

**3 | ONTWIKKELINGSWERK
NLL AAN F27**

In samenwerking met Fokker

**12 | ZELFBOUW
MODEL KOLIBRIE**Deel 5: Steeds meer details
gerealiseerd**17 | HET NLR EN
AËROELASTICITEIT**Deel 7:
Niet-luchtvaartonderzoek

VAN DE VOORZITTER

Zoals elk jaar vindt u bij deze eerste nieuwsbrief ook ons jaarverslag over het afgelopen jaar.

2025 was een bijzonder jaar. We zijn gestart met de viering van het 25-jarig jubileum van onze stichting. Daarnaast namen we afscheid van de NLR-directieleden Michel Peters en Peter Kersten. Ook maakten we kennis met de nieuwe Raad van Bestuur onder leiding van Tineke van der Veen (CEO), Jan Lintsen (CFO) en Martin Nagelsmit (CTO). Verder hebben we de museumovereenkomst uit 2007 vervangen door een nieuwe Erfgoedovereenkomst, die beter aansluit bij de huidige samenwerking tussen onze Erfgoedstichting en NLR. Kortom: een jaar met veel belangrijke gebeurtenissen.

Onze jubileumactiviteiten zijn nog niet afgerond. We organiseren binnenkort een speciale lunchlezing voor NLR-/DNW-medewerkers op beide NLR-locaties. Ook tijdens de donateursbijeenkomst op zaterdag 25 april in Amsterdam wordt de lezing gehouden. Om heden, verleden en toekomst te verbinden vertelt onze oud-voorzitter Jan van Doorn over de geschiedenis van de vliegtuiginstrumentatie die werd gebruikt bij vliegproeven en hoe dit fundamenten legde voor andere ontwikkelingen; daarna geeft NLR-afdelingsmanager Carlo Rens zijn visie op de nog steeds toenemende behoefte aan meetgegevens die leidt tot steeds nieuwe ontwikkelingen in avionica-systemen. Verderop in deze nieuwsbrief leest u meer over deze bijeenkomst. In mei/juni sluiten we het jubileumjaar af met een speciale nieuwsbrief voor donateurs en NLR/DNW-medewerkers, met extra aandacht voor enkele bijzondere erfgoedobjecten uit onze collectie.

In een eerdere nieuwsbrief informeerden wij u over de inventarisatie en selectie van ons (bewegend) beeldmateriaal dat is opgeslagen bij het Aviodrome in Lelystad. Dit doen we in verband met een mogelijke

digitalisering, om ons erfgoed beter toegankelijk te maken. Het materiaal bestaat nu nog uit diverse film- en videobestanden. Inmiddels is bijna 96 procent van het videomateriaal bekeken. Ongeveer 150 opnamen zijn geselecteerd voor digitalisering. Een deel moet nog een tweede keer worden beoordeeld door andere vrijwilligers of experts. Heeft u nog een werkende Hi8- of Video8-recorder die u aan ons beschikbaar wilt stellen? Dan zouden wij dat zeer waarderen. Een tafelmodel is ideaal, maar een camera met afspeelmogelijkheid is ook welkom.

Begin dit jaar werden onze vrijwilligers in het kader van de Dag van de Vrijwilliger verrast met een lunch en een klein presentje. Namens NLR spraken CFO Jan Lintsen en hoofd Personeelszaken Jessica van den Engel hun waardering uit voor de activiteiten die de vrijwilligers uitvoeren rond het NLR-erfgoed. Deze motiverende uitingen werden zeer gewaardeerd.



Jan Lintsen (CFO NLR) spreekt de vrijwilligers toe

In eerdere nieuwsbrieven informeerden wij u over de GRACE-vluchtsimulator. Na de sluiting van het Nederlands Transport Museum moesten wij hiervoor een nieuwe locatie vinden. Het bewegende onderstel van GRACE heeft inmiddels een nieuwe bestemming gekregen bij de afdeling AVTH van NLR. Nu kunnen we melden dat ook de simulatorcockpit met zichtstelsel en bijbehorende computersystemen om de simulatie aan te drijven, zijn ondergebracht bij het Mechanisch Erfgoed Centrum (MEC) in Dronten. NLR-medewerkers die eerder inhoudelijk bij GRACE waren betrokken >

Vervolg van de voorpagina Van de voorzitter

werken weer belangeloos mee; zij zorgen ervoor dat software, modellen en gegevens waarmee de vluchtsimulaties tot leven komen, ook weer gaan draaien. Met hulp van de AVIOSIM-groep – vrijwilligers die eerder ook betrokken waren bij de opbouw en het gebruik van GRACE in het NTM museum – begint GRACE eind dit jaar aan een derde levensfase.

In deze nieuwsbrief vindt u ook een In Memoriam ter nagedachtenis aan onze donateur Roel Noback. In de tweede helft van de vorige eeuw speelde hij een belangrijke rol binnen de hoofdafdeling Constructies en Materialen. Hij leverde met name een grote bijdrage aan het meten en voorspellen van dynamische luchtkrachten.

Het aantrekken van nieuwe vrijwilligers is voor SBEN een belangrijke speerpunt voor de komende jaren. Zij zijn essentieel bij het verzamelen, vastleggen,

beschrijven en toegankelijk maken van het nieuwere erfgoed, in fysieke en/of digitale vorm. Dit is extra urgent omdat steeds minder NLR-medewerkers over deze historische kennis beschikken. Daardoor dreigt waardevol erfgoed verloren te gaan. Samenwerking met alle lagen en afdelingen van het NLR blijft daarom essentieel om potentieel erfgoed van de afgelopen vijftig jaar duurzaam te archiveren, over te dragen, te beheren en te verrijken en het vooral toegankelijk te maken voor doelgroepen.

Implementatie van de nieuwe erfgoedovereenkomst en continuïteit in vrijwilligers zijn belangrijke doelen. Ook in 2026 en daarna zullen wij hier intensief aan blijven werken. Wij houden u op de hoogte van verdere ontwikkelingen en danken u hartelijk voor uw steun aan SBEN. ■

Ik wens u veel leesplezier met deze nieuwsbrief!

JAAP LAMÉRIS

AANKONDIGING DONATEURSBIJEENKOMST

LEZING: DE TOEKOMST STEUNT OP HET VERLEDEN – VAN Vliegproefinstrumentatie naar DE VLUCHT VAN DATA IN AVONICASYSTEMEN
SPREKERS: JAN VAN DOORN (SBEN) EN CARLO RENS (NLR)

Uitnodiging voor het bijwonen van de onder vermelde lezingen op zaterdag 25 april 2026 van 14.00 – 16.30 uur in het Auditorium van het NLR in Amsterdam, georganiseerd door de Stichting Behoud Erfgoed NLR.

PROGRAMMA

13.30 uur	zaal open
14.00 uur	welkom door Jaap Laméris, voorzitter
14.15 uur	Lezing, door Jan van Doorn en Carlo Rens (zie toelichting)
16.00 uur	drankje en hapje in het Auditorium
16.30 uur	einde

U kunt tot uiterlijk 15 april aanmelden per email bij museum@nlr.nl onder vermelding van naam en adres (ook van introducés) ■

TOELICHTING

Jan zal de historie schetsen van de vliegproefinstrumentatie bij RSL/NLL/NLR in de twintigste eeuw. Ook zal hij aangeven hoe in deze periode diverse nieuwe werkgebieden zijn ontstaan als spin-off daarvan.

Carlo kijkt terug met een helikopter-view, met als rode draad: “er zijn altijd vragen die vooral beantwoord kunnen worden door data te analyseren!” De toenemende vraag naar data en het meten daarvan neemt nog steeds toe en dus moet de verwerking van de data steeds geavanceerder worden (mogelijk door de doorontwikkeling van rekenkracht van computers en dataverwerkingsmethoden). Hij zal zijn verhaal toelichten met concrete voorbeelden uit de verschillende sectoren en werkzaamheden van NLR.

**TOT ZATERDAG 25 APRIL
BIJ HET NLR IN AMSTERDAM!**

ONTWIKKELINGSWERK DOOR HET NATIONAAL LUCHTVAART LABORATORIUM (NLL) AAN DE FOKKER F27 FRIENDSHIP¹

Door **Jan van Doorn**

Inleiding

In de eerste jaren na de Tweede Wereldoorlog (WO-II) werd door de Nederlandse regering al aandacht geschonken aan het heropstarten van een levensvatbare vliegtuigindustrie. Het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling (NIV) werd opgericht met als taak om de vliegtuigindustrie te stimuleren tot het ontwikkelen en bouwen van verkeersvliegtuigen en te zorgen dat het wetenschappelijk onderzoek en bijbehorende outillage daarvoor op peil werd gebracht. Dat laatste gebeurde vooral bij het NLL, de voorloper van het huidige NLR (Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum) en net als de Fokkerfabriek opgericht in 1919.

OVER DE SPREKERS

Jan van Doorn

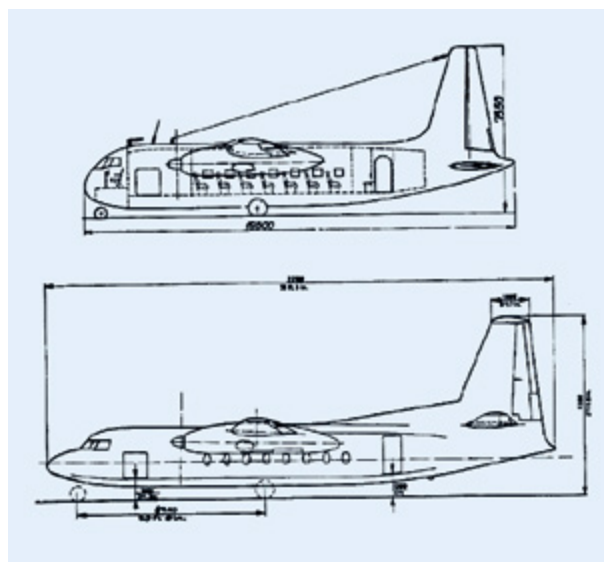
Jan van Doorn is sinds zijn pensionering in 2008 vrijwilliger bij SBEN. Jan volgde Kees Bakker op als voorzitter van het bestuur en na opvolging door Jaap Laméris is hij nu gewoon bestuurslid. Hij werkte van 1967 tot 1999 bij het NLR. Vanaf 1976 was hij leider van de Vliegproef-instrumentatieafdeling (VA), verantwoordelijk voor de ontwikkeling en inzet van alle vliegproef-instrumentatieapparatuur voor Fokker 50, Fokker 100 en andere vliegtuigen. Van 1988 tot 1999 legde hij, inmiddels hoofdafdelingsleider, vooral de nadruk op uitbreiding van het toegepast onderzoek op het gebied van vliegtuiggebruik. In de periode van 1999 tot 2008 vervulde Jan directiefuncties bij Eurocontrol tot aan zijn pensioen in 2008.

Carlo Rens

Carlo werkt sinds 1997 bij Koninklijke NLR, waar hij uitgebreide ervaring heeft opgedaan met het ontwikkelen en toepassen van avionica en het ontwerpen van testsystemen. Sinds 2019 is hij afdelingsmanager van de afdeling Avionics Systems & Maintenance Engineering.

De medewerkers ontwerpen en maken hoogwaardige en innovatieve avionica-systemen. Een tweede speerpunt van de afdeling zijn onderhoudstechnieken voor civiele en militaire toepassingen in de lucht- en ruimtevaart.

In de periode van 1946 tot 1949 werden diverse studieopdrachten voor vracht- en verkeersvliegtuigen aan Fokker gegeven tot zelfs al een vliegtuig met straalmotoren, maar de KLM vond dat Fokker zich beter kon richten op een vliegtuig met schroefturbines. In 1949 ontstond echter twijfel over de levensvatbaarheid van de vliegtuigindustrie en werd een pas op de plaats gemaakt tot 1951. Toen stemde het NIV (en dus de regering) eindelijk in met een oriënterende studie voor een verkeersvliegtuig met twee schroefturbines ter vervanging van de DC-3 Dakota, waarvan er nog grote aantallen rondvlogen. Het project werd al snel aangeduid als F27.



Figuur 1. Het project in de zomer van 1951 vergeleken met de productievorm van 1957.

