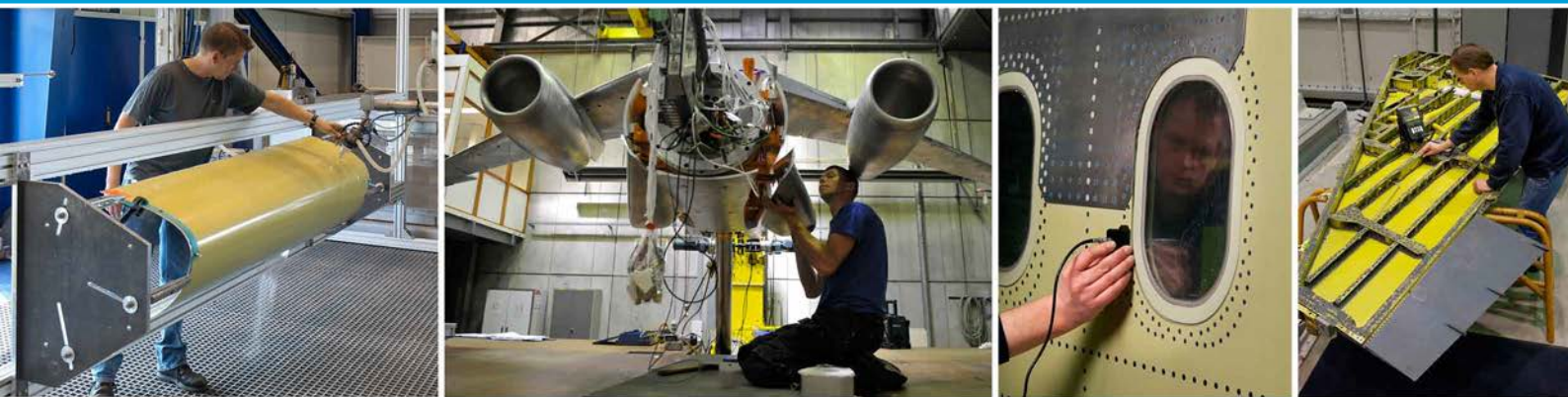
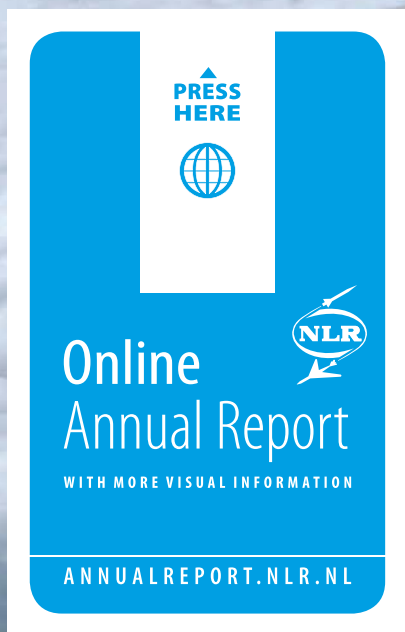


Jaarverslag **2013**



NLR - *Dedicated to innovation in aerospace*



MISSIE NLR

Wij vergroten de concurrentiekracht en het innovatieve vermogen van bedrijfsleven en overheid. Dit doen wij door het ontwikkelen en toepasbaar maken van hoogwaardige lucht- en ruimtevaarttechnologie. Het NLR ondersteunt de overheid, zowel bij de taken die het nu uitvoert als bij het verbeteren van effectiviteit en efficiency van die taken in de toekomst.



FLYING DOCTORS
betere gezondheid in Afrika

Het NLR ondersteunt AMREF Flying Doctors



Voorwoord	2
-----------	---

Projecten	4
Concurrentiekracht	4
Defensie	20
Veiligheid en Efficiency	36

NLR organisatie	48
Financiële gegevens	50
NLR medewerkers	52
Bezoeken	57
Organigram	59
Raad van Toezicht	60
Adviesraad	62

Colofon	64
---------	----

EENDRACHTIGE SAMENWERKING MET OVERHEID EN INDUSTRIE

A man with glasses, wearing a white shirt and a patterned tie, is speaking and gesturing with his hands. He is looking towards the camera. In the foreground, the back of another person's head and shoulder are visible, suggesting a meeting or interview setting. The background is a blurred office environment with a window.

Als Algemeen Directeur van het NLR kijk ik met tevredenheid terug op het afgelopen jaar. Ook in 2013 hebben we een substantiële bijdrage geleverd aan het versterken van de concurrentiekracht van de Nederlandse industrie en het MKB en mede invulling gegeven aan belangrijke maatschappelijke thema's als Defensie & Veiligheid en Mobiliteit. Dankzij onze goed gevulde orderportefeuille en kostenreducerende maatregelen hebben we 2013 in financieel opzicht positief afgesloten. De economische omstandigheden in aanmerking genomen beschouw ik dat als een prestatie van formaat.

Deze prestatie wil ik vooral op het conto van onze medewerkers schrijven. De kennis en creativiteit van de NLR-medewerkers vormen samen met onze faciliteiten het fundament van het NLR. Ik weet mij omringd door mensen die met liefde voor het vak en met hart voor de zaak bij de uitvoering van opdrachten het beste in zichzelf en hun collega's naar boven halen. Medewerkers die niet met hun hoofd in de wolken lopen, maar met hun neus in de wind. Daardoor reageren ze alert op signalen uit de buitenwereld, onze opdrachtgevers, en weten die slagvaardig te vertalen naar toepasbare producten en diensten. Deze bijzondere eigenschappen zijn nog eens benadrukt tijdens een ISO-certificatie audit eind vorig jaar. Natuurlijk, het verkrijgen van een keurmerk is een formele bevestiging van de kwaliteit van je werk, maar wat mij ook bijgebleven is, is de spontane opmerking van de lead auditor dat hij in zijn lange carrière nog niet eerder een organisatie had aangetroffen met zulke gemotiveerde medewerkers.

In december 2013 heeft de Raad van Toezicht het nieuwe NLR Strategieplan 2014-2017 'Samen verder' vastgesteld. Bij de totstandkoming van het plan hebben we nadrukkelijk onze stakeholders en opdrachtgevers geconsulteerd. Immers, alleen door relevante kennis en kunde aan te bieden kunnen we oplossingen aan blijven dragen voor de uitdagingen waar onze opdrachtgevers zich voor gesteld zien. Het verhogen van concurrentiekracht van industrie, MKB en overheid in Nederland is en blijft onze 'raison d'être', zoals het dat al bijna honderd jaar is. Zo is er afgelopen jaar in nauw overleg met bedrijfsleven, overheid en universiteiten, onze partners in de Gouden Driehoek, mede invulling gegeven aan de topsectoren HTSM en Logistiek en de maatschappelijke thema's Defensie & Veiligheid en Mobiliteit. Een ander mooi voorbeeld van de Gouden Driehoek, op regionaal niveau is CompoWorld. Het betreft een samenwerkingsverband tussen de provincie Flevoland, de gemeente Noordoostpolder, het MKB, Windesheim-Hoger Beroeps Onderwijs en het NLR, dat gericht is op het ontwikkelen en toepassen van geavanceerde composietmaterialen voor de lucht- en ruimtevaartindustrie en andere branches, zoals de automotive-branch.

Het NLR voelt zich thuis in Nederland én Europa. Zo weten we al jaren de weg naar Brussel goed te vinden, met het Nederlands MKB aan onze zijde. We participeerden samen met het Nederlandse bedrijfsleven in grote EU-projecten als Clean Sky en SESAR en ondersteunden het MKB om aan te kunnen sluiten bij Europese kaderprogramma's. Het NLR is ook in individuele landen in Europa

actief. Zo is met ondersteuning van de Nederlandse ambassade in Parijs een PIB-(Partners for International Business) overeenkomst afgesloten om samen met het Nederlandse bedrijfsleven de Franse markt te penetreren op het gebied van composietmaterialen en gasturbines. Om nog even in Frankrijk te blijven: het NLR heeft vorig jaar van het Franse Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen een CIR-accreditatie ontvangen, een Frans keurmerk voor organisaties die hun kwaliteiten op het gebied van R&D bewezen hebben. Hiermee wordt het voor het NLR eenvoudiger om samen met het Nederlandse bedrijfsleven meer opdrachten te genereren uit Frankrijk.

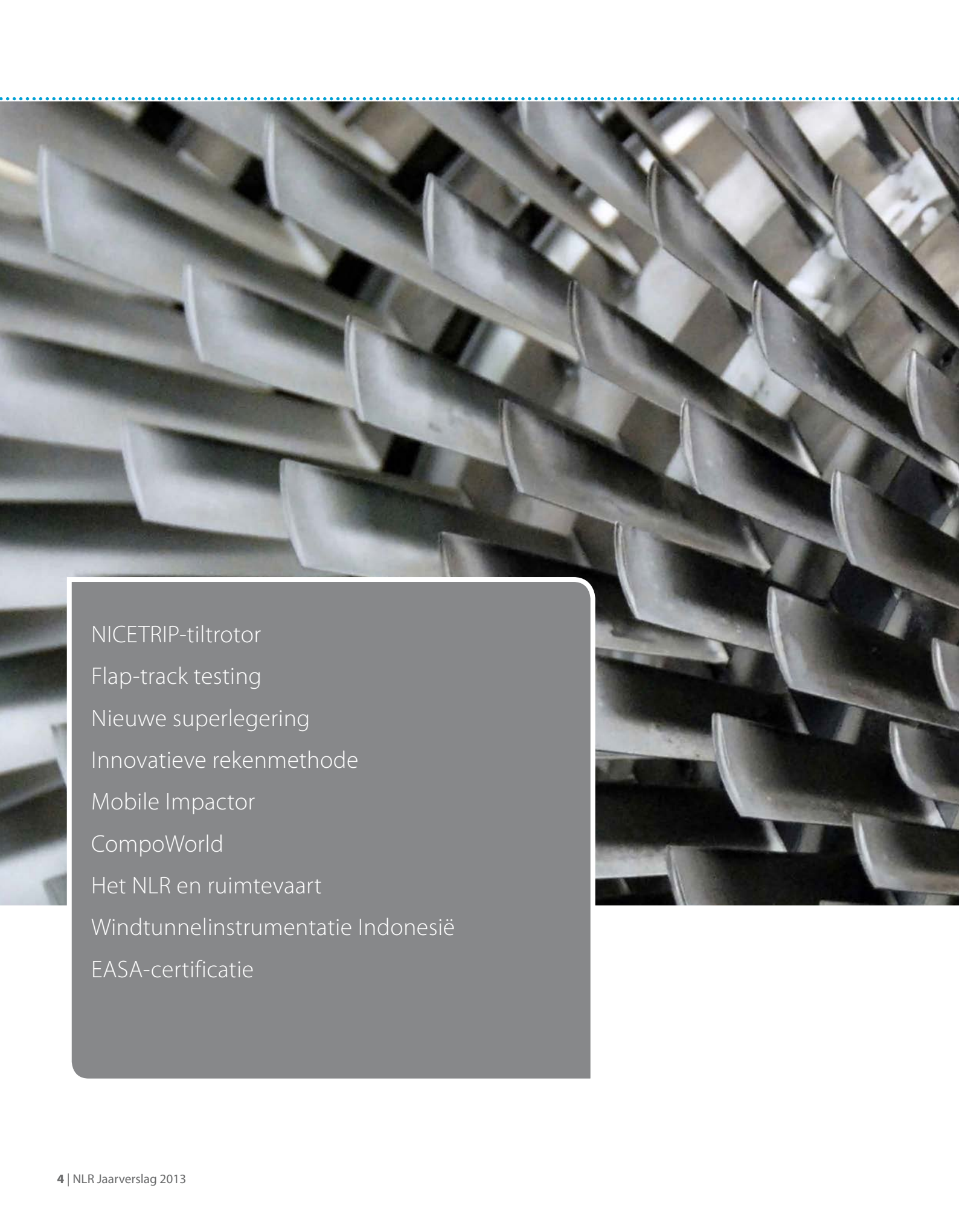
We keken ook over de Europese grenzen heen. Tijdens handelsmissies naar Rusland en China schoven we aan tafel met onze gastheren én vertegenwoordigers van de Nederlandse overheid en industrie. De contracten die we voor Chinese opdrachtgevers samen met de Nederlandse industrie tekenden bewezen dat langdurig investeren in relaties en een gezamenlijke strategie uiteindelijk te gelde gemaakt kan worden.

Bij een moderne organisatie hoort een moderne huisvesting. We kregen groen licht van de Raad van Toezicht voor de nieuwbouw van het NLR op onze locaties in Amsterdam en Marknesse en medio vorig jaar is een begin gemaakt met het slopen van de oude gebouwen en het bouwrijp maken van de grond in Amsterdam. Ik ben er van overtuigd dat de huisvesting ons zal passen als een nieuwe, frisse huid en zal doen uitstralen wie we zijn: een hightech organisatie die goed in zijn vel zit en klaar is voor de toekomst.

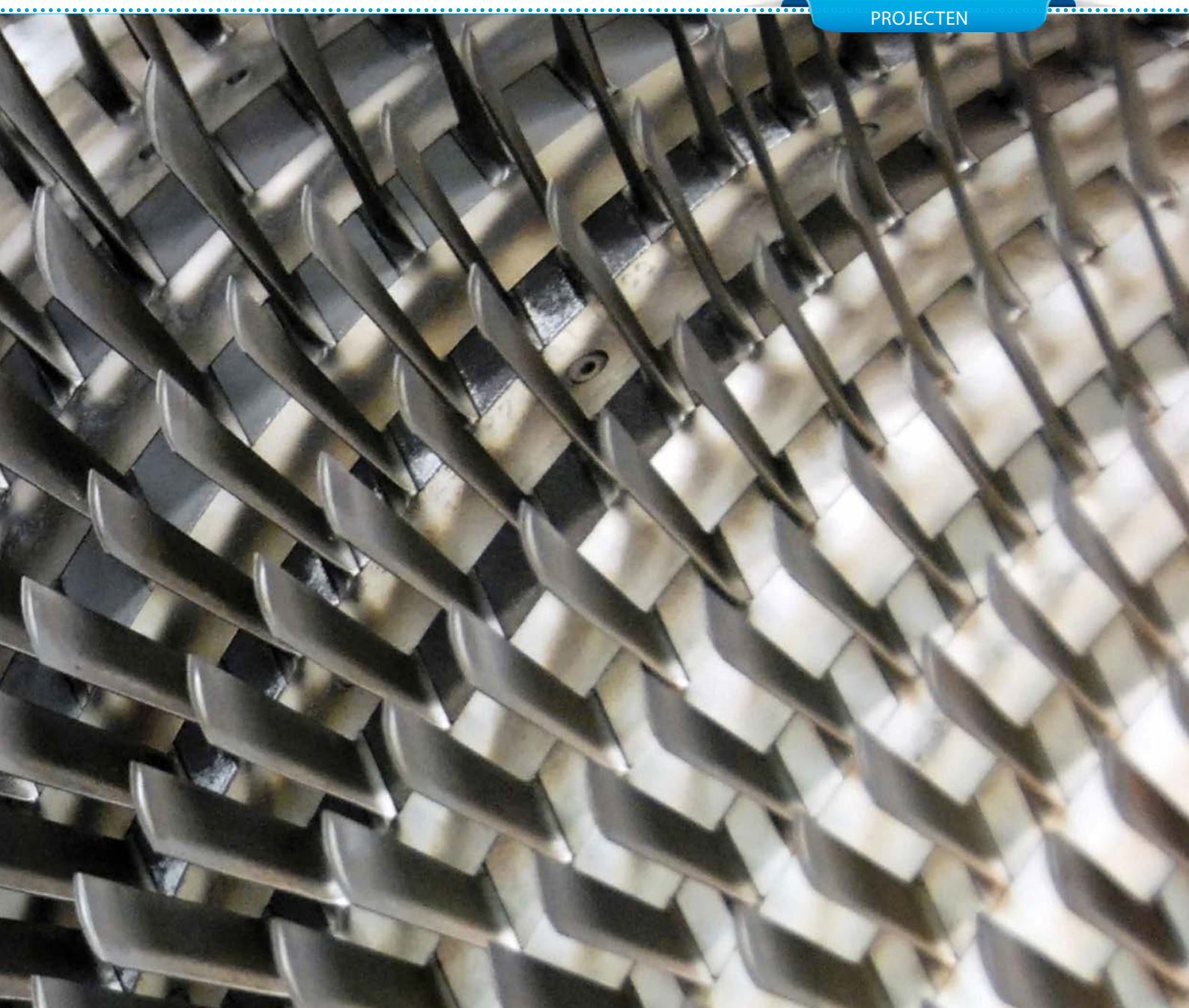
Het NLR is een veelgevraagde partner voor de Nederlandse industrie in binnen- en buitenland. We hebben onze roots in Nederland, maar zijn mondiaal gezien een wereldspeler. We blijven onze vleugels uitslaan, door producten en diensten te leveren met een uitstekende prijs-kwaliteitverhouding en door flexibel en pro-actief in te spelen op veranderingen in de wereld om ons heen. Dat doen we in eendrachtige samenwerking met overheid en industrie. Of, zoals de titel van ons Strategieplan luidt: 'Samen verder.'

Algemeen Directeur NLR

Michel Peters

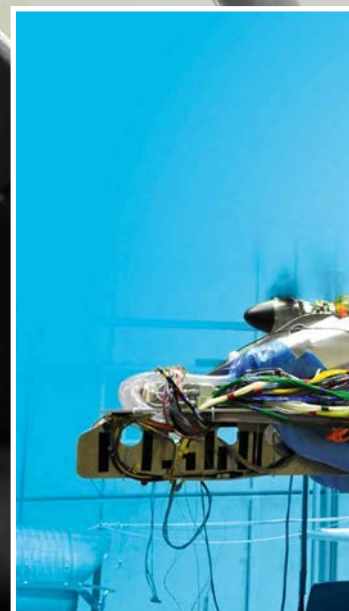
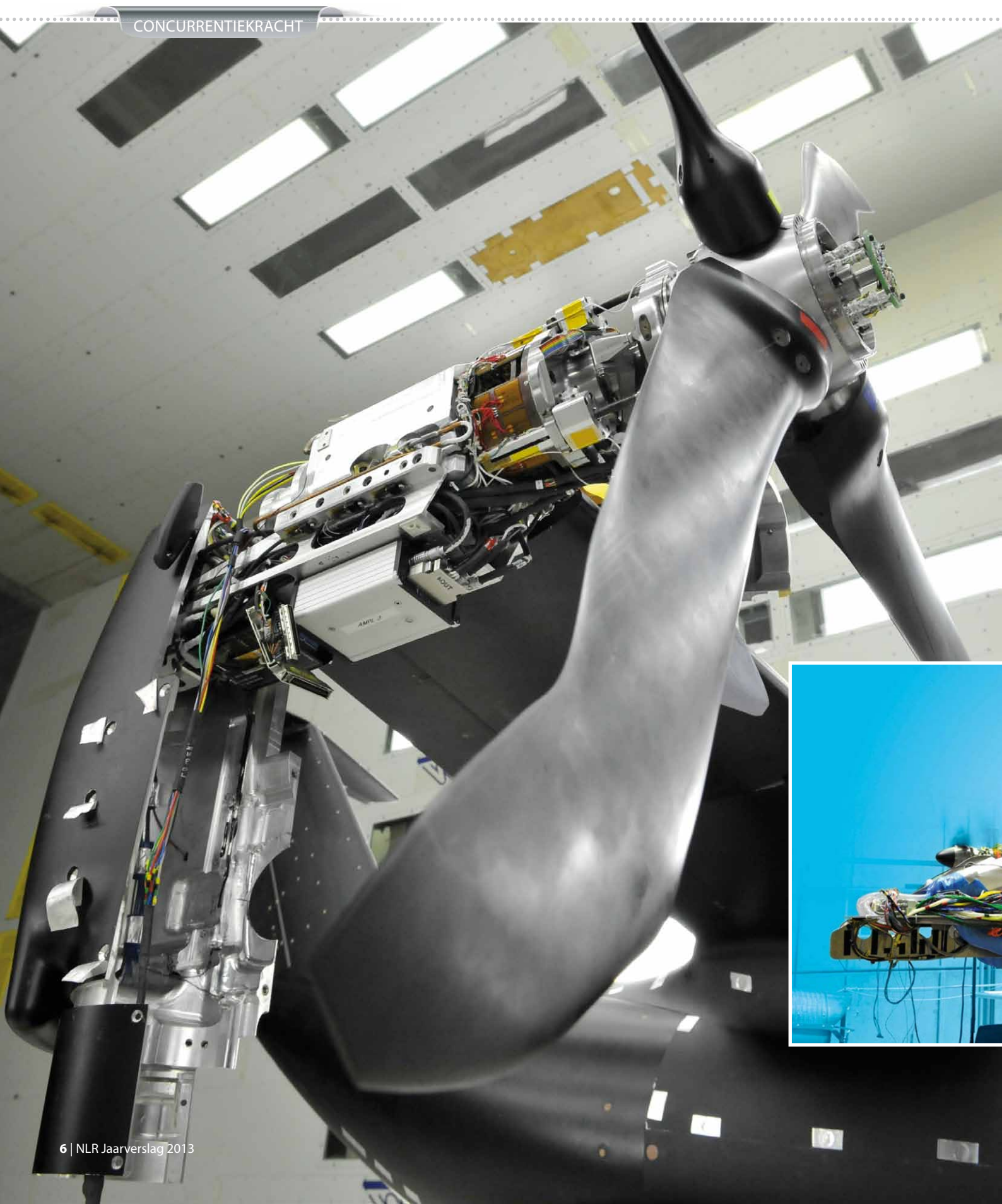


NICETRIP-tiltrotor
Flap-track testing
Nieuwe superlegering
Innovatieve rekenmethode
Mobile Impactor
CompoWorld
Het NLR en ruimtevaart
Windtunnelinstrumentatie Indonesië
EASA-certificatie



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 vermogen van overheid en industrie, van centrale overheid tot lagere overheden, van grootschalige industrie tot MKB. Zo doet het NLR kennis op in Europese programma's, zoals in het NICETRIP-project, een project wat zich richt op de ontwikkeling van een kruising tussen een vliegtuig en een helikopter. Om dichterbij huis te blijven: CompoWorld is een samenwerkingsverband tussen overheid, bedrijfsleven, onderwijs en het NLR met als doel nieuwe toepassingen van composiet te ontwikkelen en op de markt te brengen.



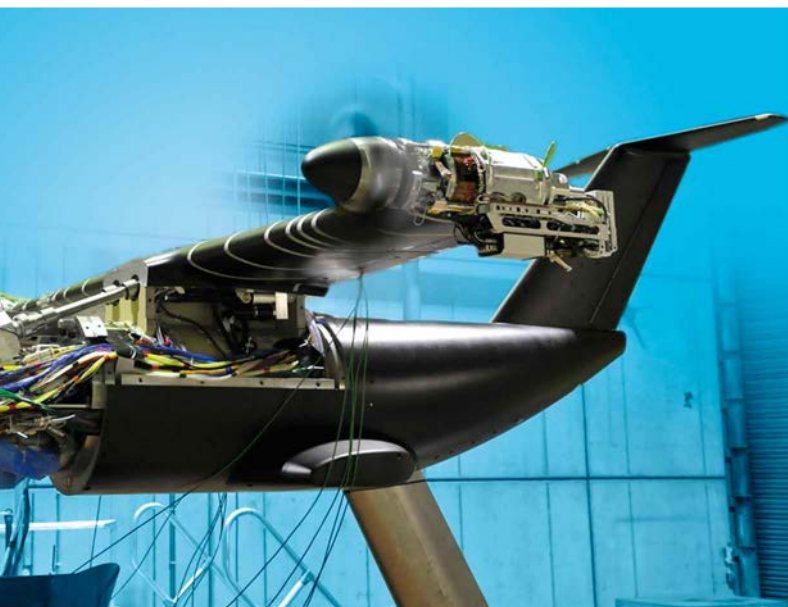
NLR levert belangrijke bijdrage aan **Europese tiltrotor-research**

Met de succesvolle afronding van een complexe test in de grote lagesnelheidswindtunnel (LLF) van de Duits-Nederlandse Windtunnels (DNW) in 2013 komt de realisering van een Europese tiltrotor aanzienlijk dichterbij.

