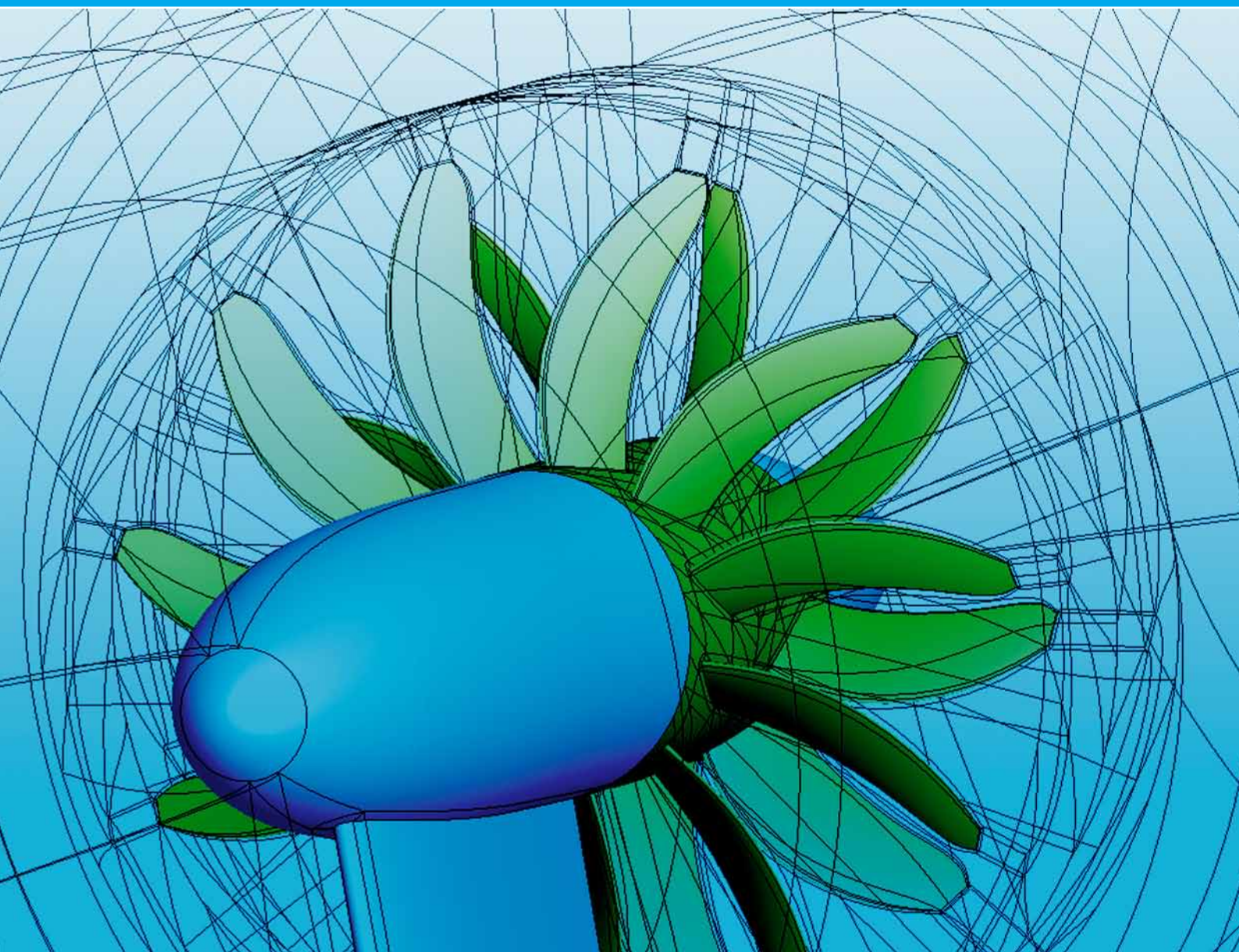
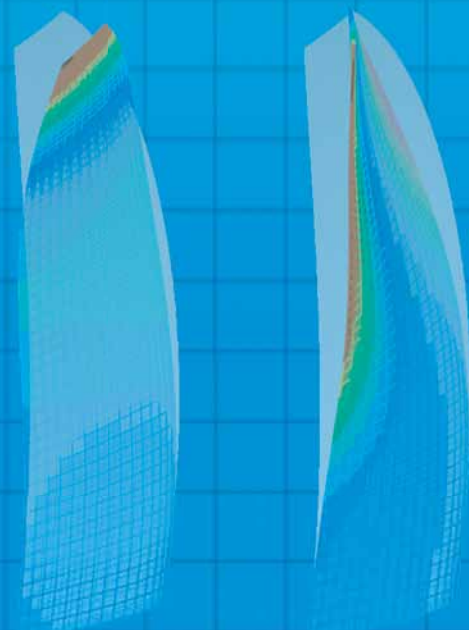
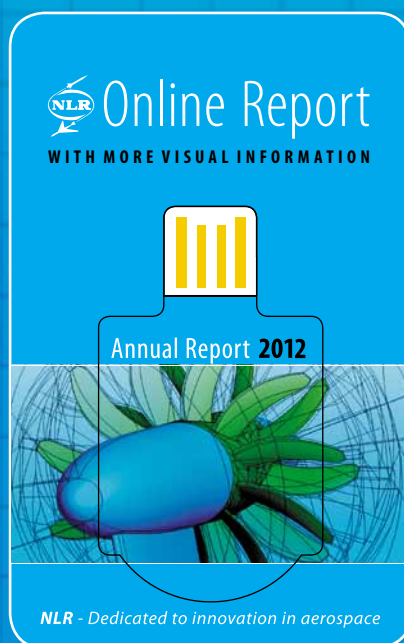


Jaarverslag **2012**



NLR - *Dedicated to innovation in aerospace*



CROR motor

Het NLR is betrokken bij de ontwikkeling van de zogeheten 'CROR' motor (Contra Rotating Open Rotor). Deze innovatieve motor combineert de beste eigenschappen van een straalturbine en turboprop op terreinen als brandstofefficiëntie en uitstoot. Een prototype van de motor is vorig jaar succesvol getest in de DNW-windtunnels.



FLYING DOCTORS
betere gezondheid in Afrika

Het NLR ondersteunt AMREF Flying Doctors

NLR in 2012



VOORWOORD
.....

2



INLEIDING
.....

4



PROJECTEN
.....

13



PEOPLE, FACTS
& FIGURES
.....

57



JAARREKENING
.....

67



MAATWERK VOOR DE NEDERLANDSE LUCHT- EN RUIMTEVAARTSECTOR

De lucht- en ruimtevaart nog veiliger, efficiënter en duurzamer maken, dat is de missie van het NLR. Een missie waaraan het NLR als onderdeel van de BV Nederland sinds zijn oprichting in 1919 gestalte geeft. De 'N' in de naam van het NLR, 'Nationaal', geeft aan wat het NLR drijft: het versterken van de innovatieve kracht en het concurrerend vermogen van de Nederlandse industrie en het MKB.

VOORWOORD

Het NLR haalde het afgelopen jaar de banden aan met het Nederlandse bedrijfsleven, mede geïnitieerd door het Topsectorenbeleid van de overheid. Samen met sectorpartijen slaagde het NLR er in om lucht- en ruimtevaart een plek te geven in de economische topsectoren High Tech Systemen en Materialen (HTSM) en Logistiek voor het ministerie van Economische Zaken. Daarnaast leverde het NLR ook input voor de maatschappelijke thema's Defensie en Bereikbaarheid voor respectievelijk het ministerie van Defensie en het ministerie van Infrastructuur en Milieu.

Het NLR was in 2012 een van de initiatiefnemers van Compo-world, een samenwerkingsverband tussen de provincie Flevoland, het bedrijfsleven en het NLR. Daarmee gaf het NLR ook op regionaal niveau invulling aan de 'Gouden Driehoek' van overheid, industrie en kennisorganisaties.

Luchtvaart, de 'L' in de naam van het NLR is een mondiale 'business'. De koers van marktverbreding die het NLR de laatste jaren heeft gevolgd leverde resultaten op, zowel op het gebied van vliegtuigontwikkeling als vliegtuiggebruik. In China bijvoorbeeld, waar sprake is van een sterke economische groei, voerde het NLR onderzoek uit om de capaciteit en efficiency van het luchtverkeer te vergroten en in India verrichtte het NLR een studie om vliegtuiggeluid rond de luchthaven van New Delhi te beperken. Dichter bij huis, in Europa, was het NLR betrokken bij grote EU-projecten als SESAR en Clean Sky, die een bijdrage moeten leveren aan het realiseren van de ambitieuze milieudoelstellingen voor de Europese luchtvaart, zoals verwoord in het document 'Vision 2020'.

Samen met de Nederlandse overheid en het bedrijfsleven was het NLR ook betrokken bij het opstellen van de Strategic Research and Innovation Agenda (SRIA), waarin de lijnen zijn uitgezet voor Europese innovatiethema's voor de komende acht jaar. De SRIA vormt de basis voor de invulling van het aeronautics programma in 'Horizon 2020'.

Eén van de hoogtepunten in 2012 was de ruimtemissie van astronaut André Kuipers. Net zoals het geval was bij andere missies werd ook André's onderzoek begeleid door NLR-medewerkers in het Erasmus USOC centrum bij ESA-Noordwijk. Dit expertisecentrum zette het afgelopen jaar de 'R' van het NLR, van 'Ruimtevaart' volop in de schijnwerpers. Mede dankzij deze succesvolle missie wist de ruimtevaartsector de Nederlandse overheid te overtuigen van het belang van langdurende investeringen in ruimtevaartprogramma's en de vruchten die dat afwerpt.



Het NLR sluit het jaar 2012 af met een positief resultaat. De economische omstandigheden en de terugtrekkende overheid in aanmerking genomen, geldt dat als een bijzondere prestatie. Het NLR heeft dit gerealiseerd door het etaleren van ondernemerschap, de koers van marktverbreding aan te houden en door verhoogde aandacht voor acquisitie. De goed gevulde orderportefeuille was mede het gevolg van het feit dat het NLR zijn specifieke vakkennis multidisciplinair weet in te zetten. Iedere uitdaging in de luchtvaartwereld veronderstelt per definitie een vakgebied overstijgende aanpak. Om te bepalen welke kennisontwikkeling toekomstperspectief heeft, is een voortdurende afstemming met industrie, MKB en overheid een voorwaarde. Het NLR nam het principe van 'voelhorens uitsteken' letterlijk en wisselde met het ministerie van EZ, Defensie en I en M medewerkers uit.

Een multidisciplinaire, op de klant afgestemde werkwijze stelt ook eisen aan de interne organisatie. Een bedrijfsmatige aanpak is een voorwaarde voor het NLR om concurrerend te blijven. Die aanpak stelt tevens hoge eisen aan het kostenbewustzijn en de communicatieve vaardigheden van al onze medewerkers: de basis ligt bij vakinhoudelijke kennis en daarnaast is het essentieel om samen met de klant de probleembehoefte te determineren en de juiste oplossingen aan te bieden. Maatwerk leveren, dat is ons credo voor 2013, en de jaren daarna.

Algemeen Directeur NLR

Michel Peters



links Marja Eijkman
midden Bas Oskam
rechts Leo Esselman

2012 was een jaar waarin het NLR het begrip ‘innovatie’ wederom met hoofdletters schreef. Het ontwikkelde tal van innovatieve diensten en producten voor het Nederlandse bedrijfsleven en de overheid, bracht zijn kennis en expertise in in grote Europese projecten en wist zijn capabilities ook te vermarkten in landen als China, Rusland en Brazilië. Ondanks de internationalisering en marktverbreding bleef de focus van het NLR gericht op Nederland.

Binnen de Gouden Driehoek van overheid, industrie en kennisorganisaties versterkte het NLR zijn rol als kennisonderneming door het netwerk met het bedrijfsleven, waaronder in 2012 specifiek MKB-Nederland en de Metaalunie, aan te halen en door frequent aan te schuiven aan de bureaus in politiek en ambtelijk Den Haag. Het doel was invulling te geven aan het beleid van overheid en industrie om de mondiale positie van Nederland op het gebied van lucht- en ruimtevaart te versterken.

FINANCIEEL

Het NLR sluit het jaar 2012 af met een positief resultaat. De economische omstandigheden en de terugtrekkende overheid in aanmerking genomen geldt dat als een bijzondere prestatie. Het NLR heeft dit gerealiseerd door het etaleren van ondernemerschap en een verhoogde aandacht voor acquisitie. Daarbij heeft het NLR zich met name geprofileerd als een kennisonderneming

die over bijzondere faciliteiten beschikt en integrale kennis in huis heeft, van vliegtuigontwikkeling tot vliegtuiggebruik.

TOPSECTOREN

Het afgelopen jaar ging de aandacht van het NLR richting Den Haag met name uit naar het Topsectorenbeleid. Het kabinet heeft negen zogenaamde ‘topsectoren’ aangewezen, sectoren waarin Nederland wereldwijd sterk is. Ondernemingen en onderzoeksorganisaties van de negen topsectoren zijn vervolgens gaan samenwerken in Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKI). Daartoe investeren bedrijfsleven, overheid en kennisinstellingen in privaat-publieke samenwerking (PPS). Het NLR is als kennisonderneming sterk betrokken geweest bij de opzet en uitvoering van de economische topsectoren HTSM en Logistiek en de maatschappelijke thema's Defensie en Bereikbaarheid en heeft inmiddels zijn meerjaren-onderzoeksprogramma daarmee in lijn gebracht.

Leden van het NLR-directieteam:

Michel Peters (Algemeen Directeur), Leo Esselman (Financieel Directeur), Marja Eijkman (Divisiemanager Luchtverkeer), Bas Oskam (Divisiemanager Lucht- en Ruimtevaartuigen), Eddy Pijpers (Divisiemanager Aerospace Systemen), Johanneke ter Hennepe (Manager Marketing & Communicatie)



*links Johanneke ter Hennepe
midden Eddy Pijpers
rechts Michel Peters*



ONDERNEMEN

Het voorzien in de behoefte van de Nederlandse overheid en het bedrijfsleven was ook in 2012 de punt aan de horizon voor het NLR. Een bijzonder moment betrof de overdracht van de CH-47 helikopter aan het ministerie van Defensie. Deze helikopter is nu geheel aangepast aan de operationele eisen. Ook op provinciaal niveau was het NLR actief. Zo was het direct betrokken bij de oprichting van Gate2 in Noord-Brabant, een trainingscentrum voor UAS (Unmanned Aerial Systems).

Een ander voorbeeld was de introductie van geluidsarme en brandstofbesparende 'glijvluchten' op Groningen Airport Eelde. Ook de ruimtevaart gerelateerde kennis van het NLR op het gebied van aardobservatie, koelsystemen van satellieten en satellietnavigatie werd ingezet in diverse samenwerkingsverbanden met het bedrijfsleven en de overheid. Zo was het NLR betrokken bij de ontwikkeling van de Triton1 en Triton2 satellieten, als onderdeel van een globaal systeem waarmee schepen over de gehele wereld en op ieder moment van de dag gevolgd kunnen worden.

Buiten Nederland participeerde het NLR in diverse projecten. Zo maakt het NLR deel uit van een Europees consortium dat zich bezighoudt met de ontwikkeling van de CROR, een nieuw

type brandstofbesparende motor voor verkeersvliegtuigen. In opdracht van de Duits-Nederlandse Windtunnels-DNW bouwde het NLR een schaalmodel van het EMBRAER KC 390 transportvliegtuig dat vorig jaar uitgebreid getest werd door DNW. Een bijzonder moment was ook de factory acceptance test van ECATS voor de F-35, een samen met Dutch Space ontwikkeld embedded-training systeem. Met behulp van ECATS kan een luchtmacht op trainingskosten besparen door virtuele tegenstanders op te voeren in de cockpit van jachtvliegtuigen. Ook participeerde het in Desert Tulip, een samenwerkingsverband met Nederlandse bedrijven met als doel opdrachten te genereren in de Verenigde Arabische Emiraten.

De kennis van het NLR vond ook zijn weg naar sectoren buiten de lucht- en ruimtevaartsector. Zo was het NLR één van de oprichters van eTAC, European Thermoplastic Automotive Composites, met als doel het gebruik van geavanceerde en duurzame thermoplastische composieten in de automotive sector te bevorderen. Het NLR voerde een onderzoek uit naar het drukcomfort van passagierscabines in de HSL en verrichtte een studie naar geluidsarmere profielen van windmolenbladen. Ook ging het NLR een samenwerkingsverband aan met Erasmus MC, met als doel de kennis die het NLR heeft op het gebied van veiligheidscultuur in de luchtvaart, te vertalen naar de medische wereld.



*links Michel Peters
midden Bas Oskam
rechts Leo Esselman*

FACILITEITEN

Om aan de frontlinie te blijven van technologische innovatie zijn 'state of the art' faciliteiten en 'up to date' kennis basisvoorwaarden. Zo investeerde het NLR vorig jaar in een uiterst moderne Fibre Placement machine waarmee prototypes van voorwerpen van composiet kunnen worden ontwikkeld, die vervolgens door de industrie in serie kunnen worden geproduceerd. Daarnaast kreeg de NLR vliegtuigsimulator GRACE een nieuw realistisch zichtsysteem en werd het Helikopter Pilot Station-HPS voorzien van een virtuele ruimte waarin het begeleiden van schip-helikopterlandingen wordt uitgevoerd. Samen met TNO werd Q-tility opgericht, een expertisecentrum dat zich richt op een betere kwaliteit van simulaties, modellen en 'serious games'.

Tot slot werd ook het UASlab van het NLR doorontwikkeld, waar nieuwe toepassingen worden onderzocht voor onbemande systemen, zoals de ontwikkeling van gebruiksvriendelijker bedieningssystemen.

EEN NIEUWE WERKOMGEVING

Eind vorig jaar kwam de financiering rond van de renovatie en nieuwbouw van het NLR, waarmee in 2013 begonnen kan worden. Het nieuwbouw- en renovatietraject wordt gefaseerd uitgevoerd over een periode van ongeveer vier jaar. In de vernieuwde huisvesting zal het Nieuwe Werken centraal staan. Deze manier van werken werd vorig jaar al in de huisvesting van het NLR geïntroduceerd. Het doel is onder meer om kennisuitwisseling tussen medewerkers en een multidisciplinaire werkwijze te bevorderen. Uiteindelijk zal dat, in combinatie met flexibel inzetbare medewerkers, het klantgerichte karakter van het NLR nog verder versterken.

ARBEIDSVORWAARDEN

Door de ontwikkelingen in pensioenland, slechte rendementen en een steeds langer levende bevolking, ontkomt ook het NLR niet aan een aanpassing van de pensioenregeling. In 2013 zal aan een nieuwe regeling worden gewerkt, die de bestaande eindloonregeling zal vervangen. Een commissie, samengesteld uit vertegenwoordigers van verschillende belanghebbenden, zal hiertoe met een voorstel komen binnen de kaders die hierbij door de werkgever zijn gesteld. Uitgangspunt is de totstandkoming van een toekomstbestendige pensioenregeling, die zoveel mogelijk rekening houdt met de belangen van zowel de jongere als de oudere generaties.

MAATSCHAPPELIJK BETROKKEN

Het NLR streeft er naar zijn kennis, middelen en netwerken in te zetten voor goede doelen, door medewerkers de mogelijkheid te bieden vrijwilligerswerk te doen onder werktijd of door kennis beschikbaar te stellen aan maatschappelijke organisaties. Het NLR heeft een vaste sponsorrelatie met AMREF en ondersteunt in dat verband onder meer het Outreach-programma. Dit programma heeft als doel medische diensten te realiseren in districtsziekenhuizen in afgelegen gebieden in Afrika.

NLR-medewerkers namen daarnaast deel aan sponsorzwemmen voor de Stichting Spieren voor Spieren en hadden zich aangemeld voor het lopen van de New York marathon voor het KiKa (Kinder Kankervrij) fonds. In een gezamenlijke tocht op de Oostvaardersplassen in Flevoland schaatsten ruim 40 NLR deelnemers een bedrag bij elkaar voor het Duchenne Fonds, dat zich richt op onderzoek naar Duchenne spierdystrofie.



Schaatstocht voor het Duchenne Fonds



Aanmelding voor de New York marathon voor het KiKa (Kinder Kankervrij) fonds

NLR IN GESPREK MET...



A

Jan-Nico Appelman (4 januari)
Jan-Nico Appelman, gedeputeerde van de provincie Flevoland krijgt uitleg in het composietenlab

Lidewijde Ongerling (10 februari)
Loco-Secretaris Generaal bij het ministerie van Infrastructuur en Milieu

B

Hans Hillen (5 maart)
Hans Hillen, Minister van Defensie in het UASlab tijdens een kennismakingsbezoek aan het NLR

Tjeerd Talsma (16 maart)
Gedeputeerde provincie Noord-Holland

C

Joop Atsma (30 maart)
Joop Atsma, staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu maakt kennis met de VCNS-geluidsimulator

Eberhard van der Laan (1 juni)
Burgemeester van Amsterdam
Carolien Gehrels (1 juni)
Wethouder Amsterdam

D

Luitenant-Generaal Alexander Schnitger (13 juni)
Luitenant-Generaal Alexander Schnitger bestuurt een onbemand platform in het UASlab

Guido Landheer (17 oktober)
Directeur Topsectoren & Industriebeleid, Ministerie van Economische Zaken

Hans Biesheuvel (5 november)
Voorzitter MKB-Nederland

E

René de Heer (14 november)
René de Heer, wethouder van Zwolle krijgt een rondleiding door de Testhal

PRINS VAN ORANJE BEZOEKT NLR





Zijne Koninklijke Hoogheid de Prins van Oranje bezocht op 5 december 2012 het NLR in Amsterdam om zich te laten informeren over de activiteiten van het NLR op het gebied van lucht- en ruimtevaart. Tijdens zijn bezoek sprak de Prins met diverse medewerkers over de projecten waar het NLR bij betrokken is, waarbij geïntegreerde en multidisciplinaire kennis op het gebied van lucht- en ruimtevaart wordt ingezet. De projecten lopen uiteen van lucht- tot ruimtevaart, van militair tot civiel en van nieuwe materialen tot nieuwe landingsprocedures, voor overheid en industrie in binnen- en buitenland.

Tijdens een rondleiding maakte de Prins kennis met een aantal bijzondere faciliteiten van het NLR die ingezet worden voor onderzoek en voor het ontwikkelen van toegepaste kennis. Zo bestuurse de Prins een helikopter in de HPS-helikopter simulator en nam hij plaats achter het stuur van Grace, de vliegtuigsimulator van het NLR, waar hij zich bekwaamde in autonoom taxiën. Vervolgens werd hij in de gelegenheid gesteld zelf met onbemande platforms te vliegen in het UASlab (Unmanned Aerial Systems). Daarna kon hij ervaren hoe realistisch het geluid is van een overvliegend vliegtuig in de VCNS-geluidsimulator. Tot slot kreeg de Prins een demonstratie van de mogelijkheden die de NARSIM verkeersstorensimulator biedt om nieuwe landingsprocedures te ontwikkelen, waarbij vliegtuigen minder geluid produceren en minder brandstof verbruiken.

UITDAGENDE OMSTANDIGHEDEN, EEN SUCCESVOL JAAR

2012 was een enerverend jaar voor het NLR, met verminderde overheidsbijdragen en uitdagende nationale en internationale marktomstandigheden. De Raad van Toezicht heeft toegezien op de wijze waarop de Directie en medewerkers van het NLR de financiële doelstellingen uit de begroting voor 2012 hebben gerealiseerd. Met genoeg is vastgesteld dat de Directie en medewerkers onder deze uitdagende omstandigheden 2012 tot een financieel succesvol jaar hebben gemaakt. De status van NLR als financieel robuuste organisatie blijft daarmee behouden.

De Raad van Toezicht heeft toegezien op de wijze waarop het gehele Directieteam op adequate wijze heeft ingespeeld op de verminderde overheidsbijdragen. Daarmee heeft het NLR de kennisopbouw op niveau weten te houden. De invulling die het NLR daarbij geeft aan zijn rol in het Topsectorenbeleid binnen de economische sectoren High Tech Systemen en Materialen (HTSM) en Logistiek en de maatschappelijke sectoren Defensie en Bereikbaarheid, oogst waardering. Kennisopbouw is van wezenlijk belang om ook op lange termijn een veelgevraagde partner in de lucht- en ruimtevaart te blijven, zowel in binnen- als buitenland.

De Raad van Toezicht kwam in 2012 vijf keer in grote vergadering bijeen, waarbij naast de gebruikelijke onderwerpen, zoals de jaarrekening, voortgang exploitatie en begroting, een aantal belangrijke onderwerpen op de agenda stond. Een voorbeeld is de voorbereiding van de financiering van de renovatie en nieuwbouw in Amsterdam en Marknesse. Een gedegen voorbereiding, kennis van financieel management en de sterke balanspositie hebben ervoor gezorgd dat de Raad van Toezicht naar verwachting begin 2013 zijn goedkeuring kan geven aan de grote investeringen die nodig zijn.

Een terugkerend onderwerp is het ontwerptraject van een nieuwe pensioenregeling voor het NLR, waarbij ook de Ondernemingsraad betrokken is. De huidige regeling behoeft aanpassing vanwege teruglopende rendementen en lagere rentes aan de ene kant en het steeds ouder worden van de deelnemers aan de andere kant. De Raad van Toezicht adviseert hierbij en houdt toezicht hierop, waarbij een regeling wordt voorgestaan die de continuïteit van de organisatie niet negatief zal beïnvloeden.

Tot slot is door de Directie de eerste aanzet gegeven om samen met de stakeholders het Strategieplan 2014-2017 te ontwikkelen. Het nog meer versterken van de positie die het NLR als kennisonderneming vervult in de Gouden Driehoek van overheid, bedrijfsleven en kennisorganisaties staat daarbij centraal. De Raad van Toezicht zal waar nodig en gewenst de directie in dit proces van advies voorzien.

Voorzitter Raad van Toezicht

Arie Kraaijeveld

NLR Projecten

2010

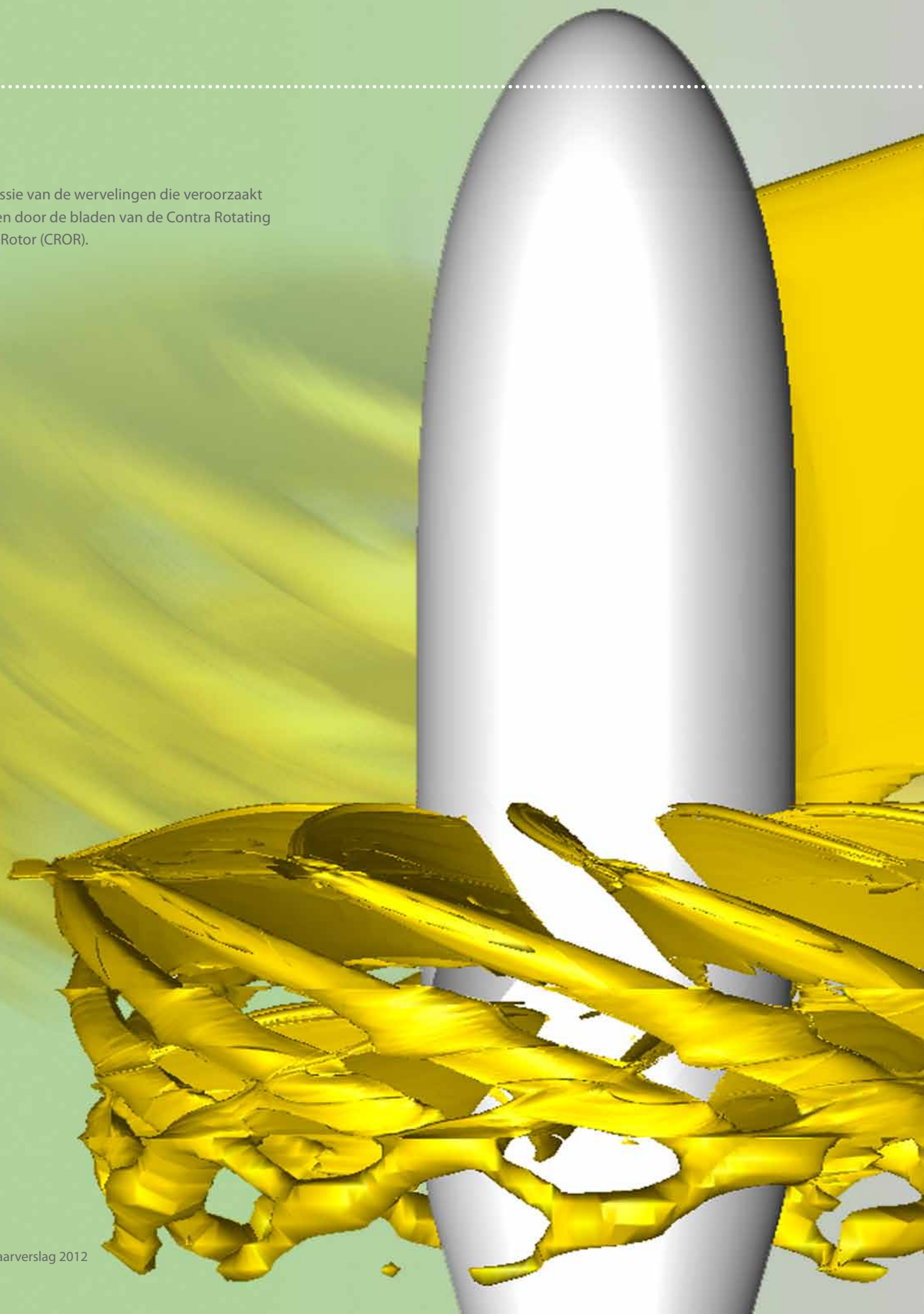
2011

2012

2013

2014

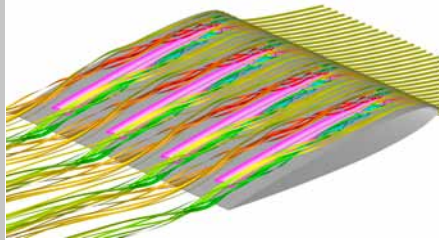
Impressie van de wervelingen die veroorzaakt worden door de bladen van de Contra Rotating Open Rotor (CROR).



