

LAADVISIE LUCHTVAART

Achtergronddocument

Auteurs:

Geert Boosten - DEAC

Tristan Oppeneer – NRG2Fly

in opdracht van ElaadNL, tot stand gekomen dankzij het

Green Transport Delta (GTD-E) project met RVO als subsidieverstrekker

ACHTERGRONDDOCUMENT

LUCHTHAVENVISIE EN MINIMALE

VEREISTEN VOOR LUCHTVAART

LAADLOCATIES

ACHTERGROND EN INTRODUCTIE

Elektrificatie van luchtvaart is recent en aanmerkelijk later gestart dan de elektrificatie van de automotive sector. De elektrificatie van de luchtvaart kent twee drijfveren, ten eerste het elektrificeren van de 'ground service equipment' (GSE) die gebruikt worden voor het afhandelen van vluchten en het omdraaien van vliegtuigen. Doel hiervan is reductie en bij voorkeur vermijden van emissies en fijnstof op de grond (bij onvolledige verbranding tijdens taxiën van vliegtuigen en door GSE), het terugdringen van geluidshinder op en rond luchthavens en het verbeteren van de luchtkwaliteit en werkomstandigheden voor medewerkers op de platformen. De tweede drijfveer is het verduurzamen van het transport door de lucht door de ontwikkeling en inzet van elektrische vliegtuigen. Het doel hiervan is het terugdringen emissies en non-CO₂-effecten door vliegtuigen tijdens de vlucht.

Diverse studies zoals Destination 2050¹ laten een route zien om te komen tot de wereldwijde doelstelling voor verduurzaming van de luchtvaart van 'net zero aviation in 2050'. Luchtvaart zet hierbij in op een mix van energiebronnen die tezamen moeten leiden tot het bereiken van deze doelstelling:

- Vervanging van fossiele brandstof door *sustainable aviation fuels* (SAF) uit biomassa of synthetisch middels direct CO₂-capture en H₂; vooral te gebruiken als vervanging voor fossiele brandstoffen in vliegtuigen voor de lange afstanden,
- Waterstof als brandstof voor motoren, te gebruiken voor vluchten op middellange afstanden
- Elektriciteit uit batterijen of brandstofcel te gebruiken op korte afstanden.

Daarnaast zet de luchtvaartsector in op nieuwe technologie, optimaliseren van de routes in het luchtruim en economische prikkels waaronder het beperken van emissies.

De differentiatie naar toestellen voor verschillende afstanden en/of energiedrager is een grote uitdaging voor alle luchthavens. Deze zijn tot nu toe uitsluitend ingericht op vliegtuigen aangedreven met fossiele brandstof en moeten nu vliegtuigen met verschillende energiedragers gaan accommoderen. De gevolgen zijn groot en sommige experts beschrijven het effect hiervan als het opstellen van een nieuwe blauwdruk voor de airside van luchthavens. Kenmerkend voor luchtvaart is dat de afhandeling en gebruik van vliegtuigen wereldwijd gereguleerd en gecertificeerd is onder het motto dat 'niets is toegestaan is tenzij het gereguleerd en/of gecertificeerd is'. De uitdaging voor de ontwikkeling van (hybride) elektrisch of waterstof vliegen is dat wet- en regelgeving ontbreekt, evenals de criteria voor certificering; regionale of wereldstandaarden ontbreken geheel. Experimenteren is toegestaan onder zeer

¹ Zie: [HTTPS://WWW.DESTINATION2050.EU](https://www.destination2050.eu)

strikte voorwaarden. Om deze reden geeft de laadvisie vooral de uitdagingen voor luchthavens en hun gebruikers weer en hetgeen de afgelopen jaren ontwikkeld en geleerd is door kennis uit andere sectoren toe te passen in luchtvaart. Het proces van wet- en regelgeving en certificering is internationaal in volle gang door EASA in Europa en de FAA in de Noord-Amerika.

Naast deze effecten moet de laadvisie rekening houden met de specifieke omstandigheden en karakteristieken van luchthavens en het afhandelingsproces van vliegtuigen, passagiers, bagage en vracht op de luchthavens. Behoud van capaciteit en flexibiliteit is cruciaal maar ook het kunnen voldoen aan de behoeften van de gebruikers om de productiviteit van de vliegtuigen te optimaliseren door korte omdraaitijden en een efficiënte afhandeling. Vanuit de automotive sector is bekend dat elektrificering niet alleen de infrastructuur, maar ook de operatie zelf beïnvloedt. De laadvisie neemt beide aspecten (infrastructuur en operatie) mee. Hierbij moet opgemerkt worden dat de bestaande operatie met fossiele brandstof (of in de toekomst Sustainable Aviation Fuels voortgezet wordt en mogelijk waterstof als energiedrager toegevoegd wordt. Met andere woorden er is op luchthavens geen sprake van een transitie van fossiel naar elektrisch maar een uitbreiding naar meerdere energiedragers.

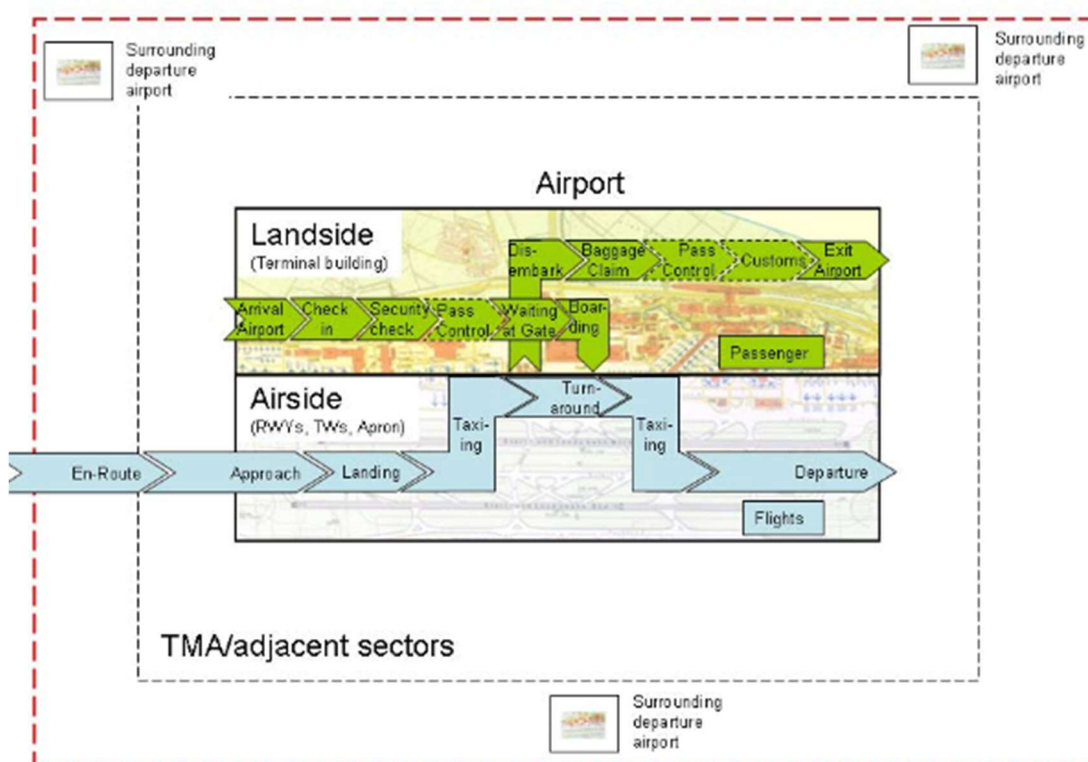
Als start voor een laadvisie luchthavens is het daarom cruciaal om de activiteiten op en de kaders en randvoorwaarden van luchthavens goed te beschrijven alsmede de businessmodellen van de luchthavens en hun gebruikers. Vervolgens kan de invloed van nieuwe energiedragers en differentiatie in vliegtuigen op en de voorgestelde oplossingen voor de inrichting en de operatie van luchthavens gepresenteerd worden. Omdat luchthavens onderling veel kunnen verschillen door aard van het verkeer en/of activiteiten op de luchthaven onderscheidt de laadvisie diverse soorten luchthavens met ieder hun eigen aandachtspunten en mogelijke oplossingen.

N.B. Het document focust op de laadvisie zelf; achtergronden en informatie over luchtvaart zijn te vinden in de bijlagen.

WAT MAAKT EEN LOCATIE TOT EEN LUCHTHAVEN?

Een General Aviation (GA) luchthaven is een plaats die gebruikers toegang geeft tot het luchtruim voor de activiteiten die zij daar willen uitvoeren (zie bijlage 1) binnen de kaders van wet- en regelgeving.

Een commerciële luchthaven is primair een plaats waar overstap tussen grond- en luchtverkeer v.v. en tussen lucht- en luchtverkeer gefaciliteerd wordt. Voor het goed functioneren van de luchthaven is het belangrijk dat de luchthaven een uitstekende ontsluiting met grondverkeer (weg, rail of water) én toegang tot het luchtruim heeft. In praktijk is een luchthaven een compacte locatie waar alle functies optimaal gealloceerd worden vanuit een logistieke visie op stromen (flows) op de luchthaven en met beperking van de hinder naar de omgeving, milieu en klimaat. Figuur 1 geeft een schematisch voorbeeld in de logistieke stromen op de luchthaven binnen het kader van de van de omgeving van luchthaven.



Figuur 1 Belangrijkste flows op een luchthaven voor commercieel verkeer. Bron: (Günther et al., 2006)

De landside geeft de stromen van en naar de luchthaven voor passagiers en hun bagage weer; het schema abstrahert van het voor- en natransport van de passagiers. De passagier beweegt van deur tot deur en daarom streven luchthavens naar emissievrije (net zero) reizen van deur-tot-deur. Eenzelfde flow kan voor luchtvracht opgesteld worden waarbij het beheersen van de vrachtwagen bewegingen een factor van belang is.

De airside is het deel van de luchthaven waar de vliegtuigen opstijgen of landen, over de grond bewegen en parkeren; in het schema weergegeven als binnenkomende vlucht, omdraaien en vertrekkende vlucht. Landside en airside processen raken elkaar tijdens het omdraaien van het vliegtuig waarbij de aankomende passagiers, bagage en/of vracht het vliegtuig verlaten (en overstappen naar grondtransport) en de vertrekkende passagiers, bagage en/of vracht in het vliegtuig worden geladen; transfererende passagiers, bagage en vracht gaan van vliegtuig naar vliegtuig. Daarnaast wordt het vliegtuig tijdens het omdraaien schoon gemaakt en klaar gemaakt voor vertrek (brandstof, catering, bemanning, vluchtplan, etc.).

Luchthavens werken niet in isolatie maar maken deel uit van een wereldwijd netwerk waar tussen de vliegtuigen passagier en goederen vervoeren. Vertragingen op de ene luchthaven beïnvloeden de effectiviteit op andere luchthavens. Gegeven de beperkte capaciteit van luchthavens en het luchtruim streven alle partijen op de luchthaven ernaar om vluchten op tijd te laten aankomen en vertrekken; 'on time performance' is een belangrijk KPI. De verwachte actuele vertrektijd van vluchten op Europese luchthavens wordt gedeeld met de Netwerkmanager die deze gebruikt voor het optimaliseren van de luchtruimcapaciteit.

Voor het goed functioneren van de operatie zijn op luchthavens naast de primaire faciliteiten voor het afhandelen van vliegtuigen, passagiers, bagage en vracht ook faciliteiten te vinden voor het accommoderen van het grondtransport (wegen, parkeren, ov, -rail en bus-, taxi's,

fietsen, etc.), onderhoud van vliegtuigen en service voertuigen, kantoren, etc. te vinden. Luchthavens zijn daarmee ook bedrijventerreinen.

Om een vlucht uit te kunnen voeren moeten vele partijen in de operatie nauw met elkaar samenwerken. Voor een deel zijn de taken van deze partijen wettelijk bepaald (waaronder die van de luchthaven, luchtverkeerleiding, grensbewaking, security, etc.) in nationale en internationale regelgeving en procedures. Dit maakt dat regie en sturing in het operationeel proces complex is omdat partijen door hun wettelijk taak vaak onafhankelijk zijn in hun functioneren. Voor een toelichting op de rollen van verschillende partijen op een luchthaven en wettelijke taken van de luchthaven wordt verwezen naar bijlage 2.

In het kort kan gesteld worden dat luchthavens in ons land moeten voldoen aan strikte regels en voorschriften met betrekking tot veiligheid, milieu, exploitatie en passagiersrechten. Deze regels zijn vastgelegd in nationale wetgeving, zoals de **Wet luchtvaart**, en worden aangevuld door Europese verordeningen en internationale normen en operationele standaarden van ICAO. Luchthavens hebben ook rechten, zoals het recht om havengelden te heffen en slotcoördinatie toe te passen, maar zij moeten deze rechten op een eerlijke en transparante manier uitoefenen.

Bedrijven die op de luchthaven actief zijn met de afhandeling van de vliegtuigen moeten een concessie van de luchthaven hebben waarmee deze kan bewaken dat de afhandeling voldoet aan de internationale veiligheids- en kwaliteitsnormen; denk hierbij aan grondafhandeling, brandstofleveranciers, retail- en horeca en vervoersbedrijven voor grondvervoer. De luchthaven bepaalt de duur van de concessie, het aantal spelers binnen wettelijke kaders (bijvoorbeeld de EU-vereiste van minimaal twee afhandelaren), kwaliteitseisen voor de dienstverlening en toegang tot de infrastructuur. De concessieverlening moet transparant zijn, op basis van eerlijke concurrentie en voldoen aan EU-richtlijnen. De luchthaven mag een vergoeding vragen aan de concessionarissen als onderdeel van het businessmodel van de luchthaven. De vergoeding kan gebaseerd zijn op de omzet van de concessiehouder of een vast bedrag.

KENMERKEN LUCHTHAVENOPERATIE

Ontwikkeling en aanpassing van luchthaveninfrastructuur is een kwestie van lange termijnplanning. Voor luchthavens is het normaal om 15-20 of zelfs meer dan 25 jaar vooruit te kijken. Dit gebeurt in het masterplan dat de aanpassing en groei van de infrastructuur van de luchthaven stuurt op basis van inzichten in groei van het verkeer, type vliegtuigen, activiteiten op de luchthaven alsmede bestaande en nieuwe regelgeving inzake hinder, milieu en klimaat. De lange tijdshorizon is vereist omdat de basisinfrastructuur van een luchthaven vaak moeilijk of tegen zeer hoge kosten te veranderen is, veel faciliteiten (gebouwen, runways, platformen, wegen, en dergelijke) vele jaren gebruikt en afgeschreven worden en dat de continuïteit van de operatie tijdens aanpassingen en veranderingen gegarandeerd moet zijn. De introductie van nieuwe energiedragers voor vliegtuigen heeft een zeer grote invloed op de inrichting en gebruik van de infrastructuur, energimanagement; keuzes die nu gemaakt worden bepalen voor vele jaren het gebruik infrastructuur en capaciteit van de luchthaven. De investeringen en

kosten van de aanpassingen komen in principe voor rekening van de luchthaven die deze zal verrekenen in de havengelden².

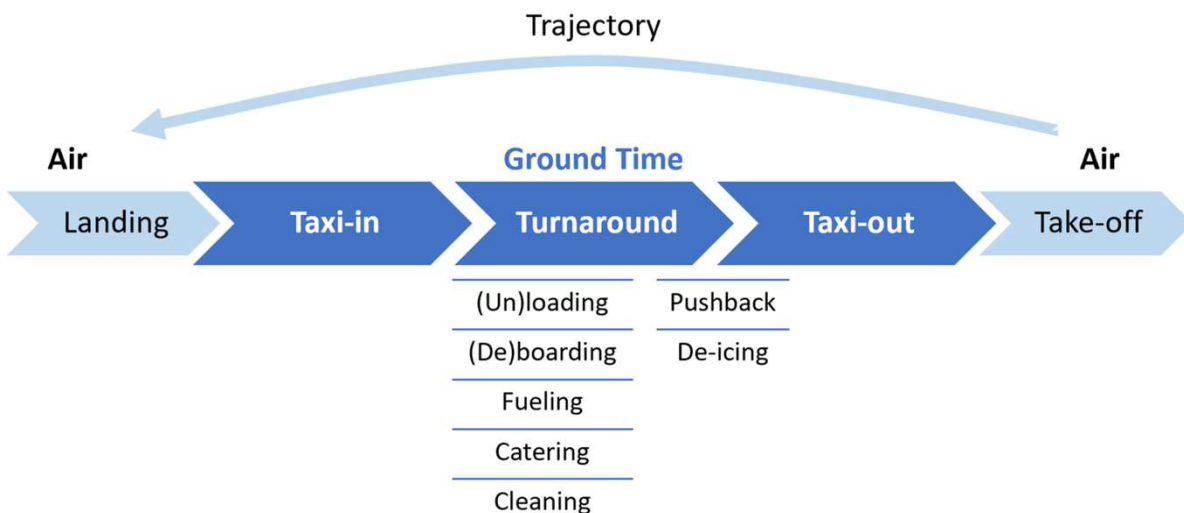
De luchthavenoperatie is een complexe logistieke operatie en aanverwante bedrijvigheid (als catering, onderhoud, tanken, etc.) op een zeer compact oppervlakte. Dit geldt zowel voor de GA als de commerciële luchthavens. Een veelheid van gebruikers maak op hetzelfde moment gebruik van de beschikbare infrastructuur en faciliteiten; dit vraagt om duidelijke spelregels voor het gebruik en het bewaken van de safety en security van de operatie binnen internationale standaarden, garanderen van toegang voor alle gebruikers en beheersing van kosten. Het luchthavenreglement bevat de spelregels en basis voor vergoedingen op de luchthaven. In principe faciliteert de luchthaven de operatie en stelt de luchthaven ter beschikking aan de gebruikers, maar geschiedt de feitelijke operatie door de gebruikers als airlines, afhandelaren, overheden of commerciële dienstverleners, al zijn er ook luchthavens die dit (deels) in eigen beheer doen

De havenmeester of accountable manager³ houdt toezicht op de veilige afhandeling van de operatie en of deze, waar van toepassing, wordt uitgevoerd conform wettelijke regelingen en internationale standaarden. De accountable manager heeft de bevoegdheden om in te grijpen in de operatie als veiligheid in het geding is of regels worden overtreden. Safety en security zijn dus harde randvoorwaarden waar de operatie aan moet voldoen. Uitdaging voor de inzet van nieuwe energiebronnen is dat internationale en nationale wet- en regelgeving nog volop in ontwikkeling is waardoor standaarden en kaders (nog) ontbreken). De accountable manager beoordeelt ook de geplande aanpassingen aan of gebruik van infrastructuur, procedures of bijvoorbeeld de procedures voor afhandeling bij de introductie van bijvoorbeeld elektrische of waterstof aangedreven vliegtuigen.

Om te zorgen dat zoveel mogelijk gebruikers naast elkaar en tegelijkertijd gebruik kunnen maken van de infrastructuur en faciliteiten wordt vaak het principe van multi-use en multi-user toegepast. Dit principe kan bereikt worden door standaardisatie en/of generiek gebruik van faciliteiten (bijvoorbeeld equipment pool voor afhandeling) of door gebruik te maken van interfaces die alle gebruikers toegang geeft tot hun eigen systemen. Onderdeel van dit principe is dat gebruikers geen eigen (dedicated) faciliteiten hebben, maar faciliteiten kunnen gebruiken op het moment dat dit nodig is. In geval van schaarste of op piekmomenten wijst de luchthaven de faciliteiten toe of moeten gebruikers zogenaamde slots hebben om toegang tot de runway of andere faciliteiten te krijgen.

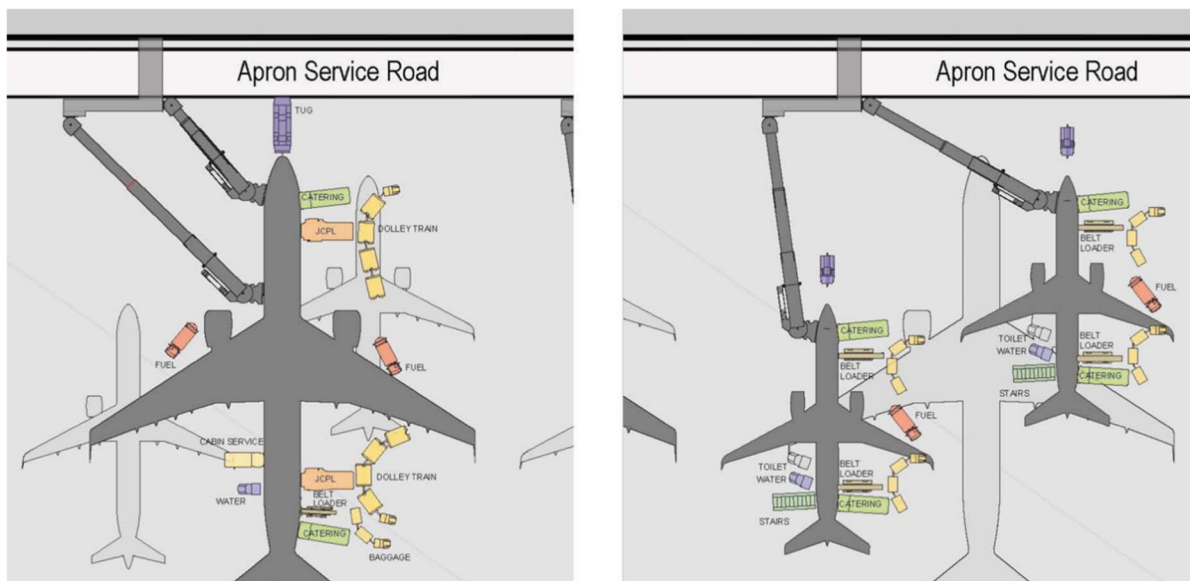
² De havengelden zijn een samenstel van vergoedingen voor gebruik van de infrastructuur en faciliteiten van de luchthaven; denk aan landingsgelden, passagiersgelden, parkeergelden (voor vliegtuigen), etc. Conform internationale afspraken zijn de tarieven gebaseerd op vergoeding van de gemaakte kosten en mag de luchthaven geen winst op deze activiteiten maken.

³ Voor meer informatie zie: [HTTPS://SKYBRARY.AERO/ARTICLES/ACCOUNTABLE-MANAGER](https://skybrary.aero/articles/accountable-manager)



Figuur 2 Schematisch overzicht van de 'Landing and take off cycle' van een vliegtuig. Tijdens het omdraaien van het vliegtuig wordt dit gereed gemaakt voor de volgende vlucht. Bron: [HTTPS://PUB.MDPI-RES.COM/APPLSCI/APPLSCI-13-01380/ARTICLE_DEPLOY/HTML/IMAGES/APPLSCI-13-01380-G001.PNG?1674223968](https://pub.mdpi-res.com/applsci/applsci-13-01380/article_deploy/html/images/applsci-13-01380-g001.png?1674223968)

De luchthaven kan ervoor kiezen om zelf in multi-use faciliteiten te investeren of deze door een geselecteerde concessionaris te laten aanbieden. In het eerste geval maken de kosten (incl. afschrijvingen) onderdeel uit van de havengelden en in het tweede geval onderdeel van concessieovereenkomst.



Figuur 3 Overzicht gebruik van een vliegtuig-opstelplaats en de service voertuigen die ingezet worden bij het omdraaien van een commercieel vliegtuig. Bron: [HTTPS://AIRBIZ.AERO/WP-CONTENT/UPLOADS/2020/07/WLG.PNG](https://airbiz.aero/wp-content/uploads/2020/07/WLG.PNG)

Een ander ontwerpcriterium voor de luchthaveninfrastructuur en -operatie is flexibiliteit. Meervoudig ruimtegebruik (bijvoorbeeld swing-gates waar zowel nationale als internationale vluchthaven kunnen worden afgehandeld), indeling van vliegtuig-opstelplaatsen om zowel grote of (meerdere) kleine vliegtuigen af te handelen, bouwkundige voorzieningen om tijdens de levensduur eenvoudig de inrichting van gebouwen te kunnen aanpassen, etc.

Slotallocatie maakt de beheersing en optimalisering van de luchthavenoperatie mogelijk. Gebruikers krijgen een tijdsslot toegewezen voor afhandeling of uitvoering van hun vlucht. Het slot kan betrekking hebben op de startbaan (moment van vertrek en daarmee toegang tot het luchtruim), maar ook op toegang tot de vliegtuig-opstelplaats, terminal of andere capaciteit kritische faciliteiten. Toegang tot laadfaciliteiten en energiemangement kan in de toekomst via slotallocatie gestuurd worden; het toegewezen slot zal dan leidend zijn voor de operationele planning van de gebruikers. Dit is extra uitdagend voor gebruikers als deze zowel bij vertrek als bij aankomst van de vlucht met slotmaatregelen geconfronteerd wordt. Via het A-CDM protocol speelt de Netwerkmanager van Eurocontrol een beslissende rol bij het toekennen van luchtruimcapaciteit voor de gehele vlucht en wijst deze toe op basis van de meest actuele verwachting van de vertrektijd⁴.

Andere maatregelen, veelal ter beheersing van hinder als het managen van de geluidscapaciteit binnen de geluidscontour of terugdringen emissies, zijn de beperking van de openstellingstijd van de luchthaven, het totaal aantal vliegtuigbewegingen per jaar, verbieden van oudere vliegtuigen, verplichten elektrificeren van GSE's, specifiek baangebruik en/of aan- en uitvliegroutes, stimuleren openbaar vervoer aan landzijde, etc. Al deze maatregelen stellen eisen aan het gebruik van de luchthaven en dwingen gebruikers om hun operatie binnen deze kaders vorm te geven⁵. Daar waar gebruikers nog keuze hebben voor invulling van de operatie kan luchthaven gedrag proberen te beïnvloeden door actief prijsbeleid.

De elektrificatie van vliegtuigen, service voertuigen en mogelijk verwarming en koeling van gebouwen zal in combinatie met schaarste op het elektriciteitsnet en opwekking van duurzame energie resulteren in een nieuwe beperking aan airside, namelijk de beschikbaarheid van elektriciteit tijdens piekuren. Slotmanagement voor elektrische vliegtuigen en strikte laadprotocollen voor GSE's zijn reële opties om de beschikbare hoeveelheid energie optimaal te benutten. Systemen voor toewijzing van energie of energieslotmanagement moeten daarom onderdeel van een laadvisie op luchthavens zijn. Luchthavens moeten deze rol oppakken. Het energiemangement op de luchthaven zal niet beperkt blijven tot airside; immers ook de activiteiten aan landside (logistiek, personenwagens, kantoren, openbaar vervoer, etc.) en in de terminal moeten emissievrij zijn.

De invloed van nieuwe energiedragers op de aanpassingen aan airside en de luchthavenoperatie hangt sterk samen met de omvang en aard van de activiteiten op een luchthaven; een GA-luchthaven zal andere uitdagingen ervaren dan een grote commerciële hub als Schiphol. Daarom is het zinvol om de luchthavens vanuit dit perspectief te categoriseren en tegelijkertijd rekening te houden met ander gebruik van luchthavens door Advanced Air Mobility (AAM). AAM ontwikkelt een intensief netwerk van verbindingen tussen de GA-luchthavens in de regio's. Door AAM hebben deze luchthavens de potentie om mobility hubs in de regio te worden gericht op connectiviteit en energiemangement. Voor een laadvisie op luchthavens is een doorkijkje naar de mobility hubs relevant.

⁴ Op de meeste Europese luchthavens voor commercieel verkeer gebruikt men de zogenaamde A-CDM (Airport Collaborative Decision Making) methodiek, waarbij de landing en take-off cycle van vliegtuig wordt verdeeld in milestones die inzicht geven of een vlucht op de geplande tijd vertrekt en/of de verwachte afwijking hiervan. Op de luchthaven wordt een Airport Operations Control Center ingericht waar partijen samenwerken om de voortgang te bewaken.

⁵ Denk bijvoorbeeld aan vliegschema's die moeten passen binnen de openstellingstijden van luchthavens. Dit resulteert vaak in hogere pieken op luchthavens en dus meer vraag naar energie.

LUCHTHAVENS ALS MOBILITY HUBS

Een mobility hub is een knooppunt in regionale schone (zero emission) mobiliteitsnetwerken waar transfer tussen vormen van mobiliteit op weg, rail, lucht en/of water gefaciliteerd wordt. Voor de gebruikers (passagiers, vracht en vervoerders) werken de mobility hubs zelf als één geïntegreerd systeem. De netwerken die de mobility hubs met elkaar vormen zijn primair gericht op de emissieloze deur tot deur verbinding tussen steden/plaatsen in Europese regio's en sluiten aan op de lokale (binnen) stedelijke netwerken. In de toekomst kunnen bestaande knooppunten van weg, rail, water of luchtvervoer doorgroeien naar mobility hubs en zullen de netwerken tussen deze knooppunten steeds meer met elkaar verbonden worden door zero emission vervoersstromen. De EU streeft naar deur tot deur verbindingen tussen regio's binnen 4 uur. Het vervoer zelf zal daarom niet alleen een mix zijn modaliteiten van collectief vervoer, maar eveneens opties voor individueel vervoer bevatten. Het concept E-RAM maakt het mogelijk deze 4 uur doelstellingen te behalen met emissievrij vervoer en zorgt voor de ontwikkeling van nieuwe mobiliteit. Het is daarom wenselijk om deze ontwikkeling richtinggevend te laten zijn voor de laadvisie op luchthavens.

Ontwikkeling mobility hub concept

De omvorming van regionale en general aviation airports tot mobility hubs omvat twee met elkaar verbonden concepten. Ten eerste de inrichting van de airport zelf en de functies die daar geacommodeerd moeten worden om 'seamless' overstap tussen modaliteiten mogelijk te maken. Het tweede concept is de verbinding van de mobility hub in het netwerk zodat op netwerkniveau vervoer planbaar en beheersbaar wordt; de (virtuele) verbinding tussen de mobility hubs wordt de backbone voor het transport in termen van capaciteitsplanning, geregeld aanbod van vervoer inclusief verbindingen tussen modaliteiten, on time performance en tijdig signaleren en oplossen van verstoringen in de operatie.

Omvormen airports tot mobility hubs

Het mobility hub concept is gebaseerd op de ontwikkeling van een blauwdruk (zie bijlage op basis van zelfvoorzienende modulaire faciliteiten die eenvoudig kunnen worden opgeschaald tot de behoefte van het knooppunt (luchthaven). Vanuit de optiek van emissievrijvervoer is energiemangement en positionering van de mobility hub als lokale energie hub een essentieel onderdeel van het concept.

ONDERVERDELING LUCHTHAVENS

Op basis van bovenstaande overwegingen voor de inrichting van mobility hubs zijn de luchthavens onder te verdelen in vier soorten luchthavens⁶.

1. De GA-velden die bij de toetreding tot het netwerk geen faciliteiten hebben voor afhandeling van passagiers, bagage en/of vracht, geen laadinfra en geen MRO voor elektrische vliegtuigen. Dit zijn de ultieme spokes van het netwerk met een of meerdere geregelde vluchten per dag (of week)
2. Regionale centra in GA waar elektrische vliegtuigen een basis hebben en ook gekwalificeerde MRO aanwezig is; mogelijk een vliegschool met elektrische vliegtuigen, maar bij de start geen faciliteiten voor afhandeling van passagiers, bagage en vracht. *Teuge is een voorbeeld van een regionaal centrum*. Dit vliegveld kan een knooppunt zijn voor point-to-point vluchten met de vloot die op de luchthaven gebaseerd is en daarnaast een centrum voor remote control op de afhandeling bij de spokes.
3. Regionale luchthavens met commercieel verkeer en dus faciliteiten voor afhandeling van passagiers en bagage en mogelijk vracht via passagierstoestellen, bijvoorbeeld Eindhoven of Rotterdam Airport. Deze luchthavens handelen eveneens GA-verkeer af.
4. Nationale of hub luchthavens met aparte terminal voor GA en business jet afhandeling zoals Schiphol.

Het mobility box concept bestaat uit modulair uitbreidbare units voor passagiers, bagage en (later ook) vrachtafhandeling, voor energie inclusief laden (airside en landside) en opslag voor piekafvlakking en voor onderhoud van de vliegtuigen. De passagiersunit biedt ook de basis voor piloten om hun vlucht voor te bereiden. Op de netwerklaag worden controle units op de regionale centra voorzien waar remote control van afhandeling op ander luchthaven plaatsvindt en coördinatie in geval van verstoring in het netwerk. Deze units kunnen ook op regionale velden geplaatst worden of toegevoegd aan aanwezige meldkamers. De facilitering van luchthavens verschilt met soort; uitgangspunt is multi-use en multi-user; bij grote operatie kan serviceprovider eigen faciliteiten hebben. Zie tabel 1.

⁶ Inzicht in beperkingen kleine luchthavens als mobility hubs en toegevoegde waarde mobility hub voor regio zie bijlage.

	Mobility box afhandeling	Mobility box energie	Mobility box MRO	Mobility box netwerkcontrol	Impact energielevering op businessmodel
Spoke airport zonder faciliteiten	Mobility box met remote control	Box met remote control	Basis MRO voor omdraaien vliegtuig	XXXX	Groot
Regionaal centrum	Mobility box met alle faciliteiten voor afhandeling; Mogelijk eigen faciliteiten voor home base operator	Basis eigen faciliteiten, maar uitbreiding met mobility box (eventueel mobiel)	Volledige MRO faciliteiten aanwezig	Netwerkkunit inrichten	Groot
Regionale luchthaven met commercieel verkeer	Gebruik eigen faciliteiten, maar ingericht voor concept mobility box afhandeling	Basis eigen faciliteiten, maar uitbreiding met mobility box (eventueel mobiel)	Volledige MRO faciliteiten aanwezig	Optioneel als luchthaven regionaal centrum in E-RAM netwerk is	Middel
Nationale luchthaven of hub	Gebruik eigen faciliteiten, in GA-terminal maar ingericht voor concept mobility box afhandeling	Basis eigen faciliteiten, maar uitbreiding met mobility box (eventueel mobiel)	Volledige MRO faciliteiten aanwezig	XXXX Past niet bij operatie hub.	Beperkt

Tabel 1: Overzicht indeling van luchthavens vanuit mobility hub perspectief

GEDIFFERENTIEERDE LAADVISIE PER SOORT LUCHTHAVEN

De combinatie van luchthaven karakteristieken met het perspectief van E-RAM levert een gedifferentieerde laadvisie per soort luchthaven op. De basisprincipes voor het omdraaien van het vliegtuigen laden vliegtuigen blijven hetzelfde, maar door variatie randvoorwaarden en kaders ontstaan verschillende concepten.

Bouwstenen voor de laadvisie

De laadvisie luchthavens moet passen binnen de basisprincipes voor luchthavens, als hiervoor beschreven. Kort samengevat zijn de criteria waar de laadvisie aan moet voldoen:

- Toepasbaar voor commercial en general aviation (inclusief business aviation)
- Passend binnen wettelijk kader (nationaal en internationaal) aviation en luchthavens
- Inpasbaar in de verdeling van rollen en taken binnen aviation en op de luchthaven
- Onder toezicht van de accountable manager van de luchthaven
- Vereisten veilige (safety en security) operatie waaronder brandweervereisten en opleiding/kwalificatie van medewerkers
- Flexibiliteit operatie
 - Multi-use faciliteiten, inclusief meervoudig gebruik opstelplaats
 - Multi-user: meerdere gebruikers die dezelfde faciliteiten gebruiken
 - Rekening houdend met eisen elektrische GSE's
 - Standaardisatie
- Capaciteitstoe wijzing aan airlines en andere gebruikers op basis van vliegschema's
- Beschikbaarheid energie inclusief piekbelasting en management van schaarste op het moment dat beschikbare energie te weinig is om aan piek vraag te voldoen
- Passend binnen Businessmodellen van luchthavens, airlines en andere partijen op airside
- Rekening houdend met toekomstig gebruik van elektrische vliegtuigen (AAM=UAM + E-RAM)
- Schaalbaar met ontwikkeling van verkeer op luchthaven.

GA en commerciële luchtvaart	Wettelijk kader	Businessmodel	Energie management	Safety & security	Flexibiliteit	Schaalbaar
Standaardisatie	Passend binnen wettelijke kader luchthaven exploitant	Luchthaven als 'brandstof' en dus ook energieleverancier	Beschikbare energie op piekmoment is nieuwe capaciteitsbepalende factor	Opstellen <u>safety</u> handboeken voor elektrisch laden en andere vormen van tanken	Multi-use inrichting opstelplaats voor verschillende vliegtuigtypen (energiebron)	Mobiel en vaste inrichting
Investeren in alle luchthavens; netwerk vormen	Voldoen aan nationale wetgeving en beheerders energienetwerken	Luchthaven krijgt vaste vergoeding voor geleverde energie (direct of via concessie)	Energie <u>slots</u> toewijzen: Toegang tot laadinfra en opgeslagen energie;	Trainen medewerkers omgaan met elektrisch laden. Ontwikkelen (internationale) cursussen	Voorkomen slepen of verplaatsen vliegtuigen tijdens afhandeling	Modulaire opbouw installaties (vooral op kleine airports)
Plug en <u>play</u> installaties	Arbo wetgeving	Infrastructuur opwekken, opslag en laden vergoed via havengelden	Laadplannen voor <u>Ground Service Equipment</u>	Brandweerprotocol <u>NvL</u> ; Bewaken <u>SoH(earth)</u> en <u>SoS(afety)</u>	Afhandelingsapparatuur geschikt voor meerdere vliegtuigtypen	Standaardisatie
Ontzorgen (kleine) luchthavens; remote monitoring	Stimuleren internationale standaarden, wet- en regelgeving, EU en EASA	Luchthaven verantwoordelijk voor onderhoud en beschikbaarheid (zelf of via concessie)	Optie: peak pricing voor laden vliegtuigen of variabele prijsmodellen	Protocollen: laden hybride vliegtuigen; Instappen passagiers en afhandeling tijdens laden	Mobiel laden in plaats van laadpaal indien mogelijk	Airline netwerkplanning mede op basis optimaal gebruik beschikbare capaciteit
Integraal onderdeel master plan	RoI <u>accountable manager</u> in acht nemen	Realiseren voldoende capaciteit conform standaarden masterplan (bijv. 30 ^e piek uur)	Bewaken <u>turnaround time</u> en/of <u>grondtijd</u> van vliegtuigen	Protocollen opstellen vliegtuigen op <u>apron</u> ; mag elektrisch naast <u>fossil fuel</u> en/of waterstof?	Energie opslag om leveringszekerheid te garanderen	Interoperabiliteit
Combinatie opwekken, opslag en distributie	Regelgeving laden en tanken verschillende soorten vliegtuigen	Differentiatie havengelden op basis van emissies en geluid		Cyber security laadsystemen Toegang tot kwetsbare infrastructuur elektrisch laden	Remote toezicht laden en monitoren <u>syteem</u> status	
Verbinding met landside mogelijk maken		Actief op energiemarkt (dynamische prijzen)		Apart call- <u>sign</u> voor elektrisch vliegtuigen Inventariseren vereisten nadering en vertrek	Toewijzen voldoende capaciteit per aangesloten vliegtuig	

Tabel 2 Overzicht bouwstenen laadvisie luchthavens.

Tabel 2 geeft een inzicht in de bouwstenen voor een laadvisie op luchthavens. Gegeven de zeer jonge historie met elektrisch vliegen, de vele opties die nog open staan voor de toekomst en onzekerheden omtrent regelgeving en wereldwijde standaardisering is dit overzicht veel meer een opsomming van aandachtsgebieden en zaken die geregeld moeten worden voordat grootschalig laadinfra geïntroduceerd kan worden op luchthavens. De kopjes op de eerste regel van de tabel laten de breedte van onderwerpen zien die hierin meegenomen moeten worden. N.B. dit staat nog los van de technische onzekerheden en oplossingen. Hoewel de onzekerheden nog de boventoon voeren is het verantwoord om reeds een eerste onderverdeling te maken van zekerheden en onzekerheden in de laadvisie van luchthavens.

Ruimte om te experimenteren en te leren

Een laadvisie voor luchthavens moet in praktijk groeien door middels ervaring op te doen met elektrisch vliegen leren welke concepten en opties toelaatbaar zijn en dus ook welke niet. Een eerste stap door het ontwikkelen van een netwerk van luchthavens met basale infrastructuur voor elektrisch vliegen en GSE's is een 'no regret' optie die het mogelijk maakt om in praktijk te gaan experimenteren en leren door op veel locaties onder wisselende omstandigheden laadinfra te gebruiken en aan te passen. Echter om te kunnen vliegen moet de inspectie IL&T toestaan dat experimenteel gevlogen wordt⁷, alsook Air Traffic Control (LVNL) ruimte in het luchtruim creëren voor meer elektrische vluchten en drones. Met andere woorden de ontwikkeling van een netwerk van luchthavens met laadinfra moet parallel gaan met realiseren van ruimte om elektrisch te vliegen en te experimenteren.

Een tweede cruciale randvoorwaarde is afstemming met OEM's over noodzakelijke laadinfra, protocollen en afhandelingsequipment voor hybride/elektrische vliegtuigen. Trends bij OEM's om gesloten systemen te ontwikkelen (als oorspronkelijk ook in de automotive sector met o.a. Tesla en BMW) zijn niet te hanteren door luchthavens. Bestaande contacten met leidende OEM's in de wereld, wet- en regelgevers en toezichthouders wereldwijd moet gericht zijn op standaardisatie en interoperabiliteit. Dit geldt ook voor nieuwe stappen in het afhandelingsproces als externe vloeistof koeling van batterijen bij snelladen van de vliegtuigen. Tot slot moet het besef indalen dat e-RAM en UAM nieuwe mobiliteitsconcepten zijn waarbij een deel het emissievrije transport door de lucht gaat, maar die integraal onderdeel uitmaken van bestaande mobiliteitsketens over de weg of via rail. Dit vraagt om behoud of uitbreiding van capaciteit op GA-luchthavens (niet enkel laden, maar ook vliegtuigbewegingen) en integratie van deze luchthavens op grondtransport systemen van andere modaliteiten. Dit stimuleert de ontwikkeling en benutting van deze netwerken.

Actiepunten laadvisie luchthavens

Samenvattend kunnen de actiepunten c.q. bouwstenen als volgt worden beschreven:

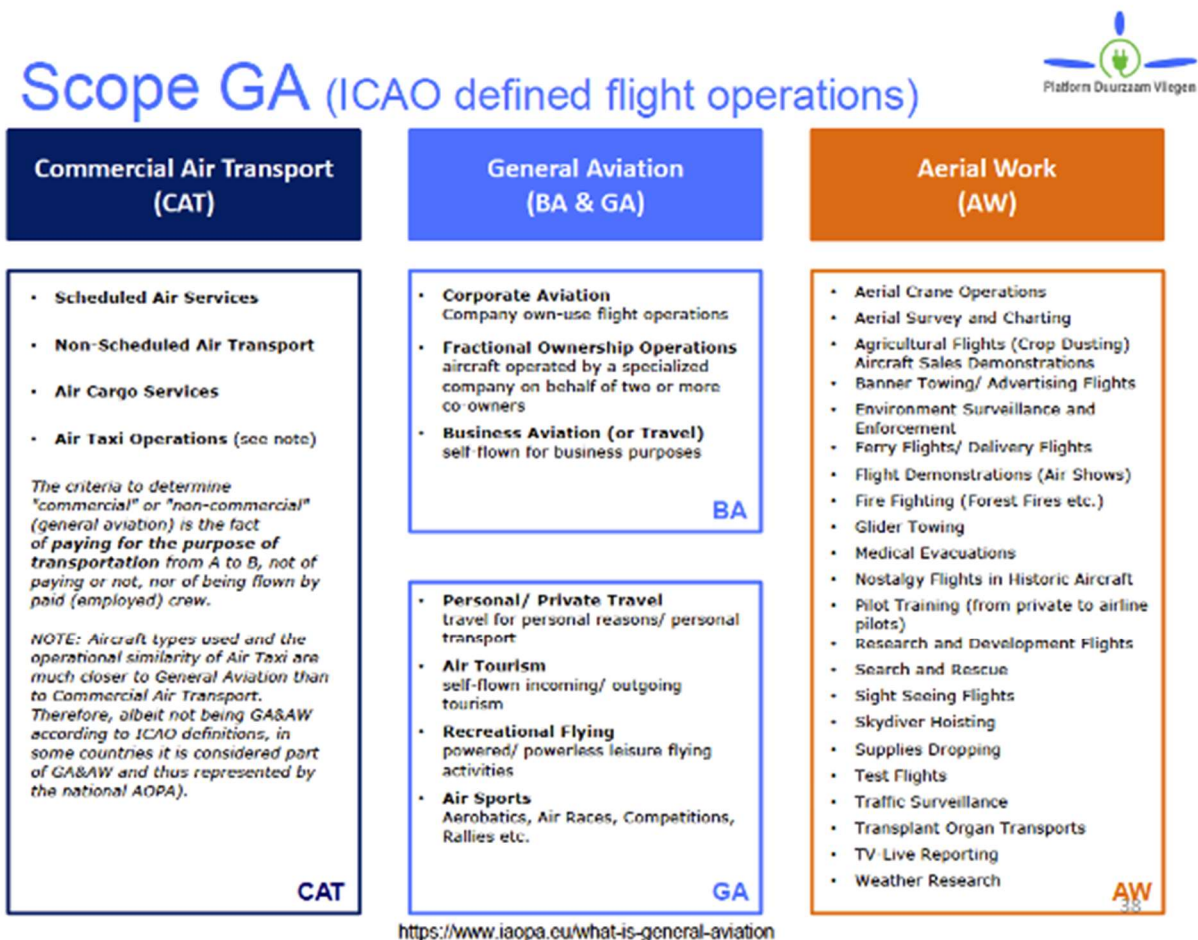
1. Maak elektrisch vliegen op alle luchthavens mogelijk en ga vroegtijdig in gesprek met netbeheerders over de vermogensvraag. Luchthavens ontwikkelen samen met hun stakeholders een actieplan en ingroepad waarin de vermogensvraag van traditionele en nieuwe vormen van luchtvaart zoals *Urban Air Mobility* worden meegenomen én wordt gekeken naar het laden van servicevoertuigen en bezoekende modaliteiten zoals personenauto's, bestelauto's en trucks.

⁷ Wetgeving om dit mogelijk te maken is in ontwikkeling.

2. Ontwikkel wet- en regelgeving en protocollen voor elektrisch vliegen. Het gaat hierbij onder andere om elektrische vliegtuigen, laadinfra, inrichting van luchthavens, opleidingen, slottoekenning, etc.. Ruimte om te experimenteren en leren is cruciaal: faciliteer (experimenteel) elektrisch vliegen.
3. Standaardiseer met urgentie om klaar te zijn voor het laden van vliegtuigen en servicevoertuigen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan laadinfra, stekkers, brandweer- en veiligheidsprotocollen en de inrichting van luchthavens.
4. Verken het aanpassen van het businessmodel van luchthavens en neem de financiering van laadinfra hierin mee. Energiemanagement is hierbij zowel een uitdaging als een kans.
5. Verbind de luchtvaartsector met andere sectoren om versneld te leren en synergie te creëren.

BIJLAGE 1: GENERAL AVIATION EN COMMERCIAL AVIATION

De internationale luchtvaart maakt onderscheid tussen general aviation en commercial aviation zoals weergegeven is in figuur 1. De commerciële luchtvaart wordt gekenmerkt door het feit dat gebruikers (passagiers of verladers van cargo) een ticket kopen om van A naar B te vliegen. In principe vallen alle vormen van civiele luchtvaart die geen commercieel verkeer onder de General Aviation. Om deze reden kunnen de activiteiten op de general aviation luchthavens zeer sterk van elkaar verschillen, bijvoorbeeld van off-shore helicopter operaties in Den Helder tot internationale business aviation vluchten op Kempen Airport of tot elektrische lesvluchten op Teuge Airport.



Figuur 4: Onderverdeling luchtvaart in commercial aviation en general aviation. Bron: IAOPA

Algemeen: General Aviation als sector

Als bij de definitie van kleine luchtvaart aangegeven maakt de internationale luchtvaartorganisatie ICAO onderscheidt tussen commerciële luchtvaart en General Aviation (GA, deze term wordt in Nederland ook in de luchtvaartwereld gebruikt). Commerciële luchtvaart omvat alle geplande (volgens 'spoorboekje') en ongeplande vluchten. De kern is dat commercieel verkeer betaalde transportdiensten tussen A en B levert. Alle overige civiele luchtvaartactiviteiten vallen onder General Aviation (GA).

Wat valt er onder kleine luchtvaart

Als aangegeven omvat GA zeer veel activiteiten. Onderstaand geven we een niet limitatieve opsomming van GA activiteiten.

Activiteiten

De onderverdeling van activiteiten in GA laat de veelheid aan luchtvaartactiviteiten in deze categorie zien; denk hierbij aan vluchten van de vliegclubs, recreatie vluchten, lesvluchten van vliegscholen, foto- en observatievluchten, reclamesleepvluchten, activiteiten van para's, zweefvliegen of vluchten voor orgaantransplantatie; de categorie maatschappelijke vluchten zijn vallen in de internationale definitie onder GA. Bepaalde GA activiteiten kunnen ook uitgevoerd worden door vliegtuigen met maximaal startgewicht groter dan 6 ton; denk hierbij bijvoorbeeld aan bepaalde zakenjets. Opvallend is dat in GA de meeste luchtvaartactiviteiten uitgevoerd worden door gespecialiseerde bedrijven of vliegclubs. Deze bedrijven hebben een winstoogmerk, maar vallen niet onder de definitie van Commercial Air Traffic als weergegeven in figuur 1.

In antwoord op de vraag: Hoe werkt de sector? Een algemeen beeld van de sector wereldwijd en in Nederland waarin ook de maatschappelijke vluchten opgenomen zijn.

Hoe werkt de sector?

Wereldwijd zijn er circa 350.000 GA vliegtuigen en 700.000 piloten⁸. De geregistreerde Nederlandse GA-vloot bedraagt volgens het CBS⁹ 720 toestellen tegenover 270 toestellen voor commerciële luchtvaart; in deze aantallen zijn echter de in ons land gestationeerde vliegtuigen met een buitenlandse registratie, waaronder N (USA), F (Frankrijk), D (Duitsland) en uit andere EU-landen, niet meegenomen. Daarnaast zijn er nog 440 micro-light toestellen (kleine vliegtuigen voor een of twee personen vooral voor recreatief verkeer), 630 zweefvliegtuigen (waarvan 150 met motor), 80 helikopters, 406 luchtballonnen en 2500 drones. Deze laatste categorie is vanaf 2014 zeer sterk gestegen.

GA locaties in Nederland

De meest recente rapporten over de economische betekenis van de GA in Nederland dateren uit 2013 en 2016. De GA maakt gebruik van een groot aantal luchthavens in ons land zoals onderstaande figuur laat zien¹⁰.

⁸ Voor de commerciële luchtvaart zijn deze cijfers circa 60.000 toestellen en 400.000 piloten. Bron:

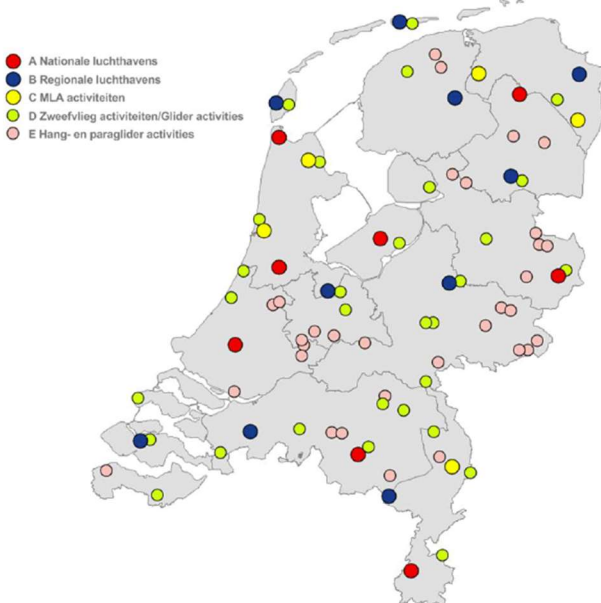
[HTTPS://WWW.IAOPA.EU/WHAT-IS-GENERAL-AVIATION](https://www.iaopa.eu/what-is-general-aviation)

⁹ Bron: <https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/verkeer-en-vervoer/vervoermiddelen-en-infrastructuur/vliegtuigen>

¹⁰ Bron: Rapport Buck Consultants International: Economische betekenis van General Aviation in Nederland. In opdracht van Ministerie van infrastructuur en Milieu. 2015

Opmerking auteur: Eindhoven Airport is een militaire luchthaven met burgermedegebruik en ook op de militaire basis Volkel zijn een trauma- en een politieheli gestationeerd. Twente is tegenwoordig een luchthaven van regionale betekenis waarbij bevoegd gezag bij de provincie ligt.

Vliegvelden in Nederland



- **A: Luchthavens van nationale betekenis :**
 - Schiphol
 - Eindhoven Airport
 - Groningen-Eelde Airport
 - Maastricht Aachen Airport
 - Rotterdam Den Haag Airport
 - Lelystad Airport
 - Enschede Airport Twente
 - Den Helder Airport (militair veld)
- **B: Luchthavens van regionale betekenis:**
 - Vliegveld Ameland
 - Vliegveld Drachten
 - Vliegveld Hilversum
 - Vliegveld Hoogeveen
 - Vliegveld Oostwold
 - Kempen/Budel Airport
 - Seppe Airport
 - Teuge Airport
 - Texel Airport
 - Midden-Zeeland Airport
- **C: Groot aantal velden voor MLA, zweefvliegen en hang- en paraglider-activiteiten**

In dit overzicht valt op dat de RTHA de enige GA-locatie voor gemotoriseerd vliegen in Zuid-Holland is; vandaar dat we ook een substantiële GA-activiteit op RTHA zien.

Soort vluchten

GA vluchten kunnen tussen twee luchthavens zijn (bijvoorbeeld zakenjets en orgaan transport) of het vliegen van lokale vluchten rond een luchthaven; dit kunnen gewone lokale vluchten en lesvluchten zijn of circuittraining (inclusief starts en landingen oefenen). Specifieke vluchten als fotovluchten zullen een vooraf bepaalde route volgen om een gebied in kaart te brengen. Het regelen van de vlucht en of vooraf indienen van een vluchtplan nodig is hangt mede af van het feit of de luchthaven gecontroleerd is en dus een eigen verkeersleiding heeft (zoals RTHA of Lelystad Airport).

GA is bedrijfsmatig

GA wordt in de beleving van het grote publiek vaak geassocieerd met recreatief vliegen. In de brede definitie is GA echter een verzameling van vele soorten luchtvaartactiviteiten waarvan de meeste bedrijfsmatig worden uitgeoefend¹¹. Denk hierbij bijvoorbeeld aan airtaxi bedrijven, aerial works (waaronder de foto's die op internet vinden van onze omgeving), zakenjets, vervoer van organen voor transplantatie, reclame sleepvluchten, surveillance vluchten, lesvluchten voor het opleiden van piloten, vluchten van Nationale Politie, Kustwacht, en de trauma- en ambulance helicopters. Ook recreatieve activiteiten als rondvluchten en parachutespringen worden meestal door bedrijven uitgevoerd; privé-vliegers zijn vaak verenigd in vliegclubs die vliegtuigen beheren. Daarnaast zijn er specifieke bedrijven voor onderhoud van de GA-vloot, beheer van de luchthavens, faciliteiten op luchthavens, etc. hetzelfde geldt voor drones die door bedrijven gebouwd, ingezet en/of onderhouden worden.

¹¹ N.B. Bedrijfsmatig is soms winstgericht of non-profit, maar geen onderdeel commerciële luchtvaart uit ICAO definitie.

Betekenis GA in Nederland

De verkenning van Buck Consultants International stelt in 2015 vast dat in de brede definitie van GA voor geheel Nederland de directe werkgelegenheid 3.232 FTE, de indirecte werkgelegenheid 1.616 FTE en dus in totaal voor de GA 4.848 FTE bedraagt; de toegevoegde waarde van de directe werkgelegenheid bedraagt tussen de 198 en 236 miljoen Euro. In totaal waren er in 2015 856 bedrijfsvestigingen.

Bedrijfsvoering

De diversiteit in de GA maakt dat de bedrijfsvoering en hoe de GA werkt per segment verschilt. Vliegclubs en vliegclubs verzorgen bijvoorbeeld zowel het theorieonderwijs als de praktijklessen en examinering; airtaxi bedrijven verkopen vluchten voor hun klanten, bereiden vluchten voor en voeren deze uit, vliegclubs zorgen voor de beschikbaarheid van eigen vliegtuigen ten behoeve van de leden om vluchten te kunnen maken, lucht fotografiebedrijven gebruiken hun vliegtuig als bedrijfsmiddel om foto's te kunnen maken, etc. De MRO-bedrijven verzorgen het onderhoud van de vloot conform de hoogwaardige internationale regelgeving en standaarden. De luchthavens leveren de infrastructuur en meestal ook de brandstof voor de vliegtuigen, maar ook de bedrijventerreinen en verhuren soms de gebouwen aan de GA-bedrijven die op de luchthaven actief zijn.

Organisatie sector

De GA-sector is verenigd in diverse organisaties; de primaire vertegenwoordigers zijn KNVvL en AOPA (beiden verenigingen van luchtsporters/vliegers/vliegtuigeigenaren) en NACA (branchevereniging commerciële GA-ondernemingen met een registratie, erkenning of ontheffing). Bij de door de overheid in 2016 uitgevoerde verkenning van GA in Nederland¹² is naast deze drie partijen meegewerkt door:

- NVL, DARPAS & PUCA, Business Aviation in NL, MRO Sector, Pal-V, KLPD, Luchtvaartpolitie, ANWB MAA, LVNL, Min. Van Defensie & CLSK, Min. I&M en IPO-ICL.

In deze opstelling zijn de organisaties voor drones en onbemande luchtvoertuigen alsook de categorie maatschappelijk luchtverkeer en defensie meegenomen. In dit TGAL-rapport uit 2016 is de luchthaven Rotterdam aangemerkt als 'toekomstvast general aviation' locatie voor motorvliegen en nog onvoldoende duidelijk voor valschermspringen.

GA als kraamkamer voor commerciële luchtvaart

In de luchtvaart heeft de GA vaak de rol als 'kraamkamer' voor de commerciële luchtvaart; ook piloten voor de commerciële luchtvaart krijgen hun basisopleiding tot piloot op kleine vliegtuigen. Nieuwe ontwikkelingen en toepassingen starten eerst op kleine en beheerste schaal binnen de GA. Hier zijn meer mogelijkheden om te leren en te experimenteren tegen lagere kosten dan in de commerciële luchtvaart.

Ontwikkeling elektrisch vliegen start in GA

De ontwikkeling van elektrisch en waterstof aangedreven vliegtuigen en de verkenning van de reële mogelijkheden van deze ontwikkeling start in de GA. De eerste prototypes zijn kleine vliegtuigen die binnen de GA worden ingezet of soms zelf drones; denk bijvoorbeeld aan opleiden van piloten of rondvluchten met elektrische vliegtuigen, testen met brandstofcellen (waterstof), retrofit van vliegtuigen voor para's, etc. Op Teuge doen diverse kennisinstellingen binnen DEAC-onderzoek naar de effecten van elektrisch vliegen als bijvoorbeeld

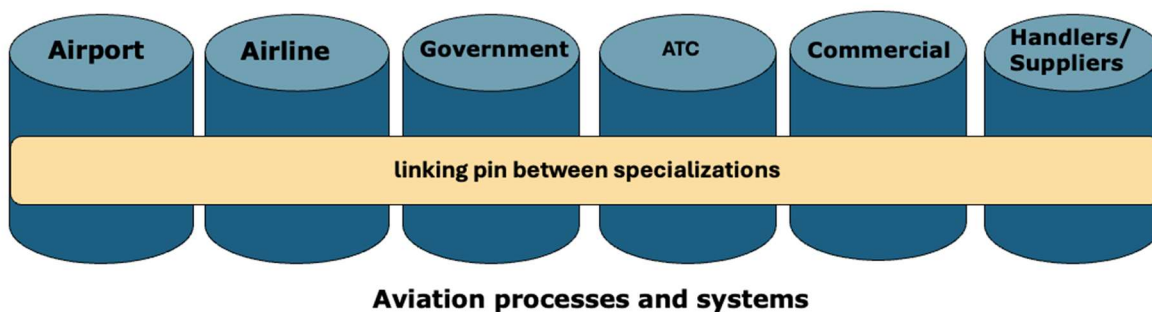
¹² Bron: TGAL Rapport: Eindrapport onderzoek toekomstige general aviation locaties in Nederland.

geluidsprofielen, aandrijving, propellers, gedrag in de lucht en effecten van elektrische vliegtuigen op de inrichting van de luchthavens en MRO. Het NLR heeft op RTHA een van de eerste elektrische vliegtuigen in ons land gestationeerd. Naast de ontwikkeling van vliegtuigen zien we dat nieuwe luchthavenfaciliteiten het eerst op GA-luchthavens getest worden. Denk hierbij aan remote tower ATC (de verkeersleider is niet op de luchthaven zelf maar begeleidt de vliegtuigen vanaf een andere locatie; in het buitenland op GA getest), GPS-nadering van de luchthaven, laadinfrastructuur voor elektrische vliegtuigen, etc. Tot slot zijn op dit moment in ons land op diverse plaatsen (waaronder Delft en Eindhoven) studenten teams actief met het ontwerpen en bouwen of ombouwen van elektrisch of waterstof aangedreven testmodellen en GA-vliegtuigen.

BIJLAGE 2: ROLLEN OP EEN LUCHTHAVEN EN WETTELIJKE TAKEN LUCHTHAVEN

Rollen op de luchthaven

Kenmerkend voor afhandeling van luchtverkeer op een luchthaven is dat er geen dominante speler is die het geheel van activiteiten bepaalt. De actoren hebben ieder hun eigen rol, taken en bevoegdheden en kunnen maar beperkt direct invloed op elkaar uitoefenen.



Figuur 5: Partijen op een luchthaven maken samen de operatie. Zij kunnen niet los van elkaar functioneren.

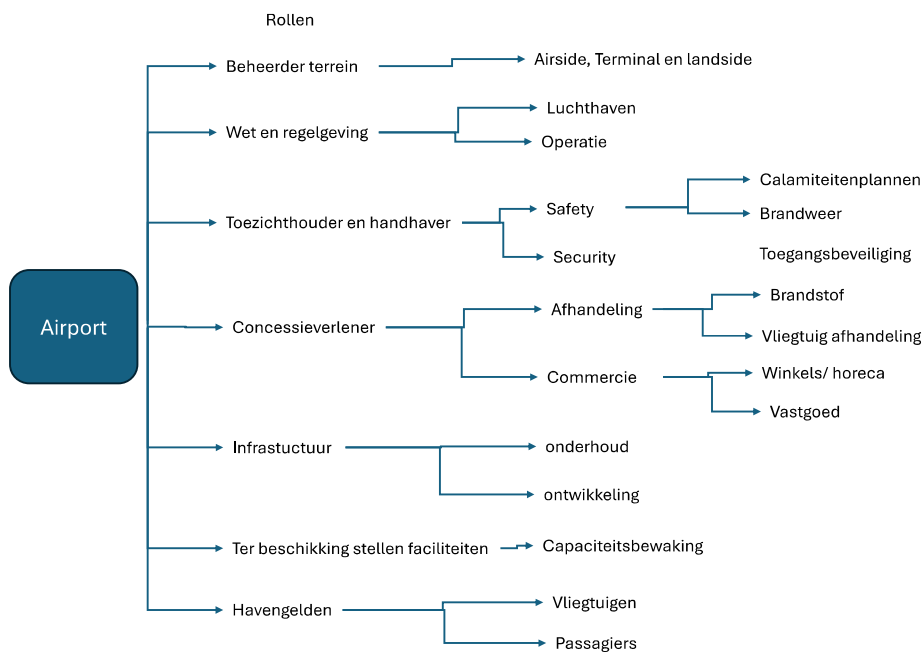
De belangrijkste rollen kort weergegeven zijn:

- Luchthaven: wettelijke beheerder en exploitant van de luchthaven en houdt als luchthavenautoriteit toezicht op de safety en het gebruik van de luchthaven. Het luchthavenreglement beschrijft de spelregels voor alle gebruikers en voor welke activiteiten gebruikers een vergoeding aan de luchthaven verschuldigd zijn. De luchthaven is tevens de handhaver van het reglement. Verzorgt en onderhoudt faciliteiten van de luchthaven en stelt deze beschikbaar voor de verbinding van grond- en luchtverkeer. De luchthaven bepaalt (binnen wettelijke kaders als veiligheid, milieu en hinder) de capaciteit van de luchthaven in termen van het aantal vliegtuigbewegingen (per uur en per periode).
- Airlines: de airlines vervoeren passagiers, bagage en/of vracht naar bestemmingen in het netwerk. De schedules van de airlines en ingezette type vliegtuigen bepalen samen de capaciteit (aantal stoelen of vrachtruimte) voor het vervoer naar de door de airlines opgenomen bestemmingen. Bilaterale overeenkomsten tussen landen (in Europa ook EU) bepalen over airlines toegang hebben tot een luchthaven en welke commerciële activiteiten zij daar mogen uitvoeren.
- Afhandelaren; de afhandelaren verzorgen de afhandeling van vliegtuigen tijdens het omdraaiproces. Zij doen dit in opdracht van de airlines die de kwaliteit en ingezette capaciteit bepalen. Afhandelaren moeten een concessie van de luchthaven hebben om hun diensten te kunnen aanbieden.
- ATC (Air traffic control): ATC verzorgt de verkeersbegeleiding van het luchtverkeer en geeft instructies over te gebruiken aan- en uitvliegroutes en moment van vertrek. ATC bewaakt de safety van het luchtruim rond de luchthaven en en route en wijst capaciteit toe.
- Overheidsdiensten: diverse overheidsdiensten zorgen voor beveiliging (security) en grensbewaking (immigratie en douane). De activiteiten van deze diensten zijn wettelijk (nationaal of internationaal) bepaald.

- Concessionarissen: dit zijn alle derde partijen die middels een concessie van de luchthaven commerciële of non-profit diensten en producten mogen aanbieden aan airlines, passagiers (en bagage), vracht of andere bedrijven en instellingen op de luchthaven.

Wet- en regelgeving luchthavens¹³

Luchtvaart is van oudsher een sterk gereguleerde sector en in tegenstelling tot bijvoorbeeld de maritieme wereld heeft liberalisering en deregulering van de luchtvaart in de jaren '80 en '90 niet geresulteerd in vrije transportstromen over de wereld; regulering is nog steeds dominant. Kort gesteld is de nationale luchtvaartwetgeving een afgeleide van internationale wetgeving die vastgesteld wordt bij ICAO (UN-luchtvaart) en in Europa door EASA. Verder is de Amerikaanse FAA een bepalende factor in de wereld. Deze internationale component is cruciaal om te zorgen dat vliegtuigen over de gehele wereld veilig en betrouwbaar kunnen vliegen en afgehandeld kunnen worden. De internationale regelgeving en afspraken tussen landen bepalen de kaders voor de routenetwerken van de airlines (overvlieg- en landingsrechten en vrijheidsgraden voor commerciële activiteiten), maar ook de basis voor vaststelling van de havengelden voor luchthavens en dus de businessmodellen voor luchthavens. Naast internationale wet- en regelgeving gelden op luchthavens ook nationale of EU wet- en regelgeving ten aanzien van niet luchtvaart zaken als bijvoorbeeld arbo, hinder, beveiliging, milieu, etc.



Figuur 6 Schematisch overzicht van wettelijke rollen en taken van een luchthavenorganisatie.

¹³ Meer info zie:

- https://wetten.overheid.nl/BWBR0005555/2024-07-01/#HOOFDSTUK8_TITELDEEL8.1_ARTIKEL8.1
- <https://wetten.overheid.nl/BWBR0026570/2024-07-01#HOOFDSTUK2>
- <https://wetten.overheid.nl/BWBR0026570/2024-07-01>

Inzoomend op de luchthavens zijn de belangrijkste aspecten van wet- en regelgeving:

- Exploitatievergunning en luchthavenbesluit, waarin ook de eisen voor veiligheid, milieu en infrastructuur zijn vastgelegd.
 - De wettelijke eisen voor de vergunningen moeten tevens voldoen aan EU en ICAO wet- en regelgeving
- Milieuvergunningen, milieunormen en hinderbepalingen: deze wet- en regelgeving bepaalt de kaders waarbinnen de luchthaven en de gebruikers moeten opereren. Dit omvat eveneens openstellingstijden, geluidsnormen en -contouren, emissies, etc.
- Verkeersverdeling en slotcoördinatie: onafhankelijke door de overheid aangewezen coördinatoren wijzen binnen de gehanteerde kaders de capaciteit van de luchthaven toe aan de gebruikers en houden toezicht op de spelregels omtrent het gebruiken van deze capaciteit.
- Veiligheid en beveiliging: nationale en internationale bepalingen en randvoorwaarden voor het waarborgen van de veiligheid van passagiers, vliegtuigen, infrastructuur en werknemers op de luchthaven.
- Luchtvaartbelastingen en heffingen: de luchthavens hebben het recht passagiersheffingen en havengelden op de leggen binnen de internationale kaders van non-discriminatoir en kostendekkend (geen winstoogmerk). Daarnaast innen luchthavens vaak overheidsbelastingen (bijv. voor geluidsisolatie, beveiliging, of vliegtaks).
- Verplichting tot infrastructuuronderhoud: internationale regelgeving om te zorgen dat infrastructuur op de luchthaven blijft voldoen aan de internationale luchtvaartnormen en standaarden.
- Noodplannen en rampenbestrijding: verplichting om noodplannen te ontwikkelen en te onderhouden voor rampenbestrijding. Deze plannen moeten regelmatig worden getest en geoefend en voldoen aan internationale normen.
- Veilig luchtruimbeheer: verplichting om het luchtruim rond te luchthaven veilig te houden en te zorgen voor specifieke regelgeving voor het gebruik van drones. Hiervoor werkt de luchthaven nauw samen met de luchtverkeersleiding.

BIJLAGE 3: MOBILITY HUB NADER BESCHOUWD

Blauwdruk mobility hub als zelfvoorzienende modulaire faciliteit

1. Inrichting van mobility hubs op basis van zelfvoorzienende modulaire faciliteiten die eenvoudig kunnen worden opgeschaald tot de behoefte van het knooppunt. Met de focus op emissievrij vervoer is energiemangement en positionering van de mobility hub als lokale energie hub een essentieel onderdeel van het concept.
2. Ontwerp van modulaire eenheden vanuit de behoeften van het vervoersconcept; dus niet enkel typische luchtvaartfuncties, maar ook voldoen aan vereisten van andere modaliteiten en opties openhouden voor vormen van vervoer die in ontwikkeling zijn (denk aan Urban Air Mobility, drones, etc.).
3. De mobility hub als een goed functionerend systeem waarbij naast faciliteiten en energie ook MRO, safety, security, luchtruim (procedures en capaciteit), voorbereiding vluchten, afhandeling, communicatiesystemen met netwerk en gekwalificeerd personeel meegenomen worden.
4. Mobility hub als concept voor alle knopen in het netwerk; naast de vele kleinere spokes in met een beperkt aantal verbindingen, ontstaan ook grotere knopen met meer verbindingen en overstap tussen vluchten. Door omvang van activiteiten zijn deze knopen aantrekkelijk om ook andere functies onder te brengen als regie (inzicht in uitvoering operatie in een regio), opleiding van personeel (denk aan vliegscholen, MRO en onderhoud mobility boxen, communicatie met luchtverkeersleiding, etc). Het concept van E-Deck op Teuge staat model voor een regionaal knooppunt met meer verbindingen in het netwerk.
5. De netwerklaag vraagt om een geheel nieuw concept van integrale mobiliteitsbenadering en sturing vanuit het '4 uur deur tot deur concept'. Dit betreft niet alleen het integraal aanbieden, ticketing, betaalm modules en verrekening van kosten en opbrengsten van verschillende vormen van vervoer, maar ook de planning en sturing van de operatie en opvangen van de dagelijkse verstoringen, het robuust maken van het vervoer etc. De mobility hubs zijn cruciale leveranciers van informatie maar ook de plaatsen waar ontime performance bewaakt wordt en waar nodig kan worden bijgestuurd.
6. Een netwerk van mobility hubs, geïntegreerd met het customer journey-concept moet ontwikkeld worden waarbij men kan voortbouwen op het bestaande model van collaborative decision making, de networkmanager van Eurocontrol en Airport Operations Control Center.

Vorming van nieuwe verhoudingen tussen aanbieders van vervoer en mobility hubs moeten kijken alsook naar de commerciële aspecten en businessmodellen van de hubs. Omdat bij het luchtvervoer de meeste standaarden en regelgeving nog ontbreken is ontwikkeling op tenminste EU-schaal en bij voorkeur een wereldstandaard vereist.

Een efficiënt en schaalbaar regionaal vervoersnetwerk van mobility hubs maakt gebruik van de nieuwste ontwikkelingen en inzichten in de afhandeling van passagiers, bagage, vracht en vliegtuigen, waaronder:

1. Volledig autonome eenheden ('container') waarin alle door de vervoerder gewenste en door overheden en regulator vereiste handelingen in kunnen worden uitgevoerd.
2. Remote control, monitoring en communicatie op goed functioneren, herstel van functionaliteit en bijsturen proces in geval van verstoring

3. 'Seamless' samenwerken van de volgende afhandelingenactiviteiten waarbij uitgegaan wordt van maximale selfservice door de passagier en deze zelf bagage naar het vliegtuig brengt.

Bij vertrek:

- a. Melden en registreren van passagiers met bagage (hand- en ruimbagage)
- b. Vaststellen identiteit en toegang verlenen tot airside/ vliegtuig
- c. Security: vaststellen dat passagier en bagage (of vracht) geen bedreiging is voor uitvoering vlucht
- d. Grenspassage (indien van toepassing): persoon (immigratie) en goederen of vracht (douane)
- e. Voor vracht: aanname vracht en vaststellen/identificeren pakket (eenheid) en klaarzetten voor laden aan boord vliegtuig
- f. Informatie over on time performance en connectie met land- of luchtvervoer
- g. Vluchtvoorbereiding voor piloot: meteo, vliegroutes, filen vluchtplan (indien van toepassing), airport informatie, ...

Bij aankomst:

- h. Grenscontrole binnenkomend voor persoon en goederen (indien van toepassing)
 - i. Identificeren persoon voor aansluitend vervoer door de lucht (zie vertrek) of grondvervoer (verbinding met auto)
 - j. Signaleren dat persoon en bagage (hand en ruimbagage) afhandelingsruimte hebben verlaten aan landzijde voor vervolgvervoer
 - k. Informatie over verder vervoer
4. Veel van de onder 3 genoemde zaken bestaan en worden op luchthavens toegepast. De innovatieve uitdaging zit vooral in het verbinden van de afzonderlijk toepassingen tot een fool proof seamless service voor gebruikers, geautomatiseerde uitvoering zonder directe tussenkomst van natuurlijke personen maar wel remote control c.q. interventie indien noodzakelijk. Speciale aandacht voor het deel van overheden en regulators: grenscontrole personen en goederen zonder aanwezige bevoegde ambtenaren en geautomatiseerde securityconcepten.
5. Integratie en dienstverlening vraagt gedetailleerde afstemming met serviceproviders. Wie doet wat, maar ook met luchthavens om te zorgen dat faciliteiten door meerdere operators tegelijkertijd te gebruiken zijn (multi-use en multi-user principe).
6. Inrichting van de netwerklaag over de mobility hubs heen, waarvoor de volgende zaken nodig zijn:
- a. Hard- en software om informatie te delen in een gemeenschappelijk systeem/applicatie voor beheersing van de capaciteit van het gehele netwerk van verbindingen (vgl. Eurocontrol netwerkmanager)
 - b. Vooraf gedefinieerde standaarden, informatie over beschikbare capaciteit en operationele uren (op de grond en in de lucht), activiteiten en milestones om voortgang operatie op en tussen mobility hubs mogelijk te maken.
 - c. Control center(s) (virtueel) om voortgang operatie te monitoren en waar nodig te kunnen bijsturen. Dit kan een gelaagd systeem zijn waarbij delen van het netwerk met veel samenhang (regio's) aangestuurd kunnen worden en een verbinding tussen regio's.
 - d. Afstemming van planning (strategisch, tactisch, operationeel) van vervoer binnen netwerk en beschikbaarheid van capaciteit, menskracht, energie, etc.
 - e. Verbinding met service en communicatiemodel van serviceprovider zodat deze de kwaliteit van het vervoer van passagiers, bagage en/of vracht kan bewaken en sturen.

BIJLAGE 4: AANDACHT KLEINE AIRPORTS EN TOEGEVOEGDE WAARDE MOBILITY HUB VOOR REGIO

Nadere invulling netwerklaag

Tegelijkertijd met het aanpassen van de faciliteiten op airports moet een informatienetwerk ontwikkelen worden om de operatie te kunnen monitoren en sturen. Dit is om meerdere redenen noodzakelijk:

1. Veel mobility hubs zullen te klein zijn om alle dagen van de week staf beschikbaar te hebben voor afhandeling. De faciliteiten voor passagiers, bagage, piloten (vluchtplannen) en energievoorziening zijn hierop ingericht. Remote control is vereist om te zorgen dat mogelijk problemen/storing van faciliteiten tijdig te signaleren en oplossen.
2. Geregeld verkeer tussen de airports vraagt om inzicht beschikbaarheid faciliteiten, capaciteitsplanning (inclusief energiemanagement op de luchthaven) en vervolgens monitoring en sturing van het verkeer in geval van verstoring in het netwerk op de operationele dag. In de ultieme situatie zit hierin ook de informatie over landzijde en grondvervoer in verwerkt zodat de door-to-door keten bewaakt kan worden
3. Terugkoppeling naar overheden over formele processen als grenscontrole, security en vluchtinformatie naar ATC (alle indien van toepassing).
4. Verzamelen, ordenen en verwerken tot informatie van de beschikbare data uit het netwerk en inrichten van faciliteiten (control centers, virtueel en/of fysiek) van waaruit de remote control en monitoring kan geschieden.

Toegevoegde waarde mobility hubs voor regio

De omvorming van general aviation vliegvelden en regionale vliegvelden met commercieel en GA verkeer tot mobility hubs is waardevol voor de regio om de volgende redenen:

1. Versterken connectiviteit en bereikbaarheid regio. Reizigers van en naar regio krijgen toegang tot een netwerk om binnen 4 uur van deur tot deur te reizen in de EU. Dit betekent kortere reistijd, minder grondtransport van/naar grotere luchthavens en naar mate het E-RAM-netwerk groeit veel meer directe verbindingen naar kleinere bestemmingen die voor de regio's van belang zijn. Binnen het 4 uur deur-tot-deur concept leveren de vervoerders in het RAM-netwerk integrale oplossingen voor intermodaal vervoer; dit betekent geavanceerde oplossingen met integrale ticketing en dienstverlening voor grond- en luchttransport. Dit biedt tijdwinst en kwaliteit voor de reiziger op.
2. Opties op termijn voor betere bereikbaarheid in first en last mile voor luchtvracht en daardoor betere aanlever- en afhaalmomenten voor bedrijven in de regio; dus tijd- en productiewinst en versterking van concurrentieprofiel voor dit type bedrijven en voor toeleveranciers (pakketvervoerders).
3. Vanuit mobility box concept eenvoudig en tegen lage kosten ontwikkelen van de general aviation luchthaven. In praktijk zijn dit meestal marginale operaties die (zwaar) leunen op publieke financiering of garantstelling door lokale overheden. Het mobility box concept, zeker als hier ook lease of financieringsopties door operators/vervoerders achter zitten, garandeert dat ook de marginale luchthavens en/of minderdraagkrachtige regio's in de EU in het netwerk worden opgenomen met alle connectiviteitsvoordelen van dien en versterkt daarmee de verbinding tussen regio's in de EU.
4. De toegenomen verbindingen op de GA-luchthavens in meer afgelegen regio's versterkt niet enkel het bedrijfsleven maar levert eveneens voordelen voor burgers op om

makkelijker voor economische, sociale of culturele redenen naar andere regio's te reizen, maar denk ook aan toegang tot specialistische medische zorg, etc.

5. Vooral op de mobiliteitshubs die dienen als regionale centra genereert de mobility hub additionele werkgelegenheid voor MRO, afhandeling en opleiding van piloten en specialisten.
6. Voor luchthavens met commercieel verkeer biedt toegang tot RAM en dus ook mobility hub op de luchthaven een verdichting van het netwerk. Dus meer opties voor verbindingen van en naar de regio en additioneel extra feed voor de commerciële vluchten en mogelijk minder grondverkeer.

Deze visie is mede tot stand gekomen dankzij het Green Transport Delta (GTD-E) project met RVO als subsidieverstrekker.