De tiltrotor vormt de ideale combinatie van helikopter en vliegtuig. Het toestel is in de horizontale vlucht sneller dan een helikopter, verbruikt daarbij minder brandstof en geeft een lagere geluidsbelasting. De tiltrotor kan verticaal landen en opstijgen en kan bijvoorbeeld worden ingezet voor de bevoorrading van olieplatforms en vliegverkeer naar andere lastig bereikbare plekken. Het NLR, diverse Europese zusterinstituten en helikopterbouwers sloegen in 2006 al de handen ineen binnen het Novel Innovative Competitive Effective Tilt Rotor Integrated Project (NICETRIP), dat deels werd gefinancierd door de Europese Unie, om de haalbaarheid van dit concept aan te tonen.

Om het ontwerp te kunnen valideren is door het NLR een schaalmodel van het toestel gemaakt. Dit aangedreven schaalmodel is gebaseerd op het ERICA-concept: Enhanced Rotorcraft Innovative Concept Achievement. Dit model omvat naast kantelbare rotoren ook buitenvleugels die onafhankelijk van de rotoren kunnen kantelen, waardoor een aanzienlijke efficiëntiewinst wordt behaald.

De onafhankelijke kanteling van gondel en een vleugeldeel ten opzichte van de romp, maken het schaalmodel extra gecompliceerd. De laatste technische hobbel betrof het ontwerp van de rotorbalans, een cruciaal onderdeel dat de gecompliceerde krachten van de kantelende propellers nauwkeurig registreert. In het onderzoeksmodel zitten zoveel sensoren en andere elektronica, dat er ruim 2,5 kilometer aan drukslangetjes en vijf kilometer aan kabels in is verwerkt. Dit model is dan ook het meest complexe windtunnelmodel ter wereld ooit. Met als resultaat een volledig functionerende 'technologiedemonstrator'.



Tijdens het testprogramma in 2013 zijn meer dan vierhonderd verschillende vliegcondities getest, zoals de gedragingen van de tiltrotor bij het opstijgen, bij het kantelen van de motorgondels en vleugeldelen en tijdens de langzame voorwaartse vlucht. Daaronder valt ook het zogenoemde 'pushing the envelope', waarbij de grenzen van de mogelijkheden werden opgezocht. Gedurende de laatste fase van de voorbereiding en tijdens de tests zelf wisten toegewijde testteams diverse technische problemen op te lossen.

In 2014 worden de fysische karakteristieken van de kruisvlucht onderzocht in de hoge snelheidswindtunnel van de Franse zusterorganisatie ONERA. Als deze resultaten positief zijn, wordt het eerste vliegende prototype in 2020 verwacht. Zo'n vijf jaar later zal dan de seriebouw kunnen starten. Dankzij de voortrekkersrol van het NLR gedurende dit hele project zijn er straks goede kansen voor de Nederlandse industrie bij de serieproductie.



Onderdelen nog **realistischer** getest

Door rekening te houden met de sterke temperatuurwisselingen die vliegtuigen ondergaan, groeide het realiteitsgehalte van tests van geleidingsrails.

Eén van de pijlers van de vliegveiligheid is de robuustheid van de structurele onderdelen waaruit een vliegtuig of helikopter is opgebouwd. Wanneer nieuwe toestellen en dus nieuwe onderdelen in gebruik worden genomen, is een rigoureuze testprogramma verplicht voordat deze een stempel van goedkeuring krijgen van bevoegde luchtvaartautoriteiten.

In 2012 verzocht de Belgische onderdelenbouwer ASCO of het NLR de kwaliteit van zogenoemde flap-tracks wilde testen. Het ging om tracks van de nieuwe klasse regionale verkeerstoeestellen van de C-serie van de Canadese vliegtuigbouwer Bombardier, die plaats biedt aan ruim honderd passagiers.

In 2013 heeft het project grote vorderingen gemaakt, waardoor onder meer de testvluchten met de C-serie mogelijk werden. Deze tracks, de C-serie heeft er vier per vleugel, zijn technisch complexe geleidingsrails in de vleugel waarover de flaps in- of uit kunnen schuiven, zodat ze extra lift genereren bij het opstijgen of het vliegtuig bij de landing helpen met remmen.

Het testen van de tracks vindt plaats met hydraulisch werkende cilinders die enerzijds statische belasting nabootsen, anderzijds 'endurance' simuleren, de krachten die optreden gedurende het operationele leven van de toestellen, inclusief die van onverwachte manoeuvres.

Bij die laatstgenoemde reeks proefnemingen was ditmaal sprake van een wereldprimeur: de endurance-testen hadden deels plaats onder min 55 graden Celsius, een temperatuur die heerst op kruisvluchthoogte. Die toegevoegde testconditie is relevant, want dergelijke temperaturen kunnen de eigenschappen van de toegepaste materialen, in dit geval vooral metaallegeringen, beïnvloeden. De kunstmatige koude werd bewerkstelligd door de toepassing van vloeibare stikstof.

Om de testomstandigheden nog realistischer te maken, doseerden NLR-technici tevens representatieve vervuiling op belangrijke plekken op de tracks, om een beeld te krijgen van de effecten daarvan. De vervuiling bestond uit een mengsel van smeermiddelen, zand en dergelijke, een mix die wordt opgebouwd door het reguliere onderhoud, vervuiling in de lucht en het gebruik van start- en landingsbanen.

NLR-expertise helpt **gasturbinebranche**

De industrie weet de weg te vinden naar de specialistische expertise van het NLR, zoals bij de zoektocht naar een nieuwe superlegering.

Veel Nederlandse MKB-bedrijven met een hoogwaardige technologische signatuur ontberen een eigen Research & Development-afdeling door hun omvang en economische positie. En dat betekent ook dat ze sommige complexe onderzoeksvraagstukken extern laten oplossen. In sommige gevallen springt het NLR bij en ondersteunt deze bedrijven met specialistische kennis en expertise. Een onderneming die op zoek was naar een alternatief voor een gangbare legering, zoals toegepast in onderdelen van straalturbines, is hiervan een voorbeeld. Het afgelopen jaar reikte het NLR dit bedrijf verschillende oplossingsrichtingen aan voor dit ingewikkelde materiaaltechnische vraagstuk, dankzij zijn diepgaande metallurgische expertise.

Directe aanleiding voor de onderzoeksopdracht naar een alternatief was de sterk gestegen en nog steeds stijgende prijs van het legeringselement renium, dat de reguliere legering de eigenschappen geeft die voor de turbineonderdelen vereist zijn. Zo moeten deze onderdelen 'kruipvast' zijn en niet 'vermoeid' raken bij snel en sterk wisselende temperaturen die eigen zijn aan straalmotoren. Ook dienen ze onder de extreem materiaalvijandige omstandigheden in de turbine resistent te zijn tegen corrosie.

De onderdelen moesten daarnaast naar behoren functioneren in zowel civiele als militaire turbines die elk andere fysische eigenschappen van de legering vereisen.

De voordelen van legeringen met renium wegen echter niet meer op tegen de hoogte van de prijs. Dat was de reden dat het NLR commercieel verkrijgbare legeringen, zonder renium, onder laboratoriumomstandigheden aan grondige tests onderwierp die moesten uitwijzen of deze een aanvaardbaar alternatief vormden voor de – te – dure legeringen die nu in gebruik zijn. Daarnaast adviseerde het NLR de onderneming over de exacte samenstelling van de mix en de verhouding van 'ingrediënten' van een compleet nieuwe legering met veelbelovende eigenschappen.

Met de resultaten van het onderzoek maakt de onderneming een gedegen afweging over de te volgen strategie. Die moet resulteren in een steviger marktpositie op het terrein van legeringen die worden toegepast in straalturbines.



Nieuwe rekenmethode vergroot concurrentiekracht

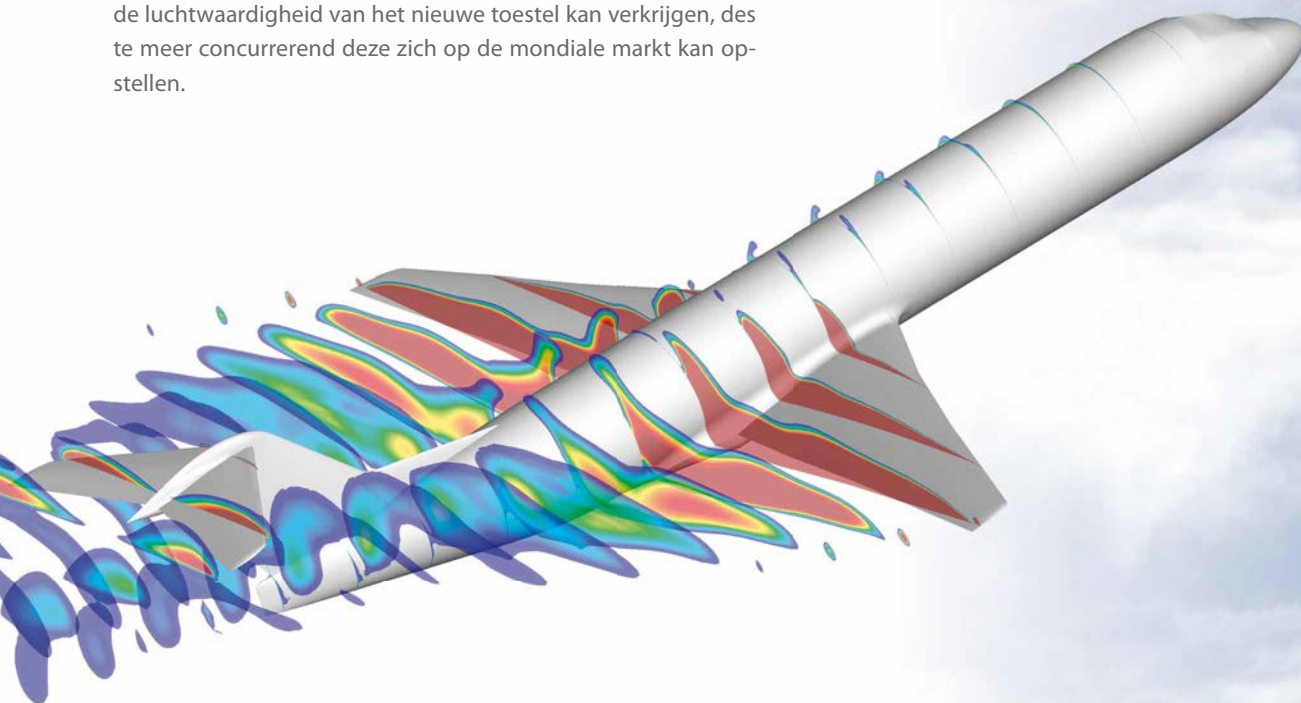
Het NLR verfijnt een innovatieve rekenmethode, die het mogelijk maakt meer luchtwaardigheidstests te simuleren. Dat is goedkoper dan fysieke tests en dus goed voor de concurrentiekracht van de vliegtuigindustrie.

De vliegveiligheid neemt toe. In 2013 was het aantal dodelijke slachtoffers van vliegongelukken net zo laag als in 1950, terwijl de luchtvaart sindsdien spectaculair is gegroeid. Die relatieve veiligheid heeft echter ook een prijs: de veiligheid moet worden aangetoond met strikte procedures van testvluchten en simulaties. Aan het doel van al die procedures kan niet worden getornd, maar de kosten hiervan zouden wel kunnen worden gedrukt. Bijvoorbeeld wanneer relatief goedkope computersimulaties fysieke testprocedures kunnen vervangen. Simpel gesteld: manuren worden steeds duurder en computers almaar goedkoper.

In 2013 is het NLR een project gestart, Go4Hybrid, om een rekenmethode, de zogenoemde RANS-LES-methode, toe te passen en te verfijnen. Die methode moet het mogelijk maken een deel van het hele veiligheidstraject dat vooraf gaat aan de verklaring van luchtwaardigheid toe te vertrouwen aan simulaties. Dat is overigens niet alleen gunstig voor de toekomstige vliegveiligheid, maar zeker ook voor de economische gezondheid van de vliegtuigindustrie. Immers, hoe goedkoper de vliegtuigbouwer de luchtwaardigheid van het nieuwe toestel kan verkrijgen, des te meer concurrerend deze zich op de mondiale markt kan opstellen.

De rekenmethode spitst zich toe op het beter kunnen simuleren van turbulentie. Voor het voldoen aan luchtwaardigheidseisen, zijn bij bijvoorbeeld de turbulentie rondom maximum lift en voor het bestuderen van stabiliteit en besturing, de huidige 'Computational Fluid Dynamics' algoritmen ontoereikend. Eenvoudig gezegd: de grote wervelingen die optreden bij turbulentie kunnen wel worden berekend, maar voor de kleinere zijn minder dan ideale modellering en prijzige praktijktests onvermijdelijk. Daar tussenin bevindt zich de zogeheten 'grijze zone' waarin beide methodieken van veiligheidstests nodig kunnen zijn.

Go4Hybrid richt zich met het toepassen en verfijnen van de RANS-LES-methode op deze 'grijze zone', waarbij, meer specifiek, computersimulaties in toenemende mate de plaats moeten innemen van modellering en fysieke proefnemingen. Go4Hybrid heeft een looptijd van drie jaar en belooft een mijlpaal te worden op het terrein van complexe simulaties.





IR. RUUD KLEINENDORST |
ALGEMEEN DIRECTEUR, NEDAERO

"We zijn samen een sterk team op het gebied van avionica. NEDAERO beschikt over alle aerospace-gerelateerde productiecertificaten en het NLR over de specialistische ontwerp kennis. Voor de ontwikkeling van de GPATE, een generieke avionica testbank voor onderhoud en reparaties van de NH90, hebben NEDAERO en het NLR gebruik gemaakt van het beste van beide partijen. Hierin kwamen de productie van hoogwaardige elektronica van NEDAERO en NLR's hoogwaardige ontwerp kennis van vliegtuigtestsystemen samen. Eén van de opvallende onderdelen van de GPATE betreft een luchtverdeler om de koellucht op de juiste manier door de elektronica te leiden. Dit onderdeel is op het NLR ontworpen, geprint met zijn 3D printer en meteen toegepast in een concreet product, dat is heel innovatief.

NEDAERO en het NLR hebben eerder producten ontwikkeld, die momenteel in productie zijn en aan diverse vliegtuigbouwers worden geleverd. Vanwege de goede samenwerking en het resultaat blijft het NLR een logische keuze voor ons. Onze core business is vliegtuigbouw. In deze markt wordt het NLR gezien als hoogwaardige partner met kennis van ontwerpzaken en aerospace requirements. Daarnaast speelt de goede naam van het NLR ook mee. Als ik het NLR als ontwerp-partner heb, dan draagt dit bij aan het vertrouwen van de klant.

Eén dag per week is een NLR-medewerker werkzaam bij NEDAERO. Hij is ter plekke voor het aandragen van oplossingen, maar ook om feedback te krijgen van ons. De lijnen worden hierdoor nog korter. Het NLR is een waardevolle partner in de aerospace om mee te teamen. Als je een MKB in deze sector bent, dan is het NLR het juiste loket waar je je moet melden om te slagen. NEDAERO heeft bijna dertig werknemers. Voor een ingewikkeld stuk werk als GPATE heb je engineers van verschillende ontwerpdisciplines nodig. Die vind ik bij het NLR.

De concentratie van kennis van het NLR en ook de kennis van de fundamentele principes vind ik uniek. Dat vind je ook aan een universiteit, maar vervolgens moet je die kennis nog omzetten in luchtvaardige producten. Dat doet het NLR. En verder is het NLR vaak bij het begintraject betrokken van nieuwe vliegtuigprogramma's, bijvoorbeeld via zijn windtunnelwerk. Het netwerk van het NLR biedt dan ook weer kansen waar NEDAERO haar voordeel mee kan doen."



Handzame wereldprimeur

Soms is het versterken van de concurrentiepositie van de industrie even simpel als geniaal: zie de Mobile Impactor, waarmee het NLR in 2013 de markt betrad.

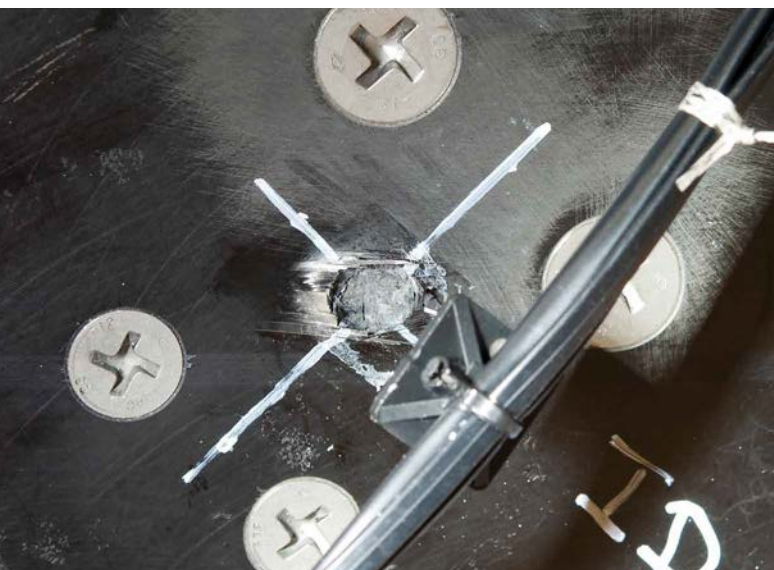
Het nauwkeurig schatten van de risico's van schade aan een nieuw type vliegtuig of helikopter is vast onderdeel van het luchtwaardigheidsbewijs: mocht een onderdeel te snel slijtage vertonen of structureel te zwak zijn, dan blijft de luchtdoop uit. De groeiende toepassing van composieten in de luchtvaart heeft het beoordelen van de gevaren lastiger gemaakt, aangezien de exacte fysische eigenschappen, ten opzichte van die van bijvoorbeeld metaal, nog relatief onbekend zijn. Het standaardiseren van schadetests, waaronder de exacte kinetische data van het voorwerp dat de schade veroorzaakt, is daarom van groot belang.

Het NLR bedacht hiervoor de Mobile Impactor, een handzaam apparaat dat deze taak nauwkeurig uitvoert: het doseren van de inslag, zodat nadien exact kan worden berekend wat de effecten daarvan zijn geweest. Door zijn handzaamheid biedt de Mobile Impactor vooral uitkomst bij het aanbrengen van inslagschade in full-scale vliegtuigonderdelen als rompen en stabilos. Het NLR

heeft dit apparaat in 2013 op de markt gebracht aangezien er internationaal veel vraag naar bleek te zijn.

De Mobile Impactor bestaat, eenvoudig gesteld, uit een buis met een schuifbaar gewicht dat met een krachtige veer naar buiten, tegen een voorwerp aan kan knallen. Twee fotocellen bepalen de snelheid waarmee het gewicht door de buis vliegt, zodat ook de energie van de inslag eenvoudig valt te berekenen. Met een ingebouwd systeem voor data-acquisitie is eenvoudig een administratie te voeren over testreeksen.

Het apparaat doet intussen naar alle tevredenheid dienst bij het NLR, maar daarmee eindigt het succesverhaal van de Mobile Impactor niet. Onder andere de Canadese vliegtuigbouwer Bombardier, producent van zakenjets en verkeersvliegtuigen voor de regionale markt, heeft meerdere NLR-Mobile Impactors in gebruik. Ook Airbus heeft intussen zijn stempel van goedkeuring gegeven aan het instrument.





Naar een volwassen **composietenbranche**

CompoWorld, waarin een hoofdrol is weggelegd voor het NLR, brengt innovatie op het gebied van composieten en de markt dichter bij elkaar.

Het industriële belang van composieten, met vezels versterkte kunststoffen die lichter en sterker zijn dan traditionele constructiematerialen, neemt gestaag toe. Allereerst was er vooral de belofte van toepassing binnen de vliegtuigbouw, die overigens nog altijd wordt waargemaakt, maar ook elders binnen de hoogwaardig technologische industrie wordt in toenemende mate gebruik gemaakt van composieten.

Om de economische potentie van deze kunststoffen ten volle te kunnen benutten, is de stichting CompoWorld in het leven geroepen. CompoWorld moet verschillende vliegen in één klap slaan. Allereerst is er het gegeven dat veel Nederlandse ondernemingen die actief zijn op de composietenmarkt zelf over te weinig armslag beschikken om een eigen onderzoeksafdeling te onderhouden. Het NLR heeft de faciliteiten en apparatuur om dit onderzoek in opdracht uit te voeren. Maar de stap van toegepast onderzoek naar een succesvolle marktlancering blijkt in de praktijk nog vaak lastig overbrugbaar te zijn. Met andere woorden: het 'technology readiness level' van deze research moet worden opgekrikt.

Om de kloof tussen technisch idee en industrieel product te verkleinen zijn er in het kader van het CompoWorld-programma twee incubators opgericht, een bij ICO in Emmeloord en een bij het NLR. Beide incubators hebben hun eigen doelgroep. De doelgroep van de NLR-incubator behelst bedrijven die in het

'high-tech, high-spec' marktsegment willen opereren. In deze incubators kunnen innovatieve ideeën door bedrijven tot een hoger niveau van verkoopbaarheid worden getild. Onderzoek en ondernemen zijn twee pijlers onder CompoWorld, maar er is een derde: onderwijs, gericht op de scholing van technisch personeel op het terrein van composieten. De vestiging in Almere van het Windesheim-college is bij CompoWorld betrokken, onder meer door specialistische vakken te geven en de verantwoordelijkheid te nemen voor een groot aantal stagiairs binnen de composietensector.

In 2013, een jaar na de oprichting, is gebleken dat CompoWorld een vliegende start doormaakt. Er is een aantal onderzoeksprojecten gestart. Daarvan heeft overigens maar een klein deel direct te maken met de luchtvaart, een bewijs dat de toepassing van deze kunststoffen niet aan deze sector is voorbehouden. Ook bij de twee incubators hebben de eerste geïnteresseerden aangeklopt en het Windesheim-college heeft de voorbereiding van de lespakketten afgerond.

In 2013 is het duidelijk geworden: CompoWorld maakt de ambitie waar die de stichting bij aanvang formuleerde. Dat is tevens af te lezen aan de gegenereerde werkgelegenheid: inmiddels al vijftien arbeidsplaatsen, terwijl een verdere, significante groei binnen handbereik lijkt te liggen.



STEVIGER POSITIONERING IN DE GROEIENDE DEELMARKTEN VAN DE RUIMTEVAART, WAARONDER DE DOWNSTREAM MARKT

Het NLR en ruimtevaart

Eind 2013 heeft het NLR een geslaagde test uitgevoerd om voor het eerst de positie van een vliegtuig tijdens de vlucht te bepalen aan de hand van de signalen van Galileo satellieten. Dat is slechts een voorbeeld, want de toepassingsmogelijkheden van satellietdata lijken eindeloos. Het Nederlands bedrijfsleven wil vooraan staan om commerciële diensten en producten op basis van satellietgegevens te ontwikkelen en het NLR ondersteunt het bedrijfsleven daarbij.

TOEPASSING DATA

Het gebruik van data afkomstig van satellieten voor telecommunicatie, aardobservatie en navigatie heeft de laatste decennia een grote vlucht genomen. Niet alleen piloten maken gebruik van satellietdata, maar ook beheerders van boorplatforms, dijkbewakers, vissers en agrariërs zullen naar verwachting steeds vaker satellietdata gebruiken om informatie te verkrijgen van hun omgeving. Daarmee zal tevens de vraag naar satellietssystemen en lanceercapaciteit toenemen én de vraag naar kennis hoe je satellietdata zo goed mogelijk kunt ontsluiten en toepasbaar kunt maken.

UPSTREAM EN DOWNSTREAM

Het NLR heeft een lange traditie in het ontwikkelen van zogenaamde 'upstream' ruimtevaartsystemen, dat wil zeggen op het ontwikkelen van technologie die een satelliet optimaal laat functioneren onder de extreme omstandigheden van de ruimte. Zo heeft het NLR een naam hoog te houden wat betreft de ontwikkeling van koelsystemen voor satellieten. Daarnaast houdt het NLR zich steeds meer bezig met met de zogenaamde

'downstream-kant': het opslaan, verwerken, toegankelijk maken, analyseren en interpreteren van satellietdata. Deze gegevens, waaronder aardobservatiegegevens, zijn op steeds grotere schaal en met voldoende kwaliteit beschikbaar en daarmee in toenemende mate interessant voor eindgebruikers in de luchtvaart- en defensiesector en tal van andere branches, zoals railtransport, de energiesector, de agrofoodsector en diverse vormen van waterbeheer.

