

**Finavia Oyj, Helsinki-Vantaan lentoasema
Lentokonemeluselvitys,
toteutunut tilanne vuonna 2021**



FINAVIA

**Finavia Oyj
2.5.2022**

Finavia Oyj, Helsinki-Vantaan lentoasema, Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2021

Pietilä A., Viinikainen M.

Finavia Oyj, Helsinki-Vantaan lentoasema, Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2021.

Finavia Oyj, Vantaa 2.5.2022, 16 s. + liitekartat 10 s.

TIIVISTELMÄ

Vuoden 2021 lentokonemeluselvitys perustuu toteutuneisiin liikennemääriin ja lentoreittien sijainteihin. Helsinki-Vantaan lentoaseman kokonaisoperaatiomäärä vuonna 2021 oli noin 75 400, jolloin vuositasolla vuorokauden keskimääräinen operaatiomäärä oli 206. Melualueelaskennoissa käytetty lentokoneiden operaatiomäärä oli noin 71 500 eli keskimäärin 196 operaatiota vuorokaudessa. Melulaskennassa ei ole huomioitu helikoptereita eikä ilmavoimien Hornet-, Hawk-, kuljetus- (Casa, C295) ja yhteyskoneita (PC12, LJ35). Operaatioiden määrä on edellisestä normaalitilanteen vuodesta 2019 noin 62 prosenttia ja prosentin vähemmän kuin vuonna 2020.

Covid-19-pandemian aiheuttamasta liikenne- ja matkustajamäärien pienenemisestä johtuen liikenteessä operoi tavanomaista pienempiä lentokoneita. Suurimmat operaatiomäärät toteutuivat konetyypeillä AT75 ja E190, joilla operoitiin 21 % (AT75) ja 18 % (E190) kokonaisliikenteestä vuodessa.

Operaatiomäärien pieneneminen, lentokonekaluston painottuminen pienempiin konetyyppeihin sekä poikkeavat kiitotiekäytöt ovat vaikuttaneet melualueiden muodostumiseen.

Vuosien 2020 ja 2021 melualueiden muodot, pinta-alat ja asukasmäärät olivat varsin samanlaiset. Vuoden 2021 laskennallisen L_{den} yli 55 dB melualueen pinta-ala pieneni edellisen vuoden 29 km²:sta 28 km²:iin ja melualueella asuvien lukumäärä pieneni 300 asukkaalla, 2 400 asukkaasta 2 100 asukkaan.

Talvella 2021 kiitotie 1 (22L/04R) oli liikenteen vähäisyyden vuoksi pois käytöstä. Vuoden kuluessa oli myös eräitä kiitoteiden kunnostustöitä. Kiitotien 3 (22R) aiempaa suurempi käyttöosuus laskeutumisiin näkyy myös sen laskeutumis sektorin melualueen koon kasvuna vuoteen 2020 verrattuna.

Lentokonemelualueella laskennallisesti arvioitua asukkaiden määrää voidaan verrata muiden liikenne- muotojen melun piirissä asuvien määriin. Esimerkiksi Vantaan kaupungissa tie- ja katuliikenteen osalta L_{den} yli 55 dB melun piirissä asui vuonna 2016 94 600 asukasta ja raideliikenteen osalta 13 200 asukasta.

Covid-19-poikkeustilanne romahdutti liikennemäärät vuonna 2020 ja tilanne jatkui vuona 2021. Melualueet ovat vähäiset ja L_{den} yli 55 dB melun piirissä asuvien määrä on kymmenesosa pandemiaa edeltäneeseen tilanteeseen nähden.

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	5
2.3. KIITOTIET JA KIITOTEIDEN KÄYTTÖPERIAATTEET	5
2.4. LENTOREITIT JA LENTOMENETELMÄT	6
2.5. MELUNHALLINTASUUNNITELMAT JA –TOIMENPITEET	6
3. LIIKENNEAINEISTO 2021	7
3.1. KIITOTEIDEN KÄYTTÖÖN VAIKUTTANEET OLOSUHTEET.....	7
3.2. LIIKENTEEN MÄÄRÄ KIITOTEITTÄIN.....	8
3.3. KONETYYPPIJAKAUMA VUONNA 2021	8
3.4. LENTOREITIT.....	9
4. MELUALUELASKENNAT	9
4.1. LASKENTAMENETELMÄ.....	9
4.2. LENTOKONEMELUN TUNNUSLUVUT	10
4.3. LASKENTATULOKSET	10
4.4. TULOSTEN TARKASTELU	11
4.4.1. Laskentatulokseen vaikuttaneet tekijät.....	11
4.4.2. Vuoden 2021 melualueet ja asukasmäärät	12
5. LASKENTATARKKUUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT.....	13
5.1. LENTOONLÄHTÖ- JA LASKEUTUMISPROFIILIENTEN KÄSITTELY	13
5.2. MUIDEN LÄHTÖTIETOJEN KÄSITTELY	13
6. JOHTOPÄÄTÖKSET.....	14
7. LIITEKARTAT, MITTAKAAVA 1:100 000	16

1. TAUSTAA

1.1. Meluselvityksen lähtökohdat

Tämä selvitys koskee lentokoneiden melun leviämistä Helsinki-Vantaan lentoaseman läheisyydessä vuonna 2021. Selvitys perustuu toteutuneeseen tilanteeseen. Laskenta on tehty käyttäen koko vuoden liikennetietoja. Melulaskennassa ei ole huomioitu helikoptereita eikä puolustusvoimien ilma-aluksia. Näiden operaatioiden yhteenlaskettu osuus kokonaisliikenteestä oli noin 4 %. Melualueita on verrattu graafisesti vuosien 1990 ja 2019 toteutuneiden tilanteiden selvityksiin /1/, /33/ sekä numeraalisesti aiempiin selvityksiin /1/, /6/, /10/, /11/, /13/, /14/, /15/, /17/, /18/, /19/, /23/, /27/, /28/, /29/, /30/, /31/, /32/, /33/ ja /38/. Selvitys on laadittu Finavian ympäristöyksikössä jatkumona vuosittaisille meluselvityksille. Työtä on tukenut konsulttina ympäristöinsinööri Tuomo Leskelä.

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 verhoikäyrä. Vuosien 2004–2020 toteutuneet tilanteet /11/, /13–15/, /17–19/, /23/, /27–33/, /38/ on selvitetty erikseen pois lukien vuosi 2012, jolloin meluselvitystä ei tehty.

Euroopan siviili-ilmailukonferenssi ECAC julkaisi vuonna 2005 suosituksen lentokoneiden melun laskentamenetelmästä. Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö ICAO julkaisi samansisältöisen ohjeistuksen vuonna 2008. Merkittävin menetelmämuutos koskee melun sivuttaisvaimennuksen laskentaa. Uudemmassa laskentamenetelmässä sivuttaisvaimennus 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 verhoikäyrää 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 veloitettiin Finaviaa laatimaan lukuisia selvityksiä ja suunnitelmia sekä raporttoimaan lentoaseman toiminnasta. Lupamääräyksen 5. mukainen melunhallintasuunnitelma /26/ on julkaistu 30.9.2013, lupamääräyksen 5.1. mukainen selvitys lähestyvien lentokoneiden melunhallinnasta /24/ on valmistunut 28.2.2013 samoin lupamääräyksen 5.2. mukainen erillinen suunnitelma yöaikaisten lähestymisten melunhallinnasta /25/. Uusittu melunhallintasuunnitelma /34/ julkaistiin 10.2.2017 ja viimeisin melunhallintasuunnitelma /35/ julkaistiin 21.12.2018.

Lentoaseman lentoliikennealueiden käyttöä sopeutettiin vuosien 2020 ja 2021 aikana vastaamaan Covid-19-pandemian vuoksi pienentyneen kysynnän mukaista liikennemäärää. Talvikauden 2020–2021 sopeutustoimia koskien poikkeustilanteen lentokonemelun melunhallintasuunnitelma, jossa kuvattiin 1.11.2020 alkaneet kiitoteiden sulkutoimet, jotka purettiin keväällä 2021 /37/.

2. LENTOASEMAN TOIMINTA JA LIIKENNE

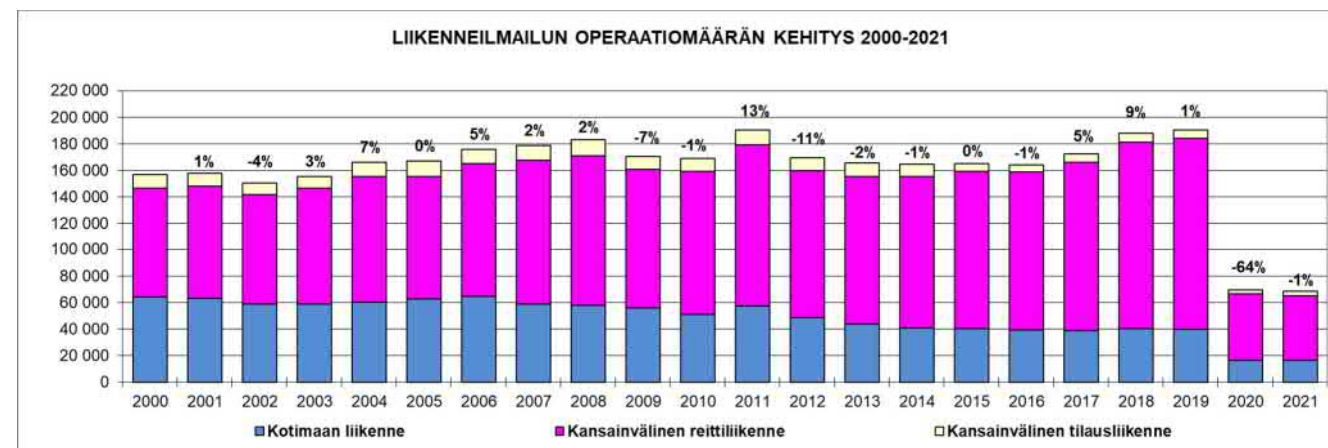
2.1. Liikennemäärän kehitys

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

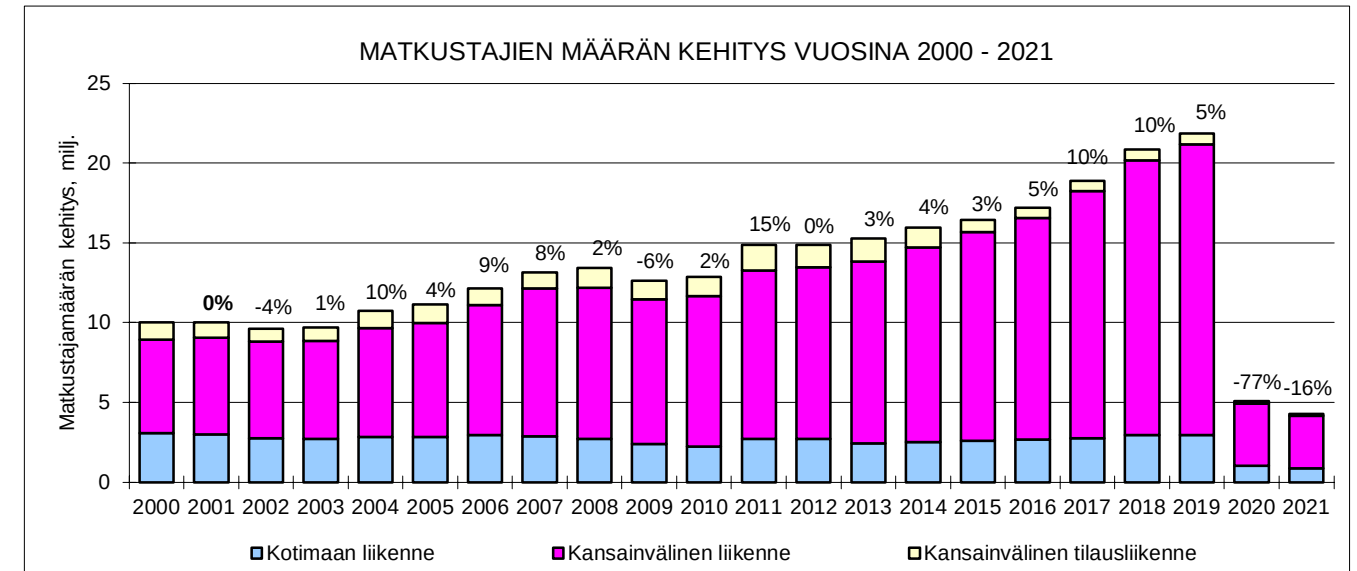
Lentoaseman kokonaisoperaatiomäärä vuonna 2021 oli noin 75 400 operaatiota (operaatio = lento- lähtö tai laskeutuminen). Operaatiomäärästä noin 68 430 oli liikenneilmailun, 1 650 yleisilmailun, 110 sotilasilmailun ja 4 200 muun ilmailun operaatioita (esim. koulutus- ja ambulanssilennot, Rajavartiola- toksen ja valtiovierailujen lennot). Helikoptereiden operaatiomäärä oli noin 2 000. Melulaskennassa ei ole huomioitu helikoptereita eikä ilmavoimien Hornet-, Hawk-, kuljetus- (Casa, C295) ja yhteyskoneita (PC12, LJ35).

Operaatiomäärä melualue- laskennassa on noin 71 500. Melualueiden laajuuden kannalta merkitsevim- män, liikenneilmailun, operaatioista noin 24 % suuntautui kotimaahan ja 76 % ulkomaille.

