

16ENN0083.60.Q860-001  
19.3.2012



## **FORTUM POWER AND HEAT OY** Suomenojan voimalaitoksen melumallinnus 2012

Yhteystiedot:  
Pöyry Finland Oy Energia  
Carlo Di Napoli  
Tehokkuus- ja mittauspalvelut  
PL 2 (Tekniikantie 4 D)  
02151 Espoo  
Kotipaikka Espoo  
Y-tunnus 0625905-6  
Puh. 010 3311  
Faksi 010 33 24981  
[www.poyry.fi](http://www.poyry.fi)

Kaikki oikeudet pidätetään Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman Pöyry Finland Oy:n antamaa kirjallista lupaa.

## Sisältö

|          |                              |                 |
|----------|------------------------------|-----------------|
| <b>1</b> | <b>YLEISTÄ</b>               | <b><u>2</u></b> |
| <b>2</b> | <b>MELUMALLINNUS</b>         | <b><u>2</u></b> |
| 2.1      | Lähtötiedot                  | <u>2</u>        |
| 2.2      | Laskentaparametrit           | <u>3</u>        |
| <b>3</b> | <b>MELUMALLINNUSTULOKSET</b> | <b><u>4</u></b> |
|          | <b>KIRJALLISUUSVIITTEET</b>  | <b><u>7</u></b> |

### **Liitteet**

|         |                                                     |
|---------|-----------------------------------------------------|
| Liite 1 | Laskentakartta-alue ja yksittäiset reseptoripisteet |
| Liite 2 | Melumallinnuksen lähtötietoja                       |
| Liite 3 | Melumallinnuskuvaajat                               |
| Liite 4 | Ääniaallon mittausyksiköt ja ympäristömelu          |

### **Lyhenteet**

|           |                                                   |
|-----------|---------------------------------------------------|
| $L_{Aeq}$ | A-taajuuspainotettu ekvivalenttinen äänitaso [dB] |
| $L_{WA}$  | A-taajuuspainotettu äänilähteen äänitehotaso [dB] |

## **1 YLEISTÄ**

Fortum Power and Heat Oy hakee ympäristölupaa Suomenojan voimalaitoksen nykyisille ja suunnitelluille uusille toiminnoille. Tässä raportissa selostetaan voimalaitoksen melumallinnus, jonka avulla on arvioitu suunnitellun biopolttoaineen ympäristömeluvaikutusta voimalan lähialueelle. Samalla on päivitetty melun nykytilamallia uusien sisämelu- ja lähimittaustulosten avulla.

Edellinen melumallinnus on tehty v. 2009 valmistuneen kombivoimalaitoksen suunnittelun yhteydessä v. 2007.

## **2 MELUMALLINNUS**

Melun leviäminen maastoon on havainnollistettu käyttäen tietokoneohjelmistoa CadnaA 4.2, jossa äänilähteestä lähtevä ääniaalto lasketaan digitaaliseen karttapohjaan äänenpaineeksi immissio- eli vastaanottopisteessä. Mallissa otetaan huomioon äänen geometrinen leviämismuutuminen (mallinnetun äänilähteen tyyppi ja suuntaavuudet), maaston korkeuserot, rakennukset ja muut heijastavat pinnat sekä maanpinnan ja ilmakehän melun vaimennusvaikutukset. Melulähteitä voidaan määritellä piste, viiva tai pintalähteiksi.

Melumallin leviämiskartta piirtää keskiäänitasokäyrät 5 dB:n välein valituilla lähtöarvoparametreilla ja äänitehotasoilla  $L_w$ . Melun leviämislaskennassa on käytetty yhteispohjoismaista teollisuus- ja tieliikennemelumallia. Voimalaitosalueelle, vesi- ja tienpinnoille on määritetty kova maanpinta äänen heijastusvaikutuksen simuloimiseksi rajatuilla maa-absorptioalueilla. Melun leviäminen on laskettu konservatiivisesti siten, että ympäristön tilapisteet ovat melun leviämisen kannalta suotuisat (mm. kevyt myötätuuli melulähteestä kuhunkin laskentapisteeseen).

Mitä kauempana melulähteestä ollaan, sen merkittävämpiä ovat vuotuisten säävaihteluiden ja etenkin tuulen suunnan vaikutukset alueen todelliseen äänitasoon. Laskennan epävarmuus kasvaa kauemmaksi melulähteistä mentäessä.

### **2.1 Lähtötiedot**

Mallinnuksen lähtötiedot on koottu usean eri osahankkeen melulähdetiedoista:

1. v. 2003 hiilipölykattilalaitoksen ja kombivoimalan äänitehotasot (Akukon Oy)
2. uuden laitoksen esisuunnittelun tiedot v. 2007 (mm. annetut melutakuut)
3. uudet mittaustulokset voimalan sisätiloissa ja laitosalueella (Ramboll 2010).

Sisämelun äänipainetasoja ja ulkomelun ekvivalenttitasoja on esitetty viimeksi Ramboll Oy:n melumittausraporteissa (uuden voimalayksikön takuukoemittaukset sekä uusin melumittausraportti vuosilta 2009 ja 2010). Osa uuden voimalayksikön kattilahallin ja kaasuputkien ulos emittoituvista melulähteistä on iteroitu mittaustuloksista, jotka ovat tehty noin 100m:n päässä melulähteistä hiilikentän laidalla. Kokonaistasoltaan mallinnus kuitenkin vastaa mittaustuloksia ja äänilähteiden lähtötiedoissa on pyritty käyttämään ko. lähteiden tyypillisiä taajuuksia (höyry- ja kaasuvirtaus putkissa).

Melumallinnuksessa osa äänitehotasoista on generoitu laitosalueen sisällä tehdyistä äänenpainemittauksista, muttei ympäristömelun tuloksista kauempana laitoksesta (asuinkohteissa). Raportin lopussa arvioidaan mallinnuksen hyvyttä suhteessa tehtyihin ympäristö-melun tuloksiin 2006, 2007 ja 2010 sekä pohditaan mahdollisia eroavaisuuksia.

Laskennan äänitehotasot ovat esitetty liitteessä 2 sisä- ja ulkomelun arvoina kullekin teollisuusmelun äänilähteelle. Tieliikennemelussa on käytetty alla olevan taulukon mukaisia arvoja vain päiväajan malleissa klo 7–22. Määrä tarkoittaa voimalaitokselle sisään tulevia ajoneuvoja (100 % raskaan ajoneuvon kuljetuksia), jolloin mallinnuksessa on laskettu tämä arvo kaksinkertaisena.

