



HELSINGIN KAUPUNGIN
YMPÄRISTÖKESKUKSEN
JULKAISU 1/1992

HELSINKI-MALMIN LENTOASEMAN LENTOMELUSELVITYS

Helsingin kaupungin ympäristökeskus
Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto

Lainakappale!

SISÄLLYSLUETTELO

Esipuhe.....	7
Lyhenteiden ja termien selityksiä	
1 Yhteenveto	9
2 Johdanto	11
3 Helsinki-Malmin lentoasema, nykytilanne	11
3.1 Kentän ja sen lentotoiminnan yleisesittely	12
3.2 Lentoaseman merkitys ilmaliikenteelle	14
3.3 Liikennetilastot.....	15
3.4 Lentoreitit.....	16
3.5 Pienkoneiden meluluokitus	18
3.6 Otantatutkimus ja sen perusteella arvioitujen laskennan lähtöarvot.....	21
3.7 Lentokorkeudet reiteillä.....	25
4 Helsinki-Malmin lentoasema vuonna 2010	26
4.1 Liikennemäärät.....	26
4.2 Lentoreitit vuonna 2010.....	27
4.3 Lentokoneet ja niiden meluisuus vuonna 2010.....	28
5 Melualuekartat.....	28
6 Lentotoiminnan suhde maankäyttöön.....	30
6.1 Lentomelun aiheuttamista haitoista.....	31
6.2 Lentomelun ohjearvot Suomessa.....	33
6.3 Ympäröivä maankäyttö ja lentomelulle altistuvat asukkaat.....	34
Viiteluettelo	
Liite 1 L1 Laskentamenetelmät	37
L1.1 Melutasojen määritelmät	38
L1.1.1 L_{DEN} ja $L_{Aeq, 07-22h}$ -tasojen ero Malmilla	40
L1.1.2 $L_{Aeq, 07-22h}$ ja L_{AFmax} -tasojen yhteyksistä Malmilla	41

Liitteet:

Liite 1: Laskentamenetelmät

Liite 2: Lentokoneiden meluluokitustietoja

Liite 3: Yleiskaavaaluonnoksen 1992 asuntoalueiden muutosalueet Helsinki-Malmin ympäristössä

Liite 4: Lentokoneiden laskukiertojen ja maaliinlaskujen melualueet $L_{Aeq, 07-22h}$ -tasoina, vuosi 1991

Liite 5: Lentokoneiden kokonaisliikenteen, melualueet $L_{Aeq, 07-22h}$ -tasoina, vuosi 1991

Liite 6: Helikoptereiden matkalentojen ja harjoitusalueille suuntautuvien lentojen melualueet $L_{Aeq, 07-22h}$ -tasoina, vuosi 1991

Liite 7: Helikoptereiden kaikkien lentojen melualueet $L_{Aeq, 07-22h}$ -tasoina, vuosi 1991

Liite 8: Koko ilmaliikennetoiminnan melualueet $L_{Aeq, 07-22h}$ -tasoina, vuosi 1991

Liite 9: Koko ilmaliikennetoiminnan melualueet $L_{Aeq, 07-22h}$ -tasoina, vuosi 2010

Liite 10: Lentokoneiden reitit, kartta

Liite 11: Helikoptereiden reitit, kartta

Tekstissä käytettyjä ja kartoissa esiintyviä lyhenteitä

ANCAT	Abatement of Nuisances Caused By Air Transport, a working group of ECAC. ECACin melutyöryhmä.
dB	desibeli, äänen voimakkuuden mittayksikkö. Yleensä tarkoitetaan A-painotettua yksikköä.
dB(A)	A-painotettu desibeli (luetaan "dB-aa"). Painotusta osoittava tunnusosa, (A), on merkitty näkyviin, jos painotus ei käy muusta lauseyhteydestä esille.
CTR	Control Zone, lähialueen raja.
ECAC	European Civil Aviation Conference.
FAA	Federal Aviation Administration, Yhdysvaltain ilmailuvirasto.
ft	feet, jalka, 1 ft = 0,3048 m.
Harjoituslento	Tarkoittaa yleensä lentoa Malmilta erityiselle harjoitusalueelle, jollaisia on Siiponlahdella ja Sipoossa.
HNM 1.1	Heliport Noise Model, versio 1.1, FAA:n toimeksiannosta tehty helikopterikenttien melualueiden laskentaohjelmisto.
ICAO	International Civil Aviation Organization. Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö.
int. nm.	international nautical mile, kansainvälinen merimaili, 1 int. nm = 6 076,1 ft = 1852 m.
IFR	Instrument Flight Rules, mittarilentoa koskevat säännöt.
INM 3.9	Integrated Noise Model, versio 3.9. FAA:n toimeksiannosta tehty lentokenttien melualueiden laskentaohjelmisto.
kt	knot, solmu (int. mailia/h), noin 0,51 m/s.
Laskukierros	Ks. Läpilasku. Laskukierros voi tarkoittaa myös näkölentolosuhteissa suoritettua tarkistuslentoa kentän ympäri ennen varsinaista laskeutumista (yleensä tarkistuslento suoritetaan kentillä, joilla ei ole lennonjohtoa paikalla).
L_{DEN}	koko vuorokauden A-painotettu ekvivalenttitaso, jossa klo 19-22 h välisiä melutapahtumia on painotettu 5 dB lisällä ja klo 22-07 aikaisia 10 dB:llä.
L_{DN}	"päivä-yö-taso", kuten L_{DEN} , mutta vain yöaikaisia melutapahtumia painotetaan.
Lento-operaatio	Nousu tai laskeutuminen kentälle, operaatioiden määrä on näiden yhteissumma. Läpilento lasketaan yhdeksi operaatioksi.
Läpilasku	Harjoiteltaessa nousuja ja laskuja oppilas laskeutuu kentälle ja kiihdyttää koneen lyhyen rullauksen jälkeen uudestaan nousuun. Nousun jälkeistä kierrosta kentän ympäri kutsutaan laskukierrokseksi.
NoiseMap 6.0	Yhdysvaltain ilmavoimien toimeksiannosta tehty lentotukikohtien ja -kenttien melualueiden laskentaohjelmisto.
Matkalento	Käytetty yhteinimityksenä kaikille lentokentältä toiselle suuntautuville lennoille.
Melutaso	Tarkoittaa yleensä A-painotettua äänenpainetasoa.
MSL	Mean Sea Level, keskimääräinen merenpinta.

Operaatio	Ks. lento-operaatio.
PAPI	Precision Approach Position Indication, tarkkuusluokan liukukulmavalojärjestelmä
RWY	runway, kiitotie
TRACK	lentoreitti, koneiden lentorataa kuvaava avaruuskäyrä tai sen projektio maanpinnalla.
VAL	Visual Approach and Landing Chart, näkölähestymis- ja laskeutumiskartta. VAL-kartta: kartta, jossa on esitetty näkölento-olosuhteissa lennettäessä noudatettavat ohjeelliset lähestymis- ja nousureitit, odotusalueet, kentätiedot ja mahdolliset pysyvät lentomääräykset.
VFR	Visual Flights Rules, näkölentosäännöt.
Yleisilmailu	Yksi tai kaksimoottorisilla pienkoneilla suoritettua lentotoimintaa; yleensä ns. huvi- tai harrastelentotoimintaa tai lentokoulutusta pienkoneilla. Joskus ainakin osa ns. liikelennoista luetaan yleisilmailuun.
Äänenpainetaso	Äänen ja melun voimakkuutta dB-asteikolla kuvaava suure. Ympäristömeluita puhuttaessa termillä tarkoitetaan yleensä A-painotettua äänenpainetasoa.

ESIPUHE

Helsinki-Malmin lentoasema on operaatioiden määrällä laskettuna vilkkain lentoasema Suomessa. Noin 85 % lennoista liittyy lentokoulutukseen.

Edellinen Helsinki-Malmin lentoasemaa käsitellyt melututkimus on vuodelta 1978. Lento-operaatioiden määrän kasvu ja paineet asuntotuotannon lisäämiseen lentokentän ympäristössä tekivät tutkimuksen uusimisen tarpeelliseksi.

Lentoliikennettä koskevien peruslähtötietojen, lentoreittien ja liikennemäärien hankinnan sekä lentoasemalta operoivien koneiden jaon meluluokkiin teki ilmailulaitos. Helsinki-Malmin lentoaseman puolelta lähtötietojen hankintaan osallistui yhdysmiehinä lentoaseman päällikkö Raimo Seppänen ja lennonjohtaja Pentti Pärssinen. Ilmailuhallinnon puolella yhteyshenkilöinä ovat olleet mm. DI Lassi Valve ja DI Mikko Rintala.

Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen yhteyshenkilönä on ollut FK Juha Lahtela. Kaupunkisuunnitteluvirastosta hankkeen seurantaryhmässä on ollut DI Mauri Isotalo ja DI Kyösti Oasmaa.

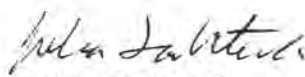
Ilmailulaitoksen kokoamien reitti- ja liikennetietojen muokkaamisen laskennan lähtötiedoiksi, melualueiden laskennan ja raportin kokoamisen teki DI Kari Pesonen Insinööritoimisto Kari Pesonen Oy:ssä.

Selvityksen seurantaryhmässä olivat:

Mauri Isotalo	kaupunkisuunnitteluvirasto
Juha Lahtela	ympäristökeskus
Matti Koskivaara	ilmailulaitos
Heikki Tevä	ilmailulaitos
Lassi Valve	ilmailulaitos
Jarkko Virtanen	ilmailulaitos

Helsinki 27.1.1992


Pekka Kansanen
ympäristöjohtaja


Juha Lahtela
ympäristötarkastaja

1 YHTEENVETO

Tämä selvitys koskee Helsinki-Malmin lentoaseman lentotoiminnan aiheuttamaa ympäristömelua. Selvitykset koskevat nykyistä tilannetta (vuosi 1991) ja vuoden 2010 ennustettua tilannetta. Molempia ajankohtia koskevat selvitykset on tehty määrittämällä lentokone- ja helikopteriliikenteen melualueet laskennallisesti.

Nykytilanteen eli vuoden 1991 liikennetiedot perustuvat osin vuoden 1990 tilastoihin, osin vuoden 1991 aikaiseen otantatutkimukseen. Vuoden 1991 melualuekartoissa lähtötilanteena on kolmen viikkaimman kuukauden keskimääräinen päivälli-kenne, 600 lento-operaatioita päivässä. Vuoden 2010 meluuelaskennassa lähtökohtana on kentän teoreettinen kapasiteetti 9...10 tunnin ajalta, mikä on 700 operaatioita. Noin 85% lennoista liittyy tavalla tai toisella lentokoulutuksen.

Helsinki-Malmin lentoaseman yöliikenne on hyvin vähäistä. Yömelun melualueita ei liikenteen vähäisyyden vuoksi määritetty lainkaan.

Päivittäinen lentotoiminta jakaantuu klo 07-19 ja 19-22 h välille siten, että päivämelun ekvivalenttitason eli $L_{Aeq, 07-22h}$ -tason ja päivä-ilta-yötason eli L_{DEN} -tason välinen ero on tyypillisinä lentopäivinä alle 1 dB(A). Tämä on vähäisempi kuin esimerkiksi lentojen määrän vaihtelun tuottama viikonpäivien välinen melutasojen vaihtelu. L_{DEN} -tasoja ei laskettu tästä syystä erikseen.

Vuoden 1991 melualueista on koko lento- ja helikopteriliikenteen yhteenlasketun melualuekartan lisäksi esitetty $L_{Aeq, 07-22h}$ -tasoina erillisinä karttoina a) lentokoneiden laskukierrojen ja b) laskukierrojen + matkalentojen melualueet sekä helikoptereiden osalta c) koko toiminnan sekä d) matka- ja harjoituslentoalueille lentojen melualuekartat. Vuodelle 2010 ennuste on esitetty vain koko lento- ja helikopteriliikenteen yhteenlaskettuna melualuekarttana.

Operaatiomäärät voivat kasvaa Ilmailulaitoksen laskelmien mukaan kolmena viikkaimpana kuukautena vain noin 17% nykytilanteesta. Lentotoiminnan kasvu 600 operaatioista 700 operaatioon päivässä vaikuttaa melualueiden kokoon melko vähän

Jos päivittäinen lentotoiminta rajoittuu vilkkaimpina kuukausina nykyiseen eli klo 9 - 21 välille, vuotuinen lentotoiminta voi kasvaa vain siten, että lennot lisääntyvät syksy ja talviaikana eli nykyisinä hiljaisen liikenteen kausina. Lentomeluun tällainen kasvu vaikuttaa siten, että syksy- ja talviaikainen melu lisääntyy ja erot eri päivien välillä pienenevät.

Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen toimesta on arvioitu melualueilla asuvien ihmisten määrät. Nykytilanteessa $L_{Aeq,07-22h} \geq 55$ dB melualueiden sisällä arvioitiin olevan noin 2400 asukasta. Jos maankäyttö ei muutu nykyisestään, mutta lentotoiminta vilkastuu ennusteen mukaisesti, määrä olisi vuonna 2010 noin 4900 asukasta. Jos suunnitteilla olevan yleiskaava-92 muutokset toteutetaan a-vaihtoehdon mukaan ja lentoliikenne kasvaa ennusteen mukaisesti, yli 55 dB(A) päiväajan melualueilla asuvien lukumäärä kasvaa noin 8200 asukkaaseen. Yleiskaavan vaihtoehdossa b oletetaan lentoliikenteen pysyvän nykyisenä ja maankäytön kehittyvän yleiskaavas suunnitelman mukaan, jolloin yli 55 dB(A) melualueilla asuisi 2010 noin 4800 asukasta.

Meluselvityksen teettäjinä ovat olleet Helsingin kaupungin ympäristökeskus ja Ilmailulaitos. Lentotoimintaa koskevat lähtötiedot on saatu Ilmailulaitokselta ja hankkeen seurantaryhmä on hyväksynyt ne laskennan lähtökohdiksi. Selvityksen on tehnyt Insinööritoimisto Kari Pesonen Oy Helsingistä.

2 JOHDANTO

Tässä selvityksessä on tarkasteltu laskennallisesti Helsinki-Malmin lentoaseman lentokone- ja helikopteriliikenteen aiheuttamaa ympäristömelua. Tarkastelu perustuu lentomelualueiden laskentaan melumalleja käyttäen.

Raportin luvussa 3 on esitetty Helsinki-Malmin lentoaseman nykyisiä toimintatietoja sekä vuoden 1991 melualue-laskennassa käytetyt laskennan lähtötiedot. Vuoden 2010 melualueiden lähtötietoina käytetyt ennusteet käyvät ilmi luvusta 4. Selvityksen tulokset, lentoliikenteen melualueet, on esitetty luvussa 5. Melualuekartat on esitetty lisäksi erikseen liitteinä 4 - 9. Luvussa 6 on esitetty lyhyesti lentomelun aiheuttamia haittoja, Suomessa voimassa olevat ympäristömelujen ohje-arvot, arviot $L_{Aeq, 07-22} \geq 55$ dB melualueilla asuvien ihmisten määrästä sekä tietoja lentoaseman ympäristön maankäytöstä. Liitteessä 1 on esitelty käytettyjä laskentamenetelmiä, melukuormitusten mittayksiköjä ja niiden välisiä riippuvuuksia.

3 HELSINKI-MALMIN LENTOASEMA, NYKYTILANNE

Melualue-laskennassa tarvitaan lähtötietoina koneiden käyttämät lentoreitit sekä konetyyppien lukumäärät kullakin reitillä. Kukin lentoreitti koostuu reitin kuvasta maanpinnalla (horisontaalinen projektiio) ja reitin pystyprofiilista. $L_{Aeq, 07-22h}$ -tasoja laskettaessa tiedot tarvitaan päivittäin klo 07 - 22h ajalta ja L_{DEN} -tasoja laskettaessa eriteltynä klo 07 - 19 h, 19 - 22 h ja 22 - 07 h.

Helsinki-Malmin lentoaseman ilmaliikenteestä ei ollut käytettävissä valmiita tilastoja kokonaisliikenteen jakautumisesta eri lentoreiteille eikä eri reiteillä tapahtuvan liikenteen jakaantumista konetyyppeihin. Tilastoja ei myöskään ollut liikenteen jakautumasta päivän (klo 07 - 22) sisällä. Tilastoja on kerätty ainoastaan vuosi- ja kuukausiliikenteen kokonaismääristä.

Meluselvitystä varten lennoista tehtiin otantaselvitys kahdeksalta päivältä (22.1., 23.1. 2.2., 26.2., 27.2., 1.3., 3.3. ja 10.3.1991). Kunkin kiitotien ja lentoreitin lennot selvitettiin kahdelta päivältä. Tämän selvityksen teki Ilmailulaitoksen toimek-

siannosta kentän lennonjohto. Koska lentotoiminta Malmilla on pääosin näkölento- toimintaa, lennot päättyvät hämärän tullessa. Otannan lentotietoja ei voitu jakaa päivän, illan ja yön osalle L_{DEN} -tason laskennan edellyttämällä tavalla (mm. aikaisen hämärän tulon vuoksi jako ei olisi ollut edustava).

Otannan perusteella laskettiin lentojen ja konetyyppien prosentuaalinen jakautuma eri reiteille. Laskennan lähtökohdaksi valittu keskimääräinen päiväliikenne jaettiin tämän jakautuman mukaisesti eri reiteille. Menettelyä on selostettu tarkemmin luvussa 3.5. Samassa luvussa on esitetty myös otannan perusteella arvioitu lentojen jakaantuminen eri reiteille.

