Stichting Behoud Erfgoed NLR

NIEUWSBRIEF

JAARGANG 25 | SEPTEMBER 2025

#95

3 | ZELFBOUW MODEL KOLIBRIE
Deel 3: Bouwverslag van de cockpit vloer

9 | HET NLR EN AËROELASTICITEIT
Deel 5: De na-oorlogse ontwikkelingen

14 | SNELHEIDSBAAN
Het meten van de vliegsnelheid langs vast patronen

VAN DE VOORZITTER

Hopelijk geniet u volop van de zomer – wij doen ons best dat ook te doen! Tegelijkertijd gebeurt er achter de schermen veel. Zo zijn we druk bezig met de organisatie van diverse activiteiten rond ons 25-jarig jubileum.

Op de interne NLR-website (NLR Cockpit) zijn inmiddels vier jubileumberichten verschenen. Begin augustus is in de vestiging Flevoland een tijdelijke expositie geopend bij de ingang van het bedrijfsrestaurant. Deze bestaat uit twee vitrines en de MO-3 vrije-vluchtsonde, die ook te zien was tijdens de Open Dagen van 2023. Later dit jaar volgt in de vestiging Amsterdam een speciale jubileumopstelling in een van de permanente vitrines. Meer hierover leest u in het jubileumartikel verderop in deze nieuwsbrief.

Ook zijn we druk bezig met de selectie van ons beeldmateriaal opgeslagen bij het Aviodrome voor ons digitaliseringsproject samen met Museum Beeld & Geluid. Dat dit geen kleine klus is wordt u uitgelegd in het artikel verderop in deze nieuwsbrief.

Sinds juli hebben we er een nieuwe vrijwilliger bij: **Ger Nielen**. Hij begon zijn loopbaan bij de afdeling Vliegtuigen, waar hij betrokken was bij vliegproeven en werkte later als testvlieger, onder meer met het Metro-laboratoriumvliegtuig. Daarmee is hij de vierde voormalige vlieger in ons vrijwilligersteam.

Op **zaterdag 11 oktober** vindt onze tweede donateursbijeenkomst van dit jaar plaats in de vestiging Flevoland. **Ralf Creemer** en **Cor Steeghs** verzorgen dan een lezing over het gebruik van composietmaterialen in windtunnelmodellen. Verdere informatie over de sprekers en het onderwerp vindt u verderop in deze nieuwsbrief.

In de vorige editie meldden we dat het Nederlands Transport Museum in Nieuw-Vennep, waar we nauw mee samenwerkten, geen nieuwe locatie heeft gevonden en haar activiteiten heeft beëindigd. Daardoor moesten wij op zoek naar een nieuwe plek voor de **GRACE-vluchtsimulator**, die daar nog stond opgesteld. Inmiddels is GRACE tijdelijk opgeslagen op het NLR-terrein in Flevoland. Er lopen gesprekken met verschillende organisaties die interesse hebben in een commerciële of educatieve herbestemming. Het bewegingsmechanisme van GRACE is al eerder teruggekeerd naar het NLR, waar het een tweede leven krijgt als testplatform voor toekomstige experimenten.

Daarnaast hebben we de afgelopen weken diverse waardevolle schenkingen ontvangen van donateurs en hun nabestaanden. Een groot deel komt uit de hoek van de informatica en het voormalige rekencentrum, zoals onderdelen van (ringkern)geheugenmodules van de **Cyber-supercomputers** uit de jaren zeventig en tachtig. Ook ontvingen we fraaie verplaatsingsmeters en andere meetinstrumenten van de voormalige S-sectie (1947–1970), geschonken door de afdeling AVTH. ›

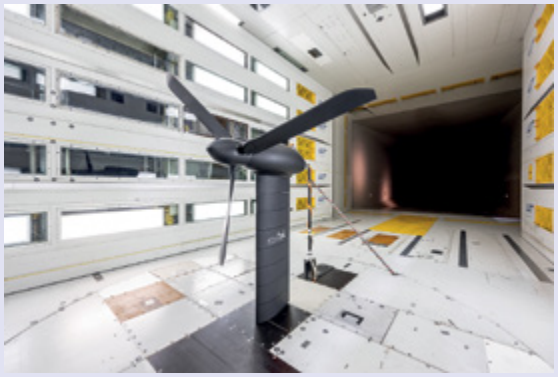
(vervolg op pagina 3)

Geschonken meet-instrumenten van de voormalige S-sectie

AANKONDIGING DONATEURSBIJEENKOMST

LEZING: **DE ONTWIKKELING VAN WINDTUNNELMODELLEN – VAN METAAL NAAR COMPOSIET**
SPREKERS: **RALF CREEMERS (NLR) EN COR STEEGHS (NLR) (DUO PRESENTATIE)**

Uitnodiging voor het bijwonen van de vermelde lezing op zaterdag 11 oktober 2025 van 14:00 – 16:30 uur in het Auditorium van het NLR in Marknesse, 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 Ralf Creemers en Cor Steeghs
14.45 uur	rondleiding door de composiet productiefaciliteit
16.00 uur	drankje en hapje
16.30 uur	einde

U kunt zich tot uiterlijk 2 oktober aanmelden per email bij museum@nlr.nl onder vermelding van naam en adres (ook van introducés). ■

OVER DE LEZING

Hoewel de meeste wintunnelmodellen van oudsher rigide (metalen) modellen zijn, is er de laatste tijd een toename te zien in het gebruik van composiet materialen in de constructie van deze modellen. Toepassing van vezelversterkt composiet materialen maakt het (o.a.) mogelijk om het aeroelastisch gedrag van het vliegtuig nauwkeurig na te bootsen, inclusief het fluttergedrag en gust load respons. Dit is vooral van belang bij flexibele vleugelconfiguraties.

Tijdens de lezing zal er eerst een overzicht gegeven worden van een aantal (rigide) metalen windtunnelmodellen. Deze modellen kunnen zowel turbine-aangedreven als niet-aangedreven zijn en bevatten doorgaans geavanceerde instrumentatietechnologie, balansen en telemetriesystemen.

Daarna zal er aan de hand van een aantal voorbeelden worden toegelicht hoe en waarom voor bepaalde windtunnelmodellen nu ook glas- of koolstofvezelversterkte composiet materialen worden toegepast in hun constructie.

TOT ZATERDAG 11 OKTOBER BIJ HET NLR IN MARKNESSE!

OVER DE SPREKERS

Cor Steeghs startte begin augustus 1986 als technisch specialist en werktuigbouwkundig ontwerper bij de Duits-Nederlandse Windtunnels. In de loop der jaren bij DNW, ging het werk van ontwerper geleidelijk over in technisch projectleider. Vanaf het jaar 2000 had Cor de gelegenheid om bij de afdeling Engineering & Technical Services van het NLR te komen werken als projectleider windtunnelmodellen.

Ralf Creemers werkt sinds 1999 bij het NLR, afdeling Structures Technology, als R&D engineer op het gebied van constructief ontwerp en analyse, met name gericht op de toepassing van composiet materialen. Hij is vanaf het allereerste begin in 2014 betrokken geweest bij de NLR-activiteiten voor het ontwikkelen van flexibele aeroelastische windtunnelmodellen.

Vervolg van de voorpagina Van de voorzitter

Zulke objecten en rapporten zijn niet alleen belangrijk voor de vastlegging van onze kennis en onderzoeksmethoden uit het verleden, maar ook voor het vertellen van het verhaal hoe NLR's erfgoed heeft bijgedragen – en nog steeds bijdraagt – aan de lucht- en ruimtevaart. Heeft u nog objecten die mogelijk tot dit erfgoed behoren, laat het ons dan weten via museum@nlr.nl.

Tot slot vindt u verderop in deze nieuwsbrief een **In Memoriam** van onze donateur **Wim de Wolf (1941–2025)**. Wim begon zijn loopbaan in de hypersonische aerodynamica en speelde een sleutelrol bij het ontwerp van een grote guntunnel bij NLR. Toen dat project werd stopgezet, legde hij de basis voor vliegtuiglawaai-onderzoek en werd later hoofd van de afdeling Voortstuwing. Daar zette hij zijn expertise ook in voor vernieuwende projecten, zoals drukgolfonderzoek voor de Hoge Snelheids Lijn (HSL). Daarnaast droeg Wim veel bij aan publicaties van SBEN.

We houden u uiteraard op de hoogte van alle ontwikkelingen en danken u hartelijk voor uw blijvende steun aan SBEN. ■

Veel leesplezier met deze nieuwsbrief!

JAAP LAMÉRIS

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

Door **Johan Swart**

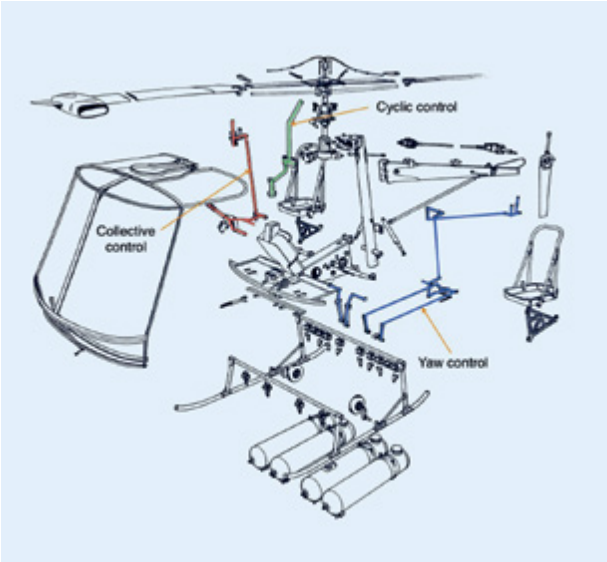
DEEL 3 vervolg op deel 2 uit Nieuwsbrief 94

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 vlieguren in mijn logboek staan.

Het vorige artikel, deel 2, besloot ik met *Voor nu wil ik het hierbij laten, hoewel de bouw inmiddels al wel wat verder is gevorderd; een deel van de besturingssystemen is geïnstalleerd, terwijl een ander deel van de systemen wacht op een verfbeurt en installatie. Tevens is een begin gemaakt met de aanmaak van de cockpitvloer. Hierover meer in deel 3.* Belofte maakt schuld, dus deze aflevering staat vooral in het teken van de besturingssystemen en de cockpitvloer.