**Taulukko 1. Tieliikenteen melumallinnuksen lähtötiedot, klo 7- 22**

| Kohde                                      | Määrä                                                 | Nopeus  | Reitti             |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------|--------------------|
| Nykyiset kuljetukset                       | 20–40                                                 | 40 km/h | Hylkeenpyytäjäntie |
| Biopolttoainekuljetusten lisäys            | 0-30                                                  | 40 km/h | Hylkeenpyytäjäntie |
| Liikenteen kokonaismäärä muutosten jälkeen | 20–70 raskasta ajoneuvoa klo 7-22 välisenä aikana/vrk |         |                    |

Biopolttoaineen käsittelyssä polttoaineen vastaanoton, seulonnan ja hienomurskauksen äänilähdetietoja ei ole tässä vaiheessa mahdollista saada tarkasti. Siten mallinnuksessa on käytetty kokemuseräisiä arvoja kunkin kohteen sisämelutasoille sekä yleisiä suunnittelutietoja seinämateriaalin eristysluvuille Rw. Yleisesti sisätilan melutason ei katsota ylittävän 85 dB(A). Poikkeuksena on uuden suunnitelman mukainen lämpöpumppamorakennus, jonka sisämelutaso on asetettu vastaamaan 90 dB(A):n äänenpainetasoa seinien heijastukset huomioiden. Seinämateriaalien äänieristyksille on käytetty hieman normaalia suurempia Rw arvoja, jotka ovat esitetty myös liitteessä 2.

## 2.2 Laskentaparametrit

Taulukossa 2 on esitetty mallinnuksessa käytetyt laskentaparametrit. Algoritmina on käytetty pohjoismaisia malleja (Nordic Prediction Method, /1/).

**Taulukko 2. Melumallinnuksen laskentaparametrit**

| Lähtötieto             |                                                                                                                 |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mallinnustyyppi        | Pohjoismainen teollisuus- ja tieliikennemelumalli.                                                              |
| Sääolosuhteet          | Ilman lämpötila 0 °C, ilmanpaine 101,325 kPa, ilman suhteellinen kosteus 80 %.                                  |
| Laskentaverkko         | laskentapiste 10 x 10 m verkolla                                                                                |
| Maanpinnan kovuus      | 0 vesi- ja teollisuus- ja paljaille kallioalueille, 1 pehmeän maan alueille (tieliikennemallit)                 |
| Suunnittelukuva        | Viimeisin saatavilla oleva (09/2007 + 01/2012)                                                                  |
| Objektien heijastuvuus | Kaikki rakennukset heijastavat arvolla 1 (täysin heijastava)                                                    |
| Heijastuvuuslaskenta   | Heijastuvuuskerroin 1 (kuhunkin laskentapisteeseen äänilähteen suora tulos sekä yksi mahdollinen heijastusääni) |

|                                                           |                                               |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Laskennan epävarmuus                                      | $\pm 2$ dB 500 m asti, $\pm 3$ dB 1000 m asti |
| Melun impulssimaisuuden tai kapeakaistaisuuden huomiointi | ei huomioida melulähteiden arvoissa           |

### 3 MELUMALLINNUSTULOKSET

Mallinnustulokset ovat esitetty värikartalla liitteessä 3 viitenä eri laskelmana sekä reseptoripisteissä alla taulukoissa 3 ja 4 keskiäänitasoina 5 dB:n välein.

Mallinnustilanteita laskettiin seuraavasti:

1. Nykytilan teollisuusmelumalli ilman liikenteen vaikutusta, jatkuva taso (LAeq, 24 h)
2. Nykytilan kokonaismalli, jossa liikenteen vaikutus klo 07-22
3. Melutilanne muutosten jälkeen biopolttoaineen käsittelyllä (LAeq, klo 07-22) ilman liikenteen vaikutusta
4. Melutilanne muutosten jälkeen biopolttoaineen käsittelyllä (LAeq, klo 07-22) liikenteen kanssa
5. Melutilanne muutosten jälkeen laskentaverkon korkeudella 50 metriä maanpinnasta (seuraten maanpintaan) liikenteen kanssa

Mallinnustulosten perusteella yli 50 dB(A):n vyöhyke ulottuu nykytilanteessa ilman liikenteen vaikutusta noin 150 - 200 m päähän voimalaitoksen rakennuksen seinästä mitattuna. Vastaavasti päiväaikainen yli 55 dB(A):n melun vyöhyke liikennemelun kanssa ulottuu nykytilanteessa Hylkeenpyytäjätien vierustaa lukuun ottamatta alle 100 m päähän voimalaitoksen rakennusten seinästä, kun laskentaverkko on 1,5 metrin tarkastelukorkeudella maan pintatasosta.

Yli 45 dB(A):n vyöhyke ulottuu nykytilanteessa ilman liikenteen vaikutusta n. 250 - 400 metrin päähän voimalaitosrakennusten seinistä. Liikenteen lisääminen kasvattaa melualueita etenkin Hylkeenpyytäjätien varrella, johon ajoreitti on mallinnettu, muttei voimalan länsipuolella esim. Nuottalahdessa.

Taulukoiden 3 ja 4 yksittäiset reseptoripistetulokset on asetettu samoihin kohtiin kuin ympäristömelun mittauspisteet v. 2007 ja 2010 mittauksissa.

**Taulukko 3. Reseptoripistetulokset, biopolttoaineen muutostöiden vaikutus, Leq [dB(A)]**

| Reseptoripiste                      | Nykytila (kohta 1),<br>24h ja klo<br>22-07 | Nykytila ja<br>liikenne<br>(kohta 2),<br>klo 07-22 | Nykytila ja<br>biopa:n<br>käsitely<br>(kohta 3),<br>klo 22-07 | Melutilanne<br>muutosten<br>jälkeen (kohta<br>4), klo 07-22 | Melutilanteen<br>muutos,<br>kohta 4 –<br>kohta 2, klo<br>07-22 | Melutilanne<br>muutosten<br>jälkeen, 50m<br>korkeudella<br>(kohta 5) |
|-------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Etuniemenkuja<br>1 ulkoilutie       | 38                                         | 38                                                 | 38                                                            | 38                                                          | 0                                                              | 39                                                                   |
| Hannuksenkuja<br>17<br>kääntöpaikka | 42                                         | 43                                                 | 42                                                            | 44                                                          | +1 dB                                                          | 44                                                                   |
| Hyljeranta<br>kääntöpaikka          | 42                                         | 42                                                 | 42                                                            | 42                                                          | 0                                                              | 44                                                                   |
| Hyljetie 11                         | 44                                         | 45                                                 | 44                                                            | 46                                                          | + 1 dB                                                         | 48                                                                   |
| Jätevesiallas<br>pohjoinen          | 47                                         | 47                                                 | 47                                                            | 47                                                          | 0                                                              | 47                                                                   |
| Laituri                             | 41                                         | 41                                                 | 41                                                            | 41                                                          | 0                                                              | 42                                                                   |
| Lintutorni etelä                    | 52                                         | 52                                                 | 52                                                            | 52                                                          | 0                                                              | 54                                                                   |
| Lintutorni Itä                      | 44                                         | 44                                                 | 44                                                            | 44                                                          | 0                                                              | 45                                                                   |
| Nuottakallio                        | 37                                         | 38                                                 | 37                                                            | 38                                                          | 0                                                              | 38                                                                   |
| Nuottalahdentie<br>Kääntöpaikka     | 42                                         | 42                                                 | 42                                                            | 42                                                          | 0                                                              | 43                                                                   |
| Jätelaitos                          | 46                                         | 46                                                 | 46                                                            | 46                                                          | 0                                                              | 48                                                                   |
| Rulludden                           | 38                                         | 38                                                 | 38                                                            | 38                                                          | 0                                                              | 39                                                                   |
| Tiistinkallio                       | 41                                         | 41                                                 | 41                                                            | 41                                                          | 0                                                              | 41                                                                   |

