

# **Nummellan lentokenttä EFNU**

## **Äänitasomallinnus**

Windcraft Oy  
Norolantie 14  
15270 Kukkila

[www.windcraft.fi](http://www.windcraft.fi)

27.1.2025

## Sisällys

<b>1</b>	<b>Yhteenveto .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Lakitausta .....</b>	<b>5</b>
2.1	Keskiäänitaso .....	5
2.2	Ilmailulaki.....	5
2.3	EU direktiivin (2002/49/EY).....	5
2.4.3	Lentomäärät eri määritelmillä.....	7
2.4.4	Lentomäärät päivässä L <sub>DEN</sub> .....	7
2.4.5	Lentomäärät päivässä L <sub>Aeq</sub> .....	8
2.4.6	L <sub>DEN</sub> Tulokset ja Tarkastelu .....	9
2.5	Hetkellinen enimmäisäänitaso .....	12
2.5.1	Hetkellinen äänitaso .....	12
2.5.2	Äänen voimakkuuden asteikko.....	12
2.5.3	Mitä .....	13
2.5.4	Eräs mittaus .....	14
2.5.5	Yhteenveto.....	15
2.6	Päätelmä .....	18
<b>3</b>	<b>Nummelan Lentopaikka.....</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>Nummelan Lentotoiminta.....</b>	<b>21</b>
4.1	Kentälle saapuvat/poistuvat lennot .....	21
4.2	Purjekoneiden hinauslennot .....	21
4.3	Laskukierros lento .....	24
4.4	Kenttää ohittava liikenne .....	24
4.5	Lentoreitit.....	25
4.5.1	Purjekoneiden hinaus .....	25
4.5.2	Saapuva/poistuva .....	25
4.5.3	Laskukierroslentäminen .....	25
4.5.4	Helikopterit .....	25
<b>5</b>	<b>Nummelan Lentomäärät.....</b>	<b>26</b>
5.1	Laskennallinen jakautuma.....	26
5.2	Suurin mahdollinen lentomäärä.....	26
5.3	Tilastojen kertomaa .....	30
5.4	Nummelan lentomäärät .....	31
5.5	Ajallinen jakautuminen.....	32
5.6	Suuntajakautuma .....	32
<b>6</b>	<b>Äänentason Mallinnus.....</b>	<b>33</b>
6.1	Äänen häiritsevyys.....	33
6.2	Mallinnus .....	34

6.3 Tulokset Ja Tarkastelu.....	35
6.3.1 Miten lentomelua kuvataan.....	35
6.3.2 Laskennoissa käytetyt suureet.....	36
6.4 Ilma-alusten ryhmät.....	36
6.4.1 Ryhmä 1.....	37
6.4.2 Ryhmä 2.....	40
6.4.3 Ryhmä 3.....	43
6.5 Ryhmä 4 Hinauskone.....	47
6.6 Ryhmä 5 helikopterit .....	49
<b>7 Tulokset .....</b>	<b>52</b>
7.1 Keskiäänitaso, päiväaikana (07-22).....	52
7.2 Yö lentäminen (22-07) 3 lentoa vuorokaudessa .....	54
7.3 Herkkyys analyysi.....	55
7.3.1 Ultrakevyet lentokoneet .....	55
7.3.2 R2 kaksipaikkaiset lentokoneet .....	56
7.3.3 Raskaammat lentokoneet .....	57
7.3.4 Purjekoneiden hinauslentokone .....	58
7.3.5 Helikopterit .....	59
7.3.7 Vertailu .....	60

## 1 Yhteenveto

Mallinnus toteutettu Valtioneuvoston ohjearvojen (993/1992) selvittämiseksi keskiäänitasolle.

Mallinnuksen perusteella tehdyn meluselvityksen mukaan toiminnasta aiheutuvan 55 dB(A)-melutason alueelle ei jää häiriintyviä kohteita.

Lisäksi on arvioitu, miten melu suhteutuu EU ympäristödirektiivin (2002/49/ EY) mukaiselle LDEN ääni-indikaattorille.

EU ympäristödirektiivin äänitaso indikaattori jää matalamme tasolle kuin Valtioneuvoston ohjearvojen keskiäänitaso. Tosin noita kahta indikaattoria ei voida suoraan verrata toisiinsa. Hetkelliset huippuäänitasoille tehty mallinnus.

Raportti sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 1/2025 aineistoa. Käyttölisenssi<sup>1</sup>  
1.0 - 1.5.2012-15.1.2015.

---

1. <http://www.maanmittauslaitos.fi/avoindata-lisenssi-cc40>



## 2 Lakitausta

### 2.1 Keskiäänitaso

Valtioneuvoston ohjeavot (993/1992) ovat olemassa keskiäänitasolle. Keskiäänitaso määritellään yhden vuorokauden ajalle.

Pysyväle asutukselle keskiäänitason enimmäistasoksi ulkona on päivällä (07-22 paikallista aikaa) annettu  $L_{Aeq(7-22)}$  55 dB(A).

Yöajalle (22-07 paikallista aikaa) enimmäistaso on vanhoilla pysyvän asutuksen alueilla  $L_{Aeq(22-7)}$  50 dB(A).

Uusilla asuntoalueilla yöajalle raja on  $L_{Aeq(22-7)}$  45 dB(A). Loma-asutusalueella enimmäistaso on päivällä  $L_{Aeq(7-22)}$  45 dB(A) ja yöllä  $L_{Aeq(22-7)}$  40 dB(A).

### 2.2 Ilmailulaki

Ilmailulaki (7.11.2014/864) 12 luku §129 määrittelee melusta lentoasemille. Pykälän toinen momentin mukaisesti Liikenne ja viestintävirasto asettaa lentoasemille meluntorjuntatavoitteet.

Määritelmässä (7 luku §75) lentoasema on "1) *lentoasemalla tarkoitetaan lentopaikkaa, jossa lentotiedotuspalvelu, hälytyspalvelu, ilmaliikenteen neuvontapalvelu ja lennonjohtopalvelu on pysyvästi järjestetty*;"

Lentoasemien melumäärittely suoritetaan  $L_{DEN}$  indikaattoriäänitasolla EU direktiivin (2002/49/EY) mukaisesti. (12 luku §129)

Nummolan lentopaikalla yhtään 7 luvun §75 mukaisista palveluista ei ole järjestetty, eikä Nummela ei ole siis lentoasema, joten ilmailulain 12 luku ei koske sitä. Nummela on lentopaikka (1 luku §2 25).

### 2.3 EU direktiivin (2002/49/EY)

EU direktiivin (2002/49/EY) mukaisesti se koskee (4 art, 1) vain suuria lentokenttiä. Suureksi lentokentäksi (3 art, p) on määritelty jäsenvaltion nimeämät siviililentokentät, joilla on vuosittain yli 50 000 liikennetapahtumaa (nousua tai laskua). Finavian tilasto (<https://www.finavia.fi/fi/tietoa-finaviasta/tietoa-lentoliikenteesta/liikennetilastot>) mukaan Suomessa vain Helsinki-Vantaan lentoaseman liikennemäärät ovat yli 50 000 tapahtumaa vuodessa.

Vilkkaimmat lentoasemat, kuudelta viime vuodelta;

Lentoasema	Vuotuinen Lentomäärät					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Helsinki-Vantaa	190 194	69 304	68 456	129 548	138 856	155 030
Tampere-Pirkkala	4 988	1 016	324	2 766	3 056	21 640
Jyväskylä	2 166	576	920	954	1 048	18 329
Rovaniemi	5 320	3 104	2 940	5 134	6 178	17 846
Oulu	9 192	4 052	4 232	6 180	5 994	13 482
Turku	8 758	3 062	1 688	2 988	3 712	13 013

Lentoasemilla meluindikaattoriksi on määrätty  $L_{DEN}$  (päivä-ilta-yö meluindikaattoria) (3 art, f)).

## 2.4 $L_{DEN}$ , $L_{Aeq}$ määritelmät

EU direktiivin (2002/49/EY) mukaisesti se koskee (4 art, 1) vain suuria lento- kenttiä. Suureksi lentokentäksi (3 art, p) on määritelty jäsenvaltion nimeämät siviililentokentät, joilla on vuosittain yli 50 000 liikennetapahtumaa (nousua tai laskua). Finavian tilasto (<https://www.finavia.fi/fi/tietoa-finaviasta/tietoa-lentoliikenteesta/liikennetilastot>) mukaan Suomessa vain Helsinki-Vantaan lentoaseman liikennemäärät ovat yli 50 000 tapahtumaa vuodessa. Finavian tilastossa on laskeutumisien määrä, joten tapahtumien määrä saadaan kertomalla laskeutumismäärät kahdella.

Viiden kärki, viimeiseltä neljältä vuodelta, joilta tilastot on saatavilla.

Lentoasema	Vuotuinen Lentomäärät				
	2019	2020	2021	2022	2023
Helsinki-Vantaa	190 194	69 304	68 456	129 548	138 856
Tampere-Pirkkala	4 988	1 016	324	2 766	3 056
Rovaniemi	5 320	3 104	2 940	5 134	6 178
Oulu	9 192	4 052	4 232	6 180	5 994
Turku	8 758	3 062	1 688	2 988	3 712

Lentoasemilla meluindikaattoriksi on määrätty  $L_{DEN}$  (päivä-ilta-yö meluindikaattoria) (3 art, f)). Valtioneuvoston ohjeavrot (993/1992) on esitetty keskiäänitasona  $L_{Aeq,T}$  (dB).

Tässä kohdassa on vertailtu miten  $L_{DEN}$  ja  $L_{Aeq}$  eroavat toisistaan.

### 2.4.1 $L_{DEN}$

Desibeleinä (dB) ilmaistu päivä-ilta-yö melutaso  $L_{DEN}$  määritelmä on:

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left( 12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right)$$

Määritelty 2002/49/EY Liite I:ssä, jossa

- $L_{day}$  on ISO 1996-2: 1987:ssä tarkoitettu A-painotettu pitkän ajan keskiäänitaso, joka määritellään vuoden **kaikkien** päiväaikojen perusteella,
  - $L_{evening}$  on ISO 1996-2: 1987:ssä tarkoitettu A-painotettu pitkän ajan keskiäänitaso, joka määritellään vuoden **kaikkien** ilt-aikojen perusteella,
  - $L_{night}$  on ISO 1996-2: 1987:ssä tarkoitettu A-painotettu pitkän ajan keskiäänitaso, joka määritellään vuoden **kaikkien** yöaikojen perusteella;
- jolloin
- päivän pituus on 12 tuntia, illan pituus neljä tuntia ja yön pituus kahdeksan tuntia; jäsenvaltiot voivat lyhentää iltajaksoa yhdellä tai kahdella tunnilla ja pidentää päivää ja/tai yötä vastaavasti, edellyttäen, että tätä menettelyä sovelletaan kaikista lähteistä tulevaan meluun ja että jäsenvaltiot ilmoittavat komissiolle, mikäli ne poikkeavat järjestelmällisesti oletusvaihto- ehdosta,
  - kunkin jäsenvaltion on päätettävä päivän (ja siten myös illan ja yön) alkamisajankohdasta (tällöin menettelyä on sovellettava kaikista lähteistä tule- vaan meluun); oletusarvot ovat kello 07.00—19.00, kello 19.00—23.00 ja kello 23.00—07.00 paikallista aikaa,

- vuodella tarkoitetaan vuotta, jonka aikana äänipäästöjä tarkkaillaan, ja keskivertovuotta meteorologisten olosuhteiden kannalta,
- $L_{DEN}$  arvoja on vuorokaudessa vain yksi.

### 2.4.2 $L_{Aeq}$

Ekvivalentti A-äänitaso (keskiäänitaso, ekvivalenttitaso  $L_{Aeq,T}$  (dB) määritelmä on:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left( \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} 10^{\frac{L_{pA}(t)}{10}} dt \right)$$

Jossa:

$t_1$	on määrätyn ajanjakson T alkuhetki
$t_2$	on määrätyn ajanjakson T loppuhetki
$L_{pA}(t)$	on tarkasteltavan äänen A-äänitason hetkellisarvo [dB]

Valtioneuvoston ohjeavot (993/1992) ovat olemassa keskiäänitasoille  $L_{Aeq(7-22)}$  dB(A) ja  $L_{Aeq(22-07)}$  dB(A).

Nämä kynnsarvot ovat toisistaan riippumattomia.

### 2.4.3 Lentomäärät eri määritelmillä

Eri määritelmien mukaisten äänitasojen vertaaminen on hankalaa. Nummelan lentomäärät on vuosina 2023–2024 arvioitu seurantalaston tietojen perusteella vuositasolla eri kellonaikoina:

kellonaikaväli	lennot yhteensä vuoden aikana aikavälissä
07:00-19:00	7400
19:00-22:00	900
22:00-07:00	35

### 2.4.4 Lentomäärät päivässä $L_{DEN}$

Jos käytetään ilmailulain lentoasemille määräämää  $L_{DEN}$  määritelmää, joka määrää jakamaan lennot kaikkien vuoden päivien ajalle, saadaan päivittäiseksi lentomääräksi:

kellonaikaväli	Tunniste	lennot yhteensä päivän aikana
07:00-19:00	D	20,3
19:00-22:00	E	2,5
22:00-07:00	N	0,1

Tämä on ilmailulain ja EU direktiivin 2002/49/EY mukainen, mutta määrästäkin voidaan nähdä, että tämä ei ole kovinkaan todellisuutta kuvaava.

$L_{DEN}$  ei sovellu lentopaikkojen äänitason kuvaamiseen, koska lentomäärät lentopaikoilla vaihtelevat paljon. Lentopaikoilla on tyypillisesti 1/3 vuoden päivistä sellaisia, joilla ei lennetä ollenkaan.

## 2.4.5 Lentomäärät päivässä $L_{Aeq}$

Valtioneuvoston päätöksestä melutason ohjearvoista (993/1992) käytettävä integrointiaika on 15 tai 9 tuntia. 15 tuntia päiväaikana ja 9 tuntia yöaikana.

Äänitasomallinnuksessa on lähdetty siitä, että lentomäärät päivää kohti oli jaettu vastaavilla lentopaikoilta saatujen tilastojen mukaisesti. Joiden perusteella vilkkaana lentopäivänä tapahtuu 1,59 % koko vuoden lentomäärästä.

kellonaikaväli	Tunniste	lennot yhteensä päivän aikana
07:00-22:00	päivä	132,0
22:00-07:00	yö	0,6

Yöaikaan ajoittuvat lennot ovat lentoja, jotka tapahtuvat siitä syystä, että sää on estänyt saapumisen aiemmin (alkuyö 22–24) tai lentäjä on tulevan huonon sään takia aikaistanut lähtöä aamuun (5-7), jotta hän pääsee poistumaan ennen huonomman sään saapumista. Näissä molemmissa tapauksissa sää on todennäköisesti päiväaikaan huono, joten kokonaislentomäärä (päiväaikaan) jää vähäisemmäksi kuin tuo maksimi. Tuo lentojen määrä sisältää lentoonlähdön ja saapumisen. Joten operaatiomäärä on tuohon numeroarvoon nähden kaksinkertainen.

Vertailussa nostettu yölentojen määrä nelinkertaiseksi. Eli 2,4 lentoon = yhteensä 4,8 operaatiota. Tämä on enemmän kuin käytännössä on havaittu.

Seuraavissa laskenta esimerkeissä on käytetty vain helikopterilento profiileita ja äänilähdettä. Jolloin vertailu keskenään on helpompaa, koska melualue on säännöllisemmän muotoinen kuin lentokoneilla.

### 2.4.5.1 $L_{DEN}$

kellonaikaväli	Tunniste	lennot yhteensä päivän aikana
07:00-19:00	D	16,2
19:00-22:00	E	6,6
22:00-07:00	N	0,4

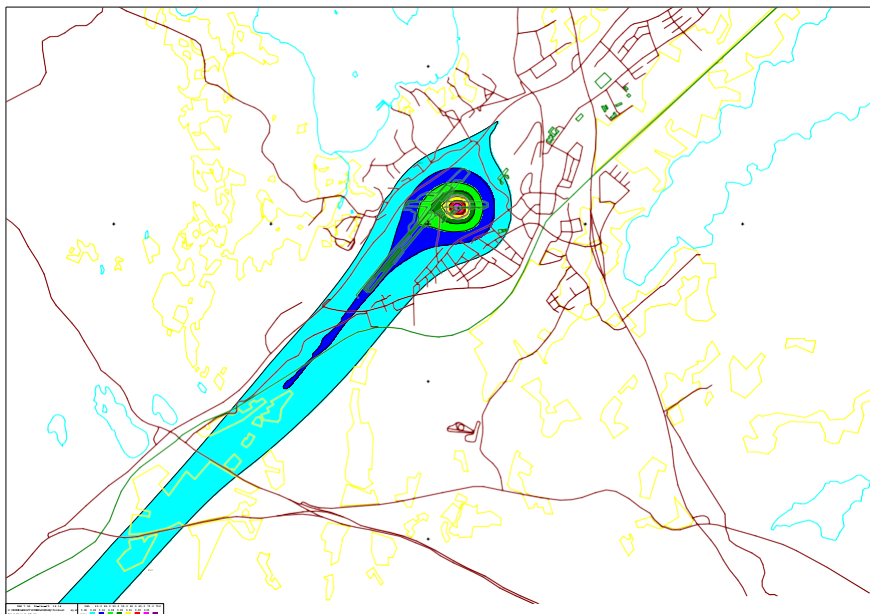
### 2.4.5.2 $L_{Aeq}$

kellonaikaväli	Tunniste	lennot yhteensä päivän aikana
07:00-22:00	päivä	132,0
22:00-07:00	yö	2,4

### 2.4.6 $L_{DEN}$ Tulokset ja Tarkastelu

Seuraaviin kuviin on mallinnettu helikopterilentoja eri sovitus menetelmillä.  $L_{DEN}$  vertailuarvot Ilmailulain ja meludirektiivin (2002/49/EY) mukaisesti.  $L_{DEN}$  arvoille ei ole ohjearvoa muille kuin lentoasemille.

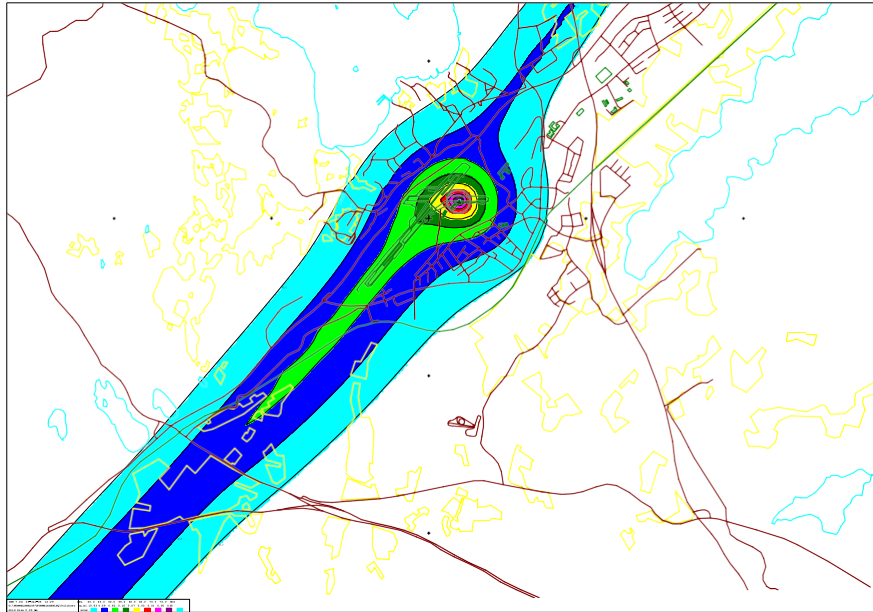
Vaalean sininen 40 dB(A) alue on suuruudeltaan 932,8 hehtaaria.



## 2.4.7 $L_{Aeq}$ päiväaika

$L_{Aeq}$  (7–22) dB(A) vertailuarvot.

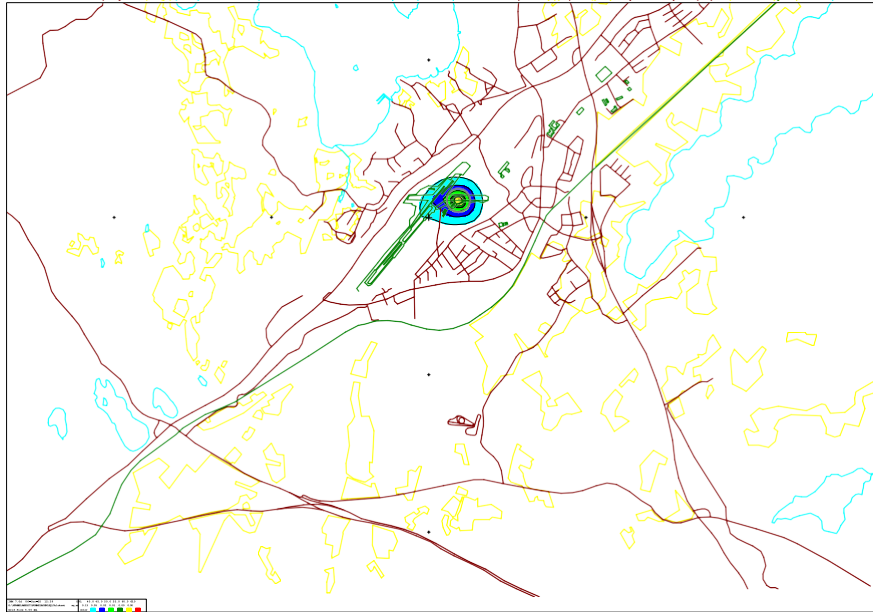
Vaalean sininen 40 dB(A) alue on suuruudeltaan 2752,5 hehtaaria.



## 2.4.8 $L_{Aeq}$ Yöaika

$L_{Aeq}$  (22-7) dB(A) vertailuarvot.

Vaalean sininen 40 dB(A) alue on suuruudeltaan 32,7 hehtaaria.



Eri ääni-indikaattoreilla 40 dB(A) (joka ei ole mikään raja-arvo, vaan **luonnon taustäänen voimakkuus kevyellä tuulella**) alueen suuruudet ovat:

indikaattori	jakso	40 dB(A) alueen koko
$L_{Aeq}$	päivä	2752,5 hehtaaria
$L_{Aeq}$	yö	32,7 hehtaaria
LDEN	vuosi	932,8 hehtaaria

## 2.5 Hetkellinen enimmäisäänitaso

Kansallista ohjeistusta ei ole hetkellisille enimmäisäänitasoille. Ilma-alusten hetkellisen enimmäisäänitason maksimille toimivaltainen viranomainen on Euroopan lentoturvallisuusvirasto (EASA), jonka toimivalta on määrätty Euroopan Parlamentin ja Neuvoston Asetuksella (EY) N:o 216/2008 (annettu 20 päivänä helmikuuta 2008). Em. asetuksen mukainen toimeenpanoasetus enimmäismelusta on CS-36. Lentopaikalla käytettävät ilma-alukset ovat em. toimeenpanoasetuksen mukaiset. Linkit asetuksiin:

- (EY) N:o 216/2008
  - <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:02008R0216-20160126&from=EN>
- CS-36
  - <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Annex%20to%20ED%20Decision%202016-002-R.pdf>

Hetkellinen tarkoittaa nimensä mukaisesti hetkellistä äänitason, joka lentokoneilla on tyypillisesti 5 - 10 sekunnin pituinen ajanjakso, riippuen ohittavan lentokoneen nopeudesta ja etäisyydestä.