Concurrentiekracht

In de Nederlandse lucht- en ruimtevaart spelen kennis en innovatie een belangrijke rol. Het NLR levert met zijn kennis een bijdrage aan de versterking van het concurrerend en innoverend vermogen van overheid en industrie, van centrale overheid tot lagere overheden, van grootschalige industrie tot MKB. Zo test het NLR nieuwe vliegtuigconstructies en materialen, levert het tools om vliegtuigen en vliegtuigonderdelen slimmer te ontwerpen en doet het onderzoek hoe je nieuwe technologie op relatief oude vliegtuigtypes kunt toepassen.

Vliegtuigen sturen met een plasma



Plasma's kunnen de luchtstromen rond vliegtuigen beïnvloeden. Het NLR testte deze even exotische als veelbelovende technologie numeriek.

Het verkleinen van het gewicht en een efficiëntere aerodynamiek kunnen de duurzame eigenschappen van een vliegtuigontwerp verbeteren. Het Europese project Plasmas for aerodynamic control (PLASMAERO), slaat wat dat betreft twee vliegen in één klap. Het driejarige programma, dat eind 2012 is afgerond, onderzocht hoe zogeheten plasma-actuatoren de luchtstromen rond vliegtuigen beïnvloeden. Deze toepassing van plasma's belooft gunstiger aerodynamische eigenschappen mogelijk te maken door gebruikmaking van lichtgewicht actuatoren. Die verbruiken weinig energie en bevatten geen bewegende delen. Mogelijk kunnen plasma-actuatoren zelfs gebruikt worden om het vliegtuig te besturen, waardoor minder klepsystemen met zware hydraulische apparatuur nodig zijn. Die laatste verbruiken bovendien meer energie.

Een dozijn partners uit acht verschillende landen namen deel aan PLASMAERO dat onder supervisie stond van NLR's Franse zusterinstituut ONERA. Het NLR was vooral betrokken bij het opstellen en valideren van de numerieke modellen van de plasma's en de luchtstromingen. Op het terrein van deze Computational Fluid Dynamics (CFD) heeft het NLR mondiaal al decennia een reputatie hoog te houden.

Het onderzoek boog zich over twee types actuatoren. Het eerste is een zogenoemde Dielectric Barrier Discharge actuator (DBD) die een ionenwind in een bepaalde richting kan laten 'blazen'. De Plasma Synthetic Jet actuator (PSJ) maakt gebruik van plasmapulsen die vanuit een ondiepe holte in de vliegtuigvleugel op de luchtstroom inwerken. De verandering van de luchtstroom rond, bijvoorbeeld, de vleugel die dit genereert, kan de lift hiervan verbeteren, maar ook ongewenste turbulente stromingen opheffen of veranderen. Dat laatste kan nuttig zijn voor het verminderen van de geluidsbelasting van, onder andere, supersonisch vliegende toestellen.

Het project PLASMAERO heeft al geresulteerd in dieper inzicht in deze exotische technologie en een verbetering van het actuatorenontwerp. Deze zijn intussen experimenteel getest in windtunnels en ingebouwd in een op afstand bestuurd, onbemand laboratoriumvliegtuigje. Praktische toepassing aan boord van kleine onbemande vliegtuigen zou relatief snel binnen handbereik liggen. Behalve op civiel gebied bestaat ook binnen de militaire wereld grote belangstelling voor deze plasmatechniek, bijvoorbeeld voor toepassing in geleide wapens.

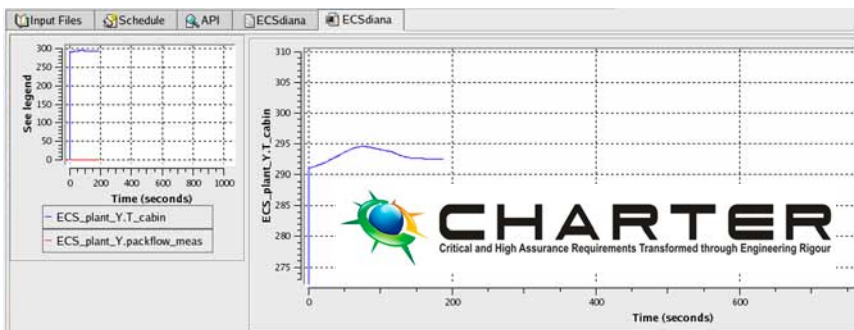
Het efficiënt ontwikkelen van avionica-software

Onder meer dankzij het NLR wordt in de toekomst het ontwikkelen van software voor 'kritische' elektronica in vliegtuigen stukken efficiënter.

Het ontwikkelen van software voor kritische boordapparatuur is een uitdagende taak. Zo zijn de veiligheidsnormen om voor de hand liggende redenen erg streng: slechts eenmaal in de miljard vliegrekken mag een programma haperen. Tegelijkertijd kost het ontwikkelproces steeds meer arbeid en middelen, deels doordat de software zelf snel complexer wordt. Om de totstandkoming van dergelijke avionica-software efficiënter te laten verlopen, is het project Critical and High Assurance Requirements Transformed through Engineering Rigour (CHARTER) in het leven geroepen. Aan het driejarige project nam een internationaal consortium van elf ondernemingen en organisaties deel, waaronder het NLR.

Analyse van het ontwikkelproces bracht aan het licht dat onder meer het testen van de software een tijdrovende aangelegenheid was. Dankzij de slimme toepassing van automatisering van bepaalde stappen binnen het testproces kon dit aanmerkelijk worden ingekort. Ook het genereren van de software zelf kon worden verbeterd dankzij het gebruik van gereedschappen, gebaseerd op de Java-taal, die binnen CHARTER waren ontworpen.

De verschillende aspecten van het nieuwe ontwikkelproces waarover de verschillende organisaties zich hadden gebogen, werden getest in een échte omgeving, zoals in een radar, een draadloos monitorsysteem van de hartslag en, bij het NLR, in een airconditioningsysteem dat aan boord van vliegtuigen wordt gebruikt.



ALEXANDER VERBART:

PhD-STUDENT FACULTEIT 3ME (WERKTUIGBOUWKUNDE) AAN DE TU DELFT, VAKGROEP STRUCTURAL OPTIMIZATION AND MECHANICS (SOM).

"Met de ontwikkeling van 3D printtechnieken wordt mijn vakgebied nog belangrijker."

PUZZELEN MET FORMULES VOOR HET OPTIMALE DESIGN

“ Als AIO bij het NLR werk ik aan topologie-optimalisatie voor vliegtuigonderdelen.

Topologie-optimalisatie is een ontwerp-techniek die gebruikt kan worden voor het vinden van een geoptimaliseerd ontwerp, zonder daarbij op voorhand aannames te maken over de geometrie, vorm en topologie. Optimaal kan hier verschillende betekenissen hebben, bijvoorbeeld: minimaal gewicht of maximale stijfheid. Deze absolute ontwerp-vrijheid maakt het in potentie een krachtige techniek voor gewichtsoptimalisatie van vliegtuigonderdelen.

Concrete toepassingen van topologie-optimalisatie voor vliegtuigonderdelen zijn bijvoorbeeld de ribben in de vleugels en kleppen. Hierop is het ook al toegepast: de ribben van de Airbus A380. Verder kun je ook denken aan kleinere onderdelen, zoals verschillende scharnieren.

Echter, de huidige topologie-optimalisatie-technieken hebben nog belangrijke tekortkomingen. De uitdaging waar mijn onderzoek zich op richt: hoe kan men de spanningen en krachten in een constructie in beschouwing nemen in het topologie optimalisatieproces? Dit is nu nog niet mogelijk en daarom zijn verdere aanpassingen aan het verkregen ontwerp nog nodig bij de huidige methodieken. Ook zijn de geoptimaliseerde ontwerpen vaak complex en niet direct maakbaar

met conventionele verspanende productie-technieken zoals draaien en frezen. Er is dan nog een interpretatiestap nodig van een ontwerper die het geoptimaliseerde ontwerp aanpast met het oog op maakbaarheid.

Een interessante ontwikkeling is daarom 3D printen waarbij het product laagje voor laagje wordt opgebouwd en wat betreft maakbaarheid vrijwel geen beperkingen kent. Ik denk dus dat met de ontwikkeling van 3D printtechnieken het vakgebied van topologie-optimalisatie nog belangrijker wordt.

Mijn onderzoek komt voort uit de wens om steeds lichtere vliegtuigen te ontwikkelen die minder brandstof verbruiken wat leidt tot minder emissie en kostenbesparing. Daarbij zijn optimalisatie technieken erg interessant want ze zijn breed toepasbaar. Niet alleen in de vliegtuig-industrie maar ook bijvoorbeeld in de voedingsmiddelenindustrie om materiaal te besparen in productverpakkingen. Een ander voorbeeld is Formule 1 race auto's waar kostenbesparing minder belangrijk is, maar waar men vooral zoekt naar de constructie met de beste performance.

Ik vind topologie-optimalisatie heel leuk vanwege de ontwerp-vrijheid die het proces heeft en de mooie vormen die eruit komen die moeilijk intuïtief te bepalen zijn. Het is puzzelen

met formules die weer afhangen van het gestelde optimalisatie probleem, de achterliggende fysica en de methoden om het optimalisatieprobleem op te lossen. Een uitdaging van de optimalisatieproblemen die ik beschouw, is dat ze vaak meerdere oplossingen hebben (wiskundige optima) die echter niet allemaal even optimaal zijn. Afhankelijk van je begincondities kun je verschillende ontwerpen krijgen.

Voor iemand met interesse in optimalisatie en mechanica, zoals ik, is het NLR erg interessant. Je zit hier in een onderzoeksomgeving waar de echte toepassing dichterbij staat dan op een TU.





Duurzame opwaardering

Het NLR maakte een selectie van technologieën waarmee operationele verkeersvliegtuigen kunnen worden aangepast aan moderne maatschappelijke doelstellingen en klantwensen, bijvoorbeeld op het gebied van gereduceerde uitstoot.

Verkeersvliegtuigen hebben een levensduur die zich over decennia uitstrekt. Dat betekent dat de uitvoering achterop loopt bij de technische ontwikkelingen en de daaruit voortvloeiende mogelijkheden om het milieu verder te ontzien. In plaats van het kopen van nieuwe vliegtuigen kan het aanpassen van operationele toestellen aan moderne verwachtingen, de zogenoemde retrofit, een aantrekkelijke optie zijn. Fokker Services vroeg het NLR om ondersteuning bij een Europees project om de meest veelbelovende retrofit-technologieën te signaleren die de ongewenste emissies van vliegoperaties significant kunnen verminderen. De naam van dit project: Reduced Emissions of Transport aircraft Operations by Fleetwise Implementation of new Technology (RETROFIT).

Allereerst werd een lijst opgesteld van 175 verschillende technologieën die 'groene operaties' kunnen bevorderen en werd op iedere techniek een korte analyse losgelaten. Daaruit kwam een top-3 voort en zijn ook beleidsmatige aanbevelingen gedaan om in onderzoek retrofit-aspecten mee te nemen.

Opmerkelijke conclusie: het taxiën met behulp van elektromotoren is de toepassing die de grootste verbetering belooft. Nu nog zijn het de draaiende hoofdmotoren die de vliegtuigen van en

naar de start- of landingsbaan rijden. De voeding van de elektromotoren zou moeten komen van de auxiliary power unit (APU), de hulpmotor waarover ieder vliegtuig beschikt. Het monteren van deze alternatieve aandrijving zou door de toename van het gewicht een kleine belasting betekenen. Daar staat echter aan de batenkant tegenover dat de APU energiezuiniger is dan de hoofdmotoren én er dus minder brandstof hoeft te worden meegenomen voor het taxiën op de plaats van bestemming. Dat levert een gewichtbesparing op gedurende de gehele vlucht.

Behalve het elektrisch taxiën kwamen meer interessante retrofit-opties naar voren. Zo bleek het vervangen van de motoren van de oudere versies van de A320-familie verkeersvliegtuigen voor de korte en middellange afstand door energiezuiniger straalmotoren, zoals voorzien voor de A320 NEO, weliswaar al een aanzienlijke milieubijdrage op te leveren, maar nog niet economisch aantrekkelijk te zijn.

Tot slot brachten de analyses het potentieel aan het licht van een box met instrumenten die de vliegtuigen kunnen laten deelnemen aan de maatregelen op het gebied van verkeersleiding die zijn voortgekomen uit het grootschalige Europese project Single European Sky ATM Research (SESAR).



WIM PASTEUNING |
FOKKER TECHNOLOGIES HOLDING B.V.

"Als Chief Technology Officer bij Fokker Technologies Holding houd ik me bezig met strategische vraagstukken. Maar pratend over het NLR kunnen we natuurlijk ook honderd jaar terugkijken, want zo lang bestaat de relatie tussen Fokker en het NLR al bijna. Ook toen al werd gesteld dat een florerende luchtvaartsector niet zonder een onderzoekslaboratorium kan. Je zou kunnen zeggen dat de Gouden Driehoek al effectief was in 1919, het 'bouwjaar' van Fokker, KLM en NLR.

Die Gouden Driehoek nemen we ook mee Europa in. We trekken gezamenlijk op in Europese projecten, waardoor er deuren worden geopend naar kennis die we op eigen houtje nooit zouden kunnen ontwikkelen. Daardoor zijn we in staat op nationaal niveau te blijven innoveren. Participatie op Europees niveau biedt ons daarnaast de mogelijkheid aan te sluiten bij ontwikkelprogramma's van grote Europese vliegtuigbouwers als Airbus, Dassault, Eurocopter en Agusta Westland. Zo kunnen we samen met het MKB een goede positie voor toekomstige opdrachten innemen.

Het NLR heeft ook de beschikking over bijzondere testfaciliteiten. In dat verband refereer ik graag aan het zeer succesvolle TAPAS-project dat vorig jaar werd afgesloten met een 'ultimate load test' van een composieten horizontaal staartvlak van een zakenvliegtuig. Het werd tot het uiterste belast, zonder te knappen. Het kan dus nog lichter!

Fokker en het NLR trekken al bijna honderd jaar samen op. Ik ben er van overtuigd dat daar nog een fors aantal jaren bijkomt. Een onpartijdig onderzoekslaboratorium dat tegen concurrerende tarieven zijn bijzondere kennis en faciliteiten kan blijven aanbieden levert een onmisbare bijdrage aan een concurrerende, innovatieve Nederlandse luchtvaartsector."

CONCURRENTIEKRACHT

Nieuwe vliegtuigmaterialen tot het uiterste getest

De toepassing van nieuwe generaties vliegtuigmaterialen, zoals vezel-versterkte thermoplasten, maakt vliegtuigen lichter, zuiniger en kosten-efficiënter. Daarmee wordt de luchtvaartsector duurzamer. Afgelopen jaar testte het NLR een horizontaal staartvlak welke gefabriceerd was met deze nieuwe generatie thermoplastische composietmaterialen.

Thermoplastische composieten in de vliegtuigbouw werden onderzocht in het TAPAS (Thermoplastic Affordable Primary Aircraft Structures) programma. In TAPAS werken Nederlandse industriële ondernemingen en kennisinstellingen samen met vliegtuigproducent Airbus. Gezamenlijk zijn de acht Nederlandse partners actief in de Nederlandse luchtvaartindustrie en werken ze hecht samen met Airbus op het gebied van materiaal-, productie- en verbindingstechnologie en ontwerp. De technologie wordt gericht ontwikkeld voor toekomstige Airbus-toepassingen, waaronder primaire constructiedelen als romp en vleugels.

Het NLR testte in 2012 een hoog belaste vliegtuigconstructie welke grotendeels geproduceerd was met vezelversterkt thermoplastisch composietmateriaal. Deze TAPAS 'torsion box demonstrator' is representatief voor een horizontaal staartvlak van een business jet en was gefabriceerd door Fokker Aerostructures BV.

Na het aanbrengen van impact schades is het proefstuk onderworpen aan vermoeiingsbelastingen en zijn er statische belastingen aangebracht tot 165% 'Limit Load'. Deze testen zijn succesvol verlopen, nergens in de constructie is schade of schadegroei opgetreden. Na het aanbrengen van extra, relatief grote beschadigingen is er wederom een vermoeiingsprogramma uitgevoerd. Ook deze proeven werden door de constructie glansrijk doorstaan. In de afsluitende statische test om de breuksterkte te bepalen is het horizontale staartvlak beproefd tot 240% van 'Limit Load'. Zelfs deze ultieme test leidde niet tot het bezwijken van de constructie.



FIBRE PLACEMENT MACHINE NLR ZORGT VOOR DOORBRAAK COMPOSITEN

Steeds vaker vindt composiet zijn weg naar de transportindustrie. Nu ook de kosten van dit lichte en sterke constructiemateriaal sterk zijn afgenomen staat niets een grote doorbraak meer in de weg. Met behulp van de nieuwste aanwinst van het NLR, de Fibre Placement machine kan nu ook de Nederlandse industrie tegen lage kosten grote composieten componenten in serie produceren.



Composiet, een op koolstofvezels gebaseerde kunststof, mag al sinds langere tijd op veel belangstelling rekenen van vliegtuigbouwers. Het is immers sterker, duurzamer en lichter dan aluminium, het 'traditionele' constructiemateriaal van vliegtuigen. Tot nog toe hielden de hoge materiaal- en productiekosten een grootschalige toepassing van dit materiaal tegen. Door automatiseringsprocessen, nieuwe robot- en slimme assemblagetechnieken zijn de kosten per 'kilo' composiet de laatste jaren echter drastisch gedaald. Vliegtuigbouwers pakken nu door: onlangs zorgde Boeing voor een doorbraak door de eerste bestellingen in ontvangst te nemen voor de 'Dreamliner', het eerste verkeersvliegtuig dat grotendeels uit composieten is vervaardigd.

GEWICHT DOET ER TOE

Overall waar gewicht ertoe doet neemt de interesse voor composiet toe. Ook in de automotive-industrie is 'zuinig en licht' richtinggevend voor de ontwikkeling van nieuwe modellen. Deze branche denkt

van oudsher in metaal en heeft een voor-sprong genomen in de ontwikkelingen van lichte en sterke metaallegeringen. Maar nu de bekendheid met composiet groter is geworden, is ook de belangstelling voor het ontwerpen van composieten auto-onderdelen sterk toegenomen. Zo heeft Lamborghini voor zijn Aventador sportwagen een schokabsorberend chassis ontworpen dat geheel uit composiet is vervaardigd.

De afgelopen jaren is de kwaliteit van composiet omhoog gegaan. Het is nu makkelijker te verwerken en voor de productie is geen autoklaaf, een drukoven meer nodig. Vooral de zogenaamde 'thermoplasten' bieden veel perspectief omdat ze makkelijker en sneller uitharden. Daarnaast worden ze bij opwarming weer 'week', waardoor onderdelen eenvoudig aan elkaar gelast kunnen worden. Tegenover de betere modellerings- en assemblagemogelijkheden staan de nog steeds hoge kosten van vooral de 'high grade' thermoplasten. De 'low-grade'

thermoplasten echter, simpel gezegd plastic waarin kunststofvezels verwerkt zijn, zijn een stuk goedkoper en inmiddels kwalitatief zo goed dat er in serie geproduceerde auto-onderdelen van gemaakt kunnen worden.

MEER COMFORT VOOR PASSAGIER

Een vliegtuig dat geheel uit composiet bestaat is een idee-fixe. Composiet leent zich vooral goed voor schaalconstructies als romp en vleugels, waar sprake is van hoge belastingen in een horizontaal vlak. Voor vliegtuigcomponenten die uit verticale laagjes zijn opgebouwd is composiet minder geschikt, omdat de tussenliggende harslaag, de zwakste schakel, uit elkaar getrokken kan worden. Bovendien kleeft er ook een algemeen nadeel aan composiet: het is brosser en reparatie, bijvoorbeeld na impact, is lastiger. Simpelweg wat klinknagels aanbrengen ter versteviging, zoals bij aluminium, kan niet bij composiet. Toch zijn de voordelen van composiet evident: het is lichter en stijver en de materiaalvermoeidheid is minder. Bovendien kun je er het comfort van de passagier mee verhogen. Je kunt de cabine vochtiger houden, iets wat bij aluminium tot corrosie kan leiden. Bij composiet behoren droge ogen en luchtwegen aan boord dus definitief tot het verleden. Ook kun je de druk in de cabine verhogen, zonder dat het tot een te hoge belasting van de romp leidt. In plaats van dat je het gevoel hebt dat je ijle lucht inademt op een berg van drieduizend meter is die berg dan voor het gevoel nog maar tweeduizend meter hoog.

NIEUWE FIBRE PLACEMENT MACHINE

Het NLR is een belangrijke internationale speler op het gebied van research en development van thermoplasten.

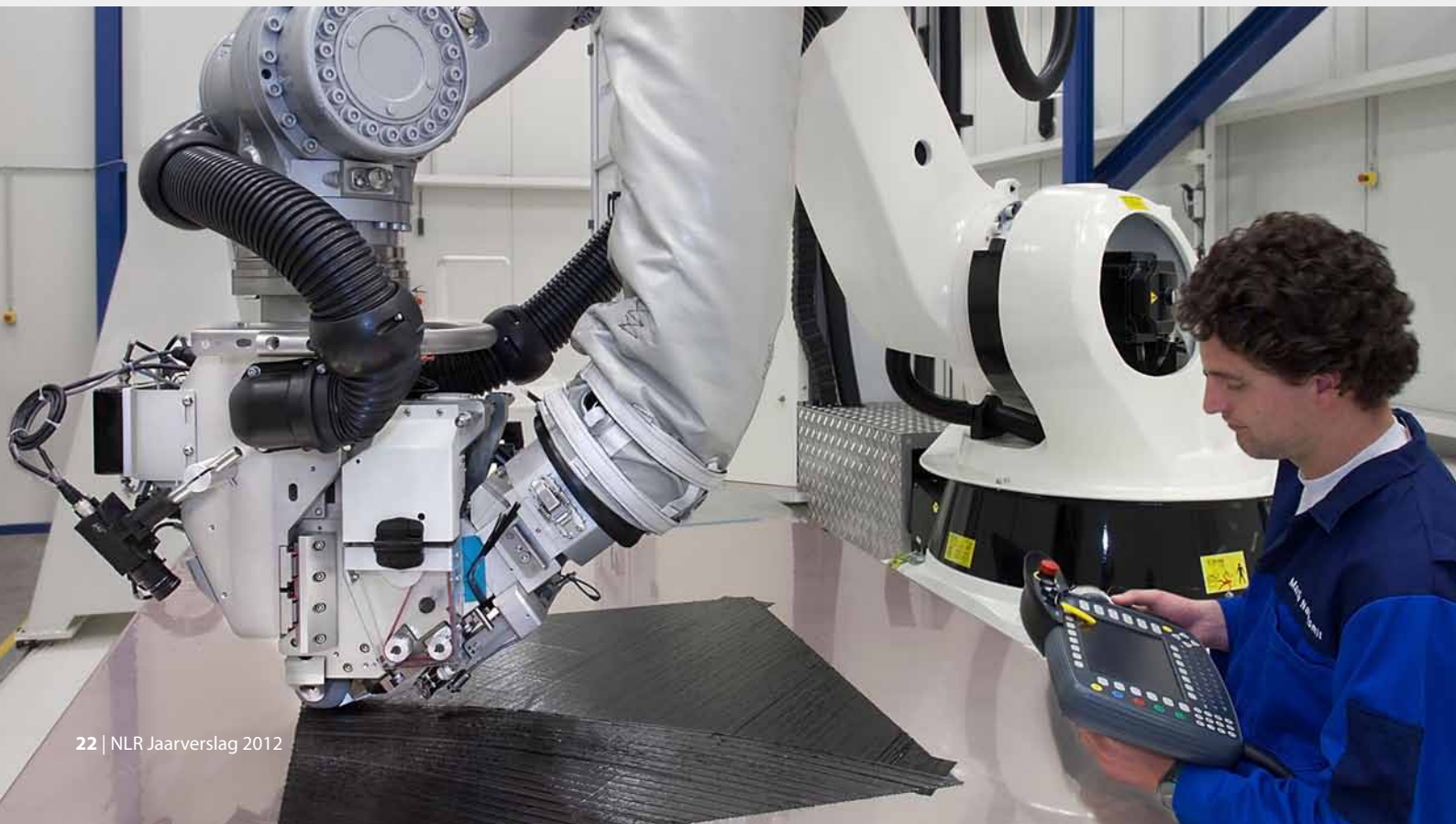
Het onderzoeksterrein omvat zowel productontwikkeling, verspanen, testen, methodieontwikkeling, belasting en certificatie. Deze geïntegreerde kennis maakt het NLR tot een zeer aantrekkelijke partner voor de Nederlandse composietindustrie. In het kielzog van de vliegtuigindustrie kloppen dan ook steeds vaker scheepsbouwers, autofabrikanten en raketbouwers bij het NLR aan, uit Nederland, maar meer en meer ook uit landen als China, Rusland en Brazilië. Naar verwachting zal die belangstelling nog verder toenemen, want sinds begin dit jaar is het NLR een nieuwe, state of the art Fibre Placement machine rijker, waarmee prototypes gemaakt kunnen worden. Het bijzondere van deze machine is dat het verschillende composietmaterialen kan verwerken en vrijwel elk type voorwerp kan maken, ook grote voorwerpen met meer complexe vormen en van een ho-

ger TRL-niveau. Naast het vervaardigen van prototypes verricht het NLR basisonderzoek met deze faciliteit. Zo kan nauwkeurig bepaald worden hoe snel de productietijd van een bepaald voorwerp zal zijn en over welke eigenschappen het voorwerp zal beschikken. Deze faciliteit zal niet de laatste in de rij zijn want het NLR is voornemens een nieuwe, door robottechnologie gestuurde faciliteit aan te schaffen, waarmee composietmateriaal geheel automatisch gedrapeerd, geknipt, gelast en geperst kan worden.

ONDERNEMEN, ONTWIKKELEN EN ONDERWIJS

Het NLR houdt zich ook bezig met meer fundamenteel onderzoek op het gebied van composiet. Zo doet het onderzoek hoe na impact de eventuele schade in het composiet beter gedetecteerd en hersteld kan worden. Het NLR houdt

zich daarnaast ook bezig met nieuwe gewichtbesparende vlechtechnieken. Hiermee laat het zien ook aan de basis te staan van de nieuwste ontwikkelingen op het gebied van de ontwikkeling en toepassing van composiet. De rol die het NLR inneemt als de R&D afdeling voor de Nederlandse industrie is nog verstevigd sinds de oprichting van Compoworld vorig jaar, een samenwerkingsverband tussen industrie, onderwijsorganisaties en het NLR. Zo biedt het NLR studenten onderzoek- en praktijkstages aan. Het mes snijdt aan twee kanten: studenten doen praktijkervaring op en brengen omgekeerd de nieuwste theoretische kennis in huis. Bovendien zijn ze, als ze straks een eigen onderneming beginnen al vertrouwd met het NLR en weten ze waar ze moeten aankloppen voor kennis en advies.



Toekomstige vliegtuigen **slimmer ontworpen**

Het beter op elkaar afstemmen van specificaties en ontwerpen, kan vliegtuig- en vliegtuigonderdeelontwerpers aanmerkelijk helpen. Het NLR ontwikkelde onder meer tools waarmee OEMs ('original equipment manufacturers') en toeleveranciers hun ontwerpdata beter op elkaar kunnen afstemmen.

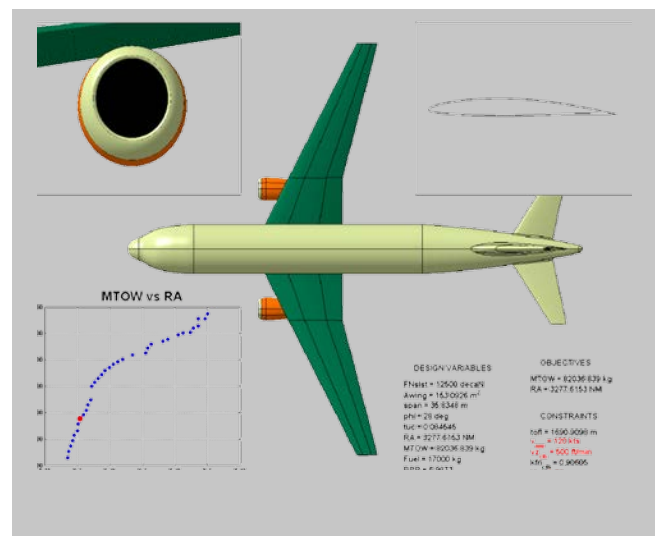
Het ontwikkelen van vliegtuigen is niet een zaak van één bedrijf, maar meestal van één onderneming en een groot aantal toeleveranciers. Die diversiteit van onderdelenproducenten kan problemen veroorzaken in zowel vliegtuigontwerp als in onderdelenproductie. Het Europese project Collaborative and Robust Engineering using Simulation capability Enabling Next Design Optimisation (CRESCENDO) werd in 2009 afgetrapt met het doel de ontwikkeling van nieuwe luchtvaartproducten kosten- en tijd-efficiënter te maken door een significante wijziging in de manier waarop modelleer- en simulatieactiviteiten worden uitgevoerd in de samenwerkende onderneming. Het NLR speelt binnen dit project, dat in 2012 is afgerond, een belangrijke rol, gericht op de toeleveringsketen als onderdeel van de samenwerkende onderneming. NLR's resultaten droegen bij aan een aantal realistische ontwerpuitdagingen, onder andere bij het verbeteren van de afstemming tussen vliegtuigbouwer Airbus en motorenproducent Rolls-Royce.