De nieuwe machine moest concurreren op kosten per tonkilometer voor een afstand van circa 500 km, ondanks de lage aanschafprijzen van tweedehands DC-3's. Bovendien moest het toestel sneller zijn en korte start- en landingsafstanden mogelijk maken. Deze eisen stelden zware voorwaarden aan zowel het aerodynamische ontwerp als aan de motor. Uiteindelijk koos men voor een vleugel met grote slankheid en een dik profiel van 21%, wat voordelen bood voor draagkracht maar uitdagingen creëerde voor de weerstand. Als motor werd gekozen voor de Rolls Royce Dart, die zijn waarde al bewezen had op de viermotorige Vickers Viscount. Van die kennis profiteren was nogal belangrijk, want zowel Fokker als NLL hadden weinig of geen ervaring met dat type motor. ▶

¹ Artikel geschreven voor het blad Vleugels, nr. 5 van jaargang 2025 in verband met de herdenking van de eerste vlucht van de F27 in 1955. De redactie van Vleugels heeft toestemming verleend het artikel te plaatsen in onze nieuwsbrief.

Vervolg Ontwikkelingswerk door het Nationaal Luchtvaart Laboratorium (NLL) aan de Fokker F27 Friendship

Nadat het vliegtuig zo in hoofdlijnen door Fokker was vastgelegd, kon al snel een voorlopig windtunnelprogramma ingediend worden waarmee het aerodynamisch ontwerp kon worden verfijnd. Alle windtunnelmetingen werden verricht bij het NLL in nauwe samenwerking tussen de specialisten van Fokker en het NLL.

Ook werden opdrachten verstrekt aan het NLL om de vermoeiingseigenschappen van door lijmen opgebouwde gordingsprofielen te onderzoeken omdat Fokker van plan was om bij de bouw van de F27 gelijmde metaalverbindingen toe passen. De opdrachten aan het NLL op het gebied van sterkte- en vermoeiingsbeproeving zouden later nog verder worden uitgebreid. Verder werden in 1954 door het NIV ook de opdrachten verstrekt aan het NLL voor de ontwikkeling, vervaardiging en aanschaffing van instrumenten en hulpapparaten ten behoeve van de vliegproeven en voor modelproeven van het gedrag bij het neerkomen op het water ("ditchen").

In de volgende drie hoofdstukken: Windtunnelonderzoek, Materialen en Sterkte onderzoek, Vliegproefinstrumentatie en Dataverwerking, wordt de bijdrage van het NLL nader toegelicht.

WINDTUNNEL ONDERZOEK

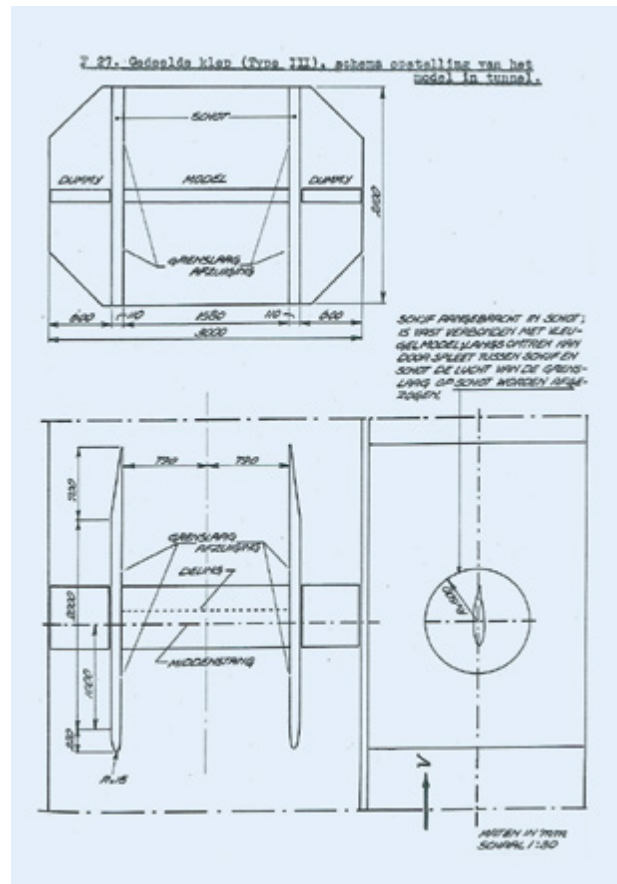
Vóór WO-II was het aerodynamisch ontwerp van vliegtuigen grotendeels gebaseerd op ervaring met eerdere types. Windtunnelonderzoek werd soms uitgevoerd, maar vooral voor specifieke aanpassingen. In en ná WO-II speelden windtunnels, ook die van het NLL, een steeds belangrijker rol in de opbouw van aerodynamische kennis. De "grote" Lage Snelheidswindtunnel (LST, met een meetplaats van 3 bij 2,1 meter) van het NLL speelde daarbij de hoofdrol. En omdat de computer nog niet bestond, waren berekeningen maar van zeer beperkte waarde en werden vooral gebruikt ter oriëntatie.

Direct in 1951 begonnen de eerste windtunnelmetingen aan een tweedimensionaal model; in 1953 volgden driedimensionale modellen en deelmodellen voor onder andere romp, rolroeren en staart.

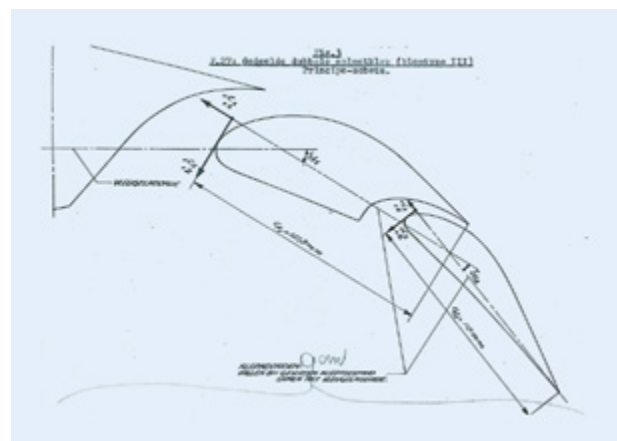
Vleugel- en klepeigenschappen

Het vroege onderzoek richtte zich op het optimaliseren van vleugel- en klepeigenschappen met behulp van een tweedimensionaal model. Hiervoor werd een speciale meetmethode ontwikkeld met een rekstrookbalans. Dit model overspande de hele tunnelbreedte en maakte het mogelijk om eenvoudig de klepposities te variëren. Ook konden romp- of motorgondelvormen op het middendeel worden gemonteerd om de weerstand te bepalen en de fairings te optimaliseren. De resultaten van de eerste metingen waren niet geheel bevredigend. Dat betrof met name de maximale draagkracht en de weerstand bij doorstarts, mede

veroorzaakt door meettechnische problemen. In 1953 werd de opstelling aangepast (Figuur 2a) en werden vijf verschillende klepvormen en een Fowler flap getest. Uiteindelijk koos men voor een "dubbele spleetklep" (type III) als optimale oplossing (Figuur 2b).



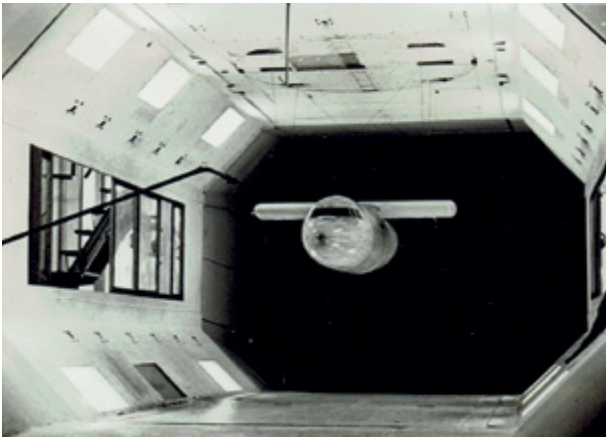
Figuur 2a. 2-D opstelling LST gewijzigd



Figuur 2b. F27 dubbele spleetklep III

Romplokalisaties en neuzen.

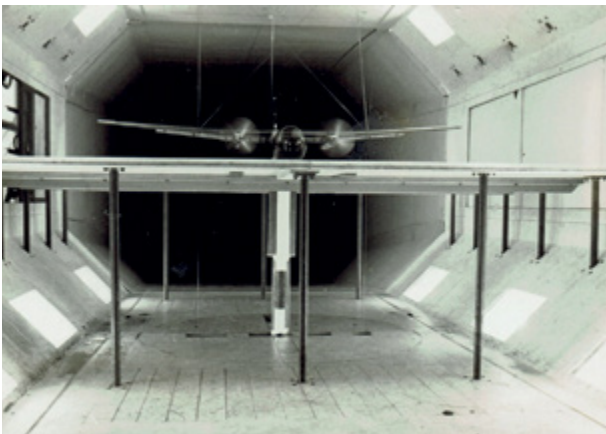
Naast het vleugelonderzoek werden vier verschillende rompvormen, zeven neuzen en zeven combinaties van vleugel/romp-fairings onderzocht. Hierbij simuleerde men zelfs regen door water op het model te spuiten om de stroming rond slecht-zicht-vensters te bestuderen. (Figuur 3). Dit soort detailonderzoek toont hoe nauwgezet men werkte om de aerodynamische eigenschappen te perfectioneren.



Figuur 3. Sproeiopstelling rompmodel



Figuur 4. F27 eerste model



Figuur 5. F27 in LST met grondplaat en motoren



Figuur 6. Stabilo in middenpositie

Het 3-D model en de verdere verfijning

Eind 1952 werd een schaalmodel van 1:15 gebouwd dat fungeerde als het “werkpaard” voor de verdere ontwikkeling (Figuur 4).

Het doel was weerstandminimalisatie en het testen van stabiliteit en besturing, zowel met als zonder grondplaat om het grondeffect te simuleren. In 1953 werden metingen uitgevoerd met draaiende schroeven (Figuur 5) waarbij diverse stabiloposities werden beproefd (Figuur 6).

Uit deze tests bleek dat de richtingsroercapaciteit tijdens de start bij eenmotorige vlucht onvoldoende was. Dit leidde in 1954 tot verdere metingen, waarbij men experimenteerde met rompverlengingen vóór de vleugel, grotere propellerdiameters en vergrote kielvlakken. Ook werden verschillende rugvinvormen getest, wat een aanzienlijke verbetering opleverde voor de werking van het kielvlak.

Later in 1954 werden de metingen aan het 3-D model voortgezet met het inmiddels gekozen kleptype III. Op basis van resultaten van het buitenvleugelmodel werd het oorspronkelijke rolroer vervangen door een spleetrolroer. Nog voor de eerste vlucht in 1955 maakte een krachtigere motor (Dart-7) het mogelijk de romp te verlengen ter verhoging van de nuttige lading.

Specifieke problemen: stoorgiermoment en rolroeren

Tijdens de metingen werd een fenomeen ontdekt dat men het “stoorgiermoment” noemde: een toename van het giermoment, circa 50% groter dan verwacht, bij het uitvallen van één motor. Dit probleem bleef nog lange tijd onderwerp van nader onderzoek.

Voor de rolroeren werden uitgebreide tests uitgevoerd met een buitenvleugelmodel op een “valse” wand. Ondanks het testen van in totaal acht types rolroeren, bleek geen enkele configuratie aanvankelijk te voldoen: de effectiviteit was goed, maar de stuurkrachten bleven te hoog. Uiteindelijk koos men voor een eenvoudiger type (VIII), gecombineerd met een springtab om de krachten te verlichten.

Staartvlakonderzoek

Voor de optimalisatie van de staart en de scharniermomenten van de roeren werd een apart 1:9 model gemaakt. Hiermee kon men met een hoger Reynoldsgetal nauwkeurig meten. Verschillende roervormen werden beproefd, en na de eerste vlucht werden de hoogteroermetingen herhaald vanwege twijfels over doorbuiging van het model.