DOWNSTREAM GROEIOMARKT

De downstream markt is een groeimarkt en het Nederlands bedrijfsleven heeft de ambitie in die groeimarkt voorop te lopen. Een belangrijke versneller voor het gebruik is dat de EU in het kader van het open-databeleid aardobservatiegegevens afkomstig van de Sentinel satellieten vanaf medio 2014 gratis ter beschikking zal stellen. Het NLR kan in dat verband meer bieden dan alleen een helpende hand. Het heeft uitgebreide kennis van dataopslag en -bewerking, kan bijdragen aan de kwaliteitsbepaling en interpretatie van satellietdata en aan de inzet van die informatie voor toepassingen. Het NLR stelt daartoe zijn ruimtevaartkennis en faciliteiten beschikbaar aan het bedrijfsleven.

MKB NEDERLAND

Door vraaggestuurde, innovatieve ruimtevaarttechnologie te ontwikkelen wil het NLR een significante bijdrage leveren aan het versterken van de concurrentiekracht van het Nederlands bedrijfsleven. Het ondersteunt het MKB ook om aansluiting te vinden bij grote Europese onderzoeksprogramma's als Horizon 2020, waarin voor ruimtevaart een belangrijke plek is weggelegd. Daarmee ondersteunt het NLR de ambitie van de industrie en het MKB in Nederland om een belangrijke positie te verwerven op de veelbelovende wereldmarkt van producten en diensten van upstream en downstream ruimtevaart.





Nieuwe windtunnelinstrumentatie voor Indonesië

Vanwege goede ervaringen in het verleden verzocht de Indonesische overheid het NLR om de instrumentatie van een windtunnel te moderniseren.

Een kwart eeuw geleden was het NLR verantwoordelijk voor de bouw en uitrusting van een Indonesische lage-snelheids windtunnel (ILST), het resultaat van een Indonesisch-Nederlandse samenwerkingsovereenkomst. Na vijftientig jaar waren vooral de meetinstrumentatie en computerapparatuur aan vervanging toe. Doordat de ervaringen met het NLR in de jaren tachtig en bij latere contacten zeer goed waren geweest, verzochten de Indonesische autoriteiten het NLR in 2013 om deze ingrijpende modernisering ter hand te nemen. Dat het NLR zeer nauw betrokken is bij de Duits-Nederlandse Windtunnels (DNW) speelde eveneens mee.

Inmiddels hebben de hernieuwde contacten geresulteerd in een breder samenwerkingsverband. Dit is bekrachtigd met de ondertekening van een Memorandum of Understanding tussen alle betrokken partijen, waaronder vertegenwoordigers van de Nederlandse en van de Indonesische regering.

De twee systemen die zijn gemoderniseerd zijn het zogenoemde Data Acquisition & Reduction System (DARS) en het Data Processing System (DPS). Het eerste systeem is verantwoordelijk voor het verzamelen van de data afkomstig van het geïnstrumenteerde windtunnelmodel en van de systemen die de aansturing van dit model en de windtunnel zelf verzorgen. Het DPS verzorgt de online verwerking van de data afkomstig van

het DARS. Ook worden met behulp van dit systeem windtunnelproeven voorbereid en kan, na uitvoering van de proeven, verdere dataverwerking worden uitgevoerd.

Een belangrijke aanleiding voor de modernisering waren de problemen met de mainframe computers die al vanaf het begin in gebruik waren. Deze zijn vervangen door robuuste Linux computers. Ook is een groot deel van de meetinstrumentatie gemoderniseerd en uitgebreid met nieuwe functionaliteiten.

De vernieuwde computers en instrumentatie behoeften vanzelfsprekend ook aangepaste, opgewaardeerde software. Met name de gebruikte DARS software was sterk verouderd, zodat deze volledig opnieuw ontworpen moest worden. De basis hiervoor was het gebruik van een set van software-componenten, welke door het NLR speciaal voor windtunnel toepassingen was ontwikkeld.

Een deel van DARS' software werd ontworpen door ILST personeel, reden waarom Indonesische programmeurs naar het NLR afreisden om zelf op maat gesneden software te schrijven. Met de nieuw uitgeruste ILST heeft Indonesië een middel in handen gekregen waarmee de nationale ambities op luchtvaartgebied en vliegtuigbouw kunnen worden waargemaakt.

EASA certificeert NLR

Het Europees Agentschap voor de veiligheid van de luchtvaart (EASA) besteedt complexe opdrachten uit aan het NLR.

Het Europees Agentschap voor de veiligheid van de luchtvaart, luisterend naar het Engelse acroniem EASA, adviseert de Europese Commissie sinds 2002 bij het formuleren van regelgeving ter bevordering van de vliegveiligheid. EASA handhaaft die wetten en regels ook. Maar EASA kan dat niet alleen, daar is het mandaatgebied bijvoorbeeld te uitgestrekt voor en zijn de technische kwesties soms te complex. Dat is de reden dat het agentschap expertise van derden aanspreekt voor bijvoorbeeld technische ondersteuning, maar ook voor complete certificeringstrajecten.

Eind 2013 ontving het NLR een accreditatie van EASA die de status van de kennisorganisatie als 'qualified entity' vastlegt, als organisatie die over de juiste expertise beschikt en goedgekeurd is om op ad hoc basis werk van EASA over te nemen.

EASA kan op twee manieren een beroep doen op het NLR – of liever gezegd: een klein deel van het personeel van het NLR dat een rigoureuze EASA-audit heeft doorlopen.

Allereerst kan het NLR door EASA gecontracteerd worden om de verantwoordelijkheid op zich te nemen voor een compleet certificeringstraject. Dat betekent niet dat tests worden uit-

gevoerd, maar wel dat bijvoorbeeld testresultaten over een nieuwe toevoeging aan een helikopter waarmee een producent de Europese markt wil betreden, grondig tegen het licht worden gehouden. Wanneer het NLR concludeert dat de tests goed zijn uitgevoerd en de resultaten voldoende zijn, volgt certificering – en dus ook meteen namens EASA. Los daarvan kan EASA ook een beroep doen op specifieke expertise van het NLR bij eigen certificeringsopdrachten.

Deze complete certificeringstrajecten en expertise bevinden zich in bepaalde, aangewezen categorieën. Het gaat om 'product-certification', een breed begrip dat zowel vliegproeven behelst als kleine vliegtuigonderdelen. Als tweede categorie is 'ATM-ANS' aangewezen, wat staat voor 'air-traffic management-air navigation services', alle vluchtbegeleidingssystemen en processen. En tot slot is er de categorie 'flight-standards': simulators, training van piloten en dergelijke.

De strikte keuring van de noodzakelijke kennis en kunde die aan het toekennen van deze status vooraf ging, vergroot de status van het NLR als 'center-of-excellence' op het gebied van certificatie, regelgeving en vliegveiligheid.



**PETER BUIST**

GEPROMOVEERD AAN DE TU DELFT, FACULTEIT LUCHTVAART- EN RUIMTEVAARTTECHNIEK, DELFT INSTITUTE FOR EARTH-ORIENTED SPACE RESEARCH; FACULTEIT CIVIELE TECHNIEK EN GEOWETENSCHAPPEN, VAKGROEP GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING.

“Voor mij was het belangrijk theoretisch werk te doen, maar ook om de ontwikkelde methoden te demonstreren tijdens experimenten.”

PRECIEZE RELATIEVE NAVIGATIE

Ik heb mijn promotieonderzoek op de Technische Universiteit Delft (TUD) gedaan bij professor Peter Teunissen. Ik werkte in de Navigatie groep die zich met het Global Navigation Satellite System (GNSS) bezig houdt, waaronder GPS en het Europese Galileo.

Mijn onderzoek betrof ‘precieze relatieve navigatie’. Relatief navigeren kan veel nauwkeuriger dan absoluut. Als je de observaties van twee locaties neemt, dan kun je die van elkaar aftrekken en dan vallen de gemeenschappelijke fouten van beide locaties er uit. We gebruikten hiervoor de draaggolf- of ‘carrier phase’ van het GNSS signaal, die heeft een nauwkeurigheid van millimeters en daarmee kun je ook op centimeter- tot millimeterniveau nauwkeurig relatief positie bepalen. De uitdaging zat hem er in dat je alleen een fase hoek van de ‘carrier phase’ kunt meten, maar dat je het aantal hele golven, de ‘ambiguity resolution’, precies moet kunnen vaststellen. Het doel van het onderzoek was om dit toe te passen binnen de ruimtevaart zonder gebruik te maken van bewegingsvergelijkingen. Hierdoor is de methode ook op andere voertuigen toepasbaar, bij voorbeeld tussen een vliegtuig of een schip en een vast punt op aarde. Het is dus breder toepasbaar dan alleen in de ruimtevaart.

In de ruimtevaarttoepassing is voor wetenschappelijke missies die hoge precisie van de afstand tussen twee ruimtevaartuigen nodig, bij voorbeeld voor metingen aan het zwaartekrachtsveld van de aarde, maar ook voor meer praktische toepassingen als het koppelen van twee ruimtevaartuigen, zoals bij ‘rendez-vous

and docking’ van bevoorradingschepen met het International Space Station. In de luchtvaart zou dit ingezet kunnen worden bij het tanken in de lucht waarbij twee vliegtuigen heel dicht bij elkaar vliegen en moeten koppelen, of bij het landen op een vliegdekschip of landingsbaan. Je zou het ook kunnen gebruiken om ‘treintjes’ van auto’s op snelwegen te laten rijden om de fileproblemen te verminderen, dan is die onderlinge afstand ook van belang. Dit zou een goede spin-off van de ruimtevaarttoepassing kunnen zijn.

Ik ben niet direct na mijn afstuderen gaan promoveren maar heb eerst een aantal jaar gewerkt. Onder meer in Japan aan GNSS zaken voor de Japanse ETS-7 missie waarin ‘rendez-vous and docking’ gedemonstreerd werd in de ruimte en SERVIS-1 voor standbepaling. De resultaten van deze onderzoeken heb ik ook meegenomen in mijn promotieonderzoek. Eigenlijk heeft mijn promotie van 1999 tot 2013 geduurd. Voor mij was het belangrijk theoretisch werk te doen, maar ook om de ontwikkelde methoden te demonstreren tijdens experimenten. Dit hebben we met de Japanse ruimtevaartorganisatie JAXA gedaan, zoals met een ballon die opsteeg tot 35 km. hoogte en ons GNSS experiment bevatte. Ook NLR’s Cessna Citation is voor experimenten ingezet voor geïntegreerde stand- en positiebepalingen.

Toen ik op het NLR kwam werken was ik al grotendeels klaar met mijn proefschrift. Maar ook hier doe ik GNSS werk samen met ‘on-board data processing’. Ik ben hier komen werken omdat het NLR een goede mix van theorie en praktijk heeft en daar voel ik me in thuis.



JASPER WESSELING |

PLV. DG BEDRIJFSLEVEN EN INNOVATIE, MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN

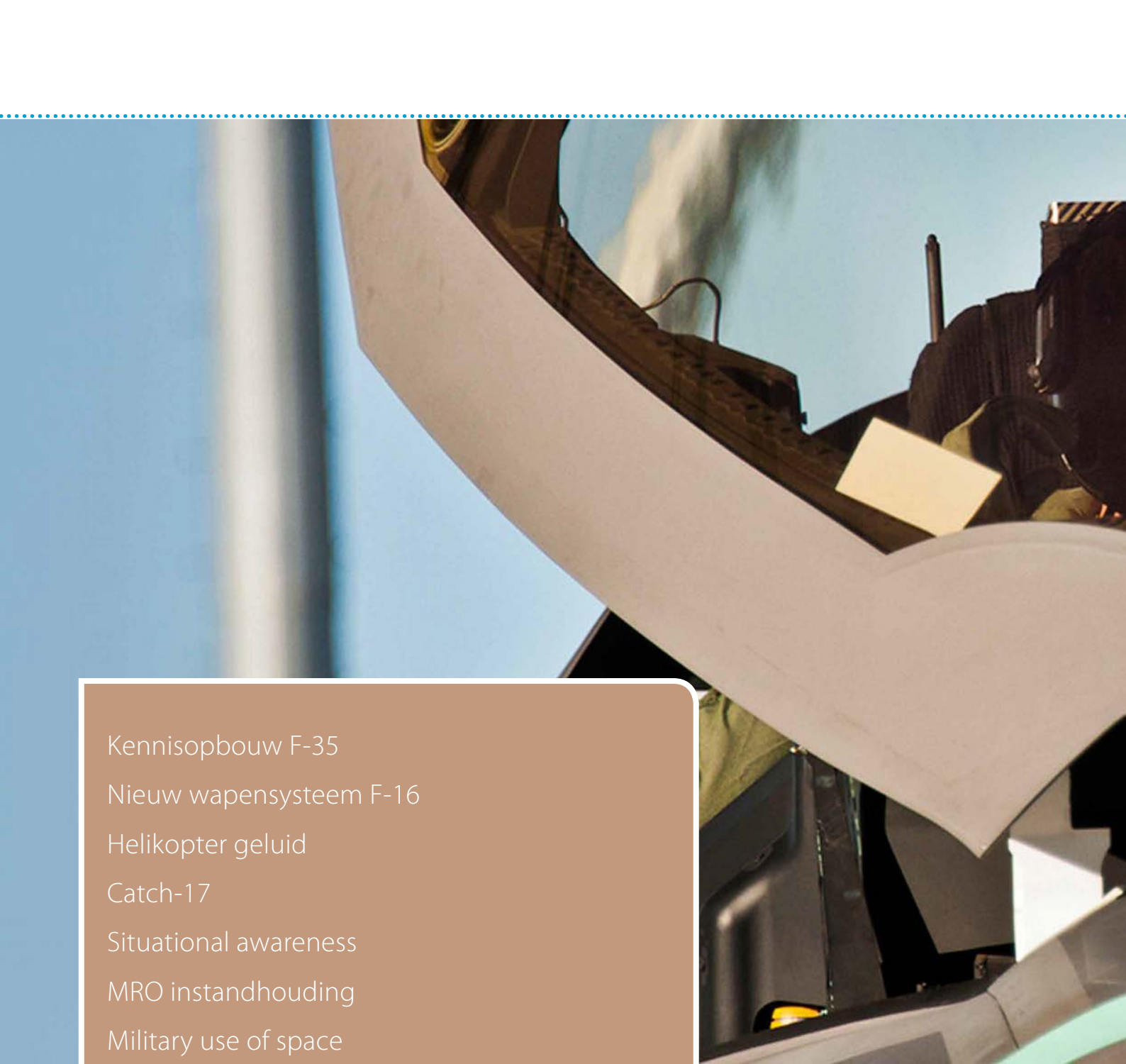
"Ik kwam een jaar of zes geleden voor het eerst in contact met het NLR, toen nog in mijn functie van Directeur Ruimtelijk Economisch Beleid van het Ministerie van EZ. Ik bezocht de NLR-locatie in Marknesse-Flevoland, keek over het hek heen en vroeg me af hoe we dit pareltje van kennis in Flevoland als overheid nog beter konden benutten. In de loop der jaren heb ik het NLR beter leren kennen en heb ik regelmatig ook aan de andere kant van het hek gestaan, zowel op de locatie in Marknesse als in Amsterdam. Door ook van binnen naar buiten te kijken heb ik een completer beeld gekregen van de bijzondere waarde die het NLR voor onze economie heeft als leverancier van toegepaste kennis op het gebied van lucht- en ruimtevaart.

Het NLR neemt in de Gouden Driehoek van overheid, bedrijfsleven en kennisorganisaties een belangrijke positie in. Dat geldt ook voor de implementatie van het topsectorenbeleid, want het NLR en het bedrijfsleven weten elkaar goed te vinden in publiek-private samenwerkingen. Daarbij speelt natuurlijk dat het NLR bijzondere faciliteiten en kennis inbrengt, een rol die het uit de aard van zijn bestaan goed vervult. Maar ik zie ook dat het NLR soms zelfs boven die rol uitstijgt, bijvoorbeeld bij innovatie in TAPAS-II, waar bedrijven en kennisorganisaties uit de Nederlandse luchtvaartindustrie samen met Airbus de toepassing van thermoplastisch composiet in vliegtuigen verder ontwikkelen. Het NLR brengt binnen dit consortium als een soort makelaar de partijen bij elkaar en neemt ze vervolgens op sleeptouw in Europa.

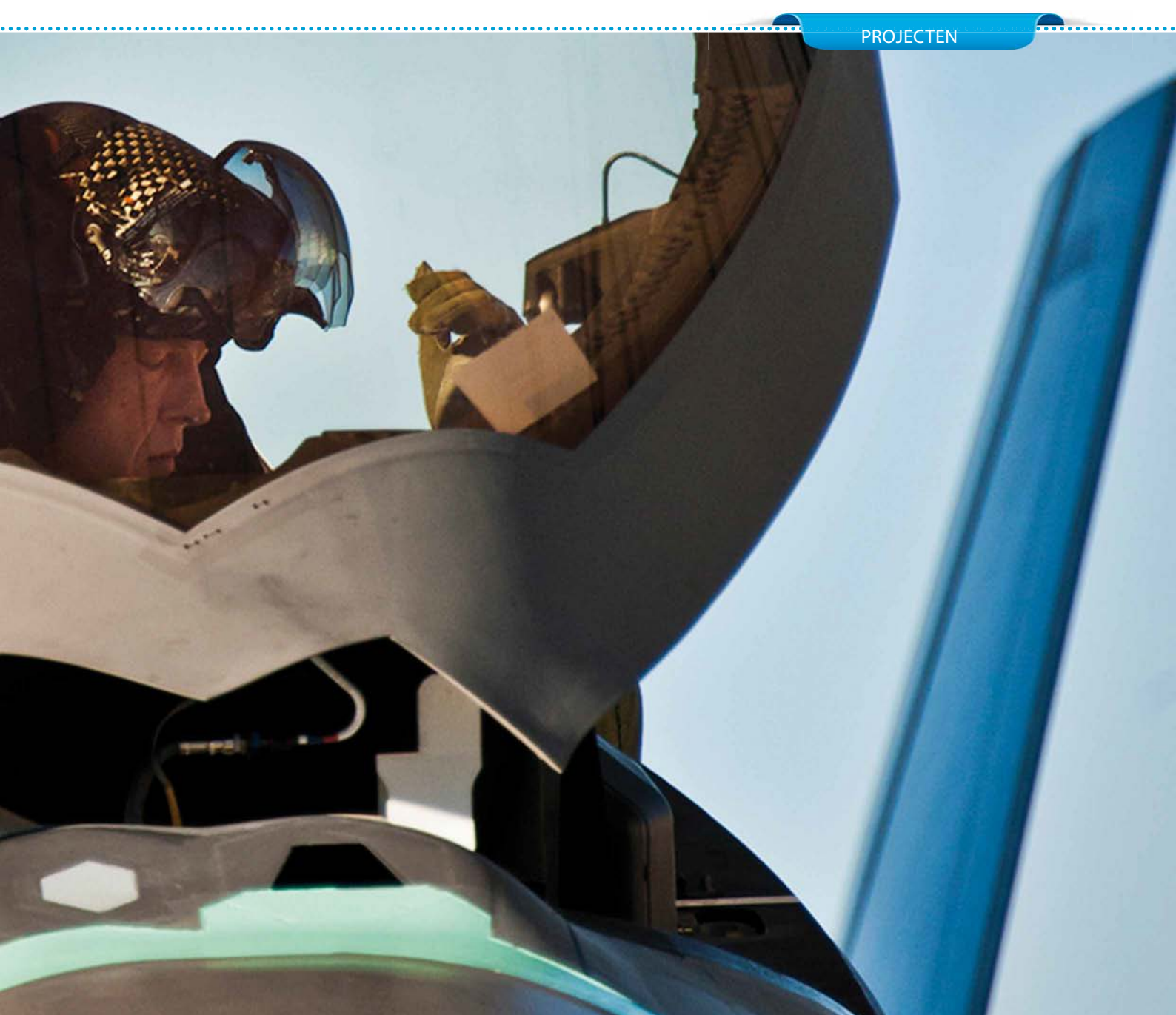
Het NLR is stevig verankerd in de Europese arena. Dat lijkt wellicht wat vreemd, want de rijksbijdrage die het NLR ontvangt wordt zo deels aangewend om Europa in te trekken. Maar het is juist een heel logische focus van de kennisorganisatie. Immers, door samen met het bedrijfsleven deel te nemen aan grote Europese programma's doet het NLR kennis op die anders niet toegankelijk zou zijn. Kennis die het vervolgens weer aan Nederlandse partijen ter beschikking stelt. Kennis houdt niet op bij onze landsgrenzen en dat geldt ook voor het opereren van onze industrie. Het is juist een van de sterke punten van het NLR dat het de NL-industrie daarin ondersteunt, ja, zelfs daar waar mogelijk de route verkent en het pad uitstippelt.

Ik hecht aan samenwerking, samenwerking binnen de Gouden Driehoek, maar ook tussen kennisorganisaties onderling. Onderzoek is per definitie multi-disciplinair. Je moet elkaar sterker maken door de deur open te zetten en expertise te delen. Naar analogie van het nieuwe NLR-strategieplan 'Samen verder' zeg ik dan ook 'Samen sterker'. Met elkaar meeliften als bedrijfsleven en kennisorganisaties. Europa in, de wereld in. Daarin speelt het NLR een cruciale rol, want de reputatie en het imago van het NLR openen deuren die anders mogelijk gesloten zouden blijven. Samen een hoger doel bereiken. En dat hogere doel is met elkaar ervoor zorgen dat we de innovatieve kracht en het concurrerend vermogen van de Nederlandse overheid en industrie nog meer versterken."





Kennisopbouw F-35
Nieuw wapensysteem F-16
Helikopter geluid
Catch-17
Situational awareness
MRO instandhouding
Military use of space
Smart Bandits
Radome onderzoek F-16



DEFENSIE

Nederlandse militairen hebben de afgelopen decennia geopereerd tot ver buiten het NAVO-grondgebied. Dat stelt hoge eisen aan het materieel en de veiligheid van de manschappen. Zo was het NLR betrokken bij het verlagen van het risico van NH90 missies in potentieel vijandig gebied. Daarnaast draagt de 'MRO'-expertise van het NLR bij aan een zorgvuldig beheer van het materieel van de Luchtmacht. Zo zorgt het er voor dat de F-16 tot de komst van de F-35 of 'JSF' blijft voldoen aan de operationele eisen die de Luchtmacht er aan stelt.



Komst F-35 voorbereid

Het NLR is sinds de jaren negentig betrokken bij de opvolging van de F-16 van de Koninklijke Luchtmacht. Nu de F-35 is geselecteerd komt de kennis die over het toestel is opgebouwd goed van pas.

De vervanging van de Lockheed Martin F-16 jachtbommenwerpers van de Koninklijke Luchtmacht is een langlopend en complex proces. En dat geldt niet alleen voor de politieke kant van de zaak. In 2013 besloot de politiek tot definitieve aanschaf van de Lockheed Martin F-35 Lightning II als opvolger van deze Fighting Falcon. Het NLR is al sinds eind jaren negentig betrokken bij de opvolging: over welke technische en militaire capaciteiten moeten potentiële kandidaten beschikken en welke consequenties heeft de invoering van een dergelijk nieuw toestel voor training, logistiek en voor de operaties zelf?

In 2013 rondde het NLR een project af dat enkele tot dan toe onderbelichte technische en operationele zaken van de Lightning II onderzocht. Dit type projecten leverde niet alleen inzichten op in deze specifieke technische kwesties, maar verstrekte het NLR en daarmee de Defensie Materieel Organisatie en de Koninklijke Luchtmacht ook de kennis en kunde om bijvoorbeeld de specificaties die de producent en Pentagon opgaven naar waarde te schatten of ontbrekende kennis alsnog op te doen. Deze kennis stelt Defensie bijvoorbeeld ook in staat om op te treden als 'Smart Buyer', de inkoper die, zeggend, beslagen bij de leveranciers ten ijs komt en zich geen knollen voor citroenen laat verkopen.

Het onderhavige onderzoek betrof vier deelgebieden. Allereerst kwam een prestatie-model van de F-35 tot stand met behulp van gegevens die tijdens de lopende ontwikkeling van het toestel in de VS vrijkwamen. Dit model moet de Koninklijke Luchtmacht onder andere in staat stellen om tactisch optreden met verschillende toestellen tegelijkertijd na te bootsen en te analyseren, onder meer in de Fighter4Ship-simulator van het NLR.

