

VERSLAG

OVER HET JAAR

1947

VAN DE STICHTING

„NATIONAAL LUCHTVAART-
LABORATORIUM”

(N.L.L.)

INHOUDSOPGAVE

1. ALGEMEEN.

	Blz.
1.1 BESTUUR EN COMMISSIES	5
1.1.1 Bestuur	5
1.1.2 College van Gedelegeerden	7
1.1.3 Wetenschappelijke Commissie	8
1.1.4 Commissie van Advies	9
1.2. PERSONEEL EN WERKZAAMHEDEN.....	9
1.2.1 Personeel	9
1.2.2 Organisatie	11
1.2.3 Uitbreiding van het laboratorium en de apparatuur	12
1.2.4 Bezetting met werk	16
1.2.5 Rapporten	17
1.2.6 Besprekingen, bezoeken, enz.	18
1.2.7 Diversen	19
1.3. FINANCIËN	20
1.3.1 Algemeen	20
1.3.2 Resultaten	20

2. SECTIE AERODYNAMICA.

2.1 SPEURWERK	25
2.2 APPARATUUR EN MEETMETHODEN	26
2.3 OVERIGE WERKZAAMHEDEN	35

3. SECTIE FLUTTER EN ALGEMENE STROMINGSLEER.

3.1 SPEURWERK	37
3.2 APPARATUUR	42
3.3 OVERIGE WERKZAAMHEDEN	42

4. SECTIE MATERIALEN.

	Blz.
4.1 SPEURWERK	44
4.2 APPARATUUR	45
4.3 OVERIGE WERKZAAMHEDEN	46

5. SECTIE STERKTE.

5.1 SPEURWERK	47
5.2 APPARATUUR	49
5.3 OVERIGE WERKZAAMHEDEN	50

6. SECTIE VLIEGTUIGEN.

6.1 SPEURWERK	51
6.2 APPARATUUR	56
6.3 OVERIGE WERKZAAMHEDEN	59

7. TECHNISCHE DIENST.

7.1 WERKPLAATSEN	60
7.2 NIEUWBOUW	61

8. DOCUMENTATIEDIENST EN BIBLIOTHEEK, PUBLICATIES.

8.1 ALGEMEEN	63
8.2 PUBLICATIES	64

1. ALGEMEEN.

1.1. BESTUUR EN COMMISSIES.

1.1.1. Bestuur.

Aan het einde van het verslagjaar bestond het Bestuur uit de

Leden:

Ir. J. Blackstone, voorzitter, benoemd door de Minister van Verkeer en Waterstaat.

Dr. Ir. M. H. Damme, ondervoorzitter, benoemd door de Minister van Wederopbouw en Volkshuisvesting.

Hoofdofficier 2e kl. J. W. Holterman, benoemd door de Minister van Marine.

Kolonel Prof. Dr. Ir. G. Otten, benoemd door de Minister van Oorlog.

Luitenant-Kolonel D. S. Gaastra, benoemd door de Minister van Overzeese Gebiedsdelen.

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

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

H. Veenendaal, benoemd door de N.V. Koninklijke Luchtvaart Maatschappij voor Nederland en Koloniën.

Prof. Dr. W. J. D. van Dijck, benoemd door de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart.

Prof. Dr. H. R. Kruyt, benoemd door de Minister van Verkeer en Waterstaat uit een voordracht van de Nijverheidsorganisatie T.N.O.

Plaatsvervangende leden:

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

Officier M.S.D. 1e kl. J. Lugtenburg, benoemd door de Minister van Marine.

Majoor Ir. J. M. Klinkhamer, benoemd door de Minister van Oorlog.

Majoor Ir. J. J. Croese, benoemd door de Minister van Overzeese Gebiedsdelen.

T. van Houwelingen, benoemd door de Minister van Wederopbouw en Volkshuisvesting.

W. Polderman, benoemd door de Minister van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen.

C. Wijdooge, benoemd door de N.V. Koninklijke Luchtvaart Maatschappij voor Nederland en Koloniën.

Dr. H. G. Cannegieter, benoemd door de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart.

Prof. Ir. D. Dresden, benoemd door de Minister van Verkeer en Waterstaat uit een voordracht van de Nijverheidsorganisatie T.N.O.

Als gevolg van de fusie tussen de K.L.M. en de K.N.I.L.M. traden in de loop van het jaar de heren H. Nieuwenhuys en Drs. G. van Egmond resp. als lid en als plaatsvervangend lid af.

Het Secretariaat en het Penningmeesterschap werden, evenals in de afgelopen jaren, vervuld door het Bureau van de Nijverheidsorganisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (T.N.O.).

Het Bestuur hield op 24 Februari 1947 een gecombineerde vergadering met de Wetenschappelijke Commissie. De ontwerpbegroting 1948, het werkplan voor 1947 en de voorlopige balans per 31 December 1946 met de resultatenrekening 1946 werden goedgekeurd.

De Voorzitter deed mededeling van een van de Gemeente Rotterdam ontvangen informeel aanbod aan het Nationaal Luchtvaartlaboratorium tot vestiging aldaar, in verband met een mogelijke overbrenging van de vliegtuigindustrie naar die gemeente. Hoewel een verplaatsing van het laboratorium naar een terrein met meer uitbreidingsmogelijkheden dan Amsterdam bieden kan en gelegen in de naaste omgeving van de vliegtuigindustrie, indien deze tot overbrenging naar Rotterdam zou besluiten, zeer aantrekkelijk is, was het Bestuur van mening, dat aan een dergelijke verplaatsing te veel bezwaren verbonden zijn (zie ook 1.2.3) en keurde daarom het besluit door te gaan met de voorgenomen uitbreidingen in de nabijheid van het bestaande laboratorium goed.

De Voorzitter deelde voorts mede, dat in samenwerking met T.N.O. besprekingen gevoerd werden met de

N.I.L.L. MIJ. over de voorwaarden betreffende verhoging van de Weduwen- en Wezenpensioenen, zodra het Rijk de tijdelijke toeslag van 25 % op deze pensioenen in een blijvende regeling zal hebben vastgelegd.

In een Bestuursvergadering, die op 24 December 1947 werd gehouden, werd besloten de opslaggerpercentages op de loonkosten voor uitgevoerde opdrachten, zoals deze door de Gedelegeerden waren vastgesteld (zie 1.1.2) en met ingang van 1 Juli 1947 werden toegepast, voor 1948 ongewijzigd te laten.

Na een uiteenzetting te hebben gegeven over de stand van zaken bij de uitbreidingen van het laboratorium, deelde de Voorzitter mede, dat naar aanleiding van een door de Minister van Verkeer en Waterstaat ontvangen schrijven van zijn ambtgenoot van Financiën enige wijzigingen waren aangebracht in de exploitatiebegroting voor 1948 en in de kapitaalsbegroting voor dat jaar, nadat reeds door de Gedelegeerden een verlaging van de exploitatiebegroting 1948 met circa f 100.000,— was goedgekeurd (zie 1.1.2).

Voorts deed hij mededeling van een bespreking, die hij had met de Nijverheidsorganisatie voor T.N.O. met betrekking tot de vervulling van de werkzaamheden van het Secretariaat en het Penningmeesterschap van de Stichting. In deze bespreking was overeengekomen, dat, aangezien de werkzaamheden nog slechts van geringe omvang waren, zij met ingang van 1 Januari 1948 door het personeel van het laboratorium zouden worden overgenomen.

Tenslotte deelde de Voorzitter mede, dat de Gedelegeerden hadden ingestemd met enige wijzigingen in de arbeidsvoorwaarden.

De bestuursvergaderingen werden door beide directeurs bijgewoond. Ir. M. Beeling, directeur van de N.V. Ver. Ned. Vliegtuigenfabriek „Fokker” i.o. was tegenwoordig in beide vergaderingen, terwijl Ir. Th. P. Tromp de vergadering van 24 December bijwoonde.

1.1.2. College van Gedelegeerden.

Gedurende het verslagjaar bestond dit College uit de heren Ir. J. Blackstone, Dr. Ir. M. H. Damme en H. Veenendaal.

In een vergadering, welke op 10 Juli 1947 werd gehouden, werd een op verzoek van de Minister van Verkeer en Water-

staat aangebrachte herziening van de exploitatiebegroting voor 1948 goedgekeurd.

Aangezien in de Bestuursvergadering van 30 December 1946 de opslagpercentages op de loonkosten goedgekeurd waren, in afwachting van volgens de gewijzigde bedrijfsadministratie berekende percentages, was een goedkeuring door de Gedelegeerden van deze opslagpercentages, die 1 Juli 1947 ingevoerd konden worden, vereist. De Gedelegeerden konden zich verenigen met de volgende opslagpercentages voor deelnemers:

Wetenschappelijke afdelingen....	250 %
Rekenbureau	150 %
Werkplaatsen	305 %
Lichtdrukkerij en Fotografie	245 %
Constructiebureau	175 %

Tegelijkertijd werd bepaald, dat voor niet-deelnemers de kosten, door middel van deze percentages berekend, met inbegrip van die voor materialen en eventuele huur van apparatuur, verhoogd zullen worden met 10 %. Tevens besloten de Gedelegeerden, dat de vliegtuigindustrie als deelnemer beschouwd zou worden.

Op 20 December 1947 vond een vergadering plaats, waarin de opslagpercentages voor 1948 werden besproken en werd besloten de in de vorige Gedelegeerden-vergadering vastgestelde percentages voor 1948 ongewijzigd te laten.

Voorts werd het voorstel voor de salarisverhogingen per 1 Januari 1948 besproken en werden enige wijzigingen in de arbeidsvoorwaarden van het personeel op arbeidscontract goedgekeurd.

De algemene verhoging van de salarissen maakte het noodzakelijk de salarisgrenzen voor de vacantieregeling te herzien, evenals de grens, waarboven 2e klasse spoor gereisd kan worden.

Beide vergaderingen werden door de Directie bijgewoond.

1.1.3. Wetenschappelijke Commissie.

Aan het einde van het verslagjaar bestond de Wetenschappelijke Commissie uit de volgende leden:

Prof. Dr. Ir. F. K. Th. van Iterson, voorzitter,
Prof. Ir. D. Dresden, ondervoorzitter,
Prof. Dr. J. M. Burgers,

Prof. Dr. Ir. W. F. Brandsma,
Prof. Dr. W. Bleeker,
Ir. C. J. T. C. Roos, secretaris.

Vergaderingen, waaraan de Wetenschappelijk Directeur en de Wetenschappelijke Adviseurs Prof. Dr. Ir. H. J. van der Maas en Prof. Dr. Ir. A. van der Neut deelnamen, werden gehouden op 24 Februari, 19 Mei en 25 November 1947, terwijl de 24e Februari bovendien nog een gecombineerde vergadering plaats vond met het Bestuur van de Stichting (zie 1.1.1).

Op 24 Februari werd het Werkplan voor 1947 besproken. In de vergadering van 19 Mei gaf Ir. Koning een beschouwing over het windtunneluitbreidingsplan, terwijl op 25 November Ir. Marx een voordracht hield over het gehele uitbreidingsplan van het Nationaal Luchtvaartlaboratorium.

1.1.4. Commissie van Advies.

Deze Commissie bestond aan het einde van het verslagjaar uit de heren:

Ir. J. Blackstone, voorzitter,
Ir. M. Beeling, (N.V. Ver. Ned. Vliegtuigfabrieken „Fokker“ i.o.),
C. Wijdooge, (Koninklijke Luchtvaart Maatschappij),
Dr. Ir. W. T. Koiter, (Rijksluchtvaartdienst),
Luit.-Kol. D. S. Gaastra, (Ministeries van Overzeese Gebiedsdelen, Oorlog en Marine).

De op 17 Februari en 6 September 1947 gehouden vergaderingen werden door Dr. Ir. M. H. Damme, Gedelegeerde van het Bestuur en door de Directie bijgewoond.

Op 17 Februari werd het tunneluitbreidingsplan besproken en gaf Ir. de Lathouder een verslag van zijn reisindrukken in Amerika, in het bijzonder in verband met het ontwerp van de subsone windtunnel.

In de vergadering van 6 September, die door Ir. Marx en Ir. Rotgans werd bijgewoond, werd door Ir. Koning een uiteenzetting gegeven van de verdere ontwikkeling van de uitbreidingsplannen, waarna Ir. Rotgans een overzicht gaf van de stand der verschillende bouwkundige werken.

1.2. PERSONEEL EN WERKZAAMHEDEN.

1.2.1. Personeel.

Het leidende personeel bestond gedurende het verslagjaar uit:

Ir. C. Koning, wetenschappelijk directeur,
 Jhr. F. C. Beelaerts van Blokland, commercieel directeur,
 Ir. A. J. Marx, hoofdingenieur in algemene dienst,
 Ir. A. de Lathouder, plaatsv. leider Sectie Aerodynamica (A),
 Dr. J. H. Greidanus, leider Sectie Flutter en Alg. Stromings-
 leer (F),
 Ir. J. H. Palm, leider Sectie Materialen (M),
 Ir. F. J. Plantema, leider Sectie Sterkte (S),
 Ir. T. van Oosterom, leider Sectie Vliegtuigen (V),
 Ir. J. S. Rotgans, chef Technische Dienst (TD),
 Mej. van Wijk, chef Administratie.

Ir. A. Boelen, de leider der Sectie Aerodynamica, be-
 vindt zich nog steeds als reserve-officier in militaire dienst.

Prof. Dr. Ir. H. J. van der Maas en Prof. Dr. Ir. A.
 van der Neut waren als voorheen als adviseurs aan het labora-
 torium verbonden.

De personeelsbezetting op 31 December 1947, buiten en
 behalve de bovengenoemden, en de verdeling over de ver-
 schillende secties en diensten is te zien uit onderstaand over-
 zicht, waarbij ter vergelijking de personeelsbezetting op
 31 December 1946 tussen haakjes is aangegeven.

Sectie of dienst	A	F	M	S	V	TD	Adm. en Corr.	Totaal
Functie								
Ingenieurs	9 (7)	4 (4)	1 (1)	3 (3)	8 (6)			25 (21)
Middelb. Technici	6 (3)		2 (4)	3 (1)	12(11)	2 (2)		25 (21)
Overige Technici	10 (8)	2 (0)	4 (3)	4 (3)	28(17)	17 (9)		65 (40)
Werkplaats personeel ..						42(31)		42 (31)
Adm. krachten	1 (0)			1 (0)	1 (0)		27(21)	30 (21)
Personeel Alg. Dienst..						27(20)		27 (20)
Totaal	26(18)	6 (4)	7 (8)	11 (7)	49(34)	88(62)	27(21)	214 (154)

In totaal waren dus in dienst 225 (165) personen.

Ter toelichting hiërbij moge dienen dat de groep inge-
 nieurs, naast diegenen met opleiding Technische Hogeschool,

tevens omvat alle personeel met universitaire of daarmee gelijk te stellen opleiding.

Hoewel de personeelsaanwas in totaal aanzienlijk is geweest, is zij in zoverre onbevredigend, dat de uitbreiding van de staf (ingenieurs) nog geen zins in overeenstemming is met de eisen die aan het laboratorium worden gesteld.

Dit gebrek aan ingenieurs wordt in eerste instantie veroorzaakt door het nog steeds onvoldoende aanbod van academisch gevormden, enerzijds gevolg van het geringe aantal afstuderenden, anderzijds van de „personeelshonger” die ook vele andere bedrijven vertonen. In enige gevallen zijn, omdat de nood daartoe dwong, ingenieurs aangesteld wier opleiding en ervaring op geheel afwijkend terrein lagen en die zich derhalve in het verslagjaar vrijwel uitsluitend tot inwerken op de verschillende vakgebieden moesten beperken. De omvang van de opdrachten, die ingenieurswerkzaamheden vorderen, nam belangrijk toe. Bovendien zijn t.g.v. de uitvoering der uitbreidingsplannen enige ingenieurs vrijwel geheel met de daaruit voortvloeiende werkzaamheden bezet.