In productontwikkeling voor de luchtvaart geeft de vliegtuigbouwer aan de toeleverancier bepaalde specificaties waaraan een onderdeel moet voldoen en deze ontwerpt en produceert vervolgens dat gevraagde onderdeel. De specificaties en de daaruit volgende ontwerpen zouden echter veel nauwkeuriger kunnen worden geformuleerd door bijvoorbeeld ook rekening te houden met de precieze gedragskarakteristieken. Het delen van deze benodigde extra informatie kan voorkomen dat achteraf correcties noodzakelijk zijn die één kostbaar zijn én indienststelling kunnen vertragen. De digitale mock-up (DMU) van een toestel, het virtuele model waarmee vliegtuigbouwer en toeleveranciers werken, moet worden aangevuld door het behavioural digital aircraft (BDA). Een motorfabrikant zou hierin behalve 'harde' factoren zoals gewicht en stuwkracht voor één straalmotor ook dergelijke gegevens voor een reeks van motoren kunnen opnemen of modellen van warmteontwikkeling. Met een reeks van motoren maakt het BDA een groter aantal ontwerpvarianten mogelijk tussen vliegtuig en motor. Modellen van warmteontwikkeling zijn onder meer van belang voor de ophanging, de pylon, die aan de hand hiervan dus nauwkeuriger kan worden ontworpen. Het BDA maakt, met andere woorden, een betere afstemming

mogelijk van gegevens over het gedrag op meerdere niveaus: van het hele vliegtuig tot onderdelen van een vliegtuigcomponent en van de voorontwerpfase tot de test en certificatie fase.

Een van de hobbels die toeleveranciers bij het aangaan van de BDA aanpak moeten nemen, is de mogelijke inbreuk op bedrijfsvertrouwelijke gegevens (of intellectueel eigendom) bij het uitwisselen van die gezochte specificaties. Het NLR heeft de Multi-Fit tool gedemonstreerd waarmee de toeleverancier zoveel gedragskarakteristieken prijs gaf als nuttig was door benadering op basis van gedetailleerde modellen, zonder dat de vertrouwelijkheid werd gecompromitteerd. Daarnaast heeft NLR de BRICS tool ontwikkeld en gedemonstreerd om de gegevens daadwerkelijk veilig uit te wisselen tussen de bestaande, beveiligde engineering-omgevingen van de deelnemende bedrijven als deel van het gezamenlijk simulatieproces. Deze technologie wordt momenteel toegepast om klanten nauwkeurige stromingssimulaties uit te laten voeren met NLR's rekenmethode voor stromingen.

Tegen het einde van het project heeft het NLR deze resultaten gepresenteerd tijdens het CRESCENDO Forum dat in Toulouse gehouden werd met meer dan 300 deelnemers, onder wie bedrijven en organisaties die niet aan CRESCENDO deelnamen. Daarnaast heeft het NLR deze resultaten in 2012 gepresenteerd op de PDT Europe en AIRTEC 'Supply on the Wings' conferenties. In vervolg op CRESCENDO ligt verder onderzoek met NLR deelname in het verschiet om verder te bouwen op de bereikte BDA resultaten.



Het ontwerpen van toekomstige kabelsystemen vergemakkelijkt

Met een slimme rekenmethode is het mogelijk om de maatvoering van kabelbundels te bepalen, iets waar naar de ontwerper van toekomstige bekabelingsystemen veel vraag heeft.

Binnen moderne vliegtuigontwerpen wordt steeds meer plek ingeruimd voor elektronica en elektromotoren, een trend die zich naar verwachting zal voortzetten. De uitbreiding van deze 'elektra' heeft onder andere gevolgen voor de bekabelingsystemen: die worden complexer en nemen meestal een groter volume in. Met financiële steun van de overheid ontwikkelde het NLR een methodologie die zeer nauwkeurig de diameter kan berekenen van dergelijke kabelbundels. Dit project, Methodology for Constrained Space Allocation of Non-homogenous Cable Bundles within Civil Aircraft (MECOSCA) gedoopt, startte in 2010 en bereikte in 2012 een hoogtepunt. De afronding wordt dit jaar verwacht.

Kabels zijn functioneel grofweg in tweeën te delen. Het ene type wordt toegepast voor voeding, het andere voor data. Waar het ontwerp van kabels vroeger vooral homogeen was, een koperen draad met een plastic omhulling, is die morfologie tegenwoordig veelal non-homogeen en meer divers in algemene zin. Zo zijn er platte, gedraaide en coaxkabels en sommige kabels zijn voorzien van complexe metalen manchetten.

Kennis over de precieze maatvoering van kabelsystemen is voor vliegtuigontwerpers relevant. Bij het assembleren moeten de kabelsystemen precies passen in de kabelklemmen of buizen die daarvoor zijn gereserveerd. En dat geldt bijvoorbeeld ook voor het monteren van de individuele kabeltjes aan elektronica of andere apparaten. Verrassingen op dit gebied kunnen de oorzaak zijn van prijzige en tijdrovende aanpassingen.

De traditionele berekening van de maatvoering van kabelbundels ging uit van rechte, cirkelvormige kabels van ongeveer gelijke maat, maar die hield dus geen rekening met de veranderde

morfologie. Het NLR stelde een rekenmethode op die vooraf kan voorspellen wat de maatvoering van dergelijke kabelbundels is. Bij grondige validatie van deze methodiek bleek dat deze bovendien zeer nauwkeurig was. Hiermee heeft onder meer de Nederlandse kabelindustrie een instrument in handen dat vliegtuigontwerpers in de toekomst op dit terrein efficiënter kan laten werken.



Defensie

Nederlandse militairen hebben de afgelopen decennia geopereerd tot ver buiten het NAVO-grondgebied. Dat stelt hoge eisen aan het materieel. Het NLR helpt Defensie bij een goede keuze en zorgvuldig beheer van het uitgezonden vliegend materieel. Zo ondersteunt het NLR de certificatie van het onbemande ScanEagle verkenningsvliegtuig, dat ingezet wordt om piraterij in de Indische Oceaan te bestrijden. Een ander voorbeeld is de ontwikkeling van een innovatief missieplanningssysteem voor de nieuwe Boeing CH-47F (NL) Chinook transporthelikopter van de krijgsmacht.



Snelle certificatie voor het ScanEagle onbemande vliegtuig

Defensie wilde het onbemande verkenningsvliegtuig ScanEagle medio 2012 inzetten ten behoeve van de anti-piraterij missies in de Indische Oceaan. Mede door de ondersteuning van het NLR kon de Militaire Luchtvaart Autoriteit het Militair Type Certificaat afgeven.

Onbemande vliegtuig technologie is aan een wereldwijde revolutie bezig, reden waarom het NLR een vinger aan de pols houdt bij alle relevante ontwikkelingen op dit terrein. Wanneer het ministerie van Defensie expertise op dit gebied nodig heeft, wendt het zich dan ook doorgaans tot het NLR. Dat gebeurde ook toen de certificering nodig was van het Amerikaanse onbemande verkenningsvliegtuig ScanEagle.

Het onbemande vliegtuig kiest het luchtruim met behulp van een lanceerrail en 'landt' dankzij een ingenieus vangstelsel, een soort vishengel. Het toestel van circa twintig kilo kan een etmaal patrouilleren en doelwitten met een daglicht- of infrarood-camera in de gaten houden. De certificering van de ScanEagle in het maritieme domein vloeyde voort uit lopend werk dat het NLR voor Defensie sinds 2010 uitvoert om dit type Unmanned Aerial System (UAS) voor verkenningsmissies boven land in te zetten. Daartoe was al contact gelegd met de industrie. Ook het gegeven dat met de ScanEagle al 600.000 vlieguren waren gemaakt, gaf de certificering de wind in de rug.

Operaties vanaf een schip zijn anders dan missies die louter boven land worden uitgevoerd en dat vergt dus een enigszins aangepast pakket van eisen. Zo moeten vliegoperaties nauwkeurig worden gecoördineerd met andere activiteiten op het vliegdek, zoals het starten en landen van helikopters. Ook de windcondities rond het schip zijn een belangrijke factor bij de overweging of operaties met dit UAS bij bepaalde meteorologische omstandigheden nog wel verantwoord zijn.

Nadat in samenspraak met de industrie en met Defensie eisen waren opgesteld en de kaders van de certificering waren afgesproken, werden operaties met de ScanEagle aan boord van Hr. Ms. Rotterdam tijdens een korte testvaart getoetst. Hierna kon dit certificeringstraject voor de ScanEagle voor operaties aan boord van de Hr. Ms. Rotterdam worden afgerond en kon de Militaire Luchtvaart Autoriteit het Militair Type Certificaat afgeven. De ScanEagle is intussen vele maanden achtereen met succes ingezet vanaf het amfibische transportschip Hr. Ms. Rotterdam. Bondgenoten die tevens belangstelling hebben voor aanschaf van de ScanEagle hebben grote interesse getoond in het Nederlandse certificeringstraject.



ELWIN VAN 'T WOUT:
PhD-STUDENT AAN DE FACULTEIT
ELEKTROTECHNIEK, WISKUNDE EN
INFORMATICA AAN DE TU DELFT,
VAKGROEP NUMERIEKE WISKUNDE.

“Wiskunde gebruik ik om theorieën te bewijzen en die zoektocht vind ik spannend.”

DE COMBINATIE NLR EN TU DELFT HOUDT ME SCHERP

De toepassing van mijn promotie-werk betreft het uitrekenen van het radarprofiel van een gevechtsvliegtuig. Voor de veiligheid van piloten is het van belang dat je tijdens een militaire missie zo onzichtbaar mogelijk bent voor de radar van de tegenstander. Daarnaast is het belangrijk dat missies nauwkeurig worden uitgevoerd, zodat de ‘collateral damage’ zo klein mogelijk is. Je wilt daarom graag weten hoe zichtbaar jouw vliegtuig is op een radar. Berekeningen met de computer vullen fysieke experimenten goed aan, vooral wanneer je zeker weet dat de berekende resultaten realistisch zijn.

Mijn NLR-collega heeft een rekenprogramma ontwikkeld waarbij een F-16 doorgerekend kan worden op zichtbaarheid voor de vijand. Dit model is realistisch voor vliegtuigen van aluminium. Maar het doorrekenen van radar absorberend materiaal is veel lastiger. Het doel van mijn project is om een andere rekenmethode te ontwikkelen die ook toegepast kan worden voor vliegtuigen met radar absorberend materiaal.

Rekenmethodes die in staat zouden moeten zijn om radar absorberend materiaal te modelleren zijn moeilijk te ontwikkelen. De methodes zijn heel traag, zodat een heel vliegtuig doorrekenen (nog) niet lukt. Daarnaast worden er op onverwachte momenten opeens onrealistische resultaten verkregen. Mijn taak is om deze nieuwe rekenmethodes robuust te maken, zodat je zeker weet dat de uitge-

rekenende resultaten nauwkeurig en ook fysisch realistisch zijn. Hiervoor moet de wiskundige basis van de rekenmethodes doorgrond en verbeterd worden.

Ik ben wiskundige en vind het heerlijk om diep in de wiskunde te kijken. Door welke keuzes komen die resultaten? En kan ik dat dan van te voren voorspellen? Wiskunde gebruik ik om theorieën te bewijzen en die zoektocht vind ik spannend. Soms gaat het goed. Soms zijn de resultaten niet zoals ik verwachtte en daar zit hem dan ook meteen de uitdaging: hoe zorg ik ervoor dat mijn modellen altijd juist zijn? Op de universiteit moeten de uitkomsten - bij wijze van spreken - negen van de tien keer kloppen. Op het NLR moet het altijd kloppen zodat mijn programma kan uitrekenen hoe radar wordt weerkaatst door een vliegtuig met radar absorberende coating.

Mijn collega's zijn vriendelijk en iedereen heeft wel ergens verstand van en wil helpen met je onderzoek. Ook is er de mogelijkheid om naar conferenties te gaan. Dat waardeer ik enorm. Op conferenties kom je je vakgenoten tegen en kun je heel specialistisch een gesprek voeren en over de details praten.

Het NLR wil een goed rekenprogramma. De TU Delft wil publicaties. Deze combinatie houdt me scherp. Ik wil het goed doen én wil promoveren. Ik heb dus genoeg motivatie om door te gaan. Hopelijk kan mijn model in de toekomst gevalideerd worden.



Betere vliegproefapparatuur

Het NLR integreerde in opdracht van de Defensie Materieel Organisatie (DMO) een vliegproefstelsel op basis van een nieuwe generatie off-the-shelf-apparatuur.



De invoering van de NH-90 helikopters aan boord van de schepen van de Koninklijke Marine ging gepaard met de behoeftestelling voor een nieuw vliegproefstelsel. Dat wordt in eerste instantie ingezet voor het vaststellen van de operationele limieten van dit type helikopter. In een later stadium moet dit vliegproefstelsel echter ook beschikbaar komen voor andere types helikopter van het Defensie Helikopter Commando, zoals de Boeing CH-47 Chinook transporthelikopter en de Boeing AH-64D Apache gevechtshelikopter. In 2012 rondde het NLR het project, dat een jaar eerder was gestart, af.

DMO had voor de nieuwe geïntegreerde apparatuur diverse stringente eisen opgesteld. Zo moesten onder andere de relevante helikopter- en scheepsdata gelijktijdig beschikbaar zijn voor de testvluchtingenieur in de helikopter en voor het testteam op het schip. Dit is gerealiseerd met een digitale radioverbinding tussen schip en helikopter met een bereik van kilometers voor het versturen en het direct verzamelen van meetgegevens. Met andere woorden: de apparatuur stelt het testteam in staat om over de schouder van de testvliegers mee te kijken.

Al deze gegevens worden opgeslagen met speciale recorders, die een snelle technische analyse na de vlucht mogelijk maken. Het nieuwe vliegproefstelsel verschilde in concept op één belangrijk punt van het bestaande instrumentarium: de nieuwe vliegproefapparatuur moest de testvlieger en de testvluchtingenieur een leidende rol geven bij het uitvoeren van het testprogramma, waar eerder vooral testpersoneel aan boord van het schip het programma bepaalde.

De expertise over dit type werk en de daarvoor benodigde apparatuur was op het NLR ruimschoots aanwezig dankzij jarenlang vergelijkbaar werk aan zowel civiele als militaire vliegtuigen en helikopters. In het buitenland bestaat intussen grote belangstelling voor de innovatieve aanpak van het NLR bij dit project.

"Als jonge jachtvlieger maakte ik begin jaren '90 voor het eerst kennis met het NLR. We voerden een grootschalige luchtmachtoefening uit in Canada, 'Maple Flag' en de medewerkers van het NLR inventariseerden en analyseerden de vluchtgegevens. Zo konden we onze operationele procedures fine-tunen en de kwaliteit van onze operaties verbeteren. Ze zaten er de hele rit bij, van missievoorbereiding tot de briefing en waren daardoor ook in staat direct feedback te geven op de vliegoperaties. Dat maakte hen tot volwaardige en zeer gewaardeerde partners in het project."

Later in mijn carrière kwam ik in aanraking met de expertise die het NLR bijvoorbeeld heeft op het gebied van levensduurbewaking. De systemen die het NLR ontwikkelt voor preventief onderhoud zorgen er voor dat onze platforms efficiënter ingezet kunnen worden en dat werkt kostenbesparend. Daarnaast heeft het NLR ook bijzondere kennis in huis van embedded systemen. Vorig jaar werd ECATS opgeleverd, een trainingsprogramma met virtuele tegenstanders dat geïntegreerd is in de F35. Een mooi voorbeeld van een 'leading edge' product dat het NLR en de industrie samen hebben ontwikkeld, in nauwe samenwerking met de Luchtmacht."

De meerwaarde van het NLR is dat het de kloof tussen wetenschap en operationele werkelijkheid weet te overbruggen. Ze kunnen praktisch denken en voelen ons goed aan. Dat is ook het gevolg van de relatie die we in de loop van vele jaren hebben opgebouwd. Dat begint bijvoorbeeld met jonge NLR-medewerkers die aan de hand van senior-medewerkers worden meegenomen en langzaam vertrouwd raken met de manier van denken en het praktisch handelen van de Luchtmacht. De onafhankelijke positie van het NLR speelt daarnaast een grote rol. Hun op onderzoek en feiten gebaseerde diensten en producten en hun kritische blik maakt ons sterker en draagt uiteindelijk bij aan het gemeenschappelijk doel: zorgen dat onze krijgsmacht zo optimaal mogelijk functioneert."

Betere missieplanning voor de Chinook-helikopter

Dankzij vier decennia ervaring kon het NLR binnen twee jaar een innovatief missieplanningsysteem maken voor de nieuwe Boeing CH-47F(NL) Chinook zware transporthelikopters van de krijgsmacht.



In oktober 2012 behaalde het NLR twee mijlpalen bij de ondersteuning van de introductie van de zes Boeing CH-47F(NL) zware transporthelikopters die deel gaan uitmaken van het Defensie Helikopter Commando (DHC). Niet alleen vond de overhandiging van het eerste toestel plaats na een grondig proces van voorbereiding dat het NLR uitgebreid ondersteunde, maar ook werd een innovatief missieplanningsysteem voor dit type helikopters in gebruik genomen.

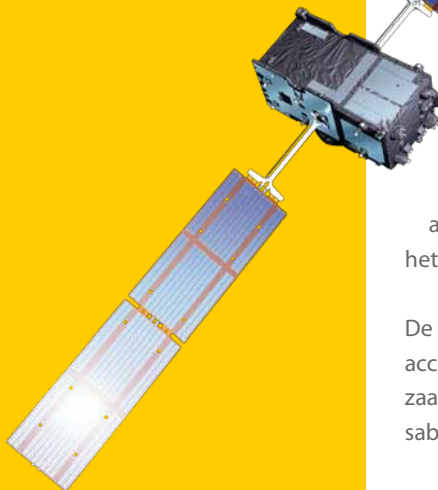
Dit zogeheten Chinook ACMS (Advanced Cockpit Management System) Mission Planning System (ChAMPS) kan missiegerelateerde gegevens veilig en efficiënt vanuit een centrale planningscomputer in de cockpitapparatuur invoeren. Het gaat hierbij om navigatiedata zoals waypoints die de vliegers gebrui-

ken om een vliegroute te plannen, om communicatiegegevens, zoals de settings voor de diverse boordradio's, en om digitale kaarten die relevant zijn voor de missie. Ook de analyse van gewichten en zwaartepuntsligging van helikopter en lading, die van invloed kan zijn op de vluchtspecificaties, zoals snelheid en brandstofverbruik, kunnen de vliegers en de loadmaster in ChAMPS uitvoeren.

Het NLR kon bij de ontwikkeling van ChAMPS putten uit uitgebreide ervaring die gedurende vier decennia is opgedaan bij vergelijkbare systemen ten behoeve van zowel helikopters, zoals de Eurocopter AS-532U2 Mk II Cougar middelzware transport-helikopter en gevechtsvliegtuigen, zoals de Lockheed F-104G Starfighter en de Lockheed Martin F-16 Fighting Falcon. Behalve deze expertise speelden ook de korte 'lijnen' tussen NLR en het DHC een belangrijke rol bij de succesvolle ontwikkeling van ChAMPS. Bij de totstandkoming van ChAMPS, die begon met een aanvraag in 2010, was ook de Deense onderneming Terma betrokken en het Amerikaanse Honeywell, de producent van de CH-47F(NL) avionica.

Bereikbaarheid

Hoe kun je de mobiliteit van het luchtverkeer op peil houden, ondanks dat de vraag naar luchttransport zal toenemen? Het NLR werkt aan logistiek en planning die de veilige doorstroming van passagiers en vracht verbetert. Zo is het betrokken bij de introductie van betrouwbare satellietnavigatie voor vliegverkeer, doet het onderzoek naar zelfseparatie van verkeersvliegtuigen om de capaciteit van het luchtruim te vergroten en ontwikkelt het innovatieve rekenmethodes waarmee je nog veiliger en duurzamer vliegtuigtypes kunt ontwerpen.



Naar betrouwbaarder satellietnavigatie

De betrouwbaarheid van de signalen voor satellietnavigatie kan, letterlijk, van levensbelang zijn. Samen met partners Ursa Minor en SSBV onderzocht het NLR de aard van potentiële verstoringen en droeg technologie aan om deze te detecteren en te lokaliseren.

De toepassing van satellietnavigatiesystemen, zoals het Amerikaanse Global Positioning System (GPS) en het Europese Galileo maakt een sterke groei door. Het belang van de continue nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de signalen ten behoeve van bijvoorbeeld vliegverkeer of hulpdiensten, neemt daardoor navenant toe. Een studie naar potentiële verstoring van de signalen, het Galileo Interference Monitoring and Localisation Network (GALMONET) die het NLR samen met Ursa Minor en SSBV in 2011 en 2012 uitvoerde, maakte de problematiek inzichtelijk en reikte mogelijke maatregelen aan.

Allereerst werd onderzocht in hoeverre de signalen in het veld onderhevig waren aan storingen. Dit gebeurde onder meer met behulp van ontvangstapparatuur op locaties in Delft en Noordwijk, en op de Antenna Test Range van het NLR in Flevoland. Daarbij traden inderdaad storingen met een dynamisch karakter aan het licht, vooral veroorzaakt door etherverkeer dat actief is in hetzelfde deel van het spectrum als waarin GPS en Galileo opereren.

De aard van de bedreigingen kreeg eveneens aandacht. Storingen kunnen behalve door accidenteel medegebruik door andere gebruikers van het spectrum, ook worden veroorzaakt met de uitdrukkelijke intentie om toepassing van satellietnavigatie te hinderen of te saboteren, bijvoorbeeld door criminelen, terroristen of militaire tegenstanders.

Het onderzoek besloeg ook het formuleren en testen van mogelijke technische tegenmaatregelen tegen deze al dan niet doelbewust gegenereerde verstoringen. Tests met ontvangstsystemen die zowel de sterkte en de karakteristieken van de storingen in kaart brengen als de locatie van de bron kunnen aanwijzen, zijn uitgevoerd op de Antenna Test Range van het NLR. Specifieke metingen aan de antennes zijn uitgevoerd in een anechoïsche ruimte van het NLR, waarbinnen geen externe storingen kunnen doordringen en waar dus zeer zuivere metingen mogelijk zijn.

Dit onderzoek stelt de autoriteiten in staat om een gedegen afweging te maken bij de beslissing om een netwerk van dergelijke ontvangstsystemen in te richten ter vergroting van de betrouwbaarheid van het gebruik van satellietnavigatie.



JACQUELINE PRINS | MINISTERIE I EN M,
DIRECTORAAT GENERAAL BEREIKBAAR-
HEID, PLAATSVERVANGEND DIRECTEUR
LUCHTVAART

"Het NLR en het ministerie hebben elkaar door de jaren heen altijd weten te vinden als het om luchtvaartkwesties ging in Nederland. We bespreken regelmatig de ontwikkelingen die zich in het veld afspelen. Het afgelopen jaar zijn de contacten nog wat geïntensiveerd bij de bespreking van de rol van het NLR in de topsector Logistiek.

Om welk concreet onderwerp het ook gaat, de Alderstafel, nieuwe landingsprocedures, we weten dat we kunnen bouwen op de technologische expertise van het NLR. De meerwaarde van het NLR zit 'm daarnaast in het gegeven dat het NLR zijn overall-kennis van de luchtvaart met ons deelt vanuit een onafhankelijke positie. Het NLR staat boven partijen en belangen, wat belangrijk is voor ons om een beredeneerd en afgewogen luchtvaartbeleid te formuleren. Het NLR zorgt er daarnaast voor dat de sectorpartijen bij elkaar komen om de toekomst van de luchtvaart in Nederland te bespreken. In die zin vormt het NLR de smeerolie voor de luchtvaartsector in Nederland.

Luchtvaart is een grensoverschrijdende thematiek. Het ministerie hecht dan ook veel waarde aan de deelname van het NLR aan Europese projecten, zoals SESAR. Daarbij kijken we natuurlijk ook welke aspecten binnen SESAR met name van belang zijn voor de Mainport Schiphol, want het bereikbaar houden van de luchthaven is van groot nationaal belang. Een belangrijk gespreksonderwerp afgelopen jaar was ook het instituut NLR zelf en de bijdrage die ze van de overheid ontvangt voor zijn vraaggestuurde programma's. Die bijdrage wordt afgebouwd, maar dat zal niets veranderen aan de innige banden die we met het NLR onderhouden. Het NLR is en blijft een zeer gewaardeerde gesprekspartner met wie we ook in de toekomst zullen optrekken, met als doel de luchtvaart hoog op de politieke agenda te houden."

BEREIKBAARHEID

Eerder plannen voorkomt vertragingen



Het eerder melden aan verkeerspiloten welke aankomsttijd van hen wordt verwacht, kan de punctualiteit en daarmee de capaciteit van een luchthaven vergroten.

Efficiëntie is een onderwerp dat veel aandacht krijgt binnen de luchtvaart. Naast mogelijke milieuvoordelen is dit ook raadzaam vanuit economische optiek. Hoe groter de voorspelbaarheid van het vliegverkeer, des te minder verkeerstoestellen moeten afwijken van hun geplande traject, iets dat vertragingen en onregelmatig achteropkomend vliegverkeer in de hand werkt en, dus, brandstof kan kosten. Als onderdeel van het programma Single European Sky ATM Research (SESAR) onderzocht het NLR of die voorspelbaarheid viel te verbeteren door piloten van arriverende vliegtuigen op Schiphol in een zo vroeg mogelijk stadium een vaste snelheid te geven. In 2012 toonden simulaties aan dat een dergelijke aanpak inderdaad leidt tot een beter voorspelbare verkeersstroom.

Dit onderzoek naar een slimmer arrival management (AMAN) geldt voor alle luchthavens, maar is des te relevanter voor Schiphol. Het Nederlandse luchtruim is klein, waardoor de Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) pas contact legt met het vliegverkeer nadat dit boven België of Duitsland de landing heeft ingezet. Dan wordt meestal ook pas duidelijk wanneer de toestellen boven de baan zijn te verwachten. Maar op dat moment zijn er wellicht méér vliegtuigen die gebruik willen maken van diezelfde baan, waardoor de efficiëntie schade oploopt.

Een dataverbinding tussen de Luchtverkeersleiding Nederland en het Maastricht Upper Area Control Centre (MUAC) in Limburg, waar de Europese luchtverkeersleiding Eurocontrol het vliegverkeer boven een groot deel van Noord-Europa beheert, zou mogelijk uitkomst bieden. Met de gegevens over de eigenschappen van het naderende toestel, het vluchtschema en de meteorologische omstandigheden in de hand, zou de LVNL via MUAC een aldus onderbouwde snelheid aan vliegtuigen kunnen geven, nog voordat deze het Nederlandse luchtruim binnenvliegen.

Om deze test mogelijk te maken, is de volgende generatie AMAN van LVNL getest op de NARSIM-simulator. Bij de simulaties werden scenario's gedraaid van druk vliegverkeer dat zich werkelijk had afgespeeld, van tientallen naderende vluchten per uur. Zogenoemde pseudo-piloten speelden hun échte alter ego's en ook in de rollen van LVNL en MUAC was voorzien. Uit de simulaties bleek dat het voorspellen van de aankomst van vliegtuigen op Schiphol inderdaad beter viel te preciseren. Deze gezochte verbreding van de planningshorizon kan niet alleen Schiphol van pas komen, maar ook andere Europese mainports.



Zelfseparatie blijkt opmerkelijk veilig te kunnen

‘Zelfseparatie’ van verkeersvliegtuigen als middel om op een veilige manier de capaciteit van het luchtruim te vergroten, kent ook na jaren van onderzoek nog steeds aanhangers en sceptici. Door het uitvoeren van groot-schalige modelsimulaties van een geavanceerde manier van zelfseparatie heeft NLR deze schoolstrijd beslecht.

Zelfseparatie van verkeersvliegtuigen, een methodiek die bedoeld is om de capaciteit van het luchtruim veilig te vergroten, kent nog steeds twee scholen van onderzoekers. De ene school beargumenteert dat zelfseparatie het toenemende aanbod van luchtverkeer veilig kan accommoderen. De andere school beargumenteert dat dit zelfs al niet mogelijk is voor de huidige vraag aan luchtverkeer. Om deze schoolstrijd te beslissen, heeft NLR een totaalsimulatiemodel ontwikkeld¹ van een geavanceerd NASA concept van zelfseparatie. Dit TOPAZ-iFly genaamde totaalsimulatiemodel is vervolgens gebruikt om de veiligheid van het geavanceerde NASA concept te onderzoeken bij een toenemende drukte van en-route luchtverkeer. De aldus verkregen resultaten beslechten de schoolstrijd duidelijk in het voordeel van de aanhangers van zelfseparatie.

Het vergroten van de capaciteit van het luchtruim heeft evidente economische voordelen. Het geven van gedeeltelijke autonomie aan de piloot bij het bepalen van zijn koers, de zogeheten ‘free flight’, is hiertoe een veelbelovend concept. Vervolgens is ondermeer door NLR-onderzoek aangetoond dat zelfs de meest sceptische piloten aanhangers werden van zelfseparatie na zelf dit concept aan den lijve te hebben ervaren tijdens een gesimuleerde vlucht door een luchtruim met daarin aanzienlijk meer dan het huidige luchtverkeersaanbod. Deze positieve bevindingen vormen echter geen afdoende onderbouwing dat dit ook veilig is voor een breed scala aan niet-nominale condities.

Bij het geavanceerde zelfseparatie-concept dat door iFly is geëvalueerd, staan vliegtuigen in onderling contact waarbij ze hun op tijd geplande vluchtrajecten met elkaar uitwisselen en op die manier conflict-vrij maken. Bovendien wordt elke vlieger ondersteund om door middel van tactische koerscorrecties veilig in te spelen op eventuele afwijkingen van geplande vluchtrajecten van het eigen vliegtuig of van naburige vliegtuigen, bijvoorbeeld ten gevolge van onverwacht grote windafwijkingen of van diverse andere niet-nominale condities.