Biopolttoaineen käyttöönoton meluvaikutus on mallinnettu karttoihin 3-4. Biopolttoaineen seulonnalla (sisätiloissa), lämpöpumppaamon ja polttoaineen hienomurskauksella (sisätiloissa) ei mallinnuksen mukaan ole juurikaan vaikutusta melualueen kasvuun. Melu voi olla impulssimaista (seulomo, kippaukset) tai kapeakaistaista (lämpöpumppaamo) sisätiloissa, mutta tässä oletetaan, että seinämän ilmastieristävyyden jälkeen melun luonteen voi erottaa vain lähellä kohdetta.

Biopolttoaineen liikennevaikutus näkyy kauttaaltaan hieman kasvaneena melualueena. Merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat Hylkeenpyytäjätien varrelle kohteisiin Hannuksenkujalla ja Hyljetielle. Muissa kohteissa melun lisääntyminen on laskennan mukaan < 0,5 dB.

Finnoon kaavoitus suunnitelmiin liittyen melutilanne on voimalaitosalueen muutosten jälkeen mallinnettu myös kerrostalokorkeudelle +50 m tasolle maanpinnasta (seuraten maanpinnan korkeutta, kartta 5). Tällä tasolla yli 45 dB(A):n vyöhyke ulottuu ilman liikennemelua n. 300 – 450 m päähän. Päivämelu yhdessä liikennemelun kanssa yli 50 dB(A):n vyöhyke ulottuu laitoksen länsipuolella n. 200 – 300 m päähän voimalaitosrakennusten seinästä. Keskimäärin LAeq melu kasvaa noin +1 dB koko tarkastelu-

alueella. Alueen kasvu johtuu pääsääntöisesti tieliikennemelun huomioimisesta sekä osin voimalaitosten melulähteiden korkeuden vaikutuksesta.

Reseptoripisteiden tuloksia on alla olevassa taulukossa vertailtu alueella tehtyihin ympäristömelun mittaustuloksiin. Vertailun perusteella nykytilan teollisuusmelumalli asettuu varsin hyvin melutilanteen yläpäähän, jossa eroa Akukon Oy:n ennen uuden voimalaitososan valmistumista tekemiin mittauksiin on n. -1 dB. Tällöin mittaaaja arvioi mittausolosuhteiden olleen ideaaliset. Vuoden 2010 mittauksissa vallitsi selkeästi melua vaimentavat olosuhteet (mm. paksu lumivaippa) ja mittaukset suoritettiin hyvin kylmissä olosuhteissa tyypillisen normaalin melumittausmikrofonin toiminta-alueen alapuolella (tyypillisesti rajana noin -10 °C). Eroa mallinnustulosten ja v. 2010 mittausten välille syntyykin nyt keskimäärin noin 3 dB. Ympäristömelun kapeakaistaisuutta tai impulssimaisuutta on viimeisimmässä raportissa arvioitu vain kuulo-perusteisesti immissiopisteissä ilman tarkkoja ja objektiivisia mittaussarvoja. Raportin mukaan melu ei kuulostanut kapeakaistaiselta tai impulssimaiselta. Siten mahdolliset kapeakaistaisuuskorjaukset on jätetty tässä työssä huomioimatta.

**Taulukko 4. Mallinnustulosten vertailu ympäristömelun mittaustuloksiin immissiopisteissä**

| Reseptoripiste                             | Nykytilamalli 2012 | 2010 mittaukset (Ramboll) | 2007 mittaukset (Akukon) | 2006 mittaukset (Akukon) |
|--------------------------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Hannuksenkuja 17 kääntöpaikka              | 42                 | 38                        | 41                       | 41                       |
| Hiiliportti                                | 50                 | 49                        | 50                       | 50                       |
| Hyljeranta kääntöpaikka                    | 42                 | 37                        | 41                       | 38                       |
| Hyljetie 11                                | 44                 | 39                        | 45                       | 42                       |
| Jätevesiallas pohjoinen                    | 47                 | 43                        | 47                       | 47                       |
| Laituri                                    | 41                 | 40                        | 45                       | 48                       |
| Lintutorni etelä                           | 52                 | 48                        | 50                       | 51                       |
| Lintutorni itä                             | 44                 | 43                        | 46                       | 48                       |
| Nuottakallio                               | 37                 | 32                        | 40                       | 42                       |
| Nuottalahdentie Kääntöpaikka               | 42                 | 36                        | 44                       | 46                       |
| Jätelaitos                                 | 46                 | 43                        | 47                       | 47                       |
| Rulludden                                  | 38                 | 37                        | 42                       | 37                       |
| Tiistinkallio                              | 41                 | 40                        | 45                       | 49                       |
| Venesatama                                 | 46                 | 44                        | 47                       | 46                       |
| Ero keskimäärin (Mallinnus – Mittaustulos) | -                  | + 2.8 dB                  | - 1.3 dB                 | - 1.7 dB                 |

Laitoksen voimassa olevan ympäristöluvan mukaan voimalaitoksen toiminnasta aiheutuva melu ei saa ylittää lähimpien asuinrakennusten ulkoalueella päivällä klo 7 – 22 ekvivalenttimelutasoa LAeq 55 dB eikä yöllä klo 22 – 7 ekvivalenttimelutasoa LAeq 50 dB.