3.1 KENTÄN JA SEN LENTOTOIMINNAN YLEISESITTELY

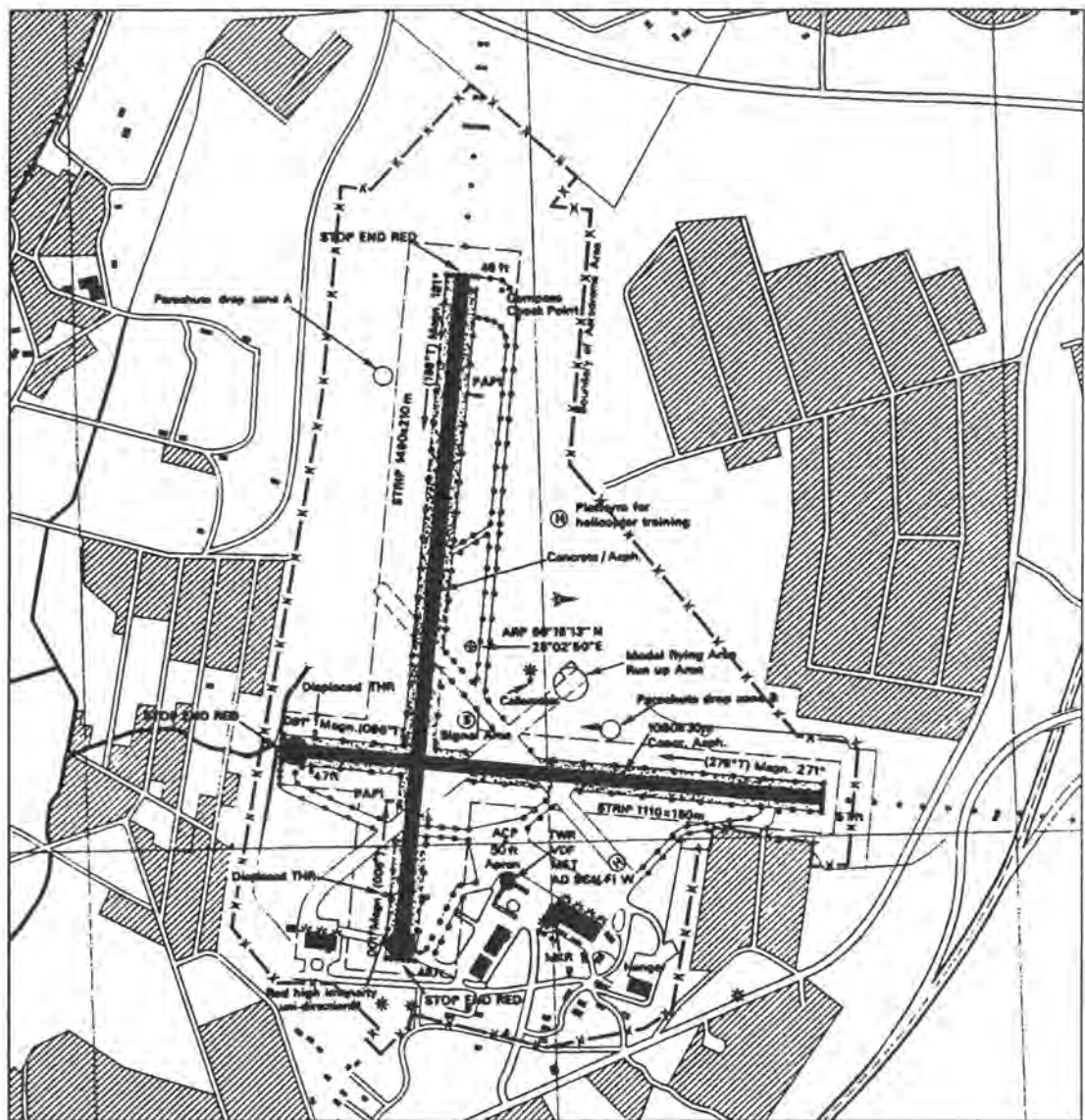
Helsinki-Malmin lentoaseman sijainti on esitetty liitteenä olevissa kartoissa ja kenttäalue kuvassa 3.1. Lentoasema on luokiteltu kansainvälisen lentoliikenteen käyttöön. Käytännössä liikenne on keskittynyt yleisilmailuun (pienkoneet) lentokoneilla ja helikoptereilla. Noin 80...90 % kentän toiminnasta liittyy tavalla tai toisella lentokoulutukseen.

Helsinki-Malmin lentoasema on periaatteessa avoin koko vuorokauden. Lennonjohto on paikalla kuitenkin vain

- arkisin klo 9 - 21 h,
- lauantaisin ja pyhäpäivien aattona klo 09 - 18.
- sunnuntaisin klo 11 - 21 h.

Lentotoiminta lennonjohdon aukioloaikojen ulkopuolella on erittäin vähäistä. Harjoituslennot (läpilaskut) ovat tällöin kokonaan kiellettyjä. Sallittuja ovat vain matkalennot ja siirtolennot Helsinki-Vantaalle. Kun pääosa lentotoiminnasta tapahtuu näkölento-olosuhteissa, toiminta päättyy syksy- ja talviaikaan hämärän tullessa.

Kentällä on kaksi ristikkäin olevaa kiitotietä. Ne on nimetty kansainvälisen käytännön mukaisesti ilmansuuntien mukaisesti (ilmansuunnat on jaettu myötävään 360° , karttapohjoisen ollessa 0° ; koneen nokka osoittaa kiitotien suunnan). Kiitoteiden suunnat, nimet, pituudet ja lennonjohdon arvioima käytön jakaantuminen on esitetty taulukossa 3.1



Kuva 3.1: Helsinki-Malmin lentoaseman kiitotie-alueet ja lähiympäristö.

Taulukko 3.1: Helsinki-Malmin lentoaseman kiitotiet ja niiden käyttösuhteet

Kiitotie	Suunta	Pituus	Käyttösuhde
36	006°	1270 m	30%
18	186°	1270 m	50%
27	276	1020 m	15%
09	090°	1020 m	5%

Kenttäalueen maanpinnan korkeus on noin 17 m meren pinnasta. Kiitoteiden 36 ja 09 laskeutumiskynnykset on siirretty pysyvästi (kiitoteitä on lyhennetty). Melu-alueelaskelmien lähtökohtana on ollut se, että laskuissa koneiden korkeus on 50 ft (15 m) tällä kohtaa. Melualuekartoissa kiitotiet on esitetty taulukon 3.1 pituuksien mukaisina.

Kiitoteiden käyttösuhteet, eli lentomäärien vuotuinen jakaantuminen eri kiitoteille, riippuvat oleellisesti tuulen suuntien vuotuisesta jakaantumisesta. Nousut ja laskut pyritään turvallisuussyistä tekemään aina vastatuuleen. Helsinki-Malmin lentoasemalla käyttösuhteisiin vaikuttaa myös Helsinki-Vantaan kentän toiminta ja Helsinki-Malmin kentän ympäristössä olevat melurajoitusalueet. Kiitotietä 18 suositetaan, aina kun tuuliolosuhteet sen sallivat.

Helsinki-Vantaan kentän läheisen sijainnin vaikutus on hyvin suuri. Esimerkiksi Vantaan lentoliikenne rajoittaa Malmilta operoivien koneiden lentokorkeuksia Vantaan kentän lähialueella. Helsinki-Vantaan kentän lähialueella pienkoneiden maksimi lentokorkeus on paikasta riippuen 1000...2500 ft (300...850 m). Lähialueen raja kulkee reittiä Helsingin niemi-Tapiola-Kauniainen-Velskola-Valkjärvi-Nurmijärvi-Järvenpää-Kotojärvi-Porvoo-Emäsalo-Pirttisaari-Santahamina. Yleisin pienkoneiden lentokorkeus tällä alueella on lentoväylillä ja meluvaimennusalueen ulkopuolella lennettäessä 800...1000 ft.

Helsingin kaupungin yläpuolella on erityinen melunvaimennusalue, jonka sisällä ei ilman erikoislupaa saa lentää alle 2000 ft korkeudella. Lupaa ei kuitenkaan tarvita koneiden nousuihin ja laskuihin hyväksytyille lentopaikoille eikä lennettäessä lennonjohdon tai kentän lentomääräysten (ns. VAL- tai VFR-kartta) mukaisilla väylillä ja niille osoitetuilla korkeuksilla. Malmin kenttä jää melunvaimennusalueen sisälle. Huonon sään minimi lentokorkeus Sipoon-Porvoon suunnan väylällä on 600 ft (180 m), Järvenpään väylällä 800 ft (245 m) ja Kauniaisen väylällä 1000 ft (300 m).

Pysyväisohjeiden mukaan lentäminen alle 2000 ft (600 m) korkeudella Malmin hautausmaan ja kentän lähellä olevien kerrostaloasuntoalueiden yllä on erikseen kiellettyä. Poikkeukset ovat sallittuja vain pakottavista turvallisuussyistä.

3.2 LENTOASEMAN MERKITYS ILMALIIKENTEELLE

Ilma-alusten laskeutumisten määrällä mitattuna Helsinki-Malmin lentoasema on Suomen vilkkain lentoasema. Koko vuoden nousujen ja laskujen määrä on yli 20% suurempi kuin toiseksi vilkkaimmalla Helsinki-Vantaan kentällä.

Helsinki-Malmin lentoasema on valtakunnallisesti tärkeä koulutuslentoasema. Lähes neljännes uusista suomalaisista yksityislentäjistä saa peruskoulutuksensa Malmilla. Yksityislentäjän koulutuksen merkitystä korostaa se, että ammattilentäjä- ja lennonjohtajakoulutukseen valinta edellyttää yksityislentäjän lupakirjaa. Malmin kentälle on keskitetty osa valtion varoin annettavasta ammattilentäjäkoulutuksesta ja ammattihelikopterilentäjäkoulutus kokonaan. Valtaosa maassamme järjestettävästä lennonopettajakoulutuksesta tapahtuu Helsinki-Malmilla.

Taulukko 3.2: Lentokoulutustoiminnan tunnuslukuja. Oppilaita eri koulutusohjelmissä.

	Peruskoulutus	Jatkokoulutus	Ammattilentäjäkoulutus
Helsinki-Malmi	126	54	74 ¹⁾
Muut lentoasemat	419	117	-

1) Luku käsittää osittain tai kokonaan valtion varoin tapahtuvan ammattilentäjä- ja lennonopettajakoulutuksen.

Sijainti lähellä Helsinki-Vantaan lentoasemaa antaa erinomaiset mahdollisuudet jatko- ja ammattilentäjäkoulutuksen vaatimalle mittarilentokoulutukselle; mm. siirtolennot mittariharjoituksia varten jäävät lyhyiksi.

Helsinki-Malmilla toimii 19 ansiolentoyritystä, joista kuusi harjoittaa helikopteri-toimintaa. Näiden lisäksi lentoasemalla toimii useita lentokouluja ja merkittäviä Helsingin seudun ilmailukerhoja. Satojen kenttää käyttävien ilmailun harrastajan kannalta myönteinen seikka on se, että lentoasema ei sijaitse liian kaukana asuinpaikasta. Vilkkaan lentotoiminnan myötä Helsinki-Malmille on syntynyt kahdeksan lentokonekorjaamoja ja huoltoyritystä.

Myös Suomenlahden meripelastustoiminnan kannalta tärkeä rajavartiolaitoksen helikopteritukikohta ja ilma-aluskorjaamo sijaitsee Malmilla.

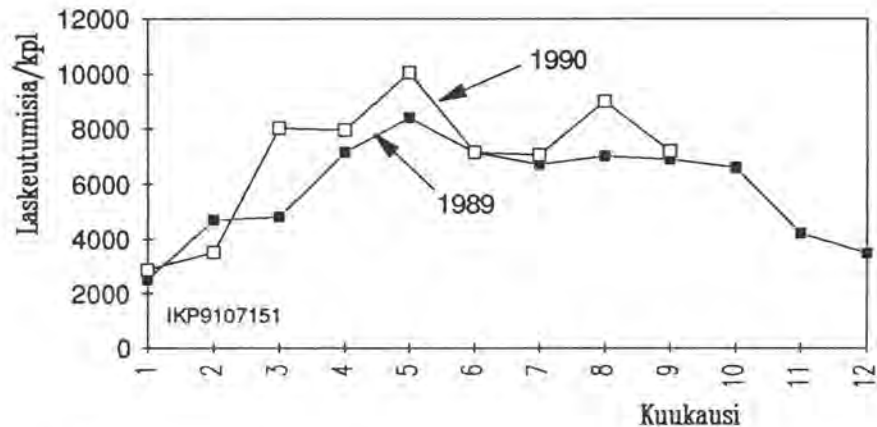
3.3 LIIKENNETILASTOT

1980-luvun alkupuolella vuotuisten laskeutumisten määrät vaihtelivat 32 000...40 000. Laskeutumisten määrät vuodesta 1986 lähtien ovat (pyöristettynä täysiin tuhansiin) taulukossa 3.3.

Taulukko 3.3: Helsinki-Malmi lentoaseman lentoliikenteen laskeutumiset

Vuosi	Laskeutumisia
1986	40000
1987	45000
1988	58000
1989	70000

Vuosien 1989 ja 1990 (syyskuuhun asti) laskeutumisten kuukausijakautuma on esitetty kuvassa 3.2.



Kuva 3.2: Helsinki-Malmin lentoaseman vuotuisten laskeutumisten jakautuminen eri kuukausille (vuoden 1990 tiedot vain tammi- syyskuulta).

Vuonna 1989 kolmen vilkkaimman kuukauden laskeutumisten yhteismäärä oli 22 600 ja vuonna 1990 27 000. Keskimäärin lentoja on ollut tällöin 251 ja 300 päivässä. Näistä helikopteriliikenteen osuus on noin 10%.

Noin 85% lennoista on koulutus- ja harjoituslentoja. Noin 75% kaikista lennoista on ns. laskukiertoja ja maaliinlaskuja, joissa kone nousee kentältä ja tehtyään kentän ympärilennon eli laskukierron, laskee kentälle ja nousee uudestaan. Alle 10% lennoista on varsinaisia matkalentoja.

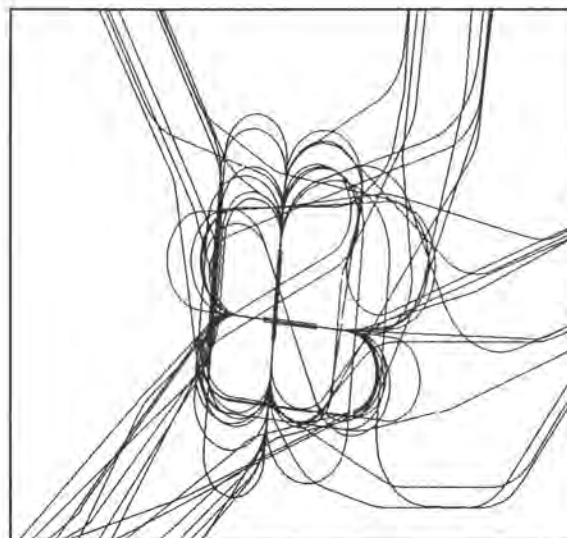
3.4 LENTOREITIT

Melualueiden laskenta edellyttää, että koneiden noudattamat lentoreitit arvioidaan ja syötetään ohjelmaan viivamaisina. Reittien arvioimisen ja käsivaraispiirron karttoihin suoritti Helsinki-Malmin lennonjohto lentomäärien otantatutkimuksen yhteydessä. Kentän VAL-kartta ja Helsingin alueen VFR-kartta antavat tiedot viitteellisistä lentoreiteistä. Esimerkiksi laskukiertojen todelliset kaartosäteet saattavat poiketa suurestikin VAL-kartan ohjeista.

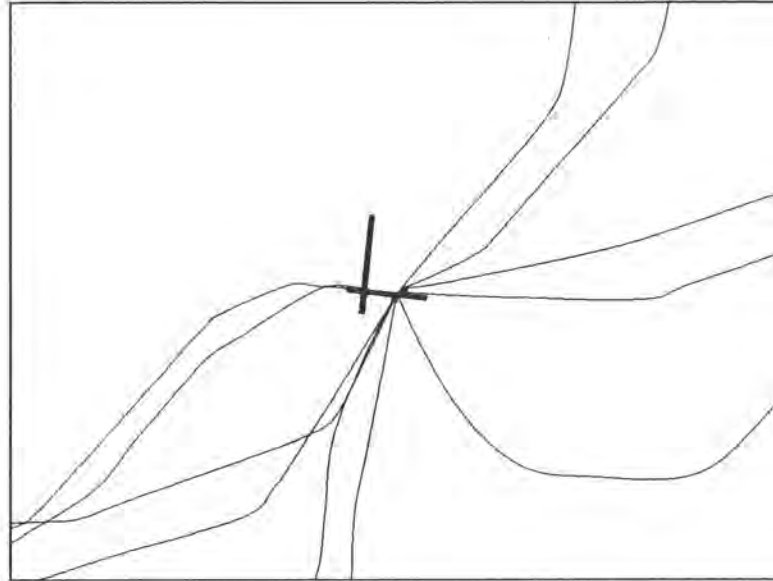
Reittien kulkua ja lentokäytäntöä reiteillä tarkistettiin haastattelemalla lentokoulun opettajia. Haastattelujen mukaan yleinen lentokäytäntö opetuslentojen laskukierroilla on ryhtyä alentamaan korkeutta vasta myötätuuliosuuden lopussa aloitettaessa perusosakaarta. Lentokorkeuden ollessa 800 ft ja laskun liukukulman 4%, laskeutuminen 800 jalasta kentälle edellyttää teoreettisesti noin 3300 m lentomatkaa. Lennonjohdon edustajan kanssa käydyn neuvottelun perusteella tarkennettiin joidenkin reittien kulkua siten, että em. teoreettinen vähimmäismatka täyttyi niiden osalta.

Suoritettaessa lentoalueiden tarkistuslaskelmia sekä tutkittaessa melutasojen herkkyyttä reittien kulkuun ja moottorien tehoasetuksiin laskeutumisten aikana Insinööritoimisto Kari Pesonen Oy:n toimesta tarkkailtiin heinäkuussa yhden iltapäivän ja illan lentokäytäntöä laskuissa kiitotielle 18. Suurin osa koneista ylitti kiitotien 18 pohjoispäässä olevan paikantamismajakan kiitotien suunnassa (ts. laskeutumisakaarta oli tehty majakan pohjoispuolella). Näiden havaintojen perusteella osa kiitotien 18 laskeutumisreittien kaarto-osista muutettiin hieman alkuperäistä pohjoisemmaksi. Samalla lisättiin reittien välistä hajontaa.

Laskelmissa käytetyt lentokoneiden lentoreitit on esitetty kuvassa 3.3a ja helikoptereiden reitit matkalennoilla ja harjoitusalueille kuvassa 3.3b. Reitit on esitetty karttapohjille piirrettyinä liitteissä 10 ja 11. Kaikki lentokoneiden reitit on esitetty samassa kuvassa, jotta niiden kulku antaisi käsityksen laskennassa käytetystä reittien hajonnasta.



Kuva 3.3a: Laskennassa käytetyt lentokoneiden nousu-, lasku- ja laskukiertoreitit. Mittakaava noin 1: 100 000.



Kuva 3.3b: Helikoptereiden matkalentojen ja harjoitusalueille suuntautuvien lentojen reitit. Mittakaava noin 1: 100 000.

3.5 PIENKONEIDEN MELULUOKITUS

Melualueiden laskentaa varten Malmilta liikennöivät koneet jaettiin ICAO:n pienkoneiden tyyppihyväksyntään asettaman luokituksen mukaisesti neljään eri meluluokkaan (I - IV). Luokitus perustuu koneiden suurimpaan lentolähtöpainoon (ja tätä kautta moottoritehoon). Kullekin luokalle on asetettu suurin sallittu melutaso. Saman tapaista koneiden luokitusta on käytetty lähtökohtana Pohjoismaiden ministerineuvoston melutyöryhmän toimeksiannosta tehdyssä pienkenttien melualueiden yksinkertaistettua laskentamenetelmää koskevassa ehdotuksessa [7].