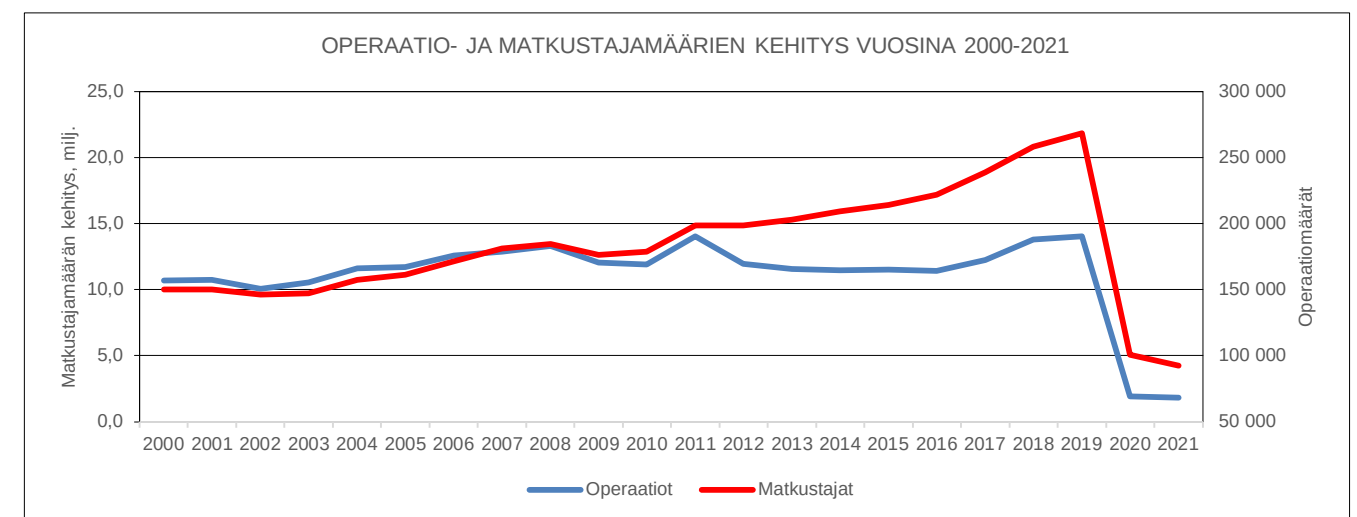
Kuvissa 1 ja 2 on esitetty liikenneilmailun liikenteen kehitys vuosina 2000–2021 operaatio- ja matkus- tajamäärän suhteen sekä muutos prosentteina edelliseen vuoteen. Vuosien 2011–2019 välillä opera- tioiden määrä ei juuri kasvanut, vaikka matkustajamäärät nousivat. Tämä johtui täyttöasteiden noususta sekä konekaluston koon kasvusta. Covid-19-pandemia aiheutti ennennäkemättömän romahduksen operaatio- ja matkustajamäärissä vuoden 2020 aikana. Vuonna 2021 toteutuneet operaatio- sekä mat- kustajamäärät olivat pienemmät kuin vuonna 2020.



Kuva 1. Helsinki-Vantaan lentoaseman liikenneilmailun operaatiomäärän kehitys ja vuosittainen muutos (%) vuosina 2000–2021.



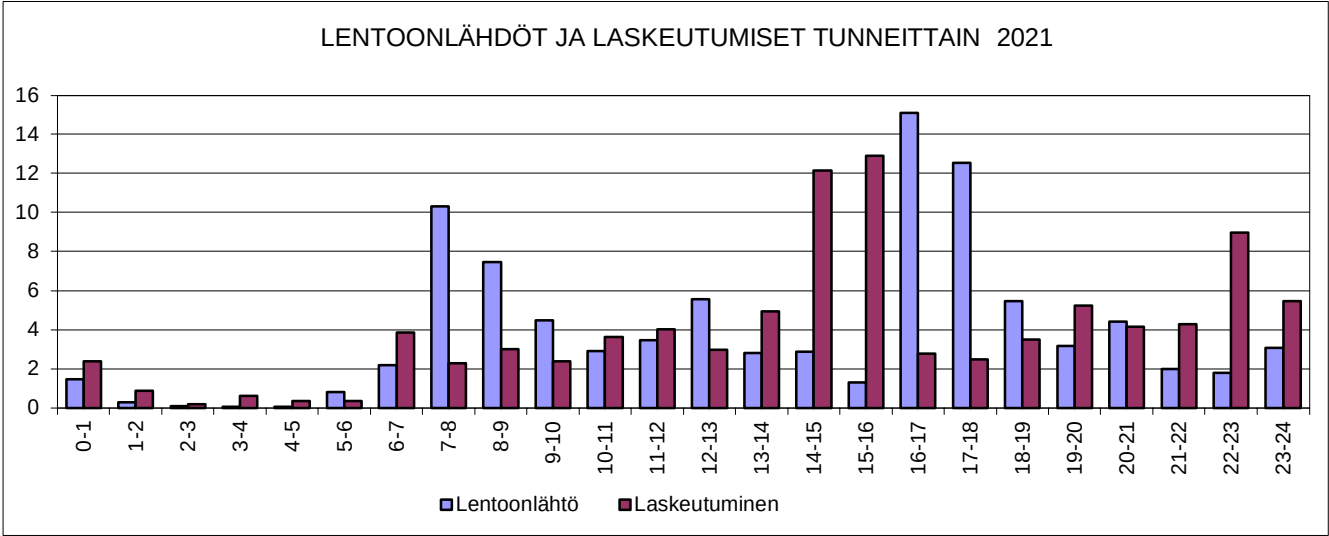
Kuva 2. Helsinki-Vantaan lentoaseman matkustajamäärien kehitys ja vuosittainen muutos (%) vuosina 2000–2021.



Kuva 3. Helsinki-Vantaan lentoaseman operaatioiden ja matkustajamäärien kehitys vuosina 2000–2021.

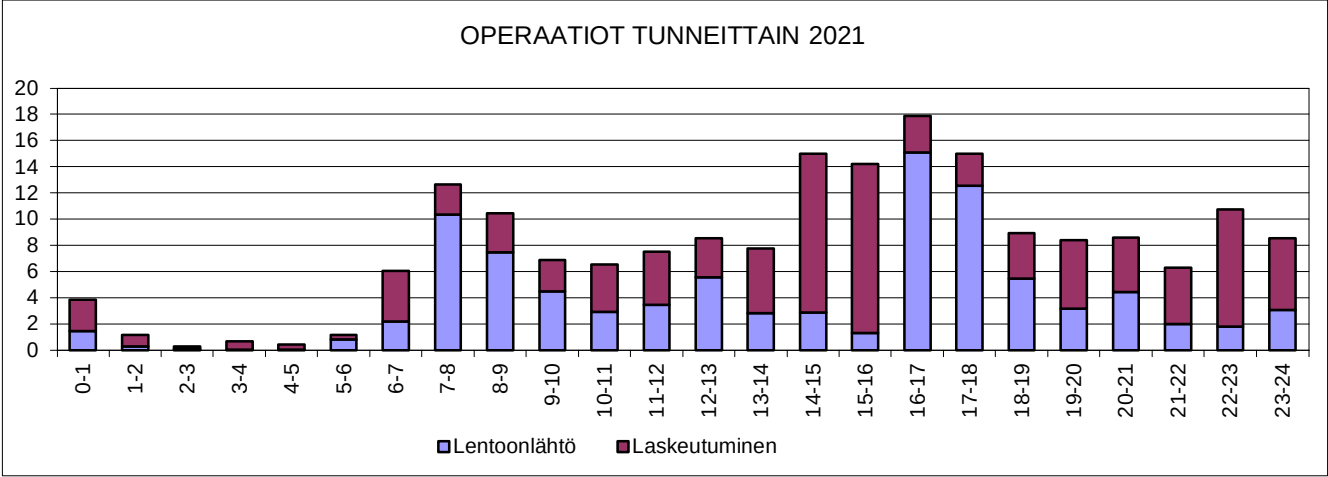
2.2. Operaatioiden tuntijakautumat

Kuvassa 4 on esitetty laskeutumisten ja lentoonlähtöjen jakauma vuorokauden eri tunneille keskimäärin vuonna 2021. 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 4. Helsinki-Vantaan lentoaseman lentoonlähtöjen ja laskeutumisten määrät vuorokauden eri tunteina vuonna 2021 (vuosikeskiarvo).

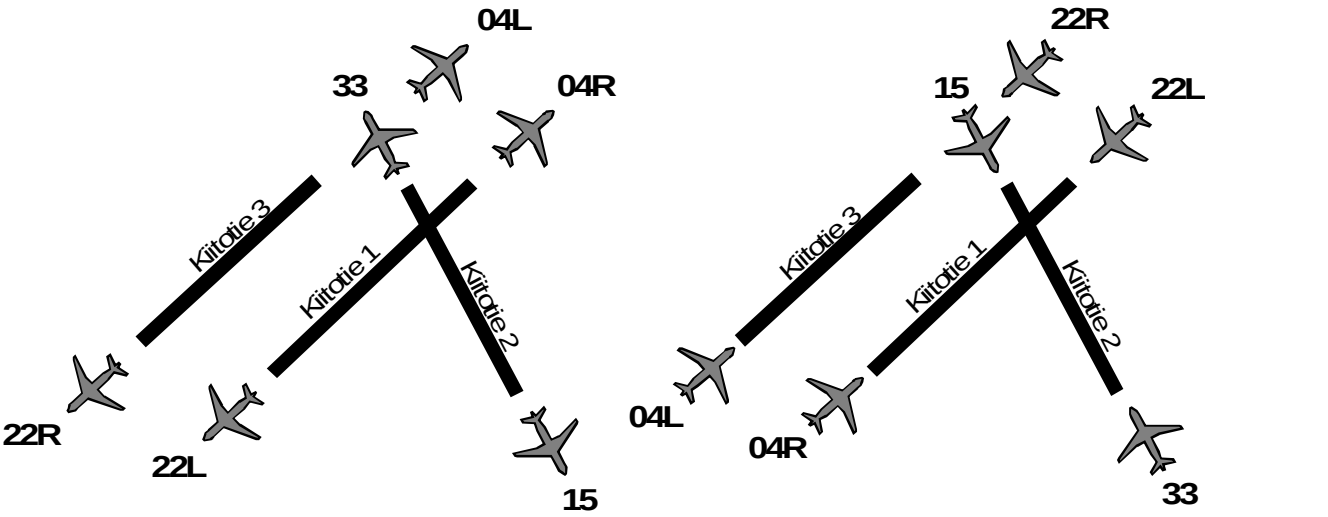
Kuvassa 5 on esitetty Helsinki-Vantaan lentoaseman vuositasolla keskimääräisen päivän operaatioiden kokonaismäärät tunneittain. Operaatioiden määrä yöllä klo 0–6 välisenä aikana on pieni klo 1 jälkeen. Tuntikohtainen operaatioiden määrä, vuonna 2021, nousi aamulla klo 7 jälkeen noin 10 operaatioon tunnissa. Keskipäivällä liikenne oli vähäisempää klo 14 asti, jonka jälkeen alkoi iltapäivän tavanomaisen vuoden jakaumaa mukaileva kysyntäjakso, joka kesti aina klo 18 asti. Tämän jälkeen operaatioiden määrät vähenevät kohti vuorokauden vaihdetta. Tavanomaisen vuoden iltajaon klo 22–24 kysyntäpiikkiä ei Covid-pandemian vaikutusaikana ole tunnistettavissa. Nämä lennot ovat kuitenkin 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.



Kuva 5. Helsinki-Vantaan lentoaseman operaatioiden määrä yhteensä vuorokauden eri tunteina vuonna 2021 (vuosikeskiarvo).

2.3. 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 6. 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 toisten kiitoteiden käyttömahdollisuuksiin. Covid-19-pandemian aiheuttaman vähentyneen kysynnän vuoksi kiitotie 1 (22L/04R) oli suljettuna 1.11.2020-29.4.2021, ja samanaikaisesti kiitotien 2 (15/33) jatkuvaa kunnostusta ja käytettävyyttä rajoitettiin. Kunnostustöiden vuoksi kiitotiet 1 ja 2 olivat päiväi-kaan pois käytöstä 31.5.-31.7.2021. Kiitotie 3 (22R/04L) oli kunnostustöiden vuoksi suljettuna 16.8.-3.9.2021. Kiitoteiden käytön ensisijaisuusperiaatteen mukaista priorisointia noudatettiin siltä osin kuin kiitoteitä oli käytettävissä.



Kuva 6. Helsinki-Vantaan lentoaseman kiitoteiden numerointi.

2.4. Lentoreitit ja lentomenetelmät

Helsinki-Vantaan lentoasemalla on vuodesta 2010 alkaen ollut käytössä RNAV-navigointitekniikkaan perustuvat lentoonlähtö- ja lähestymisreitit (SID/STAR). RNAV-reitit määritellään satelliittisuunnistukseen (GPS) perustuvina reittipisteinä, jolloin julkaistun reitin ei tarvitse olla sidottuna maassa olevien suunnistulaitteiden sijaintiin. RNAV-reitit mahdollistavat nykyaikaisten suunnistusjärjestelmien hyödyntämisen, joka osaltaan tukee julkaistujen reittien tarkempaa noudattamista ja edesauttaa reittisuunnittelua asutus huomioiden. Tarkemmin RNAV-navigointitekniikkaa on selostettu lentokonemelun hallintasuunnitelmassa /35/. Julkaistut, kulloinkin voimassa olevat reitit ovat nähtävissä Ilmailukäsikirjassa, jota julkaistaan internetsivuilla: <https://www.ais.fi/ais/aip/fi/index.htm>.

Huhtikuussa 2019 lentoaseman lähestymisreitteihin toteutettiin tekninen muutos, jonka myötä julkaistut reitit tukevat toimintaa aiempaa paremmin. Muutoksella ei pyritty muuttamaan reittitoteumaa, mutta sen vuoksi lentokoneet seuraavat jonkin verran aiempaa enemmän määriteltyjä lähestymisreittejä. Tästä aiheutui vähäisiä muutoksia lentojen sijoittumiseen alueilla, joilla lennot painottuvat hieman aiempaa enemmän lähestymisreittien mukaisesti.

Toisistaan riippumattomat lähestymiset kahdelle samansuuntaiselle kiitotielle (04L/04R ja 22L/22R, kuva 6) ovat käytössä saapuvan liikenteen ruuhkahuipun aikana, kun molemmat kiitotiet ovat käytettävissä. Lentoturvallisuus edellyttää, että rinnakkaisten kiitoteiden välilähestymiskorkeudet eroavat toisistaan. Tällöin välilähestymiskorkeudet ovat kiitotielle 22L 3000 jalkaa ja kiitotielle 22R 2000 jalkaa, sekä vastaavasti kiitotielle 04L 2300 jalkaa ja kiitotielle 04R 3300 jalkaa.

Suurempaa välilähestymiskorkeutta käyttävät ilma-alukset liittyvät kiitotien suuntaiseen finaaliin kauempana. Esimerkiksi kiitotielle 22L lähestyttäessä koneet ovat tällöin itäisen Keravan sekä Talman kohdilla korkeammalla kuin matalampaa välilähestymiskorkeutta käytettäessä ja jatkuvan korkeuden vähennyksen tilassa. Tässä tilassa moottoreiden tehoasetus on tyypillisesti pienempi, johtaen pienempiin melutasoihin maanpinnalla. Vähäisen liikenteen aikana lähestymiset voivat liittyä kiitotien 22L suuntaiselle linjalle käyttäen alemmaa välilähestymiskorkeutta. Korkeampaa välilähestymiskorkeutta sovelletaan kuitenkin yöaikana, jolloin se vähentää melua herkimpinä vuorokauden tunteina. Välilähestymisten korkeudet vaikuttavat meluun pääasiassa L_{den} 55 dB melualueen ulkopuolella. Lähestymismenetelmien vaikutus eri vuorokaudenaikoina on huomioitu melualueaskennassa käyttämällä yleisimmille ja melualueiden muodostuksen kannalta tärkeimmille konetyypeille erillisiä korkeamman ja matalamman menetelmän lähestymisprofiileja kiitotielle 22L toteutuneen tilanteen mukaisesti. Lisäksi tärkeimpien konetyyppien lähestymisille on luotu kiitotien 04L osalta toteutuneeseen lentokorkeuteen ja nopeuteen perustuneet profiilit.

