werd begonnen aan een literatuurstudie betreffende de eisen die gesteld moeten worden met betrekking tot de veiligheid van vliegtuigconstructies tegenover vermoeiing. Deze studie betreft vooral de principiële overwegingen ten aanzien van de wijze van beproeving en de vaststelling van de veiligheidsfactoren.

Gewerkt werd aan een literatuurstudie over vermoeings-scheuren voor wat betreft het aantonen, het ontstaan en de groei van deze scheuren.





*Een proefpaneel van de vleugelheid van de F 27 met opgelijmde verstijvers, bezwiken na beproeving op de 150 tons drukbank. Dit paneel was in staat een drukbelasting van ca. 118 ton op te nemen.*

## Kunststoffen en lijm.

N.B. Voor vermoeding zie voorgaande paragraaf; voor niet-destructief onderzoek zie volgende paragraaf.

In het begin van het jaar kwam het rapport gereed met de resultaten van het onderzoek naar de invloed van lage temperatuur en temperatuurschommelingen tussen  $+50$  en  $-50^{\circ}\text{C}$  op de statische sterkte van met redux gelijmde lichtmetalen proefstukken. Twee van de hierbij naar voren gekomen resultaten, nl. de grote invloed van de harding van de lijm op de duursterkte van de verbinding en de verschillen in statische sterkte tussen proefstukken gelijmd op het NLL en bij Aero Research Ltd in Engeland, leidden tot nieuwe onderzoekingen. Het eerste was een onderzoek naar de statische sterkte en de duursterkte van gelijmde 75 S-T clad lapnaden bij kamertemperatuur en verhoogde temperatuur tot  $80^{\circ}\text{C}$ , het tweede een vergelijkend onderzoek naar de statische sterkte van met redux gelijmde 75 S-T clad lapnaden gelijmd volgens de standaardwerkwijzen van het NLL en de lijmfabrikant.

Dit laatste onderzoek werd uitgevoerd in samenwerking met Aero Research Ltd waarbij proefstukken in verschillende stadia van vervaardiging werden uitgewisseld, verder afgewerkt en beproefd. Vervaardiging door Aero Research of het NLL bleek geen invloed te hebben op de statische sterkte van de proefstukken.

Het onderzoek ter bepaling van de mechanische eigenschappen van glasweefsel-kunstharsmaterialen bij kamertemperatuur kwam gereed en kon met de publicatie van het rapport worden afgesloten. Voortzetting van het onderzoek zal eerst plaats vinden na kennismaking van de ontwikkelingen op dit gebied door het uitvoeren van een literatuurstudie.

## Niet-destructief materiaalonderzoek.

Uitgevoerd werd een onderzoek ter bepaling van de geschiktheid van niet-destructief materiaalonderzoek door middel van ultrageluidsgolven voor het opsporen en vaststellen van fouten in gelijmde metalen proefstukken. Met zekerheid kunnen naar gebleken is alleen plaatsen waar in het geheel geen hechting is, worden vastgesteld.

Speciale perspex tasters werden voorts ontwikkeld voor het aantonen door middel van ultrageluidsgolven van scheurtjes in compressor- en in turbineschoepen van straalmotoren. De resultaten waren gunstig.

## **Invloed van temperatuurverhoging door aerodynamische verwarming.**

Afgemaakt werd een in het vorig jaar begonnen literatuurstudie ter bepaling van de invloed van temperaturen tot ca. 350° C op de mechanische eigenschappen van aluminiumlegeringen, roestvrij staal, titaan- en titaanlegeringen.

## **5.2 APPARATUUR.**

De vermoeingsapparatuur werd uitgebreid met een programmaregelaar op de 10 tons hoog-frequentiepulsator. De uitvoering van een „cumulative damage” onderzoek met toepassing van een belastingspectrum wordt hierdoor vergemakkelijkt.

Enkele oriënterende proeven werden genomen over de geschiktheid van op een proefstuk gelijmde zeer dunne koperen draadjes als indicator voor vermoeiingsscheuren. De resultaten waren bevredigend.

De apparatuur voor het beproeven van proefstukken bij verhoogde temperatuur werd uitgebreid met 2 kleine ovens en een apparaat voor het leveren van verwarmde lucht van konstante temperatuur.

Als aanwinsten kunnen verder nog worden genoemd 2 belastingurentellers met bijbehorende microschakelaars, tasters voor doorstraling met ultrageluid van een in water gedompeld proefstuk en objectieven en belichtingsapparatuur voor de Panphot.

## **5.3 OVERIGE WERKZAAMHEDEN.**

### **Internationale samenwerking op vermoeiingsgebied.**

De samenwerking tussen laboratoria in België, Engeland, Nederland, Zweden en Zwitserland werd op dezelfde voet voortgezet als in de voorgaande jaren; het secretariaat werd ook dit jaar op het NLL verzorgd.

### **Kleine onderzoeken, keuringen e.d.**

Van de kleine onderzoeken kunnen naast de normale routineonderzoeken, zoals standaardtrekproeven, hardheidsmetingen e.d. worden genoemd: Vermoeingsproeven op druk met „sandwich” panelen. (De gemiddelde belasting bij

deze proeven bedroeg 25 % van de statische bezwijkbelasting en de amplitude  $7\frac{1}{2}$  % daarvan. Na het doorstaan van  $2.10^6$  belastingschommelingen was de statische sterkte nagenoeg onveranderd.) Proeven ter bepaling van de invloed van de dikte van de chroomlaag op de vermoeiingssterkte van verchroomde 24 S-T proefstaven. (Een grotere dikte van de chroomlaag bleek een ongunstige invloed op de vermoeiingssterkte uit te oefenen.) Diverse onderzoeken in opdracht over de vermoeiing van constructie-elementen.

### Ijkingen.

In het afgelopen jaar werden in opdracht geijkt en zo nodig gerevideerd verscheidene trekbanken, drukbanken, dynamometers, weegkoffers, kabelspanningmeters en andere meetapparaten.

## 6. SECTIE STERKTE

N.B. Voor de overzichtelijkheid zijn alle gegevens over vermoeiingsonderzoek, vermoeiingsapparatuur e.d. opgenomen onder: 5 Sectie Materialen.

### 6.1 ONDERZOEKINGEN.

#### Sterkte en stijfheid van pijlvleugels.

De toepassing van pijlvleugels brengt nieuwe vraagstukken inzake de sterkteberekening ervan met zich mede waarvoor een geschikte oplossing moet worden gevonden om de constructeur in staat te stellen de sterkte van een ontwerp te kunnen beoordelen.

De in het vorige jaar begonnen berekeningen over de invloed op spanningsverdeling en stijfheid van een inklemming aan één zijde van een lange pijlvormige doos (wortelinvloed), alsmede het verslag over dit onderzoek kwamen gereed.

In samenwerking met Aviоланда werd een pijlvormige doos ontworpen en vervaardigd, waarop metingen ter verificatie van de resultaten der uitgevoerde berekeningen zullen worden gedaan. De doos is voorzien van circa 400 rekstrookjes.

#### Meedragende breedte van vlakke platen in het plastische gebied.

Voor het bepalen van de totale sterkte van een uit verstijfde panelen opgebouwde constructie is het zaak zo goed mogelijk vast te kunnen stellen welk deel van de over te brengen kracht door de plaat en welk deel door de verstijvers wordt opgenomen, d.w.z. welk gedeelte van de plaat geacht mag worden „mee te dragen”.

De in het vorige jaar begonnen serie proeven op vlakke platen uit 75 S-T en 2 S  $\frac{1}{2}$  H materiaal werden beëindigd, evenals aanvullende proeven ter bepaling van de materiaaleigenschappen. De resultaten werden uitgewerkt en het rapport kwam gereed. Gebleken is dat, evenals voor 25 S-T, de experimenteel bepaalde waarden van de meedragende breedte voor 75 S-T in goede overeenstemming zijn met de theoretische waarden voor het elastische gebied. Voor 2 S  $\frac{1}{2}$  H zijn

echter de experimentele waarden voor het plastische gebied groter dan uit de theorie voor het elastische gebied volgt. De verschillen tussen deze materialen hangen waarschijnlijk samen met de verschillende vormen van hun spanning-rekdiagrammen; ten dele kunnen zij ook het gevolg zijn van onnauwkeurigheden in de metingen voor het  $2 S \frac{1}{2} H$  materiaal. Uitgaande van het theoretische diagram voor de meedragende breedte, dat dus in vele gevallen ook in het plastische gebied mag worden gebruikt, werd met behulp van de 3 parameter-relatie van Ramberg en Osgood voor de spanningrekkromme een in al deze gevallen bruikbare grafiek opgesteld, waaruit de maximale belasting en de bijbehorende rek voor een plaatveld van gegeven afmetingen en bekend materiaal kunnen worden afgelezen.