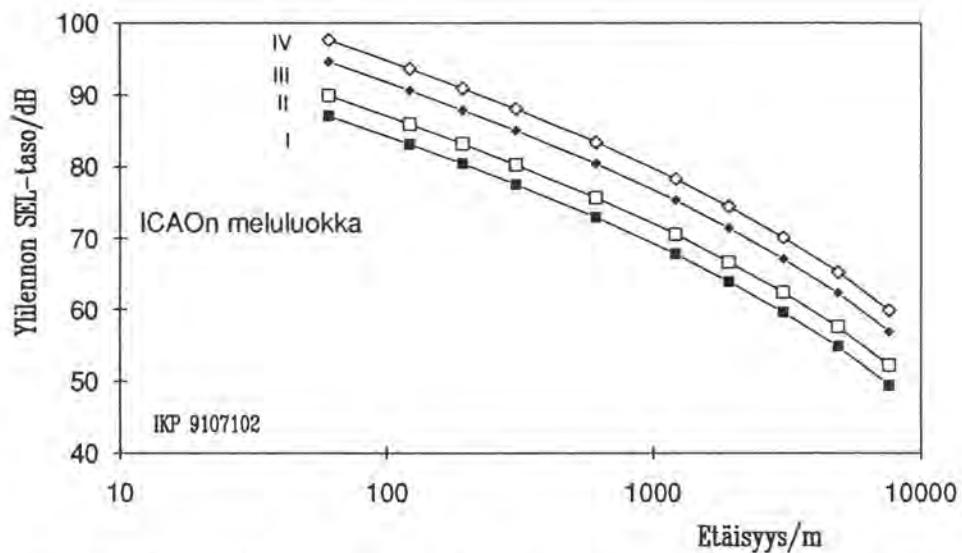
ICAO:n pienkoneiden luokitus perustuu lentokoneen ylilennon L_{AFmax} -tason mittaamiseen lentokorkeuden ollessa 300 m (1000 ft) ja koneen lentäessä vaakasuuntaan "suurimalla normaalitoiminnan moottoriteholla". Eri luokille asetetut melutasorajat ovat

Taulukko 3.4: Laskennassa käytetty pienkoneiden meluluokitus

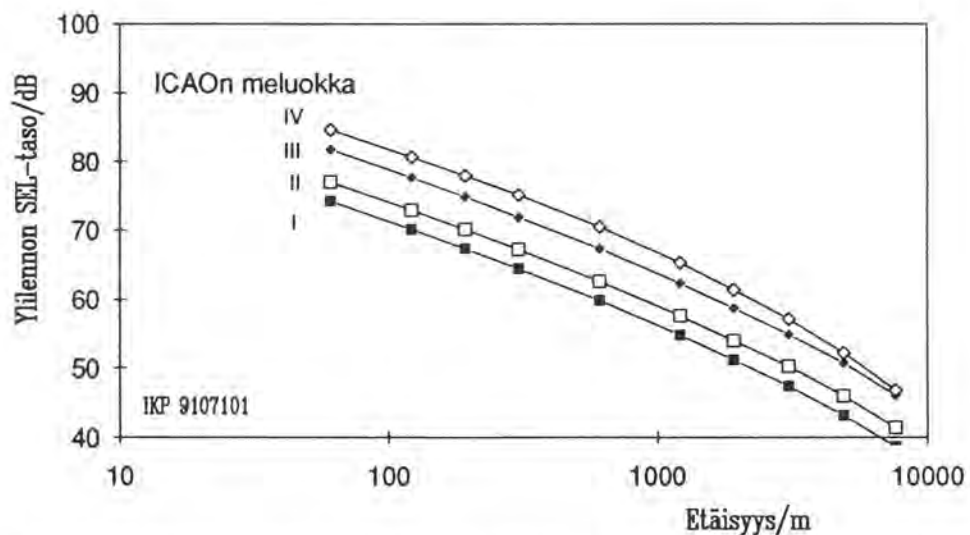
Meluluokka	I	II	III	IV
Raja-arvot, L_{AFmax}	<70 dB	71-75 dB	76-80 dB	81-85 dB

Helsinki-Malmin kentän melualueiden laskentaa varten Malmilta liikennöivien koneiden tyyppiselvityksen ja luokituksen suoritti Ilmailulaitos /5/. Liitteenä 2 olevassa taulukossa on esitetty eri konemerkkien ja tyyppien jakautuminen eri meluluokkiin. Insinööritoimisto Kari Pesonen Oy on täydentänyt taulukkoa koneiden lento-ohjelmilla, moottoritehoilla ja nousukulmilla.

Laskentaohjelmistojen tietokannoista haettiin kuhunkin meluluokkaan parhaiten melultaan sopiva mallikone. Luokkien I, II ja III konetyypit ovat yksimoottorisia koneita (yleistyyppisiä), luokan IV mallikone on kaksimoottorinen Beech 58. Koneiden L_{AE} -tasojen riippuvuus etäisyydestä on esitetty kuvissa 3.4 ja 3.5.

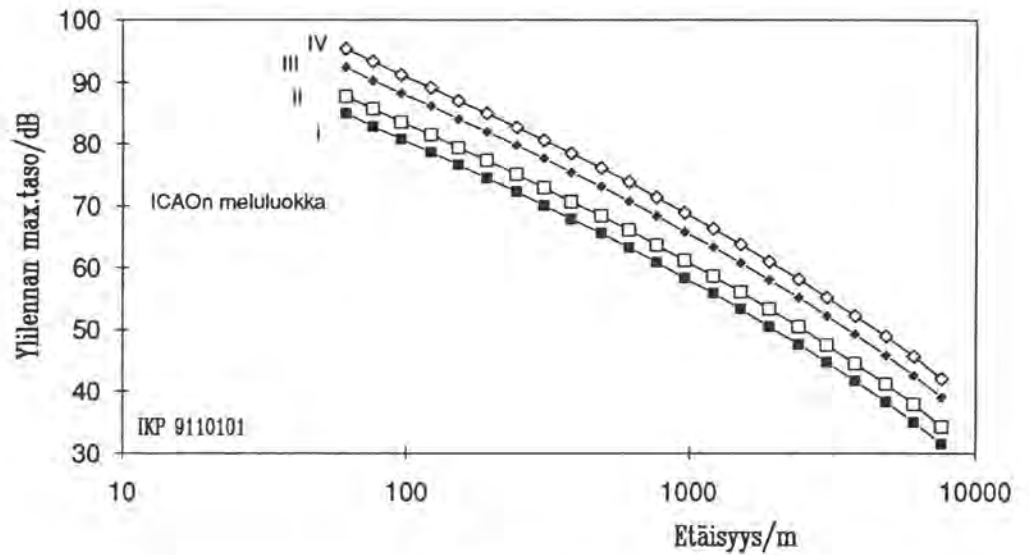


Kuva 3.4: Eri meluluokkiin kuuluvien koneiden L_{AE} -tasojen riippuvuus etäisyydestä nousuteholla lennettäessä.

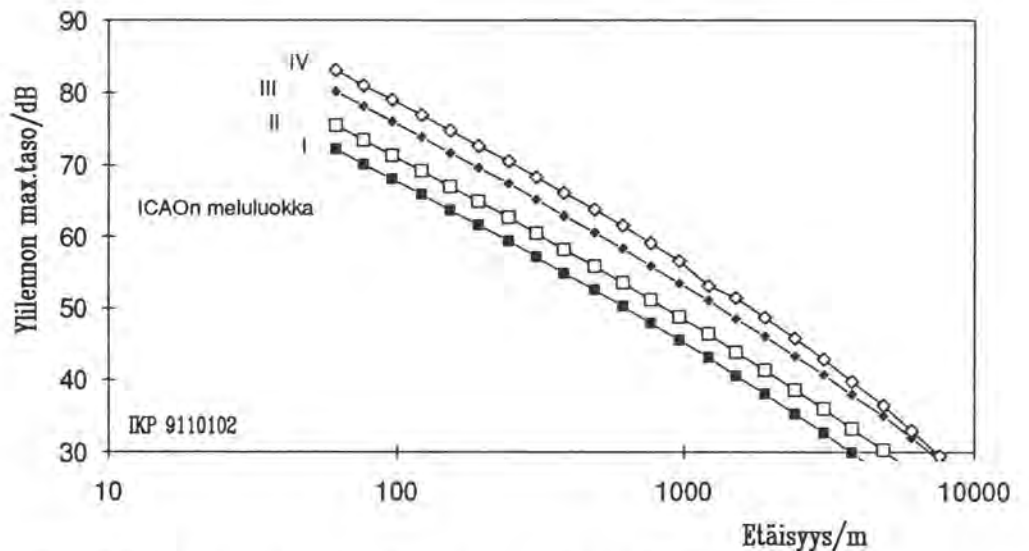


Kuva 3.5: Eri meluluokkiin kuuluvien koneiden L_{AE} -tasojen riippuvuus etäisyydestä laskuteholla lennettäessä.

Kuvissa 3.4 ja 3.5 on otettu huomioon ainoastaan geometrinen etenemisvaimentuminen. Esimerkkikoneiden ylilentojen L_{AFmax} -tasot on esitetty kuvissa 3.6 ja 3.7. Meluluokkien I - III koneet sijoittuvat hyvin luokkansa puoliväliin, luokan IV koneen melu on nipin-napin luokkansa alarajalla. Kun luokan IV koneiden osuus kaikista lennoista on melko pieni, niiden melu ei vaikuta oleellisesti päivän ekvivalenttitasoihin. Maksimitasoon valinnalla on suora vaikutus.



Kuva 3.6: Laskennassa käytettyjen koneiden ylilennon L_{Amax} -tasojen riippuvuus etäisyydestä lennettäessä nousutehoilla.



Kuva 3.7: Laskennassa käytettyjen koneiden ylilennon L_{Amax} -tasojen riippuvuus etäisyydestä lennettäessä laskutehoilla.

Eri meluluokkien koneiden ylilennon maksimitaso nousutehoilla lennettäessä alentuu 55 dB(A):iin 1,3...3,5 km etäisyydellä lentoreitin sivulla. 65 dB(A) tasoon päästään 0,5...1,5 km etäisyydellä. Maksimitasot määräytyvät meluisimman reitillä lentävän koneen mukaan. Matkalentotehoilla lennettäessä etäisyydet ovat lyhyempiä.

Kun käytännössä sääolot (tuulen suunta sekä tuuli- ja lämpötilagradientit) vaikuttavat suuresti etenemisvaimentumiseen pitkillä etenemismatkoilla, riippuvat todelliset maksimitasot ja lentomelun kuuluvuus aika myös suuresti sääoloista.

Kun otetaan huomioon lentoreittien satunnainen hajonta, niin suurimmillaan Malmi-kentän VAL-kartan mukaisten lentoväylien varrelle voi jäädä noin 9...15 km leveät vyöt, joiden sisällä lentokoneiden ja helikoptereiden L_{AFmax} -taso ylittää 55 dB.

3.6 OTANTATUTKIMUS JA SEN PERUSTEELLA ARVIOIDUT LASKENNAN LÄHTÖARVOT

Melualuelaskennassa tarvittavien lähtötietojen hankintaa varten Helsinki-Malmi lentoaseman lennonjohto suoritti tammi-maaliskuun aikana kahdeksan päivän lennoista otannan. Otantapäivät olivat kiitotie 27: 22.1. ja 23.1., kiitotie 36: 26.2. ja 27.2., kiitotie 09: 2.2. ja 1.3. sekä kiitotie 18: 3.3. ja 10.3.1991 /2/.

Otannan tulokset on esitetty taulukoissa 3.5 - 3.9.

Taulukko 3.5a: Otanta-ajan eri lentokoneiden laskeutumisten jakaantuminen eri operaatiotyyppisiin ja meluokkiin. Yhteensä kahdeksana otantapäivänä.

Operaatio/meluluokka	I	II	III	IV	Yhteensä
1) Laskukierrot	691	305	40	11	1047
2) Maaliinlaskut	113	47	5	0	165
3) Harjoituslennot	150	59	14	7	230
4) Matkalennot	44	30	10	13	97
5) Siirtolennot Vantaalle	17	6	5	2	30
6) Lennot Helsingin päälle	6	16	0	0	22
Yhteensä	1021	463	74	33	1591

Taulukko 3.5b: Otanta-ajan eri helikopterilentojen laskeutumisten jakaantuminen eri operaatiotyyppeihin ja meluluokkiin. Yhteensä kahdeksana päivänä.

Operaatio/meluluokka	I	II	III	IV	Yhteensä
1) Toiminta kenttäalueella	35	31	0	0	66
2) Harjoituslennot	36	38	0	0	74
3) Matkalennot	26	30	4	1	61
Yhteensä	97	99	4	1	201

Taulukko 3.6a: Otanta-ajan mukainen keskimääräinen päivittäinen lentokoneiden laskeutumisten jakaantuminen eri meluluokkiin ja operaatiotyyppeihin.

Operaatio/meluluokka	I	II	III	IV	Yhteensä
1) Laskukierrot	86,38	38,13	5,00	1,38	130,88
2) Maaliinlaskut	14,13	5,88	0,63	0,00	20,63
3) Harjoituslennot	18,75	7,38	1,75	0,88	28,75
4) Matkalennot	5,50	3,75	1,25	1,63	12,13
5) Siirtolennot Vantaalle	2,13	0,75	0,63	0,25	3,75
6) Lennot Helsingin päälle	0,75	2,00	0,00	0,00	2,75
Yhteensä	127,63	57,88	9,25	4,13	198,88

Taulukko 3.6b: Otanta-ajan mukainen keskimääräinen päivittäinen helikoptereiden laskeutumisten jakaantuminen eri meluluokkiin ja operaatiotyyppeihin.

Operaatio/Meluluokka	I	II	III	IV	Yhteensä
1) Toiminta kenttäalueella	4,38	3,88	0,00	0,00	8,25
2) Harjoituslennot	4,50	4,75	0,00	0,00	9,25
3) Matkalennot	3,25	3,75	0,50	0,13	7,63
Yhteensä	12,13	12,38	0,50	0,13	25,13

Taulukko 3.7a: Otanta-ajan mukainen keskimääräisten lentokoneiden laskeutumisten jakaantuminen eri meluluokkiin ja operaatiotyyppeihin prosentuaalisesti.

Operaatio/Meluluokka	I	II	III	IV	Yhteensä
1) Laskukierrot	43,43	19,17	2,51	0,69	65,81
2) Maaliinlaskut	7,10	2,95	0,31	0,00	10,37
3) Harjoituslennot	9,43	3,71	0,88	0,44	14,46
4) Matkalennot	2,77	1,89	0,63	0,82	6,10
5) Siirtolennot Vantaalle	1,07	0,38	0,31	0,13	1,89
6) Lennot Helsingin päälle	0,38	1,01	0,00	0,00	1,38
Yhteensä %	64,17	29,10	4,65	2,07	100,00

Taulukko 3.7b: Otanta-ajan mukainen keskimääräisten helikoptereiden laskeutumisten jakaantuminen eri meluluokkiin ja operaatiotyyppeihin prosentuaalisesti.

Operaatio/meluluokka	I	II	III	IV	Yhteensä
1) Toiminta kenttäalueella	17,41	15,42	0,00	0,00	32,84
2) Harjoituslennot	17,91	18,91	0,00	0,00	36,82
3) Matkalennot	12,94	14,93	1,99	0,50	30,35
Yhteensä %	48,26	49,25	1,99	0,50	100,00

Melualueiden laskennan lähtökohdaksi valittiin vuoden 1990 kolmen vilkkaimman kuukauden keskimääräinen päivälentojen määrä 300, joista lentokoneiden osuus on 270 lentoa ja helikoptereiden 30. Olettaen lentojen jakautuma taulukkojen 3.7a ja 3.7b mukaiseksi, saadaan eri operaatioihin ja reiteille seuraavat konemäärät:

Taulukko 3.8a: Vuoden 1991 melualueiden laskennassa käytetyt lentokoneiden lentojen (laskeutumisten) määrät päivää kohden.

Operaatio/Meluluokka	I	II	III	IV	Yhteensä
1) Laskukierrot	117,19	51,73	6,78	1,87	177,57
2) Maaliinlaskut	19,16	7,97	0,85	0,00	27,98
3) Harjoituslennot	25,44	10,01	2,37	1,19	39,01
4) Matkalennot	7,46	5,09	1,70	2,20	16,45
5) Siirtolennot Vantaalle	2,88	1,02	0,85	0,34	5,09
6) Lennot Helsingin päälle	1,02	2,71	0,00	0,00	3,73
Yhteensä	173,16	78,52	12,55	5,60	269,83

Taulukko 3.8b: Vuoden 1991 melualueiden laskennassa käytetyt helikoptereiden lentojen (laskeutumisten) määrät päivää kohden.

Operaatio/Meluluokka	I	II	III	IV	Yhteensä
Toiminta kenttäalueella	5,22	4,63	0,00	0,00	9,85
Harjoituslennot	5,37	5,67	0,00	0,00	11,04
Matkalennot	3,88	4,48	0,60	0,15	9,10
Yhteensä	14,47	14,77	0,60	0,15	29,99

Jaettaessa koneita eri lentoreiteille, on lentojen määriä jouduttu hieman pyöristämään. Taulukoissa 3.9a ja 3.9b on esitetty nousujen prosentuaalinen jakaantuminen eri lentoreiteille. Koneiden laskeutumisten on oletettu jakaantuvan nousuja vastaavalla tavalla. Oletus vastaa käytännössä sitä, että tiettyä nousureittiä lentävä kone palaa vastaavaa laskureittiä pitkin.

Taulukko 3.9a: Melulaskelmissa käytetty lentokoneiden nousujen jakaantuminen eri reiteille ja meluluokkiin. Osuudet ovat prosentteina päivän nousujen kokonaismäärästä.

Kiitotie/Reitti/Meluluokka	I	II	III	IV	Summa	Yht.
Nousut, RWY 36						
- Järvenpää	0,87	0,44	0,11	0,11	1,54	
- Sipoo 1, pohjoinen	2,27	0,90	0,21	0,09	3,47	
- Sipoo 2, eteläinen	0,25	0,09	0,02	0,00	0,37	
- Kaupunki	0,11	0,32	0,00	0,00	0,44	
- Kauniainen	0,32	0,11	0,11	0,11	0,67	
- H:ki-Vantaa	0,32	0,11	0,11	0,11	0,67	
Yhteensä %	4,16	1,98	0,57	0,44	7,14	7,14
Nousut, RWY 18						
- Järvenpää	1,47	0,73	0,18	0,18	2,57	
- Sipoo 1, pohjoinen	3,81	1,49	0,32	0,16	5,79	
- Sipoo 2, eteläinen	0,41	0,32	0,05	0,02	0,80	
- Kaupunki	0,18	0,60	0,00	0,00	0,78	
- Kauniainen	0,55	0,37	0,37	0,37	1,65	
- H:ki-Vantaa	0,18	0,55	0,00	0,00	0,73	
Yhteensä %	6,61	4,07	0,92	0,73	12,33	12,33
Nousut, RWY 27						
- Järvenpää, vasen	0,09	0,05	0,00	0,00	0,14	
- Järvenpää, oikea	0,34	0,18	0,05	0,05	0,62	
- Sipoo 1, pohjoinen	1,15	0,44	0,09	0,05	1,72	
- Sipoo 2, eteläinen	0,11	0,05	0,00	0,00	0,16	
- Kaupunki	0,05	0,16	0,00	0,00	0,21	
- Kauniainen	0,16	0,05	0,05	0,05	0,30	
- H:ki-Vantaa	0,16	0,05	0,05	0,05	0,30	
Yhteensä %	2,07	0,96	0,23	0,18	3,45	3,45
Nousut, RWY 09						
- Järvenpää	0,14	0,07	0,02	0,02	0,25	
- Sipoo	0,41	0,16	0,05	0,02	0,64	
- Kaupunki	0,02	0,05	0,00	0,00	0,07	
- Kauniainen	0,05	0,02	0,02	0,02	0,11	
- H:ki-Vantaa	0,05	0,02	0,02	0,02	0,11	
Yhteensä %	0,67	0,32	0,11	0,09	1,19	1,19
Laskukierrojen nousut						
- RWY 36, vasen	12,91	5,88	0,78	0,37	19,94	
- RWY 18, vasen	21,50	9,55	1,29	0,37	32,71	
- RWY 27, vasen	6,45	2,87	0,39	0,00	9,72	
- RWY 09, vasen	2,16	0,96	0,14	0,00	3,26	
Yhteensä %	43,02	19,27	2,60	0,73	65,62	65,62
Maaliinlaskujen nousut						
- RWY 36	2,09	0,87	0,00	0,00	2,96	
- RWY 18	3,49	1,47	0,37	0,00	5,33	
- RWY 27	1,06	0,44	0,00	0,00	1,49	
- RWY 09	0,34	0,14	0,00	0,00	0,48	
Yhteensä %	6,98	2,92	0,37	0,00	10,27	10,27
Yhteensä nousujia, %						100,00

Taulukko 3.9b: Melulaskelmissa käytetty helikoptereiden nousujen jakaantuminen eri reiteille ja meluluokkiin. Osuudet ovat prosentteina päivän nousujen kokonaismäärästä.