Tijdens de bouw en het bestuderen van de foto's, tekeningen en schetsen ontstond het idee dat het misschien wel interessant zou zijn om de besturing van de rotor en de staartrotor functioneel te maken. Een uitdaging ook, temeer omdat ik absoluut geen verstand van helikopters heb.
Bij de besturing van een helikopter hebben we te maken met de collective, die samen met het regelbare vermogen zorgt voor meer of minder lift, gegenereerd door de rotorbladen, de cyclic, die ervoor zorgt dat voor- en achteruit kan worden gevlogen en links en rechts gestuurd kan worden en tenslotte de staartrotor die ook kan worden versteld en controleert zo de helikopter over de verticale as. Bij de Kolibrie was dit laatste niet echt noodzakelijk. De motoren zitten aan de rotor tips bevestigd, maar uiteindelijk heeft het ontwerpteam van de NHI ervoor gekozen de staartrotor toch instelbaar te maken. Dit leidde tot een uiterst wendbare helikopter.

Figuur 1 laat schematisch de drie verschillende besturing elementen zien.

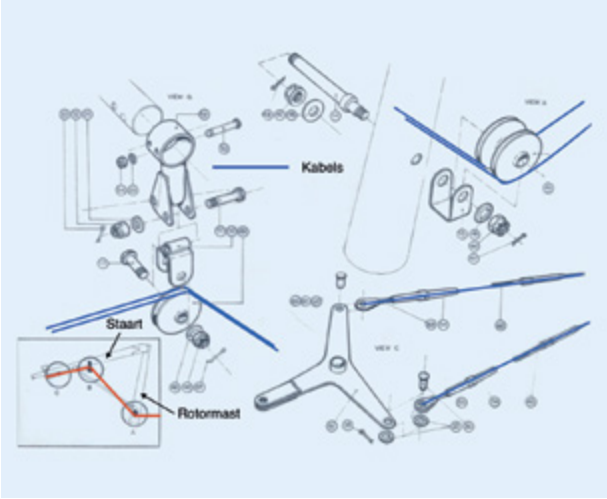


Figuur 1 ›

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

Eén van de eerste zaken waar ik tegen aanliep bleek het type besturing; er blijkt voor de staartrotor sprake te zijn geweest van óf kabel besturing óf besturing met behulp van stangenstelsels. Wat er beschikbaar is aan fotografisch beeldmateriaal laat bewijs zien van toepassing van dit type besturing.

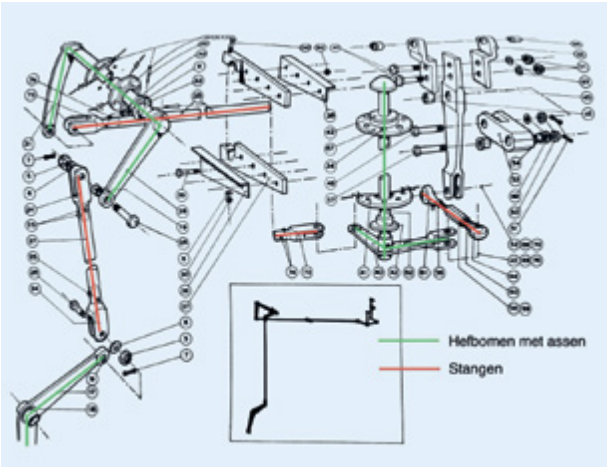
Figuur 2 toont een isometrische tekening van de aansturing van de staartrotor met kabels.



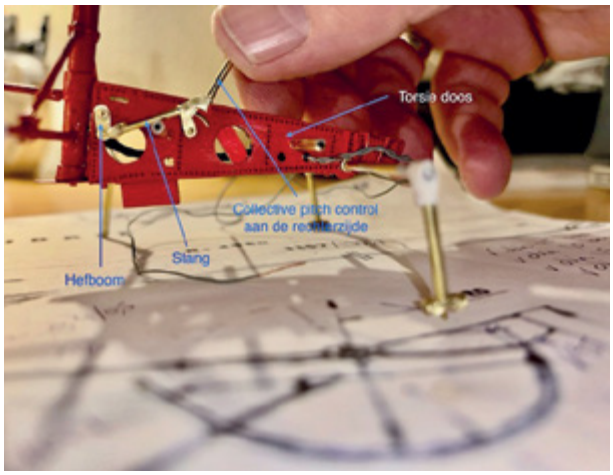
Figuur 2

Figuur 3 laat een schets zien van dezelfde functie, maar nu met stangenstelsels.

Voor het model heb ik gekozen voor de bediening door middel van een stangenstelsel, vooral omdat me dit minder kwetsbaar leek dan een kabelbesturing.
Het maakt het er overigens niet minder complex van en als je goed naar de tekeningen kijkt, wordt het al snel duidelijk dat het voor een model niet doenlijk is alles op schaal na te maken. De kunst is het nu om a) het systeem te vereenvoudigen en b) tegelijkertijd de functie te behouden. Het blijkt dat het systeem in grote lijnen te vereenvoudigen is tot gaffels, hefbomen, stangen en pennen.



Figuur 3



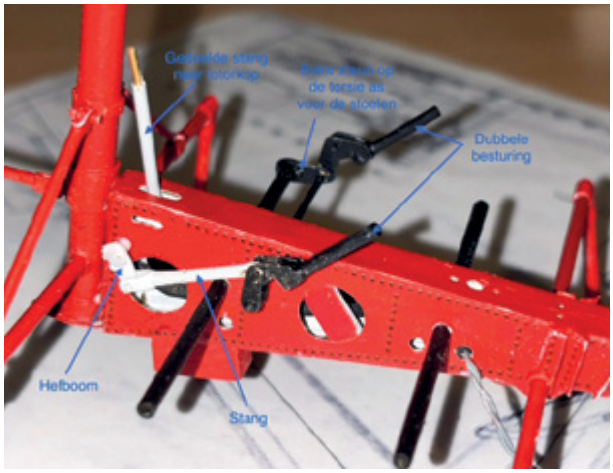
Figuur 4

De eerste functie waar ik mee experimenteerde was de collective pitch control. Dat was geen toeval; de torsiedoos moest openblijven, totdat het deel van de collective pitch control, dat in de torsiedoos gehuisvest is, is geïnstalleerd.
De collective pitch control is, voor wat betreft de interface met de piloten, dubbel uitgevoerd.

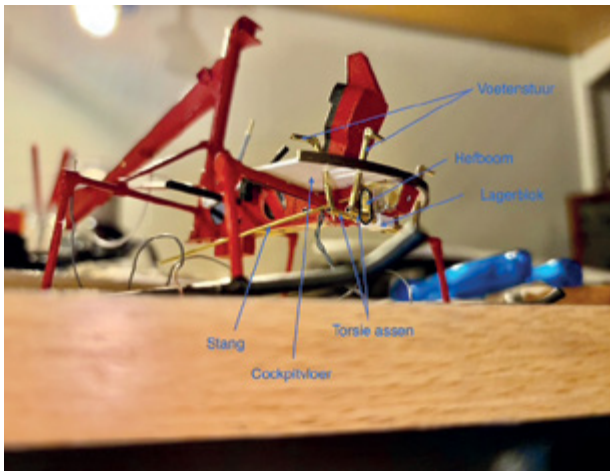
Figuur 4 laat het begin van de installatie zien voor de piloot aan de rechterzijde.

Figuur 5 toont het resultaat na enige uren werk: de dubbele besturing van de collective pitch. Indien met twee piloten wordt gevlogen is de dubbele bediening noodzakelijk, wanneer met één vlieger wordt gevlogen kan het systeem enkelvoudig worden uitgevoerd. Dit gedeelte van de besturing is volledig functioneel.

Het volgende in de bouw, voordat ik de staartrotorbesturing verder onder handen kon nemen, waren de torsie-assen met "lagerblok" van het voetenstuur. De beide torsie-assen verbinden de linker- en rechter voetenstuurpedalen met elkaar. De delen zijn geplaatst onder de cockpitvloer en moeten geïnstalleerd zijn voordat de vloer geplaatst kan worden, die op zijn beurt aanwezig moet zijn voordat de twee voetenstuuren aangebracht kunnen worden. Om het nog erger te



Figuur 5

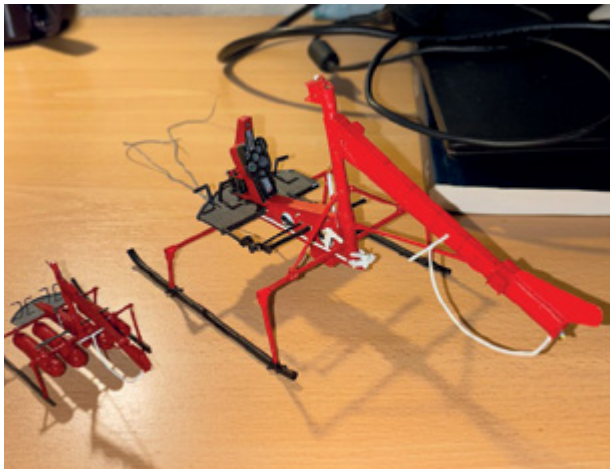


Figuur 6

maken, de stangen, die vanaf het voetensturen naar achteren lopen, moeten ook aan de hefbomen van de torsie-assen worden bevestigd, voordat de vloer definitief z'n plek kan krijgen.
Omdat er zoveel verschillende afhankelijkheden zijn, heb ik een aantal keren de verschillende onderdelen tijdelijk geïnstalleerd om te controleren dat a) het systeem nog steeds functioneerde en b) of de door mij gedachte bouwvolgorde klopte; het zou niet best zijn als bleek dat ik delen niet in de juiste volgorde of op tijd had aangebracht. Dit is precies wat me overkomen is bij de (te vroege) installatie van de skids. Wellicht dat ik hier in een volgend artikel nog iets meer over uitweid.

In figuur 6 is de (tijdelijke) installatie van het voetenstuursysteem te zien, zie hier ook figuur 1 bij voor het schematisch weergeven voetenstuursysteem.

