



3 | AFDELING Vliegtuiginstrumentatie

Deel 3: Metingen aan de F28 en meer

10 | HYPERSONE TESTFACILITEIT

Deel 3: Uitwerking van de plannen

17 | NLR EN AËROELASTICITEIT

Deel 1: Het ontstaan van het vakgebied

VAN DE VOORZITTER

Na de afgelopen zomermaanden waarin we allen hebben genoten van een welverdiende vakantie, zijn we weer begonnen aan onze werkzaamheden binnen SBEN. We kijken uit naar de komende donateursbijeenkomst in Amsterdam op zaterdag 12 oktober, waar we een presentatie voorgeschoteld krijgen over: "Het F-16 MLU testvliegtuig de J-066 Orange Jumper - behoefte, realisatie en inzet". Deze lezing zal gepresenteerd worden door Gert Jan Kobus van het ministerie van Defensie en Paul Koks van het NLR. Zie voor bijzonderheden de aankondiging hiervan verderop in deze nieuwsbrief. Wij hopen U in groten getale daar te zien!



Vitrine F-16 LCO-model in hal HST-gebouw

Een terugzien was ook het F-16 LCO windtunnel model, dat is teruggekeerd van het Nationaal Militair Museum in Soesterberg, waar het was tentoongesteld in de "F-16: 50 jaar Fast Forward" tentoonstelling. Met behulp van DNW is dit model nu weer te zien in een speciaal gemaakte vitrinekast bij de HST ingangsportaal in Amsterdam. Een mooi sluitstuk van een SBEN-activiteit om NLR erfgoed te exposeren buiten

en binnen het NLR. En ook passend gezien de uitfasering van de F-16 vliegtuigen bij de Koninklijke Luchtmacht aan het eind van september.

Als onderdeel van onze werkzaamheden om ons documentenarchief te digitaliseren is onlangs een eerste batch van 481 microfiches van RSL rapporten met steun van het NLR bij een extern bedrijf omgezet in PDF documenten. Daarnaast zijn er ook voorbereidingen om een tweede batch van microfiches met NLL-rapporten aan te kunnen bieden voor digitalisering in samenwerking met het NLR.

Ook het beeldmateriaal in ons bezit heeft onze aandacht, daar met name films en video's niet bestand zijn tegen de tand des tijds. Daarom zijn wij, zoals ook eerder werd vermeld in voorgaande nieuwsbrieven, bezig om samen met het Aviodrome ons beeldmateriaal te laten digitaliseren door de Stichting Nederlands Instituut voor Beeld & Geluid in Hilversum. Begin oktober zal daarvoor het contract tussen SBEN, Aviodrome en Beeld & Geluid ondertekend worden. Daarna zal door een groep vrijwilligers het beeldmateriaal worden geselecteerd wat voldoende interessant is om te laten digitaliseren. Dit in overleg met het Aviodrome en Beeld & Geluid.

In de afgelopen maanden hebben we afscheid genomen van drie donateurs, Freerk Jaarsma, Coby van der Blik-van der Pijl en Henk van der Maas. Verder op in de nieuwsbrief vindt u een In Memoriam van hen. In verband hiermee wil ik U ook graag verwijzen naar onze nieuwsbrief voor oud-collega's om hen op de hoogte te brengen van het

overlijden van (oud) NLR-medewerkers.

Mocht u als donateur ook behoefte hiervoor hebben, laat het dan weten via een mail aan bericht-aan-oudmedewerker@nlr.nl.

Ik hoop dat u weer het nodige plezier aan deze Nieuwsbrief zult beleven! ■

JAAP LAMÉRIS

AANKONDIGING DONATEURSBIJEENKOMST

LEZING: HET F-16 MLU TESTVLIEGTUIG DE J-066 ORANGE JUMPER: BEHOEFTE, REALISATIE EN INZET
SPREKERS: GERT JAN KOBUS (MINISTERIE VAN DEFENSIE) EN PAUL KOKS (NLR) (DUO PRESENTATIE)



Alle betrokkenen bij de laatste trip van de Orange Jumper

Uitnodiging voor het bijwonen van de onder vermelde lezing op zaterdag 12 oktober 2024 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 Lameris, voorzitter
14.15 uur	Lezing, door Gert Jan Kobus en Paul Koks (zie toelichting)
16.00 uur	drankje en hapje
16.30 uur	einde

U kunt zich tot uiterlijk 9 oktober aanmelden per email bij museum@nlr.nl onder vermelding van naam en adres (ook van introducties). ■

OVER DE SPREKERS

Gert Jan Kobus is vanaf het eerste begin betrokken geweest vanaf de behoeftestelling voor een F-16 MLU testvliegtuig eind jaren 90 om vervolgens namens DMKLu/DMO projectleider te zijn geweest. Na 22 jaar DMKLu (AVL, MWF, MPF) en 5 jaar DMO (JLV) heeft hij op 1 augustus 2010 de overstap gemaakt naar de Militaire Luchtvaart Autoriteit (MLA). Bij de MLA heeft Gert Jan zijn Defensie carrière afgesloten om op 1 mei 2020 met pensioen te gaan. Door de Corona pandemie hebben we pas twee jaar later op gepaste wijze stil kunnen staan bij zijn afscheid.

Paul Koks is vanaf het begin betrokken geweest bij de ombouw van de J-066 voor de noodzakelijke mechanische modificaties aan het testvliegtuig. Nadat de J-066 vanaf juni 1999 in gebruik is genomen is hij namens NLR de projectleider geworden voor de Orange Jumper. Samen met DMO en CLSK hebben we vele projecten uitgevoerd en samen een geweldige tijd gehad. Hij is projectleider geweest tot 1 april 2020. Vanaf die datum is hij afdelingsleider geworden van de afdeling Flight Test and Certification en die rol vervult hij nog steeds.

TOT ZATERDAG 12 OKTOBER BIJ HET NLR IN AMSTERDAM!

DE AFDELING Vliegtuiginstrumentatie van het NLR en de Fokker Vliegproeven in de jaren 1964 tot 1994



Door **Rob van der Velde**, afdeling Vliegtuiginstrumentatie (VA)

DEEL 3 vervolg op deel 2 uit Nieuwsbrief 90

Ten geleide

Rob van der Velde heeft op verzoek van Jan te Boekhorst, voormalig bestuurslid van de Stichting Historisch Museum NLR, in 2005 zijn memoires geschreven over bovenvermeld onderwerp, die zijn opgenomen in de reeks Museumnotities (onder nummer MN-175). Robs memoires beslaan tientallen pagina's. Reden om die op te knippen in delen voor plaatsing in deze nieuwsbrief (deel 1) en de volgende edities. Rob werkte van 1964 - 1994 bij het NLR en overleed op 23 november 2023. Over hem is een "In memoriam" geplaatst in nieuwsbrief 88.



TOELICHTING

De voordracht gaat in op de wens van de Luchtmacht om over een dergelijk testvliegtuig te kunnen beschikken. Wat er voor nodig is om een testvliegtuig in te richten en in stand te houden en hoe het is gebruikt om voornamelijk nationale maar ook internationale vliegproefprogramma's uit te voeren. Dit testvliegtuig, bekend als de J-066 Orange Jumper, is in 1998 en 1999 op de vliegbasis Woensdrecht omgebouwd tot testvliegtuig en in juni 1999 in gebruik genomen. Testprogramma's werden door kantoor TestVliegen (KTV) uitgevoerd vanaf de vliegbasis Leeuwarden. Testopdrachten werden uitgegeven door AORE het latere AVO. Nadat de F-16 operaties op Leeuwarden zijn beëindigd heeft de J-066 nog kort geopereerd vanaf de vliegbasis Volkel. Om na 22 jaar inzet op 1 april 2022 buiten dienst gesteld te worden. De J-066 blijft behouden en zal vanaf 2025 worden tentoongesteld in het Nationaal Militair Museum (NMM) op de voormalig vliegbasis Soesterberg.

START- EN LANDINGSMETINGEN MET DE F28

Een vast onderdeel van het vliegproevenprogramma van een prototype is het bepalen van de start- en landingsprestaties. Hiervoor werd steeds een "rustig" vliegveld uitgezocht. Schiphol zou hier totaal ongeschikt voor geweest zijn. Voor de F28 viel het oog op de vliegbasis Torrejon bij Madrid. Aan de ene zijde van het veld was een Amerikaanse luchtmachtbasis en aan de andere zijde was het INTA (Instituto Nacional de Tecnica Aeroespacial "Esteban Terradas", een soort Spaans NLR) gevestigd. Dit instituut werd in april 1968 onze thuisbasis voor een vijftal weken. ➤



Ter gelegenheid van de 100^{ste} F28 vlucht op 6 september 1967 werd deze opname gemaakt van medewerkers van Fokker Vliegdiens en Vliegbedrijf, voor één van de F28 prototypen. Zesde van links Jas Moll, Hoofd Vliegdiens en Chef Vlieger. Vierde van links Henk Themmen, zijn tweede man, die hem later zou opvolgen. Voor de NLR-medewerkers van de Schipholteams zijn hier vele oude bekenden te zien. De eerste vlucht was op 9 mei 1967. Het tweede prototype kwam er pas in augustus bij. Het was een grote prestatie om binnen vier maanden zo veel vluchten te maken.

Het team bestond uit ca. 30 Fokker- en 6 NLR-medewerkers, t.w. Bob Dijkman en Henk van Tubergen voor het vliegwerk en het gereedmaken van de instrumentatie voor de vlucht, Gerard van Wely voor het Quick Look apparaat (zie later), Bram de Voogd voor het meteostation en fijnmechanisch onderhoud, Jan Vlegghert of Jan van Doorn voor de interpretatie van de voorlopige meetresultaten en ikzelf voor onderhoud en gereedmaken van de DR28. Naast deze hoofdtaken sprong iedereen in waar dat nodig was. We overnachtten, met z'n tweeën op een kamer, in Motel Osuna, niet ver daar vandaan. 's Morgens vroeg op, de hele dag bezig tot soms laat in de avond met het checken en gereedmaken van de instrumentatie en de film- en Robotcamera's (zie hierna), meetvluchten uitvoeren en de vliegtuigen na afloop opvangen om de magneetbanden en films eruit te halen en klaar te maken voor verzending naar het NLR. Daarna met de gehuurde Fiatjes 500 Madrid in om nog even op een Spaans tijdstip naar een Spaans restaurantje te gaan en dan lag je niet voor middernacht met je volle buik in bed om 's morgens weer vroeg op te staan. We vlogen daar met twee prototypen, de A1 en de A2. De A3, niet volledig geïnstrumenteerd, zorgde voornamelijk voor de bevoorrading en het transport van personeel en meetresultaten. In het Fokker personeelsblad Intercom van 19 april 1968 stond een verslag van de Torrejon campagne waaraan ik de volgende impressie ontleen.

's Morgens vroeg uit de veren, voor dag en dauw zelfs! Als de ploeg in hun Fiatjes (Seat heten ze hier) over keien en door kuilen naar de basis snorren, komt het eerste rode streepje van de zon voorzichtig over de kim gluren. Als het meezit blijft de wind nog even liggen tot de eerste series metingen zijn verricht. Want dat is één van de redenen van het vroege vertrek: voor het soort metingen dat op Torrejon moet worden verricht, is het belangrijk dat de windsnelheid laag is, liefst onder de 5 knopen, omdat de berekeningen gecompliceerder worden naarmate de windsnelheid hoger is. Een andere reden is dat de vliegtuigen van de Spaanse en Amerikaanse luchtmacht, die op deze basis zijn gestationeerd, na 9 uur steeds actiever worden, waardoor lange wachttijden kunnen ontstaan. Helaas speelt het weer de ploeg op Torrejon nogal parten. Het hier anders zo constante klimaat lijkt danig van de kook te zijn. De eerste tien dagen komt de windsnelheid maar weinig onder de tien knopen, waardoor het vaak moeilijk, soms zelfs onmogelijk is om het dagprogramma af te werken. Wanneer er niet te veel wind is en geen ander verkeer kan er lekker worden opgeschoten en heeft iedereen zijn handen vol aan zijn taak. Invliegers Moll en Themmen, met Dik als boordwerktuigkundige, bereiden zich voor op de proeven. De mannen van het Fokker Elab en het NLR kijken hun apparaat aan boord van de Fellowship nog eens grondig

na, terwijl Riebeek als medewerker van het Constructiebureau, afdeling Prestaties, en sleutelfiguur in het overleg met de RLD-mensen alweer over het volgende probleem nadenkt. Intussen zet een ploeg van het Vliegbedrijf de puntjes op de mechanische, elektrische of elektronische i's en dan kan men beginnen met de volgende serie metingen. Als na een uur de A1 terugkomt staat de A2 al weer klaar.

