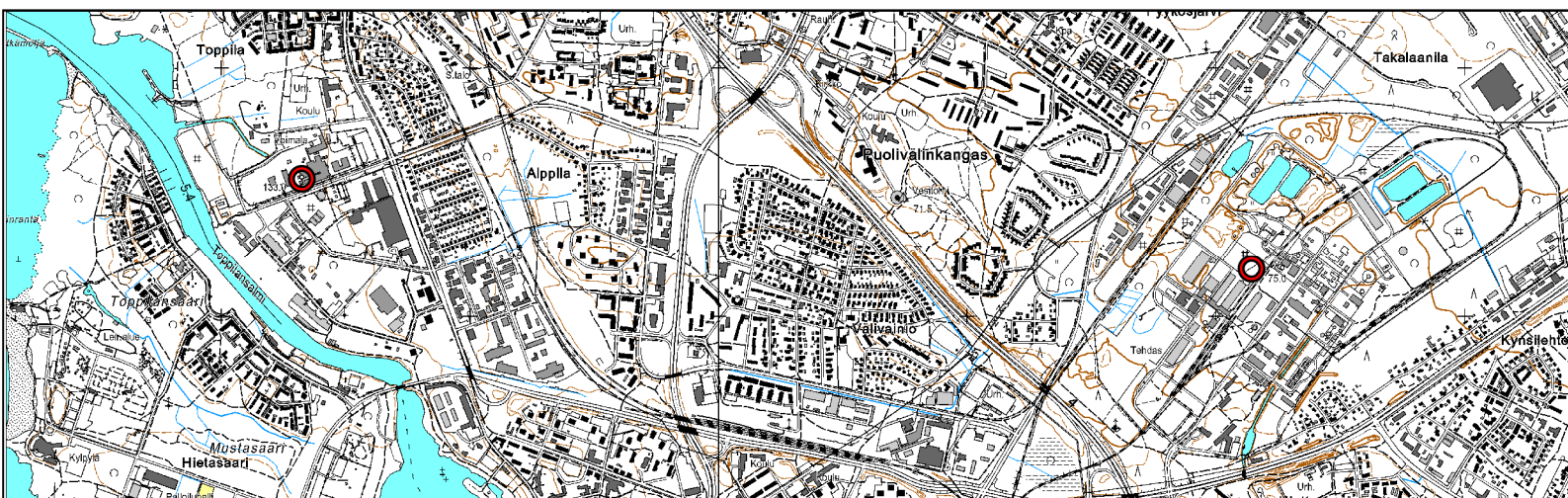


Elokuu 2014

Oulun Energia, Toppila / Laanila

# Uusi yhteistuotantovoimalaitos

## Savukaasujen leviämismallinnus



Innovation by experience





Selvitys

1 (31)

20.8.2014

---

**Tekijät**

Arto Heikkinen

---

**Oulun Energia, Toppila / Laanila**

**Uusi yhteistuotantovoimalaitos  
Savukaasujen leviämismallinnus**

---

ÅF-Consult Ltd

Bertel Jungin aukio 9, FI-02600, Finland

Phone +358 (0)40 348 5511. Fax +358 (0)9 3487 0810. [www.afconsult.com](http://www.afconsult.com).

VAT no. FI1800189-6. Registered office Helsinki.

Certified according to SS-EN ISO 9001 and ISO 14001



20.8.2014

## Sisältö

<b>1</b>	<b>TIIVISTELMÄ</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>LASKENNASSA KÄYTETYN MALLIN KUVAUS</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>PÄÄSTÖLÄHTEET JA LÄHIMMÄT RAKENNUKSET</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>ILMANLAADUN RAJA- JA OHJEARVOT SEKÄ ILMANLAATUINDEKSI</b> .....	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>PITOISUUDET MAANPINNALLA</b> .....	<b>9</b>
5.1	SO <sub>2</sub> -PITOISUUDET .....	9
5.2	NO <sub>2</sub> - JA NO <sub>x</sub> -PITOISUUDET .....	19
5.3	HIUKKASPITOISUUDET .....	29
<b>6</b>	<b>LÄHTÖTIEDOISTA AIHEUTUVIA EPÄVARMUUSTEKIJÖITÄ</b> .....	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>YHTENVETO LEVIÄMISMALLISELVITYKSESTÄ</b> .....	<b>31</b>

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 5/2014 aineistoa



20.8.2014

## 1

### TIIVISTELMÄ

Oulun Energian suunnitteleman yhteistuotantovoimalaitoksen savukaasupäästöjen leviämistä on mallinnettu yleisesti käytössä olevalla AERMOD-mallilla. Mallinnuksessa on tarkasteltu SO<sub>2</sub>-, NO<sub>x</sub>- ja NO<sub>2</sub>- ja hiukkaspäästöjä.

Leviämismallitarkastelun ominaispäästöt on arvioitu lainsäädännön perusteella. Piipun lähellä olevat korkeimmat rakenteet on laskennassa otettu huomioon. Laskennassa on oletettu, että laitos voi käydä ympäri vuoden.

Leviämiselvityksen perusteella saatuja ulkoilman epäpuhtauspitoisuuksia on verrattu ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin, joita on annettu terveyden, ekosysteemien ja kasvillisuuden suojelemiseksi. Lisäksi tuntiohjarvoihin verrannollisia pitoisuuksia on havainnollistettu Suomen oloihin sovitetulla ilmanlaatuindeksillä.

Leviämismallin perusteella tarkastellut piipun korkeudet takaavat ilmanlaadun kannalta riittävän hyvät päästöjen leviämis- ja laimenemisolosuhteet. Tällöin leviämismalliselvityksen perusteella yhteistuotantovoimalaitoksen savukaasupäästöjen aiheuttamat ulkoilman epäpuhtauspitoisuudet ovat pieniä ja selvästi alle terveysperusteisten ohje- ja raja-arvojen.



20.8.2014

## 2 LASKENNASSA KÄYTETYN MALLIN KUVAUS

Pitoisuuslaskennassa on käytetty BREEZE AERMOD/ISC Pro-ohjelmistoa, jonka AERMOD-mallilla leviämislaskelmat on tehty. Yhdysvalloissa U.S. EPA on hyväksynyt AERMOD-mallin viralliseksi ensisijaiseksi leviämismalliksi lokakuussa 2005. Se soveltuu yksi- ja monipiippu- sekä viiva- ja pintalähteiden päästöjen leviämisen arviointiin. Malli soveltuu käytettäväksi sekä kaasumaisten epäpuhtauksien että leijuivan pölyn leviämisen mallintamiseen.

Laskenta etenee tunnin aika-askeleella kunnes koko meteorologisten tietojen aikasarja (esim. 5 vuotta = yli 40 000 tapausta) ja tuntipitoisuudet on käyty läpi. Tuulen suunta- ja nopeustiedot perustuvat Oulun lentoaseman (1/2007-1/2008) ja Oulun Vihreäsaaren (2/2008-12/2011) tarkkailutietoihin vuosilta 2007 - 2011.

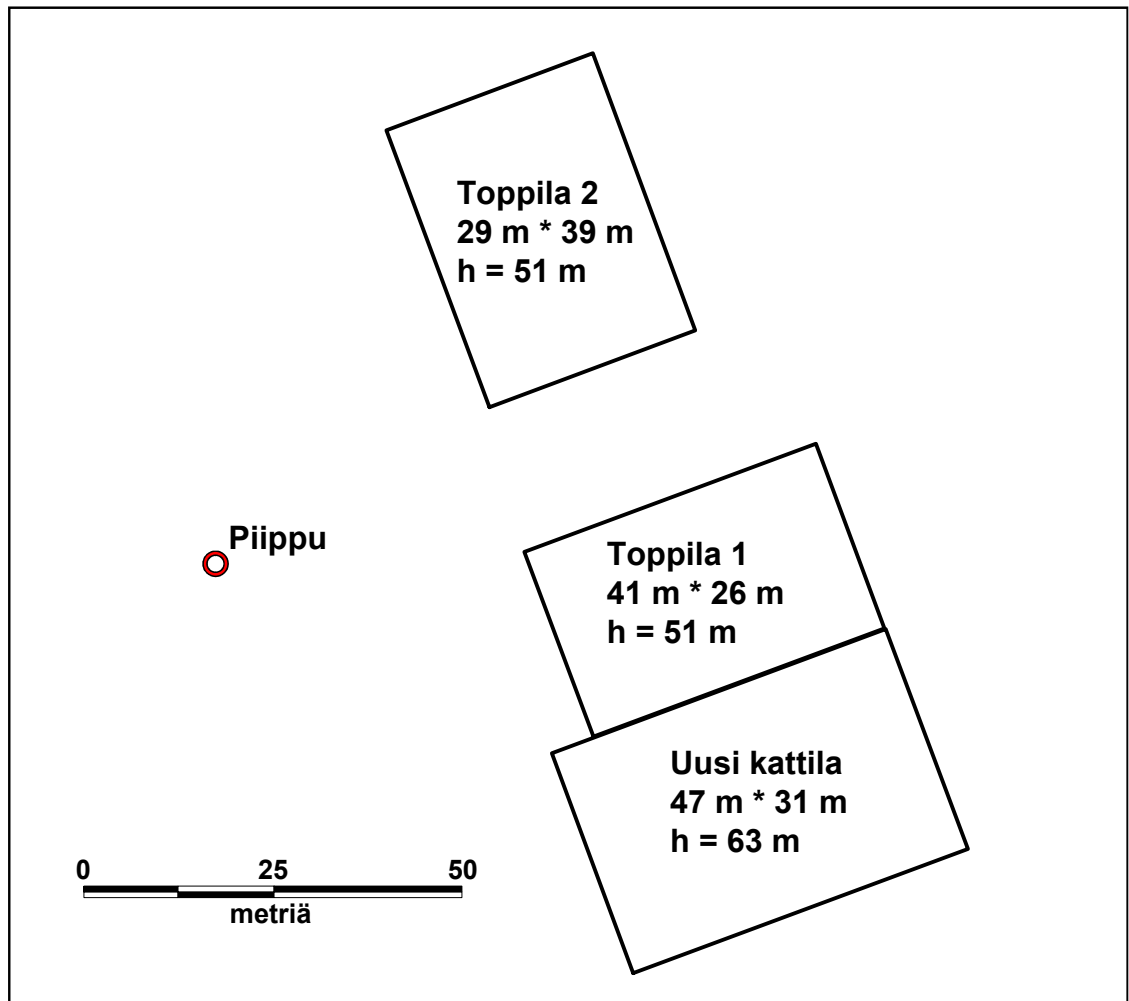
Maaston korkeuserot ja lähimmät korkeat rakenteet on otettu huomioon laskennassa. Maanpinnan korkeudet perustuvat maanmittauslaitoksen korkeusmalliin, josta tiedot on syötetty malliin 20 metrin hilavälillä. Laskennassa käytetyssä napakoordinaatistossa on laskentasäteitä 5-asteen välein, laskenta-askeleena on käytetty lähellä päästölähdettä 50 metriä ja kauempana 100 metriä. Napakoordinaatistossa on päästöjä tarkasteltu 8 kilometrin etäisyydelle saakka. Näin ollen laskentapisteitä on 7200.

