

Timo Laiho  
Turun kaupunki  
Kiinteistöliikelaitos  
Puutarhakatu 1  
PL 11  
20101 Turku

Turku 29.11.2016

## YMPÄRISTÖMELUSELVITYS

Linnankatu 65, Turku

Turku Energian tontti

### Muut kohteeseen laaditut raportit:

PR3942-R01 22.8.2016 Turbiinihallin melu- ja värähtelymittaukset, mittaukset 7.6.2016  
PR3942-R02 28.11.2016 Kaukolämpölaitoksen ja muuntajien aiheuttaman melun ja värähtelyn vaikutus alueen suunnitteluun

Raportin vakuudeksi



Olli Laivoranta  
Suunnittelija, DI



HELSINKI

TURKU

Viikinportti 4 B 18  
00790 HELSINKI  
puh. 050 377 6565

Rautakatu 5 A  
20520 TURKU  
puh. 050 570 3476

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

[promet@promethor.fi](mailto:promet@promethor.fi)

## Sisällysluettelo

1	Yleistä.....	4
2	Kohteen sijainti ja ympäristö .....	4
3	Ohje- ja määräysarvot .....	5
3.1	Ulkoalueet .....	5
3.1.1	Vnp 993/1993 ulkoalueet .....	5
3.1.2	Rakentamismääräyskokoelman osa C1/1998.....	5
3.2	Sisätilat .....	6
3.2.1	Vnp 993/1993 sisätilat .....	6
3.2.2	Asumisterveysohje.....	6
3.2.3	Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015 .....	6
4	Melupäästömittaukset .....	8
4.1	Mittauslaitteisto .....	8
4.2	Melupäästöjen määrittäminen.....	8
4.3	Melupäästöt .....	8
5	Melutasojen laskenta .....	9
5.1	Laskentamenetelmät.....	9
5.2	Lähtötiedot .....	9
5.2.1	Maastoprofiili ja rakennukset .....	9
5.2.2	Kiinteät melulähteet .....	10
5.2.3	Tieliikenne .....	10
5.2.4	Raideliikenne.....	10
5.3	Lasketut tilanteet .....	10
6	Laskentatulokset.....	11
6.1	Äänitasot .....	11
6.2	Julkisivujen ääneneristävyysvaatimukset.....	12
6.3	Parvekkeiden lasitusvaatimukset .....	13
7	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset.....	14
8	Lisätietoa .....	14
9	Kirjallisuus.....	14

Liitteet:

- Liite 1. Melulähteiden äänitehotasot.
- Liite 2. Turku Energian toiminnan (maksimi) ja liikenteen aiheuttama päiväajan keskiäänitaso  $L_{Aeq,7-22}$  (Liite 2A) ja yöajan keskiäänitaso  $L_{Aeq,22-7}$  (Liite 2B) tilanteessa 0+ (**nykyinen maankäyttö ja ennusteliikenne v. 2035**).
- Liite 3. Turku Energian toiminnan (maksimi) ja liikenteen aiheuttama päiväajan keskiäänitaso  $L_{Aeq,7-22}$  (Liite 3A) ja yöajan keskiäänitaso  $L_{Aeq,22-7}$  (Liite 3B) tilanteessa 0++ (**energian tontin rakennukset on purettu ja ennusteliikenne v. 2035**).
- Liite 4. Turku Energian toiminnan (maksimi) ja liikenteen aiheuttama päiväajan keskiäänitaso  $L_{Aeq,7-22}$  (Liite 4A) ja yöajan keskiäänitaso  $L_{Aeq,22-7}$  (Liite 4B) ennustetilanteessa v. 2035 (**suunniteltu maankäyttö ja ennusteliikenne v. 2035**).
- Liite 5. Turku Energian toiminnan (maksimi) ja liikenteen aiheuttama päiväajan keskiäänitaso  $L_{Aeq,7-22}$  (Liite 5A) ja yöajan keskiäänitaso  $L_{Aeq,22-7}$  (Liite 5B) ennustetilanteessa v. 2035 ja meluntorjunta A toteutettu (**suunniteltu maankäyttö ja ennusteliikenne v. 2035**).
- Liite 6. Turku Energian toiminnan (maksimi) ja liikenteen julkisivuihin kohdistama päiväajan keskiäänitaso  $L_{Aeq,7-22}$  (Liite 6A) ja yöajan keskiäänitaso  $L_{Aeq,22-7}$  (Liite 6B) ennustetilanteessa v. 2035 ilman meluntorjuntaa (**suunniteltu maankäyttö ja ennusteliikenne v. 2035**).
- Liite 7.1. Turku Energian sähköaseman **muuntajien aiheuttama keskiäänitaso  $L_{eq,T}$  ilman meluntorjuntaa taajuudella 100 Hz** (sama kuin 200 Hz, taajuuspainotus Z).
- Liite 7.2. Turku Energian sähköaseman **muuntajien aiheuttama keskiäänitaso  $L_{eq,T}$  meluntorjunnalla A taajuudella 100 Hz** (sama kuin 200 Hz, taajuuspainotus Z).
- Liite 8. Turku Energian **ilmanottoaukkojen ja kattilan 2 piippuun johtavan kanavan aiheuttama keskiäänitaso  $L_{eq,T}$  ilman meluntorjuntaa taajuudella 40 Hz** (taajuuspainotus Z).
- Liite 9. **Julkisivujen ääneneristävyysvaatimukset.** Huomioitu liikenne, Turku Energian toiminta ja kapeakaistaisuudet, mutta ei meluntorjuntaa.
- Liite 10. **Parvekelasitusten eristävyysvaatimukset.**

## 1 YLEISTÄ

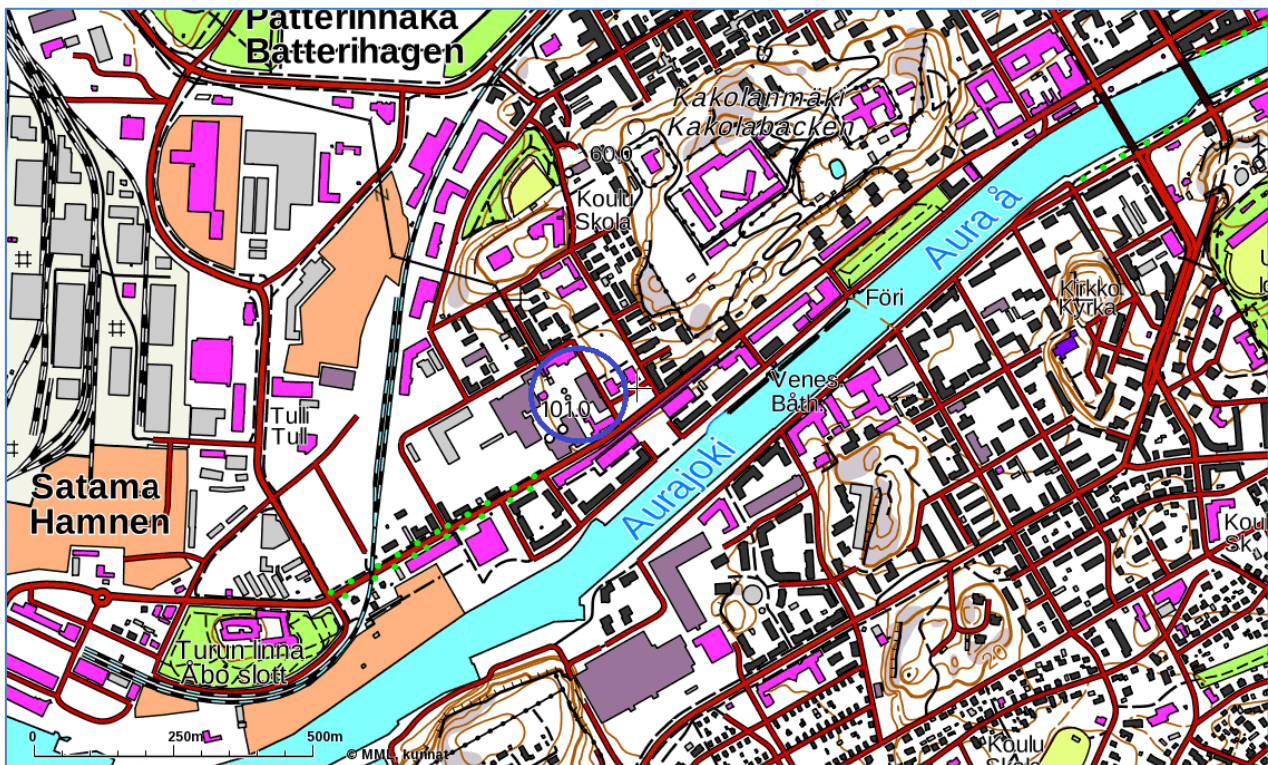
Turku Energian tontille (Linnankatu 65, Turku) ollaan suunnittelemassa mahdollisesti mm. kerrostalo-asumista. Tätä varten tontin melutilanne kartoitettiin melupäästömittauksin sekä melumallinnuksella. Selvityksen tarkoituksena on kartoittaa kaukolämpölaitoksen ja alueen muiden melulähteiden vaikutusta alueen jatkosuunnitteluun. Tarkastelun kohteena ovat tulevat oleskelupiha-alueet sekä julkisivujen ääneneristävyysvaatimukset. Mahdollisten uusien asuinrakennusten osalta mallinnettuja melutasoja tarkastellaan soveltuvia ohje- ja määräysarvoja käyttäen [4-7].

Tässä raportissa melutasoja tarkastellaan ensisijaisesti keskiäänitasojen osalta. Kaukolämpölaitoksen ja muuntajien aiheuttaman pienitaajuisen melun vaikutuksia on tarkasteltu tarkemmin raportissa PR3942-R02 (28.11.2016), *Kaukolämpölaitoksen ja muuntajien aiheuttaman melun ja värähtelyn vaikutus alueen suunnitteluun*. Alueen jatkosuunnittelussa tulee ottaa huomioon molemmissa raporteissa esitetyt reunaehdot.

Selvityksen ovat tehneet Tero Virjonen, Olli Laivoranta ja Jani Kankare.

## 2 KOHTEEN SIJAINTI JA YMPÄRISTÖ

Turku Energian kaukolämpölaitos sijaitsee osoitteessa Linnankatu 65, Turku. Kuvassa 1 on esitetty tarkastelukohteen sijainti.



**Kuva 1.** Tarkastelukohteen sijainti on ympyröitynä sinisellä.

## 3 OHJE- JA MÄÄRÄYSARVOT

### 3.1 Ulkoalueet

#### 3.1.1 Valtioneuvoston päätös 993/1992

Lähinnä kaavoituksen ja maankäytön suunnittelussa sovellettavat ohjearvot on annettu valtioneuvoston päätöksessä 993/1992 [4]. Taulukossa 1 on esitetty päätöksen sisältämät ohjearvot ulkoalueiden melutasolle. Päätöstä sovelletaan meluhaittojen ehkäisemiseksi ja ympäristön viihtyisyyden turvaamiseksi maankäytön, liikenteen ja rakentamisen suunnittelussa sekä rakentamisen lupamenettelyssä.

Päätöksessä ohjearvot on annettu päiväajan klo 7–22 ja yöajan klo 22–7 ekvivalentti- eli keskiäänitasoina. Päätöksessä ei ole esitetty ohjearvoja hetkittäisille maksimiäänitasoille.

Päätöstä ei sovelleta katu- ja liikennealueilla eikä melusuoja-alueiksi tarkoitetuilla alueilla.

**Taulukko 1.** Ulkoalueiden keskiäänitason  $L_{Aeq}$  ohjearvot

Alueen käyttötarkoitus	A-painotettu keskiäänitaso $L_{Aeq}$	
	Klo 7–22	Klo 22–7
Asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamissa ja taajamien välittömässä läheisyydessä	55 dB <sup>1</sup>	50 dB <sup>1,2</sup>
Hoito- tai oppilaitoksia palvelevat alueet	55 dB	50 dB <sup>2,3</sup>
Loma-asumiseen käytettävät alueet, leirintäalueet, taajamien ulkopuolella olevat virkistysalueet ja luonnonsuojelualueet	45 dB	40 dB <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Loma-asumiseen käytettävillä alueilla taajamassa voidaan soveltaa näitä ohjearvoja.

<sup>2</sup> Uusilla alueilla yöohjearvo on 45 dB.

<sup>3</sup> Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yöohjearvoa.

<sup>4</sup> Yöohjearvoa ei sovelleta sellaisilla luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä.

Lisäksi päätöksessä on maininta, että jos melu on luonteeltaan iskumaista tai kapeakaistaista, mittaus- tai laskentatulokseen lisätään 5 dB ennen sen vertaamista edellä mainittuihin ohjearvoihin. Tulokseen tehtävä 5 dB:n lisäys johtuu siitä, että iskumaisuus ja/tai kapeakaistaisuus lisää melun häiritsevyyttä.

#### **Ohjearvojen tulkinnasta**

Tarkastelukohde voidaan tulkita alueeksi, jossa yöajan keskiäänitason ohjearvona voidaan käyttää 50 dB(A). Tämä on ollut vallitseva käytäntö liikennemeluselvityksissä Turun keskusta-alueella, johon tarkastelualue kuuluu.