Een andere witte vlek die inkleuring behoefde, was het bepalen van de 'radar cross section' (RCS), de weerkaatsing van radarstralen op geleide wapens die de F-35 in een inwendig

wapenruim kan meevoeren met radarsystemen die hier niet voor zijn ontworpen. Binnenin het bommenruim meegevoerd is de radarecho van deze wapens nihil, maar wanneer ze eenmaal naar beneden suizen genereren ze wel een RCS die mogelijk de locatie van de F-35 verradt.

Het NLR heeft hiertoe de faciliteiten in de vorm van een Flycatcher-radar op de Vliehors, waar de luchtmacht kan oefenen met 'scherpe' wapens. De RCS van een keur van ladingen is zodoende in kaart gebracht, zodat de luchtmacht in de toekomst de juiste beschermings- en tegenmaatregelen kan nemen tegen 'zichtbare' wapens.

Een andere, deels onbekende factor is de radar, de Advanced Electronically Scanned Array (AESA) radar, die in tegenstelling tot de huidige generatie radars geen gebruik maakt van een bewegende antenne maar van elektronische bundelsturing. Dit betekent niet alleen een generatiesprong ten opzichte van de huidige radarsensoren, maar het feit dat de AESA de functie van storingsapparatuur kan overnemen, voegt eveneens het nodige toe.

De kennisopbouw van Defensie kan worden toegepast bij het toekomstige testprogramma dat de voor dit doel aangeschafte Nederlandse F-35's vanaf 2015 gaan doorlopen. Maar de opgebouwde expertise kan ook nu al bij actuele zaken worden toegepast.

Bij deze kennisopbouw over de F-35 kon – en kan – het NLR putten uit een heel spectrum aan expertises die zijn opgebouwd ten behoeve van niet- of nauwelijks gerelateerde onderzoeksprojecten. Zo heeft het NLR een naam hoog te houden op het terrein van modellering, simulering en test- en evaluatieprogramma's van nieuw in te voeren vliegend defensiematerieel.

Nieuwe wapensystemen voor de F-16

Het NLR begeleidt de invoering van nieuwe wapensystemen bij de Koninklijke Luchtmacht, waaronder de Enhanced Paveway II.

De vloot F-16's van de Koninklijke Luchtmacht wordt continue gemoderniseerd, zowel op het terrein van computerprogrammatuur als hardware. In die laatste categorie vallen ook precisiegeleide wapens, die niet alleen doelen nauwkeurig moeten treffen, maar ook de kans op nevenschade zoveel mogelijk beperken. Met het oog hierop bestelde het Ministerie van Defensie enige jaren terug de GBU-49 Enhanced Paveway II, een geleid wapen van de Amerikaanse producent Raytheon, dat zowel via een laser als via het satellietnavigatiesysteem GPS de weg naar een doelwit kan vinden. Die keuze heeft voordelen, bijvoorbeeld wanneer meteorologische omstandigheden de inzet van de laser niet toestaan.

Het Kantoor Testvliegen van de Koninklijke Luchtmacht dat een dergelijke 'Operational Test & Evaluation' (OT&E) begeleidt, verzocht het NLR om terzake kundige ondersteuning hierbij. Deze OT&E kende verschillende fases, uitgevoerd op een testgebied in Zweden. NLR-technici installeerden onder meer camera's die de locatie en de invalshoek van de geleide wapens op de doelen, meest zeecontainers, registreerden. Voor het afwerpen van de GBU-49's waren F-16's beschikbaar, de geleide wapens zelf waren voorzien van een zogeheten inerte lading, zodat het doel niet vernietigd zou worden en de camera's een beter beeld hadden van de inslagen.

Zoals zo vaak bij dergelijke tests kwamen onverwachte zaken aan het licht. Voordat het wapen ingezet kan worden dient een verbinding te worden gelegd tussen de elektronica van het vliegtuig en de geleidingsapparatuur van het geleide wapen. Daarbij moeten vluchtgegevens zoals snelheid en hoogte correct in de 'kop' van het geleide wapen worden ingevoerd, evenals de instructie welk traject naar het doel te volgen, met laser of met GPS.

Dankzij de nauwe samenwerking tussen industrie, de Koninklijke Luchtmacht en ervaren technici van het NLR konden de optredende haperingen in het nieuwe systeem nauwkeurig in kaart worden gebracht. In 2014 zal een nieuwe test van het systeem plaatsvinden waarbij het NLR wederom betrokken zal zijn.





LT - KOL IR. TJALLING FRIESWIJK |
HOOFD SECTIE SYSTEMEN MANAGEMENT, LUCHTMACHT

"Hoogwaardige kennis in combinatie met een hands on approach en een klantgerichte pro-actieve houding; dat maakt in onze ogen het NLR uniek. Het NLR voert verschillende projecten uit voor de Luchtmacht. Variërend van doelfinancieringsprogramma's op het gebied van 'Onderhoud en Levensduur' en 'Constructie en materialen' tot Nationale Technologie Programma's (NTP's) en levensduurprogramma's voor Chinook en Apache. Het NLR voert voor ons ook directe opdrachten uit zoals schadeonderzoeken en de levensduurtest van de F-16 vleugel en het levert engineering capaciteit ten behoeve van verschillende typen luchtvaartuigen.

In 2013 ontwikkelde het NLR bijvoorbeeld een 'debrief tool' om data te borgen die nodig zijn voor levensduurbewaking na uitfasering van het oude onderhoudssysteem. Ook bij de invoering van deze debrief tool en bij het veranderingstraject dat hieraan vooraf ging was het NLR betrokken en dat hebben ze erg goed gedaan.

Voor mij is het NLR het 'uitbestede kenniscentrum'. De Luchtmacht beschikt niet over voldoende kennis dan wel capaciteit om bovenstaande activiteiten zelf uit te voeren. Lang geleden is al besloten dergelijke taken extern te beleggen, in tegenstelling tot andere krijgsmacht delen die nog wel over kenniscentra beschikken.

Onze samenwerking loopt al vanaf 1919, toen het NLR werd opgericht. Ik waardeer de pro-actieve en meedenkende attitude. NLR is in staat zeer zelfstandig opdrachten uit te voeren en ons ook internationaal te vertegenwoordigen. Daarnaast is het NLR in staat bij noodsituaties zeer snel te reageren en ondersteuning te leveren.

Een belangrijk project dat het NLR voor ons heeft gedaan, betreft de uitfasering van de F-16. Hiervoor is het van belang nauwkeurig de restlevensduur te bepalen en de mogelijkheden tot verlenging. Met een levensduurtest op een F-16 vleugel heeft het NLR bepaald welk onderhoud nog noodzakelijk is om de periode tot de invoering van de F-35 te overbruggen. Kennisborging, aanvullende capaciteit leveren en creatieve oplossingen bedenken, daarin heeft het NLR meerwaarde voor Defensie in het algemeen en de Luchtmacht in het bijzonder."



Helikoptergeluid ontleed

Geluidsproblematiek binnen de luchtvaart is complexe materie. Het gaat immers niet alleen om fysische parameters zoals frequentie en volume, maar ook om de menselijke perceptie van geluid. Deze kan bij een paar keer een harde knal anders zijn dan een constante achtergrondruis. Het is de vraag hoeveel hinder een bepaald soort geluid geeft.

Rattle Noise, het 'meerammelen' van relatief loszittende voorwerpen, zoals servies of dakpannen, door laagfrequent geluid zoals van helikopters, is een relatieve nieuwkomer op het onderzoekterrein van de geluidsbelasting en hinderbeleving.

Op verzoek van het Ministerie van Defensie bracht het NLR dit fenomeen in kaart om instrumenten aan te reiken bij het indammen van deze problematiek rondom de vliegbasis Gilze-Rijen. Hier zijn de toestellen van het Defensie Helikopter Commando (DHC) gestationeerd. Afgelopen jaar verkreeg het NLR diepgaand inzicht in deze vorm van geluidsbelasting, zoals veroorzaakt door vooral de zware Chinook-transporthelikopters. Dankzij dit begrip van het fenomeen kunnen actieve en passieve maatregelen dichterbij komen.

Het NLR heeft in samenwerking met TNO, een literatuurstudie uitgevoerd om het verschijnsel Rattle Noise kwalitatief en kwantitatief beter te kunnen duiden en criteria voor grenswaarden te kunnen opstellen. De studie putte uit recente Amerikaanse gegevens, wat er toe leidde dat alleen globale uitspraken konden

worden gedaan over de Nederlandse situatie. Amerikaanse huizen verschillen bouwtechnisch immers wezenlijk van de huizen in Nederland.

De studie concludeerde dat het 'meerammelen' en de daarbij horende irritatie wel degelijk tot de mogelijkheden behoorde, reden waarom werd besloten om tests uit te voeren om dit verschijnsel in de praktijk te kwantificeren.

Hiertoe worden allereerst gangbare vluchtprofielen van de Chinook-helikopters op en in de omgeving van de basis in kaart gebracht, evenals de geluiden die de toestellen daarbij genereren. In 2014 zal een significant aantal proefpersonen worden onderworpen aan een reeks van opnames van laagfrequente geluiden waaronder die van helikoptergeluiden. De resultaten stellen de onderzoekers in staat om het karakter van het helikoptergeluid mee te nemen in de berekening van de geluidsbelasting en zo de hinderbeleving van helikoptergeluid mee te nemen in de geluidsonderzoeken.



Veilige vredesmissies voor NH90



Het NLR was afgelopen jaar nauw betrokken bij het verlagen van het risico van NH90-missies in een potentieel vijandelijke omgeving.

De missiegebieden waar het vliegende materieel van de Koninklijke Luchtmacht en Koninklijke Marine optreedt zijn niet ongevaarlijk. Opstandelingen en tegenstanders kunnen met een welgemikt schot van een automatisch wapen of een hittezoekende of radargeleide luchtdoelraket veel schade aanrichten – of erger. Binnen de zogeheten CATCH-trials toetst het NLR op verzoek van Defensie, technische en tactische tegenmaatregelen die het risico hierop verkleinen voor zowel helikopter- als vliegtuigbemanningen. Het afgelopen jaar vond de zeventiende CATCH-trial plaats. Het doel was het doorlichten van de NH90 helikopter, want ook deze nieuwe Defensie-helikopter moet veilig in risicogebieden kunnen vliegen.

Om de mate van kwetsbaarheid van de NH90 vast te stellen, inventariseerde het NLR eerst welke infrarood- en radarsignatuur de NH90 helikopter heeft. Deze grootheden zijn een maat voor de kwetsbaarheid van een vliegend platform. Ze worden beiden vanuit verschillende kijkhoeken gemeten en voor beiden geldt dat hoe kleiner de signatuur is, hoe minder kwetsbaar het platform is. De metingen werden door NLR technici uitgevoerd op de Vliehors – het militaire testgebied op Vlieland – met behulp van een warmtebeeldcamera en een geïnstrumenteerd Flycatcher radarsysteem.

Naast de kwetsbaarheid van de NH90 zijn ook diverse maatregelen tegen vijandelijke luchtdoelraketten geëvalueerd. Zo is onder meer de effectiviteit van verschillende typen flares – een soort hete fakkels – geëvalueerd tegen hittezoekende luchtdoelraketten en werd de zogenoemde ‘chaff’ tegen het licht gehouden om radargeleide raketten te misleiden. Dit betrof zowel conventionele chaff en flares als nieuwe, geavanceerde types.

Bijzonder aan deze test was de installatie van een aangepaste, roteerbare ‘flare/chaff dispenser’, van high-speed camera’s op de helikopter die nauwkeurig de gedragingen van de tegenmaatregel konden volgen en van instrumentatie om de vluchtkarakteristieken van de helikopter nauwkeurig te meten.

De CATCH-17 trial vond plaats in nauwe samenwerking met het Defensie Helikopter Commando (DHC), de Defensie Materieel Organisatie (DMO) en het Commando Luchtmacht (CLSK).

De conclusies zijn intussen getrokken en het NLR heeft het Ministerie van Defensie aanbevelingen gedaan. De maatregelen die hieruit voortvloeien leiden ertoe dat Nederlandse militairen hun buitenlandse missies veiliger kunnen uitvoeren.



MARIJN KNULST:
PhD-STUDENT, UNIVERSITEIT VAN
TILBURG (SCHOOL OF HUMANITIES,
DEPARTEMENT COMMUNICATIE- EN
INFORMATIEWETENSCHAPPEN) EN
UNIVERSITEIT LEIDEN (INSTITUTE OF
ADVANCED COMPUTER SCIENCE).

“Het leuke van het NLR is dat het mensen aantrekt die een passie hebben voor de lucht- en ruimtevaart en dat is echt bijzonder.”

SERIOUS GAMING

Ik heb biologische en cognitieve psychologie gestudeerd aan de Erasmus Universiteit in Rotterdam, faculteit Sociale Wetenschappen.

De afgelopen periode ben ik op het NLR bezig geweest met de opzet van mijn promotieonderzoek, dat als werktitel ‘Serious gaming en didactiek’ heeft. Dit onderzoek gaat de komende 3½ jaar lopen. Het gaat om ‘serious games’, een leer methode die de afgelopen jaren steeds meer wordt toegepast, omdat games mogelijkheden bieden om de speler te laten leren door actieve betrokkenheid en door te ervaren en te ontdekken. Dit heeft ook potentie om een motiverender leeromgeving te zijn dan klassieke leermiddelen, omdat elke deelnemer de interactie met de spelomgeving direct ervaart.

Ik kijk ook naar die games omdat daarin al leerprincipes opgenomen zijn. Want een spel spelen is gelijk leren hoe je het spel speelt. Maar in ‘het veld’ wordt het nog niet altijd goed toegepast. Dus is het goed te onderzoeken waarom een spel de ene keer wél werkt en een andere keer niet, en zicht te krijgen op de onderliggende principes. Hier komen game design en instructioneel design bij elkaar en hoop ik te leren hoe je met beiden een goede serious game kunt maken. Het doel van mijn onderzoek is dus hoe je een (kosten) effectieve en efficiënte serious game kan maken voor leren of trainen.

Ik moet richtlijnen gaan opstellen die te gebruiken zijn voor training in de hoek van de civiele luchtvaart, maar daarin kan het nog verschillende kanten opgaan. Wat er op het NLR aan serious

games is ontwikkeld heeft betrekking op de ontwikkeling van ‘soft skills’, zoals communicatie, samenwerking, beslissingen nemen.

Op dit moment zit ik in de informatie verzamelende fase, waarbij ik interviews houd met game designers en in de literatuur duik. Dat zal gaan leiden tot een duidelijker afgebakende onderzoeksvraag wat weer tot experimenteel onderzoek zal leiden dat antwoord moet geven op die onderzoeksvraag. Waarschijnlijk zal er een spel ontworpen worden waarin we een aantal variabelen kunnen opnemen om te zien of A of B beter werkt. Met dat spel gaan we dan een aantal experimenten uitvoeren.

Het NLR heeft voor mij als onderzoeksplek een meerwaarde. Ik vind luchtvaart interessant, vooral de training vanuit de human factors en psychologie kant gezien. Ook de combinatie van onderzoek en innovatie is interessant. En de combinatie van mens en techniek die optimaal moeten samenwerken.

Het leuke van het NLR is dat het mensen aantrekt die een passie hebben voor de lucht- en ruimtevaart en dat is echt wel bijzonder. Iedereen waar ik mee werk is vriendelijk, behulpzaam en geïnteresseerd. Een fijne omgeving om zelf in te werken. Ook het feit dat het erg op de praktijk gericht is, op klanten, spreekt me erg aan. Maar ook de wetenschappelijke kant is leuk, daar werken we samen met de Universiteit van Tilburg. Juist de combinatie van onderzoek en ontwikkeling vind ik heel leuk.

Verbeterd luchtoptreden in teamverband

Het NLR speelt een belangrijke rol bij de kennisopbouw voor het Ministerie van Defensie. Zo ook over de mogelijkheden om de 'situational awareness' te verbeteren bij luchtoptreden in teamverband.

De revolutionaire ontwikkelingen binnen de informatietechnologie bieden vanzelfsprekend ook belangrijke militaire toepassingsmogelijkheden, bijvoorbeeld om snel een overzicht te krijgen over de vijandelijke posities en over de eigen middelen. Het Ministerie van Defensie verleende het NLR, in het kader van de noodzakelijke continue kennisopbouw, de opdracht om de mogelijkheden te onderzoeken om deze zogenoemde 'situational awareness' bij luchtoptreden in teamverband sterk te verbeteren. Met behulp van speciaal ontwikkelde software op handzame tablets en een serie workshops met belanghebbenden is nu de kennis voorhanden om deze sterk verbeterde samenwerking tussen diverse types helikopters, hun bemanningen, meevliegende 'special forces' en onbemande vliegtuigen te realiseren.

Drie factoren maakten het noodzakelijk om te bezien hoe het luchtoptreden in teamverband efficiënter kan. Allereerst zijn missies, zowel in oorlogsomstandigheden als bij vredesoperaties dynamischer dan ooit, waardoor de communicatiemiddelen altijd de meest actuele informatie binnen het team moeten kunnen distribueren. Simpel gezegd: de missie-informatie waarover helikopterbemanningen nu beschikken als ze van hun basis vertrekken, kan al gedateerd zijn op het moment dat ze in het doelgebied aankomen. Dat geldt ook voor de data waarmee meevliegende grondtroepen moeten werken.

Daarbij komt, factor twee, dat een luchtoptreden in toenemende mate wordt uitgevoerd met een grote variatie aan middelen, zoals gevechtshelikopters, transporthelikopters en onbemande verkenningsvliegtuigen. En tot slot, factor drie: de technologie is voorhanden om actuele data en andere informatie op maat gesneden, dus naar behoefte, ter beschikking te stellen van de relevante gebruikers daarvan.

NLR-onderzoekers ontwierpen op functionele aanwijzingen van de beoogde eindgebruikers computerprogrammatuur voor een commercieel verkrijgbare tablet die, via een nog virtuele datalink, werd gevoed met informatie van een reeks van externe inlichtingenbronnen. Deze 'grove' versie van de apparatuur werd vervolgens in drie workshops getest voor allerlei tactische scenario's waarin onder meer een live video-feed van een onbemand vliegtuigje een rol speelde.

Behalve de samenwerking tussen bemande en onbemande platforms, werden ook de mogelijkheden van samenwerking binnen een helikopterbemanning tegen het licht gehouden. De voordelen van een grotere situational awareness werden onomstotelijk aangetoond.



NLR-expertise MRO heeft vooral militaire toepassing

Het NLR ondersteunt de Nederlandse krijgsmacht al decennia bij onderhoud, reparatie en revisie van het vliegend materieel. Daarmee heeft de kennisorganisatie een aanmerkelijke expertise opgebouwd op dit terrein, dat ook bekend staat onder de Engelse benaming maintenance, repair & overhaul, kortweg MRO. Die kennis en kunde is dusdanig diepgaand dat deze ook gewild is bij buitenlandse belanghebbenden.

Eén van de meer aansprekende voorbeelden van de noodzaak om het NLR specialistische MRO-expertise te laten opbouwen en onderhouden was de introductie van de F-16 Fighting Falcon jachtbommenwerper van de Koninklijke Luchtmacht. Het toestel dat in 1979 in dienst kwam was vooral een luchtverdedigingsjager, onvergelijkbaar met de moderne multifunctionele toestellen van nu. De opeenvolging van updates heeft het toestel geschikt gemaakt voor het lanceren van zowel hittegevoelige als radar-geleide raketten en voor het afwerpen van een keur aan geleide wapens. Avionica en hardware zijn toegevoegd.



MODERNISERINGEN

Die moderniseringen zijn grotendeels uitgevoerd naar Nederlandse specificaties – en die van de andere Europese partners van de European Participating Air Forces (EPAF) die vliegen met dit toestel en deelnemen aan het gezamenlijke updateprogramma. Al die op maat gesneden opwaarderingen houden wel in dat de oorspronkelijke fabrikant geen kennis meer kan leveren over de consequenties van de invoering van dergelijke upgrades.

Die upgrades kunnen ingrijpend zijn: een variabele lading van geleide wapens, lucht-lucht-raketten, verkenningsapparatuur en andere ‘pods’ kunnen veel van het vliegtuig vergen, vooral als er ook heftig bij moet worden gemanoeuvreed. De krachten die hierbij op structurele delen worden uitgeoefend kunnen het ontstaan van haarscheurtjes en andere sluipende beschadigingen in de hand werken. Binnen de onderhoudscyclus verdient dit dus aandacht en mogelijk zijn zelfs reparaties noodzakelijk. Intussen heeft het NLR een rol van betekenis gespeeld bij de invoering van nieuwe onderhoudsprocedures bij de Nederlandse F-16's en die van de andere EPAF-staten.

RESULTATEN

NLR's MRO-expertise komt vanzelfsprekend ook van pas bij het gezond houden van de helikoptervloot. Zo bleek enige jaren terug bij regulier onderhoud dat onverwachte slijtage optrad in secundaire structurele onderdelen van Chinook transporthelikopters. NLR koos voor de logische aanpak om te achterhalen wat deze sluipende schade, haarscheurtjes, veroorzaakte. Technici installeerden apparatuur aan boord die het verband kon vastleggen tussen de manoeuvres die de helikopter uitvoerde en de krachten die optraden op de secundaire delen.

De resultaten waren verrassend: de Chinooks ervoeren de zwaarste stress gedurende lange horizontale vluchten en niet, zoals men zou denken, door het maken van scherpe bochten of snel klimmen. Horizontaal vliegen genereerde zulke heftige vibraties dat ze haarscheurtjes veroorzaakten.

TOEPASSINGEN

De bevindingen stelde de Koninklijke Luchtmacht met deze kennis in de gelegenheid om de reguliere vluchtprofielen tijdens oefeningen aan te passen. Dat scheelt in onderhoudsuren, drukt dus de MRO-kostenpost en vergroot de inzetbaarheid van de Chinook.

Aangezien veel krijgsmachten van bondgenoten vliegen met de Chinook was ook in die landen belangstelling voor het unieke inzicht dat het NLR had verkregen. De kennis en kunde op MRO-terrein van het NLR is uitermate geholpen door de specifieke testtechnologie die de kennisorganisatie in de loop der jaren heeft ontwikkeld. Die is vooral ‘niet-destructief’, zodat geen onderdelen hoeven te sneuvelen om te zien wat er mee aan de hand is. Het gaat om de toepassingen van technologieën zoals ultrasoon geluid om in structuren te ‘kijken’ en thermografie, het maken van een warmtebeeld dat onderliggende materiaalprocessen kan blootleggen.

SIMULEREN

Simuleren is eveneens een belangrijk instrument, zoals het Gas Turbine Simulation Program (GSP) bewijst. Dit is een programma dat het NLR samen met de TU Delft heeft ontwikkeld, waarmee complexe processen binnenin gasturbines zijn na te botsen, hetgeen tevens inzicht geeft in de te voeren MRO-procedures.

In 2013 bereikte het NLR een nieuwe mijlpaal op het gebied van MRO: toen had bij het NLR in Amsterdam de eerste conferentie plaats van deelnemers aan het project NH90 Supportability Data Exchange (SDE). Dit is een samenwerkingsverband, geleid door het NLR, van negen krijgsmachten die met de nieuwe NH90 helikopter vliegen. De partners binnen SDE, samen goed voor honderden toestellen, wisselen onderling gegevens uit die relevant zijn voor de MRO met betrekking tot de helikopters. Het is de verwachting dat zich nog meer NH90-gebruikers bij deze SDE zullen aansluiten.

MRO-PROCEDURES

Nog even terugkeren naar de F-16: doordat de jachtbommenwerpers langer moesten doorvliegen in afwachting van de selectie van een opvolger, konden de operationele toestellen onbekend gebied bereiken wat betreft optredende schade, zoals haarscheurtjes. Om ook dit terrein, althans gedeeltelijk, in kaart te brengen ontwierpen NLR-technici een testopstelling waarin een complete F-16-vleugel werd blootgesteld aan krachten die representatief zijn voor 16.000 uren in de lucht, tweemaal een regulier operationeel ‘leven.’ Dit leverde cruciaal inzicht in de MRO-procedures die moeten worden gevolgd.