Figuur 7 laat dan de volgende stap zien; de cockpitvloer en de voetensturen definitief geïnstalleerd en het staartrotor-aandrijfsysteem aan de onderzijde van de rotormast aangebracht. Naast installatie van de vloer- en systeemdelen zijn ook de accu en het instrumentenpaneel geplaatst. Met al deze delen op hun plaats begint het model steeds meer op een Kolibrie te lijken. Het model wordt ook stapsgewijs voorzien van een



Figuur 7

kleurtje; de cockpitvloer antraciet, de systeemdelen wit en de overige delen rood.
In eerste instantie had ik voor een donkerblauwe kleur gekozen, maar al snel werd duidelijk dat hierdoor veel details, waaronder de imitatie klinknagels, niet meer of slecht zichtbaar zijn. Uiteindelijk heb ik voor rood gekozen. Dit is in ieder geval een lekker opvallende kleur en in combinatie met het wit van de besturingssystemen en het antraciet van o.a. de cockpitvloer oogt het geheel bijzonder fraai.

Waar mogelijk maak ik gebruik van een airbrush. Dit is voor dit model een primeur voor mij; tot nu toe heb ik steeds met de hand geverfd, maar voor dit model heb ik uiteindelijk moeten besluiten een aantal delen met de airbrush te verven; vooral de tanks verdienen een strakke laklaag.
Overigens, veel delen zijn na montage niet meer bereikbaar voor het aanbrengen van de laklaag, daarom ontstaan er tijdens het werken aan het model her en der wat plekken die nog enige nabehandeling behoeven...

Figuur 8

Tot slot van deze aflevering een foto van de huidige status van het model. Het is duidelijk waarneembaar dat er voortgang is geboekt, tegelijkertijd is ook duidelijk dat de Kolibrie nog verre van compleet is (zie figuur 8). Voldoende ruimte dus voor een vervolg op deel 3...
In het volgende artikel wil ik ingaan op de aangebrachte verlichting, maar ook op de constructie van de rotorkop, één van de complexere delen van de helikopter. ■

Naschrift: Bij het schrijven van de artikelen probeer ik te voorkomen dat het een erg complex verhaal wordt. Dat betekent dat een aantal zaken wellicht wat simplistisch worden aangeduid; dit is een bewuste keuze. Indien gewenst kan ik specifieke details verder uitwerken, maar zoals gezegd, ik ben geen specialist op het gebied van helikopters.

JUBILEUM STICHTING HISTORISCH MUSEUM/STICHTING BEHOUD ERFGOED NLR

VIJFTIG JAAR ERFGOEDWERK VERLEDEN, HEDEN EN TOEKOMST

Het jaar 2025 is voor onze erfgoedactiviteiten een bijzonder moment. Het markeert niet alleen **50 jaar** sinds de eerste museuminitiatieven binnen NLR, maar ook **25 jaar** sinds de oprichting van de Stichting Historisch Museum NLR én ruim zeven jaar sinds de naamsverandering in Stichting Behoud Erfgoed NLR (SBEN). Drie ankerpunten die samen het fundament vormen van wat inmiddels een rijke traditie van erfgoedzorg is geworden.

Van pionierswerk tot stichting
Rond **1975** begon een kleine groep enthousiaste medewerkers van de hoofdafdelingen V en A met het verzamelen van objecten die de geschiedenis en betekenis van het NLR zichtbaar konden maken. In **1985** kreeg dit initiatief vorm in een officieus museum. Met de oprichting van de **Stichting Historisch Museum NLR** in **2000** werd dit werk officieel voortgezet.

Toen door renovatieplannen in Amsterdam de belangrijkste expositieruimte in het voormalige LST-windtunnelgebouw moest worden gesloten, verschoof de aandacht steeds meer naar digitale exposities. Dat leidde in **2017** tot een naamswijziging: de Stichting **Behoud Erfgoed NLR (SBEN)**.

Vandaag de dag zet SBEN dit werk met volle overtuiging voort. Ongeveer **25 vrijwilligers** zetten zich met hart en ziel in voor het behoud, onderzoek en de presentatie van dit waardevolle erfgoed.

Jubileumactiviteiten in volle gang
Ter gelegenheid van dit jubileumjaar organiseert SBEN een breed programma van activiteiten, waarin verleden, heden en toekomst samenkomen:

1. **Jubileumpamflet** – Een speciale extra nieuwsbrief is op 30 april verstuurd naar alle donateurs en NLR- en Duits-Nederlanse Windtunnels (DNW)-medewerkers om aandacht te geven aan dit jubileum en de werkzaamheden en laat zien wat we vandaag doen.

2. **Publicaties op de NLR interne Cockpit website** – Met historische bijdragen over markante personen en thema's. Het eerste artikel, over helikopterpionier Von Baumhauer, verscheen in april. In de maande mei, juni en juli zijn achtereenvolgens korte artikelen over de NLR-windtunnels, NLR-laboratoriumvliegtuigen (zie foto) en de NLR-GRACE-vluchtsimulator verschenen. Ook op de binnen het NLR geplaatste monitoren (NLR-TV) verschenen verkorte versies van deze artikelen.

Uit het artikel "laboratoriumvliegtuigen" op de NLR interne Cockpit website

3. **Vernieuwing vitrines Amsterdam** – De vitrinekasten op de NLR-locatie Amsterdam worden gedeeltelijk vernieuwd en zullen nu nieuwe accenten uit de collectie over het windtunnel-onderzoek tonen.

MO-3 model tussen enkele vitrinekasten in Marknesse

4. **Tijdelijke nieuwe vitrines Marknesse** – Bij het bedrijfsrestaurant in Marknesse zijn deze maand een tweetal vitrines ingericht. Blikvanger is het imposante MO-3 vrije-vluchtmodel, aangevuld met objecten en verhalen uit de historie (zie foto).

5. **Lunchlezingen** – In zowel Amsterdam als in Marknesse wordt eind dit jaar een lunchlezing georganiseerd van circa één uur; met medewerking van de NLR-directie. In 2026 volgt een herhaling tijdens de SBEN-donateursdag.

6. **Afsluiting jubileumjaar** – Een bijzondere einduitgave van onze nieuwsbrief; rijk geïllustreerd met grote foto's en korte teksten en gebaseerd op de ideeën van een historische canon van onze erfgoedobjecten.

Ongeveer achttien vrijwilligers zijn direct betrokken bij de verschillende activiteiten. De coördinerend voorzitter, Rob Krijn, zorgt voor de interne afstemming en communicatie.

Samen bewaren we het verleden
Het behoud van erfgoed vraagt toewijding, samenwerking en oog voor detail. Dankzij de inzet van onze vrijwilligers en de blijvende betrokkenheid van NLR kunnen wij de waardevolle collectie blijven beheren en delen. Met dit jubileum vieren we niet alleen een rijk verleden, maar ook het perspectief op de toekomst: **samen houden we het erfgoed van de Nederlandse lucht- en ruimtevaart levend.** ■

IN MEMORIAM WIM DE WOLF (5 JANUARI 1941 – 6 JULI 2025)

Wim de Wolf studeerde vliegtuigbouwkunde in Delft. In die periode bracht hij een jaar bij het Von Kármán Institute for Fluid Dynamics (VKI-FD) in Brussel door. Daar maakte hij zowel theoretisch als experimenteel kennis met de hypersone aerodynamica. Zijn afstudeerproject sloot daar op aan: een onderzoek in de hypersone tunnel bij Mach=7. Na zijn studie komt Wim in '65 in dienst bij de G-sectie (Gasdynamica) onder leiding van Erdmann, maar wordt kort daarna opgeroepen voor de dienstplicht. Als hij terugkomt bij het NLR wordt hij door Van der Bliek erop attent gemaakt dat in de Noordoostpolder aan hypersone ontwikkelingen wordt gewerkt bij de C-sectie (Verbranding), later de afdeling AH (Hypersoon) onder leiding van Jaarsma. Er wordt gewerkt met schokbuizen en er zijn plannen om een 70 m lange guntunnel te bouwen voor stromingsonderzoek bij hypersone snelheden. Dat lijkt Wim wel wat en in 1967 gaat hij naar de afdeling AH in de polder. Hier voelt Wim zich echt in zijn element met het ontwikkelen van een flinke doses theorie en het uitvoeren van bijbehorende proeven. Die proeven met de schokbuis maken op hem grote indruk en hij schrijft, op Fortran-programmeerpapier, een gedicht in de trant van Vondel, dat zijn fascinatie goed weergeeft:

Siet hier den bastaert voortgecoomen
Uyt donderbusch en drieste droomen
Van hyperschalcksche geylaerts die 't bestaen
De buyck van 't vat bezwangert van metaen
Met blixem, dreun en viers de vliesen te doen bersten
En dies den jongh gebaerden schock flux door den pijp
te persen

Wim krijgt een belangrijke rol bij het aerodynamisch ontwerp van de grote guntunnel. Door problemen bij de aanbesteding van het hogedruk deel, de vrijwel parallel lopende ontwikkeling van de 8x6m2 subsone tunnel (de latere Duits-Nederlandse Windtunnels (DNW)) en de beperkte financiering wordt het project in 1971 stilgelegd. Tot groot verdriet van Wim.

Op de eerste afdelingsvergadering na dit besluit wordt het roer omgegooid en gaat de afdeling zich naast verbranding bezighouden met voorstuwing en vliegtuiglawaai. Wim krijgt de opdracht zich te beraden op zinvol onderzoek naar vliegtuiglawaai. Hij richt zich in eerste instantie op het meten van vliegtuiglawaai in windtunnels: modelregels, simulatietechnieken, meettechnieken, correcties en interpretatie. Ook wordt hem in 1973 door Ben Spee gevraagd, te onderzoeken hoe de DNW, de gemeenschappelijk met Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) te bouwen grote Lage Snelheids Tunnel (LST), geschikt kan worden gemaakt voor akoestische metingen. In korte tijd komt Wim tot de conclusie dat naast maatregelen om het achtergrondlawaai te minimaliseren het absoluut noodzakelijk is ook een open jet te realiseren in een anechoïsche meethal om reflectievrij te kunnen meten. Het aero-akoestisch onderzoek zal uitgroeien tot een van de pijlers van DNW en de nieuwe afdeling AV (voortstuwing), waarvan Wim in 1976 afdelingsleider wordt.

