



Dedicated to innovation in aerospace

NLR Strategische ambitie drones

Executive summary



NLR - Netherlands Aerospace Centre

1. Visie

Drones zijn een *key enabler* voor innovatieve oplossingen om de steeds sneller veranderende maatschappelijke, economische en Defensie-uitdagingen het hoofd te bieden. In 2035 vertegenwoordigen drones dezelfde waarde als het commerciële- en Defensie- vliegtuiggebruik van vandaag (2018).

Om Nederland hierin een rol te laten spelen moet het Nederlandse bedrijfsleven en de overheid in staat zijn om innovatieve drone toepassingen, platformen en systemen veilig, duurzaam en kosteneffectief te realiseren en in het luchtruim in te passen. De overheid dient daarvoor de juiste randvoorwaarden te creëren.

De technologische innovatie moet daarvoor wel versneld worden in Nederland. De buitenlandse maakindustrie heeft een hoog tempo, wat de Nederlandse industrie voor een grote uitdaging stelt. Ook de EU-markt en politiek willen minder afhankelijk worden van leveranciers buiten de EU. We zien kansen in Nederland voor toepassingen en services juist in de complexe omgeving die Nederland biedt: een hoge dichtheid van stedelijk gebied en infrastructuur. Als het in Nederland kan, kan het overal.

2. Ambitie

NLR is dé kennispartner voor het Nederlandse bedrijfsleven en de overheid: onze toegevoegde waarde ligt in de ondersteuning bij het ontwikkelen van beleid en regelgeving, het ontwikkelen van opleidingsinstrumenten, het opstellen van keuringseisen, de veilige en duurzame integratie van drones in het luchtruim, en kennis, technologieën en faciliteiten voor ontwikkeling, test en certificatie van (sub-)systemen en voorbereiding en operaties van civiele en militaire toepassingen.

Daarom positioneert NLR zich als het Drones Center of Excellence met nadruk op innovatie en integratie. Technologische ontwikkelingen, regelgeving, certificatie, ondersteuning bij operaties, kennisopbouw en samenwerking zijn hier de basis ingrediënten voor. We willen hiermee:

- Innovatie en technologieontwikkeling in de drone industrie versnellen en toepasbaar maken
- Dronegebruik in kansrijke domeinen c.q. applicatiegebieden versnellen
- Professionele drone operators faciliteren (incl. Defensie).

Het NLR onderscheidt zich van andere partijen doordat:

- Het NLR tot onafhankelijk advies komt richting overheid en industrie
- Het NLR faciliteiten heeft die nodig zijn voor ontwikkeling en demonstratie van drones
- Het NLR brede aerospace kennis heeft en daarmee als 'one stop shop' optreedt.

3. Doelen

Dit is wat we willen bereiken:

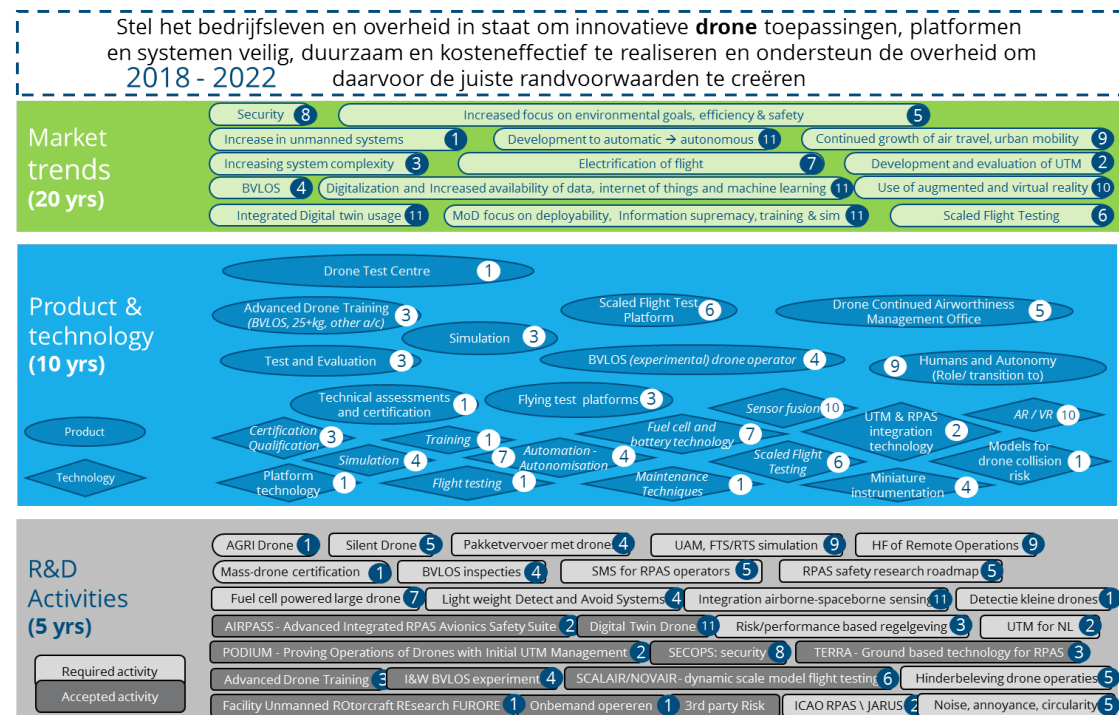
- **Technologie ontwikkeling**
Om een interessante partner voor de sector te zijn en blijven is het van belang om op de actuele gebieden van interesse voor de sector op technisch gebied voorop te lopen. De aandacht gaat dan vooral uit naar essentiële, kansrijke technologieën die nog niet marktrijp zijn. Denk bijvoorbeeld aan wat nodig is om verder én stiller te kunnen vliegen met een drone.
- **Luchtruim integratie**
Binnen de dronesector wordt al breed gewerkt aan luchtruimintegratie, o.a. in de vorm van UTM/U-space. NLR is de logische partner voor het Ministerie van I&W, LVNL en de NL dronesector voor veilige en duurzame (inclusief geluid/hinder) luchtruimintegratie. NLR neemt initiatief en neemt deel in projecten die hieraan bijdragen.
- **Drone educatie centrum**
In aansluiting op de toenemende belangstelling van een breder publiek zal het NLR zich profileren als drone educatie centrum. Er wordt onderzocht of het Ministerie van OCW hiervoor budget ter beschikking wil stellen.
- **Professionalisering van het testcentrum**
Om klanten met grotere/duurdere drones te kunnen bedienen is een professionalisering van het testcentrum nodig. Daaronder vallen een geasfalteerde startbaan, hangar voor grotere toestellen, klantenruimte en een radar systeem, waarmee ontheffing mogelijk wordt voor reguliere BVLOS-(test)vluchten.
- **Kansrijke toepassingen mogelijk maken en versnellen**
Er zijn diverse kansen voor hoogwaardige dronetoepassingen in Nederland. Om deze te verzilveren, is het nodig samen te werken en elkaar te versterken. NLR heeft als doel om industrie, kennisinstellingen en overheden te verbinden, zodat we van elkaar leren en samen optrekken om de hordes op het gebied van o.a. technologie en operatie te nemen. Met de inzet van onze kennis, faciliteiten en onze internationale betrokkenheid (ICAO, EASA, SESAR, H2020, etc.) hebben we als doel de toepassingen versneld mogelijk te maken. Denk daarbij aan toepassingen in de Agro Food sector, medisch transport/spoedhulp, of inspecties en asset management van wegen, spoor en water, hulpdiensten en verkeersmanagement.
- **Impact op milieu en leefomgeving**
We zullen de impact op milieu en leefomgeving in kaart brengen. NLR wordt daarmee niet alleen in Nederland, maar ook voor andere EU landen een aansprekende partij op dit gebied.
- **Certificatiestandaarden**
NLR neemt de leiding in het ontwikkelen van certificatiestandaarden voor drones.
- **Moonshotprojecten**
We hebben als doel een aantal aansprekende innovatieve projecten te verwezenlijken, waarin een combinatie van voorgaande ambities en doelen zichtbaar kunnen worden ingevuld.

4. Trends en roadmap

Om de (potentiële) NLR klanten en stakeholders nu en in de toekomst optimaal te kunnen bedienen vanuit onze strategische ambitie, is een inventarisatie van de markttrends in de komende jaren gemaakt. We voorzien:

- Toename van gebruik van onbemande systemen;
- Daardoor toenemende druk op veiligheid, security (inclusief counterdrone activiteiten), privacy, milieu/hinder;
- Ontwikkeling van een *unmanned traffic management* (UTM/U-Space) systeem;
- Groeiende complexiteit van de systemen;
- Toename van onbemande vluchten buiten zicht afstand van de piloot (BVLOS) door meer ontheffingen en daarna standaardisering;
- Verduurzaming van de luchtvaart en dus ook de onbemande luchtvaart met een toenemende focus op efficiency en veiligheid;
- Mogelijkheden voor geschaalde vliegproeven;
- Elektrificatie van de (bemande) luchtvaart met drones als testplatform, maar ook elektrificatie van grote drones zelf, inclusief hybride aandrijftechnologie;
- Toename van de luchtvaart en start van *Urban Air Mobility*;
- Meer toepassingen van *artificial intelligence* en gebruik van *big data* voor o.a. autonomie;
- Toepassing van *augmented* en *artificial reality* in besturing van drones en presentatie van gegenereerde data;
- Verdergaande digitalisering, inclusief inzet van digital twins.

Om deze markttrends te kunnen ondersteunen heeft het NLR een aantal technologieën, producten en faciliteiten nodig die zijn weergegeven in onderstaande Roadmap. In deze figuur zijn ook al opgestarte en geplande onderzoeksprojecten weergegeven waarbinnen deze technologieën, producten en faciliteiten (verder) kunnen worden ontwikkeld.



Deze roadmap is een eerste iteratie van een "living document" en zal regelmatig worden aangepast naar de actuele inzichten.

5. Impact

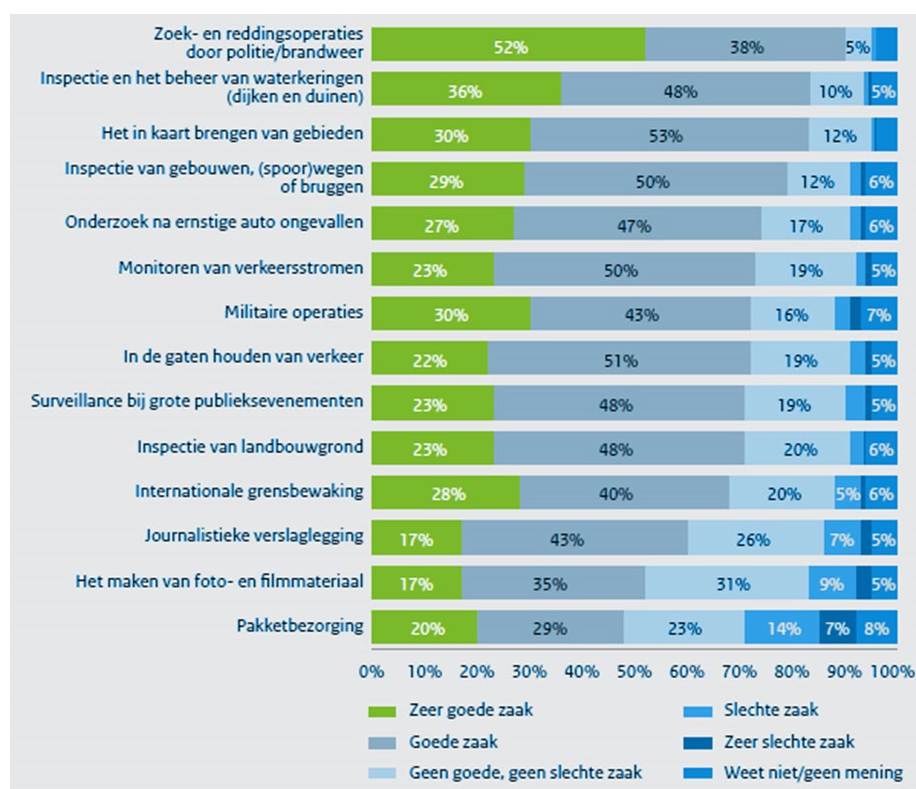
De voorziene ontwikkelingen op drone gebied hebben impact op de volgende gebieden:

- **Technologische impact**

Dit komt voort uit de toepassing van nieuwe technologieën op het gebied van drones en dan vooral op het gebied van luchtruimintegratie van drones, voortstuwing, en toepassingen.

- **Maatschappelijke impact**

Dit zit in het feit dat drones onderdeel worden van het dagelijks leven, bijvoorbeeld zoek- en reddingsoperaties, surveillance en inspecties. Businessmodellen voor de inzet van drones zijn afhankelijk van maatschappelijk draagvlak. Belangrijke elementen daarbij zijn privacy, veiligheid/security, hinder. Goed werkende wetgeving en handhaving van gebruik van drones (zie ook figuur hieronder) zijn essentieel, net als alle benodigde technische enablers, zoals U-Space, stillere drones etc.



De houding van Nederlanders ten aanzien van professionele drone toepassingen
[Bron: SAMR 2016]

- **Economische impact**

Dit zit enerzijds in toepassingen die door het gebruik van drones efficiënter en kosteneffectiever worden. Anderzijds worden volledig nieuwe toepassingen mogelijk gemaakt door drones. In de landbouw kan bijvoorbeeld sneller geïnspecteerd worden en zo de gewassen verbeterd met tegelijkertijd een lagere belasting van het milieu. Bij inspecties kan efficiënter gewerkt worden door een drone ter plaatse te brengen. Hierdoor kunnen (arbeids)kosten worden bespaard en schaarse en dure technici worden ingezet voor die taken die het meeste waarde toevoegen.

6. Moonshotprojecten

NLR gaat ‘moonshotprojecten’ uitvoeren als middel om de strategie zichtbaar in de praktijk te brengen. Om ervoor te zorgen dat de projecten de gewenste impact gaan hebben, zijn validatie in de markt, concurrentieanalyse en het onderzoeken van partnering essentiële onderdelen van de projectuitvoering.

De volgende moonshotprojecten gedefinieerd. Hierbij zoeken we nadrukkelijk de samenwerking op met industrie en overheid:

1. Grote stille waterstof Drone
2. Scale Model Aircraft Research & Development (SMARD)
3. Urban Air Mobility
4. Interceptor

1. Grote stille waterstof Drone



NLR opereert drones in diverse afmetingen en met verschillende aandrijftechnieken. Voor het voorgestelde project zou een elektrisch aangedreven Multicopter een optie zijn. De combinatie van het leeggewicht van 14 kg (exclusief 10 kg batterijen) en een maximaal startgewicht van 40 kg maakt het een interessant platform voor deze ontwikkeling.

Met dit moonshotproject worden meerdere aantal drone ambities afgedekt:

- Waterstof aangedreven drone
- Stille drone
- Miniaturisatie Detect and Avoid systemen
- Toepassingen waarvoor BVLOS operaties nodig zijn.

Daarnaast is er een directe link met de NLR ambitie op het gebied van elektrisch vliegen waarbinnen de toepassing van Waterstof voor drones als een eerste ontwikkelstap naar bemande vliegtuigen wordt gezien.

De huidige commercieel verkrijgbare elektrisch aangedreven drones worden beperkt in vliegduur en payload door het gewicht en capaciteit van de batterijen. Brandstof aangedreven drones produceren veel meer geluid en zijn complexer. Door het exponentieel groeiende gebruik is behoefte aan stille drones met een lange vliegduur en voldoende payload. Voor een toekomst bestendige ontwikkeling van onbemande luchtvaart, wil NLR in samenwerking met het (Nederlands) bedrijfsleven een grote stille waterstof drone ontwikkelen met een vliegduur van meerdere uren en een effectieve payload van 8-10 kg voor hoogwaardige toepassingen. Om de lange vluchten over grote afstand op een veilige manier uit te kunnen voeren zal de drone voorzien moeten gaan worden van sensoren om andere luchtvaartuigen en obstakels te detecteren en doormiddel van geïntegreerde software deze ontwijken.