De metingen die op Torrejon worden uitgevoerd betreffen:

- Accelerate Stops
- Continuous Take-offs
- Landing
- Minimum Unstick Speed.

Bij de *Accelerate Stops* wordt versneld tot wisselende, tevoren bepaalde snelheden, waarna met maximale kracht wordt afgeremd. De bedoeling van deze metingen is het bepalen van de remafstand als functie van snelheid en vliegtuigmassa. Ze worden uitgevoerd met en zonder het *Anti-Skid systeem* (wat we tegenwoordig ABS zouden noemen) in werking. Tijdens het remmen kan de temperatuur van de remmen oplopen tot 400 à 600 graden C. Voor de koeling wordt een rondje van ongeveer vijf minuten gevlogen met het landingsgestel uit en de (in tegengestelde richting uitgevoerde) landing moet dan gemaakt worden zonder gebruik van de remmen. Voor de landingsuitloop wordt daarom de volledige 4.000 meter lengte van de baan benut. In totaal moeten 71 *Accelerate Stops* worden gemaakt.

Van de *Continuous Take-offs* zullen er 151 worden uitgevoerd. Hierbij meet men de startprestatie (d.i. de afstand van het begin van de start tot 35 voet hoogte) met één of twee motoren, terwijl verschillende *emergencies* worden gesimuleerd, zoals loskomen bij afwijkende rotatiesnelheden of foutieve stabilo-instellingen.

Verder worden nog 56 landingsmetingen gedaan met verschillende klepstanden, met of zonder *liftdumpers*, *speedbrakes* e.d. Hierbij wordt de afstand bepaald van 50 voet hoogte tot stilstand.

Ten slotte de meest kritieke proeven, n.l. de *Minimum Unstick Speed tests*, waarbij de absoluut laagste snelheid om los te komen van de baan wordt bepaald.

Voor het verzamelen en registreren van de gegevens die voor deze metingen nodig zijn wordt gebruik gemaakt van de DR28 en de Automatische Waarnemers van het NLR en de UV-recorders van het Fokker Elab. Twee Robot kleinbeeldcamera's van het NLR in de neus van het vliegtuig maken iedere seconde een opname van het patroon van de baanlichten. (De positie van ieder baanlicht moest van tevoren nauwkeurig worden opgemeten door een landmeetploeg van het NLR, meestal onder

aanvoering van Gerard van Wely). De films worden bij het NLR in een automatische filmlezer uitgelezen, waarin beeld voor beeld de coördinaten van drie stel baanlichten met betrekking tot de beeldranden worden bepaald en op ponsband vastgelegd. Hieruit kan later in de centrale computer de positie van het vliegtuig t.o.v. de baan en de stand van het vliegtuig worden berekend. De films uit de UV-recorder worden ter plekke ontwikkeld en uit de curven die dan zichtbaar worden kunnen de momenten van verschillende handelingen worden bepaald, zoals het begin van het remmen, het uitsélectioneren van de *speedbrakes*, het moment dat motoruitval wordt gesimuleerd, het toerental van de wielen en de diverse remdrukken vóór en achter het remdrukregelsysteem.

Afgezien van deze waarnemingen door middel van instrumenten aan boord van de toestellen, worden ook op de grond buiten de vliegtuigen diverse gegevens geregistreerd. Een groep van het NLR meet op een waarnemingspost aan de rand van de baan de temperatuur, luchtvochtigheid, barometerstand, windsnelheid en windrichting. Dit is de Meteo post, gewoonlijk bemand door Bram de Voogd, die ook zorgde voor het fijnmechanisch onderhoud van o.a. de Robotcamera's. Bovendien werkt deze groep met een theodoliet (door de NLR-medewerkers Quick Look apparaat genoemd), met een aan de vliegproeven aangepast meetwerk, dat een grafiek op waspapier zet, waaruit de afgelegde baan, de snelheid en de hoogte is af te lezen. De markante punten van de vliegbaan worden geregistreerd met behulp van een synchronisatiesignaal uit het vliegtuig, dat tevens dient als tijdsregistratie voor het coördineren van de gegevens van de diverse registratieapparaten. (Aan de hand van deze registratie kan een voorlopige indruk worden verkregen over



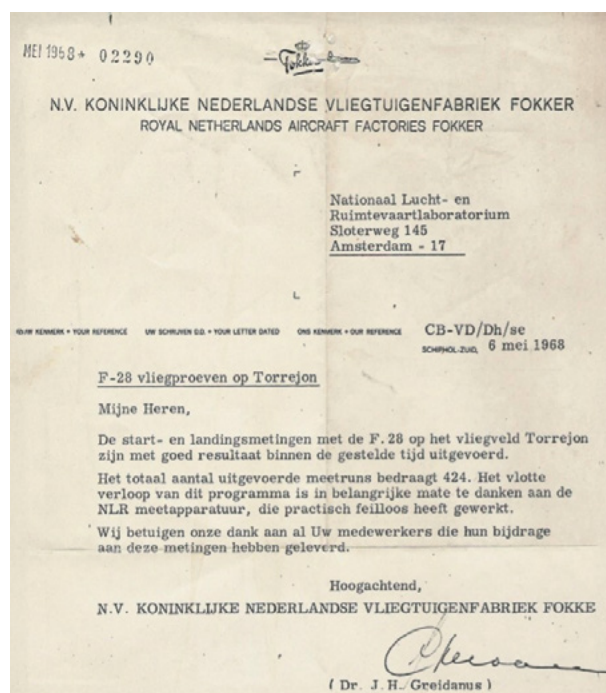
Quick Look apparaat, waarmee het startende of landende vliegtuig door een bedienaar (meestal Gerard van Wely) werd gevolgd in azimuth en elevatie. Deze bewegingen werden overgebracht op een kraspen die op een strook waspapier de vliegtuigbaan vastlegde. Links op de achtergrond de Meteopost.

het verloop van de meting. Gerard van Wely was de geestelijke vader van dit ingenieuze apparaat, dat in eigen beheer was ontwikkeld. Hij was ook degene die er de beste resultaten mee kreeg. Het vergde de nodige oefening om, tijdens start of landing, de kruisdraden in de kijker gericht te houden op het zwart/witte blok, dat op het midden van de romp was geschilderd).

Een waarnemer van de Rijksluchtvaartdienst let vanaf dezelfde post met behulp van een kijker op diverse details tijdens de proeven, zoals de werking van de liftdumpers en speedbrakes, rook aan de wielen, etc., terwijl hij tevens de gegevens van de NLR Meteo post registreert."

Tot zo ver het verslag in "Intercom".

Dat de inspanningen van het NLR bij Fokker werden gewaardeerd blijkt uit de volgende brief van de heer Greidanus.



Het Bewijs van Luchtwaardigheid

Na een vliegproevenperiode van bijna twee jaar kreeg de F28 begin 1969 zijn Bewijs van Luchtwaardigheid van de Rijk Luchtvaart Dienst (RLD).

1970-1975, DE PERIODE NÁ DE F28-CERTIFICATIE

Vliegproeven met serievliegtuigen en de verwerving van nieuwe apparatuur

Vóór en na de initiële certificatie werden nog diverse varianten van de F27 en F28 ontwikkeld, beproefd en gecertificeerd. Te denken valt aan (de vliegproeven met) een verlengde F27 met grote vrachtduur, een F28 met verlengde vleugel en slats aan de vleugelvoorzand (Ref. 1) en geluidsmetingen met een serie-F28 voorzien van *engine hush kits* in 1973. ➤

Hoewel de DR28 een succes was bij de vliegproeven met de F28 werd het al snel duidelijk dat er door de beperkte capaciteit (50 metingen per seconde) iets nieuws moest komen. Door bezoeken die Henk Mensink en ik brachten aan Northrop, Californië, in 1970 en 1971 (Ref. 2 en 3), waar de Koninklijke Luchtmacht NF-5 jachtvliegtuigen had gekocht en waar een speciaal NF-5 testvliegtuig was ingezet voor vliegproeven, maakten we kennis met instrumentatie zoals die daar werd gebruikt. Dit resulteerde uiteindelijk in de aanschaf van een tweetal PCM (puls code modulatie) systemen en een aantal z.g. *Flight Data Acquisition Units* (FDAU). De FDAU is de elektronica die behoorde bij de *Digital Flight Data Recorder* (DFDR), bij leken bekend als de black box, het registratieapparaat in verkeersvliegtuigen waarop vluchtgegevens werden vastgelegd en dat zodanig robuust was uitgevoerd dat het een ongeval kon doorstaan. Door de grote aantallen FDAU's die wereldwijd benodigd waren, was de prijs zeer aantrekkelijk. De eerste operationele toepassing was in 1973 in één van de F28 prototypen, die voorzien was van gewijzigde vleugels met slats, waarbij drie FDAU's werden ingezet naast de reeds aanwezige DR28 en de Automatische Waarnemers.

In 1975 werd voor vliegproeven met een F27 met serienummer F268 een meetsysteem ontwikkeld met de naam *Carry On Data Acquisition System* (CODAS) (Ref. 4). Dit systeem bestond uit een FDAU met een AR200 magneetbandrecorder, een *Inertial Reference System* (INS) en diverse signaal aanpassings- en bedieningsapparatuur. Het zou in de komende jaren vaak ingezet worden bij vliegproeven met serievliegtuigen. De mensen die CODAS moesten inbouwen vonden dat je dat *Carry On* wel weg had kunnen laten: het ding woog zo'n 140 kg!

De FDAU, gefabriceerd door de firma Teledyne Controls in Los Angeles, zou jarenlang het werkpaard van de afdeling VA blijven. Ger Belgraver werd de onbetwiste specialist, die het apparaat volledig doorgrondde. Een bezwaar van de FDAU was de geringe capaciteit, zowel v.w.b. het aantal te meten grootheden als het dynamische bereik.

Reeds in 1974 werd een eerste studie uitgevoerd naar een nieuw systeem voor de verwerking van resultaten van vliegproeven (Ref. 5).

1976-1984, DE AANLOOP NAAR EEN NIEUW PROJECT EN DE PROJECTDEFINITIE

Nieuwe afdelingsleiding

Deze periode begon met een wisseling van de wacht v.w.b. het afdelingsleiderschap van VA. Gijs van Munster ging in april 1976 met pensioen. Hij werd opgevolgd door *angry young man* Jan van Doorn, die tot dan toe verantwoordelijk was voor de dataverwerking bij de Afdeling VV (Vliegproeven). Meerdere VA-medewerkers hadden al met hem te maken gehad, omdat hij in

die tijd bezig was met een vergelijking van de resultaten van windtunnelmetingen en vliegproeven met de F28 en daartoe had hij steeds gegevens nodig van de instrumentatie in de F28 prototypen.

De definitie van nieuwe instrumentatie, eerst voor de Super F28, later voor de F29

In 1975 en 1976 werden oriënterende studies (Ref. 6, 7 en 8) uitgevoerd naar een nieuw meet-, registratie- en dataverwerkingssysteem dat nodig zou zijn voor vliegproeven met een nieuw type verkeersvliegtuig. Het was duidelijk dat de capaciteit van de aanwezige meet- en registratieapparatuur hiervoor te klein was. Ter voorbereiding op de keuze van nieuwe apparatuur maakten Jan van Doorn, Fred Abbink en ik in mei 1976 een oriëntatieris naar de USA, waar we bezoeken brachten aan NASA Flight Research Center, Boeing en Teledyne Controls (Ref. 9). Daar bleek dat de door de firma Teledyne (dezelfde van de FDAU's) gefabriceerde *Remote Multiplexer Digitizer Unit* (RMDU) en bijbehorende randapparatuur een zeer geschikte keus zou zijn (Ref. 10). Deze apparatuur was ook in gebruik bij een aantal vooraanstaande bedrijven in dezelfde branche, zoals NASA, Boeing, Air Force Flight Test Center en McDonnell Douglas.