Bij Fokker was er begin 70-er jaren een grote interesse in de reductie van het motorgeluid van de Fokker F28. AV richt zich onder leiding van Wim daarom op beperking van het inlaat- en uitlaatlawaai, zowel theoretisch als experimenteel. Voor het uitlaatlawaai wordt de bestaande opstelling van de Kolibrie ramjetmotor omgebouwd tot de KAT, de Kleine Akoestische Tunnel. Voor de ontwikkeling van *liners* (een geluidsabsorberende bekleding in de motorinlaat) wordt de zogenaamde Nagalmtunnel gebouwd. De afdeling AV blijkt opnieuw er een meester in te zijn om met kleine aanpassingen en eenvoudige middelen een breed scala aan experimentele mogelijkheden te realiseren. De afdeling is ook sterk op theoretisch gebied. Er wordt een mathematisch, akoestisch model ontwikkeld voor de motoruitlaat, de fan/rotor-interactie en het ontwerp van optimale *liners* voor het verminderen van het naar voren uittredende geluid. In dit verband moeten o.a. Teun Zandbergen, Sjoerd Rienstra en Jaap Laan worden genoemd. ›

Vervolg In memoriam: Wim de Wolf
(5 januari 1941 – 6 juli 2025)

Heel bijzonder was ook de ontwikkeling van dynamische trillingdempers in de huid van de F27 waarmee het propeller lawaai in de cabine van de F27 sterk kon worden verminderd.

Naast akoestiek houdt Wim zich ook bezig met motorsimulatie bij windtunnelmetingen. Hiervoor was een ijkfaciliteit, de Engine Calibration Facility (ECF) , nodig waarmee de stuwkracht en het massatransport van de modelmotoren kon worden bepaald. Die faciliteit is, met name door toedoen van Bas Munniksma, in 1982 aan het AV-lab toegevoegd. In nauwe samenwerking met Messerschmitt-Bölkow-Blohm (MBB) (later Airbus) werden vervolgens de eerste motorsimulatiemetingen in DNW en Hoge Snelheids Tunnel (HST) uitgevoerd. De ECF is later overgegaan naar DNW en nog altijd in gebruik.

Wim was van 1976 tot en met 1991 chef van de afdeling AV. Techniek was zijn lust en zijn leven, maar de taken als afdelingsmanager kon hij minder waarderen. Daarnaast nam de hoeveelheid werk gestaag toe. Bij een reorganisatie van de hoofdafdeling stromingen eind 1991 werd AV opgeknipt in een akoestisch deel en een voorstuwingsdeel. Dat laatste deel werd ondergebracht bij de afdeling AX; verantwoordelijk voor al het windtunnelonderzoek. Daarnaast werd Wim in 1991 benoemd tot deeltijdhoogleraar in Delft.

Wim zelf maakte van 1988 tot 1999 deel uit van het AGARD Propulsion and Energetics Panel. Ook de hypersone aerodynamica keerde weer terug. Samen met Fokker en TU-Delft werkte hij in het AEOLUS project aan het ontwerp van hypersone inlaten en vervolgens aan de X-38 (een 'reddingsvliegtuigje' voor het International Space Station (ISS), een NASA project waar European Space Agency (ESA) ook bij betrokken was.

In 1996 gaat Fokker failliet en daarmee komt een einde aan de voor het NLR zo belangrijke en inspirerende ondersteuning van Fokker. Ook een belangrijk deel van het takenpakket van AX viel daarmee weg. De afdeling ging toen aan een project voor de Nederlandse Spoorwegen werken om drukgolven in treintunnels te voorspellen. In 1997 weet Wim zijn ervaring en een deel van de vroegere schokbuis-hardware zeer creatief in te zetten voor het in korte tijd bouwen van een experimentele opstelling voor onderzoek naar drukgolven in de tunnels voor de Hoge Snelheids Lijn (HSL).

Wim was een uitermate creatief onderzoeker, zowel theoretisch als experimenteel en zat vol met ideeën. Zijn enthousiasme werkte aanstekelijk voor ieder die met hem te maken kreeg. Bij zijn afscheid in 2004 kreeg hij een model dat hij ooit getest had in de hypersone schoktunnel, met op de plaquette de zeer toepasselijke tekst: "*Wim de Wolf, een gedreven voortstuwer*".

Na zijn pensioen kreeg hij grote belangstelling voor de mysteries van het bestaan. Hij verdiepte zich o.a. in het Thomas evangelie en maakte daar een grondige studie van, waarna hij tot eind 2024 in de wijde omgeving van Emmeloord lezingen gaf, waarbij de implicaties diepgaand werden geduid en besproken. Ook organiseerde Wim een tweejarige cursus over de spirituele achtergronden van schepping en evolutie in de christelijke en joodse traditie. Wim was een veelzijdig mens. ■

FENNANDA DOCTOR (1962) – EEN NIEUWE VRIJWILLIGER

Na precies 39 jaar bij NLR is Fennanda op 1 mei met prepensioen gegaan. Fennanda is een software engineer met uitgebreide ervaring in onder andere ruimtevaart-toepassingen. Haar expertise en relaties kunnen we bij SBEN goed gebruiken. Ook het Nationaal Ruimtevaart Museum (NRM), waar ook oud NLR-collega's vrijwilligerswerk doen, weet haar te vinden. Voor de mensen die Fennanda nog niet kennen is hier een overzicht van haar hand.

Wanneer ben je bij NLR begonnen?
Na mijn VWO heb ik de opleiding Operatie Assistent gevolgd. Na vijf jaar te hebben gewerkt in het ziekenhuis heb ik besloten dat ik iets in de Informatica wilde gaan doen. Ik heb open sollicitatie brieven o.a. naar het NLR gestuurd en kwam in 1986 terecht bij de afdeling Numerieke Wiskunde en Applicatieprogrammering (IN) die door Folkert Heerema werd geleid. Folkert zag het wel zitten om mij verder op te leiden tot ICT-er.
In 1984 was ik al begonnen bij de Open Universiteit (OU) met de WO-opleiding Informatica, maar de OU stond op dat moment nog in de kinderschoenen.
Dus heb ik eerst in Groningen de MO-opleiding wiskunde-informatica gedaan en heb deze opleiding in 1990 afgerond.
In 2003 heb ik, mede dankzij Folkert, de WO-opleiding bij de OU afgerond.

Wat heb je bij NLR zoal gedaan?
Mijn eerste project was het ontwikkelen van software om de luchtstroming rondom transsone vliegtuigen met bijbehorende weerstandvoorspelling; samen met

collega's (Jaap van de Vooren, AadJan van der Wees en Jaap van Muijden). We deden dit met name voor de Fokker 100.

Vanaf 1996 heb ik gewerkt aan Mission Preparation & Training Equipment (MPTE) voor de European Robotic Arm (ERA). In eerste instantie was het de bedoeling dat ERA in 2001 gelanceerd zou gaan worden, maar deze werd meerdere keren uitgesteld. Door het ongeluk met de Space Shuttle Columbia was er geen plek meer voor ERA en werd de lancering van ERA naar Rusland verplaatst. In 2006 ben ik samen met Frank Wokke naar Moskou en Sterrenstad geweest om daar twee MPTE-systemen uit te rollen. De samenwerking met de Russen was niet altijd makkelijk, maar uiteindelijk is ERA in 2021 toch nog gelanceerd. De training van de astronauten en kosmonauten met MPTE heeft ervoor gezorgd dat zij nu allerlei werkzaamheden soepel kunnen uitvoeren met de ERA op het International Space Station (ISS).

Naast MPTE heb ik ook software ontwikkeld voor de XMM-satelliet, voor SLOSHSAT. Omdat ik al veel projecten deed binnen de ruimtevaart-afdeling, kwam ik na de reorganisatie van het NLR in 2004 terecht bij de afdeling ASSP; later werd dit ASIS (Aerospace Systems – Information Supremacy). Daar heb ik voor diverse projecten software ontwikkeld. De laatste vijf jaar zat ik bij de SatNav-groep en ontwikkelde daar onder andere de navigatiefaciliteit CELESTE.

En verder?
Daarnaast ben ik van 1993-1996 lid geweest van de OR.

Mijn voormalige afdelingschef Peter Dieleman kwam in 2009 met het idee, vanwege mijn medische achtergrond, om BHV'er en EHBO'er bij het NLR te worden. Ik ben zelfs nog een tijdje ademluchtdrager geweest.

En hoe ziet je leven er nu uit?
Mijn echtgenoot en ik hadden al jaren het plan om eerder met pensioen te gaan en we zijn nu allebei met prepensioen. We wonen in Dalfsen en hebben een zoon en een dochter.

In 2015 heb ik een stagiair (Wouter Pleizier) begeleid bij het ontwikkelen van een tweede versie van het robotspel (EXTERRA-2). Dit robotspel draait al jaren zonder problemen bij het NRM in Lelystad. Maar het moet ook zonder problemen kunnen blijven draaien. Dat is in eerste instantie mijn drijfveer geweest om vrijwilliger bij het SBEN te worden om via deze weg het robotspel te gaan onderhouden. NLR heeft zich graag bereid verklaard om de eigendomsrechten van het robotspel van het NLR naar SBEN te doen overgaan en NLR stelt ook de werkomgeving voor het softwareonderhoud beschikbaar. De bruikleen van deze software, nu aan NRM, Airbus Nederland en nu ook NLR wordt door SBEN (voorlopig door mij dus) voortgezet. Dat past goed bij het toegankelijk maken van lucht- en ruimtevaartzaken voor een breder publiek. ■

HET NLR EN AËROELASTICITEIT

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

DEEL 5 vervolg op deel 4 uit Nieuwsbrief 94

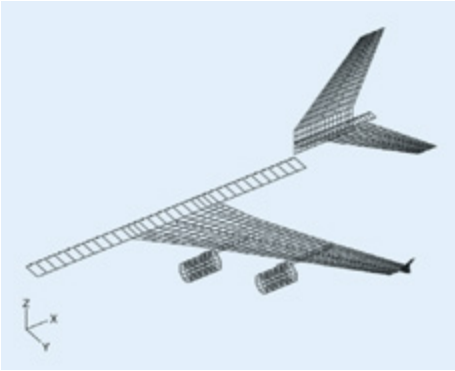
Over de schrijver
Roel Houwink is vanaf mei 2024 vrijwilliger van de SBEN. Na zijn studie Vliegtuigbouwkunde aan de TH Delft werkte hij vanaf 1975 als medewerker van de afdeling AE in Amsterdam. Hij hield zich vooral bezig met onderzoek van instationaire luchtkrachten op trillende transsone profielen. 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.