Käytännössä NO<sub>x</sub>-päästö on piipusta ulos tullessaan lähes kokonaan (90 %) NO:ta, jonka haittuminen edelleen NO<sub>2</sub>:ksi tapahtuu vähitellen vallitsevista olosuhteista riippuen. Breeze AERMOD-mallissa on kolme typenoksidipäästöjen muutunutta typpidioksidiksi kuvaavaa mallia. Tässä on käytetty PVMRM-mallia (Plume Volume Molar Ratio Method). Malli tarvitsee lähtötiedokseen arvion otsonipitoisuudesta. Tässä tapauksessa otsonipitoisuudet ovat Oulun Pyykösjärven mittausaseman vuosien 2007 – 2011 tarkkailutietojen (Ilmanlaatuportaali, <http://www.ilmanlaatu.fi/>) perusteella saatuja tunti-arvoja.

## 3 PÄÄSTÖLÄHTEET JA LÄHIMMÄT RAKENNUKSET

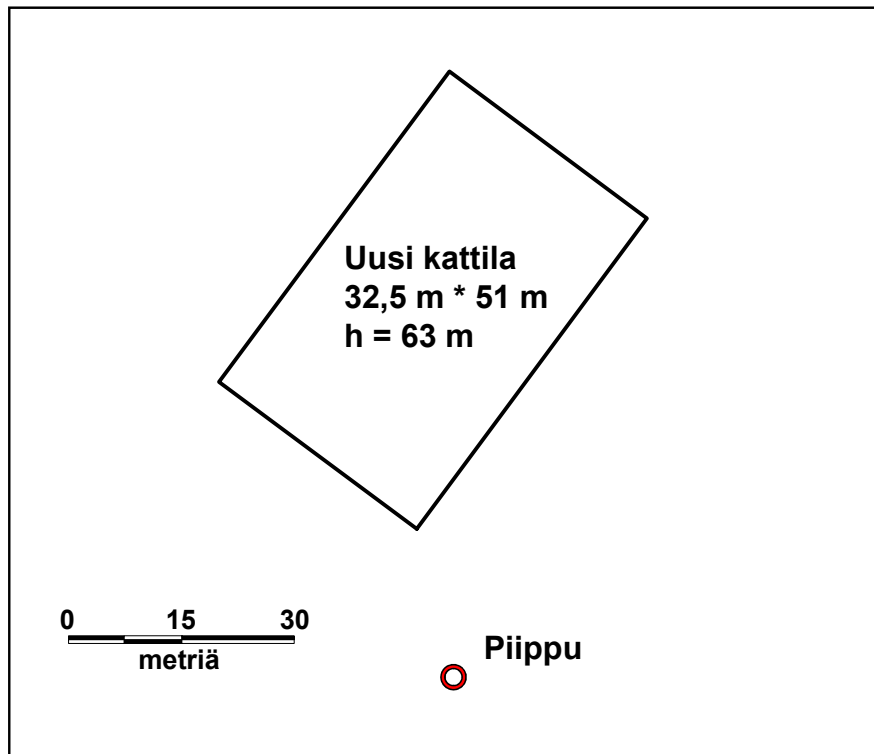
Tarkasteltavana päästölähteenä on ollut Oulun Energian suunnittelema uusi yhteistuotantovoimalaitos, jonka polttoaineteho on Toppilassa 350 MW ja Laanilassa 450 MW. Lähimmät korkeimmat rakenteet ovat voimalaitosalueen rakennuksia. Malliin kuvattu rakennuksia ja niiden mittoja on tarkasteltu kuvissa 1 ja 2.

20.8.2014



Kuva 1. Malliin kuvatut lähimmät rakennukset ja niiden mitat Toppilassa

20.8.2014



Kuva 2. Malliin kuvatut lähimmät rakennukset ja niiden mitat Laanilassa

Leviämismallinnuksessa on tarkasteltu SO<sub>2</sub>-, NO<sub>x</sub>-, NO<sub>2</sub>- ja hiukkaspäästöjä. Mallilla on tarkasteltu tunti-, vuorokausi ja vuosikeskiarvoja. Pitoisuudet on mallinnettu tilanteessa, jossa laitos on rinnakkaispoltossa ja käyttää keskimääräistä polttoainejakaumaa. Lisäksi on oletettu, että laitos käy täydellä teholla koko vuoden. Laskennassa käytetyt päästöt on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Laskennassa käytetyt päästöt

	Toppila (350 MW), g/s	Laanila (450 MW), g/s
Rikkidioksidi	19,2	25,8
Typenoksidit	21,8	26,9
Hiukkaset	2,44	3,18

Savukaasun lämpötilaksi on oletettu 51 °C. Toppilassa savupiipun sisäpiipun halkaisijaksi on oletettu noin 3,8 m ja Laanilassa noin 4,3 m. Tällöin molemmissa tapauksissa savukaasun nopeus on noin 12,7 m/s. Toppilassa käytetään olemassa olevaa 130 metriä korkeaa piippua ja Laanilassa on uuden piipun korkeudeksi oletettu 110 metriä.



20.8.2014

## 4

**ILMANLAADUN RAJA- JA OHJEARVOT SEKÄ ILMANLAATUINDEKSI**

Ilmanlaadun mittauksia tai leviämismallilaskelmilla saatuja ilman epäpuhtauspitoisuuksia voidaan arvioida vertaamalla niitä ilmanlaadun ohje- tai raja-arvoihin. Ohjearvot on otettava huomioon mm. maankäytön suunnittelussa, kun taas raja-arvot ovat sitovia ja niitä ei saa ylittää alueilla, joilla asuu tai oleskelee ihmisiä. Suomessa voimassaolevan valtioneuvoston päätöksen (480/1996) mukaisia terveysperustein annettuja ilmanlaadun ohjearvoja on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Ilmanlaadun ohjearvot (Valtioneuvoston päätös 480/1996)

Aine	Ohjearvo	Määrittely
Rikkidioksidi (SO <sub>2</sub> )	250 µg/m <sup>3</sup> 80 µg/m <sup>3</sup>	kuukauden tuntiarvojen 99. %-piste kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo
Typpidioksidi (NO <sub>2</sub> )	150 µg/m <sup>3</sup> 70 µg/m <sup>3</sup>	kuukauden tuntiarvojen 99. %-piste kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo
Hiukkaset kokonaisleijuma (TSP)	120 µg/m <sup>3</sup> 50 µg/m <sup>3</sup>	vuoden vrk-arvojen 98. %-piste vuosikeskiarvo
Hengitettävät hiukkaset (PM <sub>10</sub> )	70 µg/m <sup>3</sup>	kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo

Kokonaisleijumalla (TSP, Total Suspended Particles) tarkoitetaan hiukkasia, johon saattaa sisältyä kooltaan varsin suuriakin hiukkasia, joiden korkeat pitoisuudet vaikuttavat merkittävimmin viihtyvyyteen. Terveysvaikutukseltaan haitallimpia ovat pienet hiukkaset, joista ns. hengitettäville hiukkasille (PM<sub>10</sub>, PM=Particulate Matter) on annettu ohjearvo.

Valtioneuvoston asetuksessa (38/2011) on annettu raja-arvot mm. rikkidioksidin, typpidioksidin ja muiden typen oksidien sekä hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) pitoisuuksista ulkoilmassa. Raja-arvolla tarkoitetaan ilman epäpuhtauksien pitoisuutta, joka on alitettava. Raja-arvot perustuvat EU:n ilmanlaatudirektiiviin (2008/50/EY). Rikkidioksidin, typpidioksidin, typenoksidien ja hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) raja-arvot on esitetty taulukossa 3.





20.8.2014

Taulukko 3. Ulkoilman rikkidioksidi-, typpidioksidi-, typenoksidi- ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien raja-arvot (Valtioneuvoston asetus 38/2011)

Ilman epäpuhtaus	Keskiarvon laskenta-aika	Raja-arvo, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Sallitut ylitykset kalenterivuodessa
<b><i>Ihmisten terveyden suojelemiseksi</i></b>			
Rikkidioksidi	1 tunti 24 tuntia	350 125	24 krt/vuosi 3 krt/vuosi
Typpidioksidi	1 tunti kalenterivuosi	200 40	18 krt/vuosi -
Hengitettävät hiukkaset (PM <sub>10</sub> )	24 tuntia kalenterivuosi	50* 40*	35 krt/vuosi -
<b><i>Ekosysteemien ja kasvillisuuden suojelemiseksi</i></b>		<b>Kriittinen taso, <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	
Rikkidioksidi	kalenterivuosi/ talvi (31.10.-31.3.)	20	-
Typenoksidit	kalenterivuosi	30	-

\* tulokset ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa.

Kasvillisuuden suojelemiseksi asetettujen kriittisten tasojen noudattamista seurataan mittausasemalla, joka sijaitsee vähintään 20 kilometrin päässä väestökeskittymistä tai vähintään 5 kilometrin päässä teollisuuslaitoksista ja moottoriteistä ja edustaa vähintään 1 000 neliökilometrin alueen ilmanlaatua.

#### **Ilmanlaatuindeksi**

Suomen oloihin sovitettu ilmanlaatuindeksi (Ilmanlaatuportaali 2012, [www.ilmanlaatu.fi](http://www.ilmanlaatu.fi)) on Helsingin seudun ympäristöpalveluiden (HSY) kehittämä ja ylläpitämä. Ilmanlaatuindeksiä käytetään päivittäisessä ilmanlaatu tiedotuksessa. Sen avulla ilmanlaatu kullakin mittausasemalla voidaan tiivistää havainnolliseen väriasteikkoon ja laatusanoihin hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono tai erittäin huono. Indeksillä on tunneittain mittausasemalle laskettava vertailulukku, joka kuvaa sen hetkistä ilmanlaatua suhteutettuna ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin. Ilmanlaatuindeksi saadaan siis tuntipitoisuuksien perusteella.