### 2.5.1 Hetkellinen äänitaso

Äänitason määrän muuttamiseksi lukuarvoksi on käytössä noin 25 eri menetelmää. Ilmailussa käytössä on lähinnä seuraavat viittä menetelmää lentomelun arvottamiseen.

Näitä ovat:

- dB(A), joka arvottaa äänenpaineen A painotuksella dB(A) asteikolle. Yleisilmailun ilma-alusten tyyppihyväksynnän melurajat on määritetty tällä asteikolla /3/,
- EPNdB (sanoista "effective perceived noise level,") joka on painotus, jolla liikennelentokoneiden tyyppihyväksynnän melurajat on määritetty /3/,
- SEL (sanoista "single event level,") jolla annetaan yhden melutapahtuman, kuten lentokoneen ylilennon, lentoonlähden tai laskeutumisen meluarvon tietyssä pisteessä maastoa. Tässä otetaan huomioon myös kesto.
- $L_{MAX}$ ,  $L_{MAX}$  on yhden melutapahtuman suurin (hetkellinen) äänitason arvo.
- $L_{DEN}$  is äänienergian laskentapainotus, jossa ilta ja yö aikaiselle äänitapahtumalle annetaan 5 dB(A) (ilta) tai 10 dB(A) (yö) lisärasite.
  - D= day on 07-18 paikallista aikaa, E = evening on kello 18 – 22 paikallista aikaa ja N = night on 22–07 paikallista aikaa.
  - Tässä kaikki äänitapahtumat (annetussa ajassa) lasketaan yhteen ja äänienergia jaetaan annettuun aikajaksoon.  $L_{DEN}$  arvoja on vain yksi koko vuorokaudelle.
- $L_{Aeq(7-22)}$  dB(A) on ekvivalentti äänitaso (keskiäänitaso) aikajaksolle kello 7–22 paikallista aikaa. Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista /8/ käyttää tätä yksikköä.
- $L_{Aeq(22-7)}$  dB(A) on ekvivalentti äänitaso (keskiäänitaso) aikajaksolle kello 22–07 paikallista aikaa, eli yöaika /8/

### 2.5.2 Äänen voimakkuuden asteikko

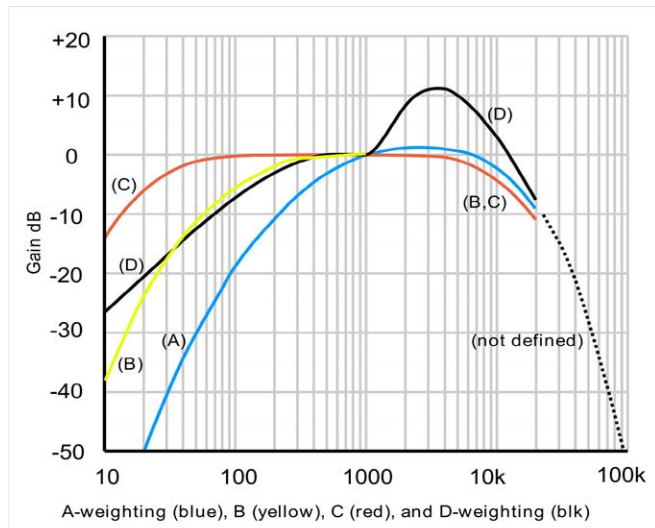
Äänitason mittaamisessa on otettava myös ihmisen fysiologia huomioon. Sama äänenpaine (paineyksiköissä) kuulostaa eri voimakkuiselta jos sen taajuus on erilainen. Tämän arvioimiseksi on kehitetty äänitason mittauksen painotus. Ja yleisin on ns. A - painotus. Painotus perustuu 1933 tehtyihin mittauksiin /2/, jossa joukko ihmisiä arvioi miten eri taajuiset äänet kuulostavat. Painotus toimii edelleen varsin hyvin, mutta sen puutteena pidetään, että se toimii hyvin vain hiljaisilla äänentasoilla. On myös muistettava, että se on joukolla ihmisiä saatu keskimääräisesti edustava tulos. Yksilöeroja eri ihmisten välillä on. Havainnot uusissa tutkimuksissa paljastaa, että ihmisten välillä on jopa 10–15 dB eroja erityisesti matalilla taajuuksilla (jota lentomelua on).



Oheisessa kuvassa sininen käyrä on A-painotus käyrä. Ihmisen korva on monimuotoinen instrumentti, jonka tarkka kuvaus yhdellä painotuskäyrällä on lähes mahdoton tehtävä.

A-painotus on puutteista huolimatta käytössä lähes yksinomaan kaikissa rajoituksissa mitä äänitasosta on säädetty.

Äänitason yksikkö desibelin asteikko on logaritminen. 3 dB ero tarkoittaa kaksikertaistumista.



Logaritminen asteikko tarkoittaa myös yhteenlaskussa normaalista aritmetiikasta eroavaa tulosta /10/, esimerkiksi:

$$60 \text{ dB} + 60 \text{ dB} = 63 \text{ dB}, \text{ ja } 80 \text{ dB} + 80 \text{ dB} = 83 \text{ dB}$$

eri suuria ääniä yhteen laskettaessa suurempi dominoi. Esimerkiksi:

$$60.0 \text{ dB} + 70.0 \text{ dB} = 70.4 \text{ dB}.$$

### 2.5.3 Mitä

Katsellaan vaikka yhtä Suomen yleisintä pienlentokonetta, tyyppiä Ikarus C42.

Sen tyyppitarkastus asiakirjoista selviää, että lentokoneen hyväksynnässä mitatuksi äänitasoksi on saatu:

$$60,0 \text{ dB(A)} \quad /4/.$$

Verrataan tätä hieman suurempaan lentokoneeseen, tyyppiä Cessna C152.

Sen tyyppihyväksynnän äänitaso on:

$$55,0 \text{ dB(A)} \quad /5/.$$

Tarkoittaako tämä, että Ikarus on 5 dB(A) meluisampi kuin Cessna?

Ei tarkoita, koska koneiden tyyppihyväksyntä perusteet, ja sen takia melumittausmenetelmä on erilainen. Samalla tavalla mitattuna Ikarus on noista kahdesta hiljaisempi.



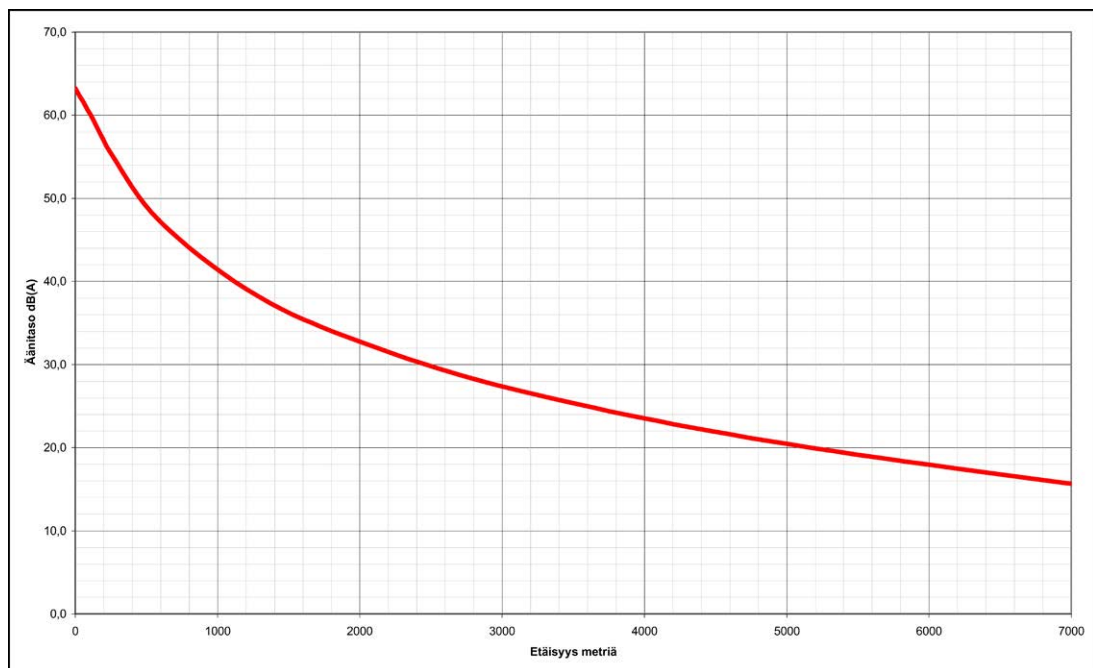
Lentoonlähdössä suoraan lentoreitin alla, kun koneen lentokorkeus on 122 metriä, Ikaruksen maksimi äänitaso on 73,2 dB(A) ja Cessnalla se on 75,8 dB(A). Tuon korkeuden kumpikin kone saavuttaa noin 2 km lentoonlähdön aloittamisesta. Ja oikeasti Ikarus on tuossa kohtaa korkeammalla, joten samasta maaston pisteestä sen äänitaso on tuotakin arvoa pienempi.

Jos olisit laskeutuvan koneen alla, Ikaruksen alla äänitasomittarin huippuarvo olisi noin 52,8 dB(A) ja Cessnalla 56,8 dB(A).

Tarkastellaan yhtä lentokonetta eri kohdista maanpinnalla. Lentokone lentää yleensä niin korkealla, että se näkyy metsän yms. yläpuolella. Eli kuuntelijalla on suora näköyhteys koneeseen. Tällöin ei metsä tms. vaimenna ääntä. Tilanne on siis melun kannalta pahin mahdollinen.

Arvioidaanpa miten vaakalennossa liikkuva Ikarus C42 meluaa. Lentokorkeus olkoon sääntöjen sallima minimi 150 m. Kone lentää tyypillisellä matkalentoasetuksella tyynellä säällä.

Suoraan alapuolella äänitasomittarin maksimiksi tulee 63,3 dB(A), kauempana vähemmän.



Noin kilometrin päässä yksittäisen lentokoneen ääni on suunnilleen hiljaisena päivänä luonnon taustamelun luokkaa. Kun tunnistettavan äänen, jota lentokoneen ääni on, taso vaipuu alle taustamelun äänitason, se on edelleen tunnistettavissa, mutta äänitasomittarissa sen vaikutus häviää nopeasti havaitsemattomaksi.

## 2.5.4 Eräs mittaus

7.9.2023 suoritettiin Nurmijärvi-Savikon lentopaikalla äänitasomittaus. Päivä oli sään suhteen ihanteellinen, täysin tyyni koko päivänä. Mittauksen tarkoitus oli verrata sitä aiemman ympäristöluvan liitteenä olleeseen mittaukseen.

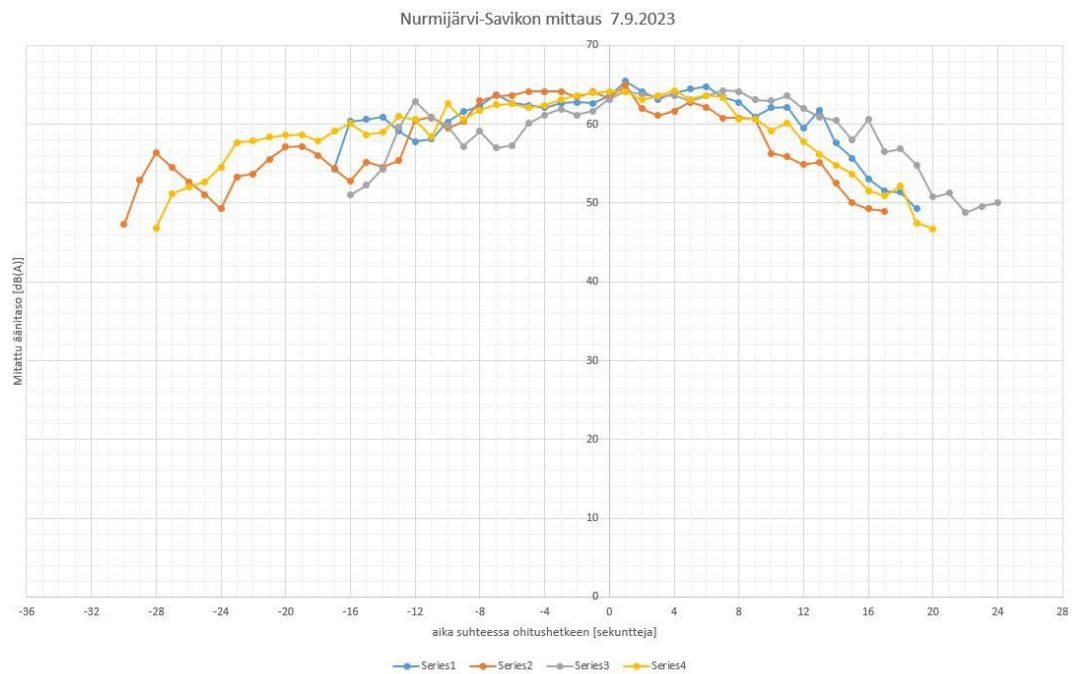
Mittaus tehtiin aikaisemman mittauksen (2010) paikoista ja samalla lentokoneella. Paikkoja oli kolme ja lentokone OH-PAE tyypiltään Piper PA J-3. Tämän tyyppisiä lentokoneita on myös Nummelassa.

Täydellinen tyyni ilma mahdollisti mittauspaikalta 1,5 km päässä olevan moottoritien liikenteestä yksittäisten autojen tunnistamisen.

Helsinki-Vantaan lentoasemalle (joka on 23 km päässä) laskua tekevät liikenne- koneet, jotka ko. kohdassa ovat noin 600 metrin korkeudessa tehoasetuksen ollessa pieni, aiheuttivat niin paljon ääntä, että niistä äänitaso oli sellainen, että ko. mittaus piti hylätä. Tämä liikennekoneen (Airbus?) äänitaso ja sen ero mittauskohteeseen oli vähemmän kuin 10 dB.

Ohessa tulokset mittauspisteestä B, joka sijaitti 1000 m lähtöpisteestä 130 metriä kiitotien keskilinjalta sivussa.

Oheisessa graafissa on neljän mittauksen tulokset. Mittapisteitä oli sekunnin välein, sekunnin aikavakiolla. Tuloksiin rajattiin ne mittapisteet, joissa tulos oli pysyvästi suurempi kuin huippuarvo miinus 10 dB. Mittapisteiden arvot muutettu laskennallisesti vastaamaan samaa ohitusetäisyyttä 179,4 m. Ohitusetäisyyksien keskihajonta oli vain 14,9 m, joka on erittäin pieni hajonta.



Varsin hitaan ohilentävän lentokoneen ääni on 10 dB ikkunassa noin 30 sekuntia. Tämä aika riippuu tietenkin lentokoneen nopeudesta.

Nummelan kentän kalustosta tämä vastaa hitaampaa luokkaa. Tuo mittaus etäisyys on melko tarkkaan sama kuin kenttäalueen puuston reunasta reunaan etäisyys.

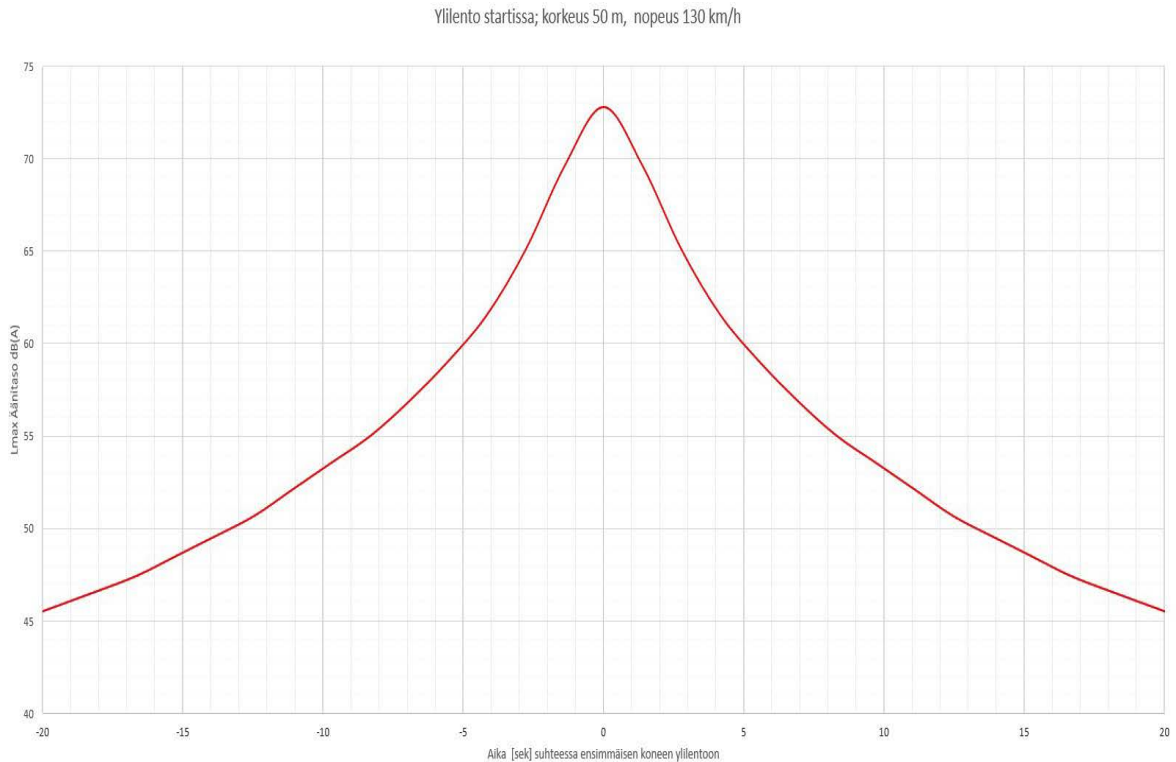
## 2.5.5 Yhteenveto

Kun yhdistetään edelliset käytäntöön, saadaan seuraava analyysi.

Lentokone: Ikarus C42  
 lentonopeus nousussa: 130 km/h  
 Arviointi pisteessä korkeus: 50 metriä

Ko. lentokone on tyynellä tuossa korkeudessa 1133 metrin päässä lähtökiidon aloituksesta. Eli lentoonlähdössä Nummelan kiitoradalla 22 juuri kiitoradan loppumiskohdalla.

Suoraan kiitoradalla, eli lentokoneen alapuolella huippuäänitaso  $LA_{max}$  arvot suhteessa ylityshetkeen ovat:

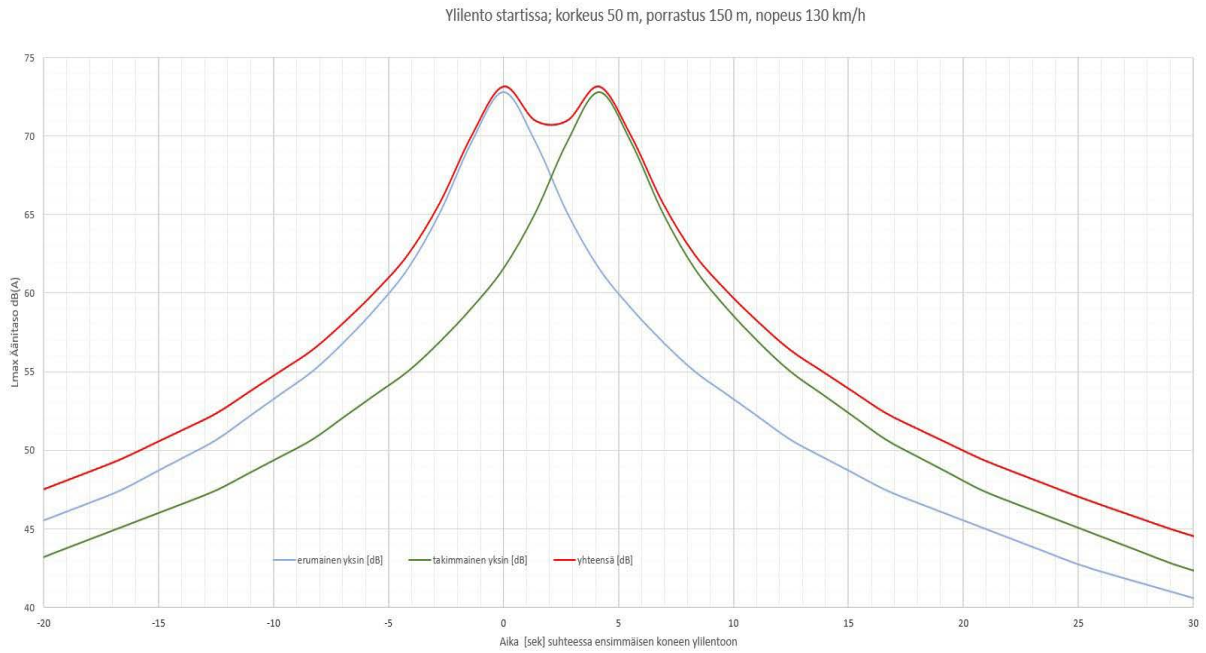


Suurin arvo on 72,8 dB(A) ja aika, jolloin arvo ylittää -10 dB(A) maksimista, on noin 6,5 sekuntia.

Tämä on yhden lennon huippuarvo. Jotta saadaan arvio, miten lentomäärien kasvaminen vaikuttaa, lasketaan seuraavaksi kahden peräkkäisen lennon huippuarvot. Kahden äänen yhteen laskeminen, katso kohtaa "2.5.2 Äänen voimakkuuden asteikko" sivulla 12.

Normaalisti lentäjä ei lähde lähtökiitoon, ennen kuin edeltävä lentokone on päässyt lentokentän toiseen päähän. Eli Nummelassa noin 1000 metrin päähän. Tämä on myös turvallisuus tekijä. Lentokoneen siivet jättävät ilmaan jättöpyörteen, johon osuminen voi aiheuttaa vaaratilanteen.