Na de Tweede Wereldoorlog ontstond er een toenemend verschil tussen gevechtsvliegtuigen en verkeersvliegtuigen, vooral in geometrie, belading en in vliegsnelheid. Dat had consequenties voor de aëroelastische problematiek. Voor de eerste categorie werd vooral de aanwezigheid van stores onder de vleugels (zoals extra brandstoftanks en bewapening) van invloed op de kritieke fluttersnelheid. Dat ook nog in combinatie met transsone effecten van bewegende schokgolven en Limit Cycle Oscillations (LCO, trillingen van constante amplitude door wisselwerking van schokgolven en grenslaagloslating). Voor verkeersvliegtuigen met slanke vleugels en met name met motoren onder de vleugels werden ook de transsone stromingscondities een nieuwe uitdaging. Met motoren achteraan de romp vormde de combinatie met een T-staart een bekend aëroelastisch probleem. ›

Vervolg Het NLR en aëroelasticiteit

Dankzij de eerste digitale computers kon voor aëroelastisch onderzoek van de F28 bij het NLR in de jaren '60 een 3D-uitbreiding van de klassieke lineaire theorie (kernfunctiemethode) worden toegepast voor de luchtkrachten op de T-staart.

In de volgende jaren maakten de steeds krachtiger computers snel de verdere ontwikkeling van berekeningsmethoden voor aëroelastische toepassingen mogelijk. In de jaren '70 was een belangrijke stap de Doublet-Lattice methode voor driedimensionale trillende draagvlakken (Ref. 1). Daarbij worden de draagvlakken in kleine panelen onderverdeeld, elk met een te berekenen instationaire wervelsterkte (Doublet, Fig. 1). De wisselwerking tussen de trillende draagvlakken wordt berekend zodat de stroming overal de geometrie van de draagvlakken volgt. Dergelijke methoden worden al vele jaren wereldwijd als werkpaard bij aëroelastisch onderzoek toegepast.

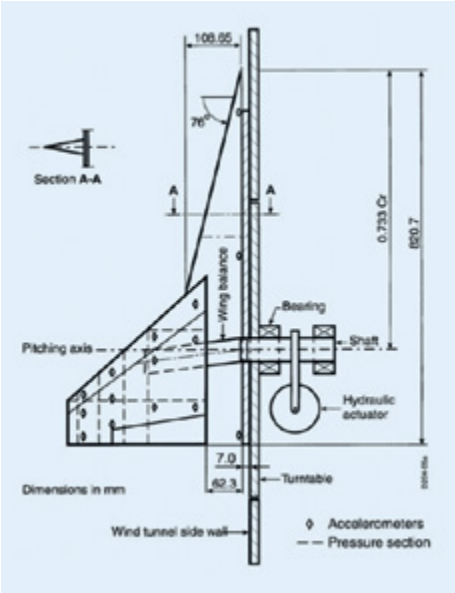


Figuur 1. Een paneelverdeling voor de Doublet Lattice methode.

Voor het NLR was deze methode aanvankelijk vooral van belang voor ondersteuning van de Koninklijke Luchtmacht (KLu) met flutteronderzoek aan gevechtsvliegtuigen zoals NF-5 en F-16. Afhankelijk van de missies werden aan ophangpunten een wisselende combinatie van (nieuwe) wapens, brandstoftanks en andere zaken gehangen. Deze combinaties werden door het NLR onderzocht. Ook werd standtrillingsonderzoek uitgevoerd ter bepaling van de elastomechanische eigenschappen, zoals trillingsvormen, eigenfrequenties en demping.

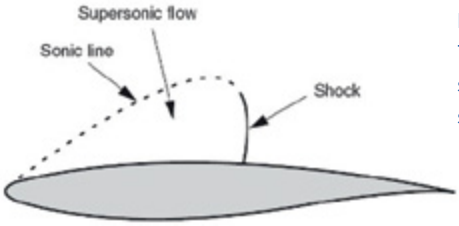
Voor de F-16, op de markt sinds 1976 en bij de Koninklijke Luchtmacht vanaf midden jarig tachtig in gebruik, kwamen NASTRAN eindige elementenmethoden ter beschikking die direct voor store flutter analyses werden gebruikt. Hoewel flutter analyses gewoonlijk alleen door de fabrikant werden gedaan, was het NLR via de KLu bevoegd om zelf flutteranalyses uit te voeren; telkens als er weer nieuwe combinaties van stores moesten worden toegepast.

Voor de modellering van gevechtsvliegtuigen voor aëroelastisch onderzoek werd internationaal veel samengewerkt in NATO verband (zoals AGARD en RTO). Belangrijke onderzochte aspecten daarbij waren store flutter, store separatie en Limit Cycle Oscillations, maar ook transsone effecten. De instationaire aerodynamische modellering werd onderzocht en gevalideerd met steun van uitgebreid windtunnelonderzoek, ook in de Hoge Snelheids Tunnel (HST) van het NLR. Het NLR leverde een belangrijke bijdrage aan het rapport met de verzamelde meetresultaten (Ref. 2). In samenwerking met General Dynamics, later Lockheed Martin, werd instationair onderzoek gedaan ter ondersteuning van F-16 aëroelastisch onderzoek. In dit kader werden uitgebreid instationaire drukverdelingen gemeten in de HST met het Straked Delta wing model (Fig. 2). Over de aëroelastische problematiek van gevechtsvliegtuigen volgt meer in een volgende aflevering.



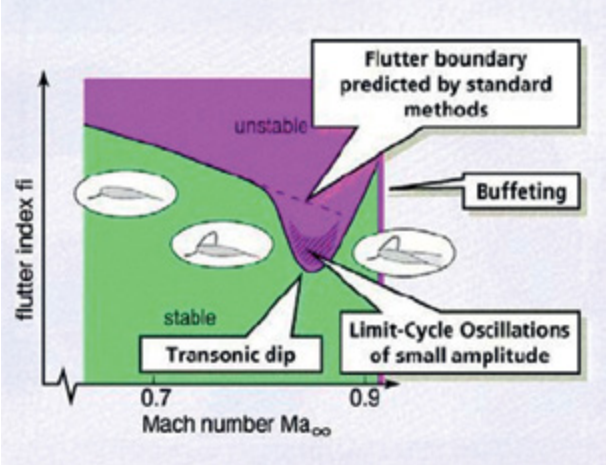
Figuur 2. NLR Transonic Simple Straked Delta wing configuratie (Ref. 2).

Een tweede, nog ingrijpender, ontwikkeling in de jaren '70 was de toenemende interesse in transsoon vliegende verkeersvliegtuigen. De stroming is daarbij gekenmerkt door lokaal supersone stroming over de vleugel, gepaard gaande met schokgolven (Fig. 3). Een schokgolf is een abrupte overgang van supersone naar subsone stroming. Stromingsgrootheden vertonen daar een sprong, zoals snelheid (hoog naar laag) en druk (laag naar hoog).



Figuur 3. Transsone stroming met schokgolf.

Dit ging gepaard met uitgebreid onderzoek aan de ontwikkeling van schokgolfvrije profielen, waar ook het NLR een belangrijke bijdrage in leverde met het ontwerp- en windtunnelonderzoek van het NLR7301 profiel. Gezien de ambities van Fokker om een transsoon vliegend verkeersvliegtuig als opvolger van de F28 te ontwikkelen werd in de jaren '70 bij het NLR ook uitgebreid instationair onderzoek uitgevoerd. Dit betrof aanvankelijk windtunnelonderzoek aan trillende profielen in de Pilot Tunnel van de HST. Grote onbekende was destijds de invloed van de trillingsfrequentie op de ontwikkeling van de instationaire luchtkrachten. Het was al wel bekend dat bij transsone condities

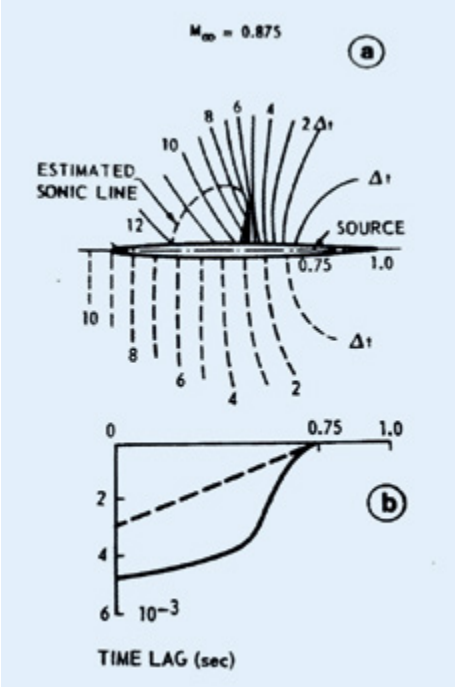


Figuur 4. De transsone dip.

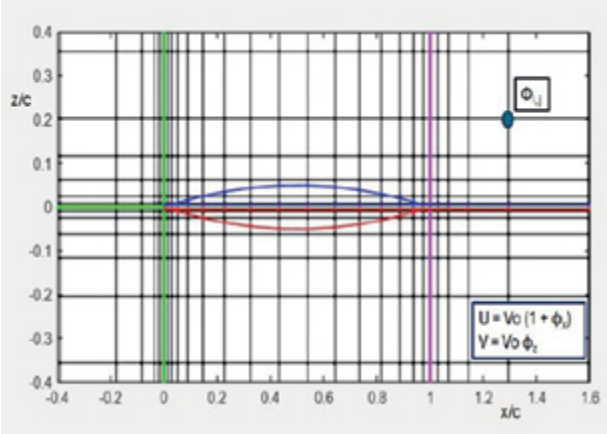
sprake is van een “transsone dip” in de ontwikkeling van de kritieke fluttersnelheid met toename van het getal van Mach (onderlangs het paars aangegeven gebied in Fig. 4). Door transsone effecten doet flutter zich daarbij eerder voor dan verwacht met conventionele voorspellingen op basis van standaard lineaire methoden. De transsone dip gaat bij hoger getal van Mach over in een gebied met sterke dynamische stromingsloslating (buffeting). Door de wisselwerking tussen schokgolven en de grenslaag onder in de transsone dip doet zich vaak een vorm van LCO voor.