De door iFly uitgevoerde toetsing van dit geavanceerde zelfseparatie-concept wijst uit dat het voldoende veiligheid biedt, zelfs bij een en-route luchtruimgebruik dat driemaal zo hoog is als het huidige intensieve gebruik. De in het kader van iFly uitgevoerde totaalsimulaties tonen ook aan dat het geavanceerde zelfseparatie-concept zelfs beter met grote afwijkingen van windvoorspellingen omgaat dan er op basis van eerdere door NASA uitgevoerde deelsimulaties was verwacht.

De bevindingen van het iFly-project zijn dermate gunstig dat de verdere ontwikkeling van het door iFly bestudeerde concept van geavanceerde zelfseparatie van pas kan komen bij SESAR en NEXTGEN, de grote Europese en Amerikaanse programma's voor het efficiënter maken van het toekomstige luchtverkeer.

¹ Voor deze ontwikkeling en evaluatie van dit totaalsimulatiemodel is gebruik gemaakt van NLR's Traffic Organization and Perturbation AnalyZer (TOPAZ) aanpak.

Nieuwe meetapparatuur voor windtunnel

Het NLR ontwikkelde én produceerde elektronica die de Europese Transonic Windtunnel een vaste plek in de internationale voorhoede garandeert.

Voor de ontwikkeling van nieuwe generaties vliegtuigen zijn goed geëquipeerde windtunnels onontbeerlijk. De European Transonic Windtunnel (ETW) in het Duitse Keulen, een internationaal project waaraan Duitsland, Nederland, Groot-Brittannië en Frankrijk deelnemen, riep de hulp in van het NLR bij het opwaarderen van apparatuur voor data-acquisitie. In 2012 werden de eerste prototypes ontwikkeld. De elektronica is onder verantwoordelijkheid van het NLR geproduceerd en in de vorm van modificatiekits aan de ETW geleverd. De ombouw van de apparatuur en de systeemintegratie worden uitgevoerd door specialisten van ETW, met ondersteuning van NLR.

De ETW is één van de modernste windtunnels ter wereld, die het gat vult tussen tests met schaalmodellen in conventionele windtunnels en de werkelijke vliegproeven met prototypes van moderne verkeersvliegtuigen en zakentoeestellen. Het realiteitsgehalte van deze zogenoemde cryogene windtunnel, uitgedrukt in het zogeheten Reynoldsgetal, is groter dankzij de toepassing van stikstof voor het verlagen van de gastemperatuur van het tunnelcircuit tot circa $-170\text{ }^{\circ}\text{C}$ en door het op druk brengen van dit circuit tot maximaal 4.5 bar. Het exacte meten van onder andere drukken en temperaturen op het schaalmodel en van de belasting op de rompdelen hiervan met behulp van zogeheten rekstroken is van groot belang voor het bepalen van de aerodynamische karakteristieken en daarmee voor het veilig vliegen met het échte toestel.

De zogenoemde Conditioning Unit (CU) is verantwoordelijk voor het meten van het merendeel van deze sensorwaarden. Door relatief kleine ingrepen in deze CU was het mogelijk om de kwaliteit van de gehele meetopstelling drastisch te verbeteren. Enerzijds werd dit bereikt door een significante uitbreiding van de 'on-board' rekenfunctionaliteit van de CU en anderzijds door het vervangen van de verouderde datacommunicatiebus door een standaard Ethernet-aansluiting. Ook werden de mogelijkheden voor het synchroniseren met andere meetapparatuur uitgebreid, wat het combineren van meetdata van verschillende

bronnen drastisch vereenvoudigt. Een belangrijk voordeel van de opwaardering naar Ethernet is dat dit de ETW de mogelijkheid geeft om de oudere en niet meer ondersteunde data-acquisitiecomputers probleemloos te vervangen door moderne computers. Een relatief eenvoudige upgrade geeft op deze manier een oplossing voor een potentieel groot probleem.

Dankzij deze vergroting van de functionaliteit kan de ETW zijn positie in de voorhoede van vliegtuigontwikkeling blijven behouden. Ook andere buitenlandse windtunnels hebben intussen belangstelling getoond voor de modernisering van dergelijke apparatuur.



Veiligheid

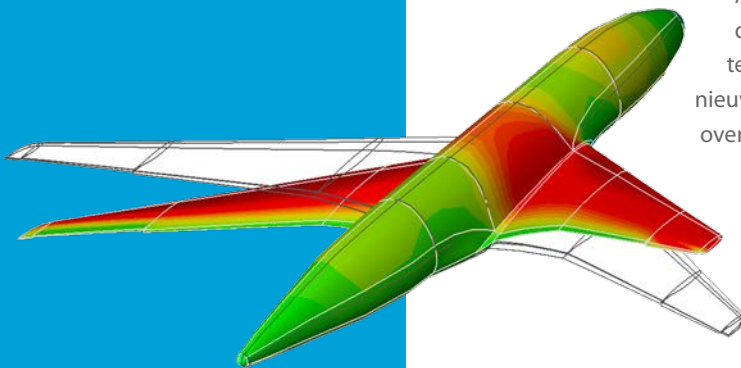
Nergens gelden zoveel veiligheidseisen als in de luchtvaart. En terecht, want passagiers en omwonenden moeten zich veilig blijven voelen. Het NLR werkt op vele fronten aan veiligheid. Zo is het betrokken bij onderzoek om vliegen met helikopters veiliger te maken door een andere inrichting van de cockpit. Daarnaast ontwikkelt het NLR nieuwe technologie en procedures om beter om te kunnen gaan met slecht-weer condities en onderzoekt het hoe je het risico van 'overruns' kunt beperken.

Veilig vliegen, ook in extreme omstandigheden

Innovatieve rekenmethodes maken het ontwerpen van toekomstige vliegtuigtypes én veiliger én duurzamer.

Om redenen van duurzaamheid is gewichtbesparing een van de belangrijkste eisen bij het ontwerpen van hedendaagse vliegtuigen. Dat betekent onder meer dat de operationele belasting van een vliegtuigconstructie in al zijn diversiteit, van kruisvlucht tot fysische uitersten, nauwkeurig bekend moet zijn. Analyse daarvan en de opbouw van kennis daarover, kan voorkomen dat meer materiaal wordt toegepast dan strikt genomen noodzakelijk is voor de vereiste veiligheid. In 2012 slaagde het NLR er binnen het Europese project Aircraft Load Estimation at Extremes of the Flight-envelope (ALEF) in om precies deze expertise een sprong voorwaarts te laten maken.

De afgelopen decennia pasten vliegtuigontwerpers hiervoor klassieke methodes toe die vooral geschikt zijn om de belastingen gedurende normale vliegoperaties in te schatten. Maar de gevolgen van extreme belasting van vliegtuigdelen, aan de rand van de flight envelope, waar het toestel bijvoorbeeld wat betreft snelheid en G-krachten aan de grenzen van zijn kunnen komt, zijn erg lastig te berekenen. En die zijn wél relevant: de vliegtuigconstructie is namelijk gedimensioneerd op basis van deze extreme belastingen.



ALEF, dat in 2009 begon, had als oogmerk rekenmethodes te ontwikkelen die deze moeilijk te omschrijven en te kwantificeren krachten beter kunnen schatten. De nieuwe methodiek is toegepast om voorspellingen te doen over de gedragingen van zowel een civiel als een militair toestel, beide onder extreme omstandigheden. Die uitzonderlijke condities zijn niet lukraak gekozen, ze zijn bijvoorbeeld geënt op de bewegingen die een vliegtuig officieel nog moet kunnen uitvoeren bij, bijvoorbeeld, uitwijkmanoeuvres om botsingen te voorkomen.

De uitkomsten van de berekeningen konden worden gevalideerd dankzij wérkelijke proefnemingen met testvliegtuigen. ALEF slaagde er in 2012 in om een nieuwe methodiek aldus te valideren. En die bleek een aanzienlijke verfijning te zijn ten opzichte van de numerieke modellen die ontwerpers vóór 2009 hanteerden.

ONBEMANDE SYSTEMEN AAN DE VOORAVOND VAN EEN GROOTSCHALIGE DOORBRAAK

Steeds vaker kiezen onbemande vliegtuigen het luchtruim, steeds vaker bestuurt een piloot zijn of haar vliegtuig of helikopter vanaf de grond. Ze gaan er mee op verkenning, controleren brandhaarden, houden grote mensenmassa's in de gaten en inspecteren oliepijpleidingen. De technologische ontwikkelingen gaan snel en de industrie staat te trappelen om toe te treden tot deze 'niche-market'. Maar luchtwaardigheids-eisen en regelgeving staan een grote doorbraak van de zogenaamde 'unmanned aerial systems' (UAS) nog in de weg. Er is bovendien bij alle partijen grote behoefte aan geïntegreerde kennis van UAS. Het NLR heeft die kennis en weet daardoor zowel fabrikanten, gebruikers als overheden gericht te ondersteunen en te adviseren. Het nieuwe UASlab van het NLR moet een boost geven aan de UAS-kennis die deze kennisonderneming al heeft.



EXPERIMENTEERRUIMTE VOOR PRAKTISCHE IDEEËN

Sinds afgelopen voorjaar is het NLR een experimenteerruimte rijker, waar de UAS-kennis van het NLR samenvloeit en out-of-the box ideeën opborrelen. Er is gekozen voor een pragmatische insteek: de focus ligt op het ontwikkelen van toepasbare technologie voor bestaande platforms. Dat gebeurt in nauwe samenwerking met universiteiten en hogescholen. Zo zijn studenten bezig met het ontwikkelen van algoritmen om lijnen te volgen in een landschap, zoals dijken. Een interessante functionaliteit voor bijvoorbeeld topografische diensten en waterschappen. De studenten vliegen daadwerkelijk langs een uitgerold stuk touw om de nieuwe technologie te toetsen. Een ander project heeft als doel mensen die om hulp roepen op te sporen: in een eigen onbemand platform van het NLR, de 'quadrocopter', zijn gevoelige geluidssensoren ingebouwd die zeer zwakke geluidsignalen kunnen detecteren, lokaliseren en identificeren.

GEBRUIKSVRIENDELIJKE INTERFACES

In kort tijdsbestek slimme en nieuwe functionaliteiten bedenken voor platforms die je in de winkel kunt kopen, dat is wat de medewerkers van het UASlab beogen. Maar behalve deze 'rapid prototyping' wordt er ook getraind in de faciliteit. Met behulp van simulatoren vliegen toekomstige gebruikers een parcours, waarbij ze allerlei obstakels moeten zien te vermijden. Dat is met de huidige onhandige bedieningsapparatuur, veelal afkomstig uit de modelvliegtuigwereld, geen sinecure. In de praktijk kunnen

operators pas met echte platforms aan de slag als ze vele uren in het UASlab hebben geoefend. Het wekt dan ook geen verbazing dat één van de speerpunten het ontwikkelen van gebruikersvriendelijke interfaces is. Samen met de KLPD heeft het NLR een gebruikersinterface in gebruik genomen waarbij je op eenvoudige wijze en voorafgaand aan de missie route, hoogte, snelheid en camerapositie kunt invoeren. Een 3D overzichtskaart helpt de gebruiker om zijn platform en het beoogde doel te lokaliseren. Met 'een druk op de knop' kan het platform vervolgens gelanceerd worden, ook op afstand.

VEILIGHEID VOOROP

De onbemande luchtvaart staat aan de vooravond van een doorbraak, zoals de bemande luchtvaart daar honderd jaar geleden ook voor stond. Gebruikers als Defensie, Politie en Brandweer staan te popelen om UAS te integreren in hun operationele systeem. De voordelen

zijn evident: een UAS is goedkoper dan een bemand platform, je kunt 'm sneller inzetten en je kunt er missies mee uitvoeren boven vijandelijk gebied, zonder een piloot in gevaar te brengen. Of je kunt er de veiligheid van je personeel mee vergroten. Zo heeft de regionale Brandweer in 2011 geëxperimenteerd met het bestrijden van branden met behulp van een UAS. Dit project, Firefly genaamd, werd begeleid door het NLR en toonde aan dat hierdoor sneller een goed overzicht wordt verkregen van de ontwikkeling van een brandhaard, zonder daar brandweermensen voor in te hoeven zetten en bloot te stellen aan mogelijke gevaren.

Toch zijn zowel gebruikers als producenten nog steeds aarzelend om op grote schaal het tijdperk van het onbemande vliegen binnen te treden. Voor een deel schuilt dat in de nog altijd technische onvolkomenheden van de systemen. Maar belangrijker zijn de obstakels op



het gebied van luchtruimintegratie en regelgeving. Dat geldt vooral voor het civiele luchtruim, waar UAS een plaatsje moeten zien te krijgen in het al overvolle luchtruim, zonder andere bemande en onbemande platforms in gevaar te brengen. Er moeten dus eisen gesteld worden aan luchtwaardigheid en regels gesteld worden aan de manier waarop er met UAS gevlogen mag worden.

KENNIS VAN CERTIFICERING EN LUCHTWAARDIGHEID

Wat betreft kennis van 'certificering en luchtwaardigheid' in het algemeen en van 'sense-and-avoid' in het bijzonder opereert het NLR in de wetenschappelijke voorhoede. Zoals er sinds kort ook auto's zijn die autonoom kunnen navigeren, zullen er op termijn ook UAS opstijgen die autonoom en veilig hun weg door het luchtruim zullen vinden. Maar een vluchtplan blijft noodzakelijk: UAS operators die in het civiele luchtruim opereren moeten net als hun collega-piloten aan boord een vluchtplan opstellen en dat afstemmen met onder andere de luchtverkeersleiding. Ook op dat onderdeel verzorgt het NLR trainingen en adviseert het zowel UAS-gebruikers als luchtvaartautoriteiten.

ADVISERING

De ketenbrede UAS-kennis van het NLR, in combinatie met zijn onpartijdige en onafhankelijke statuut, maakt het NLR tot een gewaardeerde adviseur van zowel gebruikers als overheden. Zo ondersteunt het NLR Defensie bij de aanschaf van UAS, waarbij het operationele eisen vertaalt naar systeemeisen en vervolgens ook adviseert welk type platform



Defensie het beste kan aanschaffen. Het geeft tevens antwoord op vragen van Defensie als: hoe integreer je UAS in je commandovoering? Hoe vertaal je data afkomstig van camera's in nuttige informatie en hoe zorg je dat die informatie ook tijdig op de juiste plek en bij de juiste persoon terechtkomt? Hoe voorkom je dat een datalink uitvalt en wat moet je doen als dat toch gebeurt? Hoe kun je de data van UAS zo goed mogelijk koppelen aan andere data, hoe knoop je als het ware alle eindjes aan elkaar om een zo compleet en betrouwbaar mogelijk operationeel totaalbeeld te krijgen? Maar ook: hoe zorg je ervoor dat een piloot op afstand voldoende greep op de missie houdt en geen fouten maakt?

VOOROP BLIJVEN LOPEN

Luchtwaardigheidseisen en regelgeving houden een grootschalige introductie van UAS voorlopig nog even tegen. Ook de samenwerking tussen de verschillende partijen kan nog verbeterd worden. De betekenis van het NLR daarin is evident: het brengt partijen en kennis bij

elkaar en vormt een onmisbare schakel in de keten van overheden, gebruikers, producenten en universiteiten. Het bedenkt nieuwe functionaliteiten, verzorgt trainingen en adviseert over regelgeving, kortom houdt zich bezig met het hele pallet van de UAS-thematiek en heeft een totaaloverzicht. De technologische ontwikkelingen gaan echter snel en ook het NLR moet zijn geïntegreerde UAS-kennis up to date te houden. Het UASlab is daartoe een belangrijke eerste stap, maar het is niet het eindstation. In het recent geopende Gate2-centrum in de provincie Brabant heeft EUTA (European Unmanned Aerial Systems Training Academy), een samenwerkingsverband tussen AEC Air support en het NLR, een trainingscentrum ondergebracht voor UAS-operators. Daarnaast heeft het NLR een UAS-testfaciliteit in Woensdrecht opgezet. De continue aandacht van het NLR voor UAS-kennisontwikkeling vloeit voort uit de overtuiging dat UAS een hoge vlucht gaan nemen. En dat het NLR daar met zijn toegepaste kennis en faciliteiten een grote rol in kan spelen.

Een academie voor UAS-operators

In het UTA-project werd de haalbaarheid van een opleidingscentrum voor 'operators en onderhoudspersoneel' van onbemande vliegtuigjes onderzocht, waarvoor luchtvaartanalisten een grote toekomst zien.

De toepassingen van 'unmanned aerial systems', UAS, groeien spectaculair, niet alleen op militair gebied, maar vooral op civiel terrein. Nu al zetten ondernemingen en overheden de onbemande toestellen in voor, bijvoorbeeld, de inspectie van pijpleidingen en windturbines, voor het controleren van grote evenementen, zoals voetbalwedstrijden, maar ook voor de tijdige ontdekking van bosbranden. De UAS vinden hun bestaansrecht vooral in het flexibel inzetten van sensoren op moeilijk bereikbare of onveilige locaties. UAS zijn voor het verrichten van dergelijke taken beter geschikt dan bijvoorbeeld hijskranen en, vooral, bemande vliegtuigen en helikopters.

Met de groeiende markt voor deze onbemande toestellen neemt ook de behoefte aan regelgeving, veiligheidsvoorschriften en training toe. Het NLR deed samen met AEC Air Support een economische en inhoudelijke haalbaarheidsstudie naar de oprichting van een opleidingscentrum voor UAS-vliegers. In 2012 is die haalbaarheid inderdaad komen vast te staan voor operators en op termijn voor MRO (Maintenance, Repair and Overhaul) trainingen.

Het project, Unmanned Aerial Systems Training Academy (UTA) gedoopt, beslaat alle aspecten van UAS-operaties. Die zijn in twee klassen te verdelen: de ene voor het vliegen boven de bebouwde kom, de andere boven terrein dat minder risico's met zich meebrengt. De trainees moeten grondig worden onderwezen in zowel de theoretische grondslagen als de praktijk van het werken met onbemande toestellen. Daarbij moeten onder meer simulators worden ingezet, maar echt Real Time met UAS vliegen staat eveneens op het programma.

Het NLR maakt deel uit van EUTA (European Unmanned Aerial Systems Training Academy), een samenwerkingsverband tussen het NLR en AEC Air Support, ondersteund door de regionale ontwikkelingsmaatschappij Midpoint Brabant en Gate2. De betrokkenheid van Gate2 heeft te maken met de beoogde vestigingsplaats van het kantoor in het Brabantse Rijen. Deze laatste organisatie

werkt met bedrijven en kennisinstellingen aan onder meer de realisatie van nieuwe luchtvaartgerelateerde bedrijvigheid en innovatieprojecten. Zo is op het Gate2-bedrijvenpark naast de vliegbasis Gilze Rijen in 2011 het Rotary Wing Training Center van start gegaan. In nauwe samenwerking met Boeing worden hier wereldwijd de opleidingen voor Chinook-monteurs verzorgd. Ook zijn innovatieprojecten in uitvoering op het terrein van nieuwe materialen, zogeheten 'digitized maintenance' en simulatietechnologie en dergelijke. NLR is een van de deelnemende partners in een aantal projecten.

EUTA moet zich in eerste instantie richten op civiele UAS-operaties waaronder die in het veiligheidsdomein. Ook het geven van militaire trainingen zal tot de mogelijkheden gaan behoren.

Het NLR is voor het uitvoeren van dergelijke haalbaarheidsstudies binnen Nederland dé aangewezen partij aangezien de afgelopen jaren binnen deze kennisorganisatie al expertise is opgebouwd op het gebied van training, bijvoorbeeld van de politie, en op het terrein van technische aspecten van UAS-operaties en dat van bestaande en toekomstige regelgeving. Samen met het Nederlandse bedrijfsleven zal het NLR de UAS-expertise niet alleen inzetten in Nederland, maar ook in het buitenland.



Een akoestische array voor luchtvaartuigen

Het NLR bevindt zich in de avant-garde van het onderzoek naar toepassingen van de onbemande luchtvaart en robotica. De ontwikkeling van een akoestische antenne is hiervan een voorbeeld.

HELP! was in 2012 het winnende project van de interne NLR Pioneering Projects competitie. HELP! onderzocht de mogelijkheden om geluidsbronnen op de grond vanuit de lucht nauwkeurig te detecteren en te lokaliseren. Vorig jaar werd de praktische haalbaarheid van deze vliegende akoestische antenne overtuigend aangetoond.

De technische capaciteiten en toepassingen van kleine onbemande vliegtuigen en helikopters nemen in rap tempo toe. Zo kunnen deze goed van pas komen bij het opsporen van mensen die in uitgestrekte natuurgebieden zijn verdwaald – en vandaar, natuurlijk, ook de projectnaam. Maar er is een keur aan andere toepassingen denkbaar, bijvoorbeeld bij het vermijden van botsingen tussen onbemande vliegtuigen en ander vliegverkeer, of bij het detecteren van explosies bij grote industriële branden waarbij de ernstige rookontwikkeling normale waarneming hindert.

Een klein onbemand helikoptertje heeft, vanzelfsprekend, grote economische en logistieke voordelen boven een bemande helikopter. NLR-technici voorzagen een zogeheten quadrocopter,

een op afstand bestuurbare helikopter met vier rotors, van een onderstel waarop vijftien microfoons waren gemonteerd: de akoestische antenne. De microfoons waren verbonden aan bijhorende computerapparatuur met een geluidskaart en elektronica voor contact met een draagbaar grondstation. De oriëntatie van de microfoons ten opzichte van de geluidsbron maakte exacte plaatsbepaling hiervan mogelijk. Interessant genoeg was het onderstel zelf opgebouwd uit kunststof onderdelen die op hun beurt afkomstig waren van een 3D-printer van het NLR.

Intussen zijn in een gecontroleerde omgeving proeven gedaan om de akoestische antenne in de praktijk aan de tand te voelen. Bij de NLR-vestiging in Flevoland vloog de quadrocopter testrondjes boven het belendende bos waarin zich een roepende proefpersoon bevond. Dit UAS bewees de 'hulpbehoevende' NLR-medewerker nauwkeurig te kunnen traceren.

Vervolgonderzoek is intussen gestart, en technische verbeteringen zijn aangebracht, bijvoorbeeld digitale microfoons en een kleinere boordcomputer.

Veiliger vliegen met kleine helikopters

Slimme visuele concepten kunnen de vliegveiligheid van kleine helikopters naar het gewenste niveau tillen. Het NLR zocht nauwkeurig uit hoe.

Europese en Amerikaanse luchtvaartautoriteiten hebben geconstateerd dat de veiligheid van vluchten met kleine helikopters niet snel genoeg toeneemt. Nog al te vaak komen de toestellen in problemen, vooral in omstandigheden van slecht zicht. Een groot deel van deze klasse helikopters beschikt niet over avionica om in voorkomende gevallen veilig verder te vliegen, of de piloten hebben te weinig ervaring of training met het vliegen met dergelijke apparatuur. Het NLR voerde in 2012 een risicoanalyse uit en identificeerde en testte een aantal technische oplossingen die het risico kunnen verkleinen.

Uit de analyse van een groot aantal ongelukken en incidenten bleek twee types ongevallen het vaakst voor te komen. Het ene soort ongeval kwam voort uit omslaand weer waardoor de piloot geen zicht meer op de grond heeft en de helikopter verkeerde stuurinstructies geeft, soms met dodelijke afloop. Bij het andere type ongeluk ondernam de piloot vanwege onduidelijk zicht juist géén vluchtcorrecties, met dezelfde uitkomst.

Het NLR droeg vier mogelijke oplossingen aan die slechts kleine aanpassingen aan de cockpit vereisen. Drie daarvan waren gebaseerd op optische maatregelen, een vierde maakte gebruik van geluid. NLR-technici pasten allereerst het Helicopter Pilot Station (HPS) aan, zodat deze gesimuleerde cockpitomgeving overeen kwam met die van het kleinere type helikopter waarop het project zich specifiek richtte. Vervolgens werd een aantal piloten dat

niet vertrouwd was met het vliegen op instrumenten op enkele scenario's beproefd, zoals vluchten bij snel verslechterend weer of visueel onduidelijke omstandigheden in winters, geaccidenteerde landschap. Zonder extra technische maatregelen bleek al snel hoe reëel het risico was: sommige vliegers verongelukten virtueel.

Eén van de technische maatregelen die het NLR voorstelde, was de zogeheten Head Up Display Orange Peel, waarbij symboliek op de voorruit van de helikopter werd geprojecteerd die aangaf waar de horizon zich bevond en of het toestel daalde of steeg. Andere potentiële oplossingen waren de Malcolm Horizon, een over de hele voorruit geprojecteerde horizonlijn, en de Peripheral Horizon, bestaande uit strips met verschillende led-lampjes waarmee de vliegers eveneens hun 'situational awareness' konden vergroten en daarmee het risico op ongelukken verminderen.

Bij het Helicopter Terrain Avoidance Warning System waarschuwde een computergegenereerde stem de vlieger automatisch wanneer de helikopter in een gevaarlijke situatie ten opzichte van de grond dreigde te komen. Bij de opeenvolgende testvluchten in het aangepaste HPS konden de piloten in de gesimuleerde praktijk opmaken welke maatregel de beste was. Nadat de conclusies hierover zijn gedeeld met de opdrachtgever, de European Aviation Safety Agency (EASA), kan de industrie nu worden ingeschakeld om het meestbelovende concept vorm te geven.



WIM PLOEG | MINISTERIE VAN INFRA-
STRUCTUUR EN MILIEU

"Binnen de afdeling Europa van de Directie Internationaal van het ministerie van I en M, beheer ik onder meer de portefeuille Europese programma's. Een deel van die Europese programma's is gericht op de ontwikkeling en toepassing van het nieuwe Europese satellietnavigatiesysteem Galileo. Het NLR participeert in die projecten en brengt met name expertise in hoe dergelijke systemen getoetst kunnen worden op veiligheid en betrouwbaarheid, een belangrijke stap om de uiteindelijke implementatie te kunnen verwezenlijken.

Ik beschouw het NLR als een belangrijke technische vraagbaak op het gebied van satellietnavigatie en aardobservatie. Het NLR deelt zijn kennis met het ministerie bovendien vanuit een onafhankelijke positie. Het staat boven belangen en partijen en kan daardoor een unieke rol vervullen als onafhankelijke kennisleverancier. Daarbij speelt ook de flexibiliteit van het NLR en de laagdrempeligheid in de communicatie met ons een rol: als er wat speelt dan hebben we elkaar snel gevonden.

Het NLR is betrokken bij de oprichting van het Galileo Reference Centre bij ESTEC/ Noordwijk, waar de prestaties en de kwaliteit van de door Galileo geleverde diensten gemonitord gaan worden. Het NLR speelt daarin een adviserende rol en brengt expertise en technische infrastructuur bij elkaar. Daarnaast zie ik ook heel goede mogelijkheden voor het versterken van de samenwerking op het gebied van aardobservatie. Naar verwachting worden aardobservatiegegevens steeds belangrijker voor het ministerie voor het maken van beleid en voor het uitvoeren van haar taken. Ik zie het NLR en het ministerie ook op dit gebied samen optrekken om de mogelijkheden op technisch vlak te verkennen."

VEILIGHEID

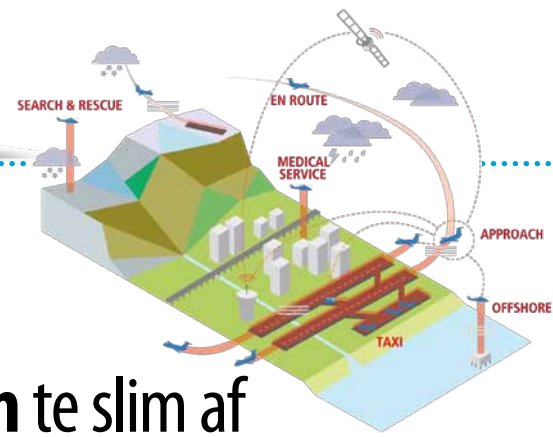
Slechte weersomstandigheden te slim af

Slecht weer kan de vliegveiligheid negatief beïnvloeden en voor een kostenpost zorgen. Het NLR speelt binnen het internationale project ALICIA een grote rol bij het ontwikkelen van nieuwe technologie en procedures om dit tegen te gaan.

Slechte weersomstandigheden kunnen een bedreiging zijn voor de vliegveiligheid. Nieuwe avionica, geïntegreerd binnen een innovatieve infrastructuur van de cockpit, kan de gevaren hiervan verkleinen. Het Europese project All condition Operations and Innovative Cockpit Infrastructure (ALICIA) inventariseert de mogelijkheden hiertoe en draagt oplossingen aan. In 2012 bereikte het breed opgezette project een mijlpaal: bij een bijeenkomst voor alle betrokkenen waaronder Thales, BAE-Systems, Airbus en Diehl Aerospace, vond in Rome een demonstratie van de procedures en technieken plaats.

Mist, sneeuw en harde wind vormen een risico voor vliegverkeer. Niet alleen kunnen de meteorologische omstandigheden zelf een gevaar vormen, zoals een lange remweg of slecht zicht op taxiënde vliegtuigen, maar ook obstakels kunnen aan het zicht worden onttrokken. Dat is niet alleen gevaarlijk, maar kan ook kostbaar zijn: vijf procent van de vertragingen op luchthavens is toe te schrijven aan slecht weer. Onder ideale omstandigheden kan er elke twee minuten een toestel landen, maar dat kan bij tegenvallend weer oplopen naar vier minuten: een halvering van de capaciteit. Informatie over bijvoorbeeld de weersomstandigheden en obstakels die in beginsel wel voorhanden is maar in gewone cockpits niet kan worden geraadpleegd, kan het risico reduceren. Het doel van ALICIA is het beschikbaar stellen van dit soort relevante data aan de piloten, van zowel helikopters als verkeersvliegtuigen. Een deel van het Air Traffic Management (ATM) wordt hierbij verlegd naar de cockpit.