Oili Tikka  
Johtaja, Mittauspalvelut  
Pöyry Finland Oy, Energia



Carlo Di Napoli  
Konsultti, meluselvitykset  
Pöyry Finland Oy, Energia

#### **KIRJALLISUUSVIITTEET**

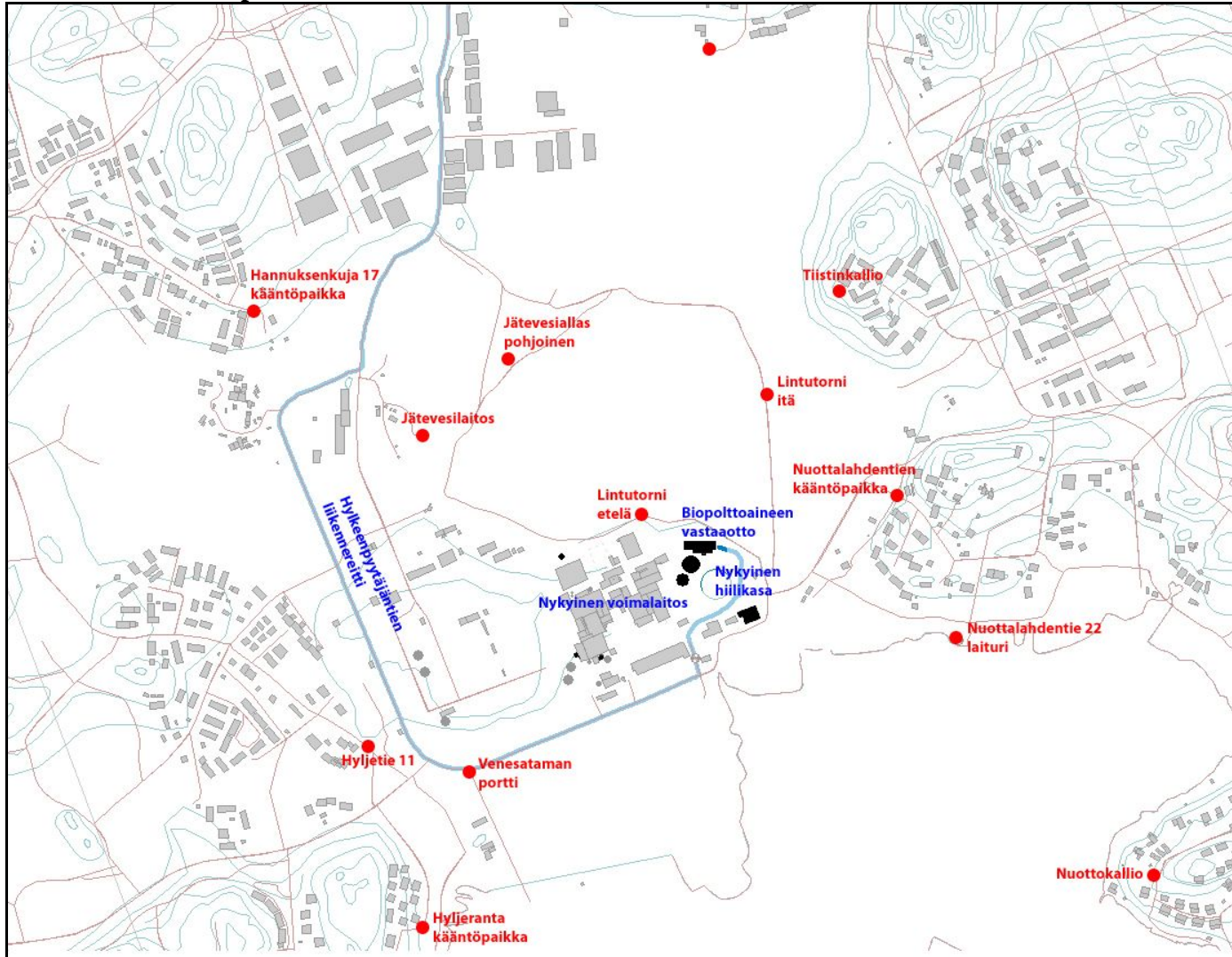
/1/ Jørgen Kragh et al. Environmental noise from industrial plants. General prediction method. Lydteknisk Laboratorium, report 32. 1982.

**LIITE 1**

---

**MELUMALLINNUSALUE**

**Liite 1. Melumallinnuksen kartta-alue sekä yksittäiset reseptoripisteet (punaisella värillä). Uudet alustavan suunnitelman mukaiset rakennukset mustalla värillä biopolttoaineen vastaanotolle.**



