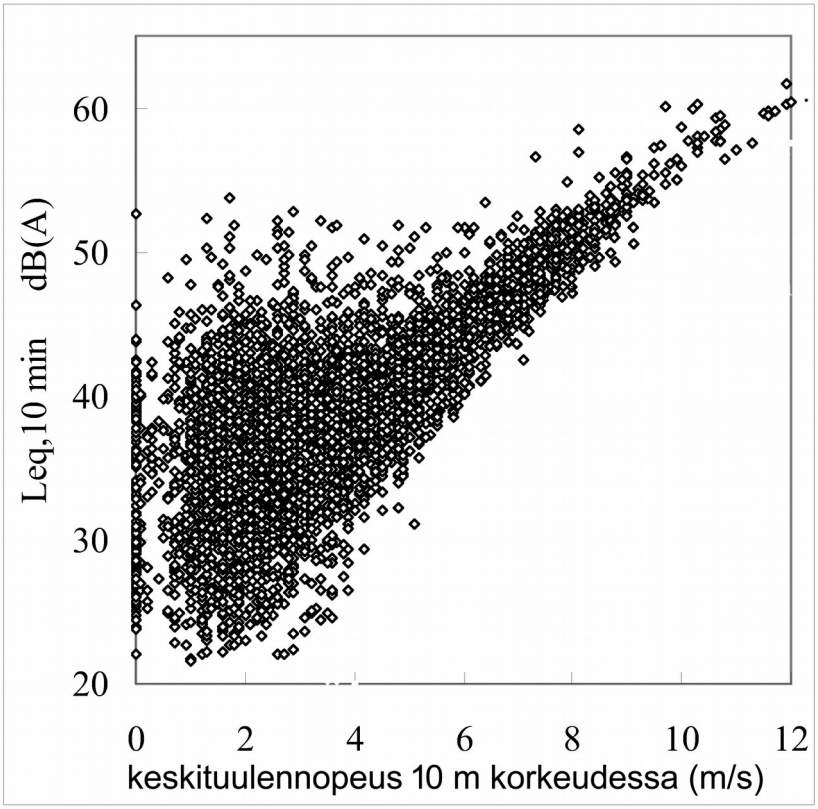
Ääni vai melu, riippuu näkökulmasta

Rokkikonsertti on joillekkin maailman kauneista musiikkia, toiselle helvetillistä melua. Ja molemmat ovat oikeassa.

Teknisestiä ääni (tai melu) on ilmassa liikkuvia paineaaltoja. Joita ihmisen korvat ovat oppineet tulkitsemaan äänenä ja käyttämään kommunikoinnin välineenä. Myös suuri osa maaeläimistä käyttää ilman välittämiä paineaaltoja keskinäiseen kommunikointiin. Ihmisen korvat ja aivot ovat kehittyneet myös erittelemään äänimassasta osia hyvinkin tehokkaasti. Vaikka taustamelu olisi melkoinen, me pystymme poimimaan toisen ihmisen puheen siitä, vaikka puheen voimakkuus olisi hiljaisempi kuin taustamelu. Tämä toimii myös ei toivottuihin ääniin, pystymme poimimaan äänten joukosta (esim ärsyttävät) erilaisen äänen ja tunnistamaan sen.

Luonnossa myös luonnonilmiöt synnyttävät paineaaltoja. Kun tuuli puhaltaa, syntyy esteiden (kuten puut) ympärille turbulenssia, joka on paineaaltoja. Tuulen kiihtyessä myös turbulenssin äänen voimakkuus kasvaa.

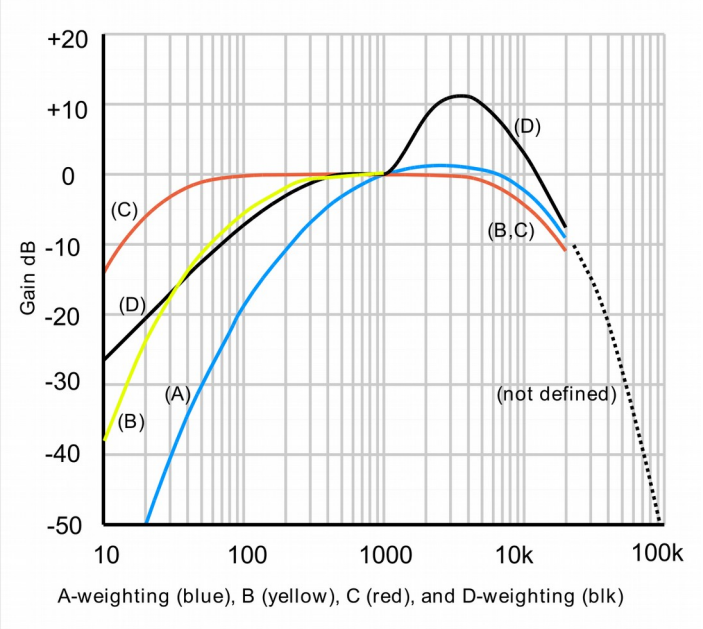
Seuraava kaavio on lähteestä /1/, jossa oli tutkittu tuulivoimalan melua. Kuvan mittaustulos on pitkäaikainen yleismelutaso (ilman tuulivoimalaa) mitattuna 10 m korkeudessa. Vasen asteikko on äänenpaineen arvo 10 minuutin keskarvona.