Het instationaire transsone windtunnelonderzoek bij het NLR richtte zich aanvankelijk op een conventioneel profiel met trillend roer (NACA64A006) en een superkritisch profiel (NLR 7301) trillend in pitch. Dit onderzoek was de basis voor de dissertatie van Henk Tijdeman in 1977 over de instationaire transsone stroming om trillende profielen.

Het mechanisme van de invloed van transsone stroming op instationaire luchtkrachten is door hem mooi aangegeven in Fig. 5 met de invloed van een schokgolf op de voortplanting van drukgolven over de bovenste helft van een profiel (hier: NACA64A006). Aan de bovenkant (a) zien we bij Mach 0.875 drukgolven die stoomopwaarts vertraagd worden door een schokgolf en daar vervolgens tegen de lokaal supersone stroming in omheen buigen. Aan de onderkant (b) is de fictieve situatie zonder oversnelheden geschetst. Het gebied met supersone “tegenwind”, beëindigd door de schokgolf, leidt tot een sterk achterlopen van de druksignalen t.o.v. die in de ongestoorde stroming. Dit faseverschil leidt tot het sterker achterlopen van de instationaire luchtkrachten op een



Figuur 5. Drukgolven over transsoon profiel met schokgolf.



Figuur 6. Grof rekennetwerk van LTRAN2-programma met ingetekend parabolic arc profiel.

transsoon trillend profiel dan zonder extra tegenwind, en daarme meestal tot een lagere kritieke fluttersnelheid zoals in de “transsone dip”.

In aanvulling op dit experimentele onderzoek verkreeg het NLR rond 1976 de beschikking over het LTRAN2-programma voor berekening van de instationaire stroming om een 2D-trillend profiel, in de jaren ’70 ontwikkeld bij NASA-AMES door Ballhaus en Goorjian. Ontvangen als een grote stapel ponskaarten en een bijbehorende ruim 5 cm dikke uitdraai van computerpapier. Daarvoor was bij het NLR destijds de Cyber 72-13 beschikbaar, een doorontwikkeling van de als eerste supercomputer beschouwde CDC 6600, met een 60-bits architectuur. In de oorspronkelijke versie van dat programma uit 1976 werd de transsone stroming om een trillend profiel gemodelleerd volgens een mathematisch consistente benadering voor een dun profiel met een langzaam instationaire trilling bij transsone condities. De stroming wordt beschreven door slechts één grootheid: de kleineverstorings snelheidspotentiaal φ. In plaats van de klassieke lineaire theorie (oplossing in het frequentie domein) wordt de stroming berekend gedurende aan aantal tijdstappen per trillingsperiode van het profiel op een rechthoekig rekennetwerk, met een platgeslagen profiel in het midden (Fig. 6). Het is hier een grof netwerk alleen bedoeld ter illustratie.

Bij het NLR is het LTRAN2-programma in eerste instantie onder beheer van Jaap van der Vooren aangepast met een betere (instationaire) formule voor de drukcoefficient: $Cp = -2\,(\varphi_x + \varphi_t)$ en een betere niet-lineaire term in de stomingsvergelijking (LTRAN2-NLR). In de daaropvolgende jaren tot 2010 is het in een aantal ›

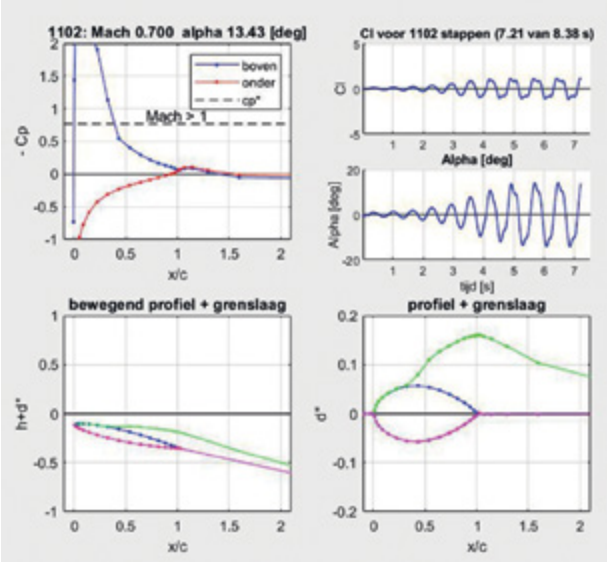
stappen uitgebreid om het beter bruikbaar te maken voor allerlei praktische aëroelastische toepassingen (ULTRAN-V). Daaronder de toevoeging van een grenslaag inclusief de modellering van loslating. Financier waren naast het NLR Eigen Werk vooral het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart en (voor rotorblad profielen) diverse EU-programma's en het NH90-programma. Een elastomechanisch model om 2D-fluttersimulaties te kunnen doen, is bij Fokker toegevoegd.

Een aardige anekdote hierbij is dat Ballhaus zich aanvankelijk zorgen maakte over een mogelijke fout in de programmering van het LTRAN2 programma, omdat het soms aangaf dat schokgolven tegen de stromingsrichting in naar voren toe van het profiel afliepen. Tijdeman kon hem geruststellen; het is een fysisch verschijnsel dat zich in werkelijkheid kan voordoen.

Voor de ontwikkeling van het programma vooral dank aan de collega's van de afdeling AE en met name Jaap van der Vooren (Wiskundige Modellen en methoden, IW) voor zijn steun bij de verbeteringen van LTRAN2, Joost Kooi (destijds bij AC) voor zijn versie van Green's lag-entrainment methode voor de grenslaag en Arthur Veldman (NLR IW, later UvG) voor de modellering van simultane sterke-interactie bij loslating van de grenslaag.

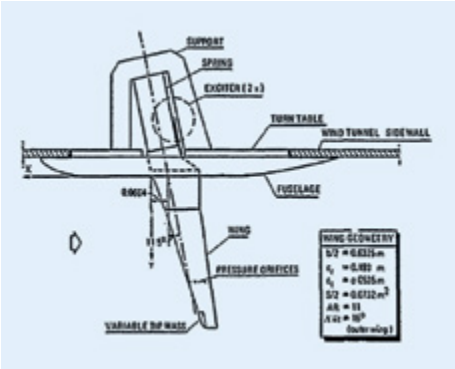
Fig. 7 toont een beeld uit een aëroelastische simulatie van flutter van een pitchend NACA0012 profiel met grenslaag, overgaand in LCO. Hier een moment met aan de bovenzijde een schokgolf. Het ULTRAN-V programma (in Fortran77) draait vlot in een DOSBox emulator op een Android smartphone (alleen bedoeld voor demo doeleinden). De animatie met afwisselend een schokgolf aan boven- en onderzijde is te bekijken via de link: https://drive.google.com/file/d/1tsKo-49wtcXeK-hIkRK48h7FCYVqV57d_/view?usp=sharing

Aansluitend bij het tweedimensionale onderzoek bij het NLR was de uitvoering van een aantal windtunnelmetingen aan de SuperKritische Vleugel (SKV) -modellen in de HST. Een volgende belangrijke stap naar toepassing van transsone flutteranalyse in

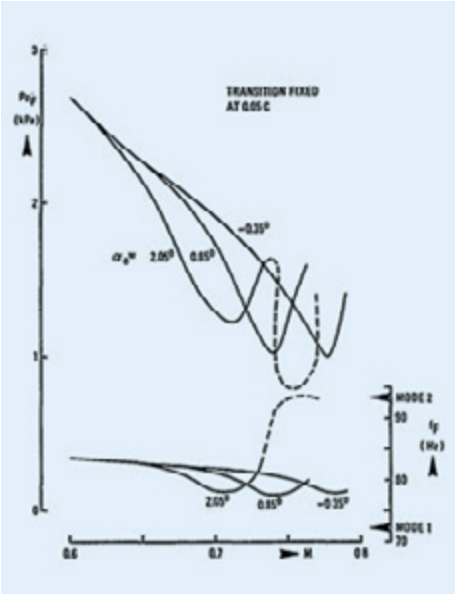


Figuur 7. NACA0012 transsoon flutter en LCO.

de praktijk. De SKV5 (Ref. 4 en Fig. 8) werd bij uitzondering benut voor flutteronderzoek. Dit werd mogelijk gemaakt door montage van een verende ophanging en installatie van een flutterdemper. Verder was de SKV5 in een sectie uitgerust met drukgaatjes, om de stromingstoestand tijdens de fluttertests te kunnen beoordelen. Aan de SKV5 werd bij drie invalshoeken een fluttertest uitgevoerd. Een overzicht van de gemeten kritieke fluttersnelheden is gegeven in Fig. 9. Daaruit blijkt duidelijk het ontstaan van transsone dips met toenemend getal van Mach.



Figuur 8. SKV5 opstelling in de HST (Ref. 4).



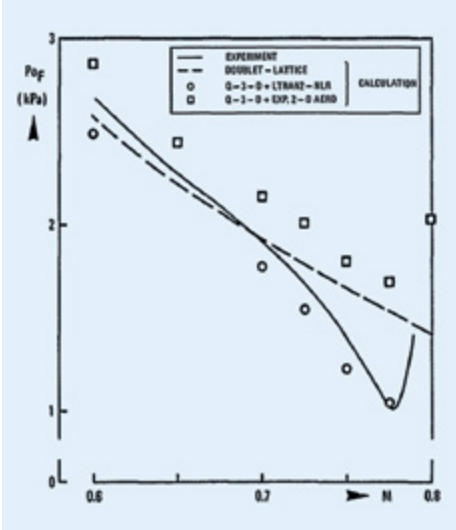
Figuur 9. Gemeten verloop van de kritieke fluttersnelheiden en frequenties van de SKV5 met getal van Mach.