Reitti/Meluluokka	I	II	III	IV	Yhteensä
1) Järvenpään suunta	18,15	19,54	0,60	0,16	38,44
2) Sipoo 1, pohjoinen	3,94	4,26	0,16	0,04	8,40
3) Sipoo 2, eteläinen	0,98	1,06	0,04	0,01	2,10
4) Kauniainen 1, pohjoinen	1,03	1,19	0,16	0,04	2,43
5) Kauniainen 2, eteläinen	4,14	4,77	0,64	0,17	9,71
6) Kaupunki	0,78	0,90	0,12	0,03	1,82
7) Matalaväylä Suomenlinnaan	1,81	2,09	0,28	0,07	4,25
8) Toiminta kenttäalueella	17,42	15,43	0,00	0,00	32,86
Yhteensä %	48,25	49,25	1,99	0,52	100,01

Melulaskelmissa kunkin reitin konemäärä on pyöristetty noin kymmenesosaprosentin tarkkuuteen (so. kymmenkertainen konemäärä on kokonaisluku). Laskeutumisreiteille on oletettu samat konemäärät kussakin meluluokassa kuin ko. suuntaan on päivittäin mennytkin.

3.7 LENTOKORKEUDET REITEILLÄ

Lentokoneiden on oletettu lentävän laskukierroissa ja Helsinki-Vantaan lentoaseman siioreiteillä vaakalennossa 800 ft korkeudella. Muilla reiteillä lentokorkeudeksi on oletettu 1000 ft (300 m). Maaliinlaskuissa vaakalennon korkeudeksi on oletettu 1000 ft. Helikoptereiden on oletettu lentävän kenttäalueella 250...400 ft korkeudella, Suomenlinnaan johtavalla matalalentoväylällä 300 ft korkeudella ja muualla vaakalento-osuuksilla 1000 ft korkeudella.

Lentokoneiden nousuissa käyttämäksi nousugradientiksi on valittu meluluokan I ja III koneille 11%, luokan II koneille 8% ja luokan IV koneille 14%. Kaikkien lentokoneiden on oletettu laskeutuvan 7% gradientilla (vastaa n. 4°) liukukulmaa.

Helikoptereille on oletettu matka- ja harjoituslennolle lähdössä 60 s matalakierroksinen lämmityskäyttö (ns. ground idle) ja 180 s varsinainen lämmityskäyttö (flight idle). Näiden jälkeen koneiden on oletettu nouseva pystysuoraan 15 ft korkeuteen ja jäävän hetkeksi maaleijuntaan. Yhteensä näihin nousuun ja maaleijuntaan on laskettu kuluvan aikaa 3 s. Tämän jälkeen ne nousevat pystynousuna 15 ft korkeuteen, kiihdyttävät vaakalentona 100 m matkalla noin 30 kt (solmu, 1 kt = 0,51 m/s) nopeuteen. Seuraavana on nousuvaihe, jonka ensimmäisenä osana on

nousu ja kiihdytys 60 kt nopeuteen, jonka jälkeen seuraa nousu vakionopeudella kunnes käännetään vaakalento.

4 HELSINKI-MALMIN LENTOASEMA VUONNA 2010

4.1 LIIKENNEMÄÄRÄT

Ilmailulaitoksen lennonvarmistusosaston tätä selvitystyötä varten tekemien arvioiden /4,5/ mukaan Helsinki-Malmin lentoaseman liikennemäärä on vuonna 2010 korkeintaan kentän kapasiteetin suuruinen. Maksimi operaatiomäärä kentällä olisi tämän arvion mukaan 190 000 operaatiota (laskut + nousut) vuodessa. Laskeutumisten määrä olisi tällöin 95 000 eli noin 19 % nykyistä suurempi.

Lennonvarmistusosaston arvioima maksimikapasiteetti, 190 000 operaatioita vuodessa, lähtee kentän suurimmasta kiitotiekapasiteetista, joksi on arvioitu 71 operaatioita tunnissa. Arviossa on otettu huomioon valoisan ajan ja sääolojen asettamat lentorajoitukset. Kentän vuotuiseksi suurimmaksi käyttöajaksi on arvioitu noin 2579 tuntia ($2579 \text{ h/vuosi} \times 71 \text{ opr/h} = 183\,000 \text{ operaatiota/vuosi}$, tämä on pyöristetty ylöspäin 190 000 operaatioon).

190 000 operaatioita vuodessa vastaa keskiarvona $190\,000/365 = 520$ operaatioita päivässä. Tämä on pienempi kuin nykytilanteen melualueiden laskennan lähtöarvo $2 \times 300 = 600$ operaatioita päivässä (300 laskeutumista ja 300 nousua = 600 operaatioita). Arvon on kuitenkin noin 1,4-kertainen verrattuna nykyisestä vuosiliikenteestä laskettuun keskimääräiseen päiväoperaatioiden arvoon.

Olipa vuotuinen operaatiomäärä mikä tahansa, harraste- ja koulutuslentotoiminnalla on oma kuukausittain ja vuodenaikojen mukana tapahtuva vaihtelu (kevät ja kesä on - ja tulee olemaan - suosituinta lentoaikaa). Melualueelaskennassa käytetään lähtöarvona yleisesti kolmen vilkkaimman kuukauden keskimääräistä päiväliikennettä. Nykytilanteen laskennassa tämä luku oli 300 laskeutumista päivässä.

Jos oletetaan, että Malmin kentän lentoliikenteen kuukausivaihtelu (prosentteina) on vuonna 2010 sama kuin vuonna 1989, saadaan kolmen vilkkaimman kuukauden keskimääräiseksi päiväliikenteeksi $0,323 \times 190\,000/90 = 681$ operaatioita päivässä.

Kentän kiitotiekapasiteetti oli Ilmailulaitoksen laskelmien mukaan 71 operaatiota tunnissa. Keväällä ja kesällä lentotoimintaa harjoitetaan (kenttä auki klo 9 - 21 h) 9..10 tuntia päivässä. 10 tunnin kiitotiekapasiteetti olisi $10 \times 71 = 710$ operaatioita eli noin 360 laskeutumista ja nousua päivässä. Eli kolmena vilkkaimpana kuukautena lentoliikenteen määrä voisi kasvaa vain 18%, jos päivittäinen lentotoiminta rajoittuu 9.., 10 tuntiin. Vilkkaimpina lentokausina, keväällä ja kesällä, päivittäistä kapasiteettia voidaan nostaa vain pidentämällä kentän aukioloaikaa.

Jos päivittäistä lentoaikaa ei kasvateta nykyisestäään, tulevien vuosien liikenteen kasvun olisi edellisen perusteen mukaan tapahduttava siten, että lentotoiminta lisääntyy voimakkaasti nykyisin hiljaisen lentotoiminnan aikoina eli talvella ja syksyllä. Syksyinen ja talviaikainen harrastelentotoiminta tuskin kasvaa sen vuoksi, että keväällä ja kesällä lentämistä rajoitetaan kentän kapasiteettipulan vuoksi. Ainoastaan osa koulutustoiminnasta voi olla sen verran joustavaa, että kesäaikainen kapasiteettipula korvautuu lisääntyneellä syksy- ja talviaikaisella koulutuksella.

Vuoden 2010 ennustetut melualueet on laskettu käyttäen lähtöarvona Ilmailulaitoksen arvioimaa suurinta 10 tunnin lentopäivän kiitotiekapasiteettia, mikä on 350 nousua ja laskua päivässä (eli 700 operaatioita). Näistä 10% on oletettu olevan helikopteriliikennettä.

Liikennemäärät eri reiteillä on laskettu kertomalla vuoden 1991 luvut $700/600 = 1,17$:llä.

4.2 LENTOREITIT VUONNA 2010

Vuoden 2010 ennustelaskennassa on oletettu samat lentoreitit ja liikenteen prosentuaalinen jakautuma (taulukot 3.9a ja 3.9b) reiteille kuin vuoden 1991 laskennassa. Oletukset perustuvat Ilmailulaitoksen lennonvarmistusosastolta saatuihin tietoihin /4/.

Ennustelaskennassa käytetyt lentoreittien korkeudet ovat samat kuin vuoden 1991 laskelmissa (ks. luku 3.7).

4.3 LENTOKONEET JA NIIDEN MELUISUUS VUONNA 2010

Ilmailulaitoksen arvioin /5/ mukaan Malmin lentoasemalta operoivien lentokoneiden ja helikoptereiden tyypeissä ei meluisuuden kannalta ole oletettavissa suuria muutoksia vuoteen 2010 mennessä. Perusteena on käytetty sitä, että suurien tuotevastuuvakuutusten kustannusten vuoksi pienkoneiden valmistus on lähes loppunut USA:ssa. Vaikka valmistus viriäisikin, uusien (melultaan nykyisistä suuresti poikkeavien) konetyyppien ilmaantuminen on epätodennäköistä suurten tyyppihyväksyntäkustannusten takia.

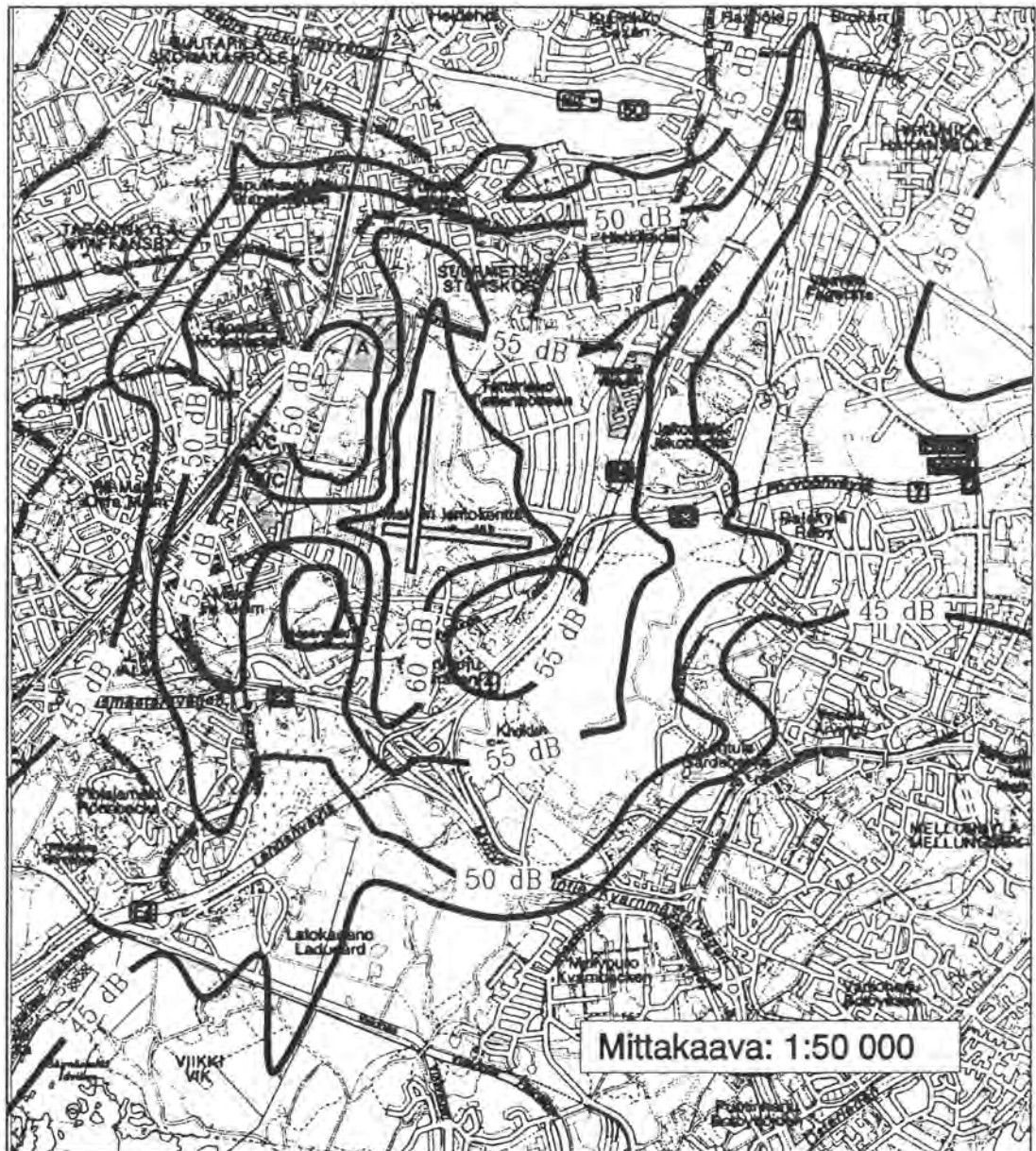
Malmille on arvioitu ilmaantuvan vuoteen 2010 mennessä kymmenkunta uudentyyppistä kaksipaikkaista kevytkonetta ja 10...20 ultrakevyttä moottorikäyttöistä konetta. Samalla poistuisi pari meluista amfibiokonetta vanhentuneena.

Malmin kentän on arvioitu säilyvän nykyisen kaltaisena yleisilmailun kenttänä, jolta operoidaan nykyisen kaltaisilla koneilla (pääasiassa koneilla, jotka ovat vuonna 2010 19 vuotta nykyisiä vanhempia).

5 MELUALUEKARTAT

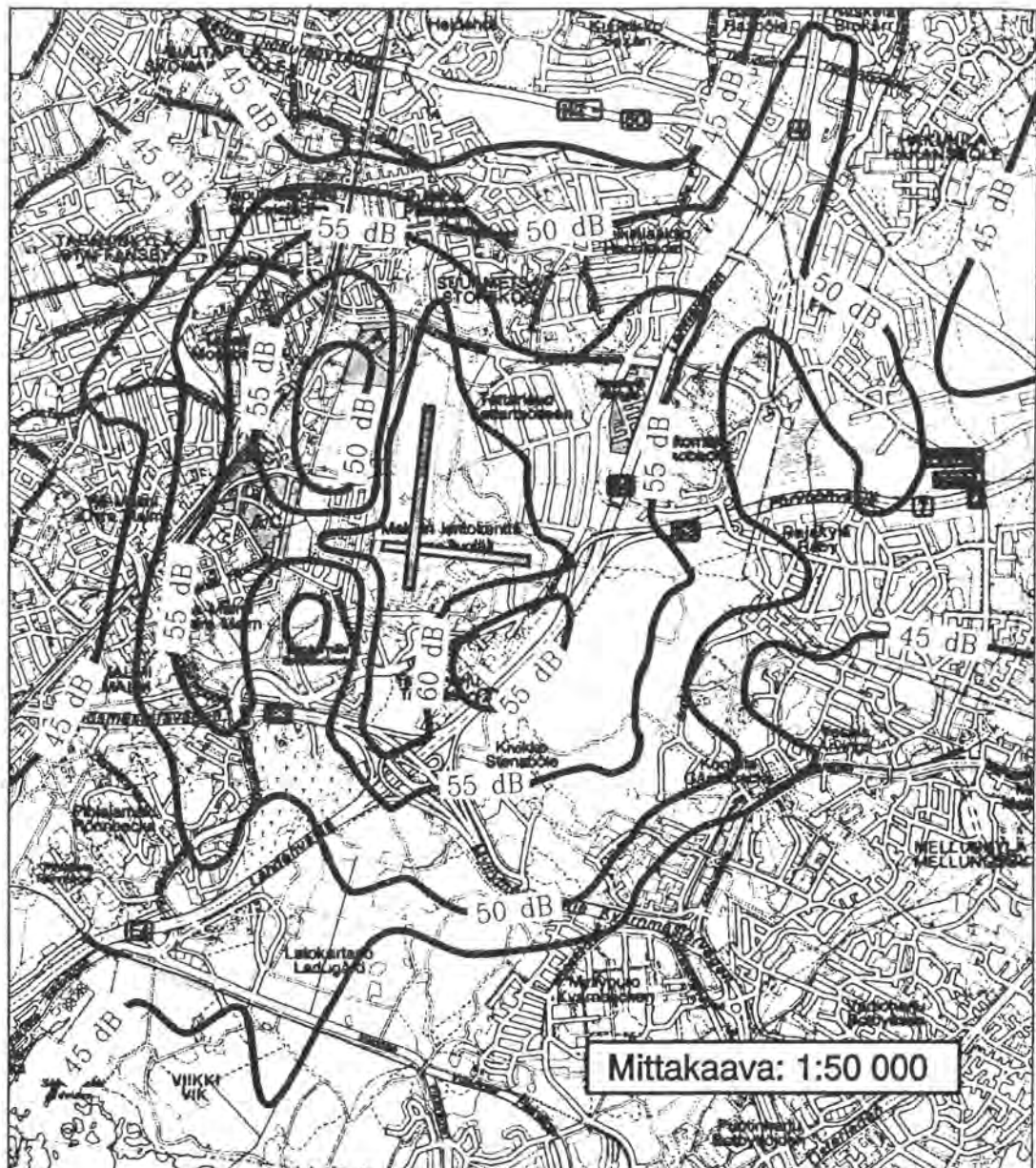
Helsinki-Malmin lentoaseman koko lentoliikennetoiminnan vuoden 1991 melualuekartta on esitetty kuvassa 5.1 ja vuoden 2010 ennustekartta kuvassa 5.2. Nämä ja seuraavassa luettelossa olevat muut melualueiden kartat on esitetty liitteinä:

- Liite 4: Lentokoneiden laskukiertojen ja maaliinlaskujen melualueet $L_{Aeq, 07 - 22 h}$ -tasoina, vuosi 1991,
- Liite 5: Lentokoneiden kokonaisliikenteen, melualueet $L_{Aeq, 07 - 22 h}$ -tasoina, vuosi 1991,
- Liite 6: Helikoptereiden matkalentojen ja harjoitusalueille suuntautuvien lentojen melualueet $L_{Aeq, 07 - 22 h}$ -tasoina, vuosi 1991,
- Liite 7: Helikoptereiden kaikkien lentojen melualueet $L_{Aeq, 07 - 22 h}$ -tasoina, vuosi 1991,
- Liite 8: Koko ilmaliikennetoiminnan melualueet $L_{Aeq, 07 - 22 h}$ -tasoina, vuosi 1991,
- Liite 9: Koko ilmaliikennetoiminnan melualueet $L_{Aeq, 07 - 22 h}$ -tasoina, vuosi 2010.