Kesäkuun lopussa 2016 julkaistiin kiitotien 22L lentoonlähtömenetelmä vähämeluisille suihkukoneille (lentoönlähtömelu < 89 EPNdB). Menetelmä suunniteltiin siten, että etelään ja Suomenlahden rannikon kautta itään johtavalla reitillä alkunousun jälkeinen tehonvähennyskorkeus olisi optimisijainnilla suhteessa Ylästön asuinalueeseen ja kiihdytyskorkeus olisi mahdollisimman korkealla ja melu asuinalueilla, joille kohdistuu suurimmat äänitasot, olisivat pienemmät. Tämä muutos on huomioitu vuoden 2018 melualueaskennoista lähtien.

2.5. Melunhallintasuunnitelmat ja –toimenpiteet

Lentoaseman melunhallintasuunnitelmissa 20.12.2001 /7/, 30.9.2013 /26/, 10.2.2017 /34/ ja 21.12.2018 /35/ 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 laskeutuksiin, 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 lyhyempään finaaliin välttämällä Nurmijärven kirkonkylän yli lentämistä silloin, kun se liikenne- ja lennonjohtotilanteen kannalta on mahdollista.
6. Melumaksu suihkukoneille yöaikana.

3. LIIKENNEAINEISTO 2021

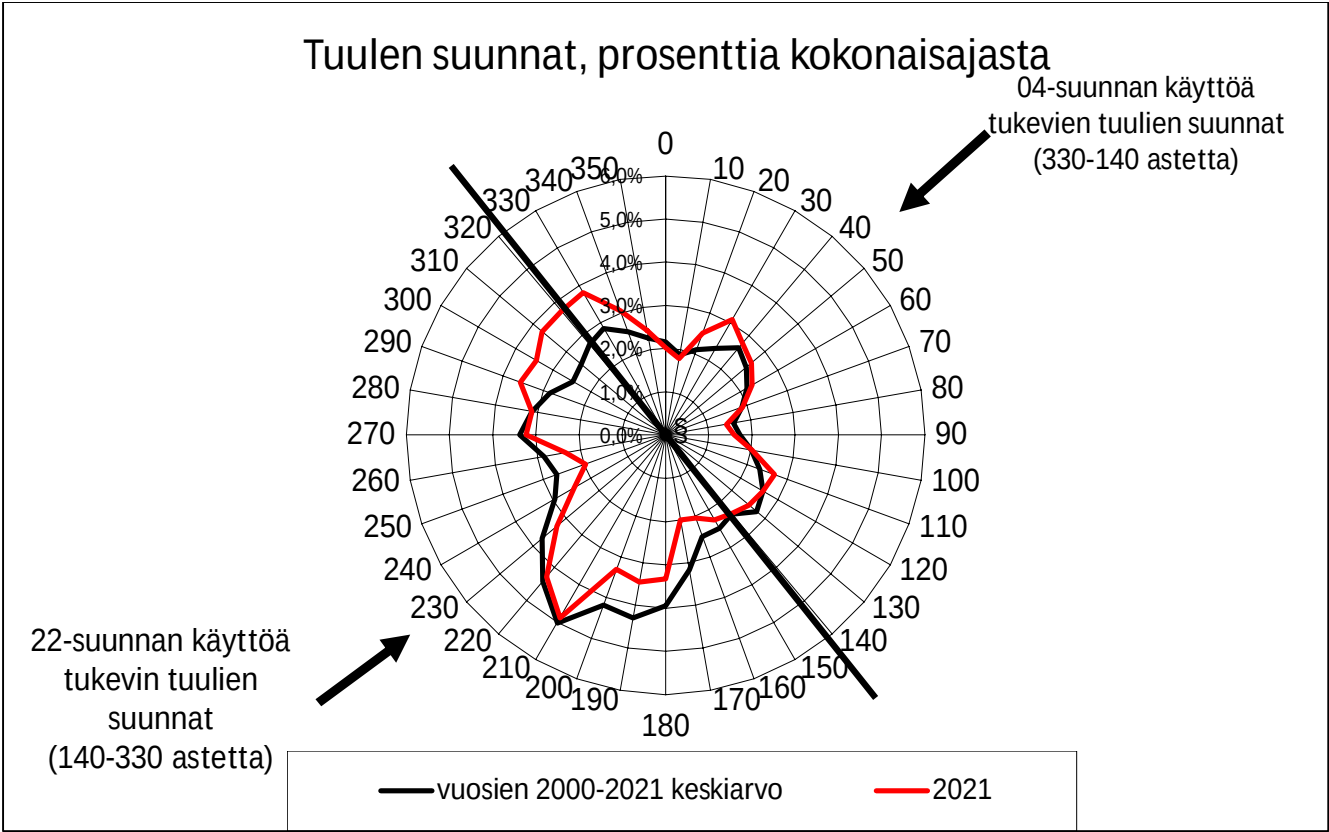
3.1. Kiitoteiden käyttöön vaikuttaneet olosuhteet

Covid-19-pandemian aiheuttaman vähentyneen kysynnän vuoksi kiitotie 1 (22L/04R) oli suljettuna 1.11.2020-29.4.2021, ja samanaikaisesti kiitotien 2 (15/33) jatkuvaa kunnostusta ja käytettävyyttä rajoitettiin. Kunnostustöiden vuoksi kiitotiet 1 ja 2 olivat päiväaikaan pois käytöstä 31.5.-31.7.2021. Kiitotie 3 (22R/04L) oli kunnostustöiden vuoksi suljettuna 16.8.-3.9.2021.

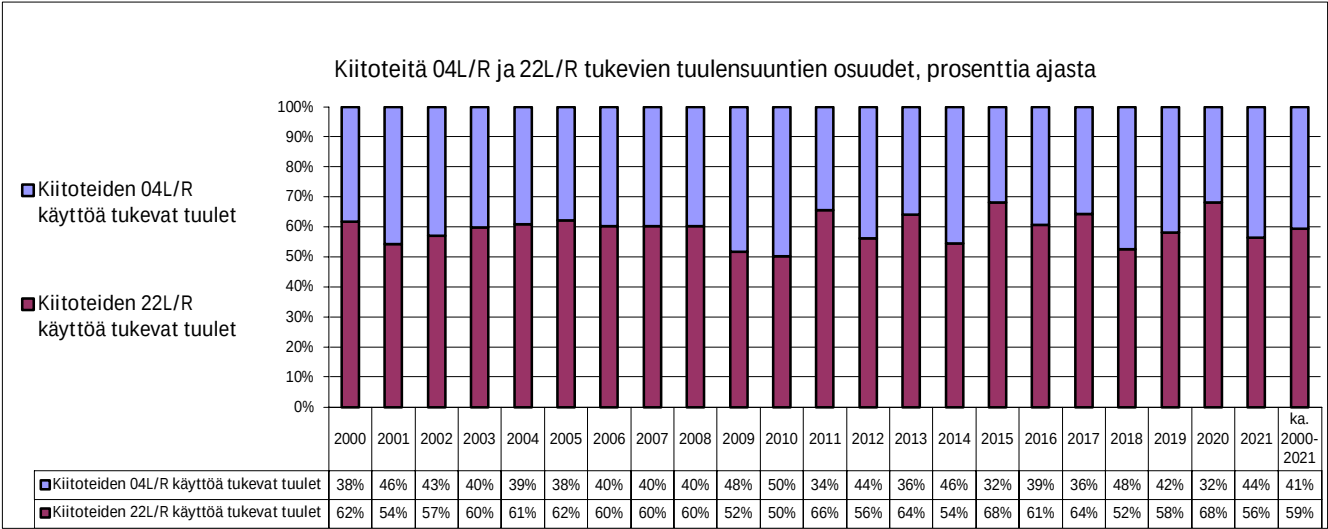
Lentokoneiden on aina turvallisinta nousta ja laskeutua vastatuuleen. Käytettävän kiitotien valinta perustuu ensisijaisuuteen melunhallinnan kannalta, mikäli turvallisuus sen mahdollistaa. Kiitoteiden ensisijaisuusperiaatteiden mukaisia kiitoteitä voidaan käyttää pienillä tuulennopeuksilla siten myös tuulen suunnasta riippumatta meluhallinnan ehdoin. Vuoden 2021 tuuliolosuhteet suosivat pitkäaikaisiin keskiarvoihin nähden 22-suunnan kiitoteiden käyttöä (kuvat 7 ja 8).

Kuvassa 7 on esitetty tuulen suuntien aikaosuudet prosentteina kymmenen asteen välein koko vuoden sääaineistosta vuodelta 2021 sekä vuosien 2000–2021 keskiarvo. Tuuliaineisto perustuu ANOMS-järjestelmään tallentuneisiin Helsinki-Vantaan lentoaseman METAR-sanomiin.

Kuvassa 8 on esitetty kiitoteiden 04L/R (330-140°) ja 22L/R (150-320°) käyttöä tukevien tuulien osuudet vuosittain vuodesta 2000 alkaen sekä vuosien 2000–2021 keskiarvo. Kuva osoittaa kuinka keskimääräiset tuuliolosuhteet vuositasona voivat vaihdella. Järjestelmän lyhyistä säätiedon katkoksista johtuen aineistosta puuttuu aiemmilta vuosilta muutamia vuorokausia. Kiitoteiden 04L/R käyttöä tukevien tuulien osuus vuonna 2021 oli 44 % ja kiitoteiden 22L/R tukevien tuulien osuus 56 %. Vuosien 2000–2021 keskiarvon osuudet olivat vastaavasti 41 % ja 59 %.



Kuva 7. Tuulen suuntien aikaosuudet prosentteina koko vuoden sääaineistosta vuodelta 2021 ja vuosien 2000–2021 keskiarvo.



Kuva 8. Kiitoteiden 04L/R ja 22L/R käyttöä tukevien tuulensuuntien aikaosuudet prosentteina koko vuoden sääaineistosta vuosilta 2000–2021 ja vuosien 2000–2021 keskiarvo.

Vuosien 2014 ja 2015 meluselvitysten kuvassa 7 esitettyjen tuulien osuudet voivat poiketa tässä selvityksessä esitetyistä joinakin vuosina yhden prosenttiyksikön verran, koska rinnakkaiskiitoteiden poikittaislinjan suuntatietona on käytetty magneettista suuntaa ns. tosisuunnan sijaan. METAR-sanomien suuntatieto ilmoitetaan tosisuuntana.

3.2. Liikenteen määrä kiitoteittäin

Vuoden 2021 melualue-laskennassa käytetty liikenteen määrä oli noin 98 laskeutumista ja lento-onlähtöä vuorokaudessa. Taulukossa 1 on esitetty laskennassa käytetyt yhden vuorokauden lento-onlähdöt ja laskeutumis- kiitoteittäin vuosikeskiarvoina.

Vuonna 2021 kaikista lento-onlähdöistä 58 % ja yöaikaisista lento-onlähdöistä 66 % tehtiin ensisijaisena käytettävältä lento-onlähtökiitotieltä 22R.

Ensisijaisena laskeutumisiin käytettävää kiitotietä 2 Nurmijärven suunnasta (kiitotie 15) käytettiin lähes edellisvuosien keskimääräiseen tapaan kiitotienkäytön prosentteina ilmaistuna. 32 % kaikista laskeutumisista ja 42 % yöaikaisista laskeutumisista tehtiin kiitotielle 15.

Taulukko 1. Lentokoneiden kokonaisliikennemäärät ja prosenttiosuudet vuoden 2021 toteutuneessa tilanteessa. Taulukoituna erikseen lento-onlähdöt ja laskeutumis- kiitoteittäin.

vuosikeskiarvo kpl/vrk

Lento-onlähtö	Päivä	Ilta	Yö	Yht
04L	7,2	0,8	0,8	8,8
04R	14,3	1,8	1,9	18,1
15	6,5	0,7	0,4	7,6
22L	5,7	0,5	0,5	6,7
22R	43,4	6,1	7,1	56,5
33	0,2	0,0	0,0	0,2
Yht	77,4	9,9	10,6	98

vuosikeskiarvo kpl/vrk

Laskeutuminen	Päivä	Ilta	Yö	Yht
04L	12,7	2,6	5,2	20,6
04R	5,0	0,8	0,7	6,5
15	15,3	5,4	9,8	30,6
22L	13,2	2,3	3,7	19,2
22R	13,2	2,7	3,7	19,7
33	0,3	0,0	0,0	0,4
Yht.	59,7	13,9	23,3	97

%-osuudet

Lento-onlähtö	Päivä	Ilta	Yö	Yht
04L	9 %	8 %	7 %	9 %
04R	19 %	18 %	18 %	18 %
15	8 %	7 %	3 %	8 %
22L	7 %	5 %	5 %	7 %
22R	56 %	62 %	66 %	58 %
33	0,2 %	0,3 %	0,2 %	0,2 %
Yht	100 %	100 %	100 %	100 %

%-osuudet

Laskeutuminen	Päivä	Ilta	Yö	Yht
04L	21 %	19 %	22 %	21 %
04R	8 %	6 %	3 %	7 %
15	26 %	39 %	42 %	32 %
22L	22 %	17 %	16 %	20 %
22R	22 %	19 %	16 %	20 %
33	0,5 %	0,3 %	0,1 %	0,4 %
Yht.	100 %	100 %	100 %	100 %

3.3. Konetyyppijakauma vuonna 2021

Vuonna 2021 Helsinki-Vantaan lentoasemalla kävi 152 erilaista siviili-ilmailun lentokonetyyppiä. Hyvin harvinaisille konetyypeille melulähtötietoja ei ole saatavilla, joten näille konetyypeille on laskennassa käytetty lähinnä vastaavaa konetyyppiä, jolle melutiedot löytyvät. Näin melualue-laskennassa käytettiin 67 eri konetyyppiä.