### Onderzoek van gelijmde verstijfde panelen.

De voortzetting van een bij Fokker begonnen studie over het draagvermogen van gelijmde verstijfde panelen werd met de opstelling van een rapport voorlopig afgesloten. In dit rapport worden de resultaten van bij Fokker en op het NLL ontwikkelde berekeningsmethoden vergeleken met de resultaten van proeven. Op grond hiervan wordt een aantal punten voor verder onderzoek aangegeven.

Op een serie panelen met en zonder „joggles” werden drukproeven uitgevoerd. De aanwezigheid van een joggle bleek bij deze panelen geen verlaging van de breuklast te veroorzaken.

Voor Fokker werden enige series proeven uitgevoerd op vleugel- of staartvlakpanelen (drukproeven) en op romppanelen met of zonder ramen (afschuifproeven).

### Stootbelasting.

De vraag doet zich voor in hoeverre constructies die aanzienlijke belastingen van een stootvormig karakter moeten kunnen opnemen, wat hun sterkte betreft, beoordeeld kunnen worden aan de hand van gegevens verkregen uit proeven bij statische belasting.

Een literatuurstudie over stootbelastingen op niet-lineaire elementen (balken op buiging in het plastische gebied en knikstaven in het elastische of plastische gebied) werd verricht. Voor stoten waaraan vliegtuigen onderworpen zijn (remous, landing) bleek de literatuur echter van weinig waarde te zijn.

De stootproeven op eenvoudige gelaste buisconstructies werden beëindigd. Er kon geen verschil worden geconstateerd tussen de statische breuklast en de breuklast bij stoten die hun maximale belasting in 0,1 à 0,2 sec bereiken.

Nieuwe series proeven werden uitgevoerd op gelijmde enkelvoudige lapnaden en op beslagogen. De kortste tijd waarin bij deze proeven het maximum van de belasting werd bereikt bedroeg 0,01 sec; een duidelijke invloed van de belastingssnelheid op de breuklast kon niet worden geconstateerd.

### Belastingen op vliegtuigen.

Een onderzoek wordt uitgevoerd betreffende de invloed van de elasticiteit van een vliegtuig op de tijdens landingen optredende grondreacties („doorzwiepen”). Na een studie van beschikbare recente literatuur (als vervolg op een vroeger uitgevoerde literatuurstudie) werden berekeningen opgezet, waarbij het de bedoeling is het numerieke rekenwerk op een elektronische digitale rekenmachine te laten uitvoeren.

Verscheidene studies werden uitgevoerd met het doel te komen tot een rationalisering van de bestaande luchtwaardigheidsvoorschriften voor belastingen in de vlucht. Rapporten werden uitgebracht bevattende een vergelijking van de huidige internationale, Amerikaanse, Engelse en Franse voorschriften, en een voorstel voor verbetering van de huidige voorschriften voor remousbelastingen. Verder worden studies uitgewerkt over de eisen te stellen voor belastingen door manoeuvres en de eisen met het oog op de veiligheid tegenover vermoeiing (zie 5.1).

### Overige onderwerpen.

Een rapport over enige series proeven op vlakke platen met scharnierend ondersteunde of vrije onbelaste randen en op naadloze vierkante buizen werd afgesloten. Deze proeven hadden als doel de verificatie van theoretische resultaten over de plastische knik van vlakke platen. Zij leidden tot een voorstel voor een empirische formule, die een uitbreiding van de bekende secans-modulus formule van Gerard is, daar een verantwoorde formule op theoretische basis vooralsnog niet mogelijk lijkt.

## 6.2 OVERIGE WERKZAAMHEDEN.

### F 27 keuring en ontwikkeling.

Vooraf na half mei moest een belangrijk deel van de werktijd worden besteed aan medewerking aan een programma voor de sterktecontrole van de F 27 vóór de eerste vlucht.

Vorbereidingen werden getroffen voor een duurproef op de pneumatische installatie van het F 27 onderstel. Hiertoef werd een bok ontworpen, waarin het complete onderstel (hoofdwieien en neuswiel) zal worden opgehangen en beproefd. Een schakelrol voor automatisering van de proef werd ontworpen en de rekstrookmetingen werden voorbereid.

Proeven werden gedaan met een vetdemper van een pneumatische intrekstijl ter beoordeeling van de invloed van de temperatuur op de werking van de demper.



## 7. SECTIE VLIEGTUIGEN

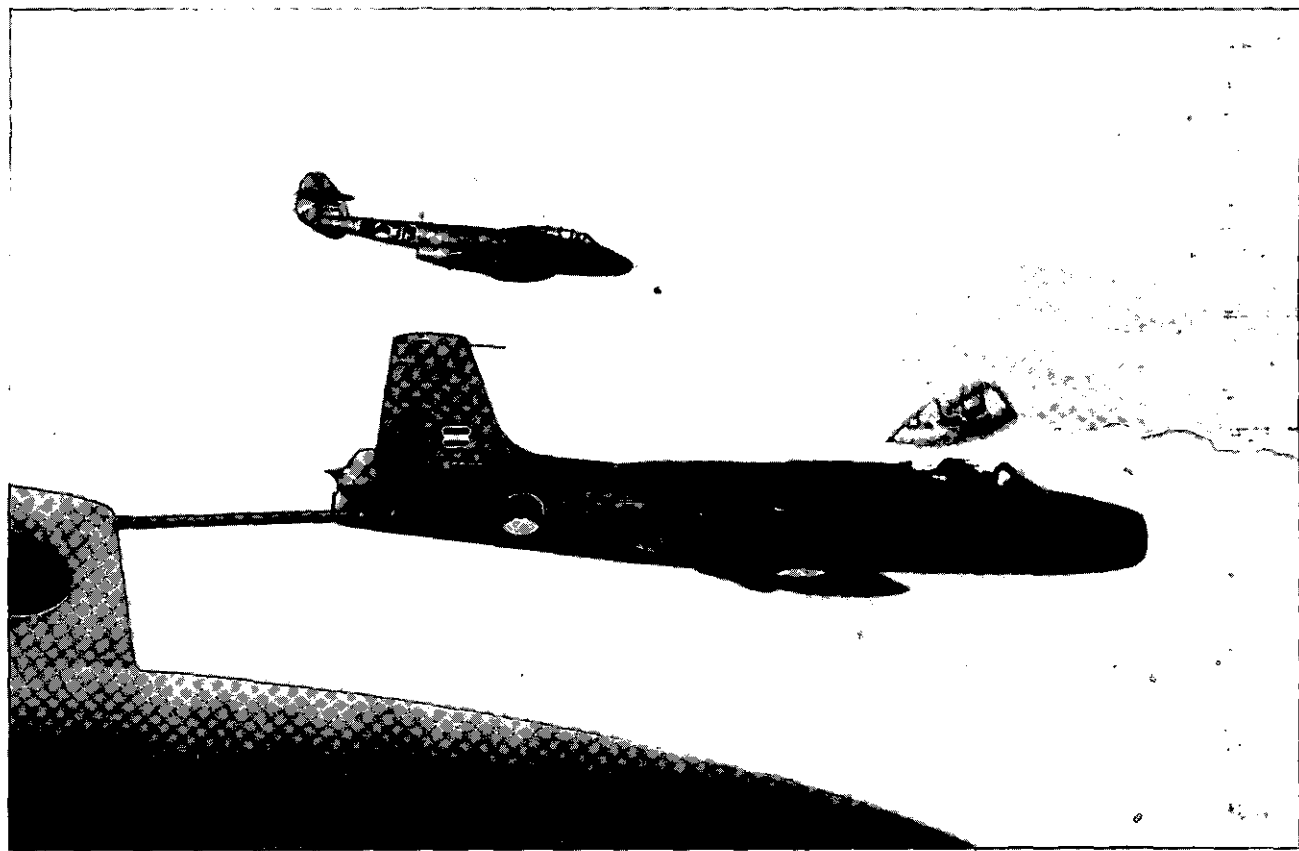
### 7.1 ONDERZOEKINGEN.