Mittauksen taustaäänessä on mukana ihmisen tekemiä ääni, joita ei voida välttää. Mittaukset tehty Hollannissa kuvien perusteella melko avoimella paikalla. Lisäksi eläinten äänet ovat syynä osaa suuremmista mittauspisteistä.

Tuulen äänitasoon vaikuttaa puusto, Suomessa kesällä tuuliääni on kovempaa, koska lehtipuissa on lehdet.

Äänitason mittaamisessa on otettava myös ihmisen fysiologia huomioon. Sama äänenpaine (paineyksiköissä) kuullostaa eri voimakkuiselta jos sen taajuus on erilainen. Tämän arvioimiseksi on kehitetty äänitason mittauksen painoitus. Ja yleisin on ns A - painoitus. Painoitus perustuu 1933 tehtyihin mittauksiin /2/, jossa joukko ihmisiä arvioi miten eri taajuiset äänet kuullostavat. Painoitus toimii edelleen varsin hyvin, mutta sen puutteena pidetään että se toimii hyvin vain hiljaisilla äänentasoilla. Myöskin on 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 lentomelu on).



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

A-painoitus 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, esimerkiksi:

60 dB + 60 dB = 63 dB, ja 80 dB + 80 dB = 83 dB

eri suuria ääniä yhteenlaskettaessa suurempi dominoi. Esimerkiksi:

60.0 dB + 70.0 dB = 70.4 dB.

Mikä tekee äänestä melua?

Jotta ymmärtäisimme mistä puhutaan pitää ensin ymmärtää mikä tekee äänestä melua.

Melu on määritelty ääneksi, joka on ei-toivottua / ärsyttää kuulijaa. Ja joka häiritsee keskustelua.

Lentokentän ja lentokoneiden melussa ainakin seuraavat tekijät vaikuttavat häirinnän laatuun ja miten se koetaan:

- äänen voimakkuus ja taajuus;
- ajankohta (kello ja viikonpäivä);
- äänitapahtuman kesto ja miten voimakkuus kasvaa ja vähenee;
- lentokenttää käyttävien lentokoneiden tyyppi ja lentoreitit;
- lentokenttää ympäröivän alueen käyttötarkoitus;
- muut äänenlähteet, kuten muu liikennemelu, teollisuus jne.

Tässä on jo muuttujia melkoisesti. Äänitason määrän muuttamiseksi lukuarvoksi on käytössä noin 25 eri menetelmää. Ilmailussa käytössä on lähinnä seuraavat viisi menetelmää lentomelun arvottamiseen.

Näitä ovat:

- dB(A), joka arvottaa äänenpaineen A painotuksella dB(A) asteikolle. Yleisilmailun ilma-alusten tyyppihyväksynnän melurajat on määritelty tällä asteikolla /*3*/,
- EPNdB (sanoista “effective perceived noise level,”) joka on painoitus, jolla liikennelentokoneiden tyyppihyväksynnän melurajat on määritelty /*3*/,
- SEL (sanoista “single event level,”), jolla annetaan yhden melutapahtuman, kuten lentokoneen ylilennon, lentoonlähdön tai laskeutumisen meluarvon tietyssä pisteessä maastoa. Tässä otetaan huomioon myös kesto.
- Lmax, on yhden melutapahtuman suurin (hetkellinen) äänitason arvo.
- Ldn/DNL is äänienergian laskentapainoitus, jossa ilta ja yö aikaiselle äänitapahtumalle annetaan 5 dBA (ilta) tai 10 dBA (yö) lisärasite. Tässä kaikki äänitapahtumat (annetussa ajassa) lasketaan yhteen ja äänienergia jaetaan annettuun aikajaksoon.