Deze toegevoegde informatie behelst bijvoorbeeld data van het satellietnavigatiesysteem Global Positioning System (GPS) of nieuwe generaties navigatiehulpmiddelen met behulp waarvan toestellen om obstakels, zoals bergen, hoogbouw of elektriciteitsmasten kunnen worden geloodst. Trauma- of offshore-helikopters zouden bijvoorbeeld met behulp van ALICIA-apparatuur automatisch om regenwolken heen naar een vast punt in de buurt van hun landingsplek bij een hospitaal of boorplatform kunnen worden gedirigeerd, waarna de vliegers vervolgens zelf op het oog hun heli's aan de grond zetten. ALICIA voorziet vergelijkbare procedures en bijhorende technologie ook voor verkeersvliegtuigen. In veel gevallen hoeven geen extra displays of andere hardware aan de bestaande cockpit te worden toegevoegd, een databank met relevante gegevens volstaat om de piloten van de benodigde informatie te voorzien. Het NLR testte ondermeer procedures en technieken in de Avionics Prototyping Environment for Research and Operations-simulator (APEROS).



TELKENS DE ANDERE KANT OP KIJKEN

“ Het NLR kende ik vanuit mijn studie van enkele excursies en vakken die ik hier volgde. Toen merkte ik dat de mensen op het NLR extreem veel kennis hebben. Ik wil daar tussen zitten, dacht ik. En het valt me niet tegen. Ik vind dit een mooie werkomgeving met een lange geschiedenis, interessant onderzoek, veel onderzoeksfaciliteiten en collega's die soms wel wandelende encyclopedieën lijken.

In mijn promotieonderzoek werk ik aan de integriteit (betrouwbaarheid) van satellietnavigatie systemen, zoals het Global Positioning System (GPS). Soms zijn die prestaties van het systeem minder precies of betrouwbaar en de luchtvaartsector heeft sterke behoefte aan informatie over die wisselende prestaties. Want voor vliegtuigen die op satellietnavigatie moeten kunnen landen, kan dit het verschil uitmaken tussen een geslaagde landing of een crash.

De kans dat het systeem een verkeerde positie aangeeft mag maar uiterst klein zijn. Volgens de eisen van luchtvaartautoriteit ICAO mag dat per ontvanger maar eens in de twintig tot honderd jaar gebeuren – afhankelijk van de vluchtfase. Bij zulke kleine kansen is het een groot probleem om het systeem te testen. Want als het satellietnavigatiesysteem na één jaar nog geen foute positie heeft doorgegeven, zegt dat niets over de betrouwbaarheid. Het moet ten minste de komende twintig jaar geen foutmeldingen doorgeven. Die betrouwbaarheid of integriteit moet je dus theoretisch uitzoeken en dat is een onderdeel van mijn onderzoek. Hiervoor maak ik onder meer foutdetectie algoritmes efficiënter.

Het zal nog jaren duren voordat het huidige Instrument Landing System (ILS) volledig wordt vervangen door landen met satellietnavigatie. Toch werkt de luchtvaartsector hieraan, omdat landen op basis van satellietnavigatie goedkoper zal zijn. Ook hoeven vliegtuigen die vliegen op GPS minder om te vliegen. Nu wordt er gevlogen van baken (waypoint) naar baken in de lucht. Als je met GPS vliegt, hoeft dat niet.

Voordat ik hier promovendus werd, heb ik twee jaar op de TU Delft gewerkt aan het Laddermolen project van Wubbo Ockels. Ik werkte aan de eerste stappen van het concept om windenergie uit vliegers op te wekken. Het ging om een soort surf kite vol met sensoren zoals GPS en Inertial Navigations Systems (INS). Ook heb ik een autopilot gemaakt. Het was erg interessant werk, maar ik vond het te praktisch. Ik wilde uitzoeken: hoe werkt het nou echt, hoe zit het theoretisch in elkaar en daarvoor was geen tijd. Daarom dacht ik, ik moet AIO worden. Het NLR was een logische stap voor mij. Ik heb altijd al een fascinatie gehad voor de luchtvaart. Hoe werkt en vliegt een vliegtuig? Vanuit die interesse las ik als kind alles over vliegtuigen en ben ik later Luchtvaart en Ruimtevaart gaan studeren.

Ik vind het ontzettend motiverend om een promotieplek deels op de TU Delft en het NLR te hebben. Omdat je telkens de andere kant op moet kijken. Als ik te praktisch bezig ben, roept de theorie me terug. Kan het theoretisch niet, dan zal het in de praktijk ook wel niet gaan. Die wisselwerking vind ik uitdagend.



BAREND LUBBERS:
PhD-STUDENT FACULTEIT LUCHT-
VAART- EN RUIMTEVAARTTECHNIEK
AAN DE TU DELFT, VAKGROEP MATHE-
MATICAL GEODESY & POSITIONING.

“Het NLR is een mooie werkomgeving met interessant onderzoek, veel onderzoeksfaciliteiten en collega's die soms wel wandelende encyclopedieën lijken.”

De stroefheid van de landingsbaan voorspeld

De weerstand van het asfalt van de landingsbaan kan, onder invloed van vervuiling door sneeuw, ijzel en water, van grote invloed zijn op risico op overruns. Vanuit het oogpunt van veiligheid is het dus van belang om de mate van stroefheid onder diverse condities te kunnen vaststellen. Naar aanleiding van aanbevelingen van een Amerikaans ongevalsonderzoek onderzocht het NLR of landende vliegtuigen zélf de momentane stroefheid van het asfalt zouden kunnen meten.

Slecht weer kan niet alleen het vliegverkeer in de lucht beïnvloeden, sneeuw, regen en ijzel beïnvloeden ook de conditie van de landingsbaan. Geconfronteerd met een aantal overruns, waarbij verkeersvliegtuigen van de landingsbaan gleden, verzocht de Amerikaanse Federal Aviation Administration (FAA) het NLR te onderzoeken of de stroefheid van het asfalt met behulp van boordapparatuur is vast te stellen. In 2012 werden de veelbelovende conclusies van deze haalbaarheidsstudie gepresenteerd.

De remweg van een landend vliegtuig is de resultante van een groot aantal factoren: frictie tussen baan-asfalt en wielen, de luchtweerstand van het vliegtuig, maar ook de timing, de werkingsduur en de sterkte van de 'thrust-reversers' en de mate waarin de wielremmen worden geactiveerd. De vertraging van de landingsssnelheid is daarnaast, althans voor dit onderzoek, alleen relevant boven de zestig knopen; de minimale snelheid waarvoor het boordsysteem een geldige meting van de luchtsnelheid kan doen. Wanneer de werkelijk gemeten baanstroefheid lager is dan de verwachte stroefheid, zou dit op een gladde landingsbaan kunnen wijzen en dus op het risico van overruns.

Het NLR formuleerde een gedetailleerd numeriek krachtenmodel van een middelgroot passagiersvliegtuig in grondeffect, op basis van gegevens van de fabrikant. Aan de hand van dit

model kan uit de meetgegevens van het boordsysteem een schatting worden gemaakt van de momentane baanstroefheid. Deze schattingen kunnen vervolgens worden gebruikt om bijvoorbeeld de degradatie van de baanstroefheid onder verslechterende weeromstandigheden te monitoren. Op basis van deze gegevens, kan de verkeersleiding besluiten nemen ten aanzien van baanbruikbaarheid en kan advies worden gegeven aan landende vliegtuigen.

De complexiteit van dit project was groot, terwijl het aantal variabelen binnen het model nog zo beperkt mogelijk is gehouden, rekening houdend met de mogelijke implementatie in echte avionica. Zo is vooralsnog geen rekening gehouden met het gegeven dat landingsbanen niet glad zijn als een strak biljartlaken, maar zekere variaties in lokale baanhelling kunnen hebben.

Grootschalige invoering van deze specialistische software in de avionica van verkeerstoestellen op korte termijn ligt dan ook niet voor de hand. Maar dat de betrouwbaarheid van de voorspellingen binnen een foutmarge van tien procent blijft, rekening houdend met realistische sensoreigenschappen en modeleringsfouten, mag gerust veelbelovend worden genoemd, voor praktische toepassing op termijn, of voor vervolgonderzoek.





JASPER DAAMS | LVNL, GENERAL
MANAGER STRATEGIE & PERFORMANCE

"Het NLR is voor ons een belangrijke leverancier van luchtverkeersleiding gerelateerde kennis. We kunnen altijd een beroep op ze doen en als het om urgente zaken gaat dan krijgen we ook heel snel antwoord. Het NLR is een soort flexibele schil voor onderzoeks- en ontwikkelwerk waar we zelf de capaciteit en de faciliteiten niet voor hebben. Dat gaat dan vooral om kennis op het gebied van systeemontwikkeling, veiligheidsanalyses en simulaties. Wat betreft simulaties is de NARSIM simulator belangrijk voor ons, evenals de veiligheidsevaluaties met TOPAZ. Ik hoop dat we nog vele jaren van deze faciliteiten gebruik kunnen blijven maken, want het vormt voor ons een belangrijke laatste stap bij de introductie van nieuwe systemen en procedures.

Een bijzonder project betreft de introductie van een extra initial approach fix voor Schiphol, naast de drie die er al zijn. Vorig jaar hebben we dit vierde naderingspunt met succes gevalideerd in de NARSIM simulator van het NLR. De voordelen zijn evident: het vergroot je capaciteit als luchthaven en je verkort ook de aanvliegroete van Europees luchtverkeer uit zuidoostelijke richting. Daarmee kunnen luchtvaartmaatschappijen ook brandstofkosten besparen. Een ander project betrof de veiligheidsonderbouwing van een afhankelijke baancombinatie met behulp van TOPAZ. Voor een veld als Schiphol met zijn unieke banenpatroon zijn deze kwantitatieve evaluaties onmisbaar.

Het NLR levert kwalitatief hoogstaand onderzoek. Het zijn enthousiaste wetenschappers en de kwaliteit van hun werk is evident. Met concurrerende tarieven blijft het NLR voor ons een onmisbare rol spelen, zeker waar het gaat om diepgaande vraagstukken en real time simulaties."



Tijdige detectie van go-arounds

Het NLR ontwikkelde een algoritme waarmee vliegverkeer kan worden gedetecteerd dat een doorstart maakt.

Afgebroken landingen en doorstarts doen zich regelmatig op alle luchthavens voor, dus ook op Schiphol. Deze kunnen leiden tot conflicten met ander vliegverkeer. In 2012 onderzocht het NLR in opdracht van het Knowledge and Development Centre Mainport Schiphol en in samenwerking met Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) of het mogelijk is om doorstarts in een zo vroeg mogelijk stadium vast te stellen. Dit om tijdig ingrijpen door de verkeersleider mogelijk te maken. De resultaten van de simulaties die in 2012 werden uitgevoerd ten behoeve van dit project, Technical Inventory for Go-Around Detectie (TIGARD) geheten, waren bemoedigend.

Wanneer een landing door de piloot wordt afgebroken en een zogenoemde 'go-around' wordt ingezet, is de crew in de cockpit soms te druk bezig om de luchtverkeersleiding hiervan tijdig op de hoogte te stellen. De luchtverkeersleiders controleren altijd op het oog of een toestel is geland, maar door omstandigheden kunnen zij een 'go-around' pas in een laat stadium zien – met potentieel ernstige gevolgen. TIGARD is des te relevanter voor de situatie rond Schiphol aangezien sommige banen convergeren, wat de kans op conflicterende situaties groter maakt dan bijvoorbeeld bij parallelle banen.

Allereerst werd onderzocht welke elektronische informatiebronnen geschikt waren om een 'go-around' vroegtijdig op te merken. Daaronder vielen diverse sensoren, zoals radarsystemen, die het vliegverkeer bij de landing volgen. Er werd ook gekeken naar boordsensoren die constateerden dat een toestel intussen was geland en dus uitsluitel gaven over een mogelijk ingezette 'go-around'. De radardata bleken het meest geschikt, omdat andere data in het huidige ATM systeem vaak niet aanwezig zijn. De studie leidde tot de formulering van een algoritme dat aan de hand van deze radardata kon voorspellen of een landend vliegtuig zich zo gedraagt dat het waarschijnlijk is dat het een 'go-around' moet maken. Het algoritme maakte hiervoor onderscheid tussen verschillende stadia waarin een landend vliegtuig zich bevindt.

Uit tests met ruwe radardata bleek dat het algoritme inderdaad, bij op verschillende tijdstippen ingezette 'go-arounds', in staat was om een afwijkend traject te kunnen opmerken. Intussen hebben verkeersleiders het algoritme ook beproefd in de torensimulator van het NLR en daar eveneens het potentieel van het algoritme vastgesteld.

Comfortabeler reizen met de trein

De expertise van het NLR op het gebied van akoestische en drukmetingen, leidt soms tot onverwachte spin-off, zoals het meten van snelle drukveranderingen, drukpulsen, in treinen die door een tunnel rijden.



Dankzij onderzoek binnen de luchtvaartsector heeft het NLR een grote kennis opgebouwd in het meten van druk, geluid en stromingssnelheden. Maar die expertise kan ook handig van pas komen binnen andere branches met een hoogwaardig technologische signatuur. In opdracht van ProRail heeft het NLR in 2012 dan ook drukcomfort metingen uitgevoerd in rytuigen van diverse treinen. Doel van deze metingen was om vast te stellen of de maximale drukveranderingen in de trein, die de passagiers als druk op hun trommelvlies ervaren, ook bij de maximale rijnsnelheid door de tunnel beneden de daarvoor geldende normen blijven. Deze drukveranderingen ontstaan omdat de rijdende trein door de tunnel als een slechte zuiger kan worden opgevat die in de tunnel drukgolven maakt die met de geluidssnelheid heen en weer door de tunnel gaan lopen en voelbaar zijn in de trein.

Plaats van handeling was de Drontemeertunnel, halverwege de Hanzelijn van Lelystad naar Zwolle. De metingen werden uitgevoerd tijdens de testfase van de Hanzelijn. Daarbij werden zowel drukveranderingen in de tunnelbuizen zelf als drukveranderingen op diverse posities in de trein gemeten. Met de beschikbare expertise en apparatuur wist het NLR in een korte voorbereidingstijd van twee weken de metingen in tunnel en treinen succesvol uit te voeren. In de tunnel werd de druk gelijktijdig op vier verschillende posities gemeten en in de treinen op één of twee posities. Omdat tijdens de metingen niemand in de tunnel aanwezig mocht zijn moest de apparatuur van buiten de tunnel worden aangestuurd en uitgelezen. Hiervoor werden tot 400 m lange meetkabels in de tunnel aangebracht.

In vier verschillende meetsessies werden metingen uitgevoerd met standaard dubbeldekker treinen (VIRM trein met zes of twaalf treinstellen) en zogenaamde Sprinter Light Train (SLT met vier, acht of twaalf trein compartimenten) en een Duitse hogesnelheidstrein (ICE). Met de VIRM en SLT treinen werd tot 170 km/u door de tunnel gereden en met de ICE trein zelfs met 200 km/u. De meetresultaten hebben ProRail informatie gegeven over de optredende drukveranderingen in relatie tot de rijnsnelheid, het type trein en de lengte van de trein.

PEOPLE,



PLANET, PROFIT AND PLANES

De luchtvaart vormt één van de belangrijkste schakels in wereldeconomie. Naar verwachting zal de luchtvaart tot 2025 jaarlijks met ruim vier procent groeien en in sommige regio's zelfs sneller: China bijvoorbeeld houdt rekening met een groei van ruim acht procent per jaar. Tegelijkertijd heeft de Chinese overheid zich ten doel gesteld de CO₂ emissies in 2015 per eenheid GPD te reduceren met 17 procent (2011 KPMG Advisor Limited). Met andere woorden: hoe zorg je er voor dat de luchtvaart blijft voldoen aan de richtlijnen die overheden stellen aan milieu, veiligheid en efficiency? Het sleutelwoord is innovatie. Het NLR bedenkt praktisch-toepasbare, innovatieve en kosteneffectieve oplossingen voor landen die duurzame luchtvaart hoog op hun agenda hebben gezet. Dankzij zijn integrale kennis van de sector, opgebouwd in ruim negentig jaar en in navolging van zijn missie: 'de luchtvaart duurzamer, veiliger en efficiënter maken'.

Sinds de eerste commerciële vliegtuigen het luchtruim kozen heeft de luchtvaart een grote vlucht genomen. Luchtvaart heeft mensen dicht bij elkaar gebracht en bijgedragen aan het vergroten van onderling begrip en het verkleinen van de verschillen tussen landen en volkeren. Luchtvaart maakt het mogelijk grote afstanden in relatief korte tijd te overbruggen waardoor ook bederfelijke waar tijdig de plaats van bestemming bereikt. In een proces van verdergaande mondialisering wordt het belang van efficiënte en veilige luchtverbindingen alleen maar groter. Tegelijkertijd willen alle belanghebbenden voorkomen dat de sector tegen milieugrenzen aanbotst en binnen de afgesproken grenzen blijft met betrekking tot brandstofverbruik, emissies en geluid. Alleen een duurzame luchtvaart, in harmonie met de omgeving, maakt het mogelijk dat er over honderd jaar nog steeds kan worden gevlogen.

GROENE LUCHTVAART

Ook in Europa gaan deskundigen er van uit dat de luchtvaart zal blijven groeien. Zo houdt Eurocontrol rekening met een verdubbeling van het Europese vliegverkeer in 2030. Een groei die in goede banen geleid moet worden en waarvoor innovatieve oplossingen nodig zijn. Oplossingen vanuit een internationaal perspectief, want het luchtverkeer is een grensoverschrijdende thematiek. Op initiatief van de Europese Unie zijn de afgelopen jaren tal van projecten gestart om de Europese luchtvaart te 'vergroenen'. Zo is binnen het SESAR (Single European Sky ATM Research)-project afgesproken de CO₂-uitstoot door vliegverkeer met tien procent te reduceren, bij een verdrie-

voudiging van de capaciteit. In een ander groot Europees project, Clean Sky, staat als doelstelling geformuleerd de CO₂-uitstoot van vliegtuigen met veertig procent te verminderen, bijvoorbeeld door de productie van intelligente vleugels die zich tijdens de vlucht aanpassen en daardoor minder weerstand genereren.

INTEGRALE BENADERING

Het NLR participeert in alle grote luchtvaart gerelateerde Europese projecten. Kenmerkend voor al die projecten is dat verduurzaming van de luchtvaart

dynamische en lichtere vliegtuigontwerpen en voor sterke, lichte en duurzame constructiematerialen. Tot slot richt een deel van de onderzoeks aandacht zich op brandstofbesparende manieren van taxiën, vliegen en landen.

De reden voor de prominente deelname van het NLR in de Europese projecten en programma's is duidelijk: het NLR beschikt over up-to-date expertise op deze deelterreinen en is niet alleen in staat praktisch-toepasbare deeloplossingen te bedenken, maar ook deeloplossingen te

Het NLR vormt met zijn integrale kennis op het gebied van duurzame luchtvaart een vanzelfsprekende partner voor overheden en bedrijven die duurzame luchtvaart nastreven.

integraal wordt benaderd: vanuit verschillende deelterreinen worden er oplossingen bedacht, die elkaar aanvullen en versterken. Zo wordt er onderzoek gedaan naar zuiniger vliegtuigmotoren die minder emissies veroorzaken en tegelijkertijd bijdragen aan de vermindering van de operationele kosten van luchtvaartmaatschappijen. Ook het onderzoek naar alternatieve brandstoffen vormt een belangrijk speerpunt in de Europese onderzoeksprogramma's. Daarnaast richt het onderzoek zich op slimmere planings- en coördinatiemethodieken met betrekking tot het vliegverkeer en op de herindeling van het luchtruim, zodat vertragingen beperkt kunnen worden. Ook is er veel aandacht voor meer aero-

presenteren die elkaar aanvullen en versterken. De integrale kennis die het NLR inbrengt in dergelijke programma's en de kennis die het zelf opdoet door deelname aan die programma's kan het ook weer inzetten buiten Europa, rekening houdend met specifieke regionale wensen en omstandigheden. Het NLR kijkt om die reden al langere tijd over de Europese grenzen heen, om samen met nationale en regionale partners, overheden en bedrijfsleven, bouwstenen te leveren voor duurzaam luchtvaartbeleid. Zo heeft het NLR onlangs in China een samenwerkingscontract met vliegtuigfabrikant COMAC ondertekend.

MILIEUVRIENDELIJKERE MOTOREN

Oplossingen vinden voor meer duurzaam vliegen begint met het kijken naar de motor, de belangrijkste schakel in het systeem. Vliegtuigmotoren zijn de laatste decennia substantieel zuiniger en stiller geworden en het eind van dit proces is nog niet in zicht. Nieuwe voortstuwings-technieken kunnen het brandstofverbruik en de CO₂-uitstoot nog meer reduceren. Zo is het NLR betrokken bij de ontwikkeling van de CROR (Contra Rotating Open Rotor)-motor, die de eigenschappen van een conventionele turbofan en een turboprop combineert en tot 30 procent minder brandstof verbruikt. Daarnaast is het NLR ook direct betrokken bij onderzoek naar alternatieve brandstoffen. Het NLR en de Koninklijke Luchtmacht hadden in 2010 de wereldprimeur door als eerste met een Apache gevechtshelikopter een testvlucht te maken op brio-brandstof. De expertise van het NLR geldt vooral het vaststellen van de specificaties van de brandstof, zodat de brandstof compatibel is met de motor.

LICHTERE VLEGITUIGEN

Een vliegtuig dat minder zwaar is verbruikt minder brandstof, of is in staat meer passagiers of vracht te vervoeren bij hetzelfde brandstofverbruik. Een deel van de romp van de Airbus A380, het grootste passagiersvliegtuig ter wereld is samengesteld uit Glare, een sterk en licht materiaal dat is ontwikkeld door de TU Delft in samenwerking met het NLR. De laatste jaren heeft het NLR sterk ingezet op de ontwikkeling en toepas-

sing van composietmaterialen, in nauwe samenwerking met het bedrijfsleven. Met behulp van de modernste faciliteiten, zoals de Fibre Placement machine, kunnen prototypes gemaakt worden van grote composieten onderdelen met complexe geometrische vormen. Zo is het NLR betrokken bij de ontwikkeling en productie van composiet landingsgestellen.

ANDERS VLIEGEN

Vliegtuigen die een optimale route kunnen vliegen en niet gedwongen worden zich te verplaatsen via 'highways in the sky' verbruiken minder brandstof. Het NLR doet ook onderzoek naar optimale vlieghoogtes, waarbij sprake is van een zo laag mogelijke luchtweerstand en zo min mogelijk brandstofverbruik. Ook wordt er onderzoek gedaan naar startprocedures die minder belastend zijn voor het milieu of naar zogenaamde 'glijvluchten', waarbij het vliegtuig op stationair draaiende motoren geleidelijk afdaalt naar de landingsbaan. Het bijkomend effect is dat daardoor de omgeving minder belast wordt door vliegtuiggeluid. Onlangs is het AIRE 2 project afgerond met een succesvolle test van glijvluchten op Schiphol tijdens de vroege ochtenduren.

Tot slot is er ook op de grond zelf veel te bereiken. Zo kun je door beter plannen een vliegtuig pas van de gate laten vertrekken als ook zeker is dat het vliegtuig op tijd kan landen en niet gedwongen wordt rondjes te blijven vliegen boven de luchthaven. Want rondjes vliegen kost geld.....

GELUIDSREDUCTIE

Spreek je over de impact van vliegverkeer op de omgeving, dan spreek je onder meer over vliegtuiggeluid rond luchthavens. Het NLR voert geluidsonderzoek uit, helpt mee met het vaststellen van geluidscontouren en ondersteunt de ontwikkeling van een goed functionerend registratie- en handhavingssysteem. Om een goed beeld te krijgen hoe geluid daadwerkelijk beleefd wordt heeft het NLR de beschikking over de VCNS, een faciliteit waarmee vliegtuiggeluid heel realistisch kan worden nagebootst. Het NLR zet zijn expertise op dit terrein inmiddels ook in voor landen buiten Europa. Zo heeft het van de Indiase autoriteiten de opdracht gekregen een geluidsstudie uit te voeren rond Indira Gandhi International Airport in New Delhi. Het doel is met aanbevelingen te komen hoe de geluidsbelasting voor de omliggende regio zoveel mogelijk beperkt kan worden.

Het NLR vormt met zijn integrale kennis op het gebied van duurzame luchtvaart een vanzelfsprekende partner voor overheden en bedrijven die duurzame luchtvaart nastreven. De kennis van het NLR kan het lokale bedrijfsleven vertalen naar innovatieve en concurrerende producten. Samen met overheden en autoriteiten kunnen bouwstenen aangeleverd worden die de impact van de luchtvaart op de omgeving beperken. Samen op weg naar een duurzame luchtvaart.



RON VAN MANEN | TECHNOLOGY
EVALUATION OFFICER, CLEAN SKY

“Als Technology Evaluation Officer binnen Clean Sky zie ik dagelijks de resultaten van de zogenaamde ‘Integrated Technology Demonstrators’ (ITD’s). Dat zijn de grote technologische demonstratieprojecten binnen het geïntegreerde Clean Sky programma. Die projecten moeten gezamenlijk tot 75% bijdragen aan het realiseren van de milieudoelstellingen voor de Europese luchtvaart, zoals geformuleerd in Vision 2020 en in de ACARE Strategic Research and Innovation Agenda (SRIA).

Het NLR is betrokken bij vier van de zes ITD’s en in de overkoepelende ‘Technology Evaluator’. Wat me opvalt is dat het NLR niet alleen specifieke en relevante technologische kennis en faciliteiten inbrengt, maar via zijn rol in de ‘Technology Evaluator’ met name de luchthaventhematiek ook in een bredere technische en sociaal-economische context weet te plaatsen. Dat omgevingsbewustzijn én het vermogen haalbare oplossingen via grote en kleinere private partijen naar de markt te helpen brengen maakt het NLR in mijn optiek een unieke kennis ‘hub’.

Het NLR bindt MKB’s in Nederland binnen de grotere innovatiecontext, bevordert clustervorming en neemt vervolgens een voortrekkersrol in Europa. Daardoor worden voor het MKB deuren naar kennis geopend die anders gesloten zouden kunnen blijven en daardoor legt het MKB contacten met grote Europese industrieën die anders niet of slechts zeer moeilijk gelegd zouden worden. Binnen de Europese projecten wordt baanbrekende kennis en innovatief vermogen gegenereerd en daarbij is het NLR vaak de smeerolie voor kennisoverdracht. De Europese programma’s op luchtvaartgebied versterken niet alleen de mondiale concurrentiepositie van Europa, maar dragen uiteindelijk ook op nationaal niveau bij aan een concurrerend high tech bedrijfsleven. De rol van het NLR, als make-laar van kennis en bindende factor binnen de Nederlandse clusters met industrie en MKB is daarin onmisbaar.”

Duurzaamheid

Nederland behoort met 17 miljoen mensen op krap 35.000 vierkante kilometer tot de dichtstbevolkte landen ter wereld. Niet voor niets loopt Nederland voorop bij het ontwikkelen van milieubeleid en milieuvriendelijke technologie. Hoe kun je de capaciteit van vliegverkeer vergroten zonder voorbij te gaan aan de randvoorwaarden op het gebied van milieu? Het NLR neemt deel aan grote Europese projecten als Clean Sky en SESAR die het brandstofverbruik en de uitstoot van het Europese vliegverkeer aanzienlijk moet doen verminderen. Ook bracht het de geluidsbelasting van het vliegverkeer rondom Indira Gandhi International Airport van New Delhi in kaart.

Clean Sky op veel fronten gevorderd

Het NLR ondersteunde ook in 2012 het ambitieuze Europese programma voor de ontwikkeling van duurzame luchtvaarttechnologie: Clean Sky. In 2012 boekte het NLR binnen dit project op diverse fronten resultaat.

Het Clean Sky Joint Technology Initiative is een meerjarig, groot-schalig Europees project dat de ontwikkeling beoogt van duurzame vliegtuigtechnologie. Binnen dit programma worden de onderzoeksresultaten niet alleen omgezet in kennis, maar ook gerealiseerd binnen zogeheten 'technologiedemonstrators' die het Technology Readiness Level (TRL) van de onderhavige technologieën kunnen verhogen. De 'groene helikopter', het 'groene regionale vliegtuig' en het 'vliegtuig met een slimme vleugel' zijn voorbeelden van deze demonstrators. Behalve puur technische kwesties zijn ook duurzame vluchtprocedures onderzoeksonderwerp van dit programma. Op technisch terrein kon het NLR ook het afgelopen jaar weer op veel niveaus significant aan Clean Sky bijdragen.

Zo maakte het NLR vorderingen binnen het deelprogramma dat zich buigt over de ontwikkeling van de slimme vleugel. Deze moet zich in de praktijk op een Airbus A-340 testvliegtuig bewijzen, door een speciale vorm en fabricage waarbij de luchtstroom niet turbulent wordt. Dat levert onder meer een aanmerkelijke brandstofbesparing op. Het NLR ontwikkelt in samenwerking met de Nederlandse vliegtuigindustrie een slimme klep, die veel lichter en flexibeler is dan de huidige generatie kleppen die in de vliegtuigbouw wordt toegepast.

Op het gebied van de complexe kinematica van het ontwerp zijn harde noten gekraakt, waardoor inbouw in een testvliegtuig een stap dichterbij is gekomen.

Binnen Clean Sky behaalde het NLR misschien wel de grootste mijlpaal door drie sleuteltechnologieën te leveren. Daarmee werd het testen van een revolutionaire voortstuwingstechnologie, de zogeheten Contra Rotating Open Rotor (CROR) bij DNW mogelijk gemaakt. Dit zeer innovatieve type vliegtuigmotor combineert de beste eigenschappen van zowel een straalmotor als een turboprop op terreinen als brandstofefficiëntie en uitstoot.

In een eerder stadium was het NLR al betrokken bij de ontwikkeling en productie van sikkelvormige propellerbladen van een windtunnelmodel. In 2012 vonden met dit model veelbelovende tests plaats in de Duits-Nederlandse Windtunnels (DNW). De resultaten van deze proefnemingen zijn een belangrijke stap in de richting van een vliegproef met een CROR geïnstalleerd op het Airbus A340 testtoestel.