Kuva 5.1: Helsinki-Malmin lentoaseman koko lentotoiminnan melualueet vuoden 1991 liikennetiedoilla laskettuna.

Liitteinä olevia melualuekarttoja keskenään vertailemalla voidaan selvästi todeta, että lentokoneiden ja helikoptereiden laskukierrot vaikuttavat eniten melualueiden kokoon ja melutasoihin kentän ympäristössä 1,5...3 km säteellä. Tätä kauempana melualueet keskittyvät päälentoväylien alle. Näilläkin melualueilla harjoituslentojen vaikutus on suurempi kuin matkalentojen.



Kuva 5.2: Helsinki-Malmin lentoaseman koko lentoliikenteen melualueet vuoden 2010 liikenne-ennusteiden mukaan laskettuna.

6 LENTOTOIMINNAN SUHDE MAANKÄYTTÖÖN

Malmin kentän ympäristössä esiintyy muitakin ympäristömeluja kuin Malmin kentän lentotoiminnan aiheuttamaa melua. Muista meluista mainittakoon Helsinki-Vantaa kentän lentomelu, tieliikenteen melu ja raideliikenteen melu. Alueilla, missä muu ympäristömelu on lentomelua voimakkaampaa tai samaa suuruusluokkaa,

ihmisten reaktioita ympäristömeluun ja melunvaimennustarpeita ei pidä arvioida pelkästään lentomelun perusteella.

Yleensä $L_{Aeq, 07-22h} = 45$ dB tasoa pidetään lentomelulle tasona, jonka alapuolella ihmiset eivät juuri havaitse säännöllisen lentotoiminnan melua. Ainostaan yksittäiset, säännöllisiltä reiteiltään poikkeavat meluisat koneet voivat aiheuttaa meluvalituksia.

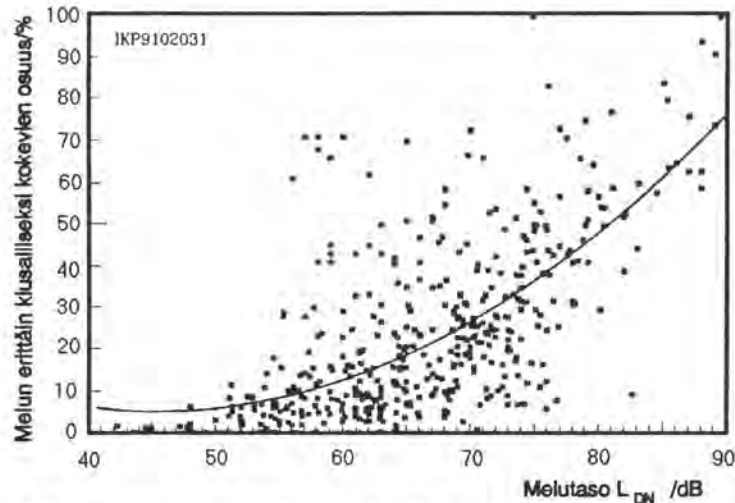
6.1 LENTOMELUN AIHEUTTAMISTA HAITOISTA

Tiedämme, että 'riittävän' voimakas ja kauan kestävä altistuminen ympäristömeluille aiheuttaa seuraavia melureaktiota ja -vasteita:

- 1) *Kuulon alentumisen*, joka voi olla ohimenevä tai pysyvä.
- 2) *Unenhäirintää*, eli melun syyksi luokiteltava nukahtamisen vaikeutuminen, herääminen kesken unta ja unen syvyyden (laadun) tai sen virkistävän vaikutuksen huonontuminen.
- 3) *Puheenhäirintää*, eli tilanteen, jossa melu sekoittuu kuultavaksi tarkoitettuun puheääneen, mikä vaikeuttaa puheen erottamista ja ymmärtämistä (tyypillisiä tilanteita: keskustelut, radion ja TV:n kuuntelu). Meluisissa oloissa ihmiset joutuvat korottamaan ääntään, mikä voi alentaa puheen selvyyttä.
- 4) *Psyykkisiä reaktioita*, joista esimerkkinä on keskittymisen tai rentoutumisen vaikeutuminen ja äkillisen voimakkaan äänen aiheuttama säpsähdysreaktio,
- 5) *Fyysisiä reaktioita*, kuten kipua korvissa, korvien soimista, päänsärkyä, ruansulatuselinten vaivoja tai sydämen tykytystä.
- 6) Kielteisiä elämyksellisiä kokemuksia, joita kutsutaan yhteisnimellä melun aiheuttama *kiusallisuus*. Kiusallisuusreaktio yleensä vahvistuu, jos melu aiheuttaa, tai on aiheuttanut aiemmin, muita edellä mainittuja reaktioita.

Kaikki edelliset reaktiot eivät ole suoraan luokiteltavissa terveyttä haittaaviksi. Esimerkiksi kiusallisuusreaktio: Monissa tutkimuksissa on todettu, että melun ominaisuudet (äänitaso, kesto, toistuvuus ym.) selittävät alimmillaan vain 5...30% kiusallisuusreaktion voimakkuudesta, kun henkilökohtaiset asenteet melulähteesen ja asuinympäristöön voivat selittää 20...60% reaktioiden voimakkuudesta. Kiusallisuus on lähinnä elämisen laatuun ja asumisviihtyvyyteen liittyvä suure.

Kuvaan 6.1 on koottu 27 tutkimuksen tiedot; joukossa useita Pohjoismaissa tehtyjä. Tutkimukset ovat koskeneet, tie-, raide- ja lentoliikenteen sekä näiden yhdistelmien meluja. Kuvasta havaitaan melututkimuksissa ja niiden vertailuissa yleinen pulma: tulosten suuri hajonta, joka ei selity pelkästään melukuormituksen voimakkuudella.



Kuva 6.1: Liikennemelun erittäin kiusalliseksi kokevien henkilöiden osuuden riippuvuus L_{DN} -tasosta. Yhteenveto 27 tutkimuksesta. Käyrä on parhaiten pistejoukkoa kuvaava toisen asteen polynomi eli keskimääräinen liikennemelun kiusallisuuden annosvaste /8/. Malminkentän $L_{Aeq,07-22h}$ -tasot ovat noin 2 dB suurempia kuin vastaava L_{DN} -taso.

Yleensä liikennemelun kiusallisuuden ja muiden haittojen välisissä tutkimuksissa on päädytty siihen, että melun aiheuttamia terveyshaittoja alkaa esiintyä vasta sitten kun yli 10...30% altistetuista kokee melun erittäin kiusalliseksi. Lentomelun aiheuttaman kiusallisuuskokemuksen on todettu voimistuvan, jos henkilö pelkää lentämistä tai koneiden alasputoamista.

Nykykäsityksen mukaan ihmistä vapaa-aikana (työajan ulkopuolella) altistavan ympäristömelun ekvivalenttitason tulisi olla yli 70...75 dB(A), jotta ympäristömelu-altistus lisäisi merkittävästi kansalaisten kuulovaurioriskejä. Lentomelun on katsottu voivan aiheuttaa kansalaisille kuulovaurioriskin kasvamista vain lentokenttäalueilla ja joissain tapauksissa myös sotilaskoneiden matalalennon harjoitusalueilla.

6.2 LENTOMELUN OHJEARVOT SUOMESSA

Sosiaali- ja terveyshallituksen (ent. lääkintöhallitus) terveydenhoitolain (469/65) ja -asetuksen (55/67) perusteella antaman meluohjekirjeen 21/87 (entinen meluyleiskirje 1676/79) ulko- ja sisämelujen ohjearvot on tarkoitettu päteväen kaikelle ympäristömelulle; lentomelu mukaan lukien.

Taulukko 6.1: Meluohjekirjeen 21/87 ohjearvoja sisä- ja ulkomeluille (taulukossa on vain lentomelun kannalta oleelliset arvot)

Sisämelut	$L_{Aeq,07-22h}$	$L_{Aeq,22-07h}$
- asuinhuoneet	35 dB	30 dB
- luokkahuoneet, kirkot yms.	35 dB	-
Ulkomelut		
- asuinalueet	55 dB	-
- virkistysalueet	45 dB	40 dB

Meluohjekirjeestä ei käy selvästi ilmi, tarkoittavatko ohjearvot jonkin yksittäisen melulähteen melua vai kaikkien ympäristömelujen summaa. KHO on joissakin päätöksissään edellyttänyt, että yksi melun aiheuttaja ei yksin saa tuottaa ohjearvon suuruista melukuormitusta.

Tavanomaisten asuintalojen ulkokuoren ääneneristävyys liikennemeluja vastaan on 20...35 dB(A) (ikkunoiden ollessa kiinni). Tämän mukaan 30 dB(A) sisämelu sallisi korkeintaan 50...65 dB(A) yöaikaisen ulkomelun. Päivällä ulkomelu saisi olla 5 dB(A) voimakkaampaa. Suomen rakennusmääräyksissä ei ole vaatimuksia rakennusten ulkokuoren ääneneristävyydelle. Tietyn minimieristävyyden takaminen lentomelualueilla edellyttäisi tästä syystä kaavamääräystä tai kunnan rakennusjärjestykseen otettua määräystä ulkokuoren ääneneristävyydestä rakennettaessa kaavoittamattomille melualueille.

Meluohjekirjeessä todetaan, että jo rakennetulla taajama-alueella voidaan ajoneuvoliikenteelle sallia suurempia arvoja, jos melutasoa ei esimerkiksi liikennejärjestelyin voi kohtuullisin kustannuksin alentaa ohjearvojen mukaiseksi. Lentomelun osalta tällaista poikkeusta ei ole erikseen tehty.

Yöaikaisille ulkomeluille uusilla asuntoalueilla on esitetty toivomus: "tulisi pyrkiä 45 dB(A) ekvivalenttitasoon". Virkistysalueilla ei tarkoiteta taajamien puisto yms. lähivirkistysalueita.

Meluntorjuntalain (382/87) ja asetuksen (166/88) perusteella valtioneuvostolle on annettu oikeus antaa määräyksiä melutasoista. Ympäristöministeriön valmistelemat valtioneuvoston ohjearvot ovat olleet lausunnoilla. Lausuntokierroksilla olleiden ohjearvojen perusteluissa on mainittu, että ministeriön tarkoituksena on antaa erikseen ohjearvot lentomelulle.

6.3 YMPÄRÖIVÄ MAANKÄYTTÖ JA LENTOMELULLE ALTISTUVAT ASUKKAAT

Lentomelun merkitystä Malmin lentoaseman ympärillä olevalle asutukselle on arvioitu $L_{Aeq,07-22h} \geq 35$ dB:n sisämelutason ja $L_{Aeq,07-22h} \geq 55$ dB:n ulkomelutason perusteella. Nykyisten asuinrakennusten ulkovaipan ääneneristävyys (tie)liikennemelua vastaan on normaalisti noin 25 dB. Tällöin ulkopuolella $L_{Aeq,07-22h}$ -taso voisi olla 60 dB ilman, että sisämelun ohjearvo 35 dB(A) ylittyisi. Lentomelun 60 dB(A):n tasa-arvokäyrä ei ulotu nykytilanteessa eikä ennustetilanteessa 2010 asuinalueille. Helsinki-Malmin lentomelu ei näin ollen ylitä nykyisillä tai uusilla asuinalueilla sisämelutasolle asetettuja ohjearvoja.

Ympäristömelun ohjearvo asuinalueiden ulkomelutasolle on $L_{Aeq,07-22h} \leq 55$ dB. Nykytilanteessa asuu yli 55 dB(A):n lentomelualueella 2400 ihmistä. Mikäli lento-toiminta vilkastuu ennusteen mukaisesti, kasvaisi nykyisillä asuinalueilla lentomelulle altistuvien määrä vuoteen 2010 mennessä noin 4900:aan ja yleiskaava-92:n (YK-92) mukaisella maankäytöllä yli 8200:een. Jos lento-operaatioiden määrä jäisi nykyiselleen, ja jos maankäyttö toteutuisi YK-92:n mukaisena, altistuisi yli 55 dB(A):n lentomelulle 4 800 ihmistä (vaihtoehto YK-92b). Yleiskaavan mukaisissa arvioissa on laskettu mukaan Fallkullan alue, Tattarisuon rakentamistehokkuuden muuttuminen ja Ormuspellon teollisuusalueen muuttuminen asunto-alueeksi. Lentokenttäalue on yleiskaavaluonnoksessa esitetty muutettavaksi asunto- ja virkistysalueeksi kolmannessa toteutusluokassa, joten lentoasema toimisi vielä ympäröivän asutuksen tiivistyessä. Lentokentän maanvuokrasopimus päättyy vuonna 2034.

Taulukko 6.2: Helsinki-Malmin lentoaseman lentomelualueella $L_{Aeq,07-22h}$ yli 55 dB asuvat.

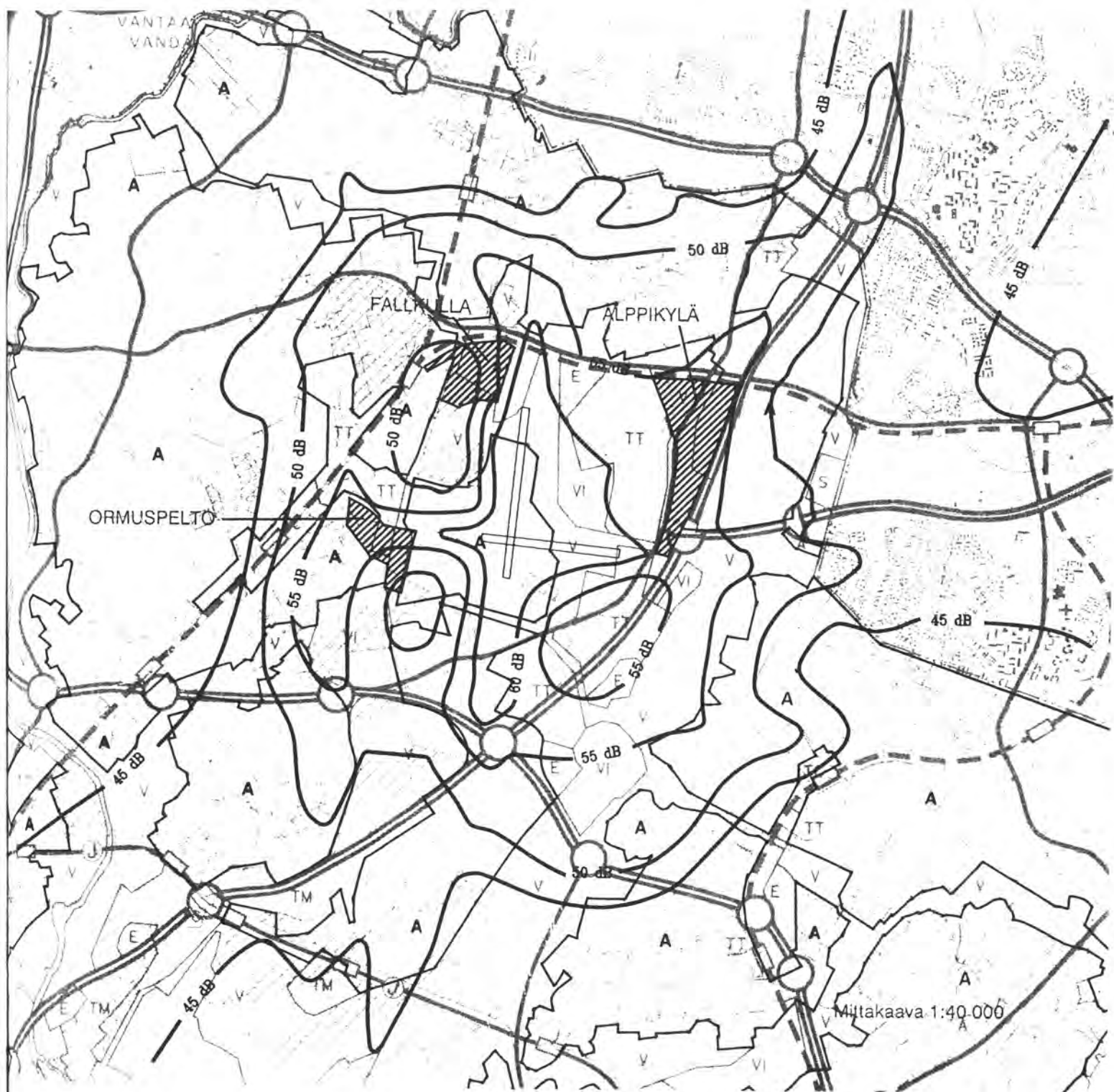
Kaupunginosa	Osa-alue	Lentoliikennemäärä 1991		Lentoliikennemäärä 2010	
		Nykyinen maankäyttö	YK-92-luon- nos	Nykyinen maankäyttö	YK-92-luon- nos
Suurmetsä	Puistola	307	307	726	726
	Heikinlaakso	30	30	249	249
	Alppikylä	110	700	110	700
	Jakomäki	-	-	200	200
Tapaninkylä	Tapanila	-	-	801	801
Malmi	Ala-Malmi	1916	3800	2828	4800
	Lentokenttä	-	-	-	750
Yhteensä		2363	4837	4914	8226

Muista tulevista asuinalueista Kivikko on asemakaavavaiheessa. Alue jää lentomelualueen $L_{Aeq,07-22h} = 55$ dB:n ulkopuolelle.

Käsiteltyjen asuinalueiden ympäristömelu aiheutuu paitsi Helsinki-Malmin lentoaseman lentoliikenteestä myös Helsinki-Vantaan lentomelusta, tie- ja katuliikenteen ja raideliikenteen melusta.