De waterstofdrone gebruikt geen klassieke batterij voor energie opslag, maar een brandstofcel. In de cel reageert waterstof met zuurstof, waarbij elektriciteit vrijkomt. Die zorgt voor aandrijving van de elektromotoren van de propellers, met als enige restproduct waterdamp. Binnen Nederland zijn een aantal bedrijven actief in de ontwikkeling en toepassing van waterstof als “brandstof”.

Binnen NLR is de benodigde luchtvaart specifieke kennis op het gebied van onder andere lichte materialen, stille rotoren en zogenaamde “Detect and Avoid” systemen aanwezig. Het NLR heeft eind 2015 het Netherlands RPAS Test Centre (NRTC) opgezet in haar vestiging in Flevoland. Hier worden onder andere testen en evaluaties van (prototype) drones en sensor toepassingen uitgevoerd. Het NRTC beschikt over een eigen luchtruim met de benodigde beschikkingen en ontheffingen om deze activiteiten binnen de huidige regelgeving uit te voeren.

Om het geluid van de drone te reduceren en tegelijkertijd de veiligheid te verhogen kunnen zogenaamde “shrouded fans” worden toegepast. De propellers worden hiervoor omsloten door een soort stroombuis die voorzien wordt van geluidsabsorberend materiaal.

2. Scale Model Aircraft Research & Development (SMARD)

SMARD heeft tot doel om een representatief vrij-vliegend schaalmodel te hebben van een full-scale vliegtuigontwerp. Dynamische vliegproeven met dit schaalmodel zijn vervolgens af te beelden op het full-scale vliegtuig, zodat prestaties geanalyseerd kunnen worden zonder een full-scale prototype te bouwen. Dit is een opmaat naar nieuwe vliegtuigconfiguraties waarbij ook hybrid- en full-electric propulsion wordt toegepast. Op deze manier wordt een drone als extra of vervangende stap geplaatst tussen wind-tunnel-testen en prototyping.

De eerste stappen worden al gezet d.m.v. de EU programma's SCALAIR en NOVAIR. Beide projecten omvatten een feasibility study waarbij een schaalmodel van een bestaand groot verkeersvliegtuig wordt gemaakt, voorzien van de nodige instrumentatie. Door het uitvoeren van vliegproeven met het vrij-vliegende schaalmodel wordt de mate van representativiteit bepaald van dit schaalmodel, afgemeten naar de vliegproefdata van het full-scale vliegtuig.

In een volgend stadium wordt een schaalmodel van een vliegtuig voorzien van hybrid propulsion en ook full-electric propulsion (link naar programma "elektrisch vliegen"). Met deze nieuwe aandrijfmechanismen wordt het mogelijk om nieuwe vliegtuigconfiguraties te creëren, i.e. niet traditioneel een romp met vleugels en motoren daaronder, maar gebruikmakend van boundary layer injection, tail-less-aircraft, blended-wing-body etc.

Bijkomend effect van de SMARD ontwikkelingen is dat er op allerlei gebied kennis vliegtuigontwikkeling en luchtwaardigheidscertificatie wordt opgedaan. Ook zijn er spin-offs richting meetsystemen, sensor-toepassingen, opleiding, complexiteitsbeheersing, etc.

3. Urban Air Mobility

Kijk omhoog en op een enkele traumahelikopter na is het stedelijk luchtruim leeg. Vliegen in en rondom de stad is simpelweg te duur, te lawaaiig en brengt te grote veiligheidsrisico's met zich mee. Toch zijn vliegtuigbouwers en nieuwkomers uit de high-tech sector in een kostbare race verwickeld om dit stedelijk luchtruim te gelde te maken. De belofte aan de gebruiker is tijdswinst, de gouden bergen voor de industrie is een ongeëvenaard aantal vliegbewegingen. Deze nieuwe vorm van mobiliteit, *urban air mobility* of UAM genaamd, daagt overheden uit. Wat te doen als *Uber* of een andere partij aan de deur staat? Verbieden en werkgelegenheid mislopen of toch maar toestaan? Onder welke voorwaarden dan?