Dat het zwaartepunt bij het opbouwen door het NLR van MRO-kennis ligt bij militaire zaken laat zich overigens eenvoudig verklaren. Grote civiele vliegmaatschappijen hebben de meeste relevante expertise voor de dagelijkse MRO-routine zelf in huis. Wat niet betekent dat ze, als het ingewikkeld wordt, de weg naar het NLR niet weten te vinden.

De 'vierde dimensie' verkend

Het NLR houdt voor het Ministerie van Defensie actuele en relevante ontwikkelingen op ruimtevaartgebied in de gaten.

Naast land, zee en lucht wordt de ruimte militair steeds belangrijker. Satellieten zijn bij uitstek geschikt voor taken als telecommunicatie, navigatie en het vergaren van inlichtingen. Dat belang groeit jaarlijks. De militaire exploitatie van de 'vierde dimensie' is echter uiterst complex en kostbaar, reden waarom vooral grote landen zich hiermee bezig houden. Om de ontwikkelingen op dit dynamische terrein bij te houden en er in operationele zin lering uit te trekken, moeten kleinere landen daarom samenwerken. In september 2013 ondertekenden Nederland en Noorwegen een overeenkomst met precies dat doel. Het NLR speelt bij het onderzoekswerk een grote rol.

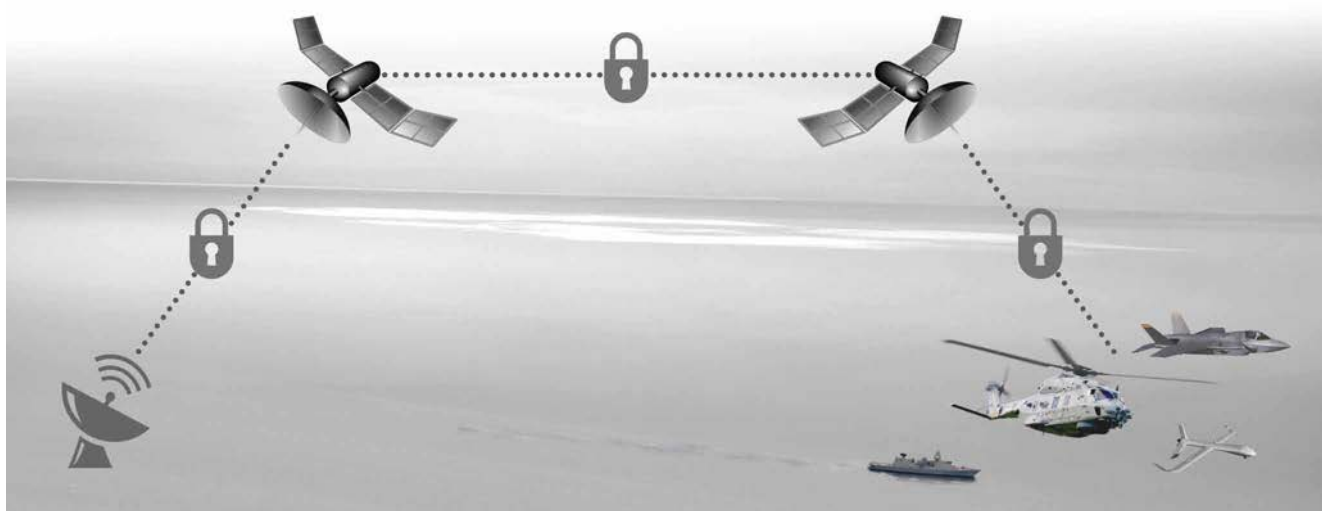
Het project, waarin het Noorse Instituut voor Defensie Onderzoek FFI de counterpart is en waaraan ook TNO bijdraagt, richt zich op een aantal ruimteactiviteiten met militaire relevantie. Zo wordt gekeken naar de relevante technologieën en militaire implicaties daarvan op het terrein van aardobservatie, over welke informatie militairen bijvoorbeeld moeten beschikken om op afstand missies te plannen. Een ander thema is satellietnavigatie, een eveneens dynamisch veld. De reden is dat vijanden zich in

toenemende mate bedienen van storingstechnieken, en er aan de andere kant met het Europese satellietnavigatiesysteem Galileo bijvoorbeeld nieuwe mogelijkheden ontstaan.

Dan is er het onderwerp: 'space situational awareness', het overzicht over de activiteiten en middelen in de ruimte waarmee de eigen militaire operaties rekening moeten houden.

Ook zijn 'microsats', relatief goedkope kunstmanen onderwerp van onderzoek. Deze zouden bijvoorbeeld ingezet kunnen worden om in een bepaalde niche oplossingen te bieden voor operationele knelpunten.

Hoewel de Nederlandse krijgsmacht met de recente ingebruikname van de zogenoemde AEHF- en WGS-satellieten in dit veld al grote vorderingen heeft gemaakt, blijven de ontwikkelingen op satellietcommunicatiegebied belangrijk. Ook die worden dus gevolgd. Met de ondertekening van de overeenkomst is het pad geëffend om de genoemde werkvelden verder uit te werken.





VIRTUAL SIMULATORS



LIFE/RANGE



C2 SYSTEMS



CONSTRUCTIVE SIMULATION

Slimme tegenstanders in tactische training

Om Nederlandse gevechtsvliegers zo realistisch mogelijk te laten trainen met simulaties, moeten virtuele tegenstanders intelligent en menselijk gedrag tonen. In het Nationaal Technologie Project 'Smart Bandits' ontwikkelde het NLR deze virtuele en slimme vijanden voor tactische trainingsscenario's.

Deze volledig virtuele 'Smart Bandits' worden ook wel Computer Generated Forces (CGFs) genoemd. Het zijn uitdagende tegenstanders in tactische trainingen die niet handelen volgens een voorgeprogrammeerd recept maar zich aanpassen aan de dynamische situatie van het luchtgevecht.

Vernieuwend aan het project – dat eind 2013 is afgerond – is het menselijke gedrag dat het NLR toevoegde aan deze CGF's, zoals teamcoördinatie, tactieken en cognitie. Hiervoor werd gebruik gemaakt van traditionele en innovatieve Artificial Intelligence (AI) technieken zoals finite state machines (voor het toevoegen van verschillende stadia van gedrag), cognitive modelling, machine learning en behaviour trees (voor het aanbrengen van doelgerichtheid).

Dit leidde tot smart bandits die uitdagende tegenstanders zijn, autonoom kunnen aanvallen, plannen en zelfbeschermingsmaatregelen nemen, kortom; ze reageren als menselijke tegenstanders.

Het vierjarige project is afgesloten met een einddemonstratie in NLR's Fighter4Ship waarin missietraining in formatieverband onderzocht kan worden. Tijdens deze demo vlogen de vier

bemande F-16's van Fighter4Ship tegen vier Smart Bandits in een gesimuleerde omgeving boven de Noordzee. Tactisch een enorme uitdaging vanwege de complexe tactieken die dergelijke formaties gebruiken. Uit de validatie experimenten bleek dat de vliegers hun tegenstanders met 'goed' beoordeelden op het realisme van hun gedrag.

De ontwikkeling van Smart Bandits sluit naadloos aan bij het Live-Virtual-Constructive (LVC) trainingsconcept. Hierbij staat 'Live' voor het gebruik van operationele equipment, zoals echte vliegtuigen in de lucht. 'Virtual' staat voor het gebruik van bemande simulatoren op de grond. 'Constructive' staat voor het gebruik van softwaremodellen van mensen en hun wapen(platforms) in simulaties, zoals dus Smart Bandits. In een LVC-training lopen echte, virtuele en constructieve entiteiten door elkaar heen. Het NLR ziet LVC-trainingen als een ontwikkeling die steeds meer zal worden toegepast. Dit uit zich bijvoorbeeld in de trainingsprogramma's die zijn gepland voor toekomstige F-35-vliegers. Ruwweg de helft van de trainingsuren zal op den duur op high-fidelity simulators plaatsvinden. Niet alleen vanwege het kostenaspect, maar ook vanwege de grotere trainingseffectiviteit die met een mix van trainingsmedia (LVC) kan worden bereikt.

NLR werk aan de F-16

Tot 2025 wil de Luchtmacht F-16 vliegtuigen blijven inzetten. Het NLR ondersteunt de Luchtmacht daarbij, zowel op het technische als op het operationele vlak.

Hoe houden we de F-16, tot de komst van de F-35, zo lang mogelijk in de lucht en hoe zorgen we ervoor dat de F-16 blijft voldoen aan de operationele eisen die de Luchtmacht er aan stelt? Zo voert het NLR een uniek testprogramma uit voor de F-16 vleugel en werkt het aan de radome, de behuizing van de radarantenne.

Met het testprogramma van de F-16 vleugel willen Defensie en NLR vaststellen of er tijdens het nog resterende operationele leven geen onverwachte schades zullen optreden in de vleugels van de F-16 vloot. Het testprogramma is uniek in die zin dat Defensie door de test proactief informatie kan verzamelen over de staat van de F-16 vleugels. Zo kunnen Defensie en NLR de levensduur van de Nederlandse toestellen voorspellen.

Het NLR ontwikkelde een speciale testopstelling waarin een F-16 vleugel op vermoeiing werd getest. Tijdens deze test werd de vleugel blootgesteld aan een reeks wisselende krachten die representatief zijn voor wat de vleugel tijdens het operationele Nederlandse gebruik ondervindt.

Het NLR beschikt over gevalideerde modellen en een grote hoeveelheid vluchtgegevens waarmee dit belastingsspectrum is bepaald. Doel van de test was eventuele kleine vermoeiingsschades door te laten groeien zodat ze zichtbaar worden. Dit levert informatie op over welke plekken in de constructie het meest kritiek zijn (en eventueel een modificatie behoeven), hoe snel vermoeiingsscheuren groeien (en dus hoe vaak er geïnspecteerd moet worden) en wat een realistische levensduur is van de vleugel.

Vanwege het veelvuldige operationeel gebruik kunnen radomes op F-16's en helikopters beschadigd raken. Deze beschadigingen maar ook onjuist aangebrachte reparaties kunnen leiden tot fouten in het radarsysteem waardoor onder andere de bescherming van het platform en de vliegers afneemt.

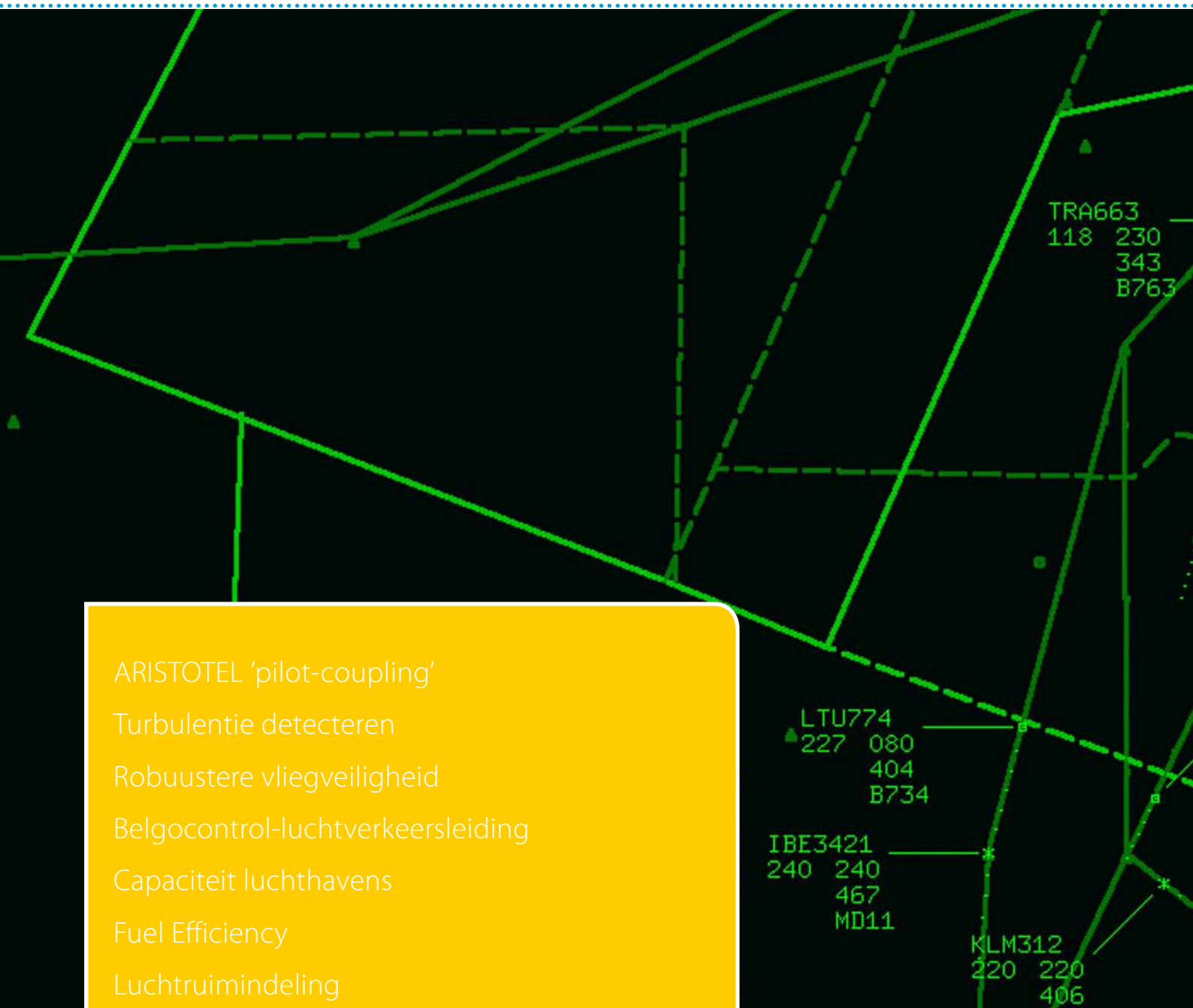
Defensie vroeg daarom het NLR in 2013 door middel van een NTP (Nationaal Technologie Programma) om mathematische modellen te ontwikkelen voor de elektromagnetische (EM) prestaties van de neus-radomes van vliegtuigen en helikopters.

De rekenmodellen zullen worden gebruikt voor de analyse van radomes met inhomogene lagen: lagen met variërende dikte en materialen. Met deze modellen is het mogelijk om complexe vormen (niet vlak maar bol of spits) van de radome te onderzoeken. Hetzelfde geldt voor de enkelvoudige en meervoudige reflecties die plaatsvinden in de radome voordat de radargolven de radome passeren.

Om tot een bruikbaar rekenmodel te komen, maakt het NLR onder meer gebruik van haar EM-rekenmodellen, faciliteiten voor het meten van omgevingscondities en van haar EM-faciliteiten voor het meten van radome-invloed op antennes. Medio 2015 zal dit SEMINAR project zijn afgerond.







ARISTOTEL 'pilot-coupling'

Turbulentie detecteren

Robuustere vliegveiligheid

Belgocontrol-luchtverkeersleiding

Capaciteit luchthavens

Fuel Efficiency

Luchtruimindeling



VEILIGHEID EN EFFICIENCY

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 voert het simulaties uit voor een efficiëntere indeling van het Europese luchtruim en draagt het bij aan efficiëntere luchthavenoperaties door nieuwe capaciteitsvoorspellingen. Ook is het betrokken bij het nog veiliger maken van het vliegverkeer, onder meer door het leveren van speciale software aan luchtverkeersleiders.



ARISTOTEL: een oplossing voor 'pilot-coupling'

De Europese Unie heeft officieel de ambitie uitgesproken om ongelukken met civiele vliegtuigen en helikopters tot 2020 met tachtig procent te laten afnemen. NLR en ARISTOTEL brachten dit streven in 2013 een stap dichterbij.

Een van de belangrijke oorzaken van vliegincidenten is de zogeheten 'aircraft-pilot-coupling', een situatie waarbij de stuurbewegingen van de vlieger interfereren met de gedragingen van het toestel dat hij of zij bestuurt. De interactie van de piloot met het vliegtuig kan hierbij resulteren in stuurinstructies die het toestel, een vliegtuig of een helikopter, kunnen destabiliseren.

Binnen het Europese programma Aircraft and Rotorcraft Pilot Couplings: Tools and Techniques for Alleviation and Detection (ARISTOTEL) onderzocht het NLR de onderliggende processen en dynamiek van deze riskante aircraft-pilot-couplings. Daarbij werden bovendien aanbevelingen geformuleerd die ontwerpers van cockpitsystemen in een vroeg stadium in staat stellen om het risico van dit ongewenste fenomeen terug te dringen. In 2013 rondde het NLR zijn aandeel binnen ARISTOTEL, in nauwe samenwerking met het Russische onderzoeksinstituut TsAGI, met succes af.

Allereerst werd geanalyseerd wanneer, en onder welke omstandigheden aircraft-pilot-coupling doorgaans optreden, om een algemeen beeld te krijgen van het fenomeen. Dat bleek vooral het geval te zijn bij extreme vliegbewegingen. Het werd ook duidelijk

dat aircraft-pilot-coupling een probleem kan zijn bij moderne, grote verkeersvliegtuigen. De vraag naar grotere en lichtere verkeersvliegtuigen resulteert namelijk in meer flexibele vliegtuigen.

De karakteristieke eigenschappen van aircraft-pilot-coupling werden vervolgens nagebootst in simulators, waaronder GRACE op het NLR en een simulator bij het Russische TsAGI. Dit bood dieper inzicht in de onderliggende processen, waardoor het mogelijk werd om zowel tests te formuleren om de kwetsbaarheid op het voorkomen van aircraft-pilot-coupling te meten als om ontwerpcriteria op te stellen.

De bevindingen en aanbevelingen zijn in een handleiding opgenomen die vliegtuigfabrikanten en ontwikkelaars van hardware en software kunnen toepassen bij het ontwerp van de besturingsystemen in de cockpit van vliegtuigen en helikopters. Dankzij de inspanningen van het NLR en de partners binnen ARISTOTEL zal het risico op aircraft-pilot-coupling tijdens de operatie van vliegtuigen en helikopters in de toekomst afnemen, waardoor de algehele internationale vliegveiligheid zal toenemen.

Onzichtbare turbulentie gedetecteerd

Onzichtbare turbulentie vormt een risico voor de vliegveiligheid. Het NLR testte een sensor die deze turbulentie zichtbaar maakt.

Turbulentie kan schade veroorzaken aan vliegtuigen en letsel veroorzaken bij passagiers en de vliegveiligheid kan in het geding komen. De weerradar van een vliegtuig kan een deel van de turbulentie waarnemen, met name bij onweer. Turbulentie die voor komt bij heldere lucht, is voor de weerradar echter onzichtbaar. In een Europees project, DELICAT gedoopt (DEmonstration of Lidar based Clear Air Turbulence detection), werd onderzocht in hoeverre dat probleem kan worden ondervangen met de ontwikkeling van een sensor die deze zogeheten 'Clear Air Turbulence' wel kan waarnemen. Het NLR was verantwoordelijk voor de praktijktoetsen van de ontwikkelde technologie aan boord van het eigen Citation testvliegtuig. In 2013 werden de vliegproeven uitgevoerd en de werking van het principe aangetoond.

De sensor is gebaseerd op een zogeheten LIDAR (Light Detection And Ranging), een laser die de dichtheidsvariëaties van de atmosfeer nauwkeurig en op vele kilometers afstand kan inschatten. Een LIDAR is daartoe in staat doordat de mate van weerkaatsing van de lichtbundel, in dit geval in de ultraviolet-golflengte, varieert met de dichtheid van de atmosfeer.

Simpel gezegd: is er veel dichtheidsvariatie in de lucht, dan is er dus veel turbulentie en dan is dat af te lezen aan de licht-'echo'. Een LIDAR kan wel tot 15 kilometer 'vooruitkijken'.

De rol van het NLR bestond uit het inbouwen en vervolgens tijdens vliegproeven testen van de LIDAR-apparatuur, waarbij met hulp van meteorologische organisaties turbulente gebieden in het Europese luchtruim werden opgezocht. Naast de LIDAR, die behalve uit een laser ook uit 'ontvangstapparatuur' bestaat, was diverse soorten meetapparatuur aan boord geïnstalleerd, die de door de LIDAR waargenomen turbulentie kon bevestigen, onder andere aan de hand van het 'schudden' van het vliegtuig. Hiermee werd de mate van turbulentie gemeten die door het vliegtuig werd ondervonden. Zo was het mogelijk het aantal 'missed events' en 'false alarms' van de LIDAR te bepalen.

Cruciaal was verder dat de laser dat deel van het luchtruim op de aanwezigheid van turbulentie aftastte dat op de vluchtroute van de Citation lag – zoals de koplampen van een Citroën DS ook meedraaiden om een bocht te belichten. Hiertoe was een installatie gemonteerd die de laserbundel in de juiste richting stuurde. Dankzij een uitbouw en het daarin geïnstalleerde spiegelsysteem werd de reflectie van de laserstraal door de analyse-apparatuur opgevangen.

Eenmaal gemonteerd moest de Citation de juiste weercondities afwachten om de LIDAR-sensor te testen. Na een aantal vruchteloze testvluchten boven Ierland, Noorwegen en Frankrijk kon boven Zwitserland de proef op de som worden genomen. Daarbij kon de werking van het principe worden gedemonstreerd, waarbij werd geconstateerd dat de LIDAR inderdaad in een helder luchtruim turbulentie tot meer dan tien kilometer voor het vliegtuig kon waarnemen.



Robuustere vliegveiligheid

Slimme modellering kan de robuustheid van het vliegverkeersysteem vergroten - en daarmee de algehele vliegveiligheid.

De afhandeling van vliegverkeer kan op veel manieren worden verstoord: vertragingen, technische mankementen of onverwachte meteorologische omstandigheden kunnen luchtverkeersleiders en piloten op het verkeerde been zetten. Hoe groter de robuustheid, het incasseringsvermogen van dit systeem, een samenspel van menselijke, organisatorische, technische en omgevingsfactoren, hoe kleiner de kans op ongelukken.

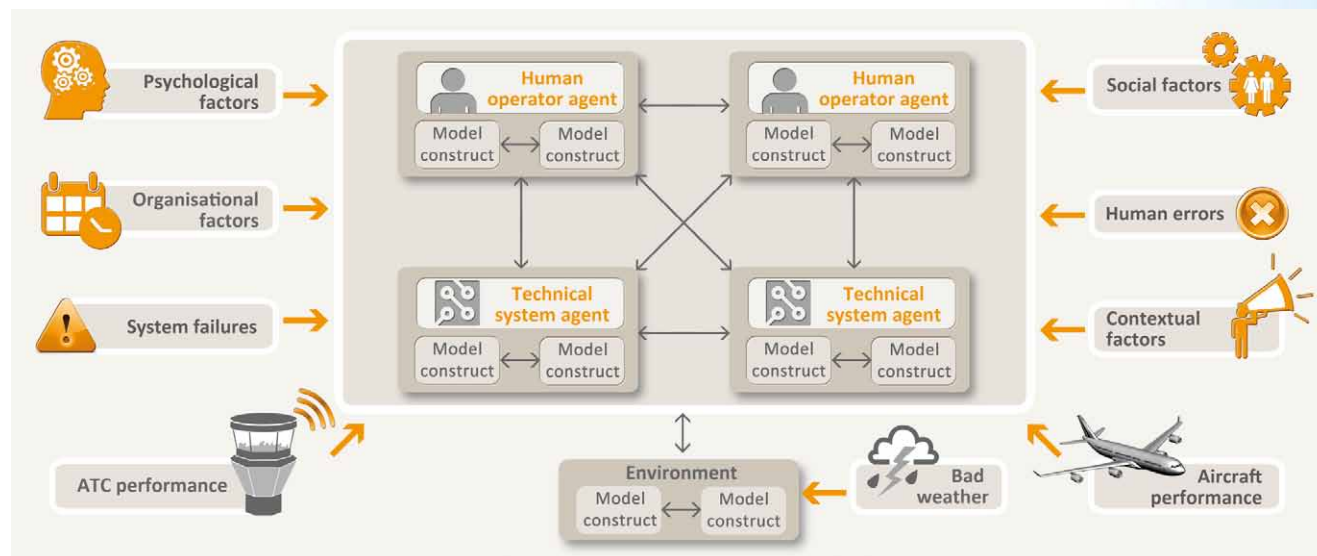
Het NLR werd, samen met de Amsterdamse Vrije Universiteit en de Italiaanse universiteit van L'Aquila binnen het project Single European Sky Air Traffic Management (SESAR) in 2011 gevraagd om deze robuustheid nader mathematisch te analyseren. De modellen die hieruit voortvloeien, moeten beter inzicht geven in de processen die leiden tot risicovolle situaties – of erger. Dit SESAR-deelproject, Mathematical Approach towards Resilience Engineering in ATM (MAREA) gedoopt, moet hiermee de gezochte robuustheid van het luchtverkeer verbeteren. In 2013 is het onderzoek met succes afgerond.