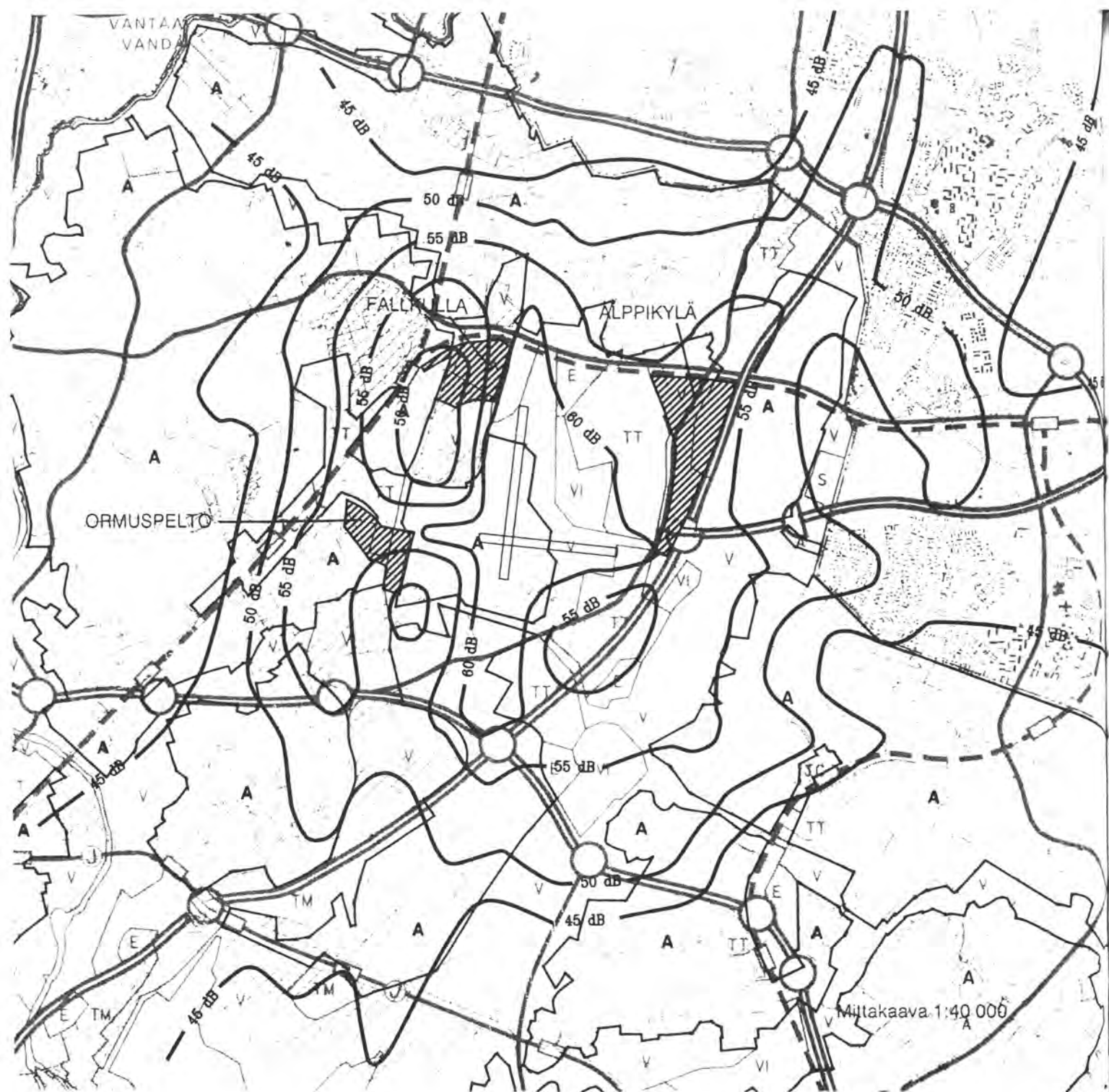
Viiteluettelo:

- 1) Anon, Helsinki-Malmin lentoasema. Toimintakertomus 1989.
- 2) Helsinki-Malmin lentoaseman lentoliikenteen otantatutkimus.
- 3) Helsinki-Malmin lentoaseman helikopteriliikenteen otantatutkimus
- 4) Rintala, M., Helsinki-Malmin liikenne-ennuste 2010. Päiväty 16.09.1991.
- 5) Valve, L., Helsinki-Malmin lentomeluselvitys, Lentokone- ja helikopterikanta 2010. Päiväty 17.9.1991.
- 6) Eurocontrol CRCO Forecast, Doc N 89.10.06.
- 7) Anon, Prediction of noise Around Airfields, Nordic Council of Ministers, Nordic Noise Group, Kobenhavn, 1984.
- 8) Fidell, S., Barber, D.S., ja Schultz, T.J., Updating a dosage-effect relationship for the prevalence of annoyance due to general transportation noise, J. Acoust. Soc. Am. 89(1991;1, 221-233.



Helsinki-Maimin lentoaseman koko lentotoiminnan melualueet vuoden 1991 liikennetiedoilla laskettuna.

Taustakartalla on esitetty yleiskaava-92 -ehdotuksen mukainen maankäyttö. Lentoaseman läheiset, osin 55 - 60 dB(A) lentomelu-
vyöhykkeelle suunnitellut uudet asuinalueet on esitetty viivoitettuna.



Helsinki-Malmin lentoaseman koko lentotoiminnan melualueet vuoden 2010 liikenne-ennusteiden mukaan laskettuna.

Taustakartalla on esitetty yleiskaava-92 -ehdotuksen mukainen maankäyttö. Lentoaseman läheiset, osin 55 - 60 dB(A) lentomelu-
vyöhykkeelle suunnitellut uudet asuinalueet on esitetty viivoitettuna.

L1 LASKENTAMENETELMÄT

Lentokoneiden melualueiden laskenta suoritettiin rinnakkain kahdella ohjelmalla. Toinen ohjelmistoista on Yhdysvaltain ilmailuhallinnon toimeksiannosta tehty INM 3.9 ja toinen Yhdysvaltain ilmavoimien toimeksiannosta tehty NoiseMap 6.0. Molemmat käyttävät siviililentokoneiden lähtötietoina samaa melutietokantaa (INM tietokanta 9).

Helikoptereiden melualueet laskettiin Yhdysvaltain ilmailuhallinnon toimeksiannosta tehdyllä HNM 1.1 ohjelmalla. HNM on ainoa melualan kirjallisuudessa tunnettu helikopterikenttien melualueiden laskentaohjelmisto (vuonna 1991).

Laskennan kuluessa osoittautui, että INM 3.9 ohjelmassa 45 ja 50 dB melualueet eivät sulkeutuneet ja NoiseMap 6.0 ohjelmassa 45 dB ei sulkeutunut. NoiseMap 6.0 ohjelman laskemissa melualueissa pääväylien alla on hyvin lähellä 50 dB olevia kohtia. Syynä sulkeutumattomuuteen on lentokorkeuksien rajoitukset. 45 dB (ja INM 3.9 ohjelmassa myös osin 50 dB) melualuekäyrät jatkuvat leveänä vyönä vilkkaimmin liikennöityjen lentoväylien alla niin pitkälle kun koneet lentävät alle 1500...2000 ft (450... 600 m) korkeudella.

Helikopterikenttien melualueiden laskentaohjelma HNM ei sisällä lainkaan laskukiertojen melualueiden laskennan mahdollisuutta. Nousureittien tulee lähteä kentältä ja jatkua laskenta-alueen ulkopuolelle. Vastaavasti laskureittien tulee alkaa laskenta-alueen ulkopuolelta ja päätyä kentälle. Ohjelma edellyttää molemmilta tiettyä minimipituutta.

Helikoptereiden laskukiertojen melualueiden suuruus arvioitiin erikseen käyttäen lähtötietona melualueen leviämisiä viivamaisten lentoreittien alapuolelle (melualuekäyrien pisteverkon lisäksi tasoja tulostettiin erillisessä pisteverkossa). Laskukiertojen ja muun kentän alueella suoritettujen harjoittelun vaikutus rajoittuu kentän lähialueille.

INM 3.9 ohjelmistolla tutkittiin päivä lentojen maksimitasojen melualueita. Ko-keiltuja melualuekäyriä ei saatu sulkeutumaan, josta syystä ohjelma lisäsi lasket- tujen pisteiden määrää niin kauan, että DOS-ympäristön muistiraja rikkoontui ja ohjelmisto pysähtyi (pysähtyminen tapahtui pisteessä, jossa pistejoukosta piti in- terpoloida alueen rajakäyrät, ohjelman tarvitsema pistejoukko ei mahtunut saman aikaisesti muistiin).

Maksimitasoja on arvioitu erikseen luvussa L1.3 koneiden melutietojen yhtey- dessä.

L1.1 MELUTASOJEN MÄÄRITELMÄT

Moottorikäyttöisten ilma-alusten ohilennon aikainen A-painotettu äänenpainetaso. L_{pA} , vaihtelee ajallisesti. Merkitään tätä vaihtelevaa äänitasa $L_{pA}(t)$. Tällöin on ohilennon - tai lentojen - aikaväliltä $t_2 - t_1$ määritetty ekvivalenttitaso

$$L_{Aeq, t_1 - t_2} = 10 \lg \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \left(\int_{t_1}^{t_2} 10^{L_{pA}(t)/10} dt \right) \right] \quad (L1.1)$$

Jos määritysaika on klo 07 - 22h, saamme päiväajan ekvivalenttitason, josta käyte- tään lyhennystä $L_{Aeq, 07-22h}$. Yöajalle vastaava taso olisi $L_{Aeq, 22-07h}$. Esimerkiksi terveys- ja sosiaalhallituksen (ent. lääkintöhallitus) meluohjekirjeessä 21/87 ulko- ja sisämeluille annetut ohjearvot on annettu näinä tasoina.

Maailmassa on esitetty yli 50 erilaista melun voimakkuutta kuvaavaa suuretta len- tomelun aiheuttamien haittojen arviointiin. Yksi niistä on Pohjoismaiden ministe- rineuvoston melutyöryhmän suosittama, L_{DEN} -taso, jota on ympäristöministeriön monissa julkaisuissa suositeltu suurkenttien lentomelun arviointiin. Sille ei ole kuitenkaan annettu ohjearvoja. L_{DEN} -taso määritellään kaavalla

$$L_{DEN} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \left(\int_{07}^{19} 10^{L_A(t)/10} dt + \int_{19}^{22} 10^{(L_A(t)+5)/10} dt + \int_{22}^{07} 10^{(L_A(t)+10)/10} dt \right) \right] \quad (L1.2)$$

jossa $L_A(t)$ on lentomelun hetkellinen A-painotettu äänenpainetaso. Ilta-aikaan (klo 19 - 22 h) ja yöaikaan (klo 22 - 07 h) välillä esiintyvää lentomelua pidetään haitallisempuna kuin päiväaikaan esiintyvää. Ilta-aikaisen melun haitallisuutta painotetaan lisäämällä todelliseen hetkelliseen melutasoon 5 dB. Yöaikaisen melun painotus on 10 dB. Painotus voidaan tulkita myös siten, että ilta-aikana yhden koneen meluhaitta vastaa samaa kuin 3,2 päiväaikana esiintyvän melultaan samanlaisen koneen haitta. Yksi yöaikainen lento vastaa kymmentä päiväaikaista.

Jos kaavasta (L1.1) jätetään pois aikaväli $t_2 - t_1$ (merkitään se 1 s), saadaan yhteen sekuntiin redusoitu ekvivalenttitaso. Siitä käytetään nimitystä (A-painotettu) äänialtistustaso ja symboleja L_{AE} , L_{AX} ja SEL. Kaavan muodossa äänialtistustaso

$$L_{AE} = 10 \lg \left[\int_{-\infty}^{+\infty} 10^{L_A(t)/10} dt \right] \quad (L1.3)$$

Melutapahtuman ekvivalentti- ja äänialtistustason välille saadaan yksikertaiset yhteydet. Esimerkiksi päiväajan ekvivalenttitaso on

$$L_{Aeq, 07-22h} = L_{AE} - 10 \lg 15 \cdot 60 \cdot 60 = L_{AE} - 47,3 \text{ dB} \quad (L1.4)$$

Melualueita laskettaessa lähtötietona on yleensä eri etäisyyksillä koneesta ja eri moottorikuormituksilla mitatut L_{AE} -tasot. Yhden koneen ohilennon äänialtistustason ja ohituksen aikaisen suurimman tason, L_{AFmax} , välille voidaan aina kirjoittaa yhteydet (ts. aina löytyy jokin luku t_e , joka toteuttaa yhtälön)

$$t_e 10^{L_{Amax}/10} = 10^{L_{AE}/10} = \int_{-\infty}^{+\infty} 10^{L_A(t)/10} dt \quad (L1.5)$$

$$L_{Amax} = L_{AE} - 10 \lg t_e \quad (L1.6)$$

joissa t_e on ohilennon efektiivinen eli tehollinen kesto-aika [s]. Se riippuu mm. etäisyydestä koneeseen, koneen nopeudesta ja lentoradan muodosta. Jos tarkastelupaikan ohi lentää päivässä (eri etäisyyksillä) n kpl koneita, joiden maksimitasot ovat $L_{Amax, i}$ ja efektiiviset ohilentoajat $t_{e,i}$, saadaan päivän ekvivalenttitasoksi

$$L_{Aeq, 07-22h} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n t_{e,i} 10^{L_{Amax,i}/10} \right) - 47,3 \text{ dB} \quad (L1.7)$$

Kaavan (L1.7) n lentokoneen summa voidaan lausua myös koneiden keskimääräisen ohilentoajan, $\langle t_e \rangle$, ja keskimääräisen maksimitason, $\langle L_{Amax} \rangle$, avulla (jos $\langle t_e \rangle$ on todellinen keskiarvo, löytyy aina $\langle L_{Amax} \rangle$, joka toteuttaa yhtälön)

$$\sum_{i=1}^n t_{e,i} 10^{L_{Amax,i}/10} = n \langle t_e \rangle 10^{\langle L_{Amax} \rangle / 10} \quad (L1.8)$$

Kaavasta (L1.8) huomataan, että ekvivalenttitaso riippuu koneiden keskimääräisestä maksimitasosta. Tästä syystä esimerkiksi koneiden lentoreittien ja meluisuuden (tyypin, lentotavan) vaihtelu (etäisyyden hajonta) vaikuttaa paljon vähemmän ekvivalenttitasoon, kuin L_{AFmax} -tasoon. Tämä herkkyysero voidaan pukea myös sanoiksi: Tapauksessa, jossa on paljon erilaisia koneita, lentoreittejä ja lentotapoja, todellinen maksimitaso [$\text{Max}(L_{AFmax,i})$] on paljon herkempi melulaskelmien lähtöarvojen valinnalle kuin L_{Aeq} -pohjaiset tasot. Sama koskee myös tietysti satunnaisena aikana tehtyjen L_{Aeq} - ja L_{AFmax} -tasojen mittausten tuloksia. Mittauksen aikaiset konemäärät ja -tyypit sekä lentoreitit ja -tavat voivat poiketa suurestikin laskennassa oletetuista.

Euroopan siviili-ilmailukonferenssi, ECAC, on suositellut jäsenmailleen L_{Aeq} -perusteisten tasojen käyttöä (suur)kenttien melualueiden määrittämisessä. Mahdollisten ilta- ja yöajan painotusten käyttö on jätetty jäsenmaiden omaan harkintaan. Suomekin on järjestön jäsenmaana sitoutunut ainakin olemaan käyttämättä sellaisia lentokenttien melualueiden arviointimenetelmiä, jotka johtaisivat jäsenmaiden eriarvoiseen kohteluun. Suomessa ympäristömelujen arvioinnissa käytetyt painottamattomat $L_{Aeq, 07-22h}$ - ja $L_{Aeq, 22-07h}$ -tasot sekä ehdokkaana oleva L_{DEN} -tasokin täyttävät edellä mainitun ECAC-suosituksen. Järjestön melutyöryhmä ANCAT on koordinoitunut laskentamallin kehittämistä.

L1.1.1 L_{DEN} JA $L_{AEQ, 07-22H}$ -TASOJEN ERO MALMILLA

Jos oletetaan, että kaikki lennot tapahtuvat klo 07 - 19 h välillä - kuten talviaikaan usein on laita - L_{DEN} -taso on 2 dB pienempi kuin $L_{Aeq, 07-22h}$ -taso. Esimerkiksi päi-

vittäinen $L_{Aeq, 07-22h}$ -tason vaihtelu on tätä huomattavasti suurempi (esimerkiksi kiitotien vaihto voi muuttaa tietyn paikan $L_{Aeq, 07-22h}$ -tasoa 10...15 dB).

Oletetaan, että keskimäärin ilmassa lentävien koneiden meluisuus ja reittijakautuma on ajasta riippumattomia ja että yöaikana ei lennetä. $L_{DEN} = L_{Aeq, 07-22h}$, jos 27% päivän lennoista tapahtuu klo 19 - 22 h välillä. Jos ilta-ajan lentojen osuus on tätä pienempi, L_{DEN} on arvoltaan $L_{Aeq, 07-22h}$ -tasoa pienempi, mutta ei koskaan enempää kuin 2 dB pienempi. Jos iltalentojen osuus on suurempi kuin 27% , L_{DEN} on $L_{Aeq, 07-22h}$ -tasoa suurempi, mutta ei koskaan enempää kuin 3 dB (ero on 3 dB, jos kaikki päivän lennot tapahtuvat klo 19 - 22 h välillä).

Malmilla klo 19 - 22 h välisten lentojen (harjoittelu loppuu viimeistään klo 21 h) osuus on valoisaan aikaan suurimmillaan 10%...15% koko päivän lennoista. Jos 10% lennoista on illalla, L_{DEN} -taso on 1,2 dB $L_{Aeq, 07-22h}$ -tasoa pienempi. 15%:n iltaosuudella ero on enää 0,08 dB.

Voidaan todeta, että käytännössä $L_{Aeq, 07-22h}$ ja L_{DEN} -tasoilla ei ole oleellista eroa Helsinki-Malmin lentokentän ympäristössä. Ilmailulaitoksen lentotoiminnan kasvua ja muutoksia koskevien arvioiden perusteella tilanne ei tule muuttumaan.

L1.1.2 $L_{Aeq, 07-22h}$ JA L_{AFmax} -TASOJEN YHTEYKSISTÄ MALMILLA

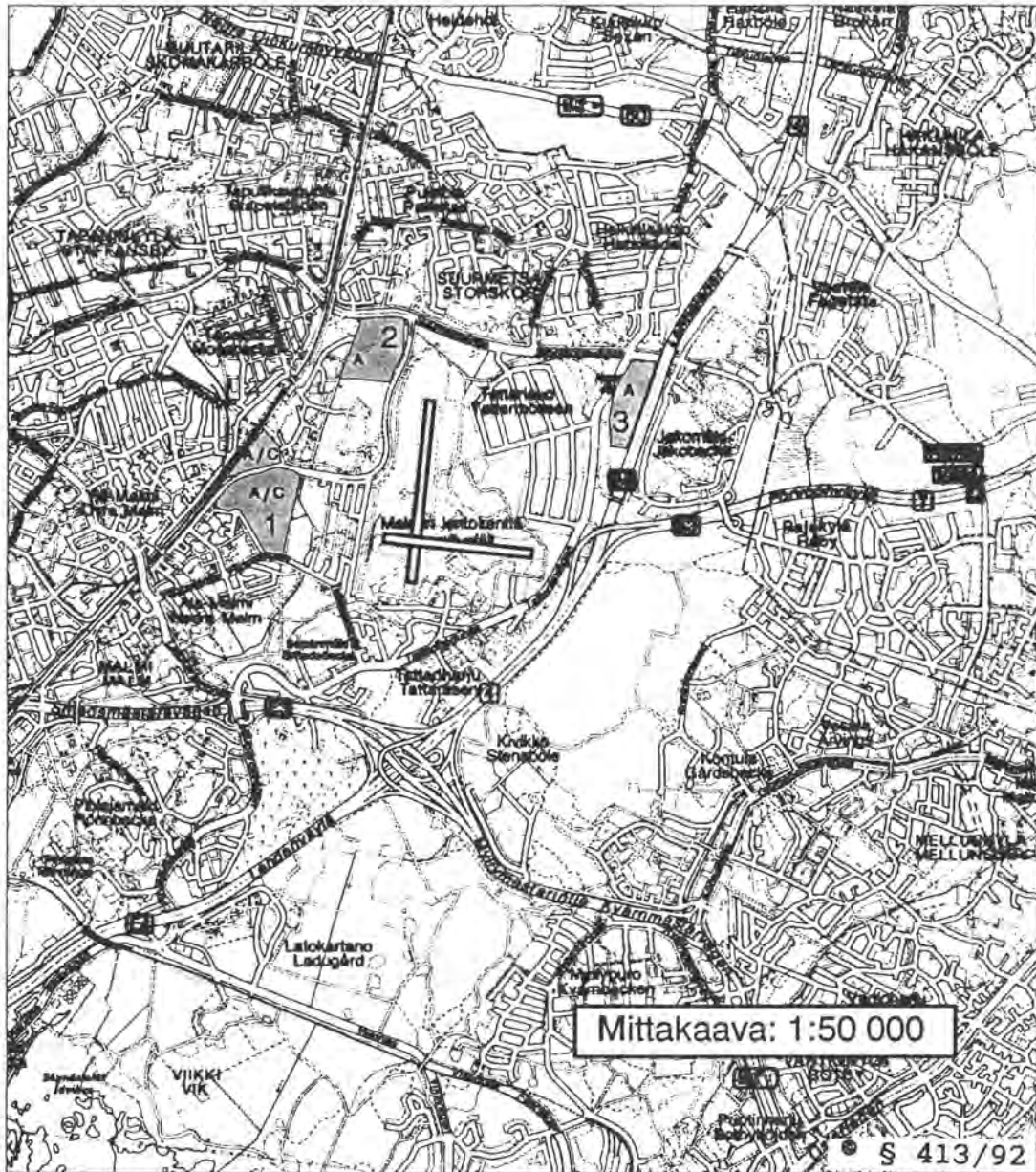
Luvussa L1.1 esitettyjen kaavojen mukaan lentomelun L_{Aeq} -tasojen ja maksimitasojen välillä on tietty yhteys. Luvussa 3, kuvissa 3.6 ja 3.7 on esitetty miten lentokoneiden maksimimelutaso alentuu etäisyyden kasvaessa.