#### 3.1.2 Rakentamismääräyskokoelman osa C1/1998

##### **Määräysarvo Rakennuksen ulkopuolella**

Rakentamismääräyskokoelman osassa C1/1998 [5] luvussa neljä on annettu määräys äänitasosta rakennuksen ulkopuolella:

*”Rakennusta palvelevien tai rakennuksen LVIS-laitteiden aiheuttama keskiäänitaso  $L_{A,eq,T}$  saa olla enintään 45 dB saman tai läheisen rakennuksen ikkunan ulkopuolella, parvekkeella, pihamaalla, tai muussa vastaavassa paikassa asuinalueella ja muilla melulle herkällä alueilla.”*

## **Määräysarvon tulkinnasta**

Sähkölaitoksen muuntajien aiheuttama melu tulkitaan LVIS-laitteiden aiheuttamaksi (Turun rakennusvalvonnan kanta vuonna 2011). Muuta alueen melua ei ole tässä yhteydessä tulkittu LVIS-laitteiden aiheuttamaksi meluksi.

## **3.2 Sisätilat**

### **3.2.1 Valtioneuvoston päätös 993/1992**

Valtioneuvoston päätöksessä 993/1992 [4] on annettu ohjearvot ulkoa sisätiloihin kantautuvasta melusta (taulukko 2). Ohjearvot on annettu ekvivalentti- eli keskiäänitasoina ja tarkastelujakso on jaettu kahteen osaan eli päiväaikaan klo 7–22 ja yöaikaan klo 22–7.

**Taulukko 2.** Valtioneuvoston päätöksen ohjearvot keskiäänitasolle  $L_{Aeq}$  sisätiloissa

Huoneen käyttötarkoitus	A-painotettu keskiäänitaso $L_{Aeq}$	
	Klo 7–22	Klo 22–7
Asuinhuoneissa, potilas- ja majoitushuoneissa	<b>35 dB</b>	<b>30 dB</b>
Opetus- ja kokoontumistilat	35 dB	-
Liike- ja toimistohuone	45 dB	-

### **3.2.2 Asumisterveysohje**

Asumisterveysohjeessa [6] on esitetty lisäohjeita yöaikaiselle melulle:

*”Melu voi vähentää unen ja levon virkistävää vaikutusta, jos se vaikeuttaa nukahtamista, vähentää unen syvyyttä tai aiheuttaa ylimääräisiä tai ennenaikaisia heräämisiä. Yksittäisten melutapahtumien unenhäirinnän todennäköisyys riippuu melun voimakkuuden lisäksi muun muassa melutapahtumien kestosta ja määrästä sekä samanaikaisen taustamelun voimakkuudesta ja laadusta. Unenhäirintää alkaa esiintyä, kun unen tai levon aikainen  $L_{Aeq}$ -taso ylittää 25 – 35 dB(A) tai, kun yksittäisten melutapahtumien enimmäistaso ylittää, tapahtumien kestosta ja toistuvuudesta riippuen, 40 – 65 dB(A). Alaraja pätee usein toistuville, pitkään kerrallaan kestäville tai oudoille meluille, yläraja kerran tai pari yöaikana toistuville lyhytaikaisille tutuille meluille, joihin nukkuja on tottunut olemaan reagoimatta.” [4]*

Hetkelliset maksimiäänitasot tulee huomioida yleisen käytännön mukaisesti junaliikenteen aiheuttamalle melulle. Junarata on tarkasteltavassa kohteessa niin kaukana, ettei se aiheuta merkittäviä melutasoja tarkasteltavan kohteen julkisivuissa.

### **3.2.3 Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015**

#### **Toimenpiderajat sisällä, keskiäänitaso**

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 545/2015 [7] on annettu toimenpiderajat sisätilojen melutasolle. Arvot on annettu päivä- ja yöajan kokonaisäänitasolle. Asuinhuoneiden osalta toimenpiderajat ovat yhtenevät valtioneuvoston päätöksen 993/1992 ohjearvojen kanssa.

Taulukossa 3 on esitetty kokonaisäänitason toimenpiderajat.

**Taulukko 3.** A-painotettu kokonaisäänitaso

Asuinhuoneisto	Keskiäänitaso $L_{Aeq}$	
	Klo 7–22	Klo 22–7
Asuinhuoneet, paitsi keittiö	35 dB	30 dB
Asunnon muut tilat <sup>1</sup> ja keittiö	40 dB	40 dB
Kokoonntumis- ja opetushuoneistot (hiljainen) <sup>2</sup>	35 dB	-
Kokoonntumis- ja opetushuoneistot (muut)	40 dB	-
Asiakkaiden vastaanottotilat ja toimistohuoneet	45 dB	-

<sup>1</sup> Asunnon muita tiloja ovat mm. kylpyhuone, sauna, vaatehuone ja apukeittiö. Jos tällainen tila tai keittiö muodostaa yhteistilan asuinhuoneen kanssa, ohjearvona on asuinhuoneen arvo.

<sup>2</sup> Huonetilä, jossa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvän ilman äänenvahvistuslaitteiston käyttöä.

Kapeakaistaisuuden ja äänestämättömyyden aiheuttama meluisuuden, äänestyksen ja häiritsevyyden kasvun on todettu riippuvan siitä, kuinka selvästi kapeakaistaiset komponentit erottuvat muusta melusta ja kuinka voimakasta muu samanaikainen melu on. Mitä selvemmin ääni on ulisevaa, sireenimäistä tai soivaa ja mitä hiljaisempaa muu melu (melun ei-äänestämättömyyden osuuden ja muun samanaikaisesti esiintyvän melun summa) on, sitä suuremman tulisi korjauksen olla.

Jos kapeakaistaisuus erottuu heikosti, on korjaus 3 dB. Jos se on selvästi kuultavissa, on korjaus 6 dB.

### ***Toimenpiderajat sisällä, kapeakaistainen melu***

Muusta melusta erottuvan pienitaajuisen yöaikaisen melun toimenpiderajat (enimmäisarvot) nukkumiseen tarkoitetuissa tiloissa on esitetty taulukossa 4.

**Taulukko 4.** Matalien äänien sisä-äänitason yöaikainen toimenpideraja (enimmäisarvo) terssikaistoit-  
tain

Terssikaistan keski- taajuus $f$ [Hz]	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Ohjearvo $L_{eq}$ [dB]	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Päiväajan pienitaajuiselle melulle voidaan hyväksyä noin 5 dB suurempia arvoja. Arvioitaessa pienitaajuisen melun haitallisuutta taulukon 4 ohjearvojen perusteella, mittaustuloksiin ei tehdä kapeakaistaisuus- eikä impulssimaisuuskorjausta. Taulukon 3 arvot ovat kuulijaa altistavia keskimääräisiä tasoja.



## 4 MELUPÄÄSTÖMITTAUKSET

Laitosalueen merkittävien melulähteiden (niiden jotka voivat alueelle jäädä muutosten jälkeen) äänitehotasot määritettiin mittaamalla (7.6., 9.11. ja 14.11.2016). Tuloksia käytettiin melumallinnuksen laadinnassa.

### 4.1 Mittauslaitteisto

Mittaukset suoritettiin äänitasomittarilla Rion NL-52, joka täyttää standardien IEC 60651 ja IEC 60804 tarkkuusluokan 1 vaatimukset. Mittarin toiminta tarkistettiin kalibraattorilla Rion NC-74.

### 4.2 Melupäästöjen määrittäminen

Melupäästöt määritettiin soveltaen standardia NT ACOU 080 (Nordtest, Industrial plants: Noise emission). Melutasoja mitattiin 10–25 m etäisyydellä laitteista. Mitatun melutason, melulähteen koon ja mittausetäisyyden perusteella voidaan määrittää melulähteen äänitehotaso.

**HUOM!** Melulähteitä, joiden oletetaan poistuvan alueelta muutostöiden jälkeen ei ole huomioitu selvityksessä. Tällaisia ovat ainakin jotkin lauhduttimet, puhaltimet ja purunpoistopuhaltimet.

### 4.3 Melupäästöt

Taulukossa 5 on esitetty melulähteiden A-painotetut kokonaisäänitehotasot ilman toiminta-aikakorjauksia. Toiminta-aika on kaikilla lähteillä suurimmillaan 24 h vuorokaudessa, jolloin toiminta-aikakorjausta ei lähtökohtaisesti tarvita. Tarkemmat melupäästötiedot on esitetty liitteessä 1.

**Taulukko 5.** Melulähteiden äänitehotasot

Melulähde	Selite	$L_{WA}$ [dB]
1	Muuntaja-asema (kapeakaistainen taajuuksilla 100 Hz ja 200 Hz)	95
2	Kattilan 2 piippuun johtava kanava (kapeakaistainen taajuudella 40 Hz)	85
3	Kattilan 2 ilmanottoaukko	86
4a	Kattilan 6 ilmanottoaukko	82
4b	Kattilan 8 ilmanottoaukko	76



## 5 MELUTASOJEN LASKENTA

### 5.1 Laskentamenetelmät

Mallinnus tehtiin laskentaohjelmalla Datakustik Cadna 4.6 käyttäen yhteispohjoismaisia teollisuus- ja raide- sekä tieliikennemelumalleja [1–3]. Maastomalli syötetään laskentaohjelmaan digitaalisesti, jolloin maasto muodostuu kolmiulotteisesti.

Mallinnuksessa lähtötietona käytettiin melulähteiden äänitehotasoja taajuvälillä 31,5 Hz...8000 Hz sekä liikennetietoja. Äänitehotason perusteella määritettiin melulähteiden aiheuttama äänenpainetaso tarkastelupisteissä erilaiset ääntä vaimentavat ja vahvistavat tekijät huomioiden. Tekijöinä huomioitiin mm. geometrinen leviäminen, ilman absorptio, estevaimennus, maavaimennus ja heijastukset erilaisista pinnoista.

Kaikki laskennat suoritettiin yhteispohjoismaisten laskentamallien mukaisissa melun leviämistä suosivassa sääolosuhteessa. Laskentatuloksen epävarmuus on sitä suurempi mitä kauempana tarkastelupiste sijaitsee ja mitä enemmän melusteitä melulähteen ja tarkastelupisteen välillä on. Taulukossa 6 on esitetty käytetyt laskenta-asetukset.

**Taulukko 6.** Laskenta-asetukset

Parametri	Käytetty arvo
Laskentaruudukon koko	3 x 3 m <sup>2</sup>
Laskentakorkeus	2 m (piha-alueet), kerroksittain (julkisivut)
Melutason laskentaetäisyys	1000 m
Maanpinnan akustinen kovuus	Rakennusten alue 0 (kova) Turku Energian alue 0,5 (puolikova) Muu ympäristö 1 (pehmeä)
Rakennusten heijastus	Absorptiokerroin 0,2 (lähes täysin kova)
Heijastusten lukumäärä	2

### 5.2 Lähtötiedot

#### 5.2.1 Maastoprofiili ja rakennukset

Tarkasteltavan ja sitä ympäröivän alueen maastomalli hankittiin Maanmittauslaitokselta. Maastona käytettiin 2 m x 2 m ja 10 m x 10 m pisteaineistoa. Lisäksi Turku Energian tontin uusien rakennusten alustavat massoittelut on tehty tilaajan toimittaman alustavan aluesuunnitelman mukaan (piirretty pdf:stä). Melukarttaliitteissä on merkitty:

- nykyiset asuinrakennukset mustalla
- suunnitellut asuinrakennukset ruskealla
- muutettava kattilahalli turkoosilla (mahdollisesti toimistoja tai asuntoja)
- muut rakennukset harmaalla.

Merkinnät perustuvat Maanmittauslaitoksen ja tilaajan toimittamaan aineistoon.

## 5.2.2 Kiinteät melulähteet

Turku Energian pihan kiinteät melulähteet on esitetty taulukossa 5 ja tarkemmin liitteessä 1. Melulähteet voivat olla toiminnassa ympäri vuorokauden. Tarkastelussa ei ole huomioitu poistuvia melulähteitä kuten joitakin lauhduttimia tai puhaltimia purettavien rakennusten katoilta. Myöskään Retkipajan Hissin pihalla olevaan purunpoistopuhallinta (tai vastaava) ei ole selvityksessä huomioitu, sillä sen oletetaan poistuvan nykyisestä sijainnistaan, mikäli alueen rakennussuunnitelman toteutetaan (melupäästö n. 95 dB(A)).

## 5.2.3 Tieliikenne

Mallinnuksessa on huomioitu kaikki lähimmät tiet ja kadut. Taulukossa 7 on esitetty keskimääräiset vuorokausiliikenne-ennusteet (KVL), mitkä on saatu Turun kaupungilta (J. Mäkinen). Yöliikenteen osuutena on käytetty 8 % ja päiväliikenteen 92 % kokonaisliikenteestä.

**Taulukko 7.** Liikennetiedot ennustetilanteessa v. 2035

Tie/katu	Osa	KVL v. 2035 [ajon.]	Nopeusrajoitus [km/h]	Raskaita ajoneuvoja [%]
Linnankatu	Fleminginkadun ja Stedingkinkadun välillä	7000	50	10
Linnankatu	Stedingkinkadun ja Pakkarinkadun välillä	8000	50	10
Linnankatu	Pakkarinkadusta keskustaan päin	10000	50	10
Stedingkinkatu		400	40	4
Amiraalistonkatu	Kalastajankadusta satamaan	600	40	4
Amiraalistonkatu	Kalastajankadusta keskustaan päin	400	40	4
Fleminginkatu		600	40	4
Mittarinkatu		200	40	4
Kalastajankatu		300	40	4

## 5.2.4 Raideliikenne

Laskennassa käytetyt raideliikenteen tiedot on esitetty taulukossa 8. Liikennetiedot on katsottu juna-aikatauluista ja aiemmista alueen selvityksistä. Raideliikenteen on oletettu pysyvän samanlaisena myös tulevaisuudessa. Raideliikenteellä on vain minimaalinen vaikutus tarkasteltavan alueen melutasoon.