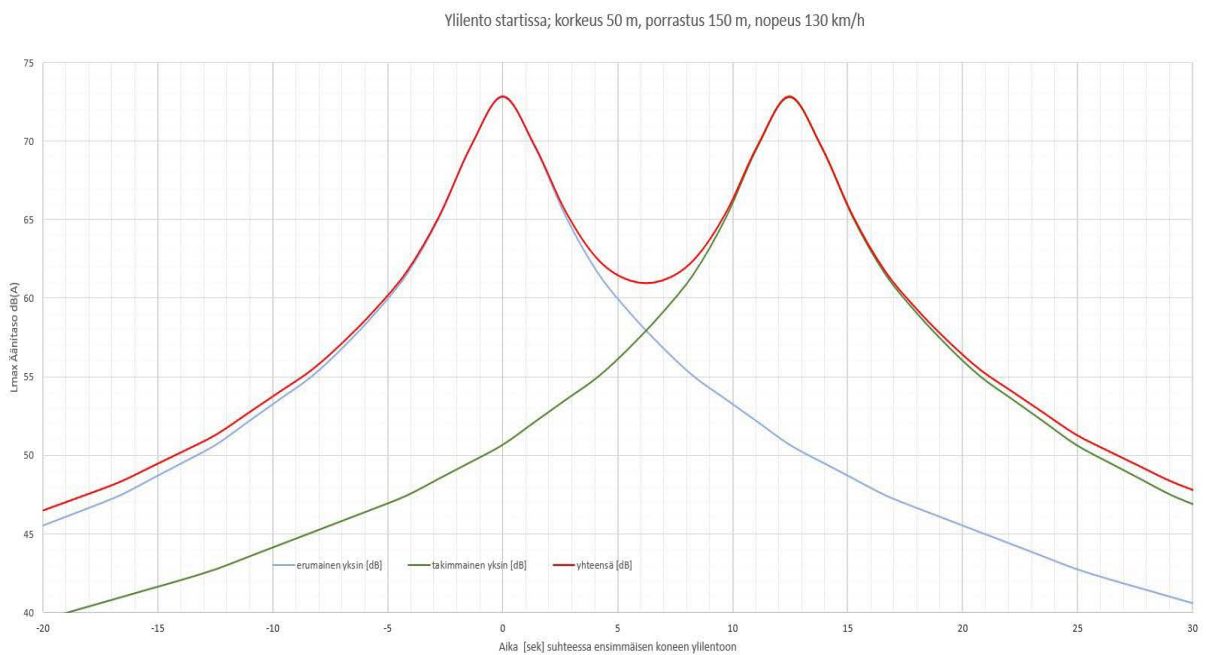
Mutta lasketaan ensin tilanne, jossa seuraava lentokone lähtisi heti kun edeltävä on irronnut maasta, eli se seuraisi ensimmäistä lentokonetta noin 150 metrin etäisyydellä.



Suurin arvo on 73,1 dB(A). Maksimi kasvasi noin 0,3 dB(A). Vertailuksi, sanotaan että pienin äänen voimakkuuden ero, jonka ihminen pystyy havaitsemaan, on noin 2 - 3 dB. Jos ääni muuttuu suoraan voimakkaammaksi tai hiljaisemmaksi. Harjaantunut kuuntelija pysyy erottamaan 1 dB eron.

Käytännössä noin lähellä edellä menevää lentokonetta kukaan ohjaaja ei lennä lentoonlähdössä (tai laskussa). Lisäksi jos edeltävä kone lähtee kiitoradan päästä, seuraavan pitää rullata sinne ja kääntyä radan suuntaan ennen lähtöä. Siihen kuluu helposti 10-15 sekuntia, jos ohjaaja on hyvin riipeä.

Realistinen kahden lentokoneen ero voisi olla 450 metriä (eli 15 sekuntia), jolloin:



Jolloin maksimiarvo on 72,9 dB(A). Kun käytetään enemmän desimaaleja, ero yksittäiseen ylilentoan 0,03 dB(A).

Voidaan hyvin todeta, että lentojen määrä ei vaikuta  $LA_{max}$  arvoon.

Liitteenä on mallinnukset Nummelan lentopaikalle hetkellisistä  $LA_{max}$  arvoista.

## 2.6 Päätelmä

Ilmailulaissa lentoasemille määrätty tapa simuloida valvotun lentopaikan melualueita, soveltuu säännöllistä reittiliikennettä harjoittaville lentoasemille. Mutta ei sovellu valvomattomalle lentopaikalle, jossa ei ole säännöllistä aikataulun mukaista liikennettä. Ympäristön häiriötä kokevalla on vaikea mieltää koko vuodelle jakautuvaa melua, liikenteen epäsäännöllisyyden takia.

Valtioneuvoston päätöksen melutason ohjearvoista (993/1992) mukainen ohjearvo, jossa melua tarkastellaan yhden päivän ajanjaksolla, soveltuu Nummelan kaltaiselle epäsäännöllisen toiminnan lentopaikalle selvästi paremmin.

Ympäristövaikutuksen analyysin ohjearvojen seuraamista varten tässä äänenpaineenmallinnuksessa selvitetään päiväajan keskiäänitasoa  $L_{Aeq(7-22)}$  dB(A) kuvaa- vien kynnysarvojen mukaisia alueita kentän lähistöllä. Sekä vastaavaa yöajan keskiäänitasoa. Nämä on mallinnettu arvioidulla lentomäärällä, joka tilastojen perusteella kuvaa todennäköistä vuoden vilkkaimman päivän liikennemäärää.

Nummela on vanhaa pysyvän asutuksen aluetta. Pysyvän asutuksen raja-arvo on päivällä 55 dB(A). Yöllä raja-arvot ovat asuinalueella 50 dB(A).

Ns. ympäristödirektiivin (2002/49/EY) mukaan indikaattoriäänitasot tulee määrittää koko vuoden kaikkien päivien perusteella. Koko vuoden ajalle keskiarvoistetun liikenneaineiston pohjalta lasketut äänenpaine-arvot eivät kuitenkaan kuvaa hyvin lentokentän toiminnalle tyypillisen vuodenajoittain vaihtelevan liikenteen äänenpaineen leviämistä. Siksi tässä raportissa on simuloitu kahden päivän äänenpaineen mallintamisella.

## 3 Nummelan Lentopaikka

Nummelan lentokenttä sijaitsee Vihdin kunnassa Nummelan taajaman länsi- reunalla. Kenttäalue sijaitsee Nummelanharjun päällä.

Lentokentällä on kaksi keskenään risteävää kiitotietä: 04/22 ja 09/27. Kiitotiet on nimetty kansainvälisen käytännön mukaisesti perustuen niiden ilmansuunnan astelukuun, josta jätetään viimeinen numero pois.

Kiitoratojen koordinaatit

	ast	min	sek	des	asteina	ast	min	sek	des	asteina
04	60	19	37	60,32692	24	16	16	24,28289		
22	60	20	7	60,33533	24	17	49	24,29681		
09	60	20	10	60,33600	24	17	40	24,29439		
27	60	20	10	60,33603	24	18	32	24,30886		

Pääkiitoradan päissä on lisäksi purjekoneiden hinaamista varten erillisen lento-ohjelmiston kiitoradat.

	ast	min	sek	des	asteina	ast	min	sek	des	asteina
04R	60	19	40	60,32769		24	17	8	24,28501	
22R	60	20	15	60,33738		24	17	59	24,29975	

Kiitoradat ovat päällystettyjä.

Kentästä on Lentopaikat nettisivulla julkaistu (<https://lentopaikat.fi/nummela-efnu/>) laskukierroskuviot ja muuta ohjeistusta.

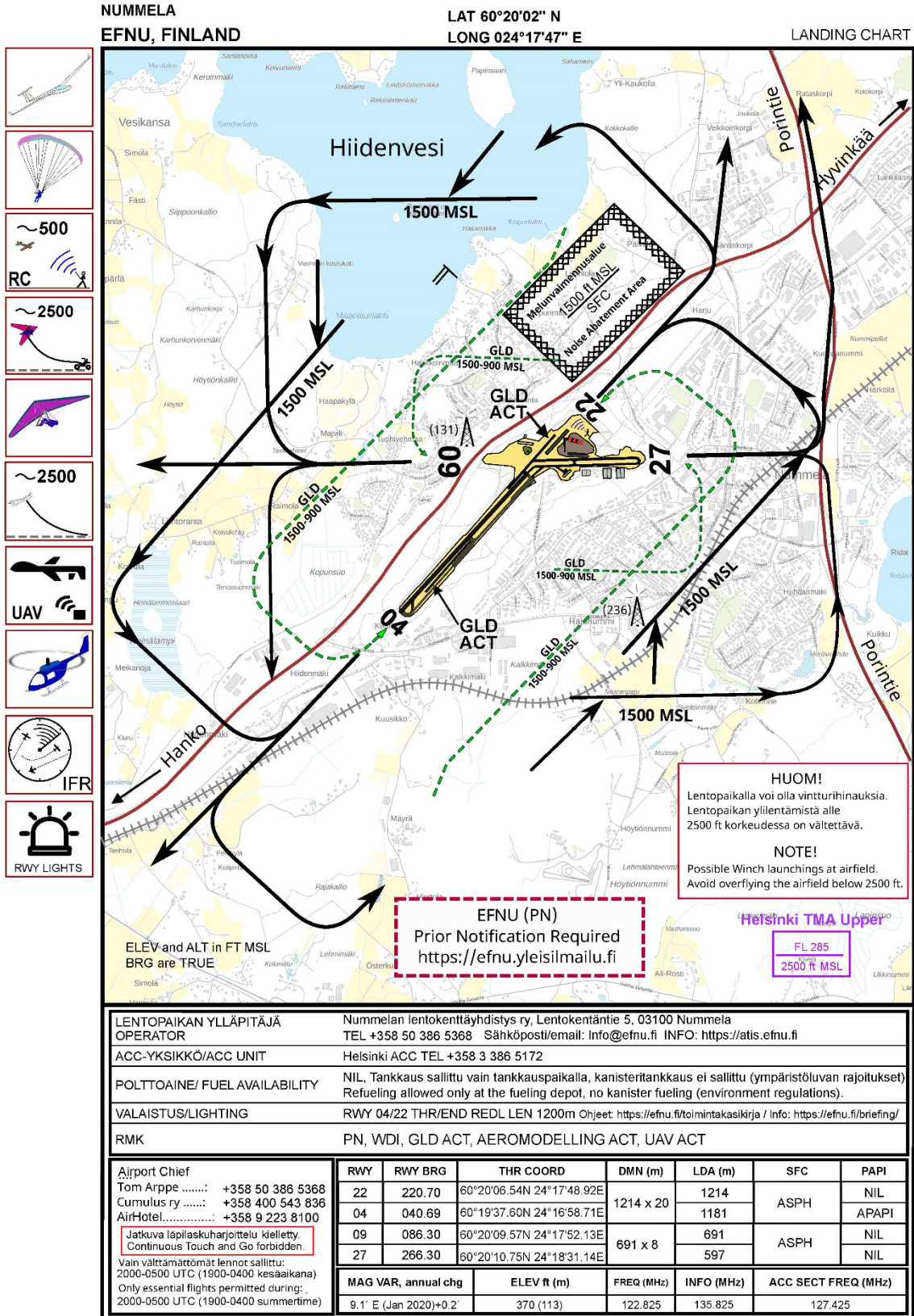
Kentällä ei ole lennonjohtoa, vaan ilma-alusten päälliköt hoitavat porrastukset itsenäisesti.

Koska kenttä on ns. korpikenttä, ei kentän ympärillä ole erikseen nimetty lähestymisaluetta, eikä saapuvaa/lähtevää liikennettä ohjata minkään erityisen ilmoittautumispaikan kautta. Liikenne siis jakautuu kaikkiin suuntiin melko tasaisesti.

Lentosääntöjen mukaisesti tiheään asutun alueen yläpuolella lentokorkeuden pitää olla vähintään 300 metriä (1000 jalkaa) maan pinnasta tai 300 metriä lähempänä olevan esteen yläpuolella. Muualla minimilentokorkeus on 150 metriä (500 jalkaa) alle 150 etäisyydellä olevan esteen yläpuolella (viite. Komission Täytäntöönpanoasetus (EU) N:o 923/2012). Paitsi lento-ohjelmiston ja laskeutumisen aikana. Nummolan keskusta on juuri alueella, jolla lentokoneet ovat lasku ja nousuvaiheessa.

Laskeutumiskartassa laskukierroskorkeudeksi on määritetty 1500 MSL, eli 1500 jalkaa keskimääräisen merenpinnan yläpuolella. Kentän korkeus on 113 metriä keskimääräisen merenpinnan yläpuolella. Eli suosituskorkeus on 346 metriä kentän pinnan yläpuolella. Eli laskukierros toteutetaan korkeammalla kuin mitä kentän ohittavat lentokoneet muuten saisivat lentää.





Kartan tekijä ei vastaa virheistä/Unofficial chart  
 Kartan mittasuhteet voivat poiketa todellisuudesta/Not in scale

Tom Arppe 05.11.2024



## 4 Nummelan Lentotoiminta

Ilma-alusten nousut ja laskut pyritään lentoturvallisuussyistä tekemään aina vastatuuleen. Ja useimmilla lentokoneilla on hyvin ankara rajoituksen myötätuulilähtöihin. Tästä syystä vallitseva tuulen suunta määrää ensisijaisesti käytettävän kiitotien. Kiitotien valintaan vaikuttavat kuitenkin myös muut tekijät, kuten kiitoteiden kunto ja vallitseva liikennetilanne.

Lentotoiminta Nummelassa voidaan jakaa kolmeen luokkaan:

- kentälle saapuviin/poistuviin lentoihin
- purjekoneiden hinauslentoihin
- laskukierroslentoihin.

Näiden erityispiirteitä ovat:

### 4.1 *Kentälle saapuvat/poistuvat lennot*

Saapuvan lentokoneen toimintaan voidaan vaikuttaa vain lentopaikan virallisella ohjeistuksella, joka on julkisesti saatavilla. Lentopaikasta julkaistaan lentopaikat.fi sivustolla laskukierroskartta, johon on merkitty noudatettavat laskeutumiskuviot ja korkeudet sekä ja mahdolliset meluvaimennusalueet ja mahdolliset lentorajoitukset.

Lähteviin lentokoneisiin pätevät samat säännöt.

Tilastoa, mistä saapuvat lentokoneet tulevat ja mihin lähtevät lentokoneet ovat menossa ei ole. Lentopaikan lähistöllä Helsinki-Vantaan lentoasema aiheuttaa sen, että idän suunnasta/suuntaan liikenne tulee olemaan vähäistä.

Lähteviin lentokoneisiin pätevät samat käyttäytymismallit.

Tässä mallinnuksessa saapuvien / lähtevien lentokoneiden suunta ei ole ratkaiseva. Koko äänenpaineen kannalta mielenkiintoinen alue on alueella, jossa lentoreittien lähtö/saapumiskuviot sijaitsevat.

### 4.2 *Purjekoneiden hinauslennot*

Hinaustoiminta on lentokeskuksen ohjeistamaa toimintaa. Oheisiin karttoihin on vihreällä täplällä merkitty purjekoneiden irrotuskohta, tämä on äänenpainemallinnuksen tarvitsema aputieto, todellisuudessa purjekone irrottaa, kun määräkorkeus on saavutettu ja paikka on turvallinen.

Tässä mallissa on mukana vain hinauslentokoneella tehtävät hinaukset, joita keskimäärin on noin 800–1000 kappaletta.

Nummelan seudulla vallitseva tuulensuunta on lounas. Mikäli tuulet vain sen sallivat (lentoturvallisuus), hinaukset suoritetaan radalta 22. Tuulen ollessa pohjoisen puolelta pyritään käyttämään rataa 04. Pääasiallinen syy on radan 04/22 pituus. Tälle radalle on olemassa kummassakin päässä erilliset lentoonlähtö kiitotiet, joita tässä mallinnuksessa on käytetty hinauksen lähtöpisteenä

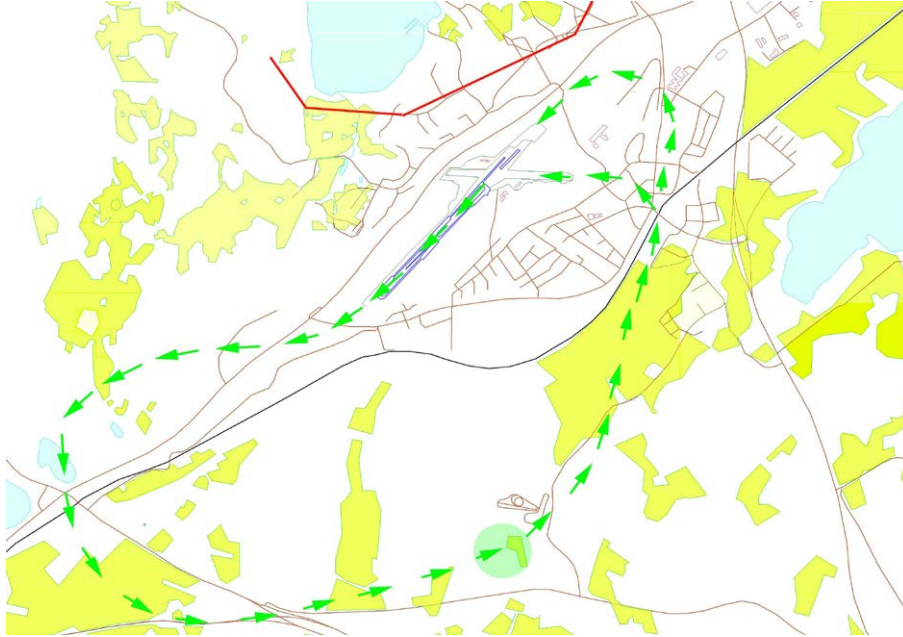
Poikkirataa (09/27) voi kyllä käyttää. Mutta rataa 27 käytetään vain, jos tuuli on erittäin voimakasta lännestä. 09 ei käytetä juuri koskaan purjelentotoimintaan.

Rataa 27 on kyllä käytetty mutta purjekonehinauksissa lentoreitti on yleensä pitkin harjun 22:en oikeata reunaa poispäin koska siinä nostaa rinnetuulella todella hyvin.

Mutta koska sen käyttöä ei ole kielletty, on sen käyttö mukana tässä mallinnuksessa 2% osuudella.

Seuraavassa on käytetyt purjekoneiden hinauslentojen lentoradat (hinaus- kone).

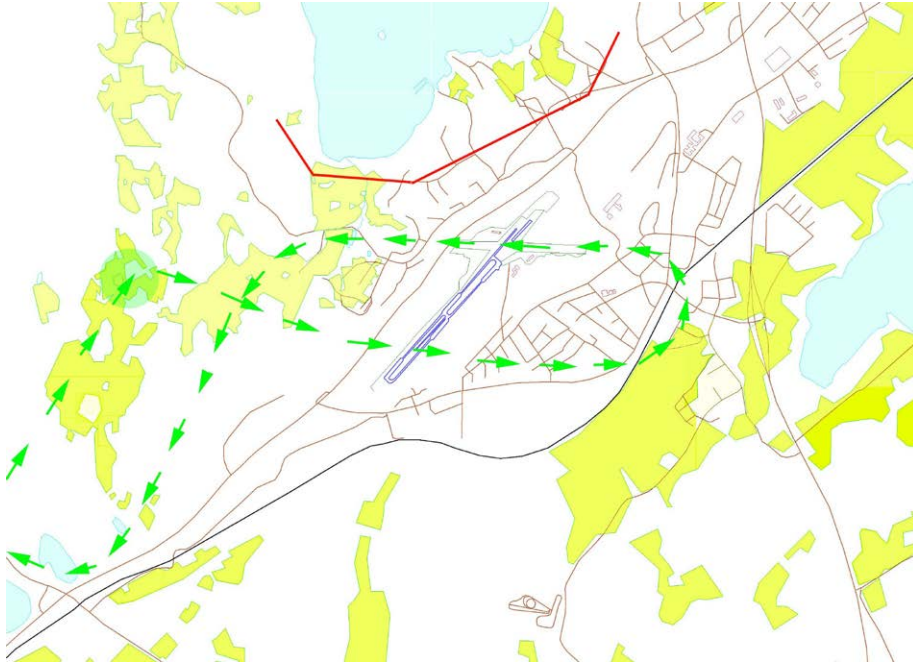
Hinaus 22, pääasiallinen suunta (65%), lentokorkeutta kerätään irrotuskohdan eteläpuolella.



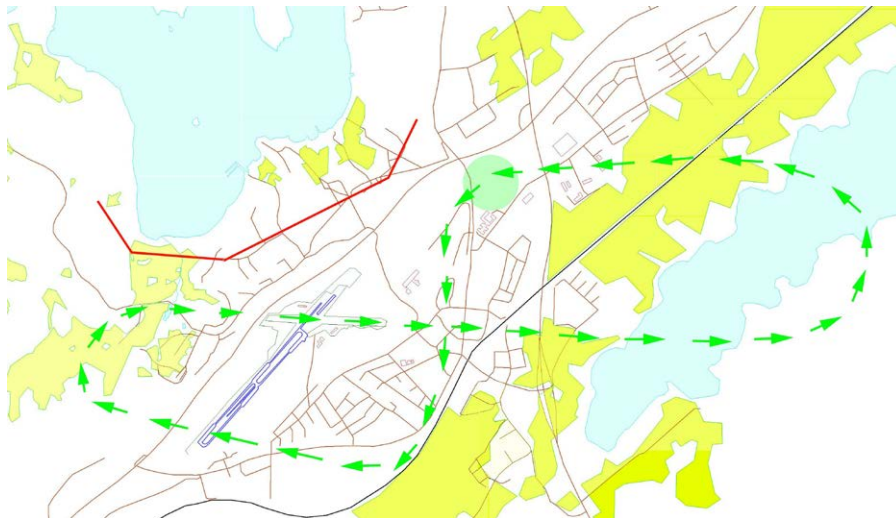
Hinaus 04, toissijainen suunta (25%), lentokorkeutta kerätään jatkamalla reittiä pohjoiseen.



Hinaus 27, vain tuulen estäessä pääradan (04/22) turvallisen käytön (8%), lentokorkeutta kerätään irrotuskohdan länsipuolella.



Hinaus 09, erittäin harvinainen suunta (2%), lentokorkeutta kerätään itäpuolen lenkkiä jatkamalla.



### **4.3 Laskukierros lento**

Lento, jossa ohjaaja suorittaa lentoonlähdon ja lentää sitten kentän kuvioiden mukaisesti samalle kiitoradalle laskuun. Tyypillisesti näitä kierroksia suoritetaan useita peräjälkeen. Tämä on tyypillinen lentäjän harjoitus, jota suoritetaan perus- lentokoulutuksessa ja myöskin lentäjän kerratessa myöhemmin. Koulutustoiminnan takia näitä ennustetaan olevan myös hieman. Pääosin lentokoulutuksen laskukierroskoulutus tehdään muualla (Kiikala).

Kentällä on käytössä vasemmanpuoleinen laskukierros kaikille radoille.

Laskeutumiskartassa on myös purjekoneiden käyttämät kierroskuviot. Niiden merkitys äänenpainemallinnuksessa on häviävän pieni, eikä niitä ole mukana mallinnuksessa. Matalalla olevan purjekoneen äänen (suhina) ihminen juuri ja juuri pystyy tunnistamaan, mikäli tuuli on heikko. Tunnistaminen edellyttää yleensä myös näköhavaintoa purjekoneesta, jolloin suhinan suunta auttaa tunnistamiseen. Normaaleilla äänenpainemittausmenetelmillä sitä ei saada edes esiin.

### **4.4 Kenttää ohittava liikenne**

Lentoliikenne, joka ei ole tulossa Nummelan kentälle tai lähtemässä sieltä ei näy tässä mallinnuksessa. Mutta maassa oleva henkilö havaitsee ja kuulee sen. Eikä hänellä voi olla tietoa, että kyseinen ilma-alue ei kuulu Nummelan omaan liikenteeseen.