20.8.2014

Taulukko 4. Ilmanlaatuindeksin yhteys vaikutuksiin sekä SO<sub>2</sub>-, NO<sub>2</sub>- ja PM<sub>10</sub>-tuntipitoisuutta (µg/m<sup>3</sup>) vastaava indeksi-arvo (ns. ali-indeksi)

Ilmanlaatu *)	Terveysvaikutukset	Muut vaikutukset	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
<b>Hyvä</b>	<b>Ei todettuja</b>	<b>Lieviä luontovaikutuksia pitkällä aikavälillä</b>	<b>&lt;20</b>	<b>&lt;40</b>	<b>&lt;20</b>
<b>Tyydyttävä</b>	<b>Hyvin epätodennäköisiä</b>	<b>Lieviä luontovaikutuksia pitkällä aikavälillä</b>	<b>20-80</b>	<b>40-70</b>	<b>20-50</b>
<b>Välttävä</b>	<b>Epätodennäköisiä</b>	<b>Selviä kasvillisuus- ja materiaali-vaikutuksia pitkällä aikavälillä</b>	<b>80-250</b>	<b>70-150</b>	<b>50-100</b>
<b>Huono</b>	<b>Mahdollisia herkillä ihmisillä</b>	<b>Selviä kasvillisuus- ja materiaali-vaikutuksia pitkällä aikavälillä</b>	<b>250-350</b>	<b>150-200</b>	<b>100-200</b>
<b>Erittäin huono</b>	<b>Mahdollisia herkillä väestöryhmillä</b>	<b>Selviä kasvillisuus- ja materiaali-vaikutuksia pitkällä aikavälillä</b>	<b>&gt;350</b>	<b>&gt;200</b>	<b>&gt;200</b>

\*) Ilmanlaatuindeksin määrittämiseksi kullekin mitattavalle yhdisteelle lasketaan ensin pitoisuuksien tuntikeskiarvoista ali-indeksi. Ali-indekseistä korkeimman arvo määrää ilmanlaatuindeksin arvon. Ilmanlaatuindeksin laskennassa voidaan ottaa huomioon rikkidioksidin (SO<sub>2</sub>), typpidioksidin (NO<sub>2</sub>), hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>), pienhiukkasten (PM<sub>2,5</sub>), otsonin (O<sub>3</sub>), hiilimonoksidin (CO) ja haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) pitoisuudet.

## 5 PITOISUUDET MAANPINNALLA

Taulukoissa 5-7 esitetään yhteistuotantovoimalaitoksen savukaasupäästöjen aiheuttamat eri epäpuhtauksien suurimmat ulkoilman pitoisuudet. Taulukoiden arvot ovat yksittäisiin pisteisiin saatuja viiden vuoden tarkastelujakson suurimpia pitoisuusarvoja. Suurimman osan ajasta pitoisuuksien vuorokausi- ja tuntiarvot ovat näissäkin pisteissä selvästi pienempiä kuin korkeimmat arvot. Lisäksi suurimmassa osassa aluetta pitoisuudet ovat jatkuvasti merkittävästi pienempiä kuin niissä kohteissa, joissa taulukoissa esiintyvät maksimi-arvot esiintyvät.

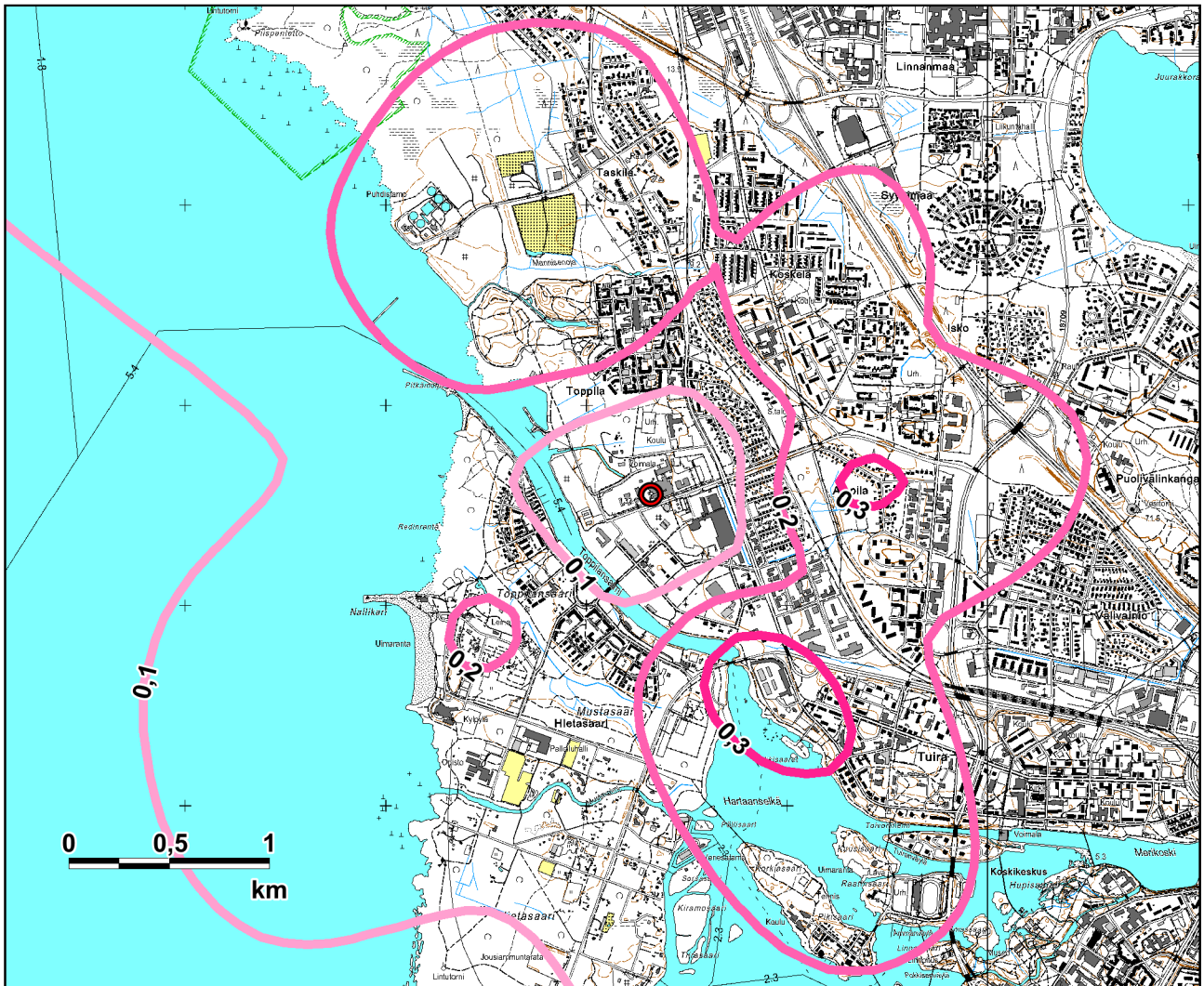
Leviämismallilaskelmien tuloksena saatujen epäpuhtauspitoisuuksien vuosikeskiarvo-pitoisuuksien alueellista vaihtelua on tarkasteltu karttakuvilla. Kuvissa on esitetty tasavokäyrillä ne alueet, joissa tietyn pitoisuuden ylittyminen on todennäköistä pitkän havaintojakson aikana.

### 5.1 SO<sub>2</sub>-PITOISUUDET

Yhteistuotantovoimalaitoksen SO<sub>2</sub>-päästöjen aiheuttama ulkoilman rikkidioksidipitoisuuden korkein vuosikeskiarvo on leviämismallilaskelmien perusteella Toppilan vaihtoehdossa 0,34 µg/m<sup>3</sup> ja Laanilan vaihtoehdossa 0,62 µg/m<sup>3</sup>. Korkein pitoisuus on molemmissa vaihtoehdoissa pienempi kuin Ilmatieteen laitoksen tausta-alueilta mitaamat SO<sub>2</sub>-pitoisuudet, jotka olivat vuosikeskiarvoina vuonna 2012 noin 0,8-1,6 µg/m<sup>3</sup> (SO<sub>2</sub>:na) (Ilmanlaatuportaali 2014, www.ilmanlaatu.fi). Näin ollen arvioidaan, että SO<sub>2</sub>-päästöistä aiheutuva laskeuma on vähäi-

20.8.2014

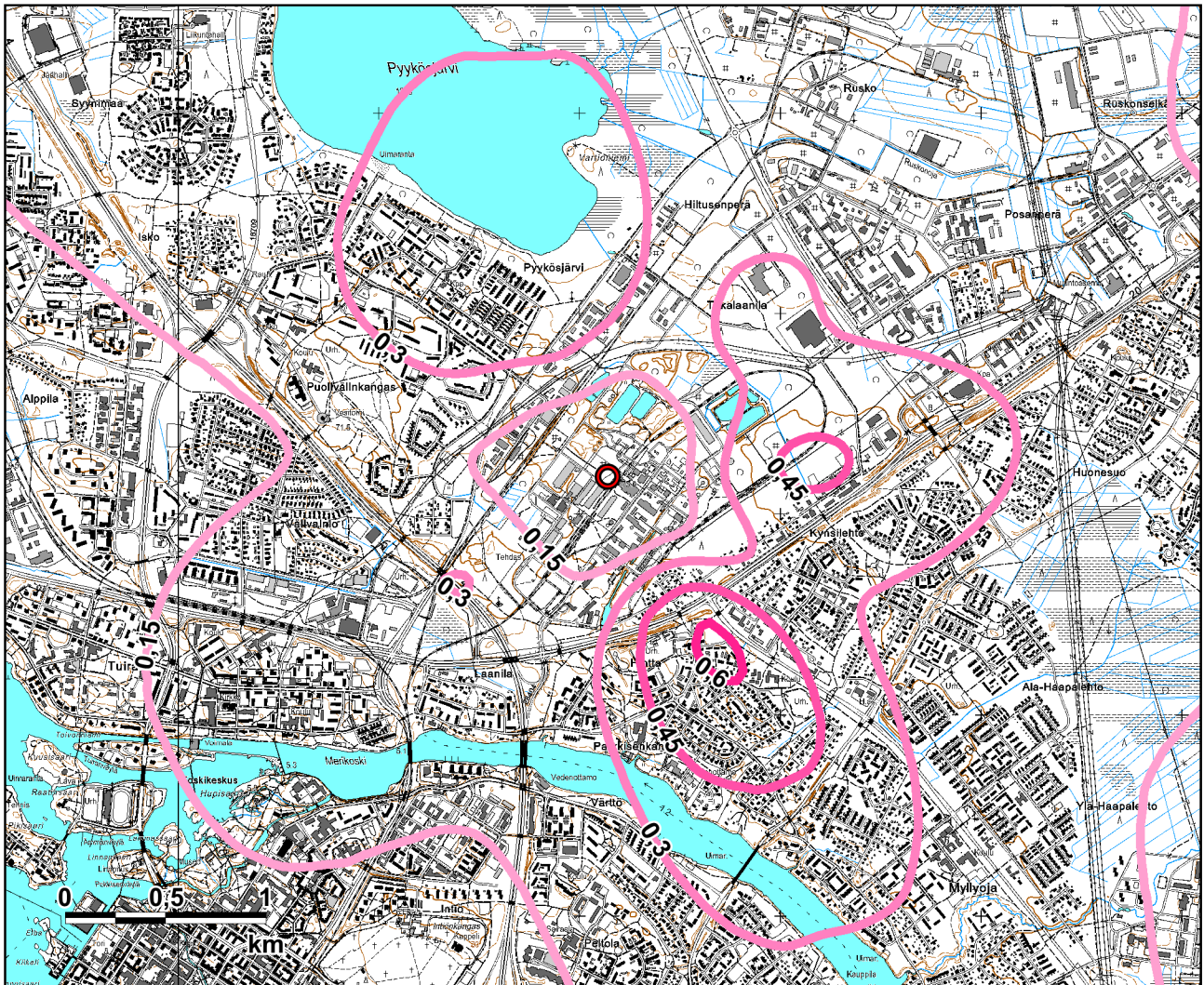
nen. SO<sub>2</sub>-päästön vuosikeskiarvoa on tarkasteltu kartalla kuvissa 3 ja 4. Suurimpia ohje- ja raja-arvoihin verrannollisia SO<sub>2</sub>-pitoisuuksia on tarkasteltu taulukossa 5.