Taulukossa 2 on esitetty vuoden 2021 yleisimpien lentokoneiden operaatioiden jakautuminen ICAO-koodilla ilmaistuina konetyypeinä, niiden prosenttiosuus kaikesta operoinnista vuonna 2021 ja muutos edellisestä vuodesta. Vuositasolla kuusi yleisintä konetyyppiä edustivat noin 75,5 % ja 10 yleisintä konetyyppiä noin 85,9 % kaikista operaatioista. Konekaluston koko on pienentynyt verrattuna pandemiaa edeltäneeseen liikennetilanteeseen.

Konetyypin B38M (Boeing 737 MAX) operointi kiellettiin kansainvälisesti turvallisuusongelmien vuoksi keväällä 2019 ja konetyyppi oli Euroopassa poissa käytöstä tammikuuhun 2021, jonka jälkeen lentoyhtiöt palauttivat sen vaihtelevasti takaisin käyttöön.

Taulukko 2. Vuoden 2021 yleisimpien lentokonetyyppien jakauma (kaikki lentokoneoperaatiot).

Konetyyppi, ICAO	Moottori-tyyppi, J=jet, T=Turboprop, H=helikopteri	Operaatioita vuodessa	Operaatioita keskimäärin vuorokaudessa	Osuus, %	Muutos vuodesta 2020, %
AT75	T	15 339	42,0	24,6 %	6 %
E190	J	12 707	34,8	20,4 %	0 %
A321	J	5 931	16,2	9,5 %	-22 %
A319	J	4 767	13,1	7,7 %	-13 %
A359	J	4 245	11,6	6,8 %	1 %
B738	J	4 056	11,1	6,5 %	-12 %
A320	J	2 977	8,2	4,8 %	-48 %
E120	T	1 184	3,2	1,9 %	25 %
A20N	J	1 159	3,2	1,9 %	79 %
SB20	T	1 140	3,1	1,8 %	%
SF34	T	1 108	3,0	1,8 %	29 %
CRJ9	J	1 074	2,9	1,7 %	5 %
PC12	T	1 040	2,8	1,7 %	11 %
B734	T	988	2,7	1,6 %	19 %
B789	J	910	2,5	1,5 %	2 %
BCS3	J	886	2,4	1,4 %	42 %
AS32	H	866	2,4	1,4 %	3 %
C25A	J	633	1,7	1,0 %	13 %
B752	J	567	1,6	0,9 %	-21 %
B737	J	362	1,0	0,6 %	-58 %
A333	J	341	0,9	0,5 %	-74 %

Yleisin yksittäisellä ICAO-koodilla ilmaistu matkustajakonetyyppi oli potkuriturbiinikone AT75 (15 339 operaatiota) ja toiseksi yleisin matkustajakone kapearunkoinen suihkukone E190 (12 707 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 (hajonta) 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 lentoaseman läheisyydessä. Kullekin reitille on määritetty toteutuneiden lentoreittien mukaisesti hajonta ja liikenteen määrällinen jakautuminen tämän hajonnan sisällä. Lentoonlähtö- ja laskeutumisreittien hajonnat tarkistettiin vuoden 2021 toteutuneiden hajontojen mukaisiksi kaikilla reiteillä. Liikenteen hajonta määritettiin koko vuoden toteutuneiden lentojen yksittäisistä lentoreiteistä siten, että määrityksen tarkkuus olisi mahdollisimman hyvä tässä raportissa julkaistuilla melualueilla.

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

Liitekartassa 1 on esitetty Helsinki-Vantaan lentoaseman lähestymisalueen (TMA) kartta, jossa näkyvät lähestymisalueelle tulemiseen ja sieltä poistumiseen suunnitellut portit. Esimerkkinä näistä porteista ovat TMA:n eteläisellä rajalla sijaitsevat VALOX, KOIVU ja RENKU, joiden kautta Viron ilmatilaan suuntautuva liikenne johdetaan.

Liitekartoissa 2 ja 3 reittitiheys on esitetty koko vuoden 2021 toteutuneista lennoista. Reittitiheyskartan avulla havainnollistetaan liikenteen maantieteellistä sijoittumista, jota melun laskennassa on laskenta-reiteillä ja niihin sisällytetyllä hajonnalla pyritty kuvaamaan.

4. MELUALUELASKENNAT

4.1. Laskentamenetelmä

Euroopan siviili-ilmailukonferenssi ECAC julkaisi 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 aiemmin vuodesta 1993 lähtien käyttämää DANSIM-laskentaohjelmistoa ei päivitetty vastaamaan uusittua 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.

ECAC on julkaissut Doc 29 -laskentamenetelmäsuosituksista myös version 4, jossa melun laskentatuloiksi vaikuttavat muutokset ovat versiossa 3 esitettyjä vähäisempiä.

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

INM-ohjelmiston soveltamisessa on käytetty seuraavia menettelyjä (ks. 5.1):

Yleistä

1. Tietopankkina, johon lentokoneiden melutiedot, tehoasetukset, nopeudet ja korkeudet perustuvat, on pääosin käytetty Yhdysvaltain ilmailuviranomaisen FAA:n INM7.0d-tietokantaa sekä lennonvarmistusjärjestö Eurocontrolin ylläpitämää Aircraft Noise and Performance (ANP) -tietokantaa. Eräille koneille laskeutumisen aerodynaamisen melun lähtöaineistot on määritetty ESDU 90023 -julkaisuun perustuvalla laskennalla.
2. Helsinki-Vantaan lentoasemalla toteutuneet lentokoneiden lentoprofiili- ja meluaineistot päivitetään tarvittaessa. Päivitystarve voi tulla kyseeseen, kun yksittäisen konetyypin melumittaustulokset eivät vastaa aiemmin laskennassa käytettyjä arvoja. Tämä voi johtua esimerkiksi analysointivuoden aikana tapahtuneesta lentomenetelmämuutoksesta, lentoyhtiön lentoprofiilimuutoksista tai äänen etenemiseen vaikuttavan, koko vuoden keskimääräisen ilman absorption erilaisuudesta. Tähän vuoden 2021 tilannetta koskevaan selvitykseen ei laadittu uusia profiileita millekään konetyypille. Selvityksessä käytettiin samoja profiileja kuin vuonna 2020.
3. Helikopterit ja ilmavoimien Hornet-, Hawk-, PC12-, LJ35- ja Casa-operaatiot on jätetty laskelmien ulkopuolelle.
4. Laskennassa käytetty ilman absorptio vastaa INM-ohjelmiston käyttämässä meluaineistossa referenssitilannetta. Etelä-Suomen keskimääräinen ilman absorptio tulee kuitenkin huomioiduksi ANOMS-järjestelmän tietojen pohjalta muokattujen lentoprofiilien ja ns. NPD-käyrien melulähtötietojen käytöllä täsmäämällä ne konetyyppiakohtaisesti reitin alla mitattujen koko vuoden keskimääräisten melutasojen kanssa.
5. 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.
6. ICAO-koodilla ilmaistulla konetyypillä voi olla useita eri koneversioita, joilla on erilaiset meluominaisuudet. Esimerkiksi A321 konetyypeissä voi olla eri valmistajien moottoreita ja siivet voivat olla varustettu sharkleteillä tai ilman. Nämä tulevat huomioiduksi konetyypeittäin tehtävissä keskiarvotamisissa, jolloin eri versioiden suhteelliset osuudet painottavat oikeassa suhteessa profiilin muodostuksessa käytettyjä arvoja ja mitattuja melutasoja.

Lentoonlähdöt

7. 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 substituuittit lähinnä vastaavasta koneesta ja kone on sovitettu ANOMS:n tuottamaan informaatioon samalla tavoin. Tähän vuoden 2021 tilannetta koskevaan selvitykseen ei laadittu uusia profiileita millekään konetyypille. Selvityksessä käytettiin aiemmin laadittuja profiileita.
8. 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 2021 nämä koneet kattoivat 25 % lentoonlähdöistä.

Laskeutumiset

9. Kiitotien 22L melun kannalta tärkeimpien konetyyppien lähestymisille on laskentaa varten tehty kaksi erillistä mediaanilentokorkeutta ja -nopeutta vastaavaa profiilia. Toisessa profiilissa on 2000 jalan vaakalento-osuus ja toisessa loppuliuku alkaa jo 3000 jalan korkeudesta. Nämä konetyypit (A319, A320, A321, AT75, E190 ja B738) kattavat 68 % kiitotien 22L lähestymisistä ja niistä 80 % on korkeammalta loppuliukuun liittyneitä profiileja. Tässä selvityksessä on käytetty aiempina vuosina laadittuja mallinnettuja profiileita.
10. Kiitotien 04L melun kannalta merkittävimpien konetyyppien lähestymisille on vuoden 2021 laskentaa varten käytetty aiemmin toteutuneita mediaanilentokorkeuksia ja -nopeuksia vastaavia profiileita. Nämä konetyypit (A319, A320, A321, AT75, E190 ja B738) kattavat 74 % kiitotien 04L lähestymisistä.
11. Muiden kiitoteiden laskeutumisissa on em. merkittävimmille konetyypeille määritetty Helsinki-Vantaan lentoasemalla toteutuneet mediaani- tai kategoriset 2000 jalan välilähestymisellä varustetut profiilit. Profiileihin on määritetty 2000 jalan korkeudessa vaakalennossa lennettävä hidastussegmentti ennen kolmen asteen loppuliukukulmassa tehtävää kiitotien lähestymistä. Tässä selvityksessä on käytetty aiempina vuosina laadittuja profiileita.

Koneet, joille aiempina vuosina on laadittu tarkennetut laskeutumisprofiilit (A319, A320, A321, A333, A359, AT75, B738 ja E190), kattoivat 75 % kaikkien kiitoteiden laskeutumisista. Muille koneille on käytetty INM7.0d-tietokannan tarjoamia standardiprofiileja (25 %).

4.2. Lentokonemelun tunnusluvut

Raportissa on laskettu vuoden 2021 toteutuneen tilanteen päivä-ilta-yö -melutaso L_{den} sekä yö-, päivä- ja koko vuorokaudenajan painottamattomat keskiäänitasot $L_{Aeq(22-07)}$, $L_{Aeq(07-22)}$ ja L_{Aeq24h} . Lisäksi on laskettu A320-suihkumatkustajakoneen enimmäisäänitasot L_{ASmax} useimmin käytetyille lentoonlähde- ja laskeutumisreiteille.

L_{den} -taso on melun painotettu keskiäänitaso (den = day-evening-night), 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

Liitekartassa 4 on esitetty vuoden 2021 laskennalliset L_{den} 50, 55, 60 ja 65 dB melualueet. L_{den} 50 dB on esitetty katkoviivalla, koska laskentatuloksen epävarmuus suurenee etäisyyden kasvaessa kiitoista.

Liitekartan 5 kuva osoittaa keskimääräisen koko vuorokauden keskiäänitason L_{Aeq24h} . Ts. keskiäänitason, jonka koko vuoden mittainen jatkuva melumittaus voisi osoittaa.

Liitekartoissa 6 ja 7 on esitetty päivä- ja yöajan melutilanteita kuvaavat $L_{Aeq7-22}$ ja $L_{Aeq22-7}$ melualueet. Nämä ovat ympäristömelun kuvaamisessa yleisimmät indikaattorit.

Liitekartan 8 kuvassa on havainnollistettu vuosien 2019, 2020 ja 2021 L_{den} 55 dB melualueiden eroavaisuudet.

Liitekartan 9 kuva osoittaa pitkän ajan melualueiden muutoksen. Kuvassa on esitetty vuosien 1990 ja 2021 melualueet sekä ns. uusi verhokäyrä, joka on esitetty Uudenmaan maakuntakaavassa.

Ympäristöluvan määräyksessä on edellytetty esittämään yleisimmän siviililentokoneen aiheuttamat enimmäisäänitasojen L_{ASmax} 80 dB ja 75 dB melualueet lentoonlähdeissä ja laskeutumisissa yleisimmillä reiteillä. Vuonna 2021 yleisin konetyyppi oli potkuriturbiinikone AT75. Toiseksi yleisin lentokone oli

ICAO-koodilla ilmaistuna suihkukone E190. Tavanomaisena vuotena tyypillisin suihkumatkustajakonetyyppi on A320, joka on meluisampi kuin AT75 ja E190. Tästä syystä liitekartassa 10 on katsottu tarkoituksenmukaiseksi kuvata A320 suihkumatkustajakoneen enimmäisäänitasojen melualueet.

Taulukossa 3 on esitetty asukasmäärät ja melualueiden pinta-alat L_{den} 5 dB välein alkaen arvosta 55 dB ja L_{night} alkaen arvosta 50 dB. Asukasmäärät on laskettu Tilastokeskuksen vuoden 2019 loppua edustavista hehtaariuutuaineistoista. Vuonna 2021 L_{den} yli 55 dB melualueella asui noin 2 100 asukasta, joista noin 100 asui yli 60 dB melualueella. Yli 65 dB melualueella ei asunut yhtään asukasta. Vuonna 2021 L_{night} yli 50 dB alueella asui yhteensä 356 asukasta. Näistä asukkaista 9 asui yli 55 dB melualueella. L_{night} yli 60 dB melualueella ei asunut yhtään asukasta.

Taulukossa 3 asukasmäärät on ilmoitettu suluissa myös vuoden 2009 väestöaineistolla määritettynä. Nämä arvot kuvaavat sitä, kuinka asukasmäärät ovat muuttuneet vuosien 2009 ja 2019 välillä esimerkiksi muuttoliikkeen johdosta. L_{den} yli 55 dB alueella on asunut vuoden 2009 väestöaineiston mukaan noin 2 300 asukasta ja L_{den} yli 60 dB alueella 150 asukasta. Vuoden 2021 L_{den} yli 55 dB alueella asukasmäärä on vähentynyt vuosien 2009 ja 2019 asukasmääräaineistoilla tarkasteltaessa noin 300 asukkaalla, ja L_{den} yli 60 dB alueella vähentynyt 50 asukkaalla. Vuoden 2021 L_{night} >50 dB ja L_{night} >55 dB melualueilla asukasmäärät ovat vähentyneet vuosien 2009 ja 2019 asukasmääräaineistoilla tarkasteltaessa 80 ja 4 henkeä.

L_{den} yli 55 dB melualueen pinta-ala oli 28 km², yli 60 dB vastaavasti 10 km² ja yli 65 dB 4 km². L_{den} yli 70 dB pinta-ala oli vain 2,1 km².

Yleisimmin Suomessa ympäristömelun kuvaamiseen käytetty tunnusluku on päiväajan keskiäänitaso $L_{Aeq(07-22)}$. Melualueella $L_{Aeq(07-22)}$ yli 55 dB asuvien määrä oli 175 asukasta.