Eén RMDU werd in 1976 aangeschaft (er zouden er later nog 23 volgen). Door capaciteitsgebrek volgde het onderzoek pas een jaar later. Ger Belgraver, André Beersma en Dick Meijer voerden de eerste onderzoeken uit; zij zouden de harde kern van het "RMDU-team" blijven vormen. Aanvankelijk waren er de nodige problemen, maar door nauw overleg met de fabrikant en onze eigen experts op het gebied van *Electro Magnetic Compatibility* (EMC) konden deze uiteindelijk worden opgelost. Zelfs werden veel verbeteringen van ons door de fabrikant overgenomen. Eén van de ontwerpers van de fabrikant verklaarde eens: *NLR uses the RMDU in the most profitable way*. De eerste operationele beproeving vond plaats in het Queen Air laboratoriumvliegtuig in 1978. De resultaten van al deze onderzoeken en verbeteringen waren zodanig dat besloten werd met de firma Teledyne verder in zee te gaan. Mede door de goede contacten die we al hadden met Teledyne ontstond een nauwe samenwerking waarvan we in de komende jaren veel voordeel zouden hebben. Ger Belgraver werd ook nu weer de specialist op de nieuwe apparatuur en hij bouwde een heel nauwe band op met de ontwerpers van de fabrikant.

Eind 1976 werden in een viertal besprekingen met Fokker Vliegdiens en Fokker Elektronisch Lab de eerste plannen voor een nieuwe systeemopzet besproken. De belangrijkste conclusies waren dat het registreren van alle data tijdens de gehele vlucht moest worden overwogen om eventualiteiten te kunnen vangen, dat de pre-flight check korter moest duren dan een uur en dat een *on-board computer* (OBC) een aantal aantrekkelijke mogelijkheden bood. Te denken viel hierbij aan het (tevens) registreren van geselecteerde data met als doel een kortere verwerkingstijd, presentatie in technische eenheden op diverse media en een kortere tijd

voor de *pre-flight check*, zonder dat dit tot veel hogere kosten zou leiden.

In de verslagen van deze besprekingen (Ref. 11) wordt de benaming F29 al gebruikt, hoewel in vele latere memo's en rapporten de benaming nog steeds Super F28 blijft. Ik heb daar nu geen verklaring meer voor. Kort daarna werd overeenstemming bereikt over de opzet van genoemd systeem. In 1977 en 1978 werden de plannen verder geconcretiseerd, met inbegrip van het door ons voorgestelde OBC-concept (Ref. 12 t/m 17 en 18). De NIVR-financiering begon op gang te komen. Begin 1978 werd de ontwikkeling van de Super F28 aangekondigd. In april 1978 werd een questionnaire (Ref. 19) opgesteld om de opdrachtgevers/datagebruikers van de Ontwerpafdelingen van Fokker hun meet- en dataverwerkingseisen/wensen kenbaar te laten maken. In juni van dat jaar begonnen de eerste interviews met deze afdelingen. Na deze interviews kon een redelijk uitgekristalliseerde parameterlijst worden opgesteld. De parameterlijst is een opsomming van alle te meten grootheden met hun meetbereik, bandbreedte, vereiste meetnauwkeurigheid e.d.. Op grond hiervan werd een systeemopzet gemaakt en werden de belangrijkste apparatuurdelen geselecteerd.

Begin 1979 werden voor het nieuwe vliegtuigproject afspraken (Ref. 20) gemaakt over de taakverdeling tussen de instrumentatieafdelingen van het NLR, zijnde de afdeling VA, en van Fokker, zijnde het Elektronisch Lab. Op instigatie van het Hoofd van Fokker Vliegdiens Jas Moll, werd de leiding van deze gezamenlijke aanpak bij

het NLR gelegd. Jan van Doorn werd Projectleider. Einde 1979 werd de F29 geïntroduceerd. De F29 was een vliegtuig met ongeveer het uiterlijk van een F28 maar met de twee motoren onder de vleugels.

In oktober 1979 werd besloten een Systeem Specificatie en een Project Handboek te gaan opstellen voor de realisering van het Meet-, Registratie- en Verwerkings Systeem (MRVS), zoals het totale systeem vanaf dat tijdstip officieel zou worden genoemd en dat door Fokker en NLR gezamenlijk zou worden ontwikkeld. Het zou voor het eerst worden toegepast in het F29 project. In november werden de richtlijnen opgesteld voor het schrijven van de F29-MRVS Systeem Specificatie en het Project Handboek (Ref. 21).

Op 21 november 1979 werd door Jan van Doorn een presentatie over MRVS F29 gehouden voor de heer Cornelis (Fokker Directeur Ontwikkeling) (Ref. 22). In december 1979 werden lezingen gehouden voor alle MRVS-medewerkers om hen te informeren over de systeemopzet van de F29 instrumentatie, de Systeem Specificatie en het Project Handboek (Ref. 23). In dezelfde maand vonden nieuwe gebruikersinterviews plaats en definieerde Fokker Vliegdiens het vliegproevenprogramma voor de F29 met alle eisen voor de te meten grootheden en de eisen te stellen aan de dataverwerking (Ref. 24). Het NIVR werd verzocht de plannen goed te keuren en de nodige financiën te fourneren. Nadat de NIVR-goedkeuring was verkregen ging de Project Definitie Fase van start. ■

Referenties

1. Besprekingsverslag Fokker-NLR betreffende registratieapparatuur voor de F28 met gewijzigde vleugel (slatversie) 24-03-1971.
2. Verslag van een bezoek aan Northrop, Aircraft Division USA van 23 t/m 27 februari 1970, H.A. Mensink, R.L. van der Velde, Memo VA70-006, 1970.
3. Verslag van een bezoek aan Northrop Corporation, Aircraft Division te Hawthorne, USA en aan IED, Division of Conic Corporation, te San Diego, van 5 jan t/m 15 jan 1971, USA, R.L. van der Velde, Memo VA71-003.
4. CODAS (Carry On Data Acquisition System) in F27 F268 met SIRIS (Standard Instrumentation Rack Inertial Sensor) juli 1975.
5. Voorstel voor een systeem voor de verwerking van resultaten van vliegproeven en vergelijkbare metingen, J.T.M. v. Doorn en O. van Teunenbroek, Memo VA74-030, 1974.
6. Flight Data Processing at NLR, J.T.M van Doorn, Memo VA75-032U, 5-1-1976.
7. Data-acquisitie apparatuur t.b.v. ontwikkeling en certificatie van een nieuw verkeersvliegtuig, R.L van der Velde, Memo VA76-017L, 3-5-1976.
8. Voorstel voor een nieuw meet-, registratie- en dataverwerkingssysteem t.b.v. de ontwikkeling, evaluatie en certificatie van een nieuw verkeersvliegtuig (opvolger van de F28), R.L. van der Velde, Memo VA76-027L, 30-06-1976.
9. Verslag van een bezoek aan Teledyne, NASA-FRC, McDonnell Douglas, NASA-Ames en Boeing, 3 mei t/m 13 mei 1976, J.T.M. van Doorn, F.J. Abbink, R.L. van der Velde, Memo VA-76-021U, 6 7 1976.
10. Voorstel tot aanschaffing van een "Remote Multiplexer/Demultiplexer Unit", R.L. van der Velde, Memo VA76-016L, 15-4-1976.
11. F29 meet- en dataverwerkingssysteem, Vier vergaderingen met Fokker, op 28 oktober 1976, 29 november 1976, 1 december 1976 en 13 december 1976. Vreemd genoeg is hier steeds sprake van de F29 terwijl in toekomstige rapporten de benaming Super F28 gebruikt blijft worden.
12. Voorstel voor een nieuw meet-, registratie- en verwerkingssysteem t.b.v. de ontwikkeling, evaluatie en certificatie van een nieuwe verkeersvliegtuig, deel 2, samenvatting van het overleg tussen Fokker-VFW en NLR in 2e halfjaar 1976, R.L. van der Velde, Memo VA77-004L, 14-2-1977.
13. Voorlopige parameterlijst Super F28 project, R.L. van der Velde, G. Kolstein, Memo VA77-029L, 14 10-1977.
14. Motivering voor de aanschaf van een Miltope luchtwaardige computer tape unit en een ROLM tape controller t.b.v. het Super F28 meet-en registratiesysteem, F.J. Abbink, Memo VA-77-028L, 15 10 1977. ▶

15. Voorstel voor de aanschaffing van een luchtwaardige computer display terminal voor het Super F28 meet- en registratiesysteem, F.J. Abbink, 11-1977.
16. Voorstel voor een tijdbasissysteem t.b.v. het Super F28 meet- en registratiesysteem, R.L. van der Velde, Memo VA78-001L, 21-2-1978.
17. Ontwikkeling en beproeving van een nieuw MRVS voor vliegproeven met prototypen, werkzaamheden in 1975-1977, R.L. van der Velde, Memo VA78-003, 28-2-1978.
18. Verslag van een reis naar de USA en Canada met bezoeken aan de firma's Interstate Electronics, ROLM, Boeing, Litton en Miltope, F.J. Abbink en R. Krijn, 5-6-1980.
19. Questionnaire Meet-, Registratie- en Dataverwerkingssysteem F28S, W. Dijkshoorn (Fo), R.L. van der Velde, A. Voskes (Fo), 21-4-1978.
20. Samenwerking Fokker-NLR bij het meetgebeuren rond de Super F28, Memo VA78-039L, R.L. van der Velde, 12-1-1979.
21. Richtlijn bij het schrijven van F29-MRVS specificaties en projecthandboek, Memo VA-79-057L, F.J. Abbink, J. Simons, R.L. van der Velde, 30-11-1979.
22. Lezing over het meet-, registratie- en verwerkings-systeem voor de Fokker F29, Memo VA-79-055L, J.T.M. van Doorn, 21-11-1979.
23. Lezing voor MRVS-medewerkers over systeemopzet F29 instrumentatie, Systeem Specificatie en Project Handboek, 4 december 1979.
24. F29 Flight Test Program, Fokker rapport FLT-29-001, W. Dijkshoorn, 13-12-1979.

INTERVIEW MET NIEUWE SBEN VRIJWILLIGER ANNEKE DONKER

Hoe kwam je bij SBEN terecht?

Na mijn opleiding tot toegepast wiskundige bij de TU Delft en een korte periode bij het Centrum voor Wiskunde en Informatica heb ik het grootste deel van mijn professionele leven gewerkt bij NLR. Toen ik regelmatig naar Texas reisde voor mijn werk werd ik benaderd door Kees Bakker en DirkJan Rozema, om namens wat toen het NLR-museum heette, materiaal op te halen van de auteur van "The Kolibrie Story", die bij Bell Helicopters was gaan werken. Dat heb ik gedaan en ik mocht aanwezig zijn bij de officiële presentatie van het met foto's verrijkte boek over "The Kolibrie story", die uitliep op een reünie van oud-medewerkers en hun partners. Ik vond zowel die historie heel interessant als de gelegenheid om ook de verhalen uit die tijd uit de eerste hand te horen. Daar is de kiem gelegd voor mijn betrokkenheid bij het lucht- en ruimtevaarterfgoed van NLR.



Wanneer werkte je bij NLR en wat deed je daar?

Ik ben in 1984 bij het NLR begonnen bij de hoofdafdeling Informatica, bij de afdeling Numerieke Wiskunde en Applicatieprogrammering (IN), waarvan Folkert Heerema de afdelingschef was.

Naast regulier werk voor bestaande opdrachtgevers ben ik met een voor NLR nieuw technologiegebied begonnen, namelijk Artificiële Intelligentie. Wout Loeve, de leider van de hoofdafdeling, vroeg zich in 1984 af of deze technologie toepasbaar zou zijn voor het multi-disciplinair ontwerpen van vliegtuigen. In een werkgroep met Nederlandse ontwerpers en AI-onderzoekers en later met internationale experts, hebben we uitgezocht wat wel en wat niet tot de moge-

lijkheden behoorde. Met de mogelijkheden, die toen grotendeels buiten het ontwerptraject lagen, zijn we met een beetje onderzoeksfinanciering van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart bij NLR aan de slag gegaan. Met de zelf ontwikkelde NLR Expert System Toolkit NEXT, waar ook een flink aantal afstudeerders aan heeft gewerkt en later ook in projecten met commercieel of public domain beschikbaar komende werkomgevingen, hebben we toepassingen ontwikkeld op het gebied van diagnose van vliegtuigsystemen, sensor- en informatiefusie en ondersteuning van besluitvormings-

processen, robotica en min of meer autonome systemen. Al snel volgden internationale onderzoeks-ontwikkel-, test- en evaluatieopdrachten waar NLR in de combinatie van disciplines en toepassingen een mooi deuntje meeblies. Dat resulteerde in oplossingen in de vorm van adviezen, software en dataverzamelingen voor opdrachtgevers en voor NLR in kennis en ervaring, werkomgevingen, tools en publicaties. Daarmee kon NLR dan weer aantoonbaar toonaangevend blijven en vervolgwerk ondernemen. Naast technologie en toepassingen heb ik in deze periode ook veel geleerd over samenwerkingsvormen en bijbehorende werkomgevingen en over landen en culturen.