Overige onderzoeken

Naast de grote aerodynamische onderzoeken vonden diverse kleinere tests plaats, onder andere aan de luchthapper, het ontijzings- en pneumatische systeem. Op het gebied van aëroelasticiteit leverde het NLL, ondanks hun bewezen kennis op dit gebied, geen aantoonbare support. Fokker verzorgde dit zelf en kon dat omdat dr. ir. J.H. Greidanus als topwetenschapper op dit gebied juist van het NLL was overstapt naar Fokker. >

Vervolg Ontwikkelingswerk door het Nationaal Luchtvaart Laboratorium (NLL) aan de Fokker F27 Friendship

Ook werden zogeheten “ditch-proeven” uitgevoerd om onvoorziene landingen op water te beoordelen. Een licht model werd met een katapult gelanceerd in de plaatselijke Westlandgracht en gefilmd om de stabiliteit bij een noodlanding op water te analyseren (Figuur 7). Omdat de resultaten niet volledig bevredigend waren, werden aanvullende metingen verricht in de sleeptank van het Nederlands Scheepsbouwkundig Proefstation (NSP).



Figuur 7. Ditch opstelling

Voorspellingskracht van de windtunnel

Het uitgebreide windtunnelonderzoek maakte het mogelijk om al vóór de bouw van het prototype de belangrijkste problemen te identificeren en het ontwerp te optimaliseren. Kleppen, roeren, romp- en neusvormen en vele details konden zo worden verbeterd. Volgens een lezing van dr. ir. J.H. Greidanus van Fokker uit 1956 bleken de voorspellingen voor stabiliteit en overtrek-snelheid goed overeen te komen met de daadwerkelijke vluchtresultaten. Alleen de roerkrachten waren niet accuraat voorspeld, wat ook in de tunnel al moeilijk te meten bleek. Dit probleem werd uiteindelijk opgelost met de toepassing van springtabs.

Conclusie

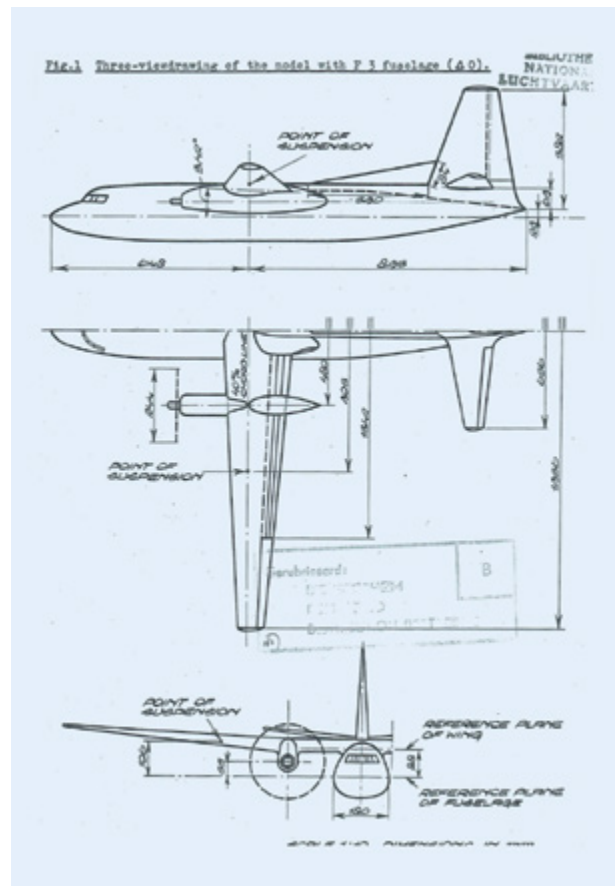
De omvang van het onderzoek aan de F27 zette een nieuwe standaard voor latere NLL/NLR-projecten. Zie tabel met het aantal windtunneluren.

Windtunnelmetingen F-27 LST: 1951-1958 (in uren)

twee-dimensionaal model	2930
romp model	115
drie-dimensionaal model 1:15	3251
rolroer model	746
staartvlak model	498
ditch model	17
overig (schatting)	250

Tussen 1951 en 1958 verschenen ongeveer veertig NLL-rapporten uitsluitend over het aerodynamische onderzoek voor de F27. Waar voor de oorlog ervaring en intuïtie de boventoon voerden, maakte men nu gebruik van nauwkeurige experimenten aan een reeks van windtunnelmodellen. Deze aanpak stelde Fokker in staat om een modern turbopropvliegtuig te ontwerpen (Figuur 8; vergelijk met Figuur 4) dat kon concurreren met de populaire DC-3.

De successen van dit onderzoek lagen niet alleen in het uiteindelijke vliegtuig, maar ook in de ontwikkeling van nieuwe meetmethoden, de introductie van rekstrookbalansen en het verfijnen van kleppen, roeren en rompvormen. Het F27-programma illustreert daarmee de overgang van ambachtelijk vliegtuigontwerp naar een wetenschappelijk onderbouwde, data-gedreven werkwijze. Het was een project dat niet alleen een succesvol vliegtuig opleverde, maar ook de norm stelde voor aerodynamisch onderzoek in Nederland en daarbuiten.



Figuur 8. F27 laatste versie

MATERIALEN EN STERKTE ONDERZOEK

Bij de sectie Materialen en Sterkte van het NLL werd uitgebreid onderzoek gedaan naar het lijmen van metalen onderdelen met het zogeheten **Redux-proces**. Dit proces was onder leiding van Ir. R.J. Schliekelmann (Figuur 9) van Fokker ontwikkeld, maar de Fokker directie stond aanvankelijk sceptisch tegenover het gebruik bij aluminium constructies. Pas na een succesvolle proef met een volledig gelijmde vleugel van de

S12 werd duidelijk dat lijmen grote mogelijkheden bood voor de F27. Het leerproces was echter lang en intensief. Zo bleek dat reinigen met leidingwater onvoldoende was: kleine verontreinigingen verminderden de hechting aanzienlijk.

Voor de ontwikkeling van de F27 werden in Amsterdam en in de Noordoostpolder talloze proeven uitgevoerd. Het team onderzocht zowel sterkte- als vermoeiingsproblemen, bijvoorbeeld door hoekprofielen te lijmen of knikproeven uit te voeren op platen met opgelijmde verstijvers. Omdat het bezwijken explosief kon verlopen verliepen deze tests soms spectaculair en werden ze daarom uitgevoerd in een speciaal laboratorium.

Ook werd uitgebreid gekeken naar de **brandstoftanks** in de vleugel, die via elliptische inspectiegaten bereikbaar waren (Figuur 10). Deze gaten werden met deksels met rubberafdichting en bouten gesloten. Tijdens grootschalige proeven traden onverwacht scheurtjes op bij de boutgaten. Volgens luchtwaardigheidseisen moest de constructie echter “damage tolerant” zijn: zelfs met scheurtjes moest 80% van de maximale belasting veilig worden gedragen. Proeven toonden aan dat de vleugel, ondanks die kleine scheurvorming, “fail safe” bleef.



Figuur 10. De vleugelconstructie van de F27. Links en rechts de twee liggers. Twee ribben en delen van drie elliptische uitsnijdingen in de trekhuid van de vleugel zijn zichtbaar. (bron: Collectie Aviodrome)

Redesign van de F27

Tijdens vermoeiingsproeven (Figuur 11) ontdekte prof. Ten Asbroek een **9 cm lange scheur** in de vleugelonderhuid. Deze “Ten Asbroekscheur” wees op een ontwerpfout bij het einde van een verstijver. Met de huidige “eindige-elementen” rekenmethode zou dit probleem vroegtijdig zijn gesignaleerd, maar computers bestonden toen nog niet en deze



Figuur 9. Ir. R.J. Schliekelmann van Fokker

(bron: Collectie Aviodrome)

rekenmethode ook niet. De kleine scheurtjes rond tankdeksels bleven een bron van zorg. Fokker besloot daarom het vleugel-materiaal van de onderhuid ingrijpend te wijzigen: de 7075-T6 legering werd vervangen door de minder vermoeiingsgevoelige 2024-T3 legering. Ook de afdichting werd verbeterd. Fairchild, die de F27 in de VS bouwde, voerde deze wijziging niet door, wat later leidde tot een fatale vleugelbreuk in Alaska. Dit had voorkomen kunnen worden, want röntgenfoto's – waarop de scheurtjes zichtbaar waren – werden niet tijdig beoordeeld.

Fokker verving uiteindelijk bij 15 reeds afgeleverde toestellen de vleugelonderhuid.

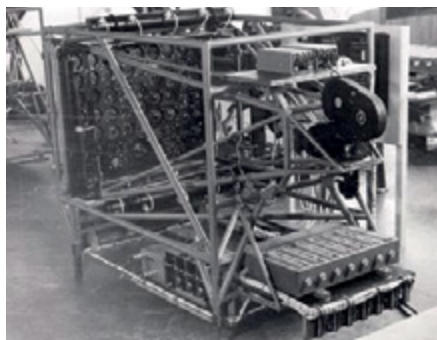
De oude vleugeldelen werden door het NLR gebruikt voor waardevolle, maar kostbare beproevingen, medefinancierd door de Amerikaanse luchtmacht. Om een waarheidsgetrouw remousspectrum te gebruiken bij de vermoeiingsproeven, werd door het NLL nog een aantal vluchten uitgevoerd waarbij de vleugel was uitgerust met opgelijmde rekstroken.



Figuur 11. Belastingproef op de vleugel van de F27 Friendship. (bron: NLL-jaarverslag 1956)

Vliegproefinstrumentatie en dataverwerking

De automatische waarnemer werd al vóór de Tweede Wereldoorlog door het NLL ontworpen en steeds vervolmaakt. Ook in de S-14 werd hij al toegepast, zij het in een kleine uitvoering. Voor de beide prototypen van de F27 werd een zeer grote uitvoering ontwikkeld en gebouwd (Figuur 12).



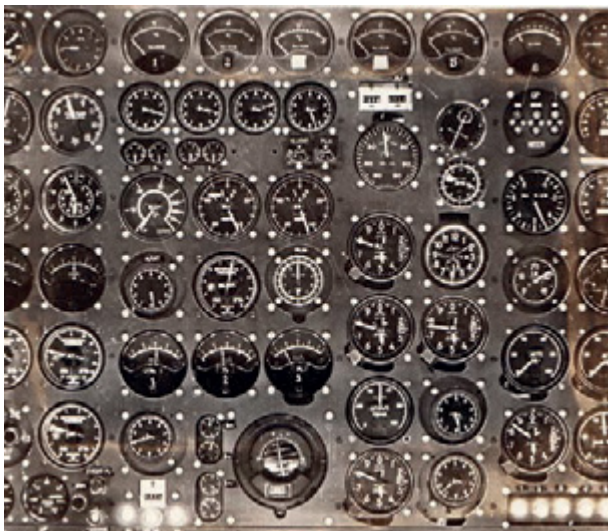
Het apparaat is opgesteld in het voorste cabinedeel van het vliegtuig en is van een open constructie om ook persoonlijke waarneming tijdens de proeven mogelijk te maken, zodat eventuele kritieke waarden van bepaalde >

Figuur 12. De Automatische Waarnemer, laboratorium-opstelling.. (bron: Stichting SBEN)

Vervolg Ontwikkelingswerk door het Nationaal Luchtvaart Laboratorium (NLL) aan de Fokker F27 Friendship

meetgrootheden direct kunnen worden gesignaleerd. Er zijn twee staalbuisframes, waarvan het binnenste verend in het buitenste is bevestigd. Het binnenste frame draagt het instrumentenbord met 60 instrumenten, die in verschillende configuraties kunnen worden gemonteerd, afhankelijk van het test programma. Met vier nabij het instrumentenbord opgestelde lichtbakken met prismatisch gevormde reflectoren wordt het instrumentenbord met constante helderheid verlicht. Recht tegenover het instrumentenbord bevindt zich een elektrische Arriflex filmcamera. De filmcamera kan met 1, 3 of 6 beelden per seconde opnemen of met intervallen van 5, 10, 15 en 30 sec. De camera wordt alleen tijdens de metingen aanzet (om film te sparen). Ook vanuit de cockpit is bediening mogelijk.

Het aflezen van de instrumenten geschiedt door teams van 2 personen. Per team worden maximaal 5 instrumenten afgelezen; een persoon leest de aanwijzing af, de ander noteert die in een tabel. De (max) 5 waarnemingen gaan altijd vergezeld van de tijd die bij dat afgelezen beeld hoort zodat synchronisatie mogelijk wordt. Als er voor een test 18 instrumenten moeten worden afgelezen, zijn er dus 4 teams tegelijk aan het werk. De instrumenten worden bij het aflezen op werkelijke grootte geprojecteerd (Figuur 13).