Kuva 3. Toppilaan sijoitetun yhteistuotantovoimalaitoksen SO<sub>2</sub>-päästöjen aiheuttama ulkoilman raja-arvoon 20 µg/m<sup>3</sup> verrannollinen SO<sub>2</sub>-pitoisuus vuoden 2007 säätiedoilla (vuosikeskiarvo), kuvassa pitoisuuden (µg/m<sup>3</sup>) tasa-arvokäyrät, ○=päästölähde



20.8.2014



Kuva 4. Laanilaan sijoitetun yhteistuotantovoimalaitoksen SO<sub>2</sub>-päästöjen aiheuttama ulkoilman raja-arvoon 20 µg/m<sup>3</sup> verrannollinen SO<sub>2</sub>-pitoisuus vuoden 2007 säätiedoilla (vuosikeskiarvo), kuvassa pitoisuuden (µg/m<sup>3</sup>) tasa-arvokäyrät, ○=päästölähde



20.8.2014

Taulukko 5. Yhteistuotantovoimalaitoksen SO<sub>2</sub>-päästöjen aiheuttamat ulkoilman rikkidioksidipitoisuuksien (SO<sub>2</sub>) suurimmat ohje- ja raja-arvoihin verrannolliset arvot, µg/m<sup>3</sup>

	Ohje-/raja-arvo	SO <sub>2</sub> -pitoisuus (Toppila)	SO <sub>2</sub> -pitoisuus (Laanila)
Vuosikeskiarvo	20*	0,34	0,62
Kuukauden 2. korkein vuorokausikeskiarvo	80**	4,6	10
Vuoden 4. korkein vuorokausikeskiarvo	125***	4,1	6,6
Kuukauden tuntiarvojen 99 %:n rajapitoisuus	250**	12	22
Vuoden 25. korkein tuntikeskiarvo	350***	11	20

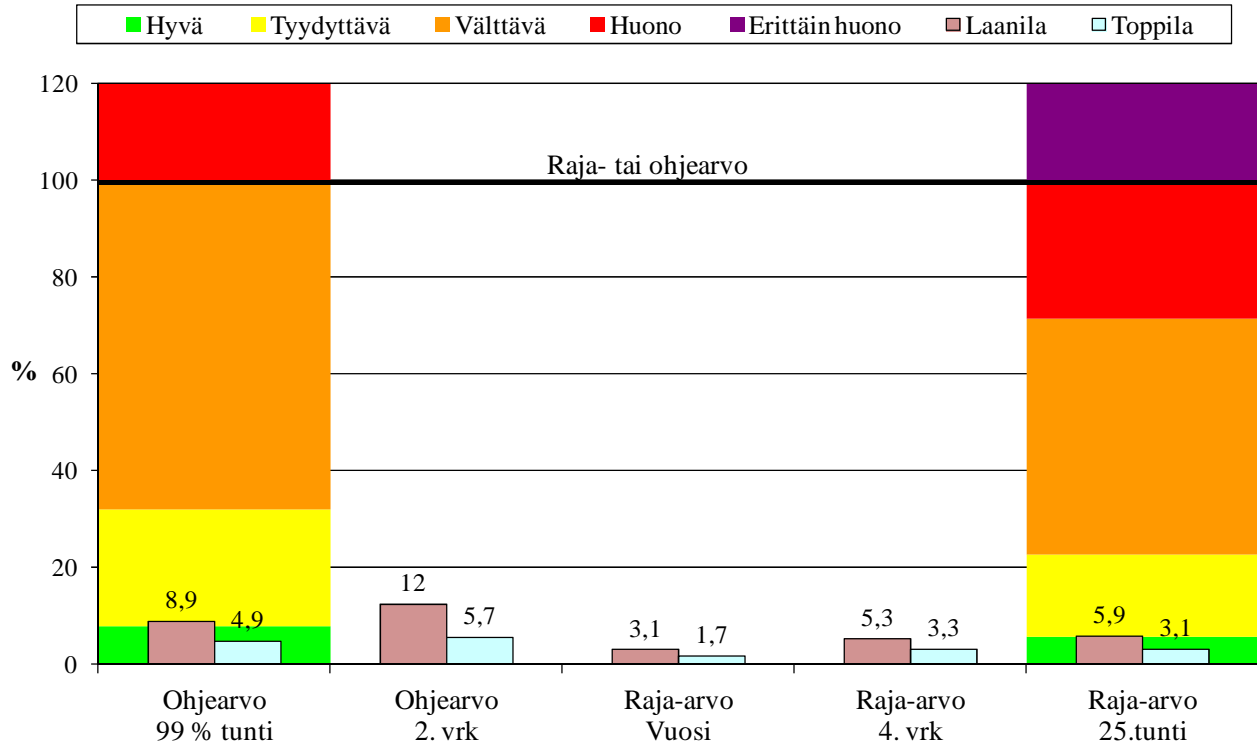
\* kasvillisuusvaikutusperusteinen raja-arvo

\*\* terveysvaikutusperusteinen ohje-arvo

\*\*\* terveysvaikutusperusteinen raja-arvo

Kummallakin sijoituspaikalla yhteistuotantovoimalaitoksen päästöjen aiheuttamat rikkidioksidipitoisuudet alittavat selvästi maassamme voimassa olevat terveysvaikutusperusteiset ilman epäpuhtauksia koskevat ohje- ja raja-arvot. Rikkidioksidipitoisuuden korkeimmat vuosikeskiarvot alittavat myös selvästi kasvillisuusvaikutusten ehkäisemiseksi asetetun kriittisen tason. Suurimpia raja- ja ohje-arvoihin verrannollisia pitoisuuksia on suhteutettu kuvassa 5. Ilmanlaatuindeksiä käytetään todellisten mittaustulosten havainnolliseen esittämiseen ja tässä se on esitetty lähinnä vertailuksi.

20.8.2014

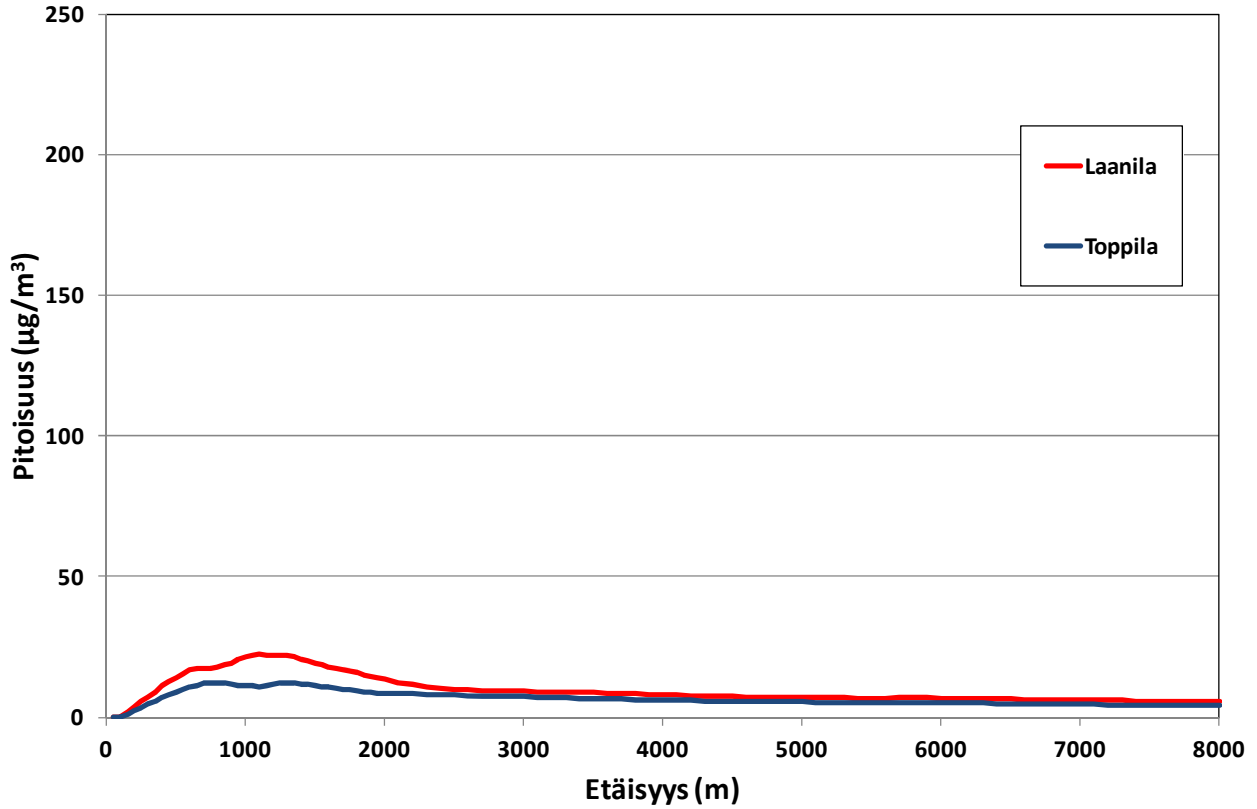


Kuva 5. Yhteistuotantovoimalaitoksen SO<sub>2</sub>-päästöjen aiheuttamien ulkoilman korkeimpien rikkidioksidipitoisuuksien (SO<sub>2</sub>) suhde ilmanlaadun terveysvaikutusperusteisiin ohje- ja raja-arvoihin sekä tuntipitoisuuksien osalta ilman-laatuindeksin pitoisuusalueet

Yhteistuotantovoimalaitoksen rikkidioksidipäästöistä aiheutuva suurin SO<sub>2</sub>-ohjearvoon 250 µg/m<sup>3</sup> verrannollinen rikkidioksidipitoisuuden mallinnettu tuntikeskiarvo on 12 µg/m<sup>3</sup> Toppilassa ja 22 µg/m<sup>3</sup> Laanilassa. Toppilassa suurin pitoisuus sijoittuu laitoksesta pohjoisluoteeseen noin 0,8 kilometrin etäisyydelle ja Laanilassa laitoksesta pohjoiseen noin 1,1 kilometrin etäisyydelle. Koko sääaineiston perusteella määritettyjä SO<sub>2</sub>-tuntiohjearvoon verrannollisia maksimipitoisuuksia eri etäisyyksillä laitoksesta on tarkasteltu kuvassa 6 ja alueellista jakautumista on havainnollistettu kuvissa 7 ja 8.