Suomessa Valtioneuvoston ohjearvot (993/1992) ovat tällä tavalla annettuja rajoja ($L_{Aeq(7-22)}$ dB(A) ja $L_{Aeq(22-7)}$ dB(A)). Ja koska näissä on eri raja-arvot päivä ja yö arvoille, tuota lisärasitemenettelyä ei käytetä (yöarvot ovat saman 10 dB(A) pienemmät, eli käytännössä menetelmä on sama.

Mitä

Katsellaan vaikka yhtä Suomen yleisintä pienlentokonetta, tyyppiä Ikarus C42.

Sen tyyppitarkastus asiakirjoista selviää, että lentokoneen hyväksynnässä mitatuksi äänitasoksi on määritelty
60,0 dB(A) /*4*/.

Toisena esimerkkinä hieman suurempi lentokone, tyyppiä Cessna C152.

Sen tyyppihyväksynnän äänitaso on
55,0 dBA /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.

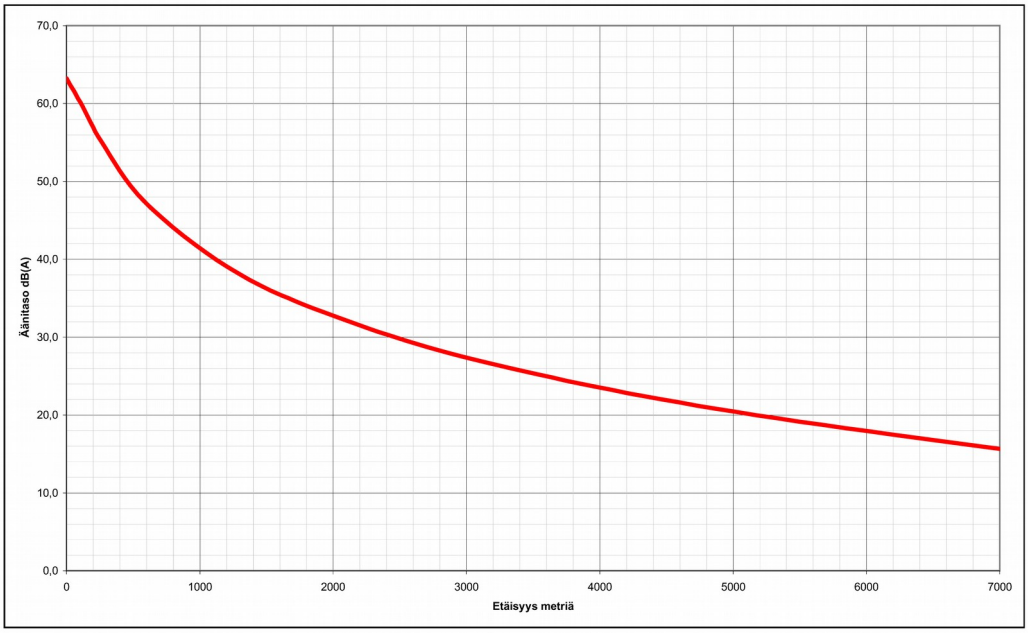
Lentoonlähdössä suoraan lentoreitin alla, kun koneen lentokorkeus on 122 metriä, Ikaruksen maksimi äänitaso on 73,2 dB(A) ja Cessnalla se on 75,8 dB(A). Tuon korkeuden kumpikin kone saavuttaa noin 2 km lentoonlähdön aloittamisesta. Ja oikeasti Ikarus on tuossa kohtaa korkeammalla, joten samasta maaston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