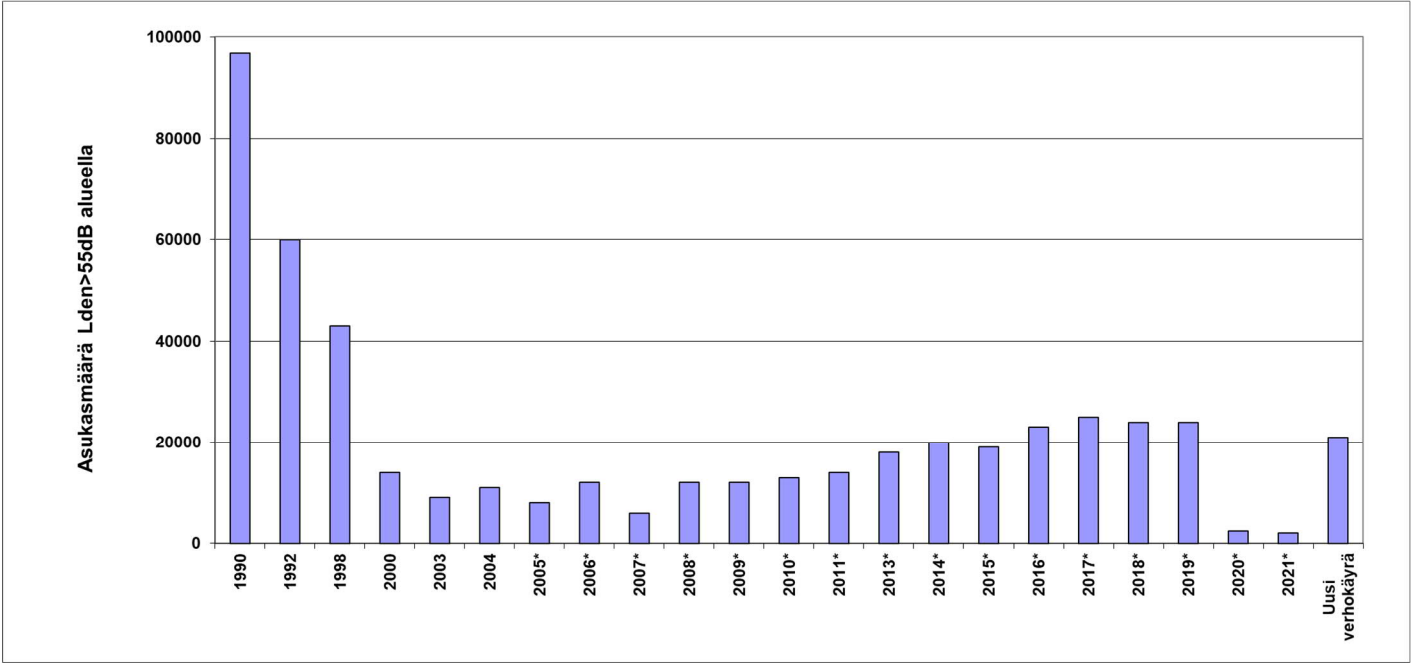
Taulukko 3. Melualueilla asuvien lukumäärät ja pinta-alat vuonna 2021. Kunkin melualueen tulos sisältää suurempien melutasojen alueiden tulokset. Tulokset on pyöristetty. Asukasmäärät on laskettu vuosien 2019 ja 2009 väestöaineistoista. Suluissa esitetyt arvot ovat vuoden 2009 väestöaineistosta määritettyjä.

2021 L_{den}		>55 dB	>60 dB	>65 dB	>70 dB
Asukasmäärä, kpl		2 100 (2 300)	110 (150)	0 (0)	0 (0)
Pinta-ala, km ²		28	10	4	2
2021 $L_{night}/L_{Aeq(22-07)}$	>50 dB	>55 dB	>60 dB	>65 dB	>70 dB
Asukasmäärä, kpl	360 (430)	10 (10)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Pinta-ala, km ²	25	9	3	1	0,4
2021 $L_{day}/L_{Aeq(7-22)}$		>55 dB	>60 dB	>65 dB	>70 dB
Asukasmäärä, kpl		170 (200)	10 (2)	0 (0)	0 (0)
Pinta-ala, km ²		22	5	2	1

Taulukossa 4 on esitetty melualueiden L_{den} yli 55 dB pinta-alat ja asukasmäärät eri toteumatilanteissa vuosina 1990–2021 (pl. vuosi 2012). Kuvassa 9 on esitetty melualueiden asukasmäärän kehitys pylväsdiagrammina.

Taulukko 4. $L_{den} > 55$ dB melualueiden asukasmäärät eri toteumatilanteissa vuosina 1990–2021 (pl. vuosi 2012). Tulokset on pyöristetty täysiin tuhansiin.

Laskentatilanne	Alue, km²	Asukkaat, kpl/ asukasaineiston vuosi	Lisätiedot
1990	165	97 000	Deltan uusintalaskenta.
1992	128	60 000	Deltan uusintalaskenta.
1998	135	43 000	1998 perustilanne
2000	86	14 000 /1999	DC 9 hushkitattuna
2003	56	9 000 /1999	Toteutunut 2003, 31.5.04
2004	58	11 000/ 2003	Toteutunut 2004, 28.7.05, (as.aineisto 2003)
2005*	61	8 000 /2003	Toteutunut 2005 (A3/2007), ECAC Doc29 3rd ed. Korj. 30.4.2008
2006*	55	12 000 /2003	Toteutunut 2006 (A4/2007), ECAC Doc29 3rd ed. Korj. 30.4.2008
2007*	54	6 000 /2006	Toteutunut 2007 (A2/2007), ECAC Doc29 3rd edition
2008*	56	12 000 /2006	Toteutunut 2008 (A4/2009), ECAC Doc29 3rd edition
2009*	55	12 000 /2006	Toteutunut 2009 (A3/2010), ECAC Doc29 3rd edition
2010*	58	13 000 /2009	Toteutunut 2010 (A1/2011), ECAC Doc29 3rd edition
2011*	64	14 000 /2009	Toteutunut 2011, 17.7.2012, ECAC Doc29 3rd edition
2013*	62	18 000 /2013	Toteutunut 2013, 2.3.2015, ECAC Doc 29 3 rd edition
2014*	65	20 000 /2013	Toteutunut 2014, 25.1.2016, ECAC Doc 29 3 rd edition
2015*	72	19 000 /2013	Toteutunut 2015, 1.8.2016, ECAC Doc 29 3 rd edition
2016*	68	23 000 /2016	Toteutunut 2016, 22.6.2017, ECAC Doc 29 3 rd edition
2017*	64	25 000 /2016	Toteutunut 2017, 28.6.2018, ECAC Doc 29 3 rd edition
2018*	70	24 000 /2016	Toteutunut 2018, 28.6.2019, ECAC Doc 29 3 rd edition
2019*	72	24 000 /2019	Toteutunut 2019, 31.8.2020, ECAC Doc 29 3 rd edition
2020*	29	2 400 /2019	Toteutunut 2020, 15.4.2021, ECAC Doc 29 3 rd edition
2021*	28	2 100 /2019	Toteutunut 2021, 2.5.2022, ECAC Doc 29 3 rd edition



Kuva 9. Melualueen L_{den} yli 55 dB asukasmäärät toteutuneissa ja ennustetilanteessa.

*Laskettu ECAC Doc29 3rd edition laskentamenetelmällä.

4.4. Tulosten tarkastelu

4.4.1. Laskentatulokseen vaikuttaneet tekijät

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

Vuoden 2021 aikana merkittävin melualueiden muotoon ja laajuuteen vaikuttanut tekijä oli Covid-19-pandemian aiheuttama lentoliikenteen kysynnän lasku sekä alentuneen kysynnän johdosta toteutetut kiitoteiden määräaikaiset sulut.

Vuoden 2021 tuuliolosuhteet suosivat 22-suuntaisten kiitoteiden käyttöä.

4.4.2. Vuoden 2021 melualueet ja asukasmäärät

Vuoden 2021 L_{den} yli 55 dB melualueen asukasmäärä oli 2 100 (vuonna 2020 2 400 asukasta). Asukasmäärä pieneni vuoden 2020 tilanteesta noin 300 asukkaalla. L_{den} yli 55 dB melualue ulottui koillisessa kiitotien 22R laskeutumis sektorissa edellisvuotta ulommaksi kiitotien 1 sulkemisen vuoksi. Vastaavasti kiitotien 22L laskeutumis sektorissa melualue lyheni. Kiitotien 04L laskeutumis sektorissa melualue ulottui hieman edellisvuotta ulommaksi. Kiitotien 22R lentoonlähtö sektorissa melualue hieman supistui johtuen käytetyn konekaluston vaihtumisesta keskimäärin vähämeluisammaksi.

Vuoden 2021 melualue poikkeaa olennaisesti edellisten vuosien melualueista pienentyneen operatiivimäärän vuoksi. Vuoden aikana käytössä on ollut tavanomaista kevyempää lentokonekalustoa kysynnän laskusta johtuen. Vuonna 2021 tuuliolosuhteiden vuoksi 22-suunnan operaatioita oli suhteessa enemmän kuin vuoden 2019 melualueiden laskennassa. L_{den} -tunnusluvussa käytettävä ilta- ja yöliikenteen voimakas painotus havainnolistuu tarkastelemalla liitekartassa 4 esitettyä L_{den} -melualueita ja liitekartassa 5 esitettyä painottamatonta L_{Aeq24h} -melualueita. Painotuksen vaikutus melualueeseen on yli 5 dB yöaikaan ensisijaisesti laskeutumisiin käytettävän kiitotien 15 suunnassa ja 55 dB melualueen kokonaispinta-ala kasvaa yli kaksinkertaiseksi painotuksen vuoksi.

Lentokonemelualueella asuvien määriä voidaan verrata muiden liikennemuotojen melun piirissä asuvien määriin /20–22/. Esimerkiksi Vantaan kaupungissa L_{den} yli 55 dB:n melun piirissä asui vuoden 2016 tilanteessa tie- ja katuliikenteen osalta lentokonemelun laskentatavan kanssa lähinnä vertailukelpoisella tavalla määritettynä 94 600 asukasta ja raideliikenteen osalta 13 200 asukasta. Vastaavat asukasmäärät Helsingissä ovat 321 400 ja 16 000 (ei sisällä pikaraitiotie- ja metroluokkennettä).

Ympäristömelun yhteydessä yleisimmin käytettävä indikaattori on ns. päivämelutaso $L_{Aeq(07-22)}$, joka kuvaa vuorokauden ajalla painottamatonta äänitasa klo 7–22 välisenä aikana. Helsinki-Vantaan lentoaseman lentokonemelun $L_{Aeq(07-22)}$ yli 55 dB alueella asuvien määrä oli vuonna 2021 175 asukasta. Esimerkiksi Vantaalla vastaavan tie- ja katumelun piirissä asuu 57 200 ja Helsingissä 233 000 asukasta.

Ennusteita ja toteutuneita tilanteita verrattaessa tulee huomioida, että ennustetilanteiden kuvaaminen perustuu useiden vuosien keskimääräisiin tuuliolosuhteisiin, eikä kiitoteiden kunnostustöistä aiheutuvia vuosittaisia melualueen muutoksia ole niissä huomioitu. Kiitoteiden käyttösuudet eivät viime vuosien kysynnän tasolla ole olleet vielä ennusteissa käytettyjen oletusten mukaisia eikä kapearunkokaluston ennakoitua teknologista muutosta vähämeluisammaksi ole vielä tapahtunut.

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

5. LASKENTATARKKUUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

5.1 Lentoonlähtö- ja laskeutumisprofiilien käsittely

Lentokoneiden melun- ja reittienseurantajärjestelmä 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 täsmäminen mitattuihin tasoihin tukee melualue-laskennan tarkkuutta huomioiden kuitenkin valvomattomien mittausten virhelähteet.

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, jota lentokoneet seuraavat.

Melun laskentaohjelma tai Finavian omat simulointiohjelmat johtavat korkeus- ja nopeusprofiilista mootoreiden työntövoiman eri kohdissa lentoa huomioiden koneen oletettu massa, muut ominaisuudet ja lentomenetelmän eri vaiheet. Työntövoimasta johdetaan melutaso lentoreitin ja –profiilin segmentteittäin 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 tärkeimmille konetyypeille Finaviassa laadituilla ns. Noise Speed Distance -tietokannoilla, perustuen ESDU 90023 -julkaisun /36/ puoliempiirisiin malleihin aerodynaamisesta melusta.

Kuten kappaleessa 4.1 on kuvattu, sekä lentoonlähdoistä että laskeutumista 86% on tehty lentokoneilla, joille on luotu ANOMS-järjestelmän perusteella keskiarvostettu lentoprofiili Helsinki-Vantaan lentoaseman toteuman mukaan. Korkeus- ja nopeusprofiilien pohjana on käytetty koko laskentavuoden tutka-aineistoa. Näiden koneiden profiilien tuottama melu on täsmäytetty suoraan reitin alla tehtyjen mittaus-tulosten mukaisesti sille etäisyydelle saakka, jossa jatkuvatoimisia melunmittausasemia sijaitsee kiitotien 04R lentoonlähtö- ja kiitoteiden 22L ja 04L lähestymissektorissa. Näiden koneiden meluenergia kattaa arviolta 90–95 % kokonaismeluenergiasta. Loput noin 14 % lentokoneiden operaatioista laske-taan laskentaohjelman tarjoamien (tai suositeltujen substituuttikoneiden) profiili- ja melutietojen perus-teella. Näiden lentokoneiden operaatioiden melun käsittely ja sen tarkkuus ei ole melualueiden mää-räytymisen kannalta kovin merkittävä.

Laskeutumisten mallintamisessa ei ole täysimääräisesti otettu huomioon CDO-lähestymisiä ennen liu-kupolkuun liittymistä ja näiden vaikutusta meluun. Tällä voi olla merkitystä L_{den} 50–55 dB melualueen laajuuteen tärkeimpien laskeutumiskiitoteiden suunnissa.

5.2 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 ha-jonnan määrittämisen virhe pienenee kiitoteiden läheisyydessä, koska lentoreitit päättyvät tai alkavat aina kiitoteiltä. Laskeutumisten reittihajonnan merkitys L_{den} yli 55 dB alueella on vähäinen, koska tällä alu-eella pääosa laskeutumisista asettuu kiitotien suuntaiselle laskeutumisinjalle 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 laskentapistee-seen lasketaan vuosittaisten operaatioiden (vuonna 2021 noin 72 000 operaatiota) aiheuttama koko-naismelu.