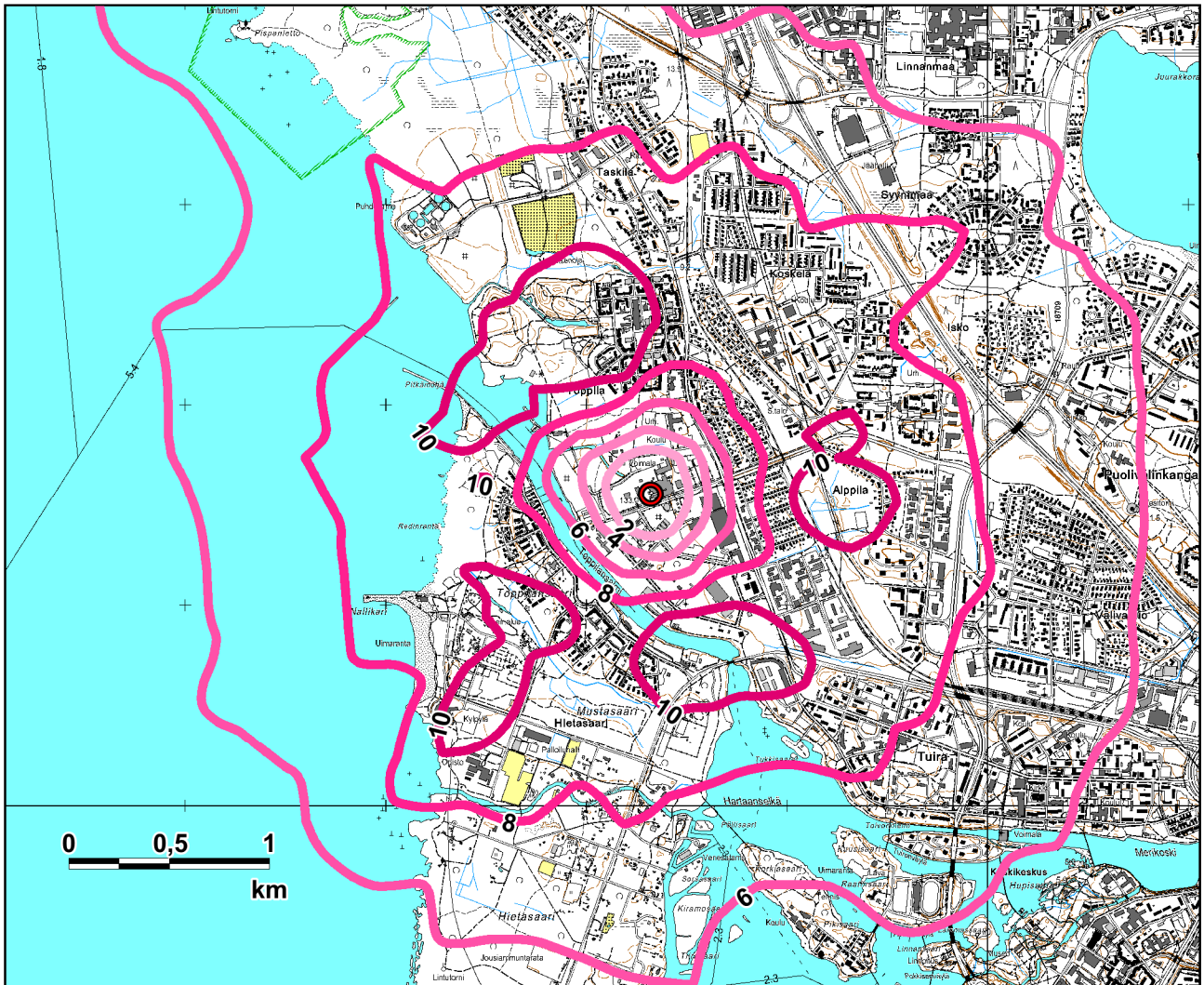
20.8.2014



Kuva 6. Yhteistuotantovoimalaitoksen SO<sub>2</sub>-päästöjen aiheuttamat SO<sub>2</sub>-tuntiojearvoon 250 µg/m<sup>3</sup> vertailukelpoiset suurimmat ilman SO<sub>2</sub>-tuntipitoisuudet (kuukauden tuntiarvojen 99 %:n rajapitoisuus)



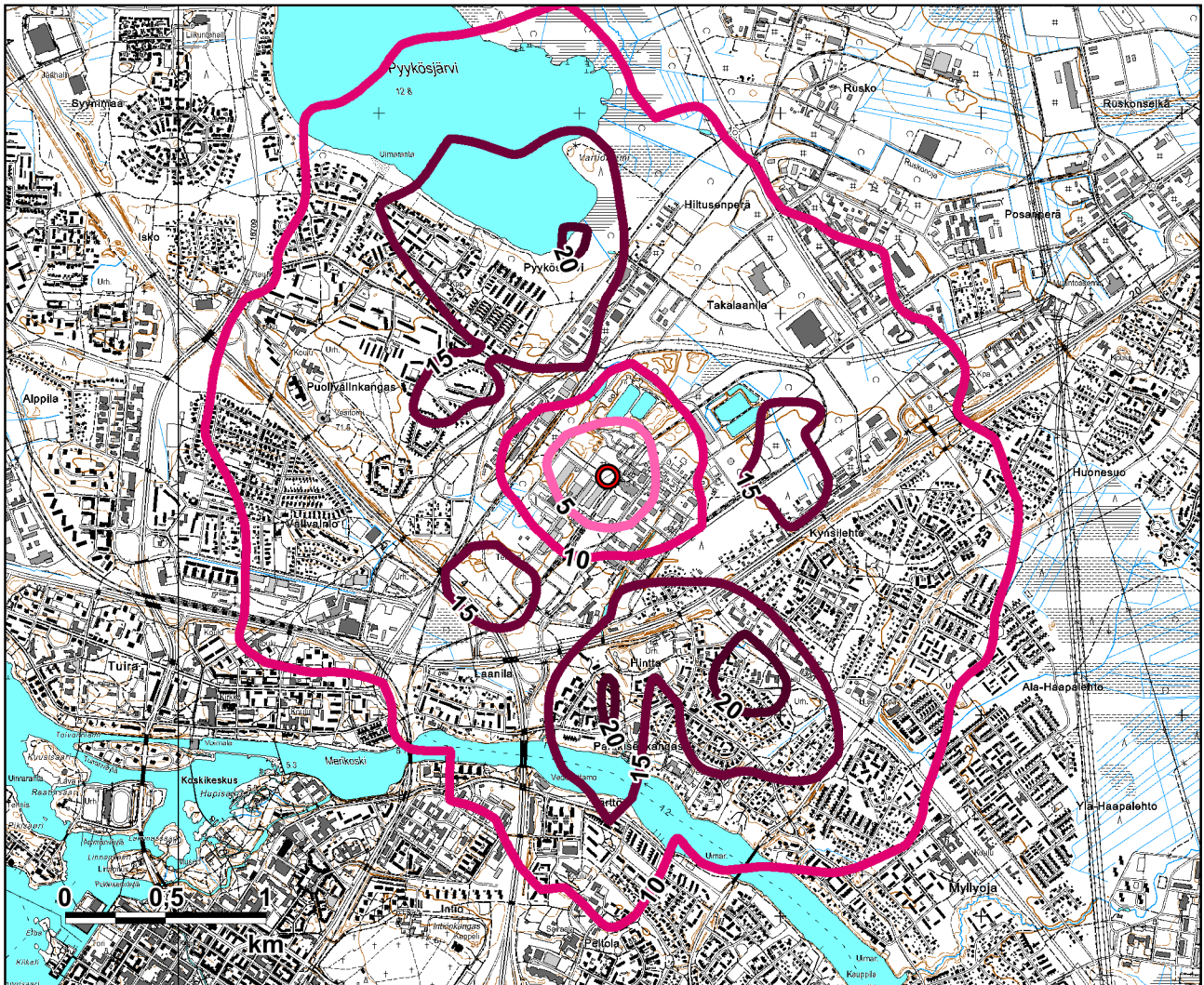
20.8.2014



Kuva 7. Toppilaan sijoitetun yhteistuotantovoimalaitoksen SO<sub>2</sub>-päästöjen aiheuttama ulkoilman tuntiohjearvoon 250 µg/m<sup>3</sup> verrannollinen SO<sub>2</sub>-pitoisuus koko sääaineistolla, kuvassa pitoisuuden (µg/m<sup>3</sup>) tasa-arvokäyrät, ○=päästölähde