Nummelan lentopaikan ympärillä on radio käyttöalue (RMZ), joka edellyttää, että siinä oleva ilma-alue on varustettu radiolla, mutta se ei estä lentämästä alueen läpi.

Myöskin Helsinki-Vantaan liikenteestä osa ylittää Nummelan. Jos muuten on hiljainen tilanne, näiden saapuvien tai lähtevien suurten lentokoneiden ääni on kuultavissa.

Ainakin Helsinki-Vantaan lähtevästä liikenteestä vakiomenetelmät: ADIVO 4Z, ADIVO 5C menevät suoraan Nummelan yli. ADIVO 4P, ADIVO 4N, ADIVO 5D kulkevat etelän puolelta moottoritien kohdalla yli.

Lähestymisistä LAKUT 6V, LAKUT 7A LAKUT 8M, LAKUT 8W, LAKUT 9B, MAROM 3V, MAROM 7B, LAKUT 9R kulkee Vihdin keskustan pohjoispuolelta. Näiden käyttämä suunnistuspiste ja suunnistuslaite "Vihti DME" sijaitsee noin 4,5 km Vihdin keskustan pohjoispuolella.

## 4.5 Lentoreitit

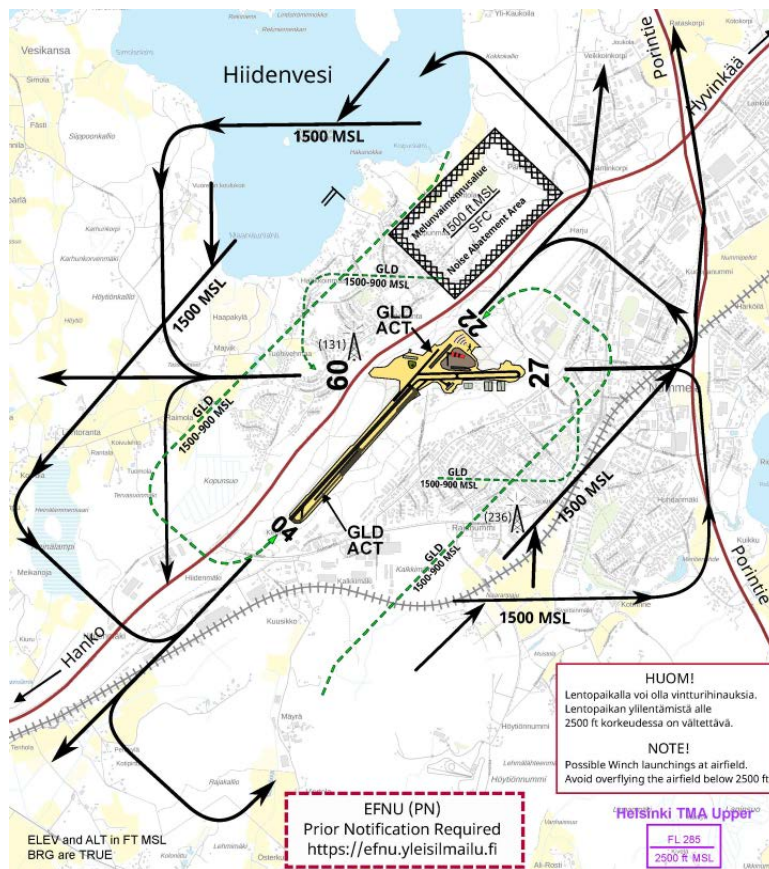
Laskennassa käytetyt lentoreitit ovat:

### 4.5.1 Purjekoneiden hinaus

Hinauslentäjän ohjeistuksen mukaiset. Kaaviot reiteistä esitetty aikaisemmin.

### 4.5.2 Saapuva/poistuva

Eli matkalennoiksi nimetyt lennot. Saapuminen kentän laskeutumiskartan mukaisesti (kuvan nuolet, jotka ovat sisäänpäin) ja matkalennolle lähtö suoraan starttiradan suuntaisesti poispäin. (kuvan nuolet, jotka osoittavat ulospäin). Lisäksi lähtevä lentoliikenne on ohjeistettu seuraamaan maanteitä poistuessaan.



### 4.5.3 Laskukierroslentäminen

Laskeutumiskartan mukainen myötätuulesta laskuun ja edellisen kartan mukainen starttiin ja sivutuuliosuudelle.

### 4.5.4 Helikopterit

Näissä helikoptereissa ei ole pyöriä, joten niiden pitää kenttäalueella siirtyä paikasta toiseen ns. "ilmarullauksella", siinä helikopteri on metrin parin korkeudessa leijumassa ja lentää paikasta toiseen, pienellä nopeudella. Joten näiden helikoptereiden lento alkaa/päättyy pysäköintipaikalta/-lle. Joka on poikkiradan itäpäässä radan eteläpuolella olevien hallien edessä.



## 5 Nummelan Lentomäärät

### 5.1 Laskennallinen jakautuma

Ympäristödirektiivin mukaisesti kaikki lentotoiminta pitäisi jakaa tasan koko vuoden ajalle jokaiselle päivälle, mutta tällainen määrittäminen ( $L_{DEN}$ ) ei anna toiminnan luonteen kannalta oikeaa (reilua) kuvaa lentotoiminnasta aiheutuvista äänistä. Vuodessa on paljon päiviä, jolla lentotoimintaan ei ole ollenkaan.

Ympäristödirektiivi olettaa, että lentotoiminta olisi saman luonteista kuin liikennelentokentällä tapahtuva reittiliikenne, joka tapahtuu aikataulun mukaisesti vuoden ympäri, säästä riippumatta. Tyypillisesti harrastelentokoneilla lennetään vuodessa enintään 100 lentotuntia, jotka keskittyvät kevätkesäkauteen. Nummelan lentopaikkaa kotikenttänä pitävien koneiden lentomäärät yhteensä on arvioitu olevan noin 100–150 tuntia. Nämä ja purjelentotoiminta ajoittuvat kesäkauteen painottuen.

Kentällä on kaupallista lentokoulutusta antavia yrityksiä (BF-Lento ja NW-Aviation), ne jakautuvat tasaisemmin koko vuodelle ja lentomäärä on suurempi, arviolta 300 lentotuntia vuodessa konetta kohden. Kaupallisen lentokoulutuksen lennot noudattavat kuitenkin samansuuntaista lentojen jakautumaa kuin puhtaat harrastelennot, säärajoitusten takia.

### 5.2 Suurin mahdollinen lentomäärä

Tässä raportissa käytetään määritelmää; yksittäinen lento koostuu lentoonlähdestä ja lennon päätteeksi laskusta. Eräissä muissa äänitasomallinnuksissa on käytetty operaatiomäärän määritelmää, lentoonlähde tai laskeutuminen. Tämän raportin yksi (1) lento on siis kaksi (2) operaatiota.

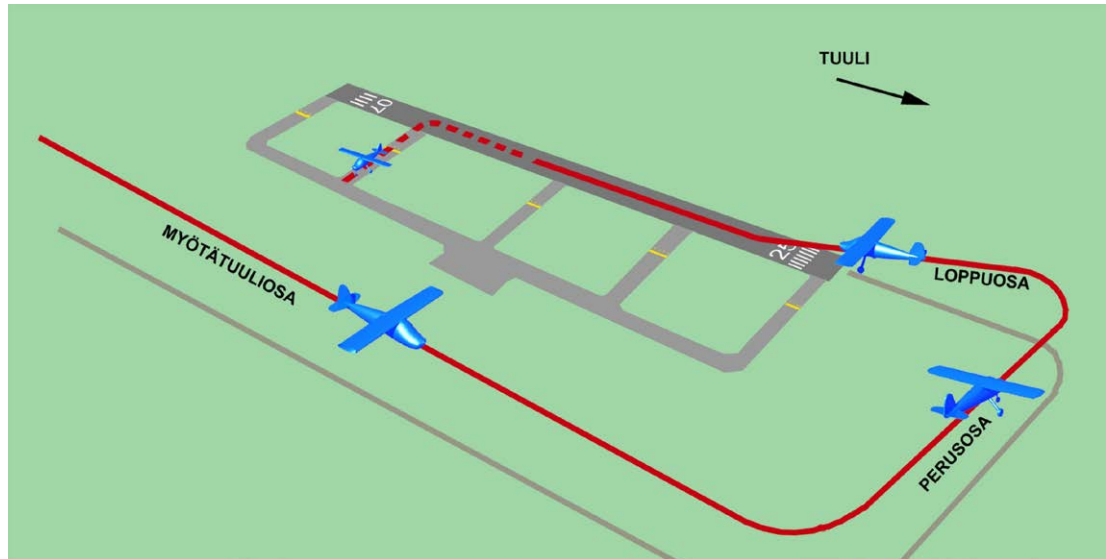
Laskeutuminen tapahtuu, kentän ohjeistuksen mukaisesti, lähestymisestä pohjoisesta tai etelästä. Tämän jälkeen ohjaaja hakeutuu tuulen mukaisesti käytettävän kiitoradan myötätuuliosalla. Kuvituksessa on käytössä kiitotie 25.

Myötätuuliosalla (radalle 25) lentäjä tekee radiolla liikenneilmoituksen muulle liikenteelle, että hän on myötätuuliosalla radalle 25. Jolloin muut lennossa olevat ja maassa olevat tulevat tietoisiksi lähestyvistä koneista, ja osaavat ottaa sen liikkeen huomioon. Samalla myötätuuliosalla lentäjä tarkkailee kentän liikennettä (aina on mahdollista, että radiottomia koneita/autoja yms. on liikkeellä), koneen päällikkö on aina vastuussa muun liikenteen huomioimisesta. Lentosääntöjen mukaisesti purjekoneella on etuoikeus laskuun.

Myötätuuliosalla lentäjä tekee laskuun valmistautumista, vauhdin hiljentämistä jne. Lentäjä pyrkii säätämään nopeutensa niin, että edellä menevät koneet pääsevät pois kiitoalueelta ennen kuin hän aloittaa loppulähestymisen.

Perusosalla laskuun valmistautuminen jatkuu ja yleensä perusosan lopussa lentäjän päätös lähestymisen jatkamisesta (laskuun asti) tai lähestymisen keskeyttämisestä, alkaa valmistua. Jos kiitoradalla on toinen lentokone, lentäjät on opetettu keskeyttämään lähestymisen. Kaikki lentäjät pyrkivät laskeutumaan vain, jos kiito-rata on esteetön. Eli edellinen laskeutunut kone on maassa ja poistunut kiito- rata-alueelta. Tai edellä lentoonlähde suorittava lentokone on kiihdyttämässä ja alkunousua suorittamassa. Tämä porrastus muuhun liikenteeseen on päällikön vastuulla.

Edellä lentävä kone (varsinkin jos se on suurempi lentokone kuin itsellä on) aiheuttaa jättöpyörteen, jotka ovat vaaraksi seuraavalle koneelle. Mikäli edessä oleva lentokone on seuraavaksi suurempaa kokoluokkaa, yleinen ohjeistus on seurata konetta vähintään 2 minuutin päässä. Samankokoisilla koneilla jättöpyörrevaara on pienempi, mutta olemassa. Tämän takia koneet jättävät väliä.



Jos rata on vapaa lentäjä suorittaa loppulähestymisen loppuun, joka päättyy kosketukseen kiitoradalle.

Sen jälkeen lentäjä hidastaa vauhtia, kunnes vauhti on laskenut rullausnopeuteen (kuvassa missä yhtenäinen punainen viiva päättyy. Vasta kun nopeus on rullausnopeus (käytännössä voi ajatella, että nopeus hidastetaan pysähdyksiin ja sitten vasta aloitetaan rullaus), lentäjä valitsee poistumistien kiitoradalta. Nummelassa ei ole kuvan kaltaisia rullausteitä, vaan rullaus pysäköintipaikalle tehdään radan sivussa. Rullaus tapahtuu varsin pienellä nopeudella, konetyypistä riippuen jopa kävelyvauhtiin asti. Tämä vastaan laskeutuvaa konetta rullaa kone aiheuttaa laskevan koneen päällikölle lisäseurattavaa.

Tästä saadaan aika minkä yksi laskeutuminen / lentoonlähtö varaa aikaa. Tässä käytetty ehkä yleisimmän ultran (Ikarus C42) arvoja

#### Lentoonlähtö:

	matka [m]	nopeus [km/h]	aika [sec]
rullaus radalle	50	8	6,3
lentoonlähdon valmistelu	0	0	10
kiihdytys	150	0 - 100	14
alkunousu	350	100	12,6
yhteensä			42,9

## Laskeutuminen:

	matka [m]	nopeus [km/h]	aika [sec]
Perusosa	455	110	14,9
loppuosa	670	100	24,1
jarrutus	193	100 - 8	13,9
rullaus pois	295	8	36,9
yhteensä			89,8

Jos seuraava kone olisi täsmälleen oikeassa paikassa, koneiden väli voisi olla 133 sekuntia. Jos se on mitään muuta, siitä tulee vastaava viivytys. Paras strategia olisi jättää vähän väliä, jolloin vältetään lähestymisen keskeytys. Koska siitä aiheutuu heti läsiivytystä jonossa pykälän päässä olevalla seuraavalle koneelle. Käytännön kokemuksen kautta päädytty arvioon, että tällä valvomattomalla lentopaikalla (jossa ohjaajat suorittavat porrastuksen itse), 20 lentoa (20 lentoonlähtöä ja 20 laskeutumista) tunnissa limitettynä siten että laskeutuvan koneen jälkeen, on heti lähdössä lentokone lentoonlähtöön, on käytännön maksimi, jos liikenne on lähtevää ja saapuvaa lentoliikennettä. Pelkkää laskukierrosta on käytännössä havaittu, että yhdellä lentokoneella noin 8 laskua per puolituntia on rajana. Samaan laskukierrokseen mahtuu 3–4 konetta, joten lentomääräraja on 56 lentoa tunnissa.

Epäonnistuneita laskukierroksia tulee kyllä pakosta, kun kokonaislentomäärä on noin suuri. Aina joku epäonnistuu sovittamisessa ja lähestymisen keskeyttäminen on pakko tehdä.

Tämän perusteella maksimisuoritteeksi on arvioitu saavutettavan enimmillään 20 saapumis-/lähtemislentoa, laskukierros lentoa ja purjekonehinauksia tunnissa suhteissa (20/0/0), (16/4/2), (10/8/6). Yksi lento on kaksi operaatiota, joten 20 saapumis-/lähtemislentoa voi tarkoittaa myös pelkästään 40 lähtevää lentokonetta tai pelkästään 40 saapuvaa lentokonetta.

Nämä jakautuvat päivälle tyypillisesti seuraavasti:

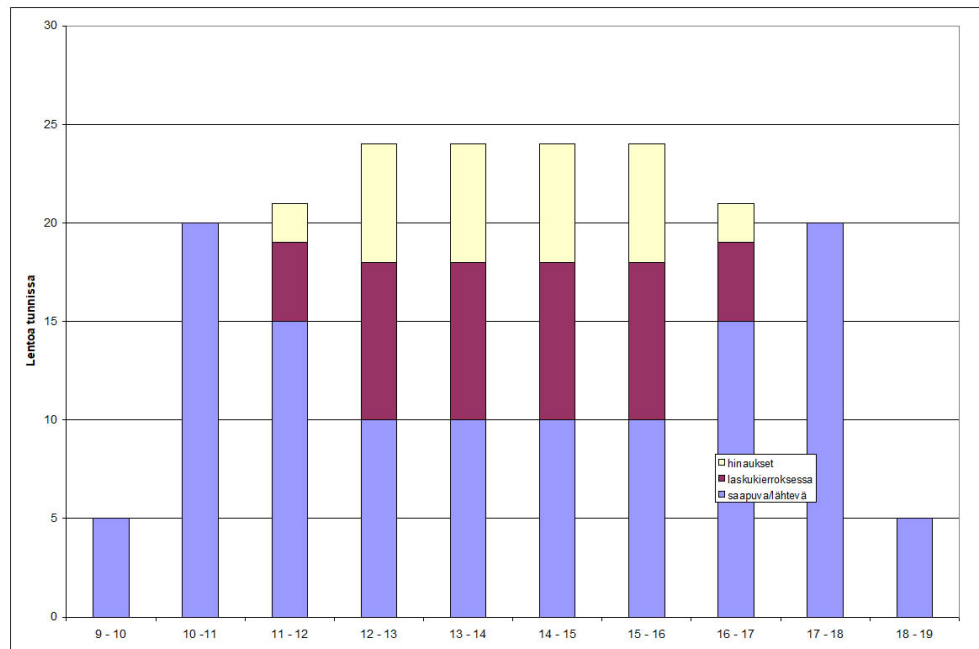
kellon aikaväli	lähtevä / poistuvia	laskukierroksessa	Purjekonehinauksia
7 - 8	0	0	0
8 - 9	0	0	0
9 - 10	5	0	0
10 - 11	20	0	0
11 - 12	15	4	2
12 - 13	10	8	6
13 - 14	10	8	6
14 - 15	10	8	6
15 - 16	10	8	6
16 - 17	15	4	2
17 - 18	20	0	1
18 - 19	5	0	0
19 - 20	1	0	0
20 - 22	0	0	0



Tässä on yhteensä 192 lentoa (192 lentoonlähtöä ja 192 laskeutumista), eli 384 operaatiota päivässä.

Päivän aikana, sään ollessa suosiollinen, ei voida olettaa, että kentällä olisi maksimisuoritevauhti koko ajan aamusta iltaa. Laskukierrokset arvioidaan olevan lentokoulutusta tällaisena maksimisuoritepäivänä, joten se ajoittuu opettajien mukaisesti. Lentokoulutukseen liittyy opettajien työaikarajoitukset ja se että lento pitää valmistella oppilaan kanssa ennakoon. Lähtevät ja saapuvat lentoja rajoittaa kentän pysäköintikapasiteetti. Jos kentälle vain saapuu lentokoneita, kaikki vieras pysäköintipaikat täyttyvät tunnissa parissa.

Lentojen määrä jakautuisi seuraavasti:



Todellisuudessa tuo määrä on lähes mahdoton saavuttaa kentän rajoitettujen pysäköintipaikkatilan takia. Käytännössä siis mahdoton tilanne, mutta toteutettavissa isolla joukolla taitavia lentäjiä ja ennätyksen tekemismielialaa jokaiselta.

Todellisuudessa tuo maksimi voidaan saavuttaa vain osalla kesäpäivistä. Tärkein rajoittava tekijä on Suomen sääolot. siihen vaikuttavat:

- pilvikorkeus,
- sade ja muu ilmassa oleva näkyvyyttä heikentävä aines,
- tuuliolosuhteet.

Talvella joulukuussa (Nummelassa) päivän pituus on noin 6 tuntia ja kesällä (toukoheinäkuu) valoisuutta on 22 tuntia.

Säätilasto kertovat, että marraskuusta - helmikuuhun lentokelpoista säätä (joka edellyttää riittävää pilvikorkeutta, riittävää näkyvyyttä) on niukasti.

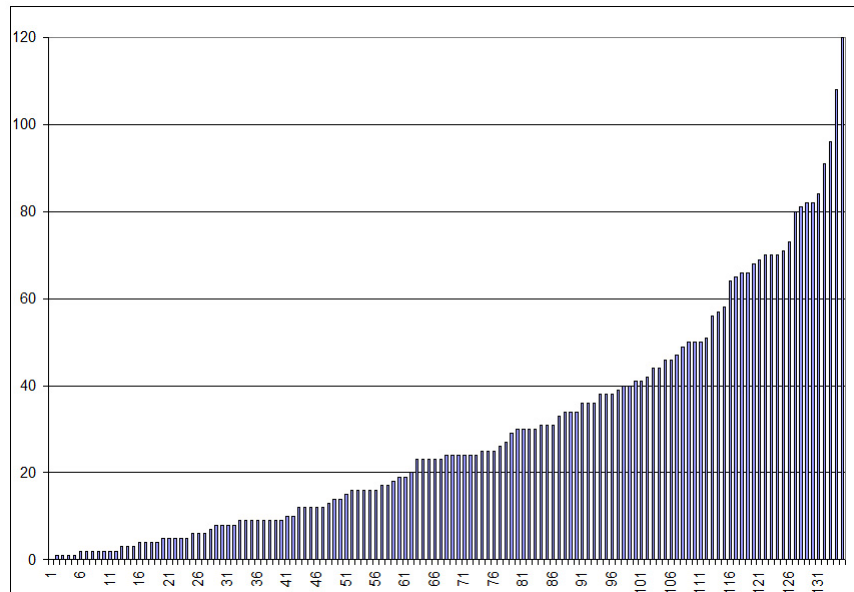
Tuulet eivät suoraan estä lentämistä, mutta kovat tuulet ovat harrastajille epämiellyttäviä, joten ne vähentävät harrastelentämistä. Kovat tuulet rajoittavat myös lentokoulutusta, koska aloittelevan lentäjän ei voida olettaa hallitsevan näitä haastavia olosuhteita koulutuksen alkupuolella.

Syksy on kovien tuulien tyypillisintä esiintymisaikaa.

### 5.3 Tilastojen kertomaa

Lentomäärien todellista jakautumista varten on käytetty Räyskälän lentopaikan (Suomen vilkkain harrastelentopaikka) lennoista 14 vuoden tilastoja<sup>1</sup> ja voidaan myös olettaa, että muuallakin harrastuslentäminen noudattaa riittävällä todennäköisyydellä samaa vuoden ja viikonsisäistä jakautumaa. Säähän viikonpäivät vaikuta mitään, eli lentämisen mahdollistavan sään voidaan olettaa jakautuvan tasaisesti eri viikonpäivien suhteen.

Koska harrastelentäminen ei perustu aikatauluihin, lentomääriä yksittäiselle päivälle ei voida ennustaa. Räyskälästä saatujen tilastojen mukaan yhden vuoden lentomäärät päivää kohti Nummelassa jakoutuivat seuraavasti:



Kukin palkki on yhden päivän aikana lennettyjen lentojen määrä. Vuoden aikana siis lentoja oli vain 137 päivänä eli 228 päivänä ei lennetty yhtään lentoa! Helposti mielleltävissä, kun ajattelee talven hiljaisia aikoja säästä/päivän pituudesta johtuvaa estettä. Sekä kesällä sadepäivät, jolloin yleensä ei tapahdu yhtään lentoa.

Tilastoaineiston perusteella arvioiden vilkkaimman päivän lentomäärä olisi 1,59% koko vuoden lentomäärästä.

Tämä lentomäärä siis oletetaan tapahtuvan kerran vuodessa. Viime vuosien lentomäärien perusteella käytetään kokonaismäärää 7300 lentoa vuodessa, joista saadaan 116 lentoa päivässä.

Miten tämä jakautuu eri radoille, katso kohta "5.6 Suuntajakautuma" sivulla 32 ja erityyppisiin lentoihin, katso kohta "6.4 Ilma-alusten ryhmät" sivulla 36.