**Taulukko 8.** Laskennassa käytetyt liikennemäärätiedot nykytilanteessa vuonna 2016

Tyyppi	Selite	Päivä [kpl]	Yö [kpl]	Pituus [m]	Nopeus [km/h]
IC2	Sr2-veturin vetämät IC-vaunuista koostuvat junat	10	0	159	30

## 5.3 Lasketut tilanteet

Melutaso laskettiin nykyiselle maankäytölle, tyhjälle tontille ja alustavalle tonttisuunnitelmalle ennusteliikenteen tilanteessa. Lisäksi ennustetilanteen laskennat suoritettiin yhdessä vaihtoehtoisessa muuntajien meluntorjuntatilanteessa. Myös kapeakaistaista matalataajuista melua mallinnettiin ennustetilanteessa erikseen. Lasketut tilanteet on listattu liitelistassa.

## 6 LASKENTATULOKSET

Ulkoalueille on annettu ohjearvoja, sekä määräysarvoja kun kyse on LVIS-laitteista. Tässä tapauksessa muuntajat on tulkittu Rakentamismääräyskokoelmassa määritetyiksi LVIS-laitteiksi. Lämpövoimalaitosta tai sen osia ei ole tulkittu LVIS-laitteeksi. Rakentamismääräyskokoelman raja-arvot eivät huomioi melun kapeakaistaisuutta toisin kuin VNp:n 993/1992 ohjearvot. Osalle piha-alueista aiheutuu kapeakaistaista melua taajuuksilla  $f = 40, 100$  ja/tai  $200$  Hz. Melukartoissa ei ole huomioitu mahdollista kapeakaistaisuuskorjausta  $+5$  dB.

Kokonaisuudessaan päiväaikana piha-alueilla päiväajan keskiäänitaso ei siten saisi olla yli  $50$  dB(A) ( $50+5$  dB(A)), eikä muuntajien läheisyydessä yli  $45$  dB(A). Yöaikana yöajan keskiäänitaso ei saisi olla yli  $45$  dB(A) missään piha-alueella.

### 6.1 Äänitasot

Tilanteessa 0+ (liite 2) päivä- ja yöajan keskiäänitaso on sisäpihan alueella noin  $45-65$  dB(A). Päiväajan keskiäänitaso on vain hieman yöaikaa suurempi, sillä merkittävä osa melusta tulee sisäpihan melulähteistä.

Tilanteessa 0++ (liite 3) päivä- ja yöajan keskiäänitaso on sisäpihan alueella noin  $45-65$  dB(A). Päiväajan keskiäänitaso on yöaikaa suurempi, sillä nyt liikennemelu vaikuttaa selvästi melutasoihin.

Ennustetilanteessa ilman meluntorjuntaa (liite 4) päiväajan keskiäänitaso on sisäpihalla muuntajien vaikutusalueella noin  $50-65$  dB(A) ja lämpölaitoksen vaikutusalueella noin  $50-60$  dB(A) sekä muualla piha-alueella noin  $40-55$  dB(A). Yöajan keskiäänitaso on sisäpihalla muuntajien vaikutusalueella noin  $50-65$  dB(A) ja lämpölaitoksen vaikutusalueella noin  $50-60$  dB(A) sekä muualla piha-alueella noin  $40-50$  dB(A).

Muuntajien eteen mallinnetun viisimetrisen aidan kanssa (liite 5) päivä- ja yöajan keskiäänitasot pysyvät muutoin melko samoina, mutta muuntajien alueella keskiäänitasot ovat luokkaa  $45-55$  dB(A). Viisi metriä korkea meluseinä ei siis riitä suojaamaan muuntajien lähialueita yöaikaisen vaatimuksen (enimmäistaso  $45$  dB(A)) mukaiseksi.

Julkisivuun kohdistuva keskiäänitaso (liite 6) on suurimmillaan (meluisin kerros) muuntajan viereisellä rakennuksella noin  $70$  dB sekä päivällä että yöllä. Muualla julkisivuun kohdistuva päiväajan keskiäänitaso on suurimmillaan Linnankadun puoleisilla julkisivuilla, noin  $65$  dB(A), ja muualla pääsääntöisesti alle  $60$  dB(A). Yöaikana julkisivuihin kohdistuva keskiäänitaso on Linnankadun puoleisilla julkisivuilla suurimmillaan  $57$  dB(A), muualla pääsääntöisesti alle  $55$  dB(A) mutta muuntajan vaikutusalueella  $55-70$  dB(A).

Muuntajien aiheuttama taajuuspainottamaton melutaso taajuudella  $100$  Hz (myös  $200$  Hz) on ilman meluntorjuntaa (liite 7.1) lähimpien rakennusten julkisivuilla noin  $60-70$  dB(Z). Meluntorjunnan (vaihtoehto A, 5 metrin meluaita) kanssa (liite 7.2) melutaso on noin  $55-75$  dB(Z). Lähimmän seinän osalta julkisivuun kohdistuva äänitaso siis kasvaa.

Kaukolämpölaitoksen aiheuttama taajuuspainottamaton melutaso taajuudella  $40$  Hz on ilman meluntorjuntaa (liite 8) lähimpien rakennusten julkisivuilla noin  $70-80$  dB(Z).

## 6.2 Julkisivujen ääneneristävyysvaatimukset

Julkisivun äänitasoerovaatimus lasketaan julkisivuun kohdistuvan keskiäänitason ja sisällä sallitun keskiäänitason erotuksena. Vaatimukset on laskettu suoraan keskiäänitasojen perusteella, huomioiden 1–3 dB:n varmuusvaran. Lisävaatimuksia tulee matalataajuisen melun osalta, jota on tarkasteltu tarkemmin lausunnossa PR3942-R02.

Vaatimukset on esitetty asuinhuoneistoille liitteessä 9. Liiketilojen osalta vaatimukset ovat 10 dB esitettyä pienemmät (tarkasteltaessa ainoastaan keskiäänitasoja). Vaatimukset ovat suurimmillaan 42 dB muuntajan viereisellä asuinrakennuksella, mutta muuten kohtuullisia korkeintaan 32 dB:n vaatimuksia, kun pienitaajuisen melun asettamia vaatimuksia ei huomioida. Alle 28 dB:n vaatimuksia ei ole esitetty.

Vaatimusten vaikutukset asuinrakennuksen julkisivurakentamiseen on esitetty taulukossa 9 [8].

**Taulukko 9.** Ääneneristävyysvaatimusten vaikutus asuinrakentamiseen

Ääneneristävyysvaatimus	Vaatimuksen taso	Toimenpiteet ja suositukset rakentamisessa
25 dB	Normaali/ alhainen	Toteutuu normaalilla julkisivurakentamisella.
30 dB	Normaali	Toteutuu normaalilla julkisivurakentamisella ellei ikkunoiden ja parvekeovien pinta-alasuhde lattiapinta-alaan ole suuri. Asuinhuoneiden sijoittelulla ei ole väliä.
35 dB	Keskikorkea	Kevytrakenteisissa rakennuksissa ikkunoilta ja parvekeovilta vaaditaan normaalia korkeampaa ääneneristyskykyä. Asuinhuoneita voidaan sijoittaa melulähteen puolelle.
40 dB	Korkea	Ulkoseinärakenteilta vaaditaan hyvää ääneneristävyttä ja ikkunoilta sekä ikkunaovilta vaaditaan erikoisratkaisuja. Asuinhuoneet suositellaan sijoitettavan suojan puolelle. Melulähteen puolelle voidaan sijoittaa ns. toisarvoisia tiloja.

Julkisivun kokonaisääneneristävyysvaatimus ei ole sama asia kuin yksittäisten rakennusosien, kuten ikkunoiden, ääneneristävyys. Yksittäisten rakennusosien eristävydet (jotta kokonaisääneneristävyysvaatimus täyttyy) mitoitetaan tapauskohtaisesti huomioiden mm. erilaisten rakennusosien pinta-alojen keskinäinen suhde.

### 6.3 Parvekkeiden lasitusvaatimukset

Parvekkeiden käyttökelpoisuuden ja hyvän ääniolosuhteen saavuttamiseksi parvekelasituksen tarve ja ääneneristävyydet on mitoitettu siten, että parvekkeella saavutetaan valtioneuvoston päätöksen ulkoalueiden päiväajan ohjearvo 55 dB(A). Parvekkeille kohdistuvien melutasojen ja asetetun tavoitearvon 55 dB(A) perusteella on määritetty ääneneristävyyksivaatimukset parvekelasituksille. Vaatimukset on esitetty liitteessä 10. Vaatimuksissa ei ole huomioitu kaukolämpöläitöksen ja sähköaseman aiheuttaman melun häiritsevyyttä lisäävää kapeakaistaisuutta.

Esitetty eristävyysluku (äänitasoeroluku) kuvaa parvekkeeseen kohdistuvan päiväajan keskiäänitason ja päiväajan ohjearvon välistä äänitasoeroa. Parvekkeen seinäheijastus nostaa parvekkeen äänitasoa keskimäärin kolme desibeliä ja näin ollen parveke on tarpeen lasittaa, kun julkisivuun kohdistuva päiväajan keskiäänitaso ylittää 52 dB(A) (liite 4).

Laskentojen perusteella parvekkeet suositellaan lasitettavaksi kaikkien teiden puoleisilla julkisivuilla. Suurimmillaan eristävyysvaatimus on Linnankadun puoleisilla julkisivuilla 10 dB. Muuntajan viereisen talon muuntajan puoleiselle seinälle ei tule suunnitella parvekkeita korkean eristävyysvaatimuksen vuoksi (todennäköisesti myös turvallisuusseikat estävät parvekkeiden sijoittamisen tälle seinustalle). Tarkkoja parvekkeiden paikkoja ei vielä ole suunniteltu.

Taulukossa 4 on esitetty erilaisten lasitusratkaisujen tuoma keskimääräinen äänitasoero. Parvekkeelle aiheutuvaan äänitasoon vaikuttaa lasitusratkaisun lisäksi mm. parvekkeen koko ja lasituksen pinta-ala. Yleisesti voidaan todeta, että normaalilla raollisella parvekelasituksella saavutetaan suurimmillaan noin 7 dB vaimennus. Mikäli parvekkeen osalta tarvitaan suurempaa vaimennusta, se voidaan toteuttaa lasituksen ominaisuuksia (paksuus ja tiiviys) sekä parvekkeen äänen absorptio-ominaisuuksia parantamalla.

**Taulukko 10.** Äänitasoerovaatimus ja vaatimuksen täyttävä ratkaisu. Parvekkaiteiden on oletettu olevan 4+4 mm laminoitua kaidelasia, betonia tai jokin muu äänellisesti vastaava rakenne. Tiedot perustuvat lasinvalmistajien ilmoittamiin tietoihin sekä akustisen vaimennusmateriaalin vaikutuksen laskennalliseen arviointiin.

Äänitasoerovaatimus	Meluntorjuntaratkaisu
0 dB / julkisivulle ei ole esitetty vaatimusta	Parvekelasitus ei ole tarpeellinen
1–7 dB	Raollinen 6 mm parvekelasitus
8–10 dB	Raollinen 10 mm parvekelasitus
11–12 dB	10 mm parvekelasitus + tiivistyslistat (tuuletus on hoidettava ainakin yhdeltä parvekkeen sivulta tai jotenkin muuten)
11–12 dB	Raollinen 10 mm parvekelasitus + parvekkeen kattoon 50 mm mineraalivillaa <sup>1</sup> . Akustointimateriaalia tulee asentaa 70 % parvekkeen kattopinta-alasta. Materiaali voidaan peittää rimoituksella, jonka peittoprosentti voi olla korkeintaan 70 %.
13–14 dB	10 mm parvekelasitus + tiivistyslistat + parvekkeen kattoon 50 mm mineraalivillaa <sup>1</sup> . Akustointimateriaalia tulee asentaa 70 % parvekkeen kattopinta-alasta. Materiaali voidaan peittää rimoituksella, jonka peittoprosentti voi olla korkeintaan 70 %. (tuuletus on hoidettava ainakin yhdeltä parvekkeen sivulta tai jotenkin muuten)

<sup>1</sup> Materiaalin tulee olla ulko-olosuhteisiin soveltuvaa ja pölyämätöntä (mineraalivillan vaihtoehto on esim. Ewona Acustica).

## 7 TULOSTEN TARKASTELU JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tarkastelualueelle suunniteltujen uusien asuinrakennusten oleskelupiha-alueet voitaisiin sijoitella käytännössä vapaasti ilman meluntorjuntaa, mikäli alueen ainoa melulähde olisi lähialueiden tie- ja raideliikenne. Tarkastelualueen sisäiset melulähteet, eli käytännössä kaukolämpölaitos ja sähköaseman muuntajat, määräävät alueen melutason ja ongelmakohdat.

Tässä raportissa melutasoja on tarkasteltu ainoastaan keskiäänitasoina, pois lukien laaditut pienitaajuisen melun mallinnustulokset raportissa PR3942-R02 tehtäviä tarkasteluja varten. Melulähteiden luonteesta (pienitaajuisen melun merkittävyys ja kapeakaistaisuus) johtuen keskiäänitasojen tarkastelulla saadaan herkästi liian positiivinen kuva alueen melutilanteesta. Tämän vuoksi tätä raporttia suurempi painoarvo tulee antaa raportissa PR3942-R02 esitetyille tuloksille ja johtopäätöksille.

Mallinnustulosten perusteella oleskelupiha-alueiden suojaamiseksi melulta tarvitaan merkittäviä toimenpiteitä. Meluntorjunnan tulee keskittyä melulähteiden vaimentamiseen. Muuntajien osalta tämä tarkoittaa käytännössä muuntajien siirtoa tai sijoittamista massiivisella ulkovaipalla toteutettuun ääniteknisesti suljettuun sisätilaan. Melulähteiden luonteesta (pienitaajuisen melun merkittävyys ja kapeakaistaisuus) johtuen asuinrakennusten piha-alueille tehtävillä meluaidoilla ei saavuteta riittävää suojausta.