20.8.2014

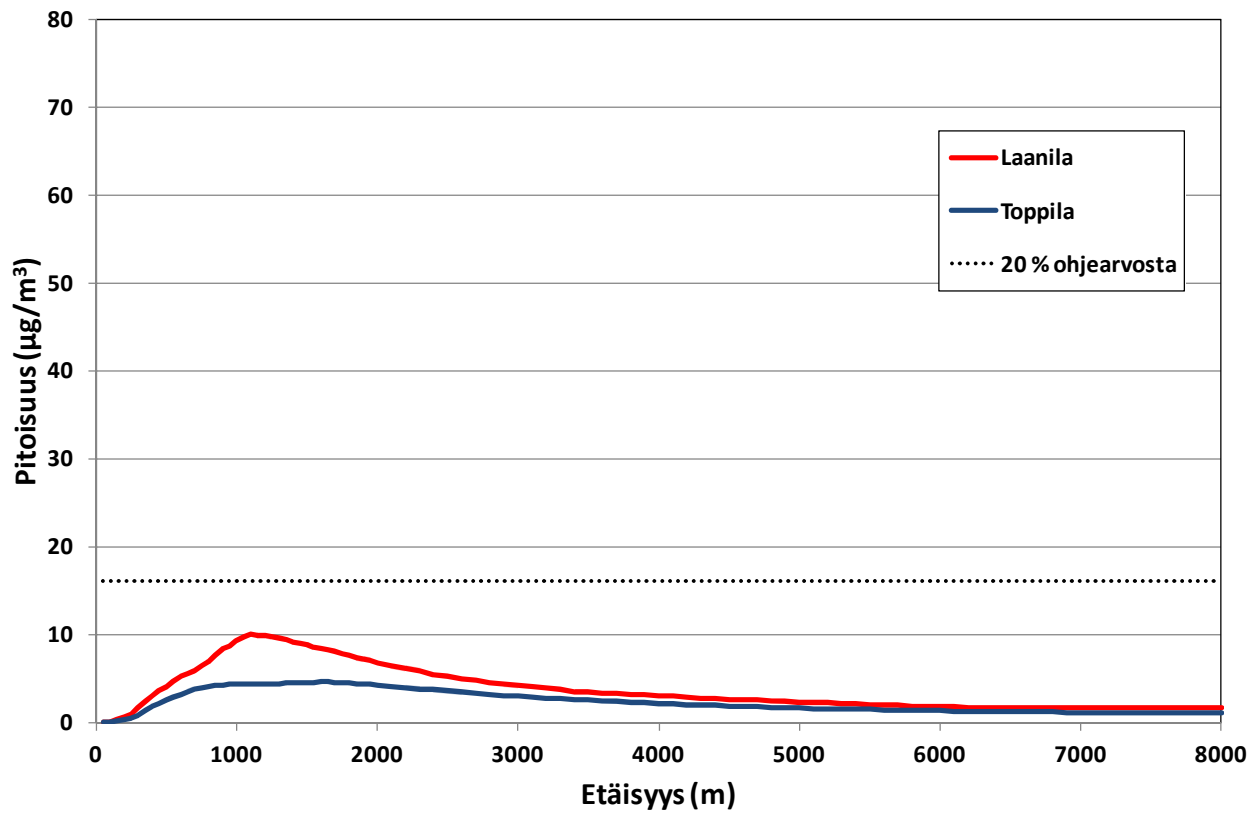


Kuva 8. Laanilaan sijoitetun yhteistuotantovoimalaitoksen SO<sub>2</sub>-päästöjen aiheuttama ulkoilman tuntiohjearvoon 250 µg/m<sup>3</sup> verrannollinen SO<sub>2</sub>-pitoisuus koko sääaineistolla, kuvassa pitoisuuden (µg/m<sup>3</sup>) tasa-arvokäyrät, ○=päästölähde

Yhteistuotantovoimalaitoksen suurin SO<sub>2</sub>-vuorokausiarvoon 80 µg/m<sup>3</sup> vertailukelpoinen vuorokausipitoisuus on Toppilassa 4,6 µg/m<sup>3</sup> ja Laanilassa 10 µg/m<sup>3</sup>. Toppilassa suurin pitoisuus osuu noin 1,650 kilometrin etäisyydelle laitoksesta etelään ja Laanilassa suurin pitoisuus osuu noin 1,1 kilometrin etäisyydelle laitoksesta etelään. Koko sääaineiston perusteella määritettyjä SO<sub>2</sub>-vuorokausiarvoon verrannollisia maksimipitoisuuksia eri etäisyyksillä laitoksesta on tarkasteltu kuvassa 9 ja alueellista jakautumista on havainnollistettu kuvissa 10 ja 11.

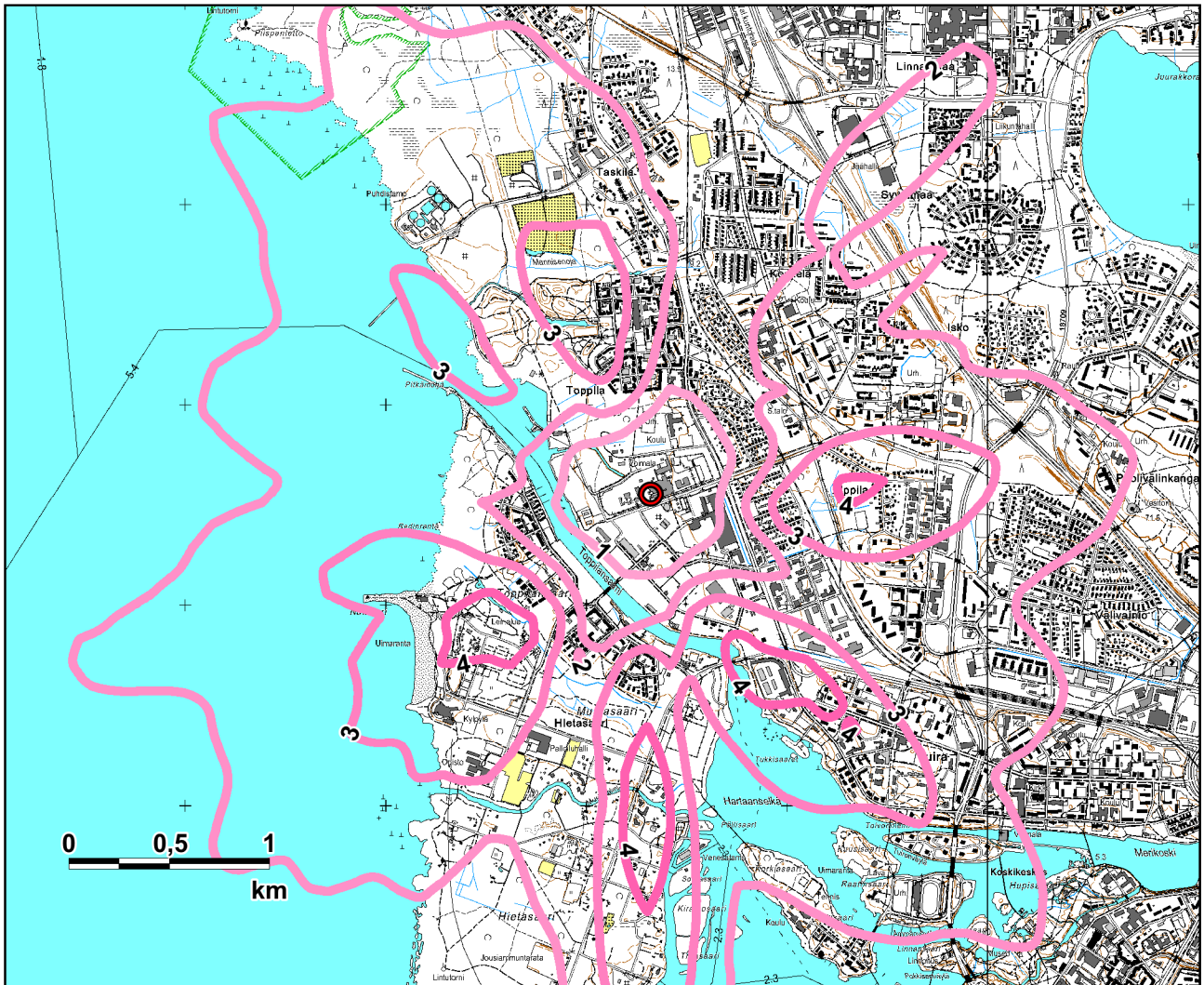


20.8.2014



Kuva 9. Yhteistuotantovoimalaitoksen SO<sub>2</sub>-päästöjen aiheuttamat SO<sub>2</sub>-vuorokausiohjearvoon 80 µg/m<sup>3</sup> vertailukelpoiset suurimmat ilman SO<sub>2</sub>-pitoisuudet (kuukauden 2. korkein vuorokausikeskiarvo)

