

# Matalalentoverkosto

Selvitys toteuttamisvaihtoehdoista

**LVM** LIIKENNE- JA  
VIESTINTÄMINISTERIÖ

Liikenne- ja  
viestintäministeriön  
julkaisuja **2021:26**

[lvm.fi](http://lvm.fi)

Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2021:26

# Matalalentoverkosto

## Selvitys toteuttamismvaihtoehtoista

Liikenne- ja viestintäministeriö Helsinki 2021

**Julkaisujen jakelu**

Distribution av publikationer

**Valtioneuvoston  
julkaisuarkisto Valto**

Publikations-  
arkivet Valto

[julkaisut.valtioneuvosto.fi](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi)

**Julkaisumyynti**

Beställningar av publikationer

**Valtioneuvoston  
verkkokirjakauppa**

Statsrådets  
nätbokhandel

[vnjulkaisumyynti.fi](http://vnjulkaisumyynti.fi)

Liikenne- ja viestintäministeriö

© 2021 tekijät ja liikenne- ja viestintäministeriö

ISBN pdf: 978-952-243-718-1

ISSN pdf: 1795-4045

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto

Helsinki 2021

## Matalalentoverkosto Selvitys toteuttamisvaihtoehdoista

Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2021:26

**Julkaisija** Liikenne- ja viestintäministeriö

**Tekijät** Teppo Asanti, Samu Tuparinne, Mikko Rintala, Ari Pellinen, Jouni Romppanen, Jouko Ranta, Esa Stenberg, Roope Kauhanen, Markus Leivo, Jukka Keski-Jaskari, Tero Kelhämä, Jaakko Kauppinen, Veikko Vierola, Matti Sirkkola, Ville Suominen

**Toimittaja/t** Suvi Kankare, Krista Widerholm

**Kieli** suomi

**Sivumäärä** 79

**Tiivistelmä** Matalalentoverkostossa on kyse satelliittipaikannukseen perustuvasta reittiverkostosta sekä mittarilähestymismenetelmistä, jotka mahdollistaisivat tehokkaan lentotoiminnan myös näkösuhteita huonommissa sääolosuhteissa. Matalalentoverkosto koostuisi kahdesta toisiinsa liittyvästä kokonaisuudesta; reittiverkostosta koko valtakunnan alueella sekä lähestymismenetelmistä valituille lentopaikoille.

Tarve matalalentoverkoston perustamiseen Suomeen on tullut viranomaistoimijoilta, jotka näkevät verkostolle voimakkaan yhteiskunnallisen tarpeen. Näiden lisäksi on tunnistettu yleisilmailun kiinnostus mittarilentotoimintaan valvomattomilla lentopaikoilla. Yleistä kansainvälisesti määriteltyä konseptia matalalentoverkostosta ei ole, joten kansallisesti voidaan tiettyjen reunaehtojen puitteissa arvioida mahdollisimman tarkoituksenmukainen malli. Selvityksen aikana tehtiin yleisen tason turvallisuusvaikutusten arviointi, joka pohjautuu Eurocontrolin tekemiin kahteen yleistason turvallisuustarkasteluun koskien erikseen matalalentoreittiverkostoa ja lähestymismenetelmiä. Tässä tarkastelussa ei ilmennyt kynnyskysymyksiä hankkeen toteutukselle.

Tämä selvitys kuvaa kartoitetut toteuttamisvaihtoehdot. Selvityksen tehnyt työryhmä suosittelee perustettavaksi Suomeen ensivaiheessa viranomaiskäyttöistä, asteittain laajennettavaa matalalentoverkostoa. Reittiverkosto olisi yksinomaan helikoptereille ja lähestymismenetelmät tarpeen mukaan myös lentokoneille. Alailmatilaan odotetaan kohdistuvan tulevana vuosina useita muutoksia ja matalalentoverkosto toteutuessaan olisi näistä yksi keskeisiä.

**Asiasanat** matalalentoverkosto, ilmatila, lentoreitit, turvallisuus, helikopterit, viranomaistehtävät

**ISBN PDF** 978-952-243-718-1

**ISSN PDF** 1795-4045

**Julkaisun osoite** <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-718-1>

## Ett nät för lågflygning Utredning av alternativ för genomförande

---

### Kommunikationsministeriets publikationer 2021:26

**Utgivare** Kommunikationsministeriet

---

**Författare** Teppo Asanti, Samu Tuparinne, Mikko Rintala, Ari Pellinen, Jouni Romppanen, Jouko Ranta, Esa Stenberg, Roope Kauhanen, Markus Leivo, Jukka Keski-Jaskari, Tero Kelhämä, Jaakko Kauppinen, Veikko Vierola, Matti Sirkkola, Ville Suominen

**Redigerare** Suvi Kankare, Krista Widerholm

**Språk** finska

**Sidantal** 79

---

**Referat** Med ett nät för lågflygning avses ett ruttnät som baserar sig på satellitbaserad positionsbestämning samt procedurer för instrumentinflygning som möjliggör effektiv flygverksamhet även i väderförhållanden med den allra sämsta sikten. Nätet för lågflygning ska bestå av två helheter som hänger ihop: ett ruttnät för hela landet och inflygningsprocedurer för utvalda flygplatser.

Behovet av att inrätta ett nät för lågflygning i Finland har lyfts fram av myndighetsaktörer som anser att det finns ett starkt samhälleligt behov av ett sådant nät. Utöver myndigheternas pådrivande finns det ett uttryckligt intresse hos den allmänna luftfarten för instrumentflygverksamhet på oövervakade flygplatser. Det finns inget allmänt internationellt fastställt koncept för nätet för lågflygning och därför kan man inom ramen för vissa ramvillkor nationellt utarbeta en så ändamålsenlig modell som möjligt. Under utredningens gång gjordes en bedömning av säkerhetskONSEKVENSA på allmän nivå som baserade sig på Eurocontrols två bedömningar av säkerheten på allmän nivå, separat i fråga om nätet för lågflygning och inflygningsprocedurerna. I denna granskning framkom det inga knäckfrågor för genomförandet av projektet.

I denna utredning beskrivs de kartlagda genomförandealternativen. Den arbetsgrupp som gjort utredningen rekommenderar att man i det första skedet i Finland inrättar ett myndighetsdrivet nät för lågflygning som gradvis utvidgas. Ruttnätet ska vara uteslutande avsett för helikoptrar och inflygningsprocedurerna vid behov också för flygplan. Under de kommande åren kommer man att genomföra flera ändringar som berör det nedre luftrummet, och om nätet för lågflygning genomförs kommer det att vara en av de mest centrala ändringarna.

**Nyckelord** nät för lågflygning, luftrum, flygrutter, säkerhet och trygghet, helikoptrar, myndighetsuppgifter

---

**ISBN PDF** 978-952-243-718-1

**ISSN PDF** 1795-4045

---

**URN-adress** <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-718-1>

---

## Low flight network Report on options for implementation

---

### Publications of the Ministry of Transport and Communications 2021:26

**Publisher** Ministry of Transport and Communications

---

**Authors** Teppo Asanti, Samu Tuparinne, Mikko Rintala, Ari Pellinen, Jouni Romppanen, Jouko Ranta, Esa Stenberg, Roope Kauhanen, Markus Leivo, Jukka Keski-Jaskari, Tero Kelh  l  , Jaakko Kauppinen, Veikko Vierola, Matti Sirkkola, Ville Suominen

**Editor** Suvi Kankare, Krista Widerholm

**Language** Finnish **Pages** 79

---

**Abstract** A low flight network refers to a route network based on satellite positioning and to instrument approaches that allow efficient operations also when the weather conditions are poorer than in visual meteorological conditions (VMC). The low flight network would consist of two inter-related elements; a route network across the country and approach procedures to certain aerodromes.

The need to establish a low flight network in Finland has been expressed by the authorities that see a strong social need for it. In addition, an interest has been identified in the field of general aviation towards instrument flight operations at uncontrolled aerodromes. There is no general internationally defined concept for a low flight network, which means that within certain margins a model that is as appropriate as possible can be outlined nationally. In the course of the study, a general safety impact assessment was carried out based on two general safety reviews by Eurocontrol with regard to the low flight network and approach procedures separately. The review did not reveal any thresholds for the implementation of the project.

This report describes the implementation options identified. The working group recommends that at the first stage, an authority-operated low flight network that can be expanded progressively be established in Finland. The route network would be meant for helicopters only and the approach procedures also to airplanes, when necessary. In the next few years, the lower airspace is expected to be subject to several changes, the low flight network being one of the most important ones.

**Keywords** low flight network, airspace, flight routes, safety and security, helicopters, official duties

---

**ISBN PDF** 978-952-243-718-1 **ISSN PDF** 1795-4045

---

**URN address** <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-718-1>

---

# Sisältö

<b>1</b>	<b>Tiivistelmä .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Selvityksen tausta ja tavoite .....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>Selvityshankkeen valmistelu .....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>Katsaus toteutuksiin Euroopassa .....</b>	<b>18</b>
<b>5</b>	<b>Konseptin yleinen määrittely ja toteutusvaihtoehdot .....</b>	<b>21</b>
5.1	Tunnistetut käyttäjätarpeet .....	21
5.2	Matalalentoverkoston yleiskuvaus .....	22
5.3	Verkoston avoin käyttö, rajausta viranomaiskäyttöön tai näiden yhdistelmä .....	24
5.4	Verkoston asteittainen rakentuminen .....	25
5.5	Skenaariot .....	30
<b>6</b>	<b>GNSS .....</b>	<b>31</b>
6.1	GNSS-järjestelmävaatimukset .....	31
6.2	GNSS-suorituskyky ja sen todentaminen .....	32
6.3	GNSS-häiriöihin ja -häirintään varautuminen .....	36
6.4	Kehitysnäkymät .....	37
<b>7</b>	<b>Turvallisuusvaikutusten arviointi .....</b>	<b>38</b>
<b>8</b>	<b>Matalalentoverkosto suhteessa ilmailulakiin ja ilmailumääräyksiin .....</b>	<b>41</b>
<b>9</b>	<b>Lentoesteprosessi .....</b>	<b>48</b>
9.1	Nykyinen lentoesteprosessi .....	48
9.2	Matalalentoverkoston vaikutukset lentoesteprosessiin .....	49
<b>10</b>	<b>Matalalentoverkoston konsepti .....</b>	<b>50</b>
10.1	Reittiverkosto .....	50
10.1.1	Suunnittelukriteerit .....	50
10.1.2	Navigaatiopesifikaatio .....	53

10.1.3	Laitetekniset vaatimukset .....	55
10.1.4	Ilmatilaluokka.....	56
10.1.5	ATS-palvelu matalalentoverkostossa .....	57
10.1.6	Miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien (UAS) käyttämän ilmatilan vaikutukset matalalentoverkoston .....	58
10.1.7	Maasto- ja estetietojen laatuvaatimukset .....	60
10.2	Lähestymismenetelmät .....	61
10.2.1	RNP-lähestymismenetelmät .....	61
10.2.2	PinS-lähestymismenetelmät .....	63
10.2.3	Mittarilähestymismenetelmät lentoasemilla .....	64
10.2.4	Maasto- ja estetietojen laatuvaatimukset .....	64
10.3	Matalalentoverkoston vaikutukset ilmatilankäyttäjiiin .....	64
<b>11</b>	<b>Julkaisu.....</b>	<b>66</b>
11.1	Reittiverkosto .....	66
11.1.1	Julkaisuvaihtoehdot .....	66
11.1.2	Julkaisuvaatimukset .....	67
11.2	Lähestymismenetelmät .....	68
11.2.1	Julkaisuvaihtoehdot .....	69
<b>12</b>	<b>Ympäristönäkökohdat .....</b>	<b>71</b>
<b>13</b>	<b>Sääpalvelu .....</b>	<b>72</b>
13.1	QNH-tieto .....	72
13.2	Näkyvyys ja pilvikorkeus .....	74
13.3	Muu säätieto.....	74
13.4	Sääpalvelun kustannukset .....	75
<b>14</b>	<b>Kustannusarvio.....</b>	<b>76</b>
<b>15</b>	<b>Johtopäätökset .....</b>	<b>78</b>
<b>LIITE: Matalalentoverkoston selvitysvaiheen turvallisuusvaikutusten arviointi.....</b>		<b>79</b>



## LYHENTEET

Lyhenne	Merkitys
ACAS	<i>Airborne Collision Avoidance System</i> , yhteentörmäysvaarasta ilmassa varoitettava järjestelmä
AD	<i>Aerodromes</i> , lentopaikat
AFIS	<i>Aerodrome Flight Information Service</i> , lentopaikan lentotiedotuspalvelu
AGA	<i>Aerodromes and Ground Aids</i> , lentopaikat ja maalaitteet
AGL	<i>Above Ground Level</i> , korkeus maanpinnasta
AIP	<i>Aeronautical Information Publication</i> , Ilmailukäsikirja
AMA	<i>Area Minimum Altitude</i> , alueminimikorkeus
AMC	<i>Airspace Management Cell</i> , Ilmatilan hallintayksikkö
ANS	<i>Air Navigation Service</i> , lennonvarmistuspalvelu
AOC	<i>Aerodrome Obstacle Chart</i> , lentopaikan estekartta
ATC	<i>Air Traffic Control</i> , lennonjohto
ATM	<i>Air Traffic Management</i> , ilmaliikenteen hallinta
ATS	<i>Air Traffic Service</i> , ilmaliikennepalvelu
CAT	<i>Category</i> , ilma-alusluokka
CTR	<i>Control Zone</i> , lähialue
DFMC	<i>Dual Frequency Multi Constellation</i> , kaksitaajuus-multikonstellaatio
Drone-asetus	Komission täytäntöönpanoasetus (EU) 2019/947 säännöistä ja menetelmistä miehittämättömien ilma-alusten käytössä

<b>Lyhenne</b>	<b>Merkitys</b>
EGNOS	<i>European Geostationary Navigation Overlay Service, Eurooppalainen SBAS-järjestelmä</i>
ENR	<i>En-route, reitti</i>
EWA	<i>EGNOS Working Agreement, EGNOS-palvelusta tehtävä sopimus</i>
FIS	<i>Flight Information Service, lentotiedotuspalvelu</i>
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System, maailmanlaajuinen satelliittisuunnistusjärjestelmä</i>
GPS	<i>Global Positioning System, Yhdysvaltojen ylläpitämä satelliittipaikannusjärjestelmä</i>
ICAO	<i>International Civil Aviation Organisation, Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö</i>
IFR	<i>Instrument Flight Rules, mittarilentosäännöt</i>
ILS	<i>Instrument Landing System, mittarilaskeutumisjärjestelmä</i>
IMC	<i>Instrument Meteorological Conditions, mittarilento-olosuhteet</i>
LNAV	<i>Lateral Navigation, RNP APCH -navigaatiopesifikaation mukainen ei-tarkkuuslähestymismenetelmä</i>
LPV	<i>Localizer performance with vertical guidance, RNP APCH -navigaatiopesifikaation mukainen pystyopastuksen sisältävä lähestymismenetelmä</i>
MSA	<i>Minimum Sector Altitude, minimisektorikorkeus</i>
NM	<i>Nautical Mile, meripeninkulma</i>
NOTAM	<i>Notice to airmen, tiedotus ilmailijoille</i>
OPS	<i>Operations, lentotoiminta</i>
PBN	<i>Performance Based Navigation, suorituskykyyn perustuva suunnistus</i>
PinS	<i>Point in Space, helikoptereille suunniteltu mittarilähestymismenetelmä</i>
QNH	<i>Korkeusmittarin ilmanpaineasetus</i>
RMZ	<i>Radio Mandatory Zone, radiovyöhyke</i>
RNAV	<i>Area Navigation, aluesuunnistus</i>

Lyhenne	Merkitys
RNP	<i>Required Navigation Performance</i> , vaadittu suunnistustarkkuus
RNP APCH	PBN-konseptin mukainen mittarilähestymismenetelmien navigaatiopesifikaatio
SBAS	<i>Satellite Based Augmentation System</i> , Satelliitteihin perustuva lisäjärjestelmä
SERA	<i>Standardised European Rules of the Air</i> , yhteiset lentosäännöt
SERA-asetus	Komission täytäntöönpanoasetus (EU) 923/2012 yhteisistä lentosäännöistä, lennonvarmistuspalveluja ja -menetelmiä koskevista operatiivisista säännöksistä sekä täytäntöönpanoasetuksen (EU) N:o 1035/2011 ja asetusten (EY) N:o 1265/2007, (EY) N:o 1794/2006, (EY) N:o 730/2006, (EY) N:o 1033/2006 ja (EU) N:o 255/2010 muuttamisesta
SID	<i>Standard Instrument Departure</i> , vakiolähtöreitti
SoL	<i>Safety of Life</i> , ihmishengen tuvaava palvelu
SSR	<i>Secondary Surveillance Radar</i> , toisiotutka
STAR	<i>Standard Instrument Arrival</i> , vakiotuloreitti
TMA	<i>Terminal Manouvering Area</i> , lähestymisalue
TMZ	<i>Transponder Mandatory Zone</i> , transponderivyöhyke
UAS	<i>Unmanned Aircraft System</i> , miehittämätön ilma-alusjärjestelmä
USSP	<i>U-Space Service Provider</i> , U-space-palveluntarjoaja
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> , näkölentosäännöt

# 1 Tiivistelmä

Tämän selvityksen tarkoituksena on kartoittaa matalalentoverkoston perustamisen edellytyksiä Suomeen ja mitä vaikutuksia perustamisella olisi. Selvityksessä on tarkasteltu matalalentoverkoston soveltuvuutta sekä nykyiseen että tulevaisuuden toimintaympäristöön, verkoston eri toteuttamisvaihtoehtoja, verkoston aiheuttamia muutostarpeita säädösympäristöön sekä sen kustannusvaikutuksia. Selvitystyö on tehty yhdessä liikenne- ja viestintäministeriön (LVM), sisäministeriön (SM), sosiaali- ja terveysministeriön (STM), puolustusministeriön (PLM), Liikenne- ja viestintäviraston (Traficom), Puolustusvoimien, Ilmavoimien, Maavoimien ilmailun, Rajavartiolaitoksen, Liikenteenohjausyhtiö Fintraffic Oy:n ja FinnHEMS Oy:n kanssa. Selvitystä on ohjannut LVM:n asettama ohjausryhmä.

Matalalentoverkostossa on kyse satelliittipaikannukseen perustuvasta reittiverkostosta sekä mittarilähestymismenetelmistä, jotka mahdollistaisivat tehokkaan lentotoiminnan myös näkösääolosuhteita huonommissa sääolosuhteissa. Vastaavia hankkeita on toteutettu muutamassa Euroopan valtiossa ja useissa on kehitteillä vastaavan kaltaisia hankkeita. Yleistä kansainvälisesti määriteltyä konseptia ei vielä ole, mutta yleiseurooppalainen lennonvarmistusjärjestö Eurocontrol on julkaissut yleistason turvallisuustarkastelut koskien erikseen sekä matalalento-reittiverkostoa että lähestymismenetelmiä. Nämä eivät kuitenkaan yksiselitteisesti määrittele tietynkaltaista toteutustapaa, joten kansallisesti voidaan olemassa olevien reunaehtojen puitteissa arvioida mahdollisimman tarkoituksenmukaista mallia. Tarve matalalentoverkoston perustamiseen Suomeen on tullut viranomais-toimijoilta, jotka näkevät verkostolle voimakkaan yhteiskunnallisen tarpeen. Näiden lisäksi on tunnistettu yleisilmailun kiinnostus mittarilentotoimintaan valvomattomilla lentopaikoilla.

Tämä selvitys kuvaa matalalentoverkoston selvitystyön aikana tunnistettuja, hankkeeseen liittyviä keskeisiä asioita sekä hankkeen mahdollisia kansallisia toteutusvaihtoehtoja. Tavoitteena on ollut kuvata vaihtoehtoja riittävällä kattavuudella kokonaiskuvan saamiseksi, jonka perusteella on edellytyksiä tehdä päätöksiä hankkeen mahdollisesta toteutuksesta. Tavoitteena on ollut myös tunnistaa hankkeen keskeiset hyödyt sekä mahdolliset kynnyksymykset.

Matalalentoverkoston keskeisinä hyötyinä nähtiin vaikutus valtakunnalliseen valmiuteen ja turvallisuusinfraan, mahdollisuus turvalliseen ja joustavaan mittarilentämiseen matalalla korkeudella sekä vastaaminen sotilasilmailun tarpeisiin ja yleisilmailun kiinnostukseen mittarilentotoimintaan valvomattomilla lentopaikoilla. Verkoston olisi tarpeellista kattaa kaikki nykyiset lentoasemat, osa valvomattomista lentopaikoista,

muita mahdollisia tarpeelliseksi nähtyjä kohteita sekä erikseen määrätyt Puolustusvoimien varalaskupaikat. Reittiverkosto muodostuisi runkoreiteistä, joista voidaan liittyä lentopaikkojen lähestymismenetelmiin.

Matalalentoverkosto koostuisi kahdesta toisiinsa liittyvästä kokonaisuudesta, eli reittiverkostosta koko valtakunnan alueella sekä lähestymismenetelmistä valituille lentopaikoille. Lähestymismenetelmään liittyttäisiin joko runkoverkosta tai alueellisten minimikorkeuksien yläpuolelta. Lähestymismenetelmiä olisi mahdollista suunnitella valvomattomille lentopaikoille, valituille varalaskupaikoille tai muille mahdollisesti tarkoituksenmukaiseksi katsottaville paikoille, kuten tietyille maantieteellisille kohteille tai kohteille merialueella. Verkostosta olisi myös mahdollista liittyä erikseen valittavien tukikohtalentoasemien olemassa oleviin lähestymismenetelmiin. Reittiverkoston alimpaan mahdolliseen lentokorkeuteen vaikuttavat käytettävissä olevat tiedot lentoesteistä ja maanpinnan korkeuksista. Reittien leveyteen puolestaan vaikuttaa määritelty navigaatioerityyppien luokitus, joka hyväksyntävaatimusten kautta vaikuttaa reittien käyttömahdollisuuksiin.

Matalalentoverkoston toteutustavalle on tunnistettu erilaisia vaihtoehtoja. Verkosto on mahdollista suunnitella vain viranomaiskäyttöön, täysin avoimeksi erilaisille käyttäjryhmille tai osittain avoimeksi. Lisäksi vaihtoehtona on suunnitella verkosto yksinomaan helikoptereille tai sekä helikoptereille että lentokoneille. Verkoston toteuttaminen on mahdollista asteittain tai kokonaisuutena sekä reittien että lähestymismenetelmien osalta. Konseptin toteutukselle on täten tunnistettu useita erilaisia mahdollisuuksia.

Matalalentoverkoston tarkoituksenmukaiseksi toteuttamistavaksi nähtiin väliraportin lausuntokierroksen ja saadun palautteen perusteella lähestymismenetelmien suunnitteleminen tapauskohtaisen tarpeen mukaan joko yksinomaan helikopterikalustolle tai sekä helikopterikalustolle että kiinteäsiipisille ilma-aluksille. Verkostoon kuuluvien lähestymismenetelmien julkaiseminen ratkaistaisiin tapauskohtaisesti käyttäjien tarpeet ja vaatimukset sekä tekniset reunaehdot huomioiden. Reittiverkoston toteuttamiseksi nähtiin tarkoituksenmukaiseksi rajata käyttö ainoastaan helikopterikalustolle ja julkaista reittiverkosto vain viranomaiskäyttöön. Yksinomaan helikopteritoimintaan tarkoitettujen reittisegmenttien toteutettaisiin perustuen navigaatioerityyppien luokitus RNP 0.3 (RNP, Required Navigation Performance, vaadittu suunnistustarkkuus) tai tarpeen vaatiessa sovellettaisiin navigaatioerityyppiä RNP 1.

Suurimmat toiminnalliset hyödyt matalalentoverkostosta saadaan sen ollessa valtakunnallisesti kattava. Laajan kokonaisuuden toteuttaminen kerralla on kuitenkin haastavaa ja pidettäisiin merkittävästi mahdollista käyttöönottoaikataulua. Asteittainen toteuttaminen olisi todennäköisesti nopeampi tapa saada tärkeimmät reittiosuudet ja menetelmät käyttöön. Toisaalta asteittainen käyttöönotto antaisi myös mahdollisuu-

den hyödyntää alkuvaiheen käyttökokemuksia osana jatkosuunnittelua. Näiden perusteella selvityksessä suositellaan matalalentoverkoston toteuttamista asteittain sekä reittiverkoston että lähestymismenetelmien osalta.

Matalalentoverkoston suunnittelulähtökohtana on, että navigointi perustuisi yksinomaan satelliittipohjaisen Global Navigation Satellite System (GNSS) -järjestelmän käyttöön eikä siten edellyttäisi erillistä maalaiteinfrastruktuuria. Poikkeustilanteiden varautumismenetelmänä olisi toiminnassa mahdollista tukeutua käytettävissä oleviin maassa sijaitseviin navigointilaitteisiin siinä määrin kuin normaalitoiminnassa muutoinkin tehtäisiin. Matalalentoverkoston käyttöönotto ei tältä osin asettaisi lisävaatimuksia maalaiteinfrastruktuurille. Reittivaiheen ja ei-tarkkuuslähestymisten osalta sekä Global Positioning System (GPS) -järjestelmän että European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS) -järjestelmän käytettävyyden kattaa koko Suomen alueen. EGNOS-järjestelmän palveluissa todennäköisyys hetkellisille häiriöille palvelun käytettävyydessä on kuitenkin Suomen alueella merkittävästi keskeistä Eurooppaa suurempi. Ilmailun keinoja GNSS-häiriöihin varautumiseksi on kuvattu Liikenne- ja viestintäviraston julkaisemassa ilmailun navigaatio- ja valvontalaitestrategiassa (NAVSUR-strategia). Käytettävissä olevia GNSS-järjestelmiä ja niihin tukeutuvia palveluja kehitetään jatkuvasti muun muassa Euroopan GNSS-ohjelman kautta. Kehityksen myötä saatavilla olevat hyödyt realisoituvat vasta tulevana vuosina, ja joiltakin osin niiden hyödyntäminen edellyttää myös päivityksiä ilma-alusten nykyisiin laitejärjestelmiin.

Tämän selvityksen liitteenä on yleistasonen matalalentoverkoston turvallisuusvaikutusten arviointi. Arvioinnissa on käsitelty sekä reittiverkostoa että siihen liittyviä lähestymismenetelmiä koskevat tekijät. Hankkeen turvallisuusvaikutusten arvioinnin tavoitteena oli tunnistaa selvityksen keskeiset osa-alueet ja niiden uhkatekijät.

Matalalentoverkoston yleistä, kansainvälisesti yhdenmukaista konseptia ei ole määriteltä, mutta tässä yhteydessä oli mahdollista hyödyntää Eurocontrolin tuottamia kahta turvallisuustarkasteludokumenttia. Näistä toinen käsittelee matalalentoverkosta ja toinen helikoptereille suunniteltuja mittarilähestymismenetelmiä, Point in Space (PinS) -lähestymismenetelmiä. Eurocontrolin johtama työryhmä on parhaillaan päivittämässä näitä turvallisuustarkasteludokumentteja, ja selvitystyössä on seurattu tätä päivitystyötä. Päivitystyön tulokset eivät kuitenkaan ehtineet hyödynnettäväksi tässä selvitysvaiheessa. Tämän selvityksen turvallisuusvaikutusten arvioinnissa käsiteltiin näiden Eurocontrolin julkaisemien kahden turvallisuustarkastelun keskeiset uhkatekijät siinä suhteessa, että muodostavatko ne hankkeen käyttöönotolle Suomessa kynnyskysymyksiä. Näiden Eurocontrolin määrittelemien uhkatekijöiden lisäksi työryhmä on tarkastellut mahdolliset kansalliset erityispiirteet ja uhkatekijät huomioiden selvitykseen valitun toteutusmallin. Selvitysvaiheen tarkastelussa on rajoitettu tarkastelemaan ainoastaan kohteen määrittelyä ja suunnittelua siinä määrin, kun se selvityksen tässä

vaiheessa on mahdollista. Mikäli matalalentoverkosto päätetään toteuttaa, on hankkeen edetessä käyttöönottovaiheeseen tarpeellista tehdä turvallisuusvaikutusten arvioinnin osalta varsinainen käyttöönottotarkastelu eri toimijoita koskevien vaatimusten mukaisesti. Tässä vaiheessa ei ilmennyt uhkatekijöitä, jotka estäisivät hankkeen toteutuksen.

Matalalentoverkoston toteuttamiseksi on selvityksessä tunnistettu muutostarpeita voimassa olevaan ilmailulakiin (864/2014) ja Liikenne- ja viestintäviraston antamiin ilmailumääräyksiin. Huomattava vaikutus tulisi olemaan myös lentoesteiden hallintaan koko valtakunnan alueella. Lentopaikan pitäjien, ilmaliikennepalvelun tarjoajien sekä lentomenetelmäsuunnittelupalvelujen tarjoajien velvoitteet tulee olla määritelty yksiselitteisesti. Vastuita koskevat tulkinnanvaraisuudet haittaisivat matalalentoverkoston turvallista käyttöä, toimivuutta ja tehokkuutta. Tuulivoiman voimakkaalla kehittämisellä olisi merkittävä vaikutus mahdolliseen matalalentoverkoston sekä muuhun alailmatilan käyttöön. Nämä eivät ole toisiaan poissulkevia, mutta yhteensovittaminen edellyttää valtakunnallista prioriteettien ja kriteerien määrittelyä.

Alailmatilaan odotetaan kohdistuvan tulevina vuosina useita muutoksia ja matalalentoverkosto toteutuessaan olisi näistä yksi keskeisiä. Matalalentoverkoston vaikutukset muihin ilmatilankäyttäjisiin riippuvat siitä, miten kattava verkosto olisi, miten verkoston osat sijoittuisivat sekä mitä vaatimuksia se ilmatilankäyttäjille aiheuttaisi. Turvallisen toiminnan varmistamiseksi verkostossa sen osiin voidaan joutua asettamaan ilmatilankäyttäjille vaatimuksia. Negatiivisten vaikutusten vähentämiseksi ilmatilankäyttäjille verkoston osia, joko reittejä tai lähestymismenetelmiä, voidaan pyrkiä yhteensovittamaan mahdollisimman hyvin eri ilmatilankäyttäjien intresseihin. Dynaamisella ilmatilahallinnalla ja käyttöperiaatteiden määrittelyllä ilmatilaa voidaan allokoida käyttäjätarpeiden mukaan, jolloin verkoston negatiivisia vaikutuksia ilmatilankäyttäjille voidaan pienentää. Yleisilmailijoiden lisäksi muita tunnistettuja alailmatilan käyttäjiä, joihin verkostolla voi olla vaikutuksia, ovat miehittämätön ilmailu viranomais- ja kaupallisessa toiminnassa sekä Puolustusvoimien lentotoiminta. Ilmatilanhallinnan menetelmiä sekä niihin liittyviä yksityiskohtia voi olla tarpeen vielä tarkastella alailmatilan kehittymisen myötä.

## 2 Selvityksen tausta ja tavoite

Liikenne- ja viestintäministeriö järjesti joulukuussa 2018 keskustelutilaisuuden ilmailun matalalentoverkoston perustamisesta Suomeen. Keskustelu pohjautui Vartiolentolaivueen, Maavoimien esikunnan ja FinnHEMS Oy:n toukokuussa 2018 tekemään esitykseen Liikenteen turvallisuusvirastolle (nykyisin Liikenne- ja viestintävirasto Traficom).

Vuonna 2019 määriteltiin Air Navigation Services Finland Oy:n (nykyisin Fintraffic Lennonvarmistus Oy, edempänä Fintraffic) johdolla matalalentoverkosta ja sen hyötyjä ja tarvetta. Määrittelyyn osallistuivat puolustusministeriö, sosiaali- ja terveysministeriö, liikenne- ja viestintäministeriö, Ilmavoimat, Liikenne- ja viestintävirasto, Maavoimat, Rajavartiolaitos, FinnHEMS Oy ja Air Navigation Services Finland Oy.

Määrittelyn pohjalta ilmeni tarve käynnistää suunnitteluvaihetta koskeva selvitys, jossa tavoitteena on kartoittaa matalalentoverkoston konseptin keskeiset tekijät ja tunnistaa hankkeen turvallisuusvaikutusten mahdolliset kynnyksymykset sekä rahoitusmahdollisuudet. Verkoston varsinainen perustaminen ja käyttöönotto ei sisälly tähän, vaan päätökset jatkotyöstä tehdään erikseen. Selvitystä tekevään työryhmään osallistuisivat edustajat tahoista, jotka ovat olleet mukana aiemmassa määrittelyssä. Selvitystä varten liikenne- ja viestintäministeriö antoi 18.6.2020 asettamispäätöksen matalalentoverkoston valmistelusta vastaavan ohjausryhmän asettamisesta.



### 3 Selvityshankkeen valmistelu

Matalalentoverkosta koskevan selvityksen tekemistä varten perustettiin työryhmä, jonka työssä ovat olleet edustettuina Fintraffic, FinnHEMS, sosiaali- ja terveysministeriö, puolustusministeriö, sisäministeriö, liikenne- ja viestintäministeriö, Puolustusvoimat, Ilmavoimat, Maavoimien ilmailu, Rajavartiolaitos ja Liikenne- ja viestintävirasto Traficom.

Selvityshanketta ohjaava ohjausryhmä hyväksyi selvitystä koskevan projektisuunnitelman 27.10.2020. Projektisuunnitelmaa valmisteltaessa ohjausryhmä kuuli sidosryhmäkuulemisena seuraavia sidosryhmiä: Suomen Ilmailuliitto ry, Suomen Moottorilentäjien Liitto ry, RPAS Finland ry.

Projektisuunnitelman mukaisesti projektiryhmä keräsi tarvittavaa taustatietoa ja määritteli alustavasti matalalentoverkoston konseptia sekä tunnisti siihen vaikuttavia tekijöitä. Ensivaiheessa oli tarkoitus kuvata matalalentoverkoston konseptin eri toteutusvaihtoehtoja yleisellä tasolla riittävän kattavasti, jotta ohjausryhmä voi linjata, mihin vaihtoehtoon jatkossa keskitytään.

Selvitystyöstä julkaistiin 12.3.2021 työryhmän väliraportti. Väliraportti kuvasi matalalentoverkoston selvitystyön aikana tunnistettuja, hankkeeseen liittyviä keskeisiä tekijöitä sekä hankkeen mahdollisia kansallisia toteutusvaihtoehtoja. Tavoitteena oli kuvata vaihtoehtoja riittävällä kattavuudella kokonaiskuvan saamiseksi. Tämän perusteella oli edellytyksiä kuulla sidosryhmiä ja tehdä päätöksiä hankkeen jatkotarkastelusta. Tavoitteena on ollut myös tunnistaa hankkeen keskeiset hyödyt sekä mahdolliset kynnyskysymykset. Väliraportista järjestettiin lausuntokierros 22.3.-23.4.2021. Lausuntokierroksella väliraportista annettiin 19 lausuntoa. Lausunnot ovat nähtävillä Valtioneuvoston Hankkeet -sivustolla: <https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=LVM081:00/2020>.

Saaduissa lausunnoissa selvityshanketta ja matalalentoverkosta kannatettiin. Lausunnoista nousi toistuvasti esille kysymys reittiverkoston julkisuudesta, yhteensovittaminen miehittämättömän ilmailun kanssa sekä matalalentoverkoston vaikutukset valvomattomassa ilmatilassa muihin ilmatilankäyttäjiiin. Lausunnoissa tunnistettiin myös tuolloin valmistelussa olleiden ilmailulain muutosten vaikutus hankkeeseen. Lausunnoista ei ilmennyt yhtenäistä näkemystä rahoitusmalleista ja kustannusten jaosta.

Liikenne- ja viestintäministeriö järjesti 27.5.2021 matalalentoverkoston valmistelun sidosryhmätilaisuuden. Tilaisuus järjestettiin Teamsilla, ja siihen osallistui noin 50 osallistujaa. Tilaisuudessa esiteltiin hanketta ja siitä saatua lausuntopalautetta. Tilaisuus-

den alustuspuheenvuoroissa käsiteltiin muun muassa matalalentoverkoston hyödyntämistä lääkärihelikopteritoiminnassa, paikkatietoja ja GNSS-järjestelmiä sekä säätiedon tuottamista ja käyttöä matalalentotoiminnassa laite- ja järjestelmätoimittajan näkökulmasta. Järjestetyn sidosryhmätilaisuuden lisäksi työryhmä on käsitellyt sääpalvelun tuottamiseen liittyviä kysymyksiä yhteistyössä Ilmatieteen laitoksen kanssa. Tilaisuuden pöytäkirja ja esitysmateriaalit ovat nähtävillä Valtioneuvoston Hankkeet -sivustolla: <https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=LVM081:00/2020>.

Lausuntokierroksen ja saadun palautteen perusteella ohjausryhmä linjasi, mihin työryhmän väliraportissa eri toteutusmahdollisuuksiksi esitetyistä vaihtoehdoista selvitystyössä keskitytään ja kuinka lopullisessa selvityksessä suositeltaisiin nämä toteutettavaksi. Nämä vaihtoehdot ovat tarkemmin kuvattuna myöhemmin tässä selvityksessä.

## 4 Katsaus toteutuksiin Euroopassa

Matalalentoverkoston mahdollisia toteutustapoja arvioitaessa on laadittu katsaus yleiseurooppalaiseen tilanteeseen ja tutustuttu lähemmin muutamiin esimerkkitapauksiin. Näin on pystytty muodostamaan käsitys tyypillisistä toteutustavoista, näihin vaikuttaneista keskeisistä tekijöistä ja vakiintuneista käytännöistä.

Yhteenvedona voidaan todeta, että tiedossa olevissa toteutuksissa matalalentoverkoston reittisegmentit ovat lähtökohtaisesti julkaistu valtion ilmailukäsikirjan (AIP) ENR-osassa tai erillisellä julkaisutuotteella. Missään tiedossa olevista toteutuksista reittiverkostoa ei ole tarkoitettu yleisilmailun käyttöön, vaan toiminta on keskittynyt joko viranomaistoimintaan tai yksinomaan helikoptereilla tapahtuvaan toimintaan.

Yksinomaan helikopteritoimintaa varten tarkoitettujen PinS-lähestymismenetelmien (PinS, Point in Space) osalta on varsin yleinen käytäntö, että menetelmät ovat toimijakohtaisia yksityisiä menetelmiä, joita ei ole julkaistu ilmailutiedotusjärjestelmän kautta. Euroopasta löytyy kuitenkin useita esimerkkejä, joissa ainakin osa käytössä olevista PinS-lähestymismenetelmistä on julkaistu osana ilmailukäsikirjaa.

Seuraavassa on esimerkinomaisesti kuvattu lyhyesti muutamia toteutustapoja Euroopassa.

### Norja

Norjassa helikopteritoimintaa koskevat tiedot on julkaistu kattavasti erillisessä ilmailutiedotusjulkaisussa Avinor Helicopter Manual (<https://avinor.no/en/ais/AHM/>). Manuaalissa julkaistaan osittain myös ilmailukäsikirjassa julkaistuja nimenomaisesti helikopteritoimintaa koskevia tietoja. Lisäksi manuaalissa julkaistaan muun muassa matalalentoverkostoa koskevia tietoja ja helikoptereille tarkoitettuja lähestymismenetelmiä, joita ei ole ilmailukäsikirjassa.

Myös merelle sijoittuvia matalalentoreittejä on julkaistu ilmailukäsikirjan kohdassa ENR 3.4. Mantereelle sijoittuvat, pääasiassa Norsk Luftambulance -toimijan käytössä olevat reitit on julkaistu vain Helicopter Manual -palvelun kautta. Julkaistut matalalentoreitit on toteutettu soveltaen joko RNAV 5 tai RNP 1 -navigaatiopesifikaatiota. Julkaistun runkoreitin lisäksi Norsk Luftambulance on ottanut käyttöön omassa käytössään olevia RNP 0.3 -navigaatiopesifikaation mukaisia transiitoreittejä ja PinS -lähestymismenetelmiä LPV-minimiin (RNP APCH -navigaatiopesifikaation mukainen pystysuuntaisen suuntaopastuksen sisältävä lähestymismenetelmä).

Norjassa pääasiassa Norsk Luftambulancen käytössä ollut matalalentoverkosto on rakentunut asteittain vuodesta 2006 alkaen. Alussa toimijalla oli käytössään vain kolme yksittäistä PinS-lähestymismenetelmää LNAV-minimiin ja matalalentoverkostoa on kehitetty sen jälkeen. Matalalentoverkoston toteuttajaksi toiminnasta vastaava ministeriö valitsi Avinorin, joka pystyi vastaamaan myös verkoston suunnittelun koordinoinnista ATS-yksiköiden kanssa. Matalalentoverkosto julkaistiin aluksi AIP Supplement -julkaisulla ja siirrettiin myöhemmin edellä kuvattuun Helicopter Manual -palveluun.

Toiminnassa sekä valvotussa että valvomattomassa ilmatilassa Norsk Luftambulance käyttää viranomaisradioverkkoa lentotietojen välitykseen kaikille osallisille. Tällä hetkellä käyttäjänä on vain Norsk Luftambulance, mutta myös Norjan poliisi on aloittamassa toiminnan ja käyttää tällöin toiminnassaan samaa viranomaisradioverkkoa ja taajuuksia. Lisäksi käytössä on dispatch-keskus, joka vastaa tietojen välityksestä käyttäjien välillä. Mittarilentotoiminnan osalta lentäjät ilmoittavat etukäteen, missä ja milloin he aikovat käyttää menetelmiä ja noudattavat määritellyjä paikkailmoitusmenettelyjä normaalin lennonjohdon antaman palvelun lisäksi.

Käytössä on myös PinS NOTAM ja Hazard info -järjestelmät, joilla välitetään tietoa esimerkiksi tiedossa olevista vaikuttavista tilapäisistä esteistä tai muista toimintaan vaikuttavista tekijöistä. Tiedot saadaan käyttöön langattoman internetyhteyden tai dispatch-keskuksen kautta.

## Sveitsi

Sveitsi on julkaissut ilmailukäsikirjassa matalalentoverkostoa ja sen käyttöä koskevia tietoja. Kohdan ENR 1.1 mukaisesti reittien käytön edellytyksenä on erillinen kansallisen viranomaisen hyväksyntä. Toiminnassa edellytetään EGNOS-järjestelmän käyttöä. Reitit on julkaistu soveltaen RNP 0.3 -navigaation spesifikaatiota. Kaikki reittisegmentit ovat valvotussa ilmatilassa ja ATC-palvelun piirissä.

Lentojen hetkittäistä määrää reiteillä rajoitetaan tarvittaessa, minkä vuoksi aiottua lentoa varten tarvittavaa aikaikkunaa pyydetään lennonjohdolta. Hyväksyntä vaaditaan ennen lennon suorittamista. Varaukset jaetaan pyyntöjen saapumisjärjestyksessä. Lennoille vaaditaan normaali IFR-lentosuunnitelma ja lentoonlähtöpaikan vastaava lennonjohtoyksikkö antaa reittiselvityksen matalalentoverkoston. Lennonjohto antaa myös käytettävän QNH-ilmanpaine tiedon. Matalalentoverkosto on käytettävissä vain rajattuina kellonaikoina. Rajauksesta huolimatta joillekin toimijoille on myönnetty mahdollisuus toimia verkossa myös muina aikoina.

## Italia

Italiassa on meneillään hanke laajemman matalalentoverkoston ja siihen liittyvien PinS-menetelmien käyttöönottamiseksi. Ilmailukäsikirjassa on kohdassa ENR 3.4 julkaistu tällä hetkellä yksi reitti. Reitti edellyttää EGNOS-järjestelmän käyttöä ja perustuu RNP 2 -navigaationspesifikaatioon.

Alustavien tietojen mukaan tavoitteena on julkaista reittiverkosto ja siihen liittyvät PinS-menetelmät ilmailukäsikirjassa, mutta ainakin alkuvaiheessa niiden käyttö rajataan vain viranomaistoimintaan.

Ilmailukäsikirjassa on erikseen julkaistu valvomatonta ilmatilaa koskien huomautus siitä, että valvomattomaan ilmatilaan julkaistu reitti on tarkoitettu tukemaan aiottua toimintaa, eikä se millään tavoin muuta lentotoimintaa ilmatilaluokassa G koskevia vaatimuksia tai palvelua.

## Ruotsi

Ruotsissa ei tällä hetkellä ole ilmailukäsikirjassa julkaistuja matalalentoreittejä tai PinS-menetelmiä. Meneillään on REACH-projekti, jossa tavoitellaan matalalentoreittien ja PinS-menetelmien käyttöönottoa.

## Ranska

Ranskassa ei toistaiseksi ole lainkaan julkaistuja matalalentoreittejä, mutta käyttöönottoprojekti on meneillään. Tavoitteena on julkaista reitit ilmailukäsikirjan kohdassa ENR 3.4. Käyttöönotto on viivästynyt. Yhtenä syynä siihen on pidetty käyttöönottovaiheessa laajuudeltaan liian mittaviksi määritellyjä tavoitteita. Asteittain etenemällä toiminnan käynnistäminen olisi saattanut olla mahdollista jo aiemmin.

Ranska on luokitellut AIP:n AD 2 -osassa lentopaikat siten, että siviililentopaikat on erikseen ryhmitelty:

- lentopaikkoihin, joilla on IFR-menetelmiä ja
- VFR-lentopaikkoihin, joilla on IFR-menetelmiä helikoptereita varten

Jälkimmäisenä mainitussa ryhmässä on tällä hetkellä julkaistu tietoja yhden lentopaikan osalta sisältäen PinS -lähestymismenetelmät helikoptereille kahdesta suunnasta.

## 5 Konseptin yleinen määrittely ja toteutusvaihtoehdot

### 5.1 Tunnistetut käyttäjätarpeet

Ennen projektin asettamista tehdyn alustavan määrittelyn perusteella reittiverkosto olisi valtakunnallinen runkoverkko, joka tukee kaikkia viranomaistoimijoita kattavaa lääkärihelikopteripalvelun, sotilasilmailun ja rajavalvonnan. Reittiverkoston olisi tarpeellista kattaa kaikki nykyiset lentoasemat, osa valvomattomista lentopaikoista, muita mahdollisia tarpeelliseksi nähtyjä kohteita sekä erikseen määrätyt Puolustusvoimien varalaskupaikat. Reittiverkosto muodostuisi runkoreiteistä, joista voidaan liittyä lentopaikkojen lähestymismenetelmiin.

Matalalentoverkostolla saavutettavina hyötyinä on tunnistettu muun muassa seuraavia:

- Positiivinen vaikutus yleisesti valtakunnalliseen valmiuteen ja turvallisuusinfraan.
- Mahdollisuus turvalliseen ja joustavaan mittarilentämiseen matalalla korkeudella, mikä lisää kaikkien viranomaisten suorituskykyä lakisääteisten tehtävien hoitamisessa. Suunnittelu helpottuu. Mahdollistetaan joustava mittari-/näkölentotoiminta (IFR/VFR) sääolojen mukaan.
- Pelastuspalvelun ja ensihoitopalvelun vasteaikojen nopeutuminen Hätäkeskuslaitoksen välittämässä hälytystehtävissä.
- Sotilasilmailun toimintaedellytysten turvaaminen kasvattamalla ajallisesti, alueellisesti ja menetelmällisesti IMC-navigointi- ja lähestymispalveluita Suomen alueella.
- Nykyisin valvomattomassa ilmatilassa toimitaan koko valtakunnan alueelle julkaistujen ruutukorkeuksien mukaisesti. Erillinen reittiverkosto mahdollistaa paikoitellen alemmat turvalliset lentokorkeudet ja on huomattavasti helpompi ja joustavampi käyttää.

Näiden lisäksi on tunnistettu yleisilmailun kiinnostus mittarilentotoimintaan valvomattomilla lentopaikoilla, mikä edellyttäisi soveltuvien mittarilähestymismenetelmien käyttöönottoa. Käytännössä tämä tarkoittaisi yksinomaan GNSS-järjestelmän käyttöön perustuvia RNP-lähestymismenetelmiä. Tältä osin tunnistettu tarve olisi nimenomaan lähestymismenetelmille eikä erityisesti viranomaistoiminnoissa tarvittavalle reittiverkostolle.

## 5.2 Matalalentoverkoston yleiskuvaus

Matalalentoverkosto koostuisi kahdesta toisiinsa liittyvästä kokonaisuudesta:

- **Reittiverkosto** koko valtakunnan alueella. Reittiverkosto jakautuisi segmentteihin ja kukin segmentti sisältäisi alku- ja loppupisteen sekä minimikorkeuden huomioiden rakennetut esteet ja maaston. Suunnistus reitillä tapahtuisi GNSS-vastaanottimen avulla eikä uusia maalaitteita tarvittaisi toiminnan mahdollistamiseen tai tukemiseen.
- **Lähestymismenetelmät** valituille lentopaikoille. Nämä voisivat käsittää mittarilähestymismenetelmiä:
  - valvomattomille lentopaikoille sekä liittymisen lähestymismenetelmään runkoverkosta tai alueellisten minimikorkeuksien yläpuolelta. Lähestymismenetelmät perustuisivat GNSS-järjestelmän käyttöön, eikä uusia maalaitteita tarvittaisi toiminnan mahdollistamiseen tai tukemiseen. Sovellettava navigaatiospesifikaatio lähestymismenetelmille on Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön (International Civil Aviation Organisation, ICAO) PBN-konseptin määritelmän mukaisesti yksinomaan GNSS-järjestelmän käyttöön perustuva RNP APCH.
  - muille mahdollisesti tarkoituksenmukaisiksi katsottaville paikoille, kuten valituille maantieteellisille kohteille tai kohteille merialueella, sekä liittymisen lähestymismenetelmään runkoverkosta. Lähestymismenetelmät perustuisivat GNSS-järjestelmän käyttöön, eikä uusia maalaitteita tarvittaisi toiminnan mahdollistamiseen tai tukemiseen. Sovellettava navigaatiospesifikaatio lähestymismenetelmille olisi RNP APCH.
  - liittymisen valittuihin olemassa oleviin mittarilähestymismenetelmiin tukikohtalentoasemilla.
  - valituille varalaskupaikoille, sekä liittymisen lähestymismenetelmään runkoverkosta tai alueellisten minimikorkeuksien yläpuolelta. Lähestymismenetelmät perustuisivat GNSS-järjestelmän käyttöön, eikä uusia maalaitteita tarvittaisi toiminnan mahdollistamiseen tai tukemiseen. Sovellettava navigaatiospesifikaatio lähestymismenetelmille olisi RNP APCH.

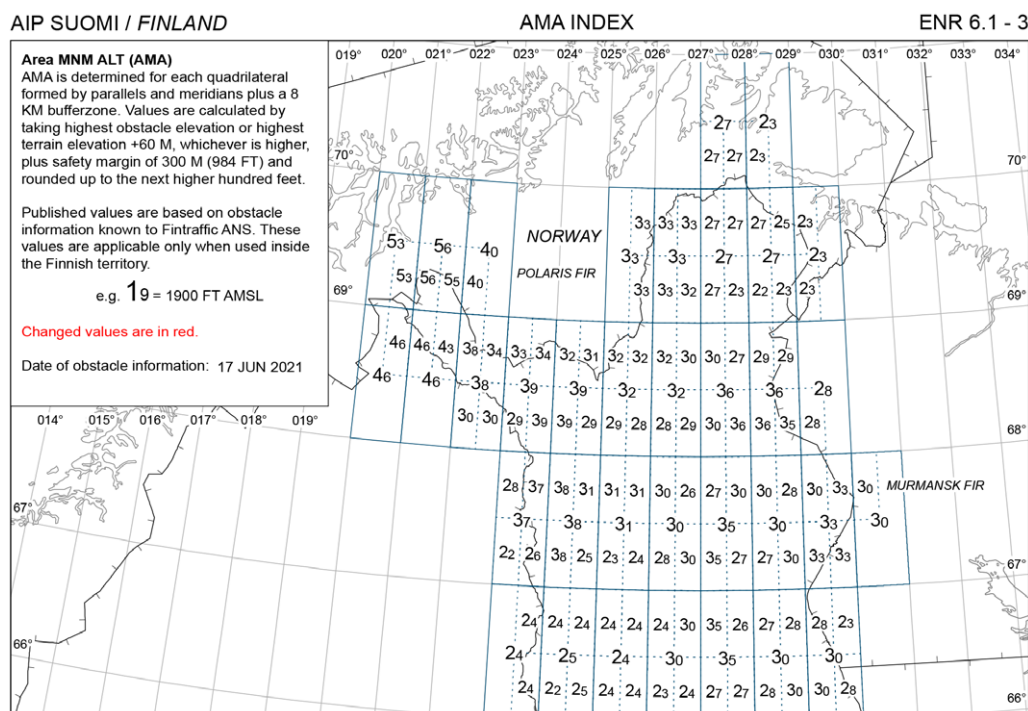
Reittiverkoston alimpaan mahdolliseen lentokorkeuteen vaikuttavat käytettävissä olevat tiedot lentoesteistä ja maanpinnan korkeuksista. Puutteet näissä tiedoissa rajoittavat reittiverkoston tarkempaa määrittelyä. Matalalentoverkostolla tavoiteltavien hyötyjen näkökulmasta olisi reittiverkosto suunniteltava mahdollisimman matalalle.

Nykytilanteessa alueellisina minimikorkeuksina on käytävissä niin kutsutut AMA-korkeudet (Area Minimum Altitude), jotka julkaistaan ilmailukäsikirjassa. Esimerkki tällaisista korkeuksista on esitetty kuvassa 1. Vastaavalla tavalla estevaran varmistavina minimikorkeuksina on sovellettavissa myös lentomenetelmiin liittyvät minimisektorikorkeudet (MSA). Reittiverkostolla mahdollistetaan tapauskohtaisesti vaikuttavien esteiden tarkempi huomiointi, jolloin reittisegmentti-kohtainen minimikorkeus voi olla alempi kuin alueellinen minimikorkeus. Hyödyt tästä korostuvat erityisesti helikopteritoiminnassa.

Matalalentoverkostolla ja siihen kuuluvilla lähestymismenetelmillä mahdollistettaisiin valvomattomien lentopaikkojen ja muiden mahdollisten kohteiden saavutettavuus myös näkö- ja sääolosuhteita huonommissa sääolosuhteissa.

Projektin työryhmä on projektisuunnitelman mukaisesti kerännyt tarvittavaa taustatietoa ja määritellyt alustavasti matalalentoverkoston konseptia siltä osin, että kokonaisuuteen vaikuttavat tekijät tunnistetaan riittävän kattavasti. Näiltä osin konseptia on kuvattu edempänä tässä dokumentissa. Tämän pohjalta oli myös mahdollista kuvata päätöksentekoa varten konseptin eri toteutusvaihtoehdot yleisellä tasolla.

**Kuva 1.** Esimerkki minimaluekorkeuksista, jotka ovat julkaistu ilmailukäsikirjassa.





Matalalentoverkoston toteutustavan osalta työryhmä tunnisti erilaisia vaihtoehtoja, jotka määrittävät mahdollisten käyttäjäryhmien kautta kahdella eri tapaa:

1. Olisiko verkosto suunniteltu:
  - a) vain viranomaiskäyttöön,
  - b) avoimeksi erilaisille käyttäjäryhmille, taikka
  - c) näiden yhdistelmällä siten, että osa kohteista olisi kaikille avoimia ja osa rajoitettu vain tietyille toimijoille.
2. Lisäksi olisi määriteltävä, suunnitellaanko verkosto käytettäväksi:
  - a) yksinomaan helikoptereilla vai
  - b) sekä helikoptereilla että lentokoneilla.

Lisäksi huomioitiin, että joiltakin osin soveltuvimmat ratkaisut saattavat muodostua reittiverkoston ja siihen liittyvien lähestymismenetelmien osalta keskenään erilaisiksi. Tästä syystä verkoston muodostava reittiverkosto ja toisaalta siihen liittyvät lähestymismenetelmät tulee konseptissa käsitellä erillisinä osatekijöinä.

Lausuntokierroksella saadun palautteen perusteella ohjausryhmä linjasi, että selvityksessä suositeltaisiin verkoston rajaamista aluksi vain viranomaiskäyttöön tai siihen tässä yhteydessä verrattavaan käyttöön. Myöhemmin tarkasteltaisiin mahdollisuutta avata verkosto myös muiden käyttäjäryhmien käytettäväksi. Reittiverkoston käyttö suositellaan rajattavaksi ainoastaan helikopterikalustolle.

## 5.3 Verkoston avoin käyttö, rajaus viranomaiskäyttöön tai näiden yhdistelmä

Matalalentoverkoston käyttöä voidaan arvioida operatiiviselta kannalta siten, että käyttäjämäärien kasvaessa lisääntyisi myös tarve keinoille hallita liikennettä ja lisätä tilan-  
netietoisuutta reittiä käyttävien ilma-alusten välillä.

Työryhmän käsityksen mukaan olisi tarkoituksenmukaista aloittaa toiminta rajaamalla reittiverkoston kuuluvien matalalentoreittiosuuksien käyttö ainoastaan viranomaiskäyttöön. Ohjausryhmä piti tärkeänä, ettei viranomaistoimintaa tulkittaisi tässä yhteydessä suppeasti vaan siihen rinnastettaisiin viranomaisluontoinen toiminta siten, että käsite kattaisi myös FinnHEMS:n toiminnan sen lentokoulutustoiminta sekä muut pelastus- ja etsintäpalvelut mukaan lukien. Reittiverkoston käytön rajaaminen ainoastaan viranomaiskäyttöön vaikuttaa tarkoituksenmukaisten operatiivisten toimintamallien määrittelyyn. Työryhmän arvion mukaan muiden kuin viranomaiskäyttäjien tarve reittiverkoston käyttöön on vähäinen. Työryhmän tiedossa ei ole vastaavaa reittiverkostoa, joka olisi tarkoitettu yleisilmailun käyttöön.

Lähestymismenetelmien osalta määriteltäisiin erikseen yksinomaan viranomaiskäyttöön tarkoitetut lähestymismenetelmät, sekä mahdollisesti valituille lentopaikoille toteutettaisiin avoimesti käytettävissä olevia mittarilähestymismenetelmiä.

## 5.4 Verkoston asteittainen rakentuminen

Suurimmat toiminnalliset hyödyt matalalentoverkostosta saadaan sen ollessa valtakunnallisesti kattava. Laajan kokonaisuuden toteuttaminen kerralla on kuitenkin haastavaa ja pidentäisi merkittävästi mahdollista käyttöönottoaikataulua. Asteittainen toteuttaminen olisi todennäköisesti nopeampi tapa saada tärkeimmät reittiosuudet ja menetelmät käyttöön. Toisaalta asteittainen käyttöönotto antaisi myös mahdollisuuden hyödyntää alkuvaiheen käyttökokemuksia osana jatkosuunnittelua. Ohjausryhmän linjauksen mukaisesti selvityksessä suositellaan matalalentoverkoston toteuttamista asteittain sekä reittiverkoston että lähestymismenetelmien osalta.

Viranomaiskäyttäjien tunnistamat prioriteetit huomioiden on määriteltävissä runkoverkoston toteutuksen ensimmäisen vaiheen tarpeita maantieteellisen sijoittumisen osalta. Tässä keskityttäisiin erityisesti tukikohtien ja tärkeimpien toimintaan liittyvien kohteiden välisiin reittisegmentteihin sekä näiden varrelle sijoittuviin lentopaikkoihin. Tavoiteltu lopullinen käytettävyytystaso rakentuisi myöhemmin verkostoa asteittain kasvattamalla.

Seuraavassa on arvioitu tarkemmin, miten verkoston asteittainen rakentuminen voitaisiin käynnistää. Työryhmä on pyrkinyt tunnistamaan runkoverkoston ja siihen liittyvien lähestymismenetelmien kokonaisuuden, joka parhaiten palvelisi käyttäjien alkuvaiheen tarpeita asteittaisen toteuttamisen ensimmäisenä vaiheena, mikäli matalalentoverkosto päätetään perustaa.

Tässä vaiheessa ei ollut vielä mahdollista määritellä kriteereitä, joiden täytyessä verkoston käyttöä voidaan laajentaa myös muille ilmatilankäyttäjille. Oletettavasti käyttökokemuksen myötä sekä vastaavien hankkeiden yleistyessä Euroopassa, tunnustetaan kriteerit ja pystytään määrittelemään kaikkia ilmatilankäyttäjiä palveleva konsepti.

Mikäli hankkeessa päädytään etenemään käyttöönottovaiheeseen ja verkoston toteuttaminen käynnistyisi asteittain, valtiolliset toimijat tunnistivat seuraavia verkoston osia ensisijaisiksi toteuttaa ensimmäisessä vaiheessa. Näille osille on tunnistettu selkeä tarve ja niistä saataisiin käyttökokemuksia, jotka edesauttaisivat verkoston myöhempiä laajennusta. Nämä reitit muodostaisivat matalalentoverkoston toiminnallisen kokonaisuuden ja pitkät etäisyydet puoltaisivat IFR-operointia. Lähestymismenetelminä käytettäisiin lentokenttien olemassa olevia menetelmiä.

FinnHEMS:n osalta pohjoisten reittien tarve syntyy siitä, että Oulun yliopistolliseen keskussairaalaan kuljetetaan usein potilaita. Seinäjoen tukikohta avataan vuonna 2022. Oletettavasti kyseinen tukikohta tulee suorittamaan enemmän potilassiirtoja suhteessa muihin tukikohtiin. Tästä tulee tarve matalalentoreitille välillä Pirkkala – Seinäjoki – Oulu. Näiden jälkeen FinnHEMS:n toiminnasta ilman matalalentoverkosta jäisivät kuitenkin vielä Etelä-Suomen tukikohdat. Verkostoa voitaisiin laajentaa näihin, kun muualta on kertynyt käyttökokemuksia.

Siten FinnHEMS:n toiminnan kannalta tunnistettiin ensimmäisen vaiheen osalta seuraavia reittisegmenttejä:

- Rovaniemi – Ivalo
- Rovaniemi – Kittilä – (Enontekiö)
- Rovaniemi – Oulu
- Oulu – Kuusamo
- Oulu – Seinäjoki
- Tampere-Pirkkala – Halli – Jyväskylä
- Tampere-Pirkkala – Seinäjoki

Puolustusvoimien ilmailla tukisivat puolestaan erityisesti seuraavat matalalentoverkoston reittiosuudet:

- Jyväskylä – Oulu
- Kajaani – Rovaniemi
- Rovaniemi – Ivalo
- Jyväskylä – Savonlinna
- Utti – Turku
- Utti – Jyväskylä

sekä näihin liittyen lähestymismenetelmät erityisesti seuraaville lentopaikoille:

- Pyhäjärvi
- Pudasjärvi
- Sodankylä
- Varkaus
- Hyvinkää
- Ylivieska
- Selänpää
- Jämi

ja varalaskupaikoille:

- Jokioinen
- Virttaa
- Lusi
- Vieremä
- Hosio

Rajavartiolaitos tunnisti toimintansa kannalta erityisesti seuraavat matalalentoverkoston reittiosuudet:

- Helsinki-Vantaa – Turku
- Helsinki-Vantaa – Tampere
- Turku – Maarianhamina
- Turku – Tampere-Pirkkala
- Rovaniemi – Kemi
- Rovaniemi – Oulu
- Rovaniemi – Kittilä
- Rovaniemi – Ivalo
- Rovaniemi – Kajaani
- Rovaniemi – Kuusamo

Nämä valtiollisten toimijoiden tunnistamat ensivaiheen mahdolliset tarpeet yhdistämällä on muodostunut kokonaisuus, johon kuuluu 20 reittisegmenttiä ja lähestymismenetelmät käsittäen 8 lentopaikkaa ja 5 varalaskupaikkaa. Kattavuudeltaan ensivaiheen verkosto kattaisi noin 40 % tässä vaiheessa tunnistetusta koko valtakunnan laajuisesta verkostosta.

Runkoreitit, 20 reittiosuutta:

- Maarianhamina – Turku
- Turku – Helsinki-Vantaa
- Turku – Tampere-Pirkkala
- Turku – Utti
- Utti – Jyväskylä
- Helsinki-Vantaa – Tampere-Pirkkala
- Tampere-Pirkkala – Seinäjoki
- Tampere-Pirkkala – Halli
- Halli – Jyväskylä
- Jyväskylä – Savonlinna
- Jyväskylä – Oulu
- Seinäjoki – Oulu
- Oulu – Kuusamo

- Oulu – Rovaniemi
- Rovaniemi – Kemi
- Rovaniemi – Kajaani
- Rovaniemi – Ivalo
- Rovaniemi – Kittilä
- Rovaniemi – Kuusamo
- Kittilä – Enontekiö

Tämä mahdollinen asteittaisen käyttöönoton ensimmäisen vaiheen runkoreittiverkosto on esitetty kuvassa 2. Kuvassa reittisegmentit on suuntaa-antavasti esitetty suorina viivoina lentopaikalta toiselle. Reittisegmenttien tarkempi sijoittuminen määräytyy vasta käyttöönottovaiheen yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa.



## 5.5 Skenaariot

Työryhmä tarkasteli seuraavia skenaarioita edellä kuvatulla tavalla arvioiden:

### REITTIVERKOSTO

- Reitit käytettävissä yksinomaan helikoptereille
- Reitit käytettävissä myös lentokoneille

Lausuntokierroksen ja saadun palautteen perusteella ohjausryhmä linjasi, että selvityksessä suositeltaisiin reittiverkoston käytön rajaamista ainoastaan helikopterikalustolle.

### LÄHESTYMISSMENETELMÄT

- Reittiverkostoon liitetyt julkaistut, yksinomaan helikoptereille tarkoitetut PinS-lähestymismenetelmät valituille lentopaikoille
- Reittiverkostoon liitetyt, julkaistut RNP-lähestymismenetelmät valituille lentopaikoille
- Reittiverkostoon liitetyt, mutta ei ilmailutiedotusjärjestelmän kautta julkaistut RNP-lähestymismenetelmät varalaskupaikoille ja muille lentopaikoille
- Liittyminen reittiverkostosta tukikohtalentoasemien olemassa oleviin lähestymismenetelmiin

Lausuntokierroksen ja saadun palautteen perusteella selvityksessä suositellaan lähestymismenetelmien suunnittelemista tapauskohtaisen tarpeen mukaan joko yksinomaan helikopterikalustolle, tai sekä helikopterikalustolle että kiinteäsiipisille ilmaaluksille. Verkostoon kuuluvien lähestymismenetelmien julkaiseminen ratkaistaisiin tapauskohtaisesti käyttäjien tarpeet ja vaatimukset sekä tekniset reunaehdot huomioon ottaen.

Eräänä käyttötilanteena jää tapauskohtaisesti arvioitavaksi, voidaanko joillakin laskeutumipaikoilla tukeutua toisen lähellä olevan lentopaikan tai lentoaseman lähestymismenetelmiin ja jatkaa pilvenläpäisyn jälkeen näkölentosäännöin laskuun, vai onko tarkoituksenmukaisempaa ottaa käyttöön erillinen lähestymismenetelmä.

## 6 GNSS

### 6.1 GNSS-järjestelmävaatimukset

Matalalentoverkoston suunnittelulähtökohtana on, että navigointi perustuu yksinomaan satelliittisuunnistukseen eli GNSS-järjestelmän käyttöön, eikä edellytä erillistä maalaiteinfrastruktuuria. Poikkeustilanteiden varautumismenetelmänä on toiminnassa mahdollista tukeutua käytettävissä oleviin maassa sijaitseviin navigointilaitteisiin siinä määrin kuin normaalitoiminnassa matalalentoverkoston ulkopuolella muutoinkin tehtäisiin. Matalalentoverkoston käyttöönotto ei tältä osin aseta lisävaatimuksia maalaiteinfrastruktuurille.

Sekä reittiverkoston että PinS-lähestymismenetelmien ja RNP-lähestymismenetelmien suunnittelulähtökohtana on, että toiminta perustuu yksinomaan GNSS-järjestelmän käyttöön. GNSS-järjestelmiä koskevat vaatimukset riippuvat sovellettavaksi valittavasta navigaatioespesifikaatiosta ja lähestymismenetelmien osalta pystyopastuksen tarpeesta menetelmissä. Nämä taas osaltaan riippuvat ilma-alusten valmiuksista toimia valitun navigaatioespesifikaation mukaisesti ja vaikuttavat sitä kautta menetelmien käytettävyyteen.

GPS-konstellaatio tuottaa riittävän suorituskyvyn navigaatioespesifikaatioiden RNP 1, RNAV 1 tai RNAV 5 mukaista toimintaa varten sekä PinS-lähestymismenetelmien eitarckkuuslähestymismenetelmille (LNAV). Mikäli ilma-aluksessa on käytössä Satellite Based Augmentation System (SBAS) -vastaanotin, se yleensä käyttää paikannuksessa lisäksi SBAS-järjestelmää, vaikka järjestelmän käyttöä ei olisi erityisesti edellytetty. Olettaessa käyttöön PinS-lähestymismenetelmiä LPV-minimiin tai RNP 0.3 navigaatioespesifikaatioon perustuvia matalalentoreittejä, toiminta edellyttää SBAS-järjestelmän käyttöä. Euroopassa käytettävissä oleva SBAS-järjestelmä on nimeltään European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS).

EGNOS-järjestelmän palveluntarjoaja sekä kyseistä palveluntarjontaa valvova viranomaisomainen edellyttävät sen käytöstä sopimisesta niin kutsutulla EWA-sopimuksella (EGNOS Working Agreement). Sopimuksella sovitaan esimerkiksi palvelukatkoksista ilmoittamiseen liittyvistä menettelytavoista sisällyttämällä käytettävät lentopaikat EGNOS NOTAM -palvelun piiriin. EGNOS NOTAM -palvelulla tiedotetaan ilmailijoita ennustetuista katkoksista, jotka voivat vaikuttaa toimintaan kyseisellä lentopaikalla. Fintrafficilla on EWA-sopimus koskien lentoasemia, joilla Fintraffic on ilmailiikennepalvelun tarjoaja. Fintrafficin EWA-sopimus ei kuitenkaan ulotu valvomattomaan ilmaan tai valvomattomille lentopaikoille. Muissa Euroopan maissa tällaisissa tilanteissa



sopimusosapuolina on yleensä ollut tilanteesta riippuen joko lentotoiminnan harjoittaja tai lentopaikan pitäjä.

Esimerkiksi Norjassa sekä Norsk Luftambulanse että Norjan poliisi ovat molemmat solmineet oman EWA-sopimuksen ESSP:n kanssa. Tiedossa on, että EWA-sopimuksen ovat solmineet myös esimerkiksi Alankomaiden ja Tsekin tasavallan ilmavoimat ja sopimuksesta ovat parhaillaan neuvottelemassa mm. Itävallan ilmavoimat ja Unkarin sotilaslennonjohtopalvelun tarjoaja.

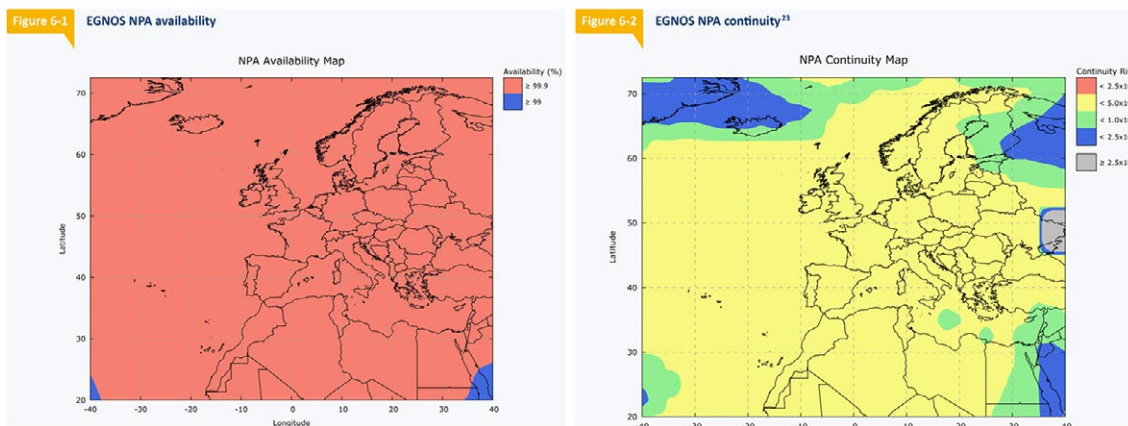
## 6.2 GNSS-suorituskyky ja sen todentaminen

GNSS-järjestelmältä edellytettävä suorituskyky riippuu lennon vaiheesta ja lähestymismenetelmien osalta siitä, tarjoaako lähestymismenetelmä myös korkeussuuntaista suuntaopastusta, vai onko kyseessä pelkästään vaakasuuntaista suuntaopastusta tarjoava ei-tarkkuuslähestymismenetelmä. Korkeussuuntaista suuntaopastusta tarjoavaa lähestymismenetelmää kutsutaan tässä RNP-lähestymismenetelmäksi LPV-minimiin.

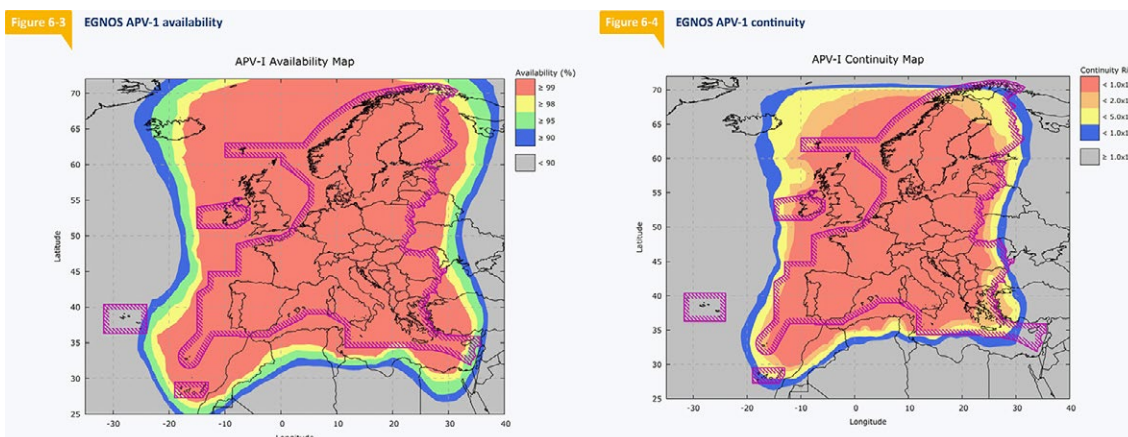
Reittivaiheen ja ei-tarkkuuslähestymisten osalta sekä GPS-järjestelmän että EGNOS-järjestelmän käytettävyyden alue kattaa koko Suomen alueen. Reittivaiheessa ja ei-tarkkuuslähestymisten osalta GPS-järjestelmä toimisi myös vastaanottimen toimintalogiikan mukaisena varajärjestelmänä tilanteissa, joissa EGNOS-palvelu ei olisi käytettävissä. Ilmailussa käytettävän EGNOS Safety of Life (SoL) -palvelun palvelukuvauksessa julkaistu alueellinen saatavuus ja palvelun jatkuvuusriski on esitetty kuvassa 3.

RNP-lähestymismenetelmä LPV-minimiin edellyttää käytännössä EGNOS-järjestelmän käyttöä. Tältä osin kyseeseen tulee kaksi vaihtoehtoista palvelutasoa, joita kutsutaan nimillä APV-1 ja LPV200. Näistä ainoastaan APV-1 on matalalentoverkoston kannalta relevantti. LPV200 on tarkoituksenmukainen tavoiteltaessa kategorian 1 mukaista tarkkuuslähestymistä, joka asettaa vastaavan tasoisia vaatimuksia myös käytettävälle kiitotielle. EGNOS SoL-palvelun palvelukuvauksessa julkaistut palvelutason APV-1 alueellinen saatavuus ja palvelun jatkuvuusriski on esitetty kuvassa 4. Palvelun saatavuusalue kattaa pääpiirteittäin koko Suomen alueen. Palvelun jatkuvuusriski on kuitenkin merkittävästi keskeistä Eurooppaa suurempi, jolloin todennäköisyys hetkellisille häiriöille palvelun käytettävyydessä on suurempi.

**Kuva 3.** EGNOS SoL-palvelun palvelukuvauksessa<sup>1</sup> julkaistu alueellinen saatavuus ja palvelun jatkuvuusriski ei-tarkkuuslähestymismenetelmiä ja reittivaihetta varten.



**Kuva 4.** EGNOS SoL-palvelun palvelukuvauksessa<sup>2</sup> julkaistu alueellinen saatavuus ja palvelun jatkuvuusriski APV-1-kriteereiden mukaisia lähestymismenetelmiä varten.



Maanmittauslaitos ylläpitää GNSS Finland -palvelua<sup>3</sup>, joka näyttää eri satelliittipaikannusjärjestelmien hetkellisen käytettävyytilanteen Suomen alueella (kuva 5). Palvelu perustuu Maanmittauslaitoksen ylläpitämien Finnref GNSS -tukiasemien reaaliaikaisiin

<sup>1</sup> EGNOS Safety of Life (SoL) Service Definition Document, Issue 3.4. European GNSS Agency, 26.4.2021. [https://egnos-user-support.essp-sas.eu/new\\_egnos\\_ops/sites/default/files/documents/egnos\\_sol\\_sdd\\_in\\_force.pdf](https://egnos-user-support.essp-sas.eu/new_egnos_ops/sites/default/files/documents/egnos_sol_sdd_in_force.pdf)

<sup>2</sup> EGNOS Safety of Life (SoL) Service Definition Document, Issue 3.4. European GNSS Agency, 26.4.2021. [https://egnos-user-support.essp-sas.eu/new\\_egnos\\_ops/sites/default/files/documents/egnos\\_sol\\_sdd\\_in\\_force.pdf](https://egnos-user-support.essp-sas.eu/new_egnos_ops/sites/default/files/documents/egnos_sol_sdd_in_force.pdf)

<sup>3</sup> <https://gnss-finland.nls.fi/>



Paikannustiedon luotettavuuden varmistaminen perustuu vastaanottimien toiminnallisuuksiin. GPS-järjestelmää käyttävät vastaanottimet soveltavat nk. RAIM-algoritmeja (RAIM, Receiver Autonomous Integrity Monitoring) itsenäiseen paikannustiedon luotettavuuden varmistamiseen. SBAS-vastaanottimet vastaavasti soveltavat logiikkaa, jossa hetkellistä paikannusratkaisua verrataan tilannetta varten määriteltyyn hälytysrajaan. Mikäli vastaanotin ei kykene varmistamaan paikannustiedon luotettavuutta, antaa vastaanotin siitä tiedon lentäjälle.

Käyttäjät määrittelevät omaa toimintaansa koskevat vaatimukset lennon suunnittelun yhteydessä tai ennen lentoa tehtäville varmistuksille, joilla ennakoidaan mahdollisia RAIM-aukkoja tai katkoksia SBAS-palvelussa. Tähän on käytettävissä myös avioniikkajärjestelmien toiminnallisuuksia.

Suomessa lentoasemat ovat tällä hetkellä GPS RAIM NOTAM -palvelun piirissä. Palvelu tuottaa laskennalliseen ennusteeseen perustuen tietoa mahdollisista RAIM-aukoista, jonka aikana GPS-järjestelmän käyttö mittarilähestymiseen ei välttämättä onnistu. Todellinen käytettävyytilanne riippuu kuitenkin useista eri tekijöistä, jolloin toiminta saattaa ennustetusta katkoksesta huolimatta olla mahdollista. Ennustetuista RAIM-katkoksista julkaistaan lentoasemakohtainen tieto ilmailijoille NOTAM -palvelun kautta.

Matalalentoverkoston osalta tulee arvioitavaksi tarkoituksenmukainen tapa tukea lennonvalmistelun aikana tehtäväksi tarkoitettua arviointia mahdollisista RAIM-aukoista. Lentoasemille tarjottavan NOTAM-palvelun ulottaminen kaikille matalalentoverkostoon liittyville lentopaikoille ei välttämättä ole tarkoituksenmukaista. Palvelun kautta ei myöskään ole mahdollista tuottaa reittisegmenttikohtaisia ennusteita.

Eurocontrol tarjoaa RAIM-ennustelaskentaa ylläpitämässään AUGUR-palvelussa. Palvelu on vapaasti käytettävissä internetsivuilla olevan käyttöliittymän kautta. Palvelua kehitetään jatkuvasti ja kesän 2021 aikana siihen ollaan liittämässä REST API -rajapintaa, jonka kautta sovelluskehittäjät voisivat liittää RAIM-ennustekyselyjä kehittämiinsä palveluihin. Tämä voisi tarjota uudenlaisia mahdollisuuksia kehittää käyttäjien kannalta tarkoituksenmukaisia työvälineitä lennonvalmistelua varten.

Otettaessa käyttöön RNP-lähestymismenetelmiä LPV-minimiin, olisi lentopaikka liitettävä EGNOS NOTAM -palvelun piiriin. Tämän palvelun kautta lentäjä saisi tiedon ennustetuista EGNOS-järjestelmän käytettävyyteen vaikuttavista palvelukatkoksisista. Vastaavan palvelun piiriin on tällä hetkellä liitetty lentoasemat, joilla on otettu käyttöön EGNOS-järjestelmän käyttöä edellyttäviä RNP-lähestymismenetelmiä LPV-minimiin.

## 6.3 GNSS-häiriöihin ja –häirintään varautuminen

Laskennallisten käytettävyyssennusteiden avulla GNSS-järjestelmän satelliittikonstel-laatioon kuuluvien satelliittien etukäteen suunniteltujen tai tiedossa olevien käytettä-vyysskatkosten vaikutukset on mahdollista huomioida ennalta. Näissä ennusteissa ei kuitenkaan ole mahdollista huomioida yllättäen tapahtuvia muutoksia tai paikallisia häiriötekijöitä.

Ilmatieteen laitos vastaa PECASUS-konsortiossa globaalin avaruussäätokeskuksen operatiivisesta toiminnasta ja avaruussäätöpalvelun tuottamisesta. Avaruussäätiedot-teita (space weather advisory) laaditaan lähiavaruuden häiriöiden ylittäessä Kansain-välisen siviili-ilmailujärjestö ICAO:n asettamat raja-arvot. Tiedote sisältää tiedot ava-ruusmyrskyn voimakkuudesta ja vaikutusalueesta maapallolla. Avaruussäätiedote jul-kaistaan, kun auringon arvioidaan aiheuttavan kohtalaisia tai vakavia häiriöitä satelliit-tipaikannukseen tai muihin vaikutuspiirissä oleviin toimintoihin. Ilmailun toimijoiden tu-lee kuitenkin itse arvioida avaruussään ja -tiedotteiden vaikutus omaan toimintaansa.

Yleisellä tasolla ilmailun keinoja GNSS-häiriöihin varautumiseksi on kuvattu Liikenne- ja viestintäviraston julkaisemassa ilmailun navigaatio- ja valvontalaitestrategiassa.

Satelliittijärjestelmän mahdollisia häiriöitä varten voidaan luoda erilaisia lieventäviä toi-menpiteitä. Näitä ovat mm. konventionaalinen suunnistus, laskelmasuunnistus, ilma-aluksen järjestelmien käyttö, hätämenetelmä miniminopeudella ja siirtyminen VFR-lentämiseen.

Matalalla tapahtuvaa toimintaa varten ei ole mahdollista rakentaa kustannustehokasta koko maan kattavaa maalaitteisiin perustuvaa suunnistusjärjestelmää. Esimerkiksi yksi VOR/DME-maalaitte voi mahdollistaa vain RNAV 5 -kyvykkyyden ja senkin teori-assa vain alle 40 km säteellä laitteesta. Matalalla lennettäessä maalaitteen lähettämä signaali voi kuitenkin jäädä katveeseen kauempana laitteesta toimittaessa.

Koska kaikille yhteistä ja yksityiskohtaista varamenetelmää ei ole mahdollista laatia, on jokaisen lentotoiminnanharjoittajan luotava sellainen omaa toimintaansa varten, ot-taen huomioon toimintaympäristö sekä ilma-aluksen järjestelmät.

Laaditut varamenetelmät on koulutettava ohjaamomiehistöille ja niiden käyttöä on har-joiteltava. Lisäksi ilmaliikennepalvelujen tarjoaja tulisi pitää tietoisena näistä menetelmistä.



## 6.4 Kehitysnäkymät

Käytettävissä olevia GNSS-järjestelmiä ja niihin tukeutuvia palveluja kehitetään jatkuvasti. Osana Euroopan GNSS-ohjelmaa on otettu käyttöön Galileo-järjestelmä, jonka toimintaa edelleen jatkuvasti laajennetaan. Lähivuosina tulee käyttöön EGNOS-järjestelmän seuraava versio, joka pystyy GPS-järjestelmän lisäksi tukeutumaan myös Galileo-järjestelmään.

Seuraavan sukupolven avioniikkajärjestelmät pystyvät hyödyntämään useita eri satelliittikonstellatioita ja kahta eri taajuutta. Tällaisella DFMC-vastaanottimella (DFMC, Dual Frequency Multi Constellation) saavutetaan huomattavasti aiempaa kattavampi tarkka navigointisignaali. Tämä parantaa tilannetta erityisesti Pohjois-Suomen osalta, missä nykyisen EGNOS-järjestelmän käytettävyys ei ole erityisen hyvä. Samoin järjestelmän herkkyys häirinnälle on nykyistä vähäisempi. DFMC-palvelu olisi tällä hetkellä tiedossa olevien arvioiden mukaisesti käytettävissä noin vuonna 2027, mutta hyödyntäminen edellyttää myös ilma-alustasolla päivityksiä avioniikkajärjestelmiin tai kokonaan uusia järjestelmiä.

Yksi tulevaisuuden mahdollisuus mittarilennon kyberturvallisuuden varmistamisessa viranomaistoimintaa koskien saattaisi olla Galileon PRS-palvelun käyttö, kun se tulee saataville vuoden 2024 jälkeen. PRS-palvelu tulee vain valtuutettujen viranomaiskäyttäjien ja muun yhteiskunnan toiminnan kannalta keskeisten toimijoiden käyttöön. Palvelun käyttäminen asettaa erityisvaatimuksia vastaanottimille ja edellytyksenä on ilmailukäyttöön soveltuvan PRS-palvelua hyödyntämään kykenevän laitteiston käyttöönotto ilma-aluksissa.

Kyberturvallisuutta voitaisiin vahvistaa myös tukeutumalla navigoinnissa Galileon tai SBAS-järjestelmien tarjoamiin autentikointipalveluihin, joiden hyödyntäminen asettaa uudenkaltaisia vaatimuksia käytettäville vastaanottimille. Tällaisten laite- ja järjestelmävaatimusten määrittely on vielä kesken, mutta viestien autentikoinnin mahdollisuudet on tunnistettu osana kehitystyötä. Ratkaisuissa on kuitenkin käytännössä tukeuttava kansainväliseen kehitykseen ja Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestö ICAO:n vahvistamiin teknisiin vaatimuksiin.

## 7 Turvallisuusvaikutusten arviointi

Yleistasonen matalalentoverkoston selvitysvaiheen turvallisuusvaikutusten arviointi toteutettiin kevään 2021 aikana. Arvioinnissa käsiteltiin sekä reittiverkoston että siihen liittyviä lähestymismenetelmiä koskevia tekijöitä. Arviointi oli mahdollista tehdä siinä vaiheessa, kun konsepti oli keskeisiltä osiltaan riittävästi määritelty. Hankkeen turvallisuusvaikutusten arvioinnin tavoitteena oli, että siinä tunnistettaisiin selvityksen keskeiset osa-alueet ja niiden uhkatekijät. Työryhmän laatiman arvioinnin kuvaava dokumentti on selvityksen liitteenä.

Matalalentoverkoston yleistä, kansainvälisesti yhdenmukaista konseptia ei ole määritelty, mutta Eurocontrol on tuottanut yhteistyössä tiettyjen alan toimijoiden kanssa kaksi turvallisuustarkasteludokumenttia, joita tarkastelussa on mahdollista hyödyntää. Näistä toinen käsittelee matalalentoverkoston<sup>4</sup> ja toinen PinS-lähestymismenetelmiä<sup>5</sup>. Eurocontrolin johtama työryhmä on parhaillaan päivittämässä näitä turvallisuustarkasteludokumentteja ja työryhmässä on seurattu tätä päivitustyötä. Päivitystyön tulokset eivät kuitenkaan ehdi hyödynnettäväksi matalalentoverkoston selvitysvaiheessa. Eurocontrolin turvallisuustarkasteluissa on osoitettu, että niissä yleistasolla kuvatun toiminnan osalta täytetään sille määritellyt oletukset, reunaehdot ja toimenpiteet huomioiden asetetut turvallisuustavoitteet.

Tämän selvityksen turvallisuusvaikutusten arvioinnissa käsiteltiin näiden Eurocontrolin julkaisemien kahden turvallisuustarkastelun keskeiset uhkatekijät siinä suhteessa, että muodostavatko ne hankkeen käyttöönotolle Suomessa kynnyskysymyksiä. Näiden Eurocontrolin määrittelemien uhkatekijöiden lisäksi työryhmä on tarkastellessaan selvitykseen valittua toteutusmallia ottanut huomioon mahdolliset kansalliset erityispiirteet ja uhkatekijät.

Yleisesti sovellettujen käytäntöjen mukaisesti turvallisuusvaikutusten arvioinnin tulee kattaa tarkasteltavan kohteen elinkaaren vaiheet ja pyrkiä kunkin vaiheen osalta todentamaan sen vaikutukset turvallisuuteen:

<sup>4</sup> Helicopter Low Level Route Operations in controlled and Uncontrolled airspace. Generic Safety Case. Edition 1.3. Eurocontrol, 7.10.2019. <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2019-12/low-level-route-safety-case-20191007.pdf>

<sup>5</sup> Helicopter Point in Space Operations in controlled and Uncontrolled airspace. Generic Safety Case. Edition 1.4. Eurocontrol, 2.10.2019. [https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2019-12/pins-apr-and-dep-safety\\_case-18122019.pdf](https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2019-12/pins-apr-and-dep-safety_case-18122019.pdf)

Toiminta matalalentoverkostossa on määritelty siten, että toiminnan turvallisuustaso on hyväksyttävällä tasolla.

Toiminta matalalentoverkostossa on suunniteltu siten, että toiminnan turvallisuustaso on hyväksyttävällä tasolla.

Toiminta matalalentoverkostossa toteutetaan siten, että toiminnan turvallisuustaso on hyväksyttävällä tasolla.

Siirtymävaihe operatiiviseen toimintaan matalalentoverkostossa on toteutettu siten, että toiminnan turvallisuustaso on hyväksyttävällä tasolla.

Operatiivinen toiminta matalalentoverkostossa toteutetaan siten, että toiminnan turvallisuustaso on hyväksyttävällä tasolla.

Selvitysvaiheessa rajoitetaan tarkastelemaan kohteen määrittelyä ja suunnittelua vain siinä määrin, kuin se selvityksen tässä vaiheessa on mahdollista. Mikäli matalalentoverkosto päätetään toteuttaa, hankkeen edetessä käyttöönottovaiheeseen on tarpeellista tehdä turvallisuusvaikutusten arvioinnin osalta varsinainen käyttöönottotarkastelu eri toimijoita koskevien vaatimusten mukaisesti. Tarkastelu tulee käsitellä verkoston tulevien käyttäjien sekä ilmaliikennepalvelun tarjoajan kanssa. Verkoston käyttäjien kanssa on olennaista tarkastella operatiivisen toiminnan kannalta konseptitason uhkatekijät ja ilmaliikennepalvelun tarjoajan kanssa uhkatekijät koskien ATS-palvelua ja lentoesteprosessia.

Vaikutusten riskiarviot ja toimenpiteiden tunnistaminen uhkatekijöiden ja niiden seurausten vaikutusten pienentämiseksi on toteutettu kattavasti Eurocontrolin julkaisemissa tarkasteluissa. Tässä vaiheessa arviointi rajoittui sen varmentamiseen, että arvioinnit ovat sovellettavissa ja osoittavat määritellyn turvallisuustavoitteen saavuttamisen huomioiden myös kansalliset erityispiirteet.

Turvallisuusvaikutusten arvioinnissa on varmistettu Eurocontrolin julkaisemien tarkastelujen sovellettavuus kansalliseen toimintaympäristöön ja arvioitu, kuinka tarkasteluja hyödynnetään tarkoituksenmukaisten turvallisuustoimenpiteiden tunnistamisessa. Näiden lisäksi on tunnistettu mahdollisia kansallisiin erityispiirteisiin liittyviä uhkatekijöitä ja keinoja niiden vaikutusten hallitsemiseksi. Tällaiseksi nousi erityisesti lisääntyvä toiminta miehittämättömillä ilma-aluksilla.

Tässä vaiheessa ei kuitenkaan ilmennyt uhkatekijöitä, joiden vaikutuksia ei olisi mahdollista pienentää hyväksyttävälle tasolle, tai jotka muutoin estäisivät hankkeen toteu-



tuksen. Selvitysvaiheessa olennaista oli myös tunnistaa mahdollisia konseptin määrittelyvaiheeseen vaikuttavia toimenpiteitä, joilla tunnistettujen uhkatekijöiden riskiä tai niiden seurauksia voidaan hallita. Hankkeen mahdollisesti edetessä käyttöönottovaiheeseen, on tehtävä turvallisuusvaikutusten arvioinnin osalta varsinainen käyttöönottotarkastelu kattaen myös siirtymävaiheen ja operatiivisen toiminnan.

ATS-palvelun osalta tarkastelun tekee ATS-palveluntarjoaja palveluntarjontaa koskevien vaatimusten mukaisesti. Lentotoiminnan osalta tarkastelun tekevät lentotoiminnan harjoittajat heitä koskevien vaatimusten mukaisesti. Konseptin osalta tehtävän käyttöönoton siirtymävaiheen arviointi on käsiteltävä yhteistyössä asianomaisen ilmailiikennepalvelun tarjoajan kanssa niiltä osin, kun verkostolla tai siihen liittyvillä lähestymismenetelmillä on liityntäpinta ATS-palveluun (yhteensovittaminen, mahdolliset ilmailiikennepalvelua koskevat vaatimukset, esimerkiksi lentotiedotuspalvelu).

## 8 Matalalentoverkosto suhteessa ilmailulakiin ja ilmailumääräyksiin

Selvitystyön yhteydessä työryhmä on käynyt läpi olemassa olevaa sääntelyä. Voimassa olevasta ilmailulaista ja ilmailumääräyksistä on tunnistettu muutostarpeita sekä myöhemmän arvioinnin perusteella mahdollisia muutostarpeita (taulukko 1). Nämä tulee huomioida matalalentoverkoston käyttöönoton yhteydessä. Tunnistetut vaikutukset ja huomiot on kuvattu seuraavassa säädöskohtaisesti.

Selvitystyön kuluessa on ollut valmisteilla hallituksen esitys ilmailulain ja eräiden siihen liittyvien lakien muuttamiseksi. Säädöshankkeessa on selvitetty keskeisimpiä HE 41/2020 vp:n valmistelun yhteydessä havaittuja kansallisen ilmailusääntelyn muutostarpeita, jotka johtuvat viimeaikaisesta ilmailun toimintaympäristön ja EU-sääntelyn kehityksestä sekä lainsäädäntöteknisistä seikoista. Esityksestä järjestettiin lausuntokierros keväällä 2021 ja tavoitteena on, että lakimuutokset tulisivat voimaan viimeistään 1.1.2022. Lausuttavana olleen esityksen mukaisesti muiden muutosten ohella muutettaisiin myös ilmailulain 110 §:ää ja 158 §:ää, joita käsitellään yksityiskohtaisemmin edempänä.

Liikenne- ja viestintävirasto on käynnistänyt määräyshankkeen, jossa päivitetään ilmailumääräystä AGA M1-1. Muutosten on suunniteltu tulevan voimaan syksyllä 2021.

**Taulukko 1.** Tunnistettuja sääntelyn muutostarpeita.

Nro	Säädös	Muutoksen ajankohta		
		Käyttöönotto	Tarkasteltava	Kokemusten kautta
1	Ilmailulaki 110 § (lentoenettelmät)	x		
2	Ilmailulaki 158 § (lentoesteet)	x		
3	AGA M1-1 (valvomattomat lentopaikat)	x		
4	AGA M1-4 (kevytlentopaikat)			x
5	AGA M2-1 (helikopterilentopaikat)	x		
6	AGA M2-2 (helikopterikentän maalaitteet)	x		
7	AGA M3-1 (määritelmät)		x	
8	AGA M3-6 (lentoesterajoitukset)	x		
9	AGA M3-14 (vapauttaminen lentoesteluvasta)	x		
10	ANS M1-1 (ilmaliikenteen hallinta)	x		
11	OPS M1-6 (mittaritoiminta ilman palvelua)	x		
12	OPS M1-17 (radiovyöhykkeet)		x	
13	OPS M1-19 (toiminta AFIS lentopaikoilla)		x	
14	OPS M1-31 (transponderivyöhykkeet)		x	
15	OPS M1-32 (kauko-ohjatut)			x
16	OPS M2-9 (liitimet)			x

## Ilmailulaki 110 §, lentomenetelmät

Komission täytäntöönpanoasetus (EU) 2017/373 ilmaliikenteen hallinta- ja lennonvarmistuspalvelujen sekä muiden ilmaliikenteen hallintaverkon toimintojen palveluntarjoajia koskevista yhteisistä vaatimuksista ja näiden palveluntarjoajien valvonnasta, asetuksen (EY) N:o 482/2008 sekä täytäntöönpanoasetusten (EU) N:o 1034/2011, (EU) N:o 1035/2011 ja (EU) 2016/1377 kumoamisesta ja asetuksen (EU) N:o 677/2011 muuttamisesta (muutettuna asetuksella (EU) 2020/469 Ilmaliikenteen hallinta- ja lennonvarmistuspalvelujen tarjoajia koskevista vaatimuksista) määrittelee lentomenetelmäsuunnittelupalvelua koskevat tekniset vaatimukset, mutta ei määrittele lentomenetelmien omistajuutta. Tämä tulee määritellä kansallisesti, koska lentomenetelmiin kohdistuu seurantavelvoite lentoesteiden vaikutusten osalta, sekä ylläpitovastuu ja tarve uudistamiselle vähintään 5 vuoden välein (EU 2017/373, ICAO:n yleissopimuksen liitteen 11 ja asiakirjan 8168 vaatimukset). Seurantavelvoitteella on myös suora yhteys ilmailulain 158 §:ään.

Vastuut eivät ole olleet selkeitä sellaisten hankkeiden osalta, joissa osa menetelmästä tai sen suoja-alueesta sijaitsee valvotussa ilmatilassa. Tästä aiheutuu tarve sille, että lentomenetelmistä vastaava taho on selkeästi määritelty.

Nykyinen ilmailulaki ei määrittele vastuuta lentomenetelmistä valvomattomalla lento- paikalla. Ilmailumääräys OPS M1-6 mahdollistaa mittarilentotoiminnan valvomattomassa ilmatilassa, ja myös näille lentomenetelmille on määriteltävä vastuutaho, mikäli kyseessä ei ole yhden käyttäjän yksinomaan omaan käyttöön sä järjestämä lentomenetelmä.

Keväällä 2021 lausuntokierroksella olleessa luonnoksessa hallituksen esitykseksi eduskunnalle laeiksi ilmailulain ja eräiden siihen liittyvien lakien muuttamisesta esitetään voimassa olevan ilmailulain 110 §:n keskeistä sisältöä muutettavaksi. (<https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=LVM052:00/2020>) Ehdotettu muutos määrittelee vastuun lentomenetelmistä hyväksyntätodistuksen saaneelle lentomenetelmäsuunnittelupalvelujen tarjoajalle. Ehdotuksen mukaisena ilmailulain 110 § jättäisi edelleen työryhmän käsityksen mukaan lentomenetelmien omistajuuden jossakin määrin epäselväksi, mutta näiltä osin täsmennettynä ehdotettu muutos tukisi aiempaa paremmin myös matalalentoverkoston toteuttamista.

## Ilmailulaki 158 §, lentoesteet

Voimassa olevassa ilmailulaissa edellytetään lentoesteluvan liitteeksi ilmaliikennepalvelujen tarjoajan lausuntoa. Lausunto lisätiin ilmailulain 158 §:ssä säädettyyn lentoestelupaprosessiin vuonna 2006 (laki ilmailulain muuttamisesta 540/2006). Lakia kos-

keva hallituksen esityksen (HE 4972006) perusteluissa todetaan, että: "Lupahakemukseen olisi liitettävä asianomaisen ilmaliikennepalvelujen tarjoajan lausunto. Tällaisen lausunnon laatiminen edellyttää sellaisia laitteistoja, menetelmiä ja henkilökuntaa, joita vain ilmaliikennepalvelujen tarjoajalla on käytettävissään".

Tuohon aikaan yksi ja sama asianomainen ilmaliikennepalvelujen tarjoaja ylläpiti sekä lentoasemia että ilmaliikennepalvelua, joten teksti on ollut siihen ajankohtaan sopiva. Sitten ilmaliikennepalvelujen tarjoaja on eriytetty omaksi yhtiökseen ja tehtäviin ei enää kuulu huolehtia lentoasemien ylläpidosta. Vaatimus lausunnon osalta tulisi muuttaa vastaamaan vähintään nykytilannetta tai sitten ottaa huomioon myös tulevaisuus, jolloin pieniä lentopaikan pitäjiä ja ilmaliikennepalvelujen tarjoajia on useita. Lisäksi Mikkelin ja Seinäjoen lentopaikoilla toimii niiden ilmaliikennepalveluelimen palveluaikoina ilmaliikennepalvelujen tarjoajana kyseinen lentopaikka (Valtioneuvoston päätös LVM/2017/39).

Matalalentoverkosto edellyttää toteutuessaan todennäköisesti tiukempia rajoituksia lentoesteiden asettamiselle koko valtakunnan alueella. Mikäli lentoesteitä ei voida rajoittaa, kärsii matalalentoverkoston toimivuus ja tehokkuus. Toimivuutta voidaan mahdollisesti parantaa lisäämällä lentoesteiden asettajien ilmoitusvelvollisuutta, jolloin estetieto voitaisiin uusien järjestelmien välittää verkoston käyttäjille operatiivisessa toiminnassa huomioon otettavaksi.

Uudet lähestymismenetelmät valvomattomille lentopaikoille, helikopterilentopaikoille ja mahdollisiin muihin kohteisiin tulevat edellyttämään kyseisten lentopaikkojen pitäjiltä toimenpiteitä ympäristön estetilanteen hallitsemiseksi.

Ilmailulaissa tulisi huomioida matalalentoverkoston mukanaan tuomat lisävaatimukset. Toisin sanoen sen tulisi mahdollistaa matalalentoverkoston toimiva ja tehokas toteuttaminen.

Edellä viitatussa luonnoksessa hallituksen esitykseksi ilmailulain ja eräiden siihen liittyvien lakien muuttamisesta ehdotetaan muutettavaksi voimassa olevaa ilmailulain 158 §:ää vähäisessä määrin. Ehdotettu muutos ei kuitenkaan ratkaisisi edellä kuvattuja voimassa olevan ilmailulain osalta tunnistettuja tarpeita muuttamalla nykyisiä lentoesteiden pystyttämiseen liittyviä lupavaatimuksia ja käytäntöjä siten, että ne tukisivat paremmin matalalentoverkoston reittisegmenttien tai siihen liittyvien lähestymismenetelmien suojaamista uusilta esteiltä.

## Kansalliset ilmailumääräykset

<b>AGA M1-1</b>	LENTOKONEILLE TARKOITETTujen MAA-ALUEILLA SIJAITSEVIEN
5.6.2013	VALVOMATTOMIEN LENTOPAIKKOJEN RAKENTAMINEN, PITÄMINEN, PALVELUT JA VARUSTUS
<p>Vaatimuksissa olisi huomioitava mahdollinen mittarilentotoiminta lentopaikalla ja mittarilähestymismenetelmien estesuojaukset. Lisäksi vastuukysymykset estetietojen ajantasaisuudesta tulisi selkeyttää. Toimenpiteet estetietojen puuttuessa kokonaan tai niiden vanheneminen.</p>	

<b>AGA M1-4</b>	KEVYTLENTOPAIKAN PERUSTAMINEN
9.2.1996	
<p>Vaatimuksissa olisi huomioitava mahdollinen mittarilentotoiminta lentopaikalla ja mittarilähestymismenetelmien estesuojaukset. Lisäksi vastuukysymykset estetietojen ajantasaisuudesta tulisi selkeyttää. Toimenpiteet estetietojen puuttuessa kokonaan tai niiden vanheneminen.</p> <p>Koska näillä lentopaikoilla ei ole ICAO:n nelikirjaintunnusta, ei niitä voida viedä ilmailutiedotusjulkaisuihin tai -tietokantoihin. Lisäksi vaatimukset kevytlentopaikoille ovat muutenkin varsin "kevyet", mutta onko sellaisille enää tänä päivänä tarvetta. Voisivatko kevytlentopaikat olla AGA M1-1 mukaisia valvomattomia lentopaikkoja, jolloin moni asia selkiytyisi. Kevytlentopaikkojen omistajat haluavat omat lentopaikkansa merkittäväksi myös ilmailukarttoihin, mikä ei ilman asianmukaisia tunnuksia onnistu.</p>	

<b>AGA M2-1</b>	HELIKOPTEREILLE TARKOITETTujen LENTOPAIKKOJEN
22.6.1998	RAKENTAMINEN JA PITÄMINEN
<p>Vaatimuksissa olisi huomioitava mahdollinen mittarilentotoiminta lentopaikalla ja mittarilähestymismenetelmien estesuojaukset. Lisäksi vastuukysymykset estetietojen ajantasaisuudesta tulisi selkeyttää. Toimenpiteet estetietojen puuttuessa kokonaan tai niiden vanheneminen.</p>	

<b>AGA M2-2</b>	HELIKOPTERIKENTÄN VISUAALISET MAALAITTEET JA
16.10.1998	PELASTUSTOIMINNAN JÄRJESTÄMINEN
<p>Vaatimuksissa olisi huomioitava mahdollinen mittarilentotoiminta lentopaikalla ja sen aiheuttamat lisävaatimukset. Samalle lentopaikalle saattaa olla useita eri operaattoreita.</p>	

<b>AGA M3-1</b>	AGA M3-SARJAN ILMAILUMÄÄRÄYKSISSÄ KÄYTETTYJEN KÄSITTEIDEN MÄÄRITELMIÄ
5.6.2013	
Määrittelyksissä olisi hyvä olla mukana myös mittarilentotoimintaan liittyviä käsitteitä ja termejä, esim. PinS.	
<b>AGA M3-6</b>	LENTOESTERAJOITUKSET JA LENTOESTEIDEN MERKITSEMINE
31.5.2000	
Vaatimuksissa olisi huomioitava mahdollinen mittarilentotoiminta valvomattomalla lentopaikalla ja sen aiheuttamat lisävaatimukset. Lisäksi vastuukysymykset estetietojen ajantasaisuudesta tulisi selkeyttää. Toimenpiteet estetietojen puuttuessa kokonaan tai niiden vanheneminen.	
<b>AGA M3-14</b>	VAPAUTTAMINEN VELVOITTEESTA HAKEA LENTOESTELUPAA
13.6.2016	
Vaatimuksissa olisi huomioitava myös matalalentoverkosto ja mahdollinen mittarilentotoiminta valvomattomalla lentopaikalla tms. ja näiden aiheuttamat lisävaatimukset. Vain sellainen taho, jolla on tiedossa koko valtakunnan tarve estetiedoille (viranomaisen), voi tehdä päätöksen vapauttamisesta.	
<b>ANS M1-1</b>	SUOMESSA SOVELLETTAVAT ILMALIIKENTEEN HALLINTA- JA LENNONVARMISTUSPALVELUJEN TARJONTAA KOSKEVAT SÄÄNNÖT
5.11.2020	
Sääpalvelut liittyen matalalentoverkostoon ja mittarilähestymismenetelmiin valvomattomalla lentopaikalla. Olisi lisäksi huomioitava ilmaliikenteen hallinta- ja lennonvarmistuspalvelut matalalentoverkostossa.	

<b>OPS M1-6</b>	MITTARILENTOTOIMINTA ILMAN LENNONJOHTO- TAI AFIS-PALVELUA
23.4.2020	
<p>Määräyksessä vastuu toiminnasta on asetettu lentotoiminnanharjoittajan vastuulle, eikä lentopaikan pitäjän osuutta ole otettu mukaan lainkaan. Samalle lentopaikalle saattaa olla useita eri operaattoreita. Vaatimuksissa olisi huomioitava mittarilentotoiminnan aiheuttamat lisävaatimukset esim. esterajoituksille ja esteiden hallinnalle. Lisäksi vastuukysymykset estetietojen ajantasaisuudesta tulisi selkeyttää. Toimenpiteet estetietojen puuttuessa kokonaan tai niiden vanheneminen.</p> <p>Menetelmien laatimisesta, julkaisusta ja ylläpidosta tulisi olla selkeät vaatimukset. Koska nykyaikaisissa ilma-aluksissa tieto ohjaajille välitetään tietokannan kautta, tulee vaatimukset tämän tiedon toimittamiseksi olla selkeät.</p>	
<b>OPS M1-17</b>	RADIOVYÖHYKKEET
1.1.2017	
<p>Vaatimuksissa olisi huomioitava myös matalalentoverkosto ja mahdollinen mittarilentotoiminta valvomattomalla lentopaikalla tms. ja näiden aiheuttamat lisävaatimukset.</p>	
<b>OPS M1-19</b>	TOIMINTA AFIS-LENTOPAIKOILLA
27.10.1992	
<p>Vaatimuksissa olisi huomioitava mahdollinen mittarilentotoiminta lentopaikalla palveluaikojen ulkopuolella. Lisäksi vastuukysymykset estetietojen ajantasaisuudesta tulisi selkeyttää. Toimenpiteet estetietojen puuttuessa kokonaan tai niiden vanheneminen.</p>	
<b>OPS M1-31</b>	TRANSPONDERIVYÖHYKKEET
26.4.2018	
<p>Vaatimuksissa olisi huomioitava myös matalalentoverkosto ja mahdollinen mittarilentotoiminta valvomattomalla lentopaikalla tms. ja näiden aiheuttamat lisävaatimukset.</p>	

<b>OPS M1-32</b>	KAUKO-OHJATUN ILMA-ALUKSEN JA LENNOKIN KÄYTTÄMINEN ILMAILUUN
7.12.2018	
<p>Vaatimuksissa olisi huomioitava myös matalalentoverkosto ja mahdollinen mittarilentotoiminta valvomattomalla lentopaikalla tms. ja näiden aiheuttamat lisävaatimukset.</p> <p>RMZ ja TMZ vaatimusten soveltaminen näille ilma-aluksille ja lennokeille.</p>	
<b>OPS M2-9</b>	LIITIMET
1.8.2011	
<p>Vaatimuksissa olisi huomioitava myös matalalentoverkosto ja mahdollinen mittarilentotoiminta valvomattomalla lentopaikalla tms. ja näiden aiheuttamat lisävaatimukset.</p> <p>RMZ ja TMZ vaatimusten soveltaminen liitimille.</p>	



## 9 Lentoesteprosessi

### 9.1 Nykyinen lentoesteprosessi

Nykyinen lentoestelausunto perustuu ilmailulain 158 §:n vaatimuksiin ja siinä otetaan kantaa erikseen lentoliikenteen turvallisuuteen (lentoasemien esterajoituspinnat) ja sujuvuuteen (lentomenetelmät). Tämän lisäksi joissain tapauksissa mukaan tulevat myös vaikutukset lennonvarmistuslaitteiden toimintaan (esimerkiksi vaikutukset tutkiin ja suunnistuslaitteisiin). Ilmaliikennepalvelujen tarjoaja pystyy antamaan lausunnon sujuvuuden osalta, koska ilmailulain 110 §:n mukaisesti ilmaliikennepalvelun tarjoaja vastaa lentopaikan lähtö- ja tuloreiteistä sekä lentomenetelmistä lähi- ja lähestymisalueella sekä ilmatilassa, jossa annetaan lentopaikan lentotiedotuspalvelua.

Lentoestelausunnoissa edellä mainitut arvioinnit tehdään vain valvottujen lentoasemien osalta. Valvomattomien lentopaikkojen sekä helikopterilentopaikkojen osalta lausunnossa kerrotaan esteen etäisyys lentopaikan mittapisteestä tämän ollessa alle 15 kilometriä. Viranomainen arvioi tarvittaessa vaikutukset näihin lentopaikkoihin lentoesteluvan antamisen yhteydessä.

Arviointi tehdään lausuntovaiheessa myös ilmailukäsikirjassa julkaistujen tietojen osalta (onko kyseessä julkaistava yli 100 metriä maanpinnasta ulottuva este, lentoonlähtöön vaikuttavat esteet AOC Type A, AMA-ruutukorkeudet). Näiden osalta varsinaiset julkaisutoimenpiteet käynnistetään, kun saadaan tieto töiden aloituksesta tai esteen valmistumisesta.

Vuonna 2020 lentoesterekisteriin tuli uusia esteitä noin 2300 kpl, joista lähes 600 kpl analysoitiin lentoliikenteen sujuvuuden osalta. Sujuvuuden arvioinnissa on mukana ainoastaan ilmailukäsikirjassa julkaistut lentomenetelmät.

Lentoestelausunnossa voidaan ilmailumääräyksen AGA M3-14 mukaan vapauttaa esteen rakentaja hakemasta lentoestelupaa. Tämä ilmailumääräys ei kuitenkaan huomioi jonkun muun osapuolen laatimia ja ylläpitämiä lentomenetelmiä.

#### **Lentoesteprosessissa sovellettavat ilmailumääräykset:**

- AGA M3-6, Lentoesterajoitukset ja lentoesteiden merkitseminen
- AGA M3-14, Vapauttaminen velvoitteesta hakea lentoestelupaa
- EASA CS ADR-DSN-H, Aerodromes Design

## Ilmaliikennepalvelun tarjoajan velvollisuudet ja tehtävät

- Ilmailulain 110 § mukaisesti ilmaliikennepalvelun tarjoaja vastaa lentopaikan lähtö- ja tuloreiteistä sekä lentomenetelmistä lähi- ja lähestymisalueella sekä ilmatilassa, jossa annetaan lentopaikan lentotiedotuspalvelua.
- Koska ilmaliikennepalvelun tarjoaja antaa ilmaliikennepalvelua vastuullaan olevassa ilmatilan lohossa ja käyttää sinne julkaistuja lentomenetelmiä, on vastuu lentomenetelmien toimivuudesta ja ylläpidosta yksiselitteinen.

## Lentopaikan pitäjän velvollisuudet ja tehtävät

- Ilmailumääräyksen AGA M3-6 mukaisesti lentoaseman pitäjän tulee valvoa lentoasemaa ja sen ympäristöä siten, että tavoitteena on esterajoituspintojen ylitysten estäminen tai rajoittaminen.
- Lentoesteprosessissa lentopaikan (lentoaseman) pitäjä arvioi uuden kohteen mahdolliset vaikutukset ja rajoitukset suhteessa lentoaseman esterajoituspintoihin kirjattavaksi lentoestelausuntoon.
- Muiden lentopaikkojen osalta mahdollisten vaikutusten arviointi jää viranomaiselle lentoesteluvan myöntämisen yhteyteen.

## 9.2 Matalalentoverkoston vaikutukset lentoesteprosessiin

Nykyinen lentoesteprosessi ei tue sellaisenaan matalalentoverkoston toimintaa, koska se ei tunnista matalalla olevia reittejä eikä valvomattomassa ilmatilassa sijaitsevia lähestymismenetelmiä. Reittiosuoksien ja lähestymismenetelmien osalta tulee myös määritellä, miten uudet lentoestehankkeet huomioidaan lentoesteprosessissa ja täten tunnistetaan niiden vaikutus lentoestelausuntoa laadittaessa. Regulaatiossa on myös otettava kantaa tapauksiin, joissa ilmenee päällekkäisiä intressejä, eli suojataanko reitti tai lähestymismenetelmä esteiltä vai päinvastoin. Valvotun ilmatilan osalta ilmailulain 110 §:n mukaisesti vastuu lentomenetelmistä on ilmaliikennepalvelun tarjoajalla, mutta valvomattomassa ilmatilassa vastuuta lentomenetelmien ylläpidosta ei ole kansallisesti määritelty. Ilmailumääräys OPS M1-6 lähtee siitä, että vastuu lentomenetelmästä on lentotoiminnan harjoittajalla. Tämä malli toimii kuitenkin ainoastaan tilanteissa, jossa on vain yksi lentotoiminnan harjoittaja. Matalalentoverkoston lentomenetelmiä ei lähtökohtaisesti suunnitella yksinomaan yhden lentotoiminnanharjoittajan käyttöön.

## 10 Matalalentoverkoston konsepti

Seuraavassa kuvataan selvityksen aikana määriteltyä matalalentoverkoston toiminnallista konseptia, joka jakautuu erikseen reittiverkoston ja kokonaisuuteen liittyviin mitarilähestymismenetelmiin.

### 10.1 Reittiverkosto

Alustava hahmotelma valtakunnan kattavaksi reittiverkostoksi on esitetty kuvassa 6. Tarkoituksena ei ole kuvata yksityiskohtaista tavoitetilaa, vaan antaa yleiskäsitys siitä, minkälainen verkosto voisi käytännössä olla. Lopulta toteutettavat reittisegmentit tarkentuvat edettäessä yksityiskohtaisempaan suunnitteluun.

#### 10.1.1 Suunnittelukriteerit

Julkinen reittiverkosto suunnitellaan ICAO:n asiakirjan 8168<sup>6</sup> kriteereiden mukaisesti. Esimerkiksi suoja-alueiden leveys määräytyy valittavan navigaation spesifikaation mukaan. Suunnitellut reitit validoidaan ICAO:n asiakirjan 9906<sup>7</sup> mukaisesti.

Lentomenetelmäsuunnittelussa käytettävien maasto- ja estetietojen tulee vastata laadultaan muiden lentomenetelmien suunnittelussa käytettäviä aineistoja. Suunnittelussa käytetään valtakunnallista maaston korkeusmallia olettaen ilmailulain mahdollistamat estekorkeudet, jotka eivät edellytä lupaa, sekä muita käytettävissä olevia estetietoja.

Tavoitteena on mahdollistaa reittisegmenteillä mahdollisimman matala minimikorkeus, joka osaltaan tukisi toiminnan mahdollistamista esimerkiksi jäätävissä olosuhteissa.

Mikäli mahdollista, on huomioitava matalalento-reittien liikennevirtojen erottaminen toisistaan ja reittiverkostossa esimerkiksi risteävien reittien määrä tulisi minimoida, mikäli liikennettä ei ohjata. Yhteentörmäysriskiä on myös mahdollista vähentää esimerkiksi pakollisilla ilmoittautumispaikoilla ja teknisillä järjestelmillä. Yksi keino olisi soveltaa korkeussuuntaista porrastusta reittisegmentin eri suuntaisilla liikennevirroilla,

<sup>6</sup> ICAO Doc 8168 OPS/611, Volume II. Procedures for Air Navigation Services. Aircraft Operations. Construction of Visual and Instrument Flight Procedures.

<sup>7</sup> ICAO Doc 9906, Quality Assurance Manual for Flight Procedure Design.

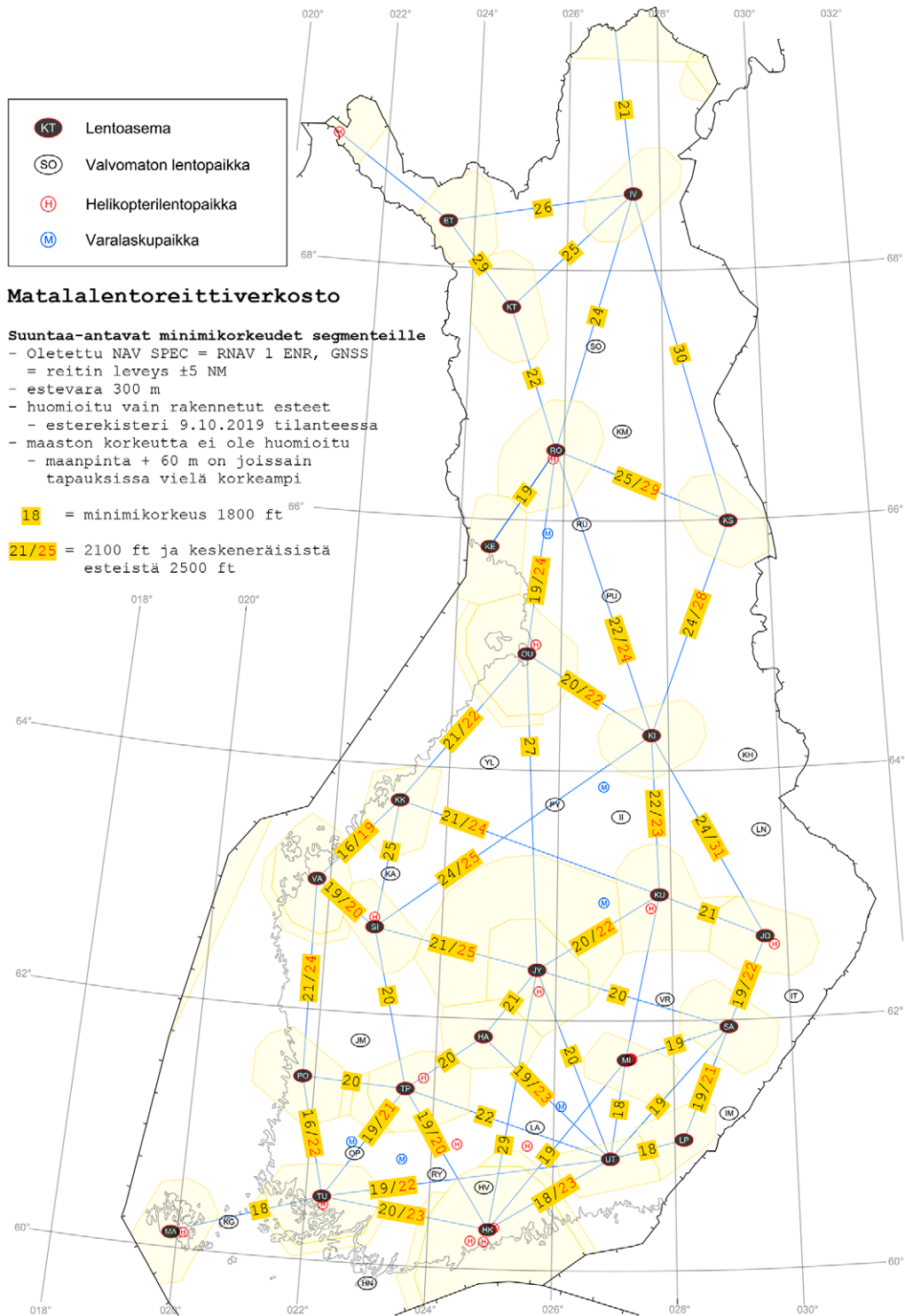
mutta ratkaisu ei mahdollistaisi mahdollisimman matalaa minimikorkeutta kaikissa tilanteissa.

Selvityksen aikana nousivat esiin toiminnalliset hyödyt, joita olisi mahdollista saavuttaa soveltamalla reittiverkostossa viranomaistoimijoille normaalia pienempää 150 m estevaraa, jota sotilastoiminnassa jo sovelletaan. Erityisesti sotilasilmailun kannalta reittiverkosto olisi hyödyllisin 150 m estevaralla toteutettuna. Normaali suunnittelukriteereiden mukainen estevara reittisegmenteille on 300 m. Lentomenetelmäsuunnittelu on toteutettava säädöksissä vahvistettuja suunnittelukriteerejä noudattaen. Siten normaalia pienempää estevaraa soveltavat minimikorkeudet olisivat saavutettavissa kahdella eri tavalla:

- Liikenne- ja viestintäviraston tulisi vahvistaa kansallinen poikkeama suunnittelukriteereihin siten, että reittisegmenttien estevarana voitaisiin käyttää normaalia pienempää estevaraa. Tällöin olisi mahdollista julkaista pienempää estevaraa soveltavia minimikorkeuksia.
- Reittisegmentit suunnitellaan ja julkaistaan soveltaen normaalia 300 m estevaraa, mutta toimijat voisivat poiketa näistä lentotoimintaansa koskevan hyväksynnän nojalla.

Esimerkiksi sotilasilmailussa käyttöön hyväksytyjä siviilitoimintaa pienempiä estevaroja on mahdollista soveltaa laatimalla erikseen sotilaskäyttöön tarkoitetut kartat, joilla julkaistaan siviilitoimintaa varten julkaistua alempi minimikorkeus soveltaen sotilastoimintaa varten julkaistua estevaraa.

**Kuva 6.** Alustava hahmotelma reittiverkostosta.



## 10.1.2 Navigaatiopesifikaatio

Matalalentoreittejä koskeva navigaatiopesifikaatio on määriteltävä. Navigaatiopesifikaatiot ovat Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön (ICAO) suorituskykyyn perustuvan navigoinnin (Performance Based Navigation, PBN) konseptiin kuuluvia kokonaisuuksia, joilla määritellään mm. suunnistustarkkuutta ja muita suorituskykytekijöitä koskevia vaatimuksia. Valinta vaikuttaa olennaisesti käyttäjien ilma-alusten kyvykkyyksien kautta reittien käytettävyyteen. Toisaalta sovellettava navigaatiopesifikaatio vaikuttaa reittisegmenttien suoja-alueiden leveyteen, millä on merkitystä esimerkiksi mahdollisuuksissa välttää esteiden vaikutuksia minimikorkeuksiin tai reitin sijoittumisessa suhteessa ilmatilarajoihin.

ICAO:n asiakirjan 8168 mukaiset suunnittelukriteerit mahdollistavat suunnittelun useiden eri navigaatiopesifikaatioiden mukaisesti. Suunnittelukriteereissä on annettu erilaisia parametreja erikseen lentokoneita ja helikoptereita varten (taulukko 2).

Navigaatiopesifikaatiota valittaessa on kuitenkin noudatettava myös komission täytäntöönpanoasetusta 2018/1048 ilmatilan käyttöä koskevista vaatimuksista ja toimintamenetelmistä suorituskykyyn perustuvassa navigoinnissa. Asetuksen 2018/1048 mukaisesti, jos ATM/ANS-palvelujen tarjoajat ovat määrittäneet ATS-reitit matkalentoa varten, niiden on otettava nämä reitit käyttöön RNAV 5 -spesifikaation vaatimusten mukaisesti. Kuitenkin poiketen edellä mainitusta, jos ATM/ANS-palvelujen tarjoajat ovat ottaneet käyttöön ATS-reitit, SID-reitit tai STAR-reitit pyöriväsiipisille ilmaaluksille, niiden on pantava nämä reitit täytäntöön RNP 0.3-, RNAV 1- tai RNP 1 -spesifikaation vaatimusten mukaisesti. Tässä tapauksessa niillä on oikeus päättää, minkä näistä kolmesta vaatimuskokonaisuudesta ne täyttävät.

Asetuksen mukaisesti matalalentoreittien yhteydessä on siis sovellettavissa seuraavat navigaatiopesifikaatiot:

### RNAV 5

Mikäli reitti määritellään käytettäväksi myös muille kuin pyöriväsiipisille ilmaaluksille, asetuksen EU 2018/1048 mukaisesti on ainoa valittavissa oleva navigaatiopesifikaatio RNAV 5. ICAO:n asiakirjan 8168 mukainen suoja-alueen leveys RNAV 5 –navigaatiopesifikaation mukaiselle reittisegmentille on  $\pm 5.77$  NM.

### RNAV 1

RNAV 1 soveltuu asetuksen EU 2018/1048 nojalla valittavaksi yksinomaan helikopteritoimintaa varten tarkoitetuille reittisegmenteille. ICAO:n asiakirjan 8168 mukainen

suoja-alueen leveys RNAV 1 –navigaationspesifikaation mukaiselle reittisegmentille helikoptereille on  $\pm 4.0$  NM ja lentokoneille  $\pm 5.0$  NM. Käytävissä olevasta infrastruktuurista johtuen navigaationspesifikaatio voi käytännössä tukeutua vain GNSS-järjestelmän käyttöön, joista GPS on sensorina riittävä.

## RNP 1

RNP 1 soveltuu asetuksen EU 2018/1048 nojalla valittavaksi yksinomaan helikopteri-toimintaa varten. ICAO:n asiakirjan 8168 mukainen suoja-alueen leveys RNP 1 –navigaationspesifikaation mukaiselle reittisegmentille helikoptereille on  $\pm 2.5$  NM ja lentokoneille  $\pm 3.5$  NM. Navigaationspesifikaatio tukeutuu GNSS-järjestelmän käyttöön, joista GPS on sensorina riittävä.

## RNP 0.3

RNP 0.3 soveltuu asetuksen EU 2018/1048 nojalla valittavaksi yksinomaan helikopteri-toimintaa varten. ICAO:n asiakirjan 8168 mukainen suoja-alueen leveys helikoptereille on  $\pm 1.45$  NM. Navigaationspesifikaatio tukeutuu GNSS-järjestelmän käyttöön, mutta edellyttää käytännössä SBAS-vastaanotinta ja EGNOS-järjestelmän käyttöä.

**Taulukko 2.** Navigaationspesifikaatiot ja niiden mukaiset reittisegmenttien suoja-alueiden leveydet.

Navigaatio-spesifikaatio	Sensori	Reittisegmentin suoja-alueen leveys			
		Helikopterit		Lentokoneet	
		NM	km	NM	km
RNAV 5	GPS	$\pm 5.77$	$\pm 10.69$	$\pm 5.77$	$\pm 10.69$
RNAV 1	GPS	$\pm 4.00$	$\pm 7.40$	$\pm 5.00$	$\pm 9.26$
RNP 1	GPS	$\pm 2.50$	$\pm 4.63$	$\pm 3.50$	$\pm 6.48$
RNP 0.3	GPS + SBAS	$\pm 1.45$	$\pm 2.69$	-	-

Tässä mainituista navigaationspesifikaatioista RNAV 1, RNP 1 sekä RNP 0.3 edellyttävät, että reitti on ladattavissa ilma-aluksen tietokannasta. Tämän takia käytettävyyttä edellyttää, että reitit julkaistaan ilmailutiedotusjärjestelmän kautta tai vaihtoehtoisesti lentotoiminnan harjoittajan tulee erikseen sopia datapalvelujen tarjoajan kanssa tarvittavien reittien koodaamisesta ja sisällyttämisestä ilma-aluksen tietokantaan.

Lausuntokierroksen ja saadun palautteen perusteella ohjausryhmä linjasi, että selvityksessä suositeltaisiin matalalentoverkoston toteuttamista lähtökohtaisesti navigaatio- ja tietospesifikaation RNP 0.3 mukaisesti, mutta tarpeen vaatiessa voitaisiin soveltaa myös navigaatio- ja tietospesifikaatiota RNP 1.

### 10.1.3 Laitetekniset vaatimukset

Reittiverkoston koskevat laitetekniset vaatimukset on määriteltävä siten, että verkoston pääasialliset käyttäjät kykenevät toimimaan verkostossa nykyisellä kalustollaan.

#### ACAS

Yhteentörmäysvaarasta ilmassa varoittavalla ACAS-järjestelmällä on mahdollista lisätä lentäjän tilannetietoisuutta muusta liikenteestä. Järjestelmät toimivat turvallisuutta parantavana turvaverkkona pienentämällä osaltaan riskiä yhteentörmäyksille ilmassa tarjoamalla lentäjälle tietoa mahdollisesti törmäysvaarassa olevista ilma-aluksista, joissa on toisiotutkavastain. ACAS II-järjestelmä on ilmatilan käyttöä koskevista yhteisistä vaatimuksista ja toimintamenetelmistä yhteentörmäysten välttämiseksi ilmassa annetun komission asetuksen (EU) 1332/2011 nojalla pakollinen turbiinimootorikäyttöisille lentokoneille, joiden suurin sallittu lentoonlähtömassa on yli 5700 kg tai joilla on sallittua kuljettaa yli 19 matkustajaa.

Matalalentoverkoston pääasiallisten käyttäjien kalustosta vain osa on varustettu ACAS-järjestelmällä. Laittevaatimuksena edellytetty ACAS-järjestelmä rajaisi osan kalustosta verkoston käyttömahdollisuuden ulkopuolelle. Siten järjestelmän käyttöä ei tulisi määritellä ehdottomaksi edellytykseksi reittiverkostossa, mutta järjestelmä toimii turvaverkkona niille käyttäjille, joilla järjestelmä on käytettävissään.

#### Toisiotutkavastain

Mikäli päädytään perustamaan reittiverkoston koskevia transponderivyöhykkeitä (TMZ, Transponder Mandatory Zone), näillä alueilla ilma-aluksissa on oltava käytössä SSR-toisiotutkavastain, joka toimii A- ja C-moodissa tai S-moodissa, ellei lennonvarmistuspalvelun tarjoaja ole kyseisen ilmatilan osalta toisin määrännyt.



## Radiolaitteet

IFR-lentotoiminnassa edellytetään radioyhteysvalmius ja valvotussa ilmatilassa myös kaksisuuntainen radioyhteys. Ilmatilaluokan G ilmatilassa radioyhteys tarvitaan lentotiedotuspalvelua varten.

Mikäli päädytään perustumaan reittiverkoston koskevia radiovyöhykkeitä (RMZ, Radio Mandatory Zone), näillä alueilla myös muilla ilma-aluksilla on oltava käytössä radio-laite ja sen käyttö on pakollista.

## Navigaatiospesifikaation edellyttämät hyväksyntävaatimukset

Ilma-alus tulee olla hyväksytty reitille määritellyn navigaatiospesifikaation mukaiseen toimintaan.

### 10.1.4 Ilmatilaluokka

Valvotun ilmatilan ulottaminen matalalentoverkoston sekä reiteille että lähestymismenetelmille aiheuttaisi merkittäviä lisävaatimuksia ilmailiikennepalveluntarjoajalle. Lähtökohtaisesti valvottu ilmatila perustetaan liikennetiheyden kautta tulevan erityisen tarpeen takia.

Matalalentoverkoston reitit ja lentopaikkojen lähestymismenetelmät ovat lähtökohtaisesti valvottua ilmatilaa niiltä osin, kun ne sijoittuvat lähi- tai lähestymisalueelle (CTR tai TMA) asianomaisten lennonjohtojen aukiolon puitteissa. CTR ja TMA -vyöhykkeiden ulkopuolella reitit ja lähestymismenetelmät olisivat valvomatonta ilmatilaa eli ilmatilaluokkaa G. Matalalentoverkoston ilmatiloihin voidaan kuitenkin kohdistaa vaatimuksia tai palvelua, jotka tukevat niissä turvallista operointia. Näitä ovat mahdollinen transponderivyöhyke (TMZ), radiovyöhyke (RMZ), ilmatilarakenteiden julkaiseminen valtion ilmailukäsikirjassa ja mahdollinen lentotiedotuspalvelu. Ilmatilarakenteiden yhteensovittaminen ja prioriteettien määrittely osaltaan edesauttavat turvallista operointia. Alailmatilan kehityksen myötä ATS-yksiköiden tuottamaan lentotiedotuspalveluun kohdistuukin merkittäviä vaatimuksia.

## TMZ

Euroopan unionin yhteisten lentosääntöjen (Standardised European Rules of the Air, SERA) eli komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 923/2012 yhteisistä lentosäännöistä, lennonvarmistuspalveluja ja -menetelmiä koskevista operatiivisista säännöksistä sekä täytäntöönpanoasetuksen (EU) N:o 1035/2011 ja asetusten (EY) N:o

1265/2007, (EY) N:o 1794/2006, (EY) N:o 730/2006, (EY) N:o 1033/2006 ja (EU) N:o 255/2010 muuttamisesta (SERA-asetus) kohdan SERA.6005 mukaisesti toimivaltainen viranomainen voi nimetä transponderivyöhykkeitä (Transponder Mandatory Zone, TMZ). Näillä alueilla ilma-aluksissa on oltava käytössä SSR-toisiotutkavastain, joka toimii A- ja C-moodissa tai S-moodissa, ellei lennonvarmistuspalvelun tarjoaja ole kyseisen ilmatilan osalta toisin määrännyt. Suomessa toimivaltaiseksi viranomaiseksi on ilmailulain (864/2014) 3 §:ssä nimetty Liikenne- ja viestintävirasto. Transponderivyöhykkeeksi nimetyt ilmatilat on SERA:n mukaan myös julkaistava valtioiden ilmailukäsikirjoissa.

## RMZ

SERA-asetuksen kohdan SERA.6005 mukaisesti toimivaltainen viranomainen voi nimetä radiovyöhykkeitä (Radio Mandatory Zone, RMZ) muun muassa ilmatilaluokan G mukaisiin ilmatilan osiin. Vyöhykkeellä on kuunneltava jatkuvasti asianmukaisella yhteydenpitokanavalla tapahtuvaa ilma-alusten ja maa-aseman välistä puheviestintää ja muodostettava tarvittaessa kaksisuuntainen viestintäyhteys, ellei lennonvarmistuspalvelun tarjoaja ole toisin määrännyt kyseisen ilmatilan osalta. Radiovyöhykkeeksi nimetyt ilmatilat on SERA:n mukaan myös julkaistava valtioiden ilmailukäsikirjoissa.

## 10.1.5 ATS-palvelu matalalentoverkostossa

Annettava ATS-palvelu matalalentoverkoston reiteillä määräytyy ilmatilaluokan mukaisesti. Ilmatilaluokassa G annetaan pyynnöstä lentotiedotuspalvelua. Valvomattomaan ilmatilaan ei anneta ATS-selvitystä, vaan reittitiedotus.

Alailmatila on voimakkaassa uudistuksen murrosvaiheessa. ATS-järjestelmien kehityksellä pyritään vastaamaan tunnistettuihin tarpeisiin. Tästä saattaa aiheutua haasteita tilannekuvan ylläpitämisessä ja näiltä osin viiveitä kyvyssä antaa FIS-palvelua eri osa-alueilla Helsinki FIR:ssä alle lentopinnan FL095, kaikkiin vaadittaviin palvelutasoihin nähden. Mikäli matalalentoverkosto aiheuttaa itsessään uusia FIS-palvelun vaatimuksia, muutoksia olemassa olevaan infrastruktuuriin tai olemassa olevaan kustannusrakenteeseen, tulee näiden kustannusten jakautuminen ja muutosten toteutus tarkastella erikseen. Myös ilma-alusten laitejärjestelmiin voi kohdistua vaatimuksia esimerkiksi dataläheteiden vastaanottamisen ja lähettämisen kyvykkyyden osalta.

Matalalentoverkostossa ei ole lentosuunnitelmapakkoa, jollei toisin määritellä. Lentosuunnitelma matalalentoverkostossa esitetään esim. etsintä- ja pelastuspalvelun tuke-

miseksi. Esitetyt lentosuunnitelmat antavat ATS-yksikölle paremmat edellytykset lentotiedotuspalvelun osalta. Lentosuunnitelmat ovat lähtökohtaisesti saatavilla eri lennonvarmistusjärjestelmissä.

## 10.1.6 Miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien (UAS) käyttämän ilmatilan vaikutukset matalalentoverkostoon

### Miehittämätöntä ilmailua koskeva sääntely

Miehittämätön ilmailu on komission täytäntöönpanoasetuksen säännöistä ja menetelmistä miehittämättömien ilma-alusten käytössä ((EU) 2019/947, jatkossa drone-asetus) mukaan jaoteltu riskiperusteisesti kolmeen eri toimintakategoriaan: avoin, erityinen ja sertifioitu. Sertifioitu-kategoriaa koskeva tarkempi lainsäädäntö ei ole vielä valmis. Kategorioiden lisäksi asetus mahdollistaa siirtymäajalla ilmoituksen tehneiden lentotyötä tekevien (1.1.2022 saakka) sekä lennokkikerhojen toiminnan (1.1.2023 saakka) kansallisen sääntelyn OPS M1-32 mukaisesti. Valtion miehittämätön ilmailu ei kuulu EU-sääntelyn piiriin, ja sitä varten on tulossa oma määräyksensä (OPS M1-35) 1.1.2022 alkaen.

### Toiminta miehittämättömillä ilma-alusjärjestelmillä (UAS) minimilentokorkeuksien alapuolella

Miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien (UAS) tarvitsema ja käyttämä ilmatila on pääsääntöisesti alle miehitetyn ilmailun minimilentokorkeuksien, mutta käyttökohteiden runsauden vuoksi tarvetta on toimia usein myös korkeammalla eli perinteisen ilmailun käyttämillä korkeuksilla. Jos ilmailua ei ole erikseen rajoitettu, on luvasta vapaan avoimen kategorian lennätykset rajattu korkeuden osalta aina enintään 120 metriin (AGL). Kieltävillä tai rajoittavilla UAS-ilmatilavyöhykkeillä (esim. lähialueilla (CTR) ja lentopaikkojen ympärillä) maksimilennätyskorkeus voi olla rajoitettu tätäkin pienemmäksi tai jopa kokonaan. Lisäksi ilmailun kielto-, rajoitus-, ja vaara-alueet koskevat perinteisen ilmailun ohella myös miehittämätöntä ilmailua. Kansallisen sääntelyn piirissä olevilla UAS-toimijoilla maksimilennätyskorkeus siirtymäajalla ilman poikkeuslupaa on 150 metriä (AGL), mutta myös heidän on noudatettava UAS-ilmatilavyöhykkeiden kieltoja ja rajoituksia. Valtion miehittämättömän ilmailun osalta maksimilennätyskorkeudeksi ilman poikkeuslupaa on esitetty jäävän 150 metriä (AGL).

## UAS-toiminta minimilentokorkeuksien yläpuolella

Avoimessa kategoriassa UAS-toiminta yli 120 metrin (AGL) korkeudella on mahdollista ainoastaan "sallivalla" UAS-ilmatilavyöhykkeellä, jossa UAS:illä harjoitettava toiminta voidaan vapauttaa yhdestä tai useammasta kategoriasta "avoin" koskevasta vaatimuksesta (esim. juuri 120 m enimmäiskorkeus), tai esteen läheisyydessä enintään 15 metriä sen yläpuolella esteestä vastaavan yksikön pyynnöstä. Sallivia UAS-ilmatilavyöhykkeitä voidaan perustaa hakemuksesta kaupalliseen, harraste- sekä tutkimus- ja kokeilutoimintaan (esim. lennokkien lennätyspaikat). Muissa tapauksissa 120 metrin ylitys vaatii riskiarvioon perustuvan erityinen-kategorian toimintaluvan, tai lennokkikerhojen tapauksessa drone-asetuksen artiklan 16 mukaisen luvan Liikenne- ja viestintävirasto Traficomilta. Artikla 16 mukaisessa luvassa on määritettävä ehdot, joilla toimintaa voidaan lennokkikerhoissa tai -yhdistyksissä harjoittaa, sekä ne asetuksen rajoitukset, joista voidaan poiketa. Erityinen-kategorian toimintalupa on operaattori-kohtainen. Se voi kattaa tietyn kokonaisriskitason toiminnan esimerkiksi tiettyyn korkeuteen saakka tietyillä ilmariskialueilla, kuten esimerkiksi suurimman ilmariskialueen (ARC-d) eli valvotun ilmatilan, ja minimilentokorkeuksien (500 ft) yläpuolella olevien transponderivyöhykkeiden (TMZ) ulkopuolella. Matalalentoreittien ilmatilaluokka sekä minimikorkeudet tulevat hyvin pitkälti määrittämään verkoston vaikutukset UAS-toimintaan ja päinvastoin. Lisäksi mahdollinen transponderivaatimus, vaikka TMZ-vaatimukset eivät koske kaikkia miehittämättömiä ilma-aluksia, tulee vaikuttamaan UAS-toimintaan vähintäänkin ilmariskiluokituksen kautta. Drone-asetus ei myöskään suoraan vaadi tilapäisen vaara-alueen perustamista yli 120 metrin tai näköyhteyden ulkopuolella tapahtuvaan UAS-toimintaan, mutta ilmariskin osalta se katsotaan edelleen hyvin merkittäväksi riskin vähentämiskeinoksi. Ellei ilmatilatutkimusten perusteella muuta määritellä, ilmariskiluokat UAS-toiminnalle määritellään drone-asetuksen AMC/GM-materiaalin (Acceptable means of compliance/Guidance Material) perusteella.

## UAS-ilmatilavyöhykkeet

Valvottujen lentopaikkojen ja lähialueiden lisäksi myös valvomattomat lentopaikat ja helikopterilentopaikat on suojattu standardimallisilla rajoittavilla UAS-ilmatilavyöhykkeillä. Lisäksi esimerkiksi vankiloiden ja poliisilaitosten ympärille on perustettu rajoittavia tai kieltäviä UAS-ilmatilavyöhykkeitä. Rajoittavat ja kieltävät UAS-ilmatilavyöhykkeet koskevat vain miehittämättöntä ilmailua, joten miehitetyn ilmailun operointiin niillä ei ole muuta vaikutusta kuin lentotoiminnan turvaaminen UAS-toiminnalta. Matalalentoreiteille suunniteltavien lähestymismenetelmien osalta on tarkasteltava, ovatko olemassa olevat rajoittavat UAS-ilmatilavyöhykkeet riittävät vai tarvitaanko muutoksia niiden lentopaikkojen osalta, joille lähestymismenetelmiä tullaan tekemään. Myös mahdollisten kokonaan uusien UAS-ilmatilavyöhykkeiden tarve on tarkasteltava. Lisäksi esimerkiksi lennokkipaikoille, jotka sijaitsevat usein valvomattomien lentopaikkojen

yhteydessä, perustettavien sallivien UAS-ilmatilavyöhykkeiden toiminta on otettava huomioon. Traficom voi perustaa UAS-ilmatilavyöhykkeitä joko määräyksellä enintään kolmen vuoden määräajaksi tai hakemuksesta päätöksellä enintään vuoden määräajaksi.

## U-space

U-spacella tarkoitetaan digitalisoitua ja automatisoitua miehittämättömän ilmailun liikenteenhallintajärjestelmää, joka koostuu U-space-ilmatiloista ja U-space-palveluista. Komissio on hyväksynyt U-spacea koskevan asetusehdotuksen, ja sitä aletaan soveltaa 26.1.2023. U-space-ilmatiloja voidaan perustaa riskiarvioon perustuen sekä valvottuun että valvomattomaan ilmatilaan. Alustavien arvioiden mukaan U-space-ilmatilat tulisivat sijoittumaan pääsääntöisesti hyvin matalille korkeuksille. Ylärajat tulevat tarkentumaan kysynnän, käyttötarpeiden ja riskiarvion mukaan. Matalalentoreittien minimikorkeudet ja perustettavien U-space-ilmatilojen ylärajat on syytä huomioida puolin ja toisin suunnittelu- ja perustamistyössä päällekkäisyyksien välttämiseksi ja yhteensovittamisen helpottamiseksi. U-space-ilmatilaan, joka olisi valvomatonta ilmatilaa, tulee asetuksen mukaan vaatimuksia myös miehitetyle ilmailulle. Tällaisessa ilmatilan osassa miehitetyn ilmailun tulisi tehdä itsensä elektronisesti näkyväksi U-space-palveluntarjoajalle (U-Space Service Provider, USSP). On kuitenkin huomioitava, että U-space-asetus ei koske suoraan valtion ilmailua, mutta miehitetyn ilmailun näkyvyys joko yksittäisenä ilma-aluksena tai ilmatilarajoituksena USSP:lle on oleellinen osa U-space-ilmatilan turvallisuutta ja toimivuutta.

### 10.1.7 Maasto- ja estetietojen laatuvaatimukset

Maanmittauslaitos ylläpitää Maastotietokantaa, joka on koko Suomen kattava maastoa kuvaava aineisto. Tästä aineistosta saadaan matalalentoverkoston suunnittelussa tarvittava tieto maanpinnan korkeudesta. Aineistoa päivitetään korkeustietojen osalta karttalehdittäin määräaikaisen ajantasaistusprosessin yhteydessä 5-10 vuoden välein.

Maanmittauslaitoksen mukaan Maastotietokanta ei täytä määrittelyitä, jotka on annettu komission asetuksella (EU) 1089/2010 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2007/2/EY täytäntöönpanosta paikkatietoaineistojen ja -palvelujen yhteentoinivuuden osalta. Laadullisesti Maastotietokanta kuitenkin täyttäneen lentomenetelmäsuunnittelun kannalta olennaiset vaatimukset. Se on myös ainoa saatavilla oleva valtakunnallisesti kattava aineisto. Yksinomaan matalalentoverkosta varten ei olisi kustannustehokasta luoda toista vastaavaa aineistoa.

Lentomenetelmien suunnittelussa edellytetään yleisesti lähtötietojen olevan korkeintaan viisi vuotta vanhoja. Maastotietokannan korkeustietojen osalta sovelletun 5-10 vuoden välein toteutuvan ajantasaistusprosessin soveltuvuus ja riittävyys tulee arvioida viranomaisen toimesta.

Rakennettujen esteiden osalta Fintrafficin ylläpitämä lentoesterekisteri kattaa ilmailulain mukaisen lentoesteprosessin kautta tulevat hankkeet ja rekisteriä ylläpidetään jatkuvasti. Esteen tiedot syötetään rekisteriin lausuntopyynnön yhteydessä ja merkitään valmistuneeksi, kun hakijalta saadaan tieto töiden aloittamisesta tai esteen valmistumisesta. Sisällöllisesti olennaista on kuitenkin koko lentoesteprosessin kehittäminen siten, että mahdollisesti matalalentoverkoston vaikuttavat hankkeet voidaan prosessissa huomioida. Vain sellaiset hankkeet on mahdollista huomioida, joista saadaan tieto etukäteen lainsäädännön velvoittamana. Mikäli tällaista velvoitetta ei ole tai se on riittämätön, jouduttaisiin matalalentoverkoston huomioimaan ennakolta tarpeettomia varauksia, jolloin verkoston tehokas toiminta vaarantuisi.

Maasto- ja estetietojen sekä niiden käsittelyprosessin osalta on huomioitava asetuksen 2017/373 vaatimukset ilmailutietojen laatuvaatimuksista.

## 10.2 Lähestymismenetelmät

Lähestymismenetelmien osalta on määritelty käyttäjätarpeen perusteella valittavia toteutustapoja, jotka vaihtelevat tapauskohtaisesti. Helikoptereille soveltuu parhaiten niin kutsuttu PinS-lähestymismenetelmä, mutta helikopteritoimintaa varten suunniteltu menetelmä ei käytännössä sovellu toimintaan kiinteäsiipisillä ilma-aluksilla. Helikoptereilla on kuitenkin tarvittaessa mahdollista tukeutua myös kiinteäsiipisille ilma-aluksille tarkoitettuihin lähestymismenetelmiin. Olennainen merkitys on myös tukikohtalentoasemien olemassa olevilla lähestymismenetelmillä, joihin reittiverkostosta tulisi olla mahdollista liittyä.

GNSS-järjestelmän käyttöön perustuvien RNP- ja PinS -lähestymismenetelmien käyttö edellyttää, että menetelmät on määritelty koodauksena ja ovat ladattavissa ilma-aluksen tietokannasta.

### 10.2.1 RNP-lähestymismenetelmät

Verkoston liittyisi yksinomaan GNSS-järjestelmään tukeutuvien RNP-lähestymismenetelmien käyttöönotto valituille lentopaikoille. Lähestymismenetelmät on mahdollista

suunnitella siten, että ne ovat käytettävissä sekä helikoptereille että lentokoneille. Liittyminen lähestymismenetelmiin olisi mahdollista joko helikoptereilla reittiverkosta transitioreittiä pitkin tai vaihtoehtoisesti suoraan ilma-aluksen omalla navigoinnilla alueellisen minimilentokorkeuden yläpuolelta.

Lähestymismenetelmät on mahdollista suunnitella ei-tarkkuuslähestymismenetelmänä, jolloin kyseessä on RNP-lähestyminen LNAV-minimiin. Tällöin toiminta voi tukeutua yksinomaan GPS-järjestelmän käyttöön.

Toiminnallisia lisähyötyjä saavutettaisiin ottamalla LNAV-minimin lisäksi käyttöön RNP-lähestyminen LPV-minimiin, joka mahdollistaa ei-tarkkuuslähestymismenetelmää alemman ratkaisukorkeuden ja pienemmän näkyvyysminimin. RNP-lähestymismenetelmä LPV-minimiin edellyttää EGNOS-järjestelmän käyttöä ja siitä sopimista EGNOS-järjestelmän palveluntarjoajan kanssa niin kutsutulla EWA-sopimuksella. Menetelmän suunnittelu ja julkaiseminen edellyttää myös laadultaan kattavampia lähtötietoja. LPV-minimien käyttöönotto on myös mahdollista suunnitella toteutettavaksi asteittain, koska erityisesti viranomaiskäyttäjien kalustolla ei vielä tällä hetkellä ole kattavasti valmiuksia sitä hyödyntää.

Lähestymismenetelmien suunnittelussa huomioidaan paikallisen QNH-painetiedon saatavuus. Mikäli käytettävissä ei ole paikallista havaintotietoa ja tukeudutaan toisaalla määritettyyn havaintotietoon tai ennusteeseen, tulee lentomenetelmäsunnittelussa lisätä estevarakorkeuksiin tästä johtuva korjaus. Sovellettaessa normaalista poikkeavaa paineasetustiedon lähdeä, tulee siitä myös lisätä huomautus mittarilähestymiskartalle.

## Valvomattomat lentopaikat

Valvomattomat lentopaikat, joille RNP-lähestymismenetelmiä suunniteltaisiin määräytyvät käyttäjien osoittamien tarpeiden mukaisesti. Viranomaiskäyttöä varten käyttäjät yksilöivät tarpeidensa mukaiset lentopaikat. Näiden lentopaikkojen osalta tulee erikseen arvioida, olisiko perusteltua rajata näiden lähestymismenetelmien käyttö yksinomaan viranomaiskäyttöön vai olisivatko nämä lähestymismenetelmät tarvittaessa myös esimerkiksi yleisilmailun käytettävissä.

Lisäksi on tarvittaessa mahdollista huomioida erityisesti yleisilmailun tarpeisiin käytönotettavat lähestymismenetelmät, joita myös viranomaiskäyttäjät voisivat tarvittaessa käyttää.

## Varalaskupaikat

Viranomaiskäyttöä varten on tunnistettu tarve julkaistuille lähestymismenetelmille valituille varalaskupaikoille. Menetelmien tulisi olla käytettävissä sekä helikoptereilla että lentokoneilla. Helikoptereilla lähestymismenetelmään liittyttäisiin reittiverkosta tai alueellisten minimikorkeuksien yläpuolelta. Lentokoneilla lähestymismenetelmään liittyttäisiin alueellisten minimikorkeuksien yläpuolelta.

Varalaskupaikkojen lähestymismenetelmät tulisivat olla rajoitettuja yksinomaan viranomaiskäyttöön.

Varalaskupaikoille suunniteltavien lähestymismenetelmien mahdollinen julkaiseminen edellyttää eräiden teknisten kysymysten ratkaisemista, jotta julkaiseminen olisi ylipäättään mahdollista. Varalaskupaikoille ei esimerkiksi ole määritetty ICAO:n nelikirjaintunnuksia, jonka perusteella lentopaikka yksilöitäisiin ilmailutiedotusjulkaisuissa ja ilma-alusten tietokannoissa.

### 10.2.2 PinS-lähestymismenetelmät

Yksinomaan helikoptereille tarkoitetut PinS-lähestymismenetelmät suunniteltaisiin erikseen valittaville kohteille. Soveltuvia kohteita olisivat valitut maantieteelliset kohteet tai kohteet merialueella, sekä tarkoituksenmukaiset helikopterilentopaikat. Liittyminen lähestymismenetelmään määriteltäisiin reittiverkosta transitioreittiä pitkin tai alueellisten minimikorkeuksien yläpuolelta.

Muiden kuin helikopterilentopaikkojen osalta suunniteltavien lähestymismenetelmien mahdollinen julkaiseminen edellyttää eräiden teknisten kysymysten ratkaisemista, jotta julkaiseminen olisi ylipäättään mahdollista. Muille kuin vahvistetuille lentopaikoille ei esimerkiksi ole määritetty ICAO:n nelikirjaintunnuksia, jonka perusteella lentopaikka yksilöitäisiin ilmailutiedotusjulkaisuissa ja ilma-alusten tietokannoissa.

PinS-menetelmän yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa lähestymismenetelmä voidaan toteuttaa kahdella vaihtoehtoisella tavalla riippuen muun muassa laskupaikan ominaisuuksista. Vaihtoehdot eroavat sääolosuhdevaatimusten osalta toisistaan.



### 10.2.3 Mittarilähestymismenetelmät lentoasemilla

Liityntä reittiverkosta valittuihin olemassa oleviin mittarilähestymismenetelmiin tukikohtalentoasemilla suunniteltaisiin tapauskohtaisesti. Tällä varmistettaisiin mahdollisuus liittyä esimerkiksi tukikohtalentoaseman ILS-lähestymismenetelmään, jolla yleensä saavutetaan paras käytettävissä oleva saavutettavuus huonoissa sääolosuhteissa. Tarvittaessa tukikohtalentoasemien lähestymismenetelmät ovat käytettävissä myös ilman erityistä transiitoreittiä. Tällöin liittyminen tulee suorittaa alueellisten minimilentokorkeuksien yläpuolelta.

### 10.2.4 Maasto- ja estetietojen laatuvaatimukset

Valvomattomien lentopaikkojen osalta saatetaan tarvita menetelmien suunnitteluvaiheessa tarkempaa tai ajantasaisempaa tietoa lentopaikan estetilanteesta. Lentomenetelmien ylläpitovaihe edellyttää selkeää vastuunjakoja uusien esteiden arvioinnin, mahdollisesti tarvittavien toimenpiteiden käynnistämisen ja vaikutusten huomioinnin osalta. Matalalentoverkoston toimivuuden ja turvallisuuden kannalta vastuukysymysten tulee olla yksiselitteisiä.

## 10.3 Matalalentoverkoston vaikutukset ilmatilankäyttäjisiin

Alailmatilaan odotetaan kohdistuvan tulevana vuosina useita muutoksia ja matalalentoverkosto toteutuessaan olisi näistä yksi keskeinen. Verkoston vaikutukset muihin ilmatilankäyttäjisiin riippuvat siitä, miten kattava verkosto olisi ja miten sen osia sijoittuisi, sekä mitä vaatimuksia se ilmatilankäyttäjille aiheuttaisi.

Turvallisen toiminnan varmistamiseksi verkoston osiin voidaan joutua asettamaan vaatimuksia ilmatilankäyttäjille. Negatiivisten vaikutusten vähentämiseksi verkoston osia, joko reittejä tai lähestymismenetelmiä, voidaan pyrkiä yhteensovittamaan mahdollisimman hyvin eri ilmatilankäyttäjien intresseihin. Dynaamisella ilmatilahallinnalla, määriteltävien käyttöperiaatteiden mukaisesti ilmatilaa voidaan myös allokoida eri käyttäjille, jolloin verkoston negatiivisia vaikutuksia ilmatilankäyttäjille voidaan pienentää. Tätä toimintamallia toteuttaa Suomessa jo Ilmatilan hallintayksikkö (AMC). Matalalentoverkoston myötä toimintamalliin tulisi uusi lisäelementti huomioitavaksi ja koor-dinoitavaksi.

Yleisilmailijoiden lisäksi muita tunnistettuja alailmatilan käyttäjiä, joihin verkostolla voi olla vaikutuksia, ovat miehittämätön ilmailu viranomais- ja kaupallisessa toiminnassa sekä Puolustusvoimien lentotoiminta. Ilmatilanhallinnan menetelmiä sekä niihin liittyviä yksityiskohtia voi olla tarpeen vielä tarkastella alailmatilan kehittymisen myötä. Uudet toimintamallit kuten matalalentoverkosto ja miehittämätön ilmailu sekä niihin liittyvät määräysmuutokset, kuten Transponder Mandatory Zone (TMZ) tai Radio Mandatory Zone (RMZ), ovat ilmatilarakenteellisia muutoksia, joilla on vaikutusta koko valtakunnan ilmatilankäytön periaatteisiin. Alailmatilan tulevaisuuden muutoksien takia tämän selvityksen valmistelussa onkin esitetty harkittavaksi alailmatilan kokonaisvaltaista suunnittelua ennen matalalentoverkoston mahdollista toteuttamista.

# 11 Julkaisu

## 11.1 Reittiverkosto

Lennonvarmistusjärjestö Eurocontrolin julkaisema matalalentoreittiverkostoa koskeva yleistason turvallisuustarkastelu määritteli yhdeksi peruslähtökohdaksi, että reittiverkosto julkaistaan valtion ilmailukäsikirjassa. Tämä on osoittautunut myös käytännössä kokonaisuuden kannalta ainoaksi järkeväksi toteuttamistavaksi matalalentoverkoston kuuluvan reittiverkoston osalta.

### 11.1.1 Julkaisuvaihtoehdot

Selvityksen aikana tarkasteltiin reittiverkoston julkaisun osalta erilaisia mahdollisesti kyseeseen tulevia vaihtoehtoja.

#### **Reittejä ei julkaistaisi ilmailutiedotusjärjestelmän kautta**

Vaihtoehdossa, jossa reittiverkoston tietoja ei julkaistaisi ilmailutiedotusjärjestelmän kautta:

- Ilmailutiedon jatkojalostajat eivät saa julkisista lähteistä tietoa reiteistä, jolloin niitä ei myöskään automaattisesti lisätä karttatuotteille eikä ilmailusten tietokantapäivityksiin. Käyttäjien tulee itse tilata ja toimittaa tarvittavat lähtötiedot räätälöityä tietokantaversiota ja käyttäjäkohtaisia karttoja varten.
- Muut ilmatilankäyttäjät eivät voi käyttää reittejä tai menetelmiä, mikä pienentää mahdollisen muun liikenteen määrää.
- Valvomattomassa ilmatilassa muilla ilmatilankäyttäjillä ei ole tietoa reiteistä, jolloin ne eivät myöskään voi niitä huomioida toiminnassaan.

## Reittien tiedot julkaistaisiin ilmailutiedotusjärjestelmän kautta

Vaihtoehdossa, jossa reittiverkoston tietoja julkaistaisiin ilmailutiedotusjärjestelmän kautta:

- Matalalentoreittien julkaisu ilmailukäsikirjan kohdassa ENR 3.2. Julkaisun perusteella ilmailutiedon jatkojalostajat voivat lisätä reitit karttatuotteille ja ilma-alusten tietokantapäivityksiin.
- Reittisegmenttikohtaisten tietojen lisäksi on arvioitava erikseen tarve esittää reittejä soveltuvilla ilmailukäsikirjan kartoilla.
- Muiden ilmatilankäyttäjien parempi tietoisuus reiteistä, jotta voivat huomioida ne toiminnassaan.
- Reittien käytettävyyttä on mahdollista edelleen rajoittaa esimerkiksi viranomaistoimintaan, vaikka ne julkaistaisiinkin ilmailutiedotusjärjestelmän kautta.

## Osa reiteistä julkaistaisiin ja osaa ei julkaistaisi ilmailutiedotusjärjestelmän kautta

On myös mahdollista tehdä erilaisia ratkaisuja koskien runkoverkoston ja siihen mahdollisesti liittyviä transitioreittejä, jotka tukisivat yksinomaan yhden toimijan toimintaa. Tällöin osa reiteistä voisi olla julkaistuja ja osa ei.

### TYÖRYHMÄN SUOSITUS

Työryhmä suosittelee reittiverkoston julkaisemista AIP:n kohdassa ENR 3.2, mutta siten, että se rajattaisiin vain viranomaiskäyttöön.

## 11.1.2 Julkaisuvaatimukset

ICAO:n asiakirja 10066<sup>8</sup> määrittelee yksityiskohtaisesti ATS-reittisegmenttien julkaisua koskevat vaatimukset. Tällä hetkellä vaatimukseen sisältyy ilmailukäsikirjassa julkaistavien tietojen osalta reittisegmenttien erottelu erikseen yleisiin ja yksinomaan helikopteritoimintaa varten tarkoitettuihin reitteihin. Asiakirjan marraskuussa 2021 voimaanastuvan sisällöllisen päivityksen yhteydessä vaatimukset muuttuvat siten, että

<sup>8</sup> ICAO Doc 10066, Aeronautical Information Management. First Edition, 2018. International Civil Aviation Organization.

yksinomaan helikopteritoimintaan tarkoitettuja reittejä ei enää erotella muista ATS-reiteistä muutoin kuin reittitunnuksien osalta. Reittisegmenttien julkaisun sijainti ilmailukäsikirjassa on siis molemmissa tapauksissa sama ENR 3.2 ja aiemmin yksinomaan helikopteritoimintaan tarkoitetuille reiteille osoitettu kohta ENR 3.4 poistuu käytöstä.

Julkaistaessa ATS-reittejä ilmailukäsikirjan kohdassa ENR 3.2 tulisi kuvauksen sisältää:

- Reittitunnuksen
- Mahdolliset vaatimukset koskien viestintää ja valvontaa (RMZ / TMZ)
- Reittipisteiden nimet ja koordinaatit
- Tiedon siitä, ovatko reittipisteet ilmoittautumispaikkoina pakollisia tai pyynnöstä
- Reittisegmenttien suunnan ja etäisyyden
- Reittisegmenttien minimikorkeuden
- Navigaatiopesifikaatiovaatimuksen.

Yleisesti sovelletun käytännön mukaisesti helikoptereille tarkoitettujen matalalentoreittien tunnus on määritelty siten, että se koostuu tunnuksesta "KY" ja reitin yksilöivä numero. Käytäntö perustuu ICAO:n yleissopimuksen liitteen 11 ja EU-asetuksen 2017/373 vaatimukseen. Niiden mukaisesti ensisijaisesti helikopterikäyttöön tarkoitettun matalalentoreitin tunnus tulee alkaa kirjaimella "K". Sitä seuraava kirjain tulee olla "Q", "T", "Y", tai "Z", mikäli kyseessä on aluenavigointireitti, joka ei ole osa alueellista ATS-reittiverkostoa.

Matalalentoverkoston koskevassa turvallisuusvaikutusten arvioinnissa tunnistettuna toimenpiteenä reittiverkosto tulisi julkaista myös karttaesityksenä kansainvälisen siviili-ilmailujärjestö ICAO:n yleissopimuksen liitteen 4 mukaisesti. Kartalla tulisi esittää reitin läheisyydessä sijaitsevat kielto- ja vaara-alueet. Lisäksi muiden ilmatilankäyttäjien tietoisuuden lisäämiseksi reittiverkosto tulisi esittää tarkoituksenmukaisella tavalla myös muilla kyseeseen tulevilla IFR- ja VFR-toimintaan liittyvillä kartoilla. Tarkoituksenmukaiset julkaisu-toimenpiteet tulee arvioida yksityiskohtaisemmin mahdolliseen käyttöönottovaiheeseen edettäessä.

## 11.2 Lähestymismenetelmät

Tällä hetkellä Suomen ilmailukäsikirjassa julkaistaan mittarilähestymismenetelmät valvotuille lentopaikoille eli käytännössä lentoasemille.

Useampaa kuin yhtä käyttäjää varten toteutettavien mittarilentomenetelmien käyttöön-otto valvomattomille lentopaikoille on maailmanlaajuisestikin melko uutta, eikä niiden julkaisutavasta ole vakiintuneita toimintamalleja. Käytännössä useimmat aiemmat toteutukset ovat perustuneet yhden lentotoiminnanharjoittajan omaan käyttöönsä toteutetuista menetelmistä, jolloin menetelmien laajemmalle julkaisulle ei ole ollut tarvetta. Eräissä maissa on pyritty ratkaisemaan tarvetta tällaisten menetelmien julkaisulle yhtä toiminnanharjoittajaa laajempaa käyttöä varten, mutta ratkaisumallit ovat kansainvälisen ohjeistuksen puuttuessa keskenään erilaisia.

Lennonvarmistusjärjestö Eurocontrol on vuoden 2021 aikana koordinoimassa työtä, jossa pyritään löytämään Euroopan tasolla yhtenäisiä suosituksia keinoista, joita sovellettaisiin mittarilentomenetelmien julkaisuun valvomattomille lentopaikoille. Työn tulokset eivät kuitenkaan ehtineet hyödynnettäväksi tämän selvitystyön aikana.

Lähestymismenetelmien julkaisun lisäksi yksittäisillä lentotoiminnan harjoittajilla on mahdollisuus ottaa käyttöön yksinomaan omaan käyttöönsä tarkoitettuja lähestymismenetelmiä, jolloin käyttäjä itse huolehtii tarvittavien karttojen ja ilma-alueen tietokantapäivitysten tilaamisesta.

## 11.2.1 Julkaisuvaihtoehdot

Selvityksen aikana tarkasteltiin matalalentoverkostoon liittyvien lähestymismenetelmien julkaisun osalta erilaisia mahdollisesti kyseeseen tulevia vaihtoehtoja.

### Lähestymismenetelmiä ei julkaistaisi ilmailutiedotusjärjestelmän kautta

Vaihtoehdossa, jossa lähestymismenetelmiä ei julkaistaisi ilmailutiedotusjärjestelmän kautta:

- Ilmailutiedon jatkojalostajat eivät saa julkisista lähteistä tietoa menetelmistä, jolloin niitä ei myöskään automaattisesti lisätä karttatuotteille eikä ilma-alueiden tietokantapäivityksiin. Käyttäjien tulee itse tilata ja toimittaa tarvittavat lähtötiedot räätälöityä tietokantaversiota ja käyttäjäkohtaisia karttoja varten.
- Muut ilmatilankäyttäjät eivät voi käyttää menetelmiä, mikä pienentää mahdollisen muun liikenteen määrää.
- Valvomattomassa ilmatilassa muilla ilmatilankäyttäjillä ei ole tietoa menetelmistä, jolloin ne eivät myöskään voi niitä huomioida toiminnassaan.

## Lähestymismenetelmät julkaistaisiin ilmailutiedotusjärjestelmän kautta

Vaihtoehdossa, jossa lähestymismenetelmiä julkaistaisiin ilmailutiedotusjärjestelmän kautta:

- Julkaisutapa ja siihen liittyvä käytännön toimintamalli tulee määritellä. Kansainvälistä ohjeistusta tai yhdenmukaista ratkaisumallia julkaisutavaksi ei toistaiseksi ole saatavilla.
- Julkaisun perusteella ilmailutiedon jatkojalostajat voisivat kuitenkin lisätä lähestymismenetelmät karttatuotteille ja ilma-alusten tietokantapäivityksiin.
- Muiden ilmatilankäyttäjien parempi tietoisuus menetelmistä, jotta voivat huomioida ne toiminnassaan.
- Lähestymismenetelmien käytettävyyttä on mahdollista edelleen rajoittaa esimerkiksi viranomaistoimintaan, vaikka ne julkaistaisiinkin ilmailutiedotusjärjestelmän kautta.

## Osa lähestymismenetelmistä julkaistaan ja osaa ei julkaista ilmailutiedotusjärjestelmän kautta

On myös mahdollista tehdä erilaisia ratkaisuja tapauskohtaisesti. Vaikka osa lähestymismenetelmistä julkaistaisiin ilmailutiedotusjärjestelmän kautta, ei se sulje pois mahdollisuutta, että käyttäjät halutessaan ottaisivat käyttöön myös yksinomaan omaan käyttöönsä tarkoitettuja yksityisiä menetelmiä, joita ei julkaistaisi muualla.

### TYÖRYHMÄN SUOSITUS

Lähestymismenetelmät suositellaan toteuttavan tapauskohtaisen arvioinnin mukaisesti joko siten, että menetelmä julkaistaisiin ilmailutiedotusjärjestelmän kautta tai siten, että käyttäjät hyödyntäisivät yksinomaan omaan käyttöönsä räätälöityä palvelua, jolloin lähestymismenetelmää ei julkaistaisi ilmailutiedotusjärjestelmän kautta.

Joissakin tapauksissa ilmailutiedotusjärjestelmän kautta julkaiseminen edellyttää julkaisutavan ja siihen liittyvän käytännön toimintamallin määrittelyä ja käyttöönottoa.

## 12 Ympäristönäkökohdat

Keinot ympäristönäkökohtien huomioimiseksi suhteessa matalalentoverkoston tulee olla kansallisesti määritelty ja vaikutukset tulee huomioida tarkoituksenmukaisella tasolla osana yksityiskohtaista suunnittelua.

Matalalentoverkoston reittiverkoston tai lähestymismenetelmiä käyttävien ilma-alusten melun leviäminen suhteessa asutukseen ja muihin meluherkkiin kohteisiin tulee suunnitteluvaiheessa huomioida ja pyrkiä minimoimaan vaikutuksia siinä määrin kun se on toiminnallisesti kohtuullisella tavalla toteutettavissa.

Suoriin ilmastopäästöihin matalalentoverkoston käyttöönotolla ei arvioitu olevan merkitystä, joten siltä osin vaikutus on neutraali. Verkostolla saattaa kuitenkin olla vaikutusta tulevaisuudessa suunniteltavien infrahankkeiden kuten yksittäisten tuulivoimaloiden tai tuulivoimapuistojen rakennusedellytyksiin. Tämä riippuu kansallisesti linjattavista kriteereistä siitä, millä perustein matalalentoverkoston reittiosuutta tai lähestymismenetelmää voitaisiin pitää vaikuttavan kohteen rakentamisen rajoitteena.



## 13 Sääpalvelu

Työryhmä on yhdessä Ilmatieteen laitoksen kanssa tarkastellut tunnistettuja sääpalvelutarpeita. Suunnittelun lähtökohtana oli matalalentoverkoston käyttö viranomaisten helikopteritoiminnassa. Keskusteluissa esiin nousseet tarpeet hyödyttäisivät samalla myös VFR-lentotoimintaa, eli muitakin kuin viranomaistoimijoita.

Huomioitavaa on, että matalalentoverkoston sääpalvelua eivät tällä hetkellä säätele kansainväliset, eurooppalaiset tai kotimaiset säädösten eikä yhteiseurooppalaista ohjeistusta ole saatavilla. Näin ollen palvelu voitaisiin määrittää nimenomaan kotimaisen käyttäjätarpeen mukaan ja käyttäen palvelun tuottamisessa sekä esitystavassa nykyaikaisia menetelmiä, kunhan tarjottava säätieto katsotaan toiminnan kannalta luotettavaksi muun muassa käyttäjäkohtaisten riskiarviointien perusteella.

Kustannustehokkuuden vuoksi todennäköisin sääpalvelun toteutustapa olisi täysautomaattinen, ja tarvittavat säätiedot olisivat toimijoiden saatavilla vuorokauden ajasta riippumatta.

### 13.1 QNH-tieto

Kriittisimmäksi todettiin korkeusmittarin ilmanpaineasetusta varten tarvittavan QNH-tiedon saatavuus. Luotettava ilmanpaine-tieto arvioitiinkin minimivaatimukseksi matalalentoverkoston turvallisessa toiminnassa.

QNH-tietoa tarvitaan sekä matalalentoverkoston reiteillä että lähestymisissä mm. valvomattomille lentopaikoille. Lääkintähelikopteritoiminnassa vähintään alueellista ilmanpaine-tietoa tarvitaan myös yksittäisen operaation edellyttämälle muulle laskeutumispaikalle.

Lentoasemien AWOS-sääasemilta QNH-tieto on tällä hetkellä saatavilla joko puolen tunnin välein julkaistavasta (AUTO) METAR -sanomasta tai ATIS-tiedotteesta, joka perustuu MET REPORT tai SPECIAL -havaintosanomaa. Huomioitavaa kuitenkin on, että lennonjohdon ollessa suljettuna ATIS-järjestelmää tai -tiedotteen sisältöä ei pystytä valvomaan. QNH-arvon muutos ei myöskään ole SPECIAL-julkaisukriteeri, joten ilmanpaineen muuttuessa nopeasti ja merkittävästi, myös ATIS-tiedotteesta saatava ilmanpaine-tieto saattaa poiketa oleellisesti vallitsevasta tilanteesta.

Painetietoa on tällä hetkellä saatavilla myös Ilmatieteen laitoksen tuottamista AWS-METAReista, jotka julkaistaan kymmenen minuutin välein ja esitetään <http://www.ilmailusaa.fi>-sivustolla. AWS-METAR-sanomat ovat virallisen, asetuksen (EU) 2017/373 liitteen Part-MET määrittämän lentosääpalvelun näkökulmasta ainoastaan tukitietoa lennon suunnittelussa. AWS-sääasemilla käytetään vastaavia ilmanpaineantureita kuin lentoasemilla, joten lähtökohtaisesti myös AWS-asemilla mitattava ilmanpaine tieto on varsin luotettavaa.

Ilmatieteen laitoksella on tällä hetkellä noin 40 AWS-sääasemaa, joille ei tuoteta AWS-METARia, koska kustannussyistä kaikilla automaattisilla sääasemilla ei ole näkyvyyttä tai pilvenkorkeutta mittaavia säälaitteita. Myös näiden asemien ilmanpaine tietoja voitaisiin hyödyntää matalalento verkoston sääpalvelussa. Havaittuja ilmanpaine arvoja voisi jakaa [www.ilmailusaa.fi](http://www.ilmailusaa.fi) -sivustolla, joka on virallinen lentosääpalvelun jakelukanava Suomessa.

Lähtökohtaisesti AWS-asemien ilmanpaine tietojen laskennassa käytetään ilman todellista lämpötilaa, mikä on Maailman ilmatieteen järjestön (WMO) määrittämä toimintamalli muilla kuin lentosääasemilla. Ero ilmanpaine arvojen välillä on sitä suurempi, mitä enemmän todellinen ilmanlämpötila poikkeaa ISA-määritelmän mukaisesta +15 asteesta.

Laskenta olisi mahdollista muuttaa ISA-määritelmän mukaiseksi myös AWS-asemien paine tietoihin, joita tarjottaisiin ilmailulle. Myös lentoasemien QNH-havaintoja voitaisiin jakaa käyttäjille esimerkiksi kymmenen minuutin välein, mikäli se katsotaan tarpeelliseksi.

Havaintotietojen lisäksi olisi myös mahdollista tuottaa joko ilmanpaine kenttänä, alueellisenä minimiarvona tai tiettyihin, sovittuihin pisteisiin QNH-tietoa suhteellisen tarkasti ko. ajanhetkelle sekä lähitunneille, hyödyntäen automaattisten sääasemien mitaustietojen lisäksi numeerista sääennustemallia. Ilmatieteen laitoksen käyttämässä säämallissa paine tiedon laskennallinen virhemarginaali lähietkiennusteissa on enintään muutamien kymmenysten luokkaa eli tällä ei ole käytännön merkitystä, koska paine tiedot ilmoitetaan joka tapauksessa kokonaislukuina ilmailua varten. Huomioitavaa kuitenkin on, että esimerkiksi voimakkaan puuskarintaman yhteydessä ilmanpaine voi muuttua äkillisesti huomattavan paljon. Sama seikka tulee huomioida myös havaintoarvoja käyttäessä.

Nykyistä kattavammin tarjottavista QNH-tiedoista (havainnot ja lähietkiennusteet) olisi hyötyä myös VFR-lentotoiminnassa sekä viranomaistoimijoille että oletusarvoisesti myös muulle ilmailulle.

## 13.2 Näkyvyys ja pilvikorkeus

Sekä matalalentoverkosto- että VFR-toiminnassa olisi hyödyksi nykyistä kattavampi verkosto näkyvyyttä sekä pilven korkeutta ja kattavuutta mittaavia sääasemia. Kaikki Ilmatieteen laitoksen omistamien sääasemien näkyvyys- ja pilvihavainnot jaetaan ilmailulle jo tällä hetkellä. Lentoasemilta ko. tietoja voitaisiin kuitenkin ilmanpaineen taivoin jakaa tiheämmin [www.ilmailusaa.fi](http://www.ilmailusaa.fi)-sivustolla, esimerkiksi kymmenen minuutin välein.

Näkyvyyttä ja pilvisyyttä mittaavien sääasemien määrän lisääminen nykyisestä vaatisi lisärahoitusta, ja ko. säähavaintolaitteet ovat yleisesti ottaen kaikkien automaattiasemien kalleimmat laitteet. Tulevaisuudessa olisi ehkä mahdollista hyödyntää kameroiden ja tekoälyn tekemää arviota näkyvyydestä ja pilvisyydestä, mutta tämä vaatii vielä tutkimusta sekä kehitystyötä. Muutamissa muissa maissa hyödynnetään kamerakuvan taustalla olevia vuoria tai tuntureita määrittäessä pilvikorkeutta ja näkyvyyttä.

Havaintojen lisäksi olisi mahdollista tehdä todennäköisyysennusteita pilvisyydestä ja näkyvyydestä, hyödyntäen toimintaan yleisesti tai operaattorikohtaisesti määriteltäviä raja-arvoja. Todennäköisyysennusteita on virallisessa lentosääpalvelussa hyödynnetty tähän mennessä lentopaikkaennusteissa (TAF), esim. ennustettaessa sumun tai ukkosen todennäköisyyttä, eli todennäköisyysennusteiden käyttö ja päätöksenteko niiden pohjalta on ilmailijoille tuttua. Todennäköisyysennusteita voisi tehdä sekä alueellisesti että pistekohtaisesti, käyttäen esimerkiksi nk. liikennevalovärejä tiedon visualisoimiseksi.

## 13.3 Muu säätieto

Työryhmän ja Ilmatieteen laitoksen välisissä keskusteluissa nousi esiin myös lämpötilan nollarajan sijainti ilmakehässä, mikä on tärkeä tieto kaikessa lentotoiminnassa ja etenkin ilma-aluksille, joilla ei ole käytössä teknisiä järjestelmiä jäätymisen estämiseksi tai poistamiseksi tai ko. järjestelmä ei ole riittävä reittilentämiseen jäätävissä olosuhteissa. Lämpötilan nollarajatietoa esitetään tällä hetkellä pohjoismaisessa merkittävän sään kartassa (Nordic SWC) sekä LLF-alue-ennusteessa, jota ei kuitenkaan ole saatavilla yöaikaan. Olisi arvioitava, ovatko näistä saatavat tiedot lämpötilan nollarajasta riittäviä vai tarvitaanko matalalentoverkostotoimintaa varten nollarajaennusteita tiheämmällä aikavälillä tai määritettynä nykyistä pienemmille ennustealueille.

Huomioitavaa myös on, että havaintotietoja tuottavat Suomessa muutkin tahot kuin Ilmatieteen laitos. Esimerkiksi tiesääasemien tai muutamien valvomattomien lentopaik-

kojen pitäjiä hankkimien sääasemien havaintotiedoista voisi olla hyötyä myös matalalentoverkostotoiminnassa. Näitä tietoja ei tällä hetkellä ole saatavissa keskitetysti ja huomioiden etenkin QNH-tiedon kriittisyys, kerättäville havaintotiedoille tulisi tehdä automaattinen laatutarkistus ennen mahdollista tietojen jakelua.

## 13.4 Sääpalvelun kustannukset

Edullisimmillaan palvelu voitaisiin toteuttaa hyödyntämällä Ilmatieteen laitoksen olemassa olevien automaattisten havaintoasemien painetietoa sekä säämallin automaattisesti tuottamaa lyhyen aikavälin QNH-ennustetta. Käyttäjien kannalta ihanteellisin palvelu sisältäisi lisätietoa myös näkyvyydestä ja pilvisyydestä sekä muista sääsuureista.

Lisäpalveluihin liittyvien kustannusten osalta voidaan pääsääntöisesti todeta, että olemassa olevia havaintoja ja automaattisia ennusteita hyödyntämällä aiheutuvat lisäkustannukset pysyvät maltillisina. Toisessa ääripäässä ovat havaintojen ja lentosääpäivystäjän manuaalisen työn lisääminen.

## 14 Kustannusarvio

Matalalentoverkoston perustamisen ja ylläpidon kustannuksia on arvioitu perustuen Fintrafficin käsitykseen kuhunkin työvaiheeseen vaadittavasta resursoinnista ja ajankäytöstä. Alustava hahmotelma kustannuksista koostuu reittiverkostosta ja 52 lähestymismenetelmästä, mutta ei sisällä ennen käyttöönottoa mahdollisesti tarvittavien validointilentojen suorittamista.

Kustannusarvio matalalentoverkostolle sisältäen reittiverkoston perustamisen sekä lähestymismenetelmät helikopterikalustolle ja lentokoneille on noin 2 327 000 euroa. Arvio sisältää:

- Reittiverkoston sekä reittisegmenttien suunnittelun ja julkaisun.
- Lähestymismenetelmät LNAV-minimiin (CAT A ja B) kiitotien molempiin päihin, suunnittelun ja julkaisun.
- LPV-minimien lisäämisen lähestymismenetelmiin, suunnittelun ja julkaisun.

Lisäksi matalalentoverkoston ylläpitoon liittyvät kustannukset olisivat noin 160 000 euroa vuodessa.

Kokonaiskustannusten määrään ja ajoittumiseen vaikuttaa suoraan se, millä tavalla ja missä laajuudessa verkosto perustetaan. Ylläpitokustannuksiin vaikuttaa reittisegmenttien ja lähestymismenetelmien lukumäärä sekä valittava toimintamalli, jolla huolehditaan niiden estesuojauksen varmistamisesta.

Seuraavat rahoitusmallit on tässä vaiheessa tunnistettu:

1. Matalalentoverkosto toteutettaisiin käyttäjien rahoittamana. Haasteena on tunnistaa kattavasti verkoston mahdolliset käyttäjät, mikäli käyttöä ei rajattaisi yksinomaan viranomaiskäyttöön sekä määritellä, missä suhteessa kustannusten tulisi jakautua käyttäjien kesken. Rahoituksen osalta tulee myös huomioida verkoston mahdollisen asteittaisen perustamisen vaikutus kustannusten toteutumisajankohtaan. Käytännössä käyttäjärahoitusvaihtoehto voitaisiin järjestää siten, että Fintraffic toteuttaisi verkoston perustamisen omalla kustannuksellaan ja päätöksenteon yhteydessä sovittavalla tavalla perisi toteutuvat kustannukset verkoston pääasiallisilta käyttäjiltä. Verkoston ylläpidosta voitaisiin sopia vastavalla tavalla.
2. Matalalentoverkosto toteutettaisiin valtion budjettirahoituksella joko kerhohankintana tai ositettuna. Tällöin myös verkoston ylläpitokustannuksia

varten tulisi osoittaa rahoitus. Malli olisi rahoituksen järjestämisen osalta selkeä, mutta riskinä on kehyksen määräaikainen poliittinen tarkastelu. Vaihtoehto olisi vähemmän joustava mukautumaan verkoston asteittaiseen rakentumiseen ja ensi vaiheen kokemusten hyödyntämiseen jatkosuunnittelussa. Rahoitusmallin tulisi myös mahdollistaa verkoston kehittäminen toimintaympäristön muutosten mukana.

## 15 Johtopäätökset

Tämä selvitys kuvaa matalalentoverkoston selvitystyön aikana tunnistettuja, hankkeeseen liittyviä keskeisiä asioita sekä hankkeen mahdollisia kansallisia toteutusvaihtoehtoja. Tavoitteena on ollut kuvata vaihtoehtoja riittävällä kattavuudella kokonaisuuden saamiseksi. Tämän perusteella on edellytyksiä tehdä päätöksiä hankkeen mahdollisesta toteutuksesta. Tavoitteena on ollut myös tunnistaa hankkeen keskeiset hyödyt sekä mahdolliset kynnyksysymykset.

Selvitystyön aikana matalalentoverkoston toteutustavalle on tunnistettu erilaisia vaihtoehtoja. Verkosto on mahdollista suunnitella vain viranomaiskäyttöön, täysin avoimeksi erilaisille käyttäjäryhmille tai osittain avoimeksi. Lisäksi vaihtoehtona on suunnitella verkosto yksinomaan helikoptereille tai sekä helikoptereille että lentokoneille. Verkoston toteuttaminen on mahdollista asteittain tai kokonaisuutena sekä reittien että lähestymismenetelmien osalta. Konseptin toteutukselle on täten tunnistettu useita eri mahdollisuuksia.

Matalalentoverkoston tarkoituksenmukaiseksi toteuttamistavaksi nähtiin lähestymismenetelmien suunnitteleminen tapauskohtaisen tarpeen mukaan joko yksinomaan helikopterikalustolle, tai sekä helikopterikalustolle että kiinteäsiipisille. Verkostoon kuuluvien lähestymismenetelmien julkaiseminen ratkaistaisiin tapauskohtaisesti käyttäjien tarpeet, vaatimukset sekä tekniset reunaehdot huomioiden. Reittiverkoston toteuttamiseksi nähtiin tarkoituksenmukaiseksi rajata käyttö ainoastaan helikopterikalustolle ja julkaista reittiverkosto vain viranomaiskäyttöön. Yksinomaan helikopteritoimintaan tarkoitettut reittisegmentit toteutettaisiin perustuen navigaatiospesifikaatioon RNP 0.3 tai tarpeen vaatiessa sovellettaisiin navigaatiospesifikaatiota RNP 1.

## **LIITE: Matalalentoverkoston selvitysvaiheen turvallisuusvaikutusten arviointi**

Liite on tallennettu omana tiedostonaan osoitteeseen  
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-718-1>



Twitter: @lvm.fi  
Instagram: lvmfi  
Facebook.com/lvmfi  
Youtube.com/lvm.fi  
LinkedIn: Liikenne- ja viestintäministeriö

**lvm.fi**