

# **Mäntsälä - Takametsä**

## **Äänitasomallinnus**

15.5.2017

Windcraft Oy  
Norolantie 14  
15270 Kukkila

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

**Sisällysluettelo**

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | TAUSTAA .....                                     | 3  |
| 2     | LENTOKENTTÄ .....                                 | 3  |
| 3     | LENTOTOIMINTA .....                               | 6  |
| 3.1   | Lentopaikalle saapuvat/poistuvat lennot .....     | 7  |
| 3.2   | Laskukierroslenno .....                           | 7  |
| 4     | LENTOMÄÄRÄT .....                                 | 7  |
| 4.1   | Jakautuma .....                                   | 7  |
| 4.2   | Mäntsälä-Takametsän lentopaikan lentomäärät ..... | 11 |
| 5     | AÄNENTASON MALLINNUS .....                        | 13 |
| 5.1   | Äänen häiritsevyys .....                          | 13 |
| 5.2   | Mallinnus .....                                   | 14 |
| 5.3   | Ilma-alusten ryhmät .....                         | 15 |
| 5.3.1 | Ryhmä 1 .....                                     | 16 |
| 5.3.2 | Ryhmä H10 .....                                   | 19 |
| 5.3.3 | Ryhmä H11 .....                                   | 21 |
| 6     | LIIKENNEMÄÄRÄT .....                              | 23 |
| 6.1   | Ajallinen jakautuminen .....                      | 23 |
| 6.2   | Suuntajakautuma .....                             | 23 |
| 6.3   | Lentoreitit .....                                 | 24 |
| 6.3.2 | Saapuva/poistuva .....                            | 24 |
| 6.3.3 | Laskukierroslentäminen .....                      | 26 |
| 6.3.4 | Mäntsälä-Takametsän lentomäärät .....             | 26 |
| 7     | TARKASTELU .....                                  | 27 |
| 7.1   | Miten lentämisestä aiheutuva ääntä kuvataan ..... | 27 |
| 7.2   | Laskennoissa käytetyt suureet .....               | 27 |
| 8     | TULOKSET .....                                    | 29 |
| 8.1   | 50 lentoa/vuorokausi .....                        | 29 |
| 8.1.1 | Päiväaika (07-22) .....                           | 29 |
| 8.2   | 100 lentoa / vuorokausi .....                     | 31 |
| 8.2.1 | Päivällä (07-22) .....                            | 31 |
| 8.3   | 250 lentoa / vuorokausi .....                     | 33 |
| 8.3.1 | Päivällä (07-22) .....                            | 33 |
| 8.4   | 15 lentoa / yössä .....                           | 35 |
| 8.4.1 | Yöllä (22-07) .....                               | 35 |
| 8.5   | 10 helikopteri lentoa / vuorokausi .....          | 37 |
| 8.5.1 | Päivällä (07-22) .....                            | 37 |
| 8.6   | 30 helikopteri lentoa / vuorokausi .....          | 39 |
| 8.6.1 | Päivällä (07-22) .....                            | 39 |
| 8.7   | 10 helikopteri lentoa / yössä .....               | 41 |
| 8.7.1 | Yöllä (22-07) .....                               | 41 |

## 1 TAUSTAA

Tämä on äänentasomallinnus suunnitteilla olevalle Mäntsälä-Takametsän lentopaikalle.

Ympäristöluvan ohjearvojen seuraamista varten tässä äänenpaineenmallinnuksessa selvitetään päiväajan keskiäänitasoa  $L_{Aeq(7-22)}$  dB(A) kuvaavien kynnsarvojen mukaisia alueita kentän lähistöllä. Lisäksi on mallinnettu yöajan keskiäänitasot. Nämä on mallinnettu lentomäärillä lentokoneilla: 50, 100, 250 ja helikoptereilla 10 ja 30 lentoa päivässä. Lentokoneilla nämä vastaavat arvioituna vuotuista lentomäärää 3154, 6308 ja 15770 lentoa vuodessa. Vertailuksi Helsinki-Malmin lentoasemalla tehtiin vuonna 2012 19000 lentoa. Lento tarkoittaa tässä yhtä lentoonlähtöä ja yhtä laskeutumista.

Valtioneuvoston ohjearvot (993/1992) ovat olemassa keskiäänitasolle. Pysyväälle asutukselle keskiäänitason enimmäistasoksi ulkona on päivällä annettu 55 dB(A). Yöajalle (22-07 paikallista aikaa) enimmäistaso on vanhoilla pysyvän asutuksen alueilla 50 dB(A). Uusilla asuntoalueilla yöajalle raja on 45 dB(A). Loma-asutusalueella enimmäistaso on päivällä 45 dB(A) ja yöllä 40 dB(A).

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

Ohjeistusta ei ole hetkellisille enimmäisäänitasoille.

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. Mäntsälä-Takametsän lentopaikka toiminta-ajatus on palvella monipuolisesti etenkin helikopteritoiminnan ammatillista ilmailutoimintaa. Toiminta painottuu tavanomaisia kenttiä tasaisemmin eri viikonpäiville ja vuodenaikoihin.

Raportti sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 02/2017 aineistoa. Käyttölisenssi<sup>1</sup> 1.0 - 1.5.2012.

## 2 LENTOKENTTÄ

Mäntsälä-Takametsän kentälle arvioidaan hakeutuvan ydintoimintojen lisäksi myös harrasteilmailijoita. Mallinuksessa on tämän vuoksi tarkasteltu myös tyypillisen harrastekentän vilkkaan kesälauantain tilanteen mukaista äänitasoa.

Kentälle tavoitellaan myös helikopterihuollon toimintaa ja lentoja. Huollon tarpeisiin tarvittava lentomäärä on äänen kokonaismäärän kannalta vähäinen.

Kevytilmailun osalta ultrakalustossa on Rotax-moottoriset lentokoneet valta-asemassa. Ultrakalusto on tällä hetkellä hiljaisiin lentokoneluokkaan maassamme.

Mäntsälä-Takametsän lentopaikka sijaitsee Mäntsälän keskustasta länteen 8 km päässä tien 25 välittömässä läheisyydessä.

---

1. [http://www.maanimittauslaitos.fi/avoindata\\_lisenssi\\_versio1\\_20120501](http://www.maanimittauslaitos.fi/avoindata_lisenssi_versio1_20120501)

Lentopaikan lähistöllä on vain hieman asutusta. Lähin asutus on kiitotien pohjoispuolella, lentokentän mittauspaijalta noin 800 metrin päässä. Lännessä lähimmät asutukset ovat 1,8 km etäisyydellä. .

Lentopaikalle on suunnitella helikopterilaskupaika ja myöhemmin yksi kiitotie maantie 25 suuntaisesti. Kiitoradan pituus on noin 1200 m. Kiitotien suunnaksi tulee 07/25. Kiitotiet on nimetty kansainvälisen käytännön mukaisesti perustuen niiden magneettisen suunnan astelukuun, josta jätetään viimeinen numero pois.

Magneettinen eranto on noin 9 astetta 2 minuuttia itään (2017 alun tilanne) ja kasvaa noin 10 minuuttia vuodessa:

Kiitotien päiden koordinaatit

|    | ast | min | sek   | des asteina | ast | min | sek   | des asteina |
|----|-----|-----|-------|-------------|-----|-----|-------|-------------|
| 07 | 60  | 37  | 37,01 | 60,626947   | 25  | 9   | 2,61  | 25,150725   |
| 25 | 60  | 37  | 42    | 60,628333   | 25  | 9   | 53,48 | 25,16856    |

Ratojen tosi- ja magneettiset suunnat ovat:

|    | tosi suunta | mag suunta |
|----|-------------|------------|
| 07 | 78,6        | 69,6       |
| 25 | 256,5       | 247,5      |

Tarkat päiden paikat ja/tai kiitoratojen nimitykset voivat muuttua kentän suunnittelun edetessä, mutta niillä ei tähän mallinnukseen ole merkitystä. Äänilähteissä, jotka ovat maanpinnalla, paikka voidaan määrittellä metrien tarkkuudella. Mulla ilma-aluksen äänestä suurin osa syntyy lennon aikana, ja ilma-aluksen paikka lennolla ei ole tarkka, 100 metriä on jo erinomainen tarkkuus lentäjältä noudatta tarkkaa reittiä.

Lähimmä muut lentopaikat, joille voidaan olettaa suuntautuvan osa liikenteestä ovat:

- Hyvinkään lentopaikka, 15 km lännessä
- Räyskälän lentopaikka 59 km länsi-luoteessa
- Lahti-Vesivehmaan lentopaikka 65 km pohjois-koillisessa
- Nummelan lentopaikka 58 km lounaassa
- Pyhtään lentoasema, 80 km itä-kaakossa
- Helsinki-Malmin lentopaikka, 43 km etelässä,

Vähäisempiä kenttiä, joiden liikennemäärät eivät voi nousta merkittäväksi ovat:

- Wredebyn lentopaikka, 87 km idässä
- Nurmijärvi-Savikon lentopaikka 21 km lounaassa
- Mäntsälän kevytilmailupaikka 20 km itä-kaakossa

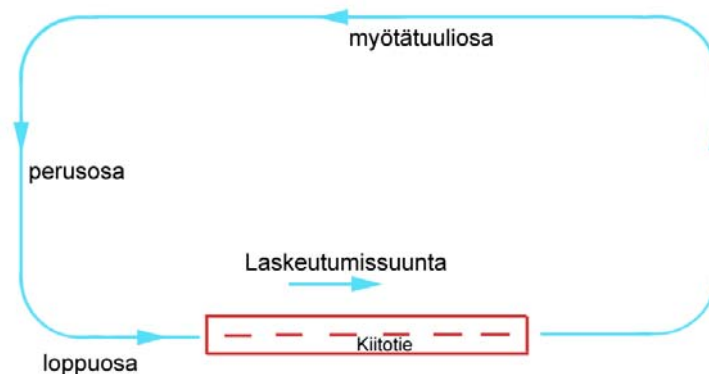
Helsinki-Vantaan lentoasema sijaitsee 37 km etelä-lounaaseen ja Helsinki-Vantaan lähialue (joka on Helsinki-Vantaan lennonjohdon hallitsemää ilmatilaa) sijaitsee lähimmillään 21 km päässä (Tuusulajärven puolivälissä) etelässä.

Ilmatilan suhteen Mäntsälä-Takametsän kenttä sijaitsee Helsinki-Vantaan TMA alapuolella, alueella jolla TMA alaraja sijaitsee 1300 jalan korkeudessa merenpinnasta.

Kiitotien/laskeutumispaikan korkeudeksi on suunnitelmassa 90 metriä. Joten TMA alareuna on 306 metriä (1004 jalkaa) kentän pinnan yläpuolella.

Lentokentän lähellä lentäjät noudattavat lentäessään laskukierrosta, jonka osat on nimetty seuraavasti:

#### Normaali vasemmanpuoleinen laskukierros



Myös helikoptereilla noudatetaan vastaavaa lentomenetelmää, tosin paljon suppeammalla kierroksella.

Lentopaikasta luodaan aikanaan laskeutumiskartta, joka tullaan aikanaan julkaisemaan internetissä osoitteessa: “[www.Lentopaikat.fi](http://www.Lentopaikat.fi)”. Tämä on lentäjille ohjeistus, joten sen luonnos tehdään tähän mallinnukseen.

Mäntsälä-Takametsän lentopaikalla ei ole lennonjohtoa, vaan ilma-alusten päälliköt hoitavat porrastukset (se että lentokoneet eivät törmää toisiinsa) itsenäisesti.

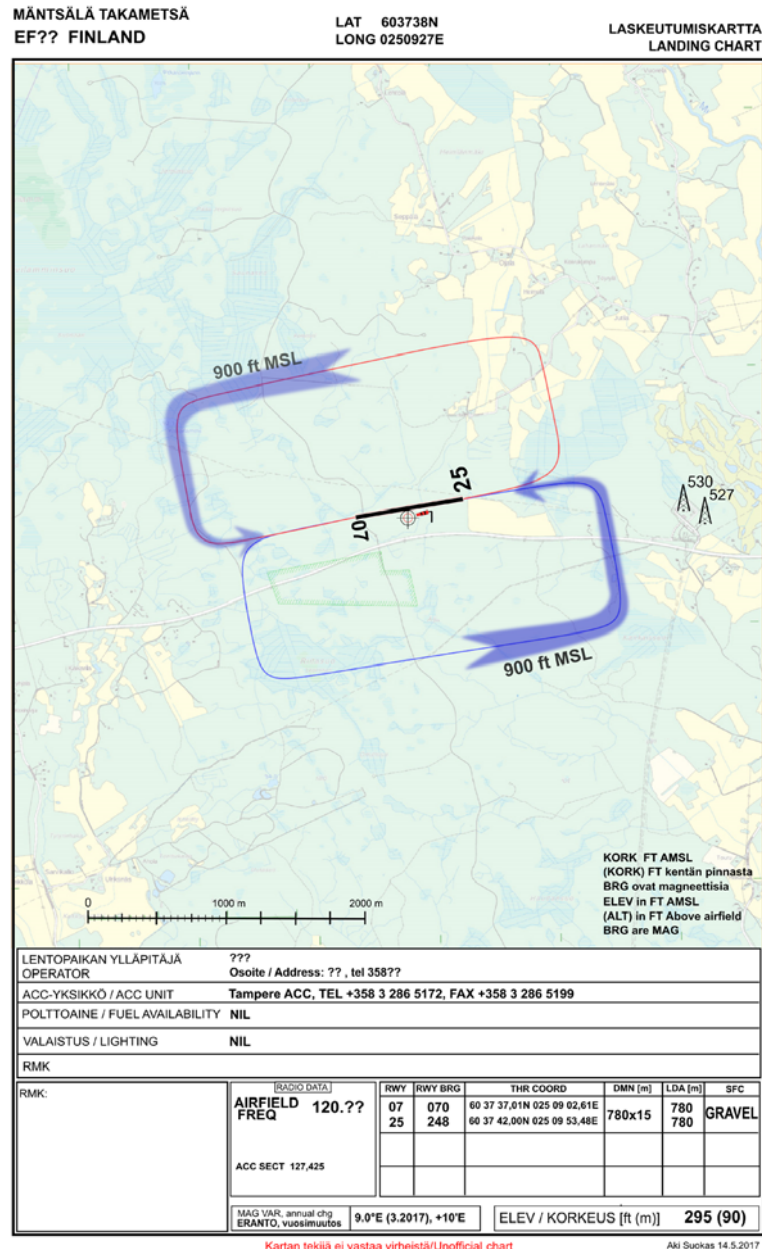
Koska lentopaikka on ns. valvomaton lentopaikka ei sen ympärillä ole erikseen perustettua lähi/lähestymisaluetta, eikä saapuvaa/lähtevää liikennettä ohjata minkään erityisen ilmoittautumispaikan kautta. Mäntsälä-Takametsän lentopaikan lentoliikenne jakautuu kaikkiin suuntiin melko tasaisesti, poislukien etelään. Valvotuilla lentopaikoilla, joissa on lennonjohto, saapuva/lähtevä liikenne ohjataan yleensä tiettyjä reittejä kentälle/pois.