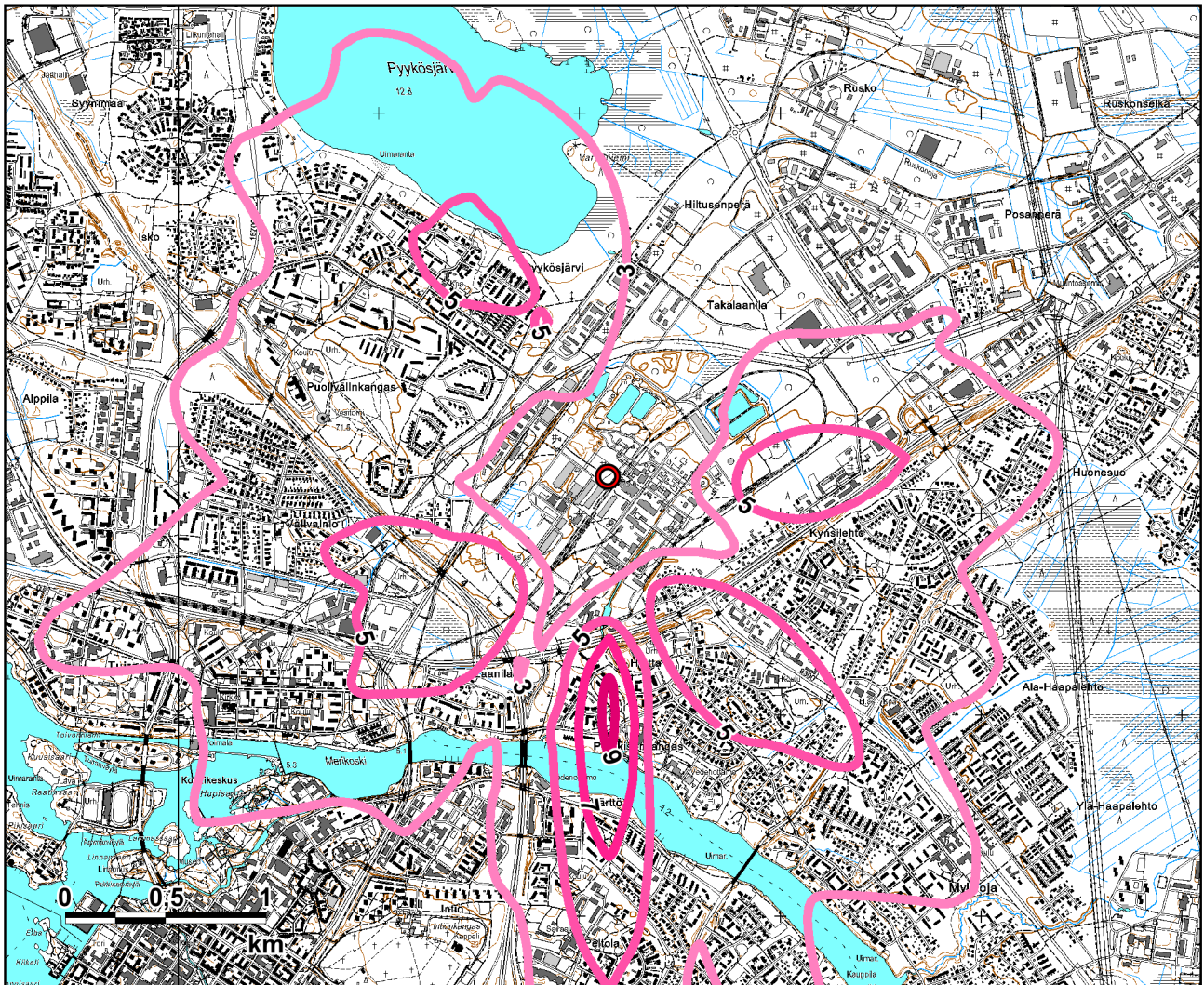
20.8.2014



Kuva 10. Toppilaan sijoitetun yhteistuotantovoimalaitoksen SO<sub>2</sub>-päästöjen aiheuttama ulkoilman vuorokausiohjearvoon 80 µg/m<sup>3</sup> verrannollinen SO<sub>2</sub>-pitoisuus koko sääaineistolla, kuvassa pitoisuuden (µg/m<sup>3</sup>) tasa-arvokäyrät, ○=päästölähde



20.8.2014



Kuva 11. Laanilaan sijoitetun yhteistuotantovoimalaitoksen  $SO_2$ -päästöjen aiheuttama ulkoilman vuorokausiohjearvoon  $80 \mu g/m^3$  verrannollinen  $SO_2$ -pitoisuus koko sääaineistolla, kuvassa pitoisuuden ( $\mu g/m^3$ ) tasa-arvokäyrät,  $\circ$ =päästölähde

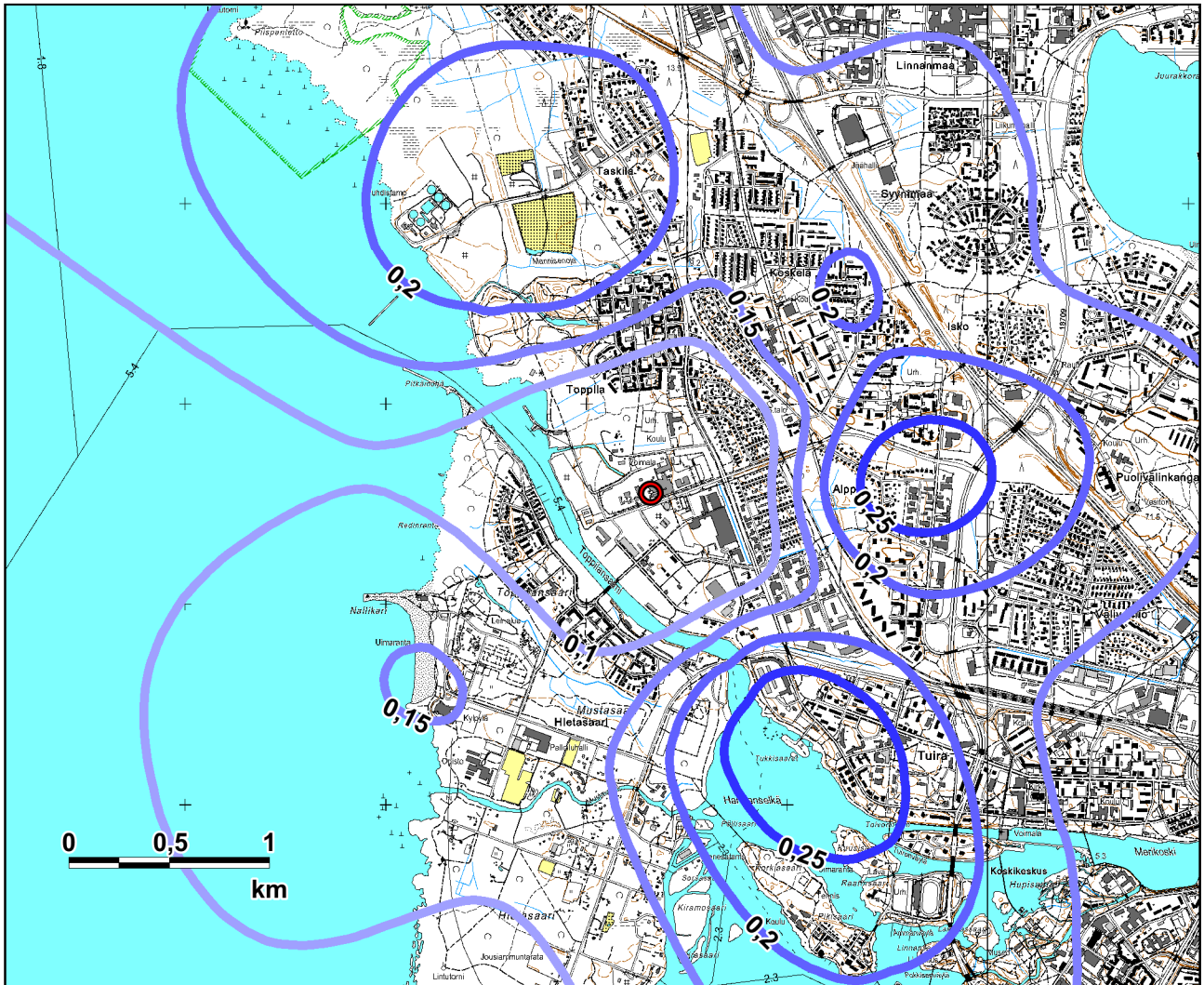
## 5.2

### $NO_2$ - JA $NO_x$ -PITOISUUDET

Yhteistuotantovoimalaitoksen päästöjen aiheuttama ulkoilman  $NO_x$ -pitoisuuden korkein vuosikeskiarvo on leviämisselvitysten perusteella Toppilassa  $0,39 \mu g/m^3$  ja Laanilassa  $0,64 \mu g/m^3$ .  $NO_2$ -pitoisuuden korkein vuosikeskiarvo on Toppilassa  $0,30 \mu g/m^3$  ja Laanilassa  $0,40 \mu g/m^3$ . Ilmanlaatua koskevassa valtioneuvoston asetuksessa (38/2011) kasvillisuuden ja ekosysteemiin suojelemiseksi asetettu kriittinen taso ulkoilman typenoksidipitoisuudelle vuosikeskiarvona on  $30 \mu g/m^3$ . Typenoksidipitoisuuden korkeimmat vuosikeskiarvot alittavat siis selvästi kasvillisuusvaikutusten ehkäisemiseksi asetetun kriittisen tason. Mallinnetut vuosikeskiarvopitoisuudet ovat selvästi pienempiä kuin Ilmatieteen laitoksen maaseutu ympäristön tausta-alueilta mittaamat  $NO_2$ -pitoisuudet, jotka olivat vuosikeskiarvoina esimerkiksi vuonna

20.8.2014

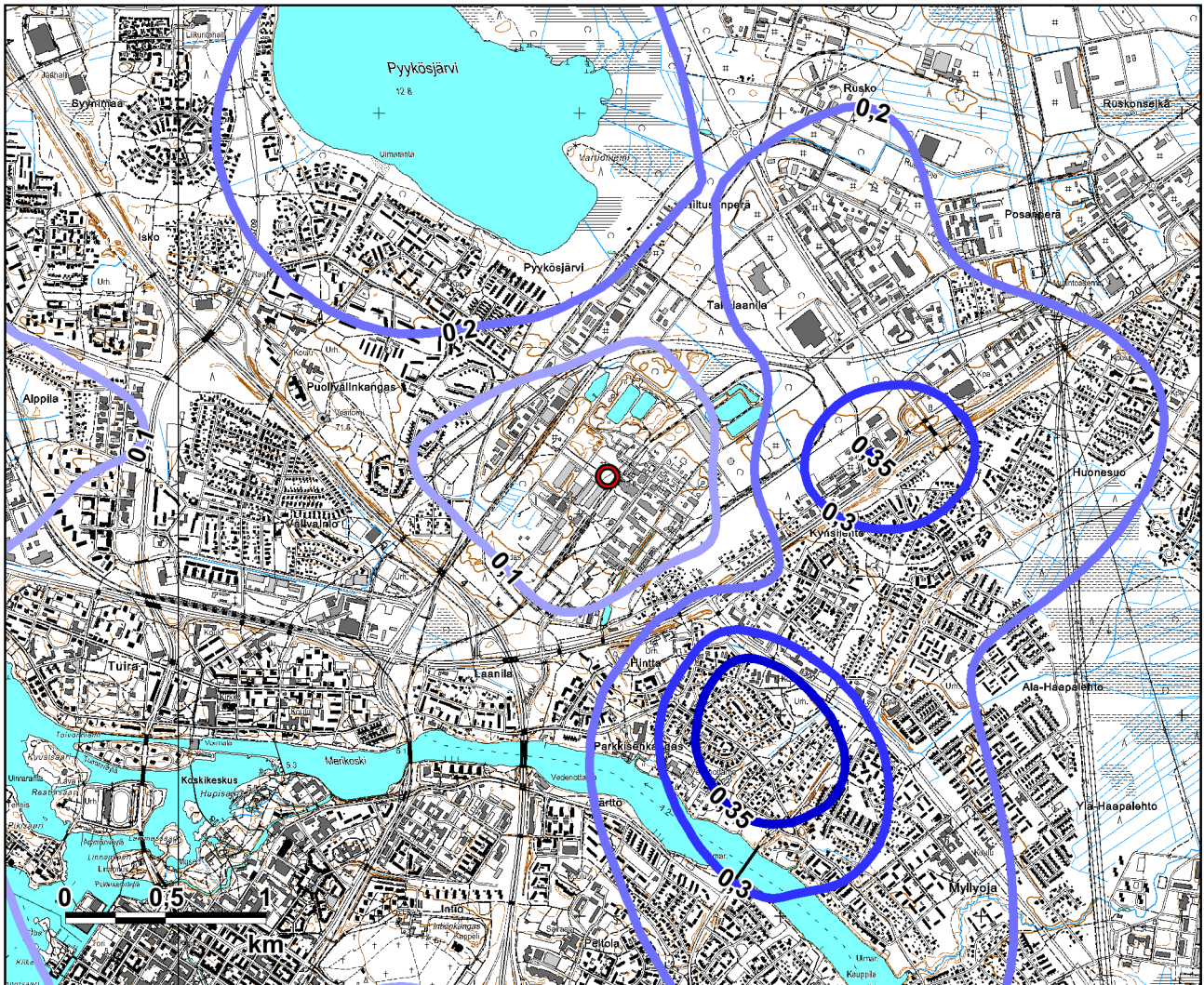
2012 noin  $1,1-7,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\text{NO}_2$ :na). Näin ollen arvioidaan, että  $\text{NO}_x$ -päästöistä aiheutuva laskeuma on vähäinen.  $\text{NO}_2$ -päästön vuosikeskiarvoja on tarkasteltu kartalla kuvissa 12 ja 13. Yhteistuotantovoimalaitoksen savukaasupäästöjen aiheuttamat suurimmat ulkoilman  $\text{NO}_2$ -pitoisuudet on esitetty taulukossa 6.