Tien puoleisten julkisivujen ääneneristävyysvaatimukset ovat liikennemelua vastaan normaaleja. Rakennuslupasuunnitteluvaiheessa asuinrakennuksiin tulee laatia julkisivun ääneneristävyyselvitys, jolla määritetään ulkovaipan rakenneosakohtaiset ilmaääneneristävyysvaatimukset.

Sisäpihan puolella keskiäänitasojen perusteella tarkasteluna myös kaukolämpölaitoksen ja muuntajien aiheuttamaa melua vastaan julkisivujen ääneneristävyysvaatimukset pysyvät kohtuullisina. Tämä antaa kuitenkin melun pienitaajuisesta sisällöstä johtuen virheellisen (liian alhainen) kuvan rakennusten ulkovaipan ääneneristävyystarpeesta. Sisäpihan puoleisten julkisivujen osalta tulee huomioida raportissa PR3942-R02 esitetyt seikat.

Keskiäänitasojen perusteella tarkasteluna mahdollisten parvekkeiden lasitusten ääneneristävyysvaatimukset ovat kohtuullisia. Parvekkeiden meluntorjuntatarvetta tulee tarkentaa alueen suunnittelun edetessä. Esimerkiksi, mikäli muuntajien aiheuttama melu poistuu, suuri osa sisäpihan parvekkeisiin kohdistuvista ääneneristävyysvaatimuksista poistuu niin ikään.

Melun kannalta alueen jatkosuunnittelu asuinkäyttöön olisi kutakuinkin ongelmatonta ilman alueen sisäisiä melulähteitä. Kaukolämpölaitos ja muuntajat aiheuttavat merkittävää meluhaittaa tarkastelualueelle. Kaukolämpölaitoksen ja muuntajien ääniteknisen luonteen vuoksi niiden aiheuttama melu saatetaan kokea häiritsevänä merkittävästi ohje- ja määräysarvoja alhaisemmillaikin voimakkuuksilla.

## 8 LISÄTIETOA

Olli Laivoranta  
Promethor Oy  
Puh. 041 506 3418  
sp. [olli.laivoranta@promethor.fi](mailto:olli.laivoranta@promethor.fi)

## 9 KIRJALLISUUS

1. Kragh J, Andersen B & Jacobsen J, Environmental noise from industrial plants. General prediction method. Danish Acoustical Laboratory, report 32. Lyngby 1982. 54 s. + liitt. 35 s.
2. Nielsen H. L et al., Road traffic noise. Nordic prediction method. TemaNord 1996:525. Århus 1996. 74 s. + liitt. 36 s.

3. Nielsen H. L et al., Railway Traffic Noise. The Nordic Prediction Method. TemaNord 1996:524. Århus 1996. 65 s. + liitt. 8 s.
4. Ympäristöministeriö. Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista 993/1992.
5. Suomen Rakentamismääräyskokoelma C1, Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa, Helsinki, 1998.
6. Asumisterveysohje, Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1, Sosiaali- ja terveysministeriö, Helsinki 2003, 93 s.
7. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista, 545/2015.
8. Rakennusteollisuus RT ja Betonikeskus ry. Asuinrakennusten äänitekniikan täydentävä suunnitteluohje. 2009.



Numero:

**1**

Laite:

Muuntaja-asema

Akustinen korkeus:

1,5-3 m

Toiminta-aika:

24 h

Suunta:

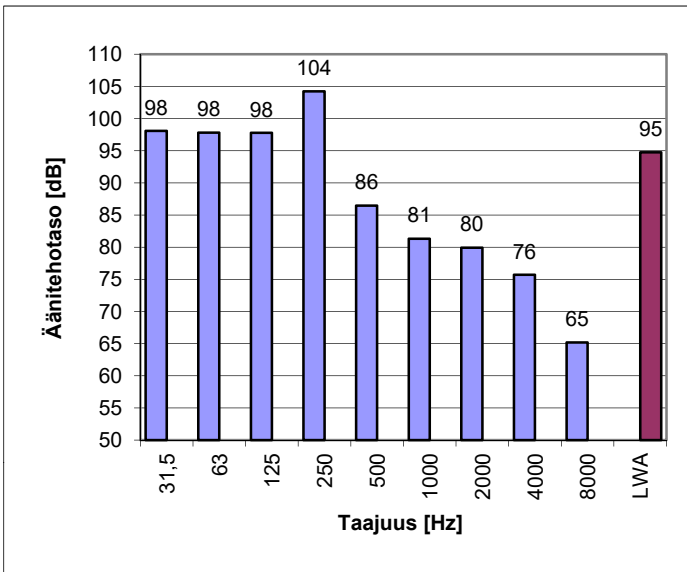
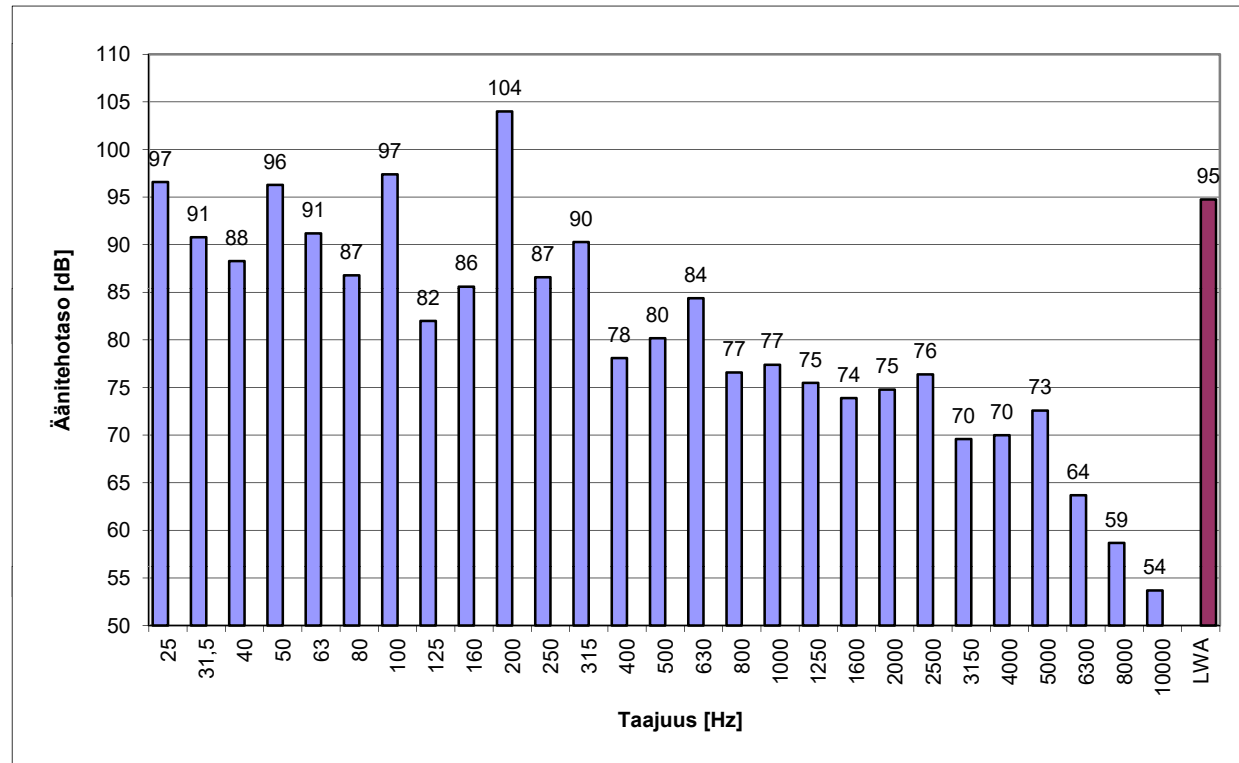
-

Muuta:

Kapeakaistaista taajuudella 100 Hz ja 200 Hz.

Melupäästö vaihteli voimakkaasti kolmen eri mittauksen välillä:

82-95 dB(A).

**Äänitehotaso oktaavikaistoittain:****Äänitehotaso 1/3-oktaavikaistoittain:**

Numero:

2

Laite:

Kattilan 2 piipouun johtava kanava

Akustinen korkeus:

4 m

Toiminta-aika:

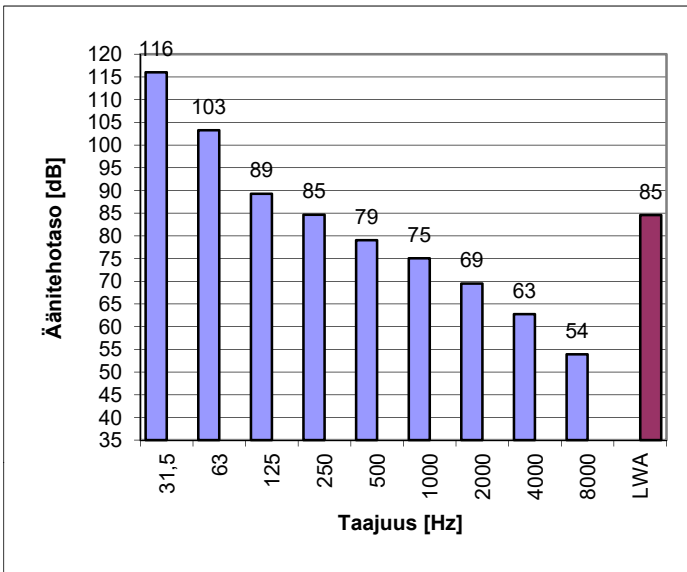
24 h

Suunta:

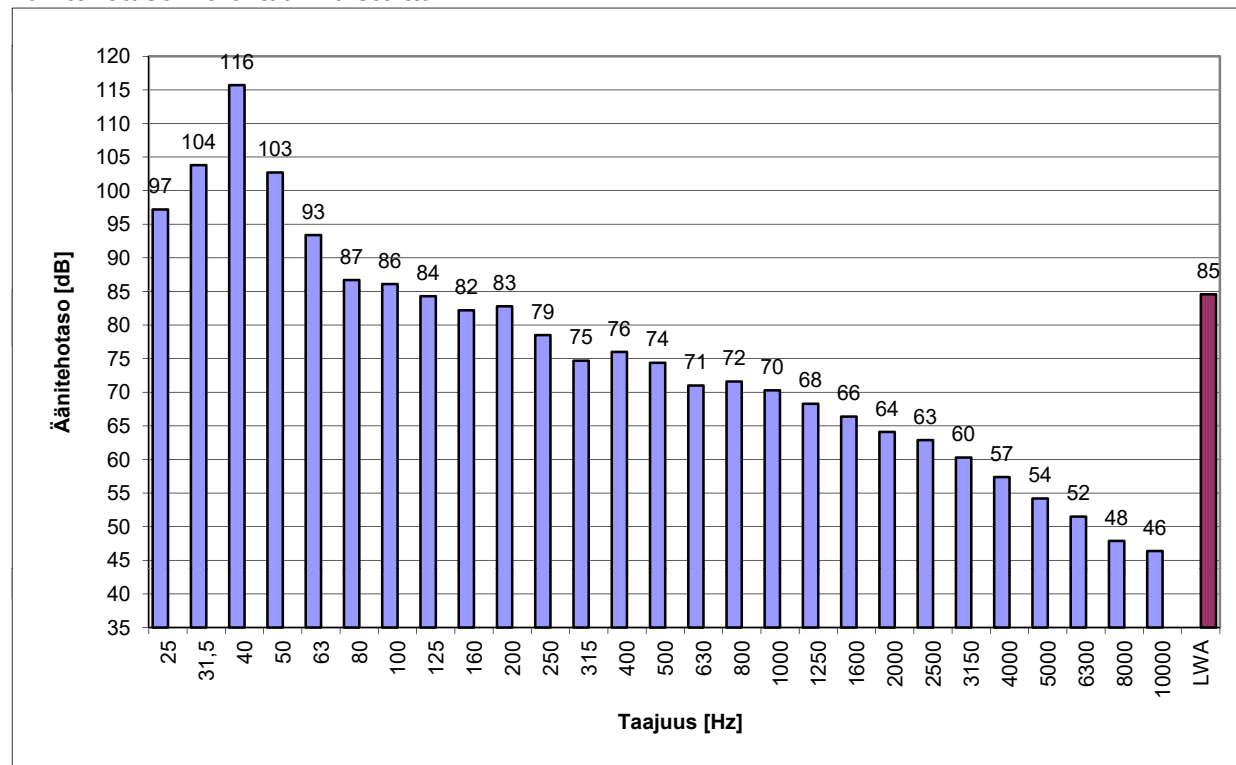
-

Muuta: Kapeakaistaista taajuudella 40 Hz.