**LIITE 2**

---

**MALLINNUKSEN LÄHTÖTIETOJA**

## Liite 2. Melumallinnuksen lähtötietoja

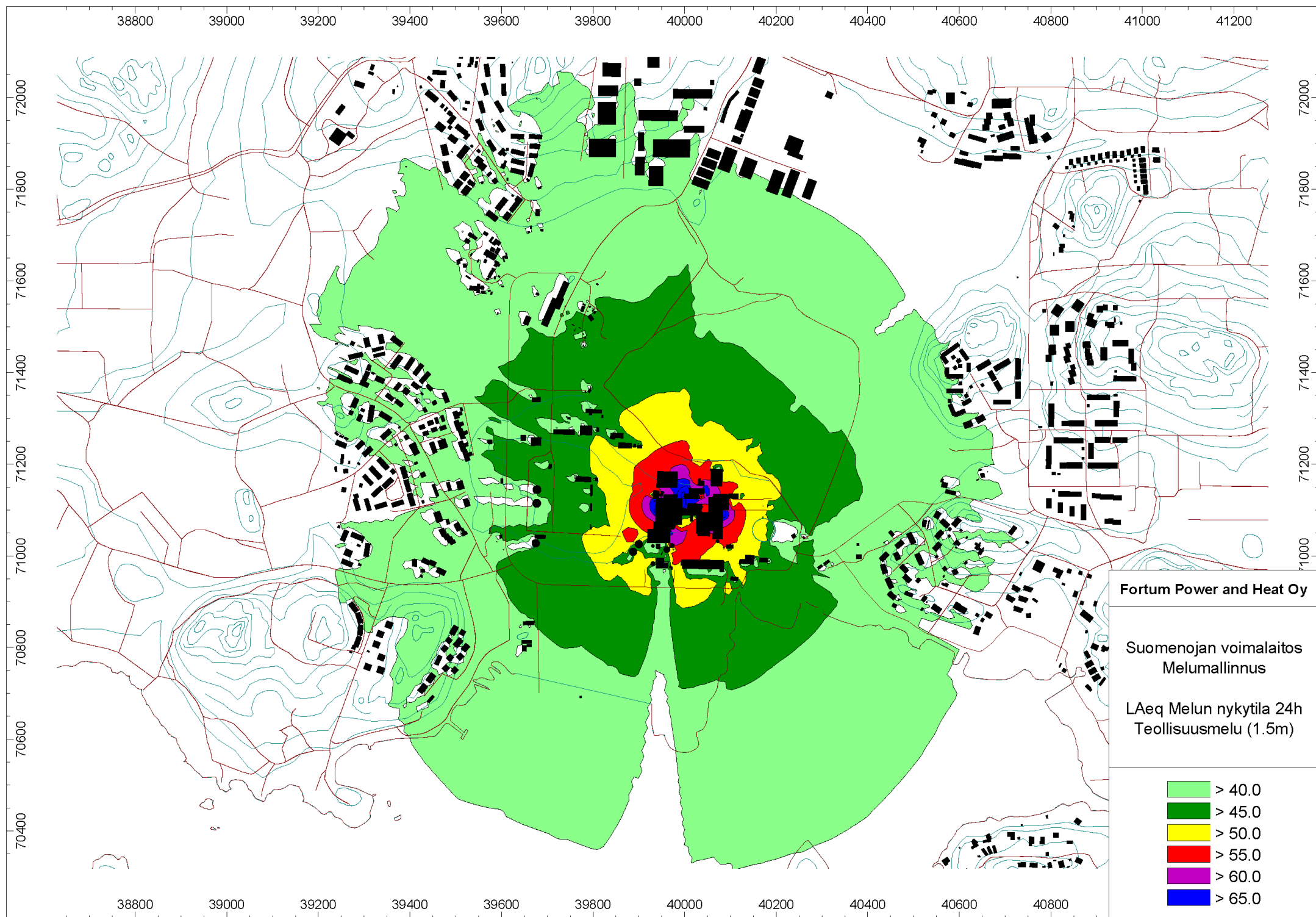
| No | Mallinnettu melulähde                                 | Tyyppi         | L <sub>WA</sub> sisämelu [dB] | L <sub>WA</sub> ulkoseinälä [dB] | Huomautukset                          |
|----|-------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1  | Vanha voimalaitos, piippu                             | Pistelähde     | 105                           | 105                              |                                       |
| 2  | Vanha voimalaitos, kattila                            | Pistelähde     | 102                           | 102                              | Kuvaa kattilahallin rakennuksen melua |
| 3  | Vanha voimalaitos, tuuletuskanava                     | Pintaäänilähde | 84                            | 84                               | dB/m <sup>2</sup> , Etelään päin      |
| 4  | Vanha voimalaitos, turbiinihallirakennus              | Pintaäänilähde | 66                            | 66                               | dB/m <sup>2</sup>                     |
| 5  | Vanha voimalaitos, kaasuturbiinirakennus              | Pintaäänilähde | 120                           | 94                               |                                       |
| 6  | Vanha voimalaitos, kaasuturbiini, piippu              | Pistelähde     | 81                            | 81                               |                                       |
| 7  | Vanha voimalaitos, savukaasun puhdistus               | Pintaäänilähde | 94                            | 61                               | dB/m <sup>2</sup>                     |
| 8  | Uusi voimalaitos, kattilahallirakennus                | Pintaäänilähde | 72                            | 50                               | dB/m <sup>2</sup>                     |
| 9  | Uusi voimalaitos, hönkähöyryn ulostulo, katolla       | Pistelähde     | 93                            | 93                               |                                       |
| 10 | Uusi voimalaitos, kaasuputki seinässä                 | Pistelähde     | 94                            | 94                               |                                       |
| 11 | Uusi voimalaitos, kaasuturbiinirakennus, osa 1        | Pintaäänilähde | 88                            | 65                               | dB/m <sup>2</sup>                     |
| 12 | Uusi voimalaitos, kaasuturbiinirakennus, osa 2        | Pintaäänilähde | 77                            | 54                               | dB/m <sup>2</sup>                     |
| 13 | Uusi voimalaitos, kaasuturbiinirakennus, osa 3        | Pintaäänilähde | 77                            | 54                               | dB/m <sup>2</sup>                     |
| 14 | Uusi voimalaitos, kaasuturbiini, sisäänottoilma       | Pintaäänilähde | 91                            | 91                               |                                       |
| 15 | Uusi voimalaitos, kaasuturbiini, sisäänottoilma, sivu | Pintaäänilähde | 76                            | 76                               |                                       |
| 16 | Uusi voimalaitos, prosessitila                        | Pintaäänilähde | 86                            | 60                               | dB/m <sup>2</sup>                     |
| 17 | Uusi voimalaitos, höyryturbiinirakennus               | Pintaäänilähde | 75                            | 54                               | dB/m <sup>2</sup>                     |
| 18 | Uusi voimalaitos, kunnossapitorakennus                | Pintaäänilähde | 56                            | 36                               | dB/m <sup>2</sup>                     |
| 19 | Uusi voimalaitos, pumppaamorakennus                   | Pintaäänilähde | 81                            | 55                               | dB/m <sup>2</sup>                     |
| 20 | Uusi voimalaitos, piippu                              | Pistelähde     | 73                            | 73                               |                                       |
| 21 | Biopolttoaineen käsittely, vastaanottorakennus        | Pintaäänilähde | 75                            | 48                               | dB/m <sup>2</sup>                     |
| 22 | Biopolttoaineen käsittely, vastaanottorakennus, osa 2 | Pintaäänilähde | 75                            | 48                               | dB/m <sup>2</sup>                     |
| 23 | Biopolttoaineen käsittely, seulomorakennus            | Pintaäänilähde | 82                            | 49                               | dB/m <sup>2</sup>                     |
| 24 | Biopolttoaineen käsittely, kuljetin säiliöön          | Viivalähde     | 51                            | 51                               | dB/m                                  |
| 25 | Lämpöpumppuasemarakennus                              | Pintaäänilähde | 85                            | 51                               | dB/m <sup>2</sup>                     |