Yksittäisten koneiden lentomelun havaittavuus riippuu alle 50 dB(A) ekvivalenttitasoissa yleensä paremmin maksimitasoista kuin ekvivalenttitasosta ja siitä paljonko maksimitaso ylittää muun ympäristömelun. Sellaisilla alueilla, joilla kuullaan lentomelua säännöllisesti kymmeniä lentoja päivässä, yksittäisten koneiden melu on vähemmän merkitsevä ihmisten reaktioissa kuin "keskimääräinen" tilanne.

Malmin kentän ympäristössä laskennassa käytetyillä reiteillä lentävien koneiden melu on selvästi havaittavissa melualueilla $L_{Aeq, 07-22h} \leq 45$ dB. Tyypillisesti lentomelun 45 dB(A) ekvivalenttitason alueilla L_{AFmax} -tasot ovat 65...75 dB(A).

Taulukko, Liite 2: Malmilta liikennöivien pienkoneiden teknisiä tietoja ja jakaantuminen meluluokkiin.

Kone ja tyyppi	Lentoonlähtöpaino	Moottoriteho	Nousugradientti
Meluluokka I, 66 - 70 dB(A)			
AAC AA-1	680 kg	81 - 112 kW	8 - 9 %
Cessna 150	680 - 750 kg	74 - 75 kW	10%
Cessna 152	758 kg	82 kW	10 - 11 %
Piper J3	455 - 590 kg	48 - 67 kW	-
Piper PA-18	650 - 940 kg	67 - 112 kW	11 - 12 %
Piper PA-38.112	757 kg	84 - 88 kW	10%
Samburo	-	-	-
Meluluokka II, 71 - 75 dB(A)			
AAC AA-5	1000 - 1090 kg	112 - 134 kW	8 - 9 %
Cessna 170	1000 kg	108 kW	10%
Cessna F-172	1045 kg	119 kW	-
Cessna 177	1065 - 1135 kg	112 - 134 kW	9%
Piper PA-28-140	885 - 975 kg	104 - 112 kW	8%
Piper PA-28-150	975 kg	112 kW	-
Piper PA-28-160	998 kg	119 kW	-
Piper PA-28-180, -28R-180	1135 - 1160 kg	134 kW	10%
PIK 23	-	-	-
Meluluokka III, 76 - 80 dB(A)			
Cessna FR172	1134 - 1160 kg	145 - 195 kW	11%
Cessna 180	1200 - 1295 kg	172 kW	-
Cessna 182	1270 - 1340 kg	172 kW	11 - 13 %
Cessna TP/TU/P/U206-C, -G	1500 - 1635 kg	213 - 231 kW	11%
Cessna 207	1725 kg	231 kW	9%
Cessna 210	1315 - 1725 kg	194 - 224 kW	11%
Cessna 401/402	2858 kg	2 x 224 kW	-
Maule M	1010 - 1045 kg	145 - 164 kW	-
Piper PA-23-250 "Aztec"	2175 - 2360 kg	2 x 187 kW	14%
Piper PA-28R-200	1180 - 1205 kg	149 kW	10%
Piper PA-30	1635 - 1690 kg	119 - 149 kW	-
Piper PA-32	1635 kg	224 kW	11%
Pitts Special 51	-	-	-
Meluluokka IV, 81 - 85 dB(A)			
Cessna 404	3810 kg	2 x 280 kW	15%
Cessna 421	3105 - 3380 kg	2 x 280 kW	-
Piper PA-31-	2150 - 3540 kg	2 x 231 - 317 kW	10%
Piper PA 32-260, -300	1545 - 1635 kg	194 - 224 kW	10 - 15 %
Piper PA-34-200	1905 - 2075 kg	2 x 149 - 160 kW	-

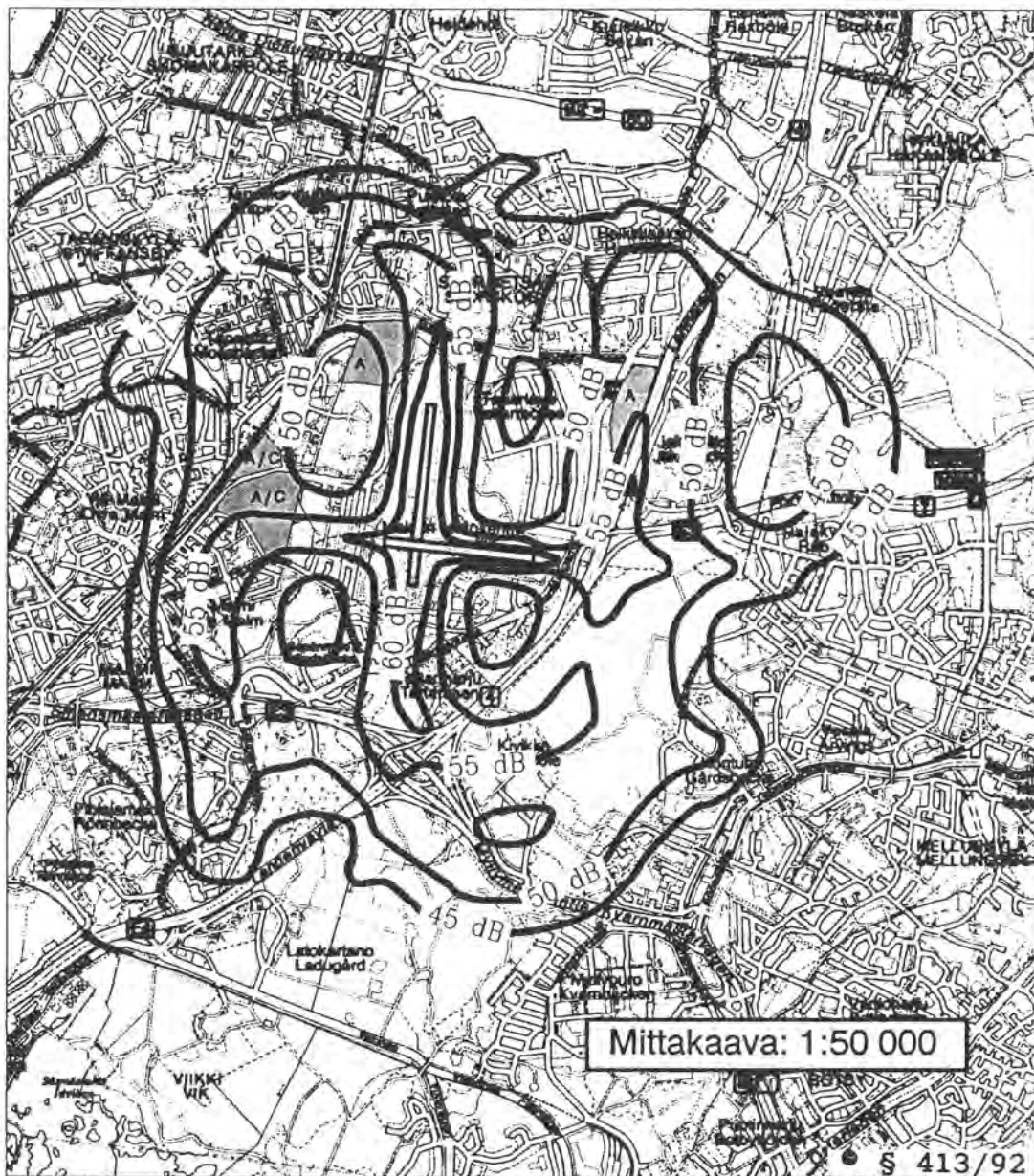


Helsinki-Malmin lentokenttä.

Yleiskaavaluonnoksen 1992 muutosalueet.

- 1) Ormuspelto
- 2) Fallkulla
- 3) Alppikylä

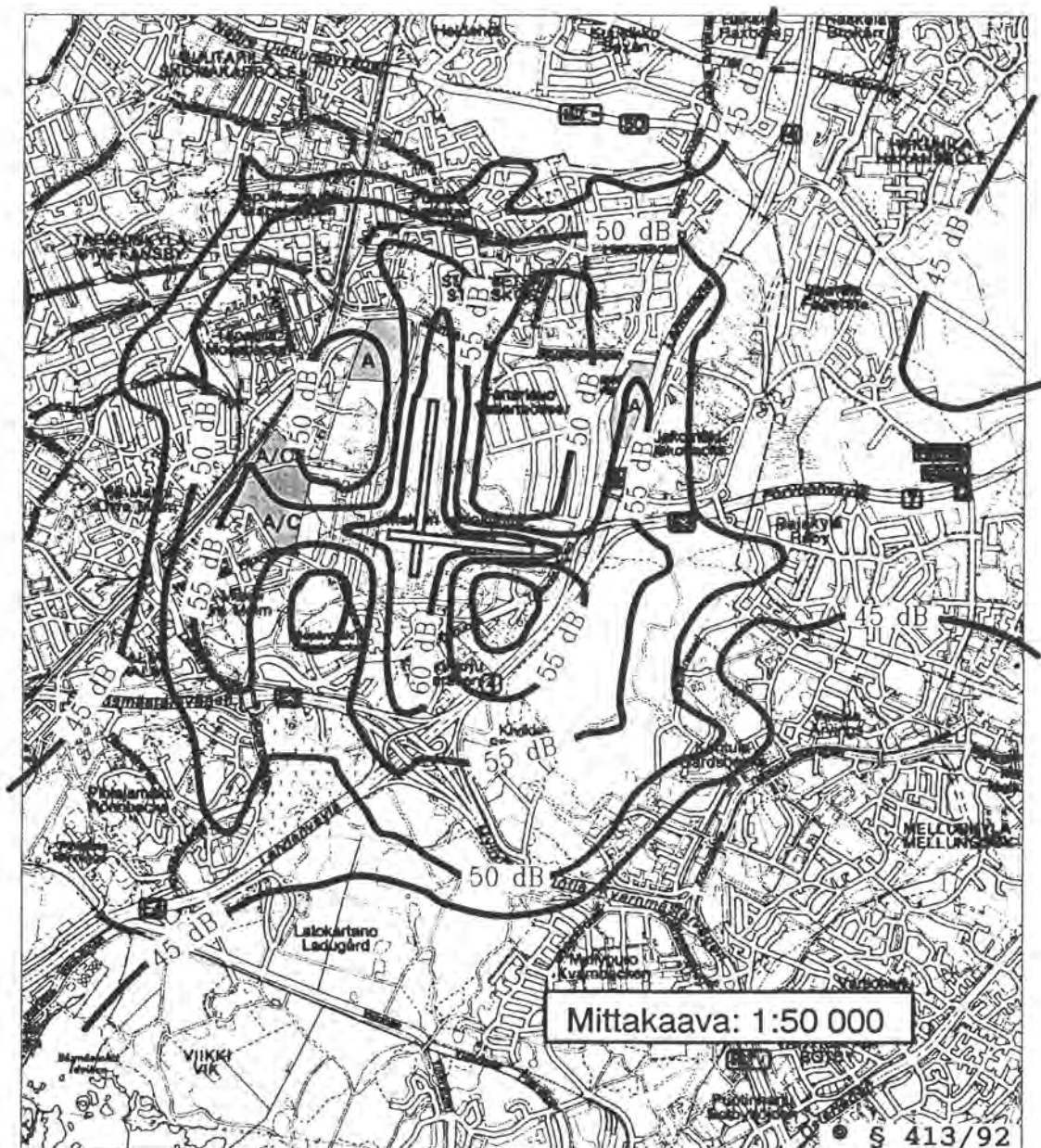
Muutosalueet on esitetty myös melualuekartoissa.



Helsinki-Malmin lentokenttä, vuosi 1991
Lentokoneiden laskukiertojen melualueet,
 $L_{Aeq, 07-22h}$ dB

Mukana: lentokoneiden laskukierrot ja maaliinlaskut.

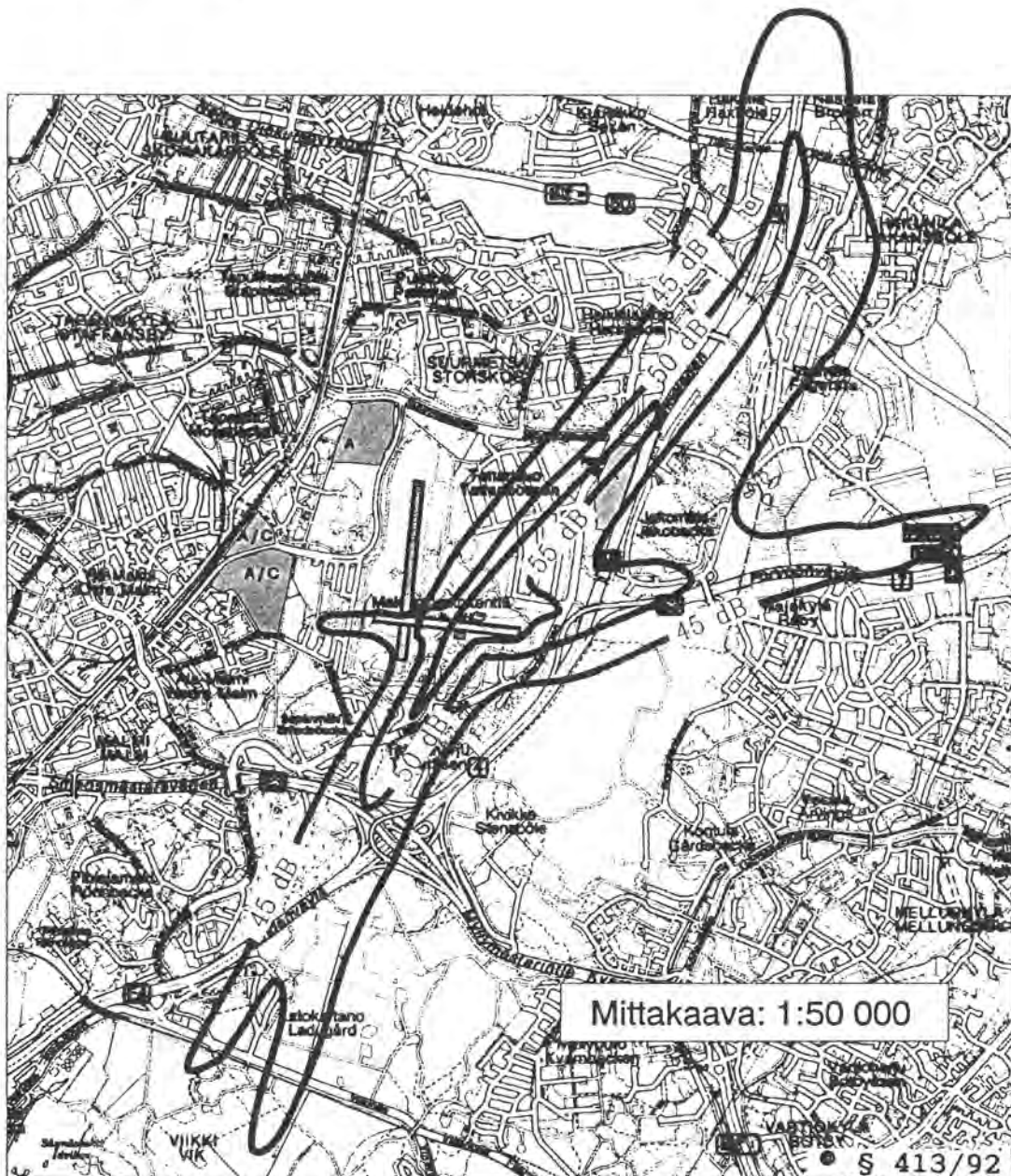
Laskettuna NoiseMap 6.0-ohjelmistolla



Helsinki-Malmin lentokenttä, vuosi 1991
Lentoliikenteen melualueet, $L_{Aeq, 07-22h}$ dB

Mukana: lentokoneiden laskukierrot sekä matka- ja harjoituslennot.