## Äänitehotaso oktaavikaistoittain:



## Äänitehotaso 1/3-oktaavikaistoittain:



Numero:

**3**

Laite:

Kattilan 2 ilmanottoaukko

Akustinen korkeus:

10 m

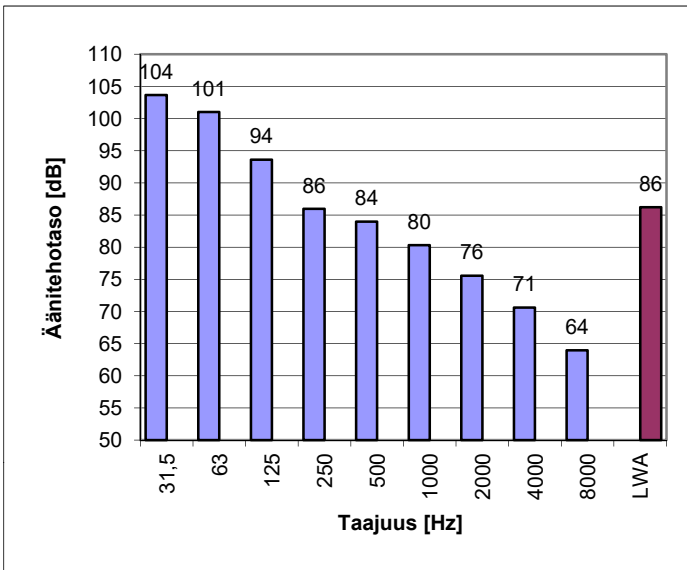
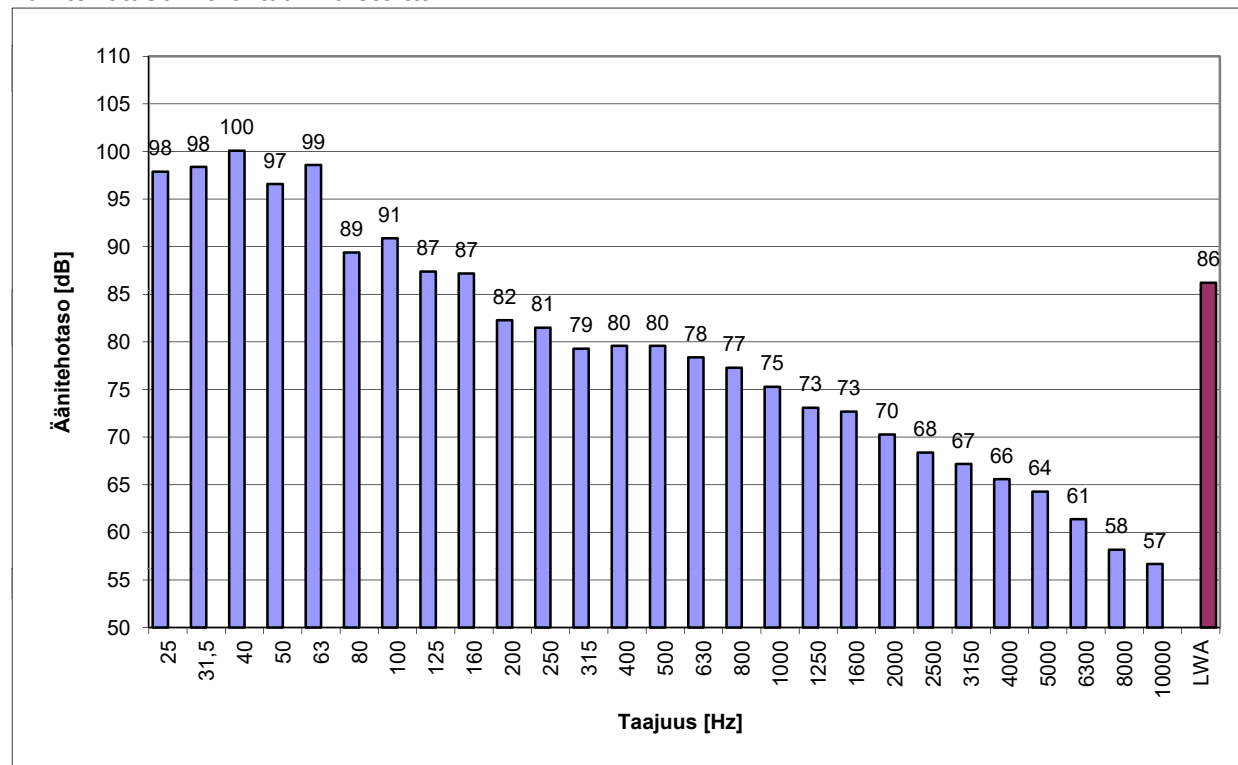
Toiminta-aika:

24 h

Suunta:

-

Muuta:

**Äänitehotaso oktaavikaistoittain:****Äänitehotaso 1/3-oktaavikaistoittain:**

Numero:

Laite:

Akustinen korkeus:

Toiminta-aika:

Suunta:

Muuta:

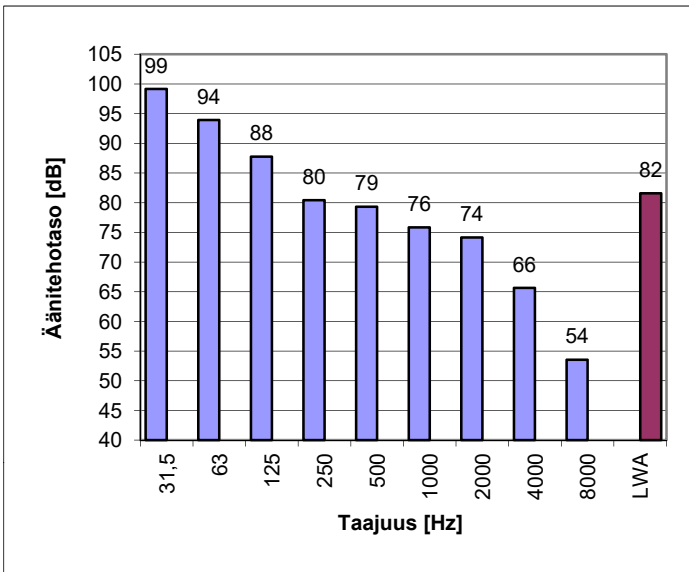
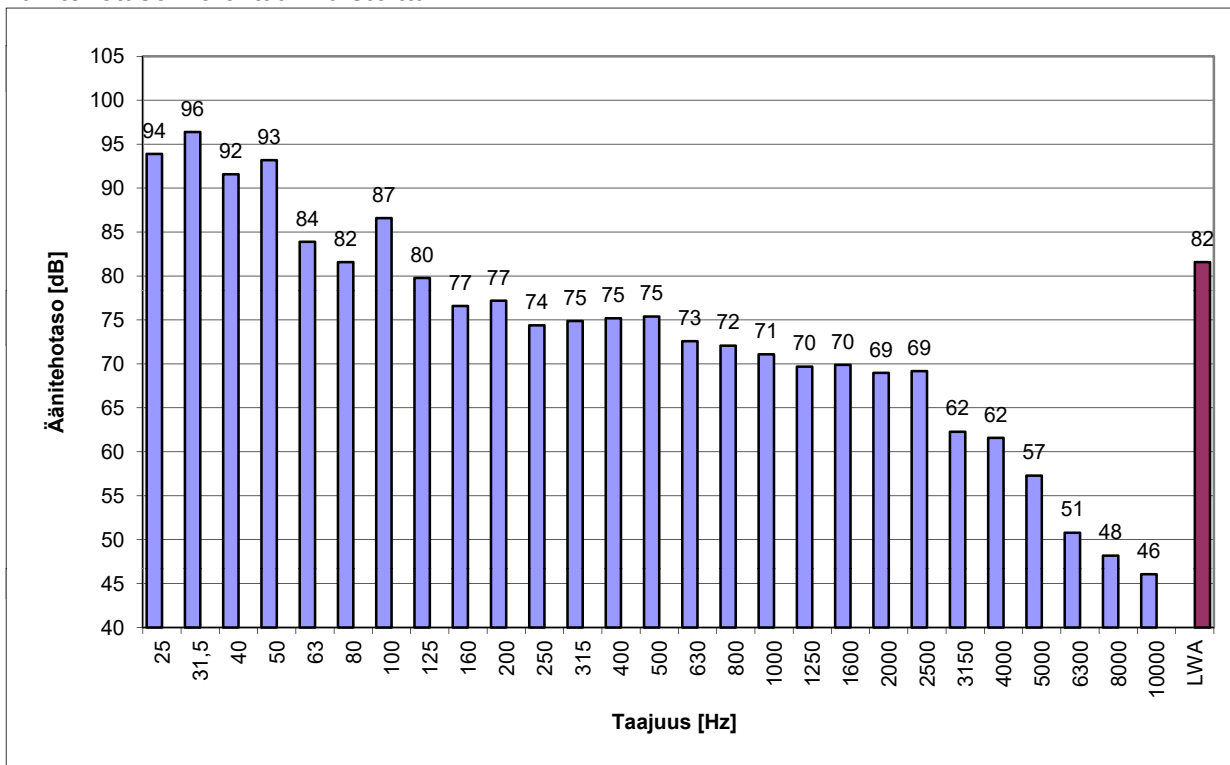
**4a**

Kattilan 6 ilmanottoaukko

5 m

24 h

-

**Äänitehotaso oktaavikaistoittain:****Äänitehotaso 1/3-oktaavikaistoittain:**

Numero:

Laite:

Akustinen korkeus:

Toiminta-aika:

Suunta:

Muuta:

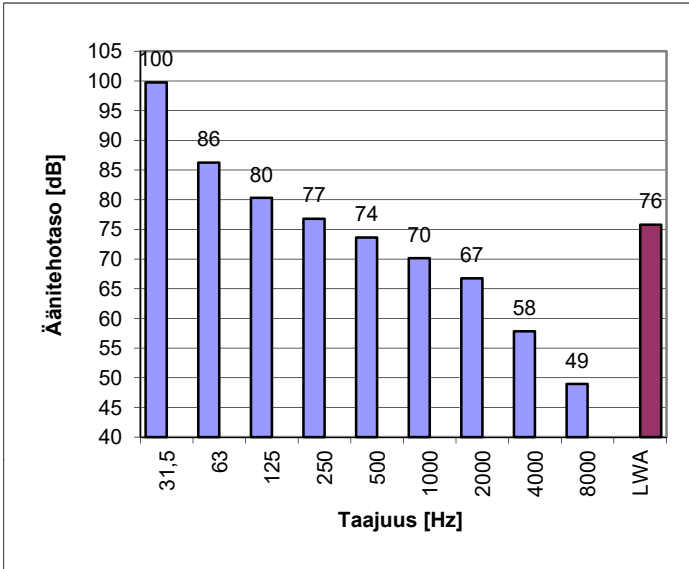
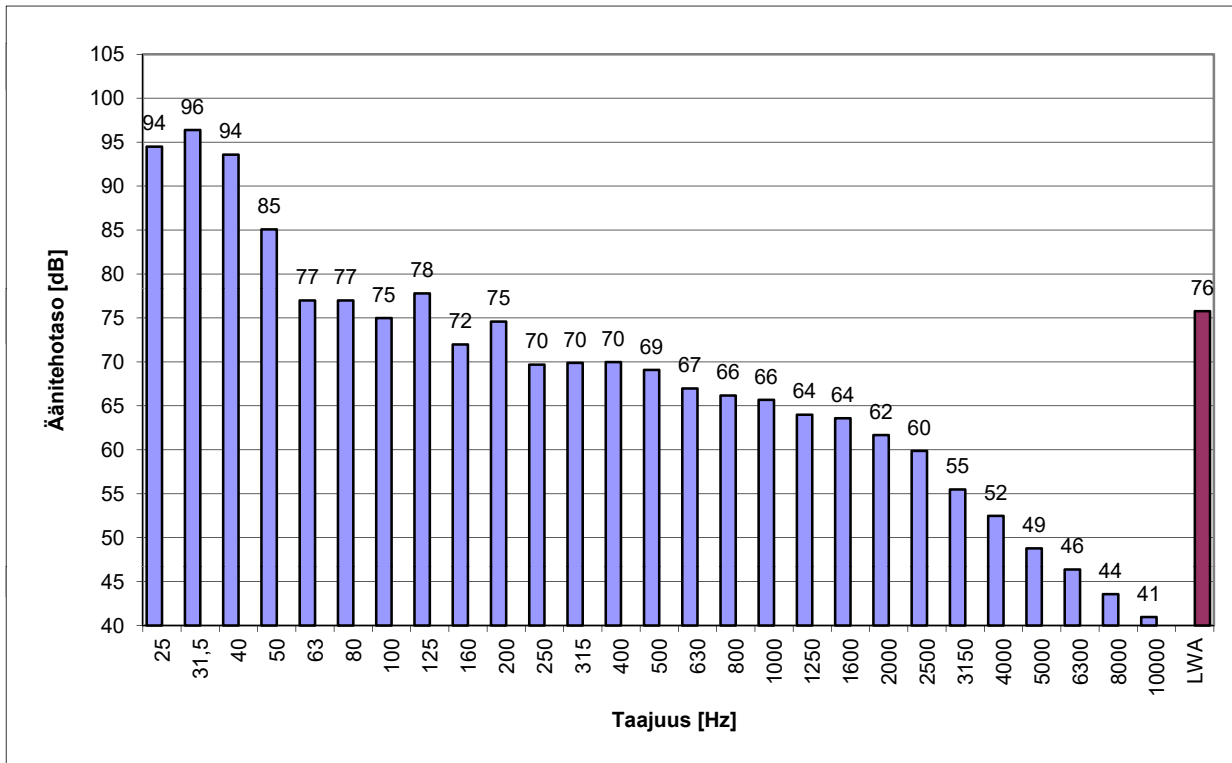
**4b**