Figuur 13. Af te lezen filmbeeld van de Automatische Waarnemer.

Tijdens de drukste perioden van de vliegproeven met de F27 is per maand gemiddeld 1200 m film door de automatische waarnemer opgenomen, waarvan ongeveer 12.000 beelden (ca. 1 op 5) werden afgelezen. De jaarproductie bedroeg 10 km film! Bij de uitwerking van de F27-proeven is het steeds mogelijk gebleken met teams van 6 man – zij het met veel avond en vaak ook continu werk zo nodig in een drieploegenstelsel met aanvulling van werkstudenten – reeds de volgende morgen de belangrijkste resultaten van een



Figuur 14. Overzicht van uitwendig geplaatste meetapparatuur op de F27.

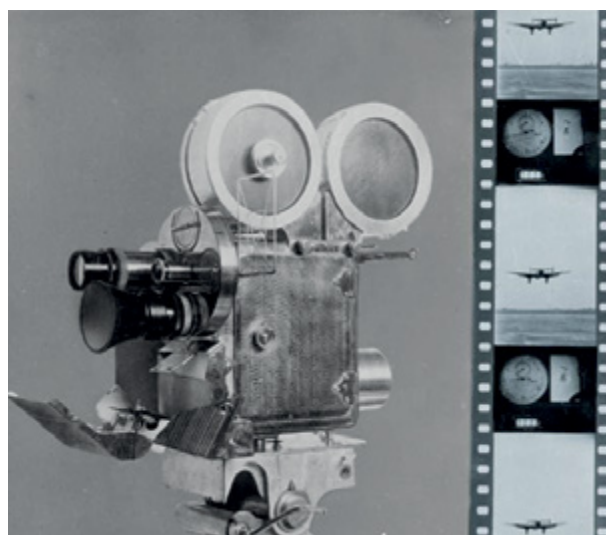
vliegproef ter beschikking te hebben. Daarmee kon dan besloten worden of de proeven voortgezet konden worden.

Het is bij dit systeem uiterst belangrijk dat onnodige filmopnamen en aflezingen worden vermeden. Dat dit nog wel eens tot enige “discussie” leidde tussen Fokker en het NLL zal niemand verbazen...!

Om de aanwijzers in de AW te voeden, werden er in het vliegtuig natuurlijk talloze sensoren geplaatst [bijv. (roer)standgevers, drukmeters, thermometers, gyroscopen, versnellingsmeters, etc.]. Al deze aanwijzers en sensoren moesten op gezette tijden nauwkeurig worden gekalibreerd om te kunnen voldoen aan de kwaliteitseisen van de certificerende instantie (RLD, namens FAA). Door het rekenbureau, bemenst met vooral rekenmeisjes, werden de genoteerde aflezingen dan aangepast met een instrumentale correctie (volgend uit de kalibraties), waarna een tweede persoon dit weer controleerde. Zo nodig werden vervolgens berekeningen uitgevoerd (met rekenlijnen en/of met mechanische rekenapparaten). Dit gebeurde in 2 parallel werkende teams, de uitkomsten werden dan aan het eind met elkaar vergeleken en moesten identiek zijn.

Ook uitwendig werd de nodige meetapparatuur aangebracht. Volstaan wordt hier met het tonen van een schematisch overzicht van alle apparaten en systemen die buiten op de romp van de F27 waren bevestigd en waarmee metingen werden uitgevoerd (Figuur 14). Een beschrijving van de werking daarvan is kortheidshalve voor dit artikel weggelaten. Daarvoor wordt verwezen naar het NLL-rapport MP.166 dat zich in het archief van de museumstichting SBEN bevindt.

Speciale instrumentatie was nodig voor het uitvoeren van start- en landingsmetingen. Aan de achterzijde van de vleugeltips zijn lichten gemonteerd en op de grond langs de baan zijn Aldis lampen geplaatst op ingemeten posities. Die worden alle gefilmd met de FANA-filmcamera op de grond (Figuur 15). Uitwerking van de gefilmde beelden vindt plaats met een meetmicroscop. De afstand van de camera tot het vliegtuig wordt gemeten via de vleugeltipafstand op de foto, gecorrigeerd met de koershoek van vliegtuig gemeten met de Automatische Waarnemer (AW) in het vliegtuig. Synchronisatie vindt plaats via de tijd die mee gefilmd wordt. De hoogte van het vliegtuig wordt gemeten uit de positie van het onderstel tegen het vlak van de Aldis lampen. De uitgelezen start- en landingsgegevens werden verwerkt op het rekenbureau door 2 groepen van 5 rekenmeisjes, die per groep dezelfde sommen maakten met mechanische rekenapparaten. De resultaten moesten aan het eind weer hetzelfde zijn. ■



Figuur 15. Filmbeeldjes van start- en landingsmetingen met het Siebel laboratoriumvliegtuig van het NLL, opgenomen met de FANA-filmcamera op de grond (helemaal niet van de F27).

EEN POSTKAART VAN KRIJGSGEVANGENE P. VROON UIT 1944¹

Voor het schrijven van een boek over professor Van der Maas maak ik onder meer gebruik van de documenten en foto's, die gedeeltelijk afkomstig zijn van zijn nabestaanden (de 'Collectie Van der Maas'). Eén van die documenten is een postkaart, gedateerd 11-5-1944, gericht aan het huisadres van Van der Maas, die vanaf 26 februari van dat jaar in Delft was ondergedoken op een ander adres. De postkaart was afkomstig van P. Vroon en verstuurd vanuit het krijgsgevangenenkamp Neubrandenburg in Duitsland. Het prikkelde mijn nieuwsgierigheid: Wie was P. Vroon en wat was zijn relatie met Van der Maas? En hoe is het verder met hem gegaan?



Een zoekwerk op internet levert op dat Piet Vroon, geboren 15 september 1902, vanaf 1923 werkzaam was bij de Marine Luchtvaartdienst en in 1925 als officier-vlieger 3^e klasse zijn brevet ontving (bron: NIMH).

In 1934 wordt op verzoek van de minister van Defensie de Commissie Vliegeigenschappen opgericht, waarin onder meer Van der Maas en Vroon, de laatste namens de Koninklijke Marine, zitting hebben. Sindsdien is sprake van een uitstekende samenwerking tussen RSL en de in die commissie aanwezige technici van Marine en Landmacht (bron RSL-jaarverslag 1936). De commissie beschrijft methoden volgens welke vliegproeven uitgevoerd worden, en stelt definities op van verschillende voor het vliegtuig karakteristieke grootheden van vliegtuigonderdelen en de vliegtuigeigenschappen. Tot mei 1940 worden diverse documenten

opgesteld over tal van onderwerpen. Deze informatie is afkomstig uit het SBEN-archief, waarin notulen van deze bijeenkomsten en de geproduceerde documenten grotendeels zijn bewaard. Het zal in deze periode geweest zijn dat Van der Maas en Vroon elkaar goed hebben leren kennen en waarderen.

De Nederlandsche Staatscourant van 15 juli 1940 vermeldt dat bij besluit van 12 juli 1940 Generaal-Majoor Carstens, daartoe gemachtigd door de bevelhebber van de Duitse Wehrmacht in Nederland, per 15 juli 1940 ontslag aanzegt aan een groot aantal officieren, waaronder P. Vroon, die dan Officier-vlieger 1^{ste} klasse is. Zijn contacten met het NLL zullen er voor gezorgd hebben dat hij van 1 december 1940 tot 1 september 1941 NLL-medewerker is van de V (Vliegtuigen)-afdeling, zoals blijkt uit het bestand van oud-medewerkers >

Vervolg Een postkaart van krijgsgevangene P. Vroon uit 1944

van RSL/NLL/NLR. Zijn naam staat daarin vermeld met als bijzonderheid officier-vlieger. Het is niet duidelijk wat zijn activiteiten bij het NLL waren. Evenmin staat hij vermeld als auteur van NLL-rapporten.

Bram Elsenaar schrijft² dat begin 1943 wordt besloten om alle Nederlandse militairen die in 1940 hadden gevochten op te roepen voor de Arbeitseinsatz. Vroon is één van hen. Onduidelijk is wat Vroon uitvoerde in de periode september 1941 tot mei 1942. Hij is achtereenvolgens krijgsgevangen in Neurenberg-Langwasser (mei 1942 - augustus 1942), in Stanislau (augustus 1942- januari 1944) en in Neubrandenburg (januari 1944 - ??)³.

Op 10 januari 1943 schrijft Vroon vanuit Stanislau een postkaart aan Directie en Personeel van het NLL⁴. Hij bedankt daarin voor de tweede zending levensmiddelen die hij door tussenkomst van zijn vrouw mocht ontvangen. Hij wenst de NLL'ers een gelukkig en voorspoedig 1943 en hoopt dat dit jaar het door ons gewenste einde brengt en dat metingen op ware grootte (en op grootse wijze) kunnen worden hervat. Hij geeft aan veel tijd te hebben om te studeren, maar luchtvaart is "gesperrt".

Op de postkaart aan Van der Maas, geschreven op 11 mei 1944 (ongeveer een maand voor de landingen in Normandië) schrijft Vroon onder meer:

Diverse kaarten aan directie NLL hadden jou natuurlijk ook al bereikt. Hoorde van geval economisch directeur NLL. Hoop niet ernstig. Zoo mogelijk m'n groeten. Met jou, je vrouw en kinderen, alles ok? Met mij best. Veel tijd voor studie en lezen. Hoop na afloop m'n schade in de luchtvaart te kunnen inhalen! Maak nog wel eens aerodynamische vraagstukken met Delfts-cand. De tijd schiet nu op! Hartelijke groeten aan alle verdere kennissen (Marx, Wynia, enz.) en speciaal voor jou in je huis.

Met "het geval economisch directeur" zal Vroon bedoeld hebben de arrestatie van Chaillot op 12 april 1944, vanwege zijn verzetsactiviteiten. Kennelijk werd Vroon tijdens zijn gevangenschap goed op de hoogte gehouden door het NLL. Eind april 1945 werden de gevangenen van Neubrandenburg bevrijd door het Rode Leger. Pas eind mei arriveerden de bevrijde Nederlandse krijgsgevangenen Nederland.

De Nederlandsche Staatscourant van 1 juli 1946 meldt dat per Koninklijk Besluit van 29 oktober 1945 m.i.v. 1 november 1945 is bevorderd tot hoofdofficier-vlieger



Bezoek van schout-bij-nacht H.C.W. Moorman, staatssecretaris van Marine aan Nieuw-Guinea in 1950. 1. Schout bij nacht H.C.W. Moorman; 2. Schout-bij-nacht H. Schaper, commandant MLD (Marine Luchtvaartdienst); 3. Luitenant ter zee der 1e klasse P.J.S. de Jong, adjudant van de minister van Oorlog en Marine (W.F. Schokking) en 4. kapitein-luitenant ter zee vlieger P. Vroon, commandant Marine Luchtvaartdienst in het Oosten.

(bron: Collectie NIMH)

der tweede klasse de officier-vlieger der eerste klasse P. Vroon. Namens de Koninklijke Marine wordt Vroon aanvankelijk aangewezen als lid van het voorlopige bestuur van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling⁵, maar die plek wordt uiteindelijk ingenomen door Overste Schaper.

Vroon wordt m.i.v. 2 november 1947 bevorderd tot hoofdofficier-vlieger der 1^{ste} klasse. Hij is dan sous-chef van de Marine Luchtvaartdienst. In die functie vertrekt hij in 1948 naar Nederlands-Indië waar hij in juni van dat jaar het commando krijgt over het Marine Vliegkamp Morokrembangan bij Surabaya. In oktober 1948 draagt hij dat commando weer over aan een opvolger om te worden benoemd tot commandant van de Marine Luchtvaartdienst in Batavia als opvolger van Kapt. ter Zee W.H. Tetenburg. In maart 1949 wordt Vroon gekozen als bestuurslid van de Koninklijke Nederlands-Indische Vereniging voor Luchtvaart (KNIVvL), welke vereniging moet worden geactiveerd om tot activiteiten te komen ter bevordering van de luchtvaart. Dat jaar wordt Vroon benoemd tot Officier in de Orde van Oranje Nassau met de zwaarden⁶, samen met o.a. de bekende reserve majoor vlieger Gerben Sonderman. De onderscheiding wordt hem echter pas in september uitgereikt door Vice-admiraal A.S. Pinke, commandant der zeemacht in het Oosten (zoals het Algemeen Handelsblad van 15-9-1949 vermeldt).