Lentokonemelun laskennassa maaston tai rakennusten aiheuttamilla estevaikutuksilla ei ole suurta vai-kutusta, ellei melua tarkastella tiiviiden kortteleiden sisällä. Seututason tarkkuudella laadittavissa melu-selvityksissä rakennusesteet voivat lisätä tulosten epävarmuutta alueilla, joille melu aiheutuu lentoko-neen 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 määri-tetty olevan standardin SAE AIR-1845 (Calculation of Airplane Noise in Vicinity of Airports) mukaisesti: lämpötila 15°C, ilmanpaine 1013 hPa ja suhteellinen kosteus 70 %. Lentokoneiden profiilin määri-tyksessä oletetaan vallitsevan 4 m/s vastatuuli lentokoneen etenemissuunnassa. Lämpötilan ja kosteuden vaikutus äänen etenemiseen Helsingin alueen keskimääräisissä olosuhteissa kuitenkin sisältyy profii-lien määrittämisen prosessiin. Merkittävimpien lentokonetyyppien profiilien (nopeus, korkeus, konfigu-raatio, tehoasetus) tuottama melu tarkennetaan hyödyntämällä ANOMS-järjestelmästä saatavia, pää-asiassa eri vuodenaikojen keskiarvoja vastaavia melutasoja lentoreitin alapuolella.

Matemaattista melualue-laskennan epätarkkuutta ei ole tarkoituksenmukaista pyrkiä määrittämään. Las-keutut melutasot ovat hyvin linjassa yhdeksällä jatkuvatoimisella mittausasemalla mitattujen vuosikoh-taisten melutasojen kanssa.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Vuoden 2021 melualuelaskennassa käytetty toteutunut liikennemäärä oli noin 72 000 operaatiota, joka on noin 96 % edellisen vuoden operaatioista. Vuoden 2021 laskennallisen L_{den} yli 55 dB melualueen pinta-ala pieneni edellisen vuoden 29 km²:sta 28 km²:iin ja melualueella asuvien lukumäärä pieneni noin 300 asukkaalla. Operaatiomäärän romahduksen vuoksi melualueet jäivät kaikkien kiitoteiden suunnissa suuresti pandemiaa edeltävien vuosien tilanteita pienemmiksi.

Vuoden 2021 aikana kiitotie 3 (22R/04L) oli kokonaan suljettuna noin kolme viikkoa. Kiitotie 1 (22L/04R) oli suljettuna kokonaan 4 kuukautta ja osittain noin 2 kuukautta. Kiitotien 2 (15/33) kunnostusta ja käytettävyyttä rajoitettiin 4 kuukauden ajan ja se oli osittain suljettuna noin 2 kuukautta. Kiitotiesulkemisista johtuen melualueessa havaittavin ero vuoteen 2020 nähden on kiitotien 22R laskeutumis sektorin melualue, joka oli edellisvuotta suurempi. Poikkeavasta kiitoteiden käytöstä huolimatta vuoden 2021 melualueet olivat kaikkialla vähäisen kokoiset verrattuna ns. uuden verhoikäyrän mukaisiin melualueisiin.

Vuoden 2021 tuuliolosuhteet suosivat 22-suunnan kiitoteitä, jolloin laskeutumisissa painottuivat laskeutumiset Keravan suunnasta idästä, ja lentoonlähdöt painottuivat lännen suuntaan.

Kysynnän pienentymisestä johtuen lentokoneiden keskimääräinen koko pieneni. Tämä on osaltaan vaikuttanut melualueita pienentävästi.

Pääkaupunkiseudulla lentokonemelualueella asuu vähäinen määrä asukkaita verrattuna muiden liikennemuotojen melualueiden asukasmääriin. Laskennallinen asukasmäärä vuoden 2021 L_{den} yli 55 dB lentokonemelualueella oli noin 2 400. Esimerkiksi Vantaan kaupungissa yli 55 dB:n L_{den} -melun piirissä asui vuonna 2016 tie- ja katuliikenteen osalta 94 600 asukasta ja raideliikenteen osalta 13 200 asukasta. Vastaavat asukasmäärät Helsingissä olivat 321 400 ja 16 000.

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 2003–2021. Ilmailulaitos A19/2001, Vantaa 20.12.2001. 29 s. + liitteet, 67 s.
- /8/ Helsinki-Vantaan lentoasema, lentokoneiden melun kehittyminen ja hallinta 2003–2021 (Ilmailulaitos A19/2001) – korjattu aineisto. Muistio 7.6.2002. 2 s. + 4 liitekarttaa.
- /9/ Helsinki-Vantaan lentoasema, lentokoneiden melun kehittyminen ja hallinta 2003–2021. Vuoden 2021 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/ Helsingin kaupungin meluselvitys ja Helsingin meluselvityksen 2017 täydennys. Kaupunkiympäristön julkaisuja 2017:4. Syyskuu 2017. Sito Oy.
- /21/ Espoon ja Kauniaisten kaupunkien ympäristömeludirektiivin mukainen meluselvitys 2017. Espoon ympäristökeskuksen monistesarja 2/2017. 6.9.2017 Espoon ympäristökeskus
- /22/ Vantaan liikennemelu 2017, Ympäristömeludirektiivin mukainen meluselvitys.
- /23/ Helsinki-Vantaan lentoasema, Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2011. Finavia Oyj. Vantaa 17.7.2012. 10 s. + liitekartat, 9 s.
- /24/ Helsinki-Vantaan lentoasema, selvitys lähestymisten melunhallinnasta, Finavia Oyj. Vantaa 28.2.2013 102 s. + liitteet 20s.
- /25/ Helsinki-Vantaan lentoasema, lentokoneiden lähestymisten melunhallinnan kehittäminen eri vuorokauden aikoina. Finavia Oyj. Vantaa 28.2.2013. 7 s. + liitteet 10s.
- /26/ Helsinki-Vantaan lentoaseman lentokonemelunhallintasuunnitelma. Finavia Oyj. Vantaa 30.9.2013. 40 s. + liitteet 18 s.
- /27/ Helsinki-Vantaan lentoasema, Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2013. Finavia Oyj. Vantaa 2.3.2015. 12 s. + liitekartat, 9 s.
- /28/ Helsinki-Vantaan lentoasema, Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2014. Finavia Oyj. Vantaa 1.8.2016. 12 s. + liitekartat, 10 s.
- /29/ Helsinki-Vantaan lentoasema, Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2015. Finavia Oyj. Vantaa 25.1.2016. 12 s. + liitekartat, 10 s.
- /30/ Helsinki-Vantaan lentoasema, Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2016. Finavia Oyj. Vantaa 22.6.2017. 13 s. + liitekartat, 10 s.
- /31/ Helsinki-Vantaan lentoasema, Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2017. Finavia Oyj. Vantaa 28.6.2018. 13 s. + liitekartat, 10 s.
- /32/ Helsinki-Vantaan lentoasema, Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2018. Finavia Oyj. Vantaa 28.6.2019. 15 s. + liitekartat, 10 s.
- /33/ Helsinki-Vantaan lentoasema, Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2019. Finavia Oyj. Vantaa 31.8.2020. 15 s. + liitekartat, 11 s.
- /34/ Helsinki-Vantaan lentoasema lentokonemelunhallintasuunnitelma. Finavia Oyj. Vantaa 10.2.2017. 43 s. + liitteet 6 s.
- /35/ Helsinki-Vantaan lentoasema lentokonemelunhallintasuunnitelma. Finavia Oyj. Vantaa 21.12.2018. 43 s. + liitteet 6 s.
- /36/ Airframe noise prediction. ESDU 90023. Engineering Sciences Data Unit. Marraskuu 1990 22 s. + liitteet 3s.
- /37/ Helsinki-Vantaan lentoasema, COVID-19-poikkeustilanteen lentokonemelun hallintasuunnitelma, versio 1.1, Finavia Oyj, Vantaa 25.9.2021
- /38/ Helsinki-Vantaan lentoasema, Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2020. Finavia Oyj. Vantaa 15.4.2021. 16 s. + liitekartat, 11 s.

7. LIITEKARTAT, MITTAKAAVA 1:100 000

1. Helsinki-Vantaan lähestymisalueen kartta
2. Lentoreittien hajontaa kuvaava reittitiheyskartta. Lentoonlähdöt
3. Lentoreittien hajontaa kuvaava reittitiheyskartta. Laskeutumiset
4. Vuosi 2021, toteutunut tilanne. L_{den} (50), 55, 60 ja 65 dB
5. Vuosi 2021, toteutunut tilanne. L_{Aeq24h} (50), 55, 60 ja 65 dB
6. Vuosi 2021, päivä, toteutunut tilanne. $L_{Aeq (07-22)}$ (50), 55, 60 ja 65 dB
7. Vuosi 2021, yö, toteutunut tilanne. $L_{Aeq (22-07)}$ (45), 50, 55, 60 dB
8. L_{den} 55 dB vuosina 2019, 2020 ja 2021
9. L_{den} 55 dB vuosina 2021 ja 1990 sekä uusi verholähtö- ja laskeutumisreiteillä
10. Airbus 320-koneen L_{ASmax} 75 ja 80 dB yleisimmillä lentoonlähtö- ja laskeutumisreiteillä

Kartta-aineistojen julkaisuoikeudet:

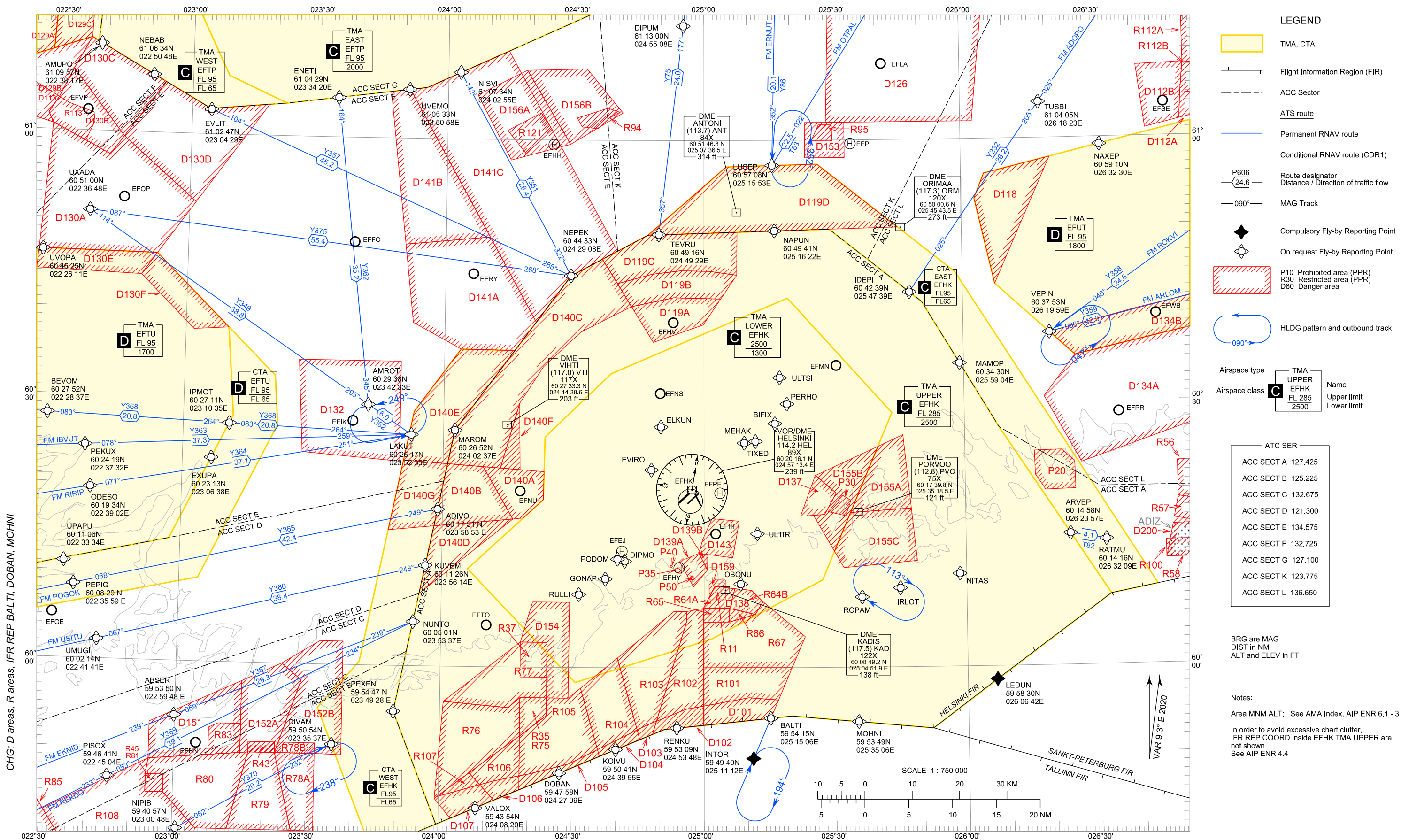
© Maanmittauslaitos Maastotietokanta

© Tilastokeskus Väestörakenne 2019

Q:\MELUTILANNE INM7.0d\Raporttiaineisto\EFHK_meluselvitys_2021_raportti.docx

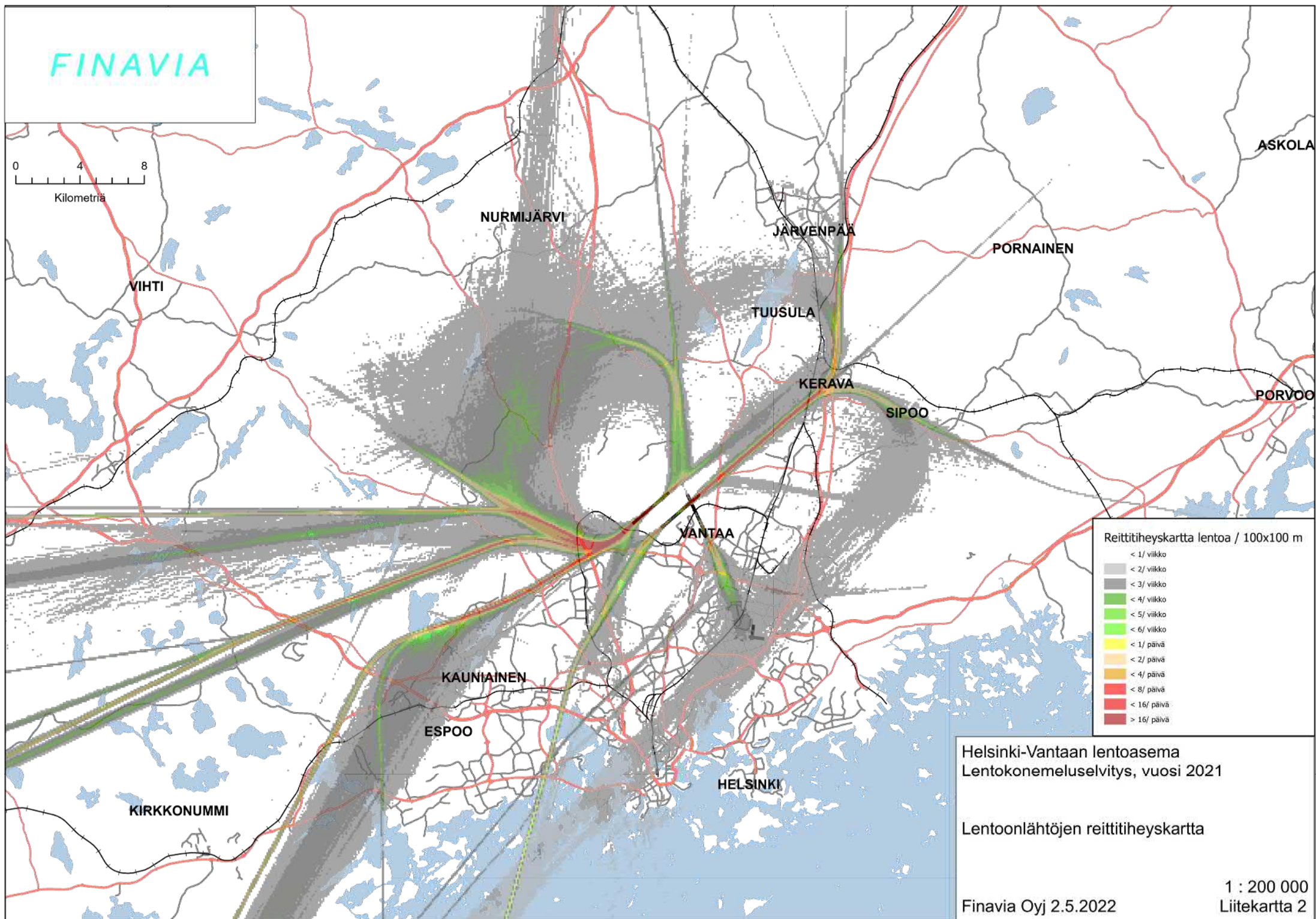
AREA CHART - ICAO

EFHK TMA



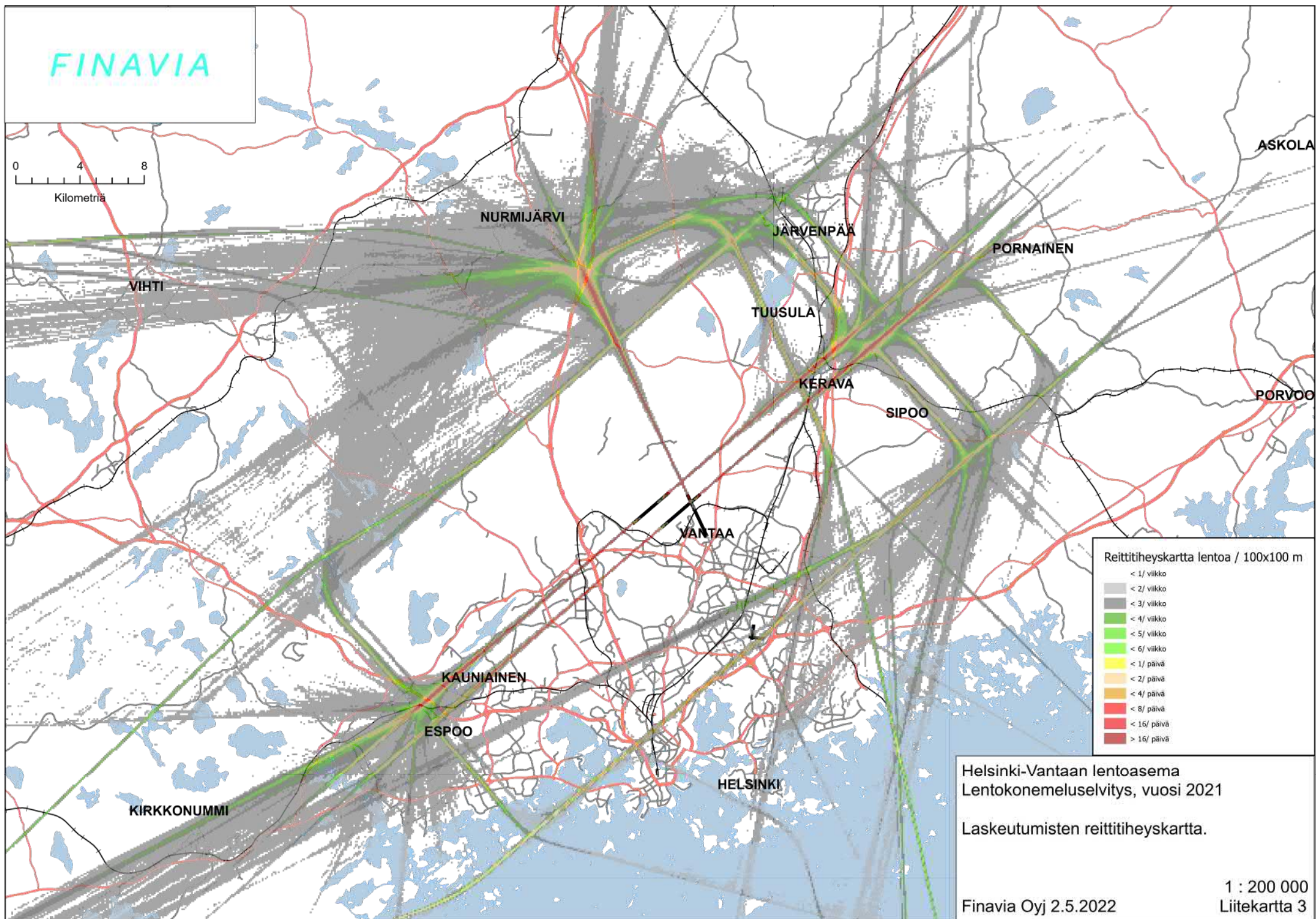
FINAVIA

0 4 8
Kilometriä