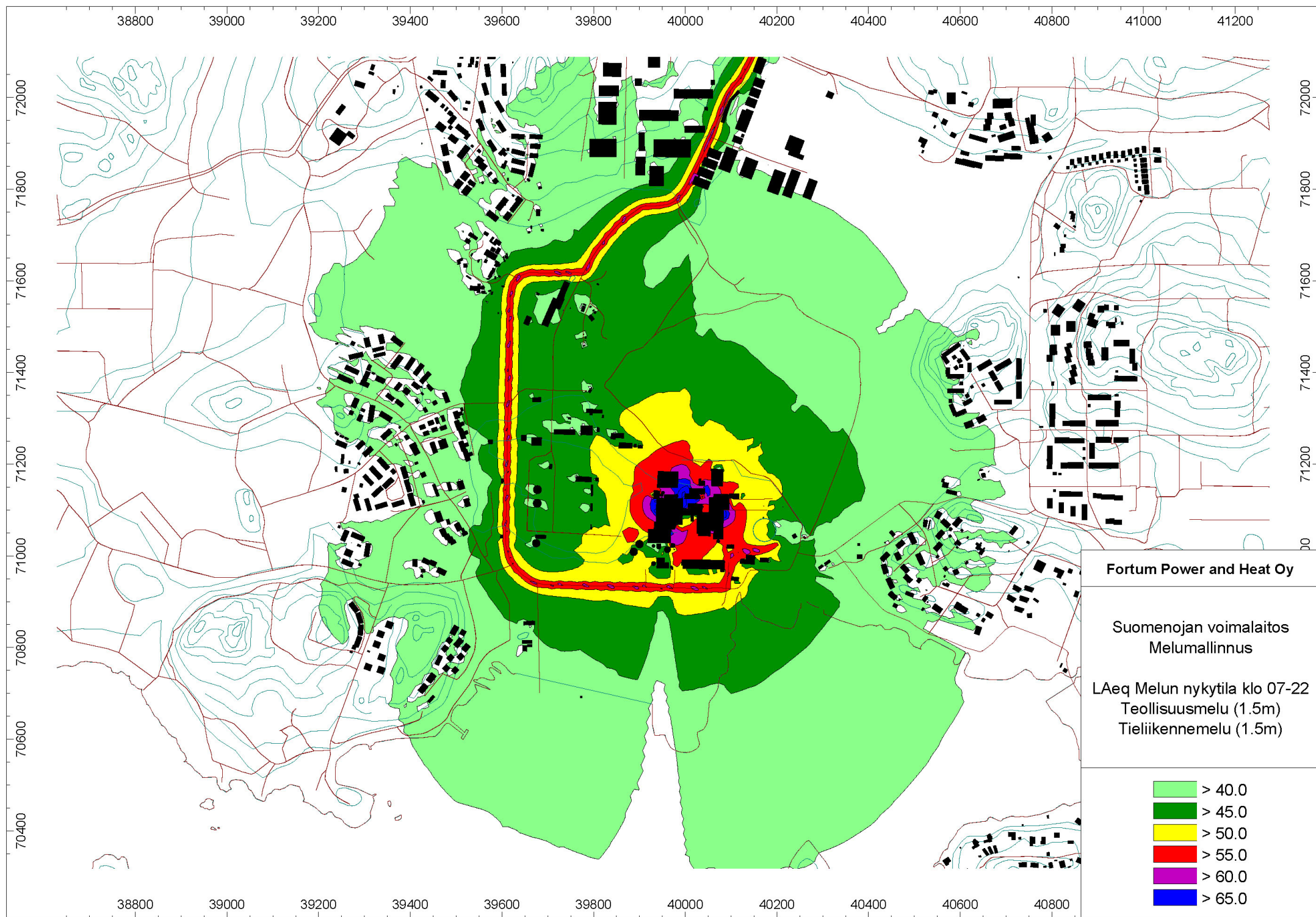
|                                         |                                                                |                |               |                     |                   |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------|---------------|---------------------|-------------------|
| 26                                      | Biopolttoaineen hienomurskaus (vanhan voimalaitoksen puolella) | Pintaäänilähde | 79            | 51                  | dB/m <sup>2</sup> |
| <b>Rakennusten äänieristävyysarvoja</b> |                                                                |                |               |                     |                   |
| <b>No</b>                               | <b>Rakennus</b>                                                | <b>Rw</b>      | <b>Rw+Ctr</b> | <b>Huomautukset</b> |                   |
| 1                                       | Uusi voimalaitos, kaikki rakennukset                           | 26             | 22            |                     |                   |
| 2                                       | Biopolttoaineen vastaanotto                                    | 30             | 28            |                     |                   |
| 3                                       | Seulomorakennus                                                | 35             | 31            |                     |                   |
| 4                                       | Lämpöpumppuasema                                               | 35             | 31            |                     |                   |