Lentoreitit

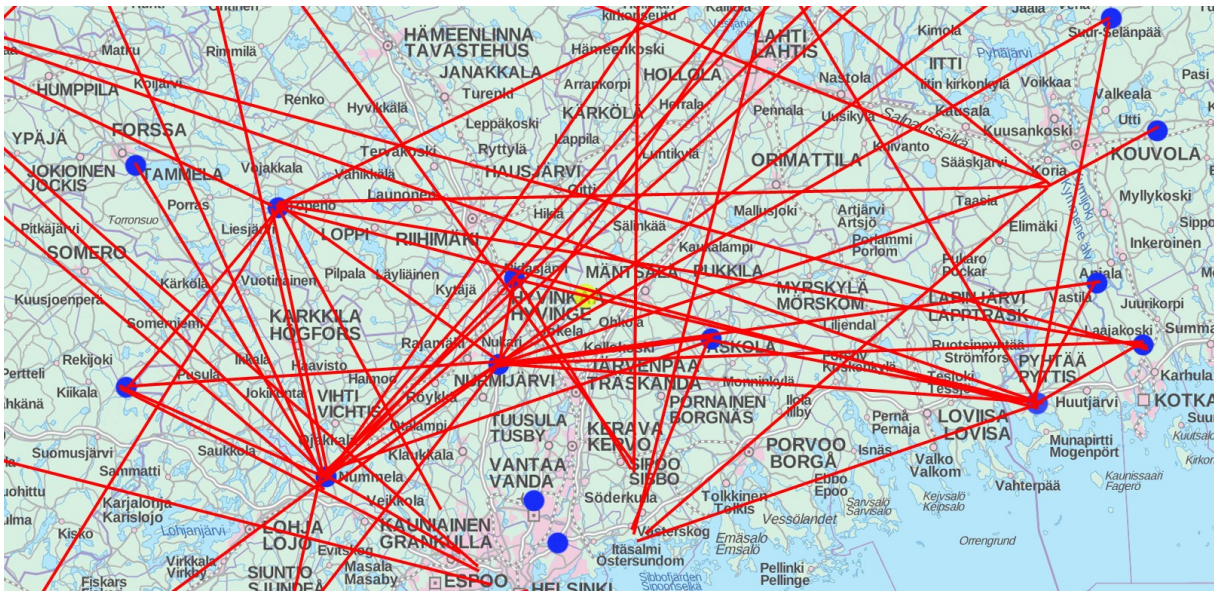
Lentokoneen reitti ei ole suora viiva. Ei edes tilanteessa jossa lentäjä pyrkii lentämään paikasta A paikkaan B lyhintä reittiä. Todellinen reitti kiemurtelee aina hieman, ja tavallisen lentäjän 100 km matkalennolla todellisuus voi olla 5-10 km suoran viivan sivussa ennenkuin lentäjä havaitsee sen.

Kaikki vapaa ilmatila on sallittua lentoreititysaluetta.

Alla olevaan karttaan on hahmoiteltu pieni osa eteläisen Suomen todennäköisistä lentoreiteistä yleisilmailussa. Ja todellisuudessa suoran reitin sijaan lennot hajaantuvat näiden suorien reittien kantapuolen.

Lisäksi näiden yläpuolella on Helsinki-Vantaan liikennelentokoneiden saapumis ja lähtöreitit

Mäntsälä AERO on merkitty keltaisella täplällä keskellä karttaa. Se on hyvin monen mahdollisen reitin alla. Joista voisi nostaa kahden suuren keskuksen Räyskälä ja Pyhtään, joiden välinen suora reitti kulkee tarkkaan suunnitellun kentän yli.



Normaalisti lentäjät väistävät julkaistua lentokenttää, koska lentosääntöjen mukaan lentäjän on väistettävä nousevaa tai laskevaa toista lentokonetta. Tämä sääntö iskostetaan niin perusteellisesti peruskoulutuksessa, että useimmat lentäjät väistävät lentokentää, vaikka tiedossa ei olisikaan yhtään lentokonetta joka olisi laskemassa tai nousemassa.

Voidaan siis todeta että perustamalla lentokenttä, muuten paikan yli lentävä lentoliikenne vähenee. Ja vähentää siis ympäristön melukuormaa tältä osin.

Mitään sovittua tapaa arvioida ohi/yli lentävän lentoliikenteen aiheuttamaa äänitasokuormaa lentopaikan lentomelua arvioitaessa ei ole. Mutta lähistön asutuksella se helposti mielletään samaan nippuun itse lentokentän liikenteen kanssa.

Itse lentokentän lähtevä/tuleva liikenne virta on samanlaista kuin ohilentävä liikenne. Ja samalla tavalla saapuva/lähtevä liikenne hajoaa eri suuntiin ja sen vaikutus tasoittuu muun liikenteen sekaan hyvin lähellä itse kentää.

Lähteet

1. <https://intranet.sfa.asso.fr/archives/J56-bruiteolienne/actes-J56/fvdberg2>
2. <https://en.wikipedia.org/wiki/A-weighting>
3. ICAO Annex 16, Environmental Protection, Volume I Aircraft Noise, Sixth Edition, July 2011
4. https://www.daec.de/fileadmin/user_upload/files/2012/luftsportgeraete_buero/kennblaetter/141-1.pdf
5. www.faa.gov/regulations_policies/advisory_circulars/index.cfm/go/document.information/documentID/22945 täällä liite https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/Appx_pg1T-19T.pdf