Bij hogere invalshoek werd deze bij een lager getal van Mach gevonden, zoals te verwachten bij het effect van de invalshoek op het ontstaan en de sterkte van schokgolven. Het aangegeven gebied van een tweede dip bij de grootste invalshoek werd verwacht ten gevolge van Limit Cycle Oscillations bij instationaire loslating onder de schokgolf.

De SKV5-resultaten werden in eerste instantie gebruikt ter validatie van een Quasi-3D-methode. Bij het NLR was deze methode opgezet, waarbij een Doublet-Lattice methode werd gebruikt in combinatie van resultaten van metingen en berekeningen aan een 2D-profiel in transsone stroming. Van de 2D-resultaten werden correctiefactoren afgeleid die op koorden van de 3D Doublet-Lattice methode werden toege-

past. Dit bleek goed te werken als een verbetering t.o.v. de Doublet-Lattice methode zonder correcties, zoals te zien in fig. 10.

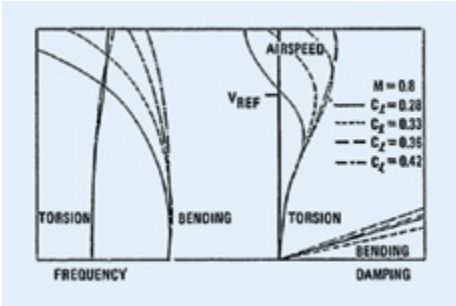
Rond 1980 werd door Fokker onder andere een voorontwerpstudie uitgevoerd naar een opvolger van de F28 met turbofan motoren onder de vleugel (F29, Fig. 11). Resultaten van een gezamenlijk aëroelastisch onderzoek met het NLR, waaronder de SKV5 metingen, werden gepresenteerd in een rapport van Fokker en NLR, zie Ref. 5. Het rapport geeft een goed beeld van de wijze waarop Fokker, met steun van het NLR, de transsone aëroelastische problematiek dacht aan te pakken. Daarbij werd o.m. gebruik gemaakt van een aangepaste versie van de Q3D-methode. Resultaten voor de F29-configuratie zijn aangegeven in Fig. 12. Daarin is duidelijk de invloed van de invalshoek zichtbaar, zoals gemeten aan de SKV5 in de HST.



Figuur 10. Gemeten en berekend verloop van kritieke fluttersnelheid voor SKV5 (alpha= 0.85 deg).

Figuur 11. Voorontwerp configuratie F29.

Dat Fokker uiteindelijk nauwelijks gebruik zou maken van 2D-transsone correcties hing vooral samen met het feit dat voor Fokker 100 en 70 flutter van de vleugel, met de motoren bevestigd aan de romp, verre van kritiek bleek te zijn en correcties, anders dan de gebruikelijke quasi-stationaire, niet nodig. Flutterberekeningen voor de T-staart behoeven door de relatief grote pijlhoek van fin en stabilo geen transsone correcties.



Figuur 12. Berekend verloop van frequentie (L) en demping (R) van vleugelbuiging en -torsie van de F29-configuratie.

Jaren later (2009-2013) zou dit korte tijd anders worden voor de certificatie van een bijzondere variant van de Fokker 100: de Fokker 100 Flying Test Bed (FFTB), gemodificeerd in opdracht van het Franse Direction Générale de l'Armement (DGA). De fluttercertificatie werd uitgevoerd door het NLR onder een subcontract van Fokker Services. Als referentie is hier een link naar een website opgenomen (Ref. 6) van een bedrijf dat een testbank voor de standtrillingsproeven heeft gemaakt. Het is een van oorsprong standaard lijntoestel, omgebouwd tot een variant met extra apparatuur en met stores onder romp en vleugel (Fig. 13). Hierbij werden de aëroelastische gereedschappen gebruikt die het NLR van Fokker in beheer had, samen met de destijds beschikbare versie van het ULTRAN-V programma. Ook werd de ervaring gebruikt met de store-certificatie voor de F-16. Met de resultaten van het onderzoek werd bijgedragen aan het fluttercertificatieproces voor de FFTB.

Figuur 13. Fokker 100 FTB

Bij het NLR werd de ontwikkeling van instationaire berekeningsmethoden voor transsone stroming en flutter vanaf rond 1980 voortgezet op basis van meer volledige mathematische modellering voor 2D- en 3D-configuraties. Dat werd mogelijk door de toegenomen rekenkracht van de computers die op de markt kwamen. Ook hierover later meer.

De inspanningen voor fluttercertificatie van de FFTB in 2013, lang na het faillissement van Fokker Aircraft en voortbordurend op het in 1983 gepresenteerde voorontwerp proces, zijn een mooi voorbeeld van het nut van het behoud van erfgoed waar SBEN voor staat. ■

Referenties

1. Giesing, J.P., Kalman, T.P., Rodden, W.P. “Subsonic unsteady aerodynamics for general configurations”. Technical Report AFFDL-PART II, VOL. I (1972).
2. AVT Task Group AVT-010, “Verification and Validation Data for Computational Unsteady Aerodynamics”. RTO Technical Report 26 (2000).
3. Tijdeman, H. “Investigations of the transonic flow around oscillating airfoils”. NLR TR 77090 U (1977).
4. Houwink, R., Kraan, A.N., Zwaan, R.J. “A wind-tunnel study of the flutter characteristics of a supercritical wing”. J. Aircraft, Vol.19, No.5. (1982).
5. Pronk, N., Walgemoed, H., Zwaan, R.J. “Transonic flutter clearance for a supercritical transport aircraft in the preliminary design stage”. AGARD CP 354 (1983).
6. Fokker 100 FTB op internet: https://actu-aero.fr/2019/03/07/latecoere-realisera-le-banc-de-test-sol-du-fokker-100-de-la-dga-ev.

SNELHEIDSBAAN

Met de snelle ontwikkeling van de luchtvaart in het begin van de 20-ste eeuw groeide ook de behoefte aan nauwkeurige en betrouwbare snelheidsmeters. Er waren diverse typen in gebruik en er was geen standaardisatie.

De heer Wolff, directeur van de R.S.L., vond daarom dat het wenselijk was dat er in ons land een inrichting kwam voor het onafhankelijk meten van de snelheden van vliegtuigen. Daarvoor werd een meetsysteem gekozen, genaamd 'Snelheidsbaan'. De Snelheidsbaan was een speciaal ontworpen meetinstallatie of testbaan die werd gebruikt om nieuwe vliegtuigen te testen en prestaties van motoren en propellers te meten.

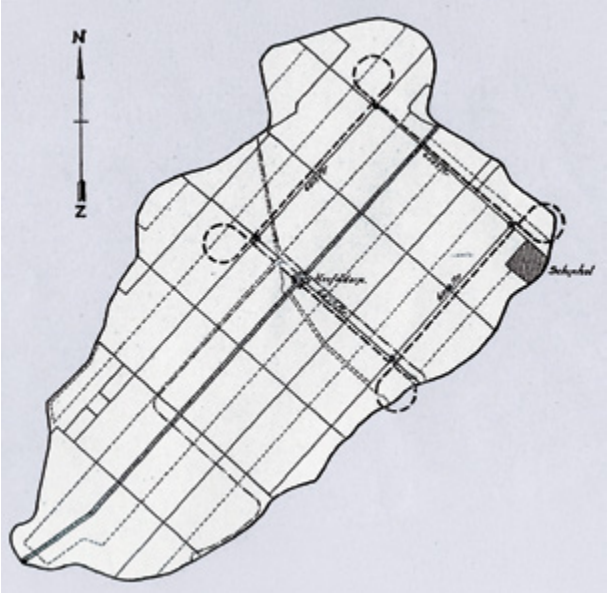
De stafleden van de R.S.L. waren gezamenlijk van oordeel dat het aanleggen van een Snelheidsbaan gewenst was voor verhoging van de betrouwbaarheid van de snelheidsmeting. Het werd onder andere van belang geacht dat de vliegtuigbestuurder zonder zicht zijn werkelijke snelheid kende voor plaatsbepaling.

Hierbij moet worden opgemerkt dat de snelheid die met de snelheidsmeter van het vliegtuig wordt aangegeven de snelheid toont ten opzichte van de omringende lucht; de Indicated Air Speed (IAS) en, afhankelijk van welke correcties worden toegepast, de True Air speed (TAS), terwijl de Snelheidsbaan de snelheid t.o.v. de grond meet (Ground Speed (GS)). De ground speed is het resultaat van de vectoriele som van de air speed en de wind.

In het Snelheidsbaansysteem werden meetpunten gebruikt waarvan de positie nauwkeurig was ingemeten. Op een meetpunt werd een theodoliet gebruikt voor positiebepaling van het vliegtuig door meting van de tijd van passeren. Uit het tijdsverschil voor passage van twee meetpunten werd de snelheid bepaald. Hierbij werd ervan uitgegaan dat de windsnelheid en -richting niet veranderden tijdens de meting.

Voor de synchronisatie tussen de meetpunten werd het Militaire Telefoon Netwerk gebruikt. Ook werd de theodoliet door militair personeel bediend.

Het eerste netwerk dat werd opgezet had meetpunten op Bergen aan zee, Egmond aan zee en 't Woud, die geselecteerd waren vanwege het vrije uitzicht. Naderhand werden ook andere locaties gebruikt, waaronder de Haarlemmermeer (zie afbeelding), Noordzeekanaal en Hellevoetsluis. De Haarlemmermeer had het voordeel dat het wegennet bestond uit kaarsrechte wegen en waterlopen, ieder met een lengte van ongeveer 6 km, en met wegen die hier loodrecht op staan. Dit vereenvoudigde de nauwkeurigheid van het volgen van de gewenste baan aanzienlijk. Ook maakte de ligging nabij het toenmalige militaire vliegveld Schiphol de logistiek eenvoudiger dan vluchten vanaf bijvoorbeeld Soesterberg. Verder was de polder zeer dun bebouwd en was het burgerluchtverkeer nog zeer beperkt. Er



De snelheidsbaan in de Haarlemmermeer

waren dus weinig restricties. Ter illustratie: tijdens de evaluatie van het Snelheidsbaanproject werd zo laag als 50 m gevlogen. Het is niet bekend of die vluchten nog tot klachten hebben geleid. Evenmin is bekend of iedere vlucht die werd omschreven als snelheidstestvlucht werd uitgevoerd op de Snelheidsbaan.

De eerste vlucht die als test met het Snelheidsbaansysteem Bergen/Egmond werd uitgevoerd vond plaats op 8 juli 1919. Hierin werd met een 'Spyker Jacht toestel' een snelheid van 192,2 km per uur gevlogen. Er werd een opmerking bij gemaakt dat vanwege de primitieve inrichting van de test de nauwkeurigheid beperkt was.
Met de komst van satellietnavigatiesystemen als Global Positioning System (GPS) verdween de behoefte aan Snelheidsbaan, omdat de grond-gerelateerde navigatie-informatie direct beschikbaar is, zonder de bewerkelijke theodolieten te gebruiken. De IAS/TAS wordt echter nog steeds in het vliegtuig gemeten door het drukverschil te bepalen tussen de stuwdruk in de pitot buis en de statische openingen op de romp (static ports). Ofschoon dit beproefde technieken betreft, komen fouten af en toe nog steeds voor bij nieuwe vliegtuigen en als gevolg van vervuiling of bevriezing van pitot buizen.

Van de grondapparatuur van het Snelheidsbaansysteem op Bergen en Egmond aan zee is niets meer te vinden. ■

NICO VAN DRIEL

Bron: Luchtvaarttijdschrift "Het Vliegveld"

Krantenbericht over een gebruiker van de snelheidsbaan in de Haarlemmermeer

Naast vele andere Nederlandse kranten bericht ook De Maasbode van 10 juli 1928 over een Italiaanse majoor[1] die met een Fokker C.V gebruik maakt van de snelheidsbaan in de Haarlemmermeer.

Op het oogenblik vertoeft In de hoofdstad de bekende Italiaansche vlieger majoor Mario de Bernardi, die wijd en zijd bekend is als „de snelste man ter wereld". Hij toch was het, die eenige maanden geleden het wereld-snelheidsrecord voor watervliegtuigen gebracht heeft op 512.776 km per uur. Majoor de Bernardi is Zondag van Engeland gekomen, waar hij te Londen de groote militaire vliegdemonstraties heeft bijgewoond.

Het doel van zijn bezoek aan Amsterdam gold de Fokkerfabrieken, met welker producten hij op zeer goeden voet staat. Zoodat hij, toen men hem verzocht om op Schiphol eens een proefvlucht met een sinds kort gebouwd Fokkervliegtuig te maken, hij daartoe onmiddellijk bereid was. Deze proefvlucht heeft gisterenmiddag onder ongunstige weersomstandigheden - gestadige regen en nevel - plaats gehad.

Majoor Mario de Bernardi
(bron: internet)

Het toestel, dat gebruikt werd, was er één van het type Fokker C.V. Dit geheel grijs geschilderde vliegtuig is een z.g. anderhalf-dekker, voorzien van een Jupitermotor van 460 P.K. Het biedt plaats aan twee personen en is bijzonder geschikt voor postvervoer. De Fokker C.V is in Italië niet onbekend. Dit type wordt n.l. in het land van Mussolini in licensie gebouwd. Het draagt daar den naam van Ro. I. Een escadrille van deze vliegtuigen is onlangs onder commando van majoor Bitossi van Rome naar Mogadiscio in Somaliland gevlogen. Het was toen voor de eerste maal dat Italiaansche vliegtuigen over zulk een lang traject de plaats hunner bestemming door de lucht bereikten.

Spoedig was de kleine Fokker met behulp van een vrachtauto uit de groote loods naar buiten gereden en even later nam majoor de Bernardi, die zich in een geleende leeren vliegjas gestoken had, van een formaat, waar zijn kleine figuur wel twee maal in kon, in den stuurstoel plaats. Bij den heer ir. Van der Maas van den Rijkstudiedienst voor de Luchtvaart berustte de taak om de snelheid te meten, weshalve hij met zijn instrumenten de plaats achter den kwieken Italiaan innam.

Ofschoon het in verband met de veiligheid voorschrift is, dat een vliegtuig met zijn kop tegen den wind in start, bleek de Italiaan daar „maling aan te hebben". Terwijl de vrij sterke wind dwars tegen de flanken van het vliegtuig blies trok de op volle toeren razende motor het toestel reeds na enkele seconden van den grond. Een minuut later was het boven de boomenrijen in de nevelen verdwenen. Het officieele gedeelte van de vlucht moest plaats vinden boven de snelheidsbaan, d.i. een denkbeeldig vierkant, waarvan de zijden zes kilometer zijn. Elke zijde moest worden afgevlogen.

Het zicht was echter zóó slecht vanwege de dichte regensluiers dat van de demonstratie voor de enkele „aardsche" toeschouwers weinig te bespeuren viel. Toen de Fokker, na zijn taak volbracht te hebben, vlot landde en naar de startplaats terugreed, en majoor de Bernardi alsmede zijn passagier met voldane gezichten uit het toestel klauterden, hebben wij van de gelegenheid gebruik gemaakt om den Italiaan naar zijn indrukken te vragen. 't Is een zeer goede machine, zeide hij, die in de lucht heel stabiel is. Ze is zeer gemakkelijk in de hand; ik kan wel zeggen dat ze bijna vanzelf vliegt. Trouwens, ik ben met dit type bekend. Ook de snelheidsbaan vind ik zeer goed gekozen.

Inmiddels had ir. Van der Maas in het kantoortje van de Fokkerloods zijn gegevens uitgewerkt. Hij deelde ons mede dat de gemiddelde snelheid bij deze proefvlucht 221 km/uur had bedragen; een alleszins bevredigend resultaat. ■

[1] Over deze Italiaanse testvlieger is een documentaire te zien op youtube (ingesproken in het Italiaans): https://www.youtube.com/watch?v=VJ6v8JKQt5w

WERKGROEP VIFID PAKT VERZAMELING OUDE VIDEO-OPNAMEN AAN

Al lang was het een openstaand punt op het to-do-lijstje voor de vrijwilligers van SBEN om orde te scheppen in de berg oude video-opnamen van het NLR uit de periode van ca. 1985 tot 2000. Ooit zijn, in een actie die nu niet meer helemaal te reconstrueren is, uit vele hoeken en gaten van het NLR video-cassettes verzameld en aan SBEN overgedragen. Deze verzameling is destijds in vier kasten opgeslagen bij andere SBEN-objecten tot die weg moesten i.v.m. plaatsgebrek door de verbouwing en nieuwbouw van het NLR. Er is toen ruimte voor gevonden bij het Aviodrome waar al contacten mee waren i.v.m. gemeenschappelijke belangen bij het opslaan en digitaliseren van oude (natte) films. Vanaf toen stonden de kasten dus bij het Aviodrome te wachten op verdere actie. ›

Vervolg Werkgroep VIFID pakt verzameling oude video-opnamen aan

Die actie is nu van start gegaan met de instelling van de nieuwe SBEN-werkgroep VIFID (Video- en Film-Digitalisatie). Leden van de werkgroep zijn Wim Bonnee, Lex ten Have, Roel Houwink en Rob Krijn. Geen van allen erg ervaren op het gebied van processing, digitalisering en archivering van video-opnamen, maar wel enthousiast om het al zo lang wachtende werk uit te voeren. Dat werk bestaat uit drie stappen:

- ordening en beoordeling van de opnamen op geschiktheid om voor SBEN-collectie te behouden;
- digitalisatie in een naar huidige maatstaven gangbaar digitaal formaat;
- opslaan en toegankelijk maken op een museaal verantwoorde wijze.

De werkgroep is nu nog alleen bezig met de eerste stap. Iedere week komen twee leden een dag naar het Aviodrome om in een "sessie" een zo groot mogelijk aantal video-opnamen te bekijken en te classificeren:

groen	= bewaren	blauw	= onbekend
geel	= twijfelgeval	rood	= afvoeren

In totaal gaat het om meer dan 700 cassettes met opnamen in een reeks van verschillende analoge video formats (U-Matic, Betacam, Video 8, Hi8 en VHS). Gelukkig zijn destijds ook een aantal videorecorders bewaard waarmee de tapes nu afgespeeld kunnen worden, al vraagt het soms wat studie om de juiste verbindingen van deze 40-30 jaar oude apparaten met computer en monitor te leggen. Duimen dat ze het blijven doen! Eén recorder haperde: er zat vermoedelijk al een jaar of 30 een tape in die er niet meer uit wilde!

Kast met onderin 142 beoordeelde tapes.

Ingreep in een 35 jaar oude recorder.

Na zeven beoordelingssessies zijn er nu 178 beoordelingen gereed:

groen	52	blauw	9
geel	61	rood	56

Het grote aantal twijfelgevallen wordt veroorzaakt doordat vaak dezelfde onderwerpen in verschillende opnamen voorkomen. Dit worden dan twijfelgevallen waaruit er in tweede instantie later één of meer gekozen kunnen worden, terwijl de andere afvallen.

Afgezien van veel overhead-uren voor administratie, overleg en het opbouwen van opstellingen, wordt momenteel een tempo bereikt van zes à zeven minuten doorlooptijd per cassette. Er zal dus nog heel veel tijd in gaan zitten!

Af en toe worden er bijzondere ontdekkingen gedaan: mocht u nog een (oud) NLR-medewerker kennen die zijn complete trouwreportage mist, laat het ons weten en we bezorgen hem terug!

In dit verhaaltje zijn de oude (natte) NLR-films nog niet aan bod gekomen. Ook die wil SBEN graag digitaliseren (vandaar "Films" in de naam van de werkgroep). In het verleden is daar al stevig aan gewerkt. Maar voor de voltooiing is er nog veel werk te doen. Die films zijn veelal gerede, voor publicatie bestemde producten, terwijl het bij de hierboven genoemde video-opnamen meer om korte illustraties van werkzaamheden of testopstellingen gaat.

VIFID werkruimte in Aviodrome.

Tenslotte nog een oproep om video-opnamen die zich nog ergens buiten het zicht van SBEN bevinden, duidelijk het NLR betreffen en interessant genoeg lijken, beschikbaar te stellen voor dit project. ■

ROB KRIJN

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