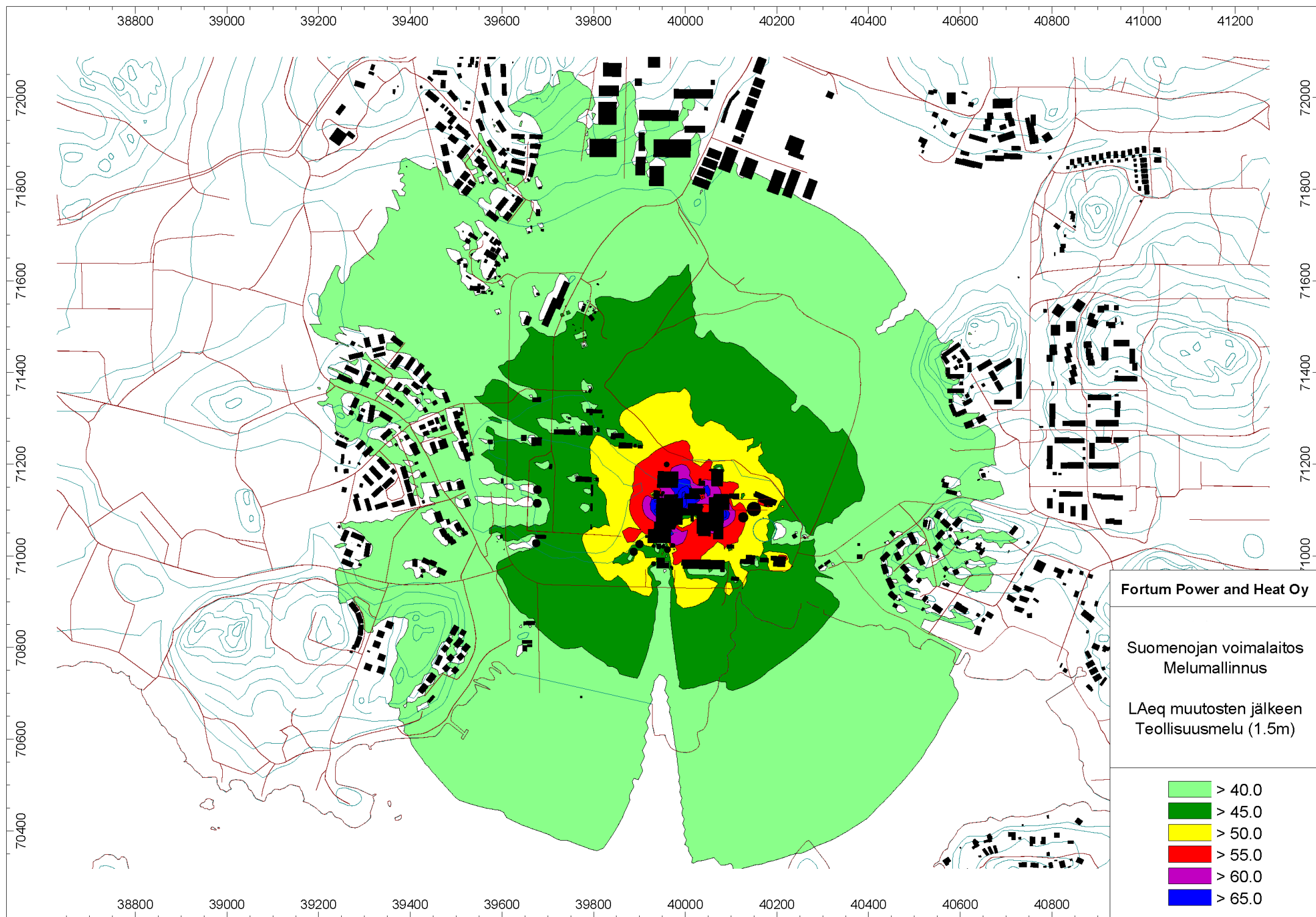
**LIITE 3**

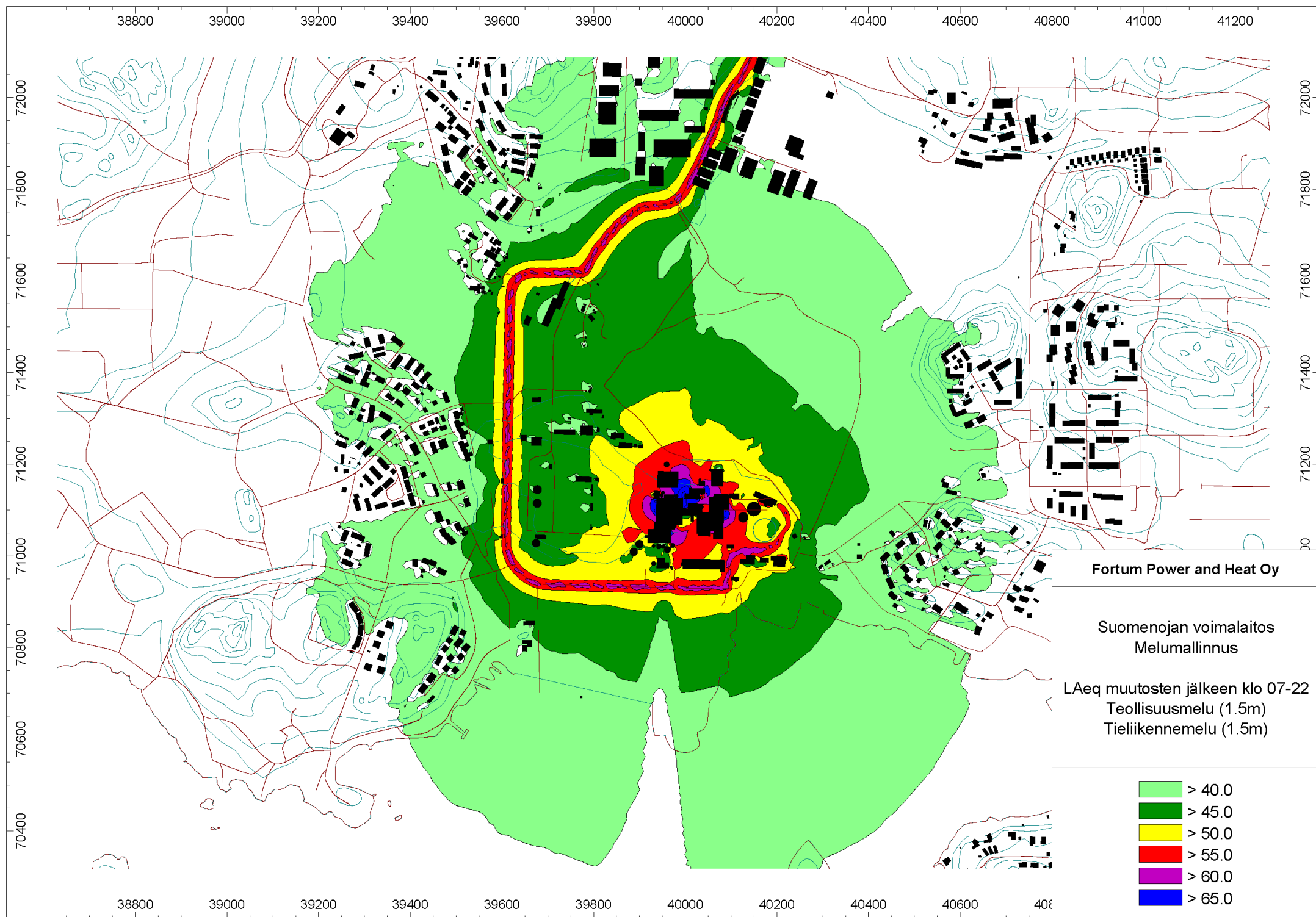
---

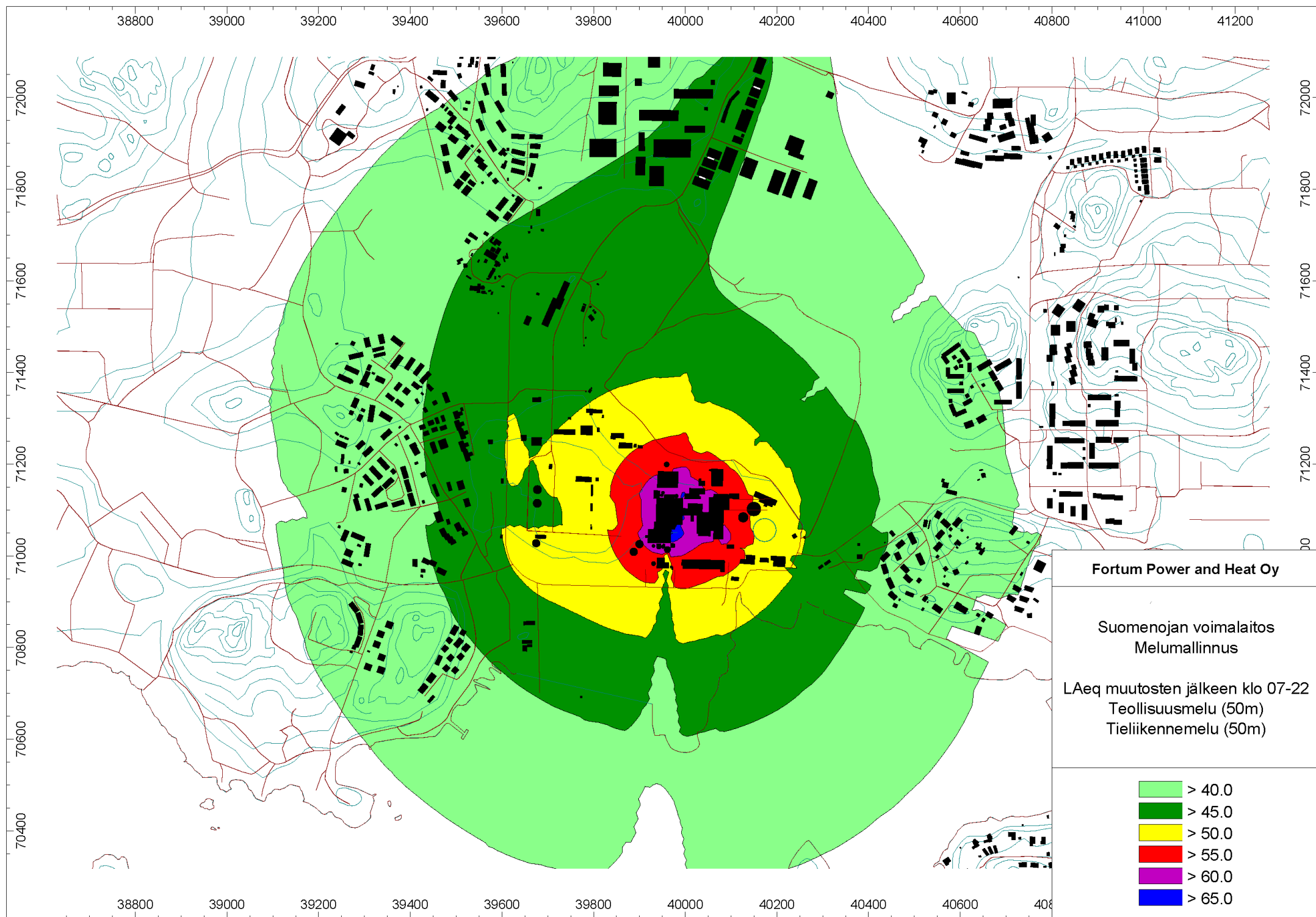
**MELUMALLINNUSKUVAAJAT**











**LIITE 4**

---

**YMPÄRISTÖMELU**

#### **Liite 4. Ääniaallon mittaussyksiköt ja ympäristömelu**

Äänen voimakkuutta mitataan käyttäen logaritmista desibeliasteikkoa (dB), jossa äänenpaineelle (eli hyvin pienelle paineenmuutokselle) käytetään referenssipainetta 20 µPa ilmalle sekä 1 µPa muille aineille.

Äänen voimakkuutta voidaan havainnollistaa seuraavalla taulukolla, jossa on esitetty kunkin äänenpainetason muutosta vastaava desibelitaso tyypillisen äänilähteen luona mitattuna.

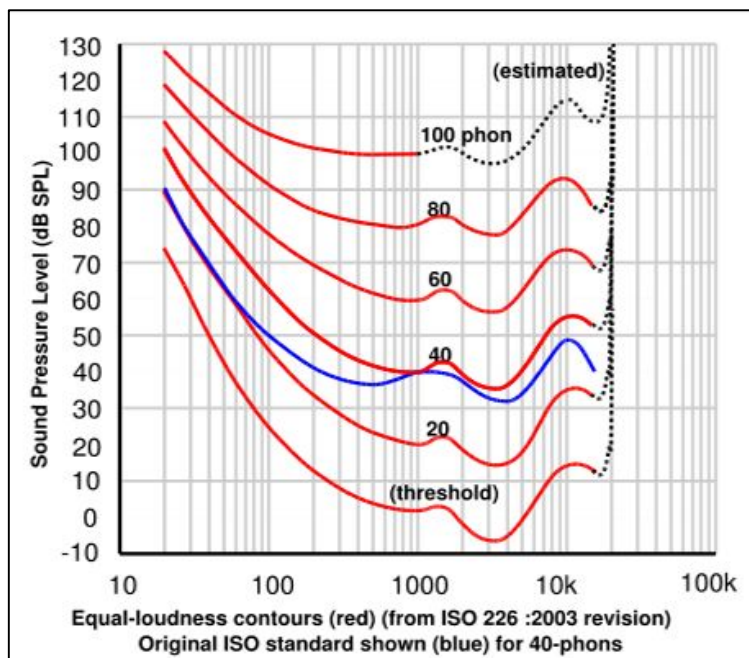
| <b>Äänenpaine,<br/>µPa</b> | <b>Tyypillinen äänilähde</b> | <b>Äänenpainetaso, dB</b> |
|----------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1 00 000 000               | Suihkumoottori               | 134                       |
| 10 000 000                 | Rock-konsertti               | 114                       |
| 1 000 000                  | Suuri teollisuusmoottori     | 94                        |
| 100 000                    | Yleistä toimistomelua        | 74                        |
| 10 000                     | Toimistohuone                | 54                        |
| 1 000                      | Hiljainen luontoalue         | 34                        |
| 100                        | Erittäin hiljainen huone     | 14                        |