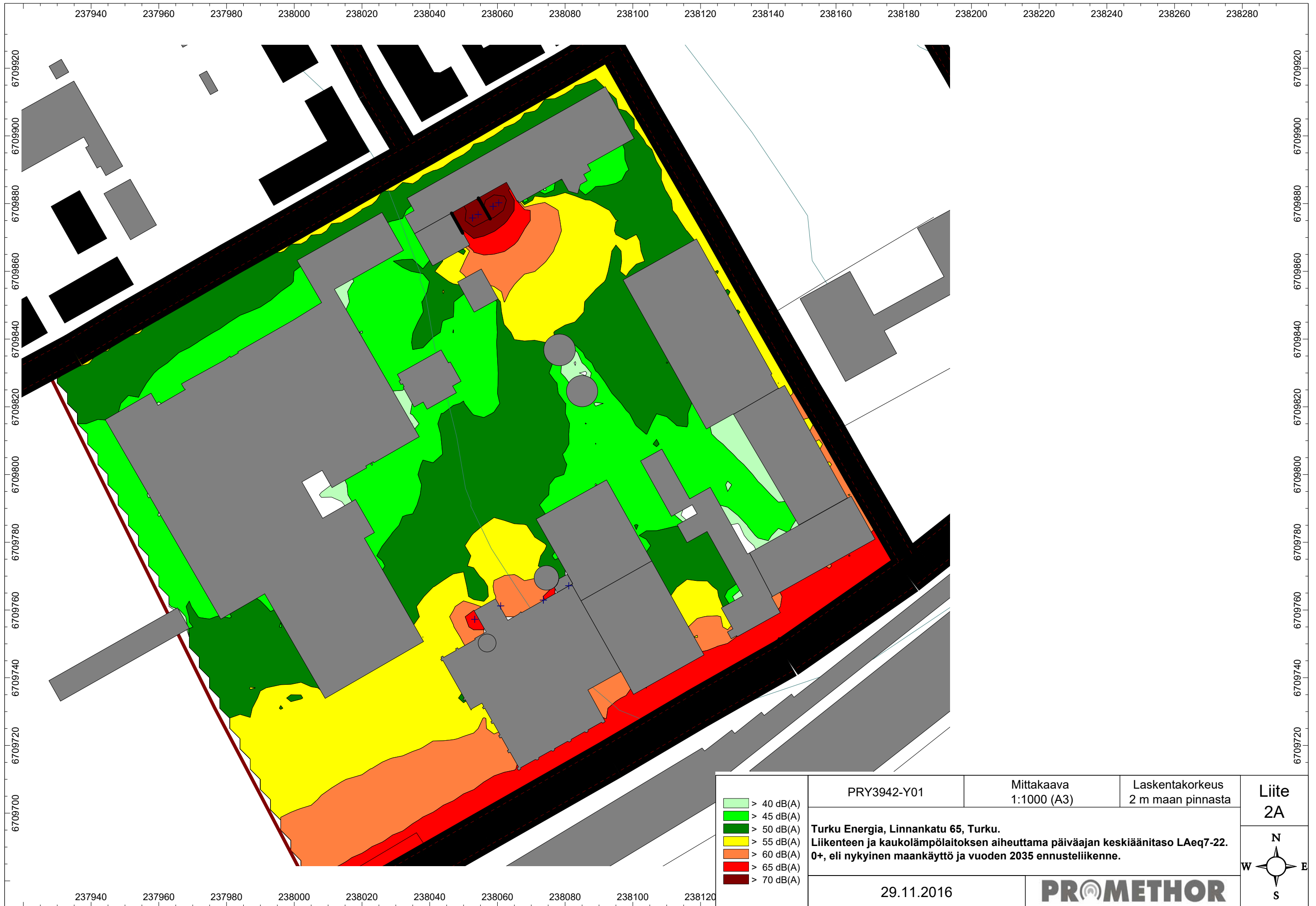
Kattilan 8 ilmanottoaukko

5 m

24 h

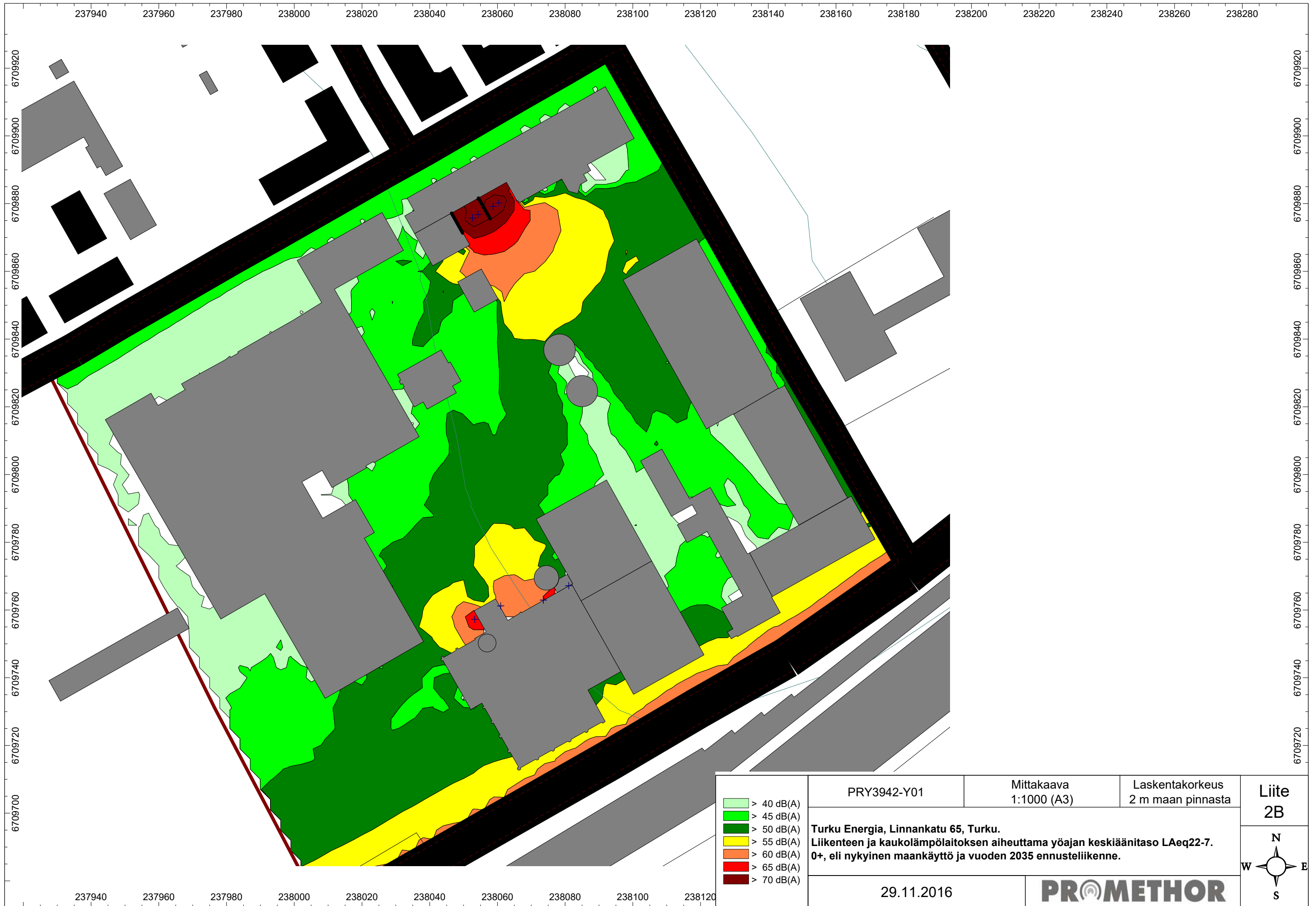
-


**Äänitehotaso oktaavikaistoittain:****Äänitehotaso 1/3-oktaavikaistoittain:**

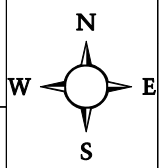


PRY3942-Y01	Mittakaava 1:1000 (A3)	Laskentakorkeus 2 m maan pinnasta
<b>Turku Energia, Linnankatu 65, Turku.</b> <b>Liikenteen ja kaukolämpölaitoksen aiheuttama päiväajan keskiäänitaso LAeq7-22.</b> <b>0+, eli nykyinen maankäyttö ja vuoden 2035 ennusteliikenne.</b>		
29.11.2016		

Liite  
2A



<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 40 dB(A)</li> <li>&gt; 45 dB(A)</li> <li>&gt; 50 dB(A)</li> <li>&gt; 55 dB(A)</li> <li>&gt; 60 dB(A)</li> <li>&gt; 65 dB(A)</li> <li>&gt; 70 dB(A)</li> </ul>	PRY3942-Y01	Mittakaava 1:1000 (A3)	Laskentakorkeus 2 m maan pinnasta	Liite 2B
<p><b>Turku Energia, Linnankatu 65, Turku.</b>  <b>Liikenteen ja kaukolämpölaitoksen aiheuttama yöajan keskiäänitaso LAeq22-7.</b>  <b>0+, eli nykyinen maankäyttö ja vuoden 2035 ennusteliikenne.</b></p>				
29.11.2016				

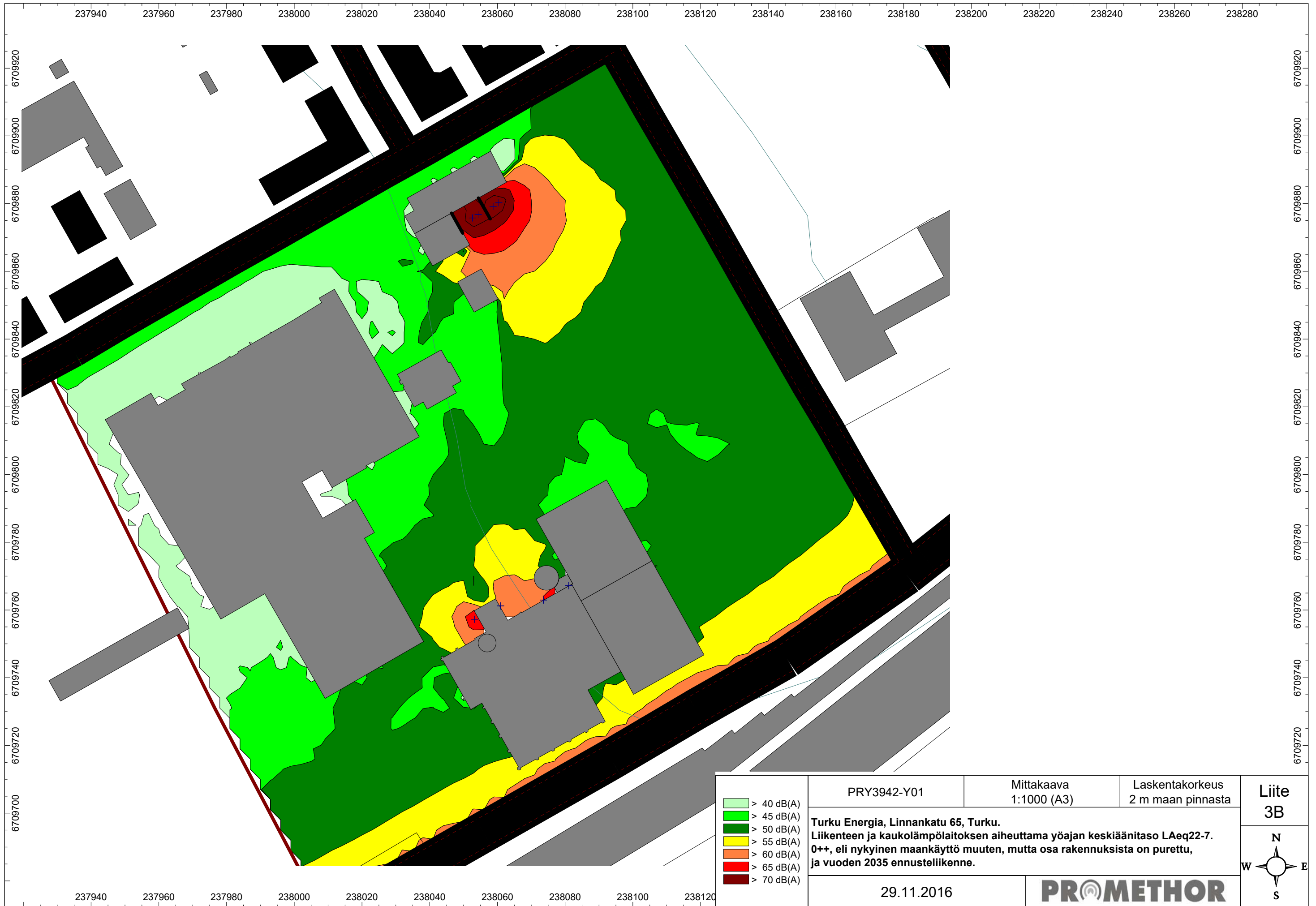






<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #e0f0e0; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 40 dB(A)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #00ff00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 45 dB(A)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #008000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 50 dB(A)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #ffff00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 55 dB(A)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #ffa500; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 60 dB(A)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #ff4500; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 65 dB(A)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #800000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 70 dB(A)</li> </ul>	<p>PRY3942-Y01</p>	<p>Mittakaava 1:1000 (A3)</p>	<p>Laskentakorkeus 2 m maan pinnasta</p>
<p><b>Turku Energia, Linnankatu 65, Turku.</b>  <b>Liikenteen ja kaukolämpölaitoksen aiheuttama päiväajan keskiäänitaso LAeq7-22.</b>  <b>0++, eli nykyinen maankäyttö muuten, mutta osa rakennuksista on purettu,</b>  <b>ja vuoden 2035 ennusteliikenne.</b></p>			
<p>29.11.2016</p>		<p><b>PROMETHOR</b></p>	

**Liite**  
**3A**



<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: lightgreen;">■</span> &gt; 40 dB(A)</li> <li><span style="color: green;">■</span> &gt; 45 dB(A)</li> <li><span style="color: darkgreen;">■</span> &gt; 50 dB(A)</li> <li><span style="color: yellow;">■</span> &gt; 55 dB(A)</li> <li><span style="color: orange;">■</span> &gt; 60 dB(A)</li> <li><span style="color: red;">■</span> &gt; 65 dB(A)</li> <li><span style="color: darkred;">■</span> &gt; 70 dB(A)</li> </ul>	<p>PRY3942-Y01</p>	<p>Mittakaava 1:1000 (A3)</p>	<p>Laskentakorkeus 2 m maan pinnasta</p>
<p><b>Turku Energia, Linnankatu 65, Turku.</b>  <b>Liikenteen ja kaukolämpölaitoksen aiheuttama yöajan keskiäänitaso LAeq22-7.</b>  <b>0++, eli nykyinen maankäyttö muuten, mutta osa rakennuksista on purettu,</b>  <b>ja vuoden 2035 ennusteliikenne.</b></p>			
<p>29.11.2016</p>		<p><b>PROMETHOR</b></p>	