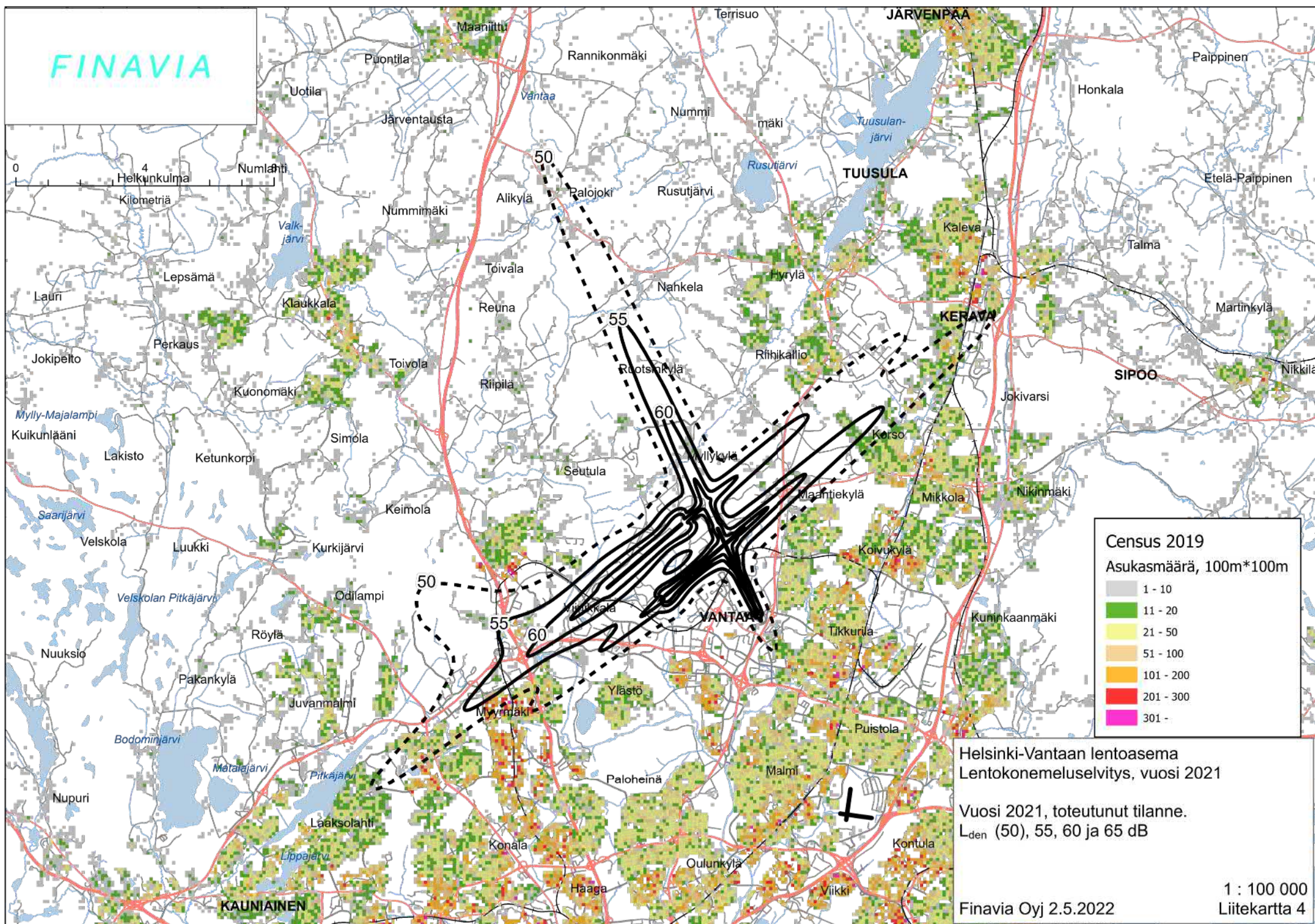


FINAVIA

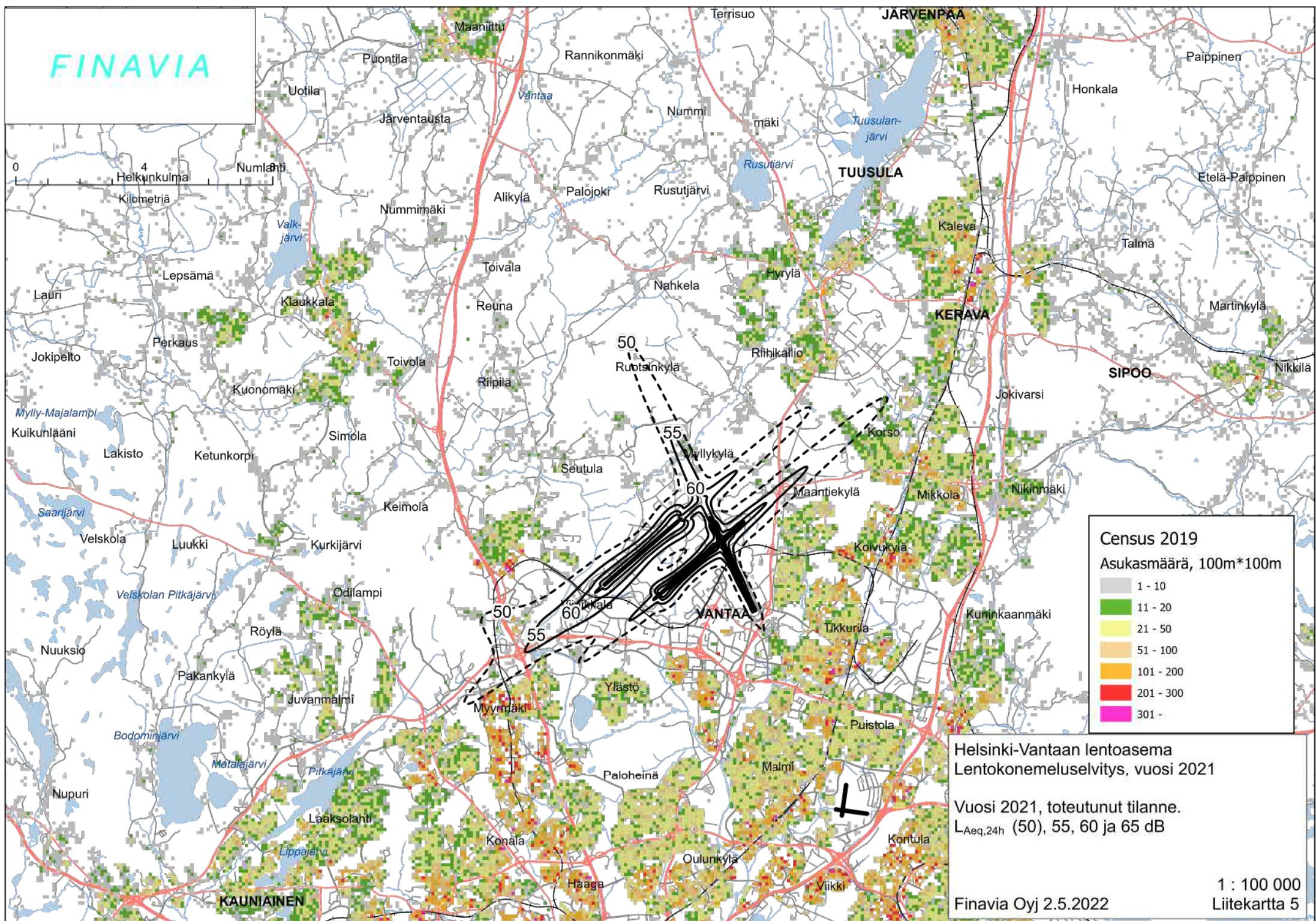
0 4 8
Kilometriä



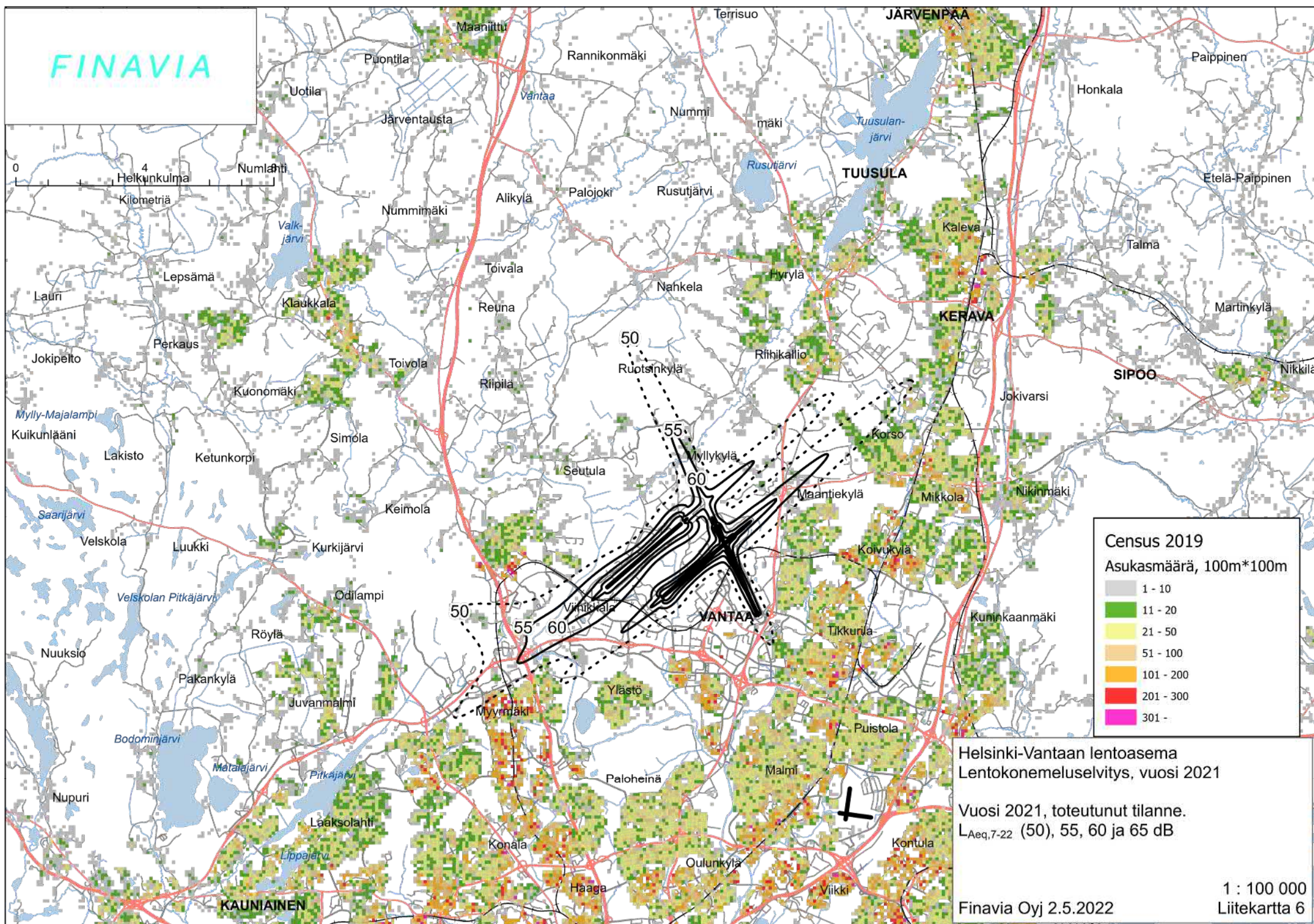
FINAVIA



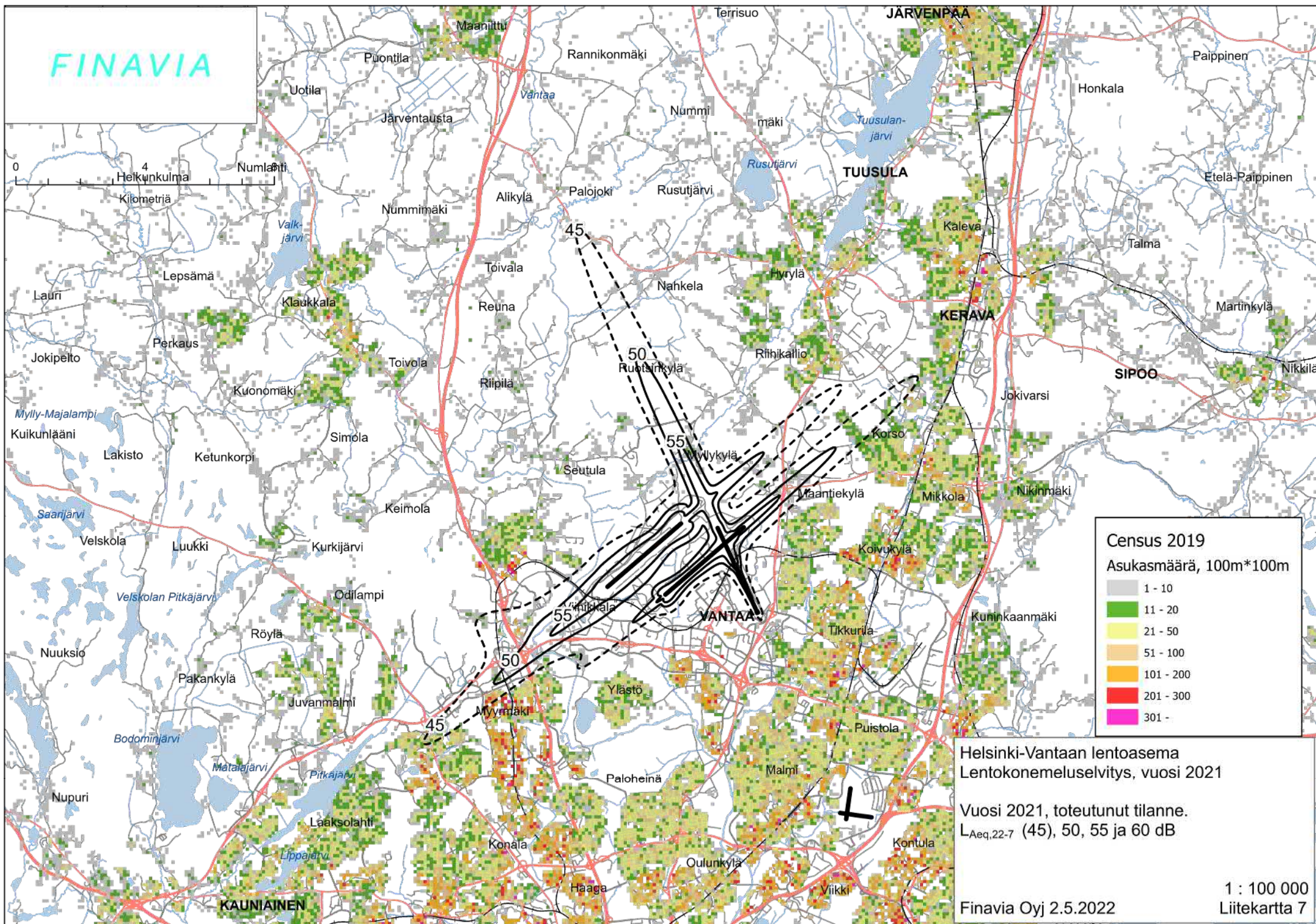
FINAVIA



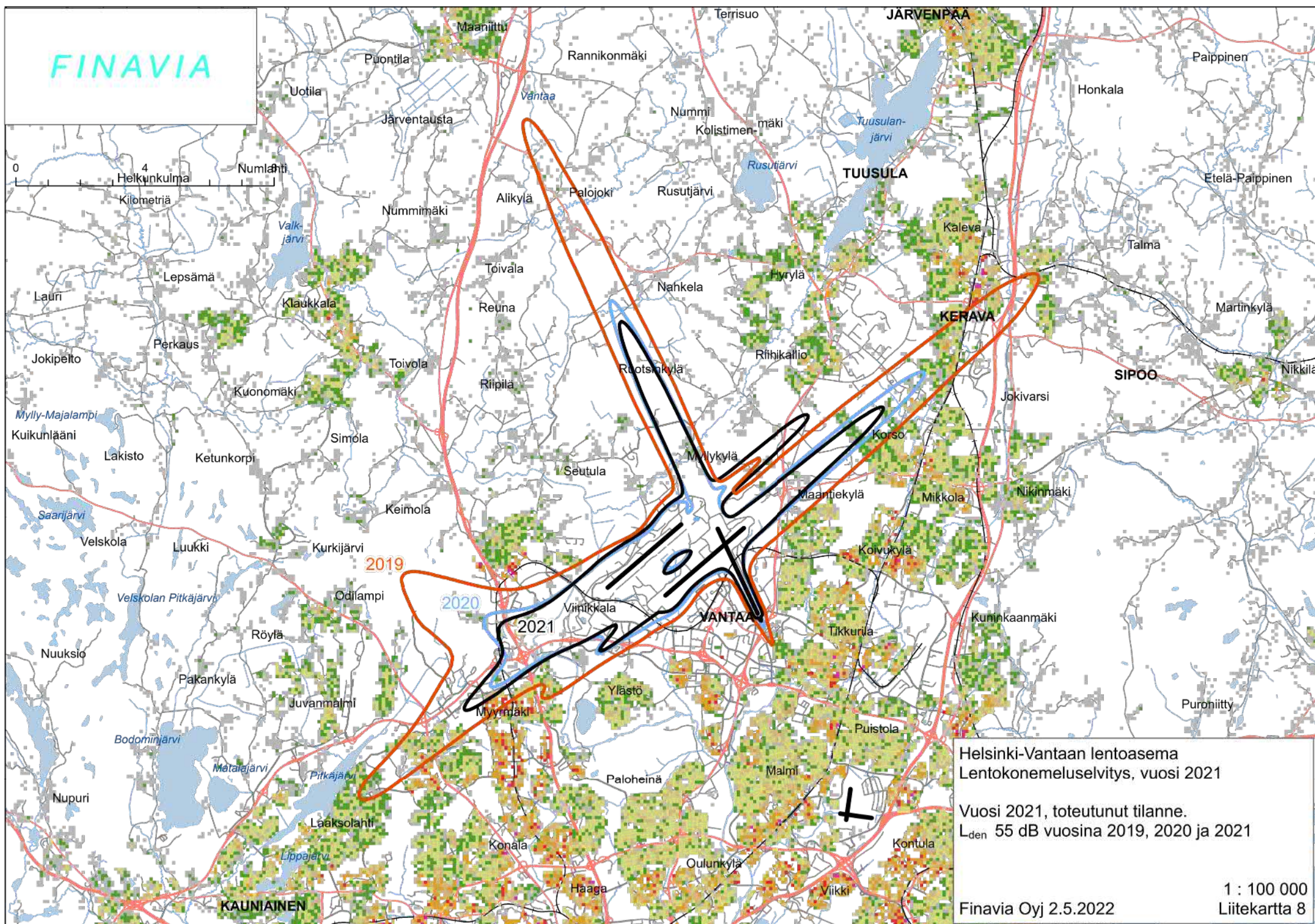
FINAVIA



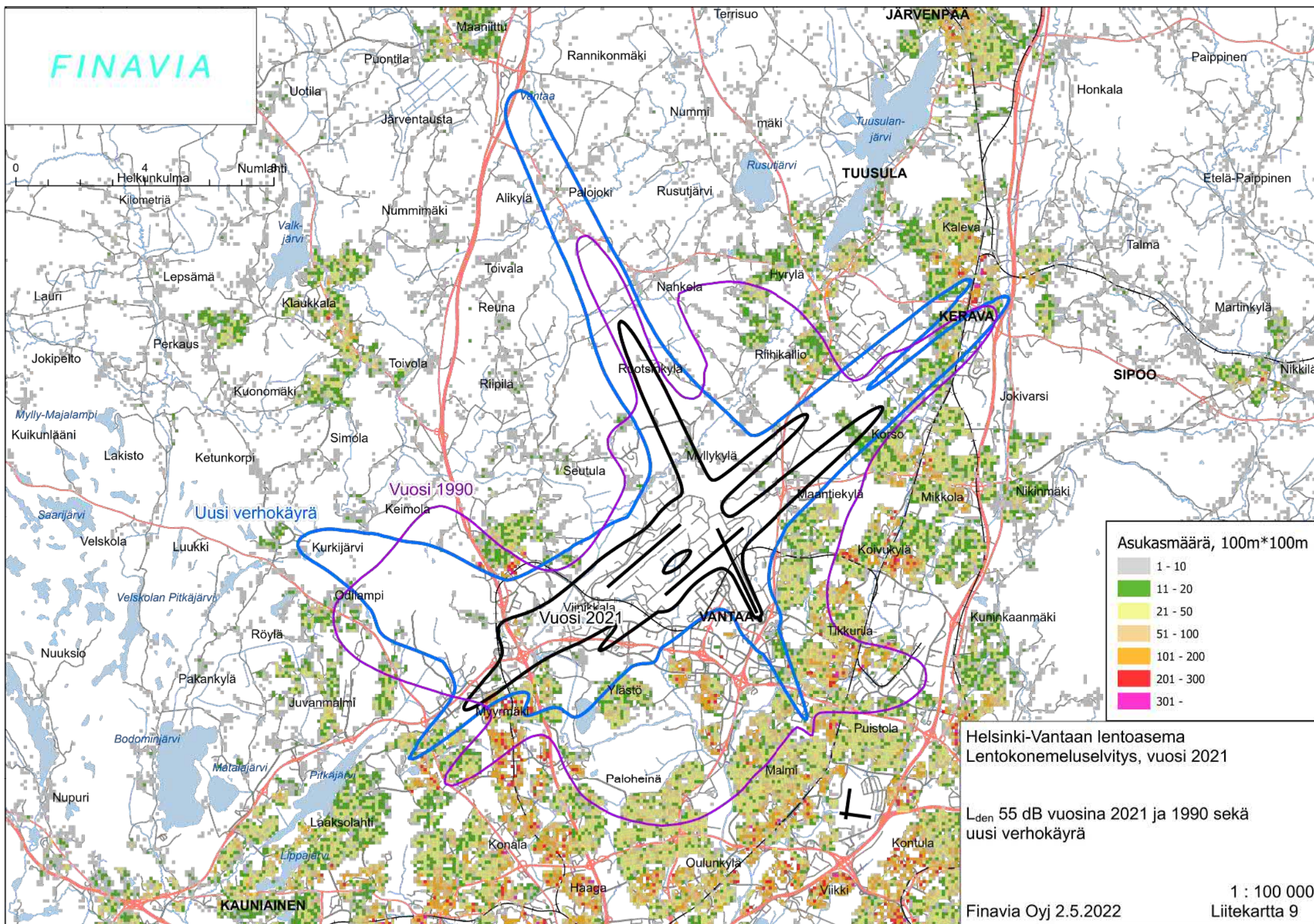
FINAVIA



FINAVIA



FINAVIA



FINAVIA