Allereerst werd op basis van een NLR databank met verrichte veiligheidsstudies een set van 525 unieke veiligheidsrelevante factoren bepaald. Dit zijn allerlei condities, gebeurtenissen en omstandigheden die de vliegveiligheid negatief kunnen beïnvloeden. Vervolgens werd een bibliotheek opgesteld van

modellen voor zogeheten agent-gebaseerde modellering en simulatie van luchtverkeersscenario's. Deze computationele modellen representeren allerlei processen en interacties van piloten, verkeersleiders, technische systemen en omgevingsomstandigheden in het luchtverkeer. Voorbeelden zijn modellen voor 'multi-agent situation awareness', menselijke fouten, veiligheidscultuur, vertrouwen, verwarring, technische mankementen en weersomstandigheden. Zo kon bijvoorbeeld in kaart gebracht worden hoe vliegtuigen mogelijk zonder toestemming de startbaan oprijden, een samenspel van mogelijk technisch falen, afgeleide verkeersleiders, of misschien zelfs een ongeduldige piloot.

Bijna alle van de 525 veiligheidsrelevante factoren bleken gerepresenteerd te kunnen worden met de bibliotheek van agent-gebaseerde modellen. Agent-gebaseerde simulaties van verkeersscenario's kunnen vervolgens laten zien in welke mate al deze factoren van invloed zijn.

MAREA heeft hiermee laten zien niet alleen een interessant instrument te zijn om risico's inzichtelijk te maken, maar ook om deze te verlagen. Kort gezegd: MAREA heeft bewezen de vliegveiligheid te kunnen vergroten.



MARK DE JONG |

CO-FOUNDER CYBERMIND INTERACTIVE NEDERLAND

"Het eerste contact tussen Cybermind en het NLR is anderhalf jaar geleden gelegd op de ITEC, de beurs voor militaire training, educatie en simulatie in Londen. Het NLR wilde een nieuwe Helmet Mounted Display (HMD) of pilotenvizier voor zijn gesimuleerde cockpitomgeving, het Helicopter Pilot Station (HPS). Cybermind heeft zich gespecialiseerd in het produceren van HMD's en wilde deze uitdagende klus graag samen met het NLR aangaan. Want het NLR heeft diepgaande kennis van het HMD-gebruik in echte vliegtuigen en helikopters en de effecten van HMD-kenmerken op het presteren van een vlieger. Daarnaast heeft het NLR nauwe banden met de eindgebruikers en zo inzicht in hun verwachtingen met betrekking tot toekomstige HMD's. De HMD-eisen voor in de simulator zijn daarop gebaseerd en sluiten aan bij de generatie van HMD's die nu in ontwikkeling wordt: full colour, binoculair, wide field of view, head-tracker, eye-tracker – en toch betaalbaar.

Heel belangrijk was het gewicht van de nieuwe HMD en de gewichtsverdeling op het hoofd. Wij hebben het ontwerp voor de HMD gemaakt en met het NLR hebben we onderzocht welk materiaal het meest geschikt was. Daarna volgden de experimenten op het NLR met de randapparatuur die Cybermind heeft ingebouwd, zoals de microfoon, de luidsprekers en de eye-tracker die oogbewegingen registreert. Wij vonden het erg interessant om aanwezig te zijn bij deze ontwikkelingen en experimenten.

Dat we de nieuwe HMD bij het NLR in de HPS-simulator aan de klant kunnen demonsteren, dat is voor ons bedrijf een voordeel. Wij kunnen niet alleen profiteren van de kennis en kunde, maar ook van het netwerk van het NLR. Cybermind bedient dezelfde klantengroep, zoals grote luchtvaartmaatschappijen. Doordat deze relaties het NLR bezoeken, maken ze nu ook kennis met onze producten. Onze HMD displays worden in de buitenwereld al enthousiast ontvangen. En het feit dat we dit nieuw ontwikkelde pilotenvizier samen met het NLR hebben ontwikkeld, zal ongetwijfeld bijdragen aan commercieel succes."





Veiligheid van software voor Air Traffic Management

Betrouwbaarheid van software kan van levensbelang zijn, zeker binnen de luchtvaart. Om voor de hand liggende redenen is haperende software ook bij luchtverkeersleidingorganisaties uit den boze. Bijvoorbeeld: de vliegtuigsymbolen en labels op de beeldschermen van de luchtverkeersleiders moeten te allen tijde correcte en nauwkeurige informatie geven over de identiteit van vliegtuigen, hun locatie, snelheid, hoogte en vliegplan en dergelijke. Zeker nu analisten een verdere mondiale groei van de luchtvaart voorspellen, is een verdere afname van ongelukken en incidenten in de luchtvaart gewenst. Het NLR bracht dit streven in 2013 voor de Belgische luchtverkeersleidingsorganisatie Belgocontrol alvast een stapje dichterbij.

Enkele jaren geleden is strikte Europese wetgeving geformuleerd voor de veiligheid van software in luchtvaartsystemen op de grond. Het ontwikkelen, testen, gebruiken van software, maar ook het onderhoud ervan – hoe bijvoorbeeld updates veilig kunnen worden ingevoerd – dient te gebeuren volgens de processen van een Software Safety Assurance System (SSAS). Hoe diepgaand deze processen voor een bepaald stuk software moeten worden uitgevoerd, hangt af van het Software Assurance Level (SWAL), een maat voor het belang van dit stuk software voor de veiligheid van het luchtvaartsysteem.

Terug naar het eerder genoemde voorbeeld: voor software die de positie van vliegtuigen op het radarscherm presenteert, kan het bijvoorbeeld noodzakelijk zijn om de software zeer uitgebreid en diepgaand te toetsen door een testteam, dat onafhankelijk is van het ontwikkelteam. De slager mag immers zijn eigen vlees ook niet keuren. Maar niet alle software heeft dezelfde mate van invloed op de veiligheid. Dit hangt af van al dan niet aanwezige veiligheidsbarrières. Een ander voorbeeld: software met de functie om luchtverkeersleiders van adviezen te voorzien zou een onjuist advies kunnen geven. Indien een mens of een ander systeem in staat is de onjuistheid van dit advies te

detecteren, kan het advies niet worden overgenomen en blijft daardoor het effect op veiligheid gering. Voor deze software zijn daarom minder uitgebreide en diepgaande testen nodig.

Belgocontrol verzocht het NLR om assistentie bij de toepassing van haar SSAS, waarbij de focus lag op software die ontwikkeld wordt door derden. Hoe verkrijg je van een softwareleverancier het juiste bewijsmateriaal, waarmee je als luchtverkeersleidingsorganisatie zelf overtuigd raakt van de veiligheid van de geleverde software, en waarmee dan ook aan de wetgeving wordt voldaan?

In 2013 liet het NLR Belgocontrol stap voor stap zien hoe verantwoordelijkheden kunnen worden verdeeld tussen softwareleverancier en luchtverkeersleidingsorganisatie, en hoe deze laatste door middel van eisen, verkregen testresultaten, reviews en audits kan waarborgen dat de geleverde software inderdaad voldoende veilig is. Belgocontrol kon naar tevredenheid worden geassisteerd dankzij de multidisciplinaire expertise van het NLR, dat regelmatig veiligheidsonderzoeken verricht naar luchtvaart(grond)systemen en zelf in staat is om voor vliegtuigen en helikopters software van het hoogste veiligheidsniveau te ontwikkelen.

Efficiënte luchthavenoperaties door capaciteitsvoorspellingen

In 2013 is het NLR begonnen met een breed opgezet programma dat de efficiëntie van luchthavenoperaties flink gaat verbeteren. Het doel is veel voorkomende verstoringen eerder te herkennen en daarop te anticiperen zodat alle logistieke processen meer worden gestroomlijnd. De luchthaven van Napels is in eerste instantie het onderwerp van dit project, Airport Capacity Forecast (ACF) gedoopt, maar ook grotere luchthavens doen hun voordeel met de uitkomsten van dit onderzoek. ACF is een Europees onderzoek in het kader van SESAR WP-E (Innovatief Onderzoek).

Wie met het vliegtuig reist, ervaart dat een luchthaven een geliede machine is. Om een dergelijke complexe organisatie nog beter in staat te stellen adequaat te reageren op onverwachte gebeurtenissen en om nog beter in te spelen op verstoringen van de logistieke processen, kan ACF worden ingezet.

ACF voorspelt tot twee dagen vooruit wat de capaciteiten zijn van verschillende logistieke processen, rekening houdend met verstoringen zoals slecht weer, de-icing, ICT-storingen, constructiewerk op de luchthaven of zelfs stakingen. De basis voor luchthavencapaciteit wordt voor een groot deel bepaald door de capaciteit van start- en landingsbanen. Hiervoor maakt ACF onder meer gebruik van de baangebruiksverwachting (SPIRIT), een bewezen succesvol model van het NLR.

Met deze kennis over de te verwachten capaciteit kunnen belanghebbenden in een vroeg stadium anticiperen, bijvoorbeeld door vliegtuigen op weg naar de onderhavige luchthaven iets langer aan de grond te houden ingeval er door slechte weersomstandigheden minder landingscapaciteit zou zijn. Ook afhandelaars hebben last van slecht weer. Een vliegtuig aan de gate

staat bij harde wind niet stil maar beweegt een beetje waardoor tanken, de catering en het schoonmaken meer tijd kost. Ook de effecten van deze vertraging worden in huidige planningssystemen niet meegenomen terwijl ze wel de capaciteit van de luchthaven beperken.

Het unieke van ACF is de voorspelbaarheid van de capaciteit voor alle factoren op de luchthaven. Hierdoor kunnen belanghebbenden beter inspelen op verstoringen van de processen en groeit het vertrouwen dat de gebruikers in de luchthavenorganisatie hebben. Voor de reizigers betekent dit een vergroting van het gevoel van zekerheid over hun reis.

Het eerste concept voor ACF ligt klaar en de nieuwe modellen worden nu uitgewerkt voor verschillende scenario's, zoals een aswolk, de-icing, storingen bij ICT-systemen, een staking of bij constructiewerk. Deze worden komend jaar uitgewerkt tot een prototype: een interactief dashboard waarop gebruikers via een webbased gebruikersinterface kunnen reageren op de informatie die hen wordt aangereikt.



Brandstofkosten teruggedraaid

Het NLR zet zijn expertise op het terrein van brandstofbesparende technieken en procedures in om de exploitatiekosten van luchtvaartmaatschappijen te reduceren.

KOSTENPOST

Met het gestaag stijgen van de mondiale brandstofprijzen neemt die kostenpost binnen de exploitatiekosten van luchtvaartmaatschappijen een steeds grotere plaats in. Dat kan aanzienlijk in de papieren lopen. Een luchtvaartmaatschappij met een vloot van honderd toestellen 'verstookt' per jaar al snel voor een miljard euro aan kerosine. Brandstofkosten vormen bij luchtvaartmaatschappijen tot de helft van de exploitatiekosten.

Dat is substantieel, vooral wie bedenkt dat de marges van de meeste luchtvaartmaatschappijen onder druk staan, al was het maar doordat de concurrentie op alle markten stevig is. Bezuinigen op brandstofkosten is dus een logische maatregel om de exploitatiekosten te drukken en daarmee de economische gezondheid van de onderneming te stutten.

BRANDSTOFVERBRUIK

Een lager brandstofverbruik van de vloot draagt bovendien bij aan het groene imago van de onderneming, wat op zichzelf al een marketinginstrument is om de bezettingsgraad van de vliegtuigen te verhogen.

Het NLR, dat kan bogen op een internationale reputatie wat betreft brandstofbesparende technologieën en maatregelen, heeft een uitgekiend plan van aanpak opgesteld om luchtvaartmaatschappijen te helpen bij het drukken van deze kostenpost.

Dit plan van aanpak start met een analyse op welke terreinen een luchtvaartmaatschappij precies winst kan boeken, de zogenoemde 'gap-analysis', en met een organisatorisch onderzoek naar zwakke plekken op dit terrein. Daarna wordt een concreet pakket van maatregelen geformuleerd dat de brandstofkosten kan reduceren. Slechts een kleine verhoging van de efficiëntie kan al tot een significante vermindering van de kosten leiden. Het idee om een gestandaardiseerd pakket van maatregelen op te stellen naar aanleiding van een grondige audit kwam bij het NLR op toen een luchtvaartmaatschappij hier direct om verzocht. De resultaten waren klinkend te noemen. Er zijn concurrerende

programma's om luchtvaartmaatschappijen brandstof te laten besparen, maar geen heeft zoveel diepgang als de zogeheten 'Fuel Efficiency Support' service van het NLR.

MAATREGELEN

Dit programma houdt alle facetten van de brandstofconsumptie van de vliegmaatschappij tegen het licht, van de vluchtplanning tot de operationele vluchten en van de afhandeling door het grondpersoneel tot het onderhoud, de reparaties en de jaarlijkse revisie. De 'prestaties' op dit gebied van de specifieke luchtvaartmaatschappij worden afgezet tegen referentiewaarden waarover het NLR beschikt die zijn ontleend aan een serie vergelijkbare vliegmaatschappijen.

Dit transparant vormgegeven programma kent vervolgens een modulaire aanpak, wat betekent dat bepaalde deelgebieden van de bedrijfsvoering



en het materieel stapsgewijs worden bestudeerd met het oog op potentiële efficiëntiewinst.

De mogelijke maatregelen komen uit een lijst van meer dan honderd initiatieven, bijvoorbeeld op het gebied van de gewichtbesparing. Zo wordt gekeken of de hoeveelheid brandstof waarmee toestellen opstijgen wel nodig is om in geval van onverwachte gebeurtenissen te kunnen uitwijken naar andere vliegvelden dan de oorspronkelijke bestemming is. Maar ook schijnbaar triviale zaken, zoals de aanwezigheid van in-flight-magazines kunnen nodeloos gewicht toevoegen en dus brandstof kosten. Het is zelfs mogelijk om de afvoerleidingen van de toiletten te ontkalken zodat dit overtollige gewicht niet hoeft te worden overgevoerd.

De initiatieven vallen onder afgebakende categorieën. Naast bovenstaand thema 'gewichtbesparing', is dat ook 'verlagen van de weerstand', een initiatiefgroep, waar bijvoorbeeld de toepassing van winglets onder valt. Of zelfs het wassen

van de toestellen met een speciale shampoo die de weerstand verlaagt en daarmee het brandstofverbruik terugdringt. Maar ook de 'cost-index' is belangrijk: een nauwkeurige afweging van de voordelen en nadelen van snel en wat minder snel vliegen. Een langzamer koersend toestel verstoekt namelijk minder brandstof, maar soms is een hoge snelheid uit oogpunt van punctualiteit een vereiste.

IMPLEMENTATIE

Nadat het NLR een organisatorische analyse en een 'gap-analysis' heeft uitgevoerd wordt een nauwkeurige business-case gepresenteerd waarin de opbrengsten worden afgezet tegen eventuele investeringen in brandstofbesparende maatregelen. Het aanbrengen van winglets of de montage van een elektromotor om mee te taxiën, kosten

immers geld, wat wel na verloop van tijd uit de besparingen op brandstofkosten moet zijn terugverdiend. Wanneer de luchtvaartmaatschappij akkoord is met het plan van aanpak, volgt de implementatiefase. Daarbij ondersteunen NLR-technici het personeel van de luchtvaartmaatschappij bij het invoeren van de afgesproken maatregelen. Daar kan ook specifieke training van personeel bij horen. Tijdens het invoeren van de maatregelen wordt ook een vinger aan de pols gehouden over de vorderingen, waarna eventueel kan worden bijgestuurd.

Overigens zijn de aanpak en de maatregelen eveneens geschikt om de brandstofkosten van de militaire vliegtuigen of van vliegtuigen en helikopters in overheidssdienst te drukken. Ook vanuit die hoek bestaat belangstelling voor NLR's Fuel Efficiency Support service.



27-09



MARTIEN OPPEENER:
PhD-STUDENT AAN DE FACULTEIT
WISKUNDE EN INFORMATICA,
TU EINDHOVEN, VAKGROEP CASA.

“Opvallend is de grote diversiteit aan disciplines die op het NLR aanwezig is. Dat is een sterk punt van het NLR, de sterke link tussen wetenschap en praktijk.”

GELUIDSVOORTPLANTING APU

Ik heb elektrotechniek gestudeerd aan de Technische Universiteit Eindhoven en hoop daar binnenkort te promoveren bij de wiskundevakgroep die zich bezighoudt met toepassingsgerichte analytische en numerieke wiskunde.

Mijn onderzoek gaat over geluidsvoortplanting in een uitlaatpijp van een Auxiliary Power Unit (APU) die in de staart van een vliegtuig zit. Dat is een generator die elektriciteit opwekt waarmee onder meer de motoren kunnen worden gestart. Als je in een vliegtuig stapt dan draaien de motoren nog niet, maar hoor je wel al een turbinegeluid, dat komt van die APU. Om het geluid te beperken heeft de uitlaatpijp geluidsabsorberend materiaal aan de binnenkant. Doel van mijn onderzoek is om de geluidspropagatie zo goed mogelijk te leren begrijpen, zodat je dat begrip kunt gebruiken om het geluid zo veel mogelijk te reduceren. Daarvoor ontwikkel ik wiskundige en natuurkundige modellen. Dat werk gebeurt deels met pen en papier en deels met computers.

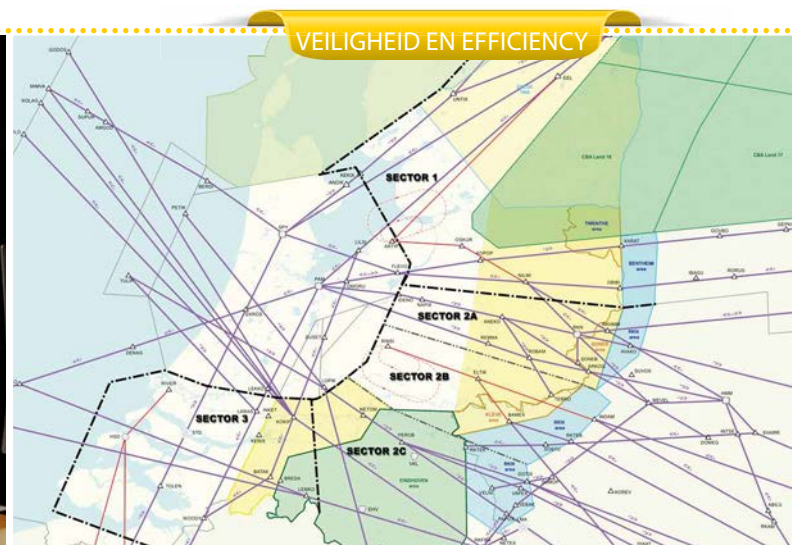
Zowel vliegtuig- als motorfabrikanten hebben hier belangstelling voor. Ik ben een tijdje geleden hiervoor ook al bij Airbus geweest waar ze met dit probleem bezig zijn. Mijn modellen zijn ook toepasbaar op grotere motoren, dus ook geschikt voor vliegtuigmotorfabrikanten zoals Pratt & Whitney, Snecma, Rolls-Royce of General Electric.

Een APU heeft een uitlaatpijp met geluids-isolerende wanden. De wanden hebben (vanwege de vorm van de staart) een bepaalde dikte en afhankelijk van die dikte worden bepaalde frequenties gedempt. Je kunt die uitlaat zien als een serie van

schijven met ieder een verschillende wanddikte. Binnen elke schijf kan je uitrekenen wat het bijbehorende geluidsveld is. Deze geluidsvelden moeten vervolgens aan elkaar gekoppeld worden. Een van de hoogtepunten van mijn onderzoek is dat ik een op differentiaalvergelijkingen gebaseerde koppel-methode heb bedacht die numeriek veel efficiënter is dan bestaande methoden. Dit levert nauwkeuriger resultaten op, is veel sneller en geeft inzicht in de eigenschappen van het geluidsveld.

Het onderzoek begon met veel inleeswerk, want er is al erg veel onderzoek gedaan op dit gebied. Daar komt nog bij dat ik tijdens mijn studie elektrotechniek weliswaar ben opgeschoven naar elektromagnetisme en numerieke wiskunde, maar van akoestiek niet zoveel wist. Er waren al wel modellen ontwikkeld op de universiteit en het NLR. Ik heb deze op bepaalde punten aangepast en uitgebreid, onder andere door ze geschikt te maken voor niet-uniforme stromingen en temperatuurgradiënten. Daarmee loop je telkens tegen nieuwe wiskundige problemen op die je dan weer moet oplossen.

Ik ben geïnteresseerd in de theorie, maar ik vind het ook mooi als er een doelgerichtheid in een onderzoeksproject zit. Daarom ben ik naar het NLR gekomen, want hier vind je die combinatie: een sterke verbinding met de praktijk en veel theoretisch goed onderlegde mensen om je heen. Dat maakt het voor mij interessant. Opvallend is de grote diversiteit aan disciplines die op het NLR aanwezig is. Dat is een sterk punt van het NLR, de sterke link tussen wetenschap en praktijk. Dat maakt het NLR uniek en moet ook zeker in stand worden gehouden.



Slimmere **luchtruimindeling**

De herindeling van het Europese luchtruim vergt een zorgvuldige voorbereiding, bijvoorbeeld door het toekomstige vliegverkeer nauwkeurig te simuleren.

Het is een langlopend, grootschalig project: Functional Airspace Blocks Europe Central (FABEC) geheten, onderdeel van de beoogde herindeling van het Europese luchtruim. Dat is nu nog deels versnipperd door de indeling in militaire oefengebieden met restricties voor verkeersvliegtuigen en delen die toegankelijk zijn voor de civiele luchtvaart. Het deels opgeknipste Nederlandse luchtruim is daar ook een voorbeeld van: vliegverkeer van en naar bijvoorbeeld Schiphol moet nu nog rekening houden met militair luchtruim in het oosten van Noord-Brabant. En omvliegen kost tijd en brandstof.

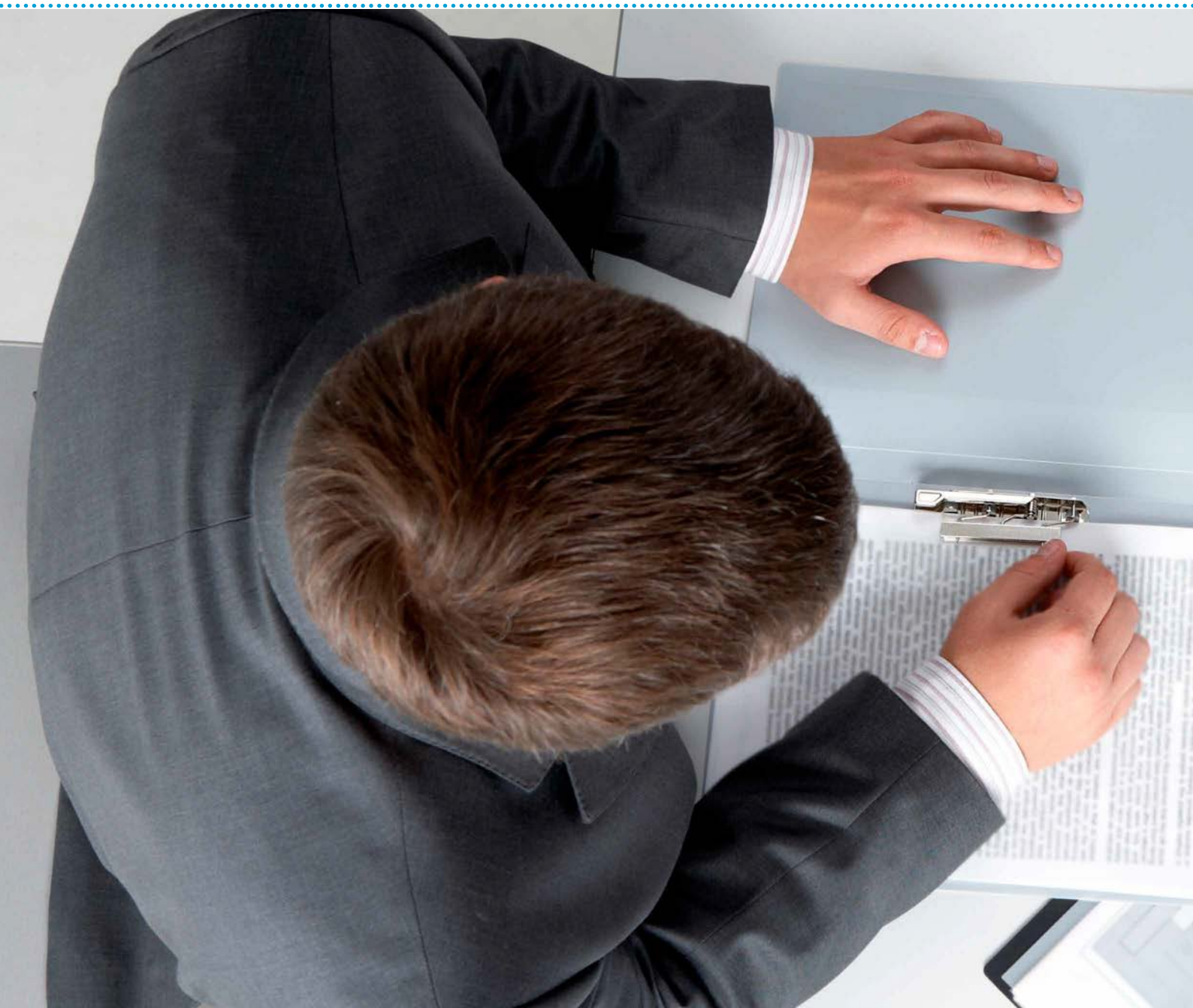
Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) en het Commando Luchtstrijdkrachten (CLSK) verzochten het NLR in 2013 door middel van simulaties te onderzoeken of een alternatieve indeling vliegoperationeel haalbaar was die én de civiele luchtvaart voordelen bood én het militaire vliegverkeer de noodzakelijke bewegingsvrijheid zou laten behouden. Door dit 'Nederlandse' project komt een slim herverkaveld, efficiënter functionerend Europees luchtruim een stap dichterbij.

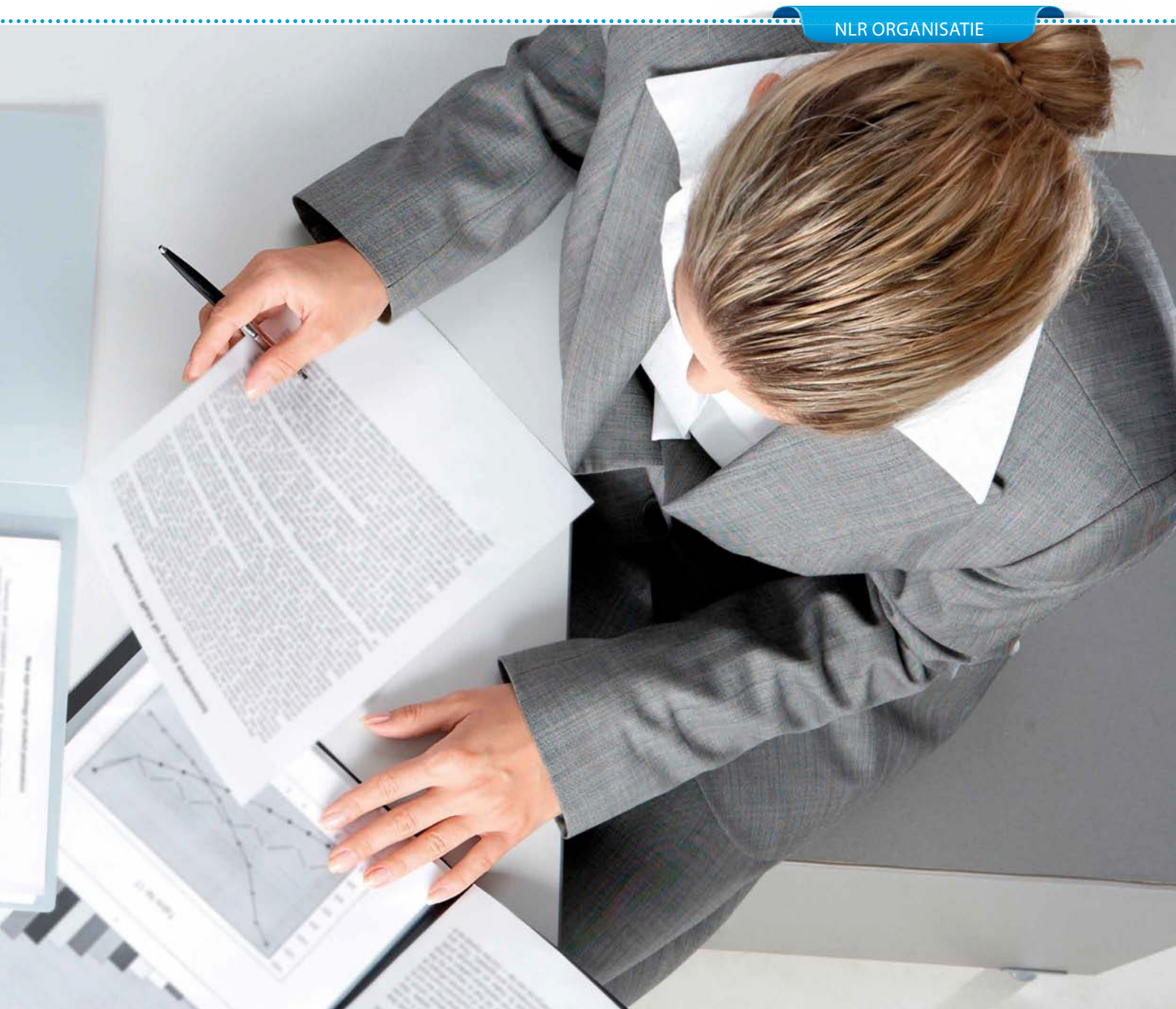
Binnen de beoogde alternatieve ordening van het Nederlandse luchtruim was een nieuw grensoverschrijdend oefengebied gepland in het noordoosten van Nederland en Duitsland, CBA-Land. Ook was, nadat civiele en militaire luchtvaartautoriteiten daarover afspraken hadden gemaakt, het militaire luchtruim

boven Noord-Brabant – vooral rondom de vliegbasis Volkel – geïntegreerd in een nieuw luchtruimblok: Central West. Deze herindeling moet, meer precies, de militaire luchtvaart toestaan om via corridors door civiel luchtruim naar CBA-land of naar een oefenterrein boven de Noordzee te vliegen, terwijl verkeersvliegtuigen kortere vliegroutes kunnen uitstippelen via het voorheen gesloten militaire luchtruim.

Alle scenario's die daaromtrent waren opgesteld door zowel LVNL als het Commando Luchtstrijdkrachten werden op de NARSIM-simulator van het NLR getoetst door gezamenlijk optredende verkeersleiders van beide organisaties. Daarbij werd niet alleen gekeken naar het integreren van militair en civiel luchtverkeer in het nieuw ingedeelde luchtruim, maar ook naar een ideale verdeling tussen aankomend en vertrekkend vliegverkeer, vooral van en naar Schiphol, door deelsectoren binnen Central West. De implicaties voor het vliegverkeer van en naar Rotterdam werden eveneens tegen het licht gehouden, net als de ideale combinaties van afhandeling door militaire en civiele luchtverkeersleiders.

Nu deze NARSIM-resultaten beschikbaar zijn kunnen ze door Eurocontrol Brétigny, het experimentele centrum van de Europese luchtverkeersleiderorganisatie in Frankrijk, worden gebruikt voor grootschaliger simulaties ten behoeve van FABEC.





NLR Organisatie

Financiële gegevens

Het NLR heeft financieel gezien een goed jaar achter de rug. 2013 werd afgesloten met een positief resultaat, wat het financieel robuuste karakter van de organisatie onderstreept. Daarmee droeg het NLR ook afgelopen jaar bij aan de continuïteit van een innovatieve Nederlandse luchtvaartsector.

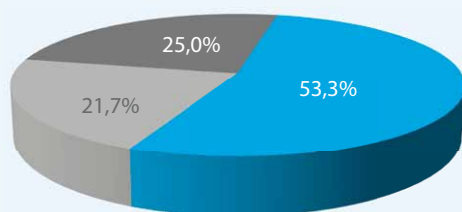
Door toegepast onderzoek te verrichten en vraaggerichte producten en diensten te ontwikkelen levert het NLR een bijdrage aan de versterking van het innovatieve en concurrerend vermogen van de Nederlandse industrie. De sterke marktorientatie van het NLR blijkt onder meer uit het feit dat ook in 2013 circa driekwart van de omzet afkomstig was uit de markt. De binnenlandse markt, onderverdeeld in een aantal voor het NLR belangrijke marktsegmenten, was goed voor circa tweederde van de opdrachten.

Tegelijkertijd nam de betekenis van de internationale markt toe. Samen met het Nederlandse bedrijfsleven en de overheid trok het NLR ook in 2013 veelvuldig de grens over. Zo illustreren de contracten die vorig jaar met Chinese opdrachtgevers werden afgesloten het belang van een gezamenlijke strategie om nieuwe opdrachten te genereren in belangrijke economische groeimarkten.

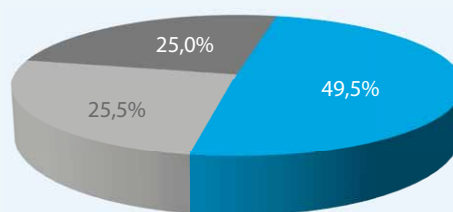
Inkomsten in 2013 in euro's:	72 miljoen
Contracten	54 miljoen (75%)
Vraaggestuurde programmering	18 miljoen (25%)

Verdeling over sectoren	
Industrie	29 miljoen (41%)
Civiele luchtvaart	14 miljoen (18%)
Defensie & Veiligheid Overheid	25 miljoen (35%)
Ruimtevaart	4 miljoen (6%)

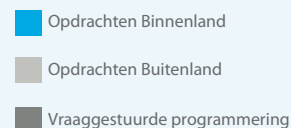
OMZETVERDELING 2012 VERSUS 2013



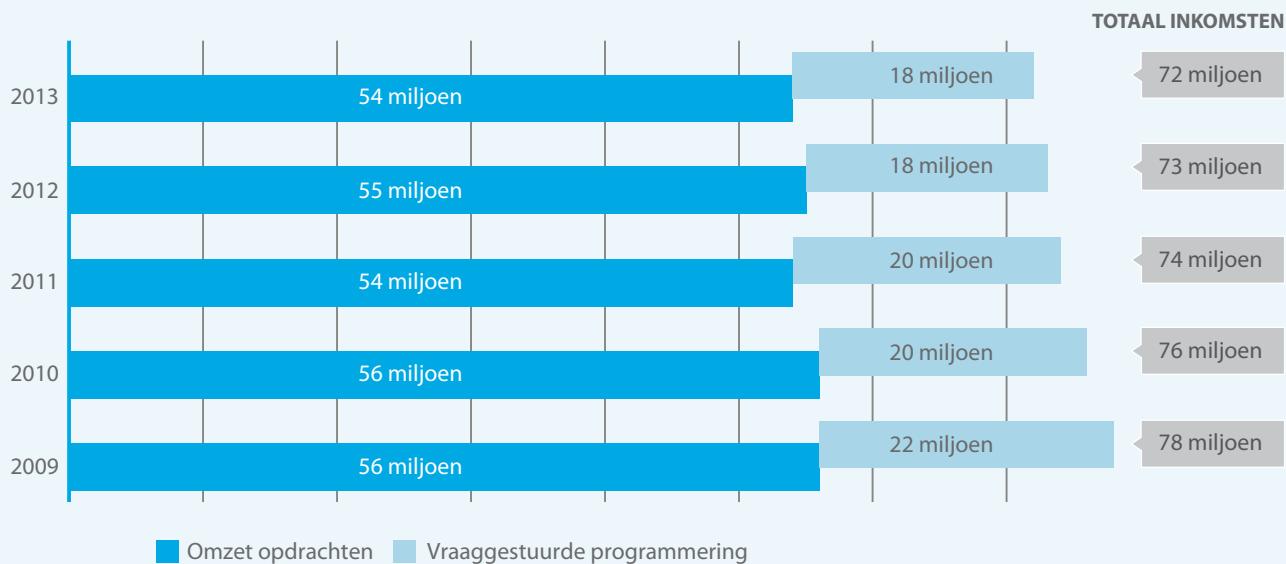
VERDELING OMZET 2012



VERDELING OMZET 2013



OMZETONTWIKKELING 2009-2013



Onze medewerkers: opleiden en ontwikkelen met een 'gouden randje'

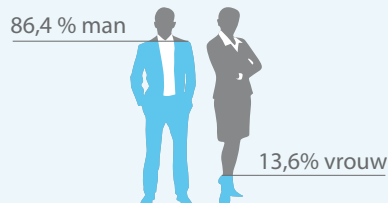
Het NLR vindt het opleiden en ontwikkelen van (toekomstige) medewerkers belangrijk. Kennis veroudert snel en de klanten verwachten dat het NLR vooroploopt in innovatieve kennisontwikkeling. Het NLR geeft hier uitvoering aan door medewerkers te stimuleren zich blijvend te ontwikkelen in hun vakgebied en competenties.

Ontwikkelen van kennis vindt ook plaats door medewerkers te detacheren bij (internationale) klanten. De NLR-kennis wordt ontwikkeld bij de klant 'thuis' en omgekeerd worden kennis en behoeften van de klant weer overgedragen aan NLR-collega's.

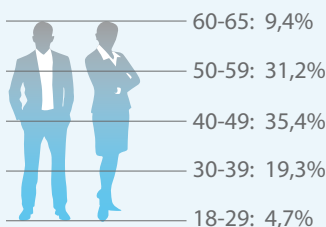
Het opleiden van gemiddeld negentig stagiairs en stagiaires per jaar draagt er toe bij dat zij later als toekomstige professionals in het bedrijfsleven of onderwijs aan de slag kunnen. Zij brengen tevens 'state of the art' kennis mee vanuit het onderwijs naar het NLR. De begeleiding van stagiairs en stagiaires zorgt voor een natuurlijke uitwisseling van kennis en ervaring tussen generaties. De Gouden Driehoek van samenwerking tussen bedrijfsleven, onderwijs en (toekomstige) professionals krijgt hierdoor een extra 'gouden randje'.



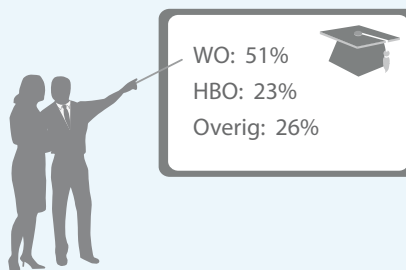
AANTAL MEDEWERKERS IN PERSONEN (INCL. DNV)



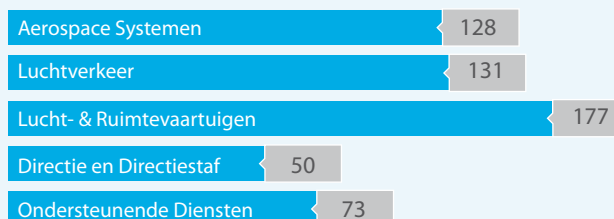
SEKSEVERDELING (EXCL. DNV)



LEEFTIJDOPBOUW (EXCL. DNV)



OPLEIDINGSNIVEAU MEDEWERKERS (EXCL. DNV)



VERDELING MEDEWERKERS IN FTE (EXCL. DNV)

*per 31 december 2013

Prijzen

De Jaap Schijve Award van het NLR en de TU Delft is vorig jaar uitgereikt aan Dr. Chris Wallbrink uit Australië tijdens het ICAF symposium in Jeruzalem. De tweejaarlijkse wetenschapsprijs wordt uitgereikt aan onderzoekers die uitmuntend onderzoek doen op het gebied van vermoeiing van luchtvaartconstructies. Hiermee leveren zij een bijdrage aan de ontwikkeling van duurzame en veilige constructies in de vliegtuigbouw.

NLR-medewerkster Nancy Bradshaw ontving verleden jaar drie awards als F-35 ITF team lid op Edwards Air Force Base in de VS. Nancy Bradshaw is namens Defensie gedetacheerd bij de F-35 Integrated Test Force (ITF) op Edwards Air Force Base (AFB).



▲ Jos Stevens met de ASME Best Technical Paper Award

Jos Stevens van het NLR heeft in 2013 samen met een aantal collega's van andere instituten binnen het Europese Clean Sky programma de '2012 Best Technical Paper Award' van het ASME International Gas Turbine Institute gewonnen. De titel van de paper was 'An Integrated approach for the multidisciplinary design of optimum rotorcraft operations'.

NLR-medewerkers Senne Sterk en Martin Nagelsmit hebben in 2013 de Science

Slam in Brussel gewonnen. De Science Slam wordt georganiseerd in het kader van het Young Researchers Event van EREA. Dit event werd voor de vijfde keer georganiseerd om jonge onderzoekers vanuit EREA partijen toekomstbestendige nieuwe ideeën te laten delen op een ludieke eigen wijze.

Benoeming

NLR-medewerker Henk Blom is vorig jaar benoemd tot hoogleraar Air Traffic Management Safety aan de faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TU Delft. Hij richt zich daar onder meer op 'agent-based safety risk analysis'. Met deze bij het NLR ontwikkelde methode kunnen de capaciteit en veiligheid van nieuwe ATM-ontwerpen bepaald worden. Naast zijn werk op het NLR werkt Henk Blom een dag per week voor de TU Delft.

Promoties

PETER BUIST

'Multi-platform Integrated Positioning and Altitude Determination using GNSS'

Peter Buist, werkzaam op de afdeling ruimtevaart van het NLR, heeft zijn promotie-onderzoek met succes verdedigd. Het proefschrift gaat over precieze relatieve plaatsbepaling met behulp van Global Navigation Satellite System, de generieke term voor systemen als GPS en Galileo. Peter is begeleid door Prof. dr. ir. P.J.G. Teunissen van de TU Delft.

ROBBERT-JAN MERK

'Making Enemies: Cognitive modelling for opponent agents in fighter pilot training simulators'

Robbert-Jan Merk heeft op de afdeling Training, Simulatie en Operator Performance promotieonderzoek gedaan. Het proefschrift gaat over het verbeteren

van computergestuurde tegenstanders in tactische trainingssimulaties voor gevechtsvliegers. Robbert-Jan is begeleid door Prof. dr. Jan Treur, hoogleraar Kunstmatige Intelligentie (VU-Amsterdam) en dr. ir. Jan Joris Roessingh (NLR).

MARTIN NAGELSMIT

'Fibre Placement Architectures for Improved Damage Tolerance'



In zijn onderzoek heeft Martin Nagelsmit getracht het schadegedrag van composieten te verbeteren door gebruik te maken van de nieuwe ontwerp mogelijkheden die de 'fibre placement' machine van het NLR biedt. Dit heeft geresulteerd in zogenaamde AP-PLY vezel architecturen, waar inmiddels ook een octrooi op is verleend. Martin is werkzaam als R&D Engineer bij de afdeling Structures Technology waar hij onder anderen de AP-PLY techniek verder zal ontwikkelen. Martin is begeleid door dr. Kassapoglou en Prof. dr. Zafer Gürdal (TU Delft) en Bert Thuis (NLR).

JOHANNA SLOT

'Crossing Boundaries: Involving External Parties in Innovation'

Het proefschrift gaat over de invloed van de betrokkenheid van klanten tijdens de ontwikkeling van nieuwe technologie voor nieuwe producten. Johanna Slot is begeleid door Prof. dr. Inge Geyskens en dr. Stefan Wuyts (Universiteit van Tilburg) en Louis Aartman (NLR).

ELWIN VAN 'T WOUT

'Stability, accuracy, and robustness of the time domain integral equation method for radar scattering analysis'

Elwin van 't Wout heeft op de afdeling Flight Physics & Belastingen promotie-onderzoek gedaan. Het proefschrift gaat over numerieke methoden voor het berekenen van verstrooiing van elektromagnetische golven. Elwin is begeleid door Prof. Kees Vuik (TU Delft), Duncan van der Heul (TU Delft, ex-NLR) en Harmen van der Ven (NLR).

Overeenkomsten

Het NLR heeft in 2013 diverse overeenkomsten en contracten getekend met partners in Nederland, Europa en buiten Europa. Zo ondertekende het een Technical Arrangement over 'Military Use of Space' met Noorwegen. Voor het NLR betekent dit dat het gaat werken aan de militaire toepassingen van Space-based Geospatial Intelligence, Satellite Communications, Satellite Navigation, Space Situational Awareness en MicroSat Mission Concepts.

Daarnaast heeft het NLR verschillende contracten ondertekend met Chinese partners, zoals een contract met Aviation Industry Corporation of China (AVIC) met als doel AVIC te ondersteunen met het opzetten van een Air Traffic Management (ATM) onderzoekslaboratorium.

Ook ondertekende het NLR een contract met COMAC/SADRI, met als doel COMAC te ondersteunen bij de certificatie van het C919 vliegtuig voor natte of besneeuwde start- en landingsbanen. Het NLR zal COMAC (Commercial Aircraft Corporation of China) /SADRI (Shanghai Aircraft Design) tevens assisteren bij het verkrijgen van de



▲ Marja Eijkman (NLR), Qin Fugang (Bastri), Minister Ploumen, Ambassadeur Jacobi, Georg Eitelberg (DNW), Wang GuangQiu (Bastri)

certificatie voor de C919 en een training verzorgen over hoe je Flight Test programma's en certificatie kunt uitvoeren van vliegtuigen op deze zogenaamde 'contaminated runways'.

De Duits-Nederlandse Windtunnels (DNW), de Technische Universiteit Delft (TUD) en het NLR tekenden een samenwerkingsovereenkomst met COMAC-BASTRI, de research-tak van COMAC. De strategische samenwerking bestrijkt een periode van tien jaar en is een goed voorbeeld van samenwerking tussen Nederlandse wetenschaps-, onderzoeks- en kennisorganisaties in hun streven om samen verbintenissen aan te gaan met buitenlandse R&D-partijen. In het samen-



▲ NLR Financieel Directeur Leo Esselman en CEGIS Directeur Mr Waji Ullah na het tekenen van het MoU

werkingsverband is ook de Nederlandse industrie betrokken.

Tijdens de Paris Air Show tekenden DLR en NLR een MoU over gezamenlijke ontwikkeling van geavanceerde composieten.

Een ander voorbeeld is de ondertekening van een MoU (Memorandum of Understanding) met Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi (BPPT), een onderzoeksinstituut uit Indonesië waar 3000 mensen werken. Deze MoU is primair gericht op strategische samenwerking gedurende vijf jaar op het gebied van lucht- en ruimtevaart.

Het NLR heeft ook een MoU met CEGIS uit Bangladesh getekend om wetenschappelijke en technische samenwerking te versterken op het gebied van ruimte-technologie en afgeleide toepassingen, aardobservatiegegevens toepassingen en data management strategieën. Daarnaast worden de commerciële mogelijkheden verkend op gebieden als projecten en studies over klimaatverandering, klimaatadaptatie, ramp- en risicomitigatie en -bestrijding en geïntegreerde milieu-analyses in Bangladesh.

Tot slot heeft het NLR een MoU ondertekend met KOTI, het Koreaanse Transport Instituut. De overeenkomst heeft een looptijd van vijf jaar en behelst het stimuleren van samenwerking op het gebied van transport.

Accreditaties

Het NLR is door het Europese luchtvaartveiligheidsagentschap EASA als 'Qualified Entity' geaccrediteerd. Het NLR heeft zijn processen ingericht op basis van de strenge Europese regels waar een Qualified Entity aan moet voldoen. Speciaal geselecteerde experts van het NLR mogen complete certificatietrajecten namens EASA uitvoeren en het agentschap adviseren omtrent specialistische (certificatie)vraagstukken.