De tastbare vooruitgang die het NLR in 2012 binnen Clean Sky heeft geboekt, houdt niet alleen een belofte in van duurzamere luchtvaart, maar tevens een ondersteuning voor de Nederlandse vliegtuigindustrie.



Optimaliseren van groen vliegen

Een duurzamere luchtvaart is niet alleen te realiseren met nieuwe technologie. Ook alternatieve vliegprocedures kunnen daaraan bijdragen. Het NLR onderzoekt dergelijke 'systemen voor groene operaties'.

Clean Sky is de naam van een in 2008 gestart samenwerkingsverband tussen de Europese Commissie en de industrie, dat de duurzaamheid van de luchtvaartbranche over een breed front wil vergroten. Het NLR speelt binnen dit project een belangrijke rol, bijvoorbeeld binnen de ontwikkeling van een 'intelligente vleugel' die zich aan vliegcondities aanpast, van een duurzame helikopter en van milieuvriendelijke materialen. Ook wordt, onder de noemer Systems for Green Operations (SGO) onderzoek gedaan aan de 'vergroening' van de vluchtprocedures zelf. In 2012 bereikte het NLR in samenwerking met TU-Delft en het Duitse zusterinstituut DLR, een mijlpaal met het testen op simulators van een 'groene landingsprocedure' en de bijhorende cockpitapparatuur.

Deze nieuwe werkwijze heeft als doel om vliegers bij brandstofbesparende glijvluchten naar de landingsbaan, de zogenoemde continuous descent approach (CDA), minder vaak gebruik te laten maken van gashendel en remkleppen, handelingen die energie kosten. De vliegers zijn soms hiertoe gedwongen wanneer de luchtverkeersleiding de nauwkeurig berekende aankomsttijd moet wijzigen door bijvoorbeeld onverwachte drukte op de landingsbaan. Een dergelijke nieuwe situatie op de landingsbaan werkt tevens nadelig door in de timing van achterop komende vluchten die al hun glijvlucht hebben ingezet. De nieuwe methode is Time & Energy Managed Operations (Temo) gedoopt.

De Temo-procedures moeten vliegers zo snel mogelijk op de hoogte stellen van een aanpassing van het hoogteprofiel bij nieuw opgegeven aankomsttijden boven de baan. Tijdelijk in glijvlucht dalen levert een hogere vliegsnelheid op, zodat de toestellen eerder kunnen landen. Tijdelijk iets hoger blijven vliegen kan juist een vertraging inbouwen.



Bij de eerste gesimuleerde testruns op computers bleek het onderliggende rekenprogramma bijna een half uur nodig te hebben om vliegers nieuwe instructies te geven. Dat was, vanzelfsprekend, veel te traag. Met slimmere software wisten NLR-technici dit tot slechts seconden terug te brengen.

In de zomer beproefden negen vliegers de 'groene procedures' en de gebruiksvriendelijkheid van de gebruikte cockpitdisplays bij gecontroleerde scenario's. Deze tests gaven het groene licht voor vervolgonderzoek onder realistischere omstandigheden die rekening houden met bijvoorbeeld grillige wind en temperatuurverschillen die van invloed zijn op de glijvluchtprofielen. Bij dit onderzoek zijn ook ervaren testvliegers betrokken.

Naar verwachting zullen de Temo-procedures en -technieken in 2014 grondig worden getest op de simulator, de Generic Research Aircraft Cockpit Environment (GRACE), waarna de Citation, het laboratoriumvliegtuig van de TU Delft en het NLR, de bevindingen aan een laatste toets zal onderwerpen.

Toekomstscenario's en ongewenste uitstoot



De overheid riep de expertise van het NLR in bij het bepalen van een effectieve toekomststrategie voor het inperken van ongewenste uitstoot binnen de luchtvaart.

Het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) van het ministerie van Infrastructuur en Milieu verzocht het NLR om aanbevelingen te doen ten behoeve van het vaststellen van effectief beleid om de uitstoot van kooldioxide tegen te gaan. De horizon van deze aanbevelingen was 2050, waarbij men uitging van een jaarlijkse verwachte groei van de luchtvaart van 3,5 procent.

Het is nationaal en internationaal beleid om dit soort emissies in de toekomst drastisch in te perken, om duurzame economische groei mogelijk te maken. Om een prioriteit aan te brengen binnen de voorgestelde maatregelen ter bevordering van deze voorgenomen duurzaamheid, is een zogeheten quickscan uitgevoerd, een korte, grondige analyse van drie scenario's waarin de luchtvaartsector zich mogelijk ontwikkelt. Deze drie scenario's werden vervolgens vergeleken met een situatie waarbij wel groei bestaat, maar de technische status quo bevroren blijft.

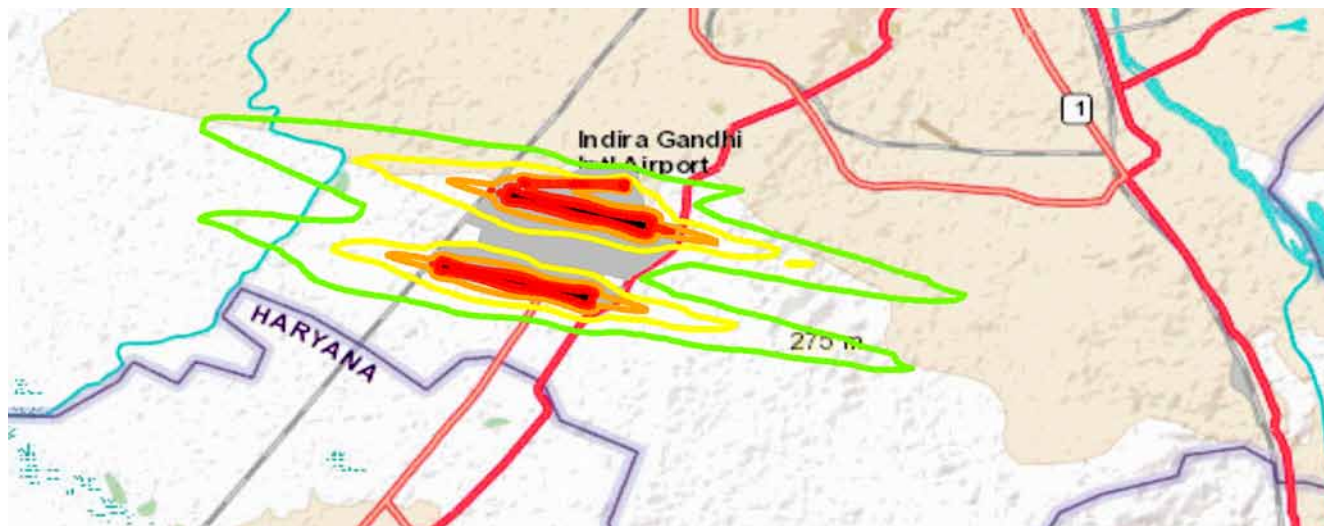
Die scenario's varieerden wat betreft de technologische ontwikkelingen op luchtvaartterrein. Eén toekomstschets ging uit van de invoering van nieuwe technologieën die op het punt staan de markt te betreden, zoals het invoeren van nieuwe generaties verkeersvliegtuigen waarvan al prototypes bestaan.

Een tweede visie schetste een optimistischer beeld. Hierbij was meer revolutionaire technologie een steviger rol toebedeeld, zoals het 'open rotor'-concept voor de voortstuwing en het invoeren van alternatieve brandstoffen. Het laatste scenario gaf ruimte aan meer exotische technologieën, zoals het 'blended wing body'-concept, waarvan nu nog slechts de conceptuele contouren zichtbaar zijn.

Met statistische slagen om de arm over de precieze beloftes van de opgevoerde nieuwe technologieën en het tempo waarin invoering hiervan mogelijk is, maakte de quickscan al enkele voorlopige conclusies mogelijk. Eén van de belangrijkste daarvan: van alle gesuggereerde technische innovaties kan de invoering van biobrandstoffen ongewenste emissies het meest effectief verkleinen. Ook andere technologieën houden een belofte in om de emissies van schadelijke stoffen te reduceren.

Met de quickscan als leidraad in de hand zijn de bevoegde instanties in staat om het duurzaamheidsbeleid met betrekking tot de luchtvaart slagvaardiger te maken, iets waarbij zowel de gezondheid van het milieu als die van de economie gediend is.

Indiase geluidsproblematiek in kaart gebracht



De Indiase autoriteiten riepen de hulp in van het NLR bij het analyseren van de geluidsproblematiek rondom een snelgroeijende luchthaven.

Geluidsbelasting door vliegverkeer is niet alleen een Nederlands, maar een mondiaal aandachtspunt. Dat bleek weer toen de Indiase overheid halverwege 2011 een tender uitschreef voor het vinden van oplossingen voor de geluidsproblematiek rondom de internationale luchthaven van New Delhi, 'Indira Gandhi'. De vliegbewegingen rondom deze luchthaven zijn het afgelopen decennium met bijna een factor vier toegenomen. Mede dankzij de expertise die de afgelopen jaren op dit terrein is opgebouwd met de situatie rondom Schiphol, won het NLR de order in competitie met onder meer Amerikaanse en Deense concurrenten.

Nadat het NLR al eerder onderzoek deed naar geluidskwesties rondom de vliegvelden van Napels, Frankfurt en Madrid, is dit het eerste grote project dat het instituut in het opkomende Aziatische land uitvoert, samen met de Indiase partner SHAKAT Aviation.

Het project is opgedeeld in drie stappen. Allereerst is er de zogeheten 'noise mapping', het in kaart brengen van de geluidscontouren aan de hand van data over onder andere de frequentie en de routes van het vliegverkeer.

De tweede stap betreft de validatie van het rekenmodel op basis van geluidmetingen. Hiervoor werd zowel een bestaand vast meetnetwerk van microfoons gebruikt als metingen met een mobiel akoestisch meetstation dat de situatie kon analyseren rondom gevoelige locaties zoals ziekenhuizen en scholen. Dat laatste gebeurde onder de supervisie van het NLR.

De laatste stap betrof het aandragen van geluidsreducerende maatregelen. Zo werd onderzocht of de gebruikelijke aanvliegroutes verlegd konden worden, of dat andere procedures met betrekking tot klimmen en dalen konden worden ingevoerd. Ook is al geopperd om te variëren met de havengelden zodat het gebruik van stillere vliegtuigen bevorderd kan worden op 'Indira Gandhi'. In het kader van dit project heeft het NLR tevens een training voor de Indiase overheid verzorgd met betrekking tot geluidsberekeningen, geluidsmetingen en het ontwikkelen van duurzaam beleid voor luchthavens.

Met dit onderzoek kan de spectaculaire groei van de luchtvaart rondom de luchthaven en daarmee van de economische ontwikkeling van de regio binnen duurzamer kaders continueren.

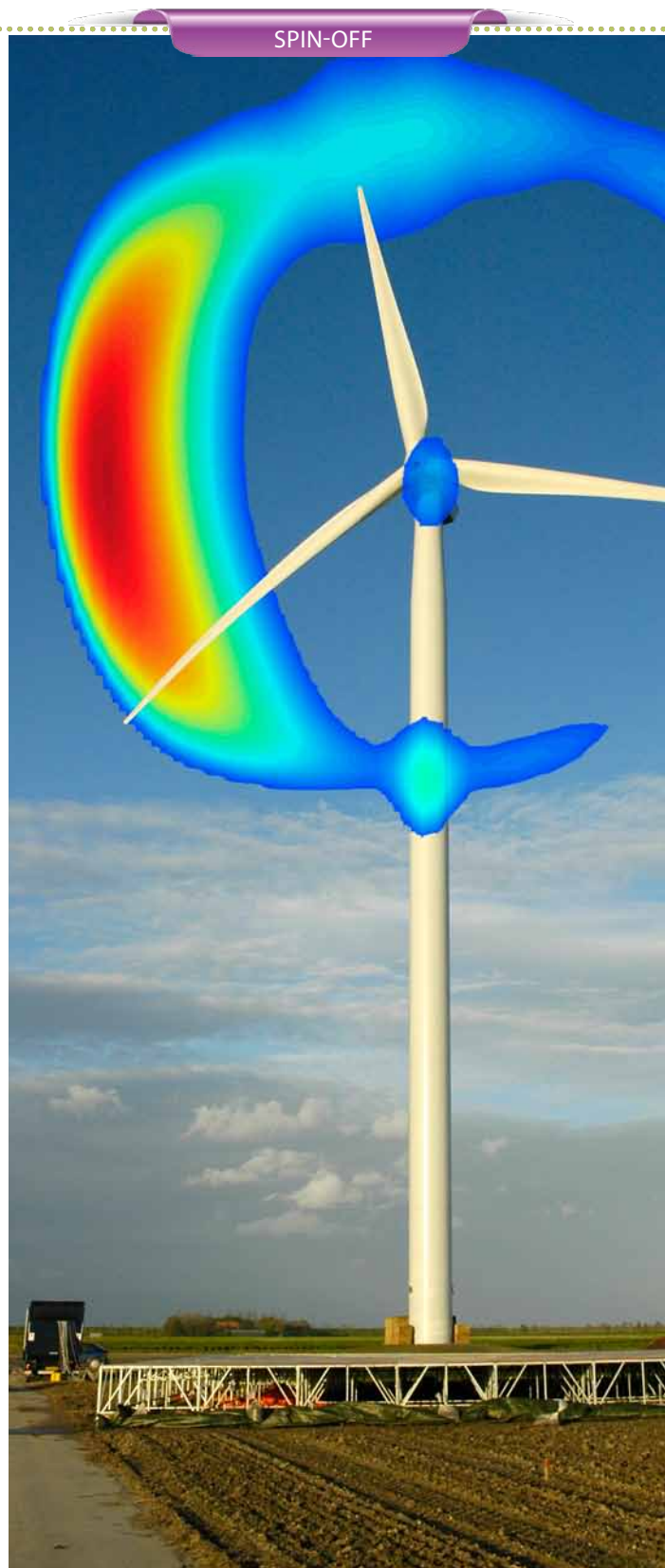
Efficiëntere bladprofielen van windmolens mogelijk gemaakt

Het NLR kan luchtvaartexpertise aanwenden bij het oplossen van de geluidsproblematiek van windturbines.

Windturbines: een vorm van duurzame energiewinning die niet alleen in Nederland, maar in de hele wereld aan belang wint. Niet voor niets verschijnen op veel locaties complete windmolenparken. Ze hebben één schaduwzijde: ze veroorzaken in sommige gevallen geluidsbelasting, zodat plaatsing bij de bewoonde wereld niet altijd mogelijk is. Het verminderen van de geluidsproductie is daarom een logische aanpak, vooral in het licht van steeds strengere milieunormen. Het NLR, dat vanuit luchtvaartonderzoek kan bogen op uitgebreide aerodynamische en akoestische expertise, is dé kennisorganisatie bij uitstek die deze problematiek in kaart kan brengen én technisch advies kan geven aan de producenten van windturbines.

In 2012 rondde het NLR op verzoek van de turbineproducent Suzlon Energy Ltd, één van de grotere spelers op de wereldmarkt met een vestiging in Hengelo, onderzoek af naar de geluidsproductie van drie verschillende profielen van windturbinebladen. In de kleine anechoïsche tunnel (KAT) in de vestiging in Marknesse in Flevoland werden onder andere de geluidseffecten bij wisselende windsnelheden, de variabele stand van de bladen en variërende gladheid van hun oppervlak bestudeerd.

Het testen had plaats met behulp van de simpele maar krachtige hotwire-techniek. Daarbij wordt een dunne metalen draad parallel gespannen aan de achterrand van het blad en elektrisch verhit tot ongeveer 250 graden Celsius. De energietoevoer die nodig is om de temperatuur constant op deze 250 graden te houden, is een maat voor de turbulentie die het blad genereert. Het is deze turbulentie die voor een groot deel verantwoordelijk is voor het geluid dat wordt geassocieerd met windturbines. Met een opstelling van 48 microfoons werd een soort 'akoestische foto' van het blad gemaakt, waarbij de geluidskarakteristieken in detail vastgelegd werden. De resultaten van dit onderzoek gaven een dieper inzicht in de geluidsproblematiek rondom windturbines en brachten dus een oplossing hiervoor dichterbij.





KIM WHITE:

PhD-STUDENTE VRIJE UNIVERSITEIT
AMSTERDAM, VAGROEP COGNITIEVE
PSYCHOLOGY.

*“De onderzoeks-
resultaten kunnen
confronterend zijn,
maar hieruit haal ik
mijn grootste kick.”*

GELUIDSHINDER VERMINDEREN

“Sinds anderhalf jaar doe ik promotieonderzoek naar geluidshinder door vliegverkeer.

Ik probeer uit te zoeken wat de factoren zijn die leiden tot meer of minder hinder van overvliegende vliegtuigen. Dit onderzoek voer ik gedeeltelijk uit in de VCNS in samenwerking met een andere promovendus. Met de VCNS of ‘Virtual Community Noise Simulator’ kan een gebruiker het geluid van overvliegende vliegtuigen in een virtuele omgeving ervaren. Het NLR zet deze simulator in voor onderzoek naar de factoren die geluidshinder veroorzaken. Uit eerder onderzoek is gebleken dat maar één-derde van de oorzaken van hinder uit akoestische factoren te verklaren is. Dit is de reden dat ik me voornamelijk - maar niet alleen - richt op de invloed van niet-akoestische factoren op de ervaren hinder. Deze factoren zijn bijvoorbeeld: geluidsgevoeligheid, de houding (attitude) van mensen ten opzichte van vliegverkeer, coping, communicatie met de luchthaven en ministeries, angst, et cetera.

Door deze factoren één voor één centraal te stellen, hoop ik meer duidelijkheid te krijgen waardoor de hinder tot stand komt en wat er in de praktijk aangepakt kan worden om de hinder te beperken. Het mooie van deze aanpak vind ik dat het misschien mogelijk zou zijn om hinder te verminderen zonder dat het aantal vliegbewegingen zou hoeven dalen. Het uiteindelijke doel van mijn onderzoek is dat mensen leren omgaan met geluidshinder. Wellicht leiden mijn resultaten tot goede adviezen voor Schiphol en de ministeries. Onlangs heb ik het onderzoek naar attitude ten aanzien van vliegtuiggeluid afgerond. Daaruit bleek onder andere dat mensen met een negatieve attitude over verkeer in het algemeen,

eerder gehinderd zijn door vliegtuiglawaai dan mensen die positief zijn. Dat lijkt een open deur, maar wanneer je mensen met een negatieve attitude geluiden laat horen met dezelfde eigenschappen als vliegtuiggeluid dan zijn ze niet méér geïrriteerd dan mensen die positief zijn over verkeer. Het gaat dan om geluid dat dezelfde opbouw wat betreft geluidsssterkte en dezelfde toonhoogtes heeft, maar dat als het ware door elkaar is gehusseld. Het gaat dus niet zozeer om het geluid op zich, maar om de betekenis van het geluid (‘daar heb je er weer één’). Kortom, als je de attitude van mensen zou kunnen veranderen, dan nemen, denk ik, de klachten ook af.

Als psycholoog tussen de techneuten, dat was in het begin wel even wennen. Al was het alleen maar omdat bij de studie psychologie 80 procent vrouw is en hier is dat – ruwweg – andersom. Nu ik mijn collega’s beter heb leren kennen, merk ik dat de betrokkenheid groot is. Dat zie je bijvoorbeeld als iemand trouwt of bij een geboorte. Het is een hechte club.

Voordat ik dit onderzoek deed, heb ik lesgegeven. Dat was heel leuk, maar als je voor de 10e keer hetzelfde vak geeft, dan slaat de sleur wel een beetje toe. In deze baan kan ik zelf bedenken: daar moet het onderzoek heen zodat ik verder kan komen. Het leukste aan mijn werk vind ik het analyseren. Je hebt een idee, je leest je in en gaat een plan uitdenken. Vervolgens stop je alles in een datasheet en dan, met een druk op de knop, zie je of je theorie klopt. Of niet. De resultaten kunnen confronterend zijn, maar uit dit laatste gedeelte van mijn werk haal ik mijn grootste kick.



André Kuipers zweeft de schoolklas binnen

Met een relatief simpel experiment wist astronaut André Kuipers talloze kinderen te interesseren in de technisch vaak erg complexe ruimtevaart.

In de eerste helft van 2012 verbleef de astronaut André Kuipers aan boord van het International Space Station (ISS). Daarmee zette hij niet alleen zichzelf in de schijnwerpers, maar de gehele Nederlandse ruimtevaartsector, die al decennia wetenschappelijke en economische vruchten afwerpt. Daarbinnen laat ook het NLR van zich spreken, ondermeer door de leidende rol bij de ontwikkeling van en jarenlange werkzaamheden voor het Erasmus User Support & Operations Centre (USOC). Kuipers bracht met een elegant experiment de waarde van zijn ruimteactiviteiten ook onder de aandacht van schoolkinderen. In de hele wereld keken schoolklassen ademloos toe.

Vanuit het Erasmus USOC, dat is gevestigd bij het European Space Research and Technology Centre (ESTEC) in Noordwijk, begeleiden specialisten van het NLR en het Belgische Space Applications Services (SAS) diverse experimenten, onder andere op het gebied van technologie en educatie. Van hieruit ondersteunen zij het gebruik van het European Drawer Rack (EDR), een



soort 'ladekast' aan boord van de Columbus-module waarin plek is voor bijvoorbeeld fysische experimenten, waaraan niet zelden jarenlange ontwikkelingen en trainingen zijn voorafgaan.

Maar het is, gelukkig, niet allemaal even ingewikkeld. De educatieve afdeling van de European Space Agency (ESA), dat zich eveneens in Noordwijk bevindt, bedacht dat Kuipers best wat simpele natuurkundige fenomenen kon uitleggen met behulp van een apparaat dat uit een doe-het-zelf winkel lijkt te komen. Zo kon hij het werkende principe van convectiestromen uitleggen met in de hand een vierkante buis die was gevuld met vloeistof waarin plastic vlokjes dwarrelden.

Op aarde konden schoolklassen een vergelijkbaar apparaat zelf in elkaar zetten en daarmee demonstreren dat de vloeistof gaat stromen dankzij de opwarming door de hand waarmee zij het apparaat vasthouden. De vloeistof wordt hierdoor aan een kant van de buis lichter en stijgt op, net zoals bij convectie gebeurt. Kuipers kon dankzij zijn fenomenale uitzicht aan de scholieren illustreren hoe convectiestromen van grote invloed zijn op ondermeer oceanen en weersystemen op 'Ruimteschip Aarde'.

Maar wat, zo vroeg Kuipers de leerlingen, zou er nu van die convectiestroom terecht komen bij afwezigheid van zwaartekracht? Het juiste antwoord: niets.

Mede dankzij deze speelse en interessante les kon de draagkracht voor de ruimtevaart onder de scholieren in binnen- en buitenland verder groeien.





People, Facts & Figures

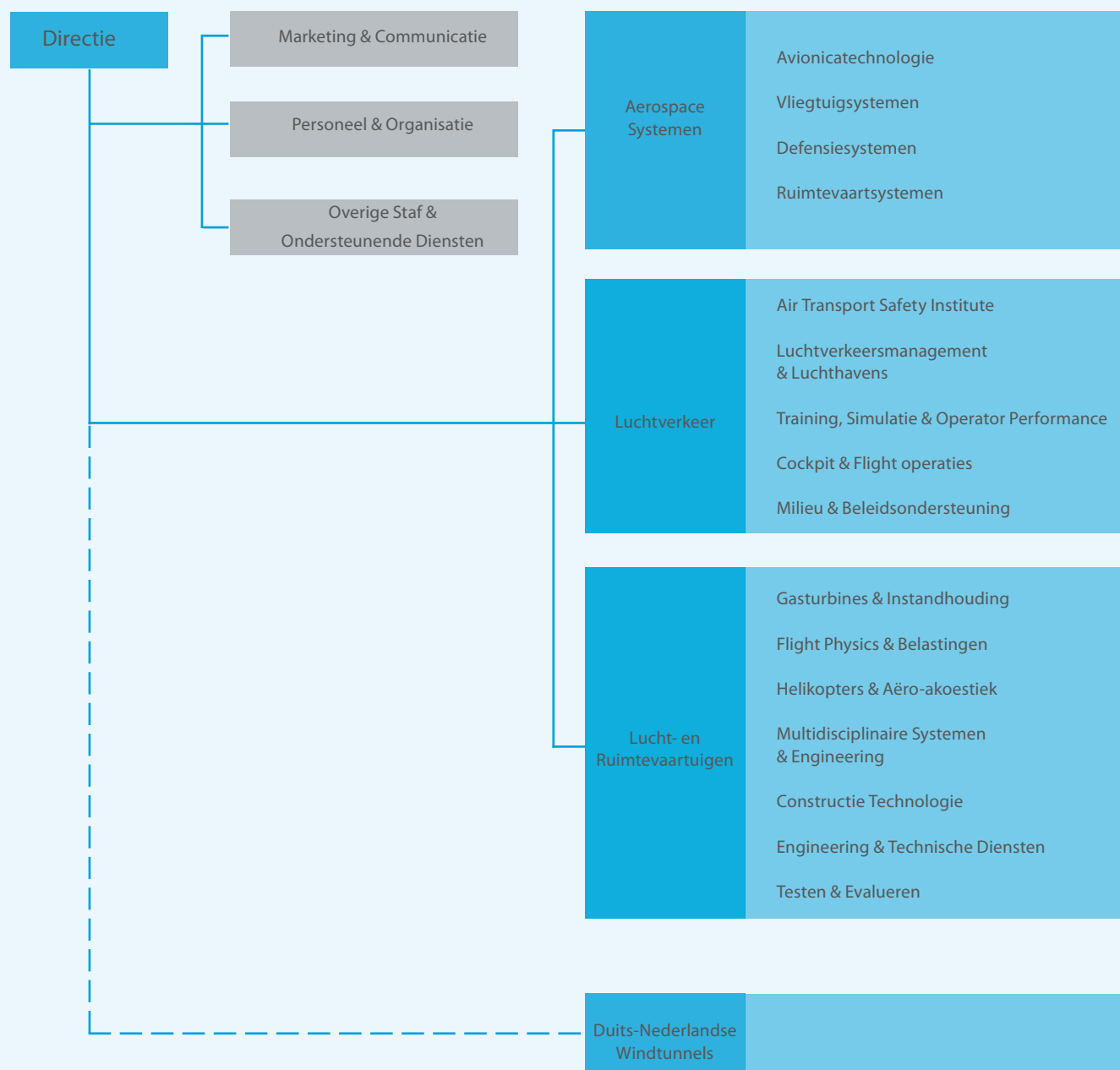
2010

2011

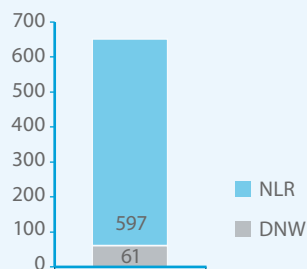
2012

2013

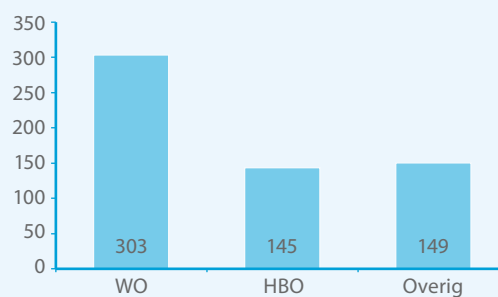
2014



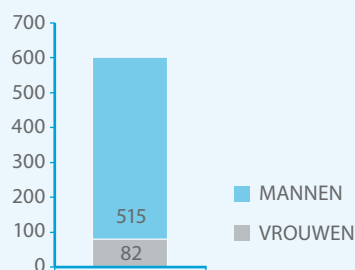
Aantal medewerkers
(totaal = 658)



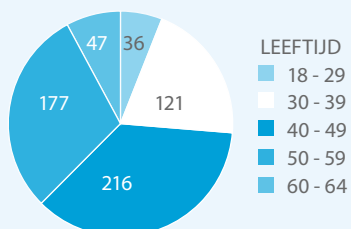
Opleidingsniveau medewerkers
(exclusief DNW)



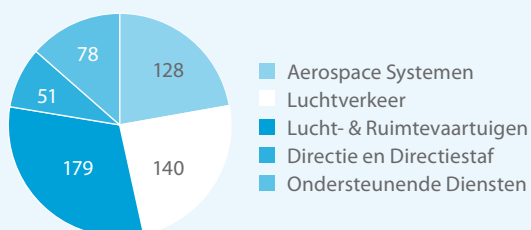
Sekseverdeling
(exclusief DNW)

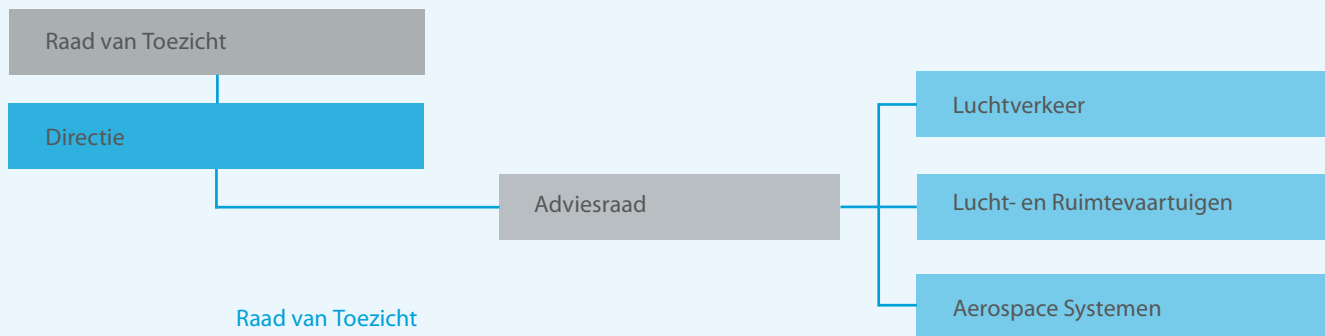


Leeftijdsopbouw
(exclusief DNW)



Verdeling FTE's
(exclusief DNW)



**Raad van Toezicht**

Drs. A. Kraaijeveld (Voorzitter)
 Ir. A.C.J. Besselink
 Drs. ir. O.C.J. Den Boer RC
 Mr. drs. C.W.M. Dessens
 Ir. C.A.M. de Koning
 Mevr. prof. dr. ir. M.P.C. Weijnen

Directieteam

Ir. M.A.G. Peters
 Drs. L.W. Esselman RA
 Mevr. ir. M.J. Eijkman
 Dr. B. Oskam
 Ir. E.W. Pijpers
 Mevr. J. ter Hennepe MBA

Adviesraad

Dr. ir. A.W. Veenman (Voorzitter)
 Mevr. drs. E.A. Bien RC
 Drs. H. Büthker
 Cdre. ir. E.C.G.J. van Duren
 Dhr. P.J.T.H. Elbers
 Ir. P.J. Keuning
 Drs. G.W.J.M. Linssen
 Dr. G. Nieuwpoort

J.P.M. Noordeloos
 Prof. dr. ir. G. Ooms
 Ing. W.G.J. Pasteuning
 Ir. H.J.D. Reijnen
 Ir. P. Riemens
 Mr. dr. J.T.M. Rokx
 Lt-Gen b.d. D. Starink
 Em. prof. dr. ir. H. Tijdeman
 Ing. J.H. Wilbrink

Algemeen Directeur
 Financieel Directeur
 Divisiemanager Luchtverkeer
 Divisiemanager Lucht- en Ruimtevaartuigen
 Divisiemanager Aerospace Systemen
 Manager Marketing & Communicatie

Ministerie van Infrastructuur en Milieu / DGLM
 Fokker Technologies
 Ministerie van Defensie (DMO)
 KLM
 Ministerie van Defensie (DMO)
 Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie
 Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie/
 Netherlands Space Office (NSO)
 Amsterdam Airport Schiphol (vz.)
 TU Delft / Burgerscentrum - Adviescomm. Aerospace Systemen (vz.)
 Fokker Technologies
 Dutch Space B.V.
 LVNL
 Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen
 Netherlands Aerospace Group (NAG)
 Un. Twente - Adviescomm. Lucht- en Ruimtevaartuigen (vz.)
 Ministerie van Infrastructuur en Milieu / Inspectie V&W-
 Adviescomm. Luchtverkeer (vz.)

