



NLR Jaarverslag **2007**



***NLR** - Dedicated to innovation in aerospace*

WAT IS HET NLR?

- het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) is dé centrale kennisorganisatie op het gebied van lucht- en ruimtevaart in Nederland;
- bij het NLR werken zo'n 700 medewerkers, waaronder 293 academici en 158 hbo'ers;
- het NLR beschikt onder andere over windtunnels (voor het testen van vliegtuigen van bijvoorbeeld Airbus en Lockheed Martin), over simulatoren (waar het onder meer de veiligheid van nieuwe vliegprocedures mee bestudeert) en over een laboratoriumvliegtuig;
- het NLR heeft een omzet van 75 miljoen euro, waarvan 55 miljoen euro aan betaalde opdrachten.



Wij werken aan tevreden medewerkers!
NLR is vooruitstrevend in zijn
personeelsbeleid en behoort in 2008 tot
de Beste Werkgevers van Nederland!

Voorwoord	3	
Inleiding	5	
Visiestatements	10	
Politiek & media	13	
Hoofdstuk 1: Een staalkaart van de NLR-projecten in 2007	17	
Schaalmodellen voor A350	20	INDUSTRIE
Spikkels maken vleugeldoorbuiging meetbaar	21	
Naar een composiet vliegtuig	22	
Innovatieve vliegtuigkeukens en trolleys	23	
Variabele elektronica koeling in de ruimte	24	
Sterkteberekeningen in een nieuw jasje	25	
Ringweg in de lucht	28	MOBILITEIT
Efficiëntere grondaafhandeling van vliegtuigen aan de gate	29	
Afrika wil dichter boven elkaar laten vliegen	30	
Verkeersleiders testen procedure voor milieuvriendelijker landen	31	
Veilige masten breken snel af	34	VEILIGHEID
Menselijk gedrag in de cockpit precies bestudeerd	35	
Selectie politiehelikopters KLPD	36	
Veiligheid rondom helikopterhavens	38	
Hoger bouwen zonder vliegverkeer te hinderen	39	
Minder meetvluchten, minder overlast	42	MILIEU
Brandstofbesparing boven de oceaan	43	
Revolutionair nieuwe vliegtuigconcepten	44	
Gesimuleerd vliegtuiggeluid	46	
Flitspalen voor vliegtuigen	47	
De beveiliging van militaire missies	50	DEFENSIE- & VREDESTAKEN
Sneller en nauwkeuriger inlichtingen verkrijgen	51	
Engelenhaar tegen luchtdoelraketten	52	
Virtuele kennisopbouw voor de Joint Strike Fighter (JSF)	54	
Avionica voor een asymmetrisch vliegtuig	55	
Hoofdstuk 2: People, facts & figures	57	
NLR-medewerkers in beeld	58	
I) Organigram	66	
II) Medewerkers per 31-12-2007	67	
III) Samenstelling Raad van Toezicht per 31-12-2007	68	
IV) Financiële gegevens	68	



ARIE KRAAIJEVELD - VOORZITTER RAAD VAN TOEZICHT

‘Concentreer investeringen in faciliteiten’

VOORWOORD

De Raad van Toezicht kijkt op gepaste afstand naar het doen en laten van het NLR. Natuurlijk let de Raad op de complete prestaties: 2007 werd opnieuw met zwarte cijfers afgesloten, waarmee een compliment op zijn plaats is. Belangrijke taak van de Raad is ook *feeling* te houden met het departement van Verkeer en Waterstaat, het 'moederministerie' van het NLR. In de loop der jaren is de inhoudelijke afstemming tussen het ministerie en het NLR sterk verbeterd. Een verdienste van alle betrokkenen.

De hoge kwaliteit van de kennis en faciliteiten van het NLR vormt een voorwaarde om aan de internationale top te blijven van lucht- en ruimtevaartonderzoek. Er moet voldoende budget beschikbaar blijven voor het *up-to-date* houden van deze faciliteiten en daarmee voor de continuïteit van het NLR. Hoogwaardig lucht- en ruimtevaartonderzoek vereist voldoende investeringen in benodigde onderzoeks- en testfaciliteiten. Verder moet duplicatie van onderzoek en kostbare faciliteiten zo veel mogelijk vermeden worden. Het signaal aan de overheid is helder: concentreer uw investeringen in faciliteiten voor lucht- en ruimtevaartonderzoek bij het NLR, waardoor optimale benutting voor onderzoek door het NLR én zijn stakeholders wordt verzekerd.

Door internationale samenwerking en deelname aan Europese onderzoeksprogramma's levert het NLR een essentiële bijdrage aan de Nederlandse kenniseconomie. De EU-programma's worden medegefinancierd door de Europese Commissie. Deelname aan dergelijke EU-programma's levert het NLR kennis op die anders buiten bereik zou blijven. Kennis waarmee onderzoeksvragen van de overheid beantwoord kunnen worden. Het NLR participeert, nationaal en internationaal gezien, uitstekend in deze programma's. Met de Europese collega lucht- en ruimtevaartinstituten wordt intensief samengewerkt om maximale effectiviteit en efficiëntie te bereiken. Voorbeelden zijn de gezamenlijke investeringen in kostbare aerodynamische testfaciliteiten als DNW en ETW en het DLR-NLR-partnerschap op het gebied van air traffic management onderzoek. Tenslotte speelt het NLR een actieve rol in de verschillende Europese samenwerkingsverbanden.

In 2007 is de klanttevredenheid over het NLR verder toegenomen. Onafhankelijk onderzoek wijst uit dat het NLR boven de norm voor soortgelijke instituten in Nederland presteert. Wel vinden onze afnemers dat onze levertijd en communicatie daarover nog voor verbetering vatbaar zijn. Daar gaan we in 2008 extra op letten. Sinds 2004 meten we ook jaarlijks de tevredenheid van onze eigen medewerkers met hun werksituatie. Ook die vertoont een stijgende lijn. Een punt van zorg is de achterblijvende kwaliteit van de huisvesting. Ook dat is een onderwerp dat we bij de overheid onder de aandacht hebben gebracht.

De vraag naar onze producten nam in 2007 toe. Het NLR wil daar graag aan voldoen. Daartoe moeten wij nieuwe medewerkers binnenhalen en binnenhouden. Het NLR moet een aantrekkelijke werkgever blijven, waar toegewijde, excellente collega's kunnen werken aan de grenzen van de technologie. Deelname aan uitdagende projecten, toegang tot moderne faciliteiten en goede arbeidsomstandigheden dragen daaraan bij, nu en in de toekomst.

De organisatieverandering van het NLR, ingezet in 2004, begint duidelijk vorm te krijgen. Een Raad van Toezicht op afstand, meer vraaggestuurd onderzoek, een op de markt gerichte verdeling in drie divisies. Ook in 2007 werkten directie en medewerkers hard om deze omvangrijke cultuuromslag tot een goed einde te brengen. Het afgelopen jaar, dat we met een positief resultaat afsloten, bewijst dat onze *output* hier niet onder heeft geleden. Sterker: het bevestigt dat we de juiste weg zijn ingeslagen. Voor 2008 verwacht ik eenzelfde elan!

Amsterdam, juni 2008

Arie Kraaijeveld

Voorzitter Raad van Toezicht



FRED ABBINK — ALGEMEEN DIRECTEUR

‘Het NLR is een van de pijlers onder de Nederlandse kenniseconomie’

INLEIDING

NLR: DESKUNDIG, EFFECTIEF, EFFICIËNT

Het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium heeft als missie zijn integrale, hoogwaardige kennis van vliegtuigen, vliegtuiggebruik en ruimtevaart op efficiënte en effectieve wijze beschikbaar te stellen aan overheid, bedrijfsleven en civiele en militaire operators. In 2007 bleek uit een analyse van een onafhankelijk bureau dat de belangrijkste nationale en internationale opdrachtgevers over het algemeen zeer tevreden waren over de kwaliteit van onze producten. Ook in 2008 zal het NLR zich voor 100 % blijven inzetten voor de belangen van zijn opdrachtgevers en stakeholders.

In 2007 bestond ongeveer de helft van onze omzet uit onderzoeksopdrachten voor de departementen van Verkeer en Waterstaat, van Defensie en van Economische Zaken, het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR), de Nederlandse lucht- en ruimtevaart-industrie en de Luchtverkeersleiding Nederland. 25 % van de omzet kwam uit internationale opdrachten en het deelnemen aan kaderprogramma's van de Europese Unie.

"EU-kaderprogramma's voor kennisopbouw, om onze opdrachten doeltreffend en doelmatig uit te voeren"

De laatste 25 % van de omzet werd gevormd door de vraaggestuurde programma's van de Nederlandse overheid. Deze programma's zijn noodzakelijk voor de opbouw van de vakkennis en grote faciliteiten waarmee we ook in de toekomst onze opdrachten doeltreffend en doelmatig kunnen blijven uitvoeren.

LEVEL PLAYING FIELD

In 2007 groeide de vraag naar ons product en nam onze omzet toe. Om internationale opdrachten binnen te halen, hanteert het NLR internationaal concurrerende tarieven. Sommige buitenlandse zusterorganisaties hebben het voordeel dat hun overheden de onderdekking van hun faciliteiten financieren. Het NLR heeft dat voordeel niet en pleit in dit verband voor een *level playing field*: een situatie van gelijke concurrentievoorwaarden. Het is een punt van toenemende zorg, die wij delen met onze stakeholders en de collega-GTI's ECN, MARIN en DELTARES.

GROTE EN KLEINE PROJECTEN

Ook in 2007 nam het NLR deel aan een aantal grote – meerjarige – projecten, zoals de Joint Strike Fighter, de NH-90 en de Airbus A380. Maar we deden veel meer. Allereerst geven we een aantal voorbeelden van werk voor het Ministerie van Defensie en de krijgsmacht delen. Het Nederlandse Commando Luchtmacht (CLSK) neemt deel aan internationale vredesacties, zoals momenteel in Afghanistan. De militaire vliegtuigen moeten onder meer beschermd worden tegen radar- en infrarood geleide raketten. In 2007 nam het NLR proeven om de zelfbescherming tegen dit soort wapens verder te verbeteren en het ondersteunde het CLSK bij de effectieve inzet ervan.

De troepen in Afghanistan moeten vaak ver van een basis opereren en daar ook bevoorrad kunnen worden. Dat kan in de toekomst met precisie *parafoils* (een soort parachute met bevoorradingsartikelen). Via GPS wordt de *parafoil* exact naar een door de troepen op de grond aangegeven positie geleid. Het NLR en Dutch Space hebben zo'n parafoilsysteem ontwikkeld en uitgebreid beproefd.

Vredestroepen kunnen met Unmanned Aerial Vehicles (UAV's) onderzoeken of zich achter heuvels een potentiële dreiging bevindt, zonder zichzelf in gevaar te brengen. Het NLR was betrokken bij de opstelling van specificaties, operationele procedures en vliegproeven met dergelijke UAV's.

UAV's mogen op dit moment niet in het civiele luchtruim vliegen. Maar kan dat in de toekomst wel? Kun je met behulp van de aanwezige electro-optische sensoren op UAV's een operator in staat stellen een UAV te scheiden van het overige verkeer? Het NLR monteerte een dergelijke sensorkop in haar laboratoriumvliegtuig Cessna Citation en voerde er vliegproeven mee uit. Met de resultaten kan

regelgeving worden gerealiseerd die het veilig opereren van UAV's in het civiele luchtruim mogelijk maakt.

Helikopters moeten ook onder moeilijke weersomstandigheden kunnen vertrekken en landen op de schepen van ons Commando Zeestrijdkrachten. Op het dek van "Hr. Ms. Johan de Witt" voerden we windklimaatmetingen uit. Die dienden als basis voor de vliegproeven om de operationele randvoorwaarden voor de helikopters te bepalen. Hierdoor kunnen zij efficiënt en veilig vanaf dit schip opereren.

"Samen trainen aan verbeterde operaties op de luchthaven Schiphol bij zware sneeuwval"

Voor de Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) deed het NLR onderzoek naar mogelijkheden om het aantal meetvluchten voor het reguliere onderhoud van het *Instrument Landing System* (ILS) te reduceren. Veel meetvluchten konden vervangen worden door metingen vanaf de grond, met als resultaat minder geluidshinder voor omwonenden van Schiphol.

Het NLR faciliteerde een grote simulatieoefening waarbij Schiphol Airport, KLM, LVNL en KNMI samen trainten aan verbeterde operaties op de luchthaven bij zware sneeuwval. Vanwege de flexibele inzetmogelijkheden van NLR's moderne verkeerstorensimulator NARSIM-Tower en NARSIM-Radar én de expertise van onze mensen zijn de betrokken partijen nu van plan jaarlijks een dergelijke grootschalige training bij het NLR houden.

In 2007 werkte het NLR in haar ACM Technology Centre met de *fibre placement* techniek. Hiermee kunnen volledig geautomatiseerd, smalle tapes composiet rond een mal worden gewonden. De Nederlandse vliegtuigindustrie kan hierdoor concurrerend, lichtere composiet vleugeldelen produceren. Daarmee wordt ook een belangrijke bijdrage geleverd aan de reductie van het gewicht van vliegtuigen en daarmee aan het brandstofverbruik en de emissie van broeikasgassen.

Het NLR is wereldwijd vermaard om het nauwkeurig ontwerpen en vervaardigen van geavanceerde windtunnelmodellen. In 2007 kregen we van Korea Aerospace Industries een opdracht voor een uiterst complex model van een transporthelikopter. Met dit model werden proeven uitgevoerd in de DNW-windtunnels.

TEVREDEN KLANTEN

Na oplevering vragen wij onze afnemers standaard naar hun ervaringen met door het NLR uitgevoerde projecten en het door ons geleverde advies of product. Het behoort tot de gecertificeerde (ISO-)kwaliteitsprocedure die wij al jaren stipt naleven. Dit jaar gingen we een stap verder en gaven een onafhankelijk bureau opdracht de tevredenheid onder onze opdrachtgevers te meten. Maar liefst 280 projecten werden in afzonderlijke interviews geëvalueerd. Het overall resultaat voor het NLR lag boven de norm die geldt voor vergelijkbare organisaties.

SAMEN VOOR EEN GROENER EUROPA

Het NLR kiest voor deelname aan de kaderprogramma's van de Europese Unie in verband met het multiplier-effect hiervan op de kennisopbouw van het NLR. Het biedt ons toegang tot kennis die anders veel moeilijker te verkrijgen zou zijn. Kennis waarmee we antwoord kunnen geven op de vragen van onze Nederlandse stakeholders en waarmee we voor hen efficiënt en effectief innovatieve technologie kunnen ontwikkelen.

Kaderprogramma's dienen ook om de doelstellingen uit *Vision 2020* te realiseren. Dit rapport omvat een aantal zeer ambitieuze Europese doelstellingen op het gebied van luchtvaart, zoals de halvering van brandstofverbruik, emissies en geluidsoverlast, de vergroting van de veiligheid met een factor vijf en de vergroting van de capaciteit van luchthavens en luchtruim met een factor drie. Deze doelstellingen dienen vóór 2020 gerealiseerd te zijn. Door de bundeling van kennis kunnen Europese partners gezamenlijk werken aan een groenere, duurzamere luchtvaart.

In 2007 nam het NLR deel aan een groot aantal projecten uit het zesde EU-kaderprogramma. In dat jaar startte ook de eerste *call* voor het zevende kaderprogramma. Zo zal het NLR deelnemen aan MAAXIMUS (More Affordable Aircraft Structure Life cycles). Dit project houdt onder meer de ontwikkeling in van een complete (lichtgewicht) composiet rompsectie.

Voor het eerst bevat het zevende kaderprogramma projecten die hogere *Technology Readiness Levels* moeten opleveren. In het kader van het Clean Sky Joint Technology Initiative bijvoorbeeld, werkt het NLR samen met de Nederlandse industrie aan vliegende *Technology Demonstrators*. Hiermee kunnen de financiële en technische risico's van de





LEO ESSELMAN — FINANCIËEL DIRECTEUR

‘De vraag naar ons product
groeide en onze omzet nam toe’

introductie van nieuwe technologie in de nieuwe generaties milieuvriendelijke verkeersvliegtuigen en helikopters aanzienlijk gereduceerd worden.

“Remote Sensing wordt een steeds belangrijker instrument om inzicht te krijgen in milieu- en klimaatveranderingen op aarde”

Het steeds vollere Europese luchtruim is te gefragmenteerd om efficiënt luchtverkeersleiding te kunnen uitvoeren. Doel van het EU-programma SESAR (Single European Sky ATM Research) is te komen tot een *Single European Airspace* voor civiel en militair luchtverkeer. Met nieuwe technologie op de grond en in vliegtuigen kan de voorziene groei onder alle weerscondities gerealiseerd worden.

Het NLR was in 2007 ook succesvol op het gebied van ruimtevaart. Zo was het betrokken bij de ontwikkeling van GALILEO. Met dit Europese satellietstelsel kan het grond- en luchtverkeer straks beter navigeren, kunnen vliegtuigen kortere vliegroutes volgen en daardoor brandstof besparen. *Remote Sensing* wordt een steeds belangrijker instrument om inzicht te krijgen in milieu- en klimaatveranderingen op aarde. Samen met bedrijven uit het Geomatics Business Park (GBP) werkt het NLR aan het verbeteren van de ontvangst, analyse en toepassing van gegevens van aardobservatiesystemen.

Europese projecten en nauwere Europese samenwerking gaan hand in hand. Het NLR werkt in dit verband aan een versterkte samenwerking met Nederlandse en Europese industriepartners en collega-instituten. Bekende voorbeelden zijn de Netherlands Aerospace Group (NAG), de Stichting Nederlandse Industrie voor Defensie en Veiligheid (NIDV), de Vereniging Gasturbines (VGT) en de samenwerking met DLR (op het gebied van windtunnels luchtverkeersleidingsonderzoek). In breder verband

wordt met de Europese zusterinstituten samengewerkt in EREA (association of European Research Establishments in Aeronautics). Binnen deze brancheorganisatie overleggen de onderzoeksinstituten hoe de grote testfaciliteiten optimaal ingezet kunnen worden. Belangrijk tot slot is ook het gezamenlijke initiatief van NLR, DLR en de Franse zuster ONERA om bij de EU te pleiten voor EU-participatie in de voor Europa strategische faciliteiten: de DNW-LLF (Duits Nederlandse Windtunnels-Large Low-speed Facility) in Flevoland, de ETW (European Transonic Windtunnel) in Keulen en de ONERA Windtunnel S-1 in Modane.