**Liite  
3B**



<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 40 dB(A)</li> <li>&gt; 45 dB(A)</li> <li>&gt; 50 dB(A)</li> <li>&gt; 55 dB(A)</li> <li>&gt; 60 dB(A)</li> <li>&gt; 65 dB(A)</li> <li>&gt; 70 dB(A)</li> </ul>	<p>PRY3942-Y01</p>	<p>Mittakaava 1:1000 (A3)</p>	<p>Laskentakorkeus 2 m maan pinnasta</p>	<p>Liite 4A</p>
<p>Turku Energia, Linnankatu 65, Turku. Liikenteen ja kaukolämpölaitoksen aiheuttama päiväajan keskiäänitaso LAeq7-22. Suunniteltu maankäyttö ja vuoden 2035 ennusteliikenne. Ei meluntorjuntaa.</p>				
<p>29.11.2016</p>				



<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 40 dB(A)</li> <li>&gt; 45 dB(A)</li> <li>&gt; 50 dB(A)</li> <li>&gt; 55 dB(A)</li> <li>&gt; 60 dB(A)</li> <li>&gt; 65 dB(A)</li> <li>&gt; 70 dB(A)</li> </ul>	<p>PRY3942-Y01</p>	<p>Mittakaava 1:1000 (A3)</p>	<p>Laskentakorkeus 2 m maan pinnasta</p>
<p><b>Turku Energia, Linnankatu 65, Turku.</b>  <b>Liikenteen ja kaukolämpölaitoksen aiheuttama yöajan keskiäänitaso LAeq22-7.</b>  <b>Suunniteltu maankäyttö ja vuoden 2035 ennusteliikenne.</b>  <b>Ei meluntorjuntaa.</b></p>			
<p>29.11.2016</p>		<p><b>PROMETHOR</b></p>	

**Liite  
4B**



PRY3942-Y01

Mittakaava  
1:1000 (A3)

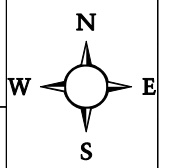
Laskentakorkeus  
2 m maan pinnasta

Liite  
5A

**Turku Energia, Linnankatu 65, Turku.**  
**Liikenteen ja kaukolämpölaitoksen aiheuttama päiväajan keskiäänitaso LAeq7-22.**  
**Suunniteltu maankäyttö ja vuoden 2035 ennusteliikenne.**  
**Meluntorjuntana aita (h = 5 m) muuntajien edessä.**

29.11.2016

**PROMETHOR**

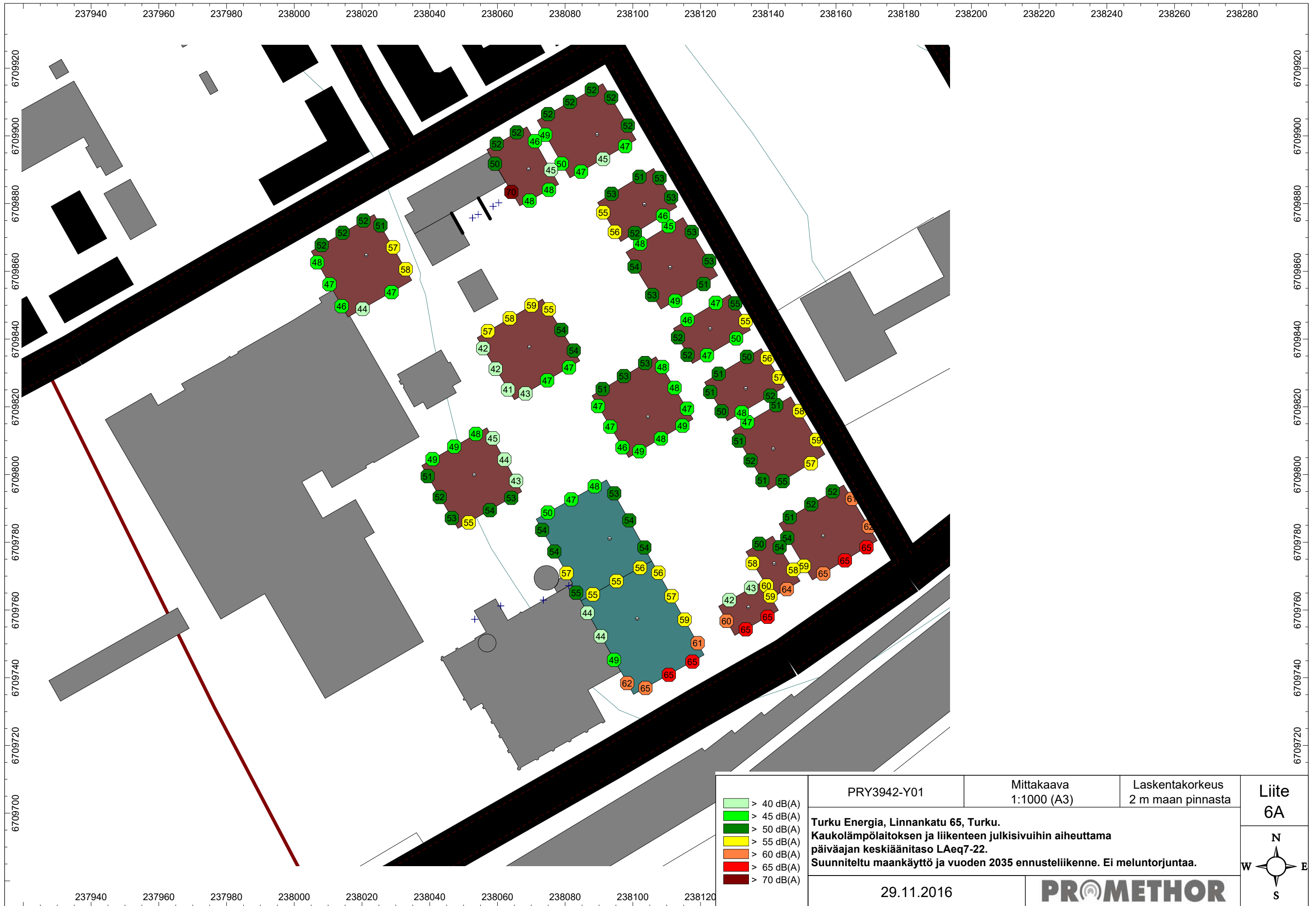




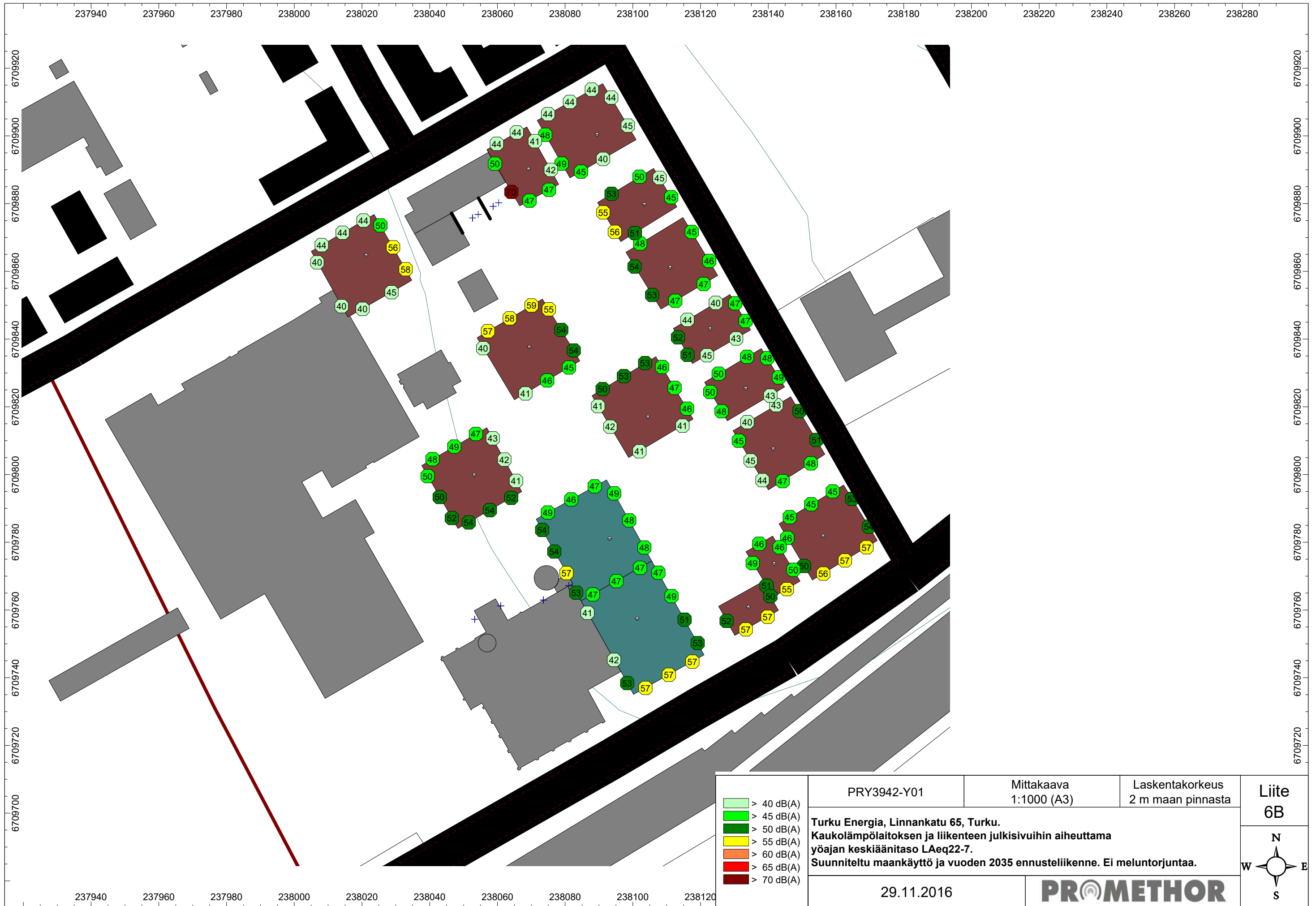


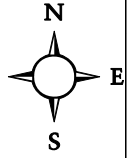
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 40 dB(A)</li> <li>&gt; 45 dB(A)</li> <li>&gt; 50 dB(A)</li> <li>&gt; 55 dB(A)</li> <li>&gt; 60 dB(A)</li> <li>&gt; 65 dB(A)</li> <li>&gt; 70 dB(A)</li> </ul>	<p>PRY3942-Y01</p>	<p>Mittakaava 1:1000 (A3)</p>	<p>Laskentakorkeus 2 m maan pinnasta</p>
<p><b>Turku Energia, Linnankatu 65, Turku.</b>  <b>Liikenteen ja kaukolämpölaitoksen aiheuttama yöajan keskiäänitaso LAeq22-7.</b>  <b>Suunniteltu maankäyttö ja vuoden 2035 ennusteliikenne.</b>  <b>Meluntorjuntana aita (h = 5 m) muuntajien edessä.</b></p>			
<p>29.11.2016</p>		<p><b>PROMETHOR</b></p>	