In 1995 werd door een flinke groei in NLR-opdrachten met een gebruikers-gerichte software-component de afdeling IN zo groot dat deze werd gesplitst. Numerieke wiskunde en applicatieprogrammering, nu IA geheten, bleef bij Folkert Heerema en ik werd per 1 januari 1996 de afdelingschef van de afdeling Data- en Kennissystemen (ID).

In 2012 verhuisde ik naar Fort Worth in een nieuwe rol: als Nederlands vertegenwoordiger in het F-35-programma, onder aansturing van Defensie. Kennis en relatienetwerk uit de voorgaande periodes kwamen goed van pas. Als Nederlandse *belly button* bij Lockheed Martin, met een technische achtergrond en gevoel voor de toepassingswereld, heb ik ook daar weer verbindingen kunnen maken en onderhouden en oplossingen helpen definiëren. De wetgeving, rechten en plichten bij de internationale overheden en bij de defensie- en veiligheidsindustrie en combinaties daarvan, waren voortdurend aan de orde. Denk onder andere aan planning, budgettering, mijlpalen en rapportageverplichtingen in de diverse landen, eigendoms- en gebruiksrechten, informatiebeveiliging, export control en distributie en merking van informatie in de meest brede zin van het woord. Na vijf jaar kwam ik terug bij NLR, werd ik opgevolgd door Egbert Smit als *Customer Representative* in Ft Worth (en daarna kwam Michelle Jagtenberg en inmiddels is Youri Ton begonnen). Nog ruim een jaar heb ik mijn kennis, ervaring en netwerk bij NLR, Defensie en Economische Zaken en Nederlandse industrie kunnen delen met collega's voordat ik een sabbatical periode inging om mijn stuwmeer aan verlof op te maken. Daar was in die periode, dat ik als enige Nederlander in Ft Worth zat, geen gelegenheid voor.

Wanneer ben je bij NLR vertrokken en wat heb je sindsdien gedaan?

Eind 2019 richtte ik een eigen bedrijfje op, waar ik in februari 2020 voltijds mee aan de slag ben gegaan. Aanleiding was mijn wens om mijn werk en privéleven flexibeler in te delen. Als ZZP-er heb ik in de afgelopen jaren omgevingsanalyses en innovatie-roadmaps gemaakt voor overheid, industrie en kennisinstututen. Ook in deze periode benutte ik mijn kennis van Amerikaanse, Europese programma's, wetten en regelgeving en van nieuwe technologie- en innovatietrajecten en fondsen om Nederlandse organisaties op weg te helpen op buitenlandse markten. Coaching is een nieuwe ontwikkeling waar ik beperkt tijd voor vrijmaak.

Om heden, verleden en toekomst te verbinden ben ik uit interesse mijn eigen kennis aan het bijspijkeren op het gebied van AI, menselijke besluitvorming in tijd-kritische en/of complexe omgevingen waarin het onmogelijk is een compleet beeld te krijgen. Ik verdiep me daarbij ook weer in autonome systemen, dilemma's en ethiek.

Na een snuffelstage bij Stichting Behoud Erfgoed NLR ben ik in januari 2024 als actieve vrijwilliger begonnen. Ik denk me in de komende periode vooral te gaan richten op immaterieel erfgoed: Vastleggen van verhalen en bijbehorende objecten en media in een tijdlijn die van verleden naar heden loopt, samen met andere vrijwilligers uitbreiden van de digitale werkomgeving en indeling van informatie horend bij behoud, beheer en uitdragen van informatie over

NLR-erfgoed door de vrijwilligers en inhoudelijk het in beheer brengen van immaterieel erfgoed, meestal in digitale vorm, met de daarvoor benodigde maatregelen en aanvullende mensen en middelen. Relaties met NLR en met andere erfgoedorganisaties en vrijwilligers vind ik belangrijk en leuk. Ik ben vaak op woensdag te vinden in de vrijwilligersruimte bij NLR in Amsterdam (de oude portiersloge). En ik ben ook weer begonnen met samenwerken met SBEN-vrijwilligers in Flevoland. Daar zal ik dus ook met enige regelmaat te vinden zijn.

En verder?

Ik houd van (berg)wandelen, skiën, fietsen, fitness om de rug en andere onderdelen in conditie te houden. Ik doe deze sportieve activiteiten vaak samen met echtgenoot Joop van Engelen, die graag hardloopt (ik kan dat niet goed, wel organiseren, zoals met collega's de Arianecross in 2007 in Amsterdam). Aan de studie in Delft heb ik ook nog een onderwijsbevoegdheid overgehouden en hoop ook lokaal een bijdrage te kunnen leveren aan een betere toekomst van mensen die het minder hebben getroffen dan ik zelf.

Kortom, ik verveel me voorlopig niet! ■

OPROEP

VOOR HET DIGITALISEREN VAN FOTO'S

In ons archief zijn zeer veel foto's, waarvan wij vinden dat het noodzakelijk is ze te digitaliseren. Met het huidige bestand aan vrijwilligers lukt ons dit niet. We zijn dus op zoek naar één of meer vrijwilligers, die thuis of op het laboratorium in de vestiging Amsterdam of Marknesse dit werk op zich willen nemen. Enige kennis op dit gebied zou mooi zijn, maar niet persé noodzakelijk. Met een korte training is al snel een goed resultaat te bereiken.

Het zou bovendien heel mooi zijn als de foto's na de scan ook nog worden bewerkt om ze bruikbaar te maken voor bijvoorbeeld publicatie in onze Beeldbank (<https://www.erfgoednlcollecties.nl/cgi-bin/beeldbank.pl>). Ook hier geldt dat enige kennis handig is, maar met een goede introductie en een goede wil is al snel een mooi resultaat te verkrijgen. ■

Als je geïnteresseerd bent in het digitaliseren van foto's en je wilt er eerst eens met ons over praten, neem dan via e-mail contact op met museum@nlr.nl

DE ONTWIKKELING VAN EEN HYPERSONE TESTFACILITEIT

Door **Anton de Bruin**

DEEL 3

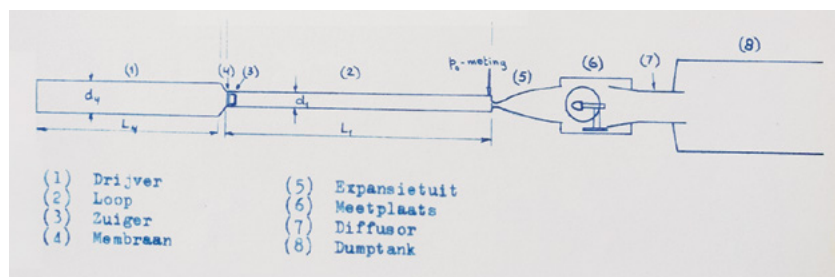
Op 1 augustus 1967, met de overgang naar de nieuwe afdeling AH (Verbranding en hypersonische aerodynamica), is men serieus gaan nadenken over de bouw van een hypersonische testfaciliteit. In tegenstelling tot de eerdere plannen voor een schoktunnel uit 1964 (zie Nieuwsbrief #89) wordt er nu gekozen voor een guntunnel met voorverwarmde loop. Maar, afgezien van de zuiger, lijkt de guntunnel erg veel op een schoktunnel.

Aan de hand van een notitie (Memorandum DH-68-05) van Siegfried Erdmann, in zijn hoedanigheid als adviseur van de directie, vindt op 18 december 1968 een bespreking met de directie plaats waarin belangrijke beslissingen voor de precieze uitvoering van de guntunnel worden genomen. Er worden actiepunten opgesteld voor verder onderzoek en men begint met het detail-technische ontwerp. Al die constructietechnieken (220 stuks) zijn behouden gebleven.

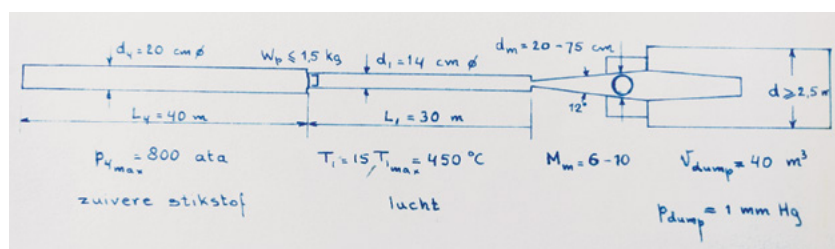
Er wordt door Jelke Veldman en Meijndert Radersma in juli 1969 een zeer gedetailleerd overzicht opgesteld van de benodigde apparatuur voor het hoge druksysteem [TV-69-027.15].

Parameter	symbool	waarde
Machgetal	Ma	6 - 12
Reynoldsgetal, betrokken op effectieve meetplaats diameter	Re _{d,eff}	10 ⁵ (Ma=6) 10 ⁷ (Ma=12)
Max. reservoirdruk	P _{0,max}	900 bar
Max. reservoirtemperatuur	T _{0,max}	2500-3000 K
runtijd	T _{run}	100 msec
werkgas	lucht	

Tabel met de belangrijkste ontwerp parameters voor de guntunnel



Schets van de guntunnel met de belangrijkste onderdelen [AH-68-09]



Schets van de guntunnel met de belangrijkste afmetingen en karakteristieken [AH-68-09]

Door Wim de Wolf wordt het aerodynamisch ontwerp tot in detail uitgewerkt (Memorandum AH-68-09), waarbij o.a. gekeken wordt naar het effect van een voorverwarmde loop en het gewicht van de zuiger op het bereikbare getal van mach en Reynolds. Door de lucht in de loop voor te verwarmen tot ongeveer 450°C, kan voor de keel de gewenste maximale reservoirtemperatuur van 3000 graden Kelvin bereikt worden. Die hoge temperatuur voor de keel is belangrijk om de juiste enthalpie simulatie te krijgen; vergelijkbaar met een vlucht op 20 km hoogte bij een lucht temperatuur van 220 K (-50 C).

Door Dick van Straten en Meijndert Radersma van de afdeling TV wordt gekeken naar toepassen van fluidicelementen voor het beveiligingscircuit van de guntunnel [TV-69-027.10]. Dit als alternatief voor elektrische eindschakelaars waarmee men bij de SST problemen gehad heeft. Voor de guntunnel zullen nog zwaardere bedrijfsomstandigheden optreden.

Voor het voltooiën van het ontwerp van de guntunnel worden door Freerk Jaarsma en Wim de Wolf in 1968 en 1969 ook studiereizen naar al bestaande guntunnels in Engeland en Duitsland gemaakt.

Uiteindelijk verschijnt het memorandum AH-69-12: Voorstel Installatie voor Hypersoon Onderzoek. Dit voorstel wordt op 3 oktober 1969 in de 115e bestuursvergadering besproken. Sommige bestuursleden twijfelen nog over het nut van een guntunnel en anderen vinden dat er nog geen goed inzicht in de prioriteiten voor komende grote investeringen wordt gegeven. De voorzitter Van der Maas en de aanwezige directieleden Marx en Boel benadrukken het belang

van de guntunnel-installatie om in internationale projecten te kunnen participeren. Van der Maas wijst erop dat zulke redeneringen ook zijn gehouden voordat besloten werd de HST te bouwen. De mogelijkheden waren ook toen voor Nederland beperkt. Toch hebben Overheid en Bestuur het aangedurfd. Wat nu wordt voorgesteld, is z.i. een uitstekende keus. De plannen voor de F28 werden met dezelfde soort vragen ontvangen: Moet Nederland met zijn beperkte mogelijkheden dat wel doen? Als men niet – zij het na zorgvuldige overweging – een begin maakt, komt er niets tot stand. Zowel de hypersonische tunnel als de V/STOL-tunnel is mede op grond van dergelijke ervaringen te verdedigen.