*per 31-12-2012

Adviescommissie Luchtverkeer

Ing. J.H. Wilbrink
(Voorzitter)
Ministerie van Infrastructuur en Milieu /
Inspectie V&W

Prof. dr. R. Curran
TU Delft / Faculteit Luchtvaart- en
Ruimtevaarttechniek

Ir. J. Daams
LVNL / Strategy & Performance

Ir. R.J. Karelse
Ministerie van Defensie / Simulatie en
Trainingssystemen

Ir. G.C. Klein Lebbink
Agentschap NL / NL Innovatie
Luchtvaart

Ir. D.A. Krabbendam
NACO

Prof. dr. ir. J.A. Mulder
TU Delft / Faculteit Luchtvaart- en
Ruimtevaarttechniek

Drs. J. Prins
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Em. prof. dr. ir. J.L. Simons
Rijksuniversiteit Groningen

Ir. J. Terlouw
HIT

Ing. R. Verschoor
Transavia.com

Prof. dr. J.H.M. Vroomen
Tilburg University – Social and
Behavioral Sciences

Kol ir. P.J.H.H. de Witte
Ministerie van Defensie / Facilitair Bedrijf
Defensie

Adviescommissie Lucht- en Ruimtevaartuigen

Em. prof. dr. ir. H. Tijdeman
(Voorzitter)
Universiteit Twente

Prof. dr. ir. R. Benedictus
TU Delft / Faculteit Luchtvaart- en
Ruimtevaarttechniek

Prof. dr. ing. G. Eitelberg
Duits-Nederlandse Windtunnels (DNW)

Ir. N.J. Fraterman
Fokker Aerostructures B.V.

Lt-Kol ir. T. Frieswijk
Ministerie van Defensie - DMO

Ing. H. Hendriks
Ministerie van Defensie / Staf
Commando Luchtstrijdkrachten

Prof. dr. ir. A. Hirschberg
TU Eindhoven / Faculteit Technische
Natuurkunde

Prof. dr. ir. H.W.M. Hoeijmakers
Universiteit Twente / Faculteit Construe-
rende Technische Wetenschappen

Drs. ir. H.J.M. van Leeuwen
Agentschap NL / NL Innovatie Lucht-
vaart

Ir. A.R. Offringa
Fokker Aerostructures B.V.

Lt-Kol ir. J. de Rooij
Ministerie van Defensie/ Militaire
Luchtvaart Autoriteit

Prof. dr. ir. S. van der Zwaag
TU Delft / Faculteit Luchtvaart- en
Ruimtevaarttechniek

Adviescommissie Aerospace Systemen

Prof. dr. ir. G. Ooms
(Voorzitter)
TU Delft/ J.M. Burgerscentrum

Drs. E. Bongers
Dutch Space B.V.

Prof. dr. E.K.A. Gill
TU Delft / Faculteit Luchtvaart- en
Ruimtevaarttechniek

Lt-Kol T. Haringa
Ministerie van Defensie / CLSK

Ing. M. Jozic
KLM Engineering & Maintenance

Ir. M.G.M. Koning ter Heege
Thales Nederland B.V.

Drs. ir. H.J.M. van Leeuwen
Agentschap NL / NL Innovatie Lucht-
vaart

Drs. N.J. van Putten
Netherlands Space Office

Kol J. van Soest
Ministerie van Defensie /
Defensiestaf DOBBP

Prof. dipl-ing. H. Stoewer
Space Associates Beratungs GmbH

Ing. T.C.L.P. Tetteroo
Fokker Elmo B.V. / Process & tools

Prof. dr. ir. E. Theunissen
TU Delft / Faculteit Elektrotechniek,
Wiskunde en Informatica



Verslag van de directie

Het NLR is *de* centrale kennisonderneming in Nederland op het gebied van lucht- en ruimtevaart. Het NLR voert opdrachten uit voor overheden en bedrijfsleven, zowel voor de civiele als de militaire sector. De missie van het NLR is het vergroten van de duurzaamheid, veiligheid en efficiëntie van het luchtverkeer en het oplossen van vraagstukken op het gebied van ruimtevaart. In lucht- en ruimtevaartinnovatie, van technisch idee tot marktwaardig product, excelleert het NLR al meer dan 90 jaar. Aan de basis hiervan staan 'ondernemerschap' en 'kennisbasis'. Ook in 2012 leidde dat tot een goed gevulde orderportefeuille, met klanten in Nederland, Europa en buiten Europa. Ondanks de economische tegenwind, sloot het NLR daardoor 2012 af met een positief resultaat.

Het NLR heeft zich in 2012 wederom geprofileerd als een kennisonderneming die integrale en 'up-to-date' kennis in huis heeft op het gebied van vliegtuigontwikkeling tot vliegtuiggebruik en die over bijzondere faciliteiten beschikt. Door zijn multidisciplinaire werkwijze wist het NLR ook in 2012 producten en diensten 'op maat' te leveren voor sectorpartijen, van luchtverkeersleiding tot luchthavens en van grootschalige industrie tot MKB. Daarmee leverde het NLR ook het afgelopen jaar een essentiële bijdrage aan het versterken van de innovatiekracht, het concurrentievermogen en de effectiviteit van Nederlandse overheid en bedrijfsleven en daarmee aan het behoud van hoogwaardige werkgelegenheid in Nederland.

Situatie ultimo 2012

De solvabiliteit (eigen vermogen ten opzichte van het balanstotaal) stijgt van 32,5% ultimo 2011 tot 32,9% ultimo 2012. De current ratio (verhouding vlottende activa en kort vreemd vermogen) bedraagt 1,5 tegenover 1,4 ultimo 2011. Het saldo liquide middelen nam fors toe: van € 31,5 mln ultimo 2011 naar € 38,4 mln ultimo 2012. Dit betreft voor een aanzienlijk deel vooruitontvangen overheidsbijdragen. Het aantal medewerkers nam licht toe van 655 ultimo 2011 tot 658 ultimo 2012. Over 2012 daalde

het gemiddeld aantal full time equivalenten (FTE) ten opzichte van 2011 van 632 FTE tot 618 FTE. De orderportefeuille is eind 2012 ten opzichte van 2011 flink gestegen van € 59,6 mln naar € 66,3 mln. Eind 2012 is 65% van de voorziene omzet in 2013 onder contract.

Ontwikkelingen 2012

De Nederlandse economie moet tot de meest concurrerende economieën ter wereld blijven behoren. Dat veronderstelt een intensief samenspel binnen de Gouden Driehoek van overheid, industrie en kennisorganisaties. Het NLR versterkte in 2012 de samenwerking met het bedrijfsleven, onder meer door gezamenlijk invulling te geven aan de economische topsector High Tech Systemen en Materialen (HTSM). In de sector Logistiek is het NLR actief op het maatschappelijke thema Bereikbaarheid. Vervolgens gaf het NLR in 2012 de eerste aanzet tot het formuleren van een privaat-publieke samenwerkingsregeling (PPS-regeling), wat vanaf 2013 zal resulteren in nieuwe samenwerkingsverbanden met het Nederlandse bedrijfsleven. Het ultieme doel is gezamenlijk invulling te geven aan het overheidsbeleid en de mondiale positie van Nederland op het gebied van lucht- en ruimtevaart te versterken.

De Gouden Driehoek manifesteerde zich ook op regionaal niveau. Zo was het NLR één van de initiatiefnemers van Compo-world. Dit samenwerkingsverband heeft als oogmerk Flevoland op de kaart te zetten als de centrale regio in Nederland op het gebied van ontwikkeling en toepassing van geavanceerde composiet materialen. Ook op Europees niveau gaf het NLR gestalte aan het principe van de Gouden Driehoek. Zo participeerde het samen met het Nederlandse bedrijfsleven in grote EU-programma's als SESAR en Clean Sky. Deze programma's zijn er onder meer op gericht de CO₂-uitstoot door Europees vliegverkeer te beperken. Buiten Europa trok het NLR samen met het bedrijfsleven op tijdens de handelsmissies naar onder andere China en Brazilië en wist het ook daar nieuwe contracten af te sluiten.

Om in de voorhoede te blijven van technologische innovatie zijn moderne faciliteiten essentieel. Om die reden investeerde het NLR in 2012 in een zeer geavanceerde Fibre Placement machine, waarmee onderzoek wordt verricht naar toepassingsmogelijkheden van composiet en waarmee productietechnologie wordt ontwikkeld. Daarnaast kunnen er prototypes van uiteenlopende voorwerpen van composiet mee worden ontwikkeld, die vervolgens door de industrie in serie kunnen worden geproduceerd. De NLR vluchtsimulator GRACE is een belangrijke faciliteit om onder andere nieuwe cockpittechnologie mee te onderzoeken. Vorig jaar werd GRACE voorzien van een nieuw en realistisch zichtsysteem. Aan het Helikopter Pilot Station HPS werd een virtuele ruimte toegevoegd, waarmee het begeleiden van schiphelikopterlandingen aan boord van schepen van de Koninklijke Marine gesimuleerd kan worden.

Het NLR investeert structureel in personeel en faciliteiten. Enerzijds houdt dat in dat het werk uitgevoerd moet worden in een omgeving die bij deze tijd past en een efficiëntere bedrijfsvoering en duurzame exploitatie mogelijk maakt. Anderzijds dienen de medewerkers over de modernste 'tools' en faciliteiten te kunnen beschikken. Eind 2012 kwam de financiering rond van de renovatie en nieuwbouw van het NLR, waarmee in 2013 begonnen kan worden. Het nieuwbouw- en renovatietraject zal gefaseerd worden uitgevoerd en naar verwachting een periode van ongeveer vier jaar in beslag nemen.

Resultaten 2012

De Netto omzet opdrachten daalt, o.a. door een groter negatief projectresultaat, in 2012 met € 1,2 mln ten opzichte van 2011. De voor 2012 toegekende Programmafinanciering is, door een door de Overheid doorgevoerde korting ad € 0,9 mln en een aantal budgetverschuivingen over de jaren, ruim € 1,4 mln lager dan in 2011. De totale baten 2012 liggen € 2,8 mln onder het niveau van 2011.

De totale lasten zijn in 2012 ca. € 1,5 mln hoger dan in 2011. De personeelskosten nemen toe met € 0,5 mln, veroorzaakt door incidentele posten in 2011 (o.a. een technisch resultaat ontvangen uit de verzekeringen betreffende Arbeidsongeschiktheid en Algemene nabestaanden wet (AOV/ANW)). Door kostenbeheersing zijn de Overige exploitatiekosten in 2012 € 0,5 mln lager uitgekomen dan in 2011. De afschrijvingen zijn in 2012 € 1,5 mln hoger dan in 2011.

Het Bedrijfsresultaat over 2012 ligt € 4,2 mln onder dat van 2011. Het aandeel in de exploitatie van de Duits Nederlandse Wind-tunnels (DNW) ten opzichte van 2011 komt € 2,6 mln hoger uit vanwege het positieve resultaat van DNW. Het Netto resultaat over 2012 komt € 1,5 mln lager uit dan het resultaat over 2011.

Verwachtingen voor 2013

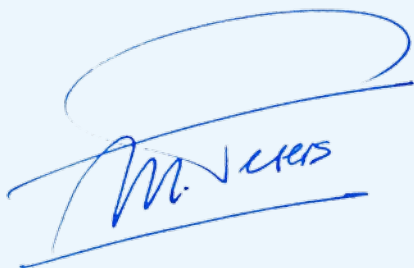
In 2013 lopen de bezuinigingen van de Nederlandse overheid op de vraaggestuurde programmering door. Ook dit jaar is de korting ca. € 0,9 mln. Het Topsectorenbeleid begint inmiddels wel vorm te krijgen, maar is nog niet volledig op stoom. De hierbij behorende TKI-toeslag compenseert de teruggang in de vraaggestuurde programmering dan ook niet. Compensatie voor de afnemende programmering dient het NLR dus uit de markt te halen. Hiertoe gaat het NLR ook in 2013 verder met het intensiveren van de marketing- en acquisitie-inspanningen in opkomende markten en hogere Technology Readiness Levels (TRL's). De planninghorizon wordt korter en de opdrachten worden over het algemeen kleiner van omvang. Dat betekent ook dat in 2013 een grotere acquisitie-inspanning nodig is om de orderportefeuille op niveau te houden. In 2013 zal de overheid

een evaluatie uitvoeren op de exploitatie van de grote faciliteiten van het NLR. Dit om te beoordelen of de sedert 2010 in het leven geroepen Instandhoudingsbijdrage Grote Faciliteiten aan zijn doel voldoet. Vooruitlopend op de uitkomsten van deze evaluatie heeft het Ministerie van Infrastructuur en Milieu reeds in 2011 een korting -met ingang van 2014- aangekondigd van € 0,9 mln. Het NLR probeert hier bij de investeringen in nieuwe faciliteiten zoveel mogelijk rekening mee te houden.

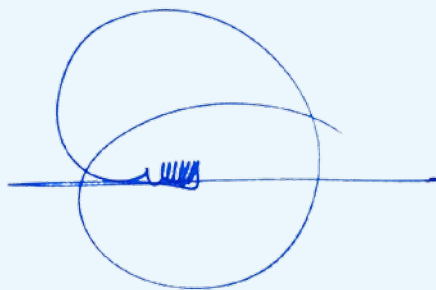
Er is in de begroting voor 2013 rekening gehouden met 628 FTE, een stijging van ca. 10 FTE ten opzichte van het gemiddeld aantal FTE in 2012. Deze verwachte stijging vindt volledig plaats bij de directe medewerkers van de Divisies en DNW.

Eind 2012 is de financiering van de nieuwe huisvesting rondgekomen. Dat betekent dat in 2013 begonnen zal worden met de uitvoering van de eerste fase van de nieuwbouw- en renovatieplannen. Er zal worden begonnen met de nieuwbouw in Amsterdam, waarna de nieuwbouw in Flevoland zal worden opgestart. Na gereedkomen van de nieuwbouw te Amsterdam wordt de renovatie in Amsterdam ter hand genomen. Beide projecten zijn naar de huidige verwachting eind 2016 gereed.

Amsterdam, 11 april 2013



Ir. M.A.G. Peters
algemeen directeur



Drs. L.W. Esselman RA
financieel directeur



Balans per 31 december 2012 voor resultaatbestemming (bedragen in duizenden euro's)

	31 december 2012	31 december 2011
Activa		
Vaste Activa		
1 Materiële vaste activa	27.998	25.347
2 Financiële vaste activa	445	473
	28.443	25.820
Vlottende activa		
3 Onderhanden orders	5.883	7.854
4 Vorderingen	11.625	13.216
5 Liquide middelen	38.444	31.549
	55.952	52.619
Balans totaal	84.395	78.439
Passiva		
6 Eigen vermogen		
Kapitaal	46	46
Reserve	25.465	21.752
Resultaat boekjaar	2.255	3.713
	27.766	25.511
7 Voorzieningen	12.083	9.869
8 Langlopende schulden	7.059	6.725
9 Kortlopende Schulden	37.487	36.334
Balans totaal	84.395	78.439

Winst- en verliesrekening 2012 (bedragen in duizenden euro's)

	2012	2011
Baten		
10 Baten uit opdrachten	54.949	53.927
Af: Directe kosten voor opdrachten	9.879	7.701
Netto omzet opdrachten	45.070	46.226
11 Programmafinanciering	18.313	19.750
12 Instandhoudingsbijdrage	5.768	5.931
Totaal overheidsbijdragen	24.081	25.681
Totaal Baten	69.151	71.907
Lasten		
13 Personeelskosten	50.675	50.171
14 Overige exploitatiekosten	10.284	10.787
Directe kosten Programmafinanciering	1.208	1.218
Afschrijvingen	6.009	4.508
Investeringsbijdrage aan DNW	900	900
Totaal lasten	69.076	67.584
Bedrijfsresultaat	75	4.323
Rentebaten	651	693
Resultaat uit gewone bedrijfsuitoefening	726	5.016
15 Participatie in de exploitatie van DNW	1.523	(1.035)
16 Bijdrage aan de ETW	-	(250)
Resultaat uit overige deelnemingen	6	(18)
	1.529	(1.303)
Netto resultaat	2.255	3.713

Kasstroomoverzicht *(bedragen in duizenden euro's)*

	2012	2011
Netto Resultaat	2.255	3.713
Aanpassingen voor:		
Afschrijving materiële vaste activa tlv exploitatie	6.009	4.508
Mutatie Voorzieningen	2.214	(5.689)
Mutatie Sociaal Plan	(568)	202
Resultaat uit overige deelnemingen	(6)	18
Totaal aanpassingen	7.649	(961)
Mutaties in werkkapitaal:		
Onderhanden orders	1.971	2.377
Kortlopende vorderingen	1.591	(1.349)
Kortlopende schulden	1.153	2.881
Totaal mutaties werkkapitaal	4.715	3.909
Kasstroom uit operationele activiteiten	14.619	6.661
Investerings materiële vaste activa	(9.402)	(7.192)
Verstrekke lening	-	(341)
Aflossing lening	34	-
Kasstroom uit investeringsactiviteiten	(9.368)	(7.533)
Uitgaven Sociaal Plan	(81)	(235)
Toevoeging Egalisatiefonds investeringsbijdragen	1.725	1.205
Kasstroom uit financieringsactiviteiten	1.644	970
Mutatie liquide middelen	6.895	98
Beginstand liquide middelen	31.549	31.451
Eindstand liquide middelen	38.444	31.549
Mutatie liquide middelen	6.895	98

Grondslagen van waardering en resultaatbepaling

Algemeen

De Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (hierna NLR of Stichting) heeft zijn statutaire zetel in Amsterdam. Het NLR is als Groot Technologisch Instituut (GTI) actief op het gebied van lucht- en ruimtevaartonderzoek ten behoeve van de Nederlandse overheid en het Nederlandse bedrijfsleven. De Stichting heeft als doel een deskundige en hoogwaardige bijdrage te leveren aan activiteiten op het gebied van lucht- en ruimtevaart en aanverwante gebieden, een en ander in de ruimste zin van het woord. De Stichting levert op onafhankelijke wijze diensten aan de voorbereiding, uitvoering en controle van het overheidsbeleid, aan het bedrijfsleven en aan andere organisaties, op gebieden waar de Stichting werkzaam is.

Grondslagen voor de waardering van activa en passiva en de resultaatbepaling

De jaarrekening van de Stichting is opgesteld volgens de bepalingen van Titel 9 Boek 2 BW. De waardering van de activa en passiva en de bepaling van het resultaat vinden plaats op basis van historische kosten. Tenzij bij de desbetreffende grondslag voor de specifieke balanspost anders wordt vermeld, worden de activa en passiva opgenomen tegen nominale waarde. Een actief wordt in de balans opgenomen wanneer het waarschijnlijk is dat de toekomstige economische voordelen naar de Stichting zullen toevloeien en de waarde daarvan betrouwbaar kan worden vastgesteld. Een verplichting wordt in de balans opgenomen wanneer het waarschijnlijk is dat de afwikkeling daarvan gepaard zal gaan met een uitstroom van middelen en de omvang daarvan betrouwbaar kan worden vastgesteld. Verplichtingen en mogelijke verliezen die hun oorsprong vinden voor het einde van het verslagjaar, worden in acht genomen, indien zij voor het opmaken van de jaarrekening bekend zijn geworden.

Baten en lasten worden toegerekend aan het jaar waarop ze betrekking hebben. Winsten worden slechts genomen voor zover zij op balansdatum zijn gerealiseerd.

Alle bedragen zijn opgenomen in € 1.000, tenzij anders vermeld.

Oordelen en schattingen

Bij de toepassing van de grondslagen en regels voor het opstellen van de jaarrekening vormt de directie van de Stichting zich diverse oordelen en schattingen. De daadwerkelijke uitkomsten kunnen afwijken van deze schattingen. De belangrijkste oordelen en schattingen inclusief de bijbehorende veronderstellingen zijn, waar van toepassing, nader toegelicht in de jaarrekening. Herzieningen van schattingen en onderliggende veronderstellingen worden opgenomen in de periode waarin de schatting wordt herzien en in de toekomstige perioden waarvoor de herziening gevolgen heeft.

Grondslagen voor de omrekening van vreemde valuta

De jaarrekening luidt in Euro's. De Euro is tevens de functionele valuta van de Stichting. Transacties in vreemde valuta gedurende de verslagperiode worden in de jaarrekening verwerkt tegen de koers op transactiedatum. De uit de omrekening per balansdatum voortvloeiende koersverschillen worden opgenomen in de Winst- en verliesrekening.

Financiële instrumenten

Financiële instrumenten worden bij de eerste opname verwerkt tegen de reële waarde. Na de eerste opname worden de hierna beschreven grondslagen gehanteerd.

Verstrekte leningen, (overige) vorderingen, leningen, crediteuren en overige te betalen kosten

Deze financiële instrumenten worden gewaardeerd tegen geamortiseerde kostprijs. Voor kortlopende vorderingen en verplichtingen is het effect van verdisconteringen in het algemeen gering, derhalve is de nominale waarde gehanteerd als invulling voor de grondslag geamortiseerde kostprijs.

Bij verstrekken van leningen en (overige) vorderingen wordt, indien noodzakelijk, de waardering aangepast voor bijzondere waardeverminderingen.

Afgeleide financiële instrumenten

De Stichting maakt in beperkte mate gebruik van afgeleide financiële instrumenten zoals valutatermijncontracten en valutawaps ter afdekking van de risico's betreffende valutaschommelingen. Dergelijke financiële instrumenten worden bij de afwikkeling verantwoord in de Winst- en verliesrekening.

Materiële vaste activa

De materiële vaste activa worden gewaardeerd tegen verkrijgingprijs dan wel tegen vervaardigingprijs, verminderd met de cumulatieve afschrijvingen. De afschrijvingen zijn lineair en worden gebaseerd op de geschatte economische levensduur. Op terreinen en vaste activa in uitvoering wordt niet afgeschreven.

Het NLR hanteert een activeringsgrens van duizend euro. Individuele posten met een verkrijgingwaarde onder dat bedrag komen ten laste van de exploitatie van het betreffende jaar.

De afschrijvingstermijnen zijn als volgt:

Terreinen/terreinafwerking	10-25 jaar
Gebouwen	10-25 jaar
Apparatuur	3-15 jaar
Inventaris	10 jaar
Auto's	5 jaar

Financiële vaste activa

Deelnemingen waar het NLR invloed van betekenis heeft op het zakelijk en financieel beleid, zijn gewaardeerd tegen netto vermogenswaarde. Overige bedrijven waar het NLR in participeert, zijn opgenomen tegen verkrijgingprijs. Voor stichtingen is de waardering tegen verkrijgingprijs, aangezien het kapitaal niet tot uitkering ten gunste van het NLR kan komen. Aangezien er geen materiele deelnemingen zijn waar de Stichting beslissende invloed van betekenis heeft op het financieel en zakelijk beleid, worden geen van de deelnemingen geconsolideerd.

Onderhanden orders

De onderhanden orders worden gewaardeerd tegen de daaraan bestede kosten minus de al gefactureerde bedragen. De kosten zijn gebaseerd op de gerealiseerde man- en faciliteitsuren tegen de in dat jaar geldende tarieven. In de onderhanden orders is geen winstopslag opgenomen. In geval van onzekerheden wordt een inschatting gemaakt van een mogelijk niet-factureerbaar deel van de omzet, wordt het projectverlies genomen of een voorziening voor toekomstig projectverlies gevormd.

Vorderingen en overlopende activa

De vorderingen en overlopende activa worden bij de eerste verwerking opgenomen tegen de reële waarde en vervolgens gewaardeerd tegen de geamortiseerde kostprijs, welke gelijk is aan de nominale waarde, onder aftrek van de noodzakelijk geachte voorzieningen voor het risico van oninbaarheid. Deze voorzieningen worden bepaald op basis van individuele beoordeling van de vorderingen.

Liquide middelen

De liquide middelen worden gewaardeerd tegen nominale waarde.

Eigen vermogen

Het kapitaal betreft het gestorte stichtingskapitaal. De reserves van de Stichting staan ter vrije besteding aan het in de statuten opgenomen stichtingsdoel.

Voorzieningen

Voorzieningen worden gewaardeerd tegen hetzij de nominale waarde van de uitgaven die naar verwachting noodzakelijk zijn om de verplichtingen en verliezen af te wikkelen, hetzij de contante waarde van de uitgaven. Een voorziening wordt in de balans opgenomen wanneer er sprake is van:

- een in rechte afdwingbare of feitelijke verplichting die het gevolg is van een gebeurtenis uit het verleden; en
- waarvan een betrouwbare schatting kan worden gemaakt; en
- het waarschijnlijk is dat voor de afwikkeling van die verplichting een uitstroom van middelen nodig is.

De omvang van de voorziening wordt bepaald door de beste schatting van de bedragen die noodzakelijk zijn om de betreffende verplichtingen en verliezen per balansdatum af te wikkelen. De VUT-voorzieningen en de jubileumvoorziening worden gewaardeerd tegen contante waarde. De overige voorzieningen worden gewaardeerd tegen nominale waarde.

Schulden

Schulden worden bij eerste verwerking opgenomen tegen de reële waarde en vervolgens gewaardeerd tegen de geamortiseerde kostprijs, welke gelijk is aan de nominale waarde.

Egalisatiefonds investeringsbijdragen

De door de Rijksoverheid vòòr 2004 ter beschikking gestelde middelen ter financiering van de investeringen door de Stichting, de ontvangen investeringsgelden van de Provincie Flevoland voor aanschaf van faciliteiten en de overheidsbijdragen voor de nieuwbouw worden op de balans gepassiveerd onder het Egalisatiefonds investeringsbijdragen voor zover de investeringen hebben plaatsgevonden. Het egalisatiefonds investeringsbijdragen valt vrij ten gunste van de Winst- en verliesrekening overeenkomstig het afschrijvingsschema van de betreffende investering.

Pensioenen

De pensioenverplichtingen zijn ondergebracht bij de Stichting Pensioenfonds van de Stichting NLR (PF NLR). Het PF NLR heeft de pensioenen ondergebracht bij Aegon onder een garantiecontract. De pensioenregeling is verwerkt conform de richtlijn RJ271, waarbij wordt aangesloten bij de verplichtingenbenadering. De te betalen pensioenpremies zijn als last verantwoord in het jaar waarop deze betrekking hebben, na aftrek van bijdragen van de NLR-werknemers.

Baten en lasten

Baten en lasten worden toegerekend aan het jaar waarop ze betrekking hebben. Baten en lasten worden opgenomen voor zover deze op balansdatum gerealiseerd zijn. Verliezen op opdrachten worden verantwoord op het moment dat ze voorzienbaar zijn.

Baten uit opdrachten

Indien het resultaat van een transactie aangaande het verlenen van een dienst betrouwbaar kan worden geschat en ontvangst van de opbrengst waarschijnlijk is, wordt de opbrengst met betrekking tot die dienst verwerkt naar rato van de verrichte prestaties. Onder Baten wordt verstaan de gerealiseerde uren van medewerkers en faciliteiten in het jaar vermenigvuldigd met de geldende tarieven van het jaar. Op de baten worden de directe kosten voor opdrachten, die één op één worden gedeclareerd bij de opdrachtgever, in mindering gebracht.

