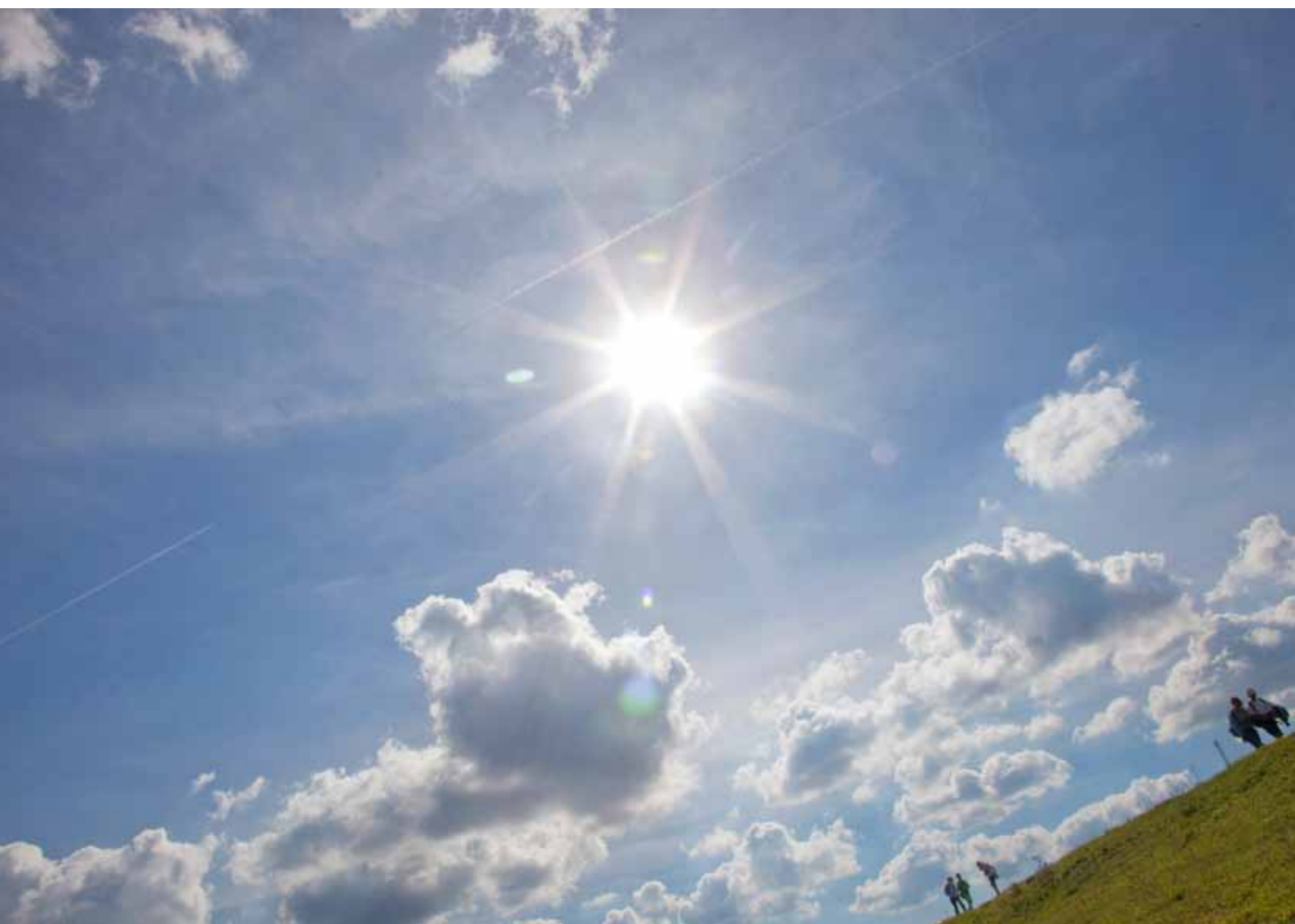




Luchtruimvisie

Bijlagerapport 4

Technologische en operationele ontwikkelingen op
het gebied van ATM



Inhoud

	Toelichting	2
1	Grote bewegingen in het ATM system	4
1.1	Single European Sky (SES)	5
1.2	Op weg naar een nieuw Europees ATM systeem	7
1.3	Van SESAR ATM Masterplan naar Nederlands ATM concept	10
1.4	Ontwikkelingen in aangrenzende Functional Airspace Blocks (FAB's)	20
2	Luchtruimbeheer en luchtruimindeling	26
2.1	Luchtruimbeheer	27
2.2	Luchtruiminrichting	28
3	Communicatie	34
4	Navigatie	40
5	Surveillance	44
6	Air Traffic Management (ATM) mogelijkheden	48
	Lijst met afkortingen	56
	Colofon	60

Toelichting



De Luchtruimvisie vormt de visie van het Rijk en luchtverkeersdienstverleners op het toekomstig gebruik, de inrichting en het beheer van het Nederlandse luchtruim. Gezien de complexiteit van de beleidsvraagstukken heeft het Rijk een aantal Bijlagerapporten opgesteld die meer informatie en inzicht geven in het huidige en toekomstige gebruik, de inrichting en het beheer van het Nederlandse luchtruim.

In dit Bijlagerapport 4 van de Luchtruimvisie vindt u meer informatie over de verwachte technologische en operationele ontwikkelingen op het gebied van Air Traffic Management (ATM) voor het Nederlandse luchtruim. Daarbij wordt algemene informatie gegeven over de technologische ontwikkelingen vanuit het Single European Sky ATM Research Programma (SESAR) en de toepassingen hiervan voor de Nederlandse situatie.

Doel

Het document heeft tot doel om in aanvulling op de in de Startnota Luchtruimvisie geschetste ontwikkelingen om het Nederlandse luchtruim beter te kunnen benutten en meer in detail uit te leggen en toe te lichten. Hiermee krijgt de lezer een beter beeld heeft van de verwachte ontwikkelingen en het daaruit af te leiden oplossend vermogen voor de in Bijlagerapport 3 gesignaleerde opgaven en knelpunten.

Scope

De scope en reikwijdte van de toelichting beperkt zich tot de hoofdlijnen die noodzakelijk zijn om de gevolgen en consequenties van de beleidskeuzes en beleidsmaatregelen uit de Luchtruimvisie op een juiste wijze te kunnen interpreteren.

In de Startnota Luchtruimvisie heeft het Rijk een eerste inzicht gegeven in de voorziene Europese institutionele en technologische ontwikkelingen op het gebied van ATM en de verwachte voordelen hiervan. In hoofdstuk 1 worden deze ontwikkelingen nader toegelicht.

In de hoofdstukken 2, 3 en 4 worden de voorziene technologische innovaties en operationele ontwikkelingen die gezamenlijk de mogelijkheden vormen voor de modernisering van het ATM systeem nader toegelicht. Daarbij wordt een overzicht gegeven van functionaliteiten die bijdragen aan de modernisering van het ATM systeem. Bij het beschrijven van deze aspecten wordt onderscheid gemaakt tussen de verschillende elementen van het ATM-systeem:

- Luchtruimstructuur en classificatie;
- Communicatie;
- Navigatie;
- Surveillance;
- ATM-mogelijkheden

Meer informatie

Indien u meer informatie zoekt over de huidige inrichting en het beheer van het Nederlandse luchtruim, de behoeften van luchtruimgebruikers, de huidige en voorziene opgave en knelpunten in het luchtruim, kunt u de onderstaande Bijlagerapporten raadplegen:

Onderwerp	Bijlage nummer
Huidige inrichting en beheer van het Nederlandse luchtruim	Bijlagerapport 1
Behoeften luchtruimgebruikers en belanghebbenden voor het Nederlandse luchtruim	Bijlagerapport 2
Opgaven en knelpunten Nederlands luchtruim	Bijlagerapport 3
Technologische en operationele ontwikkelingen op het gebied van ATM	Bijlagerapport 4

Tabel 1: Overzicht van de onderwerpen per Bijlagerapport.

1 Grote bewegingen in het ATM system



Het beter kunnen benutten van het luchtruim vraagt om innovatieve oplossingen. Een belangrijke bijdrage zal de komende jaren worden geleverd door technologische innovatie en operationele ontwikkelingen in het Europese Air Traffic Management (ATM) systeem. Deze institutionele ontwikkelingen en toepassing van nieuwe technologieën speelt een belangrijke rol in de mate waarin de inrichting en het beheer van het luchtruim zich kan ontwikkelen en het Nederlandse luchtruim uiteindelijk beter kan worden benut.

In de Startnota Luchtruimvisie heeft het Rijk een eerste inzicht gegeven in de voorziene Europese institutionele en technologische ontwikkelingen op het gebied van ATM en de verwachte voordelen hiervan. In dit hoofdstuk worden deze ontwikkelingen nader toegelicht de belangrijkste ontwikkelingsrichtingen voor het Nederlandse luchtruim weergegeven. Daarbij wordt inzicht gegeven in:

- De ontwikkelingen als gevolg van het Single European Sky (SES) initiatief;
- De positie van het Functional Airspace Block Europe Central (FABEC)
- De positie van het Single European Sky ATM Research (SESAR) programma in de verandering van het ATM systeem;
- De algemene kenmerken van het toekomstig ATM concept voor Nederland in lijn met het ICAO Global Air Navigation Plan en het SESAR Masterplan;
- De verschillende operationele veranderingen en ondersteunende technologieën die bijdragen aan het realiseren van het toekomstig ATM concept;
- De belangrijkste ontwikkelingen van operationele concepten in omliggende Functional Airspace Blocks (FAB's).

De kenmerken van het luchtruimconcept de operationele veranderingen en technische enablers, zoals beschreven in dit hoofdstuk, sluiten aan op het geldende SESAR ATM Masterplan. De beschikbaarheid en aard van de genoemde veranderingen zijn voor een gedeelte afhankelijk van de uitkomsten van onderzoek en validatie wat gecoördineerd wordt uitgevoerd binnen het SESAR programma.

De Luchtruimvisie vormt een belangrijke schakel tussen de eisen en kansen vanuit SES, FABEC en SESAR en de impact daarvan op de ontwikkeling van het Nederlandse luchtruim en de luchtverkeersdienstverlening. Op dit moment bevindt een aantal onderdelen binnen SES, FABEC en SESAR zich nog in een vroege fase van ontwikkeling waardoor er voor bepaalde onderdelen nog onvoldoende duidelijkheid bestaat om de precieze uitkomsten hiervan voor de periode na 2025 te specificeren.

1.1 Single European Sky (SES)

In Europa zijn verregaande ambities geformuleerd voor een efficiënter gebruik van het Europese luchtruim. Daarnaast kunnen veranderingen in het luchtruim niet geïsoleerd worden bekeken, maar moeten deze gezien worden in een Europese of zelfs mondiale context. Ook wanneer een verandering slechts nationaal gericht is, zal deze in veel gevallen ook de belangen van het internationale vliegverkeer raken.

Eind jaren negentig heeft de Europese Commissie het SES initiatief genomen. Het doel van SES is om een optimaal gebruik van het Europese luchtruim mogelijk te maken en te voorzien in de behoeften van de verschillende luchtruimgebruikers. SES beoogt de structuur van de Europese luchtverkeersdienstverlening te hervormen om daarmee de dienstverlening kostenefficiënter te maken en tegelijkertijd de capaciteit van en de veiligheid in het Europese luchtruim te vergroten en het vliegverkeer milieuvriendelijker te maken. Het SES pakket is van toepassing op de civiele luchtvaart met betrokkenheid van de militaire luchtvaart. SES omvat institutionele aspecten (FAB, EASA, NMF) en technologische aspecten (SESAR).

Het SES initiatief bestaat uit vijf elementen die gezamenlijk moeten leiden tot bovenstaande doelstellingen:

1. SES regelgeving. De SES regelgeving betreft ondermeer de invoering van functionele luchtruimblokken, prestatie-sturing en netwerkmanagement op Europese schaal.
2. Het SESAR programma (Single European Sky ATM Research Programme) gericht op de ontwikkeling en invoering van nieuwe technologieën voor de realisatie van het concept van 'business trajectories'.
3. Het versterken van de veiligheidsdimensie van het ATM netwerk. De voorbereiding van alle regelgeving voor veiligheid voor air traffic management is ondergebracht bij EASA (European Aviation Safety Agency).
4. Om voldoende capaciteit te leveren voor de luchtruimgebruikers zullen ook de luchthavens integraal onderdeel moeten uitmaken van het luchtvaartstelsel. Hiervoor heeft de Europese Commissie een initiatief¹ ('het luchthavenpakket') gelanceerd om dit te regelen.
5. De human factor geeft de centrale positie weer van de mens in de totstandkoming van SES, in het huidige ATM concept, maar ook in het toekomstige ATM concept. Deze rol van de mens in ATM wordt vervuld door de luchtverkeersleiders en door de overige staf van de ANSPs, en in de toekomst naar verwachting in toenemende mate

¹ Mededeling van de Europese Commissie aan het Europees Parlement, De Raad, Het Europees Economisch en Sociaal comité en het comité van de regio's, Luchthavenpakket, Brussel 1 december 2011, COM (2011), 823/824/827/828 definitief. Luchthavenbeleid in de Europese Unie - de capaciteit en kwaliteit verbeteren om groei, aansluitbaarheid en duurzame mobiliteit te bevorderen.

door de vliegers. Om de rol van de mens ten volle waar te kunnen maken, zijn investeringen in mensen door training en opleiding van groot belang. Naast dit aspect is er voldoende aandacht nodig voor de implementatie van SES om de steun van de in de ATM dialoog betrokkenen wereld te verzekeren. Tot slot wordt het belang erkend van just culture om daarmee een bijdrage te leveren aan de veiligheid van de luchtvaart.

De onderdelen van de SES pakketten I en II die relevant zijn voor de Luchtruimvisie zijn hieronder uitgewerkt.

Introductie van prestatiebesturing voor luchtverkeersdienstverlening

Als één van de instrumenten om de doelstellingen van SES te realiseren wordt prestatiebesturing ingevoerd om de prestaties van de Europese luchtverkeersdienstverleners en daarmee die van het Europese luchtruim te verbeteren.

De SES prestatiebesturing richt zich voornamelijk op het en-route gedeelte van het luchtruim en op vier kernprestatiegebieden (key performance areas, KPA's):

- veiligheid;
- capaciteit (gemiddelde vertragingstijden);
- milieu (horizontale vluchtefficiëntie) en
- kostenefficiëntie (verlaging van de tarieven).

Voor deze gebieden zijn verschillende key performance indicators (kpi's) geformuleerd. De SES prestatiebesturing is een groei-model. Het aantal kpi's zal worden uitgebreid en het toepassingsgebied zal uitgebreid worden naar terminal-luchtverkeersleiding en op de langere termijn wellicht ook naar luchthavens. Ook zullen de te bereiken doelen voor de kpi's steeds ambitieuzer (moeten) worden gesteld om de SES doelstellingen te kunnen realiseren. In de zogenaamde referentieperiodes zullen luchtverkeersdienstverleners de vastgestelde doelen voor de vier prestatiegebieden moeten realiseren. De eerste termijn (aangeduid als referentieperiode 1) van de Europese prestatiebesturing start op 1 januari 2012 en loopt tot 2014. De daarop volgende referentieperiodes kennen een duur van 5 jaar. Voor de eerste referentieperiode zijn inmiddels ambitieuze bindende Europese doelstellingen vastgesteld voor de gebieden capaciteit, milieu en kostenefficiëntie. Zo is de Europese doelstelling voor kostenefficiëntie voor de eerste periode vastgesteld op een verlaging van de kosten (tarieven) van 3,5% per jaar, dus in totaal meer dan 10% kostenbesparing in de eerste referentieperiode. Deze doelstelling komt bovenop de kostenbesparingsmaatregelen die Nederland, maar ook andere Europese landen de afgelopen jaren al hebben doorgevoerd. Voor de capaciteitsdoelstelling geldt dat het gemiddeld aantal vertragingstijden per vlucht op Europees niveau in 2014 niet meer mag bedragen dan 0,55 min (33 seconden). Deze Europese doelstelling is vertaald naar de individuele lidstaten en per luchtverkeersleiding-centrum en bedraagt voor LVNL en MUAC respectievelijk

0,18 en 0,22 minuut in 2014. Met het huidige verkeersvolume levert dat (nog) geen problemen op voor de LVNL en MUAC, maar bij een toename van het verkeer zal dit een steeds grotere uitdaging worden.

Voor veiligheid geldt dat er aan de geldende wet- en regelgeving dient te worden voldaan, maar dat er in de eerste referentieperiode geen doelstellingen worden vastgesteld. De prestaties op het gebied van veiligheid worden in de eerste periode gemonitord met het oog op het vaststellen van doelen in de tweede referentieperiode.

Aanpassing van de heffingenverordening

In het verlengde van prestatiebesturing is ook de heffingenverordening aangepast. Het traditionele "full cost recovery" principe, waarbij luchtverkeersleidingorganisaties alle kosten konden doorberekenen aan de luchtvaartmaatschappijen, is vervangen door een systeem van zogenaamde "determined cost". Dit houdt in dat luchtverkeersleidingorganisaties slechts bepaalde kosten kunnen doorberekenen in de tarieven. Een overschrijding van de vooraf vastgestelde kosten (kostenrisico) moet door de luchtverkeersleidingorganisaties zelf worden opgevangen. Dit kan niet meer worden doorbelast aan de luchtvaartmaatschappijen. Ook lopen luchtverkeersleidingorganisaties een zogenaamd verkeersrisico, hetgeen inhoudt dat als het verkeer lager is dan verwacht, ze het verlies van inkomsten dat dit met zich mee brengt niet (volledig) kunnen doorberekenen aan de luchtvaartmaatschappijen, maar dat dit verlies ten laste komt van de luchtverkeersleidingorganisaties. Anderzijds mogen luchtverkeersleidingorganisaties een deel van de extra inkomsten houden wanneer het vliegverkeer hoger ligt dan geraamd/verwacht. Deze principes, tezamen met de vastgestelde doelen voor kostenefficiëntie, zullen leiden tot een druk op de kostenbasis van de luchtverkeersleidingorganisaties en uiteindelijk moeten leiden tot lagere tarieven. De verder noodzakelijke verlagingen van de tarieven kunnen op termijn alleen worden gerealiseerd door toenemende grensoverschrijdende samenwerking.

De introductie van Network Management Functions (NMF)

Vanwege het grensoverschrijdende karakter van de luchtvaart is het noodzakelijk om de regionale dienstverlening te integreren in het Europese netwerk. Daartoe zijn de Network Management Functions (NMF) in het leven geroepen en is Eurocontrol benoemd als Network Manager. De NMF is gebaseerd op de huidige samenwerking op Europees niveau, maar zal versterkt worden om luchtverkeersleidingorganisaties te helpen hun prestaties op het gebied van capaciteit, efficiëntie en veiligheid te verbeteren. De Network Manager zal zich bezig houden met het ontwerpen van het Europese netwerk (luchtruim) en het management van de schaarse bronnen (frequenties en SSR codes) die nodig zijn voor de luchtverkeersdienstverlening, air traffic flow management en andere ondersteunende

functies die noodzakelijk zijn om het netwerk beter te laten presteren. Voor een succesvolle NMF is een sterke interactie tussen de Network Manager, prestatiebesturing en de FAB's nodig. Er zal een Network Strategy Plan (NSP) en een Network Operations Plan (NOP) worden opgesteld tezamen met de operationele stakeholders. Het NSP dient als leidraad voor de lange termijn ontwikkeling van het netwerk. Het NOP geldt als uitgangspunt voor het handelen op de korte- en middellange termijn. De Network Manager zal functioneren onder de verantwoordelijkheid van de Network Management Board.

European Aviation Safety Agency (EASA)

Om de veiligheidsdimensie van het Europese ATM netwerk te verbeteren zijn luchthavens, Air Traffic Management en Air Navigation Services onderdeel geworden van de EASA Total System Approach. Voor de korte termijn ligt de focus op het omzetten van de SES veiligheidseisen in EASA regelgeving op drie terreinen:

- 1) vereisten voor luchtverkeersdienstverleners;
- 2) vereisten voor luchtverkeersleiders;
- 3) vereisten voor de bevoegde autoriteiten (toezichthouders).

Dit zal op de langere termijn worden uitgebreid naar terreinen die nog niet onder de veiligheidsregelgeving vallen.

Implicaties van de verschillende onderdelen van het SES pakket voor Nederland

Nederland heeft zich vanaf het begin sterk geïnteresseerd aan het SES pakket en dit geldt ook voor de invoering van FABEC en de Network Management Functions. Nederland kan, als klein land met een grote mainport, eenvoudigweg niet zonder goede grensoverschrijdende samenwerking. SES biedt voor Nederland kansen om de ambities zoals verwoord in de Luchtvaartnota te kunnen (helpen) realiseren. Maar tegelijkertijd is SES niet vrijblijvend. Nederland dient te voldoen aan de SES regelgeving en andere eisen, dit betekent dat de nationale beleidsruimte kleiner wordt. Nationale maatregelen, plannen of ideeën zullen rekening moeten houden met en in overeenstemming moeten zijn met de SES regelgeving. Nationale maatregelen met betrekking tot geluid of nieuwe luchtruimontwerpen mogen geen negatieve impact hebben op de vastgestelde nationale prestatiedoelen of het functioneren van het Europese netwerk. Het zal ook betekenen dat het Nederlandse belang steeds vaker gerealiseerd moet worden in een internationale context en soms mogelijk ondergeschikt zal zijn aan het FABEC belang of het belang van het Europese Netwerk. Sommige verbeteringen kunnen alleen kunnen worden gerealiseerd in een luchtruim van voldoende omvang (groter dan Nederland) omdat de nationale belangen niet opwegen tegen het netwerk belang.

1.2 Op weg naar een nieuw Europees ATM systeem

ICAO Global Air Navigation Plan

De wereldwijde ATM strategie en ontwikkelingen zijn vastgelegd in het zogenaamde Global Air Navigation Plan (GANP), vooral gericht op ATM systemen en concepten. Dit plan onder ICAO wordt iedere tien jaar vernieuwd, de laatste keer was in 2003. Het plan wordt dit jaar wederom aangepast op de twaalfde ICAO Air Navigation Conference die zal plaatsvinden van 19 tot 30 november 2012. Een belangrijk onderdeel in het nieuwe GANP zal zijn om de aanpak van 'Aviation System Block Upgrades' te gebruiken om de gewenste en noodzakelijke ATM ontwikkelingen in termijnen van vijf jaar in te delen. Hiermee moet worden gegarandeerd dat de wereldwijde ATM ontwikkelingen in voldoende mate geharmoniseerd verlopen om daarmee een wereldwijde afstemming en internationale inbedding te bieden voor programma's zoals SESAR in Europa en NextGen in de Verenigde Staten.

SESAR ATM Masterplan

Binnen Europa wordt de ontwikkeling van nieuwe technische systemen en concepten gecoördineerd in het SESAR programma. Binnen dit programma loopt een uitgebreid research and development traject en wordt toegewerkt naar de industrialisatie en implementatie van de nieuwe technologie. Het SESAR programma staat beschreven in het ATM Masterplan. Ook het ATM Masterplan wordt in 2012 aangepast om aan te sluiten bij het GANP en om de implementatie van de nieuwe technologie in Europa te beschrijven en te plannen.

Het SESAR programma is een integratie van nieuwe en lopende onderzoeken en ontwikkelingen binnen het Europese ATM systeem. Deze ontwikkelingen zijn erop gericht een geharmoniseerd en breed gedragen Europees systeem te realiseren, gebruikmakend van 'best practices' en toepassing van nieuwe technologieën.

SESAR vormt de technologische pijler van het Single European Sky (SES) initiatief en daarmee het operationele en technische antwoord op de Europese opgaven en uitdagingen in het ATM systeem. Het doel van SESAR is de modernisering van het Europese ATM systeem te waarborgen door middel van het coördineren en concentreren van alle relevante research en development (R&D) activiteiten op het gebied van ATM binnen de Europese Unie.



Figuur 1: Overzicht deelnemers SESAR Joint Undertaking.

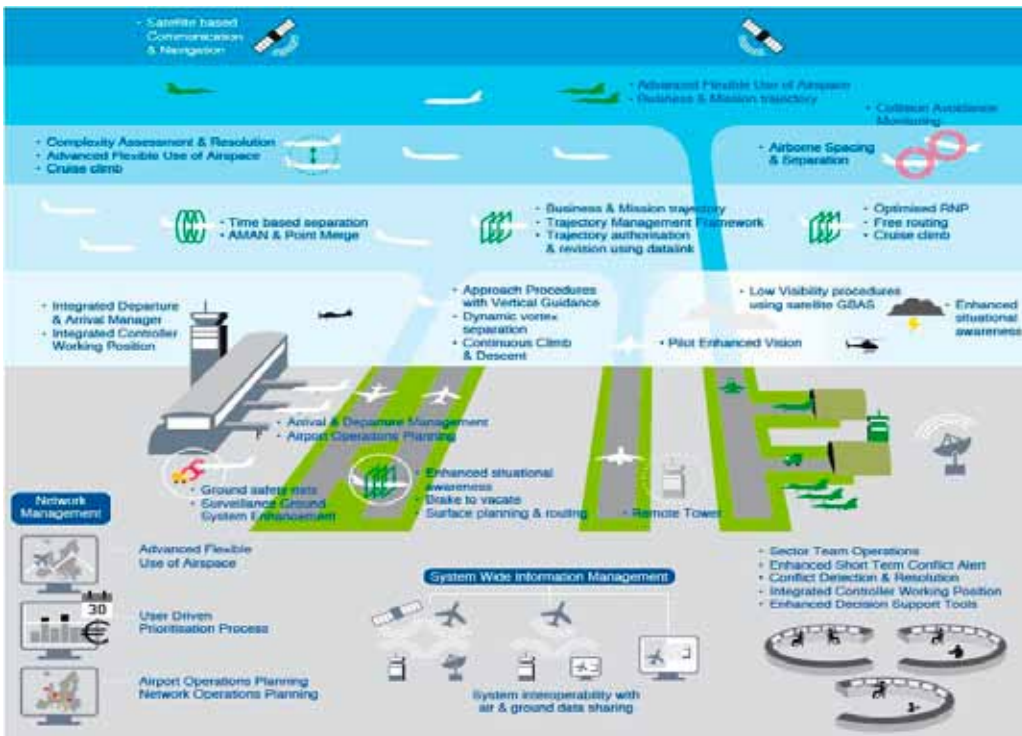
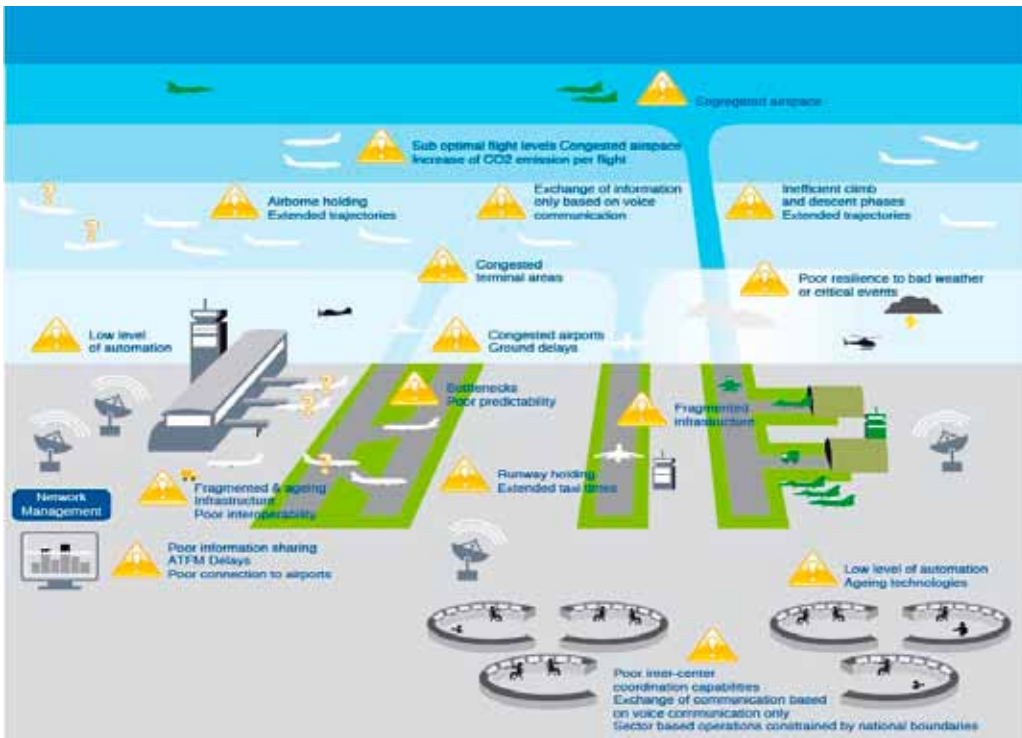
Single European Sky Air Traffic Management Research (SESAR)

Het Single European Sky Air Traffic Management Research project is een onderzoek- en ontwikkelprogramma gericht op de ontwikkeling van een interoperabel pan-Europees ATM systeem dat in staat is om te voorzien in toekomstige behoeften van luchtvaartgebruikers in de periode tot 2025. In 2005 heeft de Europese Commissie de politieke en high-level goals voor SESAR vastgesteld:

- Realiseren van een verdrievoudiging van de capaciteit in het Europese luchtruim dat vertragingen reduceert voor zowel de grondgebonden als luchtzijdige infrastructuur voor de luchtvaart.
- Verbetering van de prestaties op veiligheid met een factor 10.
- Realiseren van een 10% reductie van de effecten die vliegtuigbewegingen hebben op de omgeving.
- Leveren van luchtverkeersdienstverlening aan de luchtvaartgebruikers met een reductie van de kosten voor ten minste 50%.