Kuva 12. Toppilaan sijoitetun yhteistuotantovoimalaitoksen  $\text{NO}_x$ -päästöjen aiheuttama ulkoilman raja-arvoon  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen  $\text{NO}_2$ -pitoisuus vuoden 2007 säätiedoilla (vuosikeskiarvo), kuvassa pitoisuuden ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tasa-arvokäyrät,  $\circ$ =päästölähte



20.8.2014



Kuva 13. Laanilaan sijoitetun yhteistuotantovoimalaitoksen  $\text{NO}_x$ -päästöjen aiheuttama ulkoilman raja-arvoon  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen  $\text{NO}_2$ -pitoisuus vuoden 2007 säätiedoilla (vuosikeskiarvo), kuvassa pitoisuuden ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tasa-arvokäyrät,  $\circ$ =päästölähde



20.8.2014

Taulukko 6. Yhteistuotantovoimalaitoksen NO<sub>x</sub>-päästöjen aiheuttamat ulkoilman NO<sub>2</sub>- ja NO<sub>x</sub>-pitoisuuksien suurimmat ohje- ja raja-arvoihin verrannolliset arvot, µg/m<sup>3</sup>

	Ohje-/raja-arvo	NO <sub>2</sub> -pitoisuus (Toppila)	NO <sub>2</sub> -pitoisuus (Laanila)
Vuosikeskiarvo	40*	0,30	0,40
Kuukauden 2. korkein vuorokausikeskiarvo	70**	4,0	5,7
Kuukauden tuntiarvojen 99 %:n rajapitoisuus	150**	10	12
Vuoden 19. korkein tuntikeskiarvo	200*	10	13
	Raja-arvo	NO <sub>x</sub> -pitoisuus	
Vuosikeskiarvo	30***	0,39	0,64

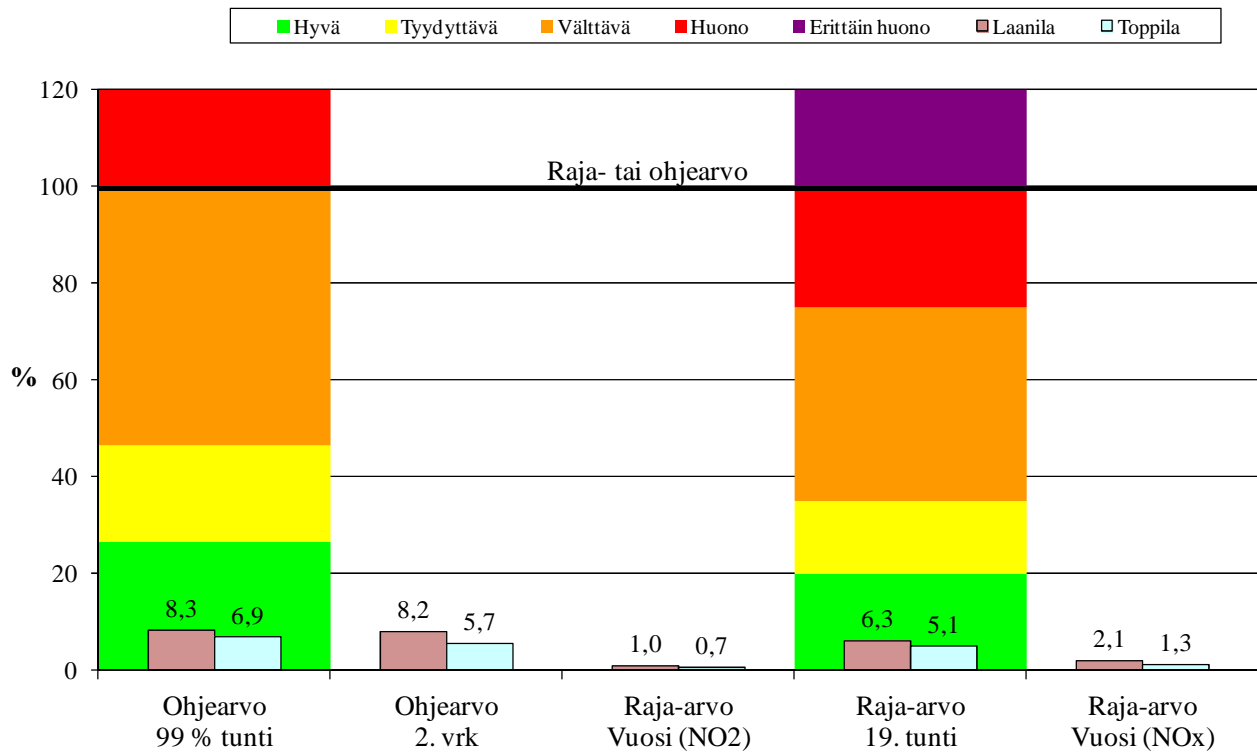
\* terveysvaikutusperusteinen raja-arvo

\*\* terveysvaikutusperusteinen ohje-arvo

\*\*\* kasvillisuusvaikutusperusteinen raja-arvo

Yhteistuotantovoimalaitoksen aiheuttamia korkeimpia typpidioksidipitoisuuksia on suhteutettu kuvassa 14. Ilmanlaatuindeksiä käytetään todellisten mittaustulosten havainnolliseen esittämiseen ja tässä se on esitetty lähinnä vertailuksi.

20.8.2014



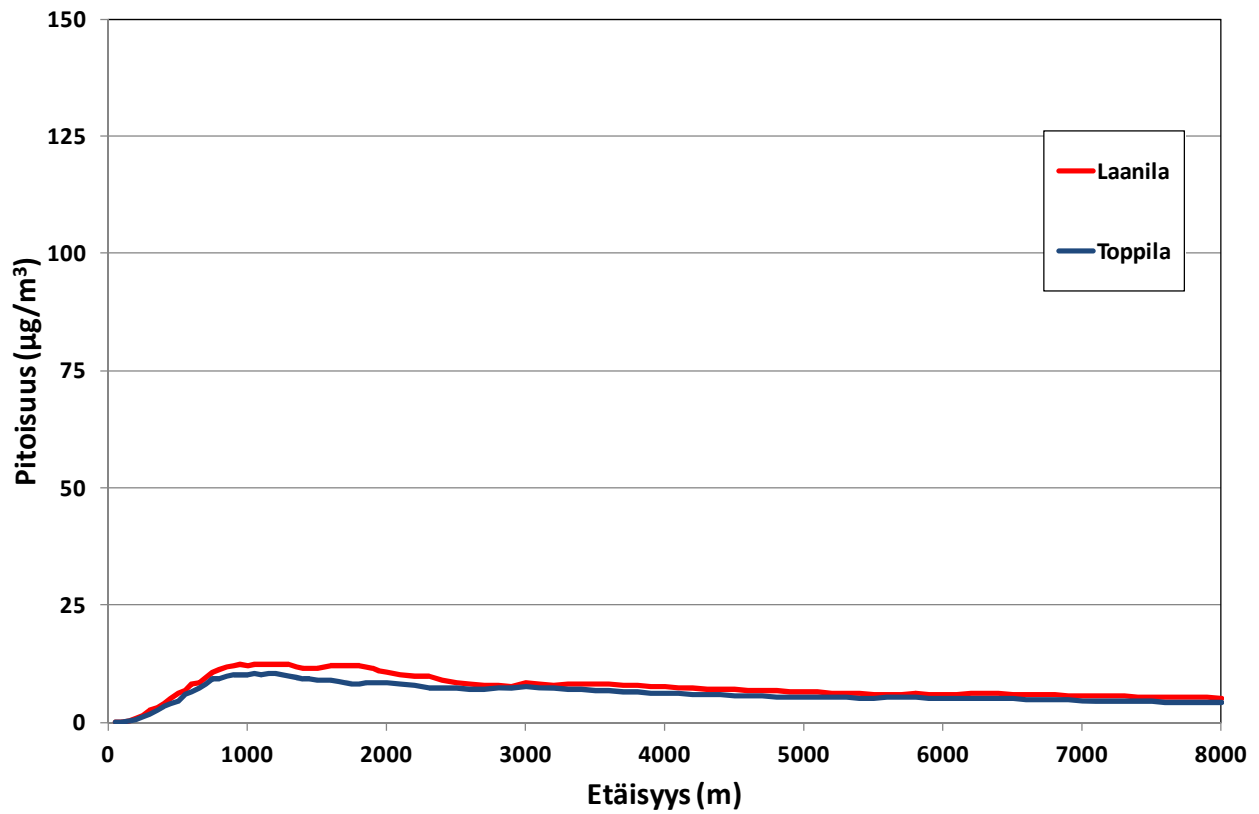
Kuva 14. Yhteistuotantovoimalaitoksen NO<sub>x</sub>-päästöjen aiheuttamien ulkoilman korkeimpien typpidioksidipitoisuuksien (NO<sub>2</sub>) suhde ilmanlaadun terveysvaikutusperusteisiin ohje- ja raja-arvoihin sekä tuntipitoisuuksien osalta ilmanlaatuindeksin pitoisuusalueet

Yhteistuotantovoimalaitoksen NO<sub>x</sub>-päästöistä aiheutuva suurin NO<sub>2</sub>-ohjearvoon 150 µg/m<sup>3</sup> verrannollinen typpidioksidipitoisuuden mallinnettu tuntikeskiarvo on Toppilassa 10 µg/m<sup>3</sup> ja Laanilassa 12 µg/m<sup>3</sup>. Toppilassa suurin pitoisuus sijaitsee noin 1,05 kilometrin etäisyydellä laitoksesta pohjoiseen ja Laanilassa noin 1,2 kilometrin etäisyydellä laitoksesta itