# Finavia Oyj, Helsinki-Vantaan lentoasema
# Lentokonemeluselvitys,
# toteutunut tilanne vuonna 2015

FINAVIA

**Finavia Oyj**
**1.8.2016**

# Finavia Oyj, Helsinki-Vantaan lentoasema, Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2015

Leskelä T., Linnanto T., Viinikainen M.
Finavia Oyj, Helsinki-Vantaan lentoasema, Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2015.
Finavia Oyj, Vantaa 1.8.2016, 12 s. + liitekartat 10 s.

## TIIVISTELMÄ

Vuoden 2015 lentokonemeluselvitys perustuu toteutuneisiin liikennemääriin ja lentoreittien sijainteihin. Melualuelaskennoissa käytetty lentokoneiden operaatiomäärä oli noin 169 000 ja vuositasolla vuorokauden keskimääräinen operaatiomäärä oli 464. Operaatioiden määrä on kasvanut vuodesta 2014 vajaalla prosentilla. Operaatiomäärät sekä operaatioiden päivä-, ilta- ja yöajanosuudet olivat varsin samanlaiset kuin vuonna 2014.

Vuoden 2015 aikana kiitotie 1 oli kokonaan suljettuna peruskorjauksen vuoksi 11.5.–2.8. (n. 2,5 kk). Peruskorjaus aiheutti myös kiitotien 2 osittaisen sulkemisen peruskorjauksen alkuvaiheessa 11.5.–5.7. kiitoteiden 1 ja 2 risteämisen vuoksi.

Olennaisinta vuoden 2015 melualueiden muodostuksen kannalta on ollut kiitotien 1 peruskorjauksen vuoksi kiitoteiden käytön muutokset. Runsas kiitotien 3 käyttö Keravan suunnasta (kiitotie 22R) laskeutumisiin kasvatti $L_{den}$ >55 dB melualueen pinta-alaa edellisen vuoden 65 neliökilometristä 72 neliökilometriin, mutta samanaikaisesti asukasmäärä väheni noin kahdella tuhannella asukkaalla ollen 18 200. Melualue laajeni alueilla, joilla on vähän asutusta ja pieneni alueilla, joilla asutus on tiheää. Melualueen merkittävään pinta-alan kasvuun vaikutti myös kahden rinnakkaisen kiitotien (22L ja 22R) laskeutumisten aiheuttamien melualueiden kuroutuminen osittain yhteen.

Etelän ja lännen välisiä tuulia oli vuonna 2015 pitkäaikaisiin keskiarvoihin nähden enemmän. Yleisenä olleet lounaan puoleiset alle 5 solmun tuulet puolsivat kiitotien 22R käyttöä lentoonlähtöihin ja kiitotien 22L käyttöä laskeutumisiin ensisijaisuusjärjestyksen mukaisesti. Laskeutumisten määrä yhteensä kiitoteille 22L/22R oli merkittävästi edellisvuotta suurempi. 04-suuntaisten kiitoteiden käyttö jäi tavanomaista vähäisemmäksi.

Tärkeimmät melunhallintatoimet ovat ensisijainen kiitoteiden käyttöjärjestys, kiitoteiden käyttörajoitukset öisin, lentoonlähtöreittien suunnittelu asutus huomioon ottaen ja eri lentokonetyyppejä koskevat melurajoitukset eräillä lentoonlähtöreiteillä.

Melualue on kasvanut alueella, jossa siihen on maankäytöllisesti varauduttu. Melualueen pinta-alan kasvusta ei voi tehdä johtopäätöstä kokonaismelutilanteen heikkenemisestä samassa suhteessa. Melualueen yksityiskohdat vaihtelevat vuosittain.

Lentokonemelualueella asuvien määrää voidaan verrata muiden liikennemuotojen melun piirissä asuvien määriin. Esimerkiksi Vantaan kaupungissa tie- ja katuliikenteen osalta yli 55 dB $L_{den}$-melun piirissä asuu 77 500 asukasta ja raideliikenteen osalta 9 300 asukasta.

## Sisällysluettelo

**1. TAUSTAA ..... 3**

1.1. MELUSELVITYKSEN LÄHTÖKOHDAT ..... 3
1.2. AIEMMAT SELVITYKSET JA ENNUSTEET ..... 3

**2. LENTOASEMAN TOIMINTA JA LIIKENNE ..... 4**

2.1. LIIKENNEMÄÄRÄN KEHITYS ..... 4
2.2. OPERAATIOIDEN TUNTIJAKAUTUMAT ..... 4
2.3. LENTOREITIT JA LENTOMENETELMÄT ..... 5
2.4. MELUNHALLINTASUUNNITELMAT JA –TOIMENPITEET ..... 5
2.5. KIITOTIET JA KIITOTEIDEN KÄYTTÖPERIAATTEET ..... 5

**3. LIIKENNEAINEISTO 2015 ..... 6**

3.1. KIITOTEIDEN KÄYTTÖÖN VAIKUTTANEET OLOSUHTEET ..... 6
3.2. LIIKENTEEN MÄÄRÄ KIITOTEITTÄIN ..... 7
3.3. KONETYYPPIJAKAUMA VUONNA 2015 ..... 7
3.4. LENTOREITIT ..... 8

**4. MELULASKENNAT ..... 8**

4.1. LASKENTAMENETELMÄ ..... 8
4.2. LENTOKONEMELUN TUNNUSLUVUT ..... 9
4.3. LASKENTATULOKSET ..... 9
4.4. TULOSTEN TARKASTELU ..... 10
*4.4.1. Vuoden 2015 melualueet ..... 10*
*4.4.2. Lentoonlähtö- ja laskeutumisprofiilien käsittely ..... 10*
*4.4.3. Muiden lähtötietojen käsittely ..... 10*

**5. JOHTOPÄÄTÖKSET ..... 11**

**6. LIITEKARTAT, MITTAKAAVA 1:100 000 ..... 12**

# 1. TAUSTAA

## 1.1. Meluselvityksen lähtökohdat

Tämä selvitys koskee lentokoneiden melun leviämistä Helsinki-Vantaan lentoaseman läheisyydessä vuonna 2015. Selvitys perustuu toteutuneeseen tilanteeseen. Laskenta on tehty käyttäen koko vuoden liikennetietoja. Melulaskennassa ei ole huomioitu helikoptereita eikä ilmavoimien F18, HAWK ja C295 koneita. Näiden operaatioiden yhteenlaskettu osuus kokonaisliikenteestä oli noin 1 %. Melualueita on verrattu graafisesti vuosien 1990 ja 2014 toteutuneiden tilanteiden selvityksiin /1/, /22/ ja ympäristölupapäätöksen liitteenä olleeseen verhokäyrän ja kehitystilanteen 2025 yhdistelmäkäyrään, ns. uuteen verhokäyrään /16/ sekä numeraalisesti aiempiin selvityksiin /1/, /6/, /10/, /11/, /13/, /14/, /15/, /17, /18/, /19/, /20/, /21/ ja /22/.

Melun leviämisen kannalta merkittävimpiä muuttujia peräkkäisten vuosien välillä ovat yleensä lentoasemalla tai kiitoteillä tehtävät korjaustyöt sekä sääolosuhteet (lähinnä vallitsevat tuulet), jotka vaikuttavat kiitoteiden käytettävyyteen ja kiitoteiden valintaan. Yhden kiitotien sulkeminen vähentää valintamahdollisuuksia erilaisissa liikennetilanteissa ja muuttaa lentoonlähtö- ja laskeutumissuuntia niiltä osin, kun normaalitilanteessa olisi käytetty suljettuna olevaa kiitotietä. Lisäksi konekaluston ja operaatiomäärien vuorokaudenaikojen muutoksilla on vaikutuksia melun leviämiseen.

## 1.2. Aiemmat selvitykset ja ennusteet

Helsinki-Vantaan lentoaseman kolmannelle kiitotielle annettiin sijoituslupa 15.12.1992. Sijoituslupahakemusta varten tehdyn meluselvitysraportin /1/ sisältämä ennuste vuodelle 2010 päivitettiin vuonna 1994 laskentamenetelmien lähtötietojen uudistuksen vuoksi /2/. Sijoitusluvassa edellytettiin nykyisen kiitotiejärjestelmän meluntorjuntasuunnitelman laatimista vuoden 1995 loppuun mennessä ja selvityksen ulottamista kattamaan kolmen kiitotien järjestelmä uuden kiitotien käyttöönottoon mennessä.

Teoreettiseen lentoreittiaineistoon perustuva ”Yöliikenteen meluntorjuntasuunnitelma” /3/ valmistui helmikuussa 1994 ja yöajan operaatiotaparajoitusten toteutumista ja niiden meluvaikutuksia koskeva selvitys ”Helsinki-Vantaan lentoaseman yöliikenne ja sen meluvaikutukset 1995” /4/ toukokuussa 1996.

Kesäkuussa 1999 valmistui vuotta 1998 koskenut meluselvitys /5/, jonka laatimisessa ensimmäistä kertaa hyödynnettiin lentokoneiden reittien ja melun seurantajärjestelmän (GEMS) taltioimia tietoja toteutuneista lentoreiteistä.

Joulukuussa 2000 julkaistiin melunhallintasuunnitelman osana vuoden 2000 melutilanteen selvitys, jossa tarkasteltiin vuoden 2000 ilmatilaa ja vuosien 1999–2000 vaihteen liikennemääriä /6/.

Helsinki-Vantaan lentoaseman kolmannen kiitotien käyttöönottoprojektiin (HelKo) liittyvä melunhallintasuunnitelman raportti “Lentokoneiden melun kehittyminen ja hallinta 2003–2020” /7/ valmistui joulukuussa 2001. Työ perustuu etukäteisarvioihin kolmen kiitotien käytön toiminnallisuudesta. Vuoden 2020 tilanteen laskennassa havaittua teknistä virhettä koskeva korjausmuistio /8/ jaettiin viranomaisille kesäkuussa 2002.

Melunhallintasuunnitelmaraportista saatujen lausuntojen ja kommenttien pohjalta vuoden 2020 tilannetta tarkasteltiin uudelleen, ja sitä koskeva melunhallintasuunnitelman täydennysraportti “Lentokoneiden melun kehittyminen ja hallinta 2003–2020. Vuoden 2020 tilanteen uudelleen arviointi” /9/ valmistui joulukuussa 2002 ja siinä on esitetty ns. melun vanha verhokäyrä. Vuosien 2004–2011, 2013 ja 2014 toteutuneet tilanteet /11/, /13–15/, /17–22/ on selvitetty erikseen.

Euroopan siviili-ilmailukonferenssi ECAC julkaisi vuonna 2005 suosituksen lentokoneiden melun uudesta laskentamenetelmästä. Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö ICAO julkaisi samansisältöisen ohjeistuksen vuonna 2008. Merkittävin menetelmämuutos koskee melun sivuttaisvaimennuksen laskentaa. Uudemmassa laskentamenetelmässä sivuittaisvaimennus on siipimoottorisilla koneilla aiempaa pienempi, joten menetelmä antaa lentokoneen sivuttaissuunnassa suuremman melutason. Tästä syystä selvityksen tulokset eivät ole yksityiskohtaisesti vertailukelpoisia aiemmilla menetelmillä, ennen vuotta 2005 tehtyihin selvityksiin.

Vuonna 2008 laadittiin ympäristölupahakemuksen liitteeksi selvitys ”Lentokoneiden melu kehitystilanteessa 2025”. Ilmailulaitos Finavia A3/2008 /16/. Selvitys pohjautuu kolmen kiitotien järjestelmän toiminnallisuudesta saatuihin kokemuksiin vuoden 2002 jälkeen. Työssä on lisäksi tehty täysin uusi liikenne- ja konekalustoennuste vuoteen 2025 saakka sekä huomioitu kysynnän tuntijakauman arvioidun muutoksen heijastuminen kiitoteiden käyttöön. Ilmailulaitos Finavia on todennut pitävänsä selvityksen A3/2008 liitekartan 6 uutta verhokäyrää sopivimpana aineistona käytettäväksi maankäytön suunnittelussa.

Etelä-Suomen aluehallintovirasto antoi 4.8.2011 päätöksen ympäristöluvasta Helsinki-Vantaan lentoaseman toimintaan (Nro 49/2011/1, Dnro ESAVI/75/04.08/2010). Ympäristöluvan määräyksissä velvoitettiin Finaviaa laatimaan lukuisia selvityksiä ja suunnitelmia sekä raportoimaan lentoaseman toiminnasta. Lupamääräyksen 5. mukainen melunhallintasuunnitelma /23/ on julkaistu 30.9.2013, lupamääräyksen 5.1. mukainen selvitys lähestyvien lentokoneiden melunhallinnasta on valmistunut 28.2.2013 samoin lupamääräyksen 5.2. mukainen erillinen suunnitelma yöaikaisten lähestymisten melunhallinnasta. Raporteissa on esitetty potentiaalisiksi melunhallintakeinoiksi Helsinki-Vantaan lentoasemalla mm. CDO-lähestymisten osuuden kasvattaminen ja välilähestymiskorkeuksien muuttaminen sekä yöaikaisten lähestymismenetelmien ja –reittien kehittäminen ja julkaisu.

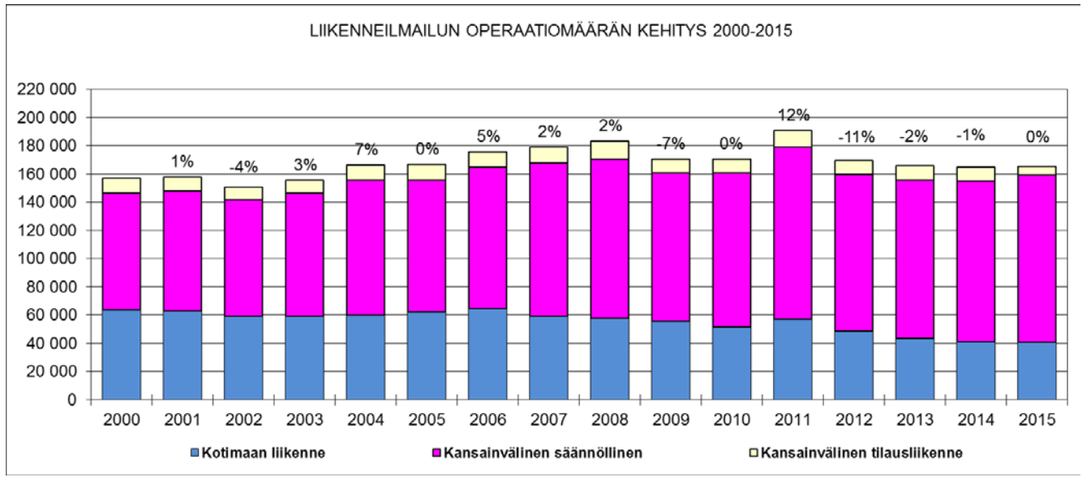
# 2. LENTOASEMAN TOIMINTA JA LIIKENNE

## 2.1. Liikennemäärän kehitys

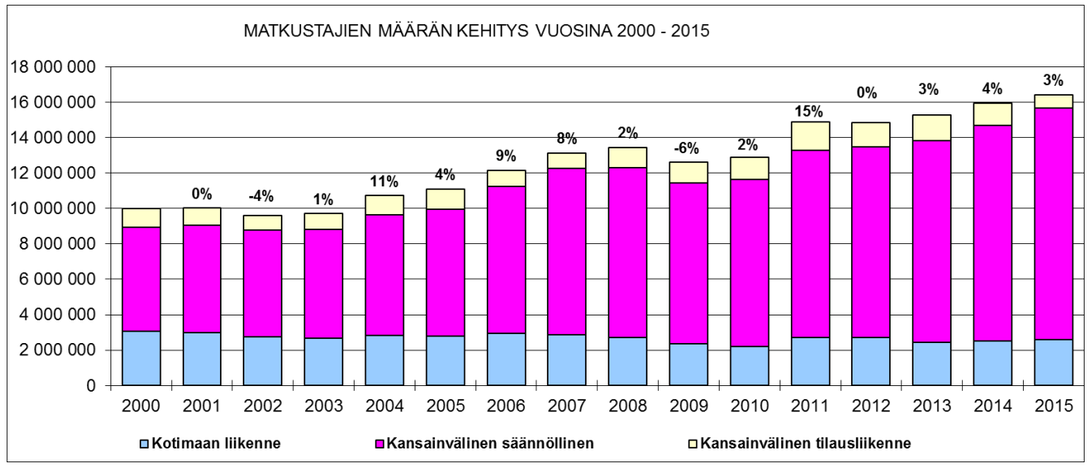
Tässä meluselvityksessä käytetty liikenneaineisto perustuu melun ja lentoreittien seurantajärjestelmä ANOMS:n tallentamaan aineistoon, jota on täsmennetty Finavian liikennetietokantaan (Airport 20/20) tallennetuilla liikennepäiväkirjan tiedoilla.

Lentoaseman lentokoneiden kokonaisoperaatiomäärä vuonna 2015 oli noin 169 000 operaatiota (operaatio = lentoonlähtö tai laskeutuminen). Operaatiomäärästä noin 165 000 oli liikenneilmailun, 1 300 yleisilmailun, 1 500 sotilasilmailun ja 1 200 muun ilmailun operaatioita. Helikoptereiden operaatiomäärä oli noin 1 200. Melulaskennassa ei ole huomioitu helikoptereita eikä ilmavoimien Hornet-, Hawk- ja kuljetuskoneita (Casa, C295). Sotilasilmailun yhteyskoneet ovat kuitenkin melulaskennassa mukana, jolloin operaatiomäärä melulaskennassa on noin 169 000. Melualueiden laajuuden kannalta tärkeimmän, liikenneilmailun operaatioista noin 24 % suuntautui kotimaahan ja 76 % ulkomaille. Vuoden 2014 liikenneilmailun operaatioihin verrattuna kotimaan operaatiomäärä väheni 1 % ja kansainvälinen operaatiomäärä kasvoi 1 %, jolloin liikenneilmailun kokonaisoperaatiomäärä kasvoi kaikkiaan vajaan 1 %. Vuoden 2014 matkustajamäärä kasvoi vuoden 2014 tasosta 3 %, noin 16,4 miljoonaan matkustajaan.

Kuvissa 1 ja 2 on esitetty liikenneilmailun liikenteen kehitys vuosina 2000–2015 operaatio- ja matkustajamäärän suhteen sekä muutos prosentteina edelliseen vuoteen. Matkustajien määrä on lisääntynyt vuodesta 1994 lähtien, mutta kysyntä väheni vuoden 2001 jälkeen, mihin vaikutti merkittävästi mm. syyskuun 2001 tapahtumat. Vielä vuonna 2003 matkustajien ja operaatioiden määrä oli vähäisempi kuin vuonna 2000. Vuoden 2003 jälkeen matkustajien lukumäärä on kasvanut nopeammin kuin operaatioiden määrä, koska osin operaattorit ovat käyttäneet aiempaa suurempia lentokoneita ja osin kotimaan pienempien lentokoneiden osuus väheni suhteessa kansainvälisten lentojen osuuteen. Vuonna 2008 alkaneen taloustaantuman johdosta vuoden 2009 operaatioiden ja matkustajien määrät vähenivät vuoteen 2008 verrattuna. Vuoden 2010 matkustaja- ja operaatiomäärät jäivät Islannin tulivuorenpurkauksen aiheuttamien tuhkapilvien ja syksyisen lentohenkilökunnan lakon vuoksi lähes vuoden 2009 tasolle, vaikka pahin taloustaantuman aiheuttama alentuma olikin jo ohitettu.



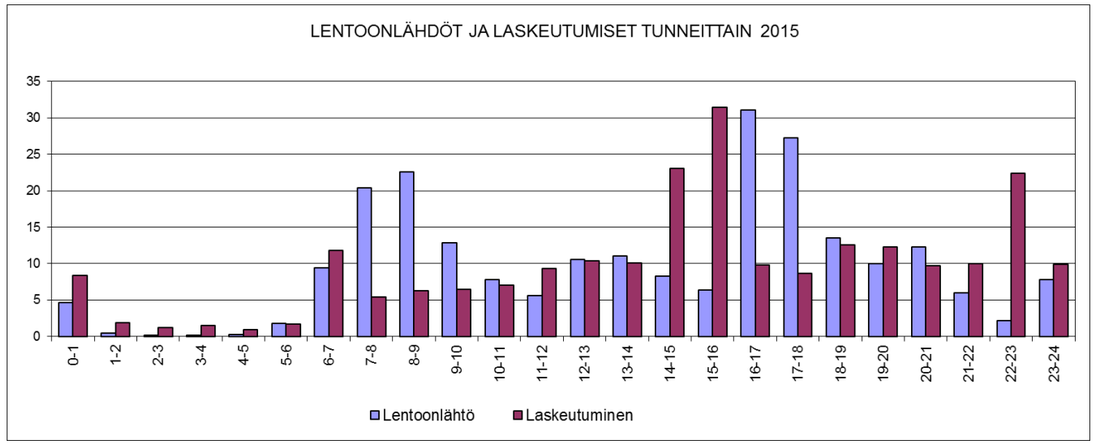

***Kuva 1.*** *Helsinki-Vantaan lentoaseman liikenneilmailun operaatiomäärän kehitys ja vuosittainen muutos (%) vuosina 2000–2015. Kansainvälisellä säännöllisellä liikenteellä tarkoitetaan ulkomaan reittiliikennettä.*




***Kuva 2.*** *Helsinki-Vantaan lentoaseman matkustajamäärien kehitys ja vuosittainen muutos (%) vuosina 2000–2015.*

## 2.2. Operaatioiden tuntijakautumat

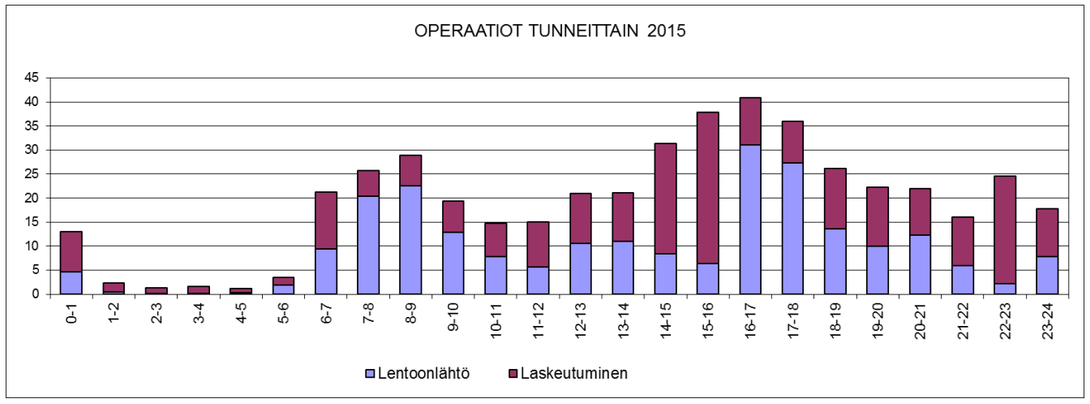
Kuvassa 3 on esitetty laskeutumisten ja lentoonlähtöjen jakauma vuonna 2015. Lentoonlähdöissä vilkkaimmat tunnit ovat aamulla klo 7-9 ja iltapäivällä klo 16–18 välisinä aikoina. Laskeutumisissa vilkkaimmat tunnit ovat klo 14–16 sekä illalla klo 22–23. Iltapäivälle on tyypillistä kuljetustarjonnan logistiikasta johtuva voimakas laskeutumis- ja lentoonlähtöaaltojen peräkkäisyys.




***Kuva 3.*** *Helsinki-Vantaan lentoaseman lentoonlähtöjen ja laskeutumisten määrät vuorokauden eri tunteina vuonna 2015 (vuosikeskiarvo).*

Kuvassa 4 on esitetty Helsinki-Vantaan lentoaseman vuositasolla keskimääräisen päivän operaatioiden kokonaismäärät tunneittain. Operaatioiden määrä yöllä klo 0–6 välisenä aikana on pieni klo 1 jälkeen. Tuntikohtainen operaatioiden määrä nousee nopeasti aamulla klo 6 jälkeen noin 29 operaatioon tunnissa. Keskipäivällä liikenne on vähäisempää klo 14 asti, jonka jälkeen alkaa iltapäivän voimakas kysyntäjakso, joka kestää aina klo 18 asti. Tämän jälkeen operaatioiden määrät vähenevät kohti vuorokauden vaihdetta lukuun ottamatta klo 22–24 välillä olevaa laskeutuvien koneiden aaltoa. Nämä lennot ovat logistisesti hyvin tärkeitä. Ne ovat pääasiassa Euroopan kohteista työpäivän päätteeksi Suomeen lähteviä koneita, jotka lentoajan sekä Manner-Euroopan ja Suomen välisen aikaeron vuoksi laskeutuvat klo 22 jälkeen. Operaatioiden kokonaismäärien kannalta vilkkaimmat tunnit ovat aamulla klo 7-9 ja iltapäivällä klo 14–19 välisenä aikana.

Operaatioiden päivä-ilta-yöjakauma ei muuttunut oleellisesti vuoden 2014 tilanteesta.




***Kuva 4.*** *Helsinki-Vantaan lentoaseman operaatioiden määrä yhteensä vuorokauden eri tunteina vuonna 2015 (vuosikeskiarvo).*

## 2.3. Lentoreitit ja lentomenetelmät

Vuoden 2010 marraskuun lopussa julkaistiin lentoonlähtöreittien (SID) määrittely, joka perustuu RNAV-navigointitekniikkaan. RNAV-reitit määritellään aluesuunnistukseen (mm. GPS- ja ns. DME-DME-suunnistus) perustuvina reittipisteinä, jolloin julkaistun reitin ei tarvitse olla sidottuna maassa olevien suunnistuslaitteiden suuntasäteeseen. Tavoitteena RNAV-reittien julkaisulla oli mahdollistaa modernien suunnistusjärjestelmien käyttö, jotka osaltaan mahdollistavat julkaistujen reittien tarkemman noudattamisen ja edesauttavat reittisuunnittelua asutuksen suhteen. Tarkemmin RNAV-navigointitekniikkaa on selostettu lentoaseman melunhallintasuunnitelmassa /23/. Julkaistut, kulloinkin voimassa olevat reitit ovat nähtävissä Finavian internetsivuilla https://ais.fi/ais/eaip/fi/.

Finavia on osana Helsinki-Vantaan lentoaseman melunhallinnan kehittämistä ja ilmatilan ympäristötehokkuuden parantamista selvittänyt vuoden 2013 aikana mahdollisuutta kehittää 22-suunnan lähestymismenetelmien melunhallintaa muuttamalla välilähestymiskorkeuksia, ns. high-side/low-side -muutos. Kiitoteille 22L ja 22R on laadittu uudet lähestymismenetelmät siten, että kiitoteiden välilähestymiskorkeudet vaihdetaan keskenään ja niitä lisäksi nostetaan 100 jalalla. Enemmän käytetyn kiitotien 22L lähestymismenetelmän välilähestymiskorkeus on 3100 jalkaa ja kiitotien 22R välilähestymiskorkeus 2100 jalkaa. Tämä muutos on toteutettu 14. marraskuuta 2013 alkaen. Korkeusmuutos on vaikuttanut myös näiden lähestymisten reitteihin. Korkeammat profiilit ovat johtaneet entistä kauempaa kiitotien suuntaiseen finaaliin liittymiseen.

Kiitotien 22L välilähestymiskorkeuden muuttaminen on vaikuttanut siihen, että menetelmän mukaisesti kiitotietä 22L lähestyvät koneet ovat itäisen Keravan sekä Talman kohdilla aiempaa korkeammalla ja jatkuvan korkeuden vähennyksen tilassa. Tässä tilassa moottoreiden tehoasetus on pienempi johtaen pienempiin melutasoihin maanpinnalla. Korotettua välilähestymiskorkeutta sovelletaan myös yöaikana, jolloin muutos vähentää melua sen kannalta herkimpinä vuorokauden tunteina. Vähäisen liikenteen aikana vaikutuksia meluun ei kuitenkaan ole, sillä lähestymiset vektoroidaan aiemmalla tavalla. Rinnakkaisten lähestymisten aikana kiitotien 22R välilähestymiskorkeuden pienentäminen suurentaa melutasoja kiitotien 22R lähestymislinjalla. Kiitotielle 22R suuntautuu kuitenkin nykyisin merkittävästi vähemmän liikennettä kuin kiitotielle 22L, joten välilähestymiskorkeuksien muutos kokonaisuutena parantaa lentokonemelutilannetta. Suurimmat muutokset melutilanteissa tapahtuvat kuitenkin $L_{den}$ 55 dB melualueen ulkopuolella. Menetelmämuutoksen vaikutus lähestymismenetelmiin eri vuorokaudenaikoina on huomioitu käyttämällä yleisimmille ja melualueiden muodostuksen kannalta tärkeimmille konetyypeille erillisiä korkeamman ja matalamman menetelmän lähestymisprofiileja toteutuneen tilanteen mukaisesti.

## 2.4. Melunhallintasuunnitelmat ja –toimenpiteet

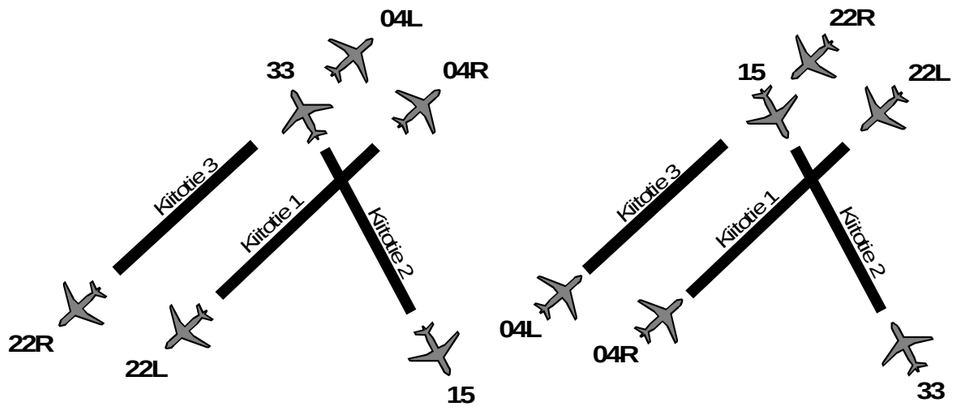
Lentoaseman melunhallintasuunnitelmissa 20.12.2001 /7/ ja 30.9.2013 /23/ käsitellään laajasti lentoaseman maantieteellistä sijoittumista suhteessa pääkaupunkiseudun asutukseen sekä silloin käytössä olleita ja suunniteltuja melunhallintatoimia.

Tärkeimmät melunhallintatoimet ovat:

1. Ensisijainen kiitoteiden käyttöjärjestys. Kiitoteitä käytetään rinnakkaiskäytön ulkopuolella ensisijaisuusperiaatteen mukaisesti. Rinnakkaiskäytön aikana ensisijaisuus koskee rinnakkaiskiitoteiden käyttösuuntaa. Ensisijaisuusjärjestys huomioi sekä asutuksen kunkin kiitotien lentoonlähtö- tai lähestymissektorissa että eri kiitoteiden turvallisen käytön suhteessa toisiinsa. Tavoitteena on, liikennetilanne ja lentoturvallisuus kokonaisvaltaisesti huomioon ottaen, käyttää melunhallinnan kannalta hyviä kiitoteitä.
2. Kiitoteiden käyttökiellot. Kiitotietä 15 ei käytetä yöllä lentoonlähtöihin eikä kiitotietä 33 laskeutumisiin, mikäli lentoturvallisuus ei muuta edellytä.
3. Lentoonlähtöreittien suunnittelu. Lentoonlähtöreitit on suunniteltu ottaen huomioon asutus lentoaseman lähialueilla. Suunnittelun periaatteet on kuvattu melunhallintasuunnitelmissa.
4. Melurajoitukset eräillä lentoonlähtöreiteillä. Finavia on asettanut selvitystensä perusteella ohjeet melutasoista, jotka lentokoneiden on täytettävä voidakseen käyttää eräitä lentoonlähtöreittejä.
5. Lennonjohdon toimintaohjeet kiitotien 15 lähestymisten vektoroinnissa. Lennonjohto aktiivisesti ohjaa laskeutumisia lyhyenpään finaaliin välttäen Nurmijärven kirkonkylän yli lentämistä silloin, kun se liikenne- ja lennonjohtotilanteen kannalta on mahdollista.
6. Lentoonlähtömelumaksu suihkukoneille yöaikana.

## 2.5. Kiitotiet ja kiitoteiden käyttöperiaatteet

Helsinki-Vantaan lentoasemalla on käytössä kolme kiitotietä, joista kiitotiet 1 ja 3 ovat yhdensuuntaiset ja kiitotie 2 risteää kiitotietä 1. Kiitoteiden numerointi on esitetty kuvassa 5. Helsinki-Vantaan lentoaseman kiitoteiden käytön ensisijaisuusperiaatteen mukaisesti lentoonlähtökiitotie on valittu ensisijaisuusjärjestyksessä 22R, 22L, 04R, 33, 04L, 15. Laskeutumisissa ensisijaisuusjärjestys on rinnakkaiskäytön ulkopuolella 15, 22L, 04L, 04R, 22R, 33. Lentoonlähtöihin ja laskeutumisiin käytettävät kiitotiet vaikuttavat toisiinsa.




***Kuva 5.*** *Helsinki-Vantaan lentoaseman kiitoteiden numerointi.*

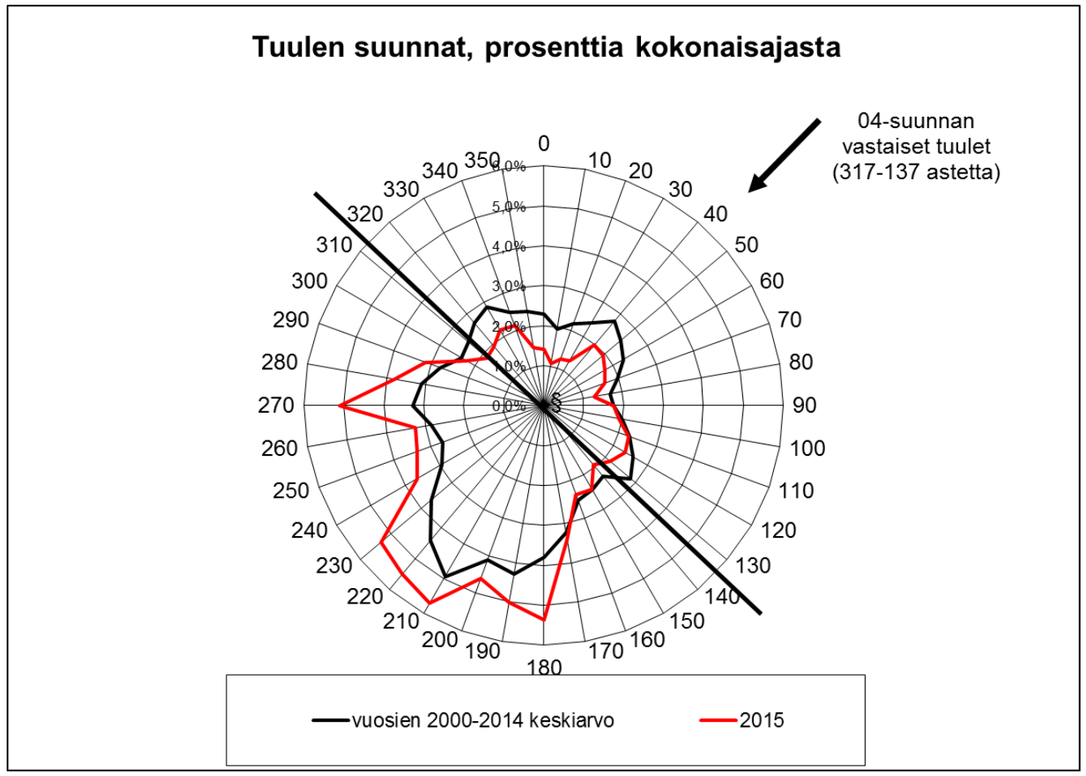
## 3. LIIKENNEAINEISTO 2015

### 3.1. Kiitoteiden käyttöön vaikuttaneet olosuhteet

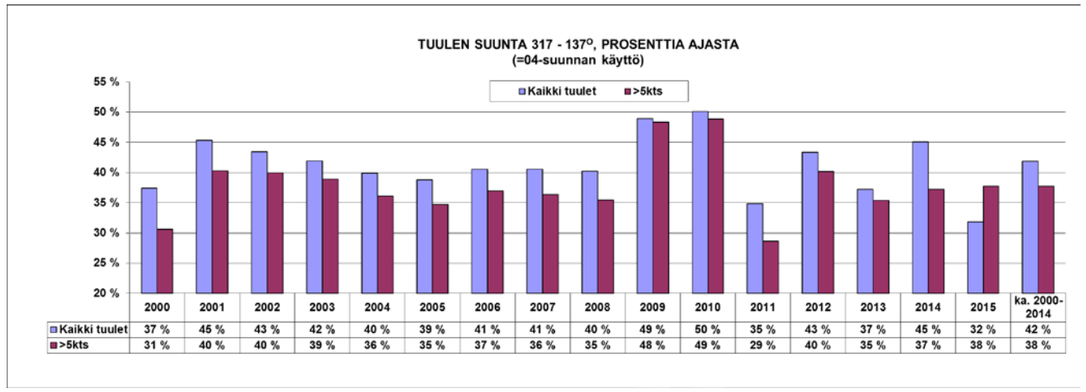
Vuoden 2015 aikana kiitotie 1 oli kokonaan suljettuna peruskorjauksen vuoksi 11.5.–2.8. (n. 2,5 kk). Peruskorjaus aiheutti myös kiitotien 2 osittaisen sulkemisen peruskorjauksen alkuvaiheessa 11.5.–5.7., koska kiitotiet 1 ja 2 risteävät.

Vuoden 2015 tuuliolosuhteet vaikuttivat kiitoteiden käyttöön siten, että 22-suuntaisia kiitoteitä käytettiin vuoden 2014 tilanteeseen nähden selvästi enemmän. Etelän ja lännen välisiä tuulia oli vuonna 2015 myös pitkäaikaisiin keskiarvoihin nähden enemmän, mutta yli 5 solmun tuulensuuntien osuudet vastasivat pitkäaikaista keskiarvoa. Yleisenä olleet lounaan puoleiset alle 5 solmun tuulet puolsivat kiitotien 22R käyttöä lentoonlähtöihin ja kiitotien 22L käyttöä laskeutumisiin ensisijaisuusjärjestyksen mukaisesti.

Kuvassa 6 on esitetty tuulen suuntien aikaosuudet prosentteina kymmenen asteen välein koko vuoden sääaineistosta vuodelta 2015 sekä vuosien 2000–2014 keskiarvo. Kuvassa 7 on esitetty kiitotiesuunnan 04 vastaisten tuulien (317-137°) osuus vuosittain vuodesta 2000 alkaen sekä vuosien 2000–2014 keskiarvo. Kuvassa 7 on esitetty lisäksi erikseen kaikkien mitattujen tuulien osuudet sekä yli 5 solmun tuulien osuudet. Tuuliaineisto perustuu ANOMS-järjestelmään tallentuneisiin Helsinki-Vantaan lentoaseman METAR-sanomiin. Järjestelmän lyhyistä säätiedon katkoksista johtuen aineistosta puuttuu vuosittain muutamia vuorokausia. Kiitotiesuunnan 04 vastaisten tuulien osuus vuonna 2015 oli 32 % ja vuosien 2000–2014 keskiarvon osuus 42 %. Kiitotiesuunnan 04 vastaisien tuulien osuus vuonna 2015 vastasi pitkäaikaista keskiarvoa yli 5 solmun tuulilla (38 %).




***Kuva 6.*** *Tuulen suuntien aikaosuudet prosentteina koko vuoden sääaineistosta vuodelta 2015 ja vuosien 2000–2014 keskiarvo.*




| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | ka. 2000-2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kaikki tuulet | 37 % | 45 % | 43 % | 42 % | 40 % | 39 % | 41 % | 41 % | 40 % | 49 % | 50 % | 35 % | 43 % | 37 % | 45 % | 32 % | 42 % |
| >5kts | 31 % | 40 % | 40 % | 39 % | 36 % | 35 % | 37 % | 36 % | 35 % | 48 % | 49 % | 29 % | 40 % | 35 % | 37 % | 38 % | 38 % |

***Kuva 7.*** *Kiitotiesuunnan 04 vastaisten tuulien suuntien (317-137°) aikaosuudet prosentteina koko vuoden sääaineistosta vuosilta 2000–2015 ja vuosien 2000–2014 keskiarvo.*

## 3.2. Liikenteen määrä kiitoteittäin

Vuoden 2015 laskennassa käytetty liikenteen määrä oli noin 232 laskeutumista ja lentoonlähtöä vuorokaudessa. Taulukossa 1 on esitetty laskennassa käytetyt yhden vuorokauden lentoonlähdöt ja laskeutumiset kiitoteittäin vuosikeskiarvoina.

Kiitotien 1 sulkeminen peruskorjauksen vuoksi ja kiitotien 2 osittaisen sulkemisen vuoksi vuoden 2015 kiitoteiden käyttöosuudet poikkesivat merkittävästi vuoden 2014 tilanteesta. Kiitotietä 3 Keravan suunnasta (kiitotie 22R) käytettiin laskeutumisiin yli 5 kertaa enemmän ja kiitotietä 33 hieman enemmän kuin vuonna 2014. Vastaavasti muiden kiitoteiden käyttö laskeutumisiin väheni. Ensisijaisuusjärjestyksessä edellä olevan kiitotien 1 laskeutumiset Keravan suunnasta (22L) siirtyivät peruskorjauksen aikana kiitotielle 3 (22R). Kiitotietä 2 Nurmijärven suunnasta (kiitotie 15) käytetään normaalitilanteessa ensisijaisena kiitotienä laskeutumisiin kiitoteiden rinnakkaiskäytön ulkopuolella, joten kiitotien osittainen sulkeminen näkyi erityisesti ilta- ja yöaikaisten laskeutumisten lisääntymisenä kiitotiellä 22R.

Edellisten lisäksi kiitoteiden käyttöön vaikutti hyvin vähäinen pohjois-itä -suuntaisten tuulien määrä sekä kiitoteiden kunnostustoimien vaikutukset. Tämä vähensi 04-suuntaisten kiitoteiden käyttöä ja lisäsi 22-suuntaisten kiitoteiden käyttöä.

Kiitoteiden rinnakkaiskäytön ulkopuolella kiitotietä 22R käytettiin ensisijaisena lentoonlähtökiitotienä ja kiitotietä 15 yöllä (sulkemisjaksoa lukuunottamatta) ensisijaisena laskeutumiskiitotienä. Vuonna 2015 kaikista lentoonlähdöistä 67 % ja yöaikaisista lentoonlähdöistä 81 % tehtiin kiitotieltä 22R ja kaikista laskeutumisista 30 % ja yöaikaisista laskeutumisista 41 % kiitotielle 15.

***Taulukko 1.*** *Lentokoneiden kokonaisliikennemäärät vuoden 2015 toteutuneessa tilanteessa. Taulukoitu erikseen lentoonlähdöt ja laskeutumiset.*

*vuosikeskiarvo kpl/vrk*

| Lentoon-lähtö | Päivä | Ilta | Yö | Yht. |
|---|---|---|---|---|
| 04L | 0,9 | 0,3 | 0,2 | 1,5 |
| 04R | 28,0 | 4,3 | 4,0 | 36,4 |
| 15 | 19,1 | 2,4 | 0,5 | 22,0 |
| 22L | 13,4 | 2,1 | 0,3 | 15,8 |
| 22R | 114,7 | 19,1 | 21,5 | 155,4 |
| 33 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 1,1 |
| Yht. | 177,1 | 28,3 | 26,7 | 232,0 |

*osuus*

| Lentoon-lähtö | Päivä | Ilta | Yö | Yht. |
|---|---|---|---|---|
| 04L | 1 % | 1 % | 1 % | 1 % |
| 04R | 16 % | 15 % | 15 % | 16 % |
| 15 | 11 % | 9 % | 2 % | 9 % |
| 22L | 8 % | 7 % | 1 % | 7 % |
| 22R | 65 % | 68 % | 81 % | 67 % |
| 33 | 1 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| Yht. | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % |

*vuosikeskiarvo kpl/vrk*

| Laskeu-tuminen | Päivä | Ilta | Yö | Yht. |
|---|---|---|---|---|
| 04L | 13,2 | 3,8 | 8,7 | 25,8 |
| 04R | 10,6 | 1,6 | 0,9 | 13,0 |
| 15 | 32,0 | 11,9 | 24,6 | 68,5 |
| 22L | 50,9 | 9,7 | 15,3 | 76,0 |
| 22R | 30,8 | 4,8 | 10,0 | 45,7 |
| 33 | 2,8 | 0,2 | 0,0 | 3,0 |
| Yht. | 140,3 | 31,9 | 59,7 | 231,9 |

osuus

| Laskeutu-minen | Päivä | Ilta | Yö | Yht. |
|---|---|---|---|---|
| 04L | 9 % | 12 % | 15 % | 11 % |
| 04R | 8 % | 5 % | 1 % | 6 % |
| 15 | 23 % | 37 % | 41 % | 30 % |
| 22L | 36 % | 30 % | 26 % | 33 % |
| 22R | 22 % | 15 % | 17 % | 20 % |
| 33 | 2 % | 1 % | 0 % | 1 % |
| Yht. | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % |

## 3.3. Konetyyppijakauma vuonna 2015

Vuonna 2015 Helsinki-Vantaan lentoasemalla kävi noin 160 erilaista konetyyppiä. Hyvin harvinaisille konetyypeille melulähtötietoja ei ole saatavilla, joten näille konetyypeille on laskennassa käytetty lähinnä vastaavaa konetyyppiä, jolle melutiedot löytyvät. Näin melualuelaskennassa oli 63 eri konetyyppiä.

Taulukossa 2 on esitetty lentokoneiden liikenteen jakautuminen konetyypeittäin vuonna 2015. Vuositasolla kuusi yleisintä konetyyppiä edustivat noin 76 % ja 10 yleisintä konetyyppiä noin 87 % kaikista operaatioista. Vuoden 2014 tilanteeseen nähden A320-sarjan koneiden (A319, A320 ja A321) operaatiomäärä kasvoi 5 %, joka vastaa noin 2 700 operaation kasvua vuositasolla ja noin 7 operaation kasvua vuorokaudessa. Blue1:n käyttämän Boeing B712-koneen operaatiot loppuivat marraskuussa 2015 yrityskauppojen yhteydessä, mutta ne korvautuivat osittain Boeingin B736-koneella. Finnair Oyj:n laajarunkokoneiden yhteisoperaatiomäärä kasvoi 6 %, mutta prosentuaalinen osuus kokonaisliikenteestä on edelleen vain 5 %. Norran käyttämän potkuriturbiinikoneen AT75 operaatiomäärät kasvoivat noin 4 %. Vuonna 2015 potkuriturbiinikoneiden kokonaismäärän osuus kaikesta lentokoneliikenteestä oli edelleen 24 %, kuten vuonna 2014.

***Taulukko 2.*** *Vuoden 2015 toteutuneen tilanteen lentokonetyyppien jakauma.*

| Konetyyppi, ICAO | Moottori-tyyppi, J=jet, T=turboprop | Operaatioita vuodessa | Operaatioita keskimäärin vuorokau-dessa | Osuus, % |
|---|---|---|---|---|
| **AT75** | T | 33299 | 91,2 | 19,6 % |
| **A320** | J | 21947 | 60,1 | 12,9 % |
| **E190** | J | 20987 | 57,5 | 12,4 % |
| **B738** | J | 18576 | 50,9 | 11,0 % |
| **A321** | J | 17704 | 48,5 | 10,4 % |
| **A319** | J | 16939 | 46,4 | 10,0 % |
| **Muut** | | 9708 | 26,6 | 5,7 % |
| **B712** | J | 6197 | 17,0 | 3,7 % |
| **A333** | J | 5266 | 14,4 | 3,1 % |
| **A343** | J | 3684 | 10,1 | 2,2 % |
| **E170** | J | 3421 | 9,4 | 2,0 % |
| **B737** | J | 2189 | 6,0 | 1,3 % |
| **DH8D** | T | 1996 | 5,5 | 1,2 % |
| **PC12** | T | 1376 | 3,8 | 0,8 % |
| **B752** | J | 1260 | 3,5 | 0,7 % |
| **B733** | J | 979 | 2,7 | 0,6 % |
| **B736** | J | 876 | 2,4 | 0,5 % |
| **E120** | T | 840 | 2,3 | 0,5 % |
| **A306** | J | 796 | 2,2 | 0,5 % |
| **B763** | J | 775 | 2,1 | 0,5 % |
| **B788** | J | 758 | 2,1 | 0,4 % |

Yleisin yksittäinen ICAO-koodilla ilmaistu matkustajakonetyyppi oli potkuriturbiinikone AT75 (ATR72-500, 33 299 operaatiota) ja kaksi yleisintä suihkumatkustajakonetta olivat A320 (21 947 operaatiota) ja E190 (20 987 operaatiota).

### 3.4. Lentoreitit

Helsinki-Vantaan lentoaseman lähialueen lentokonemelun laskennassa käytetyt lentoreitit on määritelty lentokoneiden melun ja reittien seurantajärjestelmän (ANOMS) keräämän tiedon avulla. Koneet jaettiin laskennassa käytettäville lentoreiteille toteutuneiden lentoreittien mukaisesti. Laskennoissa lentoreittejä käytetään moninkertainen määrä ilmailukäsikirjassa (AIP) julkaistuihin reitteihin nähden, jotta reittien toteuma voitaisiin kuvata mahdollisimman kattavasti. Vuoden 2005 jälkeen käsittelyssä on hyödynnetty systemaattisesti melun ja lentoreittien seurantajärjestelmän mahdollisuuksia ryhmitellä toteutuneita lentoreittejä.

Laskentareittien luomiseen vaikuttivat käytetty kiitotie ja lentoreitin suuntautuminen kentän läheisyydessä. Kullekin reitille on määritetty toteutuneiden lentoreittien mukaisesti hajonta ja liikenteen määrällinen jakautuminen tämän hajonnan sisällä. Lentoonlähtö- ja laskeutumisreittien hajonnat tarkistettiin vuoden 2015 toteutuneiden hajontojen mukaisiksi kaikilla reiteillä. Liikenteen hajonta määritettiin koko vuoden toteutuneiden lentojen yksittäisistä lentoreiteistä.

ANOMS-järjestelmä määrittää kullekin lennolle reittinimen automaattisesti tietokantaan. Reittinimi määräytyy käytetyn kiitotien ja järjestelmään määritettyjen virtuaalisten porttien kautta kuljettujen analyysituloksien mukaan. Hajonta-analyysin perusteella kullekin automaattisesti tunnistetulle reitille määritetään 3-9 erillisen laskentareitin sijaintia ja niiden liikenteen prosenttiosuus.

Laskennassa käytetyt lentoonlähtöreitit on esitetty kiitoteittäin liitekartoissa 1 ja 2 ja laskeutumisreitit liitekartassa 3. Lentoreittikarttojen pohjakarttana on käytetty ANOMS:n avulla tuotettua lentoreittien tiheyskarttaa. Reittitiheyskartan avulla on pyritty havainnollistamaan liikenteen maantieteellistä sijoittumista, jota laskentareiteillä ja niihin sisällytetyllä hajonnalla on pyritty kuvaamaan. Liitekartoissa 1-3 reittitiheys on esitetty koko vuoden 2015 toteutuneista lennoista.

## 4. MELULASKENNAT

### 4.1. Laskentamenetelmä

Euroopan siviili-ilmailukonferenssi ECAC uudisti vuonna 2005 suosituksensa lentokoneiden melun laskentamenetelmästä. Suositus on ECAC Doc 29, 3rd edition ”Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports” /12/. Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestö ICAO:n ympäristökomitea CAEP omaksui saman suosituksen vuonna 2008. Finavian vuodesta 1993 käyttämää DANSIM–laskentaohjelmistoa ei päivitetty vastaamaan uusia laskentamenetelmiä. Tästä syystä Finavia on soveltanut vuodesta 2005 alkaen Yhdysvaltain ilmailuviraston FAA:n toimeksiannosta kehittämää INM-ohjelmistoa, joka sisältää uudet laskentamenetelmät. Tässä laskennassa käytetty INM-ohjelmiston versio 7.0d on julkaistu vuonna 2013.

Merkittävin muutos ECAC Doc 29 3rd edition laskentamenetelmässä koskee melun leviämistä lentokoneen lentoradasta sivusuuntaan. Menetelmä arvioi, että koneista, joissa moottorit on kiinnitetty siipiin, melu leviää sivusuuntaan aiempaa laajemmalle. Käytännössä melualue tämän vuoksi levenee sekä lievästi pitenee. Koneet, joissa moottorit on kiinnitetty runkoon, lasketaan kuten aiemmin. Lisäksi melun sivuttaisleviämisen arvioimisessa otetaan huomioon lentokoneen kaartamisen geometria (*bank angle*) suhteessa laskentapisteeseen.

Laskennoista saadut tulokset on siirretty ArcGIS-ohjelmaan, jolla on analysoitu melualueilla asuvien asukkaiden lukumäärä ja tuotettu tuloskuvat.

INM ohjelmiston soveltamisessa on käytetty seuraavia menettelyjä:

**Lentoonlähdöt**

1. Tietopankkina, johon lentokoneiden melutiedot, tehoasetukset, nopeudet ja korkeudet perustuvat, on pääosin käytetty Yhdysvaltain ilmailuviranomaisen FAA:n INM7.0d-tietokantaa sekä Euroopan lennonvarmistuspalveluiden suunnittelusta ja kehittämisestä vastaavan laitoksen Eurocontrolin ylläpitämää Aircraft Noise and Performance (ANP) tietokantaa. Eräille koneille aerodynaamisen melun lähtöaineistot on määritetty ESDU 90023 julkaisuun perustuvalla laskennalla.

2. Keskeisimmille konetyypeille on aiempien vuosien meluselvitysten yhteydessä luotu lentoonlähtöprofiilit ja tietokannan tarjoamia lähtöarvoja on muutettu ja tarkennettu perustuen ANOMS-järjestelmän tuottamaan informaatioon. Koneille, joiden kuvausta ei tietokannoista löydy, on luotu substituutit lähinnä vastaavasta koneesta ja kone on sovitettu ANOMS:n tuottamaan informaatioon samalla tavoin. Käyttämällä Finaviassa laadittuja tutkadata-analyysityökaluja, toteutuneet lentoprofiilit on keskiarvoistettu ja profiileille on estimoitu toteutuneet tehoasetukset. Näin toimittiin laskennan koneiden A319, A320, A321, A333, A343, AT75, B733, B734, B738, B757, E170, E190 ja SF340 osalta. Vuonna 2015 nämä koneet kattoivat 86 % lentoonlähdöistä.

3. Koneille, jotka eivät olleet primäärisiä melualueiden määräytymisen kannalta, mutta joille kuitenkin löytyi INM7.0d-tietokannasta lentoonlähdöille standardiprofiilit, käytettiin tietokannan tarjoamia profiileja ja melutietoja. Vastaavasti, jos konetta ei ollut INM7.0d-tietokannassa, arvioitiin koneelle lähinnä vastaava korvaava kone ja käytettiin sitä kuvaamaan puuttuvaa konetta. Vuonna 2015 nämä koneet kattoivat 14 % lentoonlähdöistä.

**Laskeutumiset**

4. Laskeutumisissa on merkittävimmille konetyypeille määritetty Helsinki-Vantaan lentoasemalla toteutuneet keskimääräiset tai kategoriset 2000 jalan välilähestymisellä varustetut profiilit. Profiileihin on määritetty 2000 jalan korkeudessa vaakalennossa lennettävä hidastussegmentti ennen kolmen asteen loppuliukukulmassa tehtävää kiitotien lähestymistä.

   Edellisestä poiketen kiitotien 22L melun kannalta tärkeimpien konetyyppien lähestymisille on vuoden 2015 laskentaa varten tehty kaksi eri profiilia. Toisessa profiilissa on 2100 jalan vaakalento-osuus ja toisessa loppuliuku alkaa jo 3100 jalan korkeudesta. Nämä konetyypit (A319, A320, A321, B738, E170 ja E190) kattavat 59 % kiitotien 22L lähestymisistä ja niistä 74 % on korkeammalta loppuliukuun liittyneitä profiileja.

   Koneet, joille aiempina vuosina on laadittu tarkennetut laskeutumisprofiilit tai päivitetty niitä vuoden 2015 laskentoja varten (A319, A320, A321, A333, A343, AT75, B712, B738, CRJ1, CRJ2, CRJ9, E170 ja E190) kattoivat 88 % laskeutumisista. Muille koneille on käytetty INM7.0d-tietokannan tarjoamia standardiprofiileja (12 %).

**Yleistä**

5. Helsinki-Vantaan lentoasemalla toteutuneet profiili- ja meluaineistot päivitetään tarvittaessa. Vuonna 2015 melualueiden kannalta merkityksellisille konetyypeille on päivitetty osa aiemmin tehdyistä profiileista. Tarkennetut laskeutumisprofiilit tehtiin A320, A321 ja AT75 -koneille ja lentoonlähtöprofiilit A320 ja AT75 -koneille.

6. Helikopterit ja ilmavoimien Hornet-, Hawk- ja Casa-operaatiot on jätetty laskelmien ulkopuolelle.

7. Ilman absorptio vastaa INM-ohjelmiston käyttämässä meluaineistossa referenssitilannetta.

8. Sivuttaisvaimennus (lateral attenuation) on laskettu ECAC:n Doc 29 3rd edition menetelmän mukaisesti (kuvattu myös standardissa SAE AIR-5662). Laskenta-alueen maanpinnan oletetaan olevan tasainen ja pehmeä ja kiitoteiden korkeustasolla. Vesistöjen ja muiden akustisesti kovien pintojen vaikutusta äänen etenemiseen ei ole otettu huomioon.

## 4.2. Lentokonemelun tunnusluvut

Raportissa on laskettu vuoden 2015 toteutuneen tilanteen päivä-ilta-yö -melutaso $L_{den}$, sekä yö- ja päiväajan painottamattomat keskiäänitasot $L_{Aeq(22–07)}$, $L_{Aeq(07–22)}$ ja $L_{Aeq24h}$. Lisäksi on laskettu A320 suihkumatkustajakoneen enimmäismelutasot $L_{ASmax}$ useimmin käytetyille lentoonlähtö- ja laskeutumisreiteille.

$L_{den}$ -taso on melun painotettu keskiäänitaso (den = **d**ay-**e**vening-**n**ight), jossa ilta-ajan, klo 19–22, melutapahtumia on painotettu +5 dB ja yöajan, klo 22–07, melutapahtumia +10 dB. Painotus vastaa ilta-ajan liikennemäärän kertomista tekijällä 3,16 ja yöajan liikennemäärän kertomista tekijällä 10.

## 4.3. Laskentatulokset

Taulukossa 3 on esitetty asukasmäärät ja melualueiden pinta-alat $L_{den}$ 5 dB:n välein alkaen arvosta 55 dB ja $L_{night}$ alkaen arvosta 50 dB. Asukasmäärät on laskettu Tilastokeskuksen vuoden 2013 loppua edustavasta hehtaariruutu-aineistosta. Vuonna 2015 yli 55 dB ($L_{den}$) melualueella asui noin 18 600 asukasta (vuonna 2014 20 400 asukasta), joista noin 2 200 asui yli 60 dB ja 135 yli 65 dB melualueella. Yli 70 dB melualueella ei asunut yhtään asukasta. Vuonna 2015 yli 50 dB $L_{night}$ alueella asui yhteensä 6 300 asukasta. Näistä asukkaista 630 asui yli 55 dB melualueella. Yli 60 dB $L_{night}$ melualueella asui 8 asukasta.

Yleisimmin Suomessa ympäristömelun kuvaamiseen käytetty tunnusluku on päiväajan keskiäänitaso $L_{Aeq(07–22)}$. Lentokoneiden aiheuttamalla melualueella $L_{Aeq(07–22)}$ > 55 dB asuvien määrä oli 4 100 asukasta.

Taulukossa 4 on esitetty melualueiden $L_{den}$ yli 55 dB pinta-alat ja asukasmäärät eri toteumatilanteissa vuosina 1990–2015 (pl. vuosi 2012). Kuvassa 8 on esitetty melualueiden asukasmäärän kehitys pylväsdiagrammina. Vuoden 2015 toteutuneen tilanteen mukaiset $L_{den}$ melualueet on esitetty liitekartassa 4. Painottamaton koko vuorokauden keskiäänitaso $L_{Aeq24h}$ on esitetty liitekartassa 5. Päiväajan keskiäänitasot $L_{Aeq(07–22)}$ on esitetty liitekartassa 6 ja yöajan keskiäänitasot $L_{Aeq(22–07)}$ liitekartassa 7.

Liitekartassa 8 on esitetty vuosien 2014 ja 2015 melualueet $L_{den}$ 55 dB. Liitekartassa 9 on esitetty ympäristölupapäätöksen liitteenä olleen uuden verhokäyrän sekä vuosien 1990 ja 2015 melualueet.

Ympäristöluvan määräyksessä on edellytetty esittämään yleisimmän siviililentokoneen aiheuttamat enimmäisäänitasojen $L_{ASmax}$ 80 dB ja 75 dB melualueet. Vuonna 2015 yleisin konetyyppi oli potkuriturbiinikone ATR72-500, toiseksi yleisin oli suihkuturbiinikone A320 ja kolmanneksi yleisin lähes samalla operaatiomäärällä suihkuturbiinikone E190. Näistä A320 on selvästi kookkain ja suihkuturbiinimoottorisena myös meluisin. Tästä johtuen liitekartassa 10 on katsottu tarkoituksenmukaisemmaksi kuvata A320 suihkumatkustajakoneen enimmäisäänitasojen melualueet lentoonlähdöissä ja laskeutumisissa yleisimmillä reiteillä.

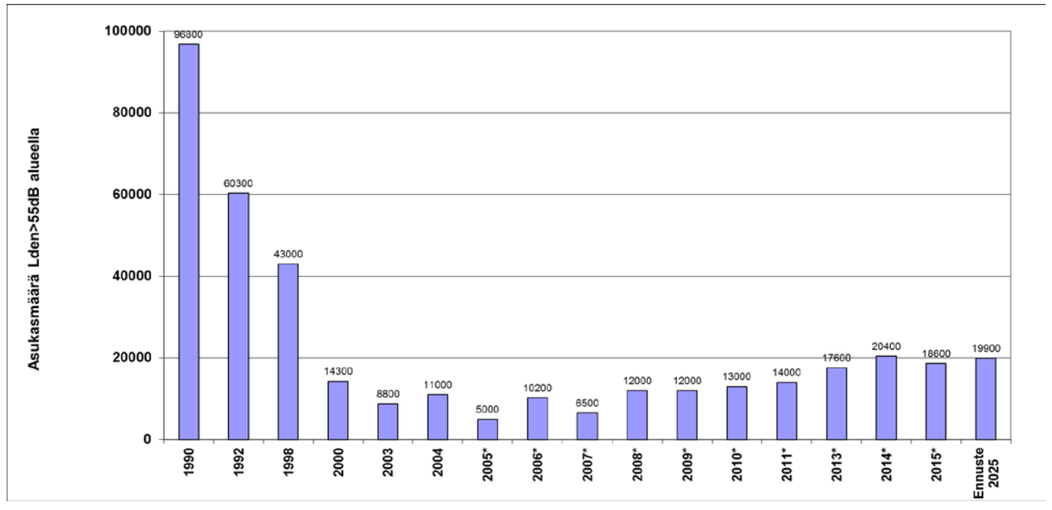
***Taulukko 3.*** *Melualueilla asuvien lukumäärät ja pinta-alat vuonna 2015. Kunkin melualueen tulos sisältää suurempien melutasojen alueiden tulokset. Tulokset on pyöristetty. Asukasmäärät on laskettu vuoden 2013 väestöaineistosta.*

| **2015 $L_{den}$** | | **>55 dB** | **>60 dB** | **>65 dB** | **>70 dB** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Asukasmäärä kpl** | | 18 600 | 2 200 | 135 | 0 |
| **Pinta-ala km²** | | 72 | 26 | 9 | 3 |
| **2015 $L_{night}$ /$L_{Aeq(22–07)}$** | **>50 dB** | **>55 dB** | **>60 dB** | **>65 dB** | **>70 dB** |
| **Asukasmäärä kpl** | 6 300 | 623 | 3 | 0 | 0 |
| **Pinta-ala km²** | 41 | 14 | 5 | 2 | <1 |

***Taulukko 4.*** *$L_{den}$ >55 dB melualueiden asukasmäärät eri toteumatilanteissa vuosina 1990–2015 (pl. vuosi 2012). Vuosien 2004–2006 analyyseissä on käytetty vuoden 2003 väestötietoja, vuosien 2007–2009 analyyseissä vuoden 2006 väestötietoja, vuosien 2010–2011 analyyseissä vuoden 2009 väestötietoja ja vuosien 2013–2015 analyyseissä vuoden 2013 väestötietoja. Aiemmat analyysit perustuvat vuoden 1999 väestötietoihin. Tulokset on pyöristetty täysiin tuhansiin.*

| Laskentatilanne | Alue, km² | Asukkaat, kpl | Lisätiedot |
|---|---|---|---|
| 1990 | 165 | 97 000 | Deltan uusintalaskenta. |
| 1992 | 128 | 60 000 | Deltan uusintalaskenta. |
| 1998 | 135 | 43 000 | 1998 perustilanne |
| 2000 | 86 | 14 000 | DC 9 hushkitattuna |
| 2003 | 56 | 9 000 | Toteutunut 2003, 31.5.04 |
| 2004 | 58 | 11 000 | Toteutunut 2004, 28.7.05, (as.aineisto 2003) |
| 2005* | 61 | 8 000 | Toteutunut 2005 (A3/2007), ECAC Doc29 3rd ed. Korj. 30.4.2008 |
| 2006* | 55 | 12 000 | Toteutunut 2006 (A4/2007), ECAC Doc29 3rd ed. Korj. 30.4.2008 |
| 2007* | 54 | 6 000 | Toteutunut 2007 (A2/2007), ECAC Doc29 3rd edition |
| 2008* | 56 | 12 000 | Toteutunut 2008 (A4/2009), ECAC Doc29 3rd edition |
| 2009* | 55 | 12 000 | Toteutunut 2009 (A3/2010), ECAC Doc29 3rd edition |
| 2010* | 58 | 13 000 | Toteutunut 2010 (A1/2011), ECAC Doc29 3rd edition |
| 2011* | 64 | 14 000 | Toteutunut 2011, 17.7.2012, ECAC Doc29 3rd edition |
| 2013* | 62 | 18 000 | Toteutunut 2013, 2.3.2015, ECAC Doc 29 3rd edition |
| 2014* | 65 | 20 000 | Toteutunut 2014, 25.1.2016, ECAC Doc 29 3rd edition |
| 2015* | 72 | 19 000 | Toteutunut 2015, 25.1.2016, ECAC Doc 29 3rd edition |

**Laskettu uudella laskentamenetelmällä ECAC Doc29 3rd edition*




***Kuva 8.*** *Melualueen $L_{den}$ >55 dB asukasmäärät toteutuneissa laskentatilanteissa. *Laskettu uudella laskentamenetelmällä ECAC Doc29 3rd edition.*

## 4.4. Tulosten tarkastelu

Merkittävimmät melualueiden muotoon ja laajuuteen vaikuttavat tekijät ovat yleensä operaatiomäärät, kiitoteiden käyttöosuudet tuuliolosuhteiden mukaisesti ja kiitoteiden sulkemiset kunnostustöiden vuoksi. Lentokonekalusto ja niiden profiilimuutokset yhden vuoden aikana vaikuttavat edellä mainittuihin tekijöihin verrattuna yleensä suhteellisen vähän.

$L_{den}$-melualueen laskennassa käytettävä ilta- ja yöliikenteen voimakas painotus havainnollistuu tarkastelemalla liitekartassa 4 esitettyä $L_{den}$-melualuetta ja liitekartassa 5 esitettyä painottamatonta $L_{Aeq24h}$-melualuetta. Painotuksen vaikutus melualueeseen on yli 5 dB yöaikaan ensisijaisesti käytettävän kiitotien 15 laskeutumissuunnassa ja 55 dB melualueen pinta-ala kasvaa yli kaksinkertaiseksi painotuksen johdosta.

Vuoden 2015 toteuman vertaaminen kaikkiin aiempiin selvityksiin, lukuun ottamatta vuosien 2005–2014 toteumaa koskeneita selvityksiä, on tehtävä muistaen, että laskentamenetelmä on uudistunut. Melualueet eivät ole yksityiskohtaisesti vertailukelpoisia.

### 4.4.1. Vuoden 2015 melualueet

Selvästi merkittävimmin melualueen muotoon vaikutti kiitotien 1 peruskorjaus. Kiitotien 1 sulkemisen vuoksi kiitotietä 22R on käytetty merkittävästi enemmän laskeutumisiin kuin edellisinä vuosina (ks. 3.2).

Vuoden 2015 operaatiomäärän ja operaatioiden päivä-, ilta- ja yöajan osuuden muutokset eivät olennaisesti vaikuttaneet melualueiden muodostumiseen.

Yleisinä olleet lounaanpuoleiset tuulet tukivat hyvin kiitoteiden ensisijaisuusjärjestyksen mukaista käyttöä joten runsas 22-suuntaisten kiitoteiden käyttö on havaittavissa melualueissa.

Kiitotien 22R selvästi lisääntyneet laskeutumiset aiheuttivat Keravan suuntaisten kiitotiejatkeiden melualueiden yhteenkuroutumisen $L_{den}$ 55 dB alueella. Tämä johti melualueen pinta-alan kasvamisen 72 neliökilometriin (vuonna 2014 65 $km^2$). Pinta-alan kasvusta huolimatta se on 56 % pienempi kuin vuoden 1990 melualueen pinta-ala. Melualue kasvoi kuitenkin alueilla, joilla on hyvin vähän asutusta ja siten asukasmäärä väheni vuoden 2014 tilanteeseen nähden ollen 18 600. Vaikka kiitotien 22L laskeutumisia ja kiitotien 04R lentoonlähtöjä oli hieman vähemmän kuin vuonna 2014, kiitotien 22L jatkeella Keravan suunnassa melualue yhtenee vuoden 2014 melualueen kanssa. Tämä johtuu kiitotien 22R lisääntyneen liikenteen vaikutuksesta.

Lentokonemelualueella asuvien määriä voidaan verrata muiden liikennemuotojen melun piirissä asuvien määriin. Esimerkiksi Vantaan kaupungissa yli 55 dB:n Lden-melun piirissä asuu tie- ja katuliikenteen osalta 77 500 asukasta ja raideliikenteen osalta 9 300 asukasta /25/. Vastaavat asukasmäärät Helsingissä ovat 282 000 ja 13 300. Lden-tunnusluvun voimakas painotus näkyy esimerkiksi vertaamalla päiväajan keskiäänitason > 55 dB piirissä asuvien määrää Lden > 55 dB alueen vastaavaan. Lentokonemelualueella $L_{Aeq(07–22)}$ > 55 dB asuvien määrä oli 4 100 asukasta. Esimerkiksi Vantaalla vastaavan tie- ja katumelun piirissä asuu 52 200 ja Helsingissä 223 500 asukasta.

Kiitotien 1 peruskorjauksen ja tuuliolosuhteiden vuoksi kiitotien 22R lentoonlähtösektorin harvaan asutuilla alueilla melualue kasvoi vuoden 2014 tilanteeseen nähden. Samoista syistä Espoon ja Länsi-Vantaan suunnasta laskeutui koneita vähemmän ja aiheutuneet melualueet ovat vuoden 2014 melualueita pienempiä Hämeenkylässä ja Vantaanlaaksossa.

Kiitotien 1 peruskorjauksen aiheuttama kiitotien 2 osittainen sulkeminen näkyy Nurmijärven suuntaisen melualueen lyhenemisenä.

Ennusteita ja toteutuneita tilanteita verrattaessa tulee huomioida, että ennustetilanteiden kuvaaminen perustuu useiden vuosien keskiarvoisiin tuuliolosuhteisiin, eikä kiitoteiden kunnostustöistä aiheutuvia vuosittaisia melualueen muutoksia ole niissä huomioitu. Lisäksi kiitoteiden käyttöosuudet eivät nykyisellä kysynnällä ole vielä ennusteissa käytettyjen oletusten mukaisia.

Enimmäismelualueita tarkasteltaessa on huomioitava, että enimmäisäänitaso voi vaihdella hyvin paljon yksittäisillä lennoilla käytetyn lentoprofiilin ja sääolosuhteiden vuoksi.

### 4.4.2. Lentoonlähtö- ja laskeutumisprofiilien käsittely

Lentokoneiden melun ja reittien seurantajärjestelmä ANOMS on hyvin tärkeä melualueiden tarkan laskennallisen arvioinnin tekemiseksi. Järjestelmä antaa tiedot sekä lentokoneiden todellisista sijainneista (lentoreitti xy -tasossa maan pinnalla) että lentokoneiden lentoonlähtö- ja laskeutumisprofiileista (korkeus ja nopeus eri pisteissä). Melun kannalta merkittävimpien lentokonetyyppien lentoprofiilien tarkentaminen ANOMS-järjestelmän tietojen perusteella sekä kunkin konetyypin lasketun melun täsmäämінen mitattuihin tasoihin tukee melualuelaskennan tarkkuutta ratkaisevalla tavalla.

Yksittäisen lentokonetyypin aiheuttama melu laskentahilan yhteen tarkastelupisteeseen perustuu siihen, että koneelle määritetään ensin korkeus- ja nopeusprofiili ja sitä vastaava melu lentoreitin geometrian suhteen. Konetyyppikohtaiset profiilit sidotaan toteutuneisiin lentoreitteihin siten, että koko vuoden reitit kuvataan useana eri reittinä (käytävänä), jota lentokoneet seuraavat. Kaikki koneet eivät kulje reitin esitettyä viivaa pitkin (liitekartat 1-3), vaan kullakin reitillä otetaan huomioon koneiden jakauma viivan molemmilla puolilla.

Melun laskentaohjelma tai Finavian omat simulointiohjelmat johtavat korkeus- ja nopeusprofiilista moottoreiden työntövoiman eri kohdissa lentoa huomioiden koneen oletettu massa, muut ominaisuudet ja lentomenetelmän eri vaiheet. Työntövoimasta johdetaan melutaso lentoreitin ja –profiilin segmenteittäin eri tarkastelupisteissä käyttäen laskentaohjelman NPD -tietokantaa (Noise Power Distance). Tietokanta sisältää melutason kullekin eri konetyypille eri työntövoimilla ja etäisyyksillä. Tämän lisäksi lähestymisten aikana tapahtuva lentokoneen lisänostovoimalaiteasujen ja laskutelineen avaamisen vaikutukset ilmanopeuden funktiona on huomioitu Finaviassa laadituilla ns. Noise Speed Distance -tietokannoilla, perustuen ESDU 90023 -julkaisun /24/ puoliempiirisiin malleihin aerodynaamisesta melusta.

Kuten kappaleessa 4.1 on kuvattu, 86 % lentoonlähdöistä ja 88 % laskeutumista on tehty lentokoneilla, joille on luotu ANOMS-järjestelmän perusteella keskiarvoistettu lentoprofiili Helsinki-Vantaan lentoaseman toteuman mukaan. Korkeus- ja nopeusprofiilien pohjana on käytetty vuoden mittaista näytettä tutka-aineistosta. Näiden koneiden profiilien tuottama melu on täsmäytetty suoraan reitin alla tehtyjen mittaustulosten mukaisesti sille etäisyydelle saakka, jossa jatkuvatoimisia melunmittausasemia sijaitsee kiitotien 04R lentoonlähtö- ja kiitotien 22L lähestymissektorissa. Näiden koneiden meluenergia kattaa arviolta 90–95 % kokonaismeluenergiasta. Loput noin 13 % lentokoneiden operaatioista lasketaan laskentaohjelman tarjoamien (tai suositeltujen substituuttikoneiden) profiili- ja melutietojen perusteella. Näiden lentokoneiden operaatioiden melun käsittely ja sen tarkkuus ei ole melualueiden määräytymisen kannalta kovin merkittävä.

Laskeutumisten mallintamisessa ei ole täysimääräisesti otettu huomioon CDO–lähestymisiä ennen liukupolkuun liittymistä ja näiden vaikutusta meluun. Tällä voi olla merkitystä $L_{den}$ >50 dB melualueen laajuuteen tärkeimpien laskeutumiskiitoteiden suunnissa.

### 4.4.3. Muiden lähtötietojen käsittely

Melun leviämisen laskenta edellyttää tietoa tarkastelupisteen ja lentokoneen reitin kunkin segmentin välisestä etäisyydestä eli lentoreitin maantieteellisestä sijainnista ja korkeudesta. Yksittäisen lentoreitin sijaintitieto ANOMS-järjestelmässä on suhteellisen tarkka, suuruusluokaltaan noin 40 metriä. Koko vuotta koskevissa tarkasteluissa koneiden reitit kuitenkin yleistetään joukoksi lentoreittikäytäviä, joiden sisällä lentoreittien hajonta analysoidaan erikseen ANOMS:n työvälinein. Lentoreittien lateraalisen hajonnan määrityksen virhe pienenee kiitoteiden läheisyydessä, koska lentoreitit päätyvät tai alkavat aina kiitoteiltä. Laskeutumisten reittihajonnan merkitys $L_{den}$ >55 dB alueella on vähäinen, koska tällä alueella pääosa laskeutumisista asettuu kiitotien suuntaiselle laskeutumislinjalle jo noin 15–20 kilometriä ennen kiitotietä.

Ellei edellä mainitussa menettelyssä ole systemaattinen virhe, reittien yleistämisen ja niiden hajonnan kuvaamisen aiheuttaman epätarkkuuden vaikutus lopputulokseen vähenee, kun yhteen laskentapisteeseen lasketaan vuosittaisten operaatioiden (kaikkiaan noin 170 000 operaatiota) aiheuttama kokonaismelu.

Lentokonemelun laskennassa maaston tai rakennusten aiheuttamilla estevaikutuksilla ei ole suurta vaikutusta, ellei melua tarkastella tiiviiden kortteleiden sisällä. Seututason tarkkuudella laadittavissa meluselvityksissä rakennusesteet voivat lisätä tulosten epävarmuutta alueilla, joille melu aiheutuu lentokoneen ollessa kiitotiellä tai hyvin lähellä kiitoteitä – ts. lentokone on kiitotiellä tai hyvin matalalla.

Lämpötila ja ilmankosteus vaikuttavat melun vaimentumiseen sen edetessä. Tuulen suunta ja nopeus ovat lentokoneen suoritusarvojen kannalta merkittäviä tekijöitä. Sääolosuhteet on laskennassa määritetty olevan standardin SAE AIR-1845 (Calculation of Airplane Noise in Vicinity of Airports) mukaisesti 15°C, 1013 haPa ja 70% suhteellinen kosteus. Lentokoneiden profiilin määrityksessä oletetaan vallitsevan 4 m/s vastatuuli lentokoneen etenemissuunnassa. Lämpötilan ja kosteuden vaikutus äänen etenemiseen Helsingin alueen keskimääräisissä olosuhteissa kuitenkin sisältyy profiilien määrittämisen prosessiin. Merkittävimpien lentokonetyyppien profiilien (nopeus, korkeus, konfiguraatio, tehoasetus) tuottama melu tarkennetaan hyödyntämällä ANOMS-järjestelmästä saatavia, pääasiassa eri vuodenaikojen keskiarvoja vastaavia melutasoja lentoreitin alapuolella.

Matemaattista melualuelaskennan epätarkkuutta ei ole tarkoituksenmukaista pyrkiä määrittämään. Lasketut melutasot ovat hyvin linjassa yhdeksällä jatkuvatoimisella mittausasemalla mitattujen vuosikohtaisten melutasojen kanssa.

## 5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Euroopan siviili-ilmailukonferenssi ECAC uusi vuonna 2005 suosituksensa melualueiden laskentaa koskevista menetelmistä. Finavia soveltaa tässä selvityksessä uutta laskentamenetelmää, joka laajentaa melualuetta. Tästä syystä selvityksen tulokset eivät yksityiskohtaisesti ole vertailukelpoisia muihin kuin vuosia 2005–2014 koskeviin toteutuneen tilanteen selvityksiin.

Vuoden 2015 lentokonekaluston muutokset eivät olleet melualueiden koon suhteen merkityksellisiä. Vuoden 2014 tilanteeseen nähden A320-sarjan koneiden (A319, A320 ja A321) operaatiomäärä kasvoi 5 %, joka vastaa noin 2 700 operaation kasvua. Blue1:n käyttämän Boeing B712 operaatiot loppuivat marraskuussa 2015 yrityskauppojen yhteydessä, mutta ne korvautuivat osittain Boeingin B736 koneella. Finnair Oyj:n laajarunkokoneiden yhteisoperaatiomäärä kasvoi 6 %, mutta prosentuaalinen osuus kokonaisliikenteestä on edelleen vain 5 %. Norran käyttämän potkuriturbiinikoneen AT75 operaatiomäärä kasvoi noin 4 %. Potkuriturbiinikoneiden kokonaismäärän osuus kaikesta lentokoneliikenteestä oli edelleen 24 %, kuten vuonna 2014.

Vallinneiden tuulien vaikutukset melualueiden muotoon eivät olleet yli 5 solmun tuulien osin poikkeuksellisia mutta kaikki tuulet huomioituna pohjois- itäsuuntaisten tuulien vähäinen osuus näkyi 04-suuntaisten kiitoteiden vähäisenä käyttönä ja vastaavasti 22-suunnan kiitoteiden runsaana käyttönä. Yleisenä olleet lounaan puoleiset alle 5 solmun tuulet puolsivat kiitotien 22R käyttöä lentoonlähtöihin ja kiitotien 22L käyttöä laskeutumisiin ensisijaisuusjärjestyksen mukaisesti.

Olennaisinta vuoden 2015 melualueiden muodostuksen kannalta on ollut kiitotie 1 peruskorjauksen vuoksi kiitoteiden käytön muutokset. Runsas kiitotien 3 käyttö Keravan suunnasta (kiitotie 22R) laskeutumisiin kasvatti $L_{den}$ >55 dB melualueen pinta-alaa edellisen vuoden 65 neliökilometristä 72 neliökilometriin, mutta samanaikaisesti melualueen asukasmäärä pieneni noin kahdella tuhannella asukkaalla. Melualue laajeni alueilla, joilla on vähän asutusta ja pieneni alueilla, joilla asutus on tiheää. Melualueen merkittävään pinta-alan kasvuun vaikutti myös kahden rinnakkaisen kiitotien (22L ja 22R) laskeutumisten aiheuttamien melualueiden kuroutuminen yhteen.

Melualue on vuonna 2015 kasvanut peruskorjauksen vuoksi alueella, missä jo kolmannen kiitotien käyttöönottovaiheessa laadittuihin ennusteisiin kuvattiin lentokonemelun lisääntyvän. Melualueen pinta-alan muutoksesta ei voi tehdä johtopäätöstä kokonaismelutilanteen muutoksesta samassa suhteessa. Melualueen yksityiskohdat vaihtelevat vuosittain.

Pääkaupunkiseudulla lentokonemelualueella asuu vähäinen määrä asukkaita verrattuna muiden liikennemuotojen melualueiden asukasmääriin.

*Viitteet*


*/1/ Plovsing B, Svane S.: Helsinki-Vantaa Airport Noise Exposure from 1990 to 2010. LI 451/92. Lyngby, 1992.*

*/2/ Helsinki-Vantaa Airport 2010. Recalculation with INM Database 10. Delta Acoustic & Vibration, May 1994.*

*/3/ Yöliikenteen meluntorjuntasuunnitelma, Helsinki-Vantaan lentoasema. Ilmailulaitos A4/94, Vantaa 1994.*

*/4/ Helsinki-Vantaan lentoaseman yöliikenne ja sen meluvaikutukset 1995. Ilmailulaitos, A11/96, Vantaa 1996.*

*/5/ Helsinki-Vantaan lentoasema. Meluvaikutukset 1998 sekä arvio vuodelle 2000. Muistio 1.6.1999, Ilmailulaitos, järjestelmien kehitys.*

*/6/ Viinikainen M., Mäkelä K.: Helsinki-Vantaan lentoasema, Lentokonemeluselvitys, vuosi 2000. Ilmailulaitos, A21/2000, Vantaa 15.12.2000. 12 s. + liitteet, yht. 20 s.*

*/7/ Helsinki-Vantaan lentoasema, lentokoneiden melun kehittyminen ja hallinta 2003–2020. Ilmailulaitos A19/2001, Vantaa 20.12.2001. 29 s. + liitteet, 67 s.*

*/8/ Helsinki-Vantaan lentoasema, lentokoneiden melun kehittyminen ja hallinta 2003–2020 (Ilmailulaitos A19/2001) – korjattu aineisto. Muistio 7.6.2002. 2 s. + 4 liitekarttaa.*

*/9/ Helsinki-Vantaan lentoasema, lentokoneiden melun kehittyminen ja hallinta 2003–2020. Vuoden 2020 tilanteen uudelleen arviointi. Ilmailulaitos A14/2002. Vantaa 4.12.2002. 3 s. + 4 liitekarttaa.*

*/10/ Helsinki-Vantaan lentoasema. Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2003. Ilmailulaitos A6/2004. Vantaa 23.6.2005. 9 s. + liitekartat, 11 s.*

*/11/ Helsinki-Vantaan lentoasema. Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2004. Ilmailulaitos A6/2005. Vantaa 8.8.2005. 9 s. + liitekartat, 12 s.*

*/12/ http://www.ecac-ceac.org/*

*/13/ Helsinki-Vantaan lentoasema. Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2005. Ilmailulaitos A3/2007. Vantaa 27.6.2007. 9 s. + liitekartat, 9 s. + Korjauspäivitys 30.4.2008*

*/14/ Helsinki-Vantaan lentoasema. Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2006. Ilmailulaitos A4/2007. Vantaa 27.6.2007. 9 s. + liitekartat, 9 s. + Korjauspäivitys 30.4.2008*

*/15/ Helsinki-Vantaan lentoasema. Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2007. Ilmailulaitos A2/2008. Vantaa 30.4.2008. 8 s. + liitekartat, 9 s.*

*/16/ Helsinki-Vantaan lentoasema, Lentokoneiden melu kehitystilanteessa 2025. Ilmailulaitos Finavia A3/2008. Vantaa 30.4.2008. 7 s. + 6 liitekarttaa.*

*/17/ Helsinki-Vantaan lentoasema. Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2008. Ilmailulaitos A4/2009. Vantaa 13.7.2009. 8 s. + liitekartat, 9 s.*

*/18/ Helsinki-Vantaan lentoasema. Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2009. Ilmailulaitos A3/2010. Vantaa 19.5.2010. 9 s. + liitekartat, 9 s.*

*/19/ Helsinki-Vantaan lentoasema. Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2010. Ilmailulaitos A1/2011. Vantaa 21.3.2011. 10 s. + liitekartat, 9 s.*

*/20/ Helsinki-Vantaan lentoasema, Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2011. Finavia Oyj. Vantaa 17.7.2012. 10 s. + liitekartat, 9 s.*

*/21/ Helsinki-Vantaan lentoasema, Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2013. Finavia Oyj. Vantaa 2.3.2015. 12 s. + liitekartat, 9 s.*

*/22/ Helsinki-Vantaan lentoasema, Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2014. Finavia Oyj. Vantaa 25.1.2016. 12 s. + liitekartat, 10s.*

*/23/ Helsinki-Vantaan lentoaseman lentokonemelunhallintasuunnitelma. Finavia Oyj. Vantaa 30.9.2013. 40 s. + liitteet 18 s.*

*/24/ Airframe noise prediction. ESDU 90023. Engineering Sciences Data Unit. Marraskuu 1990 22 s. + liitteet 3 s.*

*/25/ Pääkaupunkiseudun ympäristömeludirektiivin mukainen meluselvitys. Yhdistelmäraportti.11.5.2012. Sito Oy.*


## 6. LIITEKARTAT, MITTAKAAVA 1:100 000

1. Lentoonlähtöreitit kiitoteiltä 04R ja 22R
2. Lentoonlähtöreitit kiitoteiltä 04L, 22L, 15 ja 33
3. Lähestymisreitit kiitoteille 04L, 04R, 15, 22L, 22R ja 33
4. Vuosi 2015, toteutunut tilanne. $L_{den}$ (50), 55, 60 ja 65 dB
5. Vuosi 2015, toteutunut tilanne. $L_{Aeq24h}$ (50), 55, 60 ja 65 dB
6. Vuosi 2015, päivä, toteutunut tilanne. $L_{Aeq\ (07\text{-}22)}$ 55, 60 ja 65 dB
7. Vuosi 2015, yö, toteutunut tilanne. $L_{Aeq\ (22–07)}$ (45), 50, 55, 60 ja 65 dB
8. $L_{den}$ 55 dB vuosina 2014 ja 2015
9. $L_{den}$ 55 dB vuosina 1990 ja 2015 sekä verhokäyrän ja kehitystilanteen 2025 yhdistelmäkäyrä
10. $L_{ASmax}$ 75 ja 80 dB yleisimmillä lentoonlähtö- ja laskeutumisreiteillä


Kartta-aineistojen julkaisuoikeudet:

© Maanmittauslaitos Maastotietokanta
© Tilastokeskus Väestörakenne 2013


\\ill\vsdatat\noise\NOISE\PROJ\MELUTILANNE 2015 INM70d\Raporttiaineisto\EFHK_meluselvitys_2015_raportti.docx

FINAVIA

0 4 8 Kilometriä

**Reittitiheyskartta**
**Lentoa / 100x100 m**

- < 1/ viikko
- < 2/ viikko
- < 3/ viikko
- < 4/ viikko
- < 5/ viikko
- < 6/ viikko
- < 1/ päivä
- < 2/ päivä
- < 4/ päivä
- < 8/ päivä
- < 16/ päivä
- > 16/ päivä

Helsinki-Vantaan lentoasema
Lentokonemeluselvitys, vuosi 2015

Melulaskennassa käytetyt laskentareitit
Lentoonlähdöt, kiitotiet 04R, 22R
Hajonnan havainnollistaminen reittitiheyskartan avulla

1 : 100 000
Finavia Oyj 1.8.2016 Liitekartta 1

FINAVIA

0 4 8 Kilometriä

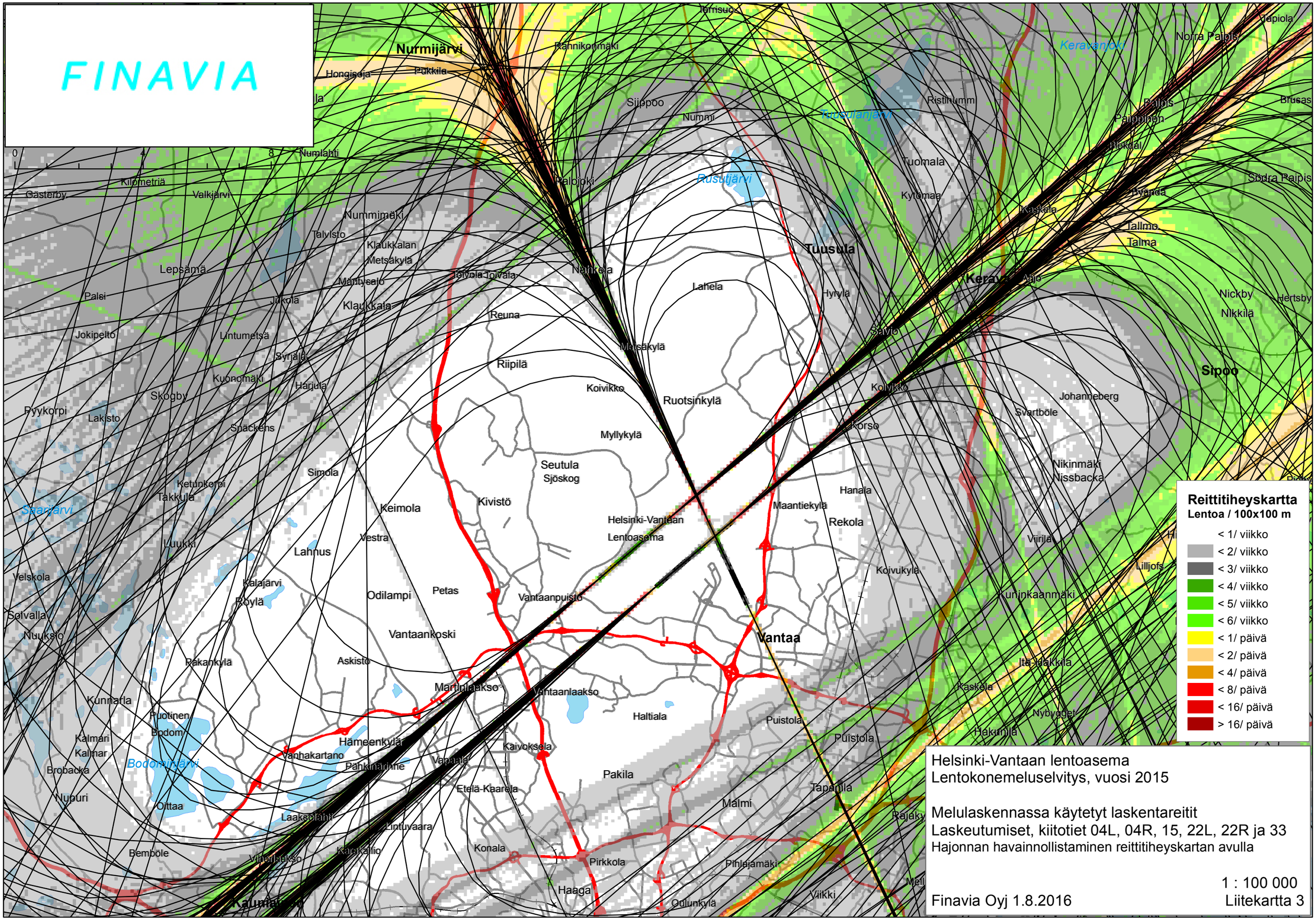
Reittitiheyskartta
Lentoa / 100x100 m

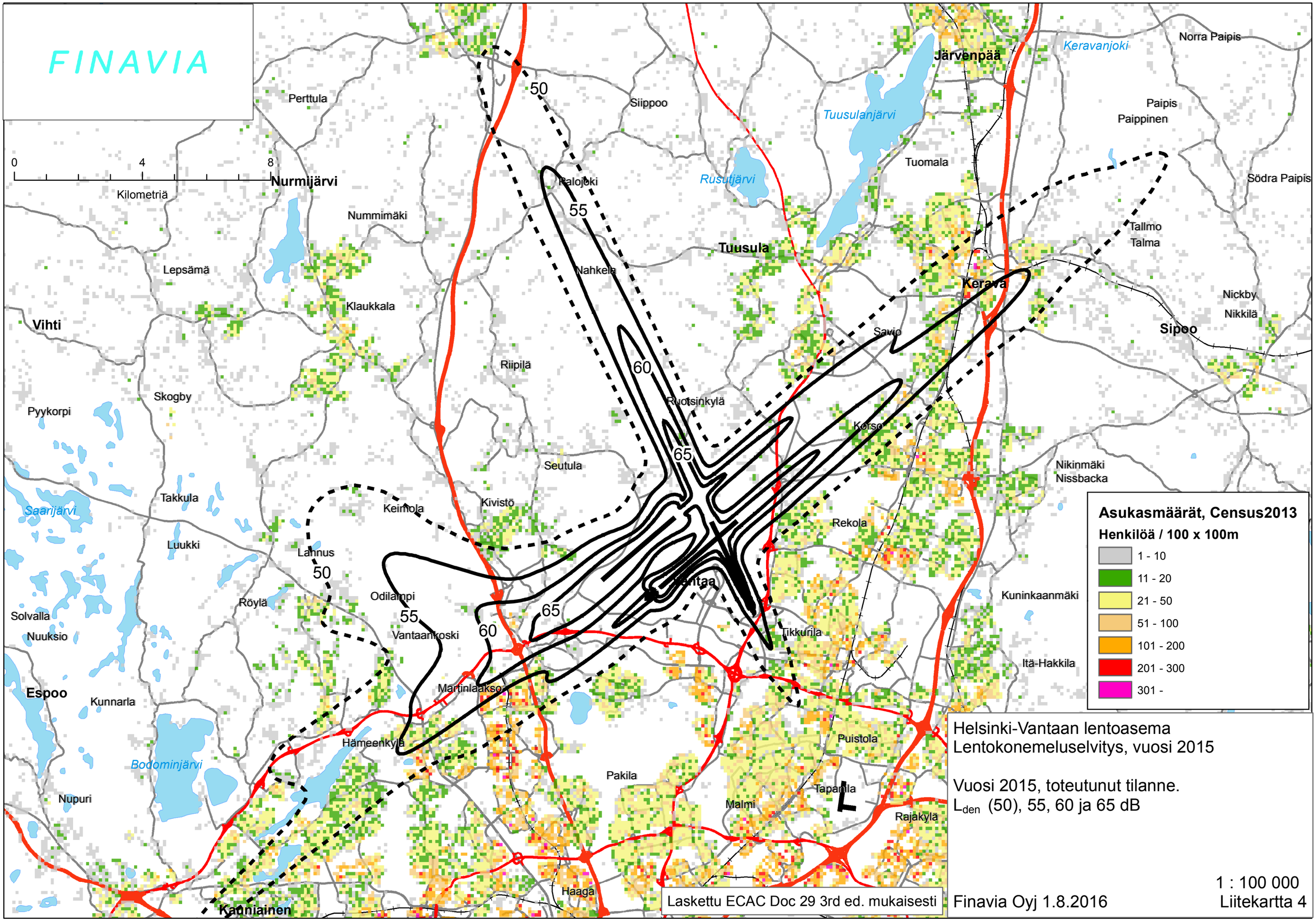
- < 1/ viikko
- < 2/ viikko
- < 3/ viikko
- < 4/ viikko
- < 5/ viikko
- < 6/ viikko
- < 1/ päivä
- < 2/ päivä
- < 4/ päivä
- < 8/ päivä
- < 16/ päivä
- > 16/ päivä

Helsinki-Vantaan lentoasema
Lentokonemeluselvitys, vuosi 2015

Melulaskennassa käytetyt laskentareitit
Lentoonlähdöt, kiitotiet 04L, 22L, 15 ja 33
Hajonnan havainnollistaminen reittitiheyskartan avulla

1 : 100 000
Finavia Oyj 1.8.2016 Liitekartta 2


FINAVIA
Reittitiheyskartta
Lentoa / 100x100 m
< 1/ viikko
< 2/ viikko
< 3/ viikko
< 4/ viikko
< 5/ viikko
< 6/ viikko
< 1/ päivä
< 2/ päivä
< 4/ päivä
< 8/ päivä
< 16/ päivä
> 16/ päivä
Helsinki-Vantaan lentoasema
Lentokonemeluselvitys, vuosi 2015
Melulaskennassa käytetyt laskentareitit
Laskeutumiset, kiitotiet 04L, 04R, 15, 22L, 22R ja 33
Hajonnan havainnollistaminen reittitiheyskartan avulla
1 : 100 000
Finavia Oyj 1.8.2016
Liitekartta 3
Nurmijärvi
Tuusula
Vantaa
Sipoo
Kerava
Keravanjoki
Tuusulanjärvi
Rusutjärvi
Saarijärvi
Bodominjärvi
Kauniainen
Nummimäki
Lepsämä
Riipilä
Ruotsinkylä
Seutula
Sjöskog
Kivistö
Helsinki-Vantaan
Lentoasema
Vantaanpuisto
Vantaankoski
Martinlaakso
Vantaanlaakso
Haltiala
Pakila
Pirkkola
Haaga
Malmi
Puistola
Tapanila
Hakunila
Nikinmäki
Nissbacka
Johanneberg
Svartböle
Korso
Hanala
Rekola
Maantiekylä
Koivukylä
Kuninkaanmäki
Itä-Hakkila
Kaskela
Nickby
Nikkilä
Hertsby
Tallmo
Talma
Byända
Paipis
Paipoinen
Blekdal
Norra Paipis
Tapiola
Brusas
Söderkulla
Tuomala
Kytömaa
Ristinumm
Siippoo
Nummi
Palojoki
Nähkela
Lahela
Hyrylä
Savio
Koivikko
Myllykylä
Keimola
Vestra
Lahnus
Odilampi
Petas
Vantaanpuisto
Askisto
Hämeenkylä
Vanhakartano
Pähkinärinne
Vapaala
Kaivoksela
Etelä-Kaarela
Konala
Laaksolahti
Lintuvaara
Karakallio
Viherlaakso
Oittaa
Bemböle
Nupuri
Brobacka
Kalmar
Kalmari
Bodom
Puotinen
Kunnarla
Solvalla
Nuuksio
Velskola
Lakisto
Pyykorpi
Skogby
Kuonomäki
Syrjälä
Harjula
Lintumetsä
Jokipelto
Palsi
Jukola
Klaukkala
Mäntysalo
Metsäkylä
Klaukkalan
Talvisto
Valkjärvi
Gästerby
Kilometriä
Numlahti
Hongisoja
Pukkila
Rähnikonmäki
Terrisuo
Rakankylä
Ketunkorpi
Simola
Luukki
Kalajärvi
Röylä
Kaskela
Hakunila
Nybygget
Viikki
Oulunkylä
Pihlajamäki
Rajaky
Lilljofs
Viirilä
Kaskela
Puistola
Malmi
Pakila
Haltiala
Vantaanlaakso
Vantaankoski
Askisto
Pakankylä
Kunnarla
Bodom
Kalmari
Kalmar
Nuuksio
Solvalla
Velskola
Kalajärvi
Lahnus
Vestra
Keimola
Takkula
Ketunkorpi
Simola
Snäckens
Lakisto
Pyykorpi
Skogby
Kuonomäki
Syrjälä
Lintumetsä
Jukola
Palsi
Lepsämä
Mäntysalo
Klaukkalan
Talvisto
Nummimäki
Valkjärvi
Gästerby
Kilometriä
Numlahti
Hongisoja
Pukkila
Rähnikonmäki
Terrisuo
Siippoo
Nummi
Palojoki
Nähkela
Toivola
Toivala
Reuna
Riipilä
Koivikko
Myllykylä
Seutula
Sjöskog
Kivistö
Helsinki-Vantaan
Lentoasema
Vantaanpuisto
Vantaankoski
Martinlaakso
Vantaanlaakso
Haltiala
Pakila
Pirkkola
Haaga
Oulunkylä
Viikki
Pihlajamäki
Rajaky
Lintuvaara
Karakallio
Viherlaakso
Bemböle
Nupuri
Brobacka
Kalmar
Kalmari
Puotinen
Bodom
Kunnarla
Nuuksio
Solvalla
Velskola
Kalajärvi
Röylä
Lahnus
Vestra
Keimola
Takkula
Ketunkorpi
Simola
Snäckens
Lakisto
Pyykorpi
Skogby
Kuonomäki
Syrjälä
Lintumetsä
Jokipelto
Palsi
Lepsämä
Mäntysalo
Klaukkalan
Metsäkylä
Klaukkala
Jukola
Talvisto
Nummimäki
Valkjärvi
Gästerby
Kilometriä
Numlahti
Hongisoja
Pukkila
Rähnikonmäki
Terrisuo
Tuusula
Kerava
Sipoo
Nikinmäki
Nissbacka
Johanneberg
Svartböle
Korso
Koivukylä
Hanala
Rekola
Maantiekylä
Kuninkaanmäki
Itä-Hakkila
Kaskela
Nybygget
Hakunila
Nickby
Nikkilä
Hertsby
Tallmo
Talma
Byända
Paipis
Paipoinen
Blekdal
Norra Paipis
Tapiola
Brusas
Söderkulla
Tuomala
Kytömaa
Ristinumm
Kaskela
Hyrylä
Savio
Koivikko
Ruotsinkylä
Metsäkylä
Lahela
Reuna
Toivola
Toivala
Nähkela
Palojoki
Rusutjärvi
Tuusulanjärvi
Keravanjoki
Kaunialaakso
Kaunialaakso
Bodominjärvi
Saarijärvi
Kaskela
Hakunila
Nybygget
Viikki
Oulunkylä
Pihlajamäki
Rajaky
Lintuvaara
Karakallio
Viherlaakso
Bemböle
Nupuri
Brobacka
Kalmar
Kalmari
Puotinen
Bodom
Kunnarla
Nuuksio
Solvalla
Velskola
Kalajärvi
Röylä
Lahnus
Vestra
Keimola
Takkula
Ketunkorpi
Simola
Snäckens
Lakisto
Pyykorpi
Skogby
Kuonomäki
Syrjälä
Lintumetsä
Jokipelto
Palsi
Lepsämä
Mäntysalo
Klaukkalan
Metsäkylä
Klaukkala
Jukola
Talvisto
Nummimäki
Valkjärvi
Gästerby
Kilometriä
Numlahti
Hongisoja
Pukkila
Rähnikonmäki
Terrisuo
Tuusula
Kerava
Sipoo
Nikinmäki
Nissbacka
Johanneberg
Svartböle
Korso
Koivukylä
Hanala
Rekola
Maantiekylä
Kuninkaanmäki
Itä-Hakkila
Kaskela
Nybygget
Hakunila
Nickby
Nikkilä
Hertsby
Tallmo
Talma
Byända
Paipis
Paipoinen
Blekdal
Norra Paipis
Tapiola
Brusas
Söderkulla
Tuomala
Kytömaa
Ristinumm
Kaskela
Hyrylä
Savio
Koivikko
Ruotsinkylä
Metsäkylä
Lahela
Reuna
Toivola
Toivala
Nähkela
Palojoki
Rusutjärvi
Tuusulanjärvi
Keravanjoki
Kaunialaakso
Kaunialaakso
Bodominjärvi
Saarijärvi
0
4
8


FINAVIA
0
4
8
Kilometriä
Nurmijärvi
Perttula
Nummimäki
Lepsämä
Klaukkala
Vihti
Skogby
Pyykorpi
Takkula
Saarijärvi
Luukki
Lahnus
Röylä
Solvalla
Nuuksio
Espoo
Kunnarla
Bodominjärvi
Nupuri
Kauniainen
Hämeenkylä
Martinlaakso
Vantaankoski
Odilampi
Keimola
Kivistö
Seutula
Riipilä
Nahkela
Palojoki
Siippoo
Tuusula
Rusutjärvi
Tuusulanjärvi
Järvenpää
Keravanjoki
Norra Paipis
Paipis
Paippinen
Tuomala
Södra Paipis
Tallmo
Talma
Kerava
Nickby
Nikkilä
Sipoo
Savio
Ruotsinkylä
Korso
Nikinmäki
Nissbacka
Rekola
Vantaa
Kuninkaanmäki
Tikkurila
Itä-Hakkila
Puistola
Pakila
Tapanila
Malmi
Rajakylä
Haaga
50
55
60
65
Asukasmäärät, Census2013
Henkilöä / 100 x 100m
1 - 10
11 - 20
21 - 50
51 - 100
101 - 200
201 - 300
301 -
Helsinki-Vantaan lentoasema
Lentokonemeluselvitys, vuosi 2015
Vuosi 2015, toteutunut tilanne.
$L_{den}$ (50), 55, 60 ja 65 dB
Laskettu ECAC Doc 29 3rd ed. mukaisesti
Finavia Oyj 1.8.2016
1 : 100 000
Liitekartta 4

FINAVIA

0 4 8
Kilometriä

Perttula
Nurmijärvi
Nummimäki
Lepsämä
Klaukkala
Vihti
Skogby
Pyykorpi
Saarijärvi
Takkula
Luukki
Lahnus
Solvalla
Nuuksio
Espoo
Kunnarla
Bodominjärvi
Nupuri
Kauniainen
Siippoo
Palojoki
Nahkela
Riipilä
Ruotsinkylä
Seutula
Keimola
Kivistö
Röylä
Odilampi
Vantaankoski
Hämeenkylä
Martinlaakso
Haaga
Pakila
Malmi
Tapanila
Puistola
Tikkurila
Kuninkaanmäki
Itä-Hakkila
Rekola
Nikinmäki
Nissbacka
Korso
Savio
Tuusula
Rusutjärvi
Tuusulanjärvi
Tuomala
Järvenpää
Keravanjoki
Kerava
Tallmo
Talma
Nickby
Nikkilä
Sipoo
Norra Paipis
Paipis
Paippinen
Södra Paipis

50
55
60
65

**Asukasmäärät, Census2013**
**Henkilöä / 100 x 100m**
- 1 - 10
- 11 - 20
- 21 - 50
- 51 - 100
- 101 - 200
- 201 - 300
- 301 -

Helsinki-Vantaan lentoasema
Lentokonemeluselvitys, vuosi 2015

Vuosi 2015, toteutunut tilanne.
$L_{Aeq24h}$ (50), 55, 60 ja 65 dB

1 : 100 000

Finavia Oyj 1.8.2016

Liitekartta 5

Laskettu ECAC Doc 29 3rd ed. mukaisesti

FINAVIA

0 4 8

Kilometriä

Perttula
Siippoo
Järvenpää
Keravanjoki
Norra Paipis
Tuusulanjärvi
Paipis
Paippinen
Tuomala
Nurmijärvi
Palojoki
Rusutjärvi
Södra Paipis
Nummimäki
Tallmo
Talma
Tuusula
Lepsämä
Nahkela
Kerava
Klaukkala
Nickby
Nikkilä
Vihti
Savio
Sipoo
Riipilä
55
Ruotsinkylä
Skogby
Pyykorpi
Korso
60
Seutula
Nikinmäki
Nissbacka
Takkula
Saarijärvi
Keimola
Kivistö
Rekola
Luukki
Lahnus
65
Odilampi
Kuninkaanmäki
Röylä
Solvalla
Nuuksio
Vantaankoski
60
Tikkurila
55
Itä-Hakkila
Espoo
Kunnarla
Martinlaakso
Hämeenkylä
Puistola
Bodominjärvi
Pakila
Tapanila
Nupuri
Malmi
Haaga
Kauniainen

**Asukasmäärät, Census2013**

**Henkilöä / 100 x 100m**

- 1 - 10
- 11 - 20
- 21 - 50
- 51 - 100
- 101 - 200
- 201 - 300
- 301 -

Helsinki-Vantaan lentoasema
Lentokonemeluselvitys, vuosi 2015

Vuosi 2015, päivä, toteutunut tilanne.
$L_{Aeq\ (7\text{-}22)}$ 55, 60 ja 65 dB

Laskettu ECAC Doc 29 3rd ed. mukaisesti

1 : 100 000

Finavia Oyj 1.8.2016

Liitekartta 6

FINAVIA

0 4 8

Kilometriä

45

50

55

60

Perttula
Nurmijärvi
Nummimäki
Lepsämä
Klaukkala
Vihti
Skogby
Pyykorpi
Saarijärvi
Takkula
Luukki
Lahnus
Röylä
Solvalla
Nuuksio
Espoo
Kunnarla
Bodominjärvi
Nupuri
Kauniainen
Siippoo
Palojoki
Nahkela
Riipilä
Ruotsinkylä
Seutula
Kivistö
Keimola
Odilampi
Vantaankoski
Hämeenkylä
Haaga
Tuusulanjärvi
Rusutjärvi
Tuusula
Järvenpää
Tuomala
Keravanjoki
Norra Paipis
Paipis
Paippinen
Södra Paipis
Tallmo
Talma
Kerava
Savio
Korso
Nickby
Nikkilä
Sipoo
Nikinmäki
Nissbacka
Rekola
Kuninkaanmäki
Tikkurila
Itä-Hakkila
Mantinlaakso
Puistola
Pakila
Malmi
Tapanila

**Asukasmäärät, Census2013**

**Henkilöä / 100 x 100m**

- 1 - 10
- 11 - 20
- 21 - 50
- 51 - 100
- 101 - 200
- 201 - 300
- 301 -

Helsinki-Vantaan lentoasema
Lentokonemeluselvitys, vuosi 2015

Vuosi 2015, yö, toteutunut tilanne.
$L_{Aeq\ (22\text{-}7)}$ (45), 50, 55 ja 60 dB

Laskettu ECAC Doc 29 3rd ed. mukaisesti

1 : 100 000

Finavia Oyj 1.8.2016

Liitekartta 7

FINAVIA

0 4 8

Kilometriä

Perttula
Siippoo
Järvenpää
Keravanjoki
Norra Paipis
Tuusulanjärvi
Paipis
Paippinen
Tuomala
Nurmijärvi
Palojoki
Rusutjärvi
Södra Paipis
Nummimäki
Tallmo
Talma
Tuusula
Lepsämä
Nahkela
Kerava
Nickby
Nikkilä
Klaukkala
Vihti
Sipoo
Savio
Riipilä
Skogby
Ruotsinkylä
Pyykorpi
Korso
Seutula
Nikinmäki
Nissbacka
Takkula
Kivistö
Saarijärvi
Keimola
Rekola
Gästerby
Luukki
Lahnus
Vuosi 2015
Vantaa
Odilampi
Vuosi 2014
Kuninkaanmäki
Röylä
Solvalla
Tikkurila
Nuuksio
Vantaankoski
Itä-Hakkila
Martinlaakso
Espoo
Kunnarla
Hakunila
Hämeenkylä
Puistola
Bodominjärvi
Pakila
Tapanila
Nupuri
Malmi
Haaga
Kauniainen

**Asukasmäärät, Census2013**

**Henkilöä / 100 x 100m**

- 1 - 10
- 11 - 20
- 21 - 50
- 51 - 100
- 101 - 200
- 201 - 300
- 301 -

Helsinki-Vantaan lentoasema
Lentokonemeluselvitys, vuosi 2015

$L_{den}$ 55 dB vuosina 2014 ja 2015

Laskettu ECAC Doc 29 3rd ed. mukaisesti

Finavia Oyj 1.8.2016

1 : 100 000

Liitekartta 8

FINAVIA

0 4 8

Kilometriä

Uusi verhokäyrä
(verhokäyrä/kehitystilanne 2025 yhdistelmä)

Vuosi 1990

Vuosi 2015

Asukasmäärät, Census2013
Henkilöä / 100 x 100m
1 - 10
11 - 20
21 - 50
51 - 100
101 - 200
201 - 300
301 -

Helsinki-Vantaan lentoasema
Lentokonemeluselvitys, vuosi 2015

$L_{den}$ 55 dB vuosina 1990 ja 2015, sekä
uusi verhokäyrä

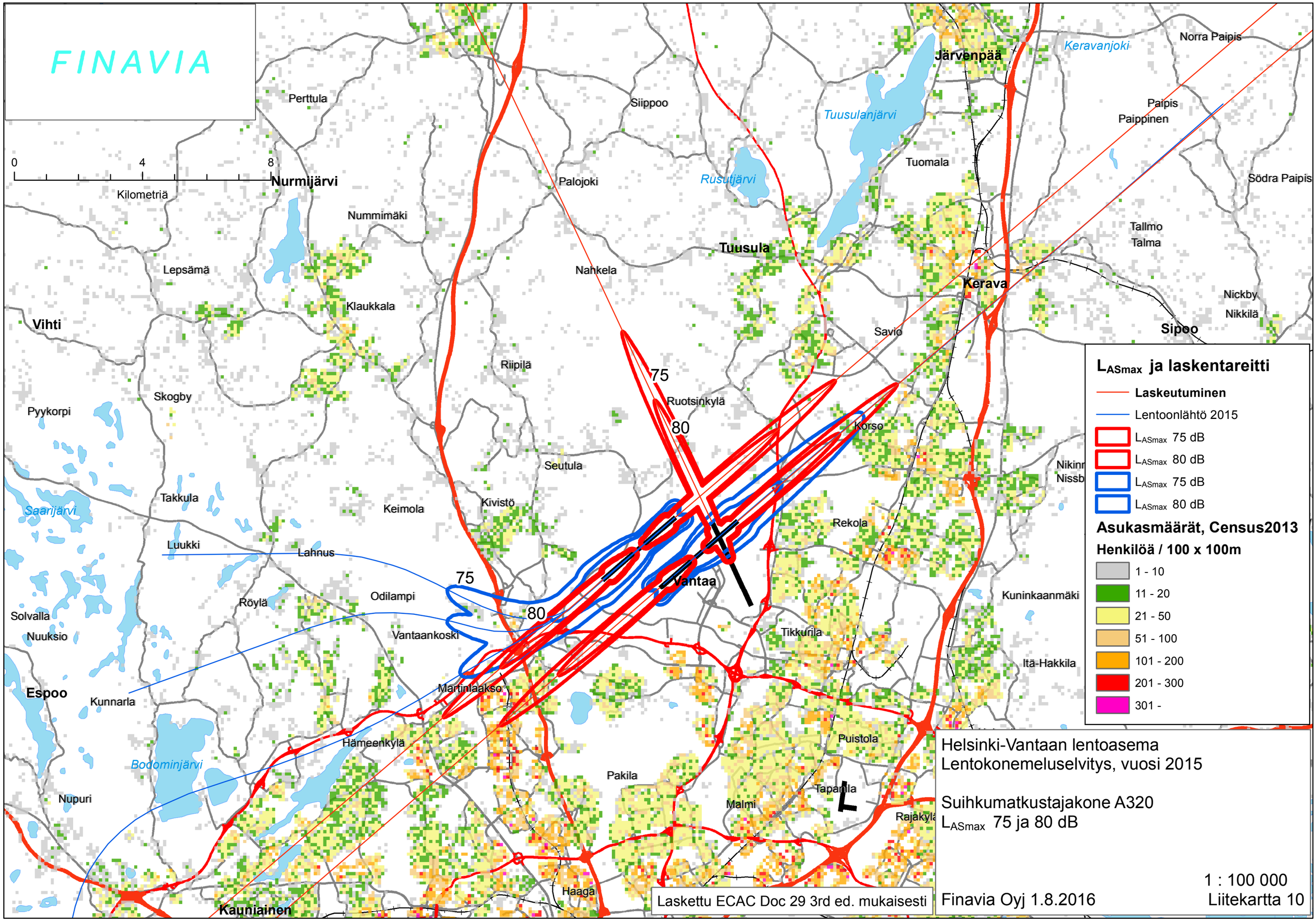
1 : 100 000

Finavia Oyj 1.8.2016

Liitekartta 9

2014 laskettu ECAC Doc 29 3rd ed. mukaisesti

Perttula
Siippoo
Järvenpää
Keravanjoki
Norra Paipis
Tuusulanjärvi
Paipis
Paippinen
Tuomala
Nurmijärvi
Kalojoki
Rusutjärvi
Södra Paipis
Nummimäki
Tallmo
Talma
Tuusula
Nahkela
Lepsämä
Kerava
Klaukkala
Nickby
Nikkilä
Vihti
Sipoo
Savio
Riipilä
Skogby
Ruotsinkylä
Pyykorpi
Korso
Seutula
Nikinmäki
Nissbacka
Saarijärvi
Keimola
Rekola
Gästerby
Luukki
Lahnus
Vantaa
Odilampi
Kuninkaanmäki
Röylä
Solvalla
Tikkurila
Nuuksio
Vantaankoski
Itä-Hakkila
Espoo
Martinlaakso
Kunnarla
Hakunila
Hämeenkylä
Puistola
Bodominjärvi
Pakila
Tapanila
Nupuri
Malmi
Kauniainen


FINAVIA
0
4
8
Kilometriä
Nurmijärvi
Perttula
Nummimäki
Lepsämä
Klaukkala
Vihti
Skogby
Pyykorpi
Takkula
Saarijärvi
Luukki
Lahnus
Röylä
Odilampi
Solvalla
Nuuksio
Espoo
Kunnarla
Bodominjärvi
Nupuri
Kauniainen
Hämeenkylä
Martinlaakso
Vantaankoski
Keimola
Kivistö
Seutula
Riipilä
Nahkela
Palojoki
Siippoo
Tuusula
Rusutjärvi
Tuusulanjärvi
Järvenpää
Tuomala
Keravanjoki
Norra Paipis
Paipis
Paippinen
Södra Paipis
Tallmo
Talma
Kerava
Nickby
Nikkilä
Sipoo
Savio
Ruotsinkylä
Korso
Rekola
Vantaa
Tikkurila
Kuninkaanmäki
Itä-Hakkila
Puistola
Tapanila
Malmi
Rajakylä
Pakila
Haaga
75
80
L
LASmax ja laskentareitti
Laskeutuminen
Lentoonlähtö 2015
LASmax 75 dB
LASmax 80 dB
LASmax 75 dB
LASmax 80 dB
Asukasmäärät, Census2013
Henkilöä / 100 x 100m
1 - 10
11 - 20
21 - 50
51 - 100
101 - 200
201 - 300
301 -
Laskettu ECAC Doc 29 3rd ed. mukaisesti
Helsinki-Vantaan lentoasema
Lentokonemeluselvitys, vuosi 2015
Suihkumatkustajakone A320
LASmax 75 ja 80 dB
1 : 100 000
Finavia Oyj 1.8.2016
Liitekartta 10