Een en ander had tot gevolg dat niet zoveel spoorwerk verricht kon worden als gewenst was. Het zal vermoedelijk nog enige jaren vorderen voordat in deze ongewenste toestand verbetering merkbaar is.

Op 17 December 1947 verwierf de heer J. H. Greidanus de titel van doctor in de technische wetenschappen, welke titel hem met lof werd verleend.

1.2.2. Organisatie.

In de loop van het vorige verslagjaar begonnen zich reeds een aanzienlijke toeneming van de werkzaamheden en een daarmee gepaard gaande personeelsuitbreiding, af te tekenen. Deze waren in hoofdzaak een gevolg van het in werking treden van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en de opleving in de vliegtuigindustrie en werden verder voor een groot deel veroorzaakt door de noodzaak tot een meer gedetailleerde uitwerking van de uitbreidingsplannen. Het was te voorzien dat daardoor ook de algemene leiding van het laboratorium, tot nu toe gevoerd door de beide directeurs, aanzienlijk zwaarder zou worden belast, terwijl deze tevens door het herstel en de intensivering van de contacten met organisaties en instanties in binnen- en buitenland in grotere mate dan tot dusverre aan de interne leiding van het laboratorium zouden worden onttrokken. In

verband hiermede werd ingesteld de functie van hoofd-ingenieur in algemene dienst; Ir. A. J. Marx, sedert 1940 leider der Sectie Vliegtuigen, werd als zodanig aangesteld en treedt in deze functie tevens op als plaatsvervanger van de wetenschappelijk directeur. In zijn plaats werd tot leider van die Sectie benoemd Ir. T. van Oosterom.

De werkzaamheden in verband met de uitbreiding van het laboratorium namen in de loop van 1947 steeds groter omvang aan. De noodzaak om bij het uitwerken der bouwplannen, het maken van bestekken voor de bouw en de inrichting, en het plaatsen van bestellingen, zorg te dragen voor een goede coördinatie, leidde ertoe dat aan het einde van het verslagjaar werd besloten de Chef Technische Dienst in de gelegenheid te stellen zich in hoofdzaak met de Nieuwbouw bezig te houden en hem, door instelling van de functie van assistent-chef T.D. te ontlasten van de directe leiding van de overige onderdelen van deze dienst (constructiebureau, werkplaatsen, Algemene Dienst). Tot assistent-chef T.D. werd benoemd de heer K. Mooiman.

De Chef T.D. zal bij zijn nieuwbouw-werkzaamheden bijgestaan worden door enige middelbaar technici voor het op electrotechnisch gebied liggende gedeelte der werkzaamheden.

1.2.3. Uitbreiding van het laboratorium en de apparatuur.

Onder 1.1.1. is reeds melding gemaakt van een informeel aanbod van de Gemeente Rotterdam tot vestiging van het N.L.L. in die gemeente. Dit aanbod hield voornamelijk verband met de mogelijkheid, dat de vliegtuigindustrie, met welke die gemeente onderhandelingen voerde, zich aldaar zou vestigen. In de besprekingen bleek dat een groot terrein beschikbaar was, gelegen aan de Waalhaven, waarvan het N.L.L. genoeg zou kunnen aankopen om aan alle behoeften tot uitbreiding, die te voorzien waren, te voldoen. De overweging echter dat een verplaatsing van het laboratorium grote, moeilijk te ramen geldelijke offers zou vragen en bovendien de werkzaamheden en uitbreidingen van het laboratorium in de komende jaren, welke juist voor de wederopbouw van de vliegtuigindustrie van zeer grote betekenis zullen zijn, daardoor ernstig vertraagd zouden worden, deed besluiten niet op het aanbod van de Gemeente Rotterdam in te gaan en te trachten zo spoedig mogelijk met de Gemeente

Amsterdam tot overeenstemming te komen over terrein-uitbreiding. Deze overeenstemming werd bereikt en in December werd de mededeling ontvangen, dat de overdracht van een terrein ter grootte van ca. 9000 m², gelegen ten Zuiden van het laboratoriumgebouw, plaats kon vinden. Tegelijkertijd zou de koop afgewikkeld kunnen worden van het ten Oosten van het gebouw gelegen terrein, waarop reeds gedurende een aantal jaren optie verkregen was.

De personeelsuitbreiding in het vorige jaar en in de loop van het verslagjaar, alsmede de noodzakelijke uitbreidingen van laboratorium- en werkplaatsruimten, maakten de bouw van een nieuwe vleugel (Westvleugel) noodzakelijk. Nadat de nodige toestemmingen waren verkregen, kon op 10 Juni met de bouw van deze vleugel worden begonnen.

Een tijdelijke experimenteerruimte voor de Sectie Aerodynamica, nodig voor onderzoekingen in verband met het ontwerp van nieuwe windtunnels, werd geschapen door oprichting van een z.g. kwikbultloods.

De plannen voor de uitbreiding van de windtunnel-outillage werden, in samenwerking met de firma's Stork en Heemaf en met het architectenbureau Van Tijen en Maaskant, verder uitgewerkt.

Nadat gebleken was dat voor de subsone tunnel, waarvan het ontwerp reeds in het vorige jaar in grote trekken tot stand was gekomen, de energievoorziening uit het G.E.B.-net Amsterdam aanzienlijke bezwaren met zich meebracht en zich onverwacht de mogelijkheid voordeed tot aanschaffing van enige turbo-electrische scheepsinstallaties op zeer voordelige voorwaarden, werd na rijp beraad en uitvoerig overleg met verschillende experts besloten tot eigen energieopwekking over te gaan en de genoemde turbo-electrische installaties aan te kopen. Het ontwerp voor de bouw van een centrale-gebouw voor de onderbrenging ervan werd met spoed ter hand genomen; nog voor het einde van het jaar was dit zover gereed dat tot aanbesteding kon worden overgegaan.

De bouw van de grote subsone windtunnel zal dienen te worden voorafgegaan door de bouw van een compleet model van deze tunnel schaal 1 : 5, hetwelk echter na afloop van de modelmetingen door het aanbrengen van enige wijzigingen, van grote waarde zal zijn voor het onderzoek van stromings-verschijnselen bij hoge subsone en mogelijk ook bij transsone snelheden. Deze tunnel zal dus een definitieve plaats in de windtunneloutillage blijven innemen. De aandrijving zal

zodanig worden uitgevoerd, dat energievoorziening in de toekomst uit de N.L.L.-centrale kan plaats vinden.

De voor het op druk brengen van de subsone tunnel nodige compressor zal door een der stoomturbines van de aangekochte scheepsinstallaties worden aangedreven. Deze turbocompressor zal door het bedrijf met de subsone tunnel echter slechts met vrij grote tussenpozen worden belast. Dit biedt de gelegenheid deze machine tevens te gebruiken als deel van een supersone tunnel, die voor het in de toekomst te verwachten onderzoek op dit gebied zeker niet aan de outillage van het laboratorium mag ontbreken en op deze wijze met relatief beperkte kosten kan worden verkregen. Deze supersone tunnel zal als sluitstuk van de voorgenomen uitbreiding der windtunneloutillage moeten worden gezien; waardoor het laboratorium in staat zal zijn t.z.t. experimenteel onderzoek uit te voeren op alle gebieden der aerodynamica, die thans reeds door de luchtvaart en andere takken der techniek worden betreden.

De werkzaamheden direct noodzakelijk voor de ontwikkeling van de vliegtuigtypen, die de Nederlandse vliegtuigindustrie voor de eerstkomende jaren op haar programma heeft, waren van die omvang dat reeds in het begin van het verslagjaar voorzien werd dat deze voor een periode van meer dan twee jaar vrijwel onafgebroken op de bestaande grote N.L.L.-tunnel (de enige die hiervoor geschikt is) beslag zouden leggen. In de eerste plaats is deze lange termijn voor het verkrijgen van de nodige gegevens omtrent de aerodynamische kwaliteiten van haar projecten voor de industrie zeer onbevredigend. Ten tweede kon hierdoor in 1947, en zal ook in de komende jaren, vrijwel geen experimenteel spuurwerk van enige betekenis op aerodynamisch gebied worden uitgevoerd. Tenslotte overwegende dat het in bedrijf nemen van de subsone tunnel de bestaande tunnel in de toekomst zeker niet zal ontlasten doch eerder belasten, aangezien steeds vóóronderzoek van modellen voor eerstgenoemde tunnel in een eenvoudiger tunnel nodig zal zijn, kwam uitbreiding der capaciteit van de bestaande tunneloutillage op zo kort mogelijke termijn als onvermijdelijk naar voren.

Er werd daarom gemeend dat moest worden overgegaan tot de bouw van een tunnel welke in principe gelijk is aan de bestaande grote tunnel.

Bij het ontwerp van deze tunnel werd overwogen dat de toekomstige ontwikkeling der profielen zich ook voor de

matige vliegsnelheden zal bewegen in de richting van de laminaire profielen, voor het onderzoek waarvan de bestaande tunnel, door zijn relatief hoge turbulentiegraad, ongeschikt is. Het ligt dus voor de hand de nieuwe tunnel uit te voeren als lage-turbulentietunnel. Het ontwerp is dienovereenkomstig uitgevoerd en zover gevorderd dat in het begin van 1948 tot aanbesteding kon worden overgegaan, al wacht vaststelling van diverse details van de uitvoering nog op in de loop van dat jaar uit te voeren modelonderzoekingen.

Een uitvoeriger technische beschrijving van de uitwerking van de windtunnelplannen is gegeven onder 2.2.

De modernisering en uitbreiding van de laboratorium-uitrusting voor onderzoek van constructies en materialen, die noodzakelijk is wil ook op dit gebied het N.L.L. het voor de ontwikkeling der luchtvaartindustrie onmisbare experimentele researchwerk kunnen verrichten, brengt in de eerste plaats aanschaffing van een vrij omvangrijke laboratoriumapparatuur met zich mede. Deze kan niet in het bestaande gebouw worden ondergebracht. Dientengevolge kwam de bouw van een lage laboratoriumvleugel aan het hoofdgebouw als de meest voor de hand liggende oplossing naar voren. De plannen voor deze bouw werden door het architectenbureau met voortvarendheid ter hand genomen.

Verder is het voor dit onderzoekingswerk nodig dat de beschikking wordt verkregen over een grote ruimte, bestemd voor het sterkte- en trillingsonderzoek van complete vliegtuigen of grote onderdelen daarvan. Voor een goede gang van zaken verdient het de voorkeur deze ruimte te plaatsen in de directe nabijheid van de vliegtuigfabriek. Toen hieromtrent met de vliegtuigindustrie contact was opgenomen, bleken ook daar de gedachten naar de inrichting van een dergelijk laboratorium uit te gaan. Nader overleg leidde ertoe, dat het mogelijk bleek beide inrichtingen te combineren en in principe besloten kon worden tot bouw van een gecombineerde vliegtuigbeproevingshal op het terrein van de op te richten nieuwe vliegtuigfabriek. Een meer technische beschrijving van de stand der uitbreidingsplannen op het gebied van constructies en materialen is gegeven onder 5.2.

Nadat in de loop van het jaar de principiële goedkeuring van de Regering en de Commissie Kapitaalgoederen tot uitvoering van de beschreven uitbreidingen was verkregen, konden de nodige stappen tot uitvoering worden genomen; aan het einde van het verslagjaar werd de bouw van het

centrale-gebouw aan de Bataafse Aanneming Maatschappij gegund.

De voortgang der werkzaamheden aan de uitbreidingen zal voor een aanzienlijk deel afhangen van de vlotheid waarmee de materialen ervoor ter beschikking komen, waaromtrent met name voor wat betreft het plaatmateriaal voor de subsone tunnel aan het einde van het verslagjaar nog weinig zekerheid bestond.

Vanzelfsprekend werd verder geleidelijk doorgewerkt aan de modernisering en completering van de kleinere apparatuur op de verschillende werkgebieden; op deze ontwikkelingen wordt in de sectieverslagen nader ingegaan.

1.2.4. Bezetting met werk.

Het grootste deel van de in het verslagjaar verrichte werkzaamheden werd gevormd door de onderzoeken t.b.v. het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en de Ned. Vliegtuigindustrie alsook in beperkte mate voor de Rijksluchtvaartdienst en de Luchtstrijdkrachten. Deze onderzoeken geschieden ten dele direct voor de ontwikkeling van bepaalde, door de industrie ontworpen vliegtuigtypen, ten dele waren zij van meer algemene aard doch hadden zij toch rechtstreeks betrekking op de thans in gebruik zijnde vliegtuigen en de in de naaste toekomst te verwachten vliegtuigontwikkeling. Het aantal van de in dit verband aan de orde komende vraagstukken was echter zodanig, dat het N.L.L. met de gegeven sterkte en samenstelling van het personeel en de aard en omvang der bestaande outillage niet aan de vraag op dit gebied kon voldoen. Zeer sterk gold dit voor de windtunnelonderzoeken. Ook het werken in twee ploegen met de grote windtunnel, voorzover althans de aard der onderzoeken dit toestond, bracht geen aanzienlijke verbetering in deze toestand.

Eensdeels was dit aanleiding tot de elders vermelde pogingen tot vermeerdering van het personeel, anderdeels werd de noodzaak tot uitbreiding der outillage hierdoor zeer sterk geaccentueerd.

Als consequentie van dit laatste moest een zó groot deel van de werkzaamheden als in verband met de bezetting met onderzoekingswerk toelaatbaar was, gewijd worden aan de voorbereiding tot uitbreiding. Zou dit niet gedaan worden dan zou in de nabije toekomst geen oplossing voor de

moeilijkheden t.g.v. het gebrek aan outillage verwacht kunnen worden.

Vanzelfsprekend kwam onder deze omstandigheden het uitvoeren van eigen speurwerk van enige omvang, hetzij voor de meer nabije toekomst, hetzij op langere termijn vrijwel volledig op de achtergrond. Ook aan voorbereidende bestudering van gebieden, die in de toekomst van belang zullen zijn, kon onvoldoende aandacht besteed worden. Gehoopt wordt echter dat door het gereedkomen van de geprojecteerde uitbreidingen en door een betere personeelsbezetting in deze zeer onbevredigende situatie in de komende jaren geleidelijk verbetering kan worden gebracht. De bezetting met routinewerkzaamheden als ijkingen, keuringen, kleine adviezen, reparaties van instrumenten, enz. was eveneens groot. Ten dele was dit een gevolg van de omstandigheid dat vele diensten en ondernemingen door gebrek aan outillage nog niet in staat waren dergelijke werkzaamheden zelf uit te voeren; verwacht wordt daarom dat in de toekomst met een vermindering ervan kan worden gerekend.

De herstelling en de uitbreiding en modernisering van apparatuur voor laboratoriumgebruik en vliegproeven, welke voor het inhalen van de in de oorlogsjaren ontstane achterstand dringend gewenst is, en verder de aanmaak van modellen en proefopstellingen voor het bovenvermelde onderzoekswerk legden een zware belasting op het constructiebureau en de werkplaatsen. Voorzover mogelijk, werd de aanmaak van nieuwe apparaten aan fabrieken buiten het N.L.L. opgedragen, doch de mogelijkheid daartoe was in het algemeen gering.

In het kader der van het laboratorium verwachte wetenschappelijke diensten werd medewerking verleend aan een aantal commissies en andere instellingen, waarvan als belangrijkste de Commissie voor Classificatie van Luchtvaartliteratuur, verschillende commissies voor Normalisatie, de Studiecommissie Hefschroefvliegtuigen, de Stichting voor Hefschroefvliegtuigen en de Studiecommissie Luchtwaardigheidsvoorschriften genoemd kunnen worden.