Het SESAR programma bestaat uit verschillende werkpakketten die projecten en activiteiten bevatten voor de ontwikkelfase van het programma dat een doorlooptijd kent van 2008 tot 2016. Meer dan tweeduizend ingenieurs en experts uit 49 verschillende SESAR leden en 'associate partners' werken aan het vormgeven van het SESAR ATM systeem en het beschikbaar stellen van de eerste producten voor de implementatiefase van het programma lopend van 2013 tot 2025. Het programma wordt beheerd door middel van een publiek-privaat samenwerkingsverband (PPS) bekend als de SESAR Joint Undertaking (JU) waarbinnen sector, industrie, wetenschap en overheid intensief samen werken. Daarbij vindt ook afstemming plaats met de militaire gebruikers en dienstverleners in het ATM systeem. Het programma is erop gericht de ontwikkeling en validatie van de technologieën van het SESAR ATM systeem te genereren in een periode van 8 jaar.

De meeste werkpakketten bevinden zich op dit moment in de ontwikkeling- of validatiefase. Tussen 2013 en 2025 zullen deze ontwikkelingen stapsgewijs beschikbaar komen voor toepassing en implementatie.



Figuur 2: Huidig (boven) en SESAR Air Traffic Management Systeem.

SESAR Operationeel Concept

Op het moment dat alle SESAR werkpakketten ontwikkeld, gevalideerd en geïmplementeerd zijn door de gehele luchtvaartindustrie en -sector zal het Europese luchtruim er anders uit zien. De luchtvaart zal grote voordelen ervaren van het nieuwe SESAR operationeel concept. In het SESAR operationeel concept staat het optimale traject voor iedere vlucht centraal, ondersteund door geavanceerde technologie als een belangrijke voorwaarde om het luchtruim beter te kunnen benutten. Binnen SESAR zullen alle belanghebbenden in het ATM proces (luchtvaartmaatschappijen, luchtverkeersdienstverleners, luchthavens maar ook meteorologische diensten, etc.) dezelfde data gebruiken. Planning en besluitvorming in het operationele proces zullen hierdoor verbeteren.

Alle belanghebbenden in de ATM-keten hebben een gezamenlijk beeld van de optimale vlucht en de noodzaak tot een nauwkeurige uitwisseling van informatie om hun taken zo goed mogelijk uit te kunnen voeren. De uitwisseling van deze informatie resulteert in een grotere flexibiliteit zonder het risico op vertragingen of verstoringen. Besluiten kunnen beter worden gepland en voortdurend geactualiseerd op basis van real-time informatie. Luchtruimgebruikers zijn daardoor in staat optimale trajectories te vliegen daar waar ze nu gebonden zijn aan een vaste ATS-routestructuur. Een belangrijk aspect binnen het SESAR concept is het delen van informatie tussen militaire, civiele en andere luchtruimgebruikers om deze volledig te kunnen integreren in het ATM systeem.

Het SESAR operationeel concept dient bij te dragen aan het verhogen van de luchtruimcapaciteit door het verminderen van de werklast van luchtverkeersleiders en vliegers en het minimaliseren van tactische interventies. State-of-the-art technologie dient daarvoor beschikbaar te zijn voor zowel vliegers als luchtverkeersleiders. Door middel van de toepassing van datalinkcommunicatie tussen de lucht en grond en het op de lange termijn mogelijk het delegeren van separatietaken naar systemen aan boord van het vliegtuig kan de werklast voor de luchtverkeersleider verlaagd worden. Dit zal leiden tot een meer geautomatiseerde uitvoering van taken, waarbij de menselijke factor centraal blijft staan.

1.3 Van SESAR ATM Masterplan naar Nederlands ATM concept

Nederland is actief betrokken bij en geïnteresseerd in het SESAR programma door middel van de betrokkenheid van de Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL), Eurocontrol Maastricht Upper Area Control Centre (MUAC), KLM, het Agentschap NL, Amsterdam Airport Schiphol (AAS) en het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR). Het Rijk acht dit van groot belang om bij te dragen aan de ontwikkeling van ATM-technologie maar ook om de timing en omvang van de ontwikkelingen te laten aansluiten bij de situatie in het Nederlandse luchtruim. Dit is noodzakelijk om deze ontwikkelingen op een veilige en efficiënte wijze te kunnen implementeren.

Hieronder worden de algemene kenmerken en eigenschappen van het ATM concept en luchtruim richting 2030 geschetst en wat dit betekent voor luchtverkeersdienstverleners en luchtruimgebruikers. Het ATM concept zal zich daarbij via een viertal pijlers ontwikkelen:

- Optimale vluchtprofielen voor luchtruimgebruikers en omgeving;
- Flexibel en dynamisch management van het luchtruim;
- Beter samenwerken en gebruik van geïntegreerde systemen en technologie om complexiteit te managen;
- Vereenvoudiging luchtruimstructuur en grensoverschrijdende integratie in functionele luchtruimblokken.

Op basis van de werkprogramma's van de luchtverkeersdienstverleners is per pijler voor drie tijdshorizonten aangegeven welke functionele veranderingen hieraan ten grondslag liggen. Deze veranderingen zijn op hoofdlijnen beschreven zoals deze binnen het Europese luchtruim gepland zijn. Deze veranderingen vinden (nog) niet gesynchroniseerd plaats in alle delen van het Europese en Nederlandse luchtruim. Door bestaande verschillen in de afhandelingsconcepten voor delen van het luchtruim kan het tempo van de implementatie van de genoemde veranderingen verschillen. De vertaling van het SESAR ATM masterplan naar het Nederlandse ATM concept is opgenomen in de Luchtruimhoofdstructuur en de Beleidsagenda van de Luchtruimvisie.

Optimale vluchtprofielen voor gebruikers en omgeving

Het concept van optimale vluchtprofielen kan worden verdeeld in drie dimensies gekoppeld aan de verschillende tijdshorizonten:

2011-2014

Focus op het 2D element dat refereert aan de wensen van gebruikers om een zo direct mogelijke route te vliegen. Ook wel bekend als de horizontale prestaties.

2015-2020

Uitbreiding optimalisatie 3D element dat refereert aan de wensen van gebruikers en omgeving om een zo optimaal mogelijk verticaal profiel te vliegen dat brandstofverbruik en hinder verminderd. Ook wel bekend als de verticale prestaties.

2021-2030

Optimalisatie van het 4D element dat het aspect tijd introduceert dat het mogelijk maakt horizontale en verticale prestaties te combineren en de synchronisatie van vluchtprofielen te waarborgen om vertragingen te reduceren en de algemene verkeersstromen te optimaliseren.

Luchtvaartmaatschappijen willen de meest directe routes en optimale vluchtprofielen kunnen vliegen in het luchtruim omdat deze bijdragen aan het vergroten van de efficiency, quick-wins voor milieu en omgeving en een reductie van brandstof- en onderhoudskosten. Een recente studie² heeft laten zien dat luchtroutes in Europa niet optimaal ontworpen zijn. In 2009 was een gemiddelde route van een vlucht 47,6 km (of 5,4%) te lang in vergelijking met het optimale vluchtprofiel. Afwijkingen van het optimale vluchtprofiel leiden tot een toename van vluchttijden, motorslijtage, brandstofverbruik, emissies en kosten voor de luchtvaartsector. Deze afwijkingen kunnen een aantal oorzaken hebben: een sub-optimaal luchtruimontwerp, inefficiënte city-pairs, beperkingen voor luchtruimgebruikers op luchthavens of in het luchtruim of een slechte vluchtplanning.

De opgaven op het gebied van economie en klimaat voor de luchtvaartindustrie vragen om een snelle en daadkrachtige voortgang in het verbeteren van de vlucht-efficiëncy. De introductie van prestatiebesturing is daarbij een effectief mechanisme voor het verbeteren van de prestaties van het Europese luchtruim. Tot op de dag van vandaag worden veel inspanningen gepleegd om het luchtruimontwerp en het netwerkmanagement te verbeteren en afwijkingen van optimale vluchtprofielen te verminderen. Voorbeelden daarvan zijn de implementatie van het Free Route Airspace in Maastricht

UAC en het Night Route Network in FABEC. Zo is in 2010 een 115-tal nieuwe routes geïmplementeerd als onderdeel van het FABEC Night Network programma die de totale vluchtafstand met 1,5 miljoen km per jaar verminderen. Dit resulteert in besparingen van 4.800 ton kerosine en 16.000 ton CO₂ uitstoot per jaar.

Horizontale prestatie - directe routes

Het SESAR operationeel concept voorziet in het accommoderen van directe routes en dat deze routes tevens dichter naast elkaar gelegd kunnen worden als gevolg van verbeterde navigatieprestaties, radarnauwkeurigheid en communicatiehulpmiddelen zowel in de lucht als op de grond. Dit leidt tot een vergroting van de capaciteit in het gecontroleerde luchtruim doordat binnen bestaande luchtruimvolumes meer (directe) routes geplaatst kunnen worden.

Directe routes resulteren voor vliegtuigen in een reductie van de vliegtijd, brandstofverbruik en emissies. Hoewel dit concept eenvoudig lijkt, zijn de huidige praktische problemen om directe routes te realiseren significant. Voorbeelden als veilige separatie van andere vliegtuigen, de locatie van grondgebonden navigatiebakens, ligging en toegang tot militaire oefengebieden en fragmentatie van (Europees) luchtruim zijn slechts enkele aspecten die invloed hebben op de implementatie van directere routes. Daarbij is het niet aannemelijk dat directe routes beschikbaar zullen zijn op lagere hoogte in druk luchtruim rond grote luchthavens (TMA). De complexiteit van dit deel van het luchtruim maakt het gebruik van vaste vertrek- en naderingsroutes noodzakelijk maakt vanuit het oogpunt van veiligheid, capaciteit, milieu en hinderbeperking.

Verticale prestaties - optimale vluchtprofielen

De modernisering van het ATM systeem zal het mogelijk maken voor vliegtuigen om naast een directe route tevens een zo optimaal mogelijk verticaal vluchtprofiel te vliegen. Optimale vluchtprofielen hebben voordelen voor efficiëncy, kosten, leefomgeving en milieu. Om optimale vluchtprofielen te realiseren is het noodzakelijk de beperkingen te verwijderen die resulteren in stapsgewijze vertrek- of naderingsprofielen. Het verwijderen van deze beperkingen maakt het mogelijk om continuous descent operations (CDO) of continuous climb operations (CCO) uit te voeren. Dit is afhankelijk van de configuratie en prestaties van het vliegtuig. Voor de luchtruimgebruikers betekent dit het vliegen van meer optimale flightlevels waar de luchtweerstand op het vliegtuig minder is en waardoor het brandstofverbruik en uitstoot van emissies kunnen afnemen. Het verbeteren van navigatieprestaties van vliegtuigen gecombineerd met een voorspelbare en betrouwbare verkeersafhandeling maakt het mogelijk om meer en optimalere CDO en CCO uit te voeren in het Nederlandse luchtruim. Door gebruik te maken van toenemende

² PRR2010, Performance Review Commission, Performance Review Report An Assessment of Air Traffic Management in Europe during the Calendar Year 2010, mei 2010.

verticale prestaties van vliegtuigen kan het ontwerp van het luchtruim binnen en in de nabijheid van de TMA's geoptimaliseerd worden.

Een CDO is een operationele techniek waarbij een naderend vliegtuig vanuit een optimale positie, met minimaal vermogen, zo lang als mogelijk een optimaal glijpad aanhoudt. Op dit moment worden CDO's op Schiphol toegepast in de periode van 23:00-06:00 uur vanaf de Initial Approach Fix (IAF) vanaf een hoogte van 10.000 voet. In het hogere luchtruim wordt ook gewerkt aan het faciliteren van optimale stijg- en dalprofielen, deze maken ook onderdeel uit van een CDO. Voor de langere termijn voorziet het SESAR operationeel concept er in om CDO's vaker toe te passen vanaf een grotere hoogte. Idealiter vanaf het moment van Top of Descent (ToD), wat het moment is waarop het luchtverkeer de cruise-hoogte verlaat. Dit ligt afhankelijk van de herkomst-bestemming van de vlucht gemiddeld tussen de 30.000 en 40.000 voet. Een belangrijk element in de verdere toepassing van CDO's is het integreren van de gehele daalfase van de vlucht om potentiële conflicten met andere vliegtuigen in deze fase van de vlucht te kunnen managen en tevens een efficiënte volgorde te kunnen realiseren in de afhandeling van de vluchten naar de landingsbaan. Dit vereist het kunnen beïnvloeden van een naderende vlucht door de luchtverkeersdienstverleningsorganisatie ver voor de grens van het Nederlandse luchtruim en vice versa voor het luchtverkeer van en naar andere buitenlandse hub-luchthavens.

In het toekomstig ATM concept wordt tevens een bredere toepassing van CCO's voorzien. Nu krijgen vliegtuigen in druk luchtruim in sommige gevallen de instructie om het klimprofiel te onderbreken en een deel van de vlucht op een vast flightlevel voort te zetten. Dat is veelal noodzakelijk om veiligheid te waarborgen met nabij gelegen en kruisende vertrek- en naderingsroutes of ATS-routes. Het streven van de luchtverkeersleiding is dit zoveel als mogelijk te voorkomen.

Vanaf het vertrek tot het arriveren op cruise-hoogte van het vliegtuig neemt het brandstofverbruik significant af bij het vliegen van een CCO. In de praktijk zal het optimale vluchtprofiel sterk afhankelijk zijn van de prestaties van het vliegtuig en de te vliegen afstand tussen vertrek en bestemming. Op dit moment is er een aantal factoren die het vliegen van optimale vluchtprofielen belemmeren, zoals de noodzaak om vliegtuigen een vast flightlevel te laten vliegen om separatie te waarborgen en conflicten te voorkomen met vluchtprofielen van ander luchtverkeer en het (voorkomen van het) gebruik van wachtgebieden.

4D vluchttraject optimalisatie

Naast het realiseren van directe routes en optimale vluchtprofielen voorziet het SESAR operationeel concept een ontwikkeling naar het verbeteren van de planning van naderend en vertrekkend luchtverkeer. Dit omvat het integreren van het tijdsaspect als centraal aspect in het ATM concept. Dit wordt ook wel '4D business trajectories' genoemd wat de optimalisatie van een vlucht betreft in de vier dimensies. Dit is een methode waarbij de verbeteringen in horizontale en verticale prestaties met elkaar gecombineerd worden tot een set aan coördinaten die het traject door het luchtruim bepalen in ruimte en tijd. Het toekomstig Nederlandse en Europese luchtruim zal deze 4D trajecten mogelijk maken in de en-route fase van de vlucht waarbij gebruik zal worden gemaakt van geavanceerde computerhulpmiddelen om luchtverkeersleiders en vliegers gezamenlijk een overeengekomen traject vast te laten stellen dat een optimaal vluchtprofiel mogelijk maakt en potentiële conflicten met ander luchtverkeer vermijdt. In december 2011 is de eerste I4D (Initial 4D trials) tussen Maastricht UAC en Airbus onder de vlag van de SESAR Joint Undertaking gestart. Vanaf 2025 wordt voorzien dat de toepassing van volledige 4D business trajectories in toenemende mate beschikbaar is in het Europese luchtruim.

In de toekomstige TMA's, waar grote aantallen vliegtuigen dalen en stijgen binnen een beperkt volume luchtruim, zullen de voordelen van 4D business trajectories waarschijnlijk niet opwegen tegen de noodzakelijke kosten voor het managen van deze complexiteit en het waarborgen van de veiligheid. Binnen de TMA's zal de nadruk steeds meer liggen op een vaste routestructuur van vaste vertrek- en naderingsroutes, door middel van de ondersteuning van geavanceerde hulpmiddelen, waardoor het tactisch ingrijpen van de luchtverkeersleider zal afnemen en vliegtuigen een voorspelbare en vaste gedefinieerde route vliegen. De luchtverkeersleider zal zich daarbij richten op het managen van voorspelbare verkeersstromen. Het 4D optimaliseren van het vluchttraject zal daarbij wel plaatsvinden van gate-to-gate, binnen de mogelijkheden die er zijn op de verschillende fasen van de vlucht: terminal, en-route, cruise, etc.

Flexibel en dynamisch management van het luchtruim

De hoofdstructuur van het Nederlandse luchtruim zal in toenemende mate flexibel en dynamisch gebruikt kunnen worden op bepaalde locaties en tijden om daarmee directe routes en optimale vluchtprofielen te kunnen accommoderen. Dit wordt ook wel het flexible use of airspace concept (FUA) genoemd.

2011-2014

Verbeterde toepassing van flexibel luchtruimgebruik om het Nederlandse luchtruim optimaal te kunnen benutten door middel van civiel-militaire coördinatie op strategisch, pre-tactisch en tactisch niveau. Het beter plannen van de operatie is daarbij van cruciaal belang.

2015-2020

Dynamisch management van luchtruim om de voordelen van flexibel luchtruimgebruik te versterken en de vervoersvraag te accommoderen door tijdelijke luchtruimstructuren op kortere periode te (de-)activeren.

2021-2030

Verdere ontwikkeling van flexibel en dynamisch luchtruimgebruik door het opheffen van vaste luchtruimindeling en toepassing van dynamische sectorisatie stelt gebruikers in staat het luchtruim beter te plannen en te gebruiken.

Een flexibele en dynamische luchtruimstructuur stelt luchtverkeersleidingorganisaties in staat om de vraag en het aanbod naar luchtruim (capaciteit) beter te managen en de negatieve impact op optimale vluchtprofielen te minimaliseren. Flexibel management van het luchtruim leidt daarnaast ook tot een veerkrachtiger ATM systeem om operationele verstoringen te voorkomen. Hierdoor kunnen (plotselinge) piekmomenten in de vraag naar capaciteit beter worden geacommodeerd door tijdelijk gereserveerde luchtverkeersgebieden te (de)activeren. Dynamisch management van het luchtruim vergroot de voordelen van flexibel management door de frequentie waarop luchtverkeersgebieden ge(de)activeerd kunnen worden te vergroten en de benodigde tijd voorafgaand aan een wijziging in het management te verkorten. Nieuwe technologische hulpmiddelen en systemen die het effectief en efficiënt uitwisselen van informatie mogelijk maken tussen gebruikers en luchtverkeersleidingorganisaties zijn noodzakelijk om deze voordelen veilig en efficiënt te kunnen realiseren.

Civiel-militaire samenwerking op het gebied van luchtruimmanagement en luchtverkeersdienstverlening vormt een belangrijke voorwaarde om het flexibel en dynamisch luchtruimgebruik toe te kunnen passen. Dit vormt een belangrijk element om directe routes en optimale vluchtprofielen te realiseren in de en-route fase van een vlucht en tegelijkertijd toegankelijke en voldoende beschikbare

militaire oefenruimte in te zetten, zodat men kan oefenen zoals men zou optreden in conflictsituaties.

De verdere ontwikkeling van het FUA concept kan ook voordelen opleveren voor General Aviation activiteiten die niet in de nabijheid van de TMA Schiphol plaatsvinden. Een grotere dynamiek op lagere hoogten van het luchtruim kan de tijd dat beperkingen of randvoorwaarden gelden in het luchtruim, reduceren. Nauwkeurige, tijdige en toegankelijke informatie voor de General Aviation gebruikers is daarbij een belangrijk aandachtspunt.

Op de lange termijn zal intensivering van civiel-militaire samenwerking op het gebied van luchtruimmanagement en luchtverkeersdienstverlening ertoe leiden dat het onderscheid tussen civiel en militair gecontroleerd luchtruim zal afnemen en mogelijk zelfs verdwijnen. Dit schept mogelijkheden om binnen één luchtruimcontinuüm luchtverkeersdienstverlening effectiever en efficiënter in te richten. De toepassing van dynamische sectorisatie (het dynamisch vormgeven van luchtverkeersleidingsectoren is daarbij afhankelijk van het verkeersaanbod) biedt daarbij de mogelijkheid om de productiviteit van de luchtverkeersleiding te optimaliseren.

Betere samenwerking en gebruik van geïntegreerde systemen en technologie om complexiteit te managen

2011-2014

Introductie van nieuwe technologie verbetert de communicatie-, navigatie- en surveillancesystemen en daarmee de prestaties van het luchtruim en luchtverkeersdienstverlening.

2015-2020

Verdere ontwikkeling van technologische ondersteuning en nieuwe luchtverkeersleidingsystemen, inclusief arrival-, cross border arrival- en departuremanagement (AMAN, XMAN, DMAN) tools die de robuustheid van het netwerk en afhandelingconcept verbeteren.

2021-2030

Geïntegreerde ondersteunende technologieën waarin systemen het grootste deel van de complexiteit managen terwijl de luchtverkeersleider zich focust op het strategisch management van verkeersstromen in het netwerk.

Om bovengenoemde aspecten veilig en effectief te kunnen realiseren, is betere samenwerking tussen luchtruimgebruikers en luchtverkeersdienstverleners noodzakelijk, ondersteund door geavanceerdere luchtverkeersleidingsystemen en het gebruik van computerhulpmiddelen voor luchtverkeersleiders en vlieger. De beschikbaarheid van voldoende ruimte in het frequentiespectrum is daarvoor een belangrijke voorwaarde.

Door gebruikers zoveel als mogelijk hun gewenste optimale vliegprofielen te laten vliegen door middel van flexibel en dynamisch luchtruimgebruik, neemt de complexiteit in het luchtruim en de luchtverkeersdienstverlening aanzienlijk toe waardoor het risico op potentiële conflicten toeneemt ten opzichte van een rigide en vast gedefinieerde luchtruim- en roustructuur.

Dit onderstreept de noodzaak tot ondersteuning door geavanceerde computerhulpmiddelen die trajecten van vliegtuigen nauwkeurig voorspellen, routes de-conflicteren en de prestaties van het vliegtuig monitoren. Door een geïntegreerde toepassing van deze hulpmiddelen wordt voorzien dat de meerderheid van potentiële conflicten op een strategische wijze gemanaged kan worden met een minimale noodzaak voor tactische interventies van de luchtverkeersleider. De focus van de luchtverkeersleider zal verschuiven van het geven van tactische interventies naar het strategisch management van verkeersstromen in het Nederlandse en Europese luchtruim.

In de toekomstige TMA omgeving rond Schiphol is het waarschijnlijk dat de verantwoordelijkheid voor het separeren van luchtverkeer bij de luchtverkeersleider blijft die daarbij ondersteund wordt door geavanceerdere systemen en hulpmiddelen. In het hoger en en-route luchtruim zal een free-route omgeving in toenemende mate de standaard worden. Op de lange termijn biedt dit mogelijkheden voor zelf-separatie van vliegtuigen, waardoor een verschuiving kan plaatsvinden van de verantwoordelijkheid van de luchtverkeersleider naar de vlieger³. Een dergelijke fundamentele verschuiving binnen het huidige systeem vraagt om een zorgvuldig management van veranderingen en zal uiteindelijk wijzigingen binnen de (internationale) regelgeving vereisen.

Geavanceerde radar- en communicatietechnologie zal geïmplementeerd worden om gebruikers en luchtverkeersleiders van een beter en consistenter niveau van 'situational awareness' te voorzien. Dit stelt hen in staat om de verbeteringen in de navigatieprestaties van het vliegtuig te benutten in zowel de TMA omgeving als in het free-route luchtruim en de interface tussen beide veilig en effectief te kunnen managen.

Het verminderen van de noodzaak tot vectoring en gebruik van wachtgebieden

In het huidige systeem is het een uitdaging om de volgorde van vertrekkend en naderend verkeer te optimaliseren om

³ Deze ontwikkeling zal op de lange termijn geïntroduceerd worden in met name gebieden waar de concentraties van verkeersstromen beperkt zijn. Het ligt niet in de verwachting dat binnen het kerngebied in het Noordwestelijk luchtruim van Europa, waar verkeersstromen tussen de grootste luchthavens van Europa samenkomen, een zelf-separatieconcept aannemelijk zal zijn.

de baancapaciteit zo optimaal mogelijk te benutten binnen de normen voor veiligheid en baangebruik. Dat geldt in het bijzonder voor de extreme piekmomenten van vertrekkend en naderend verkeer. Voor naderend verkeer wordt op dit moment gebruik gemaakt van vectoring om dit verkeer naar de eindnadering te geleiden. Indien er sprake is van operationele verstoringen kan voor naderend verkeer gebruik gemaakt worden van de inzet van wachtgebieden. Vectoring wordt ook toegepast voor vertrekkend verkeer indien dit vanuit het oogpunt van veiligheid en efficiëntie noodzakelijk is. In principe volgt vertrekkend verkeer binnen een TMA een vaste roustructuur op basis van Standard Instrument Departures (SID). Deze roustructuur is geoptimaliseerd op het waarborgen van een veilige en efficiënte afhandeling van het vliegverkeer, het vermijden van geluidsgevoelige gebieden vanuit het beperken van de geluidshinder voor de omgeving.

Arrivalmanagement (AMAN) en departuremanagement (DMAN) richt zich op het beter plannen en beheersen van naderende en vertrekkende verkeersstromen. De toepassing van deze verkeersmanagementsystemen zal de noodzaak tot de toepassing van vectoring en het gebruik van wachtgebieden verminderen. Verbeterde hulpmiddelen en geavanceerde communicatietechnologie maken het mogelijk om informatie uit te wisselen tussen luchthavens, vliegtuigen en luchtverkeersleidingorganisaties om verkeersstromen beter te managen en naderend en vertrekkend verkeer beter te integreren. Het doel daarbij is om vertragingen te reduceren gedurende normale operaties.

De verdere ontwikkeling en toepassing van AMAN en DMAN hulpmiddelen en trajectorymanagement richt zich op het waarborgen dat vliegtuigen bepaalde punten tijdens de nadering op gerichte tijden passeren om daarmee een optimale stroom aan verkeer te waarborgen en zo de baancapaciteit binnen de gestelde normen optimaal te kunnen benutten. De ontwikkeling, validering en implementatie van deze nieuwe systemen en concepten zal voor een groot deel plaatsvinden binnen SESAR en Functional Airspace Blocks (FAB) aangezien arrivalmanagement geen lokaal vraagstuk betreft maar een grensoverschrijdende benadering vraagt door het vroegtijdig willen beïnvloeden van verkeersstromen.

Op de korte termijn zullen verbeterde AMAN tools het mogelijk maken het gebruik van wachtgebieden te verminderen. Dit is mede gekoppeld aan de veranderingen in de vluchtprofielen van verkeersstromen. Het gebruik van wachtgebieden wordt ook op de lange termijn nog voorzien als onderdeel van het afhandelingconcept in geval van niet-nominale situaties. Dat is ook een vanuit ICAO gestelde eis.

Op middellange termijn zullen de AMAN tools op de grote luchthavens in het noordwestelijk deel van het Europese luchtruim worden aangevuld met grensoverschrijdende AMAN systemen (XMAN) in het hogere luchtruim. Dit heeft als doel de verkeersstromen van en naar grote vliegvelden of groepen van vliegvelden te optimaliseren over bestaande institutionele of organisatorische grenzen heen.

Vereenvoudiging luchtruimstructuur en grensoverschrijdende integratie in functionele luchtruimblokken

De luchtruimstructuur wordt in het toekomstige ATM concept minder belangrijk en zal in toenemende mate worden ingericht volgens het principe waarbij de inrichting prestatiegedreven is om directe en optimale vluchtprofielen te kunnen accommoderen. Een belangrijk aspect daarbij is het opheffen van de huidige beperkingen en fragmentatie van het Europese luchtruim als gevolg van nationale begrenzings.



Figuur 3: Functional Airspace Blocks (FAB's) binnen de Single European Sky.

2011-2014

Intensiveren civiel-militaire samenwerking tussen MUAC, LVNL en AOCS NM binnen Nederland voor de verdere vereenvoudiging en integratie van één Nederlands luchtruim en grensoverschrijdende herindelingsprojecten binnen het Functional Airspace Block Europe Central (FABEC).

2015-2020

Intensiveren grensoverschrijdend luchtruimontwerp, -management en luchtverkeersdienstverlening binnen FABEC en aangrenzende FAB's. Verdere intensivering van civiel-militaire samenwerking op het gebied van luchtverkeersdienstverlening.

2021-2030

Verdere ontwikkeling en uitbreiding van Free-route airspace afgezien van drukke TMA omgevingen.

De introductie van Functional Airspace Blocks (FAB's)

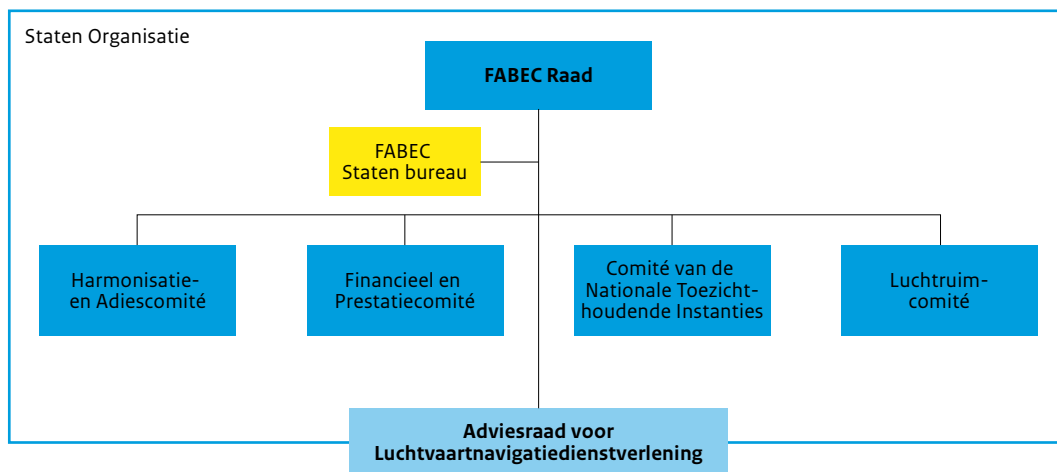
Het huidige Europese luchtruim is zeer gefragmenteerd. Iedere keer dat een vliegtuig een luchtruim van een lidstaat binnenkomt, wordt de luchtverkeersleiding verzorgd door een andere luchtverkeersleidingorganisatie. De meeste luchtverkeersleidingorganisaties hebben eigen technische systemen, eigen opleidingsfaciliteiten en eigen ondersteunende functies. Deze fragmentatie heeft niet alleen effect op de veiligheid en beperkt de capaciteit, maar leidt bovendien tot extra kosten en vliegroutes die langer zijn dan nodig. De sleutel om capaciteit, efficiëntie en veiligheid te verbeteren en kosten te verlagen, ligt in de introductie van zogenaamde functionele luchtruimblokken (Functional Airspace Blocks, FAB).

Functionele luchtruimblokken worden als essentieel gezien om invulling te geven aan de de-fragmentatie en harmonisering van het luchtruim en de luchtverkeersdienstverlening binnen het Europese luchtruim. De FAB's moeten leiden tot een rationelere indeling en organisatie van het luchtruim en verbetering van de prestaties van het Europese luchtruim. Binnen het SES initiatief lopen negen projecten voor de inrichting van functionele luchtruimblokken. Deze luchtruimblokken zijn gedefinieerd op basis van samenhangende delen van het Europese netwerk. Nederland maakt deel uit van het Functional Airspace Block Europe Central (FABEC).

Functional Airspace Block Europe Central (FABEC)

Nederland heeft gezamenlijk met België, Duitsland, Frankrijk, Luxemburg en Zwitserland op 2 december 2010 een verdrag ondertekend voor de oprichting van het Functional Airspace Block Europe Central (FABEC). De inwerkingtreding van het verdrag wordt voorzien voor het najaar van 2012. FABEC vormt het centrale deel van het Europese netwerk vanwege de ligging tussen Europa's grootste luchthavens. Ongeveer 55% van het Europese luchtverkeer maakt voor (een deel van) zijn vlucht gebruik van het FABEC luchtruim.

Voor Nederland vormt de oprichting van het FABEC een belangrijke ontwikkeling voor het versterken van de netwerkqualiteit en de concurrentiepositie van Schiphol. Daarnaast biedt het kansen voor het realiseren van grensoverschrijdende militaire oefengebieden om invulling te geven aan het verbeteren van de militaire missie effectiviteit.



Figuur 4: Besturingsmodel FABEC.

Voor de besturing van het FABEC wordt een FABEC-Raad opgericht waarin de zes landen op een groot aantal gebieden gezamenlijk besluiten zullen gaan nemen. Dit betreft bijvoorbeeld gebieden als luchtruim, civiel-militaire samenwerking, heffingen, prestatiedoelstellingen en harmonisering van regelgeving. Deze gezamenlijkheid moet oplossingen aanreiken voor grensoverschrijdende problematiek en een ruimer arsenaal aan oplossingen voor het luchtruim. Hiertegenover staat uiteraard de noodzaak om de Nederlandse nationale luchtruimbehoeften af te stemmen met de buurlanden en de uitvoering hiervan gezamenlijk met de buurlanden ter hand te nemen. De gezamenlijke besluitvorming in FABEC beperkt aan de éne kant de handelingsvrijheid van Nederland om eigenstandig besluiten te kunnen nemen op bovenstaande gebieden. Aan de andere kant biedt het ook meer mogelijkheden voor defragmentatie van het luchtruim en het organiseren van luchtverkeersdienstverlening op een integrale wijze die over nationale grenzen heen gaat.

De FABEC-Raad wordt ondersteund door vier comités die besluitvorming voorbereiden op een aantal gebieden:

- Het Harmonisatie- en Adviescomité
- Het Financieel en Prestatiecomité
- Het Luchtruimcomité
- Comité van de Nationale Toezichthoudende Instanties

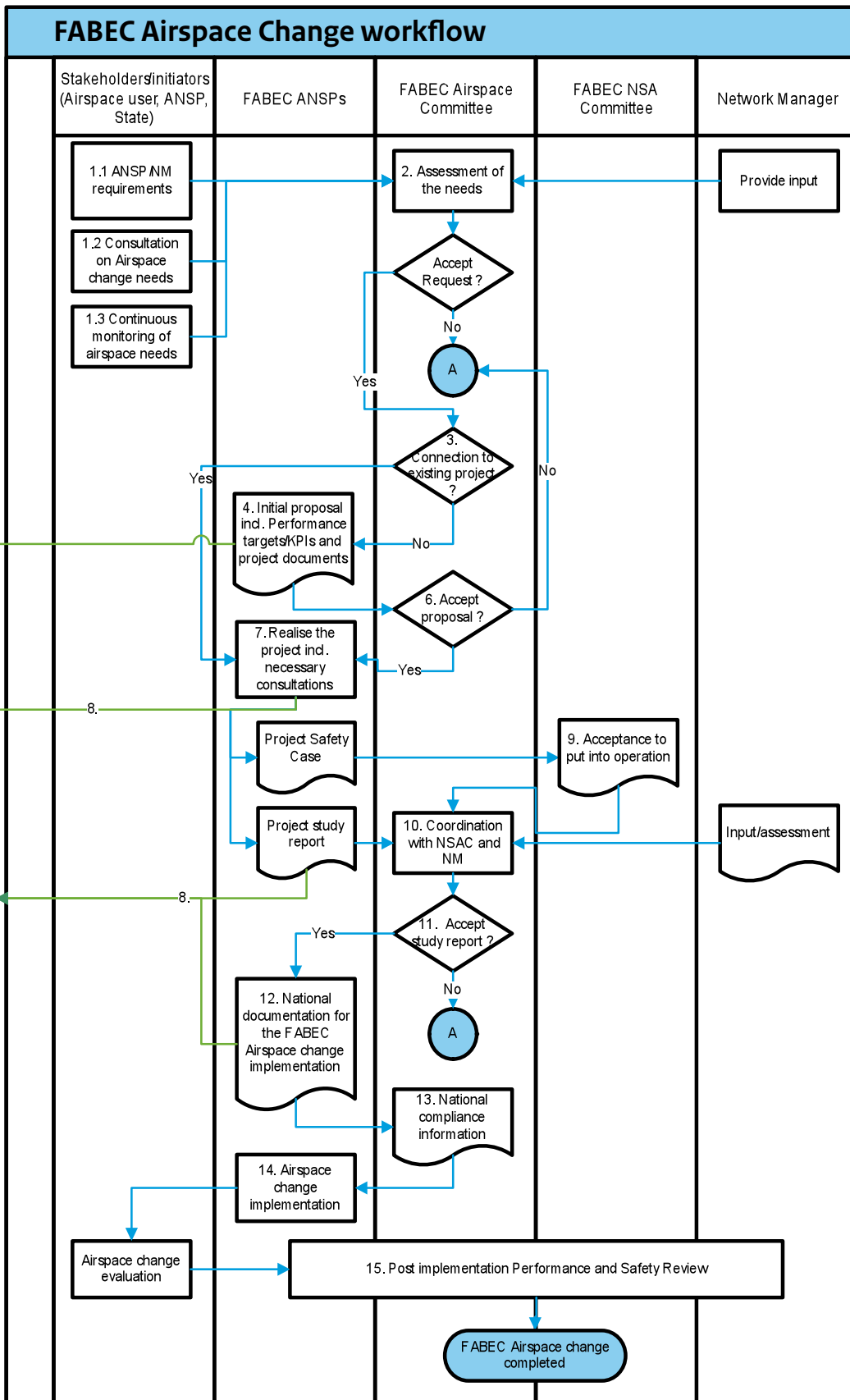
De FABEC Raad kan de FABEC luchtverkeersdienstverleners consulteren in de Adviesraad voor Luchtvaartnavigatiedienstverlening. In Figuur 4 is het FABEC besturingsmodel weergegeven.

De civiele en militaire luchtverkeersdienstverleningsorganisaties van de zes landen zijn georganiseerd in de Adviesraad voor Luchtvaartnavigatiedienstverlening. Daarin werken tien civiele- en militaire organisaties gezamenlijk aan de operationele en technische uitwerking van luchtruimontwerpen en operationele concepten voor het FABEC luchtruim.

Gezien de onderwerpen en maatregelen voortkomend uit de Luchtruimvisie, is voor het overzicht alleen de rol en betrokkenheid van het FABEC Luchtruimcomité nader uitgewerkt.

FABEC Luchtruimcomité

Voor de verdere ontwikkeling van de inrichting en het beheer van het Nederlandse luchtruim vormt het FABEC Luchtruimcomité een belangrijk gremium waarin besluitvorming zal plaatsvinden over luchtruimvraagstukken. Dit betreft grensoverschrijdende luchtruimwijzigingen, maar ook nationale luchtruimwijzigingen die een effect hebben op de prestaties van het FABEC netwerk. De toenemende mate van grensoverschrijdende samenwerking bij de inrichting en het beheer van het luchtruim en de keuzes en afwegingen die daarbij naar voren komen, vragen om een actieve rol en sturing van de Staten. De luchtverkeersdienstverleners lopen tegen hun grenzen aan om binnen de bestaande nationale kaders invulling te geven aan de optimalisatie van het Europese luchtruim. Dit vraagt om oplossingen voor institutionele, juridische en financiële aspecten die alleen grensoverschrijdend en onder de verantwoordelijkheid van de Staten kunnen worden vastgesteld. Om die reden worden luchtruimwijzigingen ter goedkeuring voorgelegd aan het FABEC Luchtruimcomité, alvorens nationale lidstaten en luchtverkeersdienstverleners deze wijzigingen kunnen implementeren.



De FABEC-Raad zal in het voorjaar van 2012 een FABEC Airspace Policy vaststellen waarin randvoorwaarden en eisen zijn opgenomen die worden gesteld aan de optimalisatie van het FABEC luchtruim en aan luchtruim- en procedurewijzigingen. Vooruitlopend op de definitieve vaststelling, zijn onderstaand de belangrijkste hoofdlijnen beschreven die gevolgen hebben voor het toetsen en goedkeuren van luchtruimwijzigingen.

Tevens zal een 'Airspace Change workflow' ofwel besluitvormingsprocedure worden vastgesteld voor het initiëren, goedkeuren en vaststellen van luchtruimwijzigingen op FABEC niveau. Een overzicht van deze procedure is weergegeven in Figuur 5. Op deze wijze beogen lidstaten in FABEC invulling te geven aan een meer pro-actieve rol en sturing op de verbeteringen van de inrichting en het beheer van het FABEC luchtruim en de prestaties van de luchtverkeersdienstverlening.

Een initiatiefnemer van een luchtruimwijziging moet conform de procedure zorgdragen voor het opstellen van een performancecase⁴, een safetycase, een kosten-baten analyse en het uitvoeren van een adequate consultatie met luchtruimgebruikers en belanghebbenden.

De FABEC 'luchtruimwijzigingsprocedure' bestaat uit vijf verschillende fasen:

- Initiatief en goedkeuring van een verzoek tot een FABEC luchtruimwijziging;
- Ontwikkeling van een voorstel tot luchtruimwijziging
- Een luchtruimwijziging voorleggen voor toetsing en goedkeuring;
- Implementatie van een luchtruimwijziging;
- Post-implementatie evaluatie op prestaties en veiligheid.

Voor FABEC zijn door de lidstaten doelstellingen geformuleerd voor de prestaties die het luchtruim van FABEC moet leveren. Deze doelstellingen zijn vastgelegd in het FABEC Prestatieplan en de daarbij behorende nationale plannen voor kosteneffectiviteit voor de eerste referentieperiode. De plannen zijn eind 2011 vastgesteld na toetsing door de Europese Commissie. Nederland en FABEC zullen vanaf 2012 blijvend moeten voldoen aan deze prestatie-eisen.

Een grote bijdrage aan het bereiken van de prestatiedoelstellingen zal moeten worden geleverd door aanpassingen en verbeteringen van het FABEC Luchtruim. Binnen FABEC zijn de belangrijkste knelpunten in het luchtruim benoemd. Op deze plekken vinden de komende jaren optimalisaties en ingrijpende wijzigingen plaats in de inrichting van het

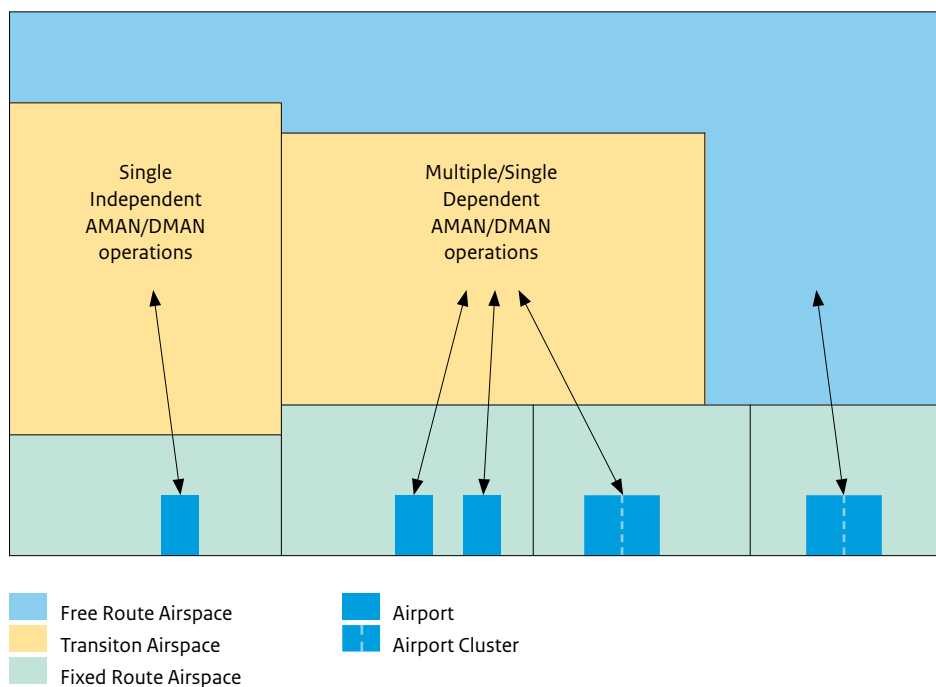
luchtruim, de routes en de ligging van militaire oefengebieden. De luchtruimprojecten 'Cross border militaire training area (CBA Land)' en 'Central West' zijn voor Nederland daarbij het meest relevant. De verbeteringen van het luchtruim en de gewenste operationele ontwikkelingen zullen ondersteund moeten worden door technologische innovaties en nieuwe en geharmoniseerde systemen. Deze technologische innovaties zullen grotendeels vanuit SESAR en (gezamenlijke) ontwikkeltrajecten van luchtverkeersdienstverleners worden aangereikt.

FABEC Airspace Strategy

In opdracht van de lidstaten in FABEC werken de FABEC luchtverkeersdienstverleners aan het opstellen van een FABEC Airspace Strategy. Hierin geven de militaire en civiele luchtverkeersdienstverleners aan op welke wijze zij invulling beogen te geven aan de doelstellingen van het FABEC Verdrag, de FABEC Airspace Policy en het FABEC prestatieplan. De kern hiervan betreft:

- Luchtruiminrichting en -beheer worden niet langer bepaald door organisatorische of nationale begrenzings maar op basis van operationele overwegingen die bijdragen aan verbetering van de prestaties van de luchtverkeersdienstverlening in het FABEC luchtruim.
- Voor de inrichting en beheer van het luchtruim wordt prioriteit gelegd bij het accommoderen van primaire verkeersstromen van/naar de grote hub-luchthavens in noordwest Europa, waaronder de mainport Schiphol. Dit schept ruimte voor het optimaliseren van de bereikbaarheid van de secundaire en tertiaire luchthavens.
- De ontwikkeling van een FABEC operationeel concept waarbij de harmonisatie van arrival-, departure- en cross border arrival management (AMAN, DMAN, XMAN) centraal staat. Daarnaast draagt een harmonisatie van de wijze waarop het flexibel en dynamisch luchtruimgebruik en -management binnen FABEC wordt toegepast bij aan het kunnen accommoderen van zowel civiele als militaire gebruikersbehoeften.
- Er wordt een onderscheid gemaakt in operationele concepten en bijbehorende luchtruimvolumes dichtbij de luchthaven en verder weg. Dichtbij de luchthaven geldt een 'fixed-route airspace concept' dat zich kenmerkt door een vaste routestructuur en optimale vertrek- en naderingsprocedures. In het hogere luchtruim worden FABEC luchthavens verbonden door middel van het free-route concept. Wanneer er om operationele redenen het fixed route luchtruim niet direct op het free-route luchtruim kan worden aangesloten, kan een zogenaamd transition airspace volume worden ingesteld. Deze luchtlaag kent een hybride concept waarin de nadruk ligt op het AMAN, DMAN en XMAN concept dat bijdraagt aan het verbeteren van de prestaties van het Europese routenetwerk en de bereikbaarheid van de luchthavens in het FABEC luchtruim.

⁴ In een performance case worden de effecten van een luchtruimwijziging inzichtelijk gemaakt op verschillende indicatoren waaronder veiligheid, capaciteit, milieu (vluchtefficiëntie), kosten-effectiviteit, militaire missie-effectiviteit, vertragingminuten, etc.



Figuur 6: FABEC Airspace Strategy: onderscheid in verschillende operationele concepten voor verschillende luchtruimlagen.

Box: kern van de FABEC Airspace Strategy

De verkeersstromen van, naar en tussen de grootste luchthavens binnen noordwest Europa dragen vormen samen 75% van al het luchtverkeer in het FABEC luchtruim. Deze verkeersstromen worden bepaald door de ligging en het netwerk van de vijf grootste en primaire hub-luchthavens: London Heathrow, Amsterdam Schiphol, Frankfurt, München en Parijs Charles de Gaulle. Het luchtruim dat deze hub-luchthavens met elkaar verbindt, kan worden gezien als het kerngebied van het FABEC.

De complexiteit en druk op het kerngebied neemt toe door de aanwezigheid verkeersstromen van en naar middelgrote secundaire luchthavens zoals Brussel, Düsseldorf en Keulen en het groeiende aantal regionale (tertiaire) luchthavens zoals Eindhoven, Weeze, Charleroi, etc. Binnen het kerngebied zijn verschillende militaire oefengebieden gelegen die noodzakelijk zijn om invulling te geven aan de militaire gebruikersbehoeften van de lidstaten in het FABEC.

In de FABEC Airspace Strategy kiezen de luchtverkeersleidingsorganisaties er voor om de accommodatie van het luchtverkeer van, naar en tussen de Europese

hub-luchthavens centraal te stellen. Het doel is om deze verkeersstromen zo direct en efficiënt mogelijk af te handelen middels een overkoepelend free-route airspace concept. Gezien de belangrijke bijdrage aan het Europese netwerk hebben deze stromen prioriteit boven de verkeersstromen van en naar de secundaire en tertiaire luchthavens.

Om de bereikbaarheid van de luchthavens in het FABEC luchtruim te versterken ontwikkelen de FABEC luchtverkeersdienstverleners een gezamenlijk FABEC operationeel concept. Daarbij bestaan drie verschillende luchtruimvolumes: fixed route airspace volume, transition airspace volume en het free route airspace volume.

De exacte uitwerking van de kernelementen in de FABEC Airspace Strategy vindt in 2012 plaats. De FABEC Airspace Strategy wordt na afronding eind 2012 goedgekeurd door de lidstaten in het FABEC.

De Nederlandse luchtverkeersdienstverleners hebben een actieve rol bij de totstandkoming van de FABEC Airspace Strategy. Hierdoor wordt samen met het Rijk de afstemming met de Luchtruimvisie gewaarborgd.

Tot op heden hebben organisatorische of nationale begrenzingen grote invloed op de luchtruiminrichting en het -beheer. In het operationele concept van de toekomst staan het luchtruimgebruik en optimale prestaties van het luchtruim en de luchtverkeersdienstverlening centraal. Dit vraagt om een flexibele en dynamische luchtruimstructuur die luchtverkeersleidingorganisaties in staat stelt om vraag en aanbod naar luchtruim(capaciteit) beter te managen en optimale vluchtprofielen te faciliteren.

Civiel-militaire samenwerking ATM

Het gecontroleerd luchtruim binnen Nederland wordt door de complexe structuur suboptimaal gebruikt. In het toekomstig ATM systeem dienen luchtruimbegrenzingen zodanig te worden ontworpen dat optimale prestaties centraal staan. Verdergaande integratie van civiel-militaire activiteiten op het gebied van luchtverkeersleiding en luchtruimmanagement zal daarbij een centrale rol spelen om het Nederlandse luchtruim geïntegreerd, flexibel en dynamisch te kunnen beheeren zodat aan de behoeften van civiele en militaire luchtruimgebruikers invulling kan worden gegeven.

Het Rijk heeft in de Luchtvaartnota het belang aangegeven van civiel-militaire samenwerking op het gebied van luchtverkeersdienstverlening en luchtruimbeheer. Hiertoe heeft het Rijk in navolging van de JAS 2020 studie⁵ verschillende initiatieven gestart met het oog op het verbeteren van de civiel-militaire samenwerking. Er zijn afspraken gemaakt tussen de ministeries van Infrastructuur en Milieu en van Defensie⁶. In navolging van deze afspraken hebben LVNL en het ministerie van Defensie de ambitie geformuleerd om toe te werken naar één luchtruim, één luchtverkeersleidingorganisatie en één luchtverkeersleidingcenter in 2020. Tezamen met het Rijk werken de LVNL en het Commando Luchtmacht (CLSK) aan een stapsgewijze implementatie van samenwerkingsinitiatieven die uiteindelijk zullen resulteren in dit perspectief.

Naar aanleiding van de motie Haverkamp⁷ heeft het Rijk inzicht gegeven in de bijdrage die civiel-militaire samenwerking aan het beter benutten van het luchtruim en welke stappen zij daar de komende jaren toe beoogt te zetten. Gezien de ambitie van de gezamenlijke partijen heeft het Rijk een haalbaarheidsstudie uit laten voeren naar het

verder intensiveren en gezamenlijk vormgeven van civiel-militaire activiteiten op het gebied van luchtverkeersdienstverlening. Op basis van de uitkomsten van deze studie heeft het Rijk in samenwerking met de LVNL en het CLSK afspraken gemaakt om op korte termijn algemene militaire luchtverkeersleidingstaken te verplaatsen van het Air Operations Control Station Nieuw Milligen (AOCS NM) naar LVNL op Schiphol-Oost.

Een eerste intensivering van de samenwerking is een initiatief waarbij militair OAT verkeer buiten militaire openstellingstijden⁸ door personeel van LVNL wordt afgehandeld. Dit initiatief is in november 2010 van start gegaan en is een aanvulling op het huidige initiatief tussen Defensie en MUAC. Binnen deze samenwerking is in januari 2010 een inmiddels verlengde proef gestart waarbij MUAC militair en-route verkeer in het hogere luchtruim afhandelt buiten de militaire openstellingstijden. De samenwerking tussen Defensie en MUAC wordt vanaf 2013 geïntensiveerd, omdat AOCS NM vanaf dan gebruik zal maken van het MUAC luchtverkeersleidingssysteem vanuit Nieuw Milligen. Vanaf 2012 zullen militaire algemene luchtverkeersleidingstaken boven FL195 worden gecolocoerd bij LVNL en worden uitgevoerd vanuit Schiphol-Oost. Op basis van de evaluatie van deze samenwerking zal vervolgens bepaald worden in hoeverre verdere uitbreiding van het colloceren van luchtverkeersleidingstaken opportuun is. Daarbij wordt een eerste uitbreiding voorzien van algemene luchtverkeersleidingstaken en vluchtinformatietaken in 2014.

Op basis van de keuzes uit de Luchtruimvisie zullen aanvullende afspraken gemaakt worden voor het intensiveren van civiel-militaire samenwerking op het gebied van naderingsverkeersleiding en inrichting en beheer van het lagere luchtruim.

1.4 Ontwikkelingen in aangrenzende Functional Airspace Blocks (FAB's)

Voor Nederland is nauwe samenwerking met lidstaten en FAB's met aangrenzend luchtruim van groot belang. Buiten het FABEC betreffen dit voornamelijk de ontwikkelingen in het luchtruim van het Verenigd Koninkrijk, Denemarken en Zweden. De FAB's aangrenzend aan het FABEC zijn het Deense-Zweedse FAB en het Verenigd Koninkrijk-Ierse FAB (VK/IR FAB). Hieronder worden kort de actuele ontwikkelingen geschets in de FAB's alsmede de operationele concepten voor de grote hub-luchthavens.

⁵ Roland Berger, Joint ATM system, perspective on the future ATM system, februari 2008.

⁶ Brief van de ministers van Verkeer en Waterstaat en van Defensie, afspraken Civiel-militaire samenwerking in Europees perspectief, 28 juni 2010, vergaderjaar 2009-2010, kamerstuk 31936, nr. 33.

⁷ Brief van de staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu mede namens de minister van Defensie, reactie op de motie Haverkamp (kamerstuk 31936, nr 51) over de integratie van het civiele en militaire luchtruim, 24 mei 2011, vergaderjaar 2010-2011, kamerstuk 31936 nr. 77.

⁸ Hierbij wordt bedoeld: buiten openstellingstijden van militaire vliegbases. Het Air Operations Control Station Nieuw Milligen (AOCS NM) is in het kader van de nationale veiligheid- en security-taken 24 uur per dag geopend.

Verenigd Koninkrijk – Ierland FAB

Binnen het VK/IR FAB zijn de deelnemende lidstaten en hun nationale luchtverkeersdienstverleners:

- Het Verenigd Koninkrijk – National Air Traffic Services (NATS);
- Ierland – Irish Aviation Authority (IAA). In Ierland is de IAA zowel de luchtverkeersdienstverlener als de toezichhouder.

Samenwerking binnen het VK-IR FAB vindt plaats op verschillende gebieden en de uitvoering is ver gevorderd in vergelijking met de andere FAB initiatieven.

- De luchtvaartautoriteiten werken aan het harmoniseren van nationale safety management systemen en de harmonisatie van werkwijzen van Nationale Supervisory Authorities, waarbij aansturing plaatsvindt vanuit een FAB Supervisory Committee.
- Beide luchtverkeersdienstverleners werken nauw samen op het gebied van luchtruimontwerp en -management, technologische ontwikkeling, vergroten van de efficiency van operaties en opleidingen gericht op kostenbesparingen. Aansturing vindt plaats door een FAB Management Board.
- In maart 2011 hebben de lidstaten van het VK-IR FAB en het Deens-Zweedse FAB een Memorandum of Understanding (MoU) ondertekend om de samenwerking tussen de FAB's te intensiveren. Mogelijkheden tot integratie van beide FAB's zal in dat licht nader onderzocht worden.

Ontwikkeling operationeel concept

Zowel NATS als de IAA werken aan de modernisering van het operationeel concept met als richtpunt het ICAO GANP en het SESAR ATM Materplan. De implementatie van 'Trajectory Based Operations' (TBO) ofwel 4D trajectories staat daarbij centraal. NATS werkt hier onder andere aan in het London TMA Airspace Management Programme (LAMP). Dit vormt voor NATS een grote opgave doordat TBO een grotere planningshorizon van circa 30 minuten vereist om naderend verkeer tijdig te kunnen beïnvloeden.

De ontwikkeling van arrivalmanagement systemen moet een belangrijke van ondersteuning bieden aan deze ontwikkeling. Vanwege de grote volumes luchtverkeer in de Londen TMA met daarbinnen tenminste vijf civiele luchthavens is een planningshorizon voor een arrival manager van circa 60 minuten wenselijker. Vergelijkbaar met de situatie voor de verkeersafhandeling voor de mainport Schiphol vraagt dit om een vergroting van de area of influence en daardoor grensoverschrijdende samenwerking op het gebied ontwikkeling en implementatie van cross border arrival management (XMAN).

NATS beoogt het gebruik van wachtgebieden (holdings) te reduceren door de ontwikkeling van een geavanceerde arrival manager om TBO mogelijk te maken met behoud van

capaciteit. Daarom participeert NATS in verschillende SESAR projecten op gebied van AMAN. NATS streeft er tevens naar om zowel vaste vertrek- en naderingsprocedures te introduceren die RNAV gebaseerd zijn, inclusief CDO's en CCO's met behoud van capaciteit indien het verkeersaanbod het toelaat. In de dagelijkse verkeersafhandeling binnen de Londen TMA, moeten vertrekkende vluchten vanuit Heathrow op 6000 voet horizontaal vliegen om verticale separatie te waarborgen met het luchtverkeer van en naar de andere velden. Vertrekkende vluchten van Gatwick en Stansted worden bijvoorbeeld standaard onder vertrekkende vluchten van Heathrow departures gehouden. Hier vindt een scheiding van verkeersstromen plaats.

Luchtruiminrichting en -beheer

Binnen het VK/IR FAB wordt gewerkt met de vastgestelde luchtruimsectoren en -classificaties zoals gedefinieerd volgens ICAO richtlijnen (luchtruimclassificaties A – G). In het Ierse luchtruim geldt sinds 2009 boven FL245 een Free Route airspace, hetgeen betekent dat luchtvaartmaatschappijen tussen een vooraf bepaald entry en exit point hun eigen route mogen kiezen. In het Britse luchtruim werkt NATS er aan om dit op korte termijn te kunnen implementeren.

Gezien de grootte van het Britse luchtruim en de aanwezigheid van grote militaire oefengebieden kent het luchtruim een rigide routestructuur die de grote luchthavens met elkaar verbindt. Deze routes worden omgeven door gecontroleerd luchtruim. Hierbuiten bevinden zich grote delen ongecontroleerd luchtruim dat toegankelijk is voor andere luchtruimgebruikers. Daarnaast kent het Britse luchtruim een belangrijke aansluiting op de Noord-Atlantische routes van en naar Noord-Amerika, de zogenaamde Organised Track System (OTS). Dit is een rigide routestructuur waarbij vliegtuigen procedureel op vaste hoogtes respectievelijk in oostelijke of westelijke richting vliegen.

Binnen de geografische dimensie van de London TMA wordt luchtverkeersdienstverlening geleverd aan luchtverkeer van en naar de vliegvelden:

- Heathrow (ten westen)
- Gatwick (ten zuiden)
- Stansted (ten noorden)
- Luton (ten noord-westen)
- City (centrum)

Heathrow vormt de belangrijkste hub-luchthaven en is een van de vijf grootste hub-luchthavens in Europa. De inrichting van de TMA kenmerkt zich door de ligging van vier holdings waarin het verkeer uit alle richtingen wordt opgevangen en vervolgens door middel van 'vectoring' (koers-, hoogte- en snelheidsinstructies) naar de landingsbaan worden geleid.

Future Airspace Strategy

In juni 2011 heeft de Britse CAA een luchtruimvisiedocument, de Future Airspace Strategy⁹, gepubliceerd met daarin een visie en strategie voor de modernisering van het Britse luchtruim. Daarbij zijn de volgende vijf pijlers zichtbaar:

- 1) Verschuiving van huidige en-route routestructuren naar een meer dynamische free-route concept teneinde verschillende wensen van luchtruimgebruikers te faciliteren. Dit draagt bij aan het accommoderen van meer directe routes en optimale verticale profielen.
- 2) Op het gebied van communicatie wordt ingezet op een toename van datalink communicatiesystemen die bijdragen aan het verminderen van de afhankelijkheid van radiocommunicatiesystemen.
- 3) Toepassing van satellietnavigatie verhoogt de navigatienauwkeurigheid en verlaagt de kosten van onderhoud en vervanging van grondgebaseerde systemen.
- 4) De combinatie van satellietnavigatie en het uitzenden van informatie over de vliegtuigpositie naar luchtverkeersleidingcentra zal de afhankelijkheid van grondradars verminderen.
- 5) Modernisering van ondersteunende technologische systemen zoals AMAN en DMAN door de ontwikkeling van decision support tools voor de luchtverkeersleiders, die in toenemende mate hun verantwoordelijkheid zien verschuiven van 'verkeer controleren' naar 'verkeer managen' (waar de nadruk veel meer ligt op plannen en monitoren).

Het Britse luchtruim kan beschouwd worden als de toegangspoort van het Europese luchtruim naar het Noord-Atlantisch luchtruim en vice versa. Voor de eerstkomende jaren zal de nadruk worden gelegd op samenwerking op het gebied van:

- Flexible Use of Airspace (FUA) ofwel intensivering van civiel-militaire samenwerking betreffende het flexibel en dynamisch luchtruimgebruik en –beheer;
- Vervanging van technologische systemen ter ondersteuning van luchtverkeersleidingsfuncties, zoals datalink communicatiesystemen en navigatie apparatuur;
- Het concretiseren van de getekende Memorandum of Understanding tussen het VK-IR FAB en het Deens-Zweedse FAB;
- Verbetering van coordinatie tussen de luchtverkeersdienstverleners en de autoriteiten.
- Projecten van NATS en IAA zullen nog verder met het SESAR programma afgestemd worden om het rendement te verhogen;
- Het gezamenlijk organiseren van stakeholder consultaties.

⁹ Civil Aviation Authority, Future Airspace Strategy for the United Kingdom 2011 to 2030, 30 juni 2011.

Deens – Zweedse FAB

De deelnemende lidstaten en hun nationale luchtverkeersdienstverleners zijn:

- Denemarken – Naviair
- Zweden – Luftfartsverket (LFV)

Beide luchtverkeersdienstverleners hebben in 2009 de Nordic Unified Air Traffic Control (NUAC) opgericht dat als een dochterbedrijf van zowel LFV als Naviair opereert. Door een gecoördineerd proces van integratie van zowel personeel als apparatuur in NUAC wordt voorzien dat NUAC vanaf begin 2013 zelfstandig kan opereren. De plannen hebben effect op het personeelsbestand van circa 650 medewerkers, verdeeld over drie operationele luchtverkeersleidingcentra gelegen in Stockholm, Malmö en Kopenhagen. Op dit moment worden afspraken gemaakt over eigendomsrechten en instandhouding van apparatuur en systemen alvorens overdracht naar NUAC kan plaatsvinden. Het hoofdkantoor zal in Stockholm worden gevestigd.

- In 2012 wordt voorzien dat de Deense en Zweedse overheden middels een certificatieproces NUAC zullen aanwijzen tot dé luchtverkeersdienstverlener voor het luchtruim van beide landen. Dit vormt een belangrijke stap naar de wording NUAC als een zelfstandige luchtverkeersleidingorganisatie. Daarnaast vindt ook samenwerking plaats door de oprichting van een opleidingsinstituut voor luchtverkeersleiders, genaamd Entry Point North.
- In maart 2011 hebben de lidstaten van het VK-IR FAB en het Deens-Zweedse FAB een Memorandum of Understanding (MoU) ondertekend om de samenwerking tussen de FAB's te intensiveren. Mogelijkheden tot integratie van beide FAB's zal in dat licht nader onderzocht worden.

Ontwikkeling operationeel concept

LFV werkt aan de ontwikkeling en het valideren van een nieuw operationeel concept op capaciteit, veiligheid en milieu. Daarbij staat de visie van 'green flights' in het Zweedse luchtruim centraal. Het idee van 'green flights' omvat een optimaal vluchtprofiel voor het vliegtuig in alle fases van de vlucht (klimmen, kruisvlucht en nadering) met alle besparingen tot gevolg. De impact op luchtverkeersleiding is dat vluchten beter moeten worden gepland en ruim van tevoren bekend moet zijn wat de route en aankomsttijd van een vlucht is.

Het Zweedse luchtruim is vrij groot (langwerpig in noord-zuid richting) en de overheersende verkeersstromen liggen gunstig (van het zuidwesten naar het noordoosten), dit betekent dat LFV veel tijd heeft om zowel het en-route verkeer als de verkeersstromen van en naar de luchthaven Stockholm Arlanda circa zestig minuten voor aankomst te beïnvloeden en daarmee een optimale verkeersafhandeling te realiseren. Het operationeel concept omvat het gebruik



Figuur 7: Landen van de North European ANS providers (NEAP) (donkerblauw).

van een arrivalmanager. LfV heeft een Controlled Time of Arrival (CTA) vastgesteld op circa 30 NM (straal vanaf de luchthaven Arlanda) waar het naderende luchtverkeer al vanuit de en-route fase van de vlucht wordt gepland. Hierna worden ze naar de landingsbaan geleid op basis van vaste naderingsroutes gebaseerd op RNAV. Dat schept de mogelijkheid tot het accommoderen van CDOs. De komende jaren wordt gewerkt aan de verdere ontwikkeling en implementatie van dit operationeel concept om de toepasbaarheid bij hogere verkeersvolumes en uiteenlopende meteorologische weersomstandigheden te kunnen realiseren.

Luchtruiminrichting en-beheer

Vanaf 17 november 2011 geldt officieel boven FL285 voor zowel het Deense als Zweedse luchtruim een free route airspace, dit betekent dat luchtvaartmaatschappijen zelf hun route mogen bepalen tussen een vooraf bepaald entry- en exit waypoint.

LfV en Naviar werken nauw samen aan diverse luchtruimmanagementprojecten om het luchtruim in hun grensgebied te herstructureren, met als doel de naderende verkeersstromen naar Kopenhagen te concentreren waardoor minder interferentie ontstaat met het regionale luchtverkeer in de omgeving van Malmö. Daarnaast beoogt men de coördinatie tussen de luchtverkeersleidingcentra van Kopenhagen APP en Malmö ACC te verbeteren. Er wordt gewerkt aan het herontwerp van de Stockholm Arlanda terminal airspace (TMA). Doel is om sectoren en routes zodanig vast te leggen dat de luchtverkeersafhandeling kan plaatsvinden op basis van een grotere planningshorizon (circa 45 minuten).

Verdere ontwikkelingen

Toekomstige ontwikkelingen zijn gericht op het institutionele kader om de integratie van LfV en Naviar in het NUAC te laten plaatsvinden. Het feit dat beide luchtverkeersdienstverleners met hetzelfde Thales luchtverkeersleidingssysteem (Flight Data Processing systeem) werkt en vele overeenkomsten op taal en cultuurgebied, biedt enorme voordelen in de samenwerking. Daarnaast voorziet het ook in potentieel om systeemontwikkelingen en/of -vervanging in breder verband te bespreken.

- Gezamenlijk gebruik van operationele systemen in drie luchtverkeersleidingcentra onder beheer van NUAC wordt verwacht 2012.
- Tevens wordt verwacht dat NUAC dé luchtverkeersdienstverlener wordt voor de Deens-Zweedse FAB.
- Het personeel van LfV en Naviar zal daarbij in de nieuwe NUAC organisatie worden ondergebracht.

De deelnemende staten aan North European FAB (NEFAB) en hun luchtverkeerdiensten verleners betreffen:

- Noorwegen – Avinor
- IJsland – Isavia
- Finland – Finavia
- Estland – Estonian ANS (EANS)
- Letland – Latvian ANS (LGS)
- Denemarken – Naviar
- Zweden – Luftfartsverket (LfV)
- Het Verenigd Koninkrijk – National Air Traffic Services (NATS)
- Ierland – Irish Aviation Authority (IAA)

De luchtverkeersdienstverleners zijn verenigd onder de werknaam North European ANS Providers (NEAP), zie Figuur 7.

Civiel-militaire samenwerking

Stap	Hoogte	Operationeel	Luchtverkeersleidingtaken
1	FL200-245	Nov 2011	Afhandeling Operational Air Traffic (OAT) en-route luchtverkeer buiten militaire openstellingtijden door LVNL personeel
2	> FL200	Jun 2012	Afhandeling OAT binnen militaire openstellingtijden, waaronder window verkeer, functional Check Flights (FCF), Air to Air Refuelling (AAR) en Orbit Areas AWACS door militair personeel vanaf de locatie Schiphol
3	FL95-200	Jun 2014	Afhandeling OAT en General Air Traffic (GAT) binnen en buiten militaire openstellingtijden door militair luchtverkeer vanaf de locatie Schiphol
4	Grond-FL95	Jun 2014	Afhandeling VFR luchtverkeer (Flight Information Services)

Tabel 2: Overzicht stappen co-loceren militaire luchtverkeersleidingstaken op Schiphol-Oost.

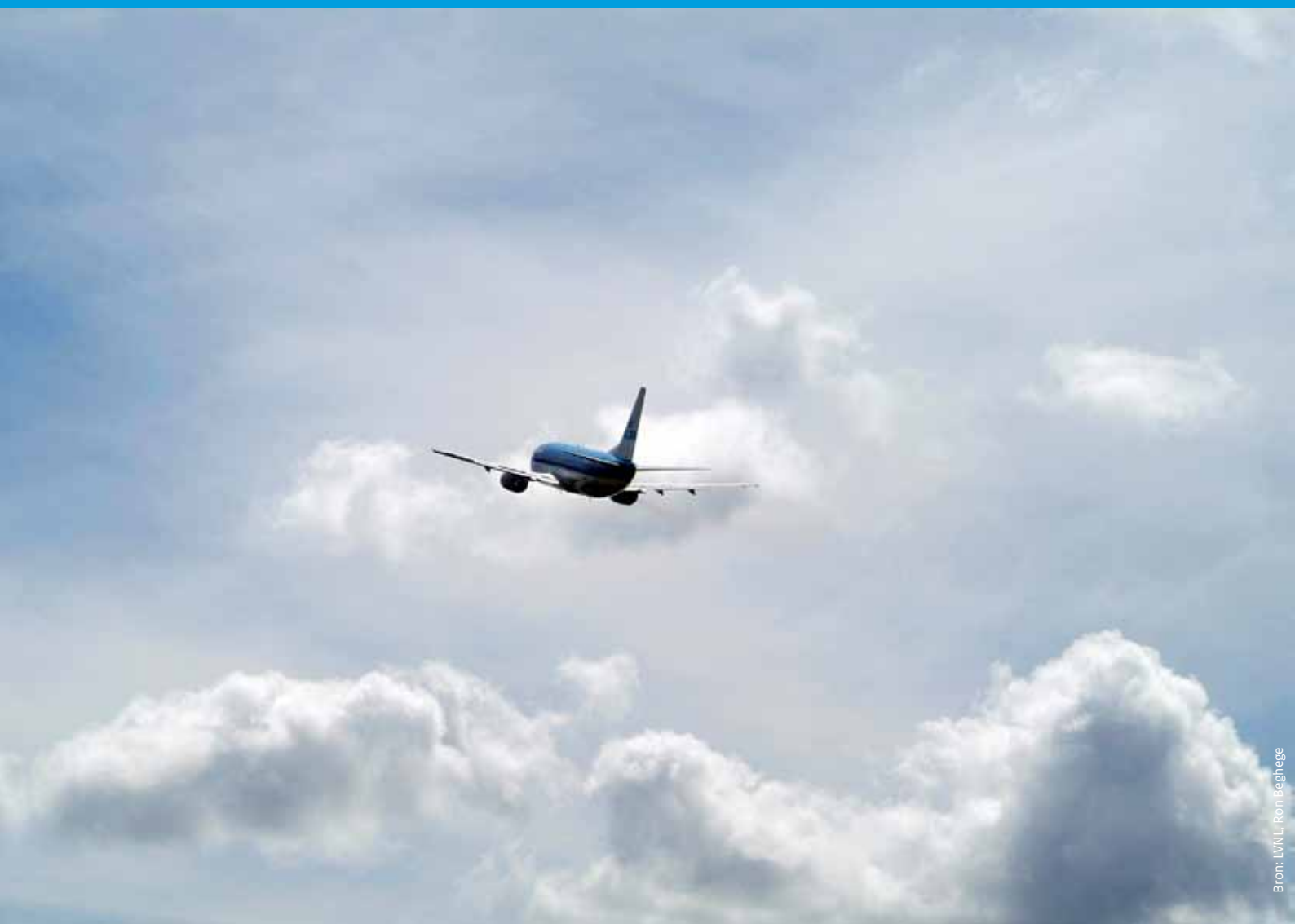
Bij het intensiveren van civiel-militaire samenwerking en het co-loceren of integreren van luchtverkeersleidingstaken dient een aantal belangrijke aandachtspunten in acht te worden genomen:

- Bereikbaarheid militaire velden en voldoende oefenruimte.
- Minimaal gelijkblijvende veiligheid.
- Een nieuwe organisatie dient in staat te zijn een zelfde vakspecifieke bijdrage te kunnen leveren aan militaire operaties als nu het geval is.
- Kosten/baten van één organisatie dienen op termijn substantieel positief te zijn, derhalve dient in alle trajecten niet alleen naar de organisatie te worden gekeken maar ook naar optimalisatie in de directe en indirecte operatie.
- De voordelen van de recentelijk door Defensie gerealiseerde integratie van luchtgevechts- en luchtverkeersleiding dienen behouden te blijven.

Veranderingen in het vormgeven van civiel-militaire luchtverkeersdienstverleningstaken op zowel nationaal als internationaal niveau dienen ook bekeken te worden vanuit de relatie tussen de overheid, toezichthouder en dienstverleners. De genoemde veranderingen zijn voor het Rijk aanleiding om nader te onderzoeken of de huidige governancestructuur voor het beheer van het luchtruim en de aansturing van de luchtverkeersdienstverleners voldoende toekomstvast is. Hiertoe zal het Rijk in 2012 een studie uitvoeren. Daarbij zal gekeken worden welke mogelijke veranderingen in de governancestructuur kunnen bijdragen aan een verbeterde aansturing en civiel-militaire samenwerking vanuit de verantwoordelijkheden en bevoegdheden van het Rijk.

Civiel-militaire samenwerking vormt niet alleen nationaal maar ook internationaal een belangrijke sleutel voor het beter kunnen benutten van het Europese luchtruim. Het creëren van grensoverschrijdende militaire oefengebieden en het optimaliseren van de dimensies en het flexibel gebruik hiervan zijn belangrijke uitdagingen waarbij civiel-militaire samenwerking een sleutelrol vervult. Het intensiveren van civiel-militaire samenwerking vormt binnen het FABEC een belangrijk aspect.

2 Luchtruimbeheer en luchtruimindeling



Op het gebied van luchtruimstructuur en classificatie worden functionele veranderingen voorzien die effect hebben op de wijze waarop het luchtruim kan worden ingericht en beheerd.

2.1 Luchtruimbeheer

Flexibel luchtruimgebruik

Flexibel gebruik van het luchtruim wordt gekenmerkt door het in staat zijn bepaalde delen van het luchtruim te (de) activeren in verschillende dimensies voor een bepaalde tijd met het doel delen van luchtruim te kunnen toewijzen aan verschillende gebruikers. Dit betreft de benadering van het Flexibel Use of Airspace (FUA) principe dat in de jaren 80 is ontwikkeld door Eurocontrol. Daarbij ligt de aandacht met name op het (de)activeren van luchtruim dat veelal gebruikt wordt voor militaire oefeningen. Door deze delen van het luchtruim alleen te activeren voor de duur van militaire oefeningen komen deze delen van het luchtruim beschikbaar voor civiele luchtruimgebruikers.

Dynamisch luchtruimbeheer

Dynamisch beheer van het luchtruim wordt gekenmerkt door het in staat zijn wijzigingen in de dimensies en de tijdslots van het gebruik van bepaalde delen van het luchtruim te kunnen plannen en wijzigen op zowel korte, middellange als lange termijn. Met name het vroegtijdig kunnen plannen van het gebruik en het kunnen accommoderen van (last-minute) wijzigingen is daarbij onderscheidend. Dit sluit aan bij het enhanced FUA principe zoals dat door Eurocontrol in de jaren '90 is ontwikkeld. In het concept van FUA wordt onderscheid gemaakt in drie niveau's ofwel 'levels':

Het zwaartepunt in de planning van het gebruik van luchtruim en de flexibiliteit voor wijzigingen binnen dat geplande gebruik ligt voor de militaire gebruikers voornamelijk op de korte termijn en voor de civiele gebruikers op de langere termijn. Civiele gebruikers dienen minimaal een jaar van te voren een planning op te stellen voor het kunnen aanbieden van een zomer- en winterdienstregeling aan passagiers. Militaire gebruikers daarentegen dienen wijzigingen in meteorologische omstandigheden te kunnen opvangen in het aanpassen van geplande oefeningen in daarvoor gereserveerde militaire oefengebieden. Vanuit zowel civiele als militaire zijde streeft men naar een dynamisch gebruik en beheer van het luchtruim volgens de verdere uitwerking en toepassing van het enhanced FUA concept. De beperkte omvang van het Nederlandse luchtruim in relatie tot de toekomstige toename van vraag naar capaciteit vraagt inspanning van alle partijen om dit mogelijk te maken. Daarbij moet opgemerkt worden dat slechts een grensoverschrijdende benadering voor het gebruik van het luchtruim tot een maximale benutting van het Nederlandse en Europese luchtruim kan leiden. Hieraan wordt in internationaal verband in onder andere FABEC-gewerkt. In de verdere flexibilisering van het Nederlandse luchtruim zal rekening gehouden moeten worden met de mogelijkheden en beperkingen van het management van het frequentiespectrum.

FUA Level	Kenmerken
Level 1: de strategische fase	<p>Kernactiviteit: planning luchtruim- en routegebruik</p> <p>Periode: vanaf een jaar van te voren tot aan een week voor de operatie</p> <p>Verantwoordelijkheid: de Luchtverkeerscommissie (LVC).</p>
Level 2: de pre-tactische fase	<p>Kernactiviteit: alloceren luchtruim en routestructuur</p> <p>Periode: vanaf een week tot aan de dag van operatie.</p> <p>Verantwoordelijkheid: de Airspace Flow Management Unit (AFMU)</p>
Level 3: de tactische fase	<p>Kernactiviteit: activeren van luchtruim en routestructuur</p> <p>Periode: vanaf een dag tot 3 uur voor aanvang operatie</p> <p>Verantwoordelijkheid: supervisors luchtverkeersleidingcentra (LVNL, CLSK, MUAC)</p>

Tabel 3: FUA levels en toelichting.

Airspace Management (ASM) en Air Traffic Flow Control Management (ATFCM)

Als een integraal onderdeel van ATM en FUA vormen Airspace Management (ASM) en Air Traffic Flow Capacity management (ATFCM) twee belangrijke aspecten die een aanvulling betreffen op de taken van luchtverkeersdienstverleners. Om de verbeteringen in het luchtruimgebruik te realiseren dient de link tussen bovengenoemde onderdelen geharmoniseerd te worden op de drie levels van het FUA concept. Daarbij kennen de onderdelen een eigen doel om gezamenlijk bij te dragen aan het beter benutten van het luchtruim. Voor ASM is het doel om vanuit de bestaande luchtruim- en routestructuur een voldoende niveau van beschikbaarheid te realiseren om het verkeersaanbod te accommoderen terwijl voor ATFCM het doel is een optimale doorstroom van verkeer te garanderen wanneer de vraag het beschikbare aanbod van het luchtverkeersleidingssysteem overschrijdt.

Airspace Flow Management Unit (AFMU)

Flexibel en dynamisch luchtruimgebruik wordt op dit moment gemanaged door een civiel-militaire coördinatiecell: de Airspace Flow Management Unit (AFMU). Het verder ontwikkelen van flexibel luchtruim gebruik biedt luchtverkeersgebruikers de mogelijkheid het luchtruim beter te plannen en optimaal te gebruiken. Dit levert een meer dynamische benadering van het management en gebruik van het Nederlandse luchtruim binnen de huidige structuur van het luchtruim op. De verdere ontwikkeling van het dynamisch luchtruimgebruik is afhankelijk van de mogelijkheden om vaste luchtruiminrichting los te laten. Dit schept de mogelijkheid het luchtruimgebruik te sturen vanuit de requirements van luchtverkeersgebruikers, deze kunnen verschillen in de tijd gedurende de dag. De procedures en systemen die noodzakelijk zijn om de luchtruimbeperkingen (verschillend in tijd en dag) beschikbaar te stellen en te synchroniseren en met vluchtplannen van civiele, militaire en GA gebruikers is daarvoor essentieel. Dit zal mogelijk worden gemaakt door een groter gebruik van elektronische ondersteuning en hulpmiddelen vanuit de AFMU, die binnen Nederland verantwoordelijk is voor de effectieve coördinatie, het (de)activeren van tijdelijke luchtverkeersgebieden en delen van het luchtruim. Een nauwe aansluiting op Aeronautical Information Management (AIM) is daarbij een belangrijk aandachtspunt om de toenemende snelheid en complexiteit van flexibel en dynamisch luchtruimgebruik kenbaar te maken door middel van gebruikersinterfaces. Gezien de ontwikkeling van cross border areas en routes vormt een zeer nauwe aansluiting van AFMU op het Europese netwerk een belangrijke voorwaarde. Tot slot vormt de aansluiting van de brede gebruikersgroepen binnen de GA een aandachtspunt bij de verdere ontwikkeling van flexibel en dynamisch luchtruimgebruik.

2.2 Luchtruiminrichting

Cross Border military Areas (CBA)

Er bestaan binnen Europa verschillende bijzondere luchtverkeersgebieden die worden ingesteld indien (tijdelijke) verboden of beperkingen noodzakelijk zijn om veelal militaire luchtvaartactiviteiten, die niet te combineren zijn met de civiele luchtvaart, te accommoderen. Een grensoverschrijdend militair oefengebied ofwel Cross Border military training Area (CBA) wordt daarbij gezien als een Temporary Reserved Airspace (TRA) of Temporary Segregated Airspace (TSA), vastgesteld over nationale grenzen heen. Er zit een belangrijk verschil tussen een TRA en een TSA.

Temporary Reserved Area (TRA)

Luchtruim dat tijdelijk gereserveerd en gealloceerd is voor het specifiek gebruik van een bepaalde gebruiker (veelal militair) voor een bepaalde periode waarbinnen ander (veelal civiel) luchtverkeer een toestemming kan aanvragen om onder begeleiding van de luchtverkeersdienstverlening het reserveerde luchtruim te doorkruisen.

Temporary Segregated Area (TSA)

Luchtruim dat tijdelijk gesegregeerd en toegewezen is aan een gebruiker (veelal militair) voor het exclusief gebruik gedurende een specifieke periode waarbij ander (civiel) luchtverkeer het luchtruim niet kan doorkruisen.

Op dit moment heeft Nederland één CBA beschikbaar in het noorden van Nederland boven de Noordzee (CBA Sea). Daarnaast wordt door Nederland in FABEC-verband gewerkt aan de realisatie van een CBA boven land (CBA Land) door bestaande oefengebieden in het noordoosten van Nederland en het noordwesten van Duitsland te verbinden en (het aangrenzende luchtruim) te optimaliseren zodat militaire activiteiten en behoeften van civiele gebruikers beter gebalanceerd kunnen worden in het drukbevolgen Noord-Europese luchtruim.



Figuur 8: Ligging CBA Sea met daarbinnen conditionele routes (groene stippellijn).

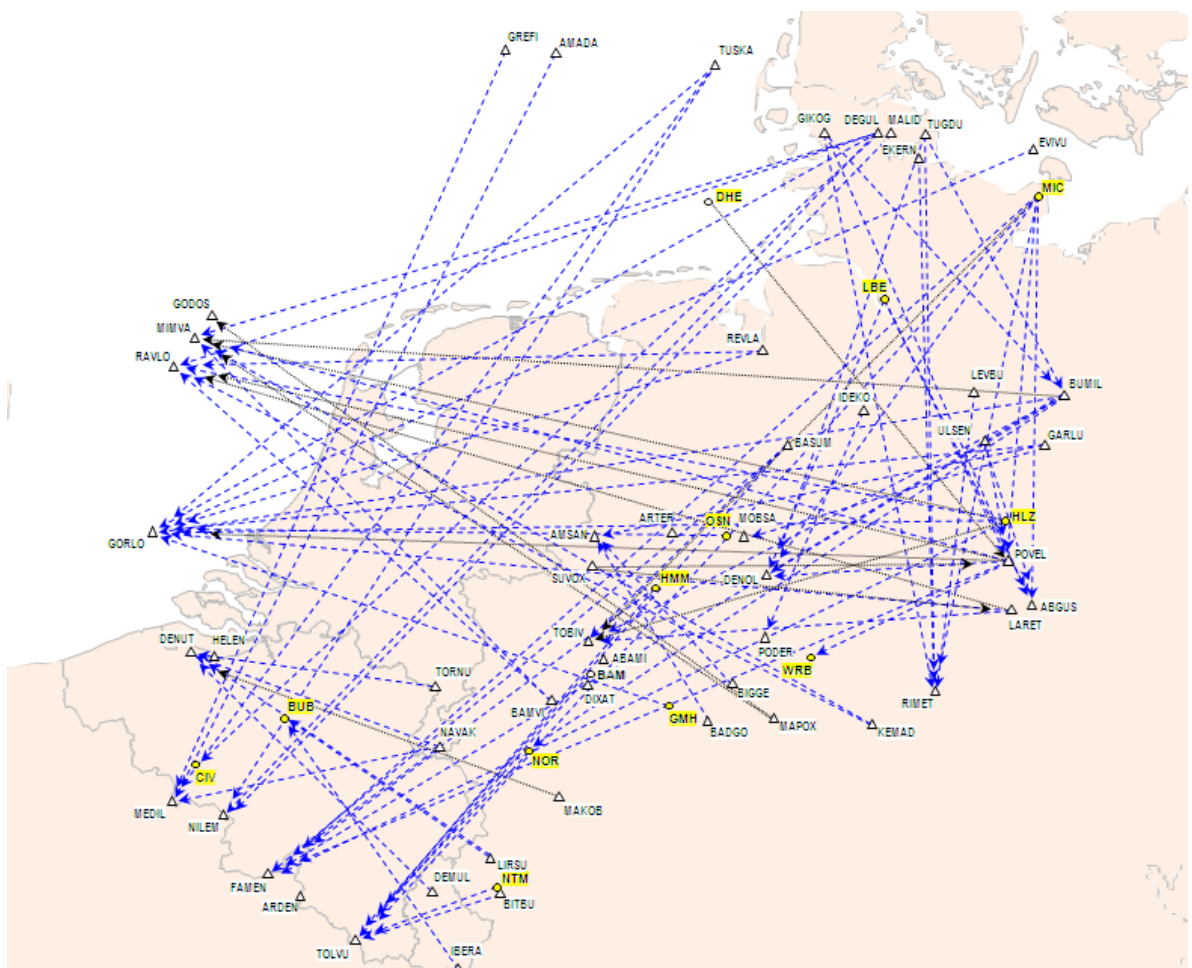
Binnen TRA's en TSA's kunnen conditionele routes (CDR) worden vastgesteld. Het conditionele route concept bevat alle niet permanente air traffic service (ATS) routes. De conditionele routes zijn niet permanente onderdelen van het gepubliceerde routewerk. Deze conditionele routes lopen veelal door gebieden die tijdelijk gereserveerd worden (TRA en TSA) waarbij de beschikbare tijden van de CDR worden aangegeven als gevolg van militaire activiteiten of om specifieke voorwaarden aan te geven als gevolg van civiele activiteiten. CDR's maken het mogelijk meer directe of alternatieve routes te vliegen.

CDR's worden vastgesteld door het level 1 (de Luchtverkeerscommissie), gepland op level 2 (de AFMU) en gebruikt op level 3 (de luchtverkeersleidingcentra). Daarbij wordt onderscheid gemaakt in drie soorten CDR's, zie Tabel 4.

Binnen de CBA Land en de CBA Sea zal zoveel als mogelijk gebruik worden gemaakt van CDR's om het luchtruim zo optimaal mogelijk te benutten. De AFMU speelt een belangrijke rol in het accommoderen van vraag en aanbod om het gebruik van CDR's te maximaliseren.

Type CDR	Kenmerken	Aandachtpunten
CDR 1	Permanent planbare routes gedurende specifieke tijden gepubliceerd in het AIP	<ul style="list-style-type: none"> - Veelal beschikbaar - Planbaar net als een gewone ATS routes - Indien last-minute niet beschikbaar: re-routing
CDR 2	Niet permanent planbare routes	<ul style="list-style-type: none"> - Dagelijks toegewezen afhankelijk van verkeer aanbod - Planbaar alleen op basis van dag beschikbaarheid in AUP/CRAM
CDR 3	Niet planbare routes	<ul style="list-style-type: none"> - Gebruik alleen mogelijk op ATC instructie - Gebruikt als last-minute direct routing

Tabel 4: Soorten conditionele routes.



Figuur 9: Free Route Airspace Maastricht (FRAM).

Dynamische sectorisatie

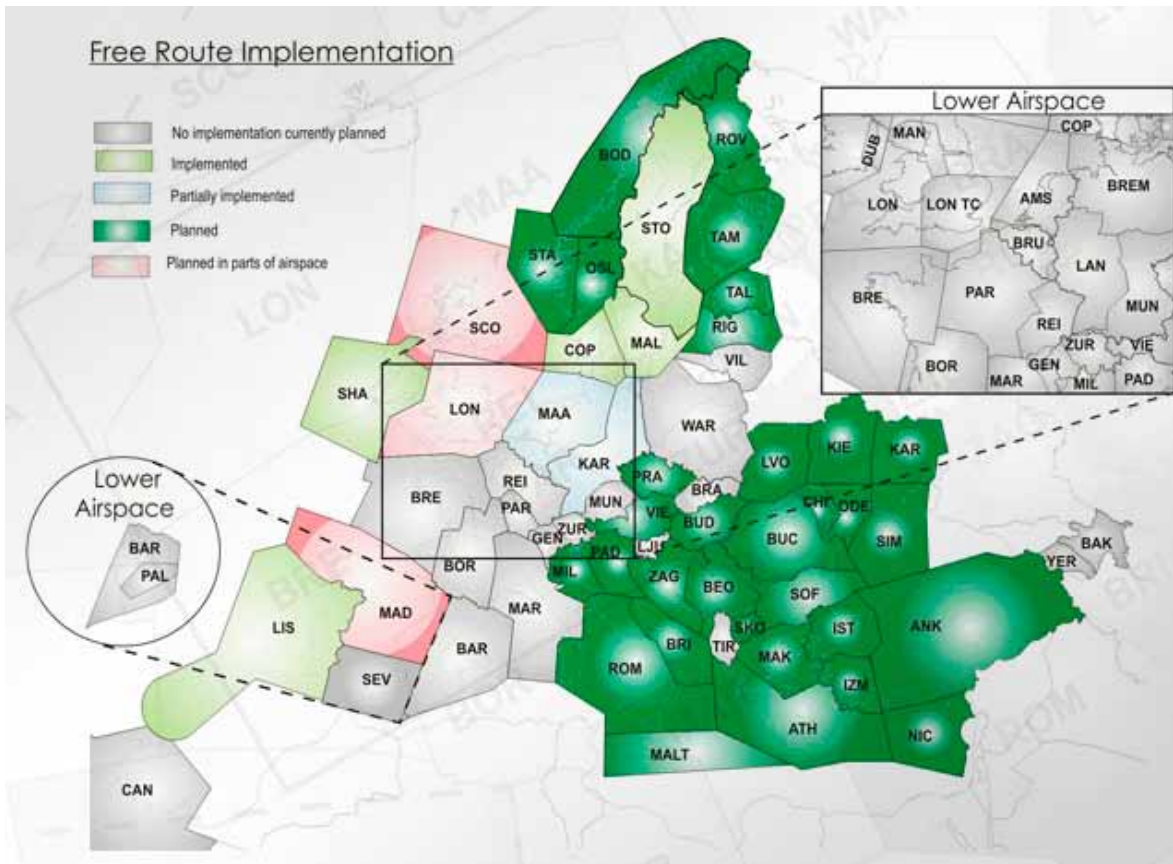
Het concept van dynamische sectorisatie gaat een stap verder dan het FUA concept. Waarbij het FUA concept uitgaat van het principe van (de)activering van delen luchtruim uit de luchtruim- en routestructuur gaat dynamische sectorisatie uit van een adaptieve luchtruimstructuur in horizontale en verticale zin. Dat betekent dat de dimensies van de sectoren veranderen gedurende de tijd als gevolg van verkeersaanbod en verkeersstromen, ofwel indeling volgend naar gebruik. Dit vraagt om een uitermate flexibele luchtruimstructuur en zeer geavanceerde systemen en computerhulpmiddelen om dit te realiseren aangezien dit concept binnen de huidige systemen en de werklast van luchtverkeersleiders beperkt kan worden gerealiseerd. Voorspelbaarheid, reactiviteit en veerkracht zijn daarbij belangrijke elementen die noodzakelijk zijn om met snel veranderende dimensies van sectoren om te kunnen gaan. Studies van Eurocontrol laten zien dat significante capaciteitswinst te realiseren valt bij een concept van dynamische sectorisatie. Dit concept zal in eerste instantie geschikt zijn om toe te passen in het hogere luchtruim. In het hogere luchtruim worden de eerste toepassingen van dynamische

sectorisatie voorzien in 2015. Gezien de sterke mate van complexiteit en noodzakelijke technologische ondersteunende systemen en computertools wordt de implementatie van dit concept in het lagere luchtruim niet voorzien voor 2025.

Free-Route Airspace concept (FRA)

Het accommoderen van directe en optimale vluchtprofielen zal in het hogere luchtruim plaatsvinden door middel van het Free-Route Airspace concept (FRA). Het Free Route Airspace Maastricht concept (FRAM, zie Figuur 9) is een eerste stap in de implementatie van preferente business trajectories voor luchtvaartmaatschappijen in het door MUAC gecontroleerde luchtruim. Dit gebeurt door de vlieger een entry-point en een exit-point te laten selecteren binnen een deel van het luchtruim en daarbinnen de meest directe route te laten vliegen.

Free-route airspace vormt een gedeelte van het luchtruim waarbinnen luchtvaartmaatschappijen een route vrij kunnen plannen tussen een entry-point en een exit-point gelegen aan de grenzen van het luchtruim, zonder daarbij



Figuur 10: Status Free Route Airspace implementatie in het Europese luchtruim.

rekening te hoeven houden met een vast routenetwerk. Binnen dit luchtruim blijven vluchten altijd onder de verantwoordelijkheid van de luchtverkeersleiding en dient er rekening te worden gehouden met eventueel geldende (tijdelijke) beperkingen.

In maart 2011 zijn 142 nieuwe directe routes geïntroduceerd die een aanvulling zijn op de 40 directe routes in het MUAC luchtruim als onderdeel van het FABEC Night Network. Luchtvaartmaatschappijen zijn daardoor in staat om deze routes op te nemen in het vluchtplan. FRAM is gericht op het beter plannen, indienen van vluchtplannen en het vliegen van directe routes.

Free Route Airspace Maastricht (FRAM)

De voordelen verwacht van de implementatie van FRAM gedurende de nacht en weekenden in vergelijking met het vaste route-netwerk zijn:

- Vermindering van 624,000 NM of 1.16 miljoen km per jaar.
- Reductie van 3.700 ton brandstof per jaar
- Reductie 12.000 ton CO₂ uitstoot
- Reductie van 37 ton NO_x per jaar

Dit concept is door MUAC begin maart geïntroduceerd in het hogere luchtruim boven Nederland, België, Luxemburg en Noordwest Duitsland. In de implementatie worden de volgende fase voorzien:

- Maart 2011: gedurende de minst drukke uren van de nacht: 00:00-06:00 uur;
- Juni 2011: verlenging nachtperiode; 00:00-08:00 uur;
- Eind 2011: weekenden, van zaterdag 00:00 tot maandag 08:00 uur;
- 2012; dagperiode op vrijdagen van 12:00- maandag 08:00 uur en vakantieperiodes;
- 2015: gedurende 24 uur, 7 dagen per week. Volledig geïmplementeerd.

Om de maximale voordelen van free-route airspace te kunnen benutten is nauwe afstemming met vergelijkbare initiatieven vanuit omliggende lidstaten en luchtverkeerdienstverleners in het hogere luchtruim van groot belang. Naar verwachting zal de komende jaren aansluiting plaatsvinden door DFS Karlsruhe (Duitsland), NAVIAIR (Denemarken), NATS (Verenigd Koninkrijk) en LFV (Zweden).

Verhogen en harmoniseren Transition Altitude (TA)

De transition altitude (TA) is de hoogte waarop het vliegtuig het gebruik van de hoogtemeter overschakelt van een lokale druk instelling, uitgedrukt in het aantal voeten boven zeeniveau, naar een gebiedsbrede wereldwijd gebruikte drukinstelling van 1013,25 hP. Dit maakt het mogelijk vluchten uit te voeren met gebruik van een internationale overeengekomen set aan flight levels. Door variatie in de heersende lokale luchtdruk en het zekerstellen van de voorgeschreven minimale verticale separate van 1000 voet, varieert het eerstvolgende beschikbare vliegniveau boven de TA, waardoor er regelmatig een vliegniveau niet kan worden gebruikt.

De TA is op dit moment niet overal hetzelfde binnen de Europese lidstaten en de aan Nederland grenzende buurlanden. In Nederland ligt op dit moment de TA op 3500 voet voor VFR verkeer en 3000 voet voor IFR verkeer. Dit is vastgesteld in de jaren 50 toen vliegtuiginstrumenten en luchtverkeersleidingsystemen minder nauwkeurig waren en de vliegprestaties van vliegtuigen lager waren. Moderne commerciële vliegtuigen bereiken deze hoogte zeer snel na vertrek. De verandering in afhandelingconcepten wanneer het vliegtuig de TA passeert voegt daardoor extra complexiteit en werklast voor luchtverkeersleiders en vliegers toe aan een dynamische fase van de vlucht waarin veel stijgend en dalend luchtverkeer plaatsvindt.

Wanneer de TA boven de bovengrens van de TMA wordt gepositioneerd kunnen structureel alle vlieghoogten daaronder worden gebruikt en hoeft de vlieghoogte van 2000 voet niet meer structureel te worden gebruikt voor het aanvliegen van het Instrument Landing Systeem (ILS). Op lagere hoogte is het voor vliegers belangrijk de exacte verticale afstand tot het grondniveau te weten om een veilige vlucht te kunnen uitvoeren en separatie te waarborgen van het terrein en andere obstakels. Dit vraagt van vliegtuigen een lokale drukinstelling te gebruiken om de hoogte van het vliegtuig te bepalen boven het gemiddeld zeeniveau. Ook voor vliegers van de meeste General Aviation luchtvaartuigen zal er één drukinstelling minder zijn waar rekening mee hoeft te worden gehouden. Dit draagt bij aan het vergroten van de veiligheid en verminderen van incidenten.

Een geharmoniseerde en significante verhoging van de TA draagt bij aan het verminderen van effecten op het milieu en vergroten van de efficiency en capaciteit. Afhankelijk van de hoogte die geselecteerd wordt voor een geharmoniseerde TA, kunnen er voordelen zijn voor drukke TMA's. Voor de TMA van Schiphol zou dat een vergroting van de hoogte betekenen waarbinnen vertrek- en naderingsprocedures kunnen worden afgehandeld door de luchtverkeersleider. Dit betekent dat de aanvang van een nadering vanaf een grotere hoogte kan plaatsvinden en

minder verstoringen kent, waardoor de negatieve effecten op de geluidconfiguratie van een nadering verminderd worden. Daarnaast kan een verhoging van de TA meer ruimte geven aan de General Aviation.

Vanuit veiligheidsoverwegingen is het niet wenselijk om de TA vaak te wijzigen. Zo kan een te hoge TA problemen geven bij de FIR grens omdat aangrenzende FIR's een andere TA kunnen hanteren. Dit geeft een onduidelijke hoogte bij het kruisen van de FIR-grens. Het probleem van verschillende transition altitudes aan weerszijden van de FIR grens speelt op dit moment ook. Echter, het heeft nu vooral invloed op laag vliegend verkeer, waardoor het nadelig effect hiervan relatief beperkt is.

Onder andere op aandringen van Nederland is een geharmoniseerde verhoging van de TA besproken in de Single Sky Committee (SSC), een adviescomité van de Europese Commissie. Om in een later stadium over dit onderwerp advies te kunnen uitbrengen voor bijvoorbeeld de uitgifte van een Implementing Rule, is besloten nader onderzoek te doen naar de gevolgen van het gemeenschappelijk invoeren van een TA op 18.000 voet. Daarbij moet gedacht worden aan de gevolgen voor Alpenlanden vanwege het hoge terrein en dienen tevens de gevolgen voor veiligheid en de kosten van invoering inzichtelijk gemaakt te worden. Eurocontrol voert deze taak uit in een taskforce waar Nederland aan deelneemt. Mocht blijken dat een Europese harmonisatie niet haalbaar is, dan wordt overwogen het initiatief tot het verhogen en harmoniseren binnen het FABEC op te pakken.

Verkleinen wachtgebieden

De drie initial approach fixes (IAF) voor de luchthaven Schiphol zijn op dit moment een holding fix. Dit geldt ook voor de voorziene vierde IAF. Als onderdeel van internationale regelgeving dient bij een holding fix een wachtgebied te worden gepositioneerd. De ondergrens van de wachtgebieden voor de huidige IAF's bevindt zich nu op FL70 en de bovengrens op FL240. De laterale grens van de huidige wachtgebieden is afhankelijk van het flight level waarop het holding circuit wordt vlogen en de richting van het circuit dat wordt gevlogen: linksom of rechtsom.

De wachtgebieden bij de huidige IAF's hebben een vorm die voldoet aan de ICAO-regels voor holdings met procedurele afhandeling in bergachtig gebied. Uit onderzoek van het NLR¹⁰ is naar voren gekomen dat in Nederland de holding circuits van een verkleind wachtgebied kunnen worden voorzien. De argumenten voor het voorzien van een kleiner wachtgebied zijn dat LVNL op radar werkt en niet procedureel. Moderne vliegtuigen zijn in staat om nauwkeuriger te

¹⁰ NLR-CR-2010-148, maart 2010, Holding protection area in case of nearby air traffic.

vliegen en vertonen daardoor minder afwijkingen van het holding circuit, daarnaast kent Nederland geen bergachtige gebieden.

Het toepassen van verkleinde wachtgebieden biedt mogelijkheden voor een meer optimale inpassing van een vierde IAF, het optimaliseren van de huidige dimensies van de wachtgebieden van de huidige IAF's, waardoor de structuur en inrichting van het Nederlandse luchtruim beter kan worden benut. Nader onderzoek naar de effecten op het gebied van veiligheid, efficiency en milieu zal door LVNL worden onderzocht en door de toezichthouder (ILT) worden getoetst. Het Rijk staat positief tegenover de toepassing van verkleinde wachtgebieden mits voldaan kan worden aan de normen voor veiligheid.

Harmoniseren Luchtruimclassificatie

Het doel van de ICAO luchtruimclassificatie is het eenduidig voorzien van een vlieger van informatie over de aangeboden luchtverkeersdiensten in elke klasse, alsmede de verplichtingen die een vlieger daar heeft. De luchtruimclassificatie moet daarbij optimaal aansluiten bij het gebruik van het luchtruim. Op dit moment lopen de toepassingen van luchtruimclassificaties binnen Europa behoorlijk uiteen. Dit leidt in veel gevallen tot onduidelijke situaties voor vliegers met als gevolg een risico op airspace infringements en incidenten.

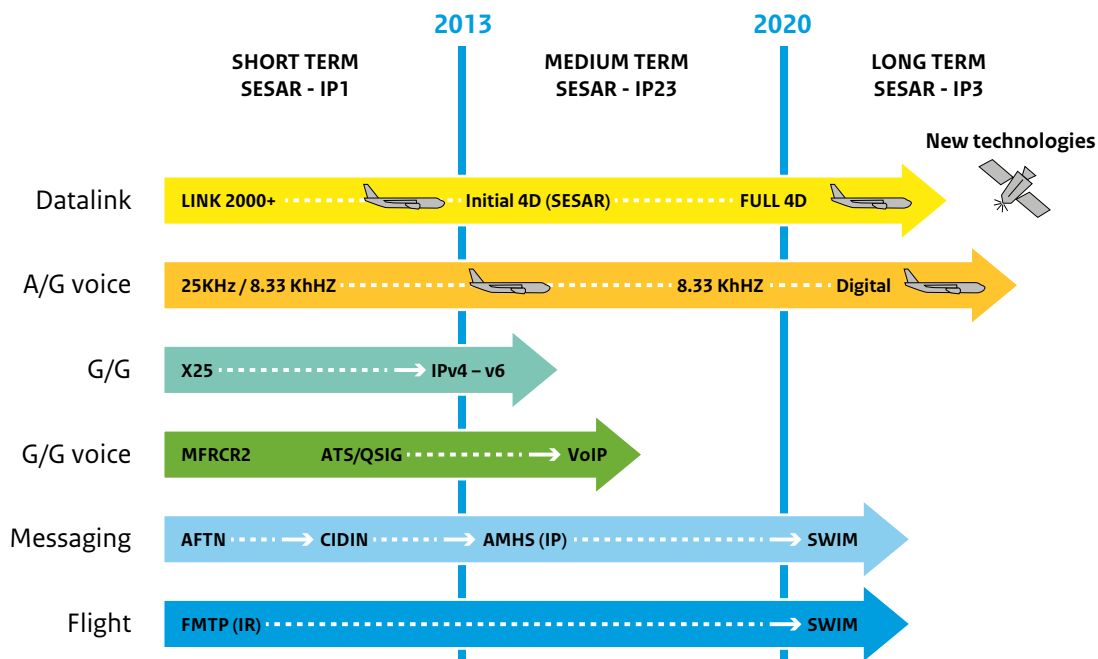
Binnen Europa wordt gewerkt aan de totstandkoming van een SES. Om dit te bereiken is er voor gekozen om de luchtruimklasse in de verschillende FIR's boven FL195 te harmoniseren. Hierbij is gekozen voor luchtverkeersdienstverleningsklasse C, waarbij GAT VFR luchtverkeer niet wordt toegelaten. Om de gewenste eenwording van het Europese luchtruim niet te bemoeilijken, zal de toegepaste luchtverkeersdienstverleningsklasse boven FL195 niet op basis van de Nederlandse catalogus criteria luchtruim¹¹ worden aangepast.

Om te waarborgen dat de nationale toepassing van de luchtverkeersdienstverleningsklassen geen significante afwijkingen vertoont ten opzichte van de toepassing in omliggende landen, zullen de klassen zoveel mogelijk conform de ICAO-norm worden toegepast. Daarbij worden initiatieven ten aanzien van harmonisering binnen Europa vanuit EASA en FABEC meegenomen om invulling te geven aan het streven naar een eenduidige informatie aan de vlieger over de aangeboden diensten in elke klasse, alsmede de verplichtingen die een vlieger daar heeft.

¹¹ Zie Bijlagerapport 1 voor meer informatie.

3 Communicatie





Figuur 11: Communicatie roadmap SESAR.