1. Käytössä tilastot 2001-2014, yhteensä noin 52 000 lennon tiedot.

## 5.4 Nummelan lentomäärät

Nummelan vuotuinen hinauslentojen määrä on (= lennot purjekoneilla) 1000 lentoa.

Tässä mallinnuksessa on seuraavat maksimimäärät päivää kohden

- purjekonehinauksia lentokoneella 31
- kentällä lentoja saapuvia / lähteviä 96
- laskukierroslentoja 20
- Helikopterilennot 5

Arvot täysiin lentoihin pyöristettynä.

Eri radoille jaettuna, ryhmä 3 ei käytä rataa 09/27, Helikoptereiden lähtösuunnat ovat vain pääradan 04/22 suuntaan.

	kiitorata			
	22	04	27	09
Ryhmä R1 Kentälle/pois	40,29	11,82	1,07	0,54
Ryhmä R1 läpilaskut	10,07	2,955	0,27	0,13
Ryhmä R2 Kentälle/pois	27,24	7,99	0,73	0,36
Ryhmä R2 läpilaskut	4,81	1,41	0,13	0,06
Ryhmä R3 Kentälle/pois	4,49	1,32	0,12	0,06
Ryhmä R3 läpilaskut	0,09	0,03	-	-
Hinauslennot	23,25	4,03	3,10	0,62
Helikopterit	4	1		

Tämä edustaa siis ennustettavaa vilkasta toimintamäärää, joka voidaan saavuttaa kauniina kesälauantaina yhtenä päivänä kesässä.

Kaksi pientä helikopteria pitää Nummelaa kotipaikkanaan. Nämä lentävät arviolta yhteensä noin 100 lentoa vuodessa. Näistä arviolta puolet on lentoja, joissa on vain lentoonlähtö tai laskeutuminen samalla päivällä. Asian huomioimiseksi, mallinnukseen lentomääräksi otettiin 5 lentoa. Joka on paljon suurempi osuus kuin lentokoneilla.

Liikenne yöllä (22–07) on vähäistä. Tämä lähinnä sitä mahdollisuutta varten, että jos sää on huonontumassa päivän aikana, lentäjä voi lähteä aikaisin aamulla matkalennolle (säätä väistäen). Tai palaamisen kentällä huonon sään jälkeisessä paremmassa säässä illalla.

Tällöin koko päivän äänikuorma on joka tapauksessa matalahko, koska sää todennäköisesti estää lentämisen päivän aikana.

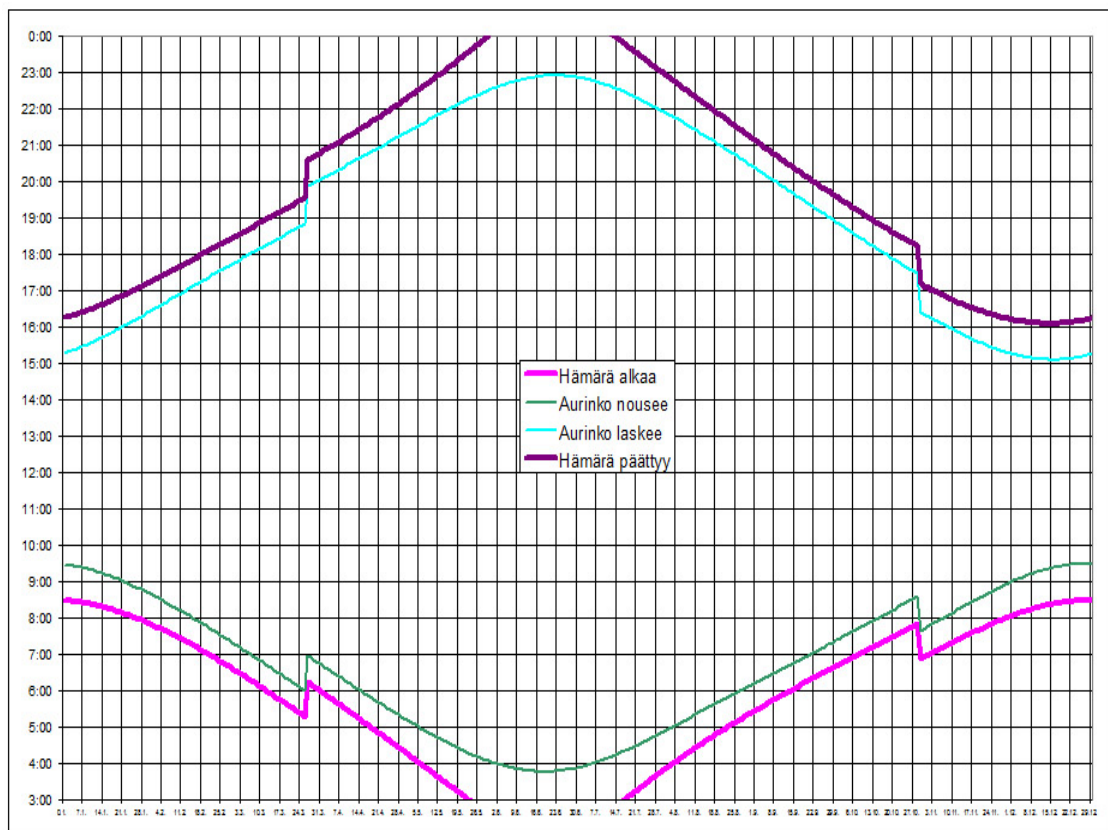
Yö jakson lentomäärät on mallinnettu 10 lennon määrällä.

## 5.5 Ajallinen jakautuminen

Valtaosa Nummelan lentotoiminnasta tapahtuu näkölentösääntöjen (VFR) mukaisesti. Tämä tarkoittaa, että pilvikorkeus ja näkyvyys pitää olla riittävä. Suomessa talvikausi on lentämisen kannalta hiljaista aikaa, ja yleisilmailu keskittyy kesäkauteen. Koulutustoiminta ei ole yhtä kesäpainotteista, mutta sään takia painotusta on.

Keskitalvella lentämiseen soveltuvaa valoisuutta on vain noin 6 tuntia ja osin lyhyen päivänvalon takia sää on usein niin huono, ettei VFR-lentäminen onnistu kuin hyvin harvoin. Lentosääntöjen määritelmä yöstä on aika, jolloin auringon keskipiste on alempana kuin 6 astetta horisontin alapuolella. Tämä yön määritelmä on erilainen kuin äänenpaineen raja-arvoissa mainittu yö.

Seuraava kaavio esittää auringon nousu ja laskuajat paikallista aikaa Nummelassa sekä hämärän alku ja päättymishetket.



Huomattavaa on, että kesäkesällä (1.6–10.7) 40 päivän ajan lentosääntöjen mukaista yötä ei ole ollenkaan.

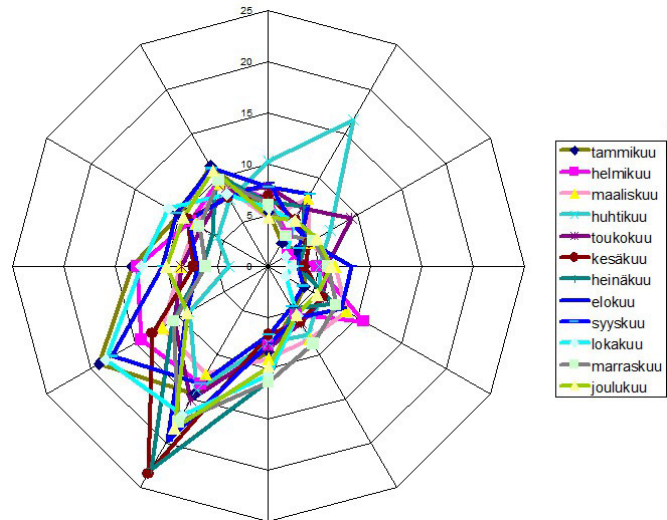
## 5.6 Suuntajakautuma

Ilma-aluksen päällikkö valitsee lasku/startti suunnan aina vastatuuleen, jos muut syyt eivät pakota valitsemaan toisin. Useimmilla lentokoneilla myös myötätuuleen startti/lasku on yksiselitteisesti kielletty.

Tämän takia liikenteen jakautuma eri kiitoradoille voidaan arvioida erittäin hyvin tuulitietojen perusteella. Suomen tuuliatlaksen<sup>1</sup> tietojen perusteella Nummelan matalalla tuulen suuntajakautuma on oheinen.

1. <http://www.tuuliatlas.fi/>

Tuulen keskiuunta vaihtelee vuodenajan mukaisesti. Asteikko on suhteellinen prosenttijakautuma 30 asteen suuntasektorein. Tuuliatlaksesta saadaan tuulen suuntajakautuma kuukausittain. Huhtikuussa on erikoisesti koillistuulten (vaalean sininen) osuus erilainen kuin koko muu vuosi.



Nummelan lentokentän ilmoituksen mukaisesti kiitoratojen käyttö on jakautunut seuraavasti:

rata	hinaukset	muut
04	13 %	22 %
22	75 %	75%
09	2 %	1%
27	10 %	2%

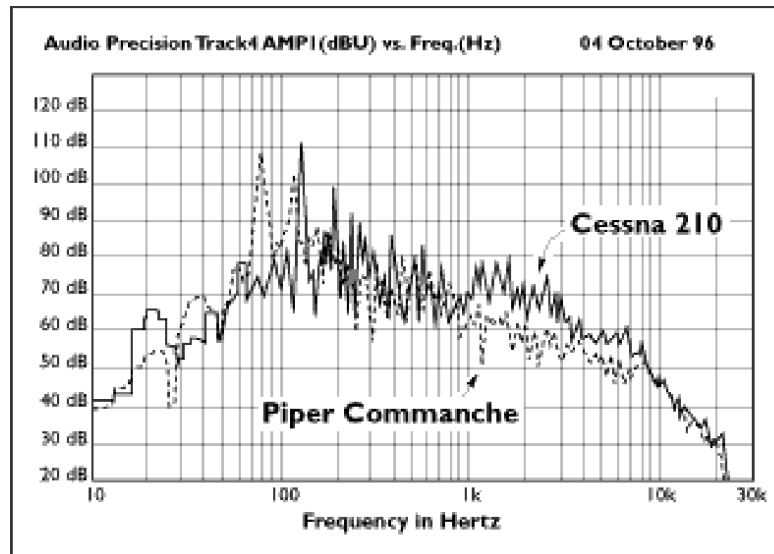
Muut lentojen jakautumaan liittyvät jakautumat on esitetty kohdassa "6.4 Ilma- alusten ryhmät" sivulla 36.

## 6 Äänentason Mallinnus

### 6.1 Äänen häiritsevyys

Ilma-aluksen aiheuttama ääni on lyhytkestoinen. Ilma-aluksen nopeus on vähimmilläänkin noin 30 m/s (108 km/h), jolloin ohi lentävä lentokone on edes kohtuullisen lähellä (< 1 km) noin minuutin ajan. Nummelan lentokoneiden ääni muodostuu potkuriäänestä ja moottorin äänestä (pakoäänestä). Moottorin ääni on samantapainen laajakaistainen ääni kuin esimerkiksi autoissa. Potkuriääni taas koostuu leveistä yhden taajuuden äänikomponenteista. Yleensä kovimman äänen taajuus on suoraan laskettavissa potkurin kierrosnopeudesta ja lapojen määrästä. Ultrakevytluokan koneilla tämä primääriäänien taajuus on n. 105 Hz ja suuremmilla yleisilmailulentokoneiden n. 83 Hz. Potkurilentokoneen ääni on siis helposti tunnistettavissa voimakkaankin taustäänen seasta. Mutta ääni ei ole sellainen kapeakaistainen, kuin valtioneuvoston ohje mainitsee. Näitä ovat esimerkiksi (lähes kaikkien) soittimien ääni. Valtioneuvoston periaatepäätös meluntorjunnasta (Ympäristöministeriön raporteja 7/2007).

Oheinen kuva<sup>1</sup> esittää kahden yksimoottorisen potkurilentokoneen äänen taajuusjakaumaa. Ääni on laajakaistaista, vaikkakin tunnistettavaa potkurikomponenttien takia.



Yksittäisen lennon äänen enimmäistaso  $L_{max}$  eli sen suurin hetkellinen äänitaso yleensä vaikuttaa siihen, miten havaittava ohilento koetaan. Myös ohilennon nopeus vaikuttaa ihmisen kokeman äänen haitallisuuden arvioon. Nopeasti voimistuva/heikkenevä ääni koetaan ärsyttävämpänä kuin hitaasti voimistuva/heikkenevä ääni, vaikka enimmäistaso olisi sama.

## 6.2 Mallinnus

Äänen leviämismallinnus tehtiin Yhdysvaltojen ilmailuviranomaisen (FAA) ylläpitämällä INM (Integrated Noise Model) ohjelmistolla, sen versiolla 7.0d. Tämä ohjelmisto on sisällytetty nykyiseen AEDT ohjelmistoon. Ohjelmisto perustuu (kuten kaikki muutkin äänentasomallinnusohjelmat) ICAO circular 605-AN/1/ 25 normissa määriteltyihin menetelmiin. Ohjelman on myös European Civil Aviation Conference (ECAC) Doc 292 ohjeistuksen mukainen.

INM ohjelmasta, katso: <https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/12188>

Lähdetietoina käytettiin ko. ohjelman tietokannassa olevia helikopteri/lentokonemalleja, EASA:n tyyppihyväksyntätietoja sekä EUROCONTROL'in ylläpitämää äänitasotietokantaa, joka on osoitteessa

<https://www.easa.europa.eu/en/domains/environment/policy-support-and-research/aircraft-noise-and-performance-anp-data/anp-legacy-data>

Koska lentokoneiden suorituskyvyllä on merkitystä äänitasoon, tarvittavat suorituskykytiedot on kerätty lentokoneiden käyttäjiltä ja EUROCONTROLin tiedoista (<https://contentzone.eurocontrol.int/aircraftperformance>).

Äänitasonlaskennoissa käytetty laskenta-alueen koko on 10 km x 10 km ja lentopaikka on alueen keskellä. Laskentapisteen lukumäärä oli yli 5 miljoonaa, tarkka määrä ei voi sanoa, koska laskenta tihentää laskentahilaa paikoissa, jossa äänitason kenttä muuttuu nopeasti. Laskentahila on kuitenkin harvempi kuin

1. <http://www.lightspeedaviation.com/content/lightspeedaviation/CustomPages/ANR-101-A-Tutorial-on-Active-Noise-Reduction/Section-3-Airplane-Issues.htm>

maanpintäänälähteiden äänenpainemallinnuksessa. Ilma-aluksen suunnistus- tarkkuus ilmassa on parhaimmillaankin 100 metrin tasolla lähellä kenttää. Joten lentoreitissä pitää käyttää hajontaa tämän huomioiseksi.

Laskenta suoritettiin kiitoteiden korkeustasolla olevalle akustisesti pehmeälle pinnalle. Laskentamallissa ei otettu huomioon laskenta-alueen maanpinnan erilaisia ominaisuuksia, maastonmuodon vaihteluita tai lähialueiden rakennusten suojaus- tai heijastusvaikutuksia. Nummelan maasto on hyvin tasainen (tässä mielessä), eikä maastossa ole muotoja, jotka aiheuttaisivat äänitason kannalta suojaus- tai heijastusvaikutusta. Yksinkertaistuksen aiheuttama virhe on olematon.

Kun puuston vaimennusta ei oteta huomioon, mallinnus sallii puuston hakkuut ilman että äänikuorma kasvaisi yli mallinnuksen. Korkeusoletus yliarvioi äänen tasoa, koska kaikki Nummelan asutukset ovat alempana kuin lentokentän pinta. Mallinnus on näiden kahden (puusto, korkeus) asian suhteen konservatiivinen.

Suurin osa äänikuormasta syntyy ilma-aluksen ilmassa ollessa ja käytetyt ilma-alukset lentävät suurimman osan lennostaan 150 metrin tai korkeammalla korkeudessa.

Merkittävät äänikuormat syntyvät lähelle lentorataa, joten lentokone on käytännössä aina, maasta katsottuna, varsin korkealla taivaalla. Ääni siis etenee maastopisteeseen tyhjästä ilmaa myöten. Maaston muodot vaikuttavat hyvin vähän tähän äänikuormaan.

## **6.3 Tulokset Ja Tarkastelu**

### **6.3.1 Miten lentomelua kuvataan**

Vaihtelevan lentotoiminnan aiheuttaman äänen kuvaamiseen käytetään suuretta, joka yhdistää äänitapahtumien hetkellisen tason ja tapahtumien lukumäärän. Koko vuorokauden lentojen yhteensä muodostama äänienergia kuvaa äänitason kokonaismäärää. Tätä äänitasoa kutsutaan keskiäänitasoksi  $L_{eq}$  (ekvivalenttitaso). Jos koko tarkastelujakson ajan olisi tarkastelupaikalla jatkuvasti havaittavissa keskiäänitason osoittama äänen voimakkuus, olisi sen akustinen energia sama kuin kaikkien erillisten tapahtumien yhteensä. Keskiäänitasoa käytetään yleisesti kuvaamaan ympäristön äänitason suuruutta. Käytännössä havaittava äänitaso vaihtelee koko ajan ilma-alusten kohdalla erityisen selvästi, sillä tapahtumien esiintyminen voi olla harva ja tapahtuminen välillä ilma-alusten aiheuttamaa ääntä ei esiinny lainkaan.

Keskiäänitaso eri paikoissa voidaan laskea, kun tiedetään erityyppisten ilma-alusten äänitasot ja lentojen määrä. Lisäksi tarvitaan tiedot lentoreiteistä ja niiden hajonnasta sekä tiedot lentoprofiileista (korkeus, nopeus, moottorin teho-asetus). Keskiäänitaso voidaan esittää karttapohjalla käyräesityksenä, jolloin voidaan kuvata kokonaisäänitilannetta laajallakin maantieteellisellä alueella.

Kartasta saadaan myös vertailua varten kätevä pinta-alatieto, toisin sanoen kuinka suurella pinta-alalla tietty keskiäänitaso ylittyy.

### 6.3.2 Laskennoissa käytetyt suuret

Tämän selvityksen tuloksissa esitetyt suuret ovat päiväajan (klo 7–22) keskiäänitaso  $L_{Aeq}$  (7–22). Yöajan vastaavasti 22–07, yöaika kestää 9 tuntia kun päiväaika kestää 15 tuntia. Joten päiväajan äänitaso ei ole suoraan käytettävissä yöajan ääni- tasona, koska aika on erilainen.

Yleiset ympäristön äänitason ohjearvot on valtioneuvoston päätöksen (Vnp 993/1992) mukaisesti annettu erikseen päivä- ja yöajan (painottamattomalle) keskiäänitasolle  $L_{Aeq}$ .

Mahdolliset hyvin satunnaiset yöaikaiset operaatiot eivät vaikuta mitenkään päiväaikaiseen verhoikäyrään (klo 07–22).

### 6.4 Ilma-alusten ryhmät

Tätä äänentasomallinnusta varten Nummelan lentokoneet jaettiin seuraaviin ryhmiin:

Ryhmä 1 Ultrakeveät lentokoneet

Ryhmä 2 Lentokoneet ELA1 (C150/152, PA38, DV20, DA20)

Ryhmä 3 Lentokoneet ELA2 (C172, C182, PA 28R, PA46, DA42, DA50)

Ryhmä 4 hinauskone PIK-15, jonka lentoreitti on eri kuin muiden.

Ryhmä 5 helikopterit

Nämä edustavat nyt/lähitulevaisuudessa merkittävintä osuutta lentokoneista, joilla lennetään suurin osa lentotapahtumista. Jos lentokentällä säilytetään suurempia koneita, niiden lentomäärä on hyvin tyypillisesti enintään yksi operaatio päivässä (eli koneella lähdetään pois tai tullaan pidemmältä matkalta takaisin). Tämä lentomäärä on alle 1 % kokonaislentomäärästä.

Näiden koneiden äänenpainearvoiksi otettiin (ryhmän sisällä) sama edustava (eniten lentävän koneen) äänitasotieto ja koneiden suorituskyvyn mukainen lentoprofiili määriteltiin käytössä olevan tiedon mukaisesti edustamaan todellisuutta.

Ryhmittäin lentokoneiden lentomäärien jakautuminen arvioitiin jakautuvan:

ryhmä	osuus lennoista
R1	60 %
R2	35 %
R3	5 %

Hinauslennot ja helikopterit ovat käsitelty erillisesti omilla lentoreiteillään.

Koneryhmittäin lentokoneiden laskukierroslentämisen (jotka kentän toimintasääntöjen mukaan on rajoitettu per lento) osuus kaikista lennoista on arvioitu seuraavasti:

Koneryhmä	R1	R2	R3
laskukierros- lentäminen	20 %	15 %	2 %

Suuntajakautuma on esitetty kohdassa "5.6 Suuntajakautuma" sivulla 32.

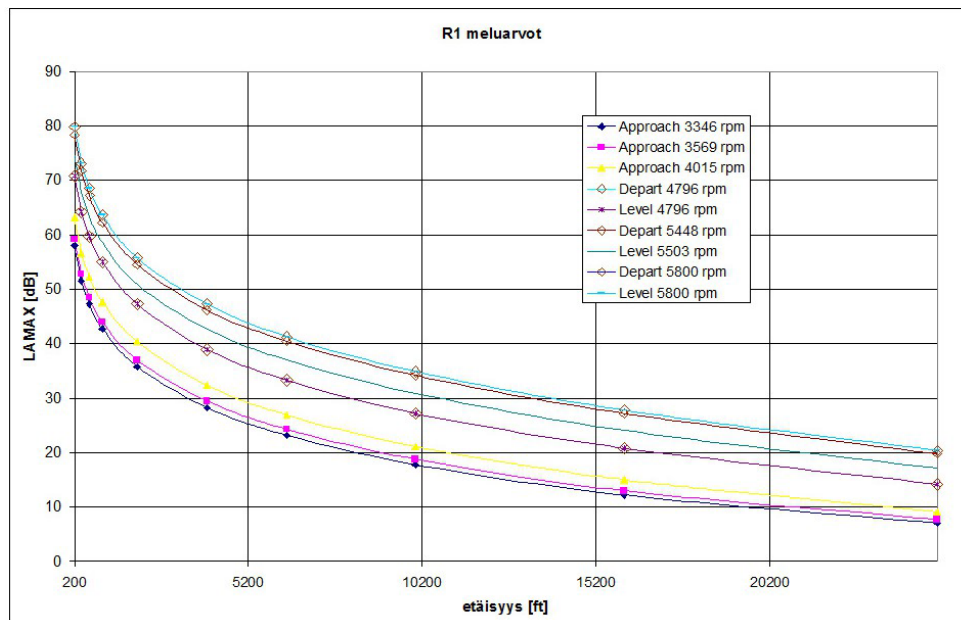


## 6.4.1 Ryhmä 1

Ryhmän 1 lentokoneissa on Rotax 912-sarjan lentokonemoottori. Yleensä kolmilapaisen potkurin pyörimisnopeus on lentoonlähdessä noin 2200 kierrosta minuutissa (rpm). Moottorin teho on 80–100 hv. Moottorin ja potkurin välissä on alennusvaihteisto ja äänitiedoissa oleva tehoasetus (thrust setting) on moottorin kierrosluku. Huomattava osa ultrien lentotoiminnasta on koulutusta. Tunnistekuvia Suomen ilma-alusrekisterissä olevista tämän ryhmän lentokoneista:



Tämän ryhmän äänenpainetieto on EASA-tiedostoista otettuna meluisammasta päästä.

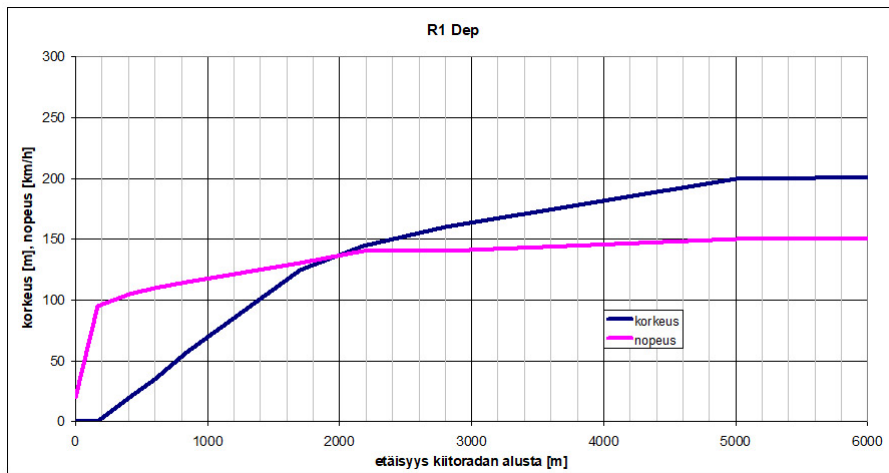


Lentoprofiili tarkoittaa millä nopeuksilla lentokone lentää lennon missäkin kohtaa. Startissa/lähestymisessä käytetään tiettyä (konetyyppikohtaista) lentonopeutta (ja pystynopeutta) ja matkalennossa ilmatilasta johtuvaa korkeutta.

Lentoonlähdön (DEP) lentoprofiili:

matka	korkeus	nopeus	tehoaset	Op mode
0	0	20	3000	depart
200	0	95	5150	depart
450	8	115	5250	depart
600	17	125	5250	depart
890	35	130	5250	depart
2100	110	130	5250	depart
2800	150	140	5100	depart
4500	240	140	5000	depart
10000	345	140	5000	depart
20000	345	140	4800	depart

Lentorata graafina:

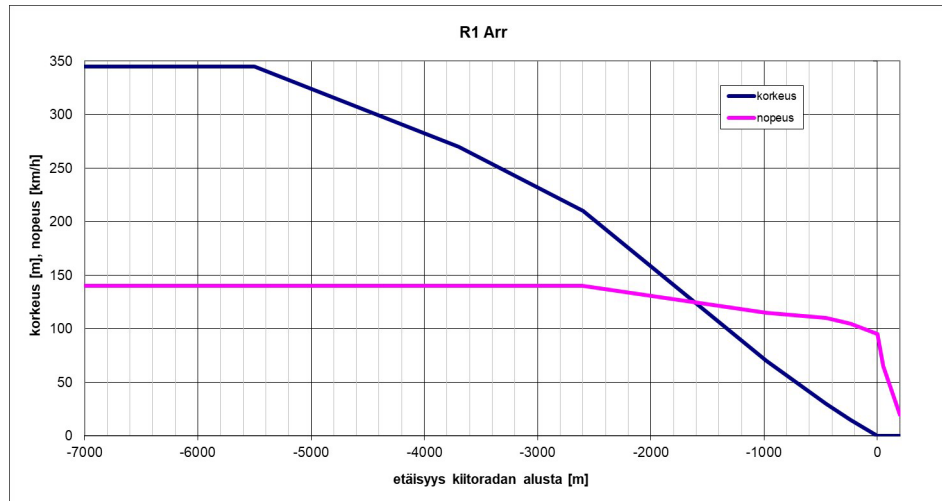


Profiili ei ole lentokoneen ääri rajoilla, vaan loivahko. Käytännössä lentäjien käyttämä profiili on jyrkempi, eli koneella nouseaan jyrkemmin, jolloin maanpinnalla havaittava äänitaso on pienempi.

Saapumislennon (ARR) lentoprofiili:

track dist	altit	speed	thrust set	mode
-22730	345	140	4800	Arr
-5500	345	140	4800	Arr
-3700	270	140	4800	Arr
-2600	210	140	3500	Arr
-980	70	115	3500	Arr
-450	30	110	3500	Arr
-240	15	105	3300	Arr
0	0	95	3000	Arr
50	0	65	2500	Arr
200	0	20	2500	Arr

## Lentorata graafina:

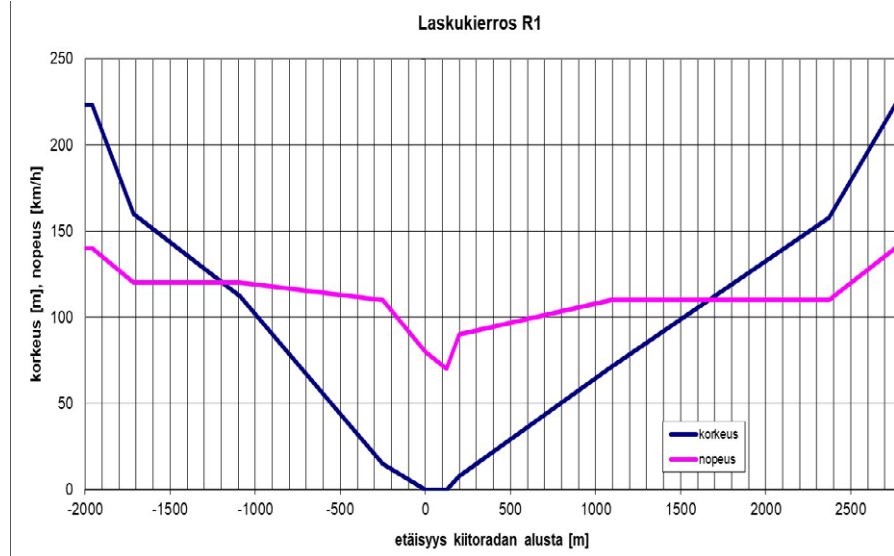


Laskukierroksen lentoprofiili on muuten samantapainen kuin lähtö ja lähestyminen yhdistettynä. Taulukon matka reitillä (track dist) on etäisyys kiitoradan alkupisteestä. Läpilaskussa konetta ei pysäytetä kiitotielle. Maakosketuksen jälkeen vauhtia ei vähennetä, vaan tehoa lisäten noudaan saman tien takaisin ilmaan.

track dist	altit	speed	thrust set	OP mode
-2000	223	140	4800	D
-1960	223	140	4600	D
-1714	160	120	4200	D
-1090	112	120	3900	A
-250	15	110	3500	A
0	0	80	3000	A
125	0	70	5000	A
200	8	90	5400	D
1090	71	110	5400	D
2370	158	110	5200	D
2760	223	140	4900	D
2800	223	140	4800	D

Taulukon rivit luetaan siten, että rivi, jolla matka (track distance) on 0 m, on läpilaskun kosketuskohta. Etäisyys on kosketuksesta eteenpäin ja taaksepäin. Laskukierroksen se matkaosuus, joka on enemmän kuin viimeinen arvo ja vähemmän kuin ensimmäinen arvo kosketuksesta, lennetään ensimmäisen/viimeisen rivin arvoilla (jotka ovat samat).

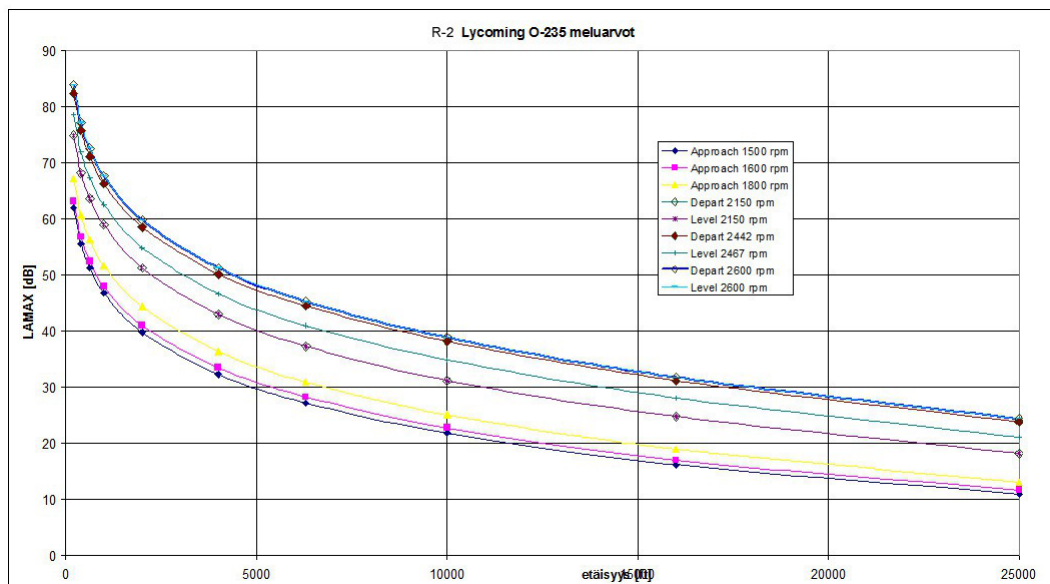
Läpilaskun (TGO) lentoprofiili graafina:



## 6.4.2 Ryhmä 2

Tämä ryhmä koostuu kaksipaikkaisista lentokoneista, joiden moottori on yleensä nelisylinterinen ilmajäähdytteinen lentokonemoottori, teholtaan 100–120 hv. Potkuri on yleensä kaksilapainen, ja lentoonlähdessä se pyörii noin 2400 rpm. Tämän ryhmän koneita käytetään koulutukseen.

Tässä analysissä käytettiin O-235-moottorisen C152-lentokoneen (kuvista vasen ylin) meluarvoja. C152 joka on joukosta yleisin ja edustava hieman keskiarvoa meluisampi konetyyppi.



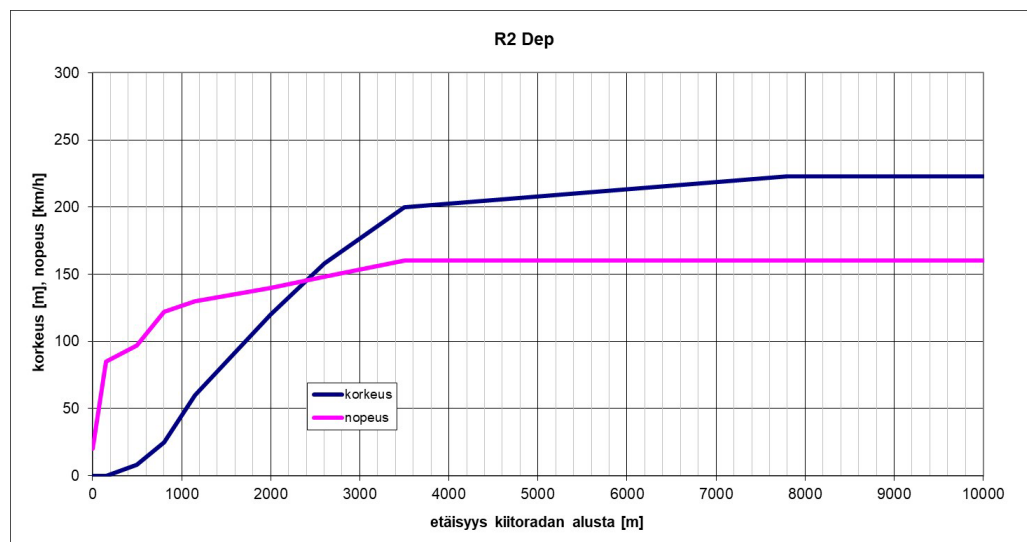
Tunnistekuvia Suomen ilma-alusrekisterissä olevista tämän ryhmän lentokoneista:



Lentoonlähdön (DEP) lentoprofiili:

track dist	altit	speed	thrust set	mode
0	0	20	1500	depart
150	0	85	2380	depart
500	8	97	2400	depart
800	25	122	2400	depart
1150	60	130	2400	depart
2000	120	140	2400	depart
2600	158	148	2400	depart
3500	200	160	2300	depart
7790	223	160	2300	depart
20000	223	160	2300	depart

Lentorata graafina:

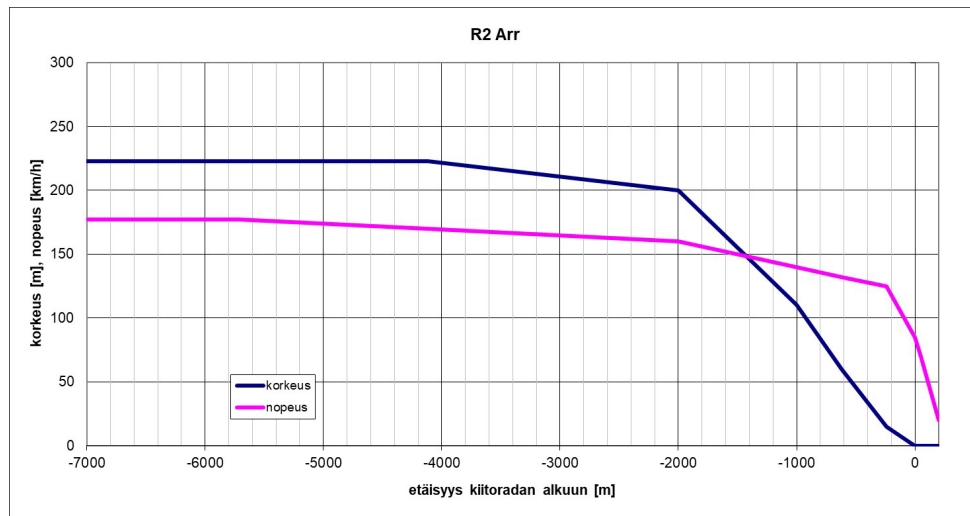


Profiili ei ole lentokoneen ääri rajoilla, vaan loivahko. Käytännössä lentäjien käyttämä profiili on jyrkempi, eli koneella nouseaan jyrkemmin.

## Saapumislennon (ARR) lentoprofiili:

track dist	altit	speed	thrust set	mode
-22000	223	177	2300	App
-5700	223	177	2300	App
-4110	200	170	2200	App
-2000	200	160	2200	App
-1000	110	140	1900	App
-620	60	132	1800	App
-240	15	125	1800	App
0	0	85	1500	App
50	0	70	1300	App
200	0	20	1300	App

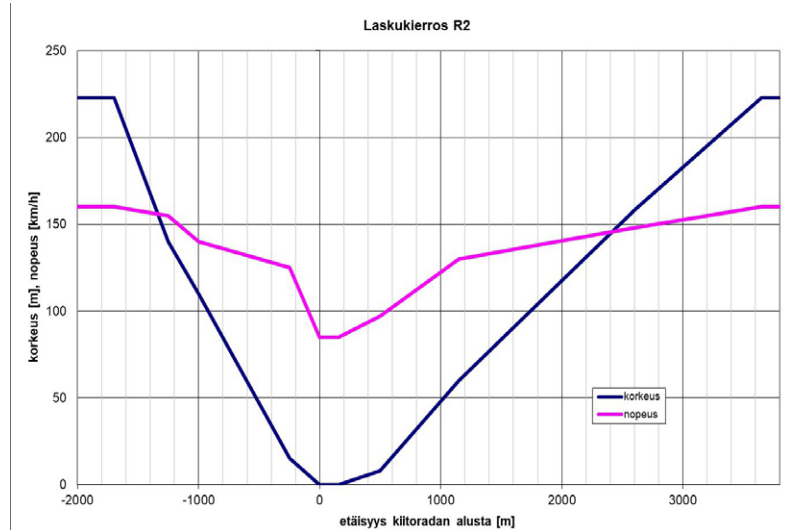
## Lentorata graafina:



Laskukierroksen lentoprofiili on muuten samantapainen kuin lähtö ja lähestyminen yhdistettynä, mutta vaakalento-osuuden korkeus on pienempi. Taulukon matka reitillä (track dist) on etäisyys kiitoradan alkupisteestä. Läpilaskussa konetta ei pysäytetä kiitotielle. Maakosketuksen jälkeen vauhtia ei vähennetä, vaan tehoa lisäten noustaan saman tien takaisin ilmaan.

track dist	altitude	speed	thrust set	mode
-2000	223	160	2250	D
-1700	223	160	2250	D
-1250	140	150	2100	D
-1000	110	140	1950	A
-250	15	125	1800	A
0	0	85	1500	A
155	0	85	2400	A
500	8	97	2400	D
1150	60	130	2400	D
2600	158	158	2400	D
3650	223	160	2300	D
3800	223	160	2250	D

Läpilaskun (TGO) lentoprofiili graafina:



### 6.4.3 Ryhmä 3

Tämä ryhmä koostuu kaksi- neljä paikkaisista lentokoneista, joiden moottori on yleensä nelisylinterinen ilmajäähdytteinen lentokonemoottori, teholtaan 150 - 230 hv. Potkuri on yleensä kaksilapainen, ja lentoonlähdessä se pyörii noin 2400 rpm.

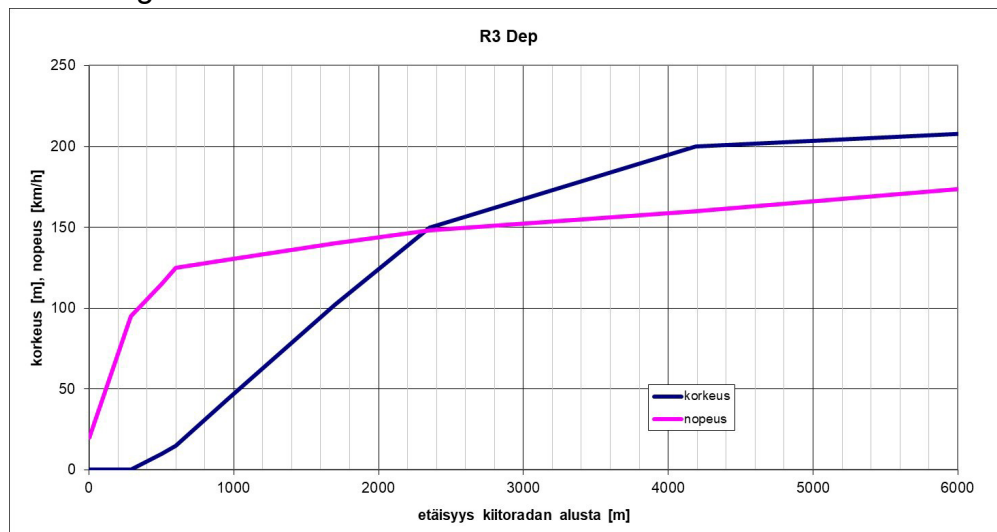


Tässä analyysissä käytettiin IO-360-moottorisen PA28R-lentokoneen (kuvista vasen ylin) meluarvoja. PA28R joka on joukosta yksi äänekkäimmistä. Lentopaikalla olevien näitä raskaampien lentokoneiden moottoriääni on eräiden yksilöiden osalta hiljaisempi.

## Lentoonlähdön (DEP) lentoprofiili:

track dist	altit	speed	thrust set	mode
0	0	20	1500	depart
288	0	95	2400	depart
500	10	115	2450	depart
600	15	125	2500	depart
960	44	130	2500	depart
1700	102	140	2500	depart
2350	150	148	2400	depart
4190	200	160	2400	depart
9490	223	200	2400	depart
13850	223	200	2400	depart

## Lentorata graafina:



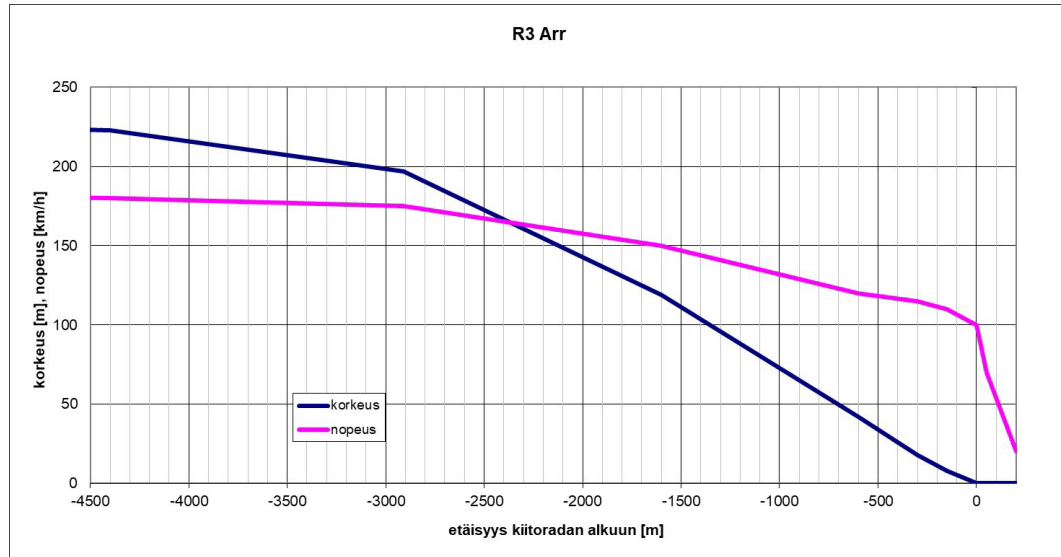
Profiili ei ole lentokoneen ääri rajoilla, vaan loivahko. Käytännössä lentäjien käyttämä profiili on jyrkempi, eli koneella nouseaan jyrkemmin.

## Saapumislennon (ARR) lentoprofiili:

track dist	altit	speed	thrust set	mode
-12000	250	200	2400	App
-4400	223	180	2400	App
-2910	197	175	2100	App
-1600	119	150	2000	App
-600	42	120	1900	App
-300	18	115	1800	App
-150	8	110	1800	App
0	0	100	1700	App
50	0	70	1000	App
200	0	20	1000	App



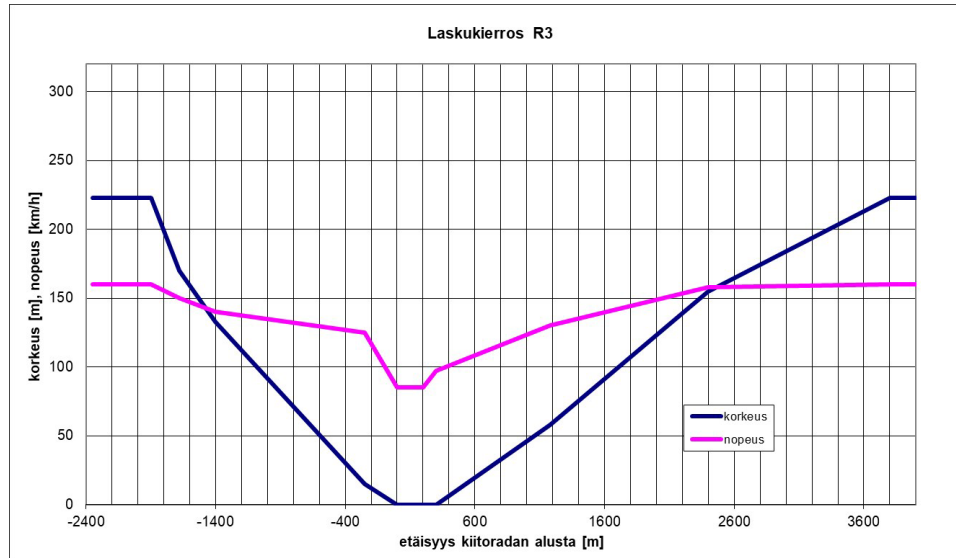
## Lentorata graafina:



Laskukierroksen lentoprofiili on muuten samantapainen kuin lähtö ja lähestyminen yhdistettynä, mutta vaakalento-osuuden korkeus on pienempi. Taulukon matka reitillä (track dist) on etäisyys kiitoradan alkupisteestä. Läpilaskussa konetta ei pysäytetä kiitotielle. Maakosketuksen jälkeen vauhtia ei vähennetä, vaan tehoa lisäten noustaan saman tien takaisin ilmaan.

track dist	altitude	speed	thrust set	mode
-2350	223	160	2300	D
-1900	223	160	2300	D
-1680	170	150	2100	D
-1400	133	140	1950	A
-250	15	125	1800	A
0	0	85	1500	A
200	0	85	2400	A
300	0	97	2400	D
1180	58	130	2400	D
2400	155	158	2350	D
3800	223	160	2350	D
4000	223	160	2300	D

Läpilaskun (TGO) lentoprofiili graafina:



## 6.5 Ryhmä 4 Hinauskone



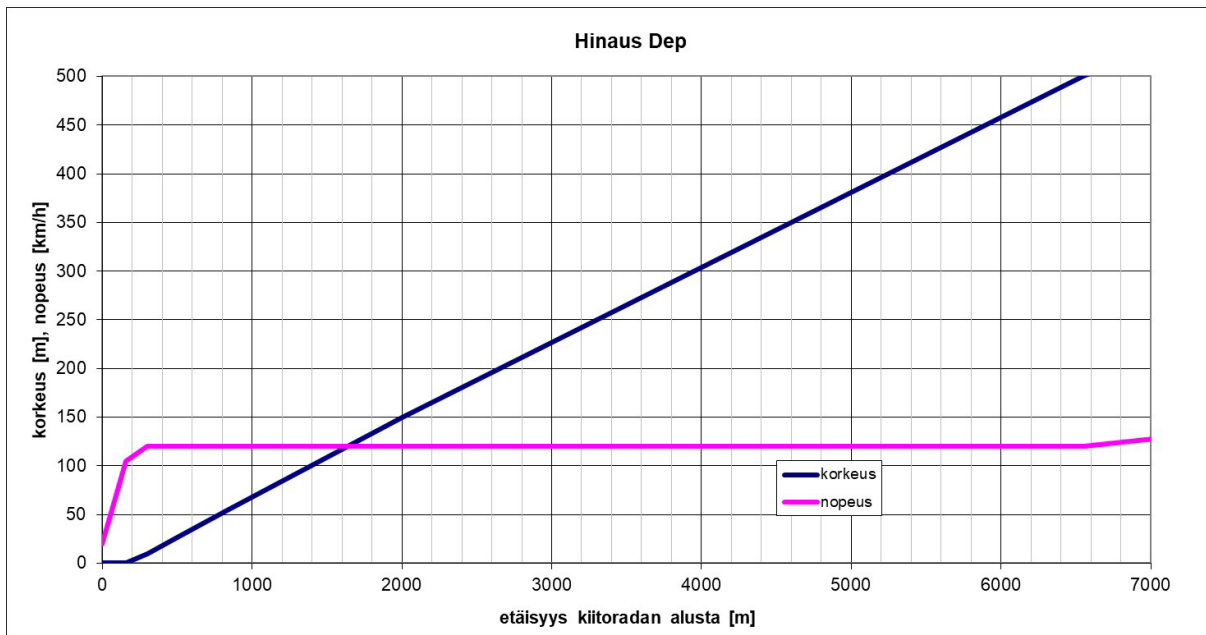
Nummelassa oleva hinauskone PIK-15 ei ole tietokannoissa. EASA tietokannassa on (tietue C300) Apex DR300/180R lentokone, jossa on sama O360A moottori, samantapainen potkuri eikä erillistä äänenvaimenninta. Tämä on hinauskäyttöön tehty lentokone, ja niin lähellä ääniteknisesti kuin voidaan kuvitella. Suorituskyky (lentoprofilitieta) on määritelty PIK-15 hinaustapahtuman mukaisesti. Mallinnuksessa käytetty melumalli on seuraava:

noise type	Op mode	Thrust setti	Noise levels (dB)									
			dist (ft)									
			200	400	630	1000	2000	4000	6300	10000	16000	25000
LA <sub>max</sub> - 1500 -A	LA <sub>max</sub> Approach	1 500	66,1	59,7	55,4	50,9	43,9	36,4	31,3	25,9	20,3	15,1
LA <sub>max</sub> - 1600 -A	LA <sub>max</sub> Approach	1 600	67,3	60,9	56,6	52,1	45,1	37,6	32,4	26,9	21,1	15,8
LA <sub>max</sub> - 1800 -A	LA <sub>max</sub> Approach	1 800	71,3	64,8	60,4	55,8	48,5	40,5	35	29,2	23,1	17,2
LA <sub>max</sub> - 2150 -D	LA <sub>max</sub> Depart	2 150	79	72,3	67,8	63,1	55,4	47,1	41,4	35,3	28,9	22,3
LA <sub>max</sub> - 2150 -X	LA <sub>max</sub> Level	2 150	79	72,3	67,8	63,1	55,4	47,1	41,4	35,3	28,9	22,3
LA <sub>max</sub> - 2442 -D	LA <sub>max</sub> Depart	2 442	86,5	79,9	75,3	70,4	62,7	54,3	48,6	42,3	35,3	27,9
LA <sub>max</sub> - 2467 -X	LA <sub>max</sub> Level	2 467	82,7	76,1	71,5	66,7	59	50,8	45,1	39	32,2	25,2
LA <sub>max</sub> - 2600 -D	LA <sub>max</sub> Depart	2 600	88	81,3	76,7	71,8	63,9	55,4	49,4	43	35,9	28,5

## Lentoalähdön (DEP) lentoprofiili:

track dist	altit	speed	thrust set	mode
0	0	20	2500	depart
160	0	105	2500	depart
300	10	120	2500	depart
520	28	120	2500	depart
840	55	120	2500	depart
2000	150	120	2500	depart
6550	500	120	2500	depart
7790	578	120	2500	depart

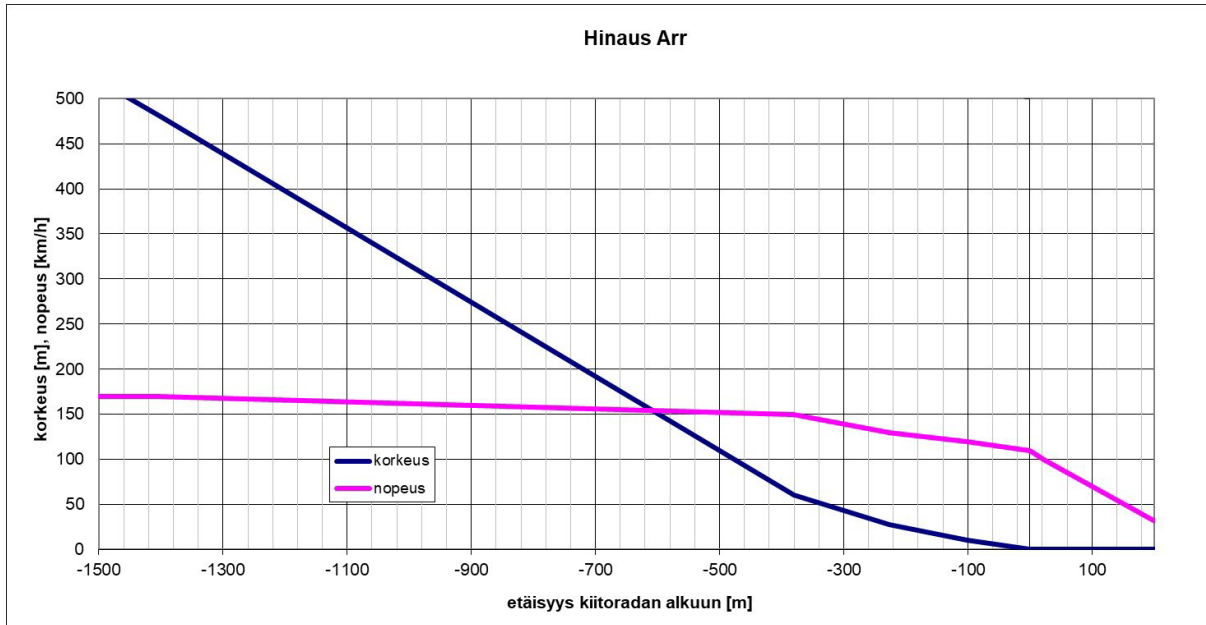
## Lentorata graafina:



## Laskeutumisen (ARR) lentoprofiili:

track dist	altit	speed	thrust set	mode
-1800	640	170	2000	depart
-1400	480	170	2100	depart
-380	60	150	2000	depart
-226	28	130	1900	depart
-100	10	120	1600	depart
0	0	110	1700	depart
23	0	100	1200	depart
225	0	220	1000	depart

Lentorata graafina:



## 6.6 Ryhmä 5 helikopterit

Helikopterin ääni muodostuu samalla tavalla pää- että pyrstöroottorin ja moottorin äänestä. Helikopterilla pääroottorin ääni on matalataajuisia ja jää ihmisen kuuloalueen alapuolelle. Helikopteri pyrstöroottorin äänen taajuus on 80–85 Hz, eli sama kuin suurempien lentokoneiden potkuriääni.

Mäntämoottorihelikopterin, kuten Robinson ja Guimbal Cabri, moottoriääni on samanlainen kuin mäntämoottorilentokoneen ääni, eli laajakaistainen.

Pääroottorin tyypillinen pyörimisnopeus on 400 rpm. Näissä helikopterissa on kaksilapainen pääroottori. Joten pääroottori äänen taajuudet ovat 13 Hz. Ihmisen matalan taajuuksien kuuloalue katsotaan alkavan noin 20 Hz taajuudesta.

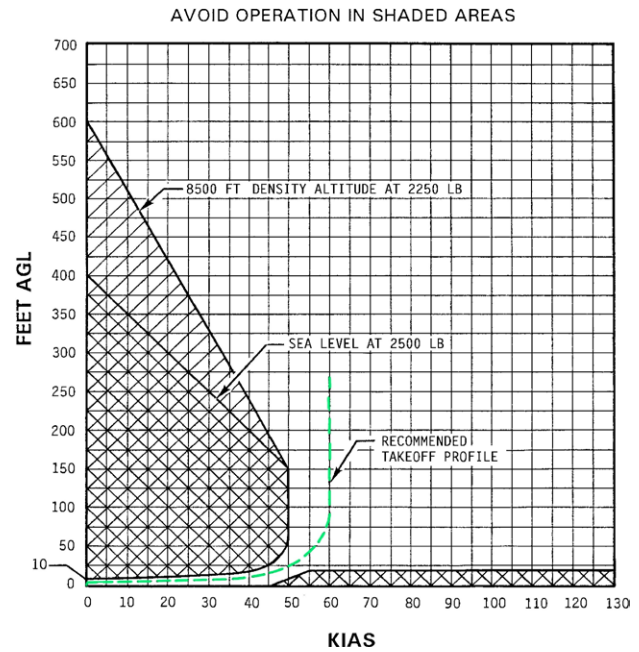
Pyrstöroottori on kaksilapainen ja se pyörii R44 helikopterissa noin 2425 rpm. Joten pyrstön äänen taajuus on 81–85 Hz.

Tämän ryhmän äänenpainetietona on käytetty R22 helikopterin äänitietoja, joka on ohjelman tietokannassa valmiina.

Lentoprofiilit ovat helikopterin erilaisten lentomenetelmien takia erilaiset kuin lentokoneilla.



Kaikilla helikoptereilla on korkeus/nopeusalue, josta ne eivät pysty tekemään pakkolaskua (autorotaatiota). Alan termein "kuolleen miehen käyrä". Oikealla R44 lentokäsikirjasta ko. kohta. Suositeltu lentoonlähdön profiili on korostettu vihreäksi. Helikopterilla ei siis voida saapua laskeutumisaikaa päälle matkalentokorkeudessa ja suorittaa lasku pystysuoraan tai vastaavasti lähtää ja nousta pystysuoraan matkalentokorkeuteen.



Helikopterilla siis lentomenetelmä on kiihdyttää hyvin lähellä maanpintaa tiettyyn nopeuteen ja sitten vasta aloittaa nousu. Ja vastaavasti lähestyminen laskua varten tehdään korkeutta vähentäen koko ajan eteenpäin lentäen.

Ryhmä 5 lentoonlähtömenetelmä:

		aika [sek]	loppukor- keus [m]	loppupään etäisyys [m]	loppunopeus TAS [km/h]
1	Käynnistys ja moottori maatyhjäkäynnillä	120			
2	Tehon nosto lentoa varten (flight idle)	7			
3	Pystysuora nousu	3	3		
4	Kiihdytys			30	56
5	Startin alkunousu ja kiihdytys		22	152	114
6	Startin vakionopeusvaihe		304,8	1066,8	
7	Kiihdytys vaakalennossa		304,8		192,6
8	vaakalento		304,8	28377	192,6

## Ryhmä 5 lähestymismenetelmä:

		aika [sek]	alkukor- keus [m]	loppukor- keus [m]	alkupä- än etäisyy- s [m]	alkuno- peus TAS [km/h]	loppuno- peus TAS [km/h]
1	alkukorkeus		304,8			192,6	
2	vaakalento				26594		
3	hidastus vaaka- lennossa				1524		125,9
4	lähestyminen vaakalennossa			152,4	1463		
5	liuku hidastaen			4,6	868,7		0
6	pystysuora las- keutuminen	3		0			
7	moottori lentote- hoilla	7					
8	moottorin jääh- dytyskäyttö tyh- jäkäynnillä	120					

Näistä näkyy, että helikopterin lähdössä ennen kuin helikopteri nousee ilmaan, moottoria käytetään pari minuuttia. Samoin laskussa lopullisen laskeutumisen jälkeen moottori on käynnissä pari minuuttia. Tämän takia tulokuvissa näkyy helikopterin lähtö/laskupiste pyöreänä ääni alueena.

## 7 Tulokset

### 7.1 Keskiäänitaso, päiväaikana (07-22)

Nämä tulokset on laskettu kohdassa “5.4 Nummelan lentomäärät” sivulla 31” esitetyn perusteiden Lentokoneille: 116 lentoa /päivä, Purjelentokoneiden hinauksia 31 / päivä ja helikopterilentoja 5 / päivä mukaisesti. Tämä tarkoittaa 304 operaatiota päivässä.

Lentojen aiheuttama keskimääräinen äänitasokuorma laskettu  $L_{Aeq(7-22)}$  laskennallisen tasoituksella.

Alue, jolla  $L_{Aeq(07-22)}$  45 dB(A). Pinta-ala on 542,4 hehtaaria. Alue, jolla  $L_{Aeq(07-22)}$  50 dB(A). Pinta-ala on 124,3 hehtaaria.

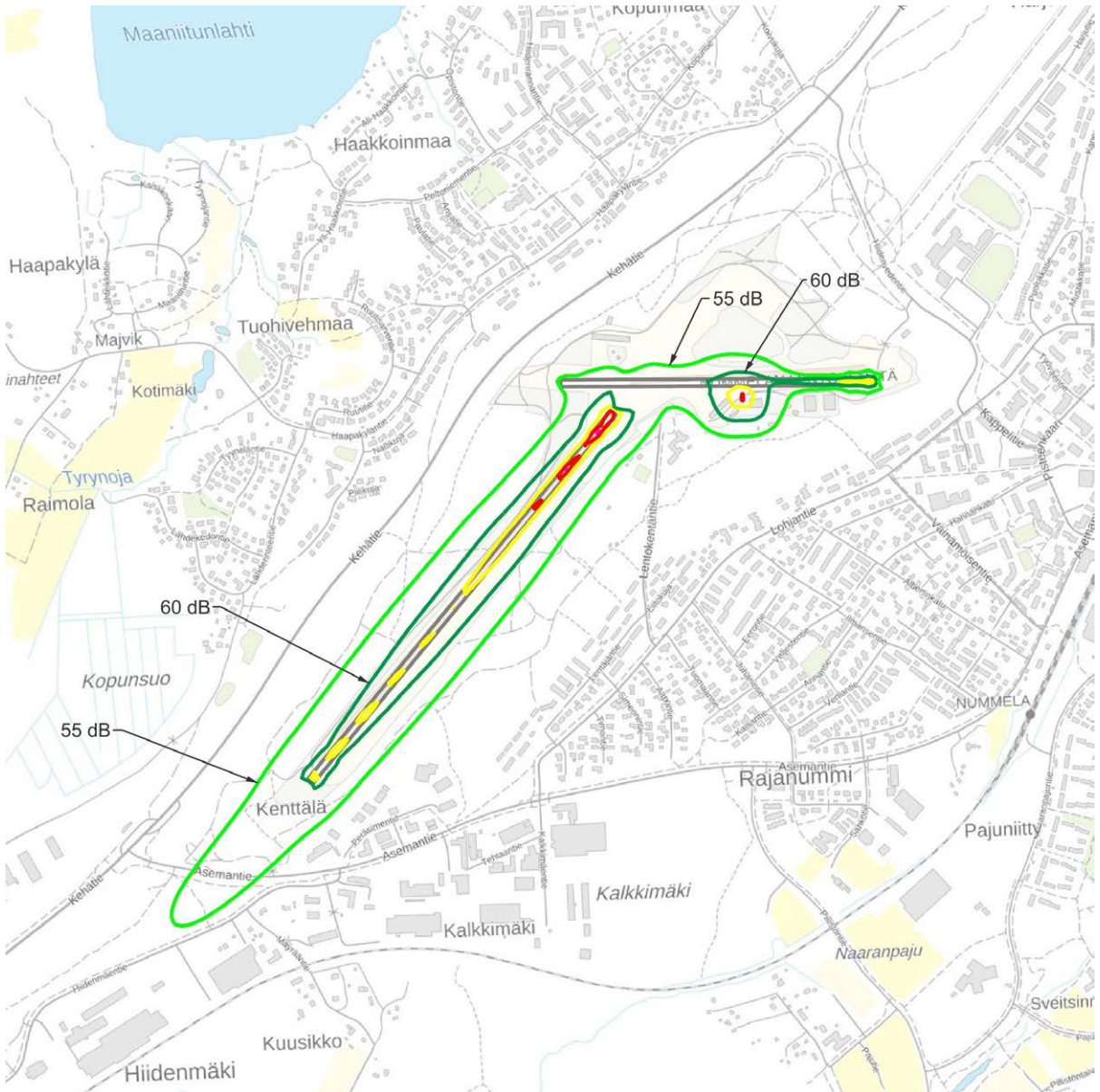
Pysyväille asutukselle keskiäänitason enimmäistasoksi ulkona on päivällä annettu  $L_{Aeq(7-22)}$  55 dB(A). Tämä on rajattu vaalean vihreällä viivalla. Pinta-ala on 42,7 hehtaaria.

Alue, jolla  $L_{Aeq(07-22)}$  60 dB(A) äänitaso ylittyy, on rajattu tumman vihreällä viivalla. Pinta-ala on 12,9 hehtaaria.

Lisäksi kartassa on myös 65 ja 70 dB(A) rajat.

Herkkyysanalyysin (7.3) karttoja on verrattava tähän äänentason leviämiskarttaan.





## 7.2 Yö lentäminen (22–07) 3 lentoa vuorokaudessa

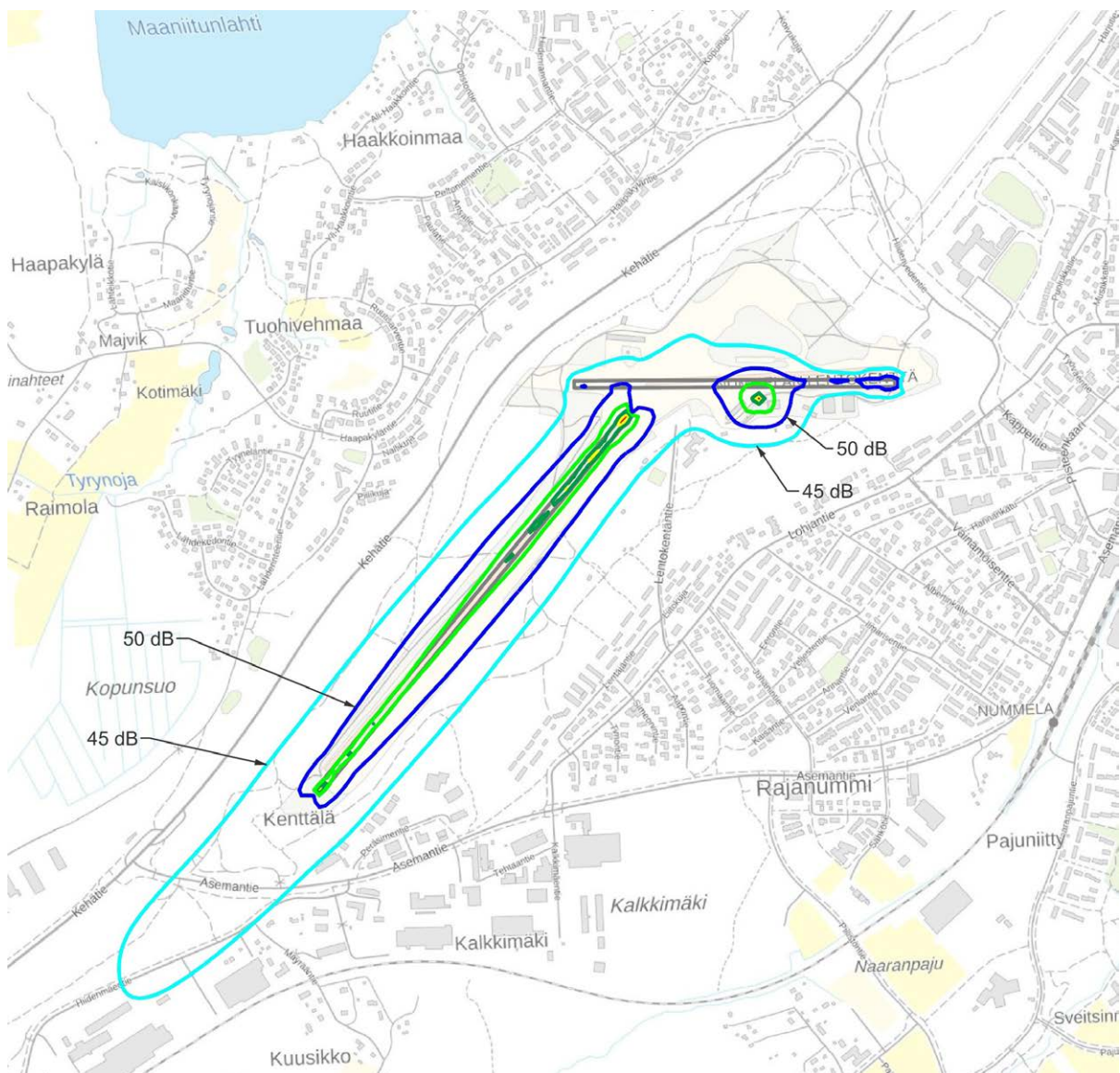
Nämä tulokset on laskettu 10 lentoa /yö mukaisesti, kuten edellä on esitetty. Tämä tarkoittaa 20 operaatiota. Lentojen aiheuttama keskimääräinen äänitaso- kuorma  $L_{Aeq}(7-22)$  laskennallisen tasoituksella.

Alue, jolla  $L_{Aeq}(22-07)$  45 dB äänitaso ylittyy, on rajattu vaalean sinisellä viivalla. Pinta-ala on 39,9 hehtaaria.

Alue, jolla  $L_{Aeq}(7-22)$  50 dB raja ylittyy, on rajattu tumman sinisellä viivalla. **Tämä on asuinalueen yöajan kynnyisarvo.** Pinta-alaltaan se on 12,4 hehtaaria. Alue on kokonaan kenttäalueen sisällä.

$L_{Aeq}(7-22)$  55 dB raja-arvo ylittyy, on rajattu tumman vihreällä viivalla. Pinta-ala on 1,6 hehtaaria.

Käytetty 10 lentoa / yö on suuri. Todennäköisesti noin kaksi tai kolme operaatiota (eli 1–1,5 lentoa) on suurin mitä kentän lähitulevaisuudessa tapahtuu. Tuohon aikaan ei lähdetä ja palata heti takaisin, vaan silloin ollaan menossa/tulossa jonnekin.



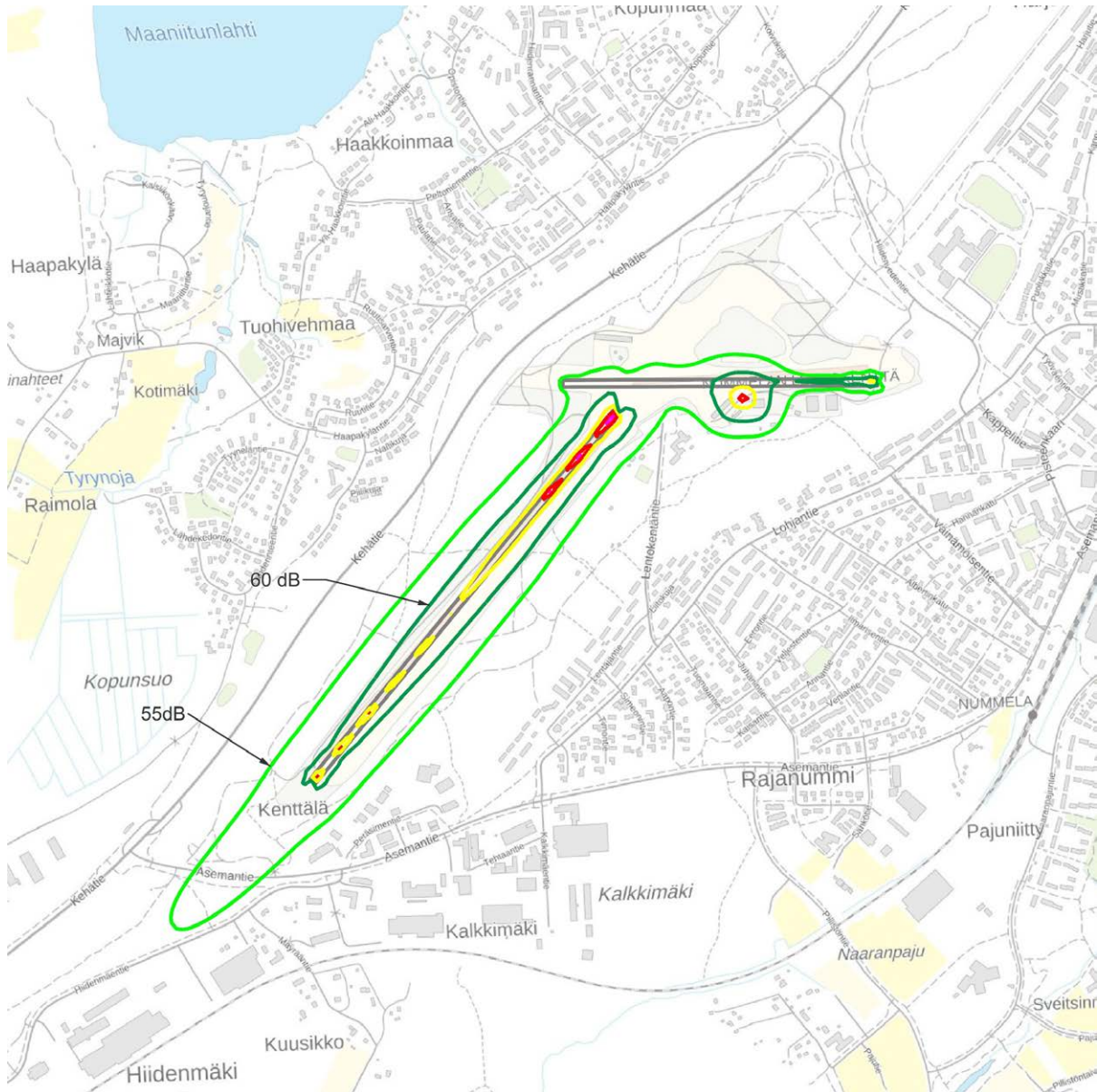


## 7.3 Herkkyys analyysi

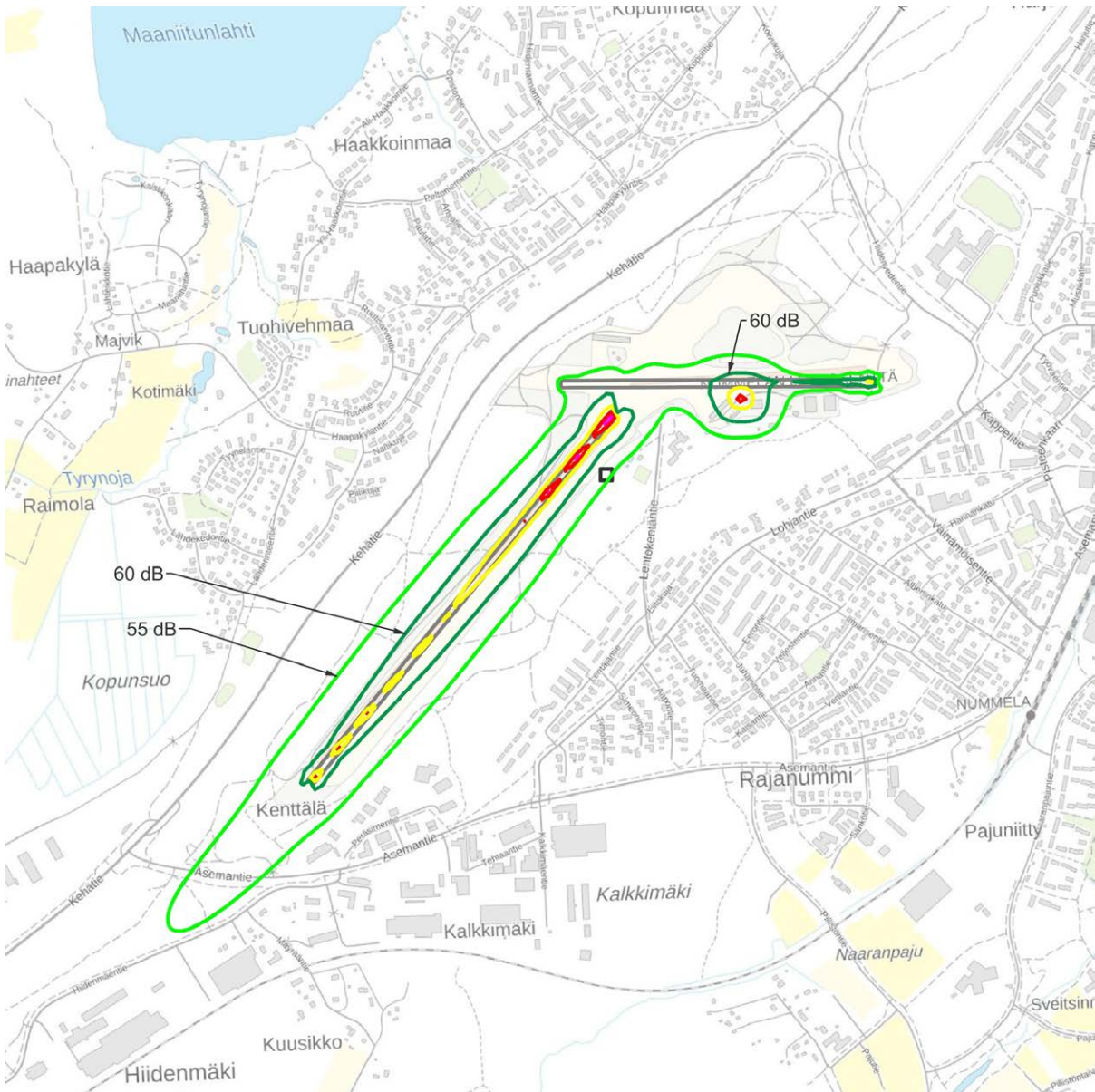
Vertailuarvo on perusmäärä lentoja, joka on esitetty kohdassa 7.1. Seuraavat ovat kukin 10% suuremman toiminnan (per koneryhmä) karttoja on verrattavat kohdan 7.1 karttaan. Muiden, kuin kasvatettu ryhmä, lentomäärät ovat kohdan 7.1 mukaiset.

### 7.3.1 Ultrakevyet lentokoneet

Lentokoneluokka R1 lentojen määrää kasvatettiin 10%, muiden lentomäärien pysyessä samana, sen havainnollistamiseksi miten herkkä tulos on pienille muutoksille. Muutos vaikuttaa myös ryhmien väliseen painotukseen.

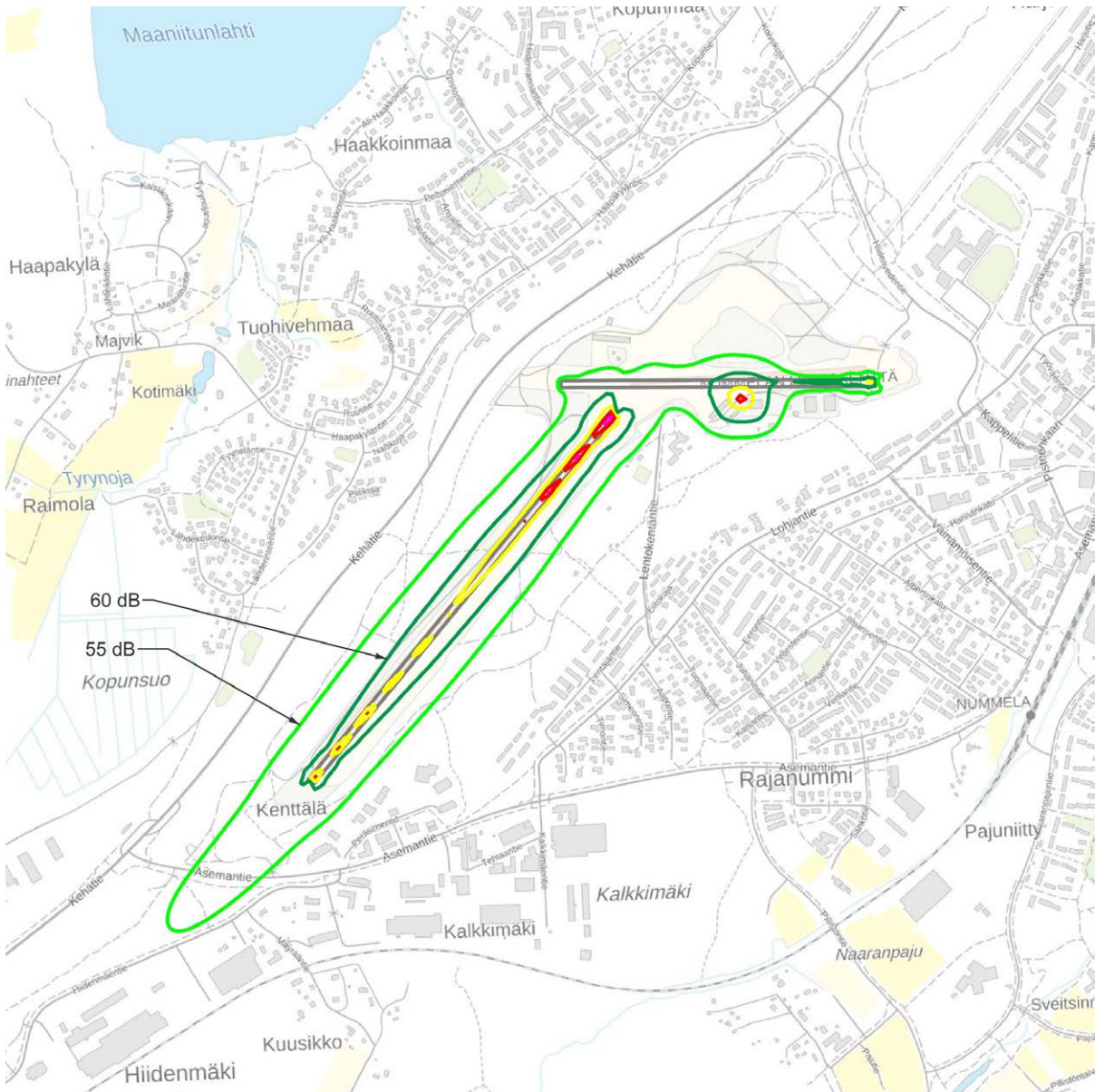


### 7.3.2 R2 kaksipaikkaiset lentokoneet

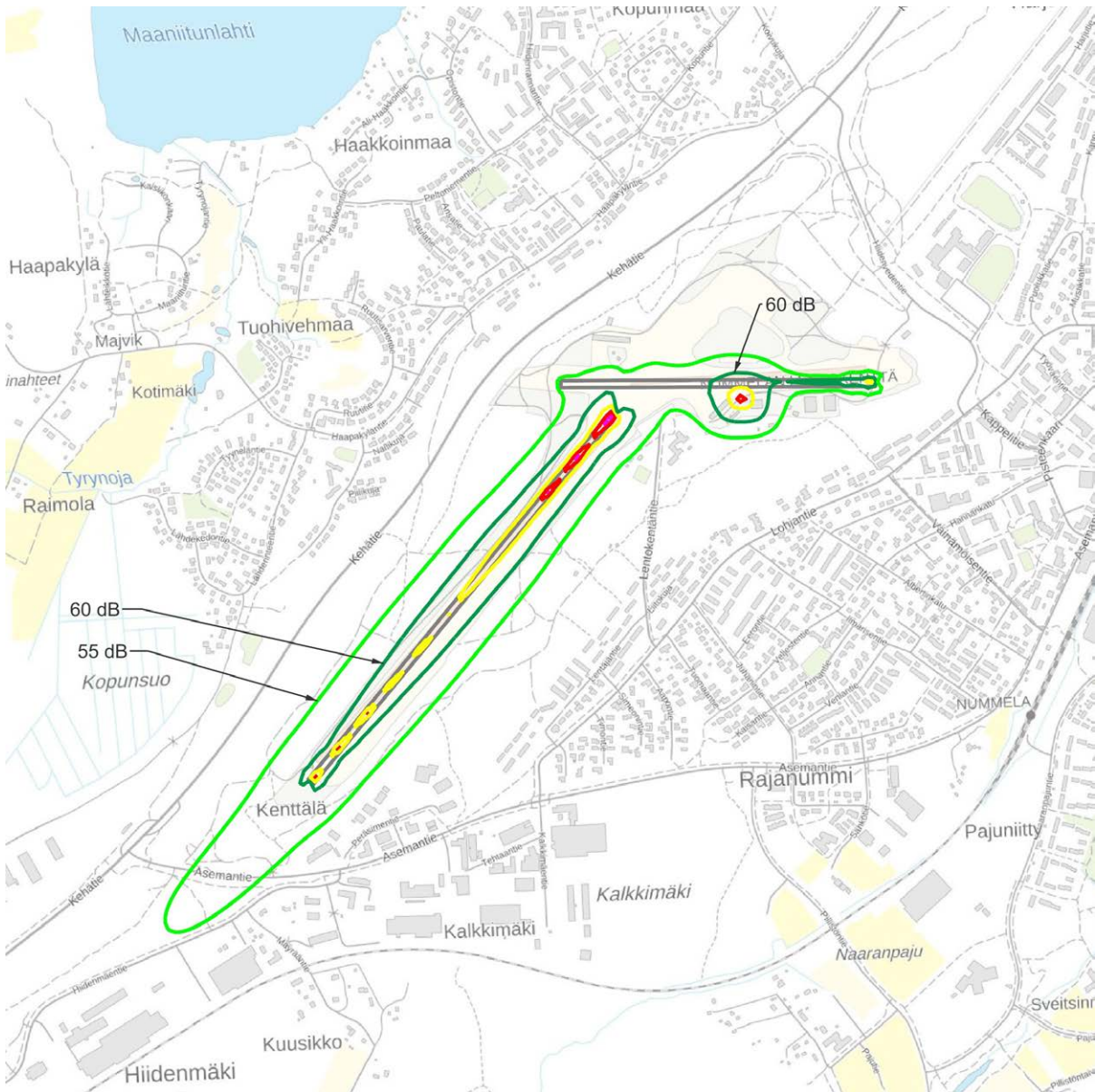




### 7.3.3 Raskaat lentokoneet

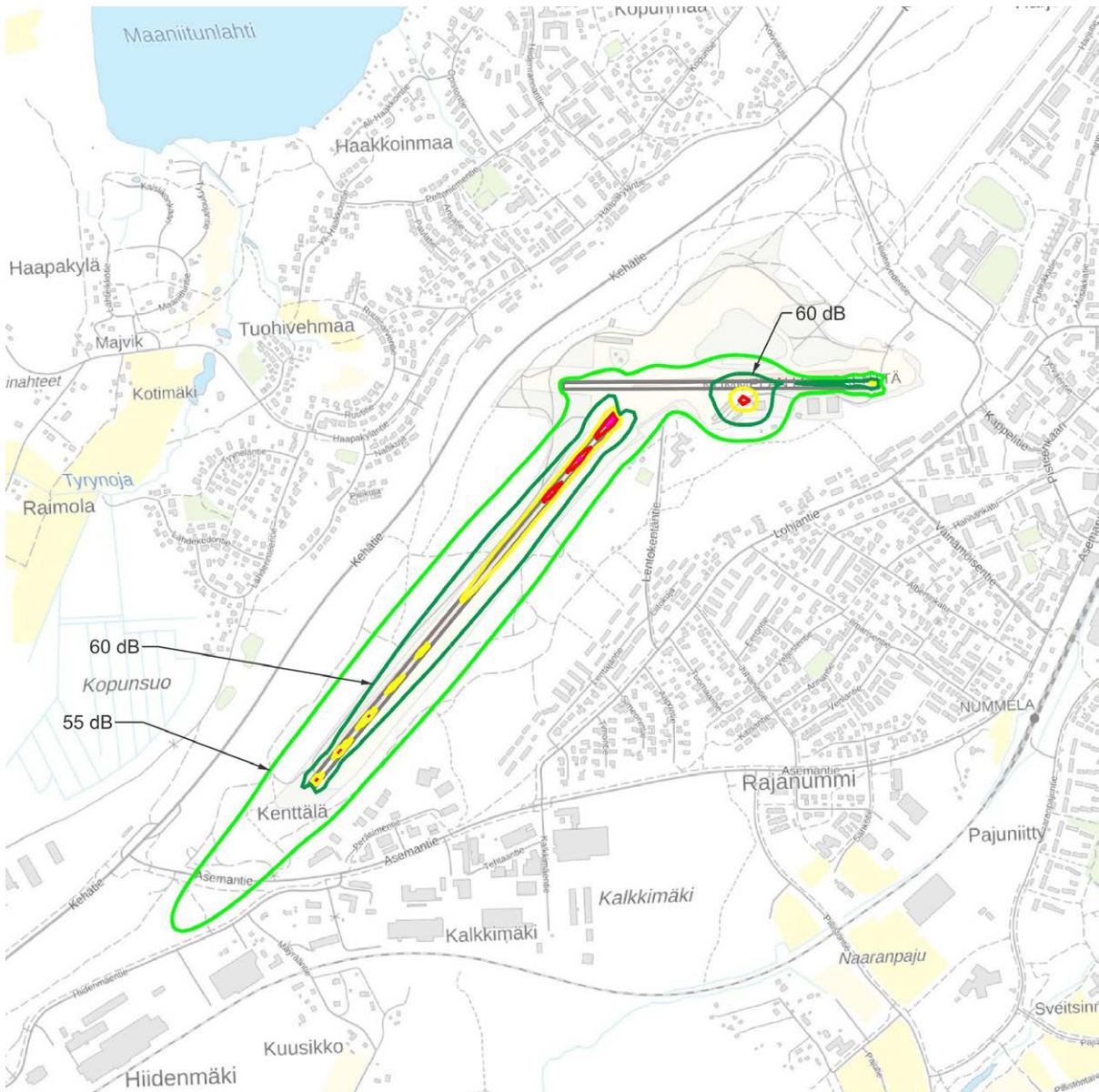


### 7.3.4 Purjekoneiden hinauslentokone





### 7.3.5 Helikopterit



### 7.3.7 Vertailu

Kun koneluokan lentomääriä kasvatettiin 10%, muiden luokkien lentomäärien pysyessä samana, vaikutus  $L_{Aeq (07-22)}$  50 dB(A) alueeseen oli seuraava:

Koneluokka, jonka lentomääriä kasvatettiin 10%	$L_{Aeq (07-22)}$ 50 dB(A) alue kasvoi
R1 (ultrakeveät lentokoneet)	1,0 %
R2 (Cessna 150, DA-20)	1,9 %
R3 (raskaat nelipaikkaiset)	1,7 %
R4 (hinauslentokone)	4,3 %
R5 (helikopterit)	0,6 %

50 dB(A) alueen vertailu valittiin, jotta numeerinen epätarkkuus pinta-aloissa ei häiritsisi muutoksen vertailua. Oleellista on suhteellinen muutos.

Huomattakoon, että tässä myös lentojen kokonaismäärä kasvoi.

---

---

loppu