Meer en meer wordt de kennis van de dynamische stabiliteitseigenschappen van belang voor het ontwerpen van vliegtuigen. Moderne vliegtuigen tonen bv. sterker dan vroeger de neiging slingeren uit te voeren van zodanige frequentie en amplitude dat zij door de vlieger niet meer met behulp van stuurorganen kunnen worden onderdrukt en dat daardoor het vliegtuig in sommige gevallen ongeschikt voor het doel moet worden geacht. Ook wanneer dergelijke eigenschappen door een automatische stabilisatie-inrichting moeten worden verbeterd, is het noodzakelijk de eigenschappen van het vliegtuig zelf te kennen om een goede aanpassing van de automaat aan het vliegtuig mogelijk te maken.

De in het vorige jaar begonnen studie van de meettechnieken voor het bepalen van de dynamische eigenschappen van vliegtuigen, meer in het bijzonder voor de z.g. responsiemetingen, werd voortgezet.

Een tweede serie responsiemetingen met het Siebel laboratoriumvliegtuig werd uitgevoerd waarbij mede dank zij de ervaringen bij de eerste serie opgedaan, bevredigende resultaten werden bereikt, die vergeleken kunnen worden met uitkomsten van berekeningen voor dit vliegtuigtype. Tevens werd thans een beter inzicht verkregen in de bruikbaarheid van verschillende methoden die voor de uitwerking van de metingen kunnen worden toegepast. Een rapport over een en ander is in bewerking.

Een onderzoek werd ingesteld naar de invloed van de elastische vervorming van vliegtuigen met slanke pijlvormige vleugels op de statische langsstabiliteits- en besturingseigenschappen bij hoge subsone snelheden. Een vereenvoudigde methode voor de berekening van de in verschillende vliegtuigtoestanden optredende draagkrachtverdeling en daarbij behorende vervorming, bleek bij vergelijking met een exacte berekeningsmethode bevredigende resultaten op te leveren. De gevolgen van de elastische vervormingen voor de statische langsstabiliteit en besturingseigenschappen bleken in het beschouwde snelheidsgebied niet van grote betekenis te zijn.



*De stuurhutkap van de S 14-Machtrainer onmiddellijk na het lossen in de vlucht. Bij de proef bleek de kap ook in ongunstige vliegtoestanden veilig te kunnen worden afgeworpen.*

Een literatuurstudie van de langsstabiliteits- en besturingseigenschappen bij vliegtuigen met pijl- en deltavleugels in het transsonen en laagsupersonen gebied werd uitgevoerd. Een rapport over deze studie is in bewerking.

### **Vliegproeven.**

#### **Prototype F-27.**

Aan het einde van het jaar werd begonnen met de fabrieksproeven waarbij het NLL de instrumenten en uitwerking van het meetmateriaal verzorgde. De omvangrijke apparatuur en het grote aantal metingen dat per vlucht daarmede wordt uitgevoerd, maken dat het voorbereiden en uitwerken van deze metingen veel mankracht en een goede organisatie vereisen o.m. ook om de resultaten op korte termijn na iedere vlucht beschikbaar te kunnen stellen. Tot nog toe kan aan de in dit opzicht gestelde eisen worden voldaan.

#### **Prototype S-14 Nene.**

Een aantal metingen aan dit vliegtuig werd nog uitgevoerd, omvattende enkele fabrieksmetingen en een deel der vluchten ter beoordeling van de prestaties. Ten gevolge van veelvuldige onderbrekingen in verband met demonstraties e.d. konden de metingen ter beoordeling van prestaties en vliegeigenschappen nog niet geheel worden beëindigd; zij zullen in het komende jaar worden afgesloten.

#### **S-14 Derwent.**

Met een vliegtuig uit de serieproductie werden prestatie-metingen uitgevoerd; tevens werd medewerking verleend bij de fabrieksproeven ter bepaling van de plaatsingsfout van het snelheids- en drukmeetsysteem. Vervolgens werden metingen in de vlucht verricht van het afwerpen van de stuurhutkap. De baan van de kap t.o.v. het vliegtuig werd met behulp van een snellopende en van een normale filmcamera vanuit twee begeleidende Meteor-jagers vastgelegd. Het geheel had een uiterst bevredigend verloop. De op ware-grootte bepaalde beweging van de kap kon worden vergeleken met die welke vroeger afgeleid was uit metingen in de windtunnel van het NLL en in een open-straaltunnel in het buitenland. Over een en ander wordt een instructiefilm samengesteld.

### **Zweefvliegtuigen.**

Een kwalitatieve beoordeling werd gegeven van de vliegeigenschappen van een tweepersoons vliegtuig voor beginopleiding.

### **In bedrijf zijnde vliegtuigen.**

Enige oriënterende metingen werden verricht omtrent een onverklaarde neiging tot rollen die zich bij een bepaald vliegtuig op een bepaald ogenblik begon voor te doen.

Met een exemplaar van een vliegtuigtype werden, mede aan de hand van tevoren uitgevoerd windtunnelmetingen, proeven gedaan om een plaats te vinden op de rompneus, waar een voor beïnvloeding door invalshoek en vliegsnelheid gevrijwaarde meting van de statische druk zou kunnen plaats vinden.

Enige geluidsmetingen zijn uitgevoerd aan een verkeersvliegtuig teneinde de resultaten van verschillende maatregelen ter beperking van geluidshinder onderling te kunnen vergelijken.

### **Siebel laboratoriumvliegtuig.**

Het onderzoek van de invloed van spleten in de vleugelwortel ter beïnvloeding van de eigenschappen van het vliegtuig bij grote invalshoek werd uitgevoerd. Het primaire doel hiervan was na te gaan in hoeverre de resultaten op ware grootte overeenkwamen met die van eerder verrichte windtunnelmetingen en tevens om een eventuele invloed van de spleten bij hoge snelheden te bepalen.

Er bleek dat de overeenstemming bevredigend was.

Het vliegtuig werd voorts gebruikt voor de beproeving van de apparatuur en het onderzoek van meetmethoden welke bij de prototypebeproeving van de F 27 zullen worden toegepast. In het bijzonder de methoden voor prestatiemetingen in niet-stationaire vlucht zijn zeer aantrekkelijk wegens de ermede bereikbare besparing op de vliegtijd. Echter dienden deze methoden te voren goed bestudeerd te worden omdat zij m.n. bij een verkeersvliegtuig met relatief hoge motorbelasting hoge eisen stellen aan de nauwkeurigheid waarmede versnellingen e.d. gemeten moeten worden. Nadat verschillende verbeteringen aan de apparatuur waren aangebracht waren de uiteindelijk met het Siebel vliegtuig bereikte resultaten bevredigend.

Naast het gebruik als laboratoriumvliegtuig heeft het toestel voorts goede diensten bewezen bij de opleiding van vliegtuigbouwkundige studenten waarvoor het ten gebruike aan de Technische Hogeschool werd afgestaan.

### **Overige onderzoeken.**

Een aanvang werd gemaakt met een oriënterende studie over ijsafzetting op vliegtuigen en de voor het beoordelen van de werking van ijsbestrijdingsinstallaties toegepaste methoden en nodige apparatuur. Dit vraagstuk zal nl. in de naaste toekomst voor de ontwikkeling van de F 27 aan de orde komen. Maatregelen voor het verkrijgen van deze apparatuur werden reeds getroffen.

Voor de ontwikkeling van een op een startbaan aan te brengen noodreminstallatie voor vliegtuigen, die tijdens een ongunstige start of landing de baan zouden aflopen, werden een groot aantal proeven gedaan.

Een systeem voor een optisch-electronische daalsnelheidsmeter waarmede ogenblikkelijk van de grond af daalsnelheden (c.q. ook horizontale snelheden) op lage hoogte kunnen worden bepaald, werd ontwikkeld. Een eerste proefopstelling gaf bevredigende resultaten.

Enige metingen omtrent versnellingen optredende aan het onderstel van een vliegtuig tijdens een gesimuleerde landing op een vliegdek werden verricht.

Een rapport over de invloed van machgetal en hoogte op de plaatsingsfout van vliegsnelheidsmeetinstallaties is in bewerking. Een onderzoek van methoden voor de bepaling van de traagheidsfout in dergelijke installaties werd met het opstellen van een handleiding afgesloten.

## **7.2 APPARATUUR.**

Zeer veel aandacht vereiste de voorbereiding voor de apparatuur, met name wel die bestemd voor de vliegproeven met de F-27, waarmede aan het einde van het verslagjaar een aanvang kon worden gemaakt.

Een tweetal speciale automatische waarnemers welke een zeer groot aantal instrumenten kunnen bevatten, met de bijbehorende regel- en synchronisatieapparatuur kwamen gereed. Reeds in een vroeg stadium van bouw werden door het NLL temperatuurmeetstrookjes, rekstrookjes, roerstandmeters e.d. op later moeilijk toegankelijke plaatsen in het vliegtuig aan-

gebracht. Voor het meten van de temperatuur op een groot aantal plaatsen, m.n. in de nabijheid van de motor, werd een automatische aftastschakelaar voor de vele temperatuurstrookjes geconstrueerd, teneinde met een beperkt aantal aanwijsinstrumenten te kunnen volstaan.

Bovendien werden voorbereidingen getroffen om op verschillende plaatsen een indruk van de temperatuur te kunnen krijgen met behulp van temperatuurgevoelige laksoorten.

Voor drukmetingen aan verschillende installaties in het vliegtuig werden drukmeetelementen in gereedheid gebracht. In het kielvlak is een camera ingebouwd geschikt voor optische waarneming van doorbuigingen van het stabilo en voor observatie van de stroming over de vleugel. Daarnaast werden rekstrookjes met bijbehorende apparatuur geïnstalleerd voor meting van stuurkrachten en van spanningen in constructiedelen.

Voor een in de toekomst te verrichten onderzoek van remousbelastingen bij de F 27 zijn statistische versnellingsmeters in de romp van het vliegtuig aangebracht terwijl voorts meetelementen in gereedheid gebracht worden teneinde door metingen op enkele plaatsen in de vleugel de gegevens te verzamelen, nodig voor een juiste interpretatie van de resultaten van de statistische metingen.

Een zeer nauwkeurige gyroscopische langshellingmeter en een zonnestandcamera ter controle van deze meter, verschillende nauwkeurige versnellingsmeters, invalshoekmeters e.d. werden in gereedheid gebracht voor de uit te voeren prestatiemetingen met het F-27 vliegtuig. Deze instrumenten zijn bij het eerder genoemde onderzoek van de meetmethode zelf, uitgevoerd met het laboratoriumvliegtuig, grotendeels tegelijkertijd beproefd.

Het plannen van het instrumentarium en het aanbrengen van automatische waarnemers, meetelementen, bedradingen etc. tijdens de steeds verder voortschrijdende bouw van het prototype, zijn mede dank zij een uitstekende wederzijdse samenwerking van fabriek en laboratorium tot volle bevrediging geschied. Een vlot verloop als bereikt bij de eerste serie proefvluchten zou zonder deze uitgebreide instrumentering en de zorgvuldige voorbereiding niet mogelijk zijn, geweest.

Met het oog op de mogelijkheid dat t.z.t. een beroep zou worden gedaan op het NLL voor het beschikbaar stellen van een brandstofverbruiksmeter voor de vliegproeven met de F-27, werden enige onderzoeken uitgevoerd om na te gaan

welke wijzigingen voor dit doel aan het bestaande ontwerp nodig zouden zijn.

Wat de laboratoriumuitrusting betreft dient het volgende vermeld te worden.

De lineaire analog computer die in het verslagjaar in gebruik werd genomen heeft reeds vele en nuttige diensten bewezen. Aangezien een niet onbelangrijk deel van de vraagstukken die voor behandeling er op werden aangeboden nog niet kon worden verwerkt omdat zij elementen van een niet-lineair karakter bevatten, is een studie gemaakt van de onderdelen die door de leveranciers worden aangeboden om dergelijke problemen op deze rekenmachine te kunnen behandelen. Geconcludeerd werd dat het aanbeveling zou verdienen zo spoedig mogelijk tot aanschaffing van althans enige van deze elementen over te gaan teneinde in staat te zijn daarmee ervaring op te doen en mogelijk reeds in enkele gevallen berekeningen van een niet-lineair karakter te kunnen uitwerken. Een rapport over de toepassingsmogelijkheden van de huidige machine kwam gereed en werd onder belanghebbenden verspreid.

Voor het iken van versnellingsmeters is een ijkinstallatie van groter nauwkeurigheid en meetgebied in bedrijf genomen, welke tot nu toe goed voldoet.

### 7.3 OVERIGE WERZAAMHEDEN.

In opdracht van de Rijksluchtvaartdienst werden verschillende werkzaamheden uitgevoerd waaronder: een onderlinge vergelijking van bij de KLM, het KNMI en het NLL in gebruik zijnde barometers, medewerking bij het controleren van de radar-naderingsinstallaties op Schiphol etc.

Voor de KLM werden o.m. verschillende berekeningen uitgevoerd omtrent de start eigenschappen van een verkeersvliegtuig bij bepaalde vliegtuigtoestanden en omtrent de naderings- en landingsbaan onder bepaalde meteorologische condities. Voorts werd een literatuuronderzoek ingesteld naar de invloed van remous op de landingssnelheid en de uitzweefbaan voor vier verschillende typen van verkeersvliegtuigen.

In de loop van het jaar werden enige bijdragen geleverd voor uitbreiding van het door de AGARD uitgegeven „Flight Test Manual“, in welke bijdragen de algemene grondslagen van systemen voor het meten van verschillende grootheden bij

vliegproeven, zoals versnellingen, drukken etc. worden beschreven.

Het onderhoud van het Siebel laboratoriumvliegtuig vond normaal voortgang; terwijl het vliegtuig in het verslagjaar wederom in aanzienlijk grotere mate werd gebruikt dan in het vorige jaar, werden geen bijzondere moeilijkheden onderhouden. Het is thans gelukt een meer definitieve regeling voor stalling op Schiphol te verkrijgen, waardoor een grote tijdsbesparing wordt verkregen voor personeel belast met onderhoud en proefnemingen t.o.v. de vroegere toestand, waarbij het vliegtuig op Soesterberg was ondergebracht.

In het verslagjaar werden 615 instrumenten geijkt waarvan 486 direct voor of in verband met opdrachten.



## 8. SECTIE HEFSCHROEFVLIEGTUIGEN

---

### 8.1 ONDERZOEKINGEN.

#### Prestaties.

De literatuurstudie over de berekening van de prestaties in stationaire vlucht, meer speciaal gericht op helicopters met stuwstraalmotoren, kwam gereed. Een rapport hierover werd opgesteld. In samenwerking met de sectie Verbranding werd verder een studie verricht omtrent de prestaties van de stuwstraalmotoren zelf en de invloed die verschillende constructieve grootheden alsmede de atmosferische omstandigheden op deze prestaties hebben. Met behulp van de resultaten van deze onderzoeken zal het o.m. mogelijk zijn prestatiemetingen aan helicopters te herleiden naar andere omstandigheden.

De methoden voor de berekening van start- en landingeigenschappen van hefschroefvliegtuigen werden in studie genomen, i.h.b. met betrekking tot de start van tweemotorige helicopters waarbij met het stoppen van één motor rekening moet worden gehouden en met betrekking tot autorotatielandingen. Voor het uitwerken van concrete gevallen werden de gegevens van een tweemotorig vliegtuig verzameld. De berekeningen worden thans uitgevoerd.

#### Stabiliteit en besturing.

Een literatuurstudie omtrent stabiliteit en besturing werd verricht; een uitvoerig rapport hierover is in bewerking.

#### Stuwstraalmotoren.

Een experimenteel onderzoek wordt uitgevoerd naar de invloed van de opstelling van stuwstraalmotoren aan de bladtippen op de mate waarin de verbrandingslucht van een motor door de voorafgaande motor is verhit en verontreinigd.

Beide verschijnselen hebben nl. een ongunstige invloed op de prestaties. Het onderzoek wordt uitgevoerd aan een model, zowel in stilstaande lucht als in de windtunnel, waarbij de stroming om de tippen met rooksluizen zichtbaar wordt gemaakt.

Voorts wordt een experimenteel onderzoek uitgevoerd

naar de verschijnselen die kunnen optreden in de brandstofleiding naar de stuwstraalmotoren t.g.v. de zeer grote centrifugale versnellingen die aan de bladeinden optreden. Een proefopstelling werd gebouwd en in beproeving genomen.

### **Trillingen.**

Aan het einde van het verslagjaar werden enige oriënterende metingen verricht met een dynamisch gelijkvormig model van een blad onder belasting door centrifugaalkracht.

## **8.2 APPARATUUR.**

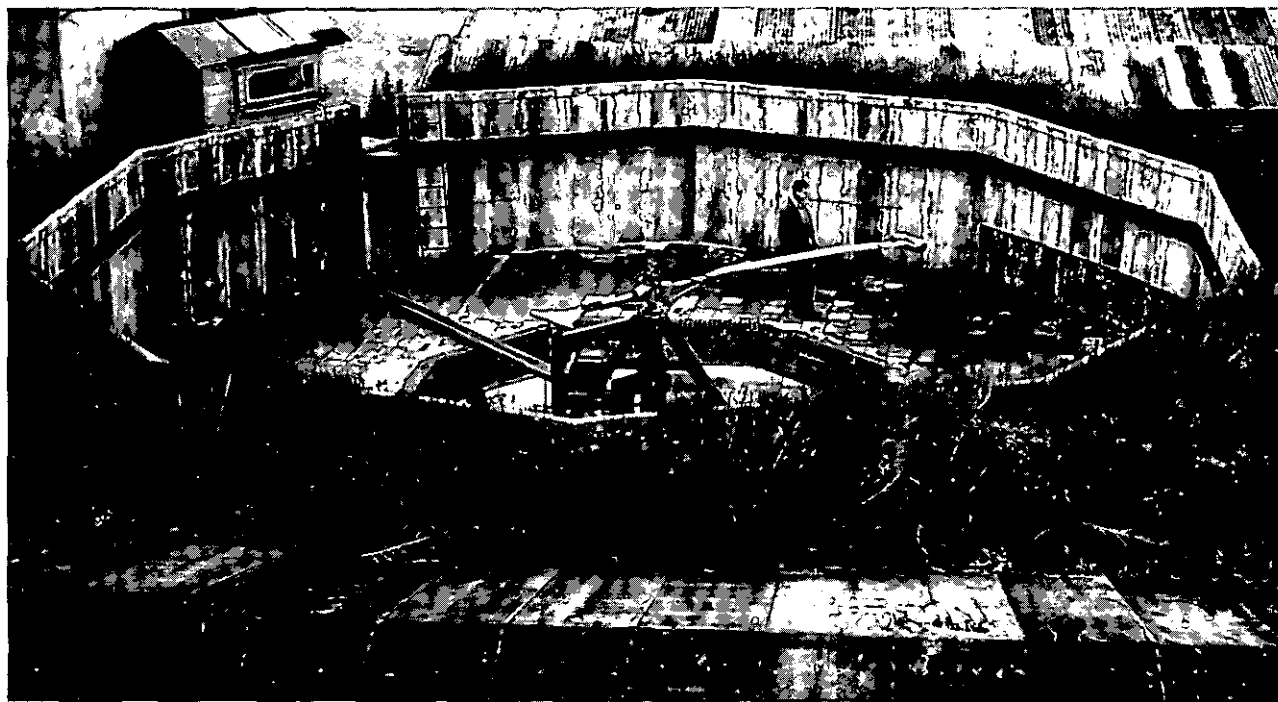
De draaiende proefbank voor hefschroeven en stuwstraalmotoren moest i.v.m. de terreinbehoeften voor de nieuwbouw worden verplaatst.

Voor het waarnemen van het gedrag van rotorbladen en stuwstraalmotoren in bedrijf, werd een opstelling van een filmcamera op de rotor van een hefschroefvliegtuig ontwikkeld en op de proefbank onderzocht. De resultaten waren bevredigend. Bewegingen van het blad en de stuwstraalmotoren konden worden waargenomen en geanalyseerd.

Met het oog op de uitvoering van rek- en spanningsmetingen aan draaiende rotoren in de vlucht, werd de inrichting van rekstrookmeetapparatuur voor dit doel bestudeerd. Enige oriënterende proeven werden op de proefbank genomen.

## **8.3 OVERIGE WERKZAAMHEDEN.**

Voor het „NATO Flight Test Manual” uitgegeven door de AGARD werd een bijdrage omtrent ervaringen bij trillingsonderzoek aan helicopters samengesteld.



*De draaiende proefbank voor onderzoek van hefschroeven en stuwstraalmotoren voor helicopters.*

## 9. SECTIE VLIEGENDE MODELLEN

---

### 9.1 ONDERZOEKINGEN.

Deze sectie werd twee jaar geleden ingesteld met het doel de in het buitenland reeds vrij veel gevolgde techniek van proeven aan vrijvliegende modellen i.h.b. bij hoge snelheden, ook bij het NLL te introduceren. Eensdeels wordt deze techniek toegepast voor het doen van aerodynamische metingen teneinde een controle te kunnen uitvoeren op resultaten van windtunnelmetingen waarbij wandinvloeden op het model-onderzoek de resultaten kunnen vertroebelen. Anderdeels biedt de methode der vrijvliegende modellen de mogelijkheid ook metingen omtrent het dynamische gedrag, de besturingseigenschappen, de belastingen en de fluttereigenschappen aan modellen van vliegtuigen en projectielen uit te voeren welke in het laboratorium onmogelijk zouden zijn.

De tot nog toe door de sectie verrichte werkzaamheden waren hoofdzakelijk gericht op het opdoen van ervaringen met deze technieken en op de opbouw van het daarvoor in eerste aanleg nodige instrumentarium.

In vervolg op de in het vorige jaar uitgevoerde metingen werden nog enige modellen van het NACA standaardmodel RM-10 gelanceerd. Een van deze was in metaal uitgevoerd, de overige in hout. De verkregen resultaten van de bepaling van de weerstandscoefficiënt bij invalshoek nul werden onderling en met door het NACA gepubliceerde resultaten vergeleken voor het snelheidsgebied van Machgetal 0,9 tot 1,3. In aanmerking nemende de nog zeer eenvoudige wijze van baan- en snelheidsbepaling waren de resultaten bevredigend.

De proeven werden uitgevoerd op het proefterrein Petten met de aldaar aanwezige ballistische camera's, door welwillende medewerking van de Commissie van Proefneming van de Koninklijke Landmacht.

Teneinde in de naaste toekomst over ervaring te kunnen beschikken omtrent het onderzoek van manoeuvres van vliegende modellen, m.n. ten aanzien van hun stabiliteits- en besturingseigenschappen en de in het model optredende belastingen, is het ontwerp van een vrijvliegend model met stuurmechanisme in studie genomen, waarbij het roer door een vooraf ingesteld programmeermechanisme zal worden bediend.

Tevens zal dit model zodanig worden uitgevoerd dat hierbij niet alleen van fotografische waarneming doch ook van de binnenkort beschikbaar komende radar- en telemeterapparatuur gebruik zal kunnen worden gemaakt. Een aanvang is gemaakt met de constructie van dit model.

## 9.2 APPARATUUR.

### Telemeterapparatuur.

De in het vorige jaar begonnen studie van telemeter-systemen geschikt voor het uitvoeren van metingen in het vliegende model, leidde er toe dat een keuze is bepaald op een in de handel verkrijgbaar type van telemeterinstallatie. Het zal mogelijk zijn met deze apparatuur metingen van zeer verschillend karakter in het model uit te voeren zoals drukmetingen, invalshoekmetingen, versnellingsmetingen, standmetingen, temperatuurmetingen, etc. De apparatuur was aan het einde van het jaar gedeeltelijk geleverd en overigens voor aflevering gereed.

Een mobiele opstelling voor deze apparatuur in een aanhangwagen is gereed gemaakt.

### Baan- en snelheidsbepaling.

Aangezien bepaling van de baan langs fotografische weg alléén niet steeds bevredigend is, is de studie van methoden voor baan- en snelheidsbepaling van een model van de grond af voortgezet. Er is gebleken dat een voor het NLL voor de naaste toekomst geschikte oplossing deze is, dat gebruik wordt gemaakt van een Doppler-radarinstallatie voor bepaling van de snelheidscomponent in de richting van de voerstraal van het model naar het waarnemingspunt en van een automatische volgradar voor het bepalen van de richting van deze voerstraal. De optische waarnemingen en de radargegevens kunnen dan naar gelang van de omstandigheden, als wederzijdse controle c.q. aanvulling dienen. Genoemde radarinstallaties kunnen grotendeels uit bestaande en als dumpgoederen verkrijgbare onderdelen worden opgebouwd.

Met de samenstelling van de Doppler-radarinstallatie zijn reeds goede vorderingen gemaakt. Onderdelen voor de volgradar zijn grotendeels verzameld. Bij de constructie wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van uit het buitenland verkregen inlichtingen.

Beide installaties zullen, tezamen met de telemeter-installatie in mobiele opstelling worden uitgevoerd, waarvoor reeds een tweetal aanhangwagentjes beschikbaar is. In de behoefte aan een geschikt mobiel voedingsapparaat is inmiddels ook voorzien.

Naar gehoopt wordt zal met radar- en telemeterinstallatie in het volgende jaar een uitrusting verkregen zijn, waarmee aan de in eerste instantie te stellen eisen voor proeven met vrijvliegende modellen en projectielen hier te lande kan worden voldaan en waarmee op elke, voor de proeven meest geschikt geoordeelde plaats, kan worden gewerkt.

### **Flitsverlichting.**

Het in het vorige jaar ontwikkelde flitsverlichtingssysteem met eenvoudige telemetervoorziening voor registratie van de flitstijden, een en ander ter verbetering van de optische waarnemingsmethode, werd beproefd. Hoewel de optische waarneming mislukte, waarschijnlijk t.g.v. het niet loskomen van model en uitgebrande aandrijfkrak, kon geconstateerd worden dat de flitsverlichting met telemeterzender goed gefunctioneerd had. Hoewel te voren bij de gebruikte modellen steeds goede lossing was verkregen door de aerodynamische krachten alléén, werd een eenvoudig mechanisme ontwikkeld om in de toekomst van een goede lossing verzekerd te zijn.

## 10. SECTIE VERBRANDING

---

### 10.1 ONDERZOEKINGEN.

Het onderzoek ten behoeve van de ontwikkeling van stuwstraalmotoren voor het hefschroefvliegtuig van de Nederlandse Helicopter Industrie werd voortgezet.

Op de draaiende proefbank werden de resultaten van verschillende wijzigingen en nieuwe ontwikkelingen, m.n. ten aanzien van prestaties en brandstofverbruik, onderzocht. Hierbij werd een beter inzicht in de verschijnselen verkregen en werden verbeteringen van de prestaties van deze motoren bereikt.

Op de statische proefbank werd het experimentele onderzoek van de verbrandingsprocessen in een stuwstraalmotor voortgezet. De meetmethoden werden verbeterd. Het verbrandingsrendement in een stuwstraalmotor werd bepaald in afhankelijkheid van brandstoftoevoer, luchtsnelheid en verstuivertype, terwijl door meting van het drukverloop in de motor een betere indruk van de interne stroming werd verkregen.

De invloed van verschillende constructieve wijzigingen aan de motor (vlamhoudertype, voorverwarming brandstof) op het verbrandingsrendement, werd bepaald.

Hoewel deze onderzoeken reeds veel waardevolle gegevens hebben opgeleverd, is het noodzakelijk gebleken de proefbank te verbeteren m.n. ten aanzien van de snelheidsverdeling over de dwarsdoorsnede van de aanstromende lucht, teneinde in staat te zijn ook kwantitatief meer betrouwbare resultaten te verkrijgen. Metingen bij een verbeterde aanstroming worden thans voortgezet.

De theoretische studie van de prestaties van stuwstraalmotoren en de invloed van variatie van afmetingen en atmosferische omstandigheden daarop, werd afgesloten. De resultaten hiervan kunen goede diensten bewijzen bij de herleiding van metingen aan een hefschroefvliegtuig naar andere omstandigheden.

## 10.2 APPARATUUR.

De statische proefbank werd geschikt gemaakt voor het uitvoeren van druk- en temperatuurmetingen; de snelheidsverdeling in de aanstromende lucht werd verbeterd door toepassing van een diffusor met contractietuit en susgaas. Aangezien deze proefbank binnenkort ook verplaatst zal moeten worden, werd een ontwerp van een verbeterde opstelling in een laboratoriumruimte gemaakt. Er is daarbij ook aandacht aan het lawaai-probleem geschonken.

Een studie van de mogelijkheden voor het meten van druk en temperatuur van de inlaatlucht op de draaiende proefbank leidde tot de keuze van een bepaald meetsysteem. De aanschaffing en gedeeltelijke aanmaak van de apparatuur hiervoor werd grotendeels voorbereid.



## 11. DIENSTEN

---

### 11.1 AERODYNAMISCH KAARTSYSTEEM (C.A.M.).

Deze door het NLL met aanbeveling van de AGARD als proef opgezette catalogus van internationaal gepubliceerde aerodynamische metingen heeft thans twee jaar gefunctioneerd.

Aan het einde van het jaar waren 36 (v.j. 34) abonné's ingeschreven, vrijwel allen in het buitenland. In totaal werden dit jaar 900 (v.j. 700) kaarten uitgegeven, zodat de gehele catalogus, ter beschikking van iedere abonné, thans 2100 kaarten omvat.

Op verzoek van een aantal instanties is het systeem, dat tot nu toe ingericht was voor een eenvoudige pensortering met randponsgaten, ook geschikt gemaakt voor mechanische sortering (Hollerith). Verschillende lijsten betrekking hebbende op de werkwijzen met het systeem kwamen gereed. Een compleet rapport met beschrijving en werkwijzen volgens de laatste verbeteringen is in bewerking.

Ter bevordering van de bekendheid met het bestaan van dit kaartstelsel werden in de loop van het jaar aan verschillende mogelijke belanghebbenden beschrijvingen en rapporten toegezonden en werd een bijdrage geleverd over dit onderwerp op het Congrès International des Bibliothèques te Brussel.

### 11.2 CENTRALE LUCHTVAART DOCUMENTATIE-DIENST (C.L.D.).

Deze documentatiedienst welke door het NLL wordt uitgevoerd met medewerking van de belangrijkste luchtvaartbedrijven en -instellingen hier te lande, geeft een kaartstelsel uit dat op publicaties over het gehele luchtvaartgebied met zijn nevengebieden betrekking heeft (200 tijdschriften en ca. 1500 rapporten per jaar) en functioneert nu reeds 7 jaar.

Dit jaar werden 13.156 (v.j. 12.870) kaarten aan deelnemers en abonné's verzonden. De productie neemt gedurende de laatste jaren gestadig toe, zowel wegens de grotere toevloed van literatuur bij het NLL als ten gevolge van betere samenwerking met de deelnemers.

De Commissie van Toezicht, bestaande uit vertegenwoordigers van het NLL en de deelnemers (Fokker, KLM, RLD, Kon. Luchtmacht) vergaderde enige malen om beheer en gang van zaken te bespreken.

Naast het NLL en de 4 genoemde deelnemers zijn nog 14 bedrijven en instellingen geheel of gedeeltelijk op dit kaart-systeem geabonneerd, waaronder één in Suriname en één in het buitenland.

Door het hoofd van de documentatiedienst wordt m.n. via de AGARD-documentatiecommissie, een intensief internationaal contact onderhouden, waarbij gestreefd wordt naar uitbreiding van de onderlinge samenwerking van de centrale diensten in de op luchtvaartgebied belangrijkste landen.

Gehoopt wordt dat op den duur door onderlinge uitwisseling het werk van ieder der diensten afzonderlijk belangrijk kan worden beperkt.

Eén van de moeilijkheden blijkt hierbij te zijn dat ieder van deze diensten volgens een eigen classificatiecode werkt, waartoe ook het NLL destijds gedwongen is overgegaan omdat de Universele Decimale Classificatie op luchtvaartgebied grote tekortkomingen vertoonde. Aangezien aan het verbeteren der UDC inmiddels ook met kracht wordt gewerkt heeft de Commissie van Toezicht, op advies van de Commissie voor Classificatie van Luchtvaartliteratuur, besloten geleidelijk tot toepassing van de UDC, op de daarvoor in aanmerking komende luchtvaartgebieden over te gaan.

Gehoopt wordt dat mede hierdoor de gebruikerskring van de CLD. zal toenemen.