Plaatsing guntunnel faciliteit voorbij de Voorstertocht, tekening dec 1967

Beide tunnels komen namelijk al voor in de investeringsplannen voor de langere termijn.

Er wordt nog geen besluit genomen, maar er wordt wel toestemming gegeven voor het maken van een dam en duiker over de Voorstertocht, zodat deze werkzaamheden nog in de winter van 1969 kunnen worden uitgevoerd. De beoogde guntunnel faciliteit zou namelijk volgens het plan aan de overzijde van deze tocht, op het nog niet ontsloten latere DNW terrein komen. De benodigde investeringskosten voor de installatie zijn fl 1.382.000,- en voor de gebouwen en algemene voorzieningen fl 1.335.000,-, in totaal inclusief reserve fl 3.000.000,-. Het grootste deel van de investeringen zou in 1970 moeten plaatsvinden.

Bij het voorstel zijn de drie technische rapporten gevoegd, die een nadere toelichting op het voorstel geven:

1. W.B. de Wolf en F. Jaarsma: Specificatie voor en keuze van een hypersonie installatie voor het NLR, NLR TR 69074 LI.
2. W.B. de Wolf: Aerodynamisch ontwerp voor een hypersonie guntunnel, NLR TR 69080 LI.
3. D.J. van Straten: Werkbouwkundig voorontwerp voor een guntunnel, NLR TR 69082 LI.

Het eerste rapport beschrijft de testmogelijkheden (Mach, Reynolds, totale enthalpie) van een groot aantal bestaande tunnels. Het guntunnel concept biedt de beste mogelijkheden, is relatief eenvoudig en goedkoop en biedt ook mogelijkheden voor gebruik als

schokbuis, schoktunnel, Ludwieg tube en uitbreiding naar het hoog-hypersonie gebied ($M > 10$) door middel van een expansiebuis.

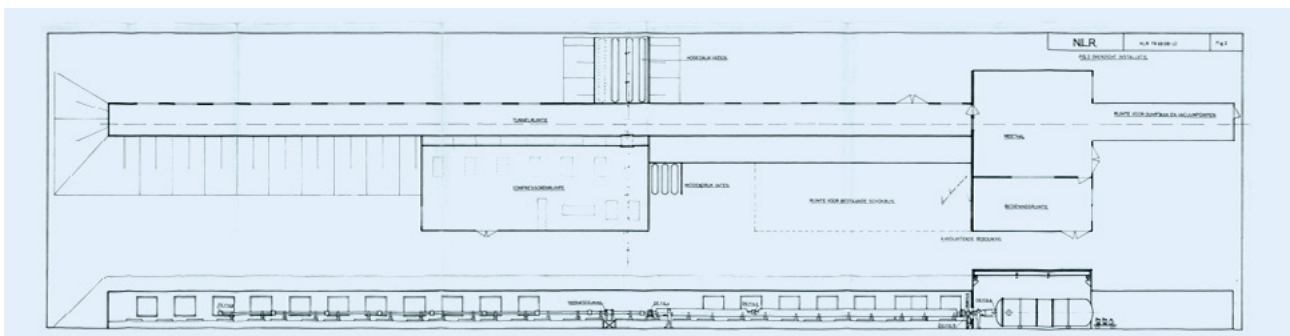
Het bestuur verleent vervolgens op haar vergadering van 14 april 1970 toestemming voor de bouw van de voorgestelde guntunnel. Direct na dit besluit wordt op 17 april 1970 een NLR interne vergadering gehouden met alle betrokkenen over de stand van zaken, de planning en de uit te voeren acties. Er zijn maar liefst zeven afdelingen bij betrokken.

Voor het hogedruk gedeelte zijn dan al offertes uitgezet en men verwacht nog in juli/augustus 1970 tot aanbesteding over te gaan. Aan het ontwerp voor het lagedruk gedeelte (meetplaats en vacuümtank) en de gebouwen wordt nog gewerkt, maar men verwacht beide nog in 1970 te kunnen aanbesteden.

Door Jaap v.d. Vooren van de afdeling WD wordt een uitgebreid memo opgesteld (WD-70-002) met een beschrijving van een berekeningsmethode voor de instationaire axiale spanningsschokken in de wanden van de guntunnel en de krachten op de betonnen fundering. Daarvoor wordt ook een computerprogramma ontwikkeld.

In de loop en de drijver van de guntunnel treden op de eindflenzen en ter plaatse van doorsnede veranderingen kortstondig grote drukkrachten in axiale richting op, die aanleiding geven tot axiale krachten en verplaatsingen van loop en drijver. Deze verplaatsingen moeten worden beperkt en gedempt en voor het dimensioneren van de rem is het nodig om de optredende belastingen te kennen. In principe volgen die uit de schokbuis theorie, maar er zijn onzekerheden m.b.t. de reële gaseffecten, viskeuze effecten en optredende gecompliceerde interacties in het golfdiagram.

Afdeling	personen
TV	Van Straten en Radersma
AW	Fuijkschot
AT	Traas
TB	v.d. Roest
WE	van Fucht
AH	Jaarsma, de Wolf, Derksen, Laan, Veldman
A	Prof Bergh, Post

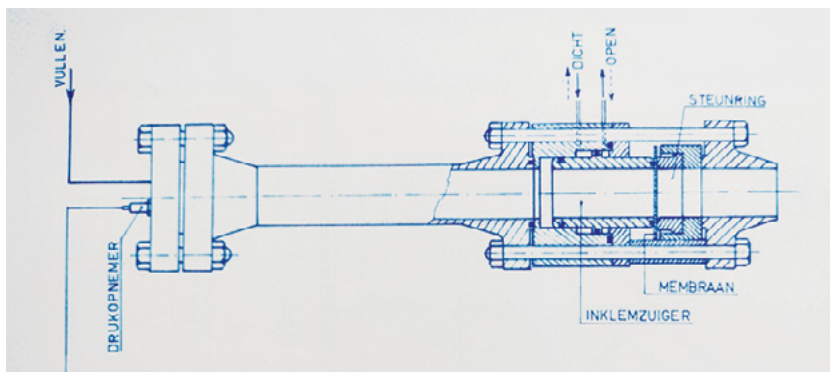


Plattegrond en zijaanzicht van guntunnel en gebouw (totale lengte ongeveer 90 m), met plaatsing hoge druk opslag, compressoren, meethal, bedieningsruimte en ruimte voor bestaande schokbuis

Vervolg De ontwikkeling van een hypersonie testfaciliteit

Hiertoe worden door Wim de Wolf berekeningen en ondersteunende proeven aan een model guntunnel (zonder zuiger, dus eigenlijk een schokbuis) uitgevoerd. De lengtes zijn op schaal 1/30 en de diameters op 1/3 t.o.v. van de beoogde guntunnel. Uit de metingen kon een correctie voor viskeuze effecten worden bepaald, die op de berekende drukken voor de guntunnel kon worden toegepast. De optredende axiale krachten zouden bij starre inklemming kortdurend (ongeveer 1 milliseconde) meer dan honderd ton worden [AH-70-017].

Ook wordt er een speciale membraantester gebouwd waarmee proeven tot 200 bar worden uitgevoerd om na te gaan of er een betrouwbare relatie tussen de barstdruk enerzijds en de membraandikte, groefdiepte en materiaaleigenschappen is. Dat blijkt het geval, zodat er enig vertrouwen is dat dit ook voor hogere drukken tot 500 bar geldt en men de dubbel-membraan techniek tot maximaal 1000 bar kan toepassen.



Membraantester met mogelijkheid om membranen snel te verwisselen met pneumatische inklemming [AH-71-018]

Door Jaap Laan wordt nagegaan of de laser-doppler meettechniek geschikt is voor het meten van snelheden in de geplande guntunnel [AH-71-21]. Die interferentie-vrije meettechniek wordt normaal gesproken toegepast tot snelheden van 200 m/s, terwijl de snelheden in de guntunnel ongeveer één orde groter zullen zijn. Uit de analyse blijkt onder welke voorwaarden dit mogelijk zal zijn en welke maatregelen en verdere ontwikkelingen daarvoor nodig zijn. Het is typerend dat men niets aan het toeval wil overlaten en men al nadenkt over het toepassen van geavanceerde meettechnieken, hoewel de tunnel nog gebouwd moet worden.

Maar er is een tegenvaller. In het **Jaarverslag 1971** lezen we:

De werkzaamheden met betrekking, tot de guntunnel; die bestemd is voor onderzoek in het laag-hypersone snelheidsgebied ($Ma = 6 - 12$), werden voortgezet. De onderhandelingen die in 1971 werden gevoerd met Werkspoor over een gecombineerde uitvoering van het ontwerp en de fabricage van het hoge-drukgedeelte leidden niet tot een opdracht, omdat

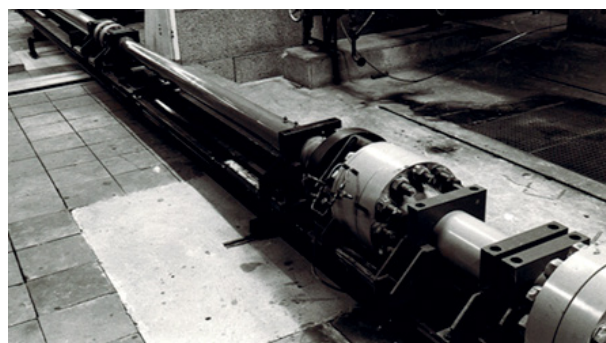
de firma als gevolg van interne reorganisaties deze niet kon aanvaarden. Hierdoor zal een niet onaanzienlijke vertraging bij de uitvoering van dit project optreden. Etc.

Ondanks deze tegenvaller en de vertraging, die dit oplevert, gaan diverse voorbereidende noodzakelijke onderzoeken nog gewoon door. Kort na het wegvallen van Werkspoor voor de benodigde engineering en bouw van het hogedruk gedeelte is er namelijk al contact gezocht met DSMA (uit Canada) om de engineering activiteiten over te nemen en begin 1972 blijkt Werkspoor toch weer geïnteresseerd om de bouw onder verantwoordelijkheid van DSMA over te nemen.

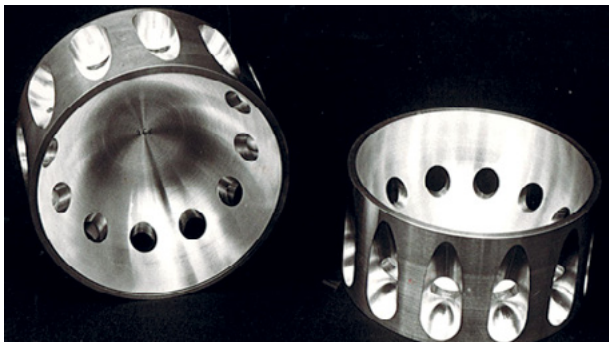
Er zijn nog vragen over de juiste vormgeving van de zuiger die vrij in de loop moet kunnen bewegen en niet mag schranken of vervormen. De zuiger moet tegelijkertijd ook licht zijn om maximaal te versnellen. Er worden daarom zuigerproeven uitgevoerd met door de landmacht afgekeurde kanonslopen van de Centurion tank met een inwendige diameter van 91 mm (de loop van de guntunnel zal 140 mm diameter krijgen). Na uitvoerig onderzoek naar het gebruik en de uitvoering van zuigers, gebruikt in andere guntunnels, worden er vier typen zuigers getest. Afhankelijk van de aandrijfdruk en de druk in de loop worden in de proefopstelling zuigersnelheden tot bijna 650 m/s bereikt en de piekdruk over de zuiger kan wel 2500 bar worden. Voor het meten van de snelheid van de zuiger in de loop wordt een door Otto Pietersen en Frans Klinker van de afdeling WE speciaal ontwikkelde microgolftechniek gebruikt (WE-72-109). De vervormingen van de zuiger

worden na elke proef opgemeten. Uiteindelijk blijkt zuiger type 4 de beste.