De noodzaak om met vliegers te kunnen communiceren, om te waarborgen dat vluchten plaatsvinden op een veilige manier, gaat terug naar de beginselen van de luchtvaart. Tot op heden vormt radiotelefonie het belangrijkste hulpmiddel voor begeleiden van luchtverkeer en het uitwisselen van informatie en instructies tussen luchtverkeersleiders en vliegers.

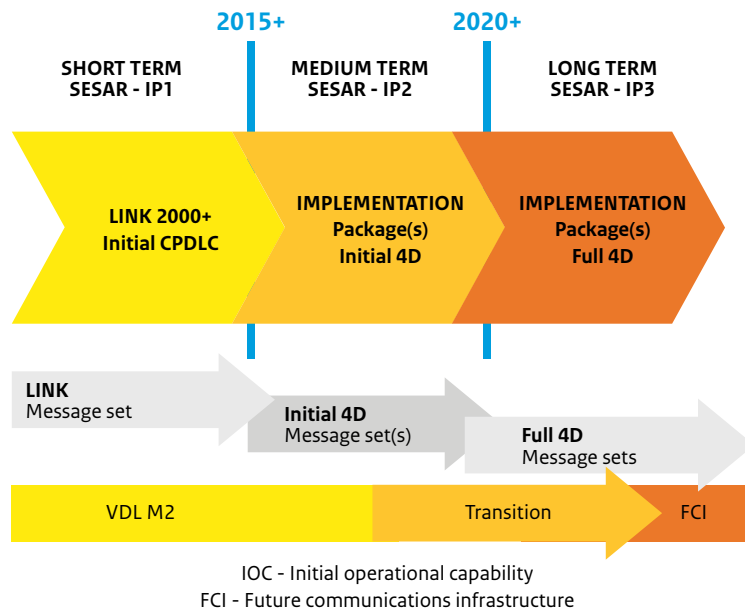
Met de toenemende groei van de civiele luchtvaart en het luchtverkeer, zijn de grenzen bereikt van deze communicatievorm. Om een oplossing te bieden voor dit probleem is de luchtvaartsector gestart met de ontwikkeling en implementatie van digitale data communicatie om in eerste instantie radiotelefonie te ondersteunen en in een later stadium te vervangen. Deze ingrijpende verandering brengt technische en institutionele aspecten met zich mee om een veilige en geharmoniseerde implementatie te realiseren met de bestaande communicatie-infrastructuur.

Een belangrijke verandering die verbeteringen in het veiligheidsniveau en de capaciteit zal leveren, is een verbetering in de coördinatie tussen lucht- en grondgebonden systemen. Daarbij staat een verschuiving naar 4D trajectory management centraal. De weg daar naar toe bestaat uit een aantal tussenstappen: link2000+, initial 4D en volledige 4D implementatie. Volledige 4D operaties vereisen een volledige technologische aansluiting in alle elementen van het ATM systeem om de communicatie in alle delen van het luchtruim te waarborgen. Dat vraagt het kunnen uitwisselen van trajectory informatie tussen lucht-grond systemen en grond-grond ATC systemen.

Datalink communicatie

Datacommunicatie is al jaren een integraal onderdeel van onze maatschappij voor zowel zakelijke als recreatieve doeleinden. Daarentegen is het pas recent dat luchtgebonden ATM systemen met elkaar worden verbonden. De noodzaak tot deze verbinding, ook wel bekend als datalink, is inmiddels onderdeel van iedere zichzelf respecterende ATM strategie en dient als een belangrijke mijlpaal in het toekomstige ATM systeem.

De noodzaak voor datalink wordt breed ondersteund. Verschillende studies hebben laten zien dat één op de drie voice-communicaties verkeerd begrepen wordt en dat luchtverkeersleiders tot wel 50% van hun tijd spenderen aan het praten met vliegers. De eerste stap in de implementatie van datalink is om luchtverkeersleiders en vliegers met elkaar te verbinden: klaringen, level- en speed instructies, etc. Dit draagt op de korte termijn bij aan het verhogen van het veiligheidsniveau, de capaciteit en daardoor het vermogen voor een nieuwe manier van werken. Deze werkwijze wordt in het hogere luchtruim al toegepast in het luchtruim dat door MUAC wordt gecontroleerd. Daar wordt sinds 2001 reeds gewerkt met datalink en is het een integraal onderdeel van het operationeel concept. In december 2011 is een eerste proef met uitwisselen van trajectory informatie tussen ATC systemen en het Flight Management Systeem (FMS) aan boord van het vliegtuig door middel van datalink gestart.



Figuur 12: SESAR roadmap Datalink.

Daarbij moet worden opgemerkt dat de mate van toepassing van datalink in verschillende delen van het luchtruim zal verschillen. Met name in gebieden rond drukke luchthavens, waarbij tijdskritische instructies van toren- en naderingsverkeersleiders van belang blijven, zal de toepassing van voice-communicatie in combinatie met datalink aanwezig blijven.

De roadmap voor de implementatie van datalink in Europa is volledig gecoördineerd tussen Europese organisaties, FAA en ICAO. De datalink roadmap gaat uit van het SESAR operationeel concept als het einddoel en formuleert een strategie hoe dat einddoel te bereiken. De roadmap maakt onderscheid in drie stappen, die overeenkomen met de SESAR implementatie pakketten (IP).

Datalink in IP1

De eerste datalink stap zal worden gezet in SESAR IP1 en bestaat uit de implementatie van de initial controller pilot datalink communications (CPDLC). Dit wordt gecoördineerd door het LINK 2000+ programma. De implementatie van de CPLDC is door SESAR benoemd als belangrijke enabler voor de nieuwe generatie datalink toepassingen in IP2 en IP3. Tijdige implementatie is daarvoor van essentieel belang. De Europese Commissie heeft daartoe een Datalink Service Implementing Rule vastgesteld die de implementatie een wettelijke verplichting maakt voor zowel grond als luchtgebonden systemen.

Datalink in IP2

De tweede stap in de implementatie van datalink technologie vormt een belangrijke ondersteuning van initial 4D en ondersteunende luchthavendiensten (taxi en terminal informatie). Dit zal plaatsvinden in de SESAR IP2.

De toepassing van initial 4D operaties heeft een gedeeltelijke wijziging van het communicatiedomein tot gevolg. In eerste instantie zal voice communicatie leidend zijn voor tactische controller/vlieger communicaties en zal datalink worden gebruikt om routine en complexe instructies/informatie te automatiseren. Dit vereist geen nieuwe datalink technologie, maar zal voortbouwen op de infrastructuur die op dit moment wordt uitgerold. Er zijn nog geen implementatiebesluiten genomen ten aanzien van datalink diensten in IP2. Onderzoek, ontwikkeling en validatie vinden de komende jaren plaats.

Datalink in IP3

De derde stap in de roadmap zal het volledige SESAR operationeel concept introduceren waarbij datalink als de primaire vorm van communicatie gebruikt wordt. De definitie van de noodzakelijke datalink services voor deze derde stap is alleen mogelijk nadat een integrale validatie heeft plaatsgevonden in de context van de SESAR JU. Huidige studies laten zien dat dit concept nieuwe datalink berichten, datalink technologie en een bredere bandbreedte vraagt om deze informatie snel, betrouwbaar en tijdig uit te kunnen wisselen. Er heeft nog geen besluitvorming plaatsgevonden over de datalink diensten en ondersteunde technologie in IP3

Lucht/Grond communicatie

Radiotelecommunicatie is de belangrijkste link tussen lucht- en grond ATM systemen. In het licht van de toenemende vraag naar capaciteit neemt tevens de noodzaak naar meer communicatiekanalen toe, te meer omdat de very high frequency (VHF) communicatie band haar limieten heeft bereikt. Het is op dit moment lastig om de vraag naar nieuwe luchtvaartcommunicatiefrequenties te beantwoorden in het centrale deel van Europa. De verwachting is dat de schaarste alleen maar zal toenemen als gevolg van de opkomst van commerciële telecommunicatie.

Radiotelecommunicatie is ten minste de komende 10-15 jaar essentieel voor luchtverkeersdienstverlening. Luchtvaartcommunicatiefrequenties worden ook gebruikt om datalink toe te passen, al dan niet in combinatie met radiotelecommunicatie.

Om de verwachte groei van het luchtverkeer te kunnen accommoderen en daarbij de vertragingen te reduceren is de beschikbaarheid van voldoende luchtvaartfrequenties essentieel. Er zijn verschillende mogelijkheden bekeken om de schaarste aan frequenties te mitigeren, waaronder het beter benutten van bestaande frequenties en het gebruik maken van nieuwe technologieën. Het volledig implementeren van het 8.33 kHz channel spacing zal op de korte termijn voordelen bieden, maar zal niet in staat zijn aan de toekomstige vraag te voldoen. De noodzaak voor nieuwe technieken en frequenties zal blijven bestaan.

Het principe van radio-channel spacing is sinds de jaren 50 al vier keer eerder geïntroduceerd: van 200 kHz naar 100 kHz in de jaren 50, naar 50kHz in de jaren 60, naar 25kHz in 1972 en uiteindelijk de reductie naar 8,33kHz, gestart sinds 1999. 8.33 kHz is sinds 2007 verplicht in het Europese luchtruim boven FL195.

Voice channel spacing regulation

In 2005 heeft de Europese Commissie een mandaat vastgesteld voor Eurocontrol voor de ontwikkeling van een implementing rule om te voorzien in een regulerend kader voor de Europese implementatie van de 8.33 kHz technologie. Daarbij werd besloten de scope van het mandaat op te delen in twee stappen. De eerste stap, de implementatie van de 8.33 kHz channel spacing in het luchtruim boven FL195 werd afgerond met het aannemen en publiceren van de Commission Regulation (EC) No1265/2007 in oktober 2007. De tweede stap, de uitbreiding van de 8.33 kHz channel spacing in het luchtruim onder FL195, wordt binnen afzienbare tijd afgerond en gepubliceerd.

Het voorstel om de 8.33 kHz technologie uit te breiden naar het luchtruim onder FL195 maakt onderscheid in apparatuur aan boord van luchtvaartuigen en grondapparatuur mogelijk. De implementatie kent een aantal fasen waaronder forward fit, een interim fase tot 2014 en een eind fase waarin Europees breed de implementatie in 2018 afgerond dient te zijn.

Simulaties, uitgevoerd door Eurocontrol, laten zien dat de beschikbaarheid van frequenties na de implementatie van 8.33 kHz onder FL195, slechts tijdelijk de druk op de bandbreedte verlicht. Nadat de laatste fase afgerond is, zal dat voor de komende 10 jaar ruimte bieden om de vraag te kunnen accommoderen. Dat geldt ook voor de lidstaten en luchtverkeersdienstverleners die onderdeel uitmaken van de drukst bevolgen delen van het Europese luchtruim en de diensten die een sterke vraag hebben naar frequentiebeschikbaarheid: area control centers (ACC) en approach (APP) diensten.

Grond/Grond communicatie

Huidige ATM grond-grond communicatie (voice en data) is afhankelijk van verouderde technologie die updates behoeft om te kunnen voldoen aan toekomstige capaciteitsbehoefte. De verschuiving van x25 naar Internet Protocol (IP) is reeds gestart met het Pan-Europese Network Service (PENS), terwijl ook de verschuiving van voice- naar voice-over IP-technologie (VoIP) is gestart. Deze zijn gestandaardiseerd door ICAO en dragen bij aan meer flexibele en kostenefficiënte communicatie.

Messaging

Uitwisseling van ground-messaging en flight plan (FPL) is inmiddels gestandaardiseerd voor wereldwijde harmonisering met moderne technologieën. De volgende uitdaging is het verbinden van messaging voor alle stakeholders (luchtvaartmaatschappijen, luchthavens en militaire systemen) om de 4D trajectory data snel uit te kunnen uitwisselen. Deze applicaties zullen in de toekomst integraal onderdeel zijn van SWIM (System Wide Information Management).

System Wide Information Management (SWIM)

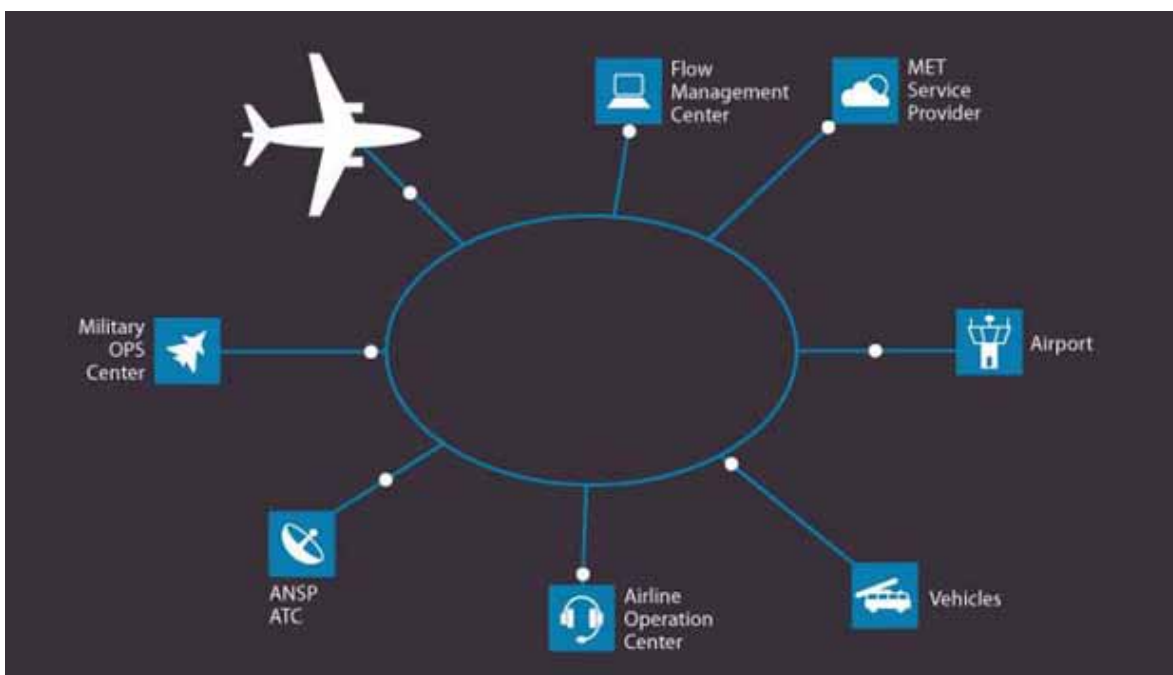
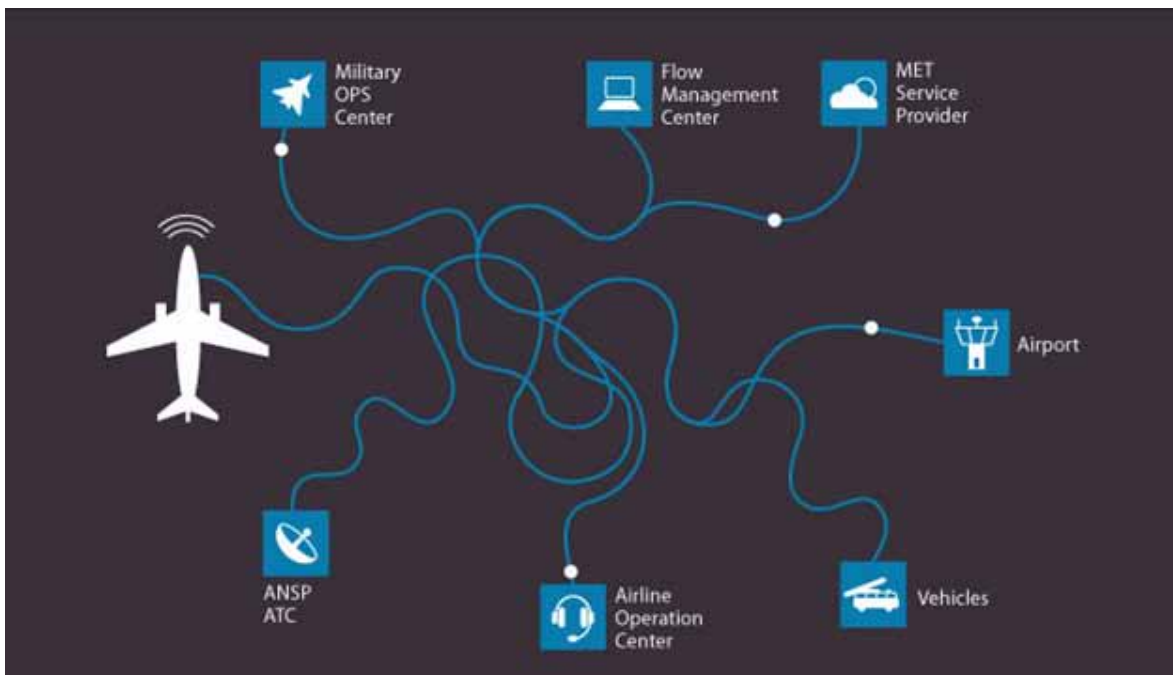
Het concept van SWIM speelt een belangrijke rol bij onder andere de uitwerking van Collaborative Decision Making (CDM). Het concept van SWIM omvat een volledige verandering in de wijze waarop informatie wordt beheerd in de gehele cyclus binnen het Europese ATM systeem. De implementatie van het SWIM concept biedt de mogelijkheid tot het genereren van directe voordelen in de ATM keten door het waarborgen van algemene geaccepteerde standaarden voor de kwaliteit van informatie die geleverd wordt aan de juiste mensen op het juiste moment. SWIM verbindt alle elementen uit het ATM systeem met elkaar,

luchtverkeersleidingssystemen, datadomeinen, fasen binnen de business trajectories (planning, uitvoering, post-uitvoering) en het brede palet aan ATM-stakeholders. Gezien het overstijgende karakter van SWIM ligt het niet in de verwachting dat één oplossing en één technologisch systeem toereikend zal zijn voor iedereen. Desalniettemin wordt onderkend dat wereldwijde interoperabiliteit en standaardisatie een essentieel element zijn en SWIM een belangrijke drijver vormt voor nieuwe standaarden.

Het ATM systeem van nu bevat een brede variëteit aan toepassingen die in de afgelopen decennia zijn ontwikkeld met een specifiek doel. Het ATM systeem kan daardoor gekarakteriseerd worden door vele communicatieprotocollen, ieder met eigen georganiseerde informatiesystemen aan boord van het vliegtuig, in luchtverkeersleidingcentra, etc. Elk van de interfaces tussen deze informatiesystemen is op maat ontworpen, ontwikkeld, gemanaged en onderhouden, individueel en lokaal, wat significante kosten met zich meebrengt. Over het algemeen is de wijze waarop ATM informatie is gedefinieerd, gestructureerd, geleverd en wordt gebruikt specifiek voor de meeste ATM systemen.

De verwachte toename in de luchtvaart van vraag naar capaciteit, aandacht voor kostenbesparing en het verminderen van de impact op milieu is meer dan ooit afhankelijk van nauwkeurige en tijdige informatie. Die informatie moet op een zodanige wijze georganiseerd worden dat het systeembrede interoperabiliteit, beveiligde en naadloze toegang en uitwisseling van informatie garandeert. Een systeem dat aan deze eisen voldoet, zal resulteren in een kosten- en tijdefficiënte manier van uitwisseling van informatie tussen luchtverkeersdienstverleners en luchtruimgebruikers.

Het realiseren van SWIM is een uitdagende opgave voor de stakeholders binnen het ATM systeem. Hoewel veel onderdelen zich de afgelopen jaren hebben ontwikkeld en reeds beschikbaar zijn (een aantal bestaande toepassingen zouden al gelabeld kunnen worden als SWIM pioniers), zal volledige toepassing van SWIM nog een tijd op zich laten wachten. Daarvoor is het noodzakelijk om nieuwe SWIM concepten, waar op dit moment aan wordt gewerkt, als prototype te valideren. Belangrijker is het organiseren van algemene gedeelde informatie en het ontwikkelen en uitrollen van de noodzakelijke veranderingen en interfaces in verschillende systemen en toepassingen van gebruikers. Deze ingrijpende verandering vraagt om een intensieve samenwerking tussen de ATM stakeholders. Om dit te realiseren zijn alle stakeholders betrokken vanaf de start van de ontwikkeling van de SWIM vereisten, prototypes, roadmaps en implementatieplannen. Dit vindt plaats binnen de activiteiten van de SESAR Joint Undertaking.



Figuur 13: Huidige (links) en toekomstige (rechts) wijze van informatie-uitwisseling.

4 Navigatie



De positionering van een vliegtuig, het definiëren van een route en de koers tussen een begin- en eindpunt, zijn fundamentele aspecten van navigatie die in de luchtvaart op verschillende manieren kunnen worden toegepast. Hoe nauwkeurig een vliegtuig zijn positie kan behouden is afhankelijk van de beschikbare navigatiesystemen. Een groot aantal vliegtuigen heeft geavanceerde, geïntegreerde avionics waarmee informatie over de positie van het vliegtuig kan worden uitgewisseld met de auto-pilot om het gewenste vluchtprofiel en vliegpad nauwkeurig te kunnen volgen. Daarbij wordt gebruik gemaakt van area navigation (RNAV).

Navigatie-infrastructuur en hulpmiddelen

Navigatietoepassingen kunnen niet worden gerealiseerd zonder navigatieinfrastructuur. De traditionele grondgebonden infrastructuur bestaat uit navigatiehulpmiddelen als non-directional beacon (NDB) en very high frequency omni-directional radio ranging systems (VOR). Deze hulpmiddelen worden vrijwel vanaf het begin van de luchtvaart in de jaren vijftig gebruikt en zijn inmiddels aan vervanging toe.

De navigatieinfrastructuur van nu bevat ook de toepassing van een satelliet gebaseerde infrastructuur. Op dit moment bestaat daar slechts één systeem voor, het Global Positioning System (GPS) dat volledig operationeel bruikbaar is. In de nabije toekomst zal daar o.a. het Europese navigatiesysteem Galileo en het Russische Glonass aan worden toegevoegd. De generieke term voor een satelliet gebaseerd systeem voor navigatie en positionering is een Global Navigation Satellite System (GNSS).

Global Navigation Satellite System (GNSS)

Op dit moment berust de safetycase voor Basic RNAV op het gebruik van conventionele navigatieapparatuur. Het zal niet mogelijk zijn de afhankelijkheid van deze grondgebonden infrastructuur te verminderen tot het moment dat een robuuste GNSS operationeel is. Een robuust GNSS systeem bestaat uit voldoende frequenties en dekking die de minimale eis heeft tot de beschikbaarheid van duale frequentie-beschikbaarheid en duale satelliet constellaties.

GNSS draagt bij aan het leveren van een grotere navigatienauwkeurigheid dan de huidige grondgebonden infrastructuur en heeft de potentie om operaties te ondersteunen voor alle fasen in de vlucht en bewegingen op het luchthaventerrein. Wanneer deze techniek volledig kan worden toegepast en de huidige grondgebonden infrastructuur kan vervangen, is mede afhankelijk van de aanpassing van de wereldwijde luchtvaartindustrie. Het ligt in de lijn der

verwachting dat de eerste grondgebonden hulpmiddelen die uitgefaseerd worden de NDB en VOR hulpmiddelen zijn, aangezien deze geen waarde hebben voor het uitvoeren van RNAV operaties. Distance Measuring Equipment (DME), Instrument Landing Systems (ILS) en waarschijnlijk ook militaire tactical air navigation (TACAN) zullen langer blijven bestaan als navigatiebron of als back-up in het geval dat het GNSS signaal om bepaalde redenen niet mogelijk is.

Ondanks de indrukwekkende ontwikkeling van navigatiesystemen in de afgelopen jaren blijft er nog veel te doen. Het ATM systeem moet worden aangepast aan de mogelijkheden die vliegtuigen met hun boordapparatuur al hebben. Daarnaast zijn verdere ontwikkelingen van de apparatuur van het vliegtuig noodzakelijk om de ambitie van SESAR te kunnen waarmaken.

Toenemende noodzaak naar precisie vraagt om navigatiesystemen met geavanceerde functionaliteiten. Voor navigatie toepassingen die betrekking hebben op performance based navigatie (PBN) en precisie landing ligt de nadruk op navigatie door de verschillende fasen van de vlucht en het leveren van een dienstverlening gericht op de fase waarin het vliegtuig zich bevindt. Geavanceerde laterale en verticale navigatie (3D) is niet het eindpunt van de ontwikkeling van navigatie. Het toevoegen van het aspect tijd aan 3D navigatie leidt tot het concept van 4D navigatie. Immers, als zowel de locatie als de voorspelbaarheid van een vlucht exact bekend zijn, kan met een grote mate van nauwkeurigheid de vlucht ongestoord gepland en uitgevoerd worden.

Navigatietoepassingen

Positionering, het definiëren van een route en het sturen naar het eindpunt zijn fundamentele aspecten van navigatie die op vele manieren kunnen worden toegepast. Ook op het gebied van luchtverkeerdienstverlening worden deze principes op verschillende wijze toegepast en bepalen daarmee de toegevoegde waarde van navigatie aan het ATM-systeem. Navigatietoepassingen worden in essentie gebruikt om de capaciteit van het uchuim te maximaliseren door de stromen van luchtverkeer tussen luchthavens te accommoderen en een efficiënte toegang tot de luchthaven op een veilige wijze te garanderen. Navigatietoepassingen verschillen gedurende de fase waarin de vlucht verkeert waarbij naderings- en landingsprocedures een grotere mate van nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de operatie vergen dan in vergelijking met toepassingen voor en-route procedures.

Area Navigatie (RNAV)

Area navigatie is een methode van Instrument Flight Rules (IFR) navigatie die het vliegtuig in staat stelt om ieder vliegpad te kiezen binnen een netwerk van navigatiebakens en navigatiesensoren in plaats van in directe lijnen van en naar deze bakens te vliegen. Dit kan de vliegafstand en tijd reduceren, vertraging verminderen en maakt het mogelijk luchthavens te bereiken zonder gebruik van bakens.

Over het algemeen kan worden gesteld dat de separatie tussen verkeersstromen (inclusief de separatie tussen ATS-routes) primair wordt bepaald door de navigatieprestaties van een vliegtuig. Dit geldt ook voor de toepassing van procedures om geluidgevoelige gebieden en obstakels te vermijden zoals vaste naderingsroutes (VNR), continu descent operations (CDO), standard instrument departures (SIDs) en de toepassing van de vaste bochtstraaltechnologie.

Precisie landingen worden traditioneel geassocieerd met het ILS. Hoewel dit systeem op grote schaal wordt toegepast, wordt er elders in de wereld in toenemende mate gebruik gemaakt van satelliet technologieën voor landingen (ook wel GLS genoemd). Daar waar geen precisie naderingsstelsel beschikbaar is, worden naderingen nu nog uitgevoerd op instrumenten door middel van een non-precisie nadering. Deze worden de komende jaren vervangen door verticale geleidingprocedures op basis van GNSS (zie eerder in dit hoofdstuk), waardoor kostbare conventionele systemen kunnen worden uitgefaseerd.

Navigatie roadmap

In termen van luchtruim en navigatie wordt de komende jaren een ingrijpende wijziging voorzien in de navigatie-eisen die noodzakelijk zijn voor de huidige ATS route-structuur en de vereisten voor de 4D business trajectories als essentieel onderdeel in het SESAR Concept of Operations voor 2020+. Aansluitend op het SESAR ATM Masterplan is een roadmap opgesteld die de toekomstige navigatie omgeving uiteenzet. Deze roadmap komt voort uit de ICAO PBN Strategie, zoals vastgesteld op de 36e ICAO General Assembly in september 2007 en geactualiseerd op de 37e Assembly in september 2010. Het beschrijft de navigatie toepassingen en hoe deze worden ondersteund door de noodzakelijke prestatie-vereisten, apparatuurfunctionaliteiten en infrastructuur.

PBN Roadmap

Als uitwerking van de ICAO PBN roadmap heeft Nederland in samenwerking met stakeholders in 2010 een strategie¹² opgesteld op welke wijze de overheid en sectorpartijen uitwerking geven aan de eisen voor de toepassing en implementatie van navigatiehulpmiddelen die noodzakelijk zijn voor performance based navigation. Het document is een beleidsvoornemen en bevat een planning om PBN in Nederland volledig te implementeren. Uitgangspunt is daarbij dat waar mogelijk de Europese strategie wordt aangehouden, maar waar noodzakelijk ambitieuzer kan worden opgetreden. In de PBN roadmap staat een aantal fundamentele keuzes beschreven welke navigatie eisen op welk moment in Nederland beschikbaar moeten zijn om ook in de toekomst uitvoering te kunnen geven aan het in de Luchtvaartnota weergegeven luchtvaartbeleid.

Omdat op Schiphol meer dan 99% van de vloot geschikt is om RNAV 1 operaties uit te kunnen voeren, heeft het Rijk besloten per 15 november 2012 een RNAV 1 verplichting in te voeren voor IFR verkeer van en naar Schiphol. Dit is een uitbreiding van de al sinds 2006 geldende P-RNAV verplichting voor de nachtperiode. Deze verplichting maakt het mogelijk om een groot aantal verbeteringen aan het ATM systeem rond Schiphol door te voeren en heeft een positieve invloed op veiligheid, efficiency en milieu. De eerstvolgende Europese stap in PBN is naar verwachting een A-RNP verplichting waarmee veel nauwkeurigere navigatiemogelijkheden ontstaan in alle fasen van de vlucht. Nederland is groot voorstander van een door de Europese Commissie uit te geven PBN Implementing Rule, zodat ook in de toekomst binnen Europa dezelfde eisen en criteria gelden op het gebied van luchtvaarnavigatie. De PBN Taskforce, waarin de luchtvaartpartijen onder leiding van het ministerie van IenM zitting hebben, is verantwoordelijk voor de verdere uitrol van het in de roadmap weergegeven beleidsvoornemen en houdt daarbij rekening met de Europese ontwikkelingen.

¹² Performance Based Navigation (PBN), ROADMAP for the Kingdom of the Netherlands 2010-2020, 22 juni 2010.

5 Surveillance



Om de veiligheid in het luchtruim te waarborgen en luchtruimgebruikers te voorzien van luchtverkeersleiding is het noodzakelijk om de positie van luchtruimgebruikers zo nauwkeurig mogelijk te weten. Dit wordt ook wel surveillance genoemd ofwel het monitoren en bewaken van het luchtruim middels radarsystemen. De radarinfrastructuur in Nederland bestaat vooral uit een netwerk van primaire en secundaire (monopuls en Mode S) rondzoekradars. Dit netwerk is opgebouwd uit een aantal door LVNL en Defensie beheerde radars. Ook MUAC wordt voor haar taakuitvoering in het Nederlandse luchtruim vanuit dit netwerk van radardata voorzien.

Naast deze vooral voor luchtverkeersleiding bedoelde systemen beheert Defensie ook een tweetal 3-D radars, bedoeld voor het detecteren van zogenaamde niet-coöperatieve doelen. Deze radars worden vooral gebruikt voor luchtverdedigingstaken in het kader van nationale veiligheid.

Ontwikkelingen

Het wordt steeds drukker in het Europese luchtruim. Om het luchtruim in de toekomst efficiënter te kunnen gebruiken werkt Eurocontrol samen met de luchtverkeersdienstverleners in de verschillende landen aan het nauwkeuriger lokaliseren van vliegtuigen in het luchtruim. De toekomstige surveillance capaciteit zal gebaseerd zijn op een combinatie van onafhankelijke rondzoekradardata en data verkregen vanuit vliegtuigen. Recente ontwikkelingen op dit gebied komen naar voren in de concepten van Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) en Wide Area Multilateratie (WAM).

De combinatie van grondgebonden en luchtgebonden radarinfrastructuur draagt bij aan een verbeterde situational awareness voor zowel luchtruimgebruikers als luchtverkeersdienstverleners. De mogelijkheid om te werken vanuit eenzelfde radarbeeld met de positie en trajectories van gebruikers stelt luchtverkeersleidingorganisaties in staat om de mogelijkheden van geavanceerde navigatieprestaties te benutten en de veiligheid- en separatiënormen te verminderen.

Wide Area Multilateratie (WAM) vormt een aantrekkelijke technologie: goedkoop, nauwkeurig, robuust, breed inzetbaar en zonder een extra beslag op het radiospectrum. Dat laatste is belangrijk, omdat de bestaande technieken in de luchtvaart, zoals radiobakens, radars en transponders, de beschikbare ruimte goeddeels hebben gevuld. Het multilateratiesysteem vangt de signalen op van bestaande systemen met ontvangers op de grond. Hebben drie ontvangers een vliegtuig binnen bereik, dan kan het systeem de locatie en hoogte van het toestel nauwkeurig berekenen. Dat gebeurt aan de hand van de



Figuur 1q: locatie en dekking rondzoekradars in Nederland.

tijdsverschillen waarmee signalen arriveren. Hoe groter de afstand tussen het vliegtuig en een ontvanger, hoe langer het signaal onderweg is.

Multilateratie wordt al op beperkte schaal toegepast rond Europese luchthavens. De techniek ontwikkelt zich snel en is nu ook leverbaar voor veel grotere gebieden. Vliegtuigen kunnen daarmee ook en-route en bij de nadering van een luchthaven worden gevolgd. Dat is aantrekkelijk: een WAM-systeem kost de helft van een radarsysteem en ook de onderhoudskosten zijn veel lager. De grotere nauwkeurigheid verhoogt de veiligheid in dichtbevlogen landen als Nederland terwijl de flexibiliteit een groot voordeel is in bergachtige landen. WAM-systemen kunnen gecombineerd worden met andere surveillancesystemen zoals radars en satellietnavigatie. De verschillende waarnemingen worden dan samengevoegd tot één plaatsbepaling die op het scherm van de luchtverkeersleider verschijnt. Dat samenvoegen gebeurt door zogenaamde trackerprogrammatuur, in Europa wordt daarvoor op een groot aantal plaatsen ATM Surveillance Tracker And Server (ARTAS) gebruikt.

Een met ADS-B uitgerust luchtvaartuig bepaalt zijn eigen positie en zendt deze vervolgens regelmatig, samen met andere relevante informatie, naar potentiële grondstations en andere luchtvaartuigen die uitgerust zijn met ADS-B. De positiebepaling vindt meestal plaats met behulp van satellietnavigatie systemen. ADS-B gebruikt in de meeste gevallen de mode-S transponder als datalink, maar kan eventueel ook aan andere datalinksystemen worden gekoppeld. Voor de lange termijn vormt dit een belangrijke

voorwaarde om vormen van zelf-separatie tussen luchtvaartuigen te kunnen toepassen.

Door de accurate positie informatie van ADS-B bevordert deze een efficiënt luchtruimgebruik, vermindert restricties bij lage bewolking en verminderd zicht en geeft een betrouwbaar grondradar beeld voor luchthaven operaties op het luchthaventerrein, start-, rol- en taxibanen. In het Nederlandse luchtruim zal toepassing van deze systemen voorlopig alleen plaatsvinden voor dienstverlening boven de Noordzee aan luchtvaartuigen van en naar de boorplatforms.

Vervangingstrajecten surveillanceradars

Voor de periode tot 2015 wordt de uitfasering van een aantal rondzoekradars voorzien. Deze betreffen de Herwijnen SSR, Den Helder SSR en de Eelde SSR. Voor de vervanging van de radar Den Helder SSR zal gebruik gemaakt worden van een WAM/ADS-B systeem dat voor de Noordzee zal gelden. De functionaliteit van de radar op Eelde kan vervangen worden door middel van uitbreiding van het WAM/ADS-B systeem. Voor de radar Herwijnen dienen de mogelijkheden bekeken te worden in welke mate deze functionaliteit door radars van derden kan worden geleverd. Daarbij dient rekening te houden geworden met de Eurocontrol Surveillance Standard en de noodzakelijke dekking over de Noordzee die voor Maastricht Upper Area Control noodzakelijk is. Enkelvoudige primaire radardekking blijft voornamelijk noodzakelijk in drukke luchtverkeersgebieden en TMA's van grote luchthavens. Dubbele secundaire dekking, verkregen door middel van radardata en/of WAM/ADSB, is vereist in alle luchtverkeersgebieden.

Noodzaak voor onafhankelijke non-coöperatieve surveillance

Vanuit technisch oogpunt verschillen militaire ATC surveillance systemen niet wezenlijk van civiele systemen. Het verschil is meer gelegen in het operationele gebruik daarvan. Voor militaire en civiele luchtverkeersdienstverlening blijft het noodzakelijk om niet-coöperatieve luchtvaartuigen te detecteren, zowel om security- als vliegveiligheidsredenen. Voor de civiele luchtverkeersdienstverlening blijft primaire data noodzakelijk voor het detecteren van luchtvaartuigen waarvan de transponder is uitgevallen c.q. bewust is uitgezet. Daardoor blijft het gebruik van primaire rondzoekradars van belang voor zowel de civiele als de militaire luchtverkeersdienstverlening. Eveneens is het van belang groepen vogels te detecteren in drukke luchtverkeersgebieden. De bestaande primaire radars zijn daar toe in staat en kunnen met beperkte middelen voor dit doel worden aangepast. Ook kunnen speciaal voor dit doel geschikte kleine radars worden gebruikt.

Daarnaast dient deze primaire radar in staat te zijn om vliegtuigen op lage hoogte en met afwijkende profielen (sneller klimmen en dalen en korter draaien) te detecteren. Dit verklaart ook waarom deze militaire rondzoekradars sneller worden verstoord door windturbines of andere hoge obstakels in relatie tot de civiele sensoren. Gezien de toenemende ontwikkeling van windmolenparken en locaties zal het Rijk de betreffende regionale overheid bij de ontwikkeling hiervan vragen hieraan nadrukkelijk aandacht te besteden.

Transponders

In 2001 heeft de minister van Verkeer en Waterstaat naar aanleiding van twee botsingen tussen een straaljager en een klein vliegtuig voor de gehele luchtvaart in Nederland transponders verplicht gesteld. Een transponder draagt bij aan de vermindering van het botsingsrisico in de lucht. Hij maakt een luchtvaartuig zichtbaar op de radar van de luchtverkeersleider en op de boordradar van jachtvliegtuigen. Ook geeft de sinds 2008 verplichte variant, de mode S-transponder, niet alleen informatie over de aard van de vlucht, de hoogte en de positie van het luchtvaartuig, maar maakt het eigen unieke adres het mogelijk dat het radarstation en het ACAS (Air Collision Avoidance System) aan boord van verkeersvliegtuigen de transponder selectief ondervragen. Dit ACAS systeem reageert op de signalen die een transponder uitzendt en kan de vlieger een waarschuwing geven voor aanwezig verkeer (TA: Traffic Alert) of een advies geven om een dreigende conflictsituatie op te lossen (RA: Resolution Advise). De vlieger is verplicht een RA op te volgen.

Met de transponderverplichting gaf Nederland niet alleen vorm aan de aanbevelingen van de Raad voor de Transportveiligheid naar aanleiding van de twee botsingen, maar voldeed bovendien aan de inmiddels opgelegde mondiale ICAO-verplichting dat transponders verplicht zijn in gebieden waar verkeersvliegtuigen met ACAS-apparatuur vliegen. Nederland heeft zich met haar transponderverplichting echter niet beperkt tot deze gebieden, maar is de transponder verplicht gesteld in het gehele luchtruim. Hiermee kreeg de transponder in Nederland een tweede doelstelling, namelijk het voorkomen van botsingen tussen General Aviation en militaire F-16 jachtvliegtuigen.

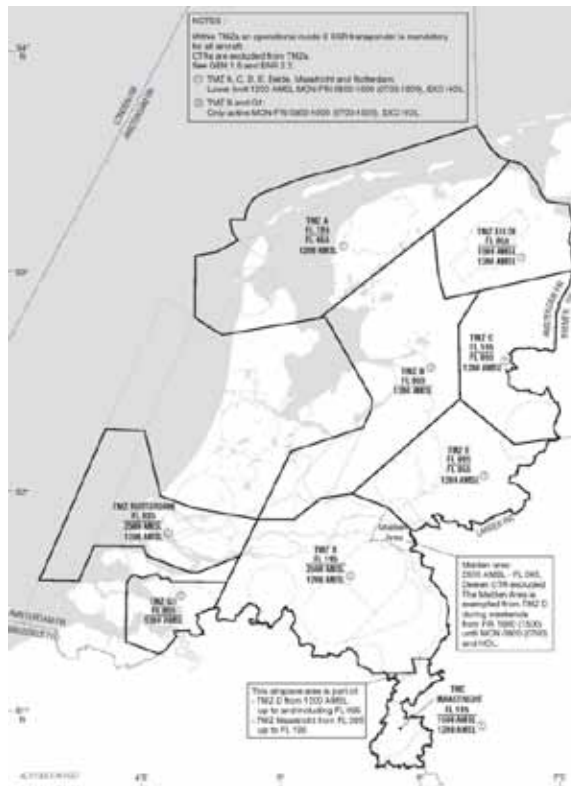
Transponderverplichting gemotoriseerde luchtvaart

De transponderverplichting geldt sinds 2003 voor VFR-vluchten met gemotoriseerde luchtvaartuigen in de Amsterdam FIR met uitzondering van luchtruimklasse G beneden 1200 voet. Het voeren van een mode-S transponder is sinds 2008 verplicht.

Transponderverplichting ongemotoriseerde luchtvaart

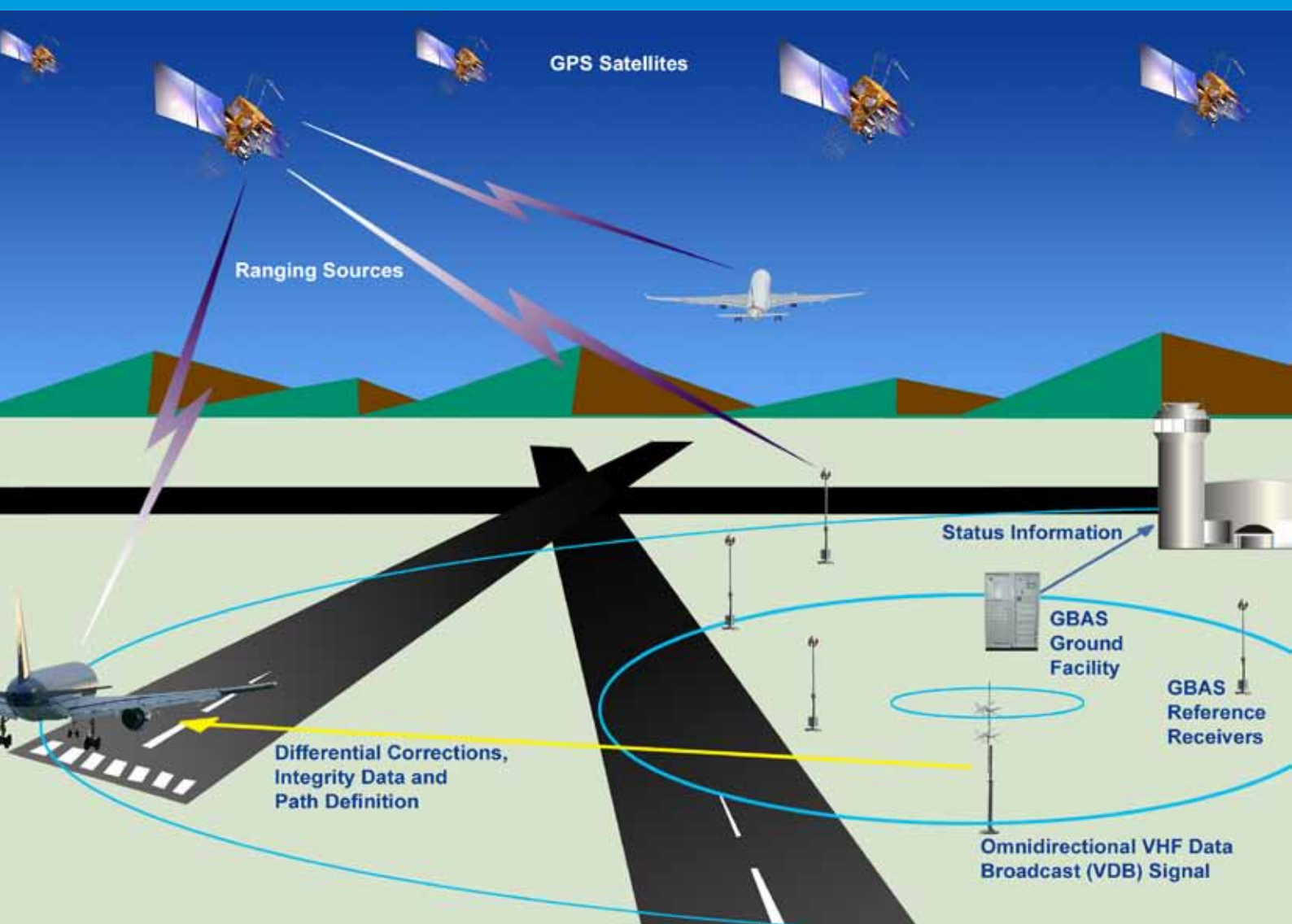
Invoering van de transponderverplichting voor de ongemotoriseerde luchtvaart (ballonnen, zweefvliegtuigen, zeil- en schermvliegtuigen) is in lijn met de Luchtvaartnota waarin het kabinet enerzijds kiest voor permanente verbetering van de luchtvaartveiligheid en anderzijds ook aangeeft de General Aviation te willen accommoderen zonder dat er sprake is van een ongewenste interferentie met de grotere luchtvaart. De datum van verplichte transponderinvoering werd gekoppeld aan de introductie van Mode-S surveillance in 2008. De verplichting is bovendien gefaseerd ingevoerd in de jaren 2008 tot 2010. In overleg met de GA sector is gekozen voor gefaseerde invoering omdat er voor de ongemotoriseerde luchtvaart nog onvoldoende mogelijkheden waren een transponder aan te schaffen.

Inmiddels is de verplichting volledig doorgevoerd en dient het ongemotoriseerde en gemotoriseerde VFR-luchtverkeer actief een mode-S transponder te voeren in de in Figuur 15 aangegeven Transponder Mandatory Zones (TMZ's). Met de inwerkingtreding van de laatste fase van de invoering per maart 2010 is op bestuurlijk niveau een aantal afspraken gemaakt ter optimalisering van deze derde fase van de transponderverplichting. In deze afspraken is tegemoet gekomen aan problemen van specifieke gebruikersgroepen (o.a. zeil- en schermvliegtuigen) en aan specifieke lucht-ruimsituaties rondom sommige kleine luchthavens (instelling van enkele Transponder Free Zones (TFZ's)).



Figuur 15: Transponder Mandatory Zones (TMZ's).

6 Air Traffic Management (ATM) mogelijkheden



De klassieke aanpak van het splitsen van het luchtruim en het verdelen van taken over meer luchtverkeersleiders om de toename van het verkeer te accommoderen loopt tegen haar grenzen aan. Het Nederlandse luchtruim is nu zodanig gefragmenteerd dat verdere opsplitsing te weinig luchtruim overlaat voor de luchtverkeersleider om op basis van het huidige operationeel concept met vectoring (koers-, snelheid- en hoogte-instructies), het verkeer met hoge betrouwbaarheid en punctualiteit af te handelen. Het punt is bereikt waarop verdere fragmentatie niet langer capaciteitsverhogend werkt maar reducerend door de toename in de werk- en taaklast van de luchtverkeersleider.

Hierdoor zijn luchtverkeersleidingorganisaties genoodzaakt om restricties te stellen aan de capaciteit om de veiligheid te kunnen waarborgen. Om een verdere groei mogelijk te maken, dienen de mogelijkheden om het luchtruim beter te benutten gezocht te worden op het gebied van air traffic management. Om bij een toename van luchtverkeer en complexiteit in de luchtverkeersdienstverlening de veiligheid te kunnen borgen is een eenvoudiger, meer voorspelbaar en beter planbaar afhandelingconcept vereist dat de taaklast van de luchtverkeersleiders vermindert. Om deze vereenvoudiging te realiseren is het noodzakelijk om (1) conflicten in de afhandeling van het luchtverkeer eerder op te lossen, (2) stabiele verkeerstromen te creëren, (3) nieuwe technologische mogelijkheden te gebruiken en (4) vervolgens daar de luchtruiminrichting op aan te passen.

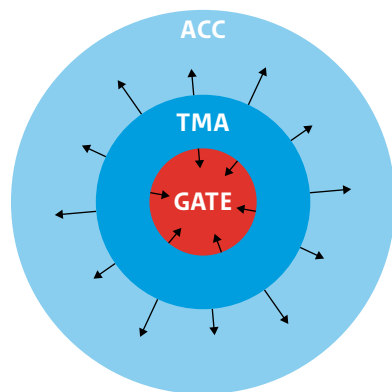
Hieronder wordt een aantal belangrijke nieuwe mogelijkheden op het gebied van air traffic management beschreven die luchtverkeersdienstverleners in staat stellen invulling te geven aan de groeiende vraag naar luchtruimcapaciteit. De combinatie tussen mens, machine en procedure is daarbij bepalend voor de capaciteit en prestaties van het luchtruim. De menselijke kant van air traffic management wordt bepaald door de cognitieve mogelijkheden van de luchtverkeersleider. De combinatie van handelingen, taken en verantwoordelijkheden wordt vastgelegd in een procedure. Bij het uitvoeren van die procedures wordt de luchtverkeersleider ondersteund door technische systemen. Daarbij vormt een aantal eerder beschreven ontwikkelingen op het gebied van navigatie, communicatie en surveillance belangrijke voorwaarden om deze nieuwe mogelijkheden van luchtverkeersdienstverlening daadwerkelijk te kunnen ontwikkelen en operationeel toe te passen. Er bestaat een verschillende dynamiek voor de luchtverkeersdienstverlening in het lagere en hogere luchtruim.

Lagere luchtruim: Luchtverkeersleiding Nederland

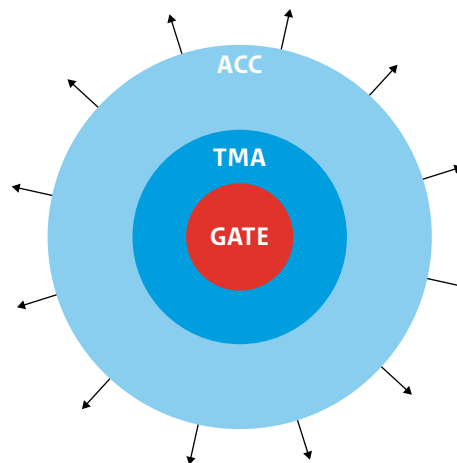
Voor het lagere luchtruim wordt voor het ontwerpen van een nieuw afhandelingconcept de TMA Schiphol als startpunt genomen. Dit omdat zich hier de grootste complexiteit bevindt die daarmee bepalend en beperkend is voor de hoogte van de werklast van de luchtverkeersleider en de capaciteit van het ATM-systeem. Vanuit de doelstelling om de afhandeling van naderend en vertrekkend verkeer binnen de TMA eenvoudiger te maken, de verwachte toename in capaciteit te kunnen accommoderen met behoud van sustainability en tegelijkertijd de geluidhinder te minimaliseren, is een nieuw operationeel concept noodzakelijk.

De uitgangspunten voor dit nieuw operationeel concept bestaan uit een ontwerp van een 3D gescheiden routestructuur door middel van één 24-uurs procedureset voor vertrekkend verkeer via standard instrument departures (SIDs) en voor naderend verkeer via vaste naderingsroutes (VNR) voor de hoofdlandingsbanen door middel van vier initial approach fixes (IAFs). Zo kunnen conflicten in de afhandeling worden geminimaliseerd door hier in het ontwerp rekening mee te houden. De transitie naar het gebruik van vaste naderingsroutes betekent dat een naderende vlucht zonder afwijkingen een vaste route volgt naar de landingsbaan en niet meer door middel van vectoring geleid hoeft te worden. Deze werkwijze stelt aanvullende eisen aan een nauwkeurige en voorspelbare planning van het naderende verkeer en ondersteuning bij de nauwkeurige uitvoering van de planning. Het reduceren van het aantal baanwisselingen draagt tevens bij aan deze voorspelbare planning, waarmee de complexiteit in de TMA verder kan worden gereduceerd. De naderingsverkeersleider binnen de TMA kan immers niet meer door middel van vectoring wisselingen in het verkeersaanbod opvangen. Hierdoor vindt een verschuiving plaats in de complexiteit en taaklast van de naderingsverkeersleider (APP) naar de taaklast van de algemene (ACC en UAC) luchtverkeersleider.

Om bovendien stabiele en voorspelbare verkeerstromen te realiseren in alle onderdelen van het afhandelingconcept is tevens beïnvloeding van de naderende vluchten buiten het Nederlandse luchtruim wenselijk. Dit vraagt grensoverschrijdende samenwerking en coördinatie tussen luchtverkeersleidingorganisaties en -centra. Figuur 16 illustreert deze verschuiving.



Pre-tactisch voorkomen van conflicten in de TMA betekent het verschuiven van taaklast naar de turn-around fase (outbounds) of naar ACC (inbounds)



Pre-tactisch voorkomen van conflicten in ACC betekent het verschuiven van taaklast naar voor FIR entry (inbounds)

Figuur 16: Verschuiving taaklast tussen verantwoordelijkheidsgebieden luchtverkeersleidingseenheden.

Systeemondersteuning

Het hart van de luchtverkeersleiding wordt gevormd door het AAA-luchtverkeersleidingsstelsel van LVNL. Dit systeem bevat de Flight Data Processor (FDP) die de radar, navigatie- en communicatiegegevens verwerkt tot het verkeersbeeld dat op de consoleschermen van de luchtverkeersleiders tot stand komt. Dit systeem is de komende jaren toe aan vervanging om de gewenste prestatieverbeteringen in de dienstverlening te kunnen realiseren. LVNL werkt aan de implementatie van het meer geavanceerde iCAS luchtverkeersleidingsstelsel. Het nieuwe systeem moet het platform vormen waarop geavanceerde hulpmiddelen en technologieën vanuit het SESAR programma kunnen worden benut. De vervanging van het huidige AAA-systeem vindt plaats in een internationaal samenwerkingsverband iTEC in samenwerking met de Duitse luchtverkeersleidingsorganisatie (DFS). De vervanging van het systeem wordt voorzien rond 2017.

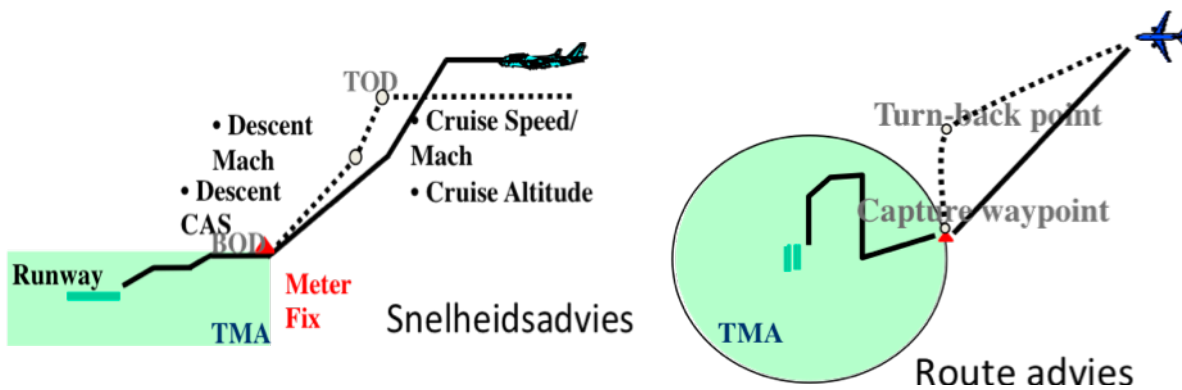
Om de werklast van de luchtverkeersleider te verminderen zijn hulpmiddelen noodzakelijk om het naderend verkeer beter te kunnen plannen en managen. Hoe eerder naderende vluchten kunnen worden beïnvloed, hoe meer werklastreductie dit betekent voor de luchtverkeersleider. Systeemondersteuning zal zowel bijdragen aan het samenvoegen van verkeerstromen als aan het opbouwen van een landingsvolgorde. Dit soort systemen vergelijkt de actuele 3D-posities met de berekende posities en presenteert de verschillen. Daarmee wordt een bijdrage geleverd aan de 'situation assesment' en 'decision support' van de luchtverkeersleider. Bij de validering zal aandacht

moeten zijn voor het vinden van een balans tussen de productiviteit en de taak- en werklast van de luchtverkeersleider. Het kunnen schakelen tussen nominale en niet-nominale situaties vormt daarbij een belangrijk aandachtspunt.

Betrouwbaarder plannen

Om binnen de TMA minder conflicten te krijgen tussen naderend verkeer op basis van een gescheiden route-structuur worden eisen gesteld aan de betrouwbaarheid van de aanlevering van naderend verkeer aan de randen van de TMA. Dat betekent dat de volgorde die nodig is voor het samenvoegen van verkeer vanuit de IAF's voor het landen op de baan al voor het binnen gaan van de TMA moet zijn opgebouwd. Deze volgorde moet bovendien stabiel en betrouwbaar zijn bij het vliegen van een vaste naderingsroute in de TMA. Dat vereist dat het inboundplanningmechanisme dusdanig betrouwbaar moet zijn en de afwijking van de gevlogene route minimaal moet zijn ten opzichte van de in het inboundplanningmechanisme berekende route. Om dit te realiseren is het noodzakelijk dat actuele weersomstandigheden en met name actuele hoogtewinden ingebed worden in het systeem.

Ondersteunende operationele tools die ontwikkeld worden zijn een arrival manager (AMAN) en een Speed and Route Advisor (SARA). Arrivalmanagement draagt bij aan het realiseren van voorspelbare verkeerstromen waardoor het luchtruim beter kan worden benut en uiteindelijk de capaciteit kan worden verhoogd. SARA levert de luchtverkeersleider snelheids- en/of routeadviezen, daarbij



Figuren 17 en 18: Conceptuele visualisatie van de effecten van snelheid- en routeadviezen als onderdeel van SARA.

rekening houdend met het verkeersbeeld, vliegtuigprestaties, mogelijkheden voor coördinatie met aangrenzende luchtverkeersleidingcentra en weersomstandigheden zodat de nauwkeurigheid van de verwachte aankomsttijden in de ACC sectoren en op de grens van de TMA of IAF wordt verhoogd.

Een ander concept naast SARA is 'controlled time of arrival' (CTA). Het CTA concept is een onderdeel van SESAR. CTA vormt in tegenstelling tot SARA een vorm van airborne based automation; dit betekent dat de oplossing door de systemen aan boord van het vliegtuig wordt gegenereerd. De toepassing van CTA wordt pas op de langere termijn voorzien. Vliegtuigen kunnen de nauwkeurigheid die vereist is voor de toepassing van het CTA concept op dit moment niet realiseren omdat ze nog over onvoldoende hoogtewind informatie beschikken. Vliegtuigen kunnen nu weliswaar hoogtewind meten, maar dit is een momentopname op slechts één locatie. De huidige Flight Management Systemen (FMS) werken daarom met een windaanname. In de praktijk zal er op middellange termijn zowel met CTA als SARA gewerkt gaan worden en zullen deze complementair zijn aan elkaar.

Naderende vluchten op Schiphol moeten zich in de huidige situatie houden aan de gepubliceerde snelheidsrestricties op een STAR en aan speed limit points in de Schiphol TMA. In de Schiphol TMA is het gebruik van snelheidsinstructies standaardprocedure. Dit is nodig om het grote aanbod van verkeer veilig te kunnen afhandelen. Snelheidsinstructies zullen ook nodig zijn voor het vliegen van CDO's.

Dit principe zal blijvend van toepassing zijn, alleen in situaties van beperkt verkeersaanbod kan de vlieger vrijgelaten worden in de keuze van de snelheid.

Inbound priority sequencing is een concept waarbij vluchten voorrang worden gegeven die door de luchtvaartmaatschappijen worden aangemeld als van essentieel belang. Inbound priority sequencing is mogelijk in de pre-tactische of tactische fase. Het is daarbij van belang onderscheid te maken of er sprake is van een nominale of niet nominale operatie. Dat biedt tevens mogelijkheden om dit toe te passen voor de outbound vluchten. Voor luchtvaartmaatschappijen is het belangrijk om zo goed mogelijke aansluitingen te realiseren. Door flexibel om te gaan met de outbound vluchtvolgorde zijn luchtvaartmaatschappijen in staat hun outbound planning te optimaliseren. Dit wordt ook wel slotswapping genoemd en maakt het mogelijk om vluchten te vervuilen of te verschuiven.

Luchtvaartmaatschappijen kunnen dit zelf het beste doen omdat alleen zij weten welke vluchten voor het netwerk belangrijk zijn. De toepassing van CDM zal het mogelijk maken om deze prioriteit door de gehele keten door te voeren zodat ook luchtverkeersleiding daarin kan faciliteren en daarmee een bijdrage kan leveren aan het versterken van de netwerkqualiteit. Eerder toegelichte technologie en operationele ontwikkelingen op het gebied van CDM, SWIM, Datalink en AFMU dragen tevens bij aan het vergroten van de betrouwbaarheid van de planning.

Hogere sustainability en veiligheidsniveau

Vanuit de eisen van de gebruikers vormt het realiseren van een hoge (piek)capaciteit voor de luchthaven Schiphol een belangrijke eis die de luchtverkeersdienstverlener beoogt te realiseren met haar dienstverlening. Echter, gezien de wisselende weersomstandigheden, vormt het zo lang mogelijk realiseren van deze capaciteit onder veranderende weersomstandigheden een belangrijke eis. Dit wordt ook wel de sustainability genoemd. Het beter omgaan met weersinvloeden op en in het luchtruim rond de luchthaven vormt daarbij een belangrijk aspect.

De baan capaciteit wordt onder andere bepaald door separatie-eisen op basis van de wake vortex turbulence. Er zijn zeer beperkte mogelijkheden om de individuele baan capaciteit verder te verhogen in het Schiphol banenstelsel. Deze beperkte mogelijkheden liggen in het aanleggen van Rapid Exit Taxiways zodat de baanbezettingstijd omlaag gaat. Andere mogelijkheden komen voort uit het toepassen van de (tijdelijke) inzet van een extra (landing)baan. Dit vraagt aanvullende procedures, training van luchtverkeersleiders en technisch ondersteunende middelen. Bij de implementatie van een nieuw operationeel concept zullen verschillende mogelijkheden onderzocht moeten worden die een bijdrage kunnen leveren aan het verhogen van de individuele baan capaciteit zonder dat de veiligheid daarbij in het geding komt.

Dwarswindlimieten zijn niet voor alle vliegtuigen gelijk en variëren van 25 tot 40 knopen voor landingen en tot 45 knopen voor starten. Daarnaast hanteren luchtvaartmaatschappijen hun eigen limieten van gemiddeld maximaal 30 knopen dwarswind en 10 knopen rugwind. De vlieger heeft limieten, omschreven in de handboeken van zijn/haar maatschappij, waar hij zich aan te houden heeft. LVNL hanteert criteria op basis waarvan wordt besloten een baan in gebruik te nemen of te wisselen. Om te voorkomen dat veel vliegers een missed approach maken, zijn deze criteria (vaak) hoger dan de werkelijke limieten van het vliegtuig. Het verlagen van het dwarswindcriterium is niet per definitie een vereenvoudiging van het ATM concept. Aan de ene kant vermindert het aantal baanwisselingen, maar de criteria komen dichterbij de limieten van het vliegtuig waardoor de kans op missed approaches zal toenemen. Dit veroorzaakt vervolgens aanvullende complexiteit omdat de vlucht opnieuw moet worden ingepast in een al geplande verkeerstroom met maximale bezetting. Op basis van in het verleden uitgevoerde studies wordt op de middellange termijn een zeer beperkte verbetering van de capaciteit als gevolg van het veranderen van de dwarswindcriteria verwacht. Op de langere termijn kan dit mogelijk wel tot capaciteitsverbeteringen leiden. Om de mogelijkheden hiervan te bepalen is nader onderzoek noodzakelijk.

Verminderd zichtcondities zoals marginaal of slecht zicht hebben effect op het verantwoordelijkheidsgebied van zowel de ground-controller, de torenverkeersleider als de vlieger. Verminderd zichtomstandigheden resulteren daarbij in een verminderde situational awareness. De vertrekkende en naderende vliegtuigen zijn bij mist vanuit de toren slechter of visueel niet waarneembaar. Daarom gelden bij deze beperkte zichtomstandigheden (BZO) afwijkende procedures die afhankelijk van de situatie meer of minder stringent zijn. De toepassing van een Converging Runway Display Aid (CDRA) biedt de mogelijkheid om bij marginaal zicht convergente naderingen uit te voeren. Hiermee wordt de sustainability alsmede de veiligheid verbeterd.

Airport Collaborative Decision making (CDM)

De toenemende complexiteit in het ATM systeem maakt het moeilijker om het vliegverkeer op luchthavens op een efficiënte wijze af te handelen. Bij de afhandeling van vliegtuigen zijn veel partijen betrokken. Onder andere de luchthaven, de luchtverkeersleiding, luchtvaartmaatschappijen en afhandelaren. Ieder van deze partijen neemt maatregelen om het eigen proces zo efficiënt mogelijk in te richten. Verdere verbetering van het vlucht- en afhandelingproces is alleen mogelijk als alle ketenpartners onderling meer gaan samenwerken. Het delen van operationele informatie is hierbij van cruciaal belang. Door operationele informatie zoals landingstijden, taxitijden en 'on block' (aan de gate) tijden zo snel mogelijk met alle andere partijen te delen, neemt de voorspelbaarheid van het afhandelingproces toe. Deze informatie is waardevol voor alle partijen omdat resources en de beschikbare infrastructuur beter kunnen worden ingezet. Ook wordt het mogelijk om in een vroeg stadium in te spelen op veranderingen in de operationele situatie, bijvoorbeeld vertragingen of speciale weersomstandigheden. Deze manier van werken heet Collaborative Decision Making (CDM) en is in stappen ontwikkeld en getest op enkele Europese luchthavens waaronder Schiphol. Eurocontrol heeft deze werkwijze geharmoniseerd. Implementatie van Airport CDM wordt actief gestimuleerd door de brancheorganisaties van luchthavens ACI Europe, luchtverkeersleiding (CANSO), en de vereniging van luchtvaartmaatschappijen (IATA).

Airport Collaborative Decision Making (CDM)

CDM levert verbeterde operationele (vlucht-) informatie, procesafspraken en werkwijzen aan luchtvaartmaatschappijen, afhandelaren, de luchthaven en de luchtverkeersleiding. Binnen het Eurocontrol framework voor Airport CDM bestaat dit onder andere uit:

- Tijdige en betrouwbare aankomst- en vertrektijden voor vluchten;
- Vlucht en luchthaven statusinformatie, inzicht in de actuele en verwachte operatie;
- Afspraken en middelen voor benodigde informatiedeling en -verwerking;
- Procedures voor nieuwe (CDM-) werkwijzen;
- Inzicht en begrip bij operationele bestuurders voor de CDM manier van werken;
- Gezamenlijke besluitvorming en geïntegreerde besturing.

Het invoeren van Airport CDM binnen Europa als standaard werkwijze vanaf 2013 heeft tot doel om de efficiency op luchthavens te verbeteren, de voorspelbaarheid van de luchtvaartoperatie te vergroten en het verlies aan slots binnen de Europese Gemeenschap te minimaliseren.

AAS, LVNL en AirFrance/KLM hebben samen het initiatief genomen om te starten met Airport CDM op de locatie Schiphol. Om de positie van de mainport Schiphol te kunnen behouden blijft investeren in kwaliteit en klanttevredenheid van groot belang. Invoering van Airport CDM op de luchthaven Schiphol betekent een belangrijke kwaliteitsslag: de punctualiteit van aankomst- en vertrektijden zal omhoog gaan. Passagiers profiteren hiervan doordat zij te maken krijgen met minder vertragingen, betere aansluitingen bij het overstappen en meer accurate vluchtinformatie. Ook heeft de invoering van Airport CDM een positief effect op het milieu. Minder wachtrijen bij gates, taxi-, rol- en start- en landingsbanen leidt tot minder uitstoot van CO₂, NOx en tot minder geluidsoverlast. Sinds april 2011 is basic Airport CDM operationeel op de locatie Schiphol. De komende jaren zal de operationele ervaring en de uitbreiding en nauwkeurigheid van informatie toenemen waardoor geavanceerdere vormen van CDM gerealiseerd kunnen worden die de capaciteit en sustainability van het ATM systeem vergroten.

Hogere luchtruim: Eurocontrol Maastricht Upper Area Control Center

Hoewel luchtverkeersdienstverlening veel algemene karakteristieken kent, is er een aantal belangrijke verschillen in de dynamiek van luchtverkeersdienstverlening in het hogere luchtruim en in het lagere luchtruim, waar veel verkeerstromen van en naar een luchthaven samenkomen. De ontwikkelingen in het operationeel concept van MUAC verschillen in sommige gevallen dan ook van de ontwikkelingen die worden voorzien door de LVNL. Het gaat daarbij veelal over de toepassing van technische systemen en hulpmiddelen of de integratie van systemen die de luchtverkeersleider ondersteunen in het afhandelen van luchtverkeer.

Typische karakteristieken in het hogere luchtruim, onder controle van MUAC zijn de relatief hoge sectorcapaciteit en luchtverkeersleiderproductiviteit¹³, de vergaande samenwerking op het gebied van flexibel use of airspace met de militaire partners en het geven van directe routes door de luchtverkeersleiders los van het bestaande routenetwerk. Om de verwachte groei van het luchtverkeer te accommoderen zijn efficiëntieslagen benodigd in alle onderdelen van het ATM concept (ATC, ATFCM, ASM, ANS).

Systeemondersteuning

De infrastructuur voor het MUAC wordt gevormd door een geavanceerd flight data processing systeem dat ontworpen is voor een trajectory-based operationeel concept en door een goed aansluitende human interface. De geavanceerde eigenschappen van dit systeem bieden de mogelijkheden tot het realiseren van het SESAR operationeel concept. Daartoe biedt het systeem mogelijkheden voor het uitvoeren van optimale 4D business trajectories. Het systeem is in staat een directe uitwisseling van informatie tussen ATC systemen op de grond en de Flight Management Systemen (FMS) aan boord van vliegtuigen te realiseren. De toepassing van datalink is sinds 2001 een integraal onderdeel van het operationeel concept binnen MUAC en zal zich de komende jaren verder ontwikkelen.

Het gebruik van controller support systemen, zoals prediction en monitoring tools (gebruikmakend van geïntegreerde visualisatie van radar-, vlucht- en downlink gegevens) vergroot de veiligheid, capaciteit en kosten-efficiëntie van het afhandelingsconcept. Op de korte en middellange termijn voorziet MUAC de integratie van man power planning tools, traffic management systems, een airspace management tool, verdere conflict detection tools en dynamische sectorisatie in het MUAC ATM systeem. De verdere ontwikkeling en integratie van deze systemen is nodig om de efficiëntie en de veiligheid ook bij de verwachte groei van het vliegverkeer te accommoderen.

¹³ Eurocontrol Performance Review Reports 2000-2011.

Samenwerken

Het verder intensiveren van de samenwerking ten behoeve van betere prestaties vormt voor MUAC een centraal uitgangspunt aangezien het center luchtverkeersdienstverlening biedt in het luchtruim van Nederland, België, Luxemburg en Noordwest Duitsland, aan zowel civiele als militaire gebruikers. Dit laatste betreft onder andere samenwerking tussen militaire en civiele luchtverkeersleiding door middel van de co-locatie van de Duitse militaire verkeersleidingseenheid Lippe. Daarnaast werkt MUAC aan verschillende samenwerkingsinitiatieven om het MUAC ATM-systeem ook beschikbaar te stellen aan andere luchtverkeersdienstverleners: de Nederlandse (AOCS NM) en de Belgische militaire verkeersleiding.

Een ander belangrijk aspect is de toenemende mogelijkheden van luchtvaartmaatschappijen voor het optimaal plannen van hun vlucht door de verdere uitbreiding van het free route airspace concept.

Samenwerking met andere luchtverkeersdienstverleners, zowel op technisch als operationeel gebied, is noodzakelijk om vooruitgang te kunnen boeken in de prestaties van het Europese luchtruim. Deze samenwerking kent een aantal thema's:

- Op technisch gebied een verregaande graad van automatisering. Om het SESAR concept van 4D business trajectories te kunnen verwezenlijken is een trajectory-based systeem een vereiste. Dit vraagt om het kunnen uitwisselen van informatie tussen systemen die zijn gebaseerd op een SWIM omgeving die waarborgt dat systemen naadloos op elkaar aansluiten.
- Bij luchtruimontwerp moet de focus liggen op het maximaal ondersteunen van optimale horizontale en verticale vluchtprofielen en de heersende luchtverkeersstromen. Dit vraagt een grensoverschrijdende benadering van lidstaten en luchtverkeersdienstverleners.
- Met betrekking tot civiel-militaire samenwerking is een intensivering van de samenwerking noodzakelijk op nationaal niveau maar ook tussen lidstaten en (militaire) luchtverkeersdienstverleners door middel van airspace en flow management, systeemontwikkeling en gebruik, contingency, etc. Ten behoeve van airspace management is de uitrol van een gedeeld systeem met de Belgische militaire verkeersleiding gaande, en is een vergelijkbare opzet met de Nederlandse militaire verkeersleiding op AOCS NM gepland.
- Een gezamenlijke en gecoördineerde implementatie vormt een belangrijk aandachtspunt. De nadruk moet liggen op de afstemming van de interfaces tussen de systemen van de betrokken luchtverkeersdienstverleners. Een voorbeeld hiervan is de ontwikkeling van Arrival Management op Schiphol, London Heathrow, Parijs, München en Frankfurt. Veiligheid en efficiëntie zijn

gediend met een eenduidige interface tussen deze systemen en het hogere luchtruim, zowel op technisch als op operationeel gebied. MUAC streeft naar een vlotte integratie met deze Arrival Managers. Een eerste stap van de integratie met Schiphol is gepland in december 2012. MUAC maakt daarbij gebruik van zijn unieke positie als interface voor Arrival Managers in Nederland, België, Frankrijk, Engeland en Duitsland om een harmonisatie van de systeeminterfaces in FABEC-verband te realiseren.

ATM concept

Een ander belangrijk aspect vormt de toenemende mogelijkheden van luchtvaartmaatschappijen voor het optimaal plannen van hun vlucht door de verdere uitbreiding van het free route airspace concept. Free route airspace zal naast economische en milieutechnische voordelen ook een positieve uitwerking hebben op de capaciteit van luchtverkeersleidingcentra. Vliegtuigen zijn door de kortere routes minder lang in het luchtruim aanwezig waardoor zij tijd vrijmaken voor ander verkeer. Tevens hoeven luchtverkeersleiders minder aandacht en 'radiotijd' te besteden aan een eventuele optimalisatie van het vluchtplan. Dat is al optimaal.

De invoering van een vergaande dynamisch sectorisatie concept zal een bijdrage leveren aan zowel het verhogen van de piekcapaciteit als het vermogen om verkeer beter gebalanceerd over sectoren te verspreiden. In dit concept zullen sectoren in verticale en horizontale zin niet langer vaste contouren hebben. De vorm van de sector zal continu aan de verkeersstroom worden aangepast.

Luchtruimontwerp

Uitgaande van de toekomstige behoeftstelling van de Nederlandse Luchtmacht (en andere luchtmachten in het Nederlandse luchtruim) en rekening houdend met de verwachte groei van de civiele luchtvaart, zal herindeling van het Nederlandse luchtruim binnen FABEC niet toereikend zijn om aan de volledige vraag naar luchtruim te voldoen. Het beter kunnen benutten van het luchtruim en mogelijkheden tot herinrichting van het Nederlandse luchtruim zijn mede afhankelijk van de doorontwikkeling van systemen die de sectorwerklast verlagen en tegelijkertijd de capaciteit verhogen. De introductie van een dynamische sectorisatie moet hier naadloos op aansluiten.

Lijst met afkortingen

AAA	Amsterdam Advanced ATC (flight data processing system)	DFL	Division Flight Level
AAS	Amsterdam Airport Schiphol	DFS	Deutsche Flugsicherung (Duitse luchtverkeerdienstverlener)
ACAS	Airborne Collision Avoidance System	EASA	European Aviation Safety Agency
ACC	Area Control Centre	EC	Europese Commissie
ADS-B	Automatic Dependent Surveillance- Broadcast	ECAC	European Civil Aviation Conference
AIM	Aeronautical Information Management	DMAN	Departure Management
AIP	Aeronautical Information Publication	DME	Distance Measuring Equipment
AFMU	Airspace Flow Management Unit	EU	Europese Unie
AMC	Airspace Management Cell	ESSIP	European Single Sky Implementation Plan
AMRUFRA	Amsterdam-Ruhr-Frankfurt	FAB	Functional Airspace Block
AMAN	Arrival Manager	FABEC	FAB Europe Central
ANSP	Air Navigation Service Provider	FAS	Future Airspace Strategy
APP	Approach	FDP	Flight Data Processor
AOCS NM	Air Operations Control Station Nieuw Milligen	FIC	Flight Information Centre
ARTAS	ATM Surveillance Tracker And Server	FIR	Flight Information Region
ARN	(European) ATS Route Network	FL	Flight Level
ARNP	Advanced Required Navigation Performance	FMS	Flight Management System
ASM	Airspace Management	FR	SES Framework Regulation
A-SMGCS	Advanced Surface Movement Guidance & Control System	FRAM	Free Route Airspace Maastricht
ATC	Air Traffic Control	FTS	Fast Time Simulation
ATFCM	Air Traffic Flow and Capacity Management	FUA	Flexible Use of Airspace
ATM	Air traffic Management	GAT	General Air Traffic
ATS	Air Traffic Services	GANP	ICAO Global Air Navigation Plan
Avionics	Geïntegreerde elektronische systemen	GLS	Global Locating System
BZO	Bijzondere Zicht Operatie	GPS	Global Positioning System
CAA	Civil Aviation Authority	GNSS	Global Navigation Satellite System
CANSO	Civil Air Navigation Services Organisation	I4D	Initial 4D trials
CBA	Cross-Border Area	IAA	Irish Aviation Authority
CBO	Cross Border Operation	IACA	International Air Carriers Association
CCD	Continuous Climb Departure	IATA	International Air Transport Association
CDA	Continuous Descent Approach	IAF	Initial Approach Fix
CDO	Continuous Descent Operations	IBP	Inbound planning
CDM	Collaborative Decision Making	iCAS	iTEC Centre Automation System
CDR	Conditional Route	ICAO	International Civil Aviation Organisation
CFMU	Central Flow Management Unit	IFR	Instrument Flight Rules
CPDLC	Controller-Pilot Data Link communications	ILS	Instrument Landing System
CNS	Communicatie, Navigatie en Surveillance	IP	Implementation Package
CRDA	Converging Runway Display Aid	IPS	Inbound Priority Sequency
CTA	Controlled time of Arrival	IOP	Interoperability

IR	(SES) Implementation Regulation	RA	Resolution Advice
IR FAB	Ierland in de context van FAB's	RNAV	Area Navigation
		R/T	Radio Telefonie
KDC	Knowledge and Development Center Schiphol	RC	Runway Control
KLM	Koninklijke Luchtvaart Maatschappij	RET	Rapid Exit Taxiway
KPA	Key Performance Area	RIASS	Runway Incursion Alerting System Schiphol
KPI	Key Performance Indicator	RNP	Required Navigation Performance
		RTS	Real Time Simulation
LFV	Luchtvaartverket / luchtverkeerdienstverlener Zweden	SARA	Speed and Route Advisor
LoA	Letter of Agreement	SERA	Standardized European Rules of the Air
LSSIP	Local Single Sky Implementation Plan	SES I + II	Single European Sky Regulation (Packages I + II)
LVNL	Luchtverkeersleiding Nederland	SESAR	SES Air Traffic Management Research
		SID	Standard Instrument Departure
MAS	Multi Airport System	SMS	Safety Management System
MLT	Multi lateratie	SPL	Schiphol
MoC	Memorandum of Cooperation	SPR	SES Service Provision Regulation
MUAC	Eurocontrol Maastricht Upper Area Control Centre	SSC	Single Sky Committee
		SSR	Secondary Surveillance Radar
		STAR	Standard Arrival Route
NAVO	Noord-Atlantische Verdragsorganisatie	TA	Transition Altitude
NASA	National Aeronautics and Space Administration	TA	Traffic Alert
NATS	National Air Traffic Services Verenigd Koninkrijk	TACAN	Military Tactical Air Navigation
NAVIAR	Deense luchtverkeersdienstverleningsorganisatie	TBO	Time Based Operations
NDB	Non-Directional Beacon	TCAS	Traffic Alert and Collision Avoidance System
NEFAB	North European Functional Airspace Block	TFZ	Transponder Free Zones
NEAP	North European ANS Providers	TMA	Terminal Manoeuvring Area
NoC-rate	No connection rate	TMZ	Transponder Mandatory Zone
NOP	Network Operations Portal	TSA	Temporary Segregated Area
NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium	TRA	Temporary Reserved Area
NM	Nautische mijl	TWR	Tower / Torenverkeersleiding
NMF	Network Management Functions		
NUAC	Nordic Unified Air Traffic Control	UAC	Upper Area Control Centre
NSA	National Supervisory Authority	UIR	Upper Flight Information Region
OTS	Organised Track System	VEM	Veiligheid, Efficiency en Milieu
		VEMER	VEM Effect Rapportage
PBN	Performance Based Navigation	VFR	Visual Flight Rules
		VK	Verenigd Koninkrijk
QNE	Standaard luchtdruk (wereldwijd)	VOR	Very High Frequency Omni-directional Radio Range
QNH	Lokale luchtdruk		
		WAM	Wide Area Multilateratie
		XMAN	Cross Border Arrival Management

Colofon

Dit Bijlagerapport is een uitgave van
het Ministerie van Infrastructuur en Milieu en
het Ministerie van Defensie
Directoraat-Generaal Bereikbaarheid en
de Militaire Luchtvaart Autoriteit

Uitgegeven door Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Informatie www.postbus51.nl, T 0800-8051

Omslag foto Henk Braam/Hollandse Hoogte

Vormgeving 2D3D

Datum maart 2012

Dit is een uitgave van het

**Ministerie van Infrastructuur en Milieu
en Ministerie van Defensie in
samenwerking met:**

**Luchtverkeersleiding Nederland (LNVL) en
Maastricht Upper Area Control (MUAC)**

Postbus 20901 | 2500 EX Den Haag
www.rijksoverheid.nl/ministeries/ienm

Meer informatie
T 0800 - 8051
www.postbus51.nl

Maart 2012

Dit document is te downloaden op www.rijksoverheid.nl