## 11.3 BIBLIOTHEEK EN PUBLICATIES.

Statistisch overzicht bibliotheek:

|                                   |   |      |             |
|-----------------------------------|---|------|-------------|
| Uitleningen (intern)              | : | 8194 | (v.j. 6942) |
| Uitleningen (extern)              | : | 1746 | (v.j. 1668) |
| Literatuuraanvragen (naar buiten) | : | 269  | (v.j. 423)  |
| Aanwinsten (rapporten en boeken)  | : | 2700 | (v.j. 2380) |
| Aantal gebonden jaargangen        | : | 86   | (v.j. 95)   |

Met behulp van het nieuwe filmafleesapparaat is een nieuwe catalogisering van het aanwezige microfilm-materiaal opgezet, zodat dit nu ook voor iedereen toegankelijk is.

Voor een overzicht van gereedgekomen rapporten wordt verwezen naar 1.5. Een lijst van in 1955 verschenen publicaties is aan het einde van dit verslag opgenomen.

## 11.4 ELECTRONISCH LABORATORIUM.

Het laboratorium verzorgde de ontwikkeling en bouw van elektronische apparatuur voor verschillende secties. Van de werkzaamheden kunnen als belangrijkste de volgende worden genoemd:

### Apparatuur voor vliegproeven.

De ontwikkeling van een veelkanalige rekstrookapparatuur voor gebruik in vliegtuigen vond verdere voortgang. Een proefapparaat wordt thans samengesteld.

Een aantal elektronische stuurkrachtmeters van verbeterd type werd gebouwd.

Enige zelfinstellende meetbruggen met directe aanwijzing o.a. voor metingen met rekstrookjes, gebouwd volgens een van het Wright Air Development Center verkregen ontwerp, worden, na uitvoerige beproeving en daaruit voortgevloeide wijzigingen, thans in definitieve vorm samengesteld.

Een servo-indicator, behorende bij een zeer nauwkeurige versnellingsmeter werd geconstrueerd en voldeed goed.

Voor toepassing bij versnellingsmetingen in remous in de vleugel van de F 27, werd een laag-doorlatend filter voor de elektrische versnellingsmeters geconstrueerd.

## 11.5 MODELCONSTRUCTIE.

De aandacht was ook dit jaar nog hoofdzakelijk gevestigd op de machinale bewerking van modellen met copiërende werktuigen en op de toepassing van kunststoffen bij de modellenfabricage.

Voor de bestelde copieersleeschaafbank werd de fundatie gereed gemaakt; gehoopt wordt dat de machine in de loop van het volgende jaar in gebruik zal kunnen worden genomen.

De studie van een copieërfreesmachine van het z.g. „rotating barrel” type werd voortgezet. Een specificatie voor een zodanige machine werd opgesteld. Na overleg met verschillende fabrieken hier te lande is aan één van deze opdracht tot vervaardiging van een machine gegeven.

De studie van de toepassing van kunststoffen voor modelbouw werd voortgezet. In het bijzonder werd aandacht geschonken aan de methoden ter vervaardiging van vrijvliegende modellen van warmtebestendig polyesterhars. Hoewel enige vorderingen op dit gebied gemaakt werden bleek de vervaar-

diging van goede matrijzen nog aanzienlijke moeilijkheden op te leveren.

## **11.6 WINDTUNNELAPPARATUUR.**

De studie van rekstrookbalansen i.h.b. voor toepassing in de hoge-snelheidstunnels van het NLL, werd voortgezet. Een rapport over verschillende systemen van balansen met hun voor- en nadelen is opgesteld.

Een rekstrookbalans voor gebruik bij het meten van een AGARD standaardmodel werd vervaardigd en werkte bevredigend. Voorts werden enige balansen voor het bepalen van roermomenten aan windtunnelmodellen gebouwd.

Een ijkinstallatie voor rekstrookbalansen werd geconstrueerd en beproefd. Enige wijzigingen bleken nog wenselijk te zijn. De beproeving wordt voortgezet.

De installatie voor sliertenoptiek voor de „Pilottunnel” kwam gereed en werkte bevredigend. Bij de beproeving werd tevens de bestaande vonkinstallatie voor zeer korte belichtingstijd onderzocht, welke tevoren op verschillende punten was verbeterd.

Een studie werd gemaakt van de verschillende meet- en waarnemingsinstallaties nodig voor de in aanbouw zijnde hoge-snelheidstunnel (HST). Een rapport over de mogelijkheden voor sliertenoptiek in deze tunnel werd opgesteld. Een uitvoerige studie werd voorts gemaakt inzake systemen voor automatische digitalisatie van waarnemingen in de HST met het doel de resultaten van metingen direct in een vorm te kunnen krijgen geschikt voor verdere (automatische) numerieke bewerking. Een proefapparaat voor het digitaliseren van de aanwijzing van registrerende apparaten werd gebouwd en beproefd en werkte bevredigend.

## **11.7 REKENBUREAU.**

Het normaal voorkomende aflees-, reken- en tekenwerk voor de verschillende secties werd verricht.

Uitvoerig werden verschillende systemen van automatische digitale rekenmachines bestudeerd. De wijze van programmering van een bepaald voor het NLL in aanmerking komend type werd verder in detail uitgewerkt. Gehoopt wordt dat het NLL in een nabije toekomst de beschikking over een dergelijke machine zal kunnen krijgen, welke, naar uit de onderzoeken is gebleken, zeer veel nut zal kunnen ople-

veren, m.n. ook bij het uitwerken van meetresultaten verkregen in de nieuwe windtunnels.

#### **11.8 NIEUWBOUW (zie ook 1.3).**

De hoofdzaken over de werkzaamheden van deze dienst zijn reeds onder 1.3 vermeld. Belangrijke werkzaamheden van andere secties en diensten t.b.v. de Nieuwbouw zijn o.a. onder 4 en 11.6 genoemd. Er moge daarom hier worden volstaan met een verwijzing naar de genoemde delen van dit verslag.

## 12. BEDRIJVEN

---

De bedrijven verzorgden de tot stand koming van de door het NLL in eigen beheer uitgevoerde werkzaamheden, m.n. bouw van modellen, instrumenten, proefopstelling, etc. en reparaties aan de bestaande uitrusting.

Een condensatorbatterij ter verbetering van de arbeidsfactor van de elektrische installaties van het laboratorium, werkende op het gemeentelijke voedingsnet, werd geïnstalleerd en leverde goede resultaten op.

### 13. LIJST VAN IN 1955 VERSCHENEN PUBLICATIES

---

a) Deel XIX van de Verslagen en Verhandelingen waarin opgenomen:

- F. 141     Zaat, J. A. A One-Parameter Method for the Calculation of Laminar Compressible Boundary-Layer Flow with a Pressure Gradient.
- F. 146     Van de Vooren, A. I. and W. Eckhaus. Strip Theory for Oscillating Swept Wings in Incompressible Flow.
- F. 147     IJff, J., Bosschaart, A.C.A. and A. I. van de Vooren. Influence of Compressibility on the Flutter-speed of a Family of Rectangular Cantilever Wings with Aileron.
- F. 151     Van de Vooren, A. I. Tables of Aerodynamic Coefficients for an Oscillating Wing-Flap System in a Subsonic, Compressible Flow.
- F. 155     De Jager, E. M. Tables of the Aerodynamic Aileron-Coefficients for an Oscillating Wing-Aileron System in a Subsonic Compressible Flow.
- F. 159     Eckhaus, W. Strip Theory for Oscillating Swept Wings in Compressible Subsonic Flow.
- M. 1936     Hartman, A. and J. H. Rondeel. Static Tests and Fatigue Tests on Redux-Bonded Built-Up and Solid Light Alloy Spar Booms.
- M. 1943     Hartman, A. A Comparative Investigation on the Influence of Sheet Thickness, Type of Rivet and Number of Rivet Rows on the Fatigue Strength at Fluctuating Tension of Riveted Single Lap Joints of 24 ST Alclad Sheet and 17 S Rivets.

- S. 427 Floor, W. K. G. Investigation of the Post-Buckling Effective Strain Distribution in Stiffened Flat Rectangular Plates Subjected to Shear and Normal Loads.
- S. 445 Botman, M. and J. F. Besseling. The Effective Width in the Plastic Range of Flat Plates under Compression.

b) Gelichtdrukte en gemultigrafeerde rapporten.