De piekbelastingen in het hogedruk deel van de guntunnel, veroorzaakt door de hoge optredende temperaturen en sterk in tijd en plaats verlopende drukken, geven nog grote zorgen. Deze belastingen veroorzaken spanningen in het materiaal die tot scheurgroei kunnen leiden en daarmee de levensduur van de guntunnel faciliteit nadelig beïnvloeden. Voor de guntunnel gaat men uit van een levensduur van 20 jaar; met



Zuiger testinstallatie



Gekozen zuiger (type 4)

1200 runs per jaar (150 testdagen met 8 runs/dag). Men heeft speciale staallegeringen op het oog voor de driver (34 CrNiMo6 low alloy hardened and tempered steel) en de loop (Jethete M152 steel van de British Steel Corporation). Deze aspecten worden door Cees Groothoff uitgebreid bestudeerd en er worden in juni en juli 1972 bij het NLR nog scheurgroei en mechanische sterkte proeven uitgevoerd op beide staal legeringen. De resultaten worden nog gerapporteerd, maar dan is het guntunnel project inmiddels gecancelld.

Tijdens de 130e Bestuursvergadering op 29 maart 1972 wordt kort vermeld, dat nog altijd het plan bestaat de guntunnel te bouwen na het terugtrekken van Werkspoor.

Tijdens de 131e Bestuursvergadering op 8 juni 1972 wordt echter besloten om het project om budgettaire redenen op te schorten. De in een stroomversnelling gekomen plannen voor de LST 8x6 vragen om een omvangrijke investering waardoor de relatief kleine investering voor de hypersonen faciliteit in de knel

komt. Er worden naar alle bedrijven waar offertes zijn aangevraagd of waarvan al aanbiedingen zijn verkregen brieven verstuurd dat het project is opgeschort.

In het **NLR-jaarverslag 1972** lezen we:

Aangezien het plaatsen van een gecombineerde opdracht voor ontwerp en bouw van een guntunnel bestemd voor aerodynamisch onderzoek in het laag-hypersonen snelheidsgebied (Mach 6- 12) in Nederland niet mogelijk bleek, werd de uitvoering van het project ernstig vertraagd. Vervolgens werd op grond van budgettaire overwegingen in de loop van het verslagjaar, mede gezien de prioriteit die wordt toegekend aan de hiervoor genoemde LST 8 x 6, besloten de werkzaamheden ten behoeve van het guntunnel project voorshands op te schorten. Een aantal werkzaamheden, o.a. de beproeving van het materiaal voor de loop, het ontwerp van de stroomtuit en de constructieve uitwerking van het lage-drukgedeelte van deze installatie werd afgerond.

Het is jammer dat al die geïnvesteerde mankracht en intellect voor het ontwerp en de voorbereidende testen uiteindelijk niet tot de realisatie van een hypersonen testfaciliteit hebben geleid, maar het was een zeer wijs besluit dat uiteindelijk tot de bouw van de DNW lage snelheid windtunnel is overgegaan.

De bestaande schokbuis blijft nog enige jaren in gebruik. De afdeling AH (kort daarna AV genoemd) gaat zich onder leiding van Wim de Wolf vanaf nu vooral richten op voortstuwing en het bijbehorende straallawaai. Freek Jaarsma vertrekt met Wim Derksen, Jelke Veldman en Cees Groothoff naar de projectgroep voor het bouwen van de LST 8x6, later overgaand in de projectgroep DNW. ■

ROTORPROEFDRAAIPLAATS NLL IN AMSTERDAM

Voor de beproeving van de ramjet-motoren, bevestigd aan de tippen van de rotorbladen van de Kolibrie helikopter, is bij het NLL in 1955 een proefdraaiplaats gebouwd met een doorsnede van 16 m. In de jaarverslagen wordt dit ook wel de “draaiende proefstand” genoemd.

Bijgaande foto (afb. 1) toont deze onderzoeksfaciliteit schuin achter het LST-gebouw. Aan de bovenzijde van de foto is nog net de straat te zien die nu Anthony Fokkerweg heet. De proefdraaiplaats is gebouwd in verband met uitgebreid onderzoek aan de motoren van de Kolibrie helikopter, in opdracht van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling (NIV). De persoon op de foto is naar alle waarschijnlijkheid Tjamme Hoekstra, die veel onderzoek heeft gedaan naar de Kolibrie helikopter.

De beproevingen hadden veel geluidsoverlast tot gevolg. Het verhaal gaat dat het geluid van de motoren hoorbaar was tot aan het Amstelstation. In 1956 kreeg architectenbureau Maaskant de opdracht van het NLL om een gebouw rond de proefdraaiplaats te ►



Afb. 1. Rotorproefdraaiplaats in Amsterdam (1955)

Vervolg Rotorproefdraaiplaats NLL in Amsterdam

ontwerpen waardoor het geluid zou worden gedempt en omhoog zou worden geleid. Maaskant maakte twee varianten, een hoog (15 m) en een laag (7m) gebouw.

In het archief zijn tekeningen gevonden van beide varianten. Afbeelding 2 toont het bovenaanzicht van de proefdraaiplaats, afbeelding 3 de hoge versie van het gebouw en afbeelding 4 de lage versie. Afbeelding 5 toont de observatieruimte bij het gebouw.

Geen van beide gebouwen is ooit gerealiseerd. In 1957 besloot het NLL namelijk tot de aankoop van grond in de Noordoostpolder waar al snel een nieuwe rotorproefdraaiplaats werd gerealiseerd, ver weg van omliggende woningen. Door sommigen later Stonehenge genoemd. Daardoor kon de proefdraaiplaats in Amsterdam worden opgedoekt. De kuil is nog een aantal jaren gebleven waarin zich een meertje heeft gevormd.

De nieuwe proefdraaiplaats in de NOP is maar kort in gebruik geweest, omdat het NIV de steun aan het Kolibrie-project heeft stopgezet. De productie van de helikopter is in 1961 beëindigd. ■

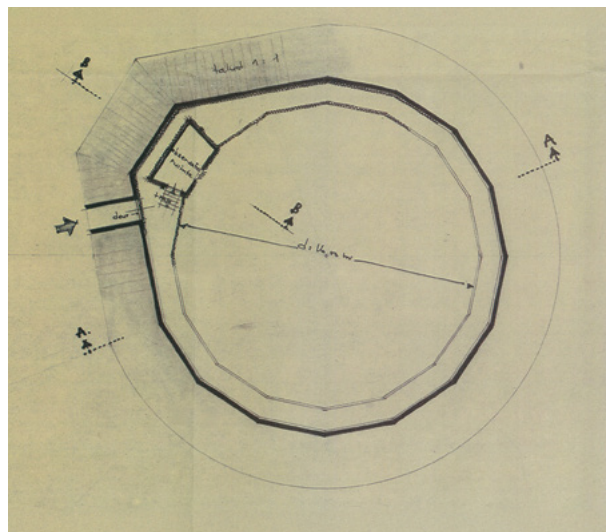
Met dank aan **Ronald Dijkstra** die de documenten opspoorde in het archief.

OPROEP

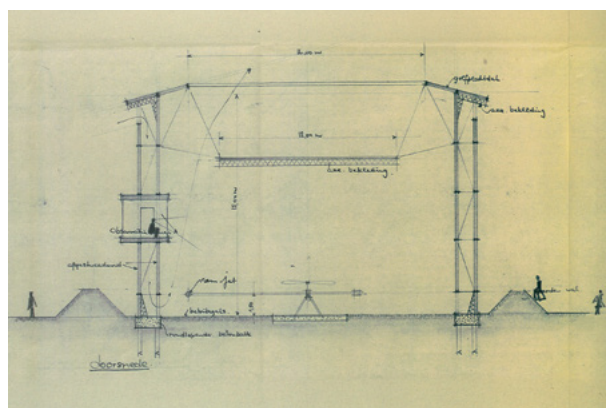
VOOR HET IDENTIFICEREN EN BESCHRIJVEN VAN VIDEOBANDEN

Onze collectie videobanden (in voornamelijk de formaten VHS en U-Matic) bevindt zich om praktische redenen bij het archief van Aviodrome in Lelystad. Deze banden zijn grotendeels niet beschreven. Ter plaatse is ook uitleesapparatuur beschikbaar. Een gedeelte van de videobanden kan worden beschouwd als NLR-erfgoed, maar daarnaast zijn er ook videobanden met beeldmateriaal dat ook op NLR-films staat of afkomstig is van derden. Het zou mooi zijn deze omvangrijke collectie te identificeren en globaal te beschrijven, zodat we kunnen nagaan welk beeldmateriaal in aanmerking komt te worden overgedragen aan "Beeld en Geluid". ■

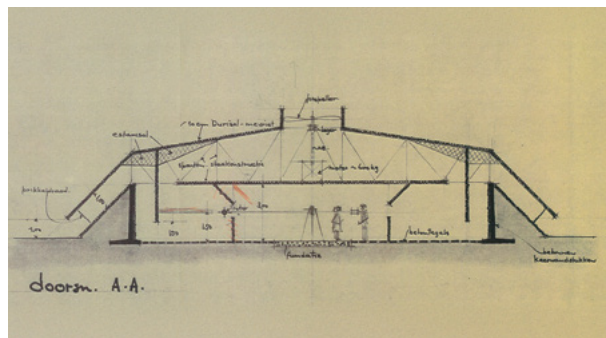
Als je geïnteresseerd bent in het identificeren van videobanden en je wilt er eerst eens met ons over praten, neem dan via e-mail contact op met museum@nlr.nl



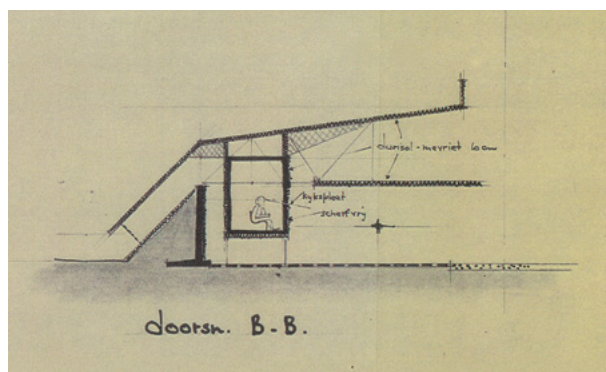
Afb. 2. Bovenaanzicht proefdraaiplaats



Afb. 3. Doorsnede hoge gebouw



Afb. 4. Doorsnede A-A lage gebouw



Afb. 5. Doorsnede B-B lage gebouw met observatieruimte

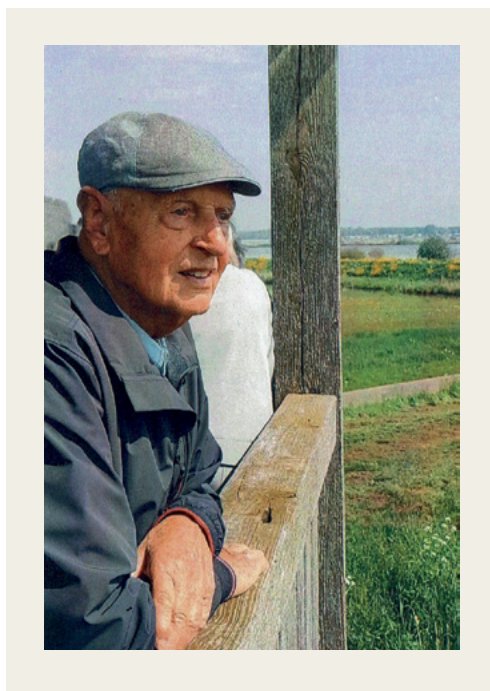
FREERK JAARSMAN: “SIZZEN IS NEAT MAR DWAAN IS IN DING”

Op 27 juni 2024 is Freerk Jaarsma in Emmeloord op 88 jarige leeftijd overleden. Hij werkte 38 jaar bij het NLR; van 1959 tot 1997. Freerk is van onschatbare waarde geweest voor het NLR en heel specifiek voor de experimentele aerodynamica. Freerk was een bouwer: hij heeft de Duits-Nederlandse Windtunnel DNW gebouwd in de periode 1976-1980, de Indonesische Low Speed Wind Tunnel ILST van 1981 tot 1987 en de Upgrade van de Hoge Snelheids Tunnel HST geleid tussen 1991 en 1997. En daarmee blijvend zijn stempel gedrukt op NLR en DNW.