| 20                         | Kuulokynnys                  | 0                         |

Ääni on aaltoliikettä, joka välittyäkseen eteenpäin tarvitsee aina väliaineen. Ilmassa äänellä on nopeus joka on riippuvainen ilman lämpötilasta. Eri väliaineissa ääniaalto kulkee eri nopeuksilla väliaineen ominaisuuksien mukaan. Normaali ympäristömelu sisältää useiden kohteiden yhtäaikaista ääntä, jossa äänen taajuudet ja aallonpituudet ovat jatkuvassa muutoksessa. Mittauksin voidaan kuitenkin erotella melun hetkelliset komponentit esim. taajuustarkastelulla.

Melu on sen sijaan käsite, jolla ymmärretään äänen negatiivisia vaikutuksia, ei-toivottua ääntä josta seuraa ihmisille haittaa. Melu on siis fysikaalisten mittareiden lisäksi myös hyvin pitkälti subjektiivinen käsite, jossa kuulijan omilla tuntemuksilla ja äänenerotuskyvyllä on ratkaiseva merkitys.

Kuuloaistin herkkyys vaihtelee eri taajuisille äänille, jolloin vaihtelevat myös melun haitallisuus, häiritsevyys sekä kiusallisuus. Nämä tekijät on otettu huomioon äänen taajuuskomponentteja painottamalla. Yleisin käytetty taajuuspainotus on A-painotus, joka perustuu kuuloaistin taajuusvasteen mallintamiseen ja ilmaistaan usein A-kirjaimella dimension perässä, esimerkiksi dB(A).

**Liite 4\_1. Vakioäänekkyysskäyriä sekä ihmisen keskimääräinen kuulokynnyskäyrä (engl. "threshold") ISO 226:2003 mukaan**



Äänen taajuuspainotuksia. Sininen viiva vastaa A-painotusta, oranssi viiva C-painotusta.