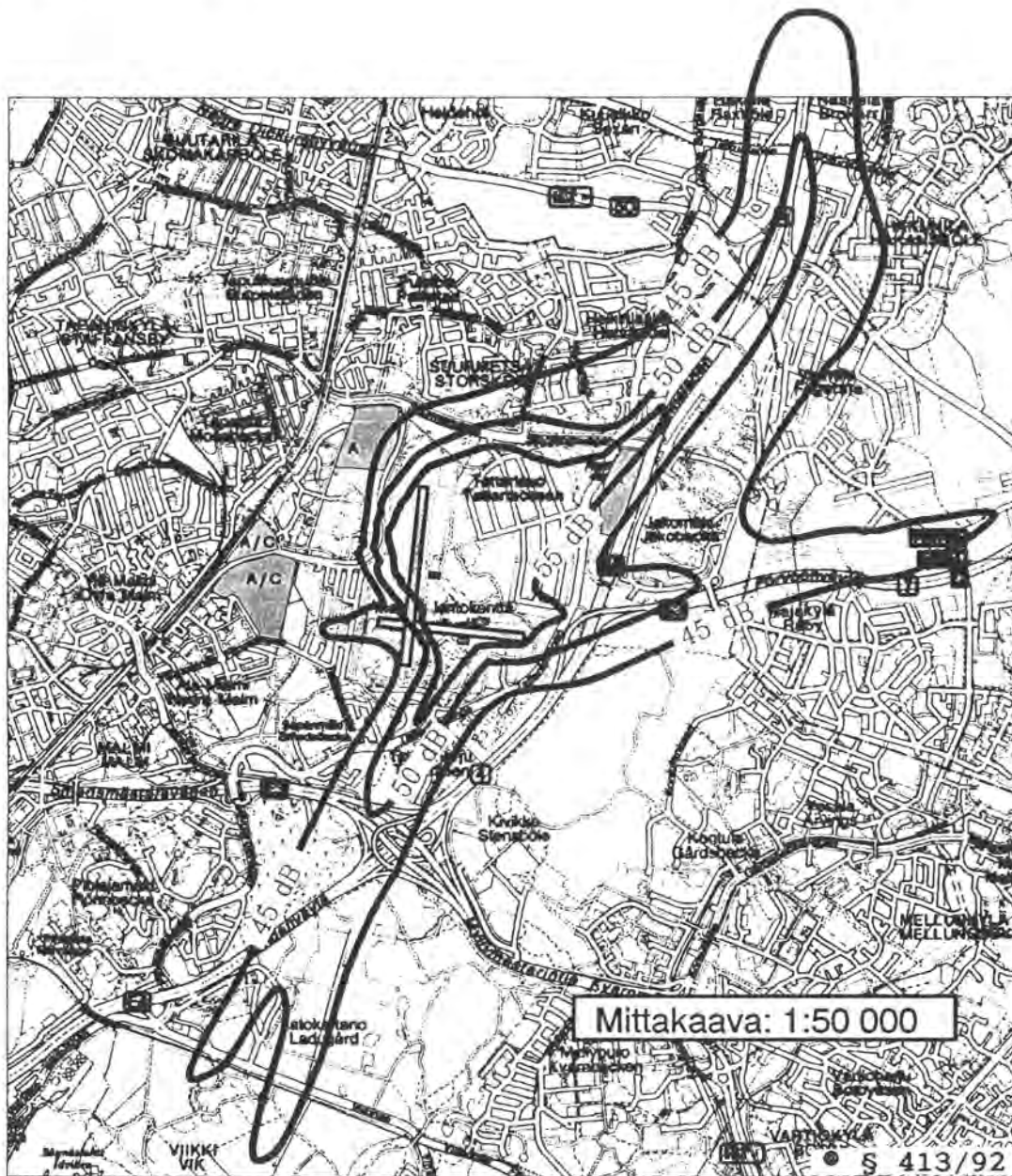
Laskettuna NoiseMap 6.0-ohjelmistolla



Helsinki-Malmin lentokenttä, vuosi 1991
Helikoptereiden matka- ja harjoituslentojen melualueet,
 $L_{Aeq, 07-22h}$ dB

Mukana: matkalennot ja lennot harjoitusalueille.

Laskettuna HNM 1.1-ohjelmistolla



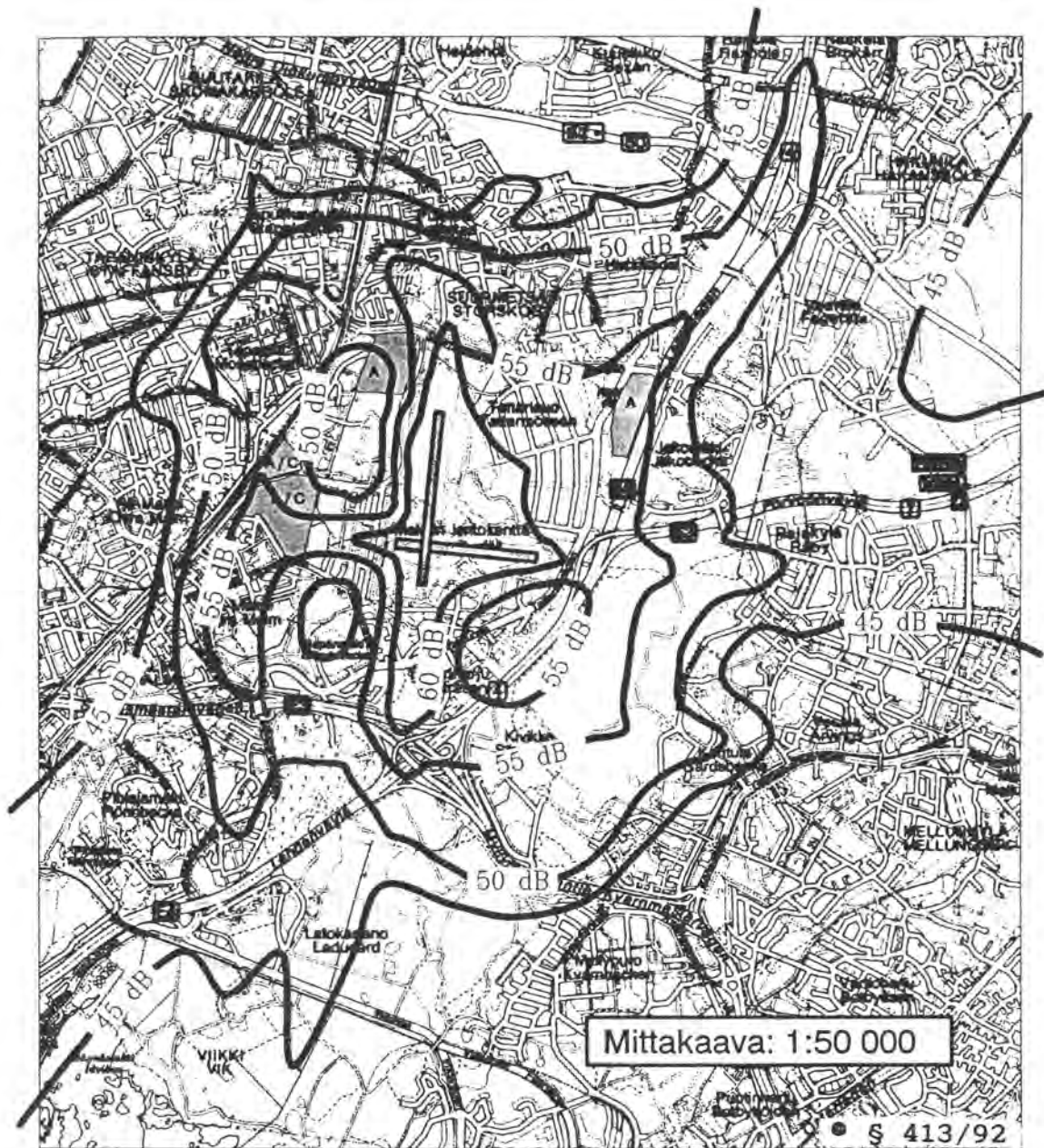
Helsinki-Malmin lentokenttä, vuosi 1991

Helikoptereiden lentojen melualueet,

$L_{Aeq, 07-22h}$ dB

Mukana: kaikki helikopterilennot. Laskukierrojen ja matalaleijunnassa suoritettujen harjoittelun osuus arvioitu.

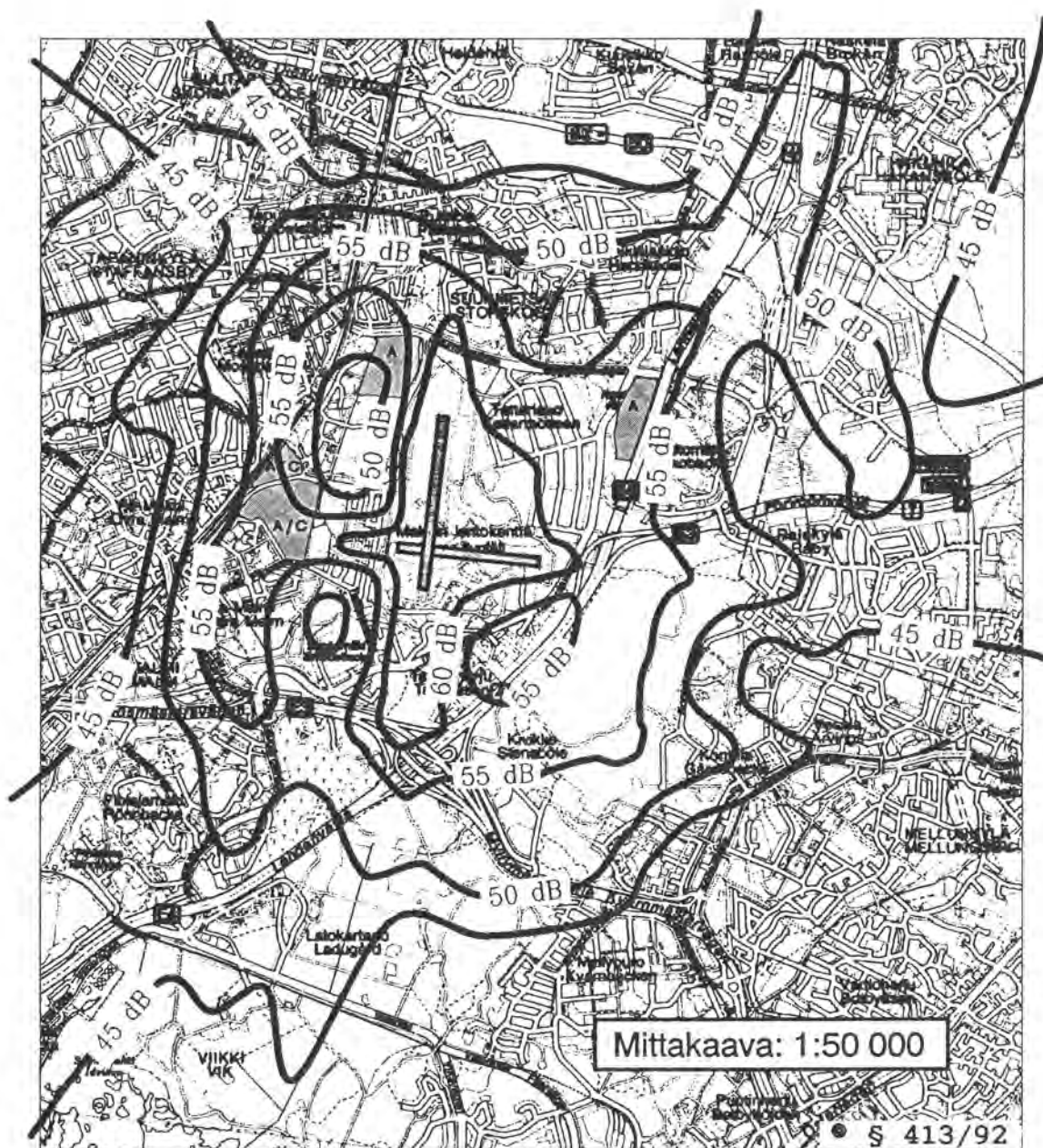
Laskettuna HNM 1.1-ohjelmistolla.



Helsinki-Malmin lentokenttä, vuosi 1991
Lentoliikenteen melualueet, $L_{Aeq, 07-22h}$ dB

Mukana: koko lentokone- ja helikopteriliikenne.

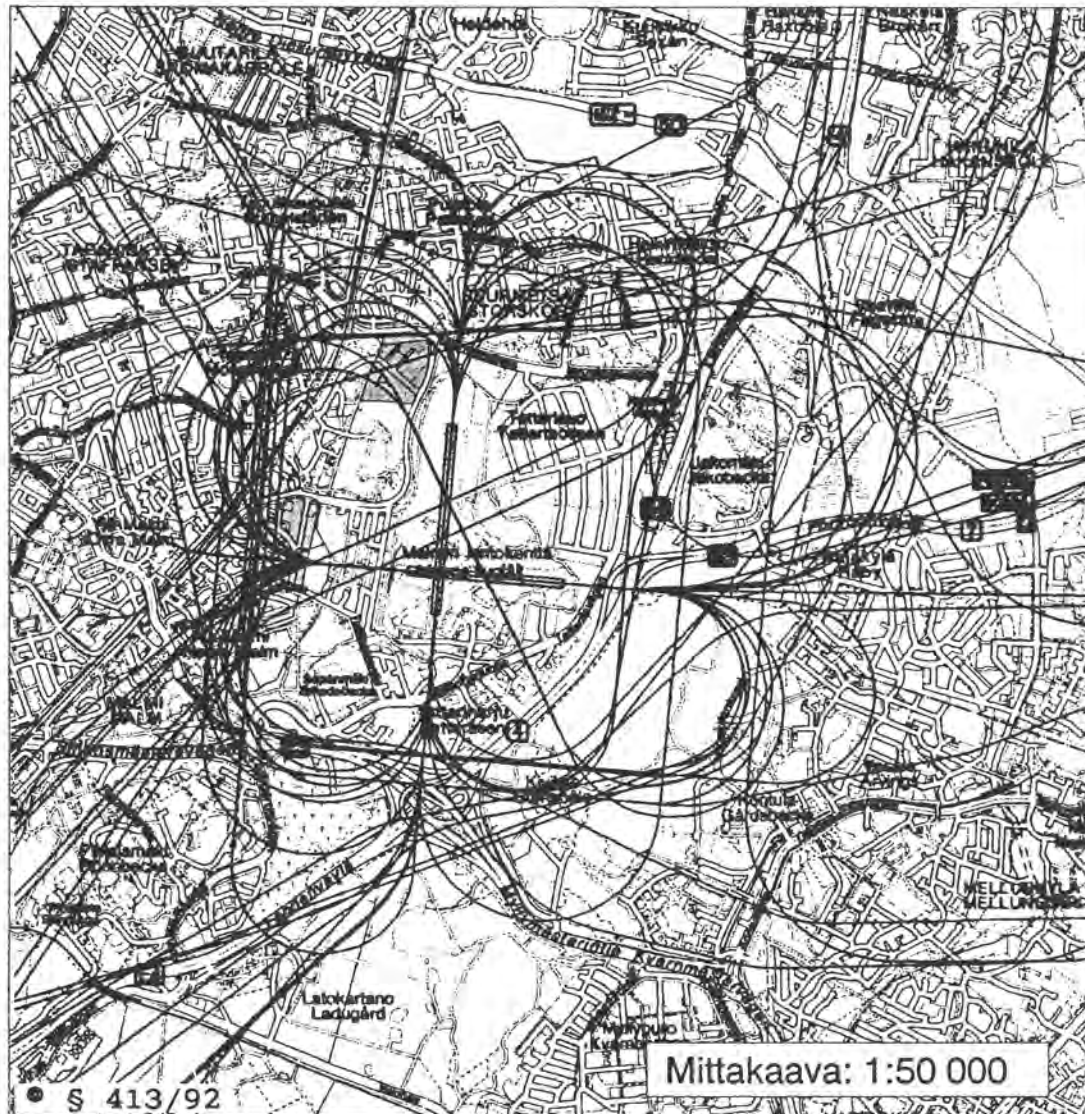
Laskettuna NoiseMap 6.0 ja HNM 1.1 ohjelmistoilla



Helsinki-Malmin lentokenttä, vuosi 2010
Lentoliikenteen melualueet, $L_{Aeq, 07-22h}$ dB

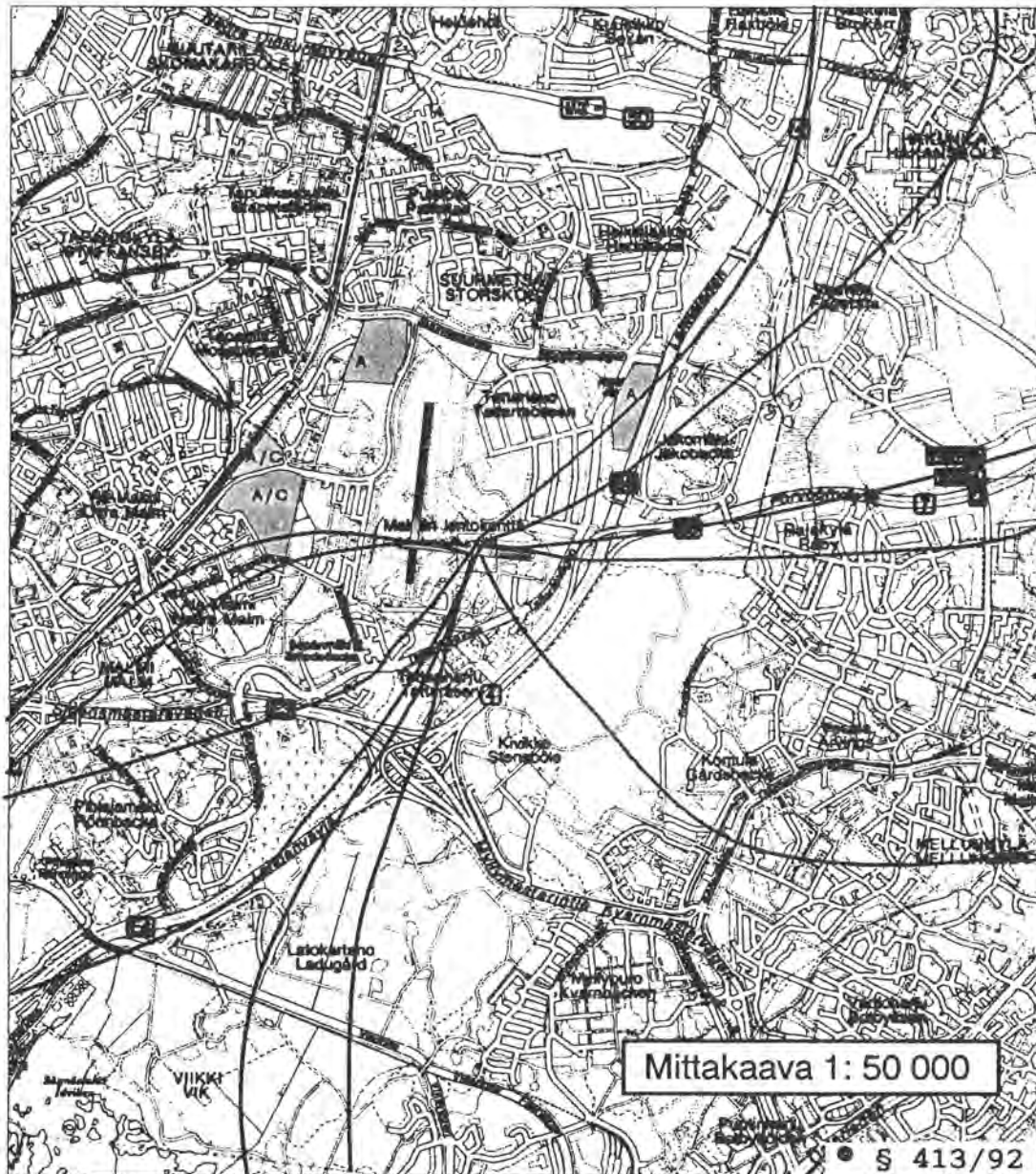
Mukana: koko lentokone- ja helikopteriliikenne.

Laskettuna NoiseMap 6.0 ja HNM 1.1 ohjelmistoilla



Helsinki-Malmin lentokenttä.

Lentokoneiden harjoitus- ja matkalentojen reitit..



Malmin kenttä, helikoptereiden matkalentojen
ja harjoitusalueille lentojen reitit