Boeken geschreven door P. Vroon in de periode dat hij commandant was van het C.L.O.

- Metaalbewerking, dictaat t.b.v. de technische opleiding (2 oktober 1952),
- Radar principe t.b.v. de opleiding tot verbindingsofficier en radarmonteur. (15 april 1953)
- Zenddictaat (1 november 1952)
- Radarschakelingen, dictaat t.b.v. de opleidingen tot verbindingsofficier en radarmonteur (14 september 1952)
- Kaartlezen t.b.v. de vlieger en de waarnemeropleiding (1 april 1953)
- Beknopte vliegtuigkennis en beginselen van de vliegtuigbouw (1 februari 1954)
- Gezond verstand in de lucht, deel 1 (16 juli 1952)
- Gezond verstand in de lucht, deel 2 (15 oktober 1953)
- Hoe vliegtuigongelukken tengevolge van weersomstandigheden te voorkomen (16 januari 1952)
- Vragen en antwoorden voor het examen instrumentvliegen, publicatie t.b.v. de vliegeropleiding (29 oktober 1952)
- Vliegtuigongevallen veroorzaakt door slecht weer, t.b.v. de vliegeropleiding (20 mei 1952)
- Recategorisatie vlieg instructeurs (15 oktober 1953)
- Vragen en antwoorden voor het examen instrumentvliegen t.b.v. de vliegeropleiding (29 oktober 1952)
- Fokker S11: Aanwijzingen voor vliegers (1 juli 1952)
- Harvard IIB: Aanwijzingen voor vliegers (20 juli 1951)

De soevereiniteitsoverdracht van Nederlands-Indië aan de Republiek Indonesië vindt plaats op 27 december 1949. In februari 1950 is Vroon betrokken bij de heimelijke vlucht van Kapitein Raymond Westerling vanuit Jakarta naar Singapore, door het beschikbaar stellen van een Catalina vliegboot van de MLD. Die vlucht zorgde voor veel politieke ophef.

Medio 1950 wordt de MLD in het Oosten gereorganiseerd. In verband daarmee draagt Vroon het commando over de dienst over aan de commandant van het vliegkamp Morokrembangan, de Kapitein-luitenant ter zee J. van Olm. Het hoofdkwartier van de MLD in Jakarta wordt opgeheven en de Kapitein-ter-zee P. Vroon wordt benoemd tot Inspecteur der MLD in het Oosten, luisterend naar de afkorting IMLDO. Enkele maanden later wordt zijn functie opgeheven en vertrekt Vroon met in zijn kielzog een groot aantal andere MLD'ers naar Nederland. Daar wacht hem kort na aankomst een volgende benoeming. Hij krijgt het bevel over het Commando Luchtvaartopleidingen (C.L.O.), welk Commando ressorteert onder de Luchtmachtstaf. Het werd ingesteld in 1947 omdat het na de oorlog wenselijk werd geacht om de opleiding van het personeel van de MLD en van de Nederlandse Luchtmacht in een gemeenschappelijk orgaan onder te brengen. Na de officiële overdrachtsplechtigheid op de vliegbasis Deelen vloog een 70-tal vliegtuigen van het C.L.O. (Harvards, Tiger-Moth's, Beechcrafts en Avro Ansons) over de paraderende militairen⁷.

In de periode tot 1954 is Vroon auteur van talloze studieboeken over de luchtvaart, bedoeld voor cursisten van en uitgegeven door het C.L.O. Een opsomming van titels daarvan is vermeld in bijgaand overzicht, ontleend aan de website van het Nationaal Militair Museum. Geen van deze boeken is aanwezig in het SBEN-archief. In 1954 gaat Vroon met functioneel leeftijdsontslag. Bij zijn afscheid deelt hij nog mee dat het C.L.O. verwacht in juli 1950 de 500^{ste} gebrevet-terde vlieger sinds het einde van de oorlog te kunnen afleveren. Vroon wordt bij het C.L.O. opgevolgd door Kolonel-vlieger-waarnemer B.J. Fiedeldy.

Niet achterhaald kon worden of na de beëindiging van zijn krijgsgevangenschap Vroon nog contact heeft gehad met Van der Maas. ■

DIRKJAN ROZEMA

¹ Kees Leebeek en Arie van der Hout (medeauteurs van het boek "Een Eeuw Marineluchtvaartdienst" en gespecialiseerd in de MLD-geschiedenis rond WO II en NOI, hebben door tussenkomst van Anne van Dijk (eveneens medeauteur van genoemd boek) dit artikel gelezen en beoordeeld.

² Boek: Onder de vleugels van Göttingen - Het Nationaal Luchtvaartlaboratorium in de Tweede Wereldoorlog, door Bram Elsenaar

³ www.oorlogsbronnen.nl

⁴ Kopie aanwezig in archief SBEN

⁵ Bredasche courant 30-9-1946 (www.delpher.nl)

⁶ Nederlandsche Staatscourant 29-4-1949 (www.delpher.nl)

⁷ Nieuwe Haarlemsche Courant 28-9-1950 (www.delpher.nl)



ZELFBOUW MODEL NHI H-3 KOLIBRIE, SCHAAL 1:24

Door **Johan Swart**

DEEL 5 vervolg op deel 3 uit Nieuwsbrief 96

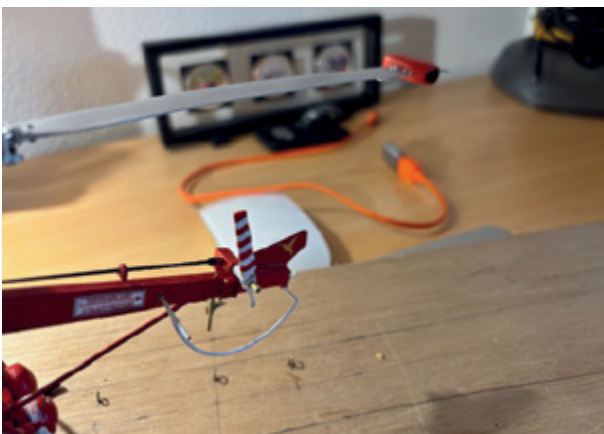
Ter introductie: mijn naam is Johan Swart, 70 jaar oud en redelijk luchtvaart enthousiast. Inmiddels ben ik een kleine vier jaar met pensioen en heb daarvoor bijna 45 jaar bij Fokker gewerkt en heb als design engineer mijn bijdrage geleverd aan onder andere de Fokker 50/60, de Fokker 70/100, maar ook aan de JSF, nu bekend onder de naam F-35 of Lightning II en de Gulfstream G650. Twintig jaar terug heb ik ook mijn vliegbrevet gehaald, in de VS, en heb bijna 200 vliegreizen in mijn logboek staan.

Inmiddels is de bouw, met af en toe wat onderbrekingen, al zo'n anderhalf jaar onderweg en begint zo langzamerhand het eindpunt te naderen.

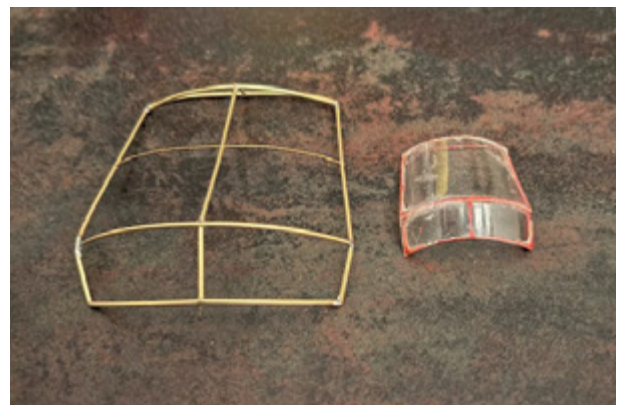
De rotorkop, met de bediening, is inmiddels aangebracht, evenals de staartrotor. Vooral de bedieningssystemen van de rotorkop leverden het maken van veel kleine delen op. De meeste onderdelen zijn van messing gemaakt en zijn door hun afmetingen, gemiddeld 6x6 mm klein, lastig te bewerken; ik ben duidelijk géén horlogemaker. De rotorkop ziet er behoorlijk indrukwekkend uit. Helaas is de schaal niet helemaal optimaal, in ieder geval een puntje waar ik bij het volgende model op moet letten.



De complete rotorkop.



De geïnstalleerde staartrotor.



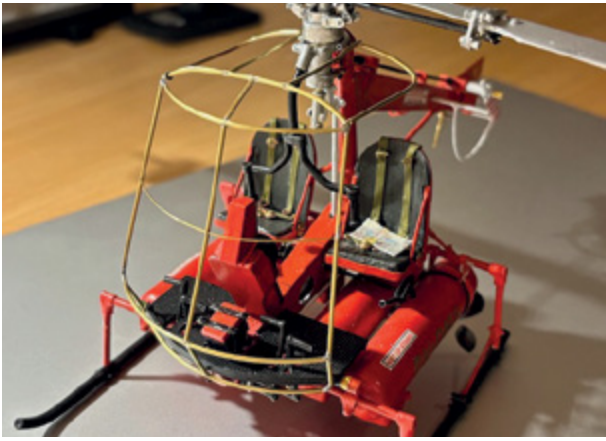
Het frame voor het windscherm.

Nu is de aandacht, opnieuw, gericht op het windscherm. Op zich is het in de basis redelijk simpel opgezet: een buizenframe met daarop geschroefde acrylpanelen plus een aantal koppelstrippen, maar om dat te vertalen naar een schaalmodel vormt dan toch weer een uitdaging.

Al in een heel vroeg stadium van de bouw ben ik begonnen met het frame, gemaakt van messing pijp van 1 mm dik. Het frame is samengesteld door én soldeer én secondenlijm-verbindingen. De hoge warmteoverdrachtscoëfficiënt van messing en de grootte van het frame maakten het onmogelijk alle verbindingen te solderen. Hierboven een foto van het frame, ook gepubliceerd in deel 2 van deze serie artikelen, naast een probeersel in schaal 1:48.

Snel moest ik constateren dat de door mij gekozen bouwvolgorde niet helemaal geslaagd was; er was geen helikopterstructuur aanwezig om te kunnen controleren of het raamwerk eigenlijk wel paste. Bovendien had ik moeite met het productieproces van het toppaneel van het frame; een paar raamwerkdelen bleken dubbelgekromd te zijn en vormden daarom een behoorlijke uitdaging.

Nu is het op zich niet zo erg om sommige details in de planning wat naar achteren te schuiven, maar er komt een moment dat je je daar dan toch mee bezig moet gaan houden. Dus na de installatie van de rotorkop en de staartrotor is het werk aan het windscherm hervat



Dry-fit windscherm installatie.

en meteen een poging gedaan de dubbelgekromde canopy-delen te maken. Bovenstaand figuur laat een dry-fit zien van de voorlopige samenstelling van het windscherm.

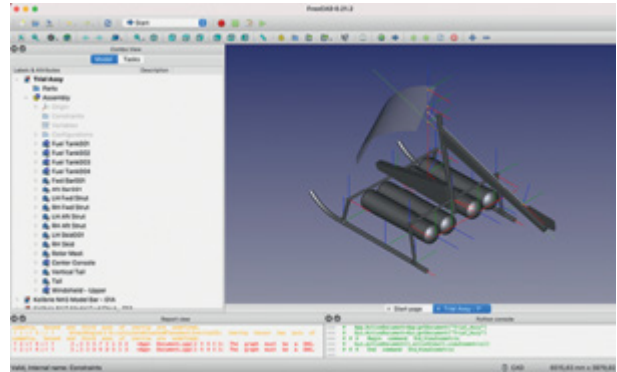
Eerlijk gezegd een verrassend goed resultaat, in ieder geval veel beter dan verwacht. De volgende stap is het definitief maken van het windscherm, plus het aanbrengen van het "glas". De doorzichtige panelen zullen worden gemaakt van 0,2 mm acryl en vooralsnog met houtlijm worden bevestigd. Dit laatste omdat veel andere lijmen makkelijk sporen achterlaten en houtlijm redelijk onzichtbaar uithardt. Ik ben wel van plan om dit eerst uit te proberen op een proefdeel.