[Photo courtesy: Airbus]

NLR heeft als taak om het Ministerie van I&W te ondersteunen bij het maken van deze beleidskeuzes en de industrie te ondersteunen bij het ontwikkelen van een efficiënte en veilige operatie. Dit doen we doormiddel van toegepast onderzoek, in het bijzonder op het gebied van integratie in *non-segregated airspace*, veiligheid en certificering van autonome systemen, en publieke acceptatie. Zo haken we aan op de grootste uitdagingen waar de UAM-sector op dit moment voor staat.

Onderdeel van ons programma is een zogeheten *mobility demonstrator* voor het *European Innovation Platform* waarin we samen met betrokkenen uit de sector, het bedrijfsleven en de overheid verkennen hoe een UAM-operatie hulpdiensten uit de regio Enschede kan helpen effectiever op te treden bij calamiteiten. De *demonstrator* raakt hiermee nauw aan het SESAR U-space demonstrator project VUTURA, geleid door het NLR.

Onze missie is om de consequenties van een UAM-operatie inzichtelijk te maken, maatschappelijke en economische kansen te verkennen en, waar gewenst, een veilige operatie mogelijk te maken.

4. **Interceptor**



Naast ongekende vreedzame mogelijkheden vormen drones ook een potentiële dreiging van de openbare orde. Zelfs goedkope drones kunnen een potentieel gevaar vormen wanneer deze voor verkeerde doeleinden gebruikt worden.

Dit project richt zich op de ontwikkeling en bouw, gezamenlijk met een Nederlandse dronebouwer, van een drone systeem dat een effectieve en proportionele tegenmaatregel mogelijk maakt, in de vorm van een onbemand luchtvaartuig, dat wordt ingezet als 'interceptor'.

Hiertoe zal het toestel worden uitgerust met middelen om

- drones waar een mogelijke dreiging van uitgaat te achtervolgen
- deze in de lucht te onderscheppen en onschadelijk te maken, en
- de drone vervolgens op een gecontroleerde manier aan de grond te zetten.

De doelgroep voor het interceptor systeem bestaat uit internationale veiligheidsdiensten, speciale (politie) eenheden, handhavers en (para)militaire organisaties. Daarnaast kan de doelgroep worden uitgebreid indien (commerciële) drone operators als service provider het interceptor systeem opereren.

Uit een haalbaarheidsonderzoek bleek dat een Interceptor toestel minimaal de volgende karakteristieken moet bevatten:

1. Voldoende aanvullende informatie over de drone dreiging vergaren ten behoeve van het besluitvormingsproces rondom de te nemen tegenmaatregelen;
2. Proportionele (schaalbare) tegenmaatregelen kunnen nemen;
3. Veilig landen om een volgende keer opnieuw ingezet te kunnen worden;
4. Minimaal 50 km/h sneller kunnen vliegen dan de drone dreiging;
5. Binnen 60 seconden in de lucht zijn na detectie/melding van de dreiging;
6. De drone dreiging elektronisch storen (en/of beïnvloeden);
7. De drone dreiging fysiek uit nemen.

Resultaat van het Interceptor project is een prototype drone, dat kan worden ingezet als 'interceptor' en afhankelijk van de dreiging, proportionele tegenmaatregelen kan bieden aan een breed scala commerciële systemen, die kunnen worden gebruikt als drone dreiging.

De interceptor zal de openbare orde beschermen tegen potentiële bedreigingen als gevolg van het onrechtmatig gebruik van drones.

NLR Amsterdam
Anthony Fokkerweg 2
1059 CM Amsterdam
p) +31 88 511 31 13
e) info@nlr.nl i) www.nlr.org

NLR Marknesse
Voorsterweg 31
8316 PR Marknesse
p) +31 88 511 44 44
e) info@nlr.nl i) www.nlr.org