- A. 1370 Buntsma, W. Investigation of the Wall Influence on a Half Model of a Swept Wing with Fuselage.
- A. 1373 Boersma, G. and J. A. Landstra. Properties of Internally Balanced and Non-Balanced Ailerons with Trim Tabs.
- F. 126 Van de Vooren, A. I. and J. IJff. Onderzoek naar de invloed van een automatische remousverzwaker op de kritieke snelheid van de Fokker F. 27.
- F. 152 De Jager, E. M. De theorie van de conische velden.
- F. 156 De Leeuw, J. H., Eckhaus, W. and A. I. van de Vooren. The Solution of the Generalized Prandtl Equation for Swept Wings.
- F. 157 Burger, A. P. On the Asymptotic Solution of Wave Propagation and Oscillation Problems.
- F. 161 Burgerhout, Th. W. De ZEBRA Deel 1. Globaal overzicht voor de programmeur.
- F. 163 Zaat, J. A. Literatuuroverzicht van de twee-dimensionale transsone stromingen.
- F. 164 De Jager, E. M. Dwarsstabiliteitsafgeleiden voor een pijlvleugel in supersonische stroming.



- F. 166      Bosschaart, A. C. A. The Influence of the Chord-, Span-, and Gear Ratios on Binary Aileron-Spring-tab Flutter.
  
- F. 167      Eckhaus, W. On the Theory of Shock Reflection on Walls with Slots.
  
- F. 170      De Jager, E. M. en A. I. van de Vooren. De theorie der smalle lichamen.
  
- M. 1969      Jacobs, F. A. and A. Hartman. The Effect of Sheet Thickness and Overlap on the Fatigue Strength at Repeated Tension of Redux Bonded 75 S-T Clad Single Lap Joints.
  
- M. 1973      Hartman, A. The Low-Temperature Strength of Redux-Bonded Single Lap Joints in 24 S-T Alclad and Clad 75 S-T.
  
- M. 1978      Comparative Investigation on the Fatigue Strength of Flexible Preformed Steel Cable.
  
- M. 1980      Klaassen, W. and A. Hartman. The Fatigue Diagram for Fluctuating Tension of Single Lap Joints of Clad 24 S-T and 75 S-T Aluminum Alloy with 2 Rows of 17 S Rivets.
  
- M. 1982      Schijve, J. and Jacobs, F. A. Fatigue Tests on Notched and Unnotched Clad 24 S-T Sheet Specimens to Verify the Cumulative Damage Hypothesis.
  
- M. 1987      Hartman, A. Mechanical Properties of Aluminium Alloys, Stainless Steel, Titanium and Titanium Alloys at Elevated Temperatures up to 450° C.
  
- M. 1995      Schijve, J. Investigation on the Ultrasonic Testing of Glued Metal Joints.

- S. 444 Besseling J. F. On the Buckling Problem in the Plastic Range for Struts and Plates. Part III. Experiments and Non-Dimensional Buckling Curves.
- S. 446 Botman, M. Shear Tests on 24 S-T Unstiffened and Stiffened Webs with Flanged Holes. Part 2.
- S. 455 Benthem, J. P. Step and Impact Loads on Some Non-Linear Structural Elements.
- S. 457 Plantema, F. J. Some Observations on Gust Load Requirements.
- S. 460 Hakkeling, B. Comparison of the British, U.S. and ICAO Strength Requirements for Flight Loads.
- S. 465 Botman, M. The Effective Width in the Plastic Range of Flat Plates under Compression. Part III.
- S. 466 Benthem, J. P. and G. de Vries. Investigation on the Strength of Redux-Bonded 75 S-T Clad Simple Lap Joints and of 24 S-T Lugs at Rapidly Applied Loads.
- V. 1650 Burgerhout, Th. and A. Pool. NACA Standard Atmosphere with Intervals of 10 m (33ft).
- V. 1671 Molier, W. J. Manual for the Measurement of Lag in Aircraft Pitot Systems.
- V. 1722 Willekens, A. J. L. An Investigation of the Dynamic Characteristics of the N.L.L. Pressure-Sensing Elements.
- V. 1725 Buhrman, J. The „tightening” phenomenon of aircraft and a few related problems.
- V. 1727 Lucassen, L. R. Study of Literature on Combustion in Ramjet Engines.

- V. 1734 Molier, W. J. Comparison of the Calculated and Measured Lag in a Few Models of Aircraft Pitot Systems.
- V. 1737 Greebe, F. W. Siebel PH-NLL, type Si 204 D-1. Metingen ter bepaling van de vervorming van de romp en het stabilo tijdens de vlucht.
- V. 1745 Buhrman, J. en A. J. Marx. Bepaling van de stabiliteits- en besturingseigenschappen van vliegtuigen door middel van responsiemetingen.
- V. 1748 Lucassen, L. R. Helicopter Ground Resonance.
- V. 1754 Kalkman, C. M. A Numerical Investigation of the Effect of Aero-Elastic Deformations on the Longitudinal Static Stability of an Aircraft with a Swept Back Wing with Large Aspect Ratio.
- V. 1761 Van Oosterom, T. Balloon Race at 's Hertogenbosch (Coupe Andries Blitz 1955). Calculation of and Check on Gas Content and Handicap Ballast of the Balloons.
- V. 1763 De Boer, I. and F. W. Greebe. Siebel PH-NLL, type Si 204 D-1. A Flight Investigation of the Effects of Slots in the Wing Root on the Flying Characteristics at Large Angles of Attack.
- V. 1769 Buhrman, J. The Shorts Analogue Computer.

c) Publicaties in vakbladen en gemengde publicaties.

- MP. 109 Besseling J. F. Analysis of the Plastic Collapse of a Cruciform Column with Initial Twist Loaded in Compression. Journ. of Aero. Sci. Jan. 1956 Vol. 23, no. 1 p. 49.
- MP. 110 Timman, R. und J. A. Zaat. Eine Rechenmethode für dreidimensionale laminare Grenzschichten. (Prandtl-Gedenkboek) 50 Jahre Grenzschichtforschung, Vieweg und Sohn, 1955, p. 432.

- MP. 115 Scherpenhuijsen Rom, G. General Decimal Classification Systems for Aeronautical Use. AGARD March 1955.
- MP. 116 Burgerhout, Th. J. On Certain Linear Invariant Relations between the Elements of a Square Matrix. Proc. Kon. Ned. Ak. Wet. Ser. A. Vol. 58, nr. 3 (1955), p. 315. Indag. Math. Vol. 17, nr. 3 (1955), p. 315.
- MP. 118 Besseling, J. F. The Effective Width in the Plastic Range of Flat Plates under Compression. Lecture before AFITA, Paris, Dec. 1954.
- MP. 119 Van de Vooren, A. I. Two Lectures on Unsteady Aerodynamics. June '55.
- MP. 120 Plantema, F. J. Some Investigations on Cumulative Damage. Colloquium on Fatigue. Stockholm May 25-27, 1955. Proceedings, p. 218.
- MP. 121 Schijve, J. The Possibilities of Ultrasonic Materials Testing. Ingenieur Vol. 67, nr. 41 (14 Oct. 1955), p. L 49.
- MP. 122 De Kock, A. C. and A. I. van de Vooren. Some Remarks on the Classificative Part of the N.L.L. Card Catalogue of Aerodynamic Measurements. FID Conference, Brussels, Sept. 1955.
- MP. 123 Wijker, H. Charts for the Estimation of the Permissible Humidity in Supersonic Windtunnels. Publ. Sci. Tech. Min. de l'Air „Hors Série" 1954.
- MP. 124 Hartman, A. Some Fatigue Problems in Aeronautics. Ingenieur Vol. 67. nr. 20 (1955), p. L. 25. (1955), p. L. 25.
- MP. 125 Douwes Dekker, F. E. Flight Tests. Performance Measurements on Jet Aircraft in Symmetrical Flight. Blue papers of Students Soc., „Leonardo da Vinci", 1955.

- MP. 126 Eckhaus, W. Theoretical Background of the Design of Transonic Test Sections in Wind Tunnels. Ingenieur, Vol. 68, nr. 3 (20 jan. 1956), p. L. 1.
- MP. 127 Van Asselt, B. J. The High-Speed Tunnel of the N.L.L. Ingenieur, Vol. 68, nr. 3 (20 jan. 1956), p. L. 6.
- MP. 128 Schijve, J. General Survey of Fatigue. Lecture before Kon. Inst. v. Ing. 25 nov. 1955.
- MP. 129 Schijve, J. Fatigue and Aircraft Engineering. Lecture before Kon. Inst. v. Ing. 25 nov. 1955.