De afgelopen periode ben ik een tijdje verwijderd geweest van de bouwplek; mijn vrouw en ik genoten van het winterzonnetje op de Canarische eilanden, dus de voortgang was niet bijster groot. Dat wil overigens niet zeggen dat ik niets om handen had. Ik had m'n laptop meegenomen, met daarop het modelleren-programma FreeCad. In mijn eerste artikel heb ik gewag gemaakt van mijn experiment met FreeCad om een 3D-model van de Kolibrie te genereren op basis van de beschikbare informatie.

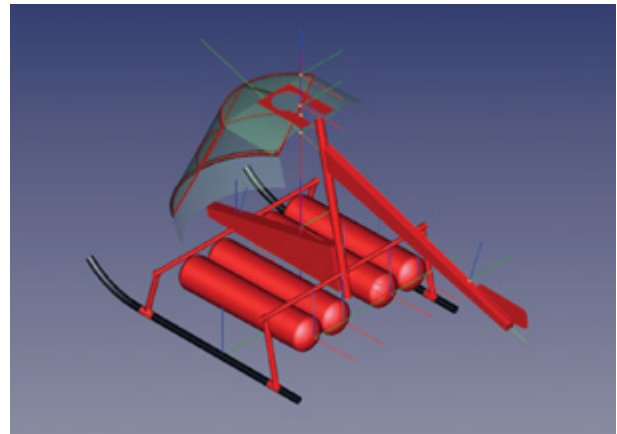
FreeCad is zoals gezegd een 3D-modellerprogramma en is gratis te downloaden en te gebruiken. Het is zeker niet zo professioneel als bijvoorbeeld. CATIA van Dassault Systèmes, dat veel in gebruik is in de luchtvaartindustrie, maar is voor deze hobby-toepassing goed geschikt.

In eerste instantie, ook op basis van het advies van een vriend van mij, heb ik de Kolibrie 1:1 geprobeerd te modelleren, mede omdat - naar zeggen - het verschalen geen issue zou vormen. Echter, niets bleek minder waar. Toen ik één van de stijlen van de skids wilde verschalen van 1:1 naar 1:24, bleek dit niet zo makkelijk te zijn als wel werd verondersteld. De bij het model gegenereerde schetsen zijn parametrisch van opzet, dat wil zeggen dat je door het aanpassen van de maten een onderdeel heel snel kunt aanpassen of in dit geval verschalen. Bij verschalen van 1:1 naar 1:24 zou het simpel moeten zijn. Je deelt de oude waarde door 24

en voilà, een nieuw, geschaald onderdeel. Maar als je bijvoorbeeld twee haakse lijnstukjes hebt van 24 mm lang en een afronding van 6 mm en je verschaalt eerst de 24 mm lange lijntjes, dan past de radius van 6 mm daar niet meer in. Die zou immers 6/24 moeten zijn (0,25 mm). Dit is dan een vrij simpel voorbeeld, maar stel je een wat complexere geometrie voor met meerdere van elkaar afhankelijke parameters, dan wordt het aanpassen van de schaal een behoorlijk complex verhaal, lijkend op de spreekwoordelijke Gordiaanse knoop. Een deel van ons verblijf op de Canarische eilanden heb ik besteed aan het opnieuw opzetten van het Kolibrie-model, maar dan nu meteen in schaal 1:24.



Een eerste opzet, schaal 1:1.



Dezelfde opzet, wat meer aangekleed.

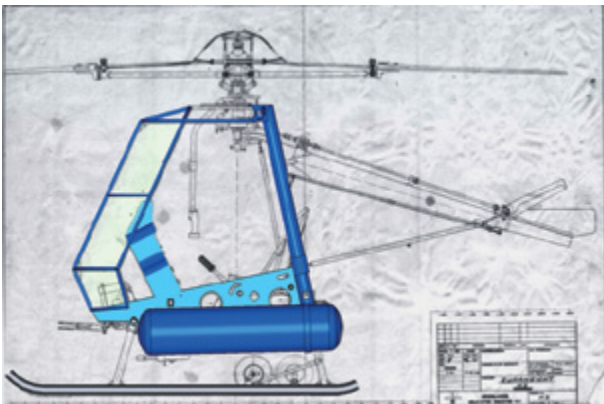
Er zijn verschillende redenen waarom ik een 3D-model van de Kolibrie in schaal 1:24 wil hebben, de belangrijkste daarvan is dat ik overweeg om een tweede model van deze helikopter te bouwen. Een andere reden is dat ik een meer consistente dataset wil hebben, in plaats van de huidige set, die bestaat uit scans die ik in 2024 bij zowel het Aviodrome als het NLR heb gemaakt. Deze scans bestaan maar voor een bijzonder klein deel uit daadwerkelijk vermaatte tekeningen; het overgrote deel van de informatie bestaat uit mooie perspectieven, dat wel, maar zonder maatvoering. Dit is waar het echt lastig wordt. De informatie die ik nu gebruik om het 3D-model te genereren, is precies dezelfde als die ik nu gebruik om het model zelf te bouwen. Een betrouwbaar, realistisch (3D-)model maken van onvolledige gegevens, hoe gek wil je het maken... >

Vervolg Zelfbouw model NHI H-3 Kolibrie, schaal 1:24

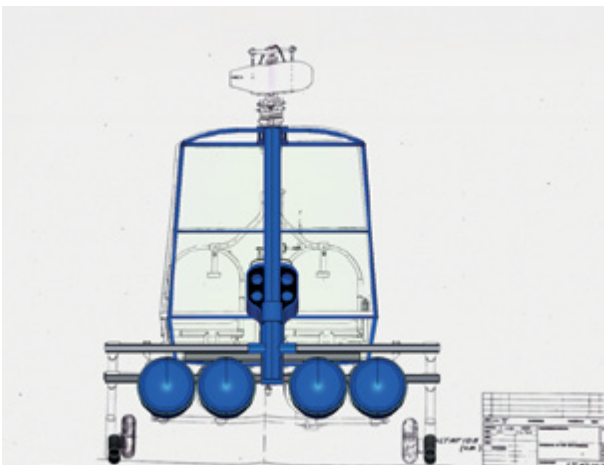
De belangrijkste gegevens/dimensies die ik gebruik zijn niet veranderd, dus voor het overige moet ik behoorlijk veel gissen en details op goed geluk invullen. In het beste geval zal al dit werk op z'n best resulteren in mijn interpretatie van deze helikopter (of in het slechtste geval een mooie karikatuur van de Kolibrie...).

Dit leidt tot mijn huidige mening over het recreëren van geschiedenis, gebaseerd op historische documenten, tekeningen, schetsen, enz., namelijk dat wat ik definieer of maak is niet noodzakelijkerwijs historisch correct en kan dat ook niet zijn, maar is slechts een uitdrukking van mijn interpretatie van de beschikbare gegevens. Maar al met al begint het inmiddels ontstane model toch enigszins op de Kolibrie te lijken en meer nog, ik geniet van de resultaten.

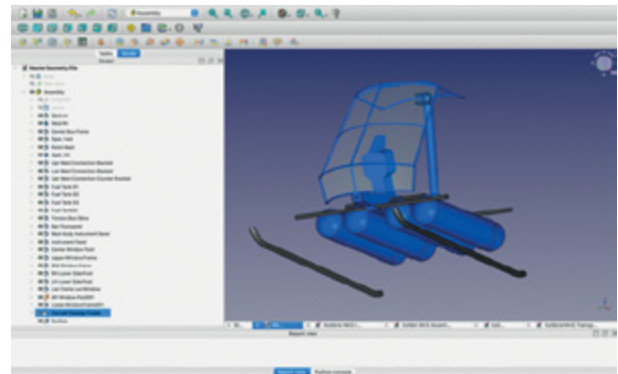
Een wat onaangename verrassing vormden de scans van de gedeeltelijk gedimensioneerde hoofdgeometrie-tekeningen van de helikopter. In eerste instantie ging ik er voetstoots van uit dat deze scans betrouwbaar zouden zijn, maar dat vertrouwen bleek niet terecht. De verhoudingen van de scans in X- en Y-richtingen bleken niet gelijk te zijn, dus moest ik bekende afmetingen in beide richtingen controleren om de juiste schaalvergroting te garanderen.



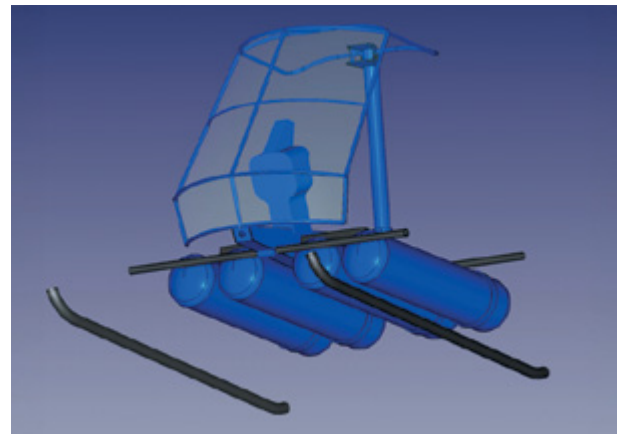
Overlay zij-aanzicht.



Overlay voor-aanzicht.



Van links onder met spec tree.



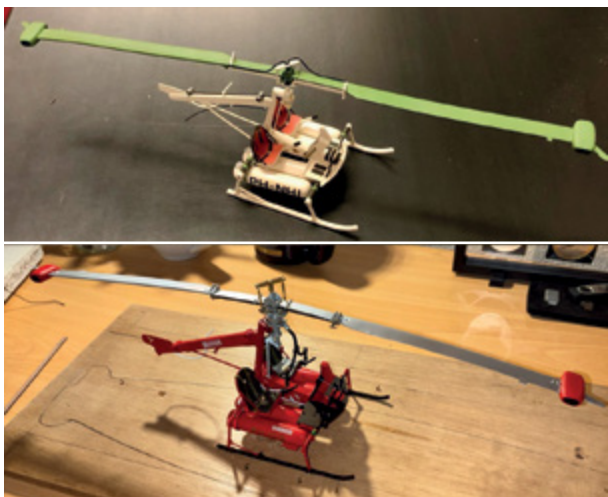
Isometrisch aanzicht.

Gelukkig heeft FreeCad een optie om geïmporteerde afbeeldingen te verscalen, waarbij je dat in twee richtingen onafhankelijk van elkaar kunt doen. Ik weet nog steeds niet goed waar de afwijkingen vandaan komen. Zit het in de gescande originelen, of is het de scansoftware van de mobiele telefoon, of is er een ander fenomeen waarvan ik me niet bewust ben? Hieronder twee figuren die bovenstaande illustreren, links het zij-aanzicht; hier is duidelijk te zien dat een en ander goed met elkaar overeenkomt. Het rechter figuur toont het voor-aanzicht. Hier is duidelijk te zien dat de oorspronkelijke scan behoorlijke afwijkingen vertoont. De scan vertoont vervorming: de linkerzijde is omhoog verschoven ten opzichte van de rechterzijde en kennelijk is de scan gemaakt van een opgevouwen tekening, waardoor nog meer afwijkingen ontstaan. Ik ben nog bezig geweest met een poging een en ander softwarematig te corrigeren, maar dat lukte maar ten dele. Vooralsnog hanteer ik het zij-aanzicht als betrouwbare basis en de andere aanzichten als referentie.

In de twee figuren links is al een deel van het nieuwe model te zien, in schaal 1:24.

Na een paar weken opnieuw bezig te zijn met FreeCad, kan ik zeggen dat de leercurve nog steeds steil is, heel steil. De overgang van de high-end, professionele modelleringssoftware, die ik in mijn werk gebruikte, naar de freeware-modelleringssoftware blijft een enorme stap. Acties, zoals het projecteren van 3D-elementen op schetsen, of andersom, bleken een onmogelijke opgave; de functie is er domweg niet.

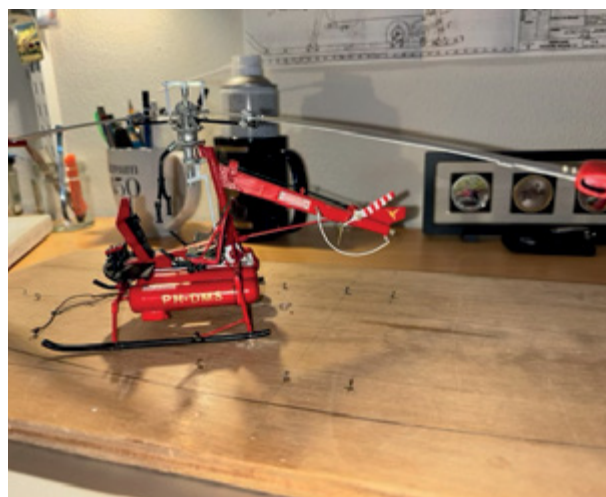
Dat betekent niet dat de freeware niet bruikbaar zou zijn, maar je kunt gewoon niet dezelfde opties verwachten, die je wel vindt in professionele software. Maar al met al is FreeCad een zeer bekwaam stuk software. Er zijn meerdere vergelijkbare pakketten beschikbaar, zoals Turbocad, Fusion 360 en Sketchup Free. Hiernaast nog twee figuren die de huidige stand van zaken van het 3D-model laten zien. Boven inclusief de



Twee schaalmodellen van de Kolibrie, virtueel verenigd.

zogenaamde specification tree; deze laat een deel van de delen in de samenstelling zien. Onder het model vanaf linksboven gezien.

En tot slot twee foto's: een combinatie foto, waarin boven het model van Jos Stevens en daaronder mijn model en een foto van mijn model zoals het er nu bijstaat. ■



Model Kolibrie NH-3, schaal 1:24, status 24-01-2026.

IN MEMORIAM

IR. ROEL NOBACK (1 FEBRUARI 1932 - 24 DECEMBER 2025)

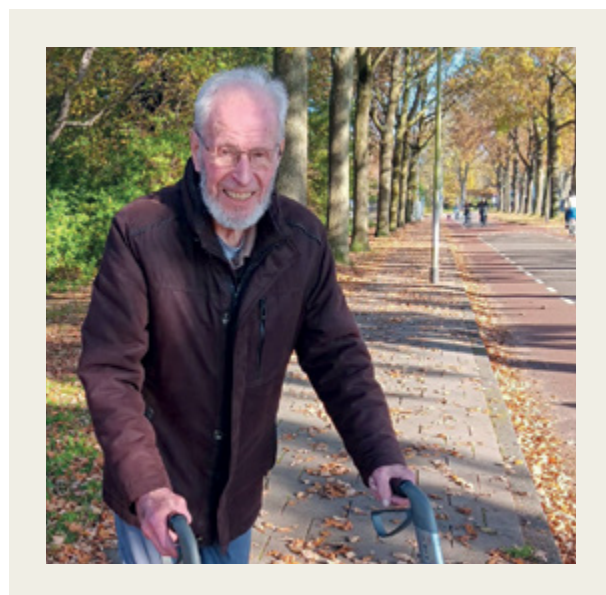
OUD-MEDEWERKER AFDELING SB EN SBEN-DONATEUR

Op woensdag 24 december 2025 is Roel Noback op 93-jarige leeftijd overleden in zijn woonplaats Emmeloord.

Roel trad op 1 mei 1963 in dienst bij de sectie Sterkte en Materialen van het NLR in Amsterdam. Al op 1 september 1964 maakte hij de overstap naar de nieuwe vestiging in Marknesse. Daar bleef hij werkzaam tot aan zijn VUT, op 1 februari 1993, bij de afdeling SB van de hoofdafdeling Constructie en Materialen.

Vanaf het begin van zijn loopbaan hield Roel zich bezig met het berekenen en vastleggen van dynamische luchtkrachten. Hij richtte zich vooral op het voorspellen en beschrijven van de effecten van voortdurende atmosferische turbulentie – ook wel remouskrachten genoemd – in verschillende dimensies op het gedrag van vliegtuigen. Met zijn werk verwierf hij zowel nationaal als internationaal veel aanzien.

Daarnaast zette hij zijn grote theoretische kennis om in praktische en zeer efficiënte rekenmodellen. In de jaren zeventig en tachtig stelde dat hoge eisen aan de toen nog kleinschalige programmeerbare rekenmachines. Zijn modellen waren hun tijd vooruit en van grote waarde voor het vakgebied.



Roel stond ook bekend als een verwoed pijproker, een enthousiast kaart speler en voor een brede belangstelling voor wezenlijke levensvragen. In het S-gebouw was hij een zeer gewaardeerde en inspirerende gesprekspartner voor zijn collega's. ■

JAAP LAMÉRIS

DE GRACE VLUCHTSIMULATOR GAAT ZIJN DERDE LEVEN TEGEMOET

Het eerste leven van GRACE¹ speelde zich natuurlijk af tijdens de jaren van opbouw en inzet bij het NLR, van ca. 2005 tot 2018². Die eerste periode, tot ca. 2006, is uitvoerig beschreven in het boek: “VIRTUAL FLIGHT INTO THE FUTURE, 1956-2006, 50 Years of Research Flight Simulation in the Netherlands”, uitgegeven door het NLR.

Het tweede leven gaat over de periode dat GRACE door het NLR als Erfgoed werd overgedragen aan SBEN en vervolgens in bruikleen werd gegeven aan de Stichting Aviosim en het Nederlands Transport Museum (NTM) in Nieuw Vennep. Nadat GRACE tot op de laatste bout en kabel uit het NLR-gebouw was verwijderd, werd het transport naar het NTM nog voor het eind van 2018 in gang gezet en begon in 2019 de opbouw. Die verhuizing toen is beschreven in Nieuwsbrief#70, december 2018. In het opbouwen kwam de klad toen begin 2020 het NTM in verband met de COVID maatregelen werd gesloten. Met mondjesmaat kon er verder gewerkt worden en pas in 2022 bereikte GRACE weer een acceptabele operationele status. Schrijver dezes heeft toen weer een vlucht kunnen maken.

Helaas moest het NTM al in 2023 aankondigen dat de huur van de expositiehallen was opgezegd. Deze worden afgebroken om plaats te maken voor woningbouw. Dat betekende dat de GRACE-simulator moest worden klaargemaakt voor verhuizing naar een nog onbekende nieuwe locatie van het NTM.

Besloten werd dat niet alle onderdelen van GRACE mee zouden verhuizen. Met name van het bewegingssysteem werd onderkend dat het niet meer gebruikt zou worden bij een toekomstige opstelling op de nieuwe locatie van het NTM. Maar tot onze grote vreugde bleek de afdeling AVTH van het NLR hernieuwd belangstelling te hebben voor dit bewegingssysteem. In 2024 is het overgebracht naar de vestiging Marknesse. Daar is het weer in ere hersteld en wordt het nu gebruikt als onderdeel van een geheel nieuwe testopstelling voor diverse toepassingen. (foto, zie Nieuwsbrief #94).

In 2025 bleek echter dat het NTM geen nieuwe locatie kon vinden en een faillissement onafwendbaar werd. Dankzij de medewerking van het NLR kon GRACE in juni verhuisd worden naar de vestiging Marknesse in afwachting van een beslissing over nieuwe plaatsing.



GRACE bij het NLR

Ook nu weer moest besloten worden om niet alle onderdelen mee te verhuizen. Het Wide Visual System (de kenmerkende grote halfronde schaal met zijn projectoren) en de ombouw rond de cockpit werden afgestoten.

Alleen het zichtsysteem uit de beginperiode van GRACE bleef behouden.

De zoektocht naar een nieuwe vestigingsplaats voor GRACE werd gedomineerd door de wens van de Aviosim-vrijwilligers en NLR-medewerkers (die nog steeds aandacht geven aan hun vroegere troetelkind) om de reistijden niet te exorbitant te maken. Zo kwam bijvoorbeeld het Aviodrome (dat al beschikt over simulatoren van het NLR uit de periode van vóór GRACE) als voorkeursplaats uit de bus. Maar daar bleek ondanks eerdere indicaties toch geen ruimte te zijn.

Uiteindelijk werd besloten om GRACE weer in bruikleen te geven aan de combinatie van de Stichting Aviosim met het Mechanisch Erfgoed Centrum (MEC) in Dronten. Dat laatste ligt gunstig qua reistijden, heeft de benodigde ruimte en ontving onze voorstellen met groot enthousiasme.

De verhuizing van het NLR-Marknesse naar het MEC vond plaats in december 2025. Dezelfde firma, die eerst GRACE had vervoerd van Nieuw Vennep naar NLR-Marknesse, verzorgde ook nu weer het transport met ook dezelfde vrachtwagen. Dat was vooral handig omdat op het eerste transport met veel passen en meten alle onderdelen precies in de oplegger konden worden geschoven. En in de volgorde waarin ze waren afgeladen en in de Romney-hut van het NLR waren neergezet, konden ze er nu weer uit worden gehaald en opgeladen worden.



De schrijver in de cockpit van GRACE

GRACE begint nu dus aan zijn derde leven en zou mogelijk aan het eind van 2026 weer operationeel kunnen zijn, dankzij de inzet van de Aviosim-vrijwilligers en NLR-medewerkers, die GRACE ook hadden opgebouwd bij het NTM. ■

JAN VAN DOORN

¹ Generic Research Aircraft Cockpit Environment

² De gebruikperiode van de voorloper van GRACE, de Vluchtnabootser met Bewegende Stuurhut (VMBS), later hernoemd naar Research Flight Simulator (RFS), is: 1973-2003 (met verwisselbare cockpits).



De vrachtwagen arriveert bij het MEC



HET NLR EN AËROELASTICITEIT

Door **Roel Houwink**, vrijwilliger van de SBEN

DEEL 7 vervolg op deel 6 uit Nieuwsbrief 96

Over de schrijver

Roel Houwink is vanaf mei 2024 vrijwilliger van de SBEN. Na zijn studie Vliegtuigbouwkunde aan de TH Delft werkte hij vanaf 1975 als medewerker van de afdeling AE in Amsterdam. Hij hield zich vooral bezig met onderzoek van instationaire luchtkrachten op trillende transsonie profielen. Van 1993-1996 werkte hij bij Fokker Aircraft als chef van de aëroelastische groep. Na het faillissement kwam hij terug naar het

NLR om daar de taak als afdelingschef van de afdeling AE op zich te nemen. Vanaf 1999 was hij werkzaam in de NOP, waar hij zich achtereenvolgens bij de afdelingen SB en AVFP tot aan zijn pensioen in 2013 vooral bezig hield met vliegtuigbelastingen. Tussentijds nam hij op verzoek van Fokker Aerostructures rond 2008 een jaar lang de functie van kwalificatie manager voor Fokker voor het NH90 project op zich.

Niet-luchtvaart onderzoek

Bij het NLR is op aëroelastisch gebied jarenlang belangrijk niet-luchtvaartonderzoek uitgevoerd. Dit betrof met name de stabiliteit van verkeersbruggen, vaak in opdracht van Rijkswaterstaat.

Een eerste rapportage over dergelijk onderzoek door het NLL is uit 1960: Onderzoek naar de fluttermogelijkheid van de Van Brieneoordbrug (Ref. 1). Het onderzoek werd noodzakelijk geacht door de destijds nog ongebruikelijk grote booglengthe (287 m). Daarbij werd windtunnelonderzoek uitgevoerd in de LST aan een model van een sectie op schaal 1:100 van de brug (Fig. 1). Aan dit model zijn drukmetingen gedaan en werden, na modificatie, flutterproeven uitgevoerd. Na de tests volgden flutterberekeningen.

De aëroelastische problematiek bij een dergelijk brugdek bestaat enerzijds uit de mate van responsie bij harde dwarswind, waarbij trillingsexcitatie door Von Kármán wervels zou kunnen ontstaan (Fig. 2). Dergelijke wervels ontstaan achter het brugdek en spoelen stroomafwaarts met de wind mee, met een frequentie die afhangt van de geometrie van het profiel van het wegdek en de windsnelheid.