Freerk, geboren in Friesland, een afkomst waar hij trots op was, heeft in Delft vliegtuigbouwkunde gestudeerd. Nog voor zijn afstuderen treedt hij in dienst bij het NLR, maar gaat voor een jaar naar Amerika om zich te verdiepen in ‘verbranding’. Na terugkomst studeert hij in 1961 bij Wittenberg af en wordt hij als dienstplichtige bij het NLR gedetacheerd. Hij houdt zich dan bij de C-Sectie bezig met de ramjetmotor voor de Kolibri alsmede de ontwikkeling van modelmotoren (benzine en H_2O_2) voor motorsimulatie in de windtunnel.

In 1969 wordt Freerk na een reorganisatie hoofd van de nieuwe afdeling AH, ‘Hypersone Aerodynamica’. Daar wordt hij verantwoordelijk voor het ontwerp van de ‘Guntunnel’, een faciliteit om stroming met getallen van Mach tussen 5 en 12 te simuleren. Nadat de bouw van deze tunnel was goedgekeurd en de voorbereidingen waren begonnen, wordt echter in 1972 de bouw onverwachts stopgezet om prioriteit te kunnen geven aan de grote lage snelheidswindtunnel: de LST 8x6. Daarna gaat de afdeling zich uitsluitend richten op voortstuwing onder de nieuwe afdelingsnaam AV. Voorafgaand aan de aanstelling van Ben Spee als adjunct-directeur van het NLR volgt Freerk hem eind 1975 op als projectleider van de LST 8x6.

Inmiddels zijn de plannen voor de LST 8x6 verder ontwikkeld en wordt begin 1975 goedkeuring verleend voor de bouw van deze tunnel. In het jaar 1975 wordt met DFVLR (de voorganger van het huidige DLR) overlegd om een vergelijkbaar Duits ontwerp, de GUK, te combineren met de LST 8x6. De afspraken daarover worden medio 1976 definitief met de oprichting van de Duits-Nederlandse Windtunnel DNW. Freerk wordt gedurende de bouwfase de directeur, terzijde gestaan door de Duitser Manfred Seidel. Dit enorme en tech-



nisch zeer geavanceerde project dat in totaal 125 miljoen gulden heeft gekost, wordt nagenoeg probleemloos door Freerk in 1980 afgerond.

In 1981 wordt met Indonesië (vertegenwoordigd door de Minister van Technologie B.J. Habibie) een overeenkomst gesloten voor de bouw van een lage snelheidstunnel aldaar. Freerk zal hieraan leidinggeven en verhuist met zijn gezin in 1983 naar Indonesië. Daar wordt de bouw van de tunnel in 1987 succesvol afgesloten waarna Freerk weer terugkeert naar Nederland. Daar volgt hij Han Mannée op als hoofd van de afdeling AI.

Inmiddels is besloten de Hoge Snelheids Tunnel HST, die al

vanaf 1959 in gebruik was, te gaan moderniseren. Daarmee wordt in 1989 begonnen door John Hartzuiker. Nadat deze met pensioen is gegaan in 1991 neemt Freerk zijn werkzaamheden over. Dit project eindigt in 1997 met ‘wind-on’ als eindpunt van de 2e fase van de HST upgrade.

Op 1 juli 1997 gaat Freerk dan, na 38 jaar bij het NLR te hebben gewerkt, met VUT-pensioen.

Uit dit overzicht van het werkzame leven van Freerk bij het NLR blijkt overduidelijk dat Freerk Jaarsma een bouwer was. Bij zijn afscheid in 1997 werd hem een bordje aangeboden met de tekst: “Sizzen is neat mar dwaan is in ding”; vrij vertaald uit het Fries “geen woorden maar daden”. Dat tekent Freerk. Hij was een zeer gedreven projectleider, wars van status en ingewikkelde organisatieschema’s. Hij noemde dergelijke schema’s spottend ‘Kästchenmalerei’ op zijn Duits. Hij zette zowel voor de DNW als voor de HST een kleine, heldere projectorganisatie op met dunne lijnen. Daardoor werden alle betrokkenen gestimuleerd hun eigen verantwoordelijkheid te nemen. Het resultaat was er naar.

Over een aantal jaren zal gevierd worden dat de Stichting DNW 50 jaar geleden werd opgericht. In die periode is de tunnel verder ontwikkeld tot een van de belangrijkste windtunnels van Europa. Dit is te danken aan de kwaliteit van het ontwerp van deze tunnel (door een projectgroep van NLR-medewerkers, later aangevuld met Duitsers) en de toewijding van de DNW-medewerkers. Maar het leidt daarnaast geen twijfel dat Freerk met de bouw van deze tunnel hiervoor het fundament heeft gelegd. ➤

Vervolg In memoriam Freerk Jaarsma: “Sizzen is neat mar dwaan is in ding”

Inmiddels is de HST deel geworden van de DNW organisatie. Verder versterkt door de meest recent uitgevoerde technische aanpassingen is ook de HST voor de Europese vliegtuigindustrie en daarbuiten van onschatbare waarde. Ook voor de HST geldt dat het oorspronkelijke ontwerp goed in elkaar zat. Maar de recent uitgevoerde technische aanpassingen zouden ondenkbaar zijn geweest zonder de uitgevoerde HST Upgrade fase 1 & 2 tussen 1989 en 1997. Dat in 1993, midden in deze update, de tijds-kritische windtunnel-metingen aan de Fokker 70 ‘gewoon’ doorgang konden vinden bewijst temeer dat Freerk een projectleider van uitzonderlijke kwaliteit is geweest.

Het feit dat beide tunnels volop in gebruik zijn vormt zo het beste eerbetoon aan de verdiensten van Freerk voor het NLR en de DNW.

Freerk was een beminnelijk mens. Hij was direct en volstrekt integer. DNW en HST vormen de tastbare herinneringen aan Freerk. Hij was een gepassioneerd zeiler die na zijn pensionering vele uren heeft gestopt in het onderhouden van een boeier. Ivy, zijn vrouw, en de familie schreven op de rouwkaart “Zeil maar weg, de wind is gunstig. Aan boord onze liefde om mee te nemen. Wij blijven achter voor altijd verbonden.” Er is veel om te herinneren, ook voor het NLR. ■

BRAM ELSENAAR



IN MEMORIAM HENK VAN DER MAAS
(14 JULI 1928 - 23 AUGUSTUS 2024)

Henk was de op één na oudste zoon van professor Van der Maas, welke laatste in 1987 overleed. Twee jaar na de oprichting van onze stichting in 2000 meldde Henk jr. zich bij ons aan als donateur voor het leven. Een aantal malen bezocht hij de donateursbijeenkomsten. Tijdens één van die bijeenkomsten schonk hij een aantal fotoalbums en memorabilia, afkomstig van zijn vader. Deze zijn later gebruikt voor het boek over zijn vader, waarvoor hij in 2017 nog veel meer documenten en foto's heeft geschonken. Helaas heeft hij het gereedkomen van het boek over zijn vader niet mee kunnen maken. ■

IN MEMORIAM CORRY VAN DER BLIEK-VAN DER PIJL
(14 JULI 1928 - 23 AUGUSTUS 2024)

Corry was de echtgenote van Jan van der Bliek, de eerste voorzitter van onze stichting en voormalig algemeen directeur van het NLR. Zij leerde Jan begin jaren '50 van de vorige eeuw kennen toen zij bij professor Van der Maas werkte als secretaresse. Jan overleed in 2003.

Corry verrichtte op 10 mei 2007 de openingshandeling van het vernieuwde museum in het LST-gebouw. Door het onthullen van een plaquette met daarop afgebeeld het portret van Jan, werd de entreeruimte voor het museum omgedoopt tot de Jan van der Bliek foyer. Bijgaande foto laat dit zien.

Corry heeft als vrijwilligster van onze stichting de basis gelegd tot de vorming van een computerbestand met gegevens over rapporten uit de RSL-periode. Die gegevens waren afkomstig uit de bekende “boeken van Buttstedt”. Mede daardoor leerde zij het programma Excel te gebruiken.



We kenden haar als een warme en hartelijke persoon die zeer geïnteresseerd was in het werk van haar echtgenoot en daarmee ook in het wel en wee van onze stichting, die zij een warm hart toedroeg. Vanaf 2004 was Corry donateur voor het leven van onze stichting. ■

HET NLR EN AËROELASTICITEIT

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

DEEL 1

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.



Het werd al gauw duidelijk dat dat niet kon worden bereikt door de mens simpelweg van een paar vleugels te voorzien, en daarmee te fladderen om vooruit te komen. Om met Ir. H. Bergh te spreken in zijn intrede als buitengewoon hoogleraar in de afdeling Scheeps- en Vliegtuigbouwkunde aan de TH Delft in 1968: Vliegen, niet fladderen (Ref. 2).

Dit hangt vooral samen met het fundamentele probleem besloten in de “square-cube law”. Deze natuurwet zegt dat

naarmate een lichaam zwaarder is (toenemend met de derde macht van de afmetingen) de beschikbare oppervlakte voor draagkracht en spierkracht steeds meer tekort schiet om dat lichaam te dragen (slechts toenemend met het kwadraat), laat staan voort te stuwten zoals bij vogels het geval is. Daarom hebben bijvoorbeeld olifanten van die dikke poten, kunnen vlooien relatief hoog springen, kunnen niet al te zware vogels vliegen en kunnen mensen dat niet doen zonder complexe hulpmiddelen.

In plaats daarvan zocht men zijn toevlucht tot een of andere constructie met één of meer draagvlakken, sterk genoeg om al vliegend door de lucht zijn bemsing te dragen. Met een verbrandingsmotor en een propeller om vooruit te komen.



Replica van de Fokker Spin

Het duurde enige tijd voordat men er achter kwam dat “sterk genoeg” niet voldoende was om niet neer te storten. Naast het gebruik van o.a. voldoende krachtige voortstuwing, effectieve

besturing en stabiliteit van het vliegtuig als geheel was dat een tamelijk ongrijpbaar fenomeen: de stabiliteit van de vliegende flexibele constructie.

Het vakgebied dat zich met de studie naar, en oplossing van dit probleem bezighoudt verwijst naar die wisselwerking: **aëro-elastischeit**. ➤

Inleiding

Door het grote belang van het begrijpen en oplossen van aëroelastische problemen voor de veiligheid van de luchtvaart is aëroelastischeit altijd een belangrijk punt van onderzoek geweest bij het NLR. Dit was met name van belang ter ondersteuning van de vliegtuigfabrikant Fokker en de Nederlandse krijgsmacht. Het NLR heeft daarbij een veel belangrijker positie in de wereld ingenomen dan men op grond van de omvang van ons land zou verwachten. Dit stuk is bedoeld als een begin om aandacht aan die activiteiten bij het NLR te besteden, later nog gevolgd door een aantal voorbeelden uit het vakgebied met de mensen die zich daarmee bezig hielden.

Het ontstaan van het vakgebied

In de eerste jaren van de luchtvaart was het belangrijkste doel van vliegen: Het beheerst, door de lucht gedragen, voortbewegen van de mens zonder neer te storten. Essentiële daarbij was dat draagkracht moest worden opgewekt door de voorwaartse beweging, zonder hulp van dragers lichter dan lucht, zoals een ballon.

Het vliegen van vogels was daarvoor een inspirerend voorbeeld, zoals beschreven door Prof. Dr. E.J. Slijper, met medewerking van Prof. Dr. J.M. Burgers (Ref. 1).



Otto Lilienthal

Vervolg Het NLR en aëroelasticiteit

Aëroelasticiteit is alle dagen om ons heen zichtbaar: denk aan de takken en bladeren aan een boom die door de wind worden bewogen, vaak in trilling, tot ze er af vallen of op een windstille dag weer stil komen te hangen.

De aëroelastische stabiliteit van vliegtuigen (of liever gezegd, het gebrek daaraan) leidde in het begin van de ontwikkeling van de luchtvaart tot een aantal onbegrepen ongevallen. Soms gekenmerkt door het plotseling afbreken van een vleugel ("divergentie"), of ten gevolge van een trillend verschijnsel dat werd aangeduid met het woord "flutter" (in het Nederlands: "flapperen").