Lentosääntöjen mukaisesti tiheään asutun alueen yläpuolella lentokorkeuden pitää olla vähintään 300 metriä (1000 jalkaa) maan pinnasta tai 300 metriä lähempänä olevan esteen yläpuolella. Muualla (jota Mäntsälä-Takametsän kenttä on) minimilentokorkeus on 150 metriä (500 jalkaa) alle 150 etäisyydellä olevan esteen yläpuolella (ref: Komission Täytäntöönpanoasetus (EU) N:o 923/2012).

Karttaan voidaan merkitä alueita joiden yli lentämistä pitää välttää (meluvaiennusalueet).

Tämä ilmoitetaan lentopaikan tiedoissa lentäjille (em kartta), jolloin ne ovat myös vieraileville lentäjille tiedossa. Lentosäännöt edellyttävät lentäjää tutustumaan määränpään tietoihin ennen lentoa.

Karttaa on käytetty mallinnuksen reittien pohjana:



### 3 LENTOTOIMINTA

Ilma-alusten nousut ja laskut pyritään lentoturvallisuussyistä tekemään aina vastatuuleen. Ja useimmilla lentokoneilla on hyvin tiukat rajoituksen myötätuulilähtöihin. Tästä syystä vallitseva tuulen suunta määrää ensisijaisesti käytettävän kiitotien. Samoin lentäjä, turvallisuussyistä, tekee lentokoneen lennonlähdon aina kiitotien alkupäästä.

Helikopteritoiminnassa lähtö/lasku tapahtuu helikopterilaskupaikalla samoilla periaatteilla.

Lentotoiminta lentokoneilla voidaan jakaa kahteen toisistaan poikkeavaan ryhmään:

- lentopaikalle saapuviin/poistuviin lentoihin
- laskukierros lentoihin.

Lentotoimintamuotojen erityispiirteitä on:

### **3.1 Lentopaikalle saapuvat/poistuvat lennot**

Saapuvan helikopterin/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.

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

Lähteviin lentokoneisiin pätevät samat käyttäytymismallit.

Tässä mallinnuksessa liikenteen suunnat on arvioitu kohdistuvan tasaisesti kolmeen ilmansuuntaantaan, länteen, pohjoiseen ja itään. Jakona käytetään länsi 34%, itä 33% ja pohjoinen 33%.

### **3.2 Laskukierros lento**

Lento, jossa ohjaaja suorittaa lentoonlähdön ja lentää sitten kentän kuvioiden mukaisesti samalle kiitoradalle laskuun. Tyypillisesti näitä kierroksia suoritetaan useita peräjälkeen. Lentäjän peruskoulutuksessa näitä suoritetaan paljon. Kun lentäjällä on lupakirja, tämä on tyypillinen lentäjän harjoituslento, jota jokainen lentäjä tekee, varsinkin jos lentämisessä on ollut taukoja. Näiden määrä jakautuu koneryhmille eritavalla, katso 5.3.

Kentällä on käytössä vasen kierros radalle 07 ja vasen kierros radalle 25. Vasen kierros = kaarrot vasempaan, oikea kierros = kaarrot oikeaan.

## **4 LENTOMÄÄRÄT**

### **4.1 Jakautuma**

Ympäristödirektiivin mukaisesti kaikki lentotoiminta pitäisi jakaa tasan koko vuoden ajalle jokaiselle päivälle, mutta tällainen määräytyminen ei anna toiminnan luonteen kannalta oikeaa kuvaa lentotoiminnasta aiheutuvista äänistä.

Ympäristödirektiivi olettaa, että lentotoiminta olisi samanluonteista kuin liikennelentokentällä tapahtuva reittiliikenne, joka tapahtuu aikataulun mukaisesti vuoden ympäri, säästä riippumatta. Tyypillisesti vuodessa lennetään harrastelentokoneilla enintään 100 lentotuntia, joskin monella koneella lennetään vain noin 10 - 40 tuntia vuodessa. Mäntsälä-Takametsän lentopaikkaa kotikenttänä mahdollisesti pitävien koneiden lentomäärät yhteensä on arvioitu olevan noin 100-150 tuntia.

Jos lentopaikalla tapahtuu kaupallista lentokoulutusta, se jakautuu tasaisesti koko vuodelle ja lentomäärä on suurempi, arviolta 400 lentotuntia vuodessa

konetta kohden. Kaupallisen lentokoulutuksen lennot noudattavat kuitenkin samansuuntaista lentojen jakautumaa kuin puhtaat harrastelennot.

Mäntsälä-Takametsän kentälle mahdollisesti asettuvat helikopteritoimijat tullevat käyttämään kenttää tukikohdan omaisesti, jolloin lentotoiminta on paikalle tuloa ja paikalta poistumista. Sääsyistä toiminta ei ole tasaista, vaan rajoittuu näkölentösääntöjen mukaiseen säähän.

Tässä äänitasomallinnuksessa on lentomäärää lähestytty seuraavasti:

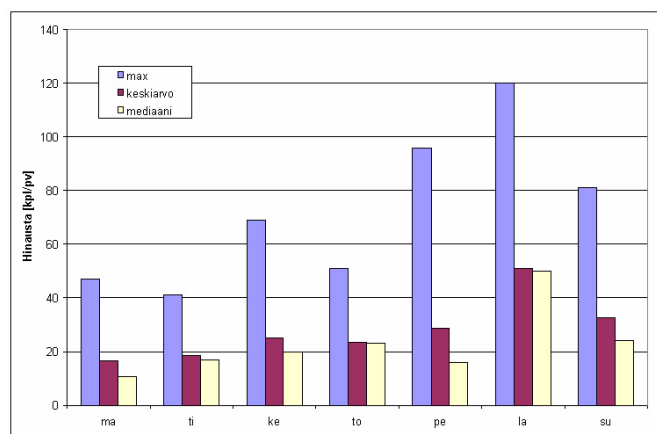
Kentällä olevan harrastustoiminnan osalta toiminta lisääntyy hyvällä säällä ja vähenee huonolla säällä. Harrastajien vapaa-aikaa ei jakaudu tasaisesti. Monelle harrastajalle viikonloppuna on parempi mahdollisuus harrastaa lentämistä kuin arkipäivinä.

Lentomäärien jakautumista varten on käytetty Räyskälän lentopaikan (Suomen vilkkain harrastelentopaikka) purjelentokoneiden hinauksista keräytyjä tilastoja<sup>1</sup> ja voidaan myös olettaa, että muuallakin harrastuslentäminen noudattaa riittäväällä todennäköisyydellä samaa vuoden ja viikonsisäistä jakautumaa. Viikoittaiseen jakautumaan sään ei pitäisi vaikuttaa mitään, eli lentämisen mahdollistavan sään voidaan olettaa jakautuvan tasaisesti eri viikonpäivien suhteen.

Räyskälän tilastojen (ohessa kuvassa vuoden 2008 jakautuma) mukaan lentotoiminta jakautui viikonpäiville seuraavasti:

Maksimiarvoissa, keskiarvoissa ja mediaaneissa on kaikissa sama trendi; maanantai - torstai ovat hiljaisia, perjantaina ihmiset aktivoituvat, ja jos on hyvä sää he lentävät aktiivisesti. Perjantain keskiarvo on arkipäiviä korkeampi, mutta mediaani on alhaisempi, tulkittuna tämä tarkoittaa, että vähänkään huonompi lentosää ei innoita lentämään (koska viikonloppun kaksi päivää on tulossa), mutta jos sää on hyvä, niin silloin lennetään aktiivisesti.

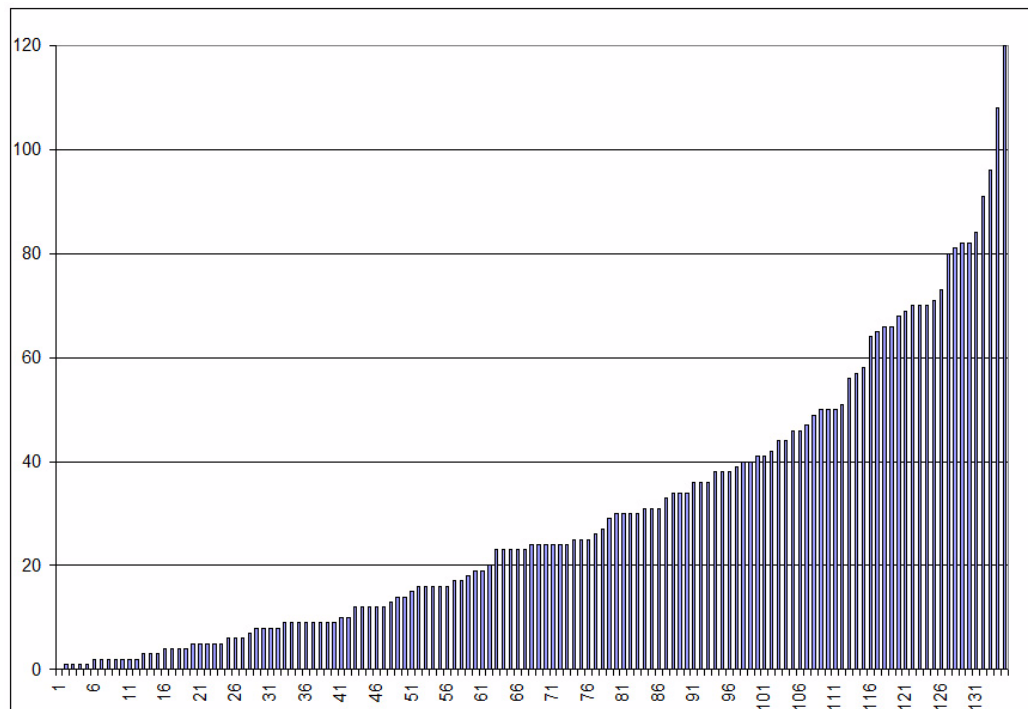
Sunnuntaina lennetään myös vähän huonommassakin lentosäässä (maksimi pienempi kuin lauantai, mutta mediaani korkeampi kuin arkipäivinä), todennäköisesti syystä, että seuraavana päivänä on arki jolloin työ estää harrastelentämisen.



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



Koska harrastelentäminen ei perustu aikatauluihin, lentomääriä yksittäiselle päivälle ei voida ennustaa. Räyskälästä saatujen tilastojen (n=137) mukaan yhden vuoden lentomäärät päivää kohti jakautuivat seuraavasti:



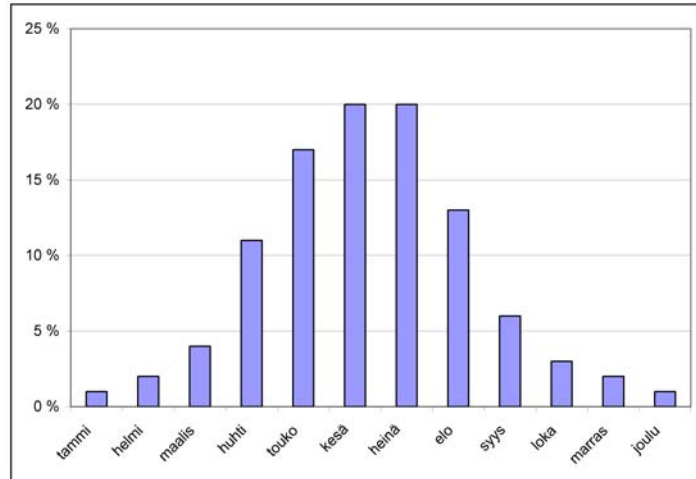
Kukin palkki on yhden päivän aikana lennettyjen lentojen määrä. Vuoden aikana siis lentoja oli vain 137 päivänä eli 228 päivänä ei lennetty yhtään lentoa! Helposti mielleltävissä, kun ajattelee talven hiljaisia aikoja säästä/päivän pituudesta johtuvaa estettä. Sekä kesällä sadepäivät, jolloin yleensä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

Eli huippupäiviä on vain muutama. Jäljempänä lasketut vuotuiset lentomäärät perustuvat tähän tilastoon. Laskenta päivä on tämän jakautuman kolmanneksi vilkkain päivä.

Tämä yksi päivä vastaa vuotuisesta lentomäärästä 1,5852%. Tasan jakautunut vuotuinen lentomäärä olisi  $1/365$  eli 0,2740 % päivässä.

Moottorikoneilla lentämiseen vuotuinen kuukausijakautuma näiden tilastojen perusteella on arvioitu seuraavanlaiseksi.

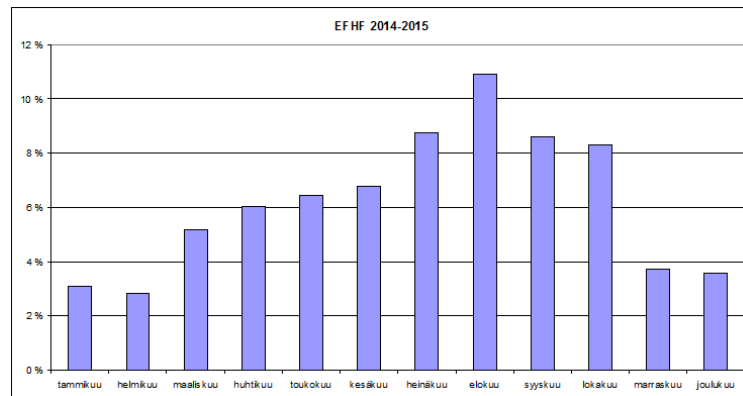
|        |      |
|--------|------|
| tammi  | 1 %  |
| helmi  | 2 %  |
| maalis | 4 %  |
| huhti  | 11 % |
| touko  | 17 % |
| kesä   | 20 % |
| heinä  | 20 % |
| elo    | 13 % |
| syys   | 6 %  |
| loka   | 3 %  |
| marras | 2 %  |
| joulu  | 1 %  |



Verrattuna Helsinki-Malmin lentoaseman tilastoihin vuodelta 2014-2015 osoittavat hieman suurempaa lentomäärää talvella ja varsinkin keväällä. Tämä on kuitenkin Finavian tilasto, joka kertoo vain lennonjohdon aukiollessa tapahtuneet laskeutumiset. Finavian tilastoinnissa lentoonlähtöjä oli 42% laskeutumisien määrästä. Lokakuun korkea osuus lienee satunnainen noihin vuosiin liittyvä erikoisuus.

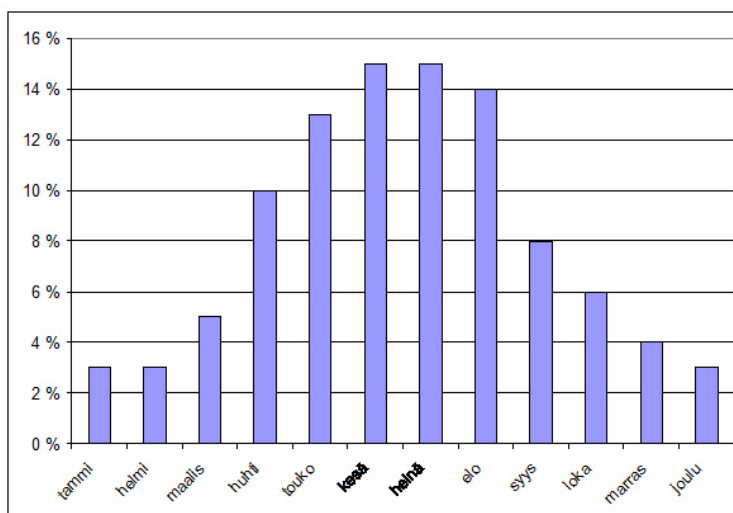
Käyttäjiä haastatelleena tiedossa on että merkittävä osa kentän liikenteestä ei näy tässä tilastossa. Totuus lienee siis enemmän kesäpainoitteinen.

|        |      |
|--------|------|
| tammi  | 4 %  |
| helmi  | 4 %  |
| maalis | 7 %  |
| huhti  | 8 %  |
| touko  | 9 %  |
| kesä   | 9 %  |
| heinä  | 12 % |
| elo    | 15 % |
| syys   | 12 % |
| loka   | 11 % |
| marras | 5 %  |
| joulu  | 5 %  |



Tässä mallinnuksessa Mäntsälä-Takametsän lentopaikalla lentokoneiden osalta käytetään näiden keskiarvoa, hieman syksyn osalta muokattuna;

|        |      |
|--------|------|
| tammi  | 3 %  |
| helmi  | 3 %  |
| maalis | 6 %  |
| huhti  | 10 % |
| touko  | 13 % |
| kesä   | 15 % |
| heinä  | 15 % |
| elo    | 14 % |
| syys   | 8 %  |
| loka   | 6 %  |
| marras | 4 %  |
| joulu  | 3 %  |



Helikopteritoiminta on luonteeltaan ammattimaista, joten samaa viikonloppu-painotusta ei ole odotettavissa. Sään suhteen painotus on oletettavasti samansuuntainen, eli enemmän kesäpainotteinen. Helikopteri operaattoreiden työtehtävät painottuvat hyvän sään aikaan ja auringon valoisuuden mukaisesti. Vuoden-aika painotus on oletettavasti sama, viikonpäivä painoitus päinvastainen. Mutta lentomäärät ovat vähäisemmät.

Tärkein jakautuman selittäjä on Suomen sääolot. Pääosa lentämistä on näkölentosääntöjen (VFR) mukaista lentotoimintaa, siihen vaikuttavat:

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

Talvella joulukuussa (Mäntsälässä) päivän pituus on noin 6 tuntia ja kesällä (touko-heinäkuu) lentokelpoista valoisuutta on 22 tuntia.

Säätilasto kertovat että marraskuusta - helmikuuhun lentokelpoista säätä (joka edellyttää riittävää pilvikorkeutta, riittävää näkyvyyttä) on niukasti. Useamman viikon kestävät täysin VFR lentokelvottomat sääjaksot ovat tavanomaisia. Tuulet eivät suoraan estä lentämistä, mutta kovat tuulet ovat harrastajille epämiellyttäviä, joten ne vähentävät harrastelentämistä. Helikopteritoiminnan asiakasvaatimukset vähentävät myös toimintaa tuulisella säällä. Syksy on kovien tuulien tyypillistä esiintymistä.

## 4.2 Mäntsälä-Takametsän lentopaikan lentomäärät

Mäntsälä-Takametsän lentomäärät ovat puhtaasti ennusteita.

Kun tässä mallinnuksessa puhutaan lennosta, se tarkoittaa yhtä lento-ohjelmaa ja yhtä laskeutumista. Mallintamisessa oletetaan, että lento-ohjelmien ja laskeutumisten määrä yhtenä päivänä on yhtä suuri. Tämä ei todellisuudessa päde, koska kone voi laskeutua jonnekin muualle kuin Mäntsälä-Takametsän lentopaikalle ja saapua jostain muualta. Oletus ei kuitenkaan vääristä tuloksia havaittavasti.

Lentopaikalle arvoidaan sijoittuvan noin 10 kevyttä lentokonetta. Jotka siis voidaan katsoa pitävän kenttää kotikenttänään.

Kotikenttä lentokoneet lentävät vuodessa arviolta yhteensä 2000 lentoa. Joista muualta saatujen tilastojen perusteella voidaan arvioida olevan vajaa puolet laskukierros lentoja ja puolet lentoja pois/takaisin.

Vierailevia lentokoneita tulee käymään Mäntsälä-Takametsän lentopaikalla. Nämä ovat yleensä kaikki lentoja kentälle/pois sieltä.

Lentomäärät tulevat olemaan kertaluokkaa-kahta pienemmät kuin Helsinki-Malmilla (20 000 laskua vuodessa).

Arvioidaan että kauniina kesälauantaina, kenttää kotikenttämän pitävät koneet käyvät muutaman kerran lentämässä ja kentällä vierailee ulkopuolelta saman verran koneita. Päästäisiin siis noin 30 lentoon päivässä. Tämä vastaisi vuotuista lentomäärää 1900 lentoa.

Käytetään mallinnuksessa seuraavia kokonaislentomääriä päiväajan lentokoneiden lennoille:

50, 100, 250

lentoa päivässä. Näin saadaan kuva miten lentomäärät näkyvät äänitasorasisutuksessa. 250 lentoa päivässä tarkoittaa 250 lentoonlähtöä ja 250 laskeutumista. Koska päivä (07-22) on 15 tuntia, tarkoittaa tämä määrä yhtä operaatiota joka 108 sekunti. Yhden kiitoradan lentopaikalla, jossa ei ole rullausteitä, tämä on juuri ja juuri mahdollista, kunhan kaikki ohjaajat ovat asiansa osaavia. Aikaa kuluu lentoonlähtöön seuraavasti:

- lentokone rullaa kiitotietä pitkin lähtöpaikalla (kiitoradan alkuun), tämä tapahtuu noin 20-30 km/h nopeudella, aikaa kuluu noin 40 s,
- kone suorittaa lentoonlähdon, aika liikkeellelähdistä siihen kun kone poistuu kiitoradan päältä, noin 30 s. Vasta tämän jälkeen normaalien käytäntöjen mukaan seuraava lentäjä saa käyttää kiitorataa.

Laskuun menee suunnilleen sama aika, normaali lentäjä ei kyllä aloita loppulähestymistä jos edellinen kone on vielä kiitoradalla, joten noin 34 sekunttia on realistinen lisä. Keskimäärin siis lasku / startti olisi kestoltaan 87 sekunttia.

Aikaa menee siis optimaaliseen suoritukseen 87 s. Ja tämä edellyttää siis että koko 15 tuntia, että jatkuvasti on odottamassa seuraavat vuoroon tulevat koneet. Käytännössä siis mahdoton tilanne, mutta toteutettavissa.

Yöajan (22-07) lentomäärät tulevat olemaan toiminnan luonteen takia vähäisiä, mallinnuksessa on tarkastelu 15 lennon aiheuttamaa äänitasoa. 15 lentoa on yöajalle suuri lentomäärä.

Helikopteritoiminnalla tarkastellaan;

10, 30

lentoa päivässä. Näin saadaan kuva miten lentomäärät näkyvät äänitasorasisutuksessa. Toiminnan luonteen takia todennäköinen vilkas helikopteritoimintapäivä tarkoittaa noin 10 lentoa päivässä. Helikopteritoiminnalle on mallinnettu myös 10 lennon yötoiminta, mutta tämä on hyvin yläkanttiin.

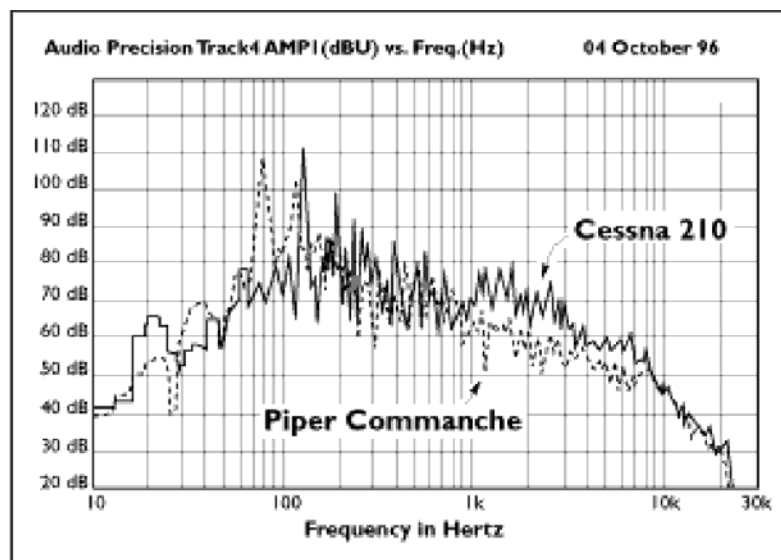
Toimintojen erilaisuuden takia (lentokoneet enempi harrastetoimintaa, helikopterit ammattimaista), voisi olettaa että aktiviteetit menevät ristiin. Eli lentokoneitoiminta viikonloppupainotteista ja helikopterit arkipäiväpainotteista.

## 5 ÄÄNENTASON MALLINNUS

### 5.1 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. Mäntsälä-Takametsän lentokoneiden ääni muodostuu potkuriäänestä ja moottorin äänestä (pakoäänestä). Moottorin ääni on samantapainen laajakaistainen ääni kuin esimerkiksi autoissa. Potkuriääni taas koostuu kapeista 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 yleisilmalulentokoneiden n. 83 Hz. Potkurilentokoneen ääni on siis helposti tunnistettavissa voimakkaankin taustaäänien seasta.

Oheinen kuva<sup>1</sup> esittää kahden yksimoottorisen potkuri lentokoneen 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.

Helikopterin ääni muodostuu samalla tavalla moottorin äänestä ja pää- että pyörköroottorin äänistä.

Mäntämoottorihelikopterin, kuten Robinson R44, moottoriääni on samanlainen kuin mäntämoottorilentokoneen ääni, eli laajakaistainen. Kaasuturbiini helikopterin, kuten MD Helicopters MD 500, moottoriääni on turbiinille tyypillinen, laajakaistainen ääni, jonka taajuus on korkeampi kuin mäntämoottorin.

Pääroottorin tyypillinen pyörimisnopeus on 490 rpm (MD500D) tai 400 rpm (R44). MD500D helikopterissa on viisilapainen pääroottori ja R44 helikopterissa

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

2-lapainen pääroottori. Joten roottori äänen taajuudet ovat 41 Hz (MF500D) tai 13 Hz (R44). Pyrstöroottori on kummassakin kaksilapainen R44 2425 rpm ja MD500D 2100 rpm. Joten pyrstön äänen taajuus on 35-41 Hz.

Riippumatta moottorista, helikopterin ääni on erilainen kuin lentokoneen. Helikopterin lentonopeus laskun tullessa on pienempi kuin lentokoneen, mutta lentoonlähdessä samaa luokkaa.

## 5.2 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 äänitasomallinnusohjelmat) 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://www.faa.gov/about/office\\_org/headquarters\\_offices/apl/research/models/inm\\_model/](https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/apl/research/models/inm_model/)

Lähdetietoina käytettiin ko ohjelman tietokannassa olevia helikopteri/lentokoneille, EASA:n tyyppihykyntätietoja sekä EUROCONTROL'in ylläpitämää äänitasotietokantaa, joka on osoitteessa <http://www.aircraftnoisemodel.org>.

Koska helikopterin/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 maanpintäänälähteiden melumallinnuksessa. Ilma-aluksen suunnistustarkkuus ilmassa on parhaimmillankin 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. Mäntsälä-Takametsän maasto on hyvin tasainen (tässä mielessä), eikä maastossa ole muotoja, jotka aiheuttaisivat äänitason kannalta suojaus- tai heijastusvaikutusta. Yksinkertaistuksen aiheuttama virhe on olematon.

Suurin osa äänikuormasta syntyy ilma-aluksen ilmassa ollessa ja käytetyt ilma-alueet lentävät suurimman osan lennostaan 150 metrin korkeudessa. Merkittävät äänikuormat syntyvät lähelle lentorataa, joten lentokone on käytännössä aina, maasta katsottuna, varsin korkealla taivaalla. Ääni siis etenee maastopisteeseen tyhjää ilmaa myöten. Maaston muodot vaikuttavat hyvin vähän tähän äänikuormaan.

### 5.3 Ilma-alusten ryhmät

Tätä äänentasomallinnusta varten Mäntsälä-Takametsän lentokoneet jaettiin seuraaviin ryhmiin:

Ryhmä 1 (ultrat)

Ryhmä 10 (mäntämoottori helikopterit, R44)

Ryhmä 11 (turbiinimoottori helikopterit, MD500)

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

Ryhmittäin lentokoneiden lentomäärien jakautuminen on:

| ryhmä | osuus lennoista |
|-------|-----------------|
| R1    | 100 %           |

Helikopteriryhmien lentomäärien jakaantuminen ryhmittäin on:

| ryhmä | osuus lennoista |
|-------|-----------------|
| H10   | 50 %            |
| H11   | 50 %            |

Koneryhmittäin lentokoneiden laskukierroslentämisen osuus kaikista lennoista on arvioitu seuraavasti:

| Koneryhmä                   | R1   |
|-----------------------------|------|
| laskukierros-<br>lentäminen | 30 % |

Helikoptereilla ei nähdä harjoituslentojen määrän olevan sellainen, että niiden osuus näkyisi äänitasossa.

Erilaisesta käyttäjäkunnasta johtuen on oletettu että lentokonelentäminen painottuu viikonloppuun, ja helikopteritoiminta on arkipäiväpainotteista.

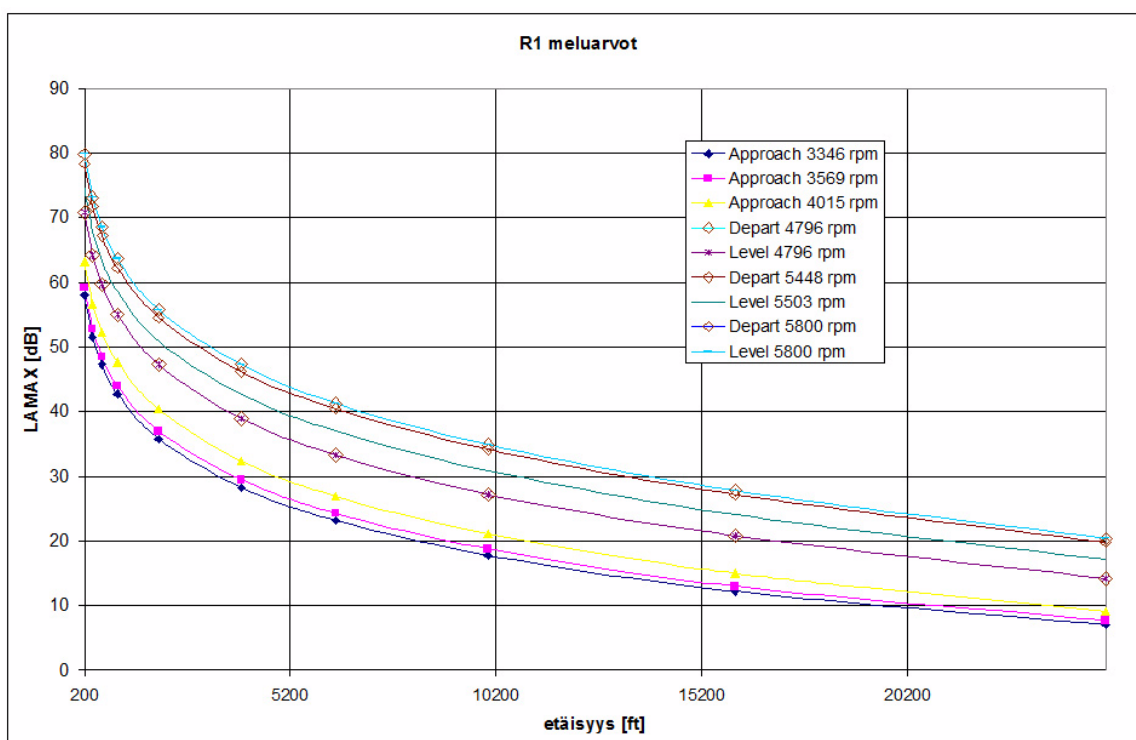
Mallinnuksessa ei sen takia ole samaan aikaan tapahtuvaa lentokone ja helikopterilentämistä mallinnettu.

### 5.3.1 Ryhmä 1

Ryhmän 1 lentokoneissa on Rotax 912-sarjan lentokonemoottori. Yleensä kolmilapaisen potkurin pyörimisnopeus on lentoonlähdessä noin 2200 kierrosta minuutissa (rpm). Moottorin ja potkurin välissä on alennusvaihteisto ja äänitie-doissa oleva tehoasetus (thrust setting) on moottorin kierrosluku. Huomattava osa ultrien lentotoiminnasta on koulutusta. Tunnistekuvia Suomen ilma-alusre-kisterissä 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.

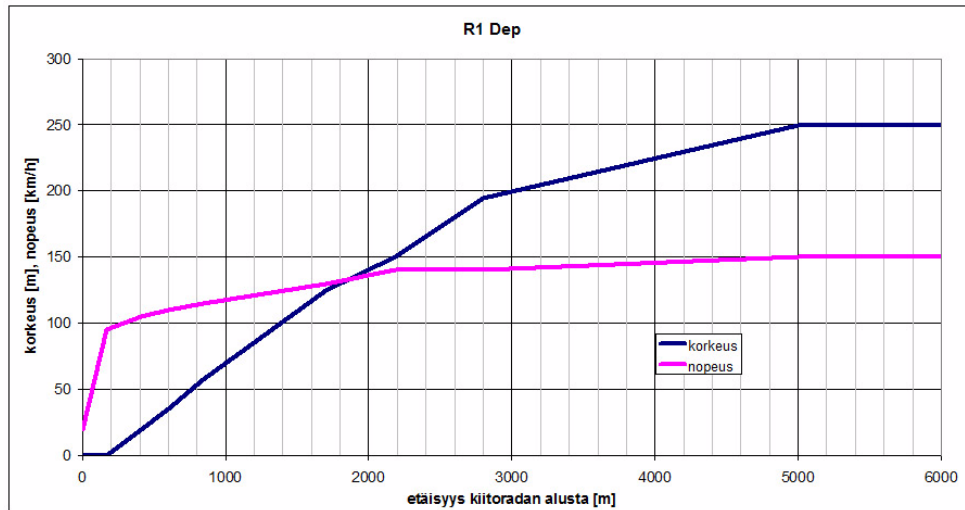
Lentoonlähdon (DEP) lentoprofiili:

| track dist | altit | speed | thrust set  | Op mode       |
|------------|-------|-------|-------------|---------------|
| 0          | 0     | 20    | <b>3000</b> | <b>depart</b> |
| 170        | 0     | 95    | <b>5150</b> | <b>depart</b> |
| 410        | 20    | 105   | <b>5500</b> | <b>depart</b> |
| 600        | 35    | 110   | <b>5400</b> | <b>depart</b> |



|       |     |     |      |               |
|-------|-----|-----|------|---------------|
| 840   | 57  | 115 | 5400 | <b>depart</b> |
| 1700  | 125 | 130 | 5300 | <b>depart</b> |
| 2182  | 150 | 140 | 5200 | <b>depart</b> |
| 2800  | 195 | 140 | 5000 | <b>depart</b> |
| 5000  | 250 | 140 | 5000 | <b>depart</b> |
| 20000 | 250 | 140 | 5000 | <b>depart</b> |

Lentorata graafina:

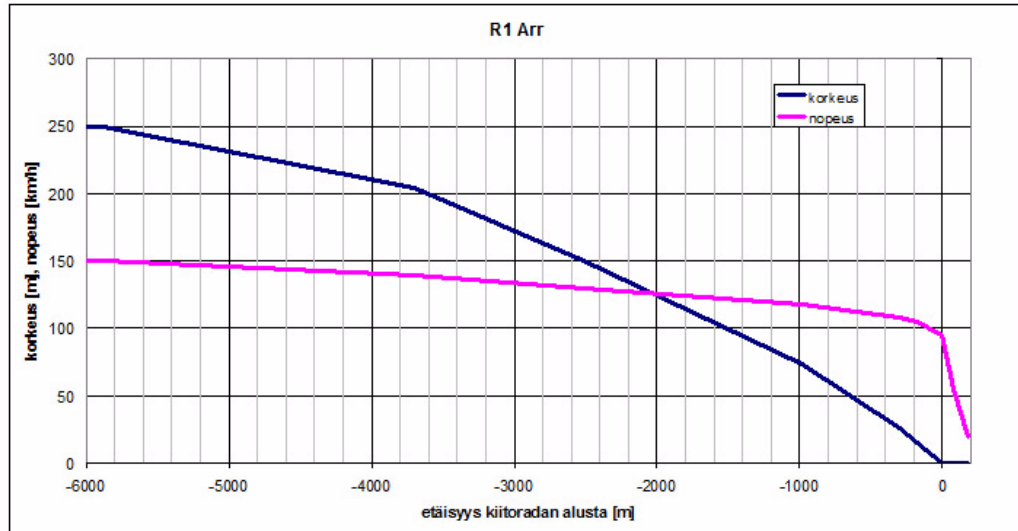


Profiili ei ole lentokoneen ääri rajoilla, vaan loivahko. Käytännössä lentäjien käyttämä profiili on jyrkempi, eli koneella nousta jyrkemmin, jolloin maanpinnalla havaittava äänitaso on pienempi.

Saapumislennon (ARR) lentoprofiili:

| track dist | altit    | speed | thrust set  | mode       |
|------------|----------|-------|-------------|------------|
| -22730     | 250      | 150   | 5000        | <b>Arr</b> |
| -5885      | 250      | 150   | 5000        | <b>Arr</b> |
| -3700      | 204      | 140   | 4900        | <b>Arr</b> |
| -2520      | 150      | 130   | 4000        | <b>Arr</b> |
| -980       | 74       | 118   | 3900        | <b>Arr</b> |
| -300       | 26       | 108   | <b>3900</b> | <b>Arr</b> |
| -180       | 15       | 105   | <b>3500</b> | <b>Arr</b> |
| <b>0</b>   | <b>0</b> | 95    | <b>3000</b> | <b>Arr</b> |
| <b>81</b>  | <b>0</b> | 65    | <b>2500</b> | <b>Arr</b> |
| <b>180</b> | <b>0</b> | 20    | <b>2500</b> | <b>Arr</b> |

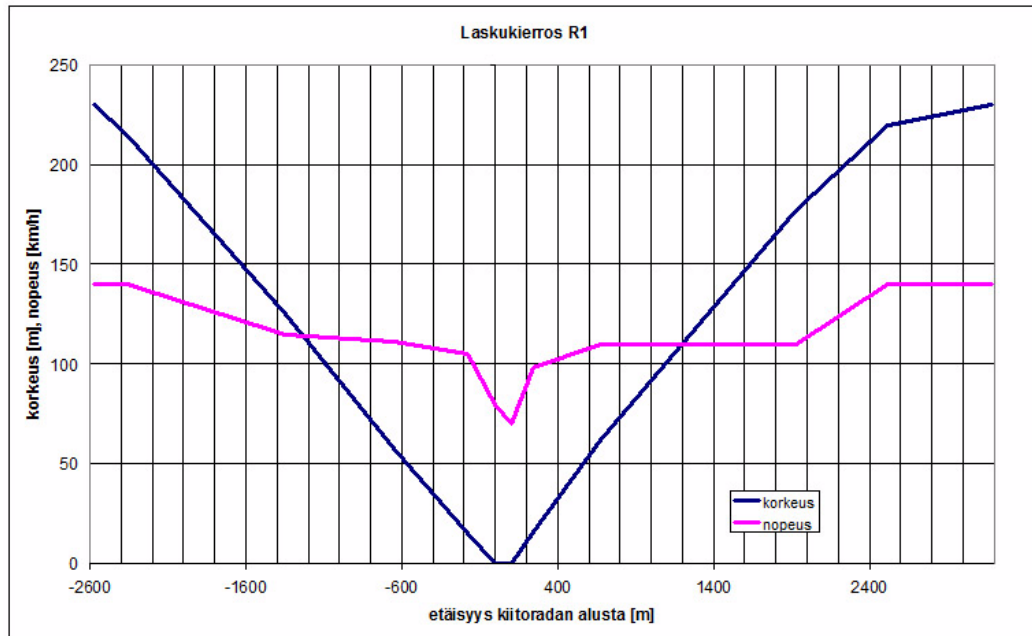
Lentorata graafina:



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 noustaan saman tien takaisin ilmaan.

| track dist | altit | speed | thrust set | OP mode |
|------------|-------|-------|------------|---------|
| -2578      | 230   | 140   | 4800       | D       |
| -2363      | 215   | 140   | 4600       | D       |
| -1344      | 125   | 115   | 4200       | D       |
| -651       | 58    | 111   | 3900       | A       |
| -180       | 15    | 105   | 3500       | A       |
| 0          | 0     | 80    | 3000       | A       |
| 100        | 0     | 70    | 5000       | A       |
| 240        | 16    | 98    | 5400       | D       |
| 670        | 62    | 110   | 5400       | D       |
| 1929       | 177   | 110   | 5200       | D       |
| 2519       | 220   | 140   | 4900       | D       |
| 3188       | 230   | 140   | 4800       | D       |

Läpilaskun (TGO) lentoprofiili graafina:



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).

### 5.3.2 Ryhmä H10

Ryhmän H10 helikoptereissa on mäntämoottori.

Pääroottorin pyörimisnopeus 400 rpm (R44). R44 helikopterissa 2-lapainen pääroottori. Roottori äänen taajuus on 13 Hz (R44). Pyrstöroottori on kaksilapainen ja pyörii 2425 rpm. Joten pyrstön äänen taajuus on 35 Hz. Ihmisen normaali kuuloalue alkaa 20 Hz paikkeilla, joten pääroottorin ääni on kuuloalueen ulkopuolella.

Äänestä on aistinvaraisesti tunnistettavissa pääroottorin matalataajuinen jytinä ja selkeämmin pyrstöroottorin ääni. Moottorin pakoäänen primääritaajuus (pakoaukkojen avautumisrytmi) on 87 Hz, joka on aistinvaraisesti havaittavissa.

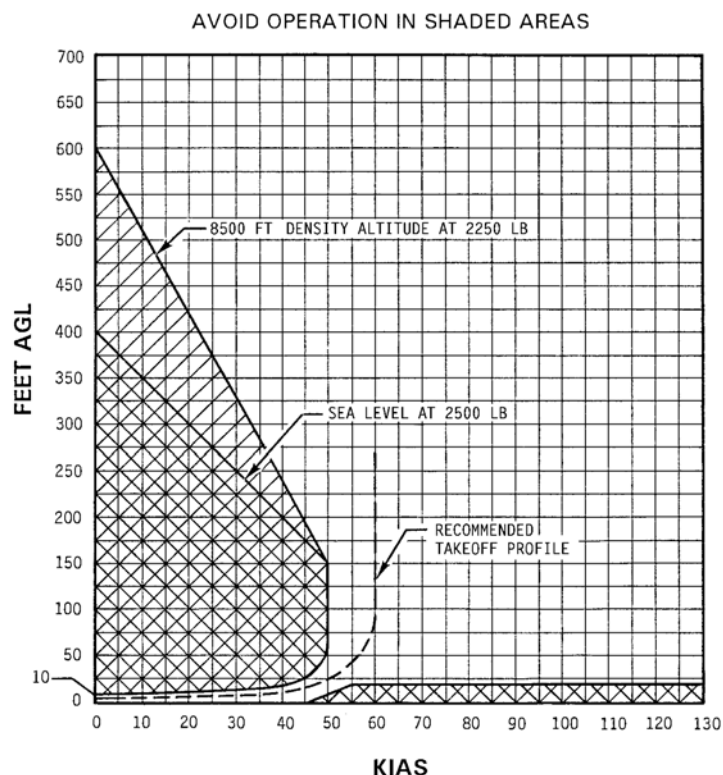
Tunnistekuva Suomen ilma-alusrekisterissä olevasta tämän ryhmän helikopterista:

Tämän ryhmän äänenpainetieto on ohjelman tietokannassa valmiina.

Lentoprofiilit ovat helikopterin erilaisesta lentomenetelmästä johtuen erilaiset kuin lentokoneilla.



Kaikilla helikoptereilla on korkeus/nopeusalue, josta ne eivät pysty tekemään pakkolaskua (autorotaatiota). Alan termein “kuolleen miehen käyrä”. Alla R44 lentokäsikirjasta ko kohta.



HEIGHT - VELOCITY DIAGRAM

Helikopterilla siis lentomenetelmä on kiihdyttää hyvin lähellä maanpintaa tiettyyn nopeuteen ja sitten vasta aloittaa nousu.

Ryhmä H10 lentoonlähtömenetelmä:

|   |  | aika<br>[sek] | loppukor-<br>keus<br>[m] | loppupään<br>etäisyys<br>[m] | loppunopeus<br>TAS<br>[km/h] |
|---|--|---------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 | Käynnistys ja moottori maatyhjäkäynnillä | 30            |                          |                              |                              |
| 2 | Tehon nosto lentoa varten(, flight idle) | 30            |                          |                              |                              |
| 3 | Pystysuora nousu                         | 3             | 3                        |                              |                              |
| 4 | Kiihdytys                                |               |                          | 30,5                         | 55,6                         |
| 5 | Startin alkunousu ja kiihdytys           |               | 9,1                      | 152,4                        | 124,1                        |
| 6 | Startin vakionopeusvaihe                 |               | 304,8                    | 1066,8                       |                              |
| 7 | Kiihdytys vaakalennossa                  |               | 304,8                    |                              | 192,6                        |
| 8 | vaakalento                               |               | 304,8                    | 28377                        | 192,6                        |

## Ryhmä H10 lähestymismenetelmä:

|   |  | aika<br>[sek] | alkukor-<br>keus<br>[m] | loppukor-<br>keus [m] | alkupään<br>etäisyys<br>[m] | alkuno-<br>peus TAS<br>[km/h] | loppuno-<br>peus TAS<br>[km/h] |
|---|--|---------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1 | alkukorkeus  |               | 304,8                   |                       |                             | 192,6                         |                                |
| 2 | vaakalento   |               |                         |                       | 26594                       |                               |                                |
| 3 | hidastus vaaka-<br>lennossa                        |               |                         |                       | 1524                        |                               | 125,9                          |
| 4 | lähestyminen<br>vaakalennossa                      |               |                         | 152,4                 | 1463                        |                               |                                |
| 5 | liuku hidastaen                                    |               |                         | 4,6                   | 868,7                       |                               | 0                              |
| 6 | pystysuora las-<br>keutuminen                      | 3             |                         | 0                     |                             |                               |                                |
| 7 | moottori lentote-<br>hoilla                        | 30            |                         |                       |                             |                               |                                |
| 8 | moottorin jääh-<br>dytyskäyttö tyh-<br>jäkäynnillä | 30            |                         |                       |                             |                               |                                |

### 5.3.3 Ryhmä H11

Ryhmän H11 helikoptereissa on kaasuturbiinimoottori.

Pääroottorin pyörimisnopeus on 490 rpm (MD500D). MD500D helikopterissa on viisilapainen pääroottori. Roottori äänen taajuudet ovat 41 Hz (MF500D). Pyrstöroottori on kummassakin kaksilapainen MD500D 2100 rpm. Joten pyrstön äänen taajuus on 41 Hz.

Aistinvarainen ääni on korkeampitaajuinen sirinä. Äänestä on juuri tunnistetta-  
vissa roottori ääni, mutta moottorin ääni on selkeämpi, turbon vihellys.

Tunnistekuvia Suomen ilma-  
alusrekisterissä olevista tämän ryh-  
män lentokoneista:

Tämän ryhmän äänenpainetieto  
on ohjelman tietokannassa val-  
miina.



Lentoprofiilit ovat helikopterin  
erilaisesta lentomenetelmistä johtuen erilaiset kuin lentokoneilla.

## Ryhmä H11 Lentoonlähtömenetelmä:

|   |   | aika<br>[sek] | loppukor-<br>keus<br>[m] | loppupään<br>etäisyys<br>[m] | loppuno-<br>peus TAS<br>[km/h] |
|---|---|---------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| 1 | Käynnistys ja moottori maatyh-<br>jäkäynnillä | 30            |                          |                              |                                |
| 2 | Tehon nosto lentoa varten(<br>flight idle)    | 30            |                          |                              |                                |
| 3 | Pystysuora nousu                              | 3             | 4,6                      |                              |                                |
| 4 | Kiihdytys                                     |               |                          | 30,5                         | 55,6                           |
| 5 | Startin alkunousu ja kiihdytys                |               | 9,1                      | 152,4                        | 114,8                          |
| 6 | Startin vakionopeusvaihe                      |               | 304,8                    | 1066,8                       |                                |
| 7 | Kiihdytys vaakalennossa                       |               | 304,8                    |                              | 205,6                          |
| 8 | vaakalento                                    |               | 304,8                    | 28377                        | 205,6                          |

## Ryhmä 11 Lähestymismenetelmä:

|   |  | aika<br>[sek] | alkukor-<br>keus<br>[m] | loppukor-<br>keus [m] | alkupään<br>etäisyys<br>[m] | alkuno-<br>peus TAS<br>[km/h] | loppuno-<br>peus TAS<br>[km/h] |
|---|--|---------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1 | alkukorkeus  |               | 304,8                   |                       |                             | 205,6                         |                                |
| 2 | vaakalento   |               |                         |                       | 26594                       |                               |                                |
| 3 | hidastus vaaka-<br>lennossa                        |               |                         |                       | 1524                        |                               | 114,8                          |
| 4 | lähestyminen<br>vaakalennossa                      |               |                         | 152,4                 | 1463                        |                               |                                |
| 5 | liuku hidastaen                                    |               |                         | 4,6                   | 868,7                       |                               | 0                              |
| 6 | pystysuora las-<br>keutuminen                      | 3             |                         | 0                     |                             |                               |                                |
| 7 | moottori lentote-<br>hoilla                        | 30            |                         |                       |                             |                               |                                |
| 8 | moottorin jääh-<br>dytyskäyttö tyh-<br>jäkäynnillä | 30            |                         |                       |                             |                               |                                |

## 6 LIIKENNEMÄÄRÄT

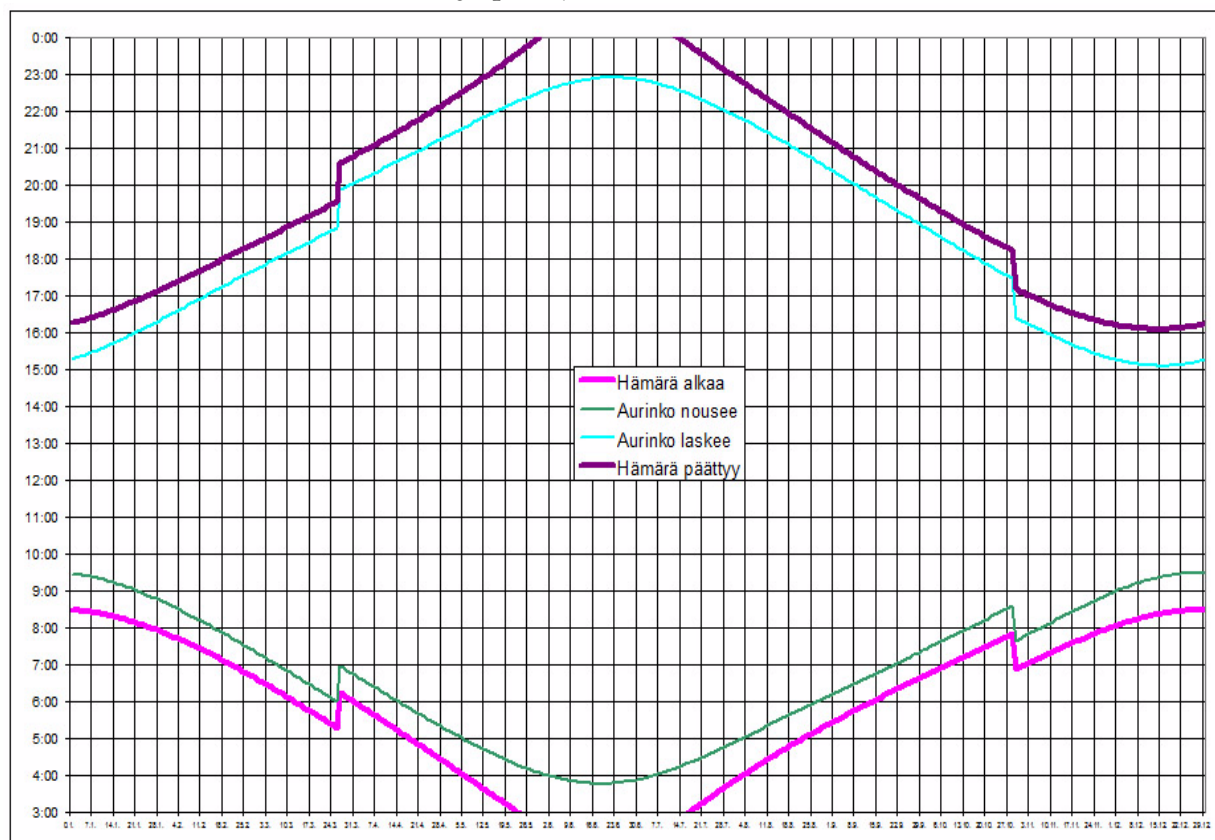
### 6.1 Ajallinen jakautuminen

Mäntsälän lentotoiminta tapahtuu alussa näkölentosääntöjen (VFR) mukaisesti. Tämä tarkoittaa, että pilvikorkeus ja näkyvyys ovat riittäviä. Suomessa talvi-kausi on lentämisen kannalta hiljaista aikaa, ja yleisilmailu keskittyy kesäkauteen. Koulutustoiminta ei ole yhtä kesäpainoiteista, mutta sään takia painotusta on.

Keskitalvella lentämiseen soveltuvaa valoisuutta on vain noin 6 tuntia ja osin lyhyestä päivänvalosta johtuen 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.

Kentälle on suunnitella valot, joten yötoimintaa tulee olemaan hieman.

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



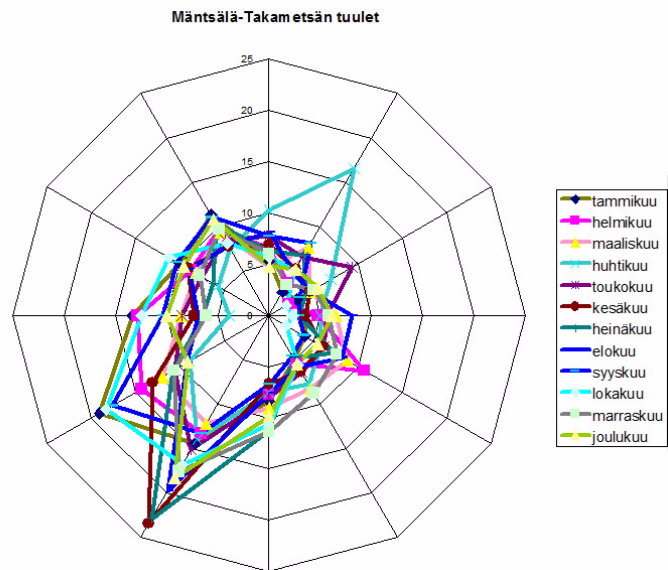
Huomattavaa on että keskikesällä (1.6 - 10.7) 40 päivän ajan lentosääntöjen mukaista yötä ei ole ollenkaan.

### 6.2 Suuntajakautuma

Ilma-aluksen päällikkö valitsee lasku- tai starttisuunnan 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 Mäntsälän matalalla tuulen suuntajakautuma on oheinen.

Tuulen keskisuunta vaihtelee vuodenajan mukaisesti. Asteikko on suhteellinen prosenttija-kautuma 30 asteen suuntasektorein. Tuuliatlaksesta saadaan tuulen suuntajakautuma kuukausittain. Huhtikuussa on erikoisesti koillistuulten (vaalena sininen) osuus erilainen kuin koko muu vuosi.



Tämän tuulitiedon perusteella eri ratojen käyttöaste voidaan arvioida ja se olisi:

| rata | käyttöaste |
|------|------------|
| 25   | 65 %       |
| 07   | 35 %       |

Mallinnuksessa on käytetty vastatuulen arvona 5 solmua (2,6 m/s) kaikilla lennoilla. Tämä hidastaa konetta, joten melukuorma kasvaa hieman.

## 6.3 Lentoreitit

Laskennassa käytetyt lentoreitit on tehty laskeutumiskartaan tulevan ohjeistuksen mukaisesti ja ovat:

### 6.3.2 Saapuva/poistuva

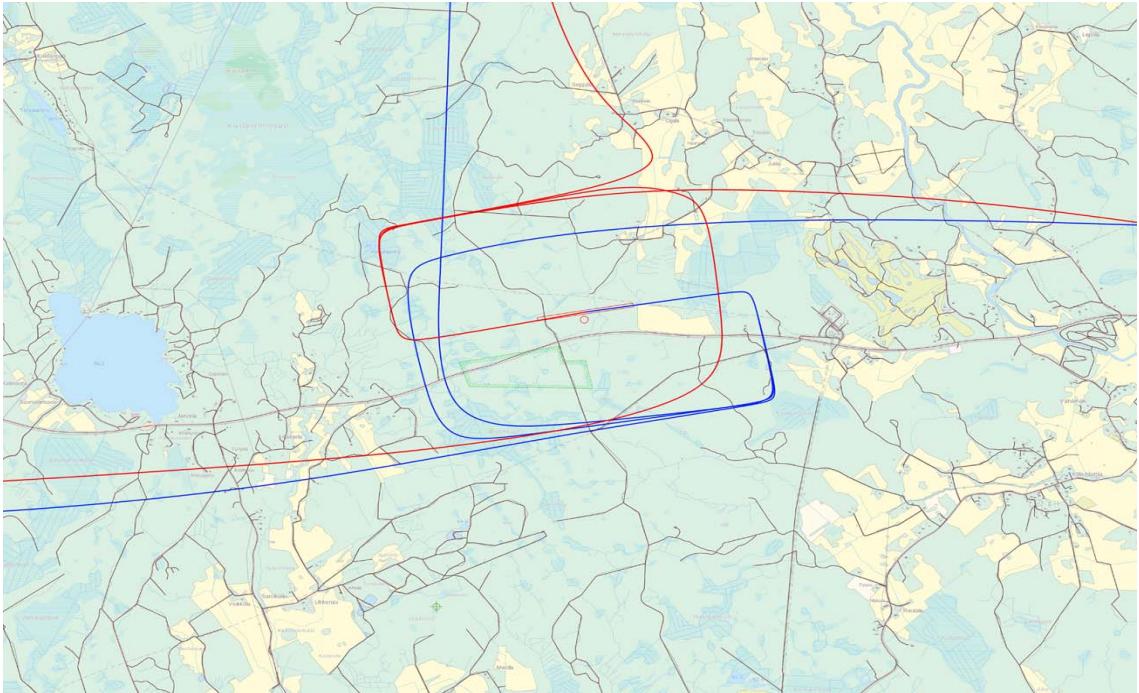
Karttaan piirretty saapuvat lentoreitit yllä määritellyistä suunnista ja miten saapuvat lentäjä liittyy laskukierroskuviioon. Karttapohjat Maanmittauslaitoksen avoimesta aineistosta. Saapuva lentokone lentää suuremmalla nopeudella ja pienemmällä tehoasetuksella kuin lähtevät lentokoneet. Saapuva kone on hiljaisempi kuin lähtevä.

Saapuvien lentojen reitit; sininen reitti on kiitoradalle 25 ja punainen kiitoradalle 07. Lentoratoihin sovelletaan reittihajontaa. Eli kuvassa olevan nimellisen keskireitin kahtapuolen sijoitetaan hajontareitti ja lennot jaetaan näiden viiden reitin suhteen normaalijakautuman mukaisesti (6,3%, 24,4%, 38,6%, 24,4%, 6,3%). Saapuvissa reittiessä lähtöpisteessä (kuvan ulkopuolella) hajonta on 1 nm

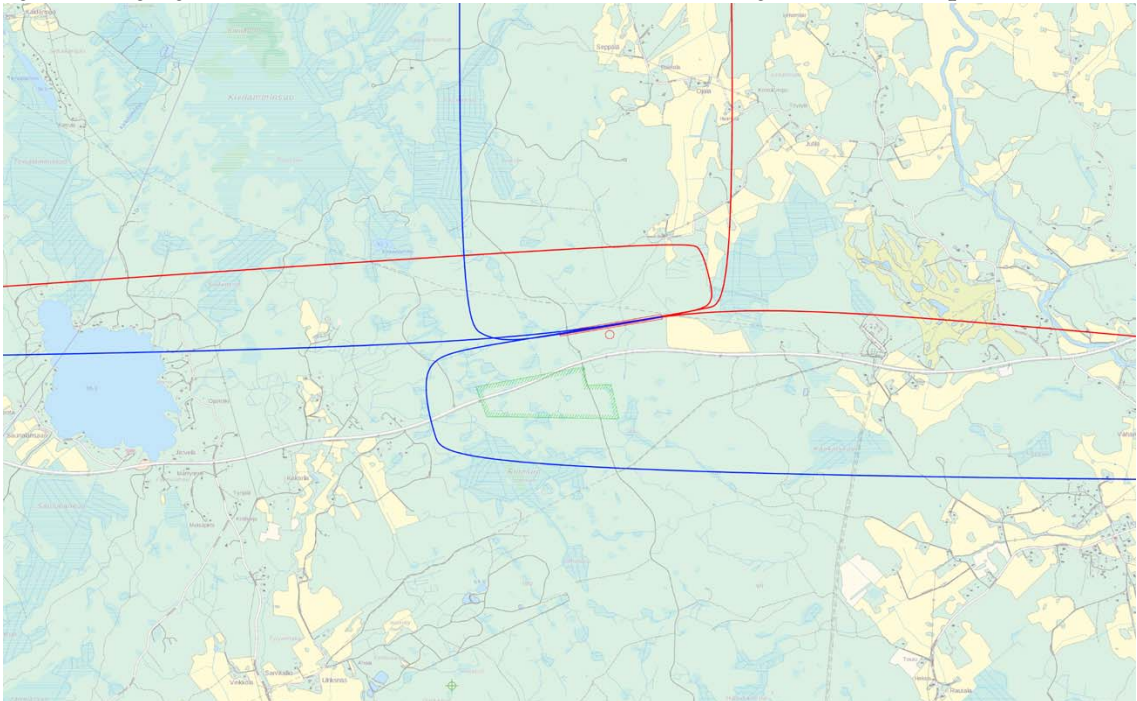
1. <http://www.tuuliatlas.fi/>



puolelleen ja supistuu siten että loppuosan alussa hajonta on 0,01 nm (20m).  
Laskeutuva kone laskeutuu aina kiitoradan alkupäähän.

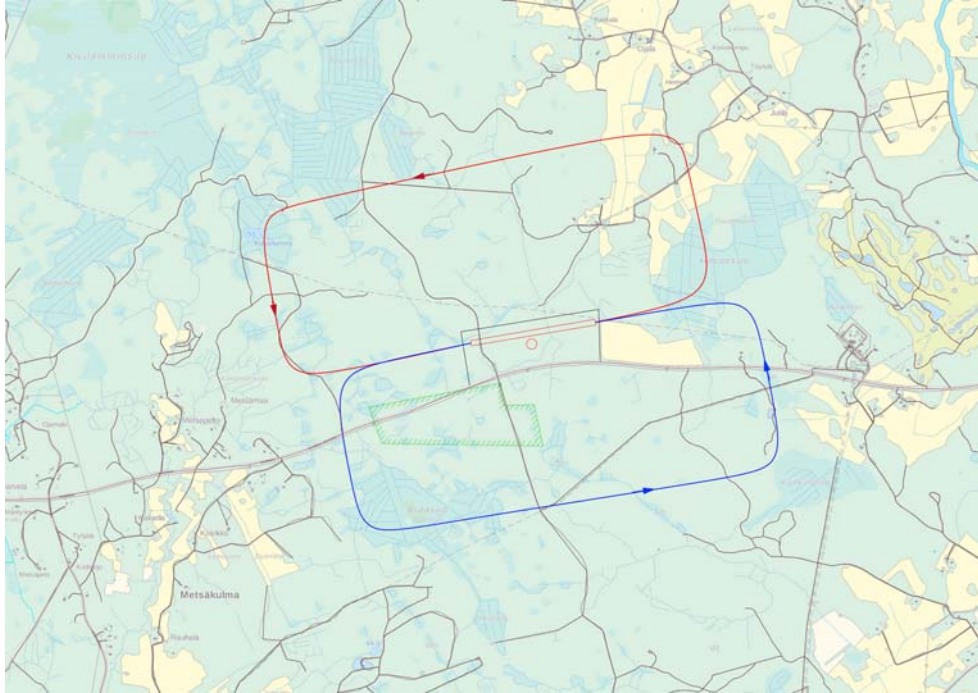


Lähtevän liikenteen reitit ovat vastaavasti seuraavassa kuvassa. Sininen reitti on kiitoradalta 25 ja punainen kiitoradalta 07. Hajonta kuten lähtevissä reiteissä. Lähtevän koneen lentonopeus pienempi ja lähtöpiste on kiitoradan alkupää, joten ohjaajat alkavat kääntää konetta lähtösuuntaan jo kiitoradan päässä.



### 6.3.3 Laskukierroslentäminen

Suoritetaan laskeutumiskartan mukaisesti vasemmalla kaarrolla radalle 25 ja oikealla kaarrolla radalle 07.



Lentoratoihin sovelletaan 0,05 nm (92 m) hajontaa. Eli kuvassa olevan nimellisen keskireitin kahtapuolen sijoitetaan hajontareitti ja lennot jaetaan näiden kolmen reitin suhteen normaalijakautuman mukaisesti (15,87%, 68,26%, 15,87%). Lentoreitit supistuva radan päissä lähtöpisteissä ja päätepisteissä.

### 6.3.4 Mäntsälä-Takametsän lentomäärät

Seuraavassa on 100 lentoa päivässä jaettuna kiitoradoille / koneryhmille jolloin saadaan seuraava jakautuma lentokoneille. Muut lentomäärät ovat tämä kerrottuna lentomäärien suhteessa.

|                          | RT    |  |  |  |
|--------------------------|-------|--|--|--|
| läpilaskukierros rata 07 | 10,50 |  |  |  |
| läpilaskukierros rata 25 | 19,50 |  |  |  |
| Arr lta 07               | 8,09  |  |  |  |
| Arr lta 25               | 15,05 |  |  |  |
| Arr lansi 07             | 8,33  |  |  |  |
| Arr lansi 25             | 15,47 |  |  |  |
| Arr pohjoinen 07         | 8,09  |  |  |  |
| Arr pohjoinen 25         | 15,02 |  |  |  |
| dep lta 07               | 8,09  |  |  |  |
| dep lta 25               | 15,02 |  |  |  |
| dep lansi 07             | 8,33  |  |  |  |
| dep lansi 25             | 15,47 |  |  |  |
| dep pohjoinen 07         | 8,09  |  |  |  |
| dep pohjoinen 25         | 15,02 |  |  |  |

Helikoptereiden lentomäärät 10 lentoa/päivä jakautuu eri suunnille

|                  | H10  | H11  |
|------------------|------|------|
| Arr Iita 07      | 0,58 | 0,58 |
| Arr Iita 25      | 1,07 | 1,07 |
| Arr Iansi 07     | 0,60 | 0,60 |
| Arr Iansi 25     | 1,11 | 1,11 |
| Arr pohjoinen 07 | 0,58 | 0,58 |
| Arr pohjoinen 25 | 1,07 | 1,07 |
| dep Iita 07      | 0,58 | 0,58 |
| dep Iita 25      | 1,07 | 1,07 |
| dep Iansi 07     | 0,60 | 0,60 |
| dep Iansi 25     | 1,11 | 1,11 |
| dep pohjoinen 07 | 0,58 | 0,58 |
| dep pohjoinen 25 | 1,07 | 1,07 |

## 7 TARKASTELU

### 7.1 Miten lentämisestä aiheutuva ääntä kuvataan

Vaihtelevan lentotoiminnan aiheuttaman äänen kuvaamiseen käytetään suurretta, joka yhdistää äänitapahtumien hetkellisen tason ja tapahtumien lukumäärän. Koko vuorokauden lentojen yhteensä muodostama äänienergia kuvaa äänitason kokonaismäärää. Tätä äänitasa 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. Keskiäänitasa käytetään yleisesti kuvaamaan ympäristön äänitason suuruutta. Käytännössä havaittava äänitasa vaihtelee koko ajan – ilma-alusten kohdalla erityisen selvästi, sillä tapahtumien esiintyminen voi olla harva ja tapahtuminen välillä ilma-alusten aiheuttamaa ääntä ei esiinny lainkaan.

Keskiäänitasa eri paikoissa voidaan laskea, kun tiedetään erityyppisten ilma-alusten äänitasot ja lentojen määrä. Lisäksi tarvitaan tiedot lentoreiteistä ja niiden hajonnasta sekä tiedot lentoprofileista (korkeus, nopeus, moottorin tehoasetus). Keskiäänitasa 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 keskiäänitasa ylittyy.

### 7.2 Laskennoissa käytetyt suureet

Tämän selvityksen tuloksissa esitetyt suureet ovat päiväajan (klo 7-22) keskiäänitasa  $L_{Aeq(7-22)}$ . Yöajan vastaavasti 22-07, yöaika kestää 9 tuntia kun päiväaika kestää 15 tuntia. Joten päiväajan äänitasa ei ole suoraan käytettävissä yöajan äänitasona, koska aika on erilainen.

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

$L_{DEN}$  on vuonna 2002 julkaistun EU:n ympäristödirektiivin (2002/49/EY) mukainen äänitasoindikaattori (ajalle 07-22).  $L_{Aeq(7-22)}$  ja ohjelman termi  $L_{DEN}$  ovat identtiset tässä mallinnuksessa käytetyillä oletuksilla. Direktiivin mukaan indikaattoriäänitasot tulee määrittää vuoden kaikkien päivien keskiäänitasona. Koska yleisilmailukentän toiminta painottuu kesäaikaan ja päiväaikaan, direktiivin mukainen vuositarkastelu antaa epärealistisen lievän kuvan lentopaikan toiminnan vaikutuksista. Tässä raportissa on siksi tarkasteltu laskennallisen yhden päivän tilannetta.

Mahdolliset hyvin satunnaiset yöaikaiset operaatioit eivät vaikuta mitenkään päiväaikaiseen verhokäyrään (klo 07-22). Yöaikaisen keskiäänitason eli suureen  $L_{Aeq(22-7)}$  mukaiset verhokäyrät on laskettu tässä yhteydessä erikseen.

## 8 TULOKSET

### 8.1 50 lentoa/vuorokausi

#### 8.1.1 Päiväaika (07-22)

Lentopaikan liikenne keskittyy kesäkauteen. Nämä tulokset on laskettu päivä-lentomäärän mukaisesti, kuten edellä on esitetty. Tulos on lentomäärälle 50 lentoa/päivä lentokoneilla edellä esitetyllä jakautumalla.

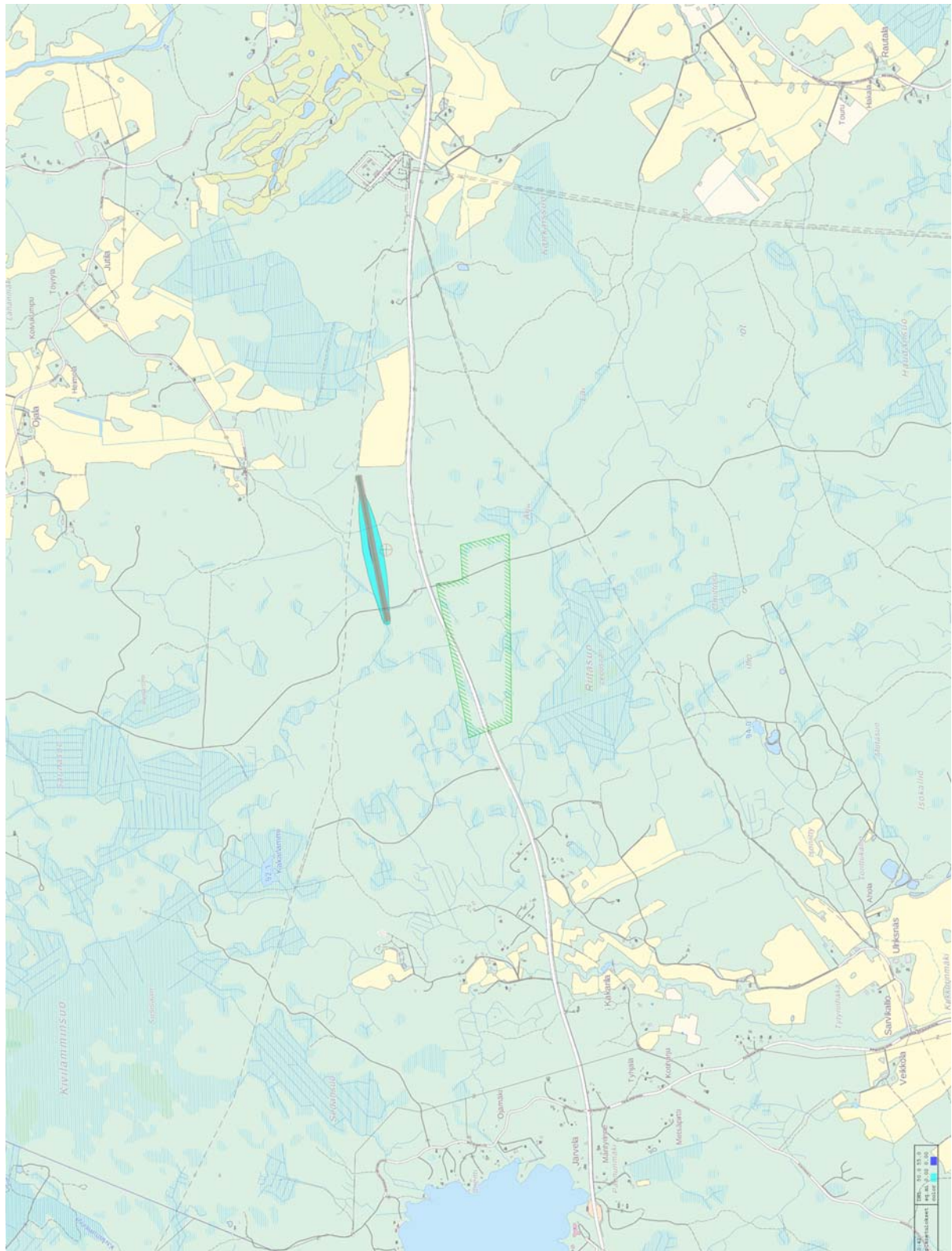
Lentojen aiheuttama keskimääräinen äänitasokuorma  $L_{Aeq(7-22)}$  laskennallisen tasoituksella.

Käytetty asteikko on aina kuvan vasemmassa alakulmassa. Huomattakoon, että asuinalueen päiväajan kynnyсарvo 55 dB(A) ylittyy vain kiitotien sisällä olevalla alueella (tumman sininen).

Alue, jolla  $L_{Aeq(7-22)}$  50 dB raja ylittyy on vaalean sininen. Pinta-alaltaan se on 5,7 hehtaaria (huomaa, että ohjelman käyttää merimailia yksikkönä, joten erillisessä tulostulosteessa asteikon yhteydessä olevat luvut ovat neliömaileja).

Alue, jolla  $L_{Aeq(7-22)}$  55 dB raja ylittyy on tummemman sininen. Pinta-alaltaan se on 1,2 hehtaaria.

$L_{Aeq(7-22)}$  60 dB raja-arvo ylittyy kun väri muuttuu vaalean vihreäksi. Pinta-ala on <0,1 hehtaaria.



## **8.2 100 lentoa / vuorokausi**

### **8.2.1 Päivällä (07-22)**

Tulos on lentomäärälle 100 lentoa/päivä edellä esitetyllä jakautumalla.

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

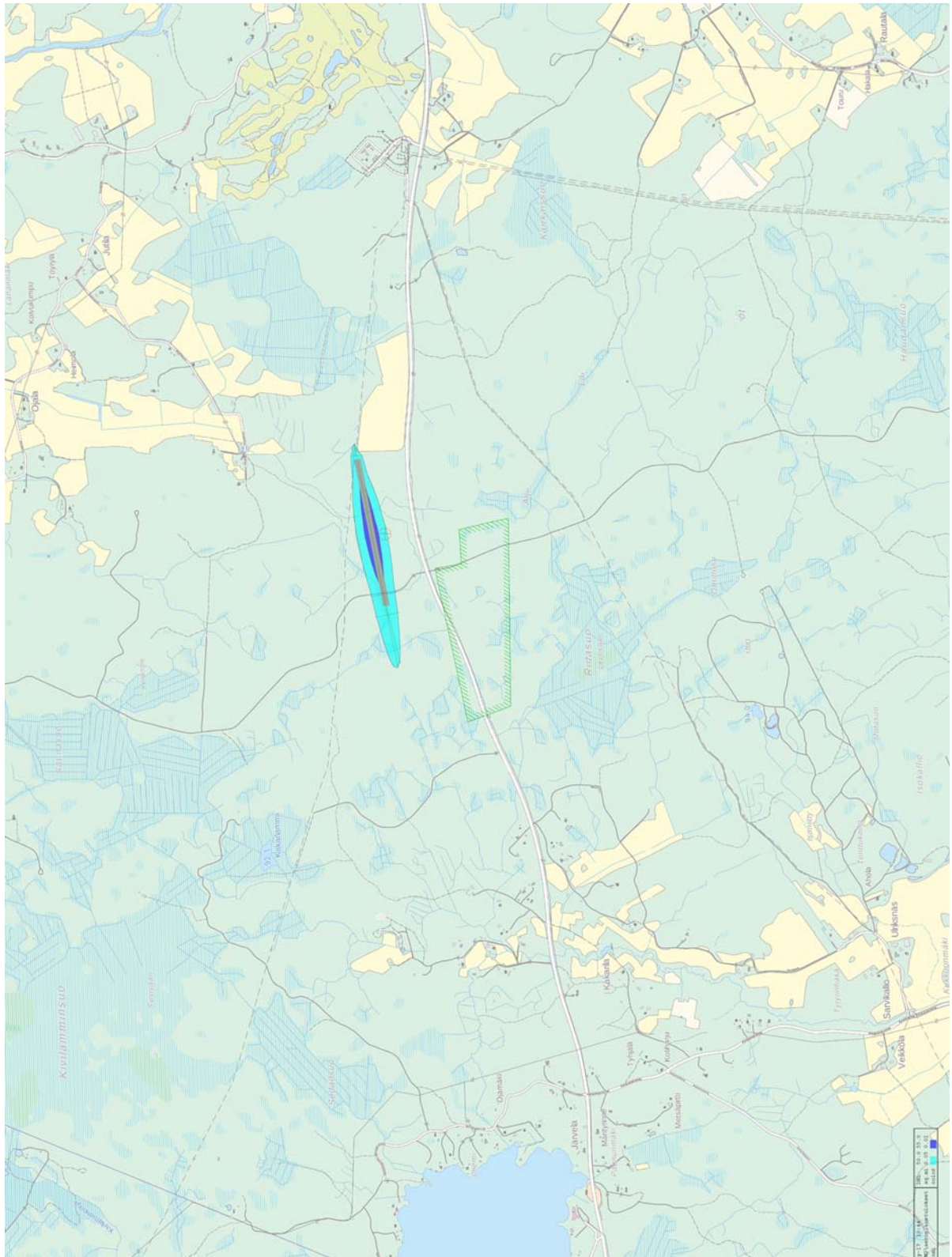
Käytetty asteikko on aina kuvan vasemmassa alakulmassa.

Alue, jolla  $L_{Aeq(7-22)}$  50 dB raja ylittyy on vaalean sininen. Pinta-alaltaan se on 13,6 hehtaaria (huomaa, että ohjelman käyttää merimailia yksikkönä, joten erilisessä tulostulosteessa asteikon yhteydessä olevat luvut ovat neliömaileja).

Alue, jolla  $L_{Aeq(7-22)}$  55 dB raja ylittyy on tummemman sininen. Pinta-alaltaan se on 3,2 hehtaaria.

$L_{Aeq(7-22)}$  60 dB raja-arvo ylittyy kun väri muuttuu vaalean vihreäksi. Pinta-ala on 0,1 hehtaaria.

$L_{Aeq(7-22)}$  65 dB raja-arvo ylittyy kun väri muuttuu tummemman vihreäksi. Pinta-ala on <0,1 hehtaaria.





## **8.3 250 lentoa / vuorokausi**

### **8.3.1 Päivällä (07-22)**

Tulos on lentomäärälle 250 lentoa/päivä edellä esitetyllä jakautumalla. 250 lentoa päivässä on suunnilleen käytännön maksimi mitä kentällä pysyy toteuttamaan.

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

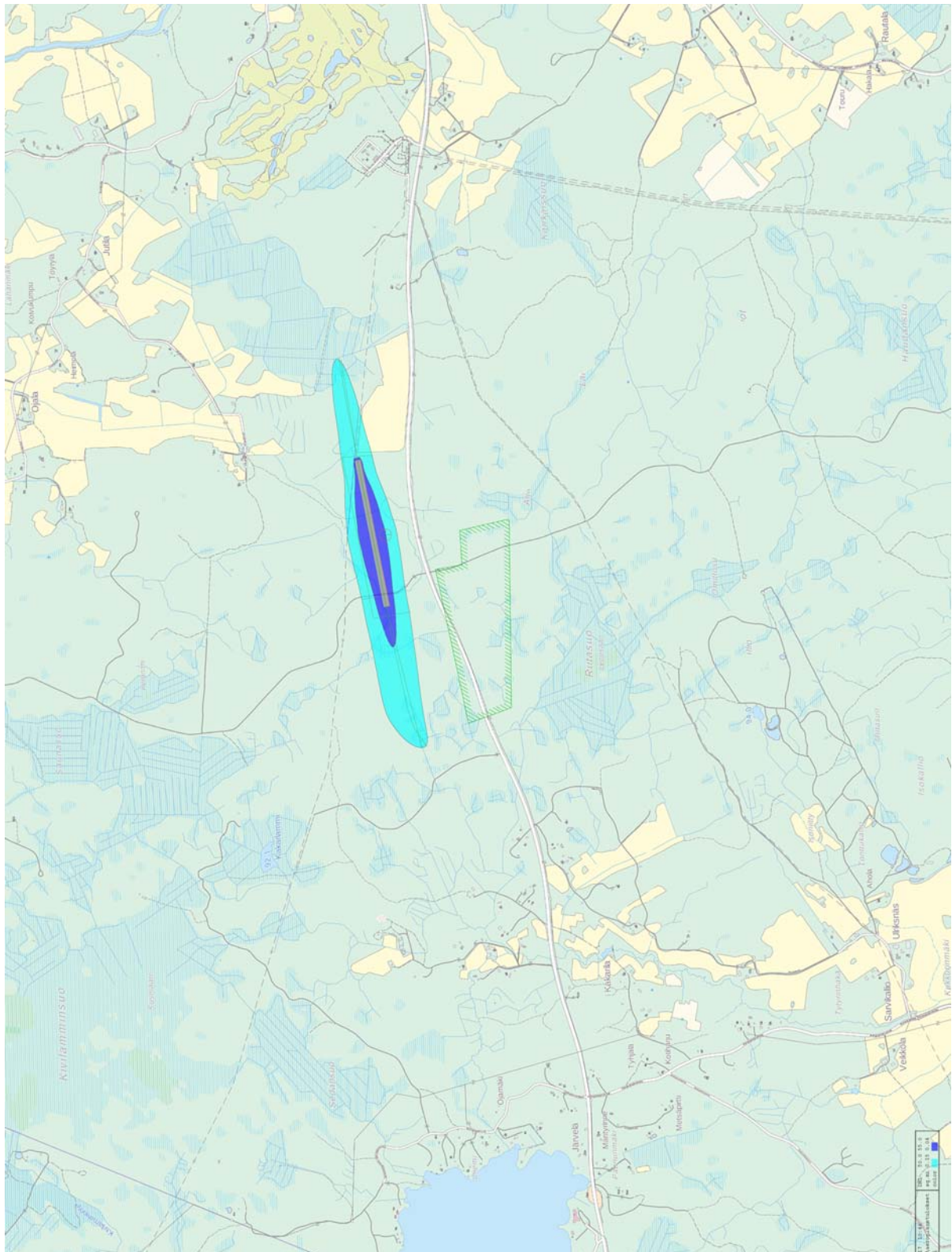
Käytetty asteikko on aina kuvan vasemmassa alakulmassa.

Alue, jolla  $L_{Aeq(7-22)}$  50 dB raja ylittyy on vaalean sininen. Pinta-alaltaan se on 39,9 hehtaaria (huomaa, että ohjelman käyttää merimailia yksikkönä, joten erillisessä tulostulosteessa asteikon yhteydessä olevat luvut ovat neliömaileja).

Alue, jolla  $L_{Aeq(7-22)}$  55 dB raja ylittyy on tummemman sininen. Pinta-alaltaan se on 10,2 hehtaaria.

$L_{Aeq(7-22)}$  60 dB raja-arvo ylittyy kun väri muuttuu vaalean vihreäksi. Pinta-ala on 2,4 hehtaaria.

$L_{Aeq(7-22)}$  65 dB raja-arvo ylittyy kun väri muuttuu tummemman vihreäksi. Pinta-ala on <0,1 hehtaaria.



## **8.4 15 lentoa / yössä**

### **8.4.1 Yöllä (22-07)**

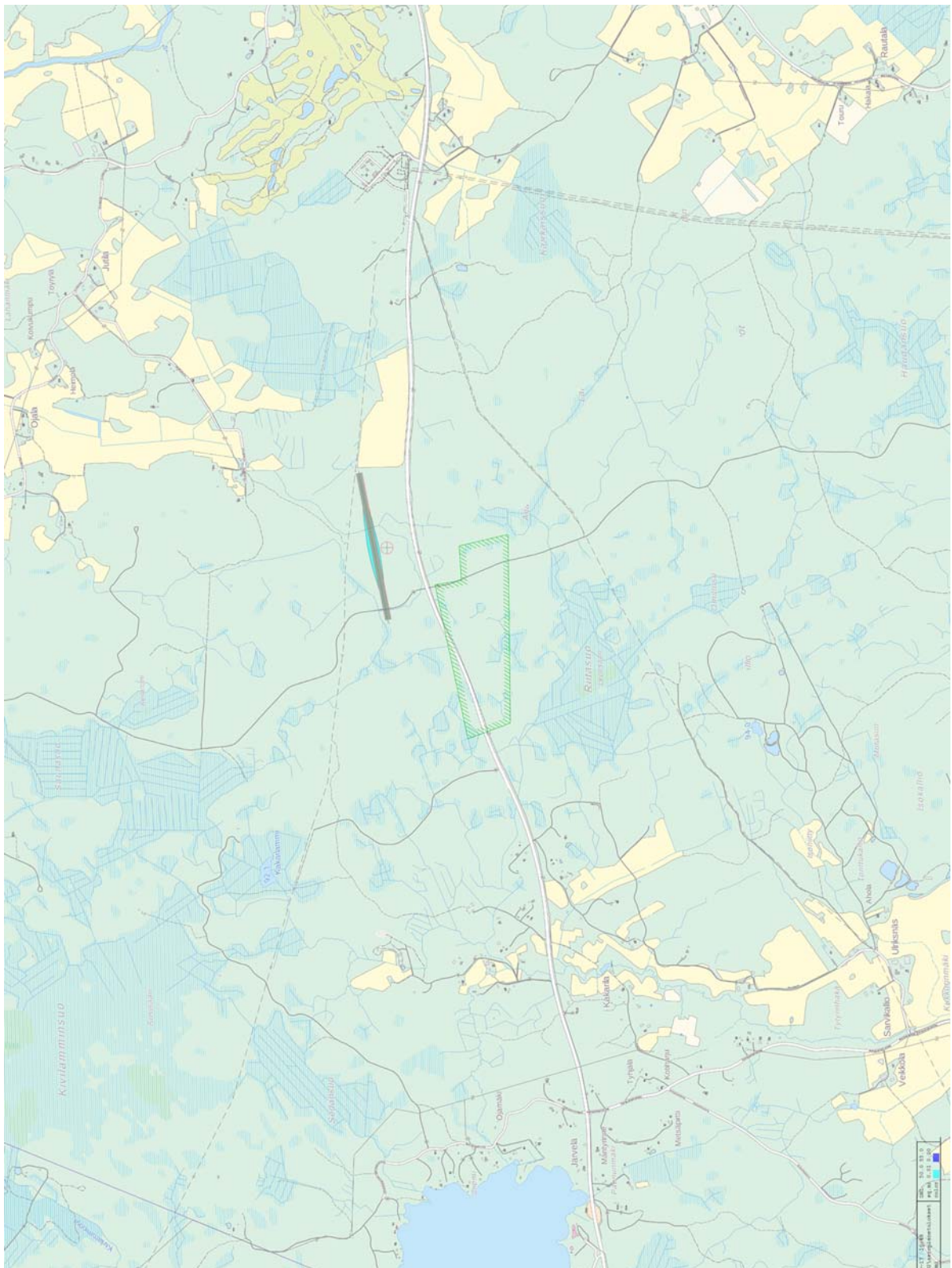
Tulos on lentomäärälle 15 lentoa/yöaikana edellä esitetyllä jakautumalla. Yöaika on lyhyempi (9 tuntia) kuin päiväaika (15 tuntia), joten yöajan 15 lentoa luo saman äänikuorman kuin päiväajan 25 lentoa (suhdeluku 15/9).

Lentojen aiheuttama keskimääräinen äänitasokuorma  $L_{Aeq(22-07)}$  laskennallisen tasoituksella.

Käytetty asteikko on aina kuvan vasemmassa alakulmassa.

Alue, jolla  $L_{Aeq(22-07)}$  50 dB raja (vakituisen asutuksen raja-arvo yöllä) ylittyy on vaalean sininen. Pinta-alaltaan se on 2,4 hehtaaria (huomaa, että ohjelman käyttää merimailia yksikkönä, joten erillisessä tulostulosteessa asteikon yhteydessä olevat luvut ovat neliömaileja). Alue on kokonaan kenttäalueella

Alue, jolla  $L_{Aeq(22-07)}$  55 dB raja ylittyy olisi tummemman sininen. Pinta-alaltaan se on <0,1 hehtaaria.



## **8.5 10 helikopteri lentoa / vuorokausi**

### **8.5.1 Päivällä (07-22)**

Tulos on lentomäärälle 10 helikopteri lentoa/päivä edellä esitetyllä jakautumalla.

Lentojen aiheuttama keskimääräinen äänitasokuorma  $L_{Aeq(22-07)}$  laskennallisen tasoituksella.

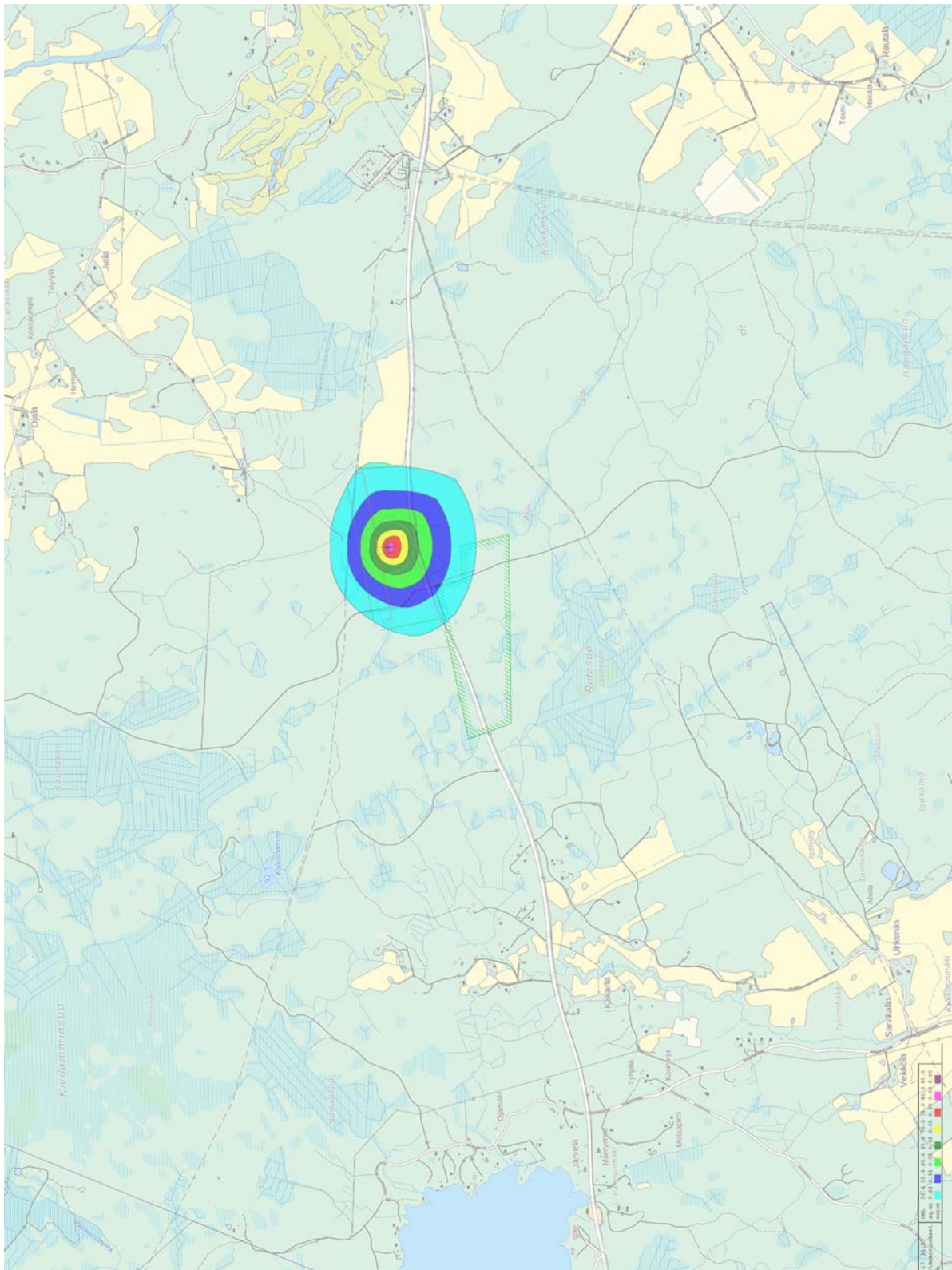
Käytetty asteikko on aina kuvan vasemmassa alakulmassa.

Alue, jolla  $L_{Aeq(7-22)}$  50 dB raja ylittyy on vaalean sininen. Pinta-alaltaan se on 56,5 hehtaaria (huomaa, että ohjelman käyttää merimailia yksikkönä, joten erillisessä tulostulosteessa asteikon yhteydessä olevat luvut ovat neliömaileja).

Alue, jolla  $L_{Aeq(7-22)}$  55 dB raja (vakituinen asutus päivällä raja) ylittyy on tummemman sininen. Pinta-alaltaan se on 27,6 hehtaaria.

$L_{Aeq(7-22)}$  60 dB raja-arvo ylittyy kun väri muuttuu vaalean vihreäksi. Pinta-ala on 13,2 hehtaaria.

$L_{Aeq(7-22)}$  65 dB raja-arvo ylittyy kun väri muuttuu tummemman vihreäksi. Pinta-ala on 0,6 hehtaaria.



## **8.6 30 helikopteri lentoa / vuorokausi**

### **8.6.1 Päivällä (07-22)**

Tulos on lentomäärälle 30 helikopteri lentoa/päivä edellä esitetyllä jakautumalla.

Lentojen aiheuttama keskimääräinen äänitasokuorma  $L_{Aeq(22-07)}$  laskennallisen tasoituksella.

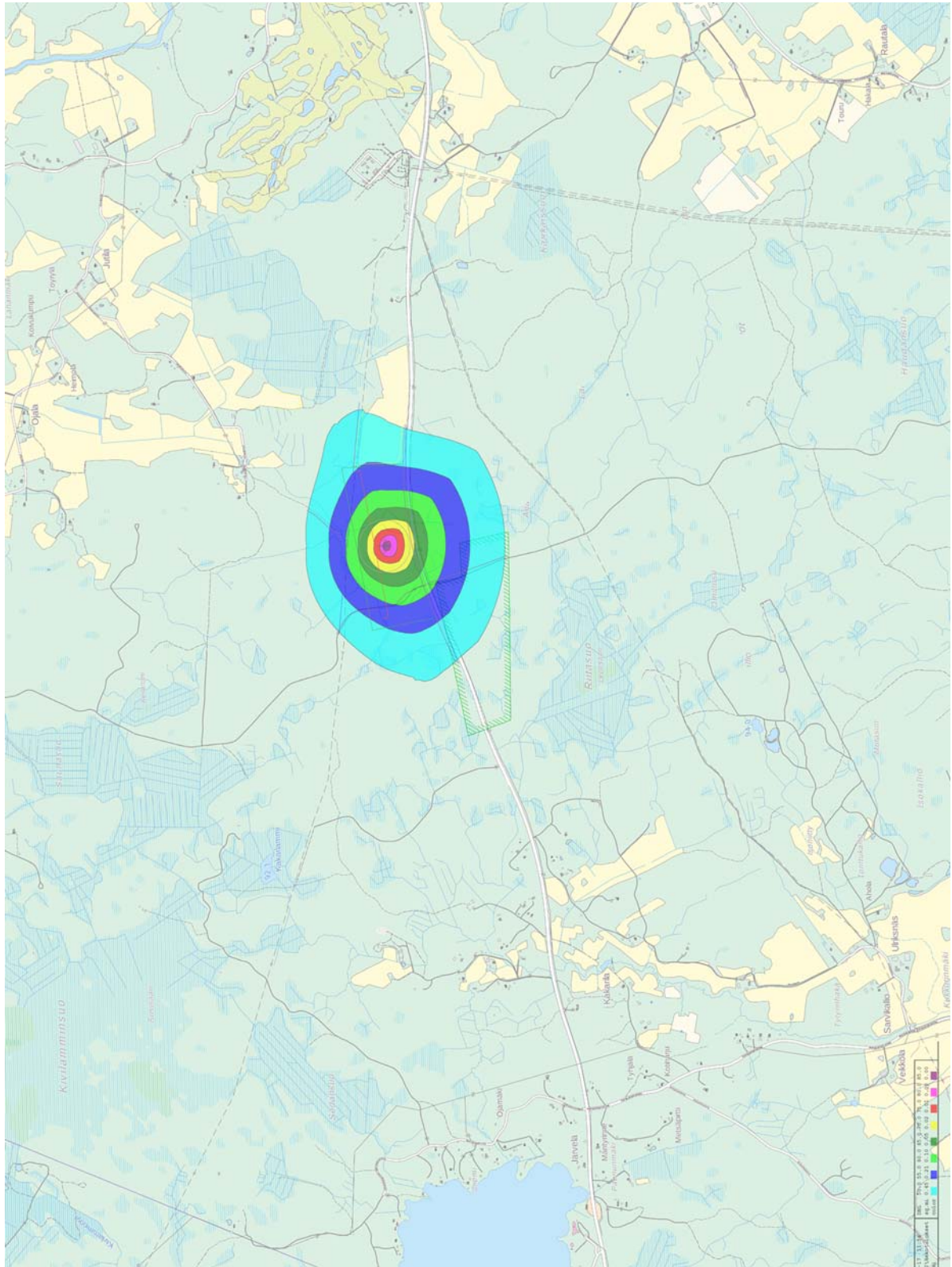
Käytetty asteikko on aina kuvan vasemmassa alakulmassa.

Alue, jolla  $L_{Aeq(7-22)}$  50 dB raja ylittyy on vaalean sininen. Pinta-alaltaan se on 116,6 hehtaaria (huomaa, että ohjelman käyttää merimailia yksikkönä, joten erilisessä tulostulosteessa asteikon yhteydessä olevat luvut ovat neliömaileja).

Alue, jolla  $L_{Aeq(7-22)}$  55 dB raja (vakituinen asutus päivällä raja) ylittyy on tummemman sininen. Pinta-alaltaan se on 54,7 hehtaaria.

$L_{Aeq(7-22)}$  60 dB raja-arvo ylittyy kun väri muuttuu vaalean vihreäksi. Pinta-ala on 26,7 hehtaaria.

$L_{Aeq(7-22)}$  65 dB raja-arvo ylittyy kun väri muuttuu tummemman vihreäksi. Pinta-ala on 12,8 hehtaaria.





## 8.7 10 helikopteri lentoa / yössä

### 8.7.1 Yöllä (22-07)

Tulos on lentomäärälle 10 helikopteri lentoa/yössä edellä esitetyllä jakautumalla.

Lentojen aiheuttama keskimääräinen äänitasokuorma  $L_{Aeq(22-07)}$  laskennallisen tasoituksella.

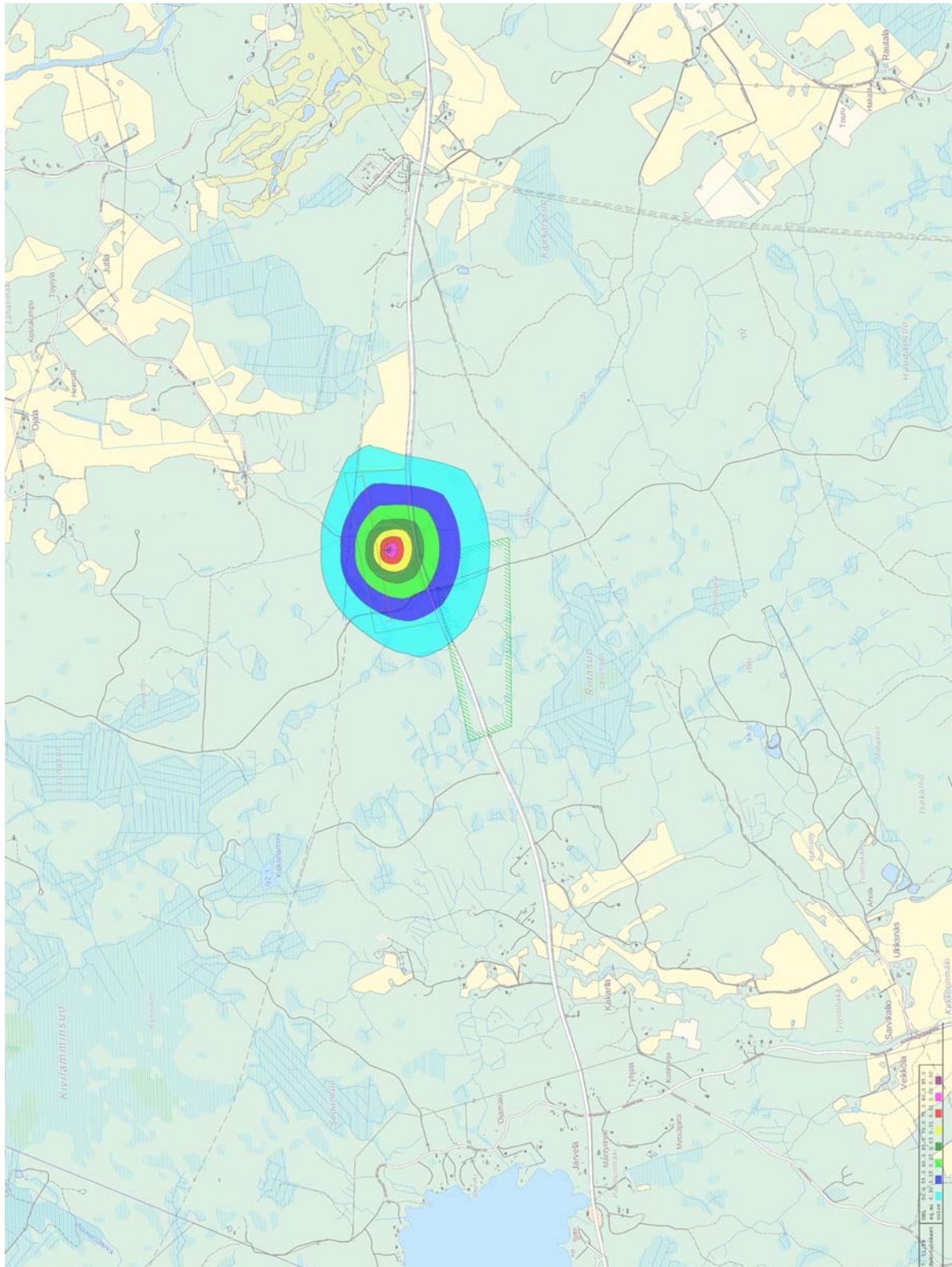
Käytetty asteikko on aina kuvan vasemmassa alakulmassa.

Alue, jolla  $L_{Aeq(7-22)}$  50 dB raja (vakituinen asutus yö raja) ylittyy on vaalean sininen. Pinta-alaltaan se on 78,8 hehtaaria (huomaa, että ohjelman käyttää merimailia yksikkönä, joten erillisessä tulostulosteessa asteikon yhteydessä olevat luvut ovat neliömaileja).

Alue, jolla  $L_{Aeq(7-22)}$  55 dB raja ylittyy on tummemman sininen. Pinta-alaltaan se on 37,8 hehtaaria.

$L_{Aeq(7-22)}$  60 dB raja-arvo ylittyy kun väri muuttuu vaalean vihreäksi. Pinta-ala on 18,4 hehtaaria.

$L_{Aeq(7-22)}$  65 dB raja-arvo ylittyy kun väri muuttuu tummemman vihreäksi. Pinta-ala on 0,9 hehtaaria.



loppu