Van het Franse Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen ontving het NLR een CIR-accreditatie, een Frans keurmerk voor instellingen en organisaties die hun kwaliteiten op het gebied van R&D bewezen hebben. De Crédit d'Imp t Recherche -CIR is gericht op Franse bedrijven die hun R&D uitbesteden aan organisaties zoals het NLR. Het NLR heeft de CIR-erkenning verkregen naar aanleiding van het onderzoekswerk voor het Franse SNECMA (Société Nationale d'études et de Construction de Moteurs d'Aviation).

Faciliteiten

De faciliteiten van het NLR vormen, samen met de kennis en kunde in de hoofden van de medewerkers de basis voor

het toegepast onderzoek van het NLR. In 2013 is een nieuwe faciliteit geopend, de 3D-SLM printer, waarmee ter plekke complete metalen onderdelen voor vliegtuigen en helikopters vervaardigd kunnen worden. Deze productiemethode biedt grote voordelen ten opzichte van conventionele productietechnieken, zoals minder afval, gewichtreductie en toename in ontwerpvrijheid. SLM of 'Selective Laser Melting' is een programma dat tot in detail afgestemd kan worden op de technologievragen en wensen vanuit de industrie. Het vierjarige SLM-programma zal worden opgezet als Publiek Private Samenwerking (PPS) en uitgevoerd worden als een Joint Industrial Participation (JIP) programma. Als zodanig sluit het direct aan bij het Topsectorenbeleid van de overheid.

In 2013 is tevens het nieuwe zichtstelsel van de NARSIM-verkeerstoresimulator in gebruik genomen. De 17 WUXGA projectoren geven de verkeersleider een nog realistischer buitenbeeld. Ten opzichte van het oude zichtstelsel is de resolutie verviervoudigd waardoor ook kleine vliegtuigen, stopbars en lichtbegeleiding veel beter te zien zijn. Daarnaast zijn ook lichtsterkte en contrast aanzienlijk verbeterd.

GRACE is de cockpitsimulator van het NLR. De installatie van een nieuw projectiesysteem en onderliggende software is een belangrijke verbetering voor het realiteitsgehalte van Generic Research Aircraft Cockpit Environment-GRACE. De WIDE VISUAL maakt het testen van complexere manoeuvres mogelijk, wat bijdraagt aan de veiligheid van de luchtvaart.

MUST is een experimenteel grondstation voor het begeleiden van onbemande systemen vanaf de grond. Met MUST kunnen allerlei aspecten van UAS operaties onderzocht worden, zoals crew concepts, human factors en luchtruim-integratie. In 2013 is een koppeling gemaakt met de serious game VBS2 zodat deze benut kan worden als scenario generator en CGF tool. Andere vernieuwingen zijn de implementatie van een 3D dynamische map display en een flexibel vliegmodel, zowel geschikt voor fixed-wing als multi-rotor platformen. Tenslotte zijn consoles gemaakt voor een verbeterde 'look and feel'.

Handelsmissies

Het NLR nam afgelopen jaar deel aan de Nederlandse handelsmissie naar Rusland. De handelsmissie stond onder leiding

►
*Het nieuwe zichtstelsel van de
NARSIM-verkeerstoresimulator
met 17 projectoren en spiegels*



van Lilianne Ploumen, Minister van Buitenlandse Handel en Ontwikkelings-samenwerking. Het NLR nam deel aan de missie als lid van de DASR (Dutch Aviation Solutions Russia), een samenwerkingsverband van Nederlandse bedrijven op



▲ Minister Lillianne Ploumen tijdens de handelsmissie in Rusland

het gebied van luchtvaart. Het doel van het NLR in DASR verband is de Russische luchtvaart stakeholders te ondersteunen bij het verbeteren van de operationele kwaliteit en continuïteit van het Russische luchttransport.

Het NLR maakte eveneens deel uit van de Nederlandse handelsmissie naar China. Naast ondernemingen als Philips en Shell was ook het Nederlandse luchtvaart-cluster vertegenwoordigd met o.a. KLM,

Fokker en het NLR. De missie stond onder leiding van Minister-President Mark Rutte en Minister Lilianne Ploumen van Buitenlandse Handel en Ontwikkelings-samenwerking en werd gecoördineerd door het Ministerie van EZ. Het doel van de missie was om op regeringsniveau de samenwerking te intensiveren op het gebied van de civiele lucht- en ruimtevaart.

EU-partners

Het NLR neemt deel aan Europese luchtvaartprojecten die bedoeld zijn om de veiligheid voor passagiers en bemanningsleden te verbeteren, de impact op het milieu te verminderen en de capaciteit van het luchtruim en de luchthavens te vergroten. De kennis die het NLR in het kader van deze projecten opdoet, maakt deel uit van de beantwoording van vragen van de Nederlandse overheid en het bedrijfsleven.

Zo is het Europese programma Clean Sky gericht op de ontwikkeling van baanbrekende technologie voor het verbeteren van de milieuprestaties van vliegtuigen. Dit zal resulteren in stillere en zuinigere vliegtuigen. De onderzoeksactiviteiten die NLR binnen Clean Sky onderneemt

vinden altijd plaats in samenwerking met het Nederlandse bedrijfsleven. Samen wordt er gewerkt aan de ontwikkeling van een nieuw onderdeel voor het volgende nieuwe vliegtuig of de nieuwe helikopter van Airbus, Dassault, Agusta Westland en andere grote Europese bedrijven.

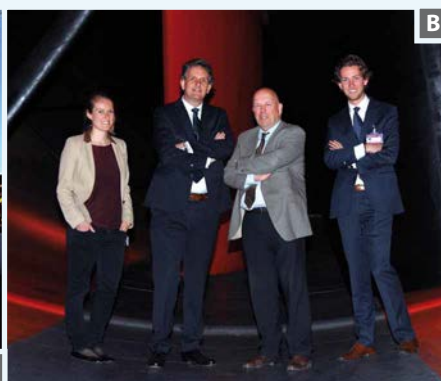
Door de NLR-deelname in SESAR, het Europese Single European Sky ATM Research programma, draagt het NLR eraan bij dat de milieudoelstellingen voor het gemeenschappelijke Europese luchtruim worden behaald.

Het NLR werkt op internationaal niveau samen met verschillende partners. Zo werkt het samen met het Duitse DLR binnen AT-One aan onderzoek op het gebied van Air Traffic Management en werkt het binnen DNW en ETW samen op het gebied van windtunnels. Daarnaast heeft het NLR nauwe contacten met andere onderzoeksinstituten via EREA, de vereniging van luchtvaartonderzoeksinstituten in Europa. Samen met deze partners werkt het NLR aan innovaties in opdracht van de Europese Commissie, de ESA en ESA.



“Als ik op reis ga naar de ruimte neem ik altijd wat te lezen mee”

Tijdens de PromISse ruimtemissie van André Kuipers in 2012 hebben NLR-engineers veel experimenten van zijn missie operationeel begeleid vanuit Noordwijk. Ruimtevaart, zowel ‘upstream’ als ‘downstream’ is een belangrijk aandachtsgebied voor toegepast onderzoek van het NLR. De foto links is onlangs vrijgegeven voor publicitaire doeleinden.



A Ineke Dezentjé Hamming-Bluemink (7 februari)
Ineke Dezentjé Hamming-Bluemink, voorzitter
FME-CWM in de GRACE cockpit

Corien Wortmann-Kool (15 februari)
Lid Europees Parlement



B Ronald Vuijk (11 maart)
Ronald Vuijk, kamerlid VVD in de DNW windtunnel

Jan van Run (22 maart)
Gedeputeerde Noord-Holland



C Theo Rietkerk (5 april)
Theo Rietkerk, gedeputeerde van de provincie Overijssel
krijgt uitleg over de Fibre Placement machine



D Ton Elias en Anne-Wil Lucas-Smeerdijk (15 april)
Ton Elias, kamerlid VVD krijgt uitleg bij de
VCNS-geluidsimulator

Kees Verhoeven (14 juni)
Kamerlid D66

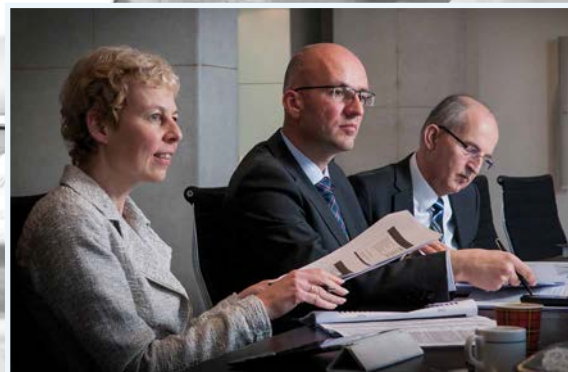


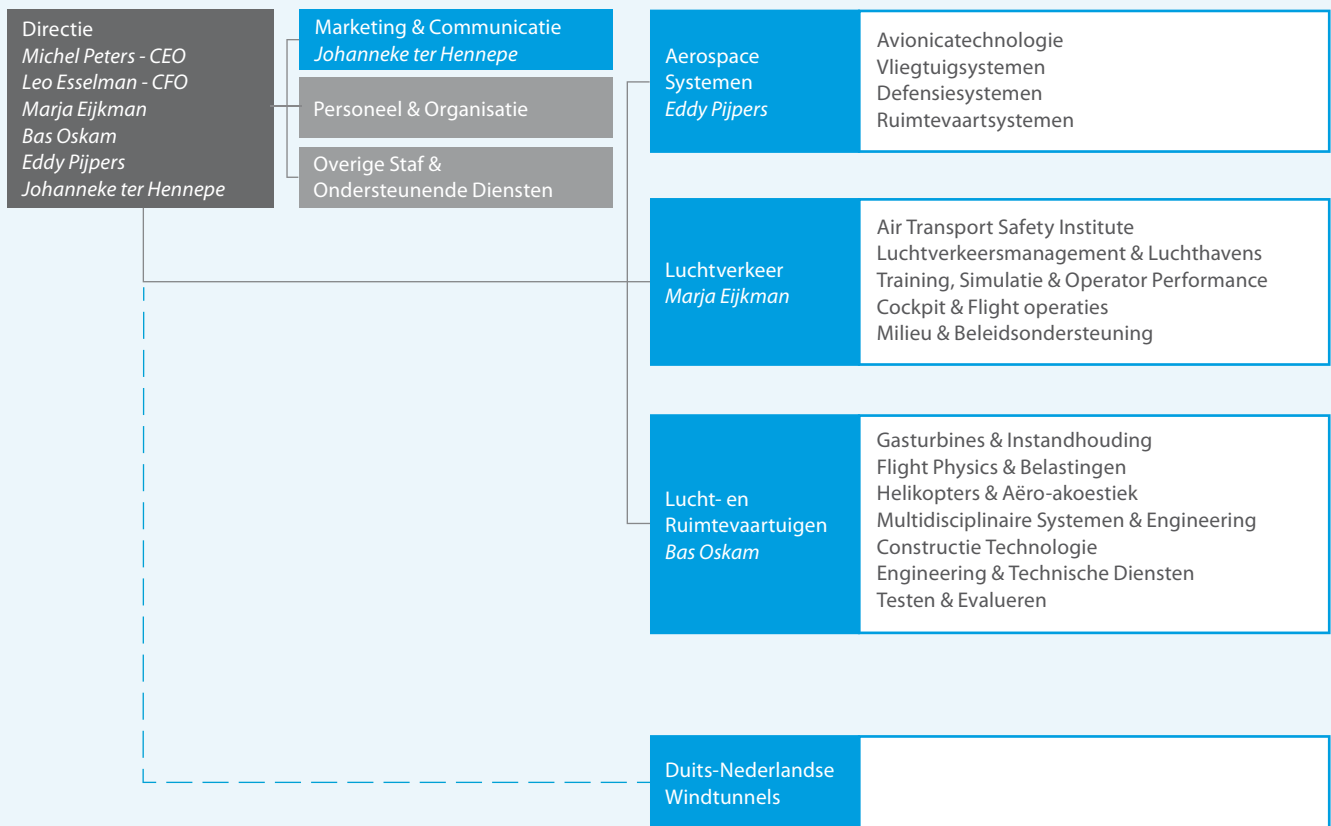
E Karla Peijs (9 juli)
Karla Peijs, voorzitter NIDV in het UASlab

Bernard Wientjes (15 augustus)
Voorzitter VNO-NCW



F Elbert Dijkgraaf (27 september)
Elbert Dijkgraaf, Kamerlid SGP maakt kennis
met de VCNS-geluidsimulator





▲ **Leden van het NLR-directieteam:**

V.l.n.r. Marja Eijkman (Divisiemanager Luchtverkeer), Collin Beers (Divisiemanager Lucht- en Ruimtevaartuigen per 15 feb. 2014), Bas Oskam (Divisiemanager Lucht- en Ruimtevaartuigen), Leo Esselman (Financieel Directeur), Michel Peters (Algemeen Directeur), Johanneke ter Hennepe (Chief Marketing Officer), Eddy Pijpers (Divisiemanager Aerospace Systemen).

*per 31 december 2013

NLR: excellente kennisorganisatie met een menselijk gezicht

Het NLR heeft financieel gezien een goed jaar achter de rug. Dat toont eens te meer de veerkracht en levensvatbaarheid van het NLR en het geeft een duidelijk beeld van de maatschappelijke en economische meerwaarde van deze kennisorganisatie.

De zwarte cijfers verhullen echter niet dat de positieve balans grotendeels gerealiseerd is door een scherpere kostenbewaking, terwijl de omzet enigszins is achtergebleven bij de begroting. De Raad van Toezicht heeft zich dientengevolge gebogen over de vraag in hoeverre in 2014 en in de jaren daarna een orderportefeuille gerealiseerd kan worden die in lijn is met de begroting. Met genoegen heeft de Raad van Toezicht vervolgens geconstateerd dat het eind 2013 gepresenteerde NLR Strategieplan 'Samen verder' daartoe de benodigde handvatten biedt.

In het NLR-Strategieplan 'Samen verder', dat tot stand is gekomen in breed overleg met de stakeholders, zijn de strategische lijnen voor de jaren 2014-2018 vastgelegd. De Raad van Toezicht is van mening dat in het plan duidelijke aandachtsgebieden zijn benoemd en dat het plan vanuit eigen kracht en met visie geschreven is. De vervolgstap is het in kaart brengen van de operationele consequenties en de eisen die het plan stelt aan de interne organisatie en de medewerkers. De eindconclusie van de Raad van Toezicht is dat het NLR-Strategieplan een solide basis vormt voor het NLR om oplossingen aan te dragen voor de uitdagingen waarvoor onze stakeholders zich in 2014 en de jaren daarna gesteld zien.

In 2013 is het ontwerptraject van de wijziging van de pensioenregeling voor het NLR voortgezet. De Raad van Toezicht heeft er op toegezien dat aan alle zorgvuldigheidseisen is voldaan, zoals het tijdig en volledig informeren van de medewerkers en het direct bij het traject betrekken van de Ondernemingsraad. Daarbij konden de individuele leden van de Raad van Toezicht de nodige kennis en ervaring inbrengen. De Raad van Toezicht heeft tot slot geconstateerd dat de NLR organisatie voldoende geëquipeerd is om het ontwerptraject van een aangepaste pensioenregeling tot een goed einde te brengen, in de zin dat de regeling bijdraagt aan de continuïteit van een levensvatbare en financieel gezonde organisatie.

Een belangrijk agendapunt betrof de nieuwbouw van het NLR. De Raad van Toezicht heeft de investeringsbegroting voor de nieuwbouwplannen begin 2013 goedgekeurd. Dat betekende dat in de vorige zomer begonnen is met de sloopwerkzaamheden in Amsterdam en dat de nieuwbouw voor Amsterdam is aanbesteed.



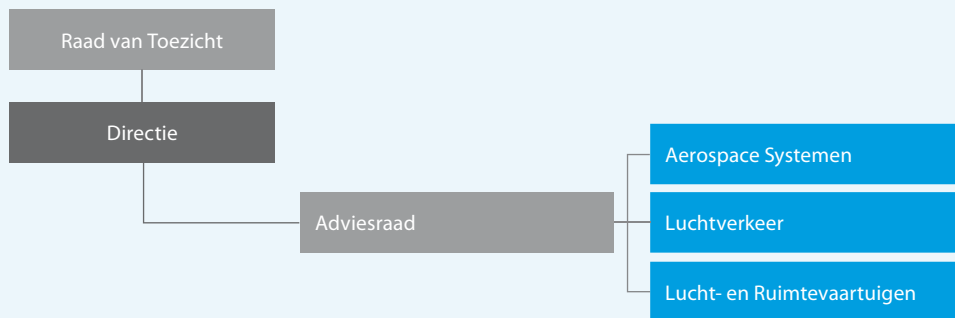
▲ Sloopwerkzaamheden in Amsterdam volop in gang

In 2013 heeft de Raad van Toezicht meer aandacht besteed aan een aantal specifieke onderwerpen, zoals maatschappelijk verantwoord ondernemen en het financiële reilen en zeilen in de huidige economisch omstandigheden. Hierdoor hebben we onze rol en verantwoordelijkheid nog meer gestalte gegeven en haakten we aan bij de maatschappelijke ontwikkelingen rondom 'good governance'.

Het NLR manifesteert zich sinds jaar en dag als een kennisorganisatie die midden in de samenleving staat en veel waarde hecht aan maatschappelijk bewust ondernemen. Dat komt onder meer tot uitdrukking in de structurele sponsorrelatie met AMREF. Daarnaast heeft het NLR ook in 2013 fondsen ter beschikking gesteld ten behoeve van initiatieven van medewerkers op het gebied van 'goede doelen' of de mogelijkheid geboden vrijwilligerswerk te doen onder werktijd. De Raad van Toezicht hecht zeer aan dergelijke activiteiten.

Het NLR heeft ook in 2013 een substantiële bijdrage geleverd aan het versterken van de innovatieve kracht en het concurrerend vermogen van de luchtvaartindustrie in Nederland en aan het realiseren van maatschappelijke en beleidsmatige doelstellingen van de overheid. De Raad van Toezicht gaat er van uit dat volgend jaar dezelfde conclusie kan worden getrokken als nu: het NLR is een excellente kennisorganisatie met een menselijk gezicht en een mondiale statuut, die tegelijkertijd met beide voeten op Nederlandse bodem staat.

Voorzitter Raad van Toezicht,
Arie Kraaijeveld



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
 Drs. P.M.L. Ykema- Weinen

Adviesraad

Dr. ir. A.W. Veenman (Voorzitter)
 Prof.dr.ir. A. de Boer
 Cdre. ir. E.C.G.J. van Duren
 Dhr. P.J.Th. Elbers
 Ir. E.E.G. Geurtsen
 Drs. R.W. Huyser
 Lt-Gen b.d. J.H.M.P. Jansen
 Drs. A. de Jong
 Ir. P.J. Keuning
 Dr. G. Nieuwpoort

J.P.M. Noordeloos
 Prof. dr. ir. G. Ooms

Ing. W.G.J. Pasteuning
 Dr. Ir. P. Riemens
 Mr. dr. J.T.M. Rokx
 Lt-Gen b.d. D. Starink
 Ing. J.H. Wilbrink

Voormalig president - directeur Nederlandse Spoorwegen
 Universiteit Twente – Adviescomm. Lucht- en Ruimtevaartuigen
 Ministerie van Defensie (DMO)
 KLM
 Ministerie van Economische Zaken
 Ministerie van Infrastructuur en Milieu
 Maastricht Upper Area Control Centre
 Dutch Space
 Ministerie van Defensie
 Ministerie van Economische Zaken/
 Netherlands Space Office (NSO)
 Schiphol Group
 TU Delft / J.M. Burgerscentrum -
 Adviescomm. Aerospace Systemen (vz.)
 Fokker Technologies
 LVNL
 Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap
 Netherlands Aerospace Group (NAG)
 Ministerie van Infrastructuur en Milieu /
 Adviescomm. Luchtverkeer (vz.)

Adviescommissie Aerospace Systems

Prof. dr. ir. G. Ooms (Voorzitter)

TU Delft / J.M. Burgerscentrum

Drs. E. Bongers

Dutch Space

Prof. dr. E.K.A. Gill

TU Delft / Faculteit Luchtvaart- en
Ruimtevaarttechniek

Lt-Kol T. Haringa

Ministerie van Defensie / CLSK/DML

Ing. M. Jozic

KLM Engineering & Maintenance

Ir. M.G.M. Koning ter Heege

Thales Nederland

Drs. ir. H.J.M. van Leeuwen

RVO.nl / NL Innovatie Luchtvaart

Ing. K. Nuyten

Fokker Elmo

Drs. N.J. van Putten

Netherlands Space Office / Divisie
Technologie en Industrie

Prof. dipl-ing. H. Stoewer

Space Associates SAC

Prof. dr. ir. E. Theunissen

TU Delft / Faculteit Elektrotechniek,
Wiskunde en Informatica

Kol D.J. Traas MSc

Ministerie van Defensie / OBBP

Adviescommissie Luchtverkeer

Ing. J.H. Wilbrink (Voorzitter)

Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Kol R.P.J. Adang

Ministerie van Defensie / Commando
Luchtstrijdkrachten

Prof. dr. R. Curran

TU Delft / Faculteit Luchtvaart- en
Ruimtevaarttechniek

Dr. Ir. J. Daams

LVNL / Strategy & Performance

Ir. R.J. Karelse

Ministerie van Defensie / DMO

Ir. G.C. Klein Lebbink

Ministerie van Economische Zaken

Ir. D.A. Krabbendam

NACO / Managing Director

Ir. M.J.T. van der Meer

Schiphol Group

Prof. dr. ir. J.A. Mulder

TU Delft / Faculteit Luchtvaart- en
Ruimtevaarttechniek

Mw. Mr. J. Prins MA

Ministerie van Infrastructuur en Milieu

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

Rijksuniversiteit Groningen

Ir. J. Terlouw

HITT / Business Unit Aviation

Ing. R.J.F. Verschoor

Transavia.com / Technical Pilot B737NG

Prof. dr. J.H.M. Vroomen

Tilburg University / School of Social and
Behavioral Sciences

Kol ir. P.J.H.H. de Witte

Ministerie van Defensie / Commando
Luchtstrijdkrachten

Adviescommissie Lucht- en Ruimtevaartuigen

Prof. dr. ir. A. de Boer (Voorzitter)

Universiteit Twente / Faculteit Construe-
rende Technische Wetenschappen

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

Lt-Kol ir. T. Frieswijk

Ministerie van Defensie / DMO

Ing. H. Hendriks

Ministerie van Defensie / Missie Onder-
steuning

Prof. dr. ir. A. Hirschberg

TU Eindhoven / Faculteit Technische
Natuurkunde

Prof. dr. ir. H.W.M. Hoeijmakers

Universiteit Twente / Faculteit Construe-
rende Technische Wetenschappen

Ir. M. Kremers

Airborne International

Drs. ir. H.J.M. van Leeuwen

RVO.nl / NL Innovatie Luchtvaart

Ir. A.R. Offringa

Fokker Aerostructures

Lt-Kol ir. J. de Rooij

Ministerie van Defensie / Vliegbasis
Leeuwarden

Dr. ir. A. Verbeek

DutchAero Services

Prof. dr. ir. S. van der Zwaag

TU Delft / Faculteit Luchtvaart- en
Ruimtevaarttechniek

Samenstelling:

NLR Marketing & Communicatie

Vormgeving & productie:

NLR Multimedia Groep

Fotografie:

cover: © Matt - Manchester Photography Group
pag 4-5: © www.sxc.hu
pag 9: © Rolls-Royce
pag 14: © ESA
pag 15: © ISIS
pag 16: © LAGG
pag 17: © volker rosendahl/tvbmedia
pag 20-21: © Lockheed Martin, Samuel King Jr.
pag 22: © Lockheed Martin
pag 24: © David Monniaux
pag 25: © Frank Crébas / Bluelife Aviation
pag 42: © Belgocontrol. 2014. All rights reserved
pag 43: © Giorgio Adamo
pag 48-49: © zcool.com
pag 54: © Netherlands Office for Science & Technology
pag 56: © NLR 2013
pag 56: © ESA

Druk:

drukkerij WC den Ouden





Binnen het Platform Unmanned Cargo Aircraft werken overheid, industrie, universiteiten en het NLR aan de ontwikkeling van onbemande vrachtvliegtuigen voor continentaal en inter-continentaal vrachttransport. Het platform richt zich in eerste instantie op een vrachtcapaciteit tot tien ton.

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 - mei 2014

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 640 medewerkers;
- 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 72 miljoen euro, waarvan ruim 54 miljoen euro aan contract research.