ONZE MEDEWERKERS

Zonder de kennis en kunde van zijn medewerkers en de up-to-date onderzoeks- en testfaciliteiten zou het NLR niet in staat zijn om zijn opdrachtgevers concurrerend van producten en adviezen te voorzien en een gelijkwaardige partner te zijn binnen samenwerkingsverbanden. Kennis en kunde op peil houden en nieuwe kennis in huis halen zijn noodzakelijk om te kunnen blijven voldoen aan de behoeften van onze opdrachtgevers en stakeholders. Het NLR hecht dan ook veel waarde aan een goed wervings- en personeelsbeleid. We willen medewerkers binnenhalen die uitmuntend zijn in hun vakgebied. We proberen hen al tijdens hun studietijd aan ons te binden door stages aan te bieden, workshops en rondleidingen te organiseren, lezingen te presenteren op technische faculteiten en prominent aanwezig te zijn op bedrijvendagen en Open Dagen. We stellen hoogleraren ter beschikking en een aantal AIO-plaatsen. Zo halen we de banden nog meer aan met de universiteiten.

We blijven in medewerkers investeren, ook als ze eenmaal in huis zijn. Als ‘lerende organisatie’ zijn we er op gericht kennis en vaardigheden van de medewerkers gedurende hun hele carrière bij het NLR op peil te houden. We bieden een loopbaanscan en een op maat gesneden, competentiegericht opleidingsplan aan.

Ook in 2007 voerde een onafhankelijk bureau een medewerkerstevredenheidsonderzoek bij het NLR uit. Sinds 2004 is de NLR-medewerkerstevredenheid elk jaar

gegroeid. Deze ligt op dit moment op het landelijk gemiddelde voor soortgelijke organisaties. De aanbevelingen uit het onderzoek vertaalden we naar gerichte acties, zoals interactieve bijeenkomsten, lunchlezingen en projectpresentaties.

Het NLR was vorig jaar een van de eerste organisaties in Nederland die in aanmerking kwam voor een certificatie van de KEMA, voor zowel Kwaliteit als Arbo en Milieu (KAM).

EEN NAAM OM TE ONTHOUDEN

‘Het NLR is een van de pijlers onder de Nederlandse kenniseconomie.’ Dat klinkt gewichtig, maar wat betekent het nu precies? Om dat uit te leggen opent het NLR steeds vaker zijn deuren voor politici, beleidsmakers en relaties.

*“Het NLR gaf uitdrukking
aan zijn streven naar maatschappelijk verantwoord ondernemen”*

We nodigden ministers, parlementariërs, hoge ambtenaren, generaals, directies van de industrie en andere belangrijke binnenlandse en buitenlandse relaties uit. We haalden de pers met toegankelijke artikelen over ons werk. In 2007 verscheen het NLR in vrijwel alle Nederlandse dag- en weekbladen en technische tijdschriften. We openden een vaste presentatie over de moderne luchtvaart in de Aviodrome in Lelystad. Het NLR was present bij alle belangrijke beurzen, open dagen, symposia en andere gebeurtenissen op het gebied van de luchtvaart.

We vierden feest: 2007 betekende 50 jaar NLR in de Noord-oostpolder (NOP) en 50 jaar NLR-helikopteronderzoek. De Koninklijke Luchtmacht en de Koninklijke Marine – belangrijke opdrachtgevers – vlogen hun helikopters naar het NLR-terrein in Marknesse, waarmee zij het belang dat zij hechten aan het onderzoek van het NLR onderstreepten.

Tijdens de viering van 50 jaar NOP deed het NLR ook een schenking aan AMREF Flying Doctors. Met de sponsorovereenkomst met AMREF gaf het NLR uitdrukking aan zijn streven naar maatschappelijk verantwoord ondernemen. AMREF, dat in 2007 ook 50 jaar bestond, is voor haar functies mede afhankelijk van de luchtvaart en is net als het NLR een organisatie waar kennisopbouw centraal staat.

Het jaar 2007 was de officiële start van het NLR-Air Transport Safety Institute (NLR-ATSI). NLR-ATSI biedt op basis van onderzoek oplossingen voor veiliger en efficiënter vliegverkeer. Het adviseert overheden en bedrijven over vliegveiligheidsvraagstukken in binnen- en buitenland. Daarnaast ondersteunt NLR-ATSI met actuele en objectieve veiligheidsinformatie de publieke meningsvorming over luchtvaartveiligheid. Kortom, één loket waar je met alle vragen op het gebied van luchtvaartveiligheid terecht kunt.

2008: FACILITEITEN OP ORDE

In 2007 investeerden wij in een 3D C-Scan machine die van essentieel belang is voor ons composieten-onderzoek. Het geeft aan hoe belangrijk het vernieuwen van faciliteiten voor ons werk is.

In 2007 realiseerde het NLR een hogere omzet dan het jaar daarvoor. In 2008 willen wij die stijgende lijn graag voortzetten. De vraag naar producten en diensten van het NLR neemt toe. Om die vraag te kunnen beantwoorden, moet onze ‘gereedschapskist’ tip-top in orde zijn, met vakkundig en gemotiveerd personeel en met hoogwaardige onderzoeks- en testfaciliteiten.

De Directie,
Fred Abbink & Leo Esselman

VISIESTATEMENTS



“HET KAN STILLER, SCHONER EN VEILIGER”

MICHEL PETERS — DIVISIEMANAGER LUCHTVERKEER

De luchtvaart blijft de komende jaren groeien, in Europa naar verwachting met vier procent per jaar. Dat is mooi voor onze economie. Maar wat betekent het voor veiligheid en milieu? Wordt het touwtrekken tussen ‘groen’ en ‘economie’? Hoe garandeer je meer vluchten en toch minder slapeloze nachten? Gelukkig is er ook een derde weg: innovatie.

Bij het NLR bedenken, analyseren en testen we nieuwe technologie om het luchtverkeer stiller, zuiniger en veiliger te maken en tegelijk de capaciteit te verhogen. Met behulp van nieuwe vliegtuigontwerpen en vliegtuigmotoren bijvoorbeeld. Maar we onderzoeken ook hoe vliegers en verkeersleiders nog beter kunnen samenwerken, gesteund door nieuwe systemen en procedures. Zoals *flowmanagement*, waardoor vliegtuigen geen rondjes meer hoeven te vliegen voor ze landen. Dat ontziet het milieu. Of landingsprocedures waarbij vliegers steiler aanvliegen en, met minimaal motorvermogen in een gekromde baan om woonkernen heen ‘glijden’. Ook hier gaan veiligheid, milieu en capaciteit hand in hand. Maar ook *free flight*, waarbij vliegtuigen onderling onderhandelen om de kortste, veiligste en efficiëntste route naar hun bestemming te vinden. Of maatregelen om hoger te kunnen vliegen en zo brandstof te besparen. Zo kunnen we nog wel even doorgaan.

Allemaal ontwikkelingen die de optelsom van veiligheid, milieu en capaciteit ten goede komen: minder vervuiling en minder risico's bij hetzelfde aantal vliegtuigpassagiers.

Dat dat kan, weten we uit het verleden. De moderne Boeing 787 Dreamliner is 90 procent stiller en 70 procent zuiniger dan de Boeing 707 indertijd. Mensen zijn zich lang niet altijd van deze ontwikkeling bewust, maar de vooruitgang is enorm. Terecht investeert Europa de komende jaren miljarden euro's in de innovatie van vliegtuigen en luchtverkeer. Nederland loopt voorop in het onderzoek en het NLR vormt daarin een onmisbare schakel.

Bij het NLR onderzoeken we bijvoorbeeld hoe beleidsmakers afspraken over geluidsproductie door vliegtuigen op een doortastende manier kunnen controleren. Met ‘flitspalen’ bijvoorbeeld, die echte herriemakers eruit pikken. Samen met de NASA heeft het NLR een geluidssimulator ontwikkeld waarmee vliegtuiggeluid onder allerlei omstandigheden hoorbaar kan worden gemaakt en beoordeeld. Ook dat helpt om, bijvoorbeeld samen met bewoners, op een constructieve manier aan de reductie van geluidshinder te werken.

Dat is onderzoek met een potentie tot ver voorbij onze grenzen. Want over de hele wereld liggen luchthavens dicht bij grote steden. Onze problemen spelen over een paar jaar ook daar. Investeert Nederland nu in innovatieve oplossingen die werkelijk perspectief bieden, dan hebben we straks een pracht van een exportproduct. Denk aan de Deltawerken, ook ooit uit nood geboren. Kennis die Nederland inmiddels wereldwijd toepast, van Hongkong tot New Orleans.



“WERKEN AAN VREDE EN VEILIGHEID”

EDDY PIJERS — DIVISIEMANAGER AEROSPACE SYSTEMEN & APPLICATIONS

De wereld verandert. De dreiging van terreur is overal en altijd aanwezig. Politiek en krijgsmacht worstelen met het vinden van de juiste aanpak van die dreiging. Enerzijds verlangen de burgers maatschappelijke veiligheid, anderzijds is het geld schaars.

Maar het tegengaan van terreur is niet alleen een kwestie van geld. Er is een nauwe relatie tussen het realiseren van veiligheid binnen en buiten onze landsgrenzen. De minister van Binnenlandse Zaken vindt dan ook dat de verschillende ministeries die aan deze thema's werken, meer moeten samenwerken. Daar liggen veel kansen: gezamenlijke communicatiesystemen, persoonlijke bescherming en training van personeel. Weinigen realiseren zich dat het ook voordeel biedt om technisch hoogwaardig materieel onderling te delen. Denk maar aan de militaire waarnemingssystemen en onbemande vliegtuigen. Die zijn ook waardevol bij het bestrijden van terreur. Uiteindelijk hebben we een kwalitatief hoogwaardige veiligheidsmacht nodig die beschikt over technisch hoogwaardig materieel en goed opgeleid personeel.

De wereld verandert, defensie verandert en de technologie verandert. De tijd van *technology push* is voorbij. Technologische ontwikkelingen bepalen niet meer het tempo van verandering. Veel belangrijker is de vraag in hoeverre een ontwikkeling in een behoefte voorziet. In plaats van een autonome doorontwikkeling van kostbare en omvangrijke innovatieprogramma's, is flexibiliteit nodig. Ook omdat

operaties onder steeds wisselende omstandigheden zullen plaatsvinden. Met inventiviteit en creativiteit kunnen we bestaande en nieuwe systemen telkens aanpassen aan nieuwe dreigingen. Daarvoor is een brede kennis nodig van systemen en technologie en van de gebruikers van die technologie. In het wereldwijde speelveld moet het NLR scherpe keuzes maken in de technologieën waarin het wil excelleren.

Alles verandert en het NLR verandert mee. Onze mensen kunnen in goed gekozen technologiegebieden multidisciplinair samenwerken. Met oog en oor voor de klant bedenken ze praktische toepassingen voor bestaande technologie. Maar ze kunnen ook 'out of the box' denken en revolutionaire technologie ontwikkelen. Ze hebben kortom de flexibiliteit, inventiviteit en creativiteit om de veranderingen in de wereld voor te blijven.

EEN VISIE OP DE LUCHT- EN RUIMTEVAART

Regeren is vooruitzien, ook voor het NLR. Het NLR werkt aan de technologische frontlinie om antwoorden te kunnen geven op de vragen van morgen. Hoe ziet de wereld van de lucht- en ruimtevaart er uit over een jaar of tien? Welke vragen en behoeftes zullen onze opdrachtgevers dan hebben? En hoe anticipeert het NLR daarop? De NLR-divisiemanagers Michel Peters, Eddy Pijpers en Bas Oskam geven hun visie.



“INTEGRALE KENNIS IS SLEUTEL TOT SUCCES IN LUCHT- EN RUIMTEVAART”

BAS OSKAM — DIVISIEMANAGER LUCHT- EN RUIMTEVAARTUIGEN

Kennis en innovatie zijn voor Nederland van doorslaggevend belang om wereldwijd duurzaam te kunnen concurreren. Alleen als kennisland kunnen we economisch overleven. Daarin ligt een perfecte match met de lucht- en ruimtevaart, een sector die bij uitstek economische waarde oplevert als resultaat van investeringen in kennis en innovatie. Nederland heeft een unieke lucht- en ruimtevaartketen, in de vorm van een aaneenschakeling van kennisinstellingen, waaronder het NLR, commerciële bedrijven, multinationals en ministeries. Deze waardeketen zet kennis en innovatie om in economische waarde, via de ontwikkeling van nieuwe technologieën, producten en diensten. Bovendien is de waardeketen kennisintensief: innovatie en integrale kennis van het vliegtuig als hightech systeem maakt het verschil tussen succesvolle vliegtuigen en producten die de markt niet wil kopen.

Alle reden voor Nederland om in te zetten op lucht- en ruimtevaart. Naar verwachting zal de Europese luchtvaart-industrie aanzienlijk blijven groeien. De vraag naar nieuwe, stillere vliegtuigen met een veel lager brandstofverbruik wordt aangejaagd door een aanhoudend hoge olieprijs en door kapitaalkrachtige vraag uit het Midden-Oosten en opkomende markten in Zuidoost-Azië. Innovatie is van doorslaggevend belang voor vliegtuignieuwbouw. Het brandstofverbruik is de afgelopen veertig jaar dan ook met zeventig procent gedaald. Vijftig procent verlaging ten opzichte van het huidige brandstofgebruik is een realistisch doel voor de komende twintig jaar. Nieuwe transportvliegtuigen die nu nog niet op de markt zijn zullen zeker vijftig

jaar in productie blijven. Dat betekent decennia werkgelegenheid voor wie participeert door middel van investeringen in kennis en innovatief vermogen.

Nederland heeft op deze snelgroeiende kennismarkt een mooie positie en scoort met zeer vernieuwende vliegtuigmaterialen, zoals vezelmetaallaminaten en andere geavanceerde composieten, met nieuwe productietechnologie en met integrale kennis van het vliegtuig als hightech systeem. We mogen trots zijn op de internationale positie van Nederlandse kennisinstellingen voor lucht- en ruimtevaart, zoals het NLR. We mogen ook trots zijn op onze industriële potentie in de deze industrie, met grote, gerenommeerde bedrijven en met snelgroeiende nieuwkomers. Maar met alleen parels houden we de waardeketen niet in stand. Ook het snoer dat de parels verbindt is essentieel. Investeren wij wel voldoende in vergelijking met ons omringende landen?

Kostbare elementen van de lucht- en ruimtevaart waardeketen zijn integrale kennis van het vliegtuig als hightech systeem en internationaal concurrerende test- en onderzoeksfaciliteiten. Zonder deze elementen is de werking van de waardeketen niet duurzaam genoeg. Daarom moet Nederland investeren in programma's voor industrieel onderzoek. Zo kun je nieuwe, integrale kennis en innovaties uit strategisch onderzoek doorontwikkelen tot producten. Integrale kennis en innovatie zijn de sleutel tot succes in lucht- en ruimtevaart. Meer dan ooit hangt onze toekomst af van deze visie.

POLITIEK & MEDIA

NLR IN GESPREK MET OVERHEID EN POLITIEK

Het NLR zette in 2007 het beleid voort om de relaties met overheid en politiek te verstevigen. Het werkte hard aan het vergroten van de naamsbekendheid bij voor het NLR belangrijke decisionmakers. Tijdens bezoeken van onder andere leden van het Koninklijk Huis, ministers, leden van het Europees Parlement en het Nederlands parlement en lokale bestuurders werd vooral de maatschappelijk toegevoegde waarde van het NLR over het voetlicht gebracht.

Ook tijdens bijzondere evenementen en openingen werd een beeld gegeven van de meerwaarde van het NLR voor overheid, industrie en samenleving. Zo opende prof. mr. Pieter van Vollenhoven, voorzitter van de Onderzoeksraad voor Veiligheid het NLR-Air Transport Safety Institute (NLR-ATSI). Kamerleden van PvdA en CDA vlogen mee met het NLR-laboratoriumvliegtuig de Citation in het kader van het project Outcast ('onbemand vliegen'). Burgemeester Horselenberg van Lelystad opende de vaste NLR-tentoonstelling in de Aviodrome. Tot slot werd de viering van 50 jaar NLR in de Noordoostpolder gevierd in aanwezigheid van Commissaris der Koningin M. Jager en de burgemeester van de gemeente Noordoostpolder W. van Rappard.

NLR IN DE MEDIA

Het NLR is in 2007 vermeld in alle grote landelijke dagbladen en in diverse populair-wetenschappelijke tijdschriften. Zo werd het NLR genoemd in het Financieele Dagblad, de Telegraaf, de NRC, de Volkskrant, het Parool, Trouw en het Algemeen Dagblad. Ook stonden er artikelen over het NLR in o.a. Elsevier, Quest, Kijk, de Ingenieur, Technisch Weekblad en Aviation Week. Er werd onder andere bericht over Outcast ('onbemand vliegen'), vliegtuigongelukken, 50 jaar ruimtevaart en anti-geluidsmaatregelen rondom Schiphol.

Daarnaast werd er ook in diverse televisie-uitzendingen aandacht besteed aan het NLR, waaronder EuroNews (CO₂-reductie vliegverkeer), RTL-4 (vliegtuigongeluk Phuket; het doorbreken van de geluidsbarrière), RTL-7 (onderzoek geluidsarme windmolens), Omroep Flevoland (50 jaar NOP) en Teleac/Schooltelevisie (optimale vliegroutes). Ook in diverse radio-uitzendingen kwam het NLR naar voren, w.o. BNR, Radio1, de Wereldomroep, RTV-Noord-Holland en Teleac.