Fig. 1. Fokker DVIII gevechtsvliegtuig

De eerste bekende voorvallen met aëroelastische problemen deden zich voor in WO I (Ref. 3). Van de Fokker D-VIII eendekker die aan het einde van de oorlog veel werd ingezet (Fig. 1) bleek bij toenemende hoge vliegsnelheid soms een vleugel plotseling af te breken zonder aanwijsbare oorzaak. Uiteindelijk werd dit geweten aan een ontwerp fout: de elastische as van de vleugel lag te ver achter het aërodynamisch centrum, waar de toename van draagkracht aangreep. Daardoor kon de invalshoek soms door torsie van de vleugel toenemen tot breuk ("Divergentie"). Omdat dit vliegtuig door de beste Duitse piloten werd gevlogen, waarvan er enkele omkwamen, werd dit destijds de fabrikant Fokker zeer kwalijk genomen.

Overigens was deze problematiek al enkele eeuwen eerder bekend bij een verwant vakgebied: de wind-energie. Molenaars in de 17e eeuw wisten problemen met de stabiliteit van de door de wind aangedreven wieken sterk te verbeteren door de wiek ten opzichte van de draagbalk (roede) tegen de draairichting in naar achteren te verplaatsen. Dezelfde oplossing als die een paar honderd jaar later door de bouwers van vliegtuigen werd toegepast...



Fig. 2. Handley-Page O400 bommenwerper

Een bekend vroeg voorbeeld van een ander aëroelastische probleem, gekenmerkt door heftige trillingen, was het gedrag van de Handley Page O 400 bommenwerper, in gebruik aan het begin van WO I (Fig. 2). Door combinatie van een torsie-slappe romp en gescheiden gemonteerde horizontale staartvlakken kon flutter ontstaan, een instabiele trilling waarbij de beide hoogteroer helften een tegengestelde rotatie beweging maakten in wisselwerking met de torderende romp.

Het probleem kon worden opgelost door de hoogteroer helften onderling te verbinden met een stevige torsiebuis. Daardoor werd de tegengestelde roerbeweging verhinderd, ontstond geen koppeling met torsie van de romp en werd flutter onmogelijk.

De gelijktijdige theoretische flutteranalyse door Birstow en Fage ondersteunde de genomen maatregel, en was de eerste bekende aanpak van flutter zoals die in essentie ook tegenwoordig nog wordt gevolgd. Daarbij worden de bewegingsvergelijkingen omgezet van een beschrijving in de tijd (het "tijdsdomein") naar een beschrijving door trilvormen, frequenties, amplitudes en fasehoeken ("het frequentiedomein").

Met het identificeren van de essentie van de divergentie en flutter problematiek bij vliegtuigen was een belangrijke stap gezet. Maar de nauwkeurigheid en algemene toepasbaarheid ervan was in de praktijk nog lang niet toereikend. Het gebruik van stationaire aerodynamica voor modellering van de luchtkrachten werd als voornaamste bron van onnauwkeurigheid begrepen. Een volgende stap daarom was de introductie van instationaire effecten op de luchtkrachten, ten gevolge van de stroomafwaarts afspoelende wervels bij variatie van de draagkracht (Fig. 3).



Fig. 3. Wervels achter trillend draagvlak

Hiernaar werd rond WO I met name in Engeland, de Verenigde Staten en Duitsland intensief onderzoek gedaan. Hier volgen wat bekende namen op instationair aerodynamisch gebied: Theodorsen (NACA Langley vanaf 1917), von Karman, Küssner en Wagner (Göttingen vanaf 1907).

Aanvankelijk was men zich bij vliegtuigongevallen niet bewust van de mogelijk onderliggende aëroelastische problematiek. Men dacht soms aan constructieve onvolkomenheden, gebrek aan kwaliteitszorg of bij het ontwerp gemiste zwakke punten in de constructie. Maar na verloop van tijd bleek dat de ondervonden problemen niet te verklaren waren zonder de invloed van de flexibiliteit van de constructie en de wisselwerking met de luchtkrachten daarop.

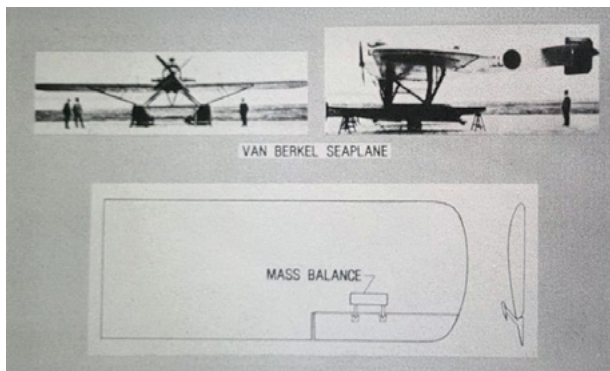


Fig. 4. Van Berkel WB militair watervliegtuig

De Nederlandse overheid werd in WO I geconfronteerd met een aantal vliegende machines van diverse (buitenlandse) makelij die in het neutrale Nederland een noodlanding maakten. Dit was een extra stimulans om de kennis in Nederland op het gebied van het vliegen te vergroten. Daartoe werd vanaf WO I gewerkt aan de oprichting van de Rijks-Studiedienst voor de Luchtvaart (RSL). De achtergrond hiervan is o.a. uitgebreid beschreven in het boek van Simon Boersen "Albert Gillis von Baumhauer" (Ref. 4). Dit boek kon worden geschreven dank zij het feit dat von Baumhauer zeer veel van zijn onderzoek en ervaringen heeft opgeschreven en dat een groot deel van diens archief in beheer is bij de Stichting Behoud Erfgoed NLR (SBEN).

Een van de eerste voorbeelden van flutter met trillende stuurvlakken beschreven in de literatuur betrof de van Berkel WB (Fig. 4), een militair watervliegtuig ontworpen door von Baumhauer. Bij een rondvlucht rond een schip in Nederlands-Indië begon een vleugel met aileron heftig trillen, overigens zonder tot een ongeval te leiden. Sa amen met C. Koning voerde hij in dienst van destijds de RSL in 1923 onderzoek uit in de deindtunnel van de RSL, gevolgd door een analyse waarin de oorzaak van het probleem werd beschreven: de ligging van het zwaartepunt van de rolroeren achter de draaias. Als oplossing gaven de schrijvers aan dat de roeren moeten worden gebalanceerd met tegengewichten om het zwaartepunt voor de draaias te leggen. Het rapport werd in juni 1923 gepresenteerd op het International Air Congres in Londen (Ref. 5). Hiermee profileerde het RSL zich als een van de deskundige instituten in de wereld van de luchtvaart op het gebied van aëroelasticiteit.

De schrijvers speelden daarbij voor Nederland een belangrijke rol bij het tot stand komen van het wetenschappelijk onderzoek. Von Baumhauer door zijn brede interesses in de aanpak van problemen in de luchtvaart en o.a. jarenlange positie als onderdirecteur van de RSL, Koning als later hoofd van de sectie Aerodynamica en directeur van het NLR.

De blijvende actualiteit van het balanceren van stuurvlakken is geïllustreerd met een van de laatste Fokker rapporten op aëroelastisch gebied vóór het faillissement in 1996, betreffende het balanceren van roeren (Ref. 6). Dit balanceren kon nodig zijn na een schilderbeurt van de roeren, bijvoorbeeld na overdracht aan een nieuwe eigenaar.

Hierbij nog een aardige anecdote: Om het vernieuwde rapport toe te lichten moesten diverse vestigingen van Fokker worden bezocht, waaronder Woensdrecht. Bij het bezoek aan de balanceer groep in februari 1996 was men daar net bezig een Fokker 50 rolroer te balanceren in de daarvoor bestemde bok. Toen met de groep de voorschriften nog eens werden doorlopen reageerde een van de medewerkers verbaasd: Maar dat probleem heb ik ook met mijn modelvliegtuig, waar zo nu en dan tijdens de vlucht een roer af trilt! Het was voor alle aanwezigen een eye-opener dat de oplossing lag in een soortgelijke actie voor het modelvliegtuig als regelmatig werd uitgevoerd aan de Fokker 50 ailerons.

Toen na de eerste onbegrepen ongevallen voor en tijdens WO I de consequenties van aëroelasticiteit begonnen door te dringen werd internationaal onderzoek opgezet en uitgevoerd. Bekende centra waar aëroelastisch onderzoek werd toegevoegd aan luchtvaartonderwerpen lagen in Duitsland, Engeland en de Verenigde Staten, en in Nederland vanaf rond 1917. Voor details verwijs ik naar de vakliteratuur. Het boek van Simon Boersen over von Baumhauer geeft daar ook een goede indruk van. ■

In volgende afleveringen zal een aantal voorbeelden worden gegeven van aëroelastische problematiek en het onderzoek daaraan bij het NLR. Daarbij zal ook worden ingegaan op theoretisch en experimenteel onderzoek zoals dat op aëroelastisch gebied gebruikelijk is.



A.G. Von Baumhauer



C. Koning

Literatuur

1. Prof. Dr. E.J. Slijper, "De vliegkunst in het dierenrijk", 1950.
2. Ir. H. Bergh, "Vliegen, niet fladderen", in: treerede als buitengewoon hoogleraar in de afdeling Scheeps- en Vliegtuigbouwkunde aan de TH Delft, februari 1968.
3. I.E. Garrick, Wilmer H. Reed III, "Historical Development of Aircraft Flutter", AIAA 81-0491R, november 1981.
4. Simon J. Boersen. "Albert Gillis von Baumhauer", 2018.
5. A.G. Von Baumhauer and C. Koning. "ON THE STABILITY OF OSCILLATIONS OF AN AIRPLANE WING". NACA TM 2023, 1923. Paper read at International Air Congress, London, June, 1923.
6. R. Houwink, "Mass balancing requirements for Fokker 50 and 60 control surfaces", Fokker rapport, december 1995.

BLOEMEN BIJ UITBRENGEN NIEUWSBRIEF#90

Al vele jaren is het NLR ons behulpzaam bij het afdrucken en verzenden van de nieuwsbrieven. Reden om bij de verschijning van Nieuwsbrief#90 de daarbij betrokken collega's met een boeket bloemen te bedanken. Voor de Repro was dat Yunenky Soto Gonzales en voor Correspondentie Sacha Bakker-Martin, resp. links en rechts op bijgaande foto gemaakt op 5 juli van dit jaar. Maar ook Christine van Dijk, de vormgeefster van onze nieuwsbrieven bij C10Ontwerp, ontving op haar huisadres als dank een boeket bloemen. ■



Yunenky (links) en Sacha (rechts)

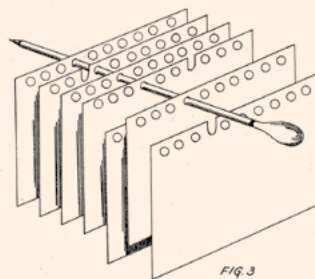
OPROEP

VOOR HET BESCHRIJVEN VAN DE NLL CARD SYSTEM CATALOGUE OF AERODYNAMIC MEASUREMENTS

Omstreeks begin jaren '50 van de vorige eeuw ontwikkelt het NLL een kaartstelsel over (voornamelijk internationale) documenten die betrekking hebben op aerodynamische metingen. De kaarten bevatten van elk document informatie over titel, auteur, rapportnummer, jaar van publicatie, samenvatting en enkele afbeeldingen. De kaarten zijn voorzien van gaten die gecodeerd zijn op onderwerp. Daardoor is het mogelijk om door het gehele kaartenbestand de gezochte kaarten te vinden met naalden door specifieke gaten te prikken, die vervolgens worden gelicht uit het bestand. Het was de tijd dat de computer nog in ontwikkeling was. In latere jaren, toen de computer was geïntroduceerd,

Fig 3

Hand sorting a file of edge-punched cards. Insertion of a needle into a given hole in a group of cards followed by lifting the needle, permits the cards notched in that position to drop from the pack.



werden de kaarten vervangen door ponskaarten. In feite vormde het kaartenbestand een database. Uit gevonden correspondentie in ons archief blijkt dat voor dit systeem veel belangstelling bestond vanuit het buitenland. Helaas hebben we geen kaarten in ons archief gevonden.

Wij zijn op zoek naar geïnteresseerden die een artikel willen opstellen over dit kaartstelsel en waarom het systeem in die tijd zo'n belangstelling genoot. Er zijn ongeveer zeven NLL-rapporten over dit kaartstelsel in ons archief beschikbaar. ■

Als je geïnteresseerd bent het onderzoeken van en schrijven over het kaartstelsel en je wilt er eerst eens met ons over praten, neem dan via e-mail contact op met 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