Baten uit overheidsbijdragen

Overheidsbijdragen in de vorm van programmafinanciering en instandhoudingsbijdrage worden verantwoord als baten. Deze worden opgenomen indien met redelijke zekerheid kan worden gesteld dat de bijdrage zal worden ontvangen en dat alle aan de bijdrage gekoppelde voorwaarden zullen worden vervuld. Indien de bijdrage betrekking heeft op een kostenpost, wordt de bijdrage systematisch als een bate opgenomen over de periode die nodig is om deze toe te rekenen aan de gerelateerde kosten die de bijdrage beoogt te compenseren. De instandhoudingsbijdrage wordt als bate verantwoord, voor zover deze lager is of gelijk is aan het totaalbedrag van de onderdekking op de Grote faciliteiten, zoals vliegtuigen en simulatoren (artikel 11.5 Subsidieregeling NLR).

Leasing

De beoordeling of een overeenkomst een lease bevat, vindt plaats op grond van de economische realiteit op het tijdstip van het aangaan van het contract. Het contract wordt aangemerkt als een lease-overeenkomst als de nakoming van de overeenkomst afhankelijk is van het gebruik van een specifiek actief of de overeenkomst het recht van het gebruik van een specifiek actief omvat. Bij operationele lease worden de leasekosten op tijdsevenredige basis over de leaseperiode ten laste van de Winst- en verliesrekening gebracht.

Resultaat uit overige deelnemingen

Het resultaat van ondernemingen en stichtingen waarin wordt deelgenomen omvat het aandeel van de Stichting NLR in de resultaten van deze ondernemingen en stichtingen.

Belastingen

De Stichting NLR is op grond van artikel 2 lid 7 van de wet op de Vennootschapsbelasting niet onderworpen aan de Vennootschapsbelasting.

Kasstroomoverzicht

Het kasstroomoverzicht is opgesteld volgens de indirecte methode. Kasstromen in buitenlandse valuta zijn herleid naar Euro's met gebruikmaking van de gemiddelde koers voor de betreffende periodes.

	Terreinen/ Terreinafwerking	Gebouwen	Apparatuur	Inventaris	Auto's	Activa in uitvoering	2012 Totaal	2011 Totaal
Aanschafwaarde								
per 1 januari	1.748	35.427	92.192	3.142	75	6.738	139.322	134.235
Investeringsen	28	196	3.846	23	26	5.283	9.402	7.192
Desinvesteringen	-	(619)	(956)	-	(15)	(258)	(1.848)	(2.105)
Ingebruikname	19	417	2.133	3	-	(2.572)	-	-
per 31 december	1.795	35.421	97.215	3.168	86	9.191	146.876	139.322
Cum. afschrijvingen								
per 1 januari	966	27.606	82.442	2.921	40	-	113.975	110.797
Afschrijvingen	45	1.883	3.798	49	11	-	5.786	5.258
Desinvesteringen	-	(164)	(708)	-	(11)	-	(883)	(2.080)
per 31 december	1.011	29.325	85.532	2.970	40	-	118.878	113.975
Boekwaarde								
per 1 januari	782	7.821	9.750	221	35	6.738	25.347	23.438
Investeringsen	28	196	3.846	23	26	5.283	9.402	7.192
Desinvesteringen	-	(455)	(248)	-	(4)	(258)	(965)	(25)
Afschrijvingen	(45)	(1.883)	(3.798)	(49)	(11)	-	(5.786)	(5.258)
Ingebruikname	19	417	2.133	3	-	(2.572)	-	-
per 31 december	784	6.096	11.683	198	46	9.191	27.998	25.347

In 2012 is er voor € 9,4 mln geïnvesteerd. In het bedrag aan investeringen is € 2,3 mln geactiveerd als Eigen aanmaak betreffende door het NLR zelf ontwikkelde apparatuur. De historische aanschafwaarde van de desinvesteringen in 2012 bedraagt € 1,8 mln met een resterende boekwaarde van bijna € 1,0 mln. De desinvesteringen betreffen het afstoten van niet meer in gebruik zijnde apparatuur en gebouwaanpassingen. Ultimo 2012 is een bedrag van € 5,3 mln opgenomen aan Activa in uitvoering. Hier wordt nog niet op afgeschreven.

In verband met de voorziene nieuwbouw in de komende jaren dienen sommige bestaande gebouwen te worden afgebroken, hetgeen een verkorting van de resterende levensduur van deze gebouwen betekent. De verhoging van de afschrijvingslasten als gevolg van deze levensduurverkorting bedraagt jaarlijks € 0,5 mln vanaf 2010. Het verschil tussen de Afschrijvingen plus de boekwaarde van de desinvesteringen in de Materiële Vaste Activa (€ 6,7 mln) en Afschrijvingen in de Winst en Verliesrekening (€ 6,0 mln) wordt verklaard door de afschrijvingen die via het Egalisatiefonds investeringsbijdragen worden geboekt.

2

Financiële vaste activa

	31 dec. 2011	mutaties	31 dec. 2012
Lening aan Stichting Laboratoriumvliegtuig NLR/TU-Delft	341	(34)	307
Deelnemingen	132	6	138
Totaal	473	(28)	445

De lening aan de Stichting Laboratoriumvliegtuig betreft een 50% financiering van de in 2011 gerealiseerde upgrade van de cockpit van het Cessna Citation II vliegtuig (50% TU Delft). Deze lening met een looptijd van 10 jaar is interest-vrij en wordt jaarlijks afgelost door middel van een rekening van de Stichting Laboratoriumvliegtuig m.b.t. afschrijving vliegtuig en/of onderdelen.

Deelnemingen (bedragen in euro's)

	31 dec. 2011	mutaties	31 dec. 2012
Stichting DNW	€ 227	-	€ 227
Stichting Laboratoriumvliegtuig NLR/TU-Delft	€ 227	-	€ 227
Stichting FMLC	€ 151	-	€ 151
ETW GmbH	€ 35.580	-	€ 35.580
Geoserve B.V.	€ 79.198	€ 6.002	€ 85.200
NLR Deelnemingen B.V.	€ 16.711	(€ 223)	€ 16.488
Totaal	€132.094	€ 5.779	€ 137.873

Het NLR neemt voor 50% deel in het stichtingskapitaal van de **Stichting Duits Nederlandse Windtunnels**. De zeggenschap in de Stichting DNW is gelijk verdeeld tussen het NLR en DLR. De aansprakelijkheid van het NLR beperkt zich tot 50 % van enig negatief bedrijfsresultaat van de Stichting DNW. Vestigingsplaats van de Stichting DNW is Marknesse.

De **Stichting Laboratoriumvliegtuig** is samen met de TU-Delft (50%) opgericht om de financiering van de aanschaf en verdere investeringen en de exploitatie (verhuur aan NLR en TU-Delft) van de Cessna Citation II te administreren. Het NLR heeft een aandeel van 50% in het stichtingskapitaal. Omdat de huurbedragen gelijk worden gehouden aan de jaarlijkse afschrijvingskosten is het resultaat van de Stichting nihil. Vestigingsplaats van de Stichting is Amsterdam.

Het aandeel in het stichtingskapitaal van de **Stichting Fibre Metal Laminate Centre of Competence** is 33,3%. FMLC is opgericht door TU-Delft, Stork en NLR om de ontwikkeling, productie en verkoop van het door TU-Delft en NLR ontwikkelde materiaal Glare te coördineren. De oprichters participeren alle voor 1/3 in de Stichting. De deelneming wordt beschouwd als

minderheidsdeelneming en wordt op de balans gewaardeerd tegen verkrijgingswaarde. Op deze deelneming heeft het NLR wel invloed van betekenis op het zakelijk en financieel beleid, maar heeft het NLR geen beslissende zeggenschap. Het risico van deze deelneming is beperkt tot het ingebrachte stichtingskapitaal. Vestigingsplaats van de Stichting is Delft.

De deelneming in **European Transonic Windtunnel GmbH** (7%) is een minderheidsdeelneming, waarvoor de aansprakelijkheid beperkt blijft tot de geïnvesteerde verkrijgingswaarde van de aandelen. Met betrekking tot deze deelneming heeft het NLR geen invloed van betekenis op het zakelijk en financieel beleid. De deelneming is uit strategische overwegingen aangegaan en is gewaardeerd tegen netto vermogenswaarde. Vestigingsplaats van ETW GmbH is Keulen, Duitsland.

De deelneming in **Geoserve B.V.** is een minderheidsdeelneming (30%). Met betrekking tot deze deelneming heeft het NLR invloed van betekenis op het zakelijk en financieel beleid, maar heeft het NLR geen beslissende zeggenschap. Vestigingsplaats van Geoserve is Marknesse.

NLR Deelnemingen B.V. is 100% eigendom van het NLR en wordt tegen de netto vermogenswaarde gewaardeerd. De BV is opgericht om deelnemingen in onder te brengen. De kosten zullen beperkt blijven tot de oprichtingskosten en andere operationele kosten. Op grond van materialiteitsoverwegingen is afgezien van consolidatie. In de Deelnemingen B.V. is een 50%

belang opgenomen in de AT-One EEIG. Het doel is om samen met de Joint Ventures GmbH (50%), welke eigendom is van DLR, marketingactiviteiten te ontplooiën op het gebied van Air Traffic Management. De Deelnemingen B.V. en de Joint Venture GmbH zijn hoofdelijk aansprakelijk voor de activiteiten van de AT-One EEIG. Vestigingsplaats van NLR Deelnemingen B.V. is Amsterdam.

Flottende activa

3 Onderhanden orders

	31 dec. 2012	31 dec. 2011
Aan onderhanden orders verwerkt t/m 31 december	106.100	96.514
Voorziening onderhanden orders	(5.385)	(3.715)
Aan opdrachtgevers in rekening gebracht	(94.832)	(84.945)
Totaal onderhanden orders per 31 december	5.883	7.854

De waardering van Onderhanden Orders vindt plaats op basis van de gerealiseerde omzet per project onder aftrek van reeds aan de opdrachtgever gefactureerde bedragen. Gemaakte uren en kosten worden direct als omzet geadministreerd.

4 Vorderingen

	31 dec. 2012	31 dec. 2011
Opdrachtgevers	6.716	8.715
Voorziening voor oninbaarheid	(488)	(469)
Saldo vorderingen opdrachtgevers	6.228	8.246
Rekening courant DNW	3.924	3.013
Rekening courant Pensioenfonds	676	-
Verbonden partijen	36	129
Overlopende posten	761	1.828
Totaal Vorderingen	11.625	13.216

5 Liquide middelen

	31 dec. 2012	31 dec. 2011
Kas	22	10
Bank	4.922	2.542
Deposito's	33.500	28.997
Totaal liquide middelen	38.444	31.549

Ultimo 2012 staat aan bankgaranties een bedrag van € 0,3 mln uit (2011: € 1,7 mln). De overige middelen zijn ter vrije beschikking. Door de diverse bijzondere bestemmingsverplichtingen bedraagt het saldo liquide middelen, beschikbaar voor normale bedrijfsvoering, ultimo 2012 € 12,0 mln.

6

Eigen vermogen

	Kapitaal	Reserve	Resultaat	Totaal
Stand per 1 januari 2012	46	21.752	3.713	25.511
Resultaat vorig boekjaar	-	3.713	(3.713)	-
Resultaat boekjaar	-	-	2.255	2.255
Stand per 31 december 2012	46	25.465	2.255	27.766

7

Voorzieningen

	31 dec. 2011	Toevoegingen	Onttrekkingen	Vrijval	31 dec. 2012
Overgangs- en compensatieregeling VUT	5.822	543	(2.048)	(1.028)	3.289
Asbest	1.894	-	(27)	-	1.867
Projecten	-	3.183	-	-	3.183
Onderhoud vliegtuigen	111	129	(102)	-	138
Jubileumuitkeringen	726	28	(19)	(17)	718
Loonronde 1 januari 2011	477	-	-	(477)	-
Pensioenverplichtingen	839	2.049	-	-	2.888
Totaal	9.869	5.932	(2.196)	(1.522)	12.083

Overgangs- en compensatieregeling VUT

Het betreft een voorziening voor toekomstige VUT verplichtingen en boeteheffing voor de Overgangsregeling VUT. Als gevolg van maatschappelijke ontwikkelingen en introductie van boeteregelingen ten aanzien van toekomstige VUT betalingen was het NLR genoodzaakt de destijds bestaande VUT regeling af te bouwen. Voor de oudste groep medewerkers (geboren vóór 1950) is een Overgangsregeling van toepassing, waarbij nog beperkt gebruik van de VUT mogelijk is. De gebruikte disconteringsvoet voor het contant maken van de voorziening is 4%.

Asbest

Een aantal van de huidige verouderde gebouwen die in verband met komende nieuwbouw zullen worden gesloopt, moeten wegens aanwezigheid van asbest onder speciale asbestcondities worden afgebroken. Voor de extra saneringskosten boven de normale sloopkosten is in de afgelopen jaren een voorziening getroffen. De voorziening is gebaseerd op de asbestrapportage uit 2005 aan de hand waarvan offertes zijn opgemaakt door erkende asbestsaneringsbedrijven.

Projecten

In verband met een risico op correctie van in eerdere jaren verantwoorde omzet projecten is een voorziening gevormd.

Onderhoud vliegtuigen

Sinds 2003 wordt een voorziening aangehouden voor de kosten van onderhoudsprogramma's van de hoofdonderdelen van de vliegtuigen. Ook de voorgeschreven vaste inspecties worden uit deze voorziening gedekt. Het onderhoud van de hoofdonderdelen en kosten van de inspecties worden bepaald op basis van gevlogen uren of op basis van een tijdslimiet. De voorziening wordt opgebouwd door middel van een onderhoudstarief per gevlogen uur, terwijl de actuele kosten aan de voorziening worden onttrokken.

Jubileumuitkeringen

De voorziening is gevormd voor uitbetaling van jubileumuitkeringen. Dit betreffen toekomstige uitkeringen op basis van gewerkte dienstjaren. De vrijval betreft voorziene jubileumuitkeringen van mensen die het NLR inmiddels hebben verlaten. De gebruikte disconteringsvoet is 4%.

Loonronde 1 januari 2011

Het NLR volgt bijna volledig de CAO-Rijk. De laatste CAO-Rijk is per eind 2010 afgelopen. Onderhandelingen over een nieuwe CAO tussen het Ministerie van Binnenlandse Zaken en de vakbonden zijn vastgelopen. In 2011 is een voorziening getroffen voor een 1% loonsverhoging in verband met de verwachting dat er een op eind 2010 aansluitende CAO zou komen. Tot op heden is nog steeds geen uitzicht op een dergelijke CAO. Vanwege het verstrijken van de tijd acht de Directie de verwachting niet langer gerechtvaardigd dat met terugwerkende kracht sprake zal zijn van een loonronde per 1 januari 2011.

Dientengevolge is besloten de betreffende voorziening in 2012 vrij te laten vallen.

Pensioenverplichtingen

Met verwijzing naar hetgeen hiervoor is opgemerkt omtrent het uitblijven van een op 2010 aansluitende CAO, heeft de Directie de stellige verwachting dat bij de vaststelling van de hoogte van de eerstvolgende loonronde rekening zal worden gehouden met de afwezigheid van loonrondes in 2011 en 2012. Op grond van de eindloonregeling te verwachten extra pensioenkosten voor 2011 en 2012 zijn deze voorzien op basis van een toegerekende 2,5% loonronde.

8

Langlopende schulden

	31 dec. 2012	31 dec. 2011
Egalisatiefonds investeringsbijdragen	6.904	5.921
Sociaal Plan	155	804
Totaal Langlopende schulden per 31 december	7.059	6.725

Egalisatiefonds investeringsbijdragen

Stand per 1 januari	5.921	5.490
Overheidsbijdrage nieuwe huisvesting	1.725	1.205
Afschrijving betreffende investeringen van vóór 2004	(678)	(710)
Afschrijving provincie Flevoland	(64)	(64)
Totaal Egalisatiefonds investeringsbijdragen per 31 december	6.904	5.921

Het Egalisatiefonds investeringsbijdragen is opgebouwd uit investeringsbijdragen van vóór 2004, de ontvangen investeringsgelden van de Provincie Flevoland en de overheidsbijdragen voor de nieuwbouw. Vanaf 2005 wordt de investeringsbijdrage gezien als een bijdrage in de afschrijvingskosten en derhalve direct in het resultaat verantwoord. Ook de vanaf 2010 verkregen Instandhoudingsbijdrage, ter financiering van de onderdekking van de Grote faciliteiten, wordt, voor zover in het betreffende jaar aangewend, direct in het resultaat verantwoord.

Sociaal Plan

	31 dec. 2012	31 dec. 2011
Saldo 1 januari	885	1.120
Vrijval	(647)	-
Uitkeringen	(81)	(235)
Saldo per 31 december	157	885
Kortlopend gedeelte van het Sociaal Plan (2013 resp. 2012)	(2)	(81)
Saldo Sociaal Plan per 31 december	155	804

Het Sociaal plan is in 2004 geïmplementeerd voor medewerkers die bij de herijking in 2004 boventallig zijn verklaard. Het Sociaal plan is opgebouwd uit de te verwachten uitkeringen aan deze medewerkers en is voornamelijk gevormd uit een bijdrage van de overheid. Indien de totale kosten lager blijken te zijn dan het van de overheid ontvangen bedrag, zal het restant dienen te worden terugbetaald. De vorig jaar verwachte afloop in 2012 is niet gerealiseerd en de laatste uitkeringen worden thans in 2014 verwacht. Het 2011 verloopoverzicht is overeenkomstig aangepast m.b.t. het kortlopende en langlopende gedeelte. In 2012 is de vrijval van voornamelijk de ontvangen rente in het resultaat verwerkt. Deze rente blijkt niet benodigd te zijn om verdere kosten die voortkomen uit het Sociaal plan op te vangen.

9

Kortlopende schulden

	31 dec. 2012	31 dec. 2011
Crediteuren	2.212	2.722
Vooruit gefactureerde projecten	11.684	12.000
Nog te besteden overheidsbijdragen	12.547	9.338
Te betalen vakantiedagen	3.315	3.371
Te betalen Sociaal Plan 2013 respectievelijk 2012	2	81
Nog te betalen salarissen	1.163	1.411
Af te dragen loonheffing	2.870	2.756
Rekening courant Pensioenfonds NLR	-	1.244
Verbonden partijen	128	-
Nog te betalen vakantietoelagen	1.536	1.489
Overlopende posten	2.030	1.922
Totaal	37.487	36.334

De € 12,5 mln aan Nog te besteden Overheidsbijdragen bestaat uit een bijdrage voor nieuwbouw (€ 6,8 mln), een bijdrage voor upgrade van de grote lage snelheidstunnel van de DNW, de LLF (€ 1,5 mln), het niet gebruikte deel van de Instandhoudingsbijdrage ultimo 2012 (€ 3,3 mln), dat gereserveerd wordt voor tekorten op de Grote faciliteiten in toekomstige jaren, en het niet gebruikte budget Programmafinanciering, waaronder de ontvangen loon- en prijsindexering Programmafinanciering (€ 0,9 mln). Het kortlopende gedeelte van het Sociaal plan is aangepast conform de langere looptijd (zie ook toelichting onder Langlopende schulden).

Niet in de balans opgenomen rechten en verplichtingen

Dit betreft de volgende posten:

	31 dec. 2012	31 dec. 2011
1. Bankgaranties	253	1.697
2. Leasecontracten wagenpark	371	368
3. Investeringsverplichtingen	4.808	6.347
4. Derivaten	-	271

Ad. 2 Hiervan heeft € 145k betrekking op 2013 en € 226k op de komende jaren.

Ad. 3 Dit betreft korte termijn verplichtingen voornamelijk m.b.t. investeringen in grote faciliteiten en nieuwbouw van gebouwen.

Baten

10 *Baten uit opdrachten*

	2012	2011
Binnenlandse opdrachten	39.073	34.813
Buitenlandse opdrachten	20.804	21.487
Totaal baten uit opdrachten voor projectresultaat	59.877	56.300
Projectresultaat	(4.928)	(2.373)
Totaal baten uit opdrachten	54.949	53.927
Directe kosten voor opdrachten	(9.879)	(7.701)
Netto omzet opdrachten	45.070	46.226

11 *Programmafinanciering*

	2012	2011
Beschikbaar voor Programmafinanciering	18.313	19.750

Om toekomstige beleidsvragen van de overheid te kunnen beantwoorden, stelt de overheid het NLR in staat door vraaggestuurde programmering (Programmafinanciering) het kennisniveau op het juiste peil te houden. In dit kader worden Kennis voor Beleid en Kennis en Faciliteiten als Vermogen projectmatig opgebouwd.

12 *Instandhoudingsbijdrage*

	2012	2011
Instandhoudingsbijdrage	5.768	5.931

Sinds 2010 ontvangt het NLR een Instandhoudingsbijdrage voor de Grote faciliteiten die € 6,8 mln bedraagt. Uit deze bijdrage wordt het tekort op de Grote faciliteiten gedekt. Niet de gehele bijdrage is in 2012 benut. Het niet gebruikte deel van de bijdrage ad € 1,0 mln wordt doorgeschoven naar de komende jaren, conform hetgeen in de Ministeriële Regeling is vastgelegd.

Lasten

13 Personeelskosten

	2012	2011
Salarissen, toelagen, werkrachten van derden	41.822	43.664
Pensioenkosten	5.350	4.146
Sociale lasten	5.324	3.046
VUT-kosten	(1.012)	(440)
Overige personeelskosten	990	1.077
	52.474	51.493
Personeelskosten in eigen beheer vervaardigde activa	(1.799)	(1.322)
Totaal Personeelskosten	50.675	50.171

Ultimo 2012 zijn er 658 medewerkers bij het NLR in dienst. Dat is een stijging van 3 medewerkers ten opzichte van de stand ultimo 2011. Het percentage personeel met een tijdelijk dienstverband ten opzichte van het totale NLR personeel is gestegen van 5,2% ultimo 2011 naar 6,4% ultimo 2012. Het gemiddeld aantal full time equivalents (FTE) is verder gedaald van 632,0 FTE in 2011 naar 617,6 FTE in 2012.

Bestuurdersbeloning

	2012	2011
Raad van Toezicht (6 personen)	43	42

Het NLR kent één statutair directeur, waardoor de kosten van de Directie van het NLR niet separaat worden toegelicht, in overeenstemming met Titel 9 Boek 2 BW artikel 383.

14 Overige Exploitatiekosten

	2012	2011
Huisvestingskosten	3.565	3.657
Bedrijfskosten	3.412	3.803
Algemene kosten	3.307	3.327
Totaal Overige Exploitatiekosten	10.284	10.787

Accountantskosten

	2012	2011
Onderzoek van de jaarrekening	89	80
Andere controle opdrachten	76	110
Andere niet-controlediensten	5	14
Totaal accountantskosten	170	204

15

Participatie in de exploitatie van DNW

	2012	2011
Participatie in de exploitatie van DNW	1.523	(1.035)

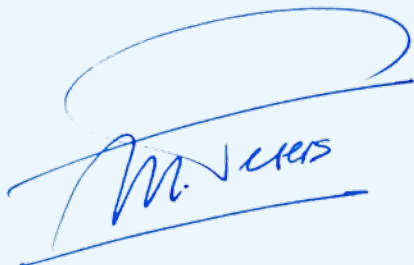
Het 50% NLR aandeel in het resultaat van de Stichting DNW over 2012 bedraagt € 1,5 mln positief.

16

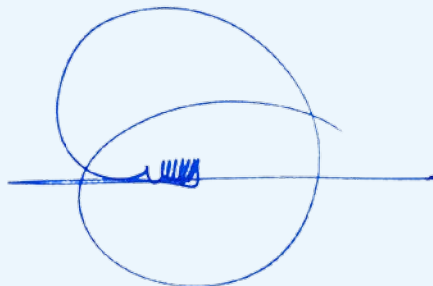
Bijdrage aan de ETW

	2012	2011
Bijdrage aan de ETW	-	(250)

Amsterdam, 11 april 2013



Ir. M.A.G. Peters
algemeen directeur



Drs. L.W. Esselman RA
financieel directeur

1. Statutaire resultaatbestemming

Aangezien winstrealisatie niet het primaire doel is van de Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium is geen regeling in de statuten opgenomen betreffende de bestemming van het resultaat.

2. Voorstel resultaatbestemming

De Directie stelt aan de Raad van Toezicht voor het Netto Resultaat 2011 van € 2,3 mln ten gunste van de Reserve van de Stichting NLR te brengen.

3. Controleverklaring van de onafhankelijke accountant

Aan: Raad van Toezicht en Directie

Verklaring betreffende de jaarrekening

Wij hebben de in dit verslag op bladzijde 67 tot en met 81 opgenomen jaarrekening 2012 van Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium te Amsterdam gecontroleerd. Deze jaarrekening bestaat uit de balans per 31 december 2012, de winst-en-verliesrekening over 2012, het kasstroomoverzicht 2012 en de toelichting, waarin zijn opgenomen een overzicht van de gehanteerde grondslagen voor financiële verslaggeving en andere toelichtingen.

Verantwoordelijkheid van het bestuur

De directie van de stichting is verantwoordelijk voor het opmaken van de jaarrekening die het vermogen en het resultaat getrouw dient weer te geven, alsmede voor het opstellen van het jaarverslag, beide in overeenstemming met Titel 9 Boek 2 van het in Nederland geldende Burgerlijk Wetboek (BW). De directie is tevens verantwoordelijk voor een zodanige interne beheersing als het noodzakelijk acht om het opmaken van de jaarrekening mogelijk te maken zonder afwijkingen van materieel belang als gevolg van fraude of fouten.

Verantwoordelijkheid van de accountant

Onze verantwoordelijkheid is het geven van een oordeel over de jaarrekening op basis van onze controle. Wij hebben onze controle verricht in overeenstemming met Nederlands recht, waaronder de Nederlandse controlestandaarden. Dit vereist dat wij voldoen aan de voor ons geldende ethische voorschriften en dat wij onze controle zodanig plannen en uitvoeren dat een redelijke mate van zekerheid wordt verkregen dat de jaarrekening geen afwijkingen van materieel belang bevat.

Een controle omvat het uitvoeren van werkzaamheden ter verkrijging van controle-informatie over de bedragen en de toelichtingen in de jaarrekening. De geselecteerde werkzaamheden zijn afhankelijk van de door de accountant toegepaste oordeelsvorming, met inbegrip van het inschatten van de risico's dat de jaarrekening een afwijking van materieel belang bevat als gevolg van fraude of fouten.

Bij het maken van deze risico-inschattingen neemt de accountant de interne beheersing in aanmerking die relevant is voor het opmaken van de jaarrekening en voor het getrouwe beeld

daarvan, gericht op het opzetten van controlewerkzaamheden die passend zijn in de omstandigheden. Deze risico-inschattingen hebben echter niet tot doel een oordeel tot uitdrukking te brengen over de effectiviteit van de interne beheersing van de stichting. Een controle omvat tevens het evalueren van de geschiktheid van de gebruikte grondslagen voor financiële verslaggeving en van de redelijkheid van de door de directie van de stichting gemaakte schattingen, alsmede een evaluatie van het algehele beeld van de jaarrekening.

Wij zijn van mening dat de door ons verkregen controle-informatie voldoende en geschikt is om een onderbouwing voor ons oordeel te bieden.

Oordeel betreffende de jaarrekening

Naar ons oordeel geeft de jaarrekening een getrouw beeld van de grootte en samenstelling van het vermogen van Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium per 31 december 2012 en van het resultaat over 2012 in overeenstemming met Titel 9 Boek 2 BW.

Verklaring betreffende overige bij of krachtens de wet gestelde eisen

Ingevolge artikel 2:393 lid 5 onder e en f BW vermelden wij dat ons geen tekortkomingen zijn gebleken naar aanleiding van het onderzoek of het jaarverslag, voor zover wij dat kunnen beoordelen, overeenkomstig Titel 9 Boek 2 BW is opgesteld, en of de in artikel 2:392 lid 1 onder b tot en met h BW vereiste gegevens zijn toegevoegd. Tevens vermelden wij dat het jaarverslag, voor zover wij dat kunnen beoordelen, verenigbaar is met de jaarrekening zoals vereist in artikel 2:391 lid 4 BW.

Amsterdam, 11 april 2013

Ernst & Young Accountants LLP

w.g. mr. drs. G.A. Arnold RA

Factsheet NLR 2012

Het NLR publiceerde
in het jaar 2012 in
totaal 552 rapporten
waarvan 63 Technical
Publications

552

431 projecten
werden opgestart,
509 projecten
werden afgesloten

431

Verdeling inkomsten
over sectoren:
Industrie
33.6 miljoen euro
(42.9%)

33.6

Verdeling inkomsten
over sectoren:
Civiele luchtvaart
14 miljoen euro
(17.9%)

14

Verdeling inkomsten
over sectoren:
Defensie & Veiligheid
Overheid
25.4 miljoen euro
(32.5%)

25.4

Verdeling inkomsten
over sectoren:
Ruimtevaart
5.2 miljoen euro
(6.7%)

5.2

Colofon

Samenstelling:
NLR / DSMC

Vormgeving & productie:
NLR Multimedia Groep

Fotografie:

pag 1 (l.b.):	© Marc Kruse
pag 1 (m.o.):	© ESA
pag 10 en 11:	© Marc Kruse
pag 23:	© CRESCENDO Consortium, 2009
pag 24:	© Fokker Elmo B.V.
pag 25:	© Hr. Ir. J.P.J. Wolse
pag 28 (m.b.):	© Ministerie van Defensie
pag 29:	© ESA
pag 32:	© ETW
pag 40:	© ALICIA
pag 49:	© Airbus
pag 55 (r.b.):	© ESA

Druk:
drukkerij WC den Ouden

Wat is het NLR?

- het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) is dé centrale kennisonderneming op het gebied van lucht- en ruimtevaart in Nederland;
- bij het NLR werken zo'n 650 medewerkers, waaronder ongeveer 300 academici en 140 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 laboratoriumvliegtuigen;
- het NLR heeft een omzet van ruim 78 miljoen euro, waarvan ruim 60 miljoen euro aan betaalde opdrachten.



Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium

Anthony Fokkerweg 2
1059 CM Amsterdam
Postbus 90502
1006 BM Amsterdam

Telefoon: 088 511 31 13
E-mail: info@nlr.nl
Website: www.nlr.nl
© NLR - april 2013