2007 Bezoeken & Evenementen

26 januari

Bezoek Commissie Regionaal
Overleg luchthaven Schiphol
(CROS)

23 maart

Bezoek Sophie in 't Veld,
lid Europees Parlement

31 mei

Bezoek delegatie
JSF Program Office

15 juni

Bezoek kamerleden Janneke
Schermers en Jan Mastwijk
(CDA), Marianne Besselink
(PvdA) en Raymond de Roon
(PVV)

JANUARI

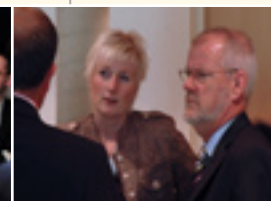
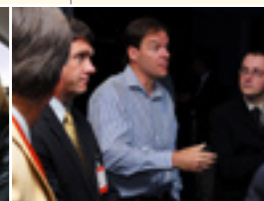
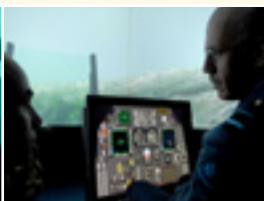
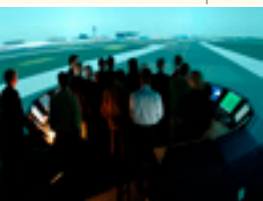
FEBRUARI

MAART

APRIL

MEI

JUNI



28 februari

Bezoek Gen-Maj. Erik Oliemans,
plaatsvervangend Commandant
Luchtstrijdkrachten

19 en 23 april

Bezoek kamerleden
Angeliën Eijssink (PvdA) en
Maarten Haverkamp (CDA)

23 april

Bezoek Alexander Pechtold,
fractievoorzitter D66

JULI AUGUSTUS SEPTEMBER OKTOBER NOVEMBER DECEMBER

29 augustus

Bezoek kamerleden
Arda Gerken en
Emile Roemer (SP)

14 september

Bezoek gemeenteraadsleden
Huub Verwey en Jos de Wit
en VVD-fractie gemeente
Amsterdam

8-12 oktober

Grootschalige Schiphol-
winteroefening Joint Forces

8 november

Primeur Staatssecretaris van
Defensie Cees van der Knaap
NLR's simulator Fighter 4 Ship
op NIDV-Defensiebeurs

26 november

Bezoek minister Maria
van der Hoeven



18 juli

NLR demonstreert
Embedded Training
voor de F-35 Lightning II
bij Lockheed Martin

7 september

Bezoek Jeanine
Hennis-Plasschaert, lid
Europees Parlement

9 november

Bezoek Secretaris-
Generaal van Verkeer &
Waterstaat Wim Kuijken

31 oktober

Opening NLR-Air Transport
Safety Institute door
prof. mr. Pieter van Vollenhoven

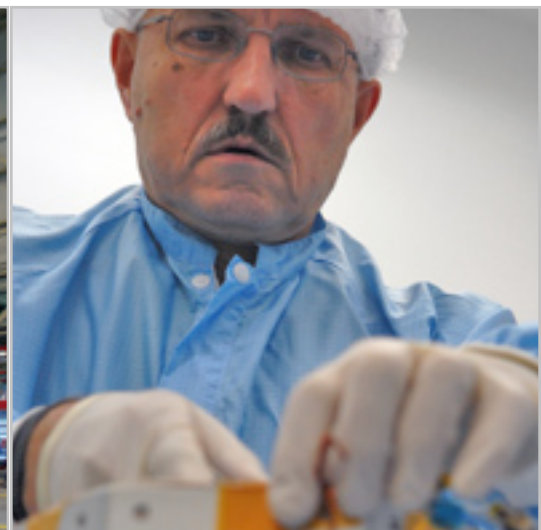
18 oktober

Viering 50 jaar helicopter-
onderzoek in de Noordoostpolder



Hoofdstuk 1:

EEN STAALKAART VAN DE NLR- PROJECTEN IN 2007



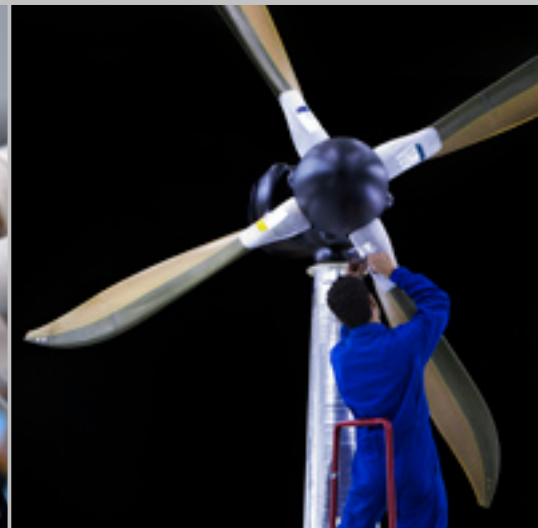
Nederland is een welvarend land. Om de hoge levensstandaard te behouden, is hoogwaardige werkgelegenheid nodig. Nederlandse producten moeten zich ook in de toekomst kwalitatief blijven onderscheiden.

INDUSTRIE

Schaalmodellen voor A350

Spikkels maken
vleugeldoorbuiging meetbaar

Naar een composiet vliegtuig



Innovatieve vliegtuigkeukens
en trolleys

Variabele elektronikakoeling
in de ruimte

Sterkteberekeningen in een
nieuw jasje

SCHAALMODELLEN VOOR A350

Vliegtuigvleugels maken voor een schaalmodel is een uiterst nauwkeurige klus. Vorig jaar maakte het NLR een aantal modelvleugels voor de toekomstige Airbus A350.

Om een nieuw vliegtuigontwerp op aerodynamische eigenschappen te testen, wordt de stroming rond een schaalmodel in een windtunnel onderzocht. Het nieuwe vliegtuigconcept moet daarvoor zo goed mogelijk op schaal worden nagebouwd. De minste of geringste afwijking van het oppervlak van zo'n schaalmodel levert al een andere stroming op dan rond het echte vliegtuig. Een toevallige zandkorrel op het schaalmodel zou vergelijkbaar zijn met een behoorlijke kei op het echte vliegtuig. In opdracht van Airbus UK heeft het NLR modelvleugels gemaakt voor de toekomstige Airbus A350. De vorm van de modelvleugels werd regelmatig aangepast aan de veranderende specificaties van het vliegtuigontwerp.

De modelvleugels moesten ontworpen worden voor tests in de ETW (European Transonic Windtunnel) in Keulen. Dit is een speciale – cryogene – windtunnel, die geen gewone lucht over het vliegtuigmodel blaast, maar stikstofgas. Om rond het model een zo realistisch mogelijke stroming te krijgen, moet de luchtdruk omhoog of de temperatuur omlaag. Omdat de druk maar beperkt kan worden opgevoerd, wordt de temperatuur in de cryogene windtunnel verlaagd tot -163°C . Dit wordt bereikt door de stikstof in vloeibare vorm (-183°C) in de tunnel te injecteren.

Metingen in een cryogene windtunnel zijn nog gevoeliger voor onnauwkeurigheden in het schaalmodel dan metingen in een gewone windtunnel. Daarom moet zo'n

schaalmodel twee keer zo nauwkeurig worden uitgevoerd als een model voor een gewone windtunnel. Voor een cryogene windtunnel moeten de afwijkingen op het oppervlak kleiner zijn dan 0,025 tot 0,05 millimeter – het meest nauwkeurige dat op dit moment mogelijk is met windtunnelmodellen. De schaalmodellen die het NLR levert, gaan vergezeld van een uitgebreid meetrapport. Hierin moet het NLR aantonen dat het schaalmodel voldoet aan de nauwkeurigheidseisen van de opdrachtgever.

De modelvleugels worden gemaakt van een speciaal soort staal, dat zich goed laat bewerken en geschikt is voor testen bij lage temperaturen. Om in de windtunnel de druk op de vleugel te meten, boort het NLR in elke vleugel 145 kleine gaatjes, elk met een doorsnede van 0,25 millimeter. Binnenin de vleugel lopen dunne leidingen naar elk gaatje zodat de luchtdrukverdeling op de vleugel kan worden gemeten. Het boren van de gaatjes en het aanleggen van de leidingen is precisiewerk.

Gezien de gevraagde nauwkeurigheden, is het integreren van componenten en het afwerken van complete modellen eveneens een specialistisch werk.





SPIKKELS MAKEN VLEUGELDOORBUIGING MEETBAAR

Het NLR ontwikkelde een meetsysteem om vleugeldoorbuigingen en -vervormingen tijdens de vlucht te bepalen. Het slaagde erin de onzekerheden in de metingen te minimaliseren.

Vleugelbewegingen horen bij de flexibele lichtgewicht-constructie van moderne vleugels. Ontwerpers moeten daarom rekening houden met de vervorming tijdens de vlucht, zodat de vleugels optimale aerodynamische eigenschappen bereiken. Met modellen berekenen technici de vervorming en doorbuigingen van de vleugels. Om de juistheid van die modellen aan te tonen, zijn meetsystemen nodig die tijdens de vlucht de werkelijke vleugeldoorbuigingen meten. Zo'n meetsysteem is ontwikkeld in het AIM-consortium (Advanced In-flight Measurements Techniques), onder leiding van DLR, het Duitse zusterinstituut van het NLR.

Het nieuwe meetsysteem is gebaseerd op IPCT (Image Pattern Correlation Technique). Deze techniek wordt al in windtunnels gebruikt om vleugelvormingen te re-

gistreren. Een hogeresolutie-camera registreert beelden van de vleugel onder verschillende vluchtcondities en snelheden. Op de vleugeltip is een folie geplakt met talloze zwarte spikkels, die zich tijdens de vlucht verplaatsen. Het NLR vergelijkt de beelden van het veranderende spikkelpatroon met behulp van speciale correlatiesoftware. Dat levert een gedetailleerd beeld van de doorbuiging en vervorming van de vleugel.

Het systeem is in augustus 2007 voor het eerst in het NLR-testvliegtuig de Fairchild Metro II getest. De onderzoekers constateerden vervormingen met een nauwkeurigheid van 0,2 millimeter, terwijl die nauwkeurigheid tien jaar geleden nog 4 millimeter was. Hierdoor werd bijvoorbeeld zichtbaar dat de ribben en liggers in de vleugel de vleugelplaten niet overal gelijkmatig ondersteunen.



NAAR EEN COMPOSIT VLIEGTUIG

Grondige materiaalkennis is noodzakelijk om composieten in vliegtuigen te kunnen verwerken. Het NLR verlegt de grenzen door onderdelen voor een vliegtuig te ontwerpen dat grotendeels uit composit bestaat.

In 2007 boekte het NLR met composit vliegtuigonderdelen opmerkelijke vorderingen. Zo kon binnen het Europese technologieproject ALCAS (Advanced Low-Cost Aircraft Structures) een ontwerp worden gemaakt van een zogeheten *gearbeamrib*, een constructie waaraan het landingsgestel wordt bevestigd. Ook ontwikkelde het een nieuw type huidveld voor een vleugel.

De luchtvaartindustrie is altijd op zoek naar lichtere, sterkere en goedkopere alternatieven voor metalen vliegtuigonderdelen. Composieten (koolstofvezels in een harsmatrix) zijn daarvoor aantrekkelijke kandidaten. ALCAS behelst het ontwerp van zowel een verkeersvliegtuig als een zakenvliegtuig. Beide typen zijn voor een groot deel opgebouwd uit composieten. Het ontwerp van het vliegtuigtype valt onder de supervisie van Airbus. Dassault heeft de ontwikkeling van het composit zakenvliegtuig onder de hoede genomen. De prototypes die ontworpen werden blijven aan de grond: ALCAS gaat om de opbouw van kennis van nieuwe materialen en van de bijhorende productieprocessen.

Een composit vliegtuig heeft fysische voordelen. Metaal en composit hebben bij verschillende temperaturen andere eigenschappen, ten aanzien van krimp en rek. Dat

kan voor problemen zorgen als beide materialen naast elkaar worden gebruikt. De *gearbeamrib* is bij de meeste toestellen gemaakt van metaal. Om dit onderdeel van composit materiaal te kunnen maken, is gespecialiseerde kennis nodig. De omvang van een *gearbeamrib*, ongeveer 150 liter, maakte de keuze van de harssoort lastig: het uitharden van zulke volumes veroorzaakt soms krimp-scheuren. Het NLR werd door Airbus gevraagd een composit *gearbeamrib* te ontwikkelen die voldoet aan de eisen.

Zowel het ontwerp van de *rib*, als het ontwerp van de mal zijn gereed voor de productie van een testexemplaar. Dat zal in de tweede helft van 2008 worden beproefd. Stork Aerospace kan de fabricagemethodieken gebruiken om de Europese vliegtuigindustrie van de modernste vleugels, staarten en composit landingsgestellen te voorzien.

Het onderzoek naar het huidveld voor het zakenvliegtuig heeft in 2007 eveneens resultaten opgeleverd. Het NLR heeft een huidveld van thermoplastisch materiaal geproduceerd dat na het uitharden niet broos wordt, in tegenstelling tot eerder toegepaste harsen. Ook dit huidveld zal in 2008 grondig worden getest.



INNOVATIEVE Vliegtuigkeukens en trolleys

Vliegtuigontwerpers en luchtvaartmaatschappijen moeten woekeren met gewicht en ruimte. Met een andere opstelling van de boordkeuken en de trolleys en een gewijzigde organisatie van de catering is op dat gebied winst te behalen.

Iedereen die wel eens vliegt, weet hoe de maaltijden voor de vlucht aan boord komen, en route doorgaans in magnetrons of ovens worden klaargemaakt en met behulp van trolleys aan de passagiers uitgedeeld. Die trolleys zijn in bijna ieder vliegtuig hetzelfde. Het is het Nederlandse bedrijf Driessen dat de trolleys produceert en op dit terrein mondiaal marktleider is. Het NLR onderzoekt hoe de logistieke cateringprocedure efficiënter kan verlopen. In het onderzoeksproject DACS (Driessen Advanced Catering System), dat uitgevoerd wordt in opdracht van Driessen, lukte het in 2007 innovatievere technieken en procedures in kaart te brengen.

Het directe doel van DACS is het besparen van gewicht, waardoor kan worden bezuinigd op brandstofkosten of waardoor extra passagiers kunnen meevliegen. In het project is de hele cateringketen onder de loep genomen. Van de keuken op de grond tot het transport naar de boordkeuken in het vliegtuig, van de service aan boord tot het leegmaken van de trolleys en het verwerken van het afval. Daarbij werd de boordkeuken anders ingedeeld en werden de bijbehorende trolleys herschikt. Tot nu toe worden trolleys aan boord opgeborgen in grote, lage

kasten. In de nieuwe DACS-opstelling is er sprake van trolleys zonder wielen, die serviceboxen worden genoemd. De serviceboxen worden met een takelsysteem boven elkaar gestapeld aan een wand. De serviceboxen worden voor het uitserveren van de wand gehaald en op een losse servicekar geplaatst. Door die aanpak wordt het vloeroppervlak efficiënter benut. De nieuwe serviceboxen en de nieuwe wand zijn bovendien lichter dan de 'oude' boxen en wand.

Er zijn meer punten waarop winst te behalen valt. De huidige generatie trolleys wordt bijvoorbeeld gekoeld met behulp van een centraal koelsysteem dat in de boordkeuken is ingebouwd. DACS onderzoekt of de nieuwe serviceboxen individueel zijn uit te rusten met koelapparatuur van geringe afmeting. Aangezien de noodzaak tot reguleren van de temperatuur van verschillende serviceboxen per vlucht kan verschillen, zou minder koelapparatuur kunnen volstaan. Die individuele koelsystemen zouden ook goed van pas kunnen komen op andere plekken in de logistieke keten van de vliegtuigcaterers. Zo hoeven de serviceboxen op weg van de keukens op de grond naar de vliegtuigen niet in koelwagens te worden getransporteerd.

VARIABELE ELEKTRONICAKOELING IN DE RUIMTE

Satellieten of Marswagentjes zijn soms heel koud en soms heel warm. Het NLR onderzoekt een nieuw idee om de boordelektronica variabel te koelen.

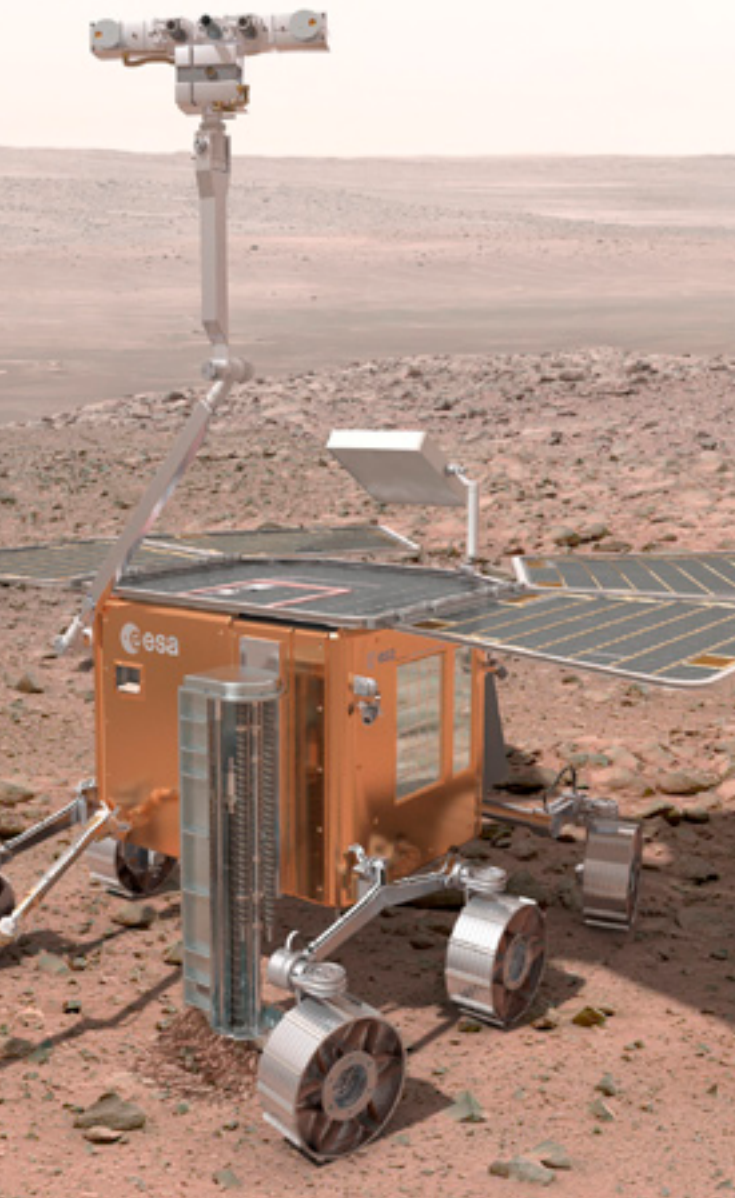
Zonder een goede warmtehuishouding kunnen satellieten niet functioneren. De warmteproducerende boordelektronica moet dus gekoeld worden. Het probleem

is echter dat de temperatuur van een satelliet sterk kan wisselen. Als een satelliet zich bijvoorbeeld in de schaduwzijde van de aarde bevindt, koelt hij af en wanneer hij voluit beschenen wordt door de zon, warmt hij op. Dat vraagt om een variabele warmteafvoer. Bij een lage temperatuur hoeft immers minder warmte te worden afgevoerd dan bij een hoge temperatuur.

Een recent idee voor een efficiënte, variabele koeling, is de VARES-radiator (VARiable Effective Surface), gebaseerd op een *oscillating heat pipe*. Dit is een meanderende capillaire buis, met een doorsnede van een halve tot twee millimeter. De buis is gevuld met bijvoorbeeld een vloeistof als aceton. Wanneer één kant van de buis in contact komt met een heet oppervlak, ontstaan daar dampbellen. De dampbellen zetten uit en de vloeistof in de buis gaat op en neer bewegen. De beweging voert de warmte af van de hete naar de koude kant, zonder dat er een pomp aan te pas komt. Het buizensysteem werd geïntegreerd in een thermisch frame, gekoppeld aan een radiator. In vergelijking met de standaardkoeling met een aluminium frame verloopt de warmteafvoer met het nieuwe systeem drie tot zesmaal efficiënter. Het koelsysteem kan kleiner en dus lichter worden uitgevoerd. Voor ruimtevaarttoepassingen is die massabesparing belangrijk.

In opdracht van ESA onderzocht het NLR hoe bruikbaar en efficiënt de *oscillating heat pipe*-radiator is voor ruimtevaarttoepassingen. De variabele koeling zou licht moeten zijn, stofbestendig en ook onder diverse zwaartekrachtcondities goed moeten werken. In het bijzonder werd onderzocht hoe bruikbaar het principe kan zijn aan boord van een "Marsrover", die 's nachts in een heel koude omgeving opereert en overdag juist in een heel warme.

Het principe bleek succesvol: het damp-vloeistofsysteem oscilleerde prima en had voldoende koelcapaciteit voor warme Marsdagen. Tijdens de gesimuleerde koude Marsnachten leverde het systeem voldoende isolatie. De volgende stap is het koelsysteem daadwerkelijk in de ruimte te testen.



STERKTEBEREKENINGEN IN EEN NIEUW JASJE

Dankzij een gebruikersvriendelijke ontwerpomgeving voor sterkteberekeningen kunnen ontwerpen van vliegtuigonderdelen beter en in minder tijd worden doorgerekend.

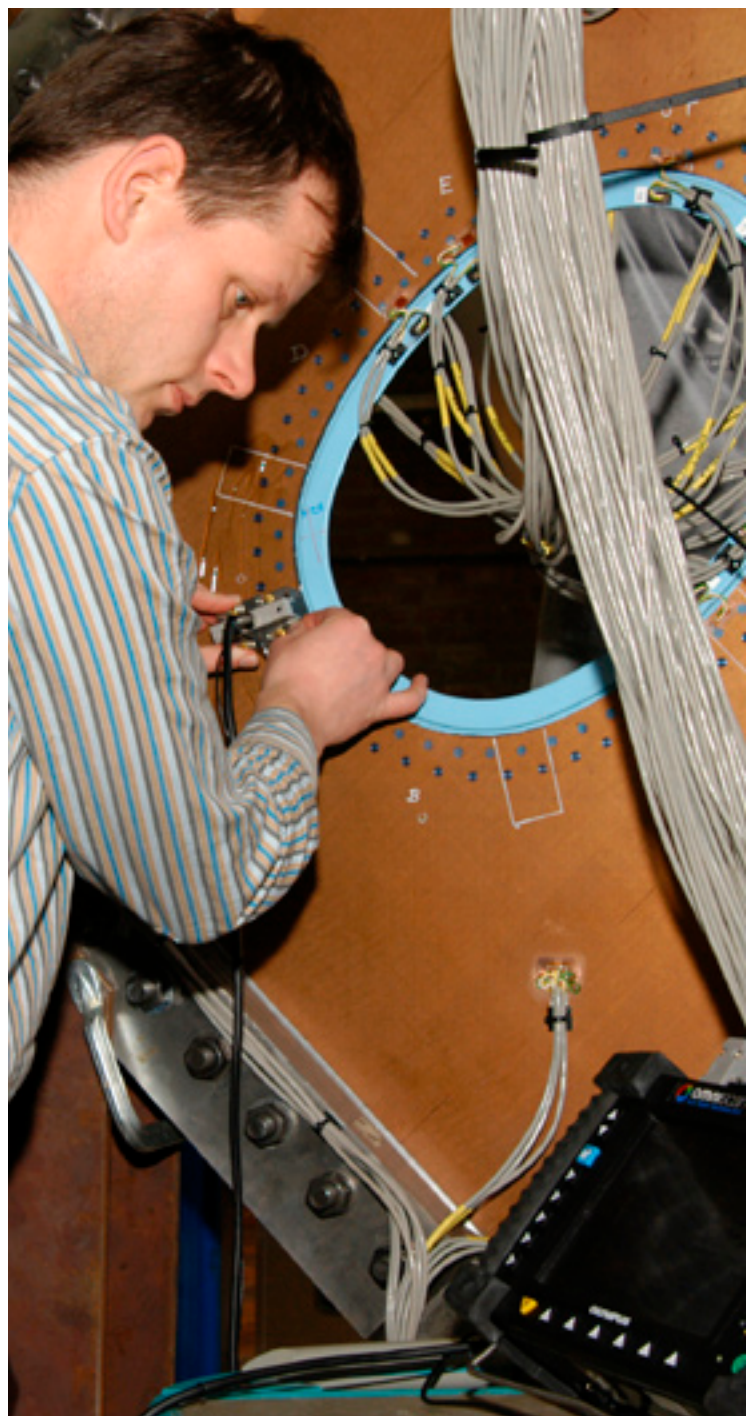
Vliegtuigonderdelen moeten de hele levensduur van een vliegtuig meegaan. Ze worden van te voren doorerekend op sterkte, vermoeiing en scheurgroei. Stork Fokker AESP heeft tientallen jaren ervaring met deze sterkteberekeningen. De rekenprogramma's worden van de ene ingenieursgeneratie op de andere doorgegeven. Telkens worden ze verbeterd en opnieuw gevalideerd. Het gebruiksgemak is echter vaak maar nauwelijks aangepast. De programma's worden bijvoorbeeld vaak nog met tekstcommando's bediend in plaats van met een veel handiger grafische interface. Daardoor is een nieuwe generatie deskundigen veel tijd kwijt om de programma's te leren gebruiken.

Binnen het project EDAF (Engineering Design Analysis Framework) onderzoekt het NLR, in samenwerking met Stork Fokker AESP, hoe de programma's voor de sterkteberekeningen zo gebruikersvriendelijk en efficiënt mogelijk kunnen worden gebruikt. Het NLR heeft een demonstratieversie van een ontwerpomgeving gemaakt, waarmee sterkteberekeningen sneller kunnen worden uitgevoerd en specialisten meer tijd kunnen besteden aan de daadwerkelijke sterkteanalyse. Vliegtuigontwerpen kunnen hierdoor beter en in minder tijd worden doorgerekend. Zo kan de Nederlandse vliegtuigindustrie in de toekomst sneller inspelen op opdrachten van vliegtuigbouwers.

Voor een volledige sterkteberekening worden dikwijls verschillende rekenprogramma's na elkaar gebruikt volgens een bepaald scenario. In het vervolgproject EDAF2 wordt onderzocht hoe verschillende rekenprogramma's gekoppeld kunnen worden in eenvoudig te bedienen rekenketens. De uitkomst van de ene subberekening wordt gebruikt als invoer voor een volgende subberekening, tot het hele scenario is uitgevoerd.

Daarnaast heeft EDAF2 als doel deze rekenprogramma's ook op afstand te kunnen gebruiken, via beveiligde webtechnologie. Zo kunnen ook de toeleveranciers van Stork

Fokker AESP dezelfde sterkteberekeningen uitvoeren. Die mogelijkheid bestaat ook voor medewerkers van Stork Fokker AESP die bij een klant op locatie werken.





Een eindeloze stroom goederen en mensen verplaatst zich dagelijks door en vanuit Nederland, ook via onze luchthavens. Nederland is een toegankelijk land. Maar toegankelijkheid is een kwetsbare eigenschap die aandacht vraagt. Bijvoorbeeld met studies naar een ringweg in de lucht en naar efficiënte afhandeling van vliegtuigen aan de gate.

MOBILITEIT

Ringweg in de lucht

Efficiëntere grondafhandeling van vliegtuigen aan de gate



Afrika wil dichter boven elkaar laten vliegen

Verkeersleiders testen procedure voor milieuvriendelijker landen



RINGWEG IN DE LUCHT

Het vliegverkeer van en naar de regionale vliegvelden Lelystad en Rotterdam neemt toe. Om het vliegverkeer van en naar Schiphol zo min mogelijk te hinderen, zijn plannen ontwikkeld voor een ringweg in de lucht.

De regionale luchthavens Lelystad en Rotterdam zullen naar verwachting in de komende jaren groeien. Een deel van het extra vliegverkeer zal de vliegpaden van het verkeer van en naar Schiphol kruisen. Om de veiligheid te garanderen en toch zoveel mogelijk vluchten toe te staan, is een nieuw concept bedacht: een denkbeeldige ringweg in de lucht rond Schiphol. Vliegverkeer van en naar de regionale luchthavens Lelystad en Rotterdam zal op bepaalde punten de ringweg binnenvliegen, vervolgens op deze ring om Schiphol heen vliegen, om ten slotte de ring weer te verlaten. De Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) heeft het NLR gevraagd om dit concept te evalueren.

Het NLR ontwikkelde hiervoor een *Fast Time Simulation* model waarmee vliegscenario's tot duizend maal sneller kunnen worden doorgerekend dan ze in werkelijkheid verlopen. Als invoer werden de gegevens van een van de drukste Schipholdagen van 2007 genomen en een toekomstig scenario voor een nog drukkere dag in 2010. Daarbij werd het volledige verkeer van zowel Schiphol, Lelystad als Rotterdam gesimuleerd, dat gebruik maakte van het nieuwe ringwegconcept.

Met de simulatiegegevens kon worden berekend hoeveel tijd een luchtverkeersleider in het scenario aan zijn of haar

taken kwijt is. Van elke afzonderlijke taak is bekend hoeveel tijd dit de verkeersleider kost. Volgens de huidige norm mag een luchtverkeersleider maximaal zeventig procent van elk uur met die taken bezig zijn. Dertig procent moet vrij zijn om te kunnen inspelen op onverwachte verkeerssituaties.

Luchtverkeersleiders van de LVNL hebben de gevolgen van het ringwegconcept aan de hand van de NLR-simulaties beoordeeld. Daarbij bekeken ze vier verschillende scenario's voor de taakverdeling van de luchtverkeersleiders. Het uitgangspunt was dat de totale taaklast van de luchtverkeersleiders niet mocht stijgen. In drie van de vier scenario's van het ringwegconcept was dit niet het geval. Alleen in het vierde scenario steeg bij sommige baancombinaties de taaklast tijdens de piekuren boven de norm van zeventig procent. In de praktijk kan dat worden opgelost door bijvoorbeeld een extra luchtverkeersleider in te zetten.

In 2008 worden de gegevens van de *fast-time* simulaties gebruikt als invoer voor *real-time* simulaties met de NLR-verkeersstorensimulator NARSIM-Radar. In deze simulatie zullen luchtverkeersleiders het ringwegconcept toetsen. Als deze simulaties succesvol verlopen, zou het ringwegconcept in 2010 operationeel kunnen zijn.

EFFICIËNTERE GRONDAFHANDELING VAN VLEGITUIGEN AAN DE GATE

Een nieuw planningsmodel leidt op vliegvelden tot efficiëntere grondafhandeling en vangt planningsverstoringen beter op.

Een vliegtuig dat net is geland, moet bij de gate zo snel mogelijk in gereedheid worden gebracht voor de volgende vlucht. Dat vergt een reeks aan handelingen: passagiers moeten van boord, bagage moet worden uitgeladen, het vliegtuig moet worden schoongemaakt, de nieuwe catering moet aan boord en het vliegtuig moet worden bijgetankt. Het is van groot belang deze handelingen goed op elkaar af te stemmen.

Centrale planning blijkt onvoldoende te werken. Het andere uiterste is een aanpak waarbij alle partijen - van bagageafhandelaar tot cateraar - hun eigen planning volgen. Het probleem met deze gedistribueerde aanpak is dat het zeer ingewikkeld is om de verschillende deelplanningen op elkaar af te stemmen. Met name als een vlucht vertraagd is, ontstaan er grote coördinatieproblemen: wie lost welk deel van de verstoring op?

In 2007 heeft het NLR een nieuw optimaliseringsmodel gemaakt, waarin de beste aspecten van centrale en gedistribueerde planning worden verenigd. Het basisidee is dat elke partij meer autonomie krijgt. Nu heeft bijvoorbeeld de maatschappij die het tanken verzorgt niets te zeggen over de planning. Het NLR-model ontkoppelt de werkzaamheden van elke partij. Door op een slimme manier aan elke partij een

extra planningsbeperking mee te geven kunnen conflicten worden voorkomen.

Deze planningsbeperking wordt afgeleid uit de vraag in welke mate de werkzaamheden van verschillende partijen van elkaar afhangen. Het model staat elke partij toe om binnen de opgelegde speelruimte eventuele planningsproblemen lokaal op te lossen, zonder verdere coördinatie met andere partijen. Ten slotte worden de planningen van de afzonderlijke partijen samengevoegd tot een planning voor de volledige grondafhandeling.

Het project werd samen met de TU Delft uitgevoerd. Het NLR zorgde voor de operationele beschrijving, en ontwikkelde samen met de TU Delft een prototype model. Het model is getest op een serie van vluchten die op Schiphol aankwamen. Het gaf voor iedere vlucht binnen een seconde aan wat de optimale planning van de grondafhandeling was.

De test liet zien dat het grote voordeel vooral in de herplanning ligt. Voortdurend wijken er op een luchthaven dingen af van de planning en is dus herplanning nodig. Door meer vrijheid te geven, blijkt de grondafhandeling efficiënter te kunnen.



AFRIKA WIL DICHTER BOVEN ELKAAR LATEN VLIEGEN

Ook Afrika wil vliegtuigen dichter boven elkaar laten vliegen. Dat bespaart brandstof en vergroot de capaciteit in het luchtruim. Het NLR doet de risicoanalyses.

Het wordt steeds drukker in de lucht en brandstof wordt duurder. Mede daarom is rond 1990 internationaal afgesproken dat onder strenge voorwaarden vliegtuigen boven de 29.000 voet (bijna tien kilometer) met een minimum afstand van duizend voet (300 meter) boven elkaar mogen vliegen. Vóór die tijd was de minimum afstand het dubbele. De aanpassing vergroot de capaciteit van het luchtruim en bespaart brandstof doordat meer vliegtuigen in de buurt van hun ideale vlieghoogte kunnen vliegen.

In Europa werd het RVSM (Reduced Vertical Separation Minimum) in 2002 geïntroduceerd. Ook Afrika wil de overstap maken. Daarom vroeg de Zuid-Afrikaanse luchtver-

keersleiding (ATNS), die het vliegverkeer in het Afrikaanse luchtruim coördineert, het NLR om het botsingsrisico te berekenen. Daarvoor ontwikkelde het NLR een wiskundig model dat rekening houdt met verkeersintensiteit, vliegtuigafmetingen en relatieve snelheden, maar ook met hoogtevariaties en navigatiefouten. Het NLR gebruikte het model voor Afrika voor een eerste evaluatie in 2005 en in 2007 is een nieuwe evaluatie uitgevoerd.

Uit berekeningen met het model blijkt dat het botsingsrisico boven de internationale norm ligt. Mede daardoor kan RVSM in het Afrikaanse luchtruim nog niet worden ingevoerd. Er is in 2007 wel een verbetering te zien ten opzichte van 2005. Zet deze trend door, dan kan ook Afrika op termijn RVSM invoeren.

Het NLR werkt sinds de jaren tachtig aan RVSM en ontwikkelde veel expertise. Ook de komende jaren zal het risicoberekeningen voor het Afrikaanse luchtruim blijven uitvoeren. Daarnaast heeft ATNS belangstelling om het NLR ook andere veiligheidsstudies te laten uitvoeren, bijvoorbeeld op het gebied van verbetering van procedures en communicatie.





VERKEERSLEIDERS TESTEN PROCEDURE VOOR MILIEUVRIENDELIJKE LANDEN

Een continue daling van een vliegtuig tijdens de landing belast het milieu minder dan een stapsgewijze daling. Maar de verkeersleiding kan dan om veiligheidsredenen minder vliegtuigen per uur laten landen. Het NLR onderzocht hoe de continue daling toch mogelijk is, zonder veel capaciteitsverlies.

's Nachts, als het rustiger is, hanteert Schiphol al de continue daling. Een continue daling (*continuous descent approach*) kost minder brandstof en veroorzaakt minder geluid en luchtvervuiling. Het nadeel van deze nieuwe procedure is dat de verkeersleiders niet op elk moment exact weten op welke hoogte een landend toestel vliegt. Daarom wordt de procedure overdag, wanneer het druk is, nog niet toegepast: om de veiligheid toch te garanderen, zouden verkeersleiders de ruimte tussen opeenvolgende vliegtuigen namelijk moeten vergroten. Daardoor daalt echter het aantal landingen per uur, en dat is ongewenst.

Binnen het EU-project OPTIMAL (Optimized Procedures and Techniques for Improved Approach and Landing) onderzoekt het NLR of het met een goede organisatie en slimme hulpmiddelen toch haalbaar is om de continue daling als standaardprocedure op Schiphol in te voeren, zonder veel capaciteitsverlies en met behoud van veiligheid. Uitgangspunt bij de studie was een gewenste capaciteit (in 2015) van dertig starts per uur per startbaan, en dertig landingen per uur per landingsbaan.

Met *fast-time* simulaties onderzocht het NLR het vliegverkeer op een verwachte drukke Schipholdag in 2015. De resultaten werden gebruikt in een *real-time* simulatie

met de verkeersleidingsimulator NARSIM-Tower. Daarbij kregen verkeersleiders de mogelijkheid om aankomende vliegtuigen op minstens 120 mijl (222 km) vanaf Schiphol te controleren. Dat is tot twee keer de afstand van de huidige controleafstand. Een groter controlegebied geeft de verkeersleiders meer tijd om de daling te begeleiden.

Ook ontwikkelde het NLR twee softwarepakketten die de taak van de verkeersleiders tijdens de continue daling moeten vereenvoudigen. Het eerste softwarepakket helpt de verkeersleider om op elk moment de gewenste afstand tussen twee vliegtuigen te bewaken. Het tweede softwarepakket helpt de verkeersleider vanaf het moment dat een vliegtuig de 120-mijl-zone binnenvliegt, de beste landingsvolgorde en de beste routekeuze tot aan de landingsbaan op Schiphol te bepalen.

De verkeersleiders oordeelden in de NARSIM-simulaties dat het nieuwe dalingsconcept haalbaar is bij het gewenste aantal landingen per uur en gebruikmakend van de nieuwe software. Om het nieuwe dalingsconcept in 2015 daadwerkelijk in te voeren, zouden verkeersleiders het vliegverkeer vanaf 120 mijl afstand van Schiphol moeten kunnen begeleiden.



Nederland is een welvarend land. Om de hoge levensstandaard te behouden, is hoogwaardige werkgelegenheid nodig. Nederlandse producten moeten zich ook in de toekomst kwalitatief blijven onderscheiden. En terecht: veiligheid vraagt onze volle aandacht. Bijvoorbeeld in studies naar veiligheid aan boord.

VEILIGHEID

Veilige masten breken snel af

Menselijk gedrag in de cockpit
precies bestudeerd

Selectie politiehelikopters KLPD



Veiligheid rondom
helikopterhavens

Hoger bouwen zonder
vliegverkeer te hinderen

VEILIGE MASTEN BREKEN SNEL AF

Vliegtuigen kunnen beschadigen door botsingen met obstakels zoals lichtmasten op de luchthaven. Een slim ontwerp van deze masten kan veel schade voorkomen.

Obstakels in de omgeving van start- en landingsbanen zijn ongewenst. Anderzijds zijn obstakels zoals masten wel noodzakelijk voor verlichting en voor de bevestiging van instrumenten. Maar hoe voorkom je schade, als vliegtuigen bijvoorbeeld van de baan glijden en tegen deze masten botsen?

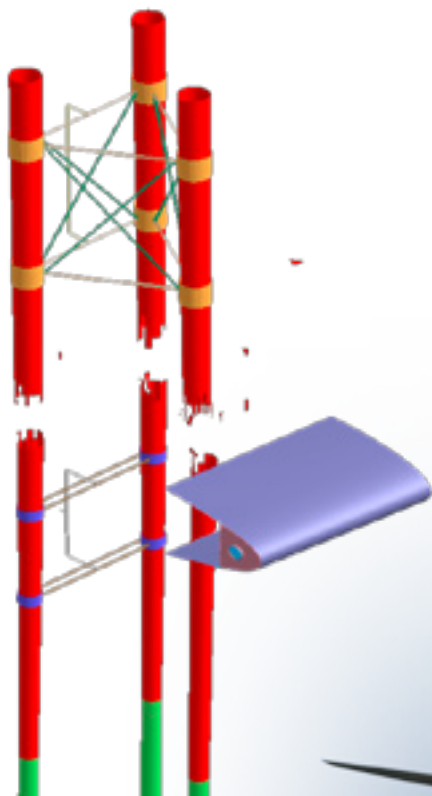
In opdracht van het Duitse Pfleiderer Europoles en het Amerikaanse Zephyr onderzoekt het NLR of er masten zijn te ontwikkelen die bestand zijn tegen zware weersomstandigheden, maar ook meteen afknappen wanneer een vliegtuig ze raakt. In 2007 analyseerde en verbeterde het NLR een bestaand ontwerp.

De onderzoeksvraag volgt de regels die de International Civil Aviation Organization (ICAO) voor dergelijke masten opstelt. De ICAO stelt dat vliegtuigen met een startgewicht tot 3000 kilo een botsing met een mast ongeschonden moeten kunnen doorstaan. Men gaat ervan uit dat deze masten bij zwaardere vliegtuigen altijd afknappen, waardoor de schade aan het vliegtuig beperkt blijft.

Het ontwerpen van dergelijke masten vergt kennis van materiaal, de architectuur van de mast, de krachten die weer en wind hierop uitoefenen en van de krachten die vrijkomen bij een botsing.

De onderzoekers van het NLR kwamen tot de conclusie dat glasfiber composiet het meest geschikt is als constructiemateriaal. Glasfiber composiet is breekbaarder dan metaal en bovendien is van dit materiaal geen interferentie met elektronica te verwachten. Vervolgens toetste het NLR diverse variabelen, zoals wanddiktes van de masten, de samenstelling van het glasfiber composiet zelf en de sterkte van de mastconstructie.

Het NLR berekende onder andere dat de wanddikte kleiner kon worden gemaakt. Naar aanleiding daarvan heeft de fabrikant zijn ontwerp aangepast. Het nieuwe ontwerp is nu nog virtueel, maar in een volgend stadium zullen de voorgestelde masten worden gefabriceerd. Het NLR zal ook betrokken worden bij de uiteindelijke tests van de nieuwe masten.





MENSELIJK GEDRAG IN DE COCKPIT PRECIJS BESTUDEERD

Menselijke fouten vormen nog steeds een van de belangrijkste oorzaken van vliegtuigongevallen. In het EU-project HILAS worden technologieën ontwikkeld waarmee het gedrag van vliegers nauwkeurig kan worden bestudeerd. Zo kunnen aanpassingen worden doorgevoerd die ongelukken doen verminderen.

In het begin van de luchtvaart was het wel zo overzichtelijk. Vliegtuigen hadden maar een paar instrumenten in de cockpit en de grond was altijd zichtbaar als referentie. De vlieger die vandaag een Airbus A320 vliegt, krijgt zeer veel informatie aangeboden op allerlei displays. De komende jaren komen er nog allerlei nieuwe technologieën bij om vliegen nog veiliger te maken. Dat leidt tot nog meer displays in de cockpit. Een consortium, gefinancierd door de Europese Unie, onderzoekt hoe vliegers in de cockpit omgaan met al die informatie en hoe je dat kunt meten. Neemt de werklast toe? En hoe helpt de extra informatie vliegers om de juiste beslissingen te nemen?

Om dergelijke vragen te beantwoorden worden onder andere hartslag, ademhaling en oogbewegingen gemeten. Zo wordt precies geregistreerd hoe de vlieger de cockpittechnologieën gebruikt en welke informatie hij in welke volgorde oppikt.

Het doel van het HILAS project (Human Integration into the Lifecycle of Aviation Systems) is een betrouwbare, objectieve methode te ontwikkelen om cockpittechnologieën te certificeren voor het gebruik door vliegers.

Het NLR installeerde daartoe vijf nieuwe boordsystemen in de vluchtsimulator GRACE zoals een *Helmet Mounted Display*. Dit is een helm met aan de binnenzijde een klein transparant display waarop de vlieger omgevingsinformatie ziet die nodig is om veilig te vliegen. Dat kan bijvoorbeeld waardevol zijn bij slecht zicht.

In de eerste twee maanden van 2007 vlogen zestien vliegers twee dagen lang in de vluchtsimulator waarbij ze de nieuwe boordsystemen van verschillende internationale partners tegelijkertijd uitprobeerden. Onderzoekers registreerden de werkbelasting. Het NLR integreerde alle meetmethoden en de technologieën.

In september 2008 komt een vervolg op het experiment, waarbij het NLR onderzoekt hoe de verschillende meetmethoden om gedrag te meten, elkaar kunnen aanvullen. De ontwikkeling van een onderzoeksmethode voor het meten van werkbelasting is een belangrijk onderdeel van HILAS.

SELECTIE POLITIEHELIKOPTERS KLPD

Overheidsorganisaties moeten soms technisch complex materieel selecteren. Het Korps Landelijke Politiediensten (KLPD) had bij de selectie van nieuwe helikopters behoefte aan een onafhankelijke derde partij, met verstand van zaken. De keuze viel op het NLR.



Helikopters zijn voor politiekorpsen een belangrijk hulpmiddel bij de opsporing van verdachten of bij het vervoer van delinquenten. Aangezien de huidige generatie politiehelikopters aan vervanging toe is, moest het KLPD een nieuw type selecteren. Het NLR heeft grote ervaring met het evalueren en testen van helikopters voor de krijgsmacht en daarom wendde het KLPD zich tot het NLR voor hulp bij het selectieproces.

Allereerst ondersteunde het NLR het KLPD bij het formuleren van de eisen waaraan de helikopters moeten voldoen. Al snel bleek dat de functies zeer divers waren. Zo moeten ze langdurige surveillancetaken bij nacht en ontij kunnen combineren met het vervoer van zwaar bewapende interventieteams bij terreurdreiging. De helikopters moeten daartoe zijn uitgerust met diverse sensoren, een passagierscompartiment, de modernste communicatietechnologie en lieren waaraan een dergelijk interventieteam snel kan afdalen.

Daarnaast zullen de nieuwe helikopters een nieuwe taak krijgen: assistentie verlenen bij calamiteiten op booreilanden op de Noordzee. De heli's moeten daartoe beschik-

ken over een systeem dat ervoor zorgt dat de helikopter blijft drijven na een ongeval. Om te beoordelen aan welke eigenschappen de meeste waarde werd gehecht, werd een puntensysteem gebruikt. Overwegingen van onderhoud en levensduur speelden daarbij een belangrijke rol.

In een vroeg stadium werd al onderkend dat één enkel helikoptertype deze specificaties niet allemaal in zich kon verenigen. Daarom werd besloten om zes stuks van een politiehelikopter te bestellen en twee van een groter model helikopter dat geschikt is voor het transport van antiterreureenheden. Een uitgeschreven tender leverde een aantal kandidaten op, die door het KLPD samen met het NLR werden geëvalueerd. Dat betekende een papieren beoordeling van de specificaties van de kandidaten. Daarnaast voerde een gecombineerd team van KLPD en NLR bij de fabrikanten ook vliegproeven uit. Uit deze selectieprocedure kwamen twee helikoptertypen als beste naar voren. Zes Eurocopter EC-135's worden de 'werkpaarden', terwijl twee AgustaWestland-139's worden ingezet voor het personenvervoer.





VEILIGHEID RONDOM HELIKOPTERHAVENS

Een rekenmodel van het NLR helpt de risico's voor burgers in de omgeving van helikopterhavens in kaart te brengen.

Naast een intensiever gebruik door politie en hulpdiensten, zijn helikopters steeds meer in trek voor zowel personenvervoer als voor recreatief vervoer. Daarom bestaan er plannen voor de ontwikkeling van een Nederlands netwerk van helikopterverbindingen. Een toenemend aantal steden in Nederland overweegt een helikopterhaven aan te leggen.

Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat wil weten of de aanwezigheid van een helikopterhaven uit veiligheidsoverwegingen verantwoord is voor omwonenden. Voor vliegtuigen kan precies in kaart worden gebracht welk risico omwonenden van een luchthaven lopen om slachtoffer te worden van een vliegtuigongeluk. Voor helikopters was dat risico nog niet nauwkeurig te berekenen. Het Ministerie heeft het NLR gevraagd om een veiligheidsmodel te ontwikkelen dat de externe risico's van civiele helikopters in kaart brengt.

Aan de basis van het model ligt een uitgebreid databestand van wereldwijde ongevallen, dat het NLR gedurende vele jaren heeft opgebouwd. Alleen gegevens die ook in

de Nederlandse context relevant zijn, werden meegenomen. Helikopterongevallen in de bergen of in de woestijn horen daar bijvoorbeeld niet bij. Uit de ongevalgegevens leidde het NLR de kans af van een helikopterongeval op een bepaalde locatie en taxeerde wat daarvan de gevolgen zouden zijn. Het veiligheidsmodel werd ontwikkeld voor het gebied binnen een straal van ongeveer drie kilometer rondom een helikopterhaven. In het model wordt naar twee risicomaten gekeken: het plaatsgebonden risico en het groepsrisico. Het plaatsgebonden risico is het denkbeeldige risico dat een persoon loopt om op de grond slachtoffer te worden van een helikopterongeluk. Het groepsrisico houdt rekening met de hoeveelheid mensen die op een bepaald stuk land wonen. Als er ergens geen mensen wonen, is het groepsrisico nul, maar het plaatsgebonden risico niet.

Het NLR heeft in 2007 een eerste concept van het veiligheidsmodel ontwikkeld en begin 2008 presenteerde het de eerste resultaten van het model aan het Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

HOGER BOUWEN ZONDER VliegVERKEER TE HINDEREN

Dankzij overtuigend NLR-rekenwerk mag Novartis Pharma in Basel tweemaal zo hoog bouwen als aanvankelijk was bepaald. Het vliegverkeer blijkt niet te worden gehinderd.

Geneesmiddelenfabrikant Novartis wil op de onderzoeks-campus in het Zwitserse Basel een aantal gebouwen optrekken. Architecten presenteerden een plan waarin het hoogste gebouw tot 75 meter reikte. Volgens internationale normen zou een gebouw op die plek niet hoger mogen zijn dan 63 meter: hoger bouwen zou het luchtverkeer kunnen hinderen dat opstijgt vanaf of landt op de nabij gelegen luchthaven Basel/Mulhouse, gelegen op Frans grondgebied.

Aan de hand van internationale normen moeten denkbeeldige vlakken rond een luchthaven worden getrokken waar gebouwen niet doorheen mogen 'steken'. Daar mag je nationaal alleen van afwijken als je kunt aantonen dat de vliegveiligheid gegarandeerd is. Novartis wilde graag

hoger bouwen, en vroeg het NLR als onafhankelijke, Nederlandse partij een veiligheidsstudie uit te voeren.

Het NLR berekende in het Novartis Obstacle Assessment-project hoe hoog een gebouw op de geplande Novartis-locatie mag worden, zonder dat het opstijgende of landende luchtverkeer wordt gehinderd. Daarvoor werden alle mogelijke vliegprocedures die voor Basel gelden tot in detail geanalyseerd. Daaruit bleek dat gebouwen pas vanaf 128 meter hoogte de vliegprocedures zouden hinderen. De NLR-studie, afgerond in september 2007, overtuigde zowel de Zwitserse als de Franse autoriteiten. Novartis kreeg toestemming om hoger te bouwen dan ze hadden durven dromen.





Nederland behoort met ruim 16 miljoen mensen op krap 35000 vierkante kilometer tot de dichtstbevolkte landen ter wereld. Niet voor niets loopt Nederland wereldwijd voorop bij het ontwikkelen van milieubeleid. Met een stipte controle van de naleving van vliegroutes bijvoorbeeld. En met simulatoren om de overlast van vliegtuiggeluid te kunnen toetsen.

MILIEU

Minder meetvluchten,
minder overlast

Brandstofbesparing boven
de oceaan



Revolutionair nieuwe
vliegtuigconcepten

Gesimuleerd vliegtuiggeluid

Flitspalen voor vliegtuigen



MINDER MEETVLUCHTEN, MINDER OVERLAST

Het aantal meetvluchten op Schiphol, nodig voor onderhoud aan het Instrument Landing System werd in 2007 meer dan gehalveerd. Dat is kostenbesparend en vermindert het vliegtuiggeluid.

Dankzij het ILS (Instrument Landing System) kunnen vliegers altijd veilig naderen en landen, ook bij slecht zicht. Antennes naast en op de kop van de landingsbaan zenden radiobundels omhoog die de ideale aanvliegroute markeren. Het vliegtuig ontvangt de signalen en berekent waar het zich bevindt ten opzichte van het ideale pad. In Nederland wordt het ILS beheerd door de Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL), onder toezicht van de Inspectie Verkeer en Waterstaat (IVW).

Het ILS moet vlekkeloos functioneren, volgens internationale eisen. Apparatuur op de grond houdt het systeem in de gaten en waarschuwt bij problemen. LVNL inspecteert het ILS en de 'monitoralarmen' regelmatig. Dat gebeurt op de grond door metingen op de baan en vanuit de lucht door meetvluchten. De meetvluchten worden 's avonds na de laatste startpiek uitgevoerd. Het meetvliegtuig daalt enige malen tot vlak boven de baan en start dan door. Die vliegbewegingen zijn relatief luidruchtig. Met de groei van het luchtverkeer komt het beschikbare tijdslot voor de meetvluchten steeds meer onder druk te staan. Bovendien zorgen de vluchten vaak voor extra gebruik van de Buitenveldertbaan en de Aalsmeerbaan, waarbij over relatief dichtbevolkte gebieden wordt gevlogen. Kan het aantal meetvluchten voor Schiphol omlaag? Deze vraag was voor het Knowledge & Development Centre (KDC)

aanleiding om in 2006 een brainstormbijeenkomst te organiseren met experts van LVNL, IVW, Schiphol, KLM en NLR. In opdracht van KDC en LVNL onderzocht het NLR in hoeverre het mogelijk is om deze controle alleen uit te voeren vanaf de grond. Hiervoor moest aangetoond worden dat er voldoende correlatie bestaat tussen metingen op de grond en die in de lucht.

Het NLR maakte gebruik van een gevalideerd rekenmodel dat nauwkeurig voorspelt hoe een ILS-radiobundel zich gedraagt onder invloed van bodemgesteldheid (zoals het vochtgehalte van de bodem) en bebouwing. Daarnaast analyseerde het gegevens van eerder uitgevoerde meetvluchten en metingen op de grond. De uitkomsten van de modelsimulaties toonden aan dat je inderdaad vanaf de grond kunt vaststellen of het ILS-signaal in de lucht in orde is. Het ILS-signaal voldoet aan alle gestelde eisen wanneer het signaal dat je met de meetwagen op de grond registreert, binnen strenge veiligheidsmarges blijft.

Die conclusie maakt veel meetvluchten overbodig. Juni 2007 reduceerde LVNL haar ILS-onderhoudsprogramma met meer dan de helft. Het hele programma voor één ILS kan voortaan op één avond worden afgewerkt. Een vervolgonderzoek door het NLR moet in 2008 vaststellen of ook andere typen meetvluchten kunnen worden beperkt.



BRANDSTOFBESPARING BOVEN DE OCEAAN

Met een nieuwe vliegprocedure kunnen vliegtuigen boven de oceaan brandstof besparen. Het NLR onderzocht de haalbaarheid van deze nieuwe vliegprocedure met haar simulatoren voor vlucht- en verkeersleiding.

Een groot deel van het vliegverkeer tussen Europa en de VS vliegt langs een vijf- of zestal parallelle routes boven de Atlantische Oceaan. Elke route kent een aantal hoogten waarop de vliegtuigen mogen vliegen. Om veiligheidsredenen moet een vliegtuig voldoende afstand houden tot zijn voorganger. Die separatieafstand komt nu nog overeen met een vliegtijd van minstens tien minuten.

Tijdens de vlucht verbruikt het vliegtuig brandstof en wordt het lichter. In principe zou het dan gemakkelijker hoger kunnen vliegen. Omdat de luchtdruk en de luchtdichtheid snel afnemen met toenemende hoogte, ondervindt het vliegtuig op grotere hoogte minder luchtweerstand, en kan het brandstof besparen door te klimmen. Om boven de Atlantische Oceaan te klimmen, moet een vliegtuig toestemming vragen aan de luchtverkeersleiding in Engeland of Canada. Door de grote afstand ziet de radar niet waar de vliegtuigen zich bevinden. De verkeersleiding moet het doen met de vluchtinformatie die de vliegtuigen elke tien lengtegraden doorgeven, en weet dus alleen bij benadering waar een vliegtuig zich bevindt en hoe hard het vliegt. Dat beperkt de mogelijkheden voor vliegtuigen om van hoogte te veranderen.

Wanneer vliegers zelf precies weten waar de vliegtuigen om hen heen zich bevinden, kunnen ze zelf bepalen of

ze van vlieghoogte zouden kunnen wisselen. Dat kan met ASAS (Airborne Separation Assistance System). In het gelijknamige Europese technologieproject wordt ASAS ontwikkeld om de onderlinge afstand (separatie) tussen vliegtuigen veilig te kunnen reduceren, boven de oceaan van tien minuten tot twee á drie minuten. Op grond van deze nieuwe procedures kan de luchtverkeersleiding vliegtuigen veel gemakkelijker toestemming geven om te klimmen en zo brandstof te besparen. Het blijft de luchtverkeersleiding die toestemming moet geven om te klimmen of te dalen.

In 2007 heeft het NLR in zijn vluchtsimulator GRACE en in zijn verkeersleidingssimulator NARSIM simulaties gedaan om dit brandstofbesparende concept voor vliegers en luchtverkeersleiders te testen. In de vluchtsimulator beoordeelden vliegers een normaal vliegscenario, een iets afwijkend scenario en een noodscenario. De opdracht was om te klimmen naar de eerstvolgende vluchthoogte en zelf met ASAS een separatie van minimaal twee minuten te bewaren. Verkeersleiders beoordeelden het systeem in de verkeersleidingssimulator. Zowel de vliegers als de verkeersleiders kwamen tot de conclusie dat het systeem goed functioneerde zonder dat het ten koste ging van de veiligheid.

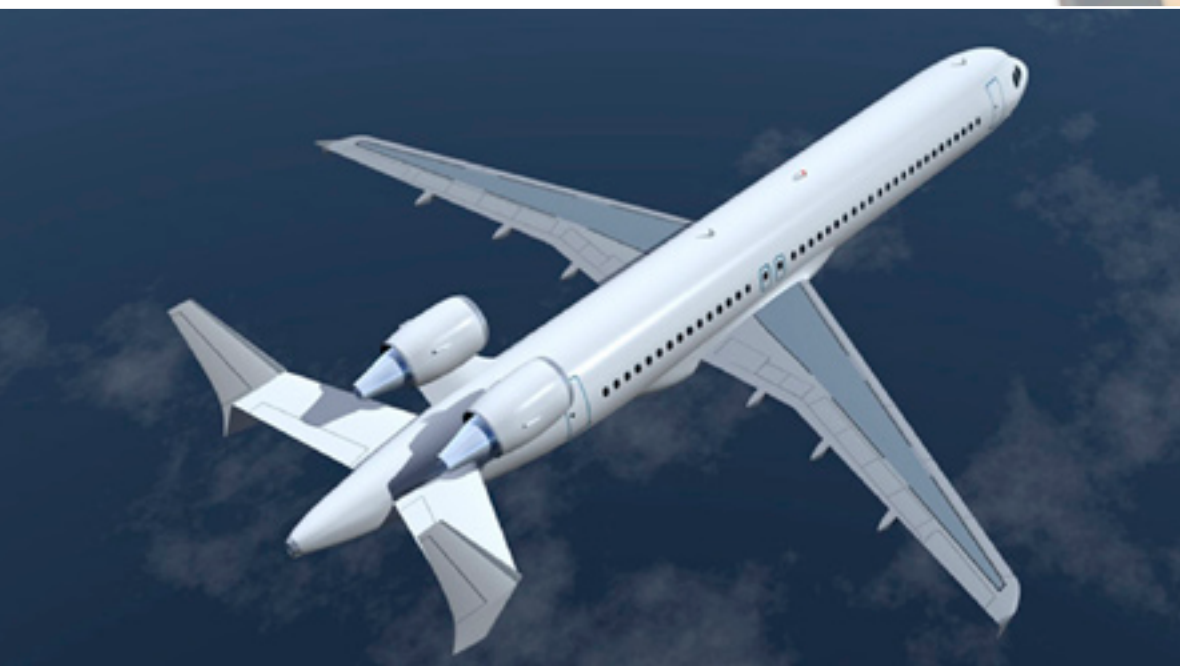
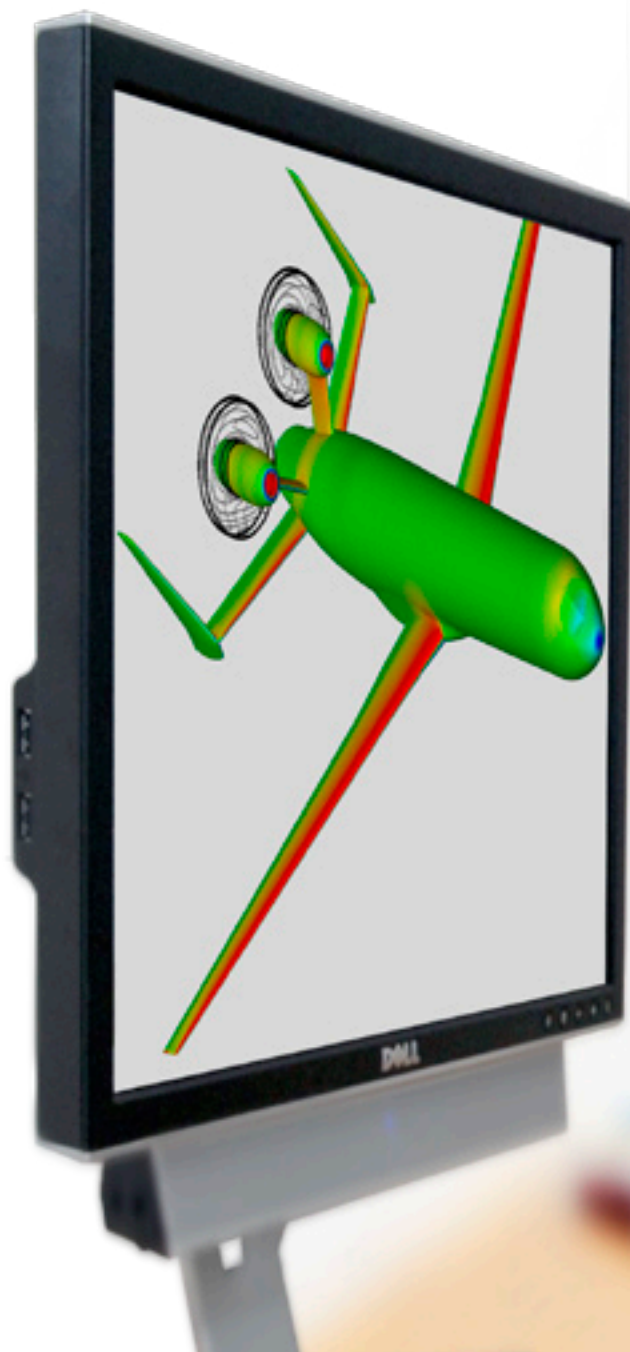
REVOLUTIONAIR NIEUWE VLIEGTUIGCONCEPTEN

Hoeveel stiller of zuiniger kan een vliegtuig worden?

Vliegtuigbouwers ontwerpen een commercieel vliegtuig zodanig dat alle belangrijke eigenschappen meewegen: productiekosten, brandstofgebruik, emissie, veiligheid, voortstuwing, passagiercomfort, geluidsproductie. Dat leidt altijd tot compromissen, waardoor een vliegtuig op individuele eigenschappen nooit het maximaal haalbare bereikt.

Om te onderzoeken wat er op de losse eigenschappen theoretisch maximaal haalbaar is, heeft de Europese Commissie het project NACRE (New Aircraft Concept Research) gesponsord. Binnen deze studie voert het NLR drie deelonderzoeken uit: de geluidsproductie, het brandstofverbruik en de voortstuwing, waaraan in 2007 werd gewerkt.

Het NLR bestudeert de invloed van het vliegtuigontwerp op de geluidsproductie. De geluidsproductie door de





motoren wordt daarbij als gegeven beschouwd. Er wordt alleen gekeken naar de ideale plek van de motoren. Door de gebruikelijke ophanging van de motoren onder de grote zijvleugels wordt namelijk veel geluid naar beneden gereflecteerd.

Het NLR bestudeerde een nieuw vliegtuigconcept van Airbus waarbij twee motoren op de achterzijde van de romp gemonteerd zijn. Speciaal gevormde staartvlakken scherpen het motorgeluid optimaal af. Het NLR ontwikkelde vervolgens rekenmethoden om zowel de geluidsbronnen als de geluidsvoortplanting te modelleren. Met deze numerieke modellen berekende het NLR dat dit vliegtuigconcept een aanzienlijke geluidsreductie oplevert. Een Europese onderzoekspartner zal een schaalmodel van dit type bouwen. Met de experimentele gegevens die de modelvluchten gaan opleveren, kunnen de NLR-berekeningen worden geverifieerd.

Een tweede conceptstudie van het NLR richt zich op brandstofbesparing door het verticale staartvlak aerodynamischer te maken. Daarvoor is het richtingsroer in meerdere vlakken opgeknipt, die scharnierend aan elkaar zijn bevestigd. Een aerodynamische studie toonde aan dat de efficiëntie van het richtingsroer met twintig procent kan stijgen. Daarmee kan het vliegtuig tot 0,4 procent brandstof besparen.

In een derde conceptstudie bestudeert het NLR een zeer efficiënt voortstuwingsconcept. Daarbij wordt het gebruikelijke ronde plaatwerk om de motoren heen weggelaten, zodat alleen het propellergedeelte overblijft. Dit concept kan een brandstofreductie van ruim twintig procent leveren. Helaas zorgt dit wel voor extra trillingen en extra geluid. Om dat tegen te gaan, moeten innovatieve oplossingen worden bedacht. Zo blijft het ontwerpen van stillere en zuinigere vliegtuigen een proces van continue innovatie.

GESIMULEERD VLIEGTUIGGELUID

De vliegtuiggeluidssimulator geeft realistisch weer wat je op de grond van een overvliegend vliegtuig hoort. Een nieuw hulpmiddel voor geluidshindermanagement.

Geluidshinder door vliegtuigen wordt nog steeds met een vrij grove benadering in kaart gebracht. De geluidsproductie per vliegtuigtype en het aantal vliegtuigen wegen daarin mee. Maar de geluidshinder die je op de grond werkelijk ervaart, hangt ook af van het weer, van de ondergrond waarop je staat en van de richting van het vliegtuiggeluid.

Het NLR kocht in 2007 een geluidssimulator van het Amerikaanse NASA Langley en ontwikkelde het verder voor de Nederlandse situatie. Deze Virtual Community Noise Simulator (VCNS) laat veel realistischer horen dan tot nu toe mogelijk was hoeveel geluid een overvliegend vliegtuig daadwerkelijk veroorzaakt. Zowel de belangrijkste geluidsbronnen van een vliegtuig, als de richtingen waarin het geluid zich voortplant, worden gemodelleerd. Geavanceerde audio-apparatuur geeft het berekende vliegtuiggeluid zo realistisch mogelijk weer.

Geluidsreflecties op de grond spelen een belangrijke rol. Het maakt een groot verschil of je hetzelfde vliegtuig hoort op het grasveldje achter je huis of op de betegelde ondergrond voor je schuur. Ook het weer speelt een grote rol: het verloop van temperatuur en windsnelheid in de atmosfeer beïnvloedt sterk de afbuiging van het vliegtuiglawaai.

In dit multidisciplinaire project werken psychologen, milieudeskundigen, geluidstechnici en operationeel deskundigen met elkaar samen. Volgend jaar wordt de geluidssimulator voor het eerst gebruikt voor geluidshinderonderzoek door de luchthaven Schiphol, de KLM en de Ministeries van Verkeer en Waterstaat en van Defensie. In de toekomst kan de geluidssimulator ook gebruikt worden voor dynamische routing van vliegtuigen. Daarbij vliegen toestellen geen vaste routes, maar routes die afhangen van de weersomstandigheden en het moment van de dag. Zo kun je de geluidshinder beperken. Ook kan de luchthaven Schiphol een dergelijke simulator gebruiken voor een betere voorlichting over geluidshinder aan omwonenden.



FLITSPALEN VOOR VLIEGTUIGEN

Niet alle vliegtuigen maken evenveel lawaai. Met 'flitspalen' voor vliegtuigen kunnen herrieschoppers worden geïdentificeerd en beboet. Het NLR deed een haalbaarheidsstudie.

In 2006 besloot het kabinet een boetesysteem te onderzoeken voor de meest lawaaiige vliegtuigen. De regering wil met 'flitspalen' omwonenden van luchthavens tegen geluidsoverlast beschermen. Dat kan met een geluidsmeetpost die van elke individueel vliegtuig vaststelt of het een herrieschopper is. Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat vroeg in 2007 het NLR om de technische mogelijkheden van zo'n meetpost te onderzoeken.

De flitspaal is een simpel idee, maar technisch toch niet zo eenvoudig uit te voeren. De toekomstige, op afstand bedienbare geluidsmeetpost is een aaneenschakeling van meetsystemen die het geluidsniveau, de vliegroute en de vluchtgegevens registreren. Een luchtvaartmaatschappij in overtreding kan zo worden achterhaald. Herkenningssoftware kan vaststellen of het gemeten geluid van het passerende vliegtuig is of van andere geluidsbronnen, zoals een vrachtwagen die langs dendert.

Windgeruis kan het geluid van het vliegtuig verstoren. Om te voorkomen dat vliegtuigen ten onrechte worden

beboet, stelt het NLR voor om een meetmarge te hanteren. Die marge mag niet te groot zijn, want dan wordt de pakans van vliegtuigen in overtreding te gering.

Nu het NLR het meetsysteem voor de flitspaal heeft ontwikkeld en een voorstel voor een meetmarge heeft gedaan, is het invoeren van een boetesysteem de volgende stap. Voor het zover is, moet eerst juridisch worden vastgelegd bij welke geluidsniveaus een vliegtuig in overtreding is – rekening houdend met de maatschappelijke en politieke wenselijkheid. Zodra die grenswaarde is bepaald, kunnen luchtvaartmaatschappijen een boete krijgen voor vluchten die te veel geluid produceren.

Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat klopte bij het NLR aan vanwege de kennis van registratiesystemen voor vliegtuiggeluid in combinatie met vlucht- en radargegevens. Zo heeft het NLR al 25 jaar ervaring met FANOMOS (Flight Track and Aircraft Noise Monitoring System) – het systeem dat ook onderdeel is van de flitspaal.





Tijden veranderen, zeker voor de Nederlandse krijgsmacht. Nederlandse militairen opereren tot ver buiten het NAVO-grondgebied, in landen als Afghanistan en Tsjaad. Dat stelt hoge eisen aan hun materieel, dat betrouwbaar, adequaat en veilig moet zijn.

DEFENSIE & VREDESTAKEN

De beveiliging van
militaire missies

Sneller en nauwkeuriger
inlichtingen verkrijgen



Engelenhaar tegen
luchtdoelraketten

Virtuele kennisopbouw
voor de Joint Strike Fighter (JSF)

Avionica voor een
asymmetrisch vliegtuig

DE BEVEILIGING VAN MILITAIRE MISSIES

Goede systemen voor zelfbescherming kunnen vliegtuigen en helikopters behoeden voor schade. Daardoor kan de missie in Afghanistan veiliger en efficiënter verlopen.

De Nederlandse krijgsmacht stond het afgelopen jaar in de schijnwerpers vanwege de operaties in de Afghaanse provincie Uruzgan. Het NLR draagt er toe bij dat de Nederlandse krijgsmacht daar nog veiliger haar werk kan doen. Zo heeft het NLR onderzocht hoe systemen voor zelfbescherming aan boord van helikopters en vliegtuigen verbeterd kunnen worden. Deze systemen hebben als doel radar- en infrarood geleide luchtdoelraketten te detecteren en te misleiden.

Het onderzoek ter bescherming van jachtvliegtuigen, transportvliegtuigen en helikopters tegen vijandelijk vuur, beslaat een aantal verschillende onderwerpen. Zo evalueert het NLR continu de start- en landingsprocedures om de blootstelling aan luchtdoelraketten in risicogebieden te minimaliseren. Daarnaast testte het NLR in 2007 de systemen voor zelfbescherming van de helikopters van het type Apache, Chinook en Cougar en van het F-16 jachtvliegtuig. Het NLR begeleidt de Nederlandse krijgsmacht al sinds 1980 bij het testen van deze verdedigingssystemen. Vanaf 2000 heeft het bijna alle systemen voor zelfbescherming

van de operationele vliegtuigen geëvalueerd en opgevalueerd. Dit betrof onder andere de sensoren aan boord van helikopters die moeten waarschuwen wanneer een luchtdoelraket nadert. Ook zijn tegenmaatregelen getest die helikopters en vliegtuigen kunnen nemen om te voorkomen dat ze worden geraakt. Zo kunnen ze zogeheten *chaff* of *flares* uitstrooien. *Chaff* is een vezel die radarstraling reflecteert en zo radargeleide raketten een valse echo presenteert. *Flares* zijn fakkels die hetzelfde doen met luchtdoelraketten die zich richten op de hete uitlaat van de vliegtuigmotoren.

De 'wedloop' tussen luchtdoelraket en tegenmaatregel is al tientallen jaren aan de gang. Het NLR volgt de ontwikkelingen op dat gebied al even lang op de voet. Daardoor kan het specificaties opstellen waaraan *chaff* en *flares* moeten voldoen om vijandelijke raketten altijd een stap voor |te blijven. Met die specificaties gaan de fabrikanten vervolgens aan de slag. Daarna analyseert en beoordeelt het NLR de effectiviteit van de ontwikkelde tegenmaatregelen.





SNELLER EN NAUWKEURIGER INLICHTINGEN VERKRIJGEN

Het nauwkeurig opsporen van doelen vanuit de lucht en de ruimte is essentieel voor het doen slagen van militaire operaties en het voorkomen van onbedoelde nevenschade.

Het NLR heeft in 2007 de invoering van een nieuw verkenningssysteem voor de Koninklijke Luchtmacht begeleid. Uit een aantal kandidaten kwam het Israëlische RecceLite-systeem als beste te voorschijn.

RecceLite heeft verschillende ingebouwde optische sensoren die volautomatisch een nauwkeurig omkaderd gebied in kaart brengen. De vlieger hoeft daaraan niets te doen en heeft dus de handen vrij om te reageren op opduikende gevaren. Maar de vlieger kan met het systeem ook inzoomen op ad-hoc doelen die hij ziet of waarop grondtroepen hem opmerkzaam maken. Die toegenomen nauwkeurigheid heeft militair nut, bijvoorbeeld doordat gecamoufleerde doelen makkelijker zijn op te sporen. Maar die extra nauwkeurigheid verkleint ook de kans op burgerslachtoffers en materiële schade. De verzamelde beelden kunnen draadloos en direct naar een grondstation worden doorgeseind. Daar zijn analisten aan het werk om de beeldinformatie binnen drie kwartier beschikbaar te maken voor gebruik door andere militaire eenheden.

De RecceLite verkenningsgondel is al bij de Spaanse luchtmacht in gebruik. Voor de Nederlandse luchtmacht zijn de gondels aangepast voor gebruik door de F-16, waarna ze zijn gecertificeerd. De RecceLite grondstations zijn nieuw ontwikkeld omdat de Spaanse luchtmacht een eigen niet commercieel beschikbaar ontwerp gebruikt.

Ook in een ander project richtte het NLR zich op de grondstations. Dit project, SPIDER geheten (Space Imagery Data Exploitation Research), behelst de automatische interpretatie van satellietgegevens ten behoeve van Europese krijgsmachten. Die kunnen steeds meer gebruik maken van IMINT (Imagery Intelligence) en GEOINT (Geospatial Intelligence) doordat het aanbod van de hiervoor geschikte beelden toeneemt met de groei van het aantal waarnemingssatellieten.

Het NLR legt zich in samenwerking met Europese partners toe op het filteren van objecten op de grond uit grote volumes beeldmateriaal dat is vergaard door optisch werkende sensoren of door radarsystemen. Daarbij gaat het erom verplaatsbare doelen op te sporen. Het systeem gebruikt specifieke karakteristieken van bijvoorbeeld voertuigen. Het NLR ontwikkelt onderliggende software die de optische informatie koppelt aan geografische informatie, zoals vastgelegd in digitale kaarten. SPIDER is niet beperkt tot satellietgegevens, maar kan ook worden toegepast voor andere luchtopnames, bijvoorbeeld van onbemande verkenningsvliegtuigen of van de RecceLite-systemen. De opgedane kennis komt van pas wanneer de Nederlandse krijgsmacht in de toekomst dit soort onbemande verkenningsvliegtuigen voor de lange afstand in dienst wil nemen en deze wil gebruiken voor IMINT- en GEOINT-doeleinden.

ENGELENHAAR TEGEN LUCHTDOELRAKETTEN

Vliegtuigen en luchtafweer voeren al vanaf het begin van de militaire luchtvaart een wedloop. Het NLR helpt het vliegend materieel van de Koninklijke Luchtmacht te beschermen met innovatieve tegenmaatregelen, zoals de *center burst chaff*.

De Koude Oorlog is dan wel afgelopen, maar de Nederlandse krijgsmacht is meer dan ooit betrokken bij kleine, “warme” conflicten. In huidige conflicthaarden zoals Afghanistan is het strijdtoneel onoverzichtelijk. Overal kunnen zich luchtdoelraketten bevinden. De bescherming van helikopters en vliegtuigen wint daardoor aan belang. Het NLR onderzoekt beschermende middelen die deze dreiging voor het vliegend materieel het hoofd kunnen

bieden. Het NLR begeleidt bijvoorbeeld de ontwikkeling van *center burst chaff*, een mogelijk effectieve maatregel tegen radargeleide luchtdoelraketten.

Chaff wordt wel vergeleken met engelenhaar. Het is een kunststof vezel met een *coating* die radarstraling reflecteert. Door een wolk van dit haar in de luchtstroom achter een vliegtuig of helikopter uit te strooien, ontvangt de geleidingsradar van de aanstormende raket een valse echo.

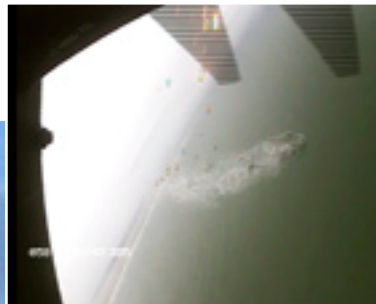
Deze vorm van misleiding is al oud. Radargeleide luchtdoelraketten van de nieuwste generatie kunnen echter onderscheid maken tussen het echte, zich snel verplaatsende object en de valse in de lucht hangende *chaff*, doordat ze



het snelheidsverschil kunnen waarnemen. De *center burst chaff* veroorzaakt een echo die er echter uitziet. Bij een naderende raket wordt dit engelenhaar in de wervels van de rotorbladen geschoten, waardoor dit sneller een grote echo vormt en mogelijk een betere snelheid behoudt. Hierdoor verschilt op een kritiek moment de snelheid van het engelenhaar nauwelijks meer van dat van de helikopter.

Het NLR ontwikkelt rekenmodellen die voorspellen hoe de afgevuurde *center burst chaff* zich in de wervels gedraagt.

Daarnaast heeft het testen uitgevoerd met een Flycatcher luchtdoelradar. Deze radar staat model voor vijandelijke radarsystemen die moeten worden misleid en is tevens in staat metingen te verrichten. Tot slot blijven grond- en vliegproeven nodig om de vliegveiligheid aan te tonen en aanvullende karakteristieken van het product te inventariseren. Het NLR ontwikkelt deze technologie in samenwerking met het Duitse Rheinmetall Defence. Inmiddels is ook interesse getoond door de Engelse en Duitse defensie.





VIRTUELE KENNISOPBOUW VOOR DE JOINT STRIKE FIGHTER (JSF)

Fabrikanten van militaire vliegtuigen staan niet te springen om vertrouwelijke informatie te verstrekken over hun eigen producten. De bouw van een virtueel toestel moet het NLR en de Koninklijke Luchtmacht objectieve informatie bieden.

Bij de aankoop van vliegend materieel, zoals het jachtvliegtuig dat de F-16 mogelijk vervangt, gaat de Koninklijke Luchtmacht grondig te werk. Aan de aankoop gaat altijd een gedegen voorstudie van de aangeboden toestellen vooraf. Het NLR is betrokken bij de technische analyse van de F-35 (JSF), de mogelijke opvolger van de F-16. Het doel is een onafhankelijke second opinion over dit nieuwe vliegtuig te formuleren. Zo kunnen vliegtechnische specificaties verfijnd worden, maar kan ook worden geanticipeerd op onderhoud en eventuele modernisering later in de levenscyclus van het vliegtuig.

Het beoordelen van de JSF is op sommige punten lastig. Zo bezit het vliegtuig *stealth*-karakteristieken, die het lastig waarneembaar maken voor radar en infrarood sensoren. De VS zijn huiverig om deze *stealth*-technologie met anderen te delen, tijdens het aankoopproces én gedurende de levenscyclus van het toestel. Dat geldt ook voor een deel van de elektronische systemen die in het toestel zijn verwerkt. Daarnaast heeft de JSF gedeeltelijk composiet onderdelen, waarvan de karakteristieken nog niet helemaal bekend zijn. Dat ligt niet uitsluitend aan de Amerikaanse terughoudendheid om de specificaties met anderen te

delen, maar ook aan het feit dat toepassing van composieten in jachtvliegtuigen bijzonder nieuw is.

Om dit hiaat te vullen, bouwt het NLR een virtuele F-16 die is voorzien van composiet onderdelen. Het gaat daarbij om een computermodel van de F-16 waarvan de metalen huddelen virtueel zijn verwijderd en vervangen door composiet delen. Doordat de eigenschappen van zowel de F-16 als de composiet delen bekend zijn, ontstaat een nauwkeurig rekenmodel. Hoewel dat model dus niet is toegespitst op de JSF, biedt het voldoende vergelijkingsmateriaal om toch iets over de karakteristieken van de JSF te kunnen voorspellen.

Het model moet de krachten voorspellen die optreden bij verschillende missies van operationele F-16's. Dat geeft inzicht in slijtage tijdens de gehele levenscyclus én levert informatie op waarmee de gegevens van de fabrikant kunnen worden geverifieerd. In 2007 is niet alleen een keuze gemaakt voor het type composiet, maar ook een methodiek ontwikkeld om de omvangrijke rekenmodellen te reduceren tot compacte én waarheidsgetrouwe modellen.

AVIONICA VOOR EEN ASYMMETRISCH VLEGTUIG

Een testvliegtuig kan niet zomaar met een prototype van een nieuwe vliegtuigmotor vliegen. Vervanging van één motor maakt het testvliegtuig asymmetrisch. Aansturing van een nieuwe generatie motoren vergt bovendien specifieke aanpassingen aan de elektronica.

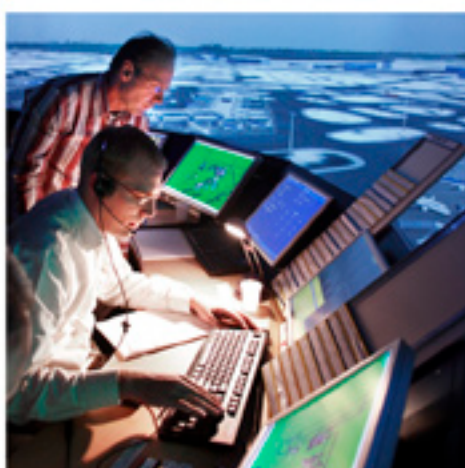
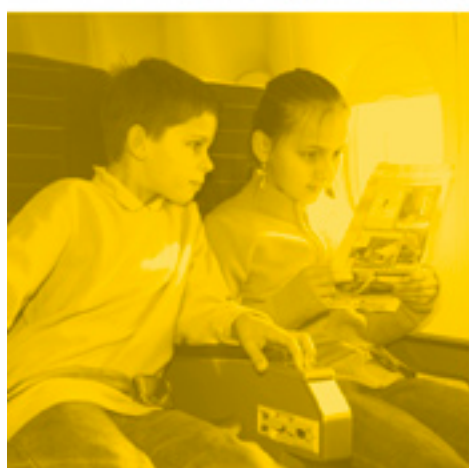
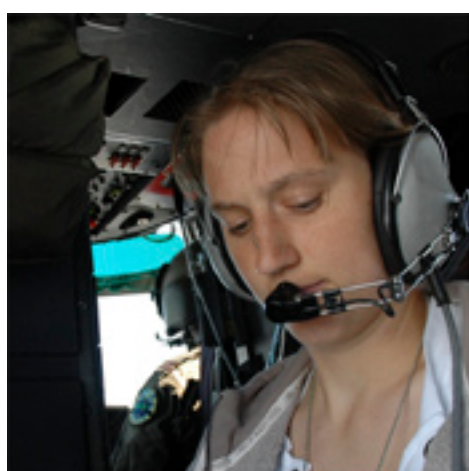
Het Europese militaire transportvliegtuig Airbus A400M krijgt gestaag vorm. Een van de barrières die moet worden genomen is het testen van de nieuwe turboprop motoren. Hiertoe past het Britse Marshall Aerospace een 35-jaar oud Hercules transportvliegtuig aan. Een van de vier motoren wordt vervangen door een nieuwe motor van Europrop International, een consortium van producenten. Het NLR ontwikkelde in 2007 de hardware en software voor de aansturing van deze motor op de Hercules.

Die nieuwe motor heeft een tweemaal zo groot vermogen als ieder van de drie andere motoren waarmee de Hercules is uitgerust. Bij testvluchten mag deze motor niet op vol vermogen draaien aangezien de Hercules dan mogelijk door de asymmetrie van de stuwkracht, niet meer luchtwaardig is. Om het grotere gewicht van de Europrop-motor te compenseren, is binnenin het vrachtvliegtuig zware testapparatuur zijwaarts geplaatst en hangt er een contragewicht aan de rechtervleugel.

Lastiger is de koppeling van deze nieuwe turboprop aan de avionica van de Hercules, die in vergelijking met die van de A400M generaties verouderd is. Anders gezegd: de motor spreekt Engels en de Hercules spreekt Latijn. Zo maakt de Europrop-motor gebruik van hardware en software voor signaalverwerking die is gebaseerd op het zogeheten Avionics Full Duplex switched Ethernet, dat is afgeleid van een internetprotocol. De Hercules dateert van de jaren zeventig, en is hiermee dus volledig onbekend.

Het NLR heeft dit opgelost door software te ontwikkelen die de signalen van de motor omzet in een taal die de cockpit-apparatuur 'verstaat' en andersom. Deze software is ingebouwd in een speciale computer met netwerk-switches in de cabine van het vliegtuig.





Hoofdstuk 2:

PEOPLE, FACTS & FIGURES

Dit hoofdstuk presenteert een aantal NLR-medewerkers en laat hen aan het woord over hun drijfveren en ambities in hun werk voor het NLR. Daarnaast treft u in dit hoofdstuk informatie aan over de organisatiestructuur, de medewerkers en de samenstelling van de Raad van Toezicht. Tot slot worden de financiële gegevens over 2007 gepresenteerd.

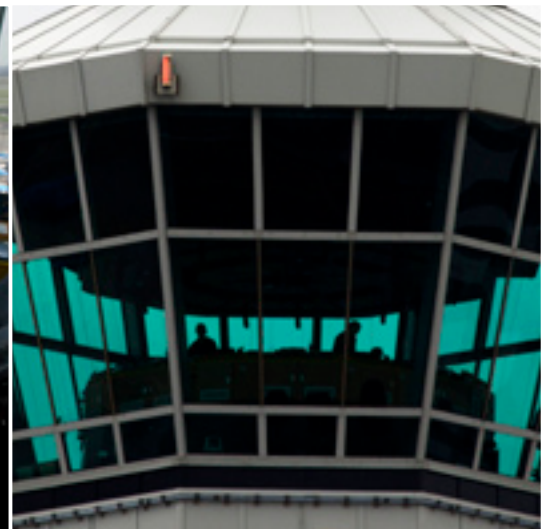
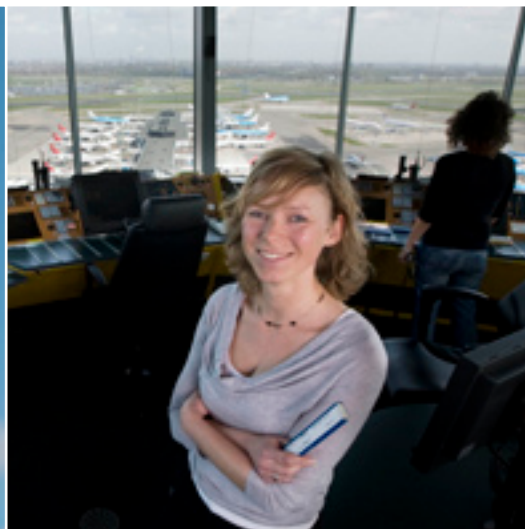


NLR-medewerkers ← - -

"Ik ben in 2007 regelmatig bij de luchtverkeersleiding op Schiphol geweest, ook in de verkeerstorens. Bij het NLR ontwikkelen we samen met Luchtverkeersleiding Nederland, LVNL prototypen voor een nieuw digitaal informatiesysteem in de verkeerstoren voor de afhandeling van vliegtuigen.

Eerst moest ik daarvoor de bestaande werkwijze in de toren tot in detail begrijpen. Ik was in eerste instantie verrast over de ontspannen sfeer in de twee torens. Ik had verkeersleiders verwacht die al hun aandacht nodig hadden voor hun werk, maar op rustigere momenten bleken ze tussendoor ook nog tijd te hebben voor een praatje of een grap. Ondertussen houden ze wel feilloos radiocontact met vliegtuigen. Verkeersleiders kunnen kennelijk naadloos switchen. Het proces in zo'n verkeerstoren is complex. Voor iedere fase van de vlucht is een andere verkeersleider verantwoordelijk. Het vliegtuig gaat 'van hand tot hand'. Ook letterlijk: in het huidige papieren systeem staan de vluchtgegevens op een strip die wordt doorgegeven. Als een controller zo'n strip op de desk van zijn buurman neerlegt, geeft dat een klikkend geluid dat de aandacht trekt. Ook de plek waar de strip op een desk ligt, doet er toe. Moet een vliegtuig in een verkeersstroom worden ingevoegd, dan zie je de controller de strip midden op het werkveld van zijn collega leggen. Dergelijke details moeten heel zorgvuldig worden verwerkt in het nieuwe digitale systeem, want ze zijn essentieel. En je krijgt ze alleen boven tafel door het proces stap voor stap met verkeersleiders door te lopen en door te observeren. Want ze staan niet beschreven in handboeken of procedures. Beginnende controllers leren ze van hun trainers.

Het mooie van dit werk is dat je, samen met de experts van LVNL, al die informatie bij elkaar brengt en vertaalt naar een digitaal systeem. Het helpt daarbij dat ik van buiten LVNL kom. "Ik kijk er toch weer anders tegenaan."



-- → in beeld

"IK KIJK ER TOCH WEER ANDERS TEGENAAN "

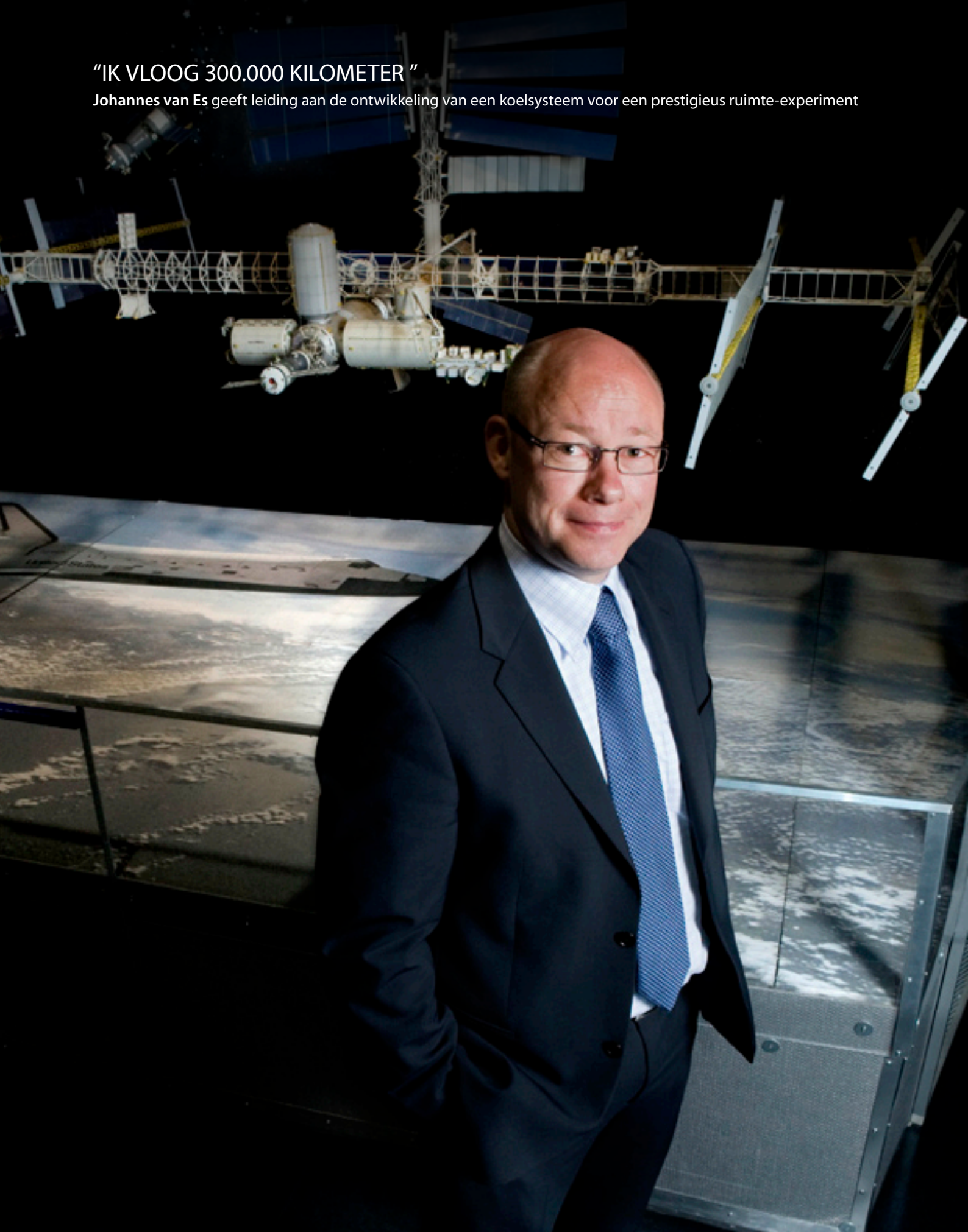
Tanja Bos, R&D Engineer Operator Performance, onderzocht de procedures in de verkeerstorens van Schiphol



NLR-medewerkers ← - -

"IK VLOOG 300.000 KILOMETER "

Johannes van Es geeft leiding aan de ontwikkeling van een koelsysteem voor een prestigieus ruimte-experiment



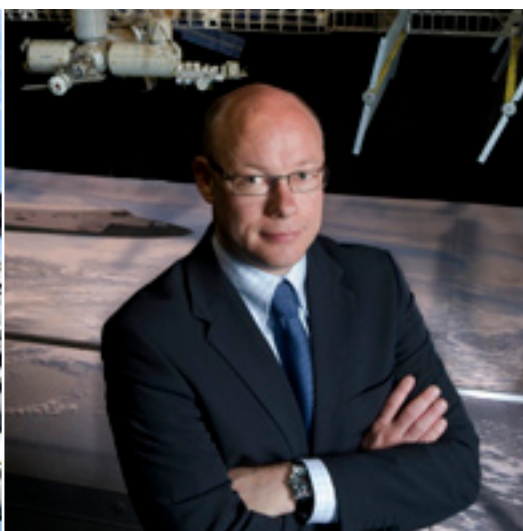
-- → in beeld

“Bij NASA zeggen ze dat ze me niet benijden. Dat begrijp ik wel. Ik heb een zeer gespreid projectteam: met Italianen, Russen, Zwitsers, Amerikanen, Chinezen en Taiwanese. Ik heb te maken met de wetenschappers van CERN en MIT en met de ingenieurs van NASA en de Taiwanese luchtvaartindustrie. Soms word ik midden in de nacht wakker en denk ik: gaat dit alles goed komen?”

Het is eigenlijk een onmogelijke projectstructuur, maar anders was er geen project: geen van de betrokken partijen kan het alleen. We bouwen een tweefasen koelsysteem voor de Alpha Magnetic Spectrometer die in 2010 in de ruimte op zoek moet gaan naar antimaterie. Voor dit project maakte ik in 2007 vijftien intercontinentale reizen, zo’n 300.000 kilometer, om te overleggen, af te stemmen en culturele verschillen weg te nemen. Chinezen en Taiwanese werken nu prima samen, maar hun onderlinge e-mailverkeer loopt wel via het NLR.

Bij het CERN kennen ze geen ‘nee’: niets is onmogelijk. Dat vind ik prachtig! Bij de NASA willen ze dat alles stap voor stap beproefd is. Dat begrijp ik ook. Ik pendel daar tussendoor om iedereen bij elkaar te krijgen. Dat kost tijd. En ik mag niet ongeduldig worden, hoe groot de tijdsdruk ook is.

In Azië krijg je met haast niets gedaan. Je moet de mensen begrijpen en in hun waarde laten. In Taiwan moet je zeker overkomen, heldere beslissingen nemen en duidelijk maken dat jij de eindverantwoordelijkheid hebt. Ingenieurs zijn daar meer risicomijdend. Met NASA-ingenieurs is het handiger om technische opties samen te bespreken en impliciet aan te tonen dat je weet wat je doet. Zo heb ik van al die mensen het vertrouwen gewonnen. Dat is noodzakelijk om te kunnen slagen.”



NLR-medewerkers ← - -

“We deden in 2007 twee meetcampagnes op het tweede Landing Platform Dock “Hr. Ms. Johan de Witt” van de Koninklijke Marine. Bij elkaar zes weken op zee: vanuit de Noordzee door het Kanaal naar Engeland en over de Atlantische Oceaan tot IJsland. Je bent per etmaal twaalf tot veertien uur in touw. Bij hoge zeegang en harde wind kan het van levensbelang zijn dat een helikopter toch kan opstijgen, bijvoorbeeld voor een reddingsactie. Daarom jagen we op zwaar weer, dat maakt het werk avontuurlijk. We nemen een meteoroloog mee, want als er een lagedrukgebied is op een dag varen, dan moet je wel weten of het daar nog is als je arriveert. Ik heb de leiding over de vliegproeven, maar de commandant van het schip en de vliegers hebben hun eigen verantwoordelijkheid. Zodra schip of helikopter in gevaar komt, breken we de proef af. Ook emotioneel is het een uitdaging: je zit op elkaars lip, met zijn allen in een container van zes bij drie. Je moet niet alleen zeebenen hebben, maar ook stressbestendigheid en incasseringsvermogen. Jonge NLR-medewerkers laten we meelopen. Dat is de enige manier om te ontdekken of ze geschikt zijn voor dit werk.”

“Onze komst is ingrijpend voor een schip. We plaatsen een grote container, antennes en een meetmast. We rollen kabels uit door het schip. Ik kom zelf uit de marine. Dat maakt het werk makkelijker omdat ik weet wie ik moet aanspreken om iets gedaan te krijgen. Zijn de condities goed voor een belangrijke testvlucht, dan moet er soms snel worden gehandeld. Een goede samenwerking met de technische organisatie van het schip en met de boordvliegtuigploeg is dan heel belangrijk. We houden ons aan de leefregels. Vaste tafeltijden bijvoorbeeld. Wij hebben de status van officier, dat betekent eten in de ‘longroom’. Het is belangrijk dat je dergelijke leefregels respecteert. Wij zijn immers buitenstaanders, maar in een dag of twee worden we onderdeel van het schip. Het is een strak georganiseerde wereld en iedereen heeft hetzelfde doel voor ogen. Dat maakt dit werk zo gaaf. Het is echt pieken.”



-- → in beeld

“WE JAGEN OP ZWAAR WEER”

Peter Booij, Helicopter Flight Test Engineer, leidde in 2007 meerdere meetcampagnes aan boord van schepen van de Koninklijke Marine

“JE WORDT ONDERDEEL VAN HET SCHIP”

Egbert Smit, projectengineer, was verantwoordelijk voor de instrumentatie



NLR-medewerkers ← - -

“WE VECHTEN MET WIND, REGEN EN ZON”

Stefan Oerlemans bivakkeerde met zijn team wekenlang op windmolenparken om geluid te meten



-- → in beeld

“Steeds vaker staan geluidsnormen de aanleg van nieuwe windmolenparken in de weg. Wij helpen fabrikanten om stillere molens te ontwerpen door precies te meten waar op de rotorbladen het geluid ontstaat. Zo’n meetcampagne in het vrije veld is een gevecht met de weersomstandigheden, met wind, regen en zon.

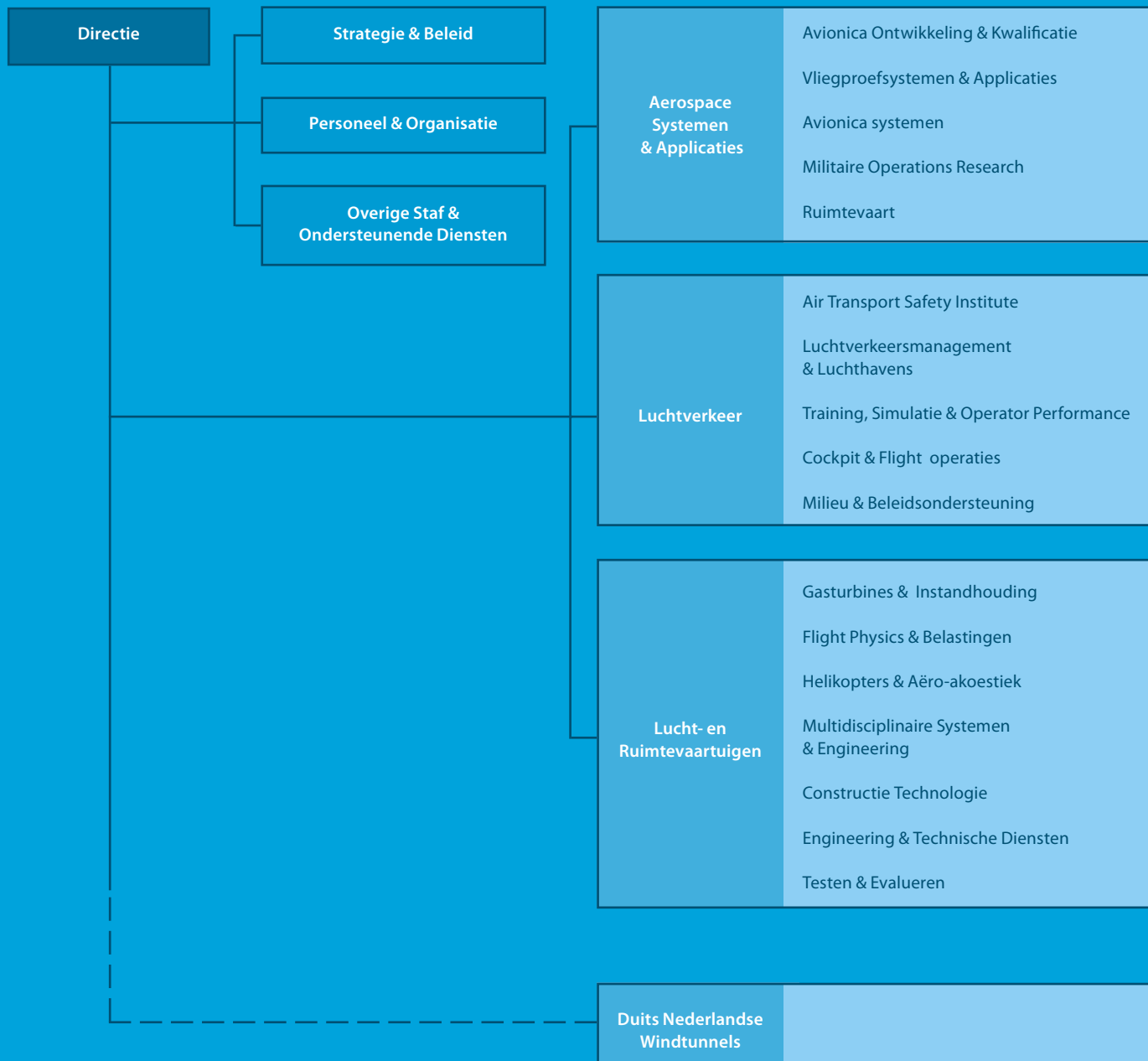
Bij de windmolen die we onderzoeken, laten we een platform bouwen van 16 bij 18 meter. Daar zetten we 150 microfoons op. Dan is het wachten tot de wind zo staat dat de rotor precies op de microfoons is gericht. We zijn met vier man en werken vier weken lang heel intensief samen. Bij dreiging van regen staat er eentje op wacht. Zodra die een regenwolk signaleert, voeren we net als de ballenjongens van Wimbledon een act uit met een enorm zeil. Bij zon worstel je weer met andere problemen.

Bij metingen in Spanje liep de temperatuur in ons busje tot meer dan 40 graden op. De meetapparatuur dreigde uit te vallen. En heb je dan eindelijk goede wind en werkt alles, dan kan het gebeuren dat er een boer met een trekker komt langsrijden. Of er komen helikopters overvliegen. Je moet geduld hebben bij dit werk.

Toen we in april 2007 een meetcampagne hielden in de Wieringermeer, bleef de wind wekenlang uit de verkeerde hoek blazen. Op verzoek van onze Amerikaanse opdrachtgever verlengden we de meetcampagne met een week. Pas de laatste dag draaide de wind en kwam die binnen een graad nauwkeurig uit de juiste richting. Toen hebben we in een dag ruim honderd metingen verricht, met alle windsnelheden. We zijn tot midden in de nacht doorgegaan. Een prachtige dag.”

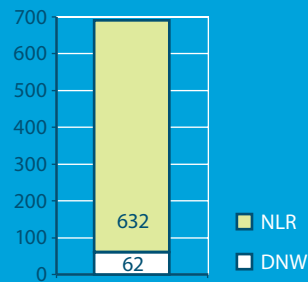


I) ORGANIGRAM

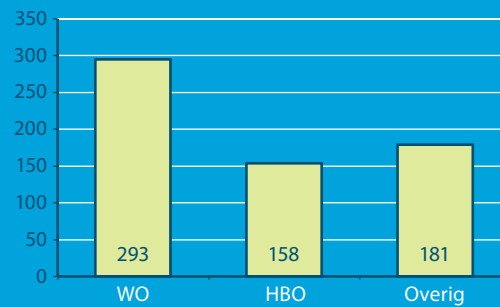


II) MEDEWERKERS PER 31-12-2007

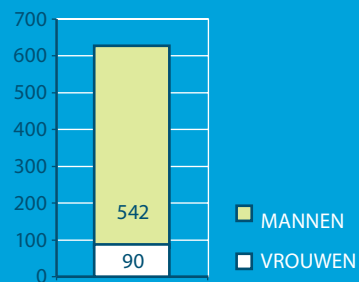
Aantal medewerkers:
(totaal = 694)



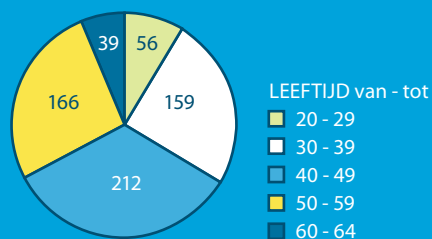
Opleidingsniveau medewerkers:
(exclusief DNW)



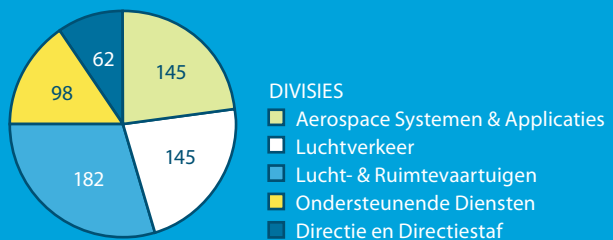
Sexeverdeling:
(exclusief DNW)



Leeftijdsopbouw:
(exclusief DNW)



Aantal medewerkers per divisie:
(exclusief DNW)

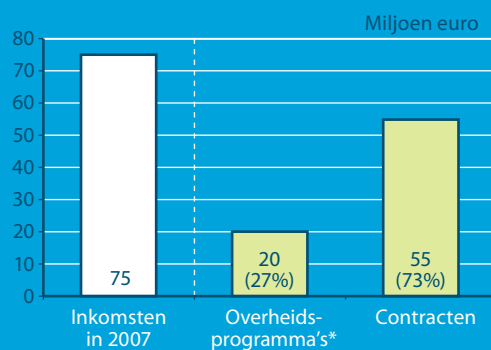


III) SAMENSTELLING RAAD VAN TOEZICHT PER 31-12-2007

Drs. A. Kraaijeveld • Voorzitter
Drs. A. de Ruiter
Mw.prof.dr.ir. M.P.C. Weijnen
Ir. C.A.M. de Koning
Hr. A. Schot R.A.
Hr. P.M. van der Struis SBN b.d.

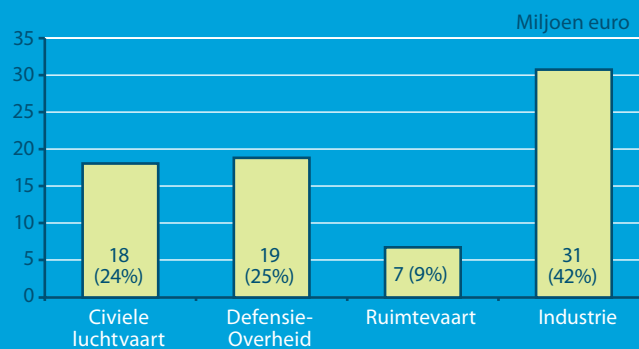
IV) FINANCIËLE GEGEVENS

Inkomsten in 2007:



* Exclusief 2,2 miljoen investeringsbijdrage

Verdeling over sectoren:



COLOFON

Samenstelling:

NLR/DSSB

Vormgeving & productie:

NLR Multimedia Groep

Fotografie:

pag 20:	© AIRBUS
pag 23:	© Hediye Akyuez
pag 24:	© European Space Agency
pag 30 links:	© Emile Myburgh
pag 30 rechts:	© ATNS
pag 36:	© KLPD
pag 37:	© Eurocopter/Wolfgang Obrusnik
pag 39:	© Nchenga
pag 43 voorgrond:	© Ariel Shocrón
pag 43 achtergrond:	© Kamil Macniak
pag 44 links:	© xnoise.eu
pag 48:	© CAVDKM
pag 49 links:	© CAVDKM
pag 50:	© ANP
pag 55:	© AIRBUS MILITARY
pag 63:	© NASA

Druk:

drukkerij WC den Ouden



MEER WETEN? Neem contact op met NLR-Corporate Communicatie

Frank Vos (*links*)
Externe Communicatie
dfvos@nlr.nl
020-5113133

Ingrid Leeuwangh-van Vilsteren (*2^e van links*)
Externe Communicatie
leeuwangh@nlr.nl
020-5113663

Raymond van der Meer (*2^e van rechts*)
Corporate Communicatie & Public Affairs
rhmeer@nlr.nl
020-5113026

Bart van Bavel (*rechts*)
Evenementen
bavel@nlr.nl
020-5113066

Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium

Anthony Fokkerweg 2
1059 CM Amsterdam
Postbus 90502
1006 BM Amsterdam

Telefoon: 020 511 31 33
E-mail: info@nlr.nl
Website: www.nlr.nl
© NLR - juni 2008