1.2.5. Rapporten.

In het verslagjaar werden de volgende aantallen rapporten opgesteld:

Sectie Aerodynamica: 42

Sectie Flutter en Alg. Stromingsleer: 16

Sectie Materialen: 89
Sectie Sterkte: 14
Sectie Vliegtuigen: 34
Verslagen van studiereizen: 5

Een aantal van deze rapporten werd, zonodig na daartoe verkregen toestemming van de opdrachtgever, voor verspreiding in ruimer kring als Technische Mededeling uitgevoerd en rondgezonden. Deze en andere publicaties van het N.L.L. zijn opgesomd onder 8.2.

1.2.6. Besprekingen, bezoeken, enz.

Door een aantal personeelsleden werden reizen naar het buitenland gemaakt, hetzij direct bedoeld als studiereis, hetzij om andere reden. In dit laatste geval werden hieraan voorzover mogelijk korte studiereizen voor het opnemen van contacten en het inwinnen van inlichtingen verbonden.

Ir. Koning en Ir. Dobbinga maakten als lid van een daartoe aangewezen commissie ten behoeve van de afdeling Technisch Onderzoek der Nederlandse Militaire Missie bij de Geallieerde Bestuursraad, een studiereis naar de Engelse zone van Duitsland; Ir. Koning bracht enige maanden later nog een bezoek aan de Engelse en Amerikaanse zone.

Ir. Marx en Dr. J. H. Greidanus woonden als adviseurs van de Rijksluchtvaartdienst de tweede zitting van de Luchtwaardigheids-afdeling der ICAO te Montreal bij en verbonden hieraan enige bezoeken aan laboratoria en fabrieken in de V.S. en Canada.

Verdere studiereizen van personeel der secties zijn vermeld in de desbetreffende verslagen.

Betreffende bezoeken aan het N.L.L. moet in de eerste plaats worden vermeld dat het laboratorium de eer genoot Z.K.H. Prins Bernard te mogen ontvangen en hem omtrent de werkzaamheden en de uitbreidingsplannen te mogen inlichten. Ook de Minister van Verkeer en Waterstaat, Zijne Excellentie Ir. H. Vos, gaf blijk van zijn, reeds herhaalde malen betoonde, grote belangstelling voor het N.L.L. door een bezoek te brengen, zich nader te laten voorlichten omtrent het werk en de uitbreidingsplannen en daarbij enige algemene beleidskwesties te bespreken.

Een zeer gewaardeerd bezoek was dat van Mr. A. Fage, Chief Aerodynamics Section of the National Physical Laboratory, Teddington, hetwelk zowel door een lezing als door

besprekingen in beperkter kring met verschillende personeelsleden er veel toe bijdroeg het inzicht in de moderne ontwikkelingen der aerodynamica en in de vraagstukken, die zich bij het ontwikkelen van apparatuur voor aerodynamisch onderzoek voordoen, te verhelderen.

Verder moeten nog genoemd worden een bezoek van Lt. Col. Ottinger, Luchtvaartattaché bij de Ambassade der V.S. en van Mr. Montpelat van de Argentijnse Luchtvaartdienst.

De belangstelling van binnenlandse zijde was zeer groot, zowel van particulieren als van bedrijven, instanties, enz. Het aantal aangevraagde excursies was zo groot, dat een belangrijk deel ervan voorlopig moest worden afgewezen om het werk niet te zeer te storen. Het spreekt wel vanzelf, dat voor het tot uitvoering brengen van de uitbreidingsplannen, voor de materiaalvoorziening daarvoor, voor de verkrijging van deviezen voor aanschaffing van apparatuur e.d. een groot aantal besprekingen met verschillende Departementen, Commissies, Overheidsdiensten, enz. plaats hadden, terwijl daarnaast tevens vele besprekingen met de hoofduitvoerders, het Architectenbureau van Tijen en Maaskant, en de firma's Stork en Heemaf nodig waren.

1.2.7. Diversen.

Op 26 April 1947 vond de jaarlijkse algemene vergadering van de deelnemers in de „Stichting Pensioenfonds van de Stichting Nationaal Luchtvaartlaboratorium” plaats, waarin o.m. de weduwen- en wezenpensioenen en de vliegverzekering werden besproken. In de samenstelling van het Bestuur is geen verandering gekomen, het bestond aan het einde van het verslagjaar uit de heren: Ir. J. Blackstone, voorzitter, H. Veenendaal, plv. voorzitter; Ir. A. de Lathouder, secretaris, K. Mooiman en H. Dröge.

Het 10-jarig bestaan van de Stichting, hetwelk op 14 Juni 1947 herdacht werd, gaf de Personeelsvereniging een goede gelegenheid sportwedstrijden te organiseren, terwijl 's avonds een feestavond gegeven werd, waar o.a. de film „Het N.L.L. in oorlogstijd” grote belangstelling ondervond. Later in het jaar vond de gebruikelijke feestavond plaats.

De Contact Commissie hield enige bijeenkomsten en voerde besprekingen met de directie.

1.3. FINANCIËN.

1.3.1. Algemeen.

Een met ingang van 1 Januari 1947 ingevoerde nieuwe bedrijfsadministratie bracht enige wijzigingen in de boekhouding met zich mede. Een aantal nieuwe grootboekrekeningen werd gecreëerd waardoor het mogelijk werd een beter en meer gedetailleerd inzicht te krijgen in de kosten van de verschillende werkzaamheden, die door het laboratorium worden verricht. De tijdschrijverij, die voordien reeds door een zeer groot gedeelte van het personeel werd uitgevoerd, werd voor het gehele personeel verplicht gesteld. De maandelijks verschijnende overzichten van de verdeling der lonen over de verschillende werkzaamheden die van 1 Januari 1947 af in een andere en meer uitgebreide vorm verschenen, maakten het mogelijk, waar nodig, in te grijpen en een verhoging van de inkomsten uit opdrachten te bevorderen.

1.3.2. Resultaten.

De uitgaven voor 1947 waren ca. f 200.000,— lager dan in de begroting voorzien was. Daarvoor kunnen, als voornaamste, de volgende redenen worden vermeld.

De personeelsbezetting (voornamelijk academisch gevormden) heeft niet de omvang bereikt die verwacht was, waardoor aan personele kosten minder werd uitgegeven. De algemene- en de bedrijfskosten zijn, mede onder invloed hiervan, lager geweest dan geraamd was. Tenslotte blijken ook de ramingen voor rente en afschrijvingen te hoog te zijn geweest, doordat oorspronkelijk met een sneller totstandkomen van de voorgenomen uitbreidingen was rekening gehouden.

De inkomsten uit hoofde van opdrachten hebben de geraamde f 350.000,— met ruim f 75.000,— overschreden.

Deze cijfers zijn een weerspiegeling van de onder 1.2.4 genoemde zware bezetting met opdrachten en het tekort aan ingenieurs, waardoor weinig speurwerk kon worden verricht.

Het bedrag dat voor eigen aanmaak van apparatuur opgevoerd kon worden, overtrof de raming met ca. f 64.000,—. De aanschaffing van nieuwe machines, meer personeel en een verbetering van de efficiency van de werkplaatsen zijn o.m. oorzaak geweest van deze laatste verhoging.

Ter verduidelijking is hierna de voorlopige, nog niet

door de Minister van Verkeer en Waterstaat goedgekeurde resultatenrekening 1947 opgenomen. Teneinde een vergelijking mogelijk te maken van de bedragen, zoals deze voor de algemene kosten en bedrijfskosten begroot waren, doch nu anders en over meer posten verdeeld worden verantwoord, moge worden verwezen naar het op de voorlopige resultatenrekening volgende overzicht.

STICHTING „NATIONAA

VOORLOPIGE RESUI

DEBET	BEGROTING	
Personele Kosten	f 642.614,36	f 680.023,-
Algemene Kosten	„ 89.158,14	„ 170.700,-
Bedrijfskosten	„ 70.847,79	„ 118.000,-
Fonds voor uitbreiding en verbetering .	„ 50.000,—	„ 50.000,-
Verschillen ingecalcd. kostenomslagen...	„ 1.269,82	„ —,-
Kosten v/h Bestuur en Commissies ...	„ 3.475,23	„ 4.000,-
Aandeel kosten gemeenschappelijk secre- tariaat en geldelijk beheer	„ 2.000,—	„ 2.000,-
Diverse kosten tbv. „Speurwerkonder- zoekingen en Ontwikkeling Appara- tuur”	„ 30.393,44	„ —,-
Div. kosten tbv. „Wetensch. Diensten”	„ 5.416,50	„ —,-
Rente Werkfondsleningen en andere leningen	„ 37.903,80	„ 55.000,-
Rente (kasgeldlening, enz.)	„ 3.750,—	„ 3.000,-
Afschrijvingen	„ 58.913,70	„ 95.000,-
Afschrijving v/d van het Rijk overge- nomen inventaris	„ 11,—	„ 136,-
Onvoorzien	„ 1.180,—	„ 5.000,-
	f 996.933,78	f 1.182.859,-

UCHTVAARTLABORATORIUM"

ETATENREKENING OVER 1947

REDIT

BEGROTING

Opdrachten:		
Deeln., loon en omslag ... f 375.307,18		
Niet-deeln., loon en omslag „ 30.319,40		
Gebruik tunnels „ 15.240,60		
Gebruik instrum. „ 1.364,67		
Gebruik vliegt. „ 5.548,25		
Rapporten..... „ 93,92		
	f 427.874,02	f 350.000,—
Eigen aanmaak app. enz.	„ 89.553,02	„ 35.000,—
Gebruik tunnels voor „Speurwerkonderz. en Ontwikkeling appar.”	„ 1.993,50	„ —,—
Prijsverschillen op materialen.....	„ 2.287,09	„ —,—
Prijsverschillen op kantoorbehoeften ...	„ 204,03	„ —,—
Diverse baten	„ 753,12	„ —,—
Extra subsidie v/h Rijk betr. afschrijving en rente „Nieuwbouw”	„ 18.000,—	„ 18.000,—
Subsidies	„ 456.269,—	„ 779.859,—
	f 996.933,78	f 1.182.859,—

Vergelijking van de posten voor „Algemene Kosten” en „Bedrijfskosten”, gecombineerd met de posten „Div. kosten t.b.v. Speurwerkonderzoekingen en Ontwikkeling apparatuur” en „Div. kosten t.b.v. Wetenschappelijke diensten”.

Bedragen volgens oorspronkelijke samenstelling van de begroting.

		Begroting
Algemene Kosten.....	f 106.604,59	f 170.700,—
Bedrijfskosten.....	„ 87.217,78	„ 118.000,—
	<u>f 193.822,37</u>	<u>f 288.700,—</u>
Gebruik tunnels t.b.v. Speurwerk onderzoekingen en Ontwikkeling apparatuur (zie tevens credit post resultatenrekening voor dit bedrag) ..	„ 1.993,50	„ —,—
	<u>f 195.815,87</u>	<u>f 288.700,—</u>

Verdeling der posten, zoals deze tegenwoordig in de boekhouding plaatsvindt.

Algemene kosten	f 89.158,14	f 130.400,—
Bedrijfskosten.....	„ 70.847,79	„ 70.000,—
Div. kosten t.b.v. Speurwerkonderzoekingen en Ontwikkeling apparatuur, inclusief f 1.993,50 voor gebruik tunnels	„ 30.393,44	„ 76.300,—
Div. kosten t.b.v. Wetenschappelijke diensten.....	„ 5.416,50	„ 12.000,—
	<u>f 195.815,87</u>	<u>f 288.700,—</u>

2. SECTIE AERODYNAMICA.

2.1. Speurwerk.

Straalvoortstuwing en schroëfturbines.

De literatuurstudie over dit onderwerp werd voortgezet. Enige rapporten over op dit gebied liggende onderzoekingen, o.a. over de invloed van de rendementen van compressor en turbine en van de verbrandingskamertemperatuur op het totaal rendement, werden afgesloten.

Een studie over de gunstigste energieverdeling over straal en schroef bij schroëfturbineaandrijving kwam gereed.

Verskillende systemen van voortstuwing (straal- en schroëfturbinevoortstuwing) werden naast elkaar gezien en onderling vergeleken.

Studie van de grenslaag en turbulentieproblemen.

De bestudering van grenslaagtheorieën werd in beperkte mate voortgezet. In verband met opdrachten voor een experimenteel grenslaagonderzoek werd aan de meettechniek op dit gebied bijzondere aandacht besteed.

Daar het gedrag van de stroming in de grenslaag ten nauwste samenhangt met de turbulentiegraad van de windtunnelstroming werden ook de turbulentietheorieën en de methoden voor meting van de turbulentiegraad in studie genomen. Na een grondig onderzoek en overleg met de fabrikant werd besloten tot aanschaffing van een in Zwitserland vervaardigd apparaat voor het meten van de turbulentiegraad volgens het gloeidraadsysteem.

Weerstandsbepaling door middel van impulsverliesmetingen.

De over dit onderwerp verzamelde resultaten van experimenteel onderzoek werden verder bestudeerd met het doel de meetmethode vast te leggen voor in de toekomst uit te voeren onderzoekingen aan laminaire-grenslaagprofielen en schoepenroosters voor de nieuwe tunnels.

Experimenteel onderzoek aan laminaire-grenslaag-profielen.

Vorbereidingen voor een in het komende jaar uit te voeren vrij uitgebreid onderzoek op dit gebied werden getroffen, o.m. werd een meetprogramma opgesteld.

Met het oog hierop werden tevens proeven genomen met de zg. China-clay-methode voor het zichtbaar maken van de plaats van het omslagpunt terwijl verder in een speciaal tunneltje voor lage snelheden proeven werden uitgevoerd over het zichtbaar maken van stromingen met behulp van rook.

Tunnelwandcorrecties.

Een literatuurstudie werd begonnen over de bepaling van tunnelwandcorrecties, ook voor het geval van compressibele stroming. Tevens werden voor verschillende tunneldoorsneden de correctiefactoren berekend.

Onderzoek vliegtuigmodellen.

Zeer langdurige en uitvoerige metingen en kwalitatieve stromingsonderzoeken werden verricht aan modellen van een vijftal verschillende vliegtuigtypen. Hierbij kwamen in verschillende gevallen ongewenste stromingsverschijnselen naar voren die dikwijls een moeizaam zoeken naar verbetering van de vormgeving, bij behoud van de reeds vrijwel vastgelegde constructie, noodzakelijk maakten.

Door een en ander was de grote windtunnel vrijwel het gehele jaar met onderzoekingen van deze aard bezet. In verschillende gevallen hebben deze ertoe bijgedragen de kennis en ervaring op het gebied van interferentieverschijnselen te verrijken.

2.2. APPARATUUR EN MEETMETHODEN.

Ophanging van modellen.

De invloed van de tot nu toe gevolgde methode van bevestiging der ophangdraden op de stroming om de vleugel werd nagegaan.

Er bleek dat de daarbij bestaande mogelijkheid van doorstroming van de onder- naar de bovenzijde soms een niet onbelangrijke invloed op de metingsresultaten had.

Middelen tot voorkoming van deze doorstroming werden aangegeven.

Verder werd ook de bepaling van de weerstand der ophangdraden aan een nader onderzoek onderworpen.

Subsone windtunnel. ($2,1 \times 3\text{m}^2$, $\text{Ma} \approx 0,95$).

Het in het vorige jaar tot stand gekomen ontwerp werd, naar aanleiding van de resultaten van een studiereis van de sectieleider en een ingenieur, vergezeld van een aerodynamicus van de fa. Stork, naar de V.S., herzien en aangepast aan de opgedane ervaringen. In hoofdtrekken bleef het ontwerp echter ongewijzigd.

Uit vroegere besprekingen met het G.E.B. te Amsterdam was gebleken, dat energievoorziening van deze tunnel met een vermogen van 17000 pk door het G.E.B. aanzienlijke kosten en moeilijkheden met zich meebracht en daardoor ook diverse nadelen voor het tunnelbedrijf onvermijdelijk zouden zijn, zoals het niet mogelijk zijn van snelheidsregeling door toerenregeling der ventilatorschroeven. In het begin van het verslagjaar deed zich de mogelijkheid voor tot aanschaffing op zeer voordelige condities van enige in goede staat verkerende turbo-electrische installaties afkomstig uit buiten bedrijf gestelde en door Nederland voor sloop aangekochte geallieerde escortevaartuigen.

Na uitvoerige bestudering en overleg met deskundigen van de firma's Stork en Heemaf, welke firma's de bouw en installatie van deze windtunnel in principe reeds was opgedragen, werd tot aankoop van een 6-tal turbo-aggregaten met toebehoren besloten. De energieopwekking zal dus in eigen bedrijf geschieden. Tevens is daarmee de mogelijkheid van de snelheidsregeling van de tunnel door toerenregeling der ventilatorschroeven verkregen.

Voor aandrijving van de tunnel zullen nu een 4-tal turbo-aggregaten van tezamen ca. 20.000 pk worden opgesteld alsmede een turbocompressor voor het op druk brengen of evacueren van de tunnel. Deze aggregaten zullen tevens voor aandrijving van andere tunnels dienen.

Voor het bereiken van een zo groot mogelijk gebied van combinaties van waarden van de getallen van Mach en Reynolds zal de tunnel zowel onder onder- als overdruk (0,07 tot 4 ata) moeten kunnen werken en uit dien hoofde geheel uit staal worden gebouwd.

De vorm van de tunnel werd definitief vastgesteld; de constructie wordt door de fa. Stork verder uitgewerkt, waaraan prof. van der Neut als adviseur voor sterkteproblemen in belangrijke mate meewerkt. Daar de tunnel een drukvat in de zin der op dit gebied eerlang te verwachten wettelijke maatregelen zal zijn, was het nodig in de eerste plaats te beslissen of het proefpersen met water van het gehele kanaal wettelijk vereist en uit veiligheidsoverwegingen noodzakelijk of aanbevelingswaardig zou zijn. Het uitvoeren van een waterpersproef zou zeer belangrijke consequenties (ook financiële) voor de constructie van de tunnel met zich meebrengen. Uitvoerige discussies werden gevoerd met het Rijkstoezicht op het Stoomwezen, dat in de toekomst waarschijnlijk met het uitvoeren van de wet op de drukvaten belast zal worden, waarbij ook verschillende deskundigen buiten het N.L.L. op het gebied van materialen en lastechniek hun advies gaven. Het resultaat hiervan was een uitspraak van genoemde dienst, dat het persen met water, gezien de hieraan verbonden consequenties, achterwege kan blijven en dat verwacht mag worden dat, wanneer de wet in werking zal treden, voor de tunnel ontheffing van de verplichting hiertoe zal worden verleend. Ingevolge deze uitspraak wordt bij de constructie thans geen rekening gehouden met het uitvoeren van een persproef met water.

De ventilatorschroeven worden door Stork ontworpen en als model onderzocht. Het N.L.L. zal het modelonderzoek uitvoeren van het kanaal tot aan de schroef inclusief de hoekschoepen, de anti-turbulentiebol, de contractie en de diffusor. Ook de keuze van het meetsysteem en de leiding bij de opstelling daarvan zullen bij het N.L.L. berusten.

De elektrische aandrijving en regeling zullen door de firma Heemaf in samenwerking met Stork worden uitgevoerd. De voor de energieopwekking toe te passen turbo-aggregaten en de elektrische aandrijfmotoren zullen in een afzonderlijk machinegebouw („N.L.L.-centrale”) worden ondergebracht.

De voorbereidingen voor de bouw hiervan zijn, mede dank zij de medewerking van het architectenbureau Van Tijen en Maaskant, met zoveel kracht voortgezet dat in minder dan één jaar nadat het plan tot eigen energieopwekking was opgekomen, tot gunning van de bouw kon worden overgegaan. Voor het bij de subsone tunnel behorende meetgebouw werden voorlopige plannen gemaakt.

De verdere voorbereidingen tot de bouw van deze subsone tunnel gedurende het verslagjaar worden in de volgende punten besproken.

Onderzoek hoekschoepen.

Teneinde een keuze omtrent de toe te passen hoekschoepen te kunnen doen, werden aan twee- en driedimensionale modellen metingen uitgevoerd, zowel met geprofileerde schoepen als met schoepen gevormd door gebogen platen. Hierbij werd de invloed van de onderlinge afstand van de schoepen op de verliezen, die het schoepenrooster geeft, nagegaan. Op grond hiervan werd, rekening houdend met de wens een goedkope dus eenvoudige schoepvorm te gebruiken, besloten plaatvormige hoekschoepen toe te passen met een steek die ongeveer 0,6 van de koorde der schoepen bedraagt.

Diffusoronderzoek.

Het reeds in het vorige jaar begonnen algemeen oriënterend onderzoek van diffusoren werd voortgezet; na de spleetdiffusor werd thans ook een gesloten diffusor beproefd. Besloten werd, mede op grond van de weinige ter beschikking staande praktische ervaring met spleetdiffusoren, een gesloten diffusor toe te passen.

Schaalmodel 1:10 van een deel der subsone tunnel.

Een schaalmodel 1:10 van een deel der tunnel is ontworpen en wordt vervaardigd om hierin de stroming in de bochten en de diffusor nauwkeuriger te bestuderen.

Koeling en droging van de lucht.

Een theoretisch onderzoek van de verschillende systemen voor koeling en droging van de lucht in de subsone tunnel werd uitgevoerd.

Berekeningen werden uitgevoerd omtrent het te verwachten verband tussen het getal van Mach en de druk in de tunnel bij verschillende temperaturen van het water in het koelsysteem en omtrent de bereikbare waarden van het getal van Reynolds bij tunneltemperaturen van 40° C., welke temperatuur als grens voor de toepassingsmogelijkheid van houten modellen wordt beschouwd.

Een experimenteel onderzoek van de weerstand van koelers werd in de kleine ijktunnel (tunnel 2) uitgevoerd. Op grond van een en ander werd besloten de tunnel uit te voeren met uitwendige sprenkelkoeling, die, mocht zij op de duur niet voldoende blijken te zijn, later aangevuld kan worden met een inwendig aangebracht koelerblok. Voor droging werd de keuze bepaald op een in Nederland gebouwde drooginstallatie.

Geluidshinder.

De plaatsing van deze tunnel met groot vermogen vrij dicht bij de bestaande woonwijken maakte een onderzoek naar de te verwachten geluidsintensiteit in de omgeving gewenst.

Een reis naar de V.S. van een tweetal ingenieurs van het N.L.L. maakte het verzamelen van inlichtingen op dat gebied mogelijk, terwijl door de Technisch Physische Dienst T.N.O. het vraagstuk van de theoretische kant werd gezien. Een en ander leidde tot de conclusie dat met zekerheid omtrent de geluidsintensiteit niets is te zeggen, doch dat er goede gronden zijn om te verwachten dat het door de tunnel voortgebrachte geluid voor de omgeving niet hinderlijk zal zijn. In enige rapporten werd hierover aan het Gem. Bouw- en Woningtoezicht, afd. Hinderwet, verslag uitgebracht. Op grond hiervan werd besloten de geprojecteerde ligging en uitvoering van de tunnel met het oog op geluidshinder niet te wijzigen, doch de bouw zodanig uit te voeren dat in de toekomst gedeeltelijke of gehele overkapping mogelijk is, zo deze onverhoopt door geluidshinder nodig mocht blijken.

Meetsysteem.

Een studie van de voor de tunnel in aanmerking komende meetsystemen werd uitgevoerd. Nagegaan werd of bouw van de balansen in Nederland zou kunnen plaatsvinden. Na uitvoerige besprekingen met de Philips fabrieken en een oriënterend onderzoek aldaar, bleek dat het de voorkeur verdient, in het buitenland ontwikkelde balansen toe te passen.

Naar aanleiding hiervan werd besloten een elektrische balans van het systeem Eastman, vervaardigd in de V.S., als proefbalans aan te schaffen teneinde hieraan de nodige onderzoekingen voor het bepalen van de definitieve keuze te kunnen uitvoeren.

Draadgazen.

De eisen, die aan de toe te passen anti-turbulentiegazen moeten worden gesteld, werden bezien. Aan de hand hiervan en de in het buitenland verzamelde gegevens werd een specificatie opgesteld. Nagegaan wordt of de vervaardiging van deze gazen in Nederland kan geschieden.

Schaalmodel 1:5.

Het is nodig dat, alvorens tot de definitieve opstelling van verschillende onderdelen, ventilator, hoekschoepen, gazen, contractie, diffusor in de subsone tunnel wordt overgegaan, een volledig model van de tunnel wordt vervaardigd. De schaal van dit model is zo gekozen, (1:5, vermogen 800 pk) dat het na de beproeving als modeltunnel, een definitieve plaats in de tunnelapparatuur van het N.L.L. kan innemen en wel als middel voor het uitvoeren van fundamenteel speurwerk aan vleugelprofielen en andere lichamen bij hoge subsone snelheden en mogelijk zelfs bij transone snelheden. Daartoe zal deze tunnel, na beproeving als modeltunnel, nog enige kleine wijzigingen ondergaan, o.a. vervanging van de sprenkelkoeling door luchtuitwisseling, en verhoging van het vermogen (1200 pk) door aansluiten van de aandrijfmotor op de N.L.L.-centrale en verandering van de meetplaats.

De tunnel zal echter niet als gesloten kanaal voor het werken onder overdruk worden uitgevoerd. De voorbereidingen voor een spoedige bouw, eveneens door de fa. Stork, werden in het afgelopen jaar getroffen.

Lage-turbulentie-tunnel.

In het verslagjaar werd besloten zo spoedig mogelijk over te gaan tot de bouw van een tunnel die in grote trekken gelijk zal zijn aan de bestaande grote tunnel (tunnel 3) doch meer speciaal is ingericht voor het opwekken van stromingen met zeer lage turbulentiegraad, waarvoor de bestaande tunnel ongeschikt is (zie ook 1.2.3).

De afmetingen van de meetplaats zullen gelijk zijn aan die in de bestaande tunnel ($2,1 \times 3 \text{ m}^2$). Het bleek echter ten eerste gewenst, de bereikbare waarde van het getal van Reynolds op te voeren, in verband waarmee de maximum snelheid 1,25 à 1,5 maal zo groot zal zijn (100 à 120 m/sec). Het ontwerp van de tunnel en het bijbehorende gebouw

werd in samenwerking met het architectenbureau Van Tijen en Maaskant ter hand genomen en bereikte in het verslagjaar een vergevorderde staat van voltooiing. Ook hierbij zal een zg. anti-turbulentiebol met draadgazen worden toegepast. De tunnel zal in hoofdzaak in beton worden uitgevoerd. De gewenste luchtsnelheid en het daaruit volgende vermogen zijn zo, dat de natuurlijke koeling van het kanaal onvoldoende is.

Voor het ontwerp van deze tunnel waren enige vrij uitvoerige detailonderzoekingen nodig, waarvan de belangrijkste in het volgende punt genoemd worden.

Diffusorkeuze en koeling.

Voor de keuze van de toe te passen diffusor, mede met het oog op de kwaliteit van de stroming, het in de tunnel te installeren vermogen, de koeling en de bouwlengte van het tunnelkanaal, bleek het nodig het al of niet toepassen van een diffusor met spleetwerking (inblazen of afzuigen) in dit geval nauwkeurig te bezien. Een studie van verschillende mogelijkheden voor de uitvoering van de diffusor leidde tot de conclusie dat toepassing van een spleetdiffusor met inblazing, gecombineerd met het uitblazen van lucht op een andere plaats in het kanaal, waardoor naast koeling door luchtwisseling tevens een kortere bouwlengte zou kunnen worden verkregen, ongewenst is. In de eerste plaats is dit een gevolg van de omstandigheid dat hierdoor op de meetplaats geen atmosferische druk kan heersen en dus met een luchtdichte meetkamer zou moeten worden gewerkt met alle complicaties daarvan t.a.v. het meetgebouw. In de tweede plaats bestaat zonder uitvoerige proeven niet voldoende zekerheid omtrent de juiste wijze van inblazen, de benodigde hoeveelheid inblaaslucht, de kwaliteit van de stroming en het rendement van de diffusor (dus omtrent het tunnelvermogen).

Een geheel gesloten conventionele diffusor vereist weliswaar een grotere bouwlengte, doch geeft meer zekerheid omtrent de kwaliteit van de stroming en het te verwachten rendement. Hierbij vergt echter de koeling, wanneer men met de meetplaats onder atmosferische druk werkt en dus geen luchtwisseling kan worden toegepast, een vrij gecompliceerde installatie.

Tenslotte bestaat de mogelijkheid een diffusor met afzuiging toe te passen.

Uitvoerige beschouwingen leidden ertoe te besluiten over te gaan tot een combinatie van de twee laatstgenoemde mogelijkheden en wel op de volgende wijze:

Toegepast zal worden een diffusor met normale tophoek (dus grote bouwlengte) echter met spleten. Bij toepassing van een meetplaats onder atmosferische druk zal door de spleten waar de druk dan hoger is dan de atmosferische, de grenslaag (waarin de meeste warmte is ontwikkeld) worden afgevoerd naar buiten. Ter plaatse van de naaf van de ventilatorschroef zal dan door een compressor verse lucht in de tunnel worden ingeblazen. Aanvankelijk zal de tunnel met geheel gesloten diffusor kunnen werken, waarbij dan met het oog op de koeling niet de volle snelheid zal kunnen worden ontwikkeld. Na installatie van de compressor en opening van de spleten zal de luchtuitwisseling een voldoende koeling voor het werken met de hoogste snelheid opleveren. Voordelen van de gekozen oplossing zijn de volgende. Het voor de koeling van de tunnel benodigde compressorvermogen is groter dan het vermogen dat door de diffusor-spleten wordt afgevoerd, zodat het effectieve tunnelvermogen wordt vergroot. Een deel van de door de meetplaats circulerende lucht wordt niet via de Schroef teruggeleid, waardoor het benodigde schroefvermogen bij een bepaalde snelheid vermindert. Door afzuigen wordt het diffusorrendement verbeterd. Het inblazen van verse lucht t.p.v. het zog van de naaf zal de kwaliteit van de stroming in de tunnel ten goede komen. Op de meetplaats heerst atmosferische druk. De kosten voor het compressoraggregaat zijn belangrijk lager dan die voor een inwendige koeler.

Het modelonderzoek voor het ontwerp van de tunnel zal, nadat een model van de gekozen diffusor onderzocht is, worden voortgezet aan een model op schaal 1:7.

Teneinde kwantitatieve gegevens omtrent de koeling van deze tunnel te kunnen verkrijgen, werd een methode ontwikkeld om de opwärmnelheid van de lucht in een betonnen tunnelkanaal te berekenen.

Het vermogen van de in de tunnel te installeren schroefmotor, werd op grond van het bovenstaande vastgesteld op 1200 pk voor continu bedrijf, 1600 pk gedurende 1 uur en

een maximum van 1900 pk gedurende 1 kwartier. De stroomvoorziening zal door de N.L.L.-centrale geschieden.

Supersone windtunnel ($3 \times 3 \text{ cm}^2$, $Ma = 3,5$).

De aanmaak van dit reeds in het vorige jaar ontworpen proeftunneltje werd in het verslagjaar grotendeels voltooid. De tunnel wordt aangedreven door een bestaande compressor.

Uitgevoerd werd een studie van de apparatuur voor sliertenfotografie, welke nodig is voor het verrichten van metingen in deze tunnel en in de later te bouwen grotere supersone tunnel. Het ontwerp voor de bouw van een sliertenapparaat voor het proeftunneltje kwam gereed. Verschillende onderdelen hiervoor worden thans vervaardigd.

Supersone tunnel ($40 \times 40 \text{ cm}^2$, $Ma = 4,5$).

Deze tunnel, welke zal worden aangedreven door de turbo-compressor nodig voor het onder druk brengen of evacueren van de grote subsone tunnel, zal geïnstalleerd worden in een ruimte naast het machinegebouw. De hoofd-afmetingen van de tunnel zelf en van de meetruimte en het leidingenverloop werden, voorzover deze nodig waren voor de bouw van het machinegebouw, vastgesteld.

Apparatuur voor zichtbaar maken van stromingsverschijnselen.

Voor dit doel werd een olienevelapparaat vervaardigd, waarmee het na enig experimenteren gelukt is een geschikte rookstraal te verkrijgen.

Met succes werden voorlopige proeven genomen over het zichtbaar maken van de overgang van laminaire naar turbulente grenslaag, volgens de „China-Clay”-methode.

Vorbereidingen werden getroffen voor proeven met hetzelfde doel, echter volgens de methode waarbij het model is bewerkt met loodwit en H_2S in de grenslaag wordt geleid; hiervan zijn nog geen proefresultaten beschikbaar.

Gloeidraadapparatuur.

De aan deze apparatuur te stellen eisen met het oog op turbulentie- en grenslaagmetingen werden bestudeerd, o.a. wat betreft de temperatuurinvloed en de invloed van de uitvoering der gloeidraadhouders.

Een rapport betreffende het ontwerp van een „gloeidraadtunnel” kwam gereed.

Proefopstellingen voor modelonderzoek.

Vorbereidingen werden getroffen voor het opstellen van apparatuur voor het modelonderzoek t.b.v. de nieuwe tunnels. De hierbij benodigde motoren zullen worden gevoed uit twee 60 kw omvormers.

Klepmomentmeter.

Een prototype van een apparaat voor het met behulp van rekstrookjes meten van klep- en roermomenten aan een model kwam grotendeels gereed.

Modelmotoren.

Na veel moeilijkheden gelukte het in de V.S. een bestelling te plaatsen voor twee hoogfrequent-modelmotoren van 16 pk bij 18000 omw/min, bestemd voor het onderzoek van vliegtuigmodellen met aangedreven schroeven.

2.3. OVERIGE WERKZAAMHEDEN.

Rook- en windhinder bij schepen.

Voor een tweetal scheepstypen werd in de kleine tunnel een modelonderzoek op dit gebied uitgevoerd. In verband hiermede werd het schaafeffect bij rookproeven met scheepsmodellen in studie genomen.

Diverse onderzoeken en ijkingen.

Enige aerodynamische onderzoeken werden verricht aan een tafelventilator, aan een automodel en aan rijwielen.

Een aantal aerodynamische instrumenten, als windsnelheidsmeters, windrichtingmeters, pitotbuizen, e.d. en een rookgasmeter werden ten behoeve van opdrachtgevers geijkt.

Bezoeken, besprekingen, enz.

In het begin van het verslagjaar keerden de sectieleider en een ingenieur terug van een reis naar de V.S. ter bestudering van de zich aldaar in bedrijf en in bouw bevindende windtunnels. Een der ingenieurs van de sectie volgde in Engeland bij het National Gas Turbine Establishment een cursus over gasturbines. Studiereizen werden verder door

enige personeelsleden gemaakt naar Engeland (N.P.L. en R.A.E.) en Zwitserland (Emmener Flugzeugwerke, Brown Boveri, Sulzer, Oerlikon, E.T.H.), terwijl verder een medewerker als lid van een door de Nederlandse Militaire Missie ingestelde commissie, een reis door de Engelse zone van Duitsland meemaakte.

Medewerking werd verleend bij het ontwerp van een windtunnel voor de subafd. Vliegtuigbouwkunde van de T.H., waarvoor een tweetal studenten bij het N.L.L. werd gedetacheerd.

3. SECTIE FLUTTER EN ALGEMENE STROMINGSLEER.

3.1. SPEURWERK.

Laminaire profielen.

Na een inleidende literatuurstudie kon één der daarbij aangetroffen methoden voor de berekening van profielen met voorgeschreven drukverdeling tot een bevredigend routine-procedé worden uitgewerkt. In een serie gereedgekomen rapporten worden gegeven algemene beschouwingen over het probleem, de mathematische grondslagen van de berekeningsmethode en de numerieke uitwerking voor symmetrische en asymmetrische profielen met gegeven drukverdeling. Een nog in bewerking zijnd rapport zal een overzicht geven van een omvangrijke klasse van laminaire profielen. De berekeningsmethode werd getoetst op haar nauwkeurigheid door voor een bepaald profiel, dat zelf volgens deze methode uit een gegeven drukverdeling was afgeleid, volgens een bekende standaardmethode de drukverdeling opnieuw te berekenen en te vergelijken met die waarvan was uitgegaan. Het resultaat was zeer bevredigend.

Het ligt in het voornemen deze toetsing nog te verscherpen.

De berekening van de laminaire grenslaagstroming om een der geconstrueerde profielen is voor verschillende invalshoeken uitgevoerd; met het onderzoek van de turbulente grenslaag is een begin gemaakt. Na voltooiing hiervan zal de berekening van de ligging van het omslagpunt ter hand kunnen worden genomen, hetgeen het uiteindelijk mogelijk zal maken de weerstand van een willekeurig, eventueel een laminair profiel, geheel door berekening te benaderen. Meer in het bijzonder met het oog op de constructie van vliegtuigen met hoge snelheden, werd een begin gemaakt met de literatuurstudie van de stroming om profielen bij hoge subsone snelheden.

Ontwerp van een profiel voor een vliegtuig met hoge snelheid.

Rekening houdende met door de constructeurs gegeven aanwijzingen kon een aantal laminaire profielen worden geconstrueerd, die voor toepassing in het desbetreffende geval in aanmerking leken te komen. Bij nader inzien werd echter door de fabriek uiteindelijk besloten een bestaand profiel te kiezen waarover experimentele gegevens beschikbaar zijn. De uitgevoerde berekeningen en de resultaten worden in een rapport verzameld.

Verzameling van profielgegevens.

Een begin is gemaakt met het verzamelen van profielgegevens uit de literatuur, met de bedoeling dit te doen uitgroeien tot een systematisch, tevens vergelijkend overzicht van profieleigenschappen.

Theorie van het trillend draagvlak.

Een uitvoerig overzicht van de bestaande theorie voor het geval van tweedimensionale stroming wordt samengesteld. Dit zal dienen als voorbereiding tot de behandeling van de theorie van het trillend draagvlak met eindige spanwijdte. Een begin werd reeds gemaakt met de bestudering van de literatuur over laatstgenoemd vraagstuk.

Onderzoek van de stationnaire stroming om een pijlvormige vleugel; berekening van de circulatieverdeling.

Het onderzoek van de literatuur heeft dit probleem als uitermate moeilijk doen kennen. Voor het meest simpele geval was een behandelingsmethode ontworpen, die uiteindelijk echter op een principiële wiskundige moeilijkheid vastliep. Een speciaal onderzoek van deze moeilijkheid heeft echter inmiddels perspectieven van een alternatieve behandelingswijze te voorschijn gebracht.

Aandacht is ook besteed aan de mogelijkheid het probleem op nagenoeg numerieke basis aan te vatten, hetgeen wellicht door toepassing van een geschikte relaxatietechniek zal gelukken. Het onderzoek wordt, ook in deze richting, voortgezet.

Instroombuis voor windtunnel.

Aan de instroombuis van de grote windtunnel zal een zodanige vorm moeten worden gegeven, dat de erin aanwezige stroming aan bepaalde eisen voldoet. Daar deze eisen een eenvoudige theoretische formulering toelaten, werd getracht een geschikte buis door berekening te vinden. De stroming werd hierbij door superpositie van axiaalsymmetrische elementaire oplossingen van de potentiaal-vergelijking opgebouwd, waarbij echter hardnekkige moeilijkheden aan de dag traden, vooral verband houdend met de geëiste grote contractie over een korte afstand. Het onderzoek wordt voortgezet.

Uitstroombuizen en diffusoren voor supersone tunnels.

Met het oog op de constructie van de supersone tunnels die het N.L.L. in de toekomst hoopt te bezitten ($3 \times 3 \text{ cm}^2$ en $40 \times 40 \text{ cm}^2$), was het gewenst reeds in het ontwerpstadium grenslaagberekeningen uit te kunnen voeren. Een bekende methode voor berekening van de grenslaag voor het geval van incompressibele stromingen werd daartoe zodanig gewijzigd en gegeneraliseerd dat zij voor de beoogde toepassing geschikt was; een rapport hierover komt binnenkort gereed.

Hiermede werd de berekening van de compressibele turbulente grenslaag in de uitstroombuis en de diffusor van de $3 \times 3 \text{ cm}^2$ tunnel voor een waarde van het getal van Mach gelijk aan 3, uitgevoerd.

Het vraagstuk van de constructie van supersone uitstroombuizen, waarover reeds eerder een rapport was verschenen („Numerischer Behandlung des Charakteristiken-Verfahrens bei dem Entwurf von Ueberschalldüsen") werd verder in studie genomen. Enige uitstroombuizen voor verschillende waarden van het getal van Mach, werden geconstrueerd. Speciaal werd hierbij aandacht geschonken aan het probleem van de keuze der beginvoorwaarden bij het toepassen van deze constructiemethode. Een tweetaal rapporten hierover kwam gereed. Enige besprekingen werden met de firma Stork gevoerd over de constructie van de $40 \times 40 \text{ cm}^2$ tunnel. Besloten werd een uitvoerig rapport over het ontwerp op te stellen waarin alle voor de constructeur nodige inlichtingen en richtlijnen zoveel mogelijk zijn samengevat. Dit rapport kwam in concept gereed en bevat ook o.a. enige aanwijzingen

voor het verkrijgen van een geschikte aanpassing aan elkaar van de uit aerodynamische overwegingen voortvloeiende eisen en de uit een oogpunt van constructie bestaande mogelijkheden.

Gebruiks- en ontwikkelingsmogelijkheden van supersone raketten.

Ten behoeve van de Nederlandse militaire deskundigen werd een verhandeling van vertrouwelijke aard opgesteld welke een overzicht geeft van de prestaties en de voorwaarden voor ontwikkeling van supersone raketten. In verband hiermede kwam tevens een rapport tot stand over de berekening van de drukverdeling aan een omwentelingslichaam bij subsone en supersone snelheden met behulp van de bronnen- en puttenmethode.

Flutteranalyse van systematisch gevarieerde vleugelmodellen. (Parametervariaties).

In vervolg op dit reeds in vroeger jaren uitgevoerde onderzoek kwam een rapport gereed dat alle systematische berekeningen weergeeft voor een vleugel-rolroersysteem zonder buigstijfheid. Het bevat tevens een „steekproef” op de toelaatbaarheid van de verwaarlozing van de buigstijfheid, welke de verwachtingen bevestigt. Verder werden ook de grenssnelheden, waarbij de rolroerwerking omkeert, berekend. Er blijkt dat, ter vermijding van dit verschijnsel, in het algemeen aan de torsiestijfheid hogere eisen moeten worden gesteld dan met het oog op vermijding van flutter alleen nodig zou zijn.

Een Engels concept voor voorschriften ter vermijding van flutter werd aan deze berekeningen getoetst, waarbij deze voorschriften in het algemeen bevredigend, doch dikwijls zeer conservatief, bleken te zijn.

Voorbeeld flutterberekening.

Na uitvoerige besprekingen met belanghebbenden werd besloten aan de berekeningen, welke bedoeld zijn om als voorbeeld te dienen voor het uitvoeren van flutterberekeningen in het algemeen, het staartvlakkensysteem van de Constellation ten grondslag te leggen, mede omdat hiervan uitvoerige resultaten van standtrillingsproeven ter beschikking staan.

Als voorbereiding tot het berekenen van de kritieke trillingen werden allereerst de standtrillingen berekend, omdat dit een gelegenheid biedt tot vergelijking met de gemeten standtrillingen. De vergelijking van de uit berekening verkregen laagste zes eigentrillingsvormen met de metingen bracht een zeer redelijke overeenstemming aan het licht. Er wordt nog getracht de zevende trillingsvorm met behulp van de relaxatiemethode te berekenen; mocht dit gelukken, dan kan de standtrillingsberekening als afgesloten worden beschouwd, en zal met de berekening der kritieke trillingen worden begonnen.

Iteratie van kritieke trillingen.

Een iteratiemethode voor kritieke trillingen werd ontworpen waarbij geen geadjungeerde oplossingen behoeven te worden berekend. Door vergelijking van deze methode met die, waarbij dit wel het geval is, bleek dat zij een aanmerkelijke verbetering oplevert. Voor een modelvleugel, overeenkomende met die welke aan de berekeningen over systematisch gevarieerde vleugelmodellen (parametervariaties) ten grondslag liggen, werden voor een bepaalde waarde van de gereduceerde snelheid de laagste, drie eigenfrequenties met bijbehorende eigentrillingsvormen berekend door directe iteratie. De trillingsvormen blijken, wat de buiging betreft, vrijwel niet, maar wat de torsie betreft, wel van de oorspronkelijke ongekoppelde trillingsvormen af te wijken. Verschillende methoden voor de berekening van boventonen van een trillend systeem konden in een algemeen schema worden samengevat, dat een onderlinge vergelijking mogelijk maakt. Tevens kon op basis hiervan worden nagegaan welke gevolgen een kleine fout in de berekening van de grondtoon heeft op de nauwkeurigheid van de boventonen.

Een rapport over een en ander is in voorbereiding.

Remousbelasting.

Een uitvoerig rapport (tevens proefschrift van Dr. Greidanus) over de in de afgelopen jaren uitgevoerde studie van de belasting van vliegtuigen door symmetrische remous kwam gereed. Aan dit onderwerp werd verder gewerkt. In afwijking van wat eerder geschiedde zal daarbij thans van een numeriek integratieproces der bewegingsvergelijkingen gebruik worden gemaakt. Dit proces werd, getoetst aan een

voorbeeld, hanteerbaar en voldoende nauwkeurig bevonden. Een groot aantal gevallen zal worden uitgewerkt.

Algemeen theoretisch trillingsonderzoek.

Enige werkzaamheden op dit gebied werden uitgevoerd met de bedoeling om een nomogrammensysteem te ontwerpen voor het oplossen van de bewegingsvergelijkingen van systemen met twee graden van vrijheid welke door massakoppeling verbonden zijn.

Verder wordt een onderzoek ingesteld naar de mogelijkheid om gecompliceerde trillingsvergelijkingen op te lossen door numerieke integratie van de bijbehorende storingsvergelijkingen.

3.2. Apparatuur.

Een studie werd gemaakt van de methoden en apparaten voor het uitvoeren van standtrillingsproeven en voor de metingen van andere mechanische trillingen. De methode voor het opwekken van trillingen met behulp van electro-dynamische trillingsgeneratoren werd onderzocht. Van de prestaties die van deze apparaten te verwachten zijn, werd een gunstige indruk verkregen. De eisen, die eraan gesteld moeten worden werden nader omschreven. Over een en ander zal in een rapport verslag worden uitgebracht. In principe werd besloten tot toepassing van deze methode over te gaan; met mogelijke fabrikanten van de apparaten werd overleg gepleegd.

Aandacht werd verder nog besteed aan de constructie van elektrische trillingsopnemers, meer in het bijzonder aan de problemen verbonden aan het ontwerp en de constructie van seismografische trillingsopnemers met zeer lage eigenfrequentie. De apparatuur voor trillingsmetingen werd uitgebreid met een continu-lopende filmcamera, van het fabrikaat Avimo, voor het opnemen van oscillogrammen met behulp van een kathodestraaloscillograaf.

3.3. Overige werkzaamheden.

Aan de Rijksluchtvaartdienst werd op zijn verzoek in een tweetal gevallen advies uitgebracht inzake het door de fabrikant uitgevoerde flutteronderzoek van een nieuw vliegtuigtype en de resultaten daarvan.

Ten behoeve van de Sectie Vliegtuigen werd enige malen een onderzoek uitgevoerd naar de toelaatbaarheid van aan- of inbouw van instrumenten of ballast bij vliegtuigen met het oog op de veiligheid t.a.v. flutter.

Medewerking werd verleend aan de Commissie voor Classificatie van Luchtvaartliteratuur bij de opstelling van een classificatiesysteem voor de groepen Hulpwetenschappen en Randgebieden. Een ingenieur van de sectie verleende medewerking bij het afnemen van de examens voor vliegbewijs B.

De sectieleider en een van diens medewerkers, brachten, tezamen met een wetenschappelijk-medewerker der Fokkerfabriek een bezoek aan Engeland, teneinde aldaar zoveel mogelijk inlichtingen te verzamelen over de methoden en resultaten van het theoretisch profielonderzoek.

Besprekingen werden gevoerd met medewerkers van het National Physical Laboratory, het Queen Mary College van de Londense Universiteit, het Engineering Laboratory van de Universiteit van Cambridge, en van het Royal Aircraft Establishment. Deze reis bleek zeer waardevol te zijn geweest, zowel door de aanwijzingen en suggesties die van verschillende zijden werden ontvangen alsook door de aanzienlijke hoeveelheid ongepubliceerde rapporten over theoretische en experimentele onderzoekingen op dit gebied, die kon worden verzameld.

De sectieleider woonde verder op een desbetreffend verzoek de tweede zitting van de „Airworthiness Division” van de ICAO te Montreal, als adviseur van de R.L.V.D., bij. In het bijzonder was hij betrokken bij de opstelling van de voorschriften, inzake flutter en remousbelasting. Van deze gelegenheid werd tevens gebruik gemaakt tot het bezoeken van enige instellingen en fabrieken in Canada en de V.S., t.w. de National Research Laboratories te Ottawa, het Massachusetts Institute of Technology te Cambridge (Mass.), de Curtiss Propeller Works te Caldwell (N.Y.), de Glenn L. Martin Cy. te Baltimore en de NACA laboratories te Langley Field (Va.).

Voor het „Mathematisch Centrum” hield Dr. Timman een lezing over „Mathematische problemen uit de theorie der laminaire grenslagen”.

4. SECTIE MATERIALEN.

4.1. SPEURWERK.

Ware trekkromme.

Van een aantal staalsoorten en niet-ijzermetalen werd de ware trekkromme bepaald. Daarnaast werd op grond van een vereenvoudigde veronderstelling voor het mechanisme van de verlenging der metalen, in samenwerking met de Sectie Sterkte, een formule ontwikkeld voor het verband tussen ware spanning en rek bij éénassige belasting en gelijkmatige vervorming. Tussen de experimenteel en de theoretisch bepaalde krommen werd goede overeenstemming gevonden in het gebied der gelijkmatige rek. De theoretische kromme is daardoor bruikbaar gebleken voor het bepalen van de gemiddelde dwarsspanning tijdens de insnoering.

Plasticiteitstheorie.

De reeds vroeger opgestelde plasticiteitstheorie werd verder ontwikkeld. De theorie is in bevredigende overeenstemming met de experimentele gegevens over plastische vervorming bij gelijkmatige spanningstoestanden, die uit de literatuur bekend zijn. Een instabiliteitscriterium (insnoering) werd opgesteld voor alle spanningstoestanden, waarbij twee spanningen gelijk zijn. Voortgegaan werd met het zoeken naar een algemeen instabiliteitscriterium voor willekeurige gelijkmatige drie-assige spanningstoestanden.

Invloed van kerven op de plasticiteits- en breukeigenschappen bij metalen.

Een oriënterend experimenteel onderzoek hierover vond plaats. Rapporten over de op de plasticiteit betrekking hebbende onderwerpen zijn in voorbereiding en zullen t.z.t. gelijktijdig worden gepubliceerd.

Vloeiverschuif van staal.

Over dit onderwerp en de mechanische veroudering verscheen Rapport M. 1230 „Reflections on Discontinuous

Yielding and Strain-Ageing of Mild Steel". Hierin zijn hypothesen ontwikkeld, waarbij de directe oorzaak van deze verschijnselen is toegeschreven aan de in het ferriet opgeloste C en N.

Heen- en weerbuigproef.

Een onderzoek van de heen- en weerbuigproef ter beoordeling van plaatmateriaal werd afgesloten. Een publicatie over dit onderwerp kwam nagenoeg gereed en zal verschijnen in het tijdschrift „Metalen”.

Mechanische eigenschappen van gelijmde metaalverbindingen.

Een theoretisch onderzoek naar de spanningsverdeling in lapnaden werd uitgevoerd. Daarnaast werden vele proefnemingen verricht, die tot nu toe alleen op statische belasting betrekking hadden. Een rapport hierover wordt voorbereid. Het ligt in de bedoeling om, zodra de daarvoor geschikte apparatuur aanwezig is, ook het onderzoek van de gelijmde metaalverbindingen bij dynamische belasting ter hand te nemen.

Mechanische eigenschappen van gelijmde houtverbindingen.

Een oriënterend onderzoek vond plaats van de invloed van dynamische belastingen op de sterkte van gelijmde houten proefstukken. Een rapport hierover kwam gereed.

Corrosie van magnesiumlegeringen met oppervlaktebeschermlagen.

Een vrij uitvoerige oeproeving op dit gebied werd uitgevoerd, waarbij verschillende in de techniek gebruikelijke werkwijzen voor het aanbrengen van beschermlagen werden onderzocht. Over een en ander wordt een verslag samengesteld.

4.2. Apparatuur.

De apparatuur van de Sectie werd dit jaar uitgebreid met een Vickers-hardheidapparaat en apparatuur voor PH-meting, voor metaalanalyse en voor corrosieoeproeving.

De Reichert-microscopbank, de 5-tons Wazau-trekbank en de 90 kgm slaghamer van het N.L.L. werden verkocht in verband met hiervoor in de plaats komende moderne apparatuur.

Deze modernisering geschiedt in nauwe samenwerking met de S-Sectie.

4.3. Overige werkzaamheden.

Voor verschillende bedrijven (o.m. voor de K.L.M.) en instanties werden regelmatig in vrij grote getale keuringen en beproevingen uitgevoerd. Deze betroffen de mechanische en chemische eigenschappen van staal en niet-ijzermetalen, kleefstoffen, verfsoorten, enz.

Voor de Rijksluchtvaartdienst werden enige malen onderdelen onderzocht, welke onderzoeken direct of indirect verband hielden met storingen aan of ongevallen met vliegtuigen.

Medewerking werd verleend aan verschillende commissies als de Normalisatiecommissies T10 en de Subcommissies I, II en III van Commissie 30, Commissies Lasbaarheid en Brosse breuken der Ned. Vereniging voor Lastechniek. Verder werd medegewerkt aan het afnemen van examens aan de Technische Hogeschool. De sectieleider en verschillende leden van het personeel maakten studiereizen naar Engeland (Symposium on Internal Stresses in Metals, Imperial College London, Engineering Department Cambridge University), Frankrijk (Internationaal Congres van de Verfindustrie, Corrosiecongres), Zweden en Duitsland (als lid van een commissie ingesteld door de Ned. Militaire Missie bij de Geallieerde Bestuursraad).

5. SECTIE STERKTE.

5.1. SPEURWERK.

Schuifplooiveld.

Over het in de jaren 1943 t/m 1946 uitgevoerde experimentele onderzoek van door afschuiving en druk boven de kniklast belaste dunne platen werden dit jaar twee rapporten opgesteld. Het eerste vermeldt de voorlopige conclusies, getrokken op grond van de resultaten der proeven met de eerste plaat. Het tweede behandelt de resultaten der proeven op de twee andere platen en de resultaten van een vergelijking van theorie en proeven, die dit jaar werd uitgevoerd; het geeft de conclusies van het onderzoek en een voorbeeld van de toepassing der voorstellen voor een berekeningsmethode.

Vormfactoren van houten doosliggers.

De in 1946 begonnen proeven ter bepaling van de breuksterkte van houten doosliggers bij belasting op buiging werden afgesloten; een rapport werd opgesteld. Door de grote spreidingen in de beproevingsresultaten was het slechts mogelijk een tamelijk globaal voorstel voor de vormfactoren van grenen liggers te doen.

Berekening van vleugels met twee liggers.

De praktische uitvoering van de door het N.L.L. ontwikkelde methode voor de berekening der spanningen in twee-liggervleugels met op afschuiving werkzame bekleding is in een handleiding besproken. Met de toepassing van deze handleiding op een numeriek voorbeeld werd in 1943 een aanvang gemaakt, maar de bewerking daarvan moest in 1945 worden gestaakt. Dit onderzoek werd weer opgenomen en kon dit jaar worden afgesloten; een rapport hierover is opgesteld.

Enige tijdens deze toepassing naar voren gekomen punten van principiële betekenis werden afzonderlijk in een voor publicatie bestemd rapportje behandeld.

Systematische verwerking van de resultaten van belastingproeven.

Een systematische verwerking van de resultaten van een groot aantal belastingproeven, welke het N.L.L. ter beschikking staan of kunnen komen, kan van waarde zijn bij het ontwerp van nieuwe constructies, doordat het ad-hoc onderzoek daardoor kan worden beperkt. Een aanvang werd gemaakt met de verwerking van resultaten van drukproeven op vlakke platen voorzien van verstijvers van verschillende typen.

Knik van gelaagde platen.

Het rapport over de in het vorige jaar uitgevoerde theoretische studie van door een combinatie van druk of trek en afschuiving belaste sandwichplaten kwam gereed.

Alvorens het eigen onderzoek voort te zetten werd de inmiddels beschikbaar gekomen literatuur bestudeerd. Een rapport over deze literatuurstudie is in bewerking.

Aan het einde van het jaar werden enige voorbereidingen getroffen voor de voortzetting van de theoretische studie en voor de uitvoering van een experimenteel onderzoek ter verificatie van de theorie.

Knikproeven op buizen met gelaste einden.

De invloed van de reductie der materiaaleigenschappen aan de einden van buizen in gelaste staalbuisconstructies op de kniklast in het gebied van plastische knik vormde reeds voor de oorlog een punt van discussie tussen de industrie en de keuringsdienst.

Teneinde hierover meer zekerheid te krijgen werden vergelijkende proeven op buizen met en zonder gelaste einden uitgevoerd. Een rapport over dit onderzoek is in bewerking.

Uitwendige belastingen. Sterktevoorschriften.

De Amerikaanse sterktevoorschriften voor de landingsgevallen bevatten vereenvoudigende bepalingen voor de herleiding van de resultaten van vrije-valproeven met onderstellen

naar de toestand volgens de voorgeschreven belastinggevallen. Een onderzoek naar de geoorloofdheid van deze vereenvoudigingen is in bewerking.

5.2. Apparatuur.

Constructiebeproevingshal.

Enige voorlopige ontwerpen voor een nieuwe constructiebeproevingshal werden gemaakt, in overleg met het architectenbureau en met de vliegtuigindustrie. De hal is ontworpen voor beproeving van complete vliegtuigen (tot circa 40 m spanwijdte) en grote onderdelen daarvan. In principe is besloten dat deze hal bij de toekomstige nieuwe vliegtuigfabriek zal worden gebouwd en een herzien ontwerp voor gezamenlijk gebruik door fabriek en N.L.L. zal nog worden gemaakt. Ter voorbereiding van de aanschaffing van belasting- en meetapparatuur werden studiereizen naar Zweden, Engeland en Frankrijk gemaakt; de voornaamste resultaten daarvan zijn in een door de sectieleider gehouden lezing vermeld (zie De Ingenieur van 9 Januari 1948). Met de firma Enkes zijn onderhandelingen gaande over de vervaardiging van hydraulische belastingapparatuur.

Laboratorium voor sterkte- en materiaalonderzoek.

Het definitieve ontwerp voor dit laboratorium, dat in een uitbreiding van het bestaande N.L.L.-gebouw zal worden gevestigd, kwam tegen het einde van het jaar gereed. Een aantal machines voor statische en dynamische beproeving en voor kruipbeproeving is besteld.

Na een voorbereidende studie van aanbiedingen van drukbanken voor brede proefstukken en besprekingen op verscheidene Engelse laboratoria en fabrieken werd besloten tot bestelling van een 150-tons Avery drukbank over te gaan. In October werd het gereedgekomen prototype van deze machine op de Avery-fabriek bezichtigd en nader besproken.

Een 100-tons Amslerpers voor korte proefstukken (betonpers) werd in December afgeleverd en zal tijdelijk in het bestaande sterktelaboratorium worden opgesteld.

Rekstrookapparatuur.

Met de toepassing van rekstrookapparatuur voor statische metingen werd enige ervaring opgedaan. Nadat een bevre-

digende apparatuur voor metingen met enige tientallen strookjes was verkregen, werden hiermede metingen op een lesvliegtuig van Fokker begonnen, welke nog voortduren.

In Engeland werden besprekingen gevoerd ter voorbereiding van de aanschaffing van registrerende apparatuur voor uitvoeriger metingen (tot 100 strookjes). Over de bestelling daarvan zijn onderhandelingen gaande, terwijl een verslag over de opgedane ervaring wordt opgesteld.

Met de werkgroepen voor Spanningsonderzoek en Trillingsonderzoek van T.N.O. werd een geregeld contact ingesteld betreffende uitbreiding der apparatuur en uitwisseling van ervaring.

Ijkapparaat voor rekmeters.

Na een bestudering van de theoretische grondslagen en het uitvoeren van enige oriënterende proeven werd een ontwerp gemaakt voor een apparaat voor ijking van rekmeters met twee pootjes, dat berust op het interferentieprincipe. De werktekeningen kwamen gereed en met de aanmaak werd begonnen.

5.3. OVERIGE WERKZAAMHEDEN.

Meer speciaal in verband met enige onder 5.2 besproken onderwerpen werden een aantal laboratoria en fabrieken in Zweden, Engeland en Frankrijk bezocht; reisverslagen hierover zijn opgesteld of in bewerking.

De sectieleider bezocht in Engeland een vliegtuigfabriek ter bespreking van door de Marine met een serie vliegtuigen van deze fabriek ondervonden moeilijkheden.

Enige kleine werkzaamheden ten behoeve van de Studiecommissie voor Luchtwaardigheidsvoorschriften werden verricht, in welke commissie de sectieleider zitting heeft.

Medewerking werd verleend aan de Commissie voor Classificatie van Luchtvaartliteratuur.

6. SECTIE VLIEGTUIGEN.

6.1. SPEURWERK.

Stuurkrachtversterkers.

De methoden tot vermindering van de door de vlieger op de sturen uit te oefenen stuurkrachten bij grote en/of snelle vliegtuigen (veerbalansvlakken en stuurmachines) zijn voor de huidige en toekomstige vliegtuigbouw van grote betekenis. Zij werden, voorzover dit zonder proefnemingen mogelijk was, aan een beschouwing onderworpen. Uitgaande van de principes waarop deze methoden berusten, werden de fundamentele eigenschappen van deze systemen en hun invloed op de vliegeigenschappen belicht. Aan de hand hiervan werden de voor- en nadelen van de toepassing van deze methoden t.o.v. de normale wijze van besturing naar voren gebracht en werd, voorzover op grond van deze studie mogelijk was, de aandacht gevestigd op zekere punten die daarbij de bijzondere zorg van de vliegtuigconstructeur vereisen. In een drietal Technische Mededelingen, waarvan twee handelende over de veerbalansvlakken en een over stuurmachines, is het resultaat van dit onderzoek weergegeven.

Staartloze vliegtuigen.

Mede aan de hand van een reeds in vorige jaren uitgevoerd algemeen onderzoek naar de fundamentele stabiliteits- en besturingseigenschappen van dergelijke vliegtuigen, werden in de loop van het verslagjaar beschouwingen gegeven over de te verwachten eigenschappen van meer concrete projecten voor een staartloos vliegtuig, waarvan door tunnelmetingen tevoren de aerodynamische eigenschappen waren bepaald.

De beschouwingen gaven aanleiding tot verschillende wijzigingen aan de ontwerpen. De studie van dit onderwerp wordt voortgezet met de bedoeling hierdoor tenslotte een voorlopig oordeel mogelijk te maken over de merites van dit vliegtuigtype uit een oogpunt van vliegeigenschappen.

Technisch rendement van verkeersvliegtuigen.

Het „technisch rendement” van een vliegtuig of de „economische factor”, waaronder in eerste instantie verstaan wordt het brandstofverbruik per ton betalende lading en per afgelegde kilometer (resp. het omgekeerde daarvan) is een zeer belangrijk gegeven voor de beoordeling van de economie van het luchtverkeer, en een van de grondgegevens waarvan bij een exploitatieberekening moet worden uitgegaan. Dit technisch rendement hangt zeer sterk af van factoren als de vliegtuig grootte (b.v. gekarakteriseerd door de grootte van de betalende lading), de kruissnelheid, de lengte van het zonder tussenlanding af te leggen traject en de vlieghoogte.

Ten einde een beter inzicht in de invloed van deze factoren op het technisch rendement te verschaffen werd een onderzoek uitgevoerd waarbij voor enige gestandaardiseerde vliegtuigtypen met bepaalde karakteristieke kenmerken (bv. wat betreft de wijze van voortstuwing, de uitwendige vorm en afwerking, de geboden ruimte per passagier en per ton lading, enz.) dit technische rendement werd berekend als functie van de genoemde factoren. De standaardtypen met hun karakteristieke kenmerken werden zoveel mogelijk gekozen in overeenstemming met de in de naaste toekomst te verwachten ontwikkeling der verkeersvliegtuigen, waarbij voorzover mogelijk steun gezocht werd in analyses van bestaande moderne vliegtuigen.

De berekeningen t.a.v. passagiersvliegtuigen voorzien van zuigermotoren werden afgesloten; een analoge studie t.a.v. vliegtuigen voorzien van schroefturbines is voor een groot deel gereed.

Het uitgevoerde onderzoek bedoelt een bijdrage te leveren tot oplossing van het vraagstuk van de keuze van het beste vliegtuigtype voor een bepaalde luchtlijn uit een oogpunt van rentabiliteit.

Definitie van snelheden.

In de internationale voorschriften van de ICAO worden verschillende snelheden genoemd en gedefinieerd als true airspeed, equivalent airspeed, calibrated airspeed, indicated airspeed, waartussen het verband op grond van de in de voorschriften gegeven definities soms niet zo gemakkelijk is te zien. In een rapport werd nu een uiteenzetting gegeven

van de betekenis van deze snelheden en hun onderlinge verband, terwijl de studie ertoe leidde een naar dezerzijds mening betere definitie voor calibrated airspeed op te stellen. Het rapport werd via de R.L.V.D. aan de ICAO toegezonden.

Hoogteverlies bij overtrekken.

In verband met een mogelijke herziening van de ICAO voorschriften voor het gedrag bij het vliegen met grote invalshoek, die van Nederlandse zijde werd voorgesteld, werd op verzoek van de R.L.V.D. een overzicht gemaakt van de ervaringen die hier te lande zijn opgedaan omtrent het hoogteverlies bij overtrekken, ontleend aan metingen die met een zestal vliegtuigtypen waren uitgevoerd.

Herziening stijgeisen in ICAO voorschriften.

De thans door de ICAO vastgestelde eisen voor stijgsnelheden onder verschillende omstandigheden ontmoeten veel critiek. Dit is voor een groot deel een gevolg van het feit dat omtrent de grondslagen waarop zij zijn gebaseerd, weinig bekend is en zij grotendeels zijn ontstaan op grond van de ervaring met de Amerikaanse voorschriften, welke ervaring echter geen betrekking heeft op moderne vliegtuigen met hoge vleugelbelasting zoals thans ontworpen en gebouwd worden.

Als bijdrage tot de behandeling van dit vraagstuk, die op de eerstvolgende zitting van de ICAO Airworthiness Division zal plaats vinden, is een rapport opgesteld waarin, op grond van een kritische beschouwing van in dit verband te stellen redelijke eisen, een voorstel wordt gedaan voor een rationele basis voor de formulering van stijgeisen.

Berekening van staartvlakbelastingen.

Aansluitende op een in vorige jaren verricht onderzoek van de staartvlakbelastingen t.g.v. stuurbewegingen, werd nagegaan welke methode de meest geschikte is om de daarop betrekking hebbende berekeningen voor concrete gevallen met willekeurig gekozen stuurbewegingen door numerieke integratie uit te voeren. Het theoretische gedeelte van deze studie werd afgesloten. Een contrôle op de numerieke berekening, door vergelijking met reeds eerder voor bepaalde

gevallen gevonden exacte oplossingen, leverde een zeer bevredigend resultaat op.

Onderzoek vliegeigenschappen van een lesvliegtuig bij vliegen met grote invalshoek.

Naar aanleiding van enige ongevallen werd in het vorig jaar een begin gemaakt met dit onderzoek. Het gedrag van het vliegtuig in rechtlijnige vlucht en in al of niet zuivere bochten bij verschillende snelheden als ook dat bij het vliegen met losgelaten richtingsstuur, werd onderzocht. Op grond hiervan ontstond de conclusie dat de ongevallen weliswaar aan vliegfouten te wijten waren, doch dat deze in de hand worden gewerkt door enige minder goede eigenschappen van de richtingsbesturing. Op voorstel van het N.L.L. werden proeven genomen met een aanzienlijk vergroot kielvlak hetgeen tot verbetering van deze eigenschappen leidde, zonder aan andere kwaliteiten van het vliegtuig in aanzienlijke mate afbreuk te doen. Nadat het vliegtuig in deze uitvoering aan verschillende vliegers ter beoordeling was gegeven en daarbij over het algemeen eveneens een gunstig oordeel over de voorgestelde wijziging werd uitgesproken, werd door de Rijksluchtvaartdienst besloten de wijziging op alle vliegtuigen van dit type aan te brengen.

Enige rapporten over het onderzoek kwamen gereed, een rapport bevattende de gedetailleerde uitwerking der metingen zal binnenkort verschijnen.

Onderzoek van het vliegtuigtype Harvard.

Naar aanleiding van de vraag hoe de starteigenschappen van dit vliegtuigtype met twee verschillende schroeven onder tropische omstandigheden zullen zijn, werden startmetingen uitgevoerd. Ten behoeve van de correctie der resultaten naar andere atmosferische omstandigheden werden schroeftrekkkrachtmetingen aan de stand uitgevoerd, waaruit bleek dat de schroefeigenschappen aanzienlijk afwaken van de meestal voor correctiedoeleinden gebruikte NACA schroefgegevens. De correctie van de aanlooptlengte naar tropische omstandigheden werd nu uitgevoerd door met behulp van de gegevens der trekkkrachtmetingen en de NACA gegevens schroefgrafieken voor het desbetreffende geval te construeren.

Over een een ander werd in een rapport verslag uitgebracht.

Verder werden aan een ander vliegtuig van hetzelfde type metingen uitgevoerd om de vliegeigenschappen, die over het algemeen als zeer goed worden gekwalificeerd, zoveel mogelijk kwantitatief vast te leggen, teneinde gegevens te verzamelen, die als basis kunnen dienen bij het ontwerp van nieuwe vliegtuigtypen. De eerste serie metingen, die betrekking heeft op de langsstabiliteit en langsbesturing, kwam voor een aanzienlijk deel gereed.

Tevens werden vluchten ter bepaling van het $c_a - c_w$ verband uitgevoerd en metingen tijdens het optrekken uit de duikvlucht verricht.

De resultaten worden uitgewerkt; voorbereidingen voor het onderzoek van de dwarsstabiliteit en -besturing worden getroffen.

Aerodynamische metingen aan de laboratoriumvliegtuigen.

Met het vliegtuig PH-NLL type Siebel werden metingen ter bepaling van het $c_a - c_w$ verband uitgevoerd. Teneinde de invloed van de slipstroom te kunnen elimineren, werden enige metingen verricht met in vaanstand gestelde schroeven. De metingen worden uitgewerkt.

Met het zweefvliegtuig PH-111 „Tromp“, type Gövier, werden eveneens metingen ter bepaling van de $c_a - c_w$ kromme uitgevoerd en wel in vrije zweefvlucht en bovendien tijdens het slepen door een motorvliegtuig. Met een speciaal geconstrueerde sleephaak werden zowel grootte als richting van de trekkracht gemeten.

Er zijn nog enige niet verklaarde verschillen tussen de op beide manieren bepaalde $c_a - c_w$ krommen.

De bovengenoemde metingen aan de laboratoriumvliegtuigen vormen het begin van een onderzoek van deze vliegtuigtypen op ware-grootte en in de windtunnel, dat in de eerste plaats bedoeld is om meer gegevens te krijgen over het sch-aleffect bij modelonderzoek van vliegtuigen in de N.L.L.-tunnels. Enige rapporten over de metingen zijn in bewerking.

Metingen met het Sikorsky S 51 hefschroefvliegtuig.

Een eerste serie metingen met dit vliegtuigtype werd uitgevoerd, in hoofdzaak ter verkrijging van enige elementaire gegevens omtrent prestaties en vliegeigenschappen. Er is

namelijk gebleken dat hieromtrent ook in Amerika nog slechts onvoldoende gegevens ter beschikking staan. Bij deze metingen werden zoals te verwachten was diverse moeilijkheden onderhouden, als gevolg van de onbekendheid met de vliegeigenschappen en de bijzondere eisen die dit vliegtuigtype aan de meettechniek en de uitwerking van meetresultaten stelt. Niettemin werd een inzicht in de prestaties en vliegeigenschappen verkregen; de metingen zullen in het komende jaar worden voortgezet met het doel meer kennis te verzamelen aangaande de vliegtechnische mogelijkheden die dit type biedt en de beperkingen die hieraan uit veiligheidsoverwegingen gesteld moeten worden. Een en ander is voor mogelijke toekomstige gebruikers van deze vliegtuigen van het grootste belang.

Meettechniek bij hoge subsone vliegsnelheden.

Een studie werd gemaakt van de problemen die zich bij de meting van hoge subsone vliegsnelheden voordoen en van de voor- en nadelen van de methoden die hiervoor ter beschikking staan. Er bleek dat, althans voor de naaste toekomst, de gangbare methode voor snelheidsmeting nog steeds de voorkeur verdiende, hoewel de meer gecompliceerde correcties die op de metingsresultaten moeten worden toegepast, een bezwaar vormen. In een rapport werd een en ander vastgelegd.

Een nadere studie van de toe te passen correcties zal nog worden uitgevoerd.

6.2. Apparatuur.

Laboratoriumvliegtuigen.

De laboratoriumvliegtuigen PH-NLL (Siebel) en PH-111 (Gövier) „Tromp” werden gereviseerd, terwijl tevens een deel van de voor het gestelde doel noodzakelijke wijzigingen en inbouw van apparatuur werden uitgevoerd, zodat de eerste metingen dit jaar konden plaatsvinden.

Kabeltrekkrachtmeter.

Ten behoeve van de metingen in sleepvlucht met de „Tromp” werd een meter met afstands-aanwijzing ontwikkeld ter bepaling van de trekkracht in de sleepkabel en de richting.

waarin deze kracht op het vliegtuig aangrijpt. Het apparaat voldoet goed en werd reeds bij metingen toegepast.

Stuurstandsmeters met afstandsaanwijzing.

Deze reeds vroeger ontworpen stuurstandsmeters die het mogelijk maken de roerstand ter plaatse van het roer te meten en aldus meetfouten t.g.v. deformaties in de constructie uit te schakelen, kwamen gereed en bleken bij beproeving goed te voldoen.

Slip- en invalshoekmeter.

Een op het windvaanprincipe berustende gecombineerde slip- en invalshoekmeter met afstandsaanwijzing werd op de Siebel beproefd. Een kleine constructiewijziging die ten doel heeft de nog aanwezige vrij grote speling in het overbrengingsmechanisme aanzienlijk te verminderen zal nog worden aangebracht.

Stuurkrachtmeter.

Een stuurkrachtmeter met afstandsaanwijzing voor gelijktijdige meting der stuurkrachten aan de drie stuurorganen met behulp van rekstrookjes werd ontwikkeld en in de vlucht beproefd. Het prototype bleek in principe bevredigend te werken, doch de uitvoering vertoonde enige tekortkomingen die zich uitten door herhaaldelijke storingen t.g.v. van trillingen, enz. Een verbeterde uitvoering is thans in voorbereiding. In een rapport werd over een en ander verslag uitgebracht.

Benzineverbruiksmeter.

Het prototype van een benzineverbruiksmeter met afstandsaanwijzing kwam gereed en werd aan een uitvoerige laboratoriumbeproeving onderworpen. De resultaten wettigen de verwachting dat het apparaat gunstiger zal zijn dan de thans in de handel verkrijgbare, voor het normale vliegbedrijf geschikte, typen. Enige constructieve wijzigingen bleken nog noodzakelijk.

Een tweede uitvoering, geschikt voor inbouw in een vliegtuig zal worden vervaardigd ter beproeving in de vlucht. Een rapport over de stand der ontwikkeling kwam gereed.

Weerstandsthermometer.

De door het N.L.L. ontwikkelde buitenluchtthermometer met zeer geringe traagheid werd in het laboratoriumvliegtuig beproefd. In samenwerking met het KNMI, dat hiervoor een zijner beste radiosondes ter beschikking stelde, werd een vergelijking van de gemeten temperaturen tijdens een stijgvlucht naar 5000 m, met de meteorologische waarnemingen getroffen, waarvan het resultaat zeer gunstig was. Tevoren waren met het Siebel-vliegtuig uitvoerige metingen ter vaststelling van de correctie voor stuwings- en wrijvingsuitgevoerd.

Registrerende rek- en snelheidsmeter.

Voortbouwende op de vroeger opgedane ervaring met de registrerende rekmeter op de Indië-route werd een ontwerp gemaakt voor een registrerende rek- en snelheidsmeter met lange registratieduur. Het ligt in de bedoeling hiervan enige exemplaren te laten aanmaken voor het uitvoeren van statistische onderzoeken over het voorkomen van remous en de daardoor veroorzaakte snelheidsvariaties op verschillende luchtroutes en aan verschillende vliegtuigtypen.

Electronische hulpparaatuur.