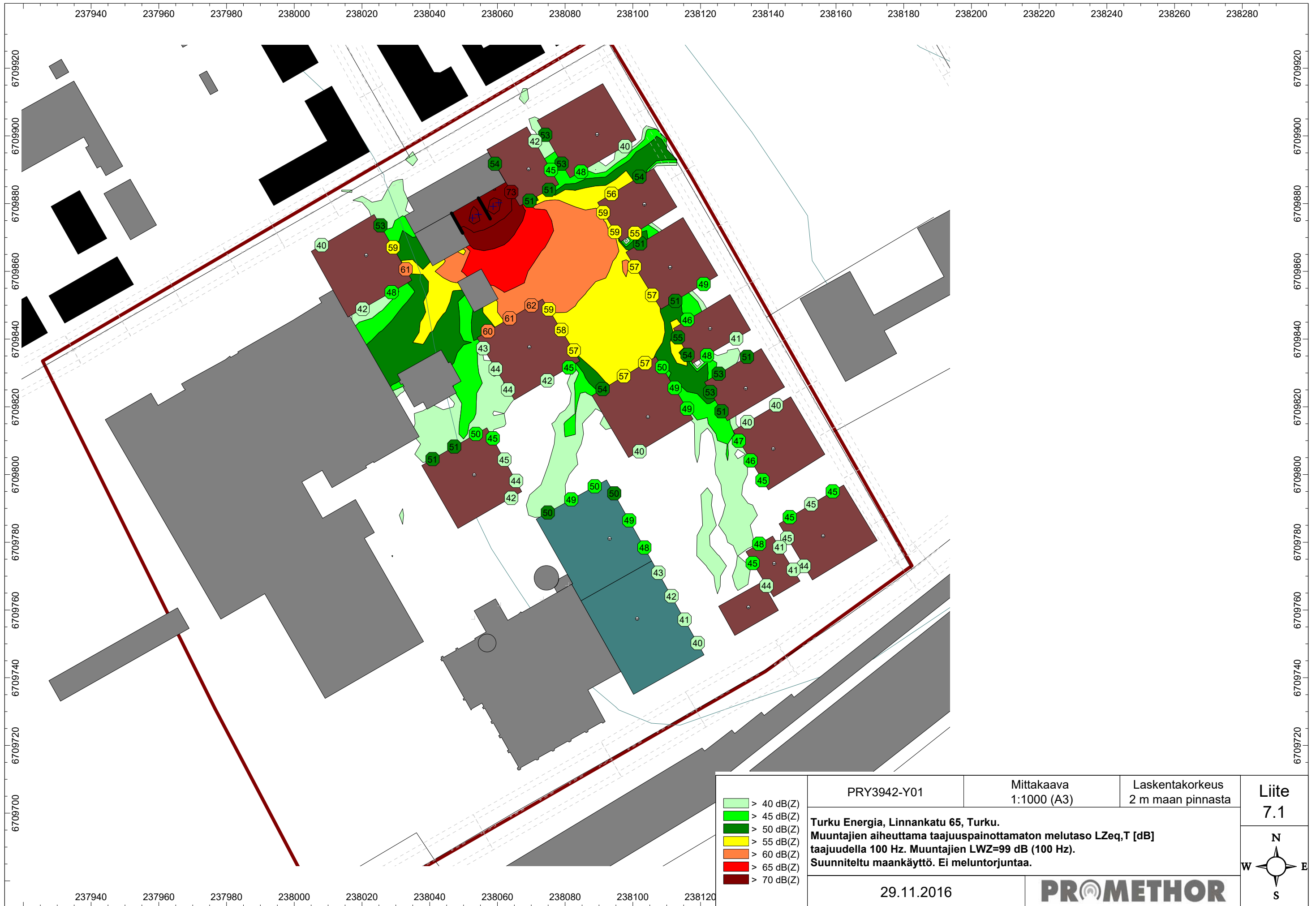
**Liite  
5B**

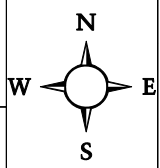


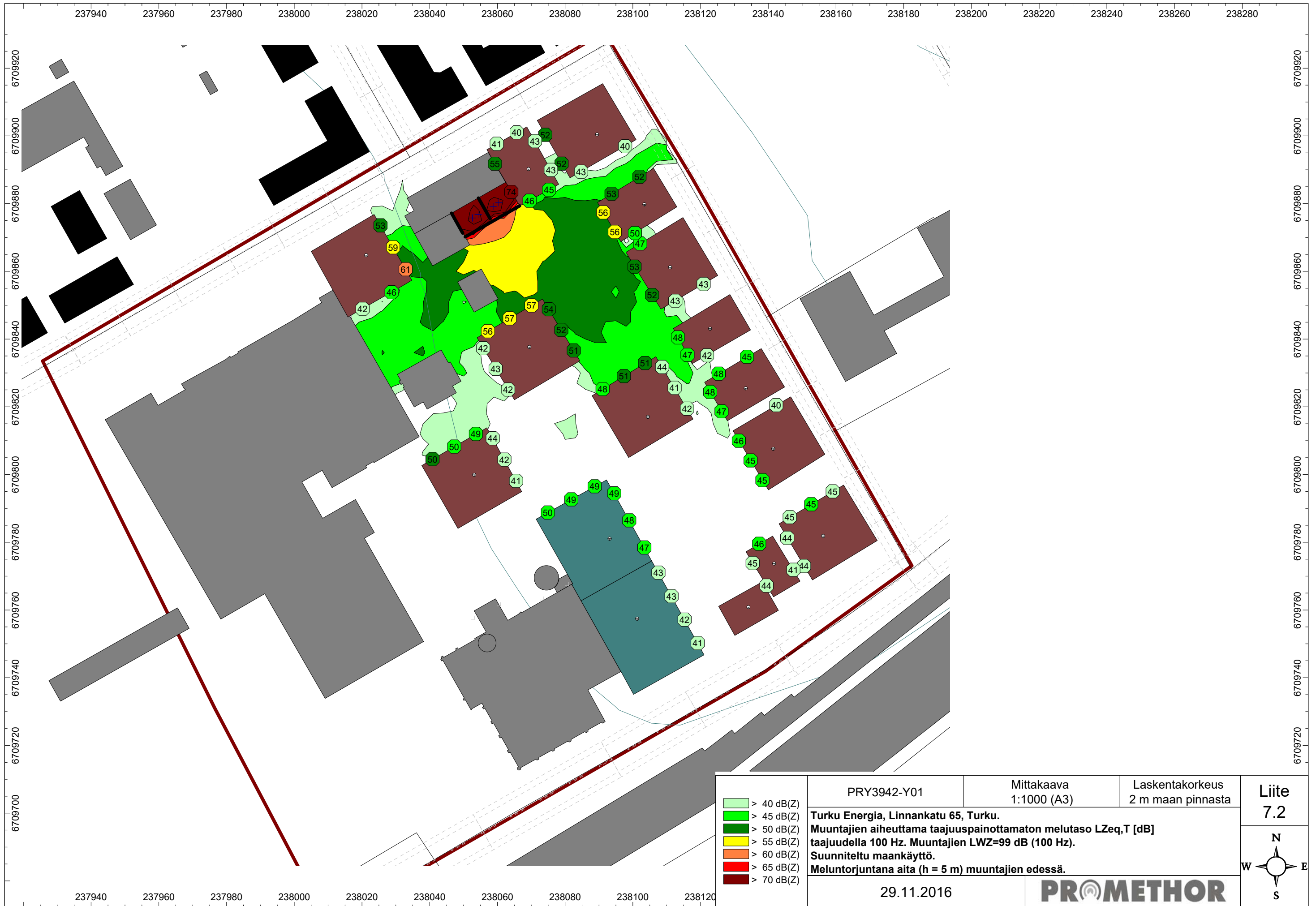




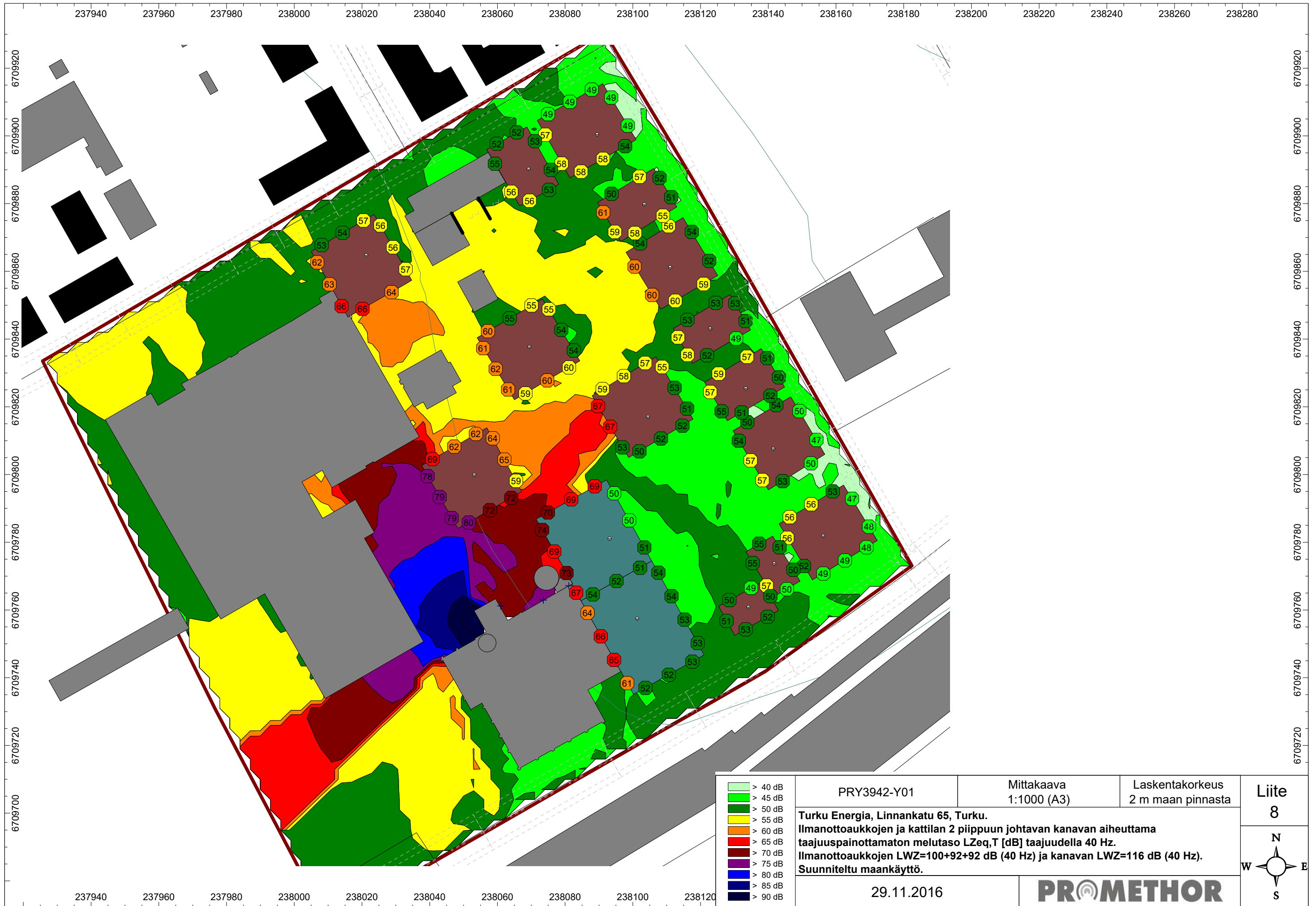
<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #e0ffe0; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 40 dB(A)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #90ee90; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 45 dB(A)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #32cd32; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 50 dB(A)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #ffff00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 55 dB(A)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #ffa500; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 60 dB(A)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #ff0000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 65 dB(A)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #800000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 70 dB(A)</li> </ul>	<p>PRY3942-Y01</p> <p>Mittakaava 1:1000 (A3)</p> <p>Laskentakorkeus 2 m maan pinnasta</p>	<p><b>Liite 6B</b></p> <p>N W —  — E S</p>
<p><b>Turku Energia, Linnankatu 65, Turku.</b>  <b>Kaukolämpölaitoksen ja liikenteen julkisivuihin aiheuttama</b>  <b>yöajan keskiäänitaso LAeq22-7.</b>  <b>Suunniteltu maankäyttö ja vuoden 2035 ennusteliikenne. Ei meluntorjuntaa.</b></p>		<p>29.11.2016</p> <p><b>PRMETHOR</b></p>



<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 40 dB(Z)</li> <li>&gt; 45 dB(Z)</li> <li>&gt; 50 dB(Z)</li> <li>&gt; 55 dB(Z)</li> <li>&gt; 60 dB(Z)</li> <li>&gt; 65 dB(Z)</li> <li>&gt; 70 dB(Z)</li> </ul>	<p>PRY3942-Y01</p> <p>Mittakaava 1:1000 (A3)</p> <p>Laskentakorkeus 2 m maan pinnasta</p>	<p><b>Liite</b> 7.1</p> 
<p><b>Turku Energia, Linnankatu 65, Turku.</b>  <b>Muuntajien aiheuttama taajuuspainottamaton melutaso L<sub>Zeq,T</sub> [dB]</b>  <b>taajuudella 100 Hz. Muuntajien LWZ=99 dB (100 Hz).</b>  <b>Suunniteltu maankäyttö. Ei meluntorjuntaa.</b></p>		
<p>29.11.2016</p>		<p><b>PROMETHOR</b></p>



<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: lightgreen;">■</span> &gt; 40 dB(Z)</li> <li><span style="color: green;">■</span> &gt; 45 dB(Z)</li> <li><span style="color: darkgreen;">■</span> &gt; 50 dB(Z)</li> <li><span style="color: yellow;">■</span> &gt; 55 dB(Z)</li> <li><span style="color: orange;">■</span> &gt; 60 dB(Z)</li> <li><span style="color: red;">■</span> &gt; 65 dB(Z)</li> <li><span style="color: darkred;">■</span> &gt; 70 dB(Z)</li> </ul>	<p>PRY3942-Y01</p> <p>Mittakaava 1:1000 (A3)</p> <p>Laskentakorkeus 2 m maan pinnasta</p>	<p><b>Liite</b> <b>7.2</b></p> <p>N W —  — E S</p>
<p><b>Turku Energia, Linnankatu 65, Turku.</b>  <b>Muuntajien aiheuttama taajuuspainottamaton melutaso L<sub>Zeq,T</sub> [dB]</b>  <b>taajuudella 100 Hz. Muuntajien LWZ=99 dB (100 Hz).</b>  <b>Suunniteltu maankäyttö.</b>  <b>Meluntorjuntana aita (h = 5 m) muuntajien edessä.</b></p>		
<p>29.11.2016</p>		<p><b>PRMETHOR</b></p>



- > 40 dB
- > 45 dB
- > 50 dB
- > 55 dB
- > 60 dB
- > 65 dB
- > 70 dB
- > 75 dB
- > 80 dB
- > 85 dB
- > 90 dB

PRY3942-Y01

Mittakaava  
1:1000 (A3)

Laskentakorkeus  
2 m maan pinnasta

**Turku Energia, Linnankatu 65, Turku.**  
**Ilmanottoaukkojen ja kattilan 2 piippuun johtavan kanavan aiheuttama**  
**taajuuspainottamaton melutaso L<sub>Zeq,T</sub> [dB] taajuudella 40 Hz.**  
**Ilmanottoaukkojen LWZ=100+92+92 dB (40 Hz) ja kanavan LWZ=116 dB (40 Hz).**  
**Suunniteltu maankäyttö.**

29.11.2016

**PROMETHOR**

**Liite**  
**8**





