

ADA

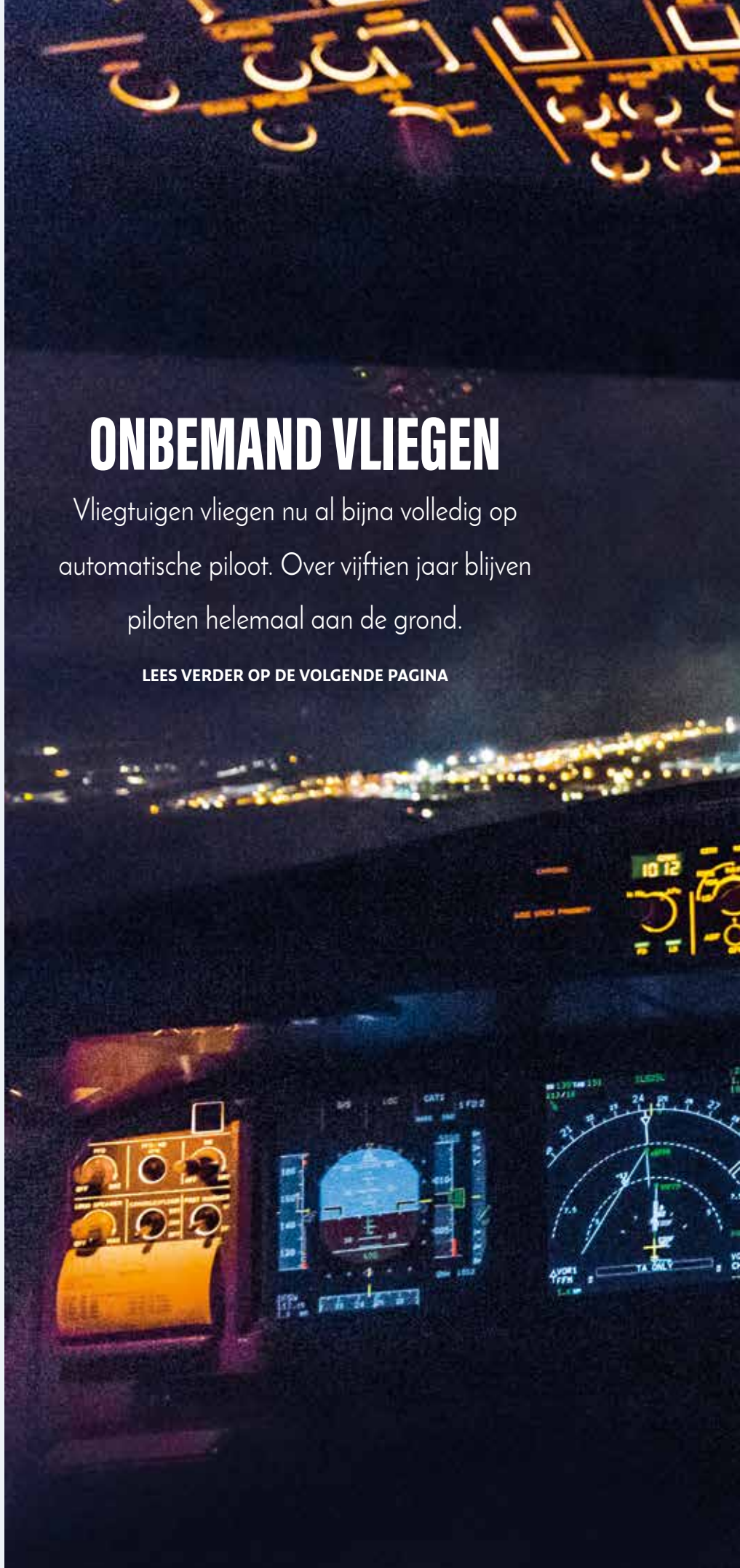
Voor wie van
coole dingen houdt

Ada Lovelace schreef in 1843 het eerste 'computerprogramma', erg bijzonder in een tijd waarin wetenschap uitsluitend een mannenzaak was. In *Eos* staat ze borg voor de laatste technologische snuffjes, én voor durf en avontuur.

ONBEMAND VLIEGEN

Vliegtuigen vliegen nu al bijna volledig op automatische piloot. Over vijftien jaar blijven piloten helemaal aan de grond.

LEES VERDER OP DE VOLGENDE PAGINA





Een Airbus 320 in de luchthaven van Frankfurt.



De risico's van onbemand vliegen

This is your computer speaking

Passagiersvliegtuigen zijn goedkoper zonder piloten. De Zwitserse bank UBS berekende dat de luchtvaartsector jaarlijks 35 miljard dollar kan besparen door over te schakelen op onbemande toestellen. Met Boeing en Airbus aan boord komt de technologie dichterbij dan ooit. Maar willen we ons leven wel toevertrouwen aan een autonome boordcomputer?

Het is een cliché in de luchtvaart: wanneer er een ongeluk gebeurt, ligt de schuld *altijd* bij de piloot. Een beetje cynisch wordt daar dan meestal aan toegevoegd dat hij zich niet meer kan verdedigen. De piloot is een makkelijke zondebok. *Hij* zat aan de knoppen en *hij* was de laatste soldaat in een lange lijn van preventieve maatregelen die misliepen. Voor de vliegtuigindustrie is het eenvoudiger om één persoon de zwartepiet toe te spelen dan om een heel productieproces te herzien. Vandaag zijn vliegtuigen hybride systemen die noch manueel, noch

volautomatisch bestuurd worden. De piloot zit erbij als een supervisor die enkel moet ingrijpen wanneer de computer vastloopt. Hoe minder vaak de piloot dat moet doen, hoe groter het risico dat zijn ingreep ongelukkig is. Het is één van de paradoxen van de automatisering. Nederlands luchtvaartspecialist Joris Melkert (TU Delft) drukt het als volgt uit: 'In drie vierde van de onderzochte ongevallen stelden experts vast dat de piloot aan de oorzaak lag. Dat hij foute beslissingen heeft gemaakt. Maar bij deze vaststelling geldt één grote disclaimer: we hebben geen statistieken

over al die keren dat piloten wél de juiste beslissing hebben genomen en juist daardoor een ongeluk vermeden.'

Kan u een voorbeeld geven?

Melkert: 'Het bekendste voorbeeld is dat van het 'mirakel op de Hudson' in 2009. Piloot Chesley Sullenberger zette een Airbus 320 neer op het water nadat hij twee motoren verloren was na een zogenaamde bird-strike. (Melkert verwijst naar US Airways-vlucht 1549, waarover Clint Eastwood de film *Sully* maakte, met Tom Hanks in de hoofdrol). 'Een boordcomputer zou in zo'n situatie nooit beslist heb-



Tom Dieusaert is freelance-journalist en auteur van *Computer Crashes. When Airplane Systems Fail*. Hij woont in Buenos Aires.

ben om op het water te landen. Hij zou waarschijnlijk koers hebben gezet naar het dichtstbijzijnde vliegveld. Alleen zou het vliegtuig niet tot La Guardia geraakt zijn.'

'Als het om een voorspelbaar probleem gaat, maakt een computer ongetwijfeld vaker dan ons de beste keuze. Maar als het om niet te voorspellen problemen gaat, dan toont de mens zich oneindig veel inventiever. Nu, bij het mirakel op de Hudson zaten alle omstandigheden mee: er was nagenoeg geen wind, waardoor er bijna geen golven waren op het water. Sullenberger had die dag ook een goede zichtbaarheid.'

We bevinden ons in een tussenperiode tussen de manuele vlucht en de automatische vlucht. Wanneer denkt u dat een werkelijk onbemand vliegtuig ons van Brussel naar Barcelona gaat brengen?

'Het klopt dat vliegtuigen vandaag nagenoeg volledig automatisch vliegen. Een piloot vliegt nog amper 5 à 6 minuten manueel, de rest is voor de rekening van de automatische piloot. Toch denk ik dat het nog minstens vijftien jaar zal duren vooraleer we volledig onbemande vliegtuigen krijgen. Vliegtuigbouwers moeten ze nog ontwikkelen, en daarna volgen nog veiligheidstests.'

Wie gaat erop toezien dat deze onbemande vliegtuigen veilig zijn?

'Daarvoor bestaan de EASA (European Aviation Safety Agency) en andere zogeheten certifierende agencys. Elk jaar maken zij hun veiligheidsvoorwaarden strenger.'

'Meer nog dan technische veiligheid denk ik dat vliegtuigbouwers voor een psychologische drempel staan. Vandaag lijkt het me nog erg moeilijk om passagiers te overtuigen om op een onbemand toestel te stappen. Boeing en Airbus zullen het menselijke langzaam moeten afbouwen. Vergeet niet dat er op de eerste vliegtuigen vijf bemanningsleden waren: een commandant, een co-piloot, een boordwerktuigkundige of boordingenieur, een navigator en een marconist, de communicatieverantwoordelijke. Nu heb je nog twee volwaardige piloten. Zij hebben een identiek commando. Ik kan me voorstellen dat er in de toe-

IN HET KORT

Vliegtuigbouwers Boeing en Airbus zetten in op onbemand vliegen.

•

Experts schatten dat piloten binnen 20 jaar uit de cockpit verdwijnen.

•

Luchtvaart wordt daarmee goedkoper, maar niet noodzakelijk veiliger.

komst één piloot verdwijnt, terwijl er een 'halve' piloot in een container op de grond komt. Om die verandering door te voeren, moeten fabrikanten hun huidige generaties vliegtuigmodellen vervangen. Die zijn ontwikkeld voor twee paar ogen, oren en handen.'

Als er straks helemaal geen piloot meer in de cockpit zit, wie hebben we dan om een eventueel softwareprobleem met de boordcomputers op te lossen?

'Als je daarmee te maken krijgt, is het de vraag of iemand het überhaupt nog opgelost kan krijgen, in de lucht of op de grond. Bij een softwareprobleem gaat het ook om een menselijke fout. Iemand heeft die software geschreven. Als er iets inziet wat daar niet had moeten zitten, is dat zijn verantwoordelijkheid. Software is mensenwerk en de autoriteiten die controleren zijn ook maar mensen.'

LABORATORIUM

Ivan Becuwe, opleidingshoofd Luchtvaart aan de Vives Hogeschool in Oostende, denkt in dezelfde richting als zijn collega uit Delft. Hij ziet onbemande vliegtuigen als een logische stap in een zich ontvouwende evolutie. 'De doorsnee Ryanair-klant raakt snel genoeg aan dat soort toestellen gewend. Vandaag willen mensen al vooraan plaatsnemen in een zelfrijdend treintje. Ik denk dat dat met vliegtuigen niet anders wordt. Zelf zie ik het ontstaan van een Premium First Class, waarbij mensen meer betalen om vooraan in de cockpit te kunnen

zitten en een beter zicht te hebben.'

Al ziet ook Becuwe onbemande passagiersvliegtuigen de eerstkomende jaren niet doorbreken. Volgens hem worden ze pas binnen twintig jaar werkelijkheid. Een van de uitdagingen bestaat erin hoe de vliegende burgerdrones te integreren in het luchtverkeer. 'Dassault Aviation, een Frans bedrijf voor gevechtsvliegtuigen en privéjets, heeft met de nEUROn een onbemand oorlogsvliegtuig ontwikkeld. Alleen heeft dat toestel problemen om te integreren met andere gevechtsvliegtuigen.'

'De volgende fase in de burgerluchtvaart wordt waarschijnlijk een zogeheten *remote piloted system*, waarbij een piloot vanop afstand het vliegtuig bestuurt. Dat zie je al bij militaire aeronautica, die meestal een stap voor staat op de burgerluchtvaart.'

Dat de militaire technologie een laboratorium is voor de burgerluchtvaart, is al langer bekend. Bernard Ziegler, voormalig technisch directeur van Airbus en daarmee de vader van de moderne luchtvaart, zag de *fly-by-wire* van de F-16 en installeerde die op passagiersvliegtuigen, met name de Airbus 320. Bij *fly-by-wire* worden het hoogteroer, rolroer, richtingsroer, de spoilers en andere *flight controls* niet meer aangestuurd via kabels, maar elektrische signalen.

Vergelijk het systeem met dat van een moderne auto: als je het gaspedaal indrukt, is er geen stalen kabel meer die onder het chassis doorloopt en aan de klep van de carburator trekt. In de plaats loopt een signaal naar een com-

'Als het om onvoorspelbare problemen gaat, toont de mens zich veel inventiever dan de computer'

‘Waar je vroeger een vliegtuig fysiek moest kapen om zijn route te beïnvloeden, zou je het straks van thuis kunnen hacken’

puter, die dan berekent hoeveel benzine er in de motor wordt geïnjecteerd. Het eerste *fly-by-wire*-vliegtuig met elektronische transmissie werd geïntroduceerd in 1988. Vandaag vliegt een moderne versie ervan nog steeds rond. Volgens Ziegler zou de A320 niet alleen veel gebruiksvriendelijker worden (‘mijn conciërge kan ermee vliegen’, was een bekende punchline), het zou ook *protections* of ingebouwde limieten krijgen. Waar auto’s een snelheidslimiet hebben of sensoren die botsingen helpen te voorkomen, kregen vliegtuigen met *protections* een standaard vluchtconfiguratie die piloten ervan weerhield om gevaarlijke manoeuvres uit te voeren. De andere kant van de medaille is dat wanneer het vliegtuig wél in gevaar verkeert, de piloot met de handen gebonden is. Bouwen aan onbemande vliegtuigen is niet zonder meer een goed idee. Zonder een piloot als kapitein van het toestel

zijn we voor alles aangewezen op een man in een container ergens in Zaventem. Doorgedreven automatisering brengt volgende risico’s met zich mee.

RISICO 1

VERRADERLIJKE PROTECTIONS

De ingebouwde limieten of beschermingen kunnen zich ook tegen de piloot en het vliegtuig keren. In november 2014 liep het bijna mis voor Lufthansa-Vlucht 1829 van Bilbao naar Frankfurt. Na de initiële klim dook de Airbus 320 plots buiten de wil van de piloten steil naar beneden. In een minuut tijd daalde het vliegtuig van 31.000 voet (9,4 kilometer) tot 27.000 voet (8,2 kilometer). Gelukkig konden de piloten het vliegtuig stabiliseren, terug hoogte winnen en veilig landen in Frankfurt.

Na onderzoek bleek dat de zogenaamde Angle of Attack-sensors bevroren waren. De Angle of Attack – de invalshoek of aanstroming – wordt bepaald

door de positie van de vleugels ten opzichte van de aankomende luchtstroom. Als de hoek te groot wordt, gaat de luchtstroom niet meer over de vleugels en raakt het vliegtuig in een *stall*, een vrije val: met de neus naar boven valt het vliegtuig uit de lucht.

De boordcomputer van het Lufthansa-vlucht 1839 stuurde het vliegtuig naar beneden om deze fictieve overtrek te corrigeren en terug aan snelheid en draagkracht te winnen. Met andere woorden: de ingebouwde beschermingen zetten het leven van de crew en de passagiers op het spel. Goed dat de piloten de controle snel overnamen.

Ook bij het mirakel van de Hudson in 2009 liep het nog ei zo na fout door de schuld van de *fly-by-wire protections*. Na de landing op het water verklaarde piloot Sullenberger dat hij tijdens de laatste 4 seconden de neus van het vliegtuig nog meer naar boven had willen trekken om de impact met het water te verminderen, maar dat de boordcomputers dat niet toelieten. ‘Weinig luchtvaartmaatschappijen of piloten hadden weet van dat softwarefoutje’, vertelde hij later aan CNN.

RISICO 2

VALSE FOUTMELDINGEN

De invoering van *fly-by-wire* heeft een revolutie veroorzaakt op het vlak van diagnose. Zelfs bij problemen met het kleinste onderdeel van het vliegtuig krijgt de piloot een bericht op zijn scherm. Vaak reikt het diagnosescherm zelf een oplossing aan. Gebeurt dat niet, dan raadpleegt de piloot zijn QRH (*Quick Reference Handbook*). Meestal bestaat de oplossing uit een reset van één van de tientallen boordcomputers.

Elektronische diagnosesystemen zijn niet immuun voor zogenaamde *spurious faults* of valse foutmeldingen. Een piloot van Aerolineas Argentinas vertelt hoe hij op een vlucht van Buenos Aires naar Auckland de melding kreeg dat de remmen oververhit waren. ‘Dat leek me onwaarschijnlijk, want we waren al twee uur onderweg’, zegt hij. ‘De remmen kunnen oververhit raken door het schuren tegen de wielen – iets wat enkel gebeurt na het opstijgen of landen.’ Waar een computer zou hebben ingegrepen, besloot de piloot om het bericht te negeren. Een juiste beslissing, ingegeven door menselijke ervaring en intuïtie.



In 2009 voerde piloot Chesley Sullenberger een geslaagde noodlanding uit op de Hudson-rivier.

RISICO 3 WEL GERESSET, NIET GEREPAREERD

In december 2014 was er een fataal ongeluk met een Airbus 320 van de Maleisische lowcostmaatschappij AirAsia. Het vliegtuig was op weg van Kuala Lumpur naar Singapore, toen de piloten een bericht binnenkregen op hun diagnose-scherm. De RTLU zou niet werken. De RTLU is een typische *fly-by-wire*-bescherming die bruuske input van het roer moet beperken. 'Maar een niet-werkende RTLU vormt geen kritisch gevaar voor een vlucht', zegt Airbus-piloot Bill Palmer van Delta. Twee dagen voor die vlucht had kapitein Iryanto met dezelfde machine een soortgelijk bericht binnengekregen. Alleen stond hij toen nog met zijn toestel op de grond. De onderhoudscrew was aan boord gekomen en had de zekeringen van de centrale Flight Augmentation Computer (FAC) eruit gehaald. Logisch, want de FAC stuurt de RTLU aan. Toen die ingreep geen resultaat gaf, besloot de crew om dan maar ineens de hele FAC te vervangen.

Tijdens de fatale vlucht kwamen de RTLU-foutmeldingen terug. De piloten probeerden de RTLU te resetten en toen dit geen effect had, haalden ze de zekeringen van de FAC eruit. De machine reageerde met een niet-gecontroleerde beweging van het roer, waarna de piloten de controle verloren. Het vliegtuig stortte neer in de zee van Java.

De diagnose werd pijnlijk duidelijk nadat een bergingsteam het wrak van de AirAsia uit de oceaan had bovengehaald. De boosdoener bleek niet meer dan een verroeste transistor op een computerkaart. Toch kregen de piloten de schuld.

RISICO 4 DE COMPUTERS SPREKEN ELKAAR TEGEN

Een modern vliegtuig bestaat vandaag uit meer dan 500 computers. Die zijn redundant: als één computer faalt, neemt een andere de taak over. Alleen rijst soms de vraag: welke computer moet je geloven?

Op 25 mei kwam een A320 van de lowcostmaatschappij Air Canada Rou-

ge in turbulentie terecht. De piloten kregen het bericht dat de ADIRU's (Air Data Inertial Reference Units) het niet met elkaar eens waren. De ADIRU's verwerken alle externe data van sensors, zoals gegevens over snelheid, luchtdruk, hoogte en aanstroming. Die informatie sturen ze door naar de cockpit. De piloten van Air Rouge kregen tegenstrijdige gegevens binnen. Ze wisten niet welke ADIRU ze moesten vertrouwen en voerden een noodlanding uit in Toronto.

Een weerspannige ADIRU kan grotere gevolgen hebben. In 2008 crashte een Qantas Airbus 330 bijna toen een van de units tilt sloeg en de machine allerlei pirouettes begon te maken. Een aantal bemanningsleden en passagiers liep zware verwondingen op. De Australische kapitein, Kevin Sullivan, ging met vervroegd pensioen na deze traumatische ervaring. Dezelfde situatie had zich drie jaar eerder voorgedaan met een Boeing 777 van Malaysian Airlines (Vlucht 68). Het ging om een kortsluiting binnen de ADIRU.

De Federal Aviation Administration (FAA), de Amerikaanse tegenhanger van het EASA, vaardigde prompt maatregelen uit, eerst om de software te updaten op de ADIRU's van de A330's, en daarna om ze te vervangen. Wat een kortsluiting van een ADIRU op een onbemand vliegtuig zou kunnen aanrichten, weten we nog niet.

RISICO 5 HACKERS OP DE KUST

Volgens Ivan Becuwe vormen virtuele kapers misschien wel de grootste bedreiging voor onbemande vliegtuigen. 'Waar je vroeger een vliegtuig fysiek moest kapen om zijn route te beïnvloeden, zou je het in de toekomst van thuis kunnen hacken', zegt Becuwe. 'Daarom wordt de uitdaging voor vliegtuigbouwers een betrouwbare datalink creëren tussen



Onbemande toestellen, zoals deze concepthelikopter van Airbus, zijn voornamelijk uitgesloten in het Belgische luchtruim.

de machine en de piloot op de grond. Multichannelcommunicatie en goede encryptie zijn essentieel om het contact met het toestel niet te verliezen.' Dat het hacken van een drone niet zo moeilijk is, bewezen een aantal Iraakse rebellen in 2009, toen ze door drones gefilmd beeldmateriaal en geplande luchtdoelwitten konden downloaden en daarmee drone-aanvallen vermijden. De Iraaksezen gebruikten een Russisch softwareprogramma genaamd *Skygrabber*. Het kost amper 25 dollar en wordt vaak gebruikt om muziek en films te downloaden van het internet.

LUCHTVAARTINDUSTRIE IN BELGIË

Je hoeft geen visionair te zijn om te weten dat onbemande voertuigen *the next big thing* worden in de transportindustrie. 'Tien jaar geleden bleef de interesse beperkt tot een aantal hobbyisten. Nu maken onbemande vliegtuigen een aparte tak uit van de luchtvaartsector', zegt Ivan Becuwe. 'Vandaag vertegenwoordigt de Belgische Federatie voor de Onbemande Luchtvaart (BeUAS) meer dan 400 bedrijven. Ook universiteiten zijn ermee bezig. De KU Leuven heeft recent subsidies aangevraagd om luchttaxi's te ontwikkelen.' Becuwe benadrukt dat we bij onbemande vliegtuigen niet meteen moeten denken aan een volwaardige Boeing of Airbus. 'Er zijn veel varianten van onbemande vluchten, zoals toestellen voor één passagier. Belgische bedrijven zijn vandaag bezig met het ontwikkelen van taxi-drones. Dat doen ze voornamelijk uitsluitend voor een afzetmarkt in Dubai, omdat het Belgische luchtruim overgereguleerd is.' ■