Een buisvoltmeter voor ultra-lage frequenties werd ontwikkeld welke een goede stabiliteit en een zeer goede onafhankelijkheid van de netspanning vertoonde.

Aan een versterker voor de lusoscillograaf wordt gewerkt.

Een draagbaar rekstrookbeproevingssapparaat kwam gereed, terwijl eveneens een voedingsapparaatje voor de Baldwin Portable Strain Indicator werd gebouwd.

Ijkaparaatuur.

Een apparaat voor vergroting van het ijkgebied van de ijkinstallaties voor inlaatdrukmeters (druktrap) werd ontworpen en kwam in onderdelen gereed.

Het ontwerp van een automatische ijkinstallatie voor snelheidsmeters met hoog meetgebied kwam voor een deel gereed.

Over het ontwerp van een hoogtekamer voor het onderzoek van instrumenten en apparaten onder lage druk en

temperatuur, met zo mogelijk regelbare vochtigheid, werden met een ingenieursbureau besprekingen gevoerd. Een gebruikte koelinstallatie met voldoende capaciteit is hiervoor beschikbaar.

6.3. OVERIGE WERKZAAMHEDEN.

In totaal werden, gedeeltelijk voor opdrachtgevers, waaronder de K.L.M. en gedeeltelijk te eigen behoefte, 700 instrumenten geijkt.

Medewerking werd verleend bij het werk van de Commissie voor Classificatie van Luchtvaartliteratuur, de Commissie Luchtvaartterminologie en bij het afnemen der examens voor vliegbewijs B. Enige personeelsleden, die reeds zweefbrevetten hadden, begonnen met hun opleiding tot het A-brevet motorvliegen bij de N.L.S.

Aan de R.L.V.D. werd advies uitgebracht inzake de eisen die aan vliegtuiginstrumenten moeten worden gesteld.

Door enige personeelsleden werden korte buitenlandse reizen gemaakt ter bespreking van aan te schaffen apparatuur en tevens voor studiedoeleinden en wel naar Engeland (R.A.E. en A.A.E.E., Flying Display) en naar Frankrijk (Centre d'Essais en-Vol te Bretigny.).

Op verzoek van de R.L.V.D. woonde een der ingenieurs als adviseur een zitting bij van een subcommissie der ICAO te Parijs over „Temperature Accountability”.

7. TECHNISCHE DIENST.

7.1. WERKPLAATSEN.

In het afgelopen jaar werden een zevental nieuwe gereedschapsmachines (waarvan 3 van Nederlands fabrikaat) en een nieuwe lasomvormer ontvangen.

Ten dele dienen deze ter vervanging van verouderde werktuigen (jaar van aanschaffing 1919), ten dele vormen zij een uitbreiding van het machinepark.

De eisen die aan de N.L.L. werkplaatsen gesteld werden, gingen in het verslagjaar de capaciteit aanzienlijk te boven. Door de sterke opleving van het experimentele werk bij de verschillende secties moest veel hulp in de vorm van het maken van proefopstellingen, de inbouw van apparatuur, het maken van proefstukken e.d. worden verleend, waardoor het regelmatig onderhoud van de N.L.L. apparatuur, alsook de aanmaak van nieuw ontworpen apparaten en instrumenten vaak in het gedrang kwam, zelfs al werd zoveel mogelijk getracht deze laatste soort van werk buiten het N.L.L. uit te besteden.

Gehoopt wordt dat door de uitbreiding van het personeel en het machinepark een geleidelijke verbetering in deze toestand zal intreden. Daarnaast is door de grotere omvang en de daarmee gepaard gaande grotere verscheidenheid der werkzaamheden de behoefte ontstaan een beter overzicht van de gang van zaken te verkrijgen, hetgeen leidde tot de instelling van een bedrijfsbureau, zij het voorlopig nog op bescheiden schaal. Verwacht wordt dat dit zal kunnen bijdragen tot een opvoering der werkplaatscapaciteit. De tot nu toe opgedane ervaringen zijn gunstig, zodat gemeend wordt op deze weg te moeten voortgaan. De werkzaamheden die verricht werden waren voor het overgrote deel bestemd voor de experimentele onderzoekingen en apparatuurontwikkeling van de secties, welke in de desbetreffende sectieverslagen zijn genoemd.

Vermeld dient nog te worden dat naast de gewone revisie en reparatie van N.L.L. instrumenten en apparatuur een aanzienlijk aantal instrumenten voor anderen, met name voor de K.L.M. en de Rijksluchtvaartschool werden gere-

viseerd, zulks in verband met de moeilijkheden, die deze instanties nog ondervonden om dit werk in eigen bedrijf te doen uitvoeren of elders onder te brengen.

Naast de bestaande werkplaatsen wordt thans een groep personeel gevormd, die belast is met de revisie der voor de aandrijving van de nieuwe windtunnels bestemde turbo-electrische scheepsinstallaties. Het ligt in de bedoeling deze mensen, bij gebleken geschiktheid, te zijner tijd over te doen gaan tot het bedieningspersoneel voor de N.L.L.-centrale.

7.2. Nieuwbouw.

De bouw van de westvleugel kon dit jaar beginnen; ondanks verschillende materiaalmoelijkheden vorderde hij op bevredigende wijze.

De plannen voor het centrale-gebouw kwamen zover gereed, dat aan het einde van het jaar de opdracht tot de bouw kon worden gegeven. De ontwerpen van de laagbouw-vleugel en van het gebouw voor de lage-turbulentietunnel bereikten een vergevorderde staat van voltooiing, die van de lage turbulentietunnel, van de subsonetunnel en van het meetgebouw voor de subsone tunnel zijn in bewerking, doch reeds zover gevorderd, dat het heiwerk voor alle bouwwerken in het begin van 1948 kan worden uitgevoerd.

De turbo-electrische installaties, bestemd voor plaatsing in de centrale zijn bij het N.L.L. in een tijdelijke barak ondergebracht. Alle onderdelen, behalve de turbogeneratoren en de stoomketels, worden aldaar gereviseerd en gebruiksklaar gemaakt. De stoomketels zijn opgeslagen bij en worden gereviseerd door de werf „De Klop” te Sliedrecht; de turbogeneratoren zullen te zijner tijd na plaatsing in het gereedgekomen centralegebouw gereviseerd worden. Voor zover op grond van de tot nu toe uitgevoerde revisies mag worden geconcludeerd, is de toestand van deze turbo-electrische installaties zeer bevredigend.

Een groot aantal besprekingen met de toekomstige uitvoerders van de tunnels, de machine-installaties en de elektrische uitrusting waren nodig om de hoofdpzets daarvan vast te stellen en de nodige gegevens voor het ontwerp der gebouwen te verkrijgen. Op verschillende gebieden werd hierbij de hulp van adviesbureaux ingeroepen. Dit werk is thans vrijwel beëindigd; de detailuitvoering wordt nu op dezelfde wijze gemeenschappelijk uitgewerkt.

Van verschillende zijden werd hierbij zeer waardevolle medewerking verleend door het geven van adviezen; in het bijzonder moeten in dit verband genoemd worden de N.V. KEMA te Arnhem, het Ministerie van Marine en het Gemeentelijk Electriciteitsbedrijf te Amsterdam.

Een z.g. „kwikbultloods” kwam als tijdelijke experimenteerruimte voor de sectie Aerodynamica gereed. Verschillende verbouwingen aan het hoofdgebouw waren nodig om de belangrijke uitbreiding van het personeel te kunnen opnemen.

8. DOCUMENTATIEDIENST EN BIBLIOTHEEK, PUBLICATIES.

8.1. Algemeen.

Het streven naar een interne centralisatie van de documentatie der van belang zijnde literatuur leverde in de loop van het jaar bevredigende resultaten op. Voor de moeilijke vakliteratuur blijft echter medewerking van de specialisten op het desbetreffende vakgebied bij voortduring nodig. Tegen het einde van het jaar werden voorbereidingen getroffen voor een voorgenomen centrale classering van technische luchtvaartliteratuur, welke het N.L.L. ten behoeve van een groep van belanghebbenden grotendeels zal uitvoeren.

In de loop van het jaar werd geregeld medegewerkt aan de opstelling van de code der Commissie voor Classificatie van Luchtvaartliteratuur (C.C.L.), niet alleen door twee in deze commissie zitting hebbende ingenieurs, maar ook door een aantal specialisten van het N.L.L. op bepaalde vakgebieden.

De in de oorlog ontstane achterstand in het bibliotheekbezit was aan het einde van het jaar voor een groot deel ingelopen. Bovendien werd het in 1946 begonnen streven naar het leggen van nieuwe contacten met instituten in en buiten Europa dit jaar actief voortgezet, waarbij steeds werd getracht een uitwisseling van publicaties tot stand te brengen. Bijna al deze voorstellen werden met meer of minder succes bekroond. De aanwinstenlijsten van de bibliotheek verschenen geregeld eens per kwartaal; de indeling hiervan werd dit jaar verbeterd door aanpassing aan de voorlopige C.C.L.-code.

Besloten werd de in gedrukte vorm verschijnende publicaties (Verslagen en Verhandelingen) geheel in de Engelse taal op te stellen en, voorafgaande aan het uitkomen der gebundelde delen, zo spoedig mogelijk na gereedkomen losse exemplaren van de rapporten aan de direct belanghebbenden te verzenden. De gelichtdrukte publicaties (Tech-

nische Mededelingen) blijven als voorheen, echter zonodig in de Engelse taal of met Engels uittreksel, verschijnen.

Het uitgeven van publicaties in gedrukte vorm ondervond nog steeds grote moeilijkheden. Een aan het einde van 1946 gedane toezegging voor het drukken van deel XIII der Verslagen en Verhandelingen werd door de desbetreffende drukker niet gestand gedaan. Bij een andere drukker kwam deel XIV nagenoeg gereed. Enige voor deel XIII bestemde rapporten werden aan de direct belanghebbenden in binnen- en buitenland in de vorm van gelichtdrukte voorafdrukken toegezonden, terwijl een aantal Technische Mededelingen in dezelfde uitvoering werd verspreid. Een volledige lijst van door de R.S.L. en het N.L.L. tot October 1947 uitgegeven publicaties werd opgesteld en op ruime schaal verspreid.

8.2. Publicaties.

Als proefschrift verscheen:

Drs. J. H. Greidanus, De belasting van vliegtuigen door symmetrische remousstoten (zal tevens binnenkort als Deel XIV der Verslagen en Verhandelingen worden uitgegeven.)

Als voorafdrukken voor Deel XIII der Verslagen en Verhandelingen kwamen gereed:

- S. 280 Ir. F. J. Plantema, Collapsing stresses of circular cylinders and round tubes.
- S. 314 Prof. dr. ir. A. van der Neut, The general instability of stiffened cylindrical shells under axial compression.
- S. 319 Dr. ir. A. van Wijngaarden, The elastic stability of flat sandwich plates.
- S. 326 Supplement to the method of wing analysis developed in Reports S.251 and S.279 (Vol. XII).
- V. 1286 Ir. A. J. Marx, Benaderende methode voor het berekenen van de voor het landen van een vliegtuig vereiste hoogteroeruitslagen en van de meest voorlijke ligging van het zwaartepunt, welke met het oog op het landen toelaatbaar is.
- V. 1297 Ir. A. I. van de Vooren and Drs. J. H. Greidanus, Diagrams of critical flutter speed for wings of a certain standard type.

Als Technische Mededelingen werden voltooid:

- F. 4 Drs. J. H. Greidanus, Mathematische structuur van de draagvlaktheorie.
- F. 5 Dipl. ing. S. F. Erdmann, Entwurf von Ueberschalldüsen mit zeichnerischer Diskussion des Anfangswertproblems.
- F. 7 Ir. A. I. van de Vooren, Onderzoek naar de invloed van een aan de voorkant van de vleugel nabij de tip aangebrachte massa op de kritische snelheid voor onstabiele trillingen.
- F. 9 Drs. J. H. Greidanus, Electrodynamische opwekking van mechanische trillingen van vliegtuigconstructies.
- F. 10 Drs. J. H. Greidanus en Dr. R. Timman, Inleidende beschouwing over actuele vraagstukken uit de profieltheorie.
- F. 11 Dr. R. Timman, Mathematische grondslagen van een berekeningsmethode voor profielen met voorgeschreven drukverdeling.
- F. 14 J. Cohen, Investigation into the application of the method of Theodorsen and Garrick for the calculation of the pressure distribution of an airfoil.
- F. 18 Dr. R. Timman, Mathematische problemen uit de theorie der laminaire grenslaagstroming.
- F. 21 Dipl. ing. S. F. Erdmann, Note on the problem of initial values in the design of supersonic nozzles in connection with a measured velocity distribution.
- F. 22 Drs. J. H. Greidanus, Twee stellingen over de berekening van de eigentrillingen van lineair-elastische systemen.
- S. 300 Prof. dr. ir. A. van der Neut, Ir. W. K. G. Floor and Ir. J. Binkhorst, Experimental investigation of the post-buckling behaviour of stiffened, flat rectangular plates under combined shear and compression, Part I.

- S. 317 Impact loads on seaplanes during landing, with particular reference to the influence of the forward speed.
- S. 318 Ir. F. J. Plantema, Rolling manoeuvring loads of aeroplanes.
- S. 323 Form factors of wooden box beams.
- V. 1392 Ir. L. R. Lucassen, Indicated-, calibrated-, true- and equivalent airspeed.
- V. 1398 Ir. A. J. Marx en Drs. J. Buhrman, Stuurkracht-versterkers I (veerbalansvlakken).
- V. 1421 Ir. A. J. Marx en Drs. J. Buhrman, Stuurkracht-versterkers II (De statische langsstabiliteit van een vliegtuig met een van een veerbalansvlak voorzien hoogteroer).
- V. 1423 Ir. A. J. Marx, Proposal for climb requirements on a rational basis.
- V. 1431 Ir. A. J. Marx en Drs. J. Buhrman, Stuurkracht-versterkers III (stuurmachines).
- RB 302 Verslag van een bezoek aan Zweden door Ir. J. H. Palm en Ir. F. J. Plantema in April 1947.
- RB 306 Verslag van een bezoek aan Parijs door Ir. F. J. Plantema en Ir. J. H. Palm (October 1947).

Voorts werden door medewerkers van het N.L.L. de volgende artikelen gepubliceerd en/of lezingen gehouden:

- Ir. E. Dobbinga, Proeven op luchtvaartgebied. Symposium over modelproeven en kengrootheden op stromingsgebied van de Nederlandsche Natuurk. Vereniging, Delft 28 April 1944.
Verslagen van symposia der Ned. Nat. Ver. Nr. 1, Mei 1947.
- Ir. J. H. Palm, Enige beschouwingen over trekkrommen. „Metalen” jaargang 1 Nr. 4 en 5.
- Ir. A. J. Marx: „De Amerikaanse en Engelse Luchtvaart-ontwikkeling, overeenkomst en verschil”. Lezing voor de Vakafdeling Luchtvaarttechniek van de

K.N.V.v.L. „De Ingenieur” en „Luchtvaart-
techniek”, jaargang 59 Nr. 15, 11 April 1947.

Ir. A. J. Marx: „Researchwerk aan vliegtuigen in de vlucht,
waarnemingsmethoden en apparatuur.” Lezing voor
de afd. T.W.O. van het K.I.V.I., wordt gepubli-
ceerd in „De Ingenieur”.

Ir. F. J. Plantema: „Apparatuur voor belasting van vlieg-
tuigconstructies”. Lezing voor de vakafdeling Lucht-
vaarttechniek van de K.N.V.v.L. „De Ingenieur”
en „Luchtvaarttechniek”. Jaargang 60, Nr. 2,
9 Januari 1948.