Fig. 1 Windtunnel model van een sectie van de Van Brieneoordbrug

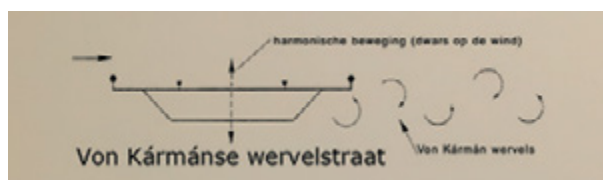


Fig. 2 Von Kármán wervelstraat achter brugdek

Als die frequentie in de buurt komt van eigenfrequenties van de overspanning dan kan die in trilling worden gebracht en hinder voor het verkeer opleveren. De hinder kan bovendien bij hogere amplitudes sterkteproblemen opleveren indien daarbij hoge materiaalspanningen ontstaan. Anderzijds bestaat het risico van het ontstaan van flutter. Dat hangt af van de ▶

Vervolg Het NLR en aëroelasticiteit

windsnelheid, het profiel van de brugsectie en van de elastomechanische eigenschappen van het brugdek, zoals trillingsvorm, eigenfrequentie en demping. Flutter van een brugdek kan ontstaan als de arbeid van de instationaire luchtkrachten die tijdens een trillingsbeweging daarin wordt uitgeoefend groter is dan de demping in die trillingsvorm. Een bekend voorbeeld hiervan is het instorten van de Tacoma Narrows Bridge in de Amerikaanse staat Washington, op 7 november 1940 (Fig.3).



Fig. 3 Instorting van de Tacoma Narrows Bridge door flutter

Er werd geconcludeerd dat bij de Van Brienoordbrug (Fig. 4) geen gevaar was te duchten van flutter bij de werkelijke brug. Bij enkele in de praktijk te verwachten windsnelheidsgebieden kunnen trillingen worden verwacht ten gevolge van excitatie door instationaire luchtkrachten bij wervels achter het brugdek. Het door de opdrachtgever voorgestelde dempingssysteem zou dergelijke trillingen afdoende kunnen beperken.

Een eveneens interessant onderzoek is in 1980 uitgevoerd aan de brug over de Waal bij Ewijk (Ref. 2). Tijdens het trillingsonderzoek had de brug in aanbouw nog de halve spanwijdte (Fig. 5).



Fig. 4 De Van Brienoordbrug

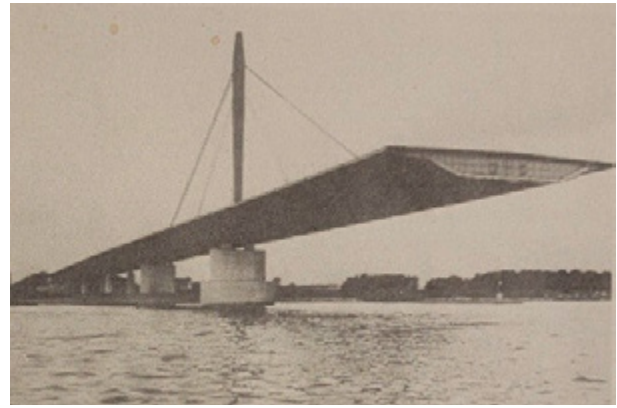


Fig. 5 Brug over de Waal bij Ewijk in aanbouw (1980)

Voor het meten van de trillingseigenschappen was het brugdek voorzien van een aantal versnellingsopnemers. Om de trillingsvormen en eigenfrequenties te bepalen werd gebruik gemaakt van een 10-ton vrachtwagen. Deze reed over het wegdek waarvan het nog ruwe oppervlak voldoende excitatie opleverde om de trillingseigenschappen te kunnen meten. Om de excitatie te versterken werd de ruwheid van het brugdek vergroot door het aanbengen van dwars liggende balken over het wegdek. Dit bleek een bijzonder effectieve manier om de trillingseigenschappen nog nauwkeuriger te bepalen. Een overzicht van berekende trillingsvormen is weergegeven in Fig. 6. Hierin is ook de locatie van de versnellingsopnemers aangegeven. Op basis van de bepaalde trillingseigenschappen en resultaten van eerdere windtunnelmetingen kon men vaststellen dat er geen trillingsproblemen te verwachten zijn.

De hier beschreven onderzoeken zijn in allerlei varianten veelvuldig door het NLR toegepast op andere brugconfiguraties. Alleen al van de hand van oud-collega Bert Persoon zijn er meer dan 50 rapporten gewijd aan brugonderzoek.

Het meest bekende is wel het onderzoek naar aanleiding van het ontstaan van trillingen bij de Erasmusbrug (Fig. 7) in Rotterdam, in 1996. Maandagochtend 4 november werd Nederland opgeschrikt door verontrustende berichten over de Erasmusbrug: zwiepende tuinen, een klapperend geraas en een bewegend brugdek. Het land was in rep en roer: hoe kon zoiets gebeuren? Een aardige samenvatting van de reacties van het publiek en de uiteindelijke oplossing van het probleem is beschreven in het boekje "Het Jaar van de Zwaan", uitgegeven door Gemeentewerken Rotterdam (Ref. 3).

Het brugdek was eerder (1992) uitgebreid onderzocht door middel van windtunnel onderzoek, waarbij geen verontrustend gedrag werd waargenomen. Vermoed werd dat de problemen in 1996 te maken hadden met

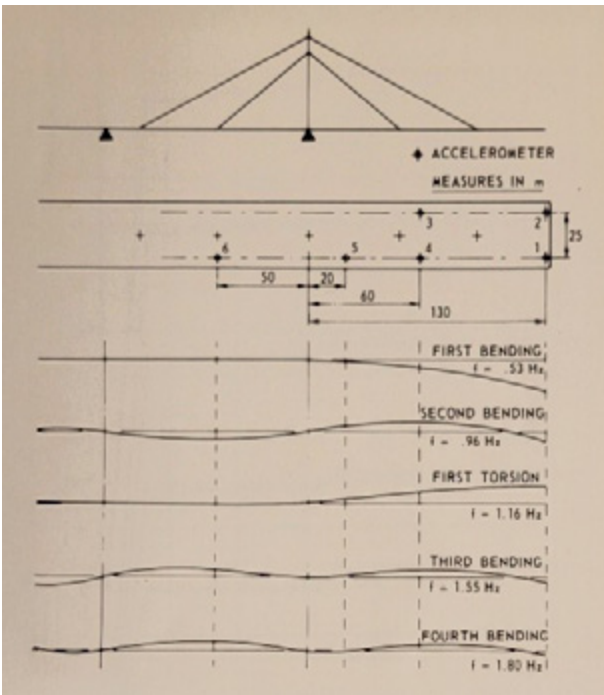


Fig. 6 Locatie van versnellingsopnemers en berekende trillingsvormen



Fig. 7 De Erasmusbrug

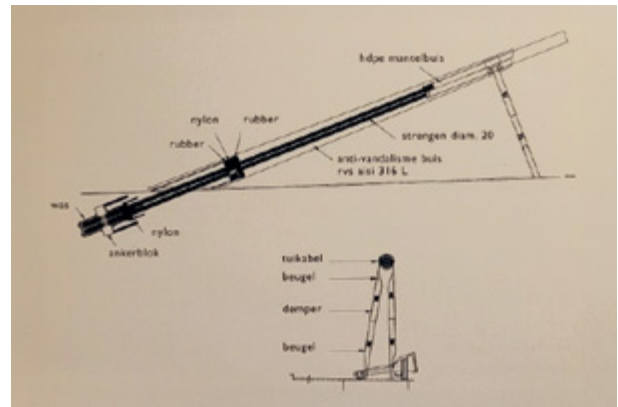


Fig. 8

een combinatie van harde wind en regen. Soortgelijke problemen bleken zich ook op diverse plaatsen in het buitenland voor te doen. Het afstromende regenwater beïnvloedt de dwarsgeometrie van de kabel waardoor die bij dwarswind sterkere luchtkrachten opwekt. Dit kan bij de juiste omstandigheden leiden tot “Wind-rain induced vibration”. De slingerbewegingen bleken zich bij grotere slingeramplitudes te stabiliseren, zodat er geen schade dreigde voor de constructie van de brug. Na uitgebreid onderzoek door een werkgroep, waar ook het NLR aan deelnam, werden na diverse tests in 1997 dempers geïnstalleerd tussen de tuien en het brugdek (Fig. 8). Daarmee bleek het probleem te zijn opgelost.

Hierbij enkele beelden uit een videofragment van het RTL Nieuws uit die tijd, onlangs gedigitaliseerd door de VIFID werkgroep van SBEN (Fig. 9). Metingen worden verwerkt in een meetwagen van Rijkswaterstaat. Tussen een tui en het wegdek wordt een kabel gespannen, die vervolgens wordt doorgesneden. De tui geraakt in een trilling en de trillingsfrequentie wordt gemeten (zie de versnellingsopnemer op de tui). NLR projectleider Bert Persoon geeft voor het RTL Nieuws een toelichting op de gevolgde procedure. ▶



Fig. 9 Meting van de trillingsfrequentie van een tui van de Erasmusbrug

Vervolg Het NLR en aëroelasticiteit

De video is te bekijken met de link onder Ref. 4. De expertise van het NLR bij niet-luchtvaartonderzoek is ook toegepast bij onder andere verkeersportalen, offshore constructies en windturbines. Fig. 10 toont de opstelling bij een trillingstest aan een 25 m horizontale-as windturbine in Petten.

Met het jarenlang uitgevoerde aëroelastische niet-luchtvaartonderzoek heeft het NLR in opdracht van de overheid aanzienlijk bijgedragen tot de veiligheid van slanke niet-luchtvaart constructies. ■

Referenties

1. Jongh, M.J. de, Bergh, H. "Onderzoek naar de fluttermogelijkheid van de van Brienoordbrug". NLL Rapport F.223 (1960).
2. Persoon, A.J. "The wind-induced response of a cable-stayed bridge". NLR MP 80042 U (1980).
3. Gemeentewerken Rotterdam, "Het bewogen jaar van de Zwaan" (1997).
4. SBEN videofragment van een RTL nieuwsuitzending in 1997 (tape 287). https://drive.google.com/file/d/1XxFdK8A1bQ824W3kVSS9rRYU7bwBcP2h/view?usp=drive_link



Fig. 10 Standtillingsonderzoek aan een 25 m windturbine in Petten



WIE WEET IETS VAN DE MAASBOULEVARD IN DE NOP?

In de stapel "ooit ontvangen documenten uit anonieme bron" van ons archief bevindt zich een afdruk van bijgaande foto uit 1954. Het bijschrift spreekt over de Maasboulevard. De vraag is of deze naam is vernoemd naar de rivier de Maas of naar professor Van der Maas, initiatiefnemer van de in 1957 gestichte NLR-vestiging Noordoostpolder gelegen tegenover dit gebouwtje. Onduidelijk is eveneens hoe die Maasboulevard was gelegen.

Deze vraag is onlangs voorgelegd aan Deltares, waar men nog een archief heeft van het Waterloopkundig Laboratorium in de NOP. Maar ook daar tast men in het duister. Hopelijk weet iemand uit onze lezerskring het antwoord. Mocht dat zo zijn, dan ontvangen we graag uw reactie gericht aan museum@nlr.nl ■

DE NIEUWSBRIEF wordt uitgegeven onder de verantwoordelijkheid van het bestuur van de Stichting Behoud Erfgoed NLR. De Nieuwsbrief verschijnt viermaal per jaar en wordt toegezonden aan de donateurs van de stichting.

Jaardonateurs betalen € 12,50 (kalenderjaar). Donateurs voor het leven (alleen vutters en gepensioneerden) betalen eenmalig € 125,00. Met uw donatie steunt u onze stichting bij het bewaren en toegankelijk maken van het NLR-erfgoed.

Vormgeving: C10 Ontwerp, Den Haag

Naast de nieuwsbrieven ontvangen donateurs het jaarverslag van de stichting. Tweemaal per jaar organiseert het bestuur een donateursbijeenkomst. Donateurs krijgen korting bij de aankoop van museumpublicaties.

Culturele ANBI (RSIN: 813320409)

IBAN: NL27 ABNA 0578 8272 04
t.n.v. Stichting Behoud Erfgoed NLR te Amsterdam.

Stichting Behoud Erfgoed NLR, Postbus 90502, 1006 BM Amsterdam
Tel. 088-511 31 13, E-mail museum@nlr.nl, www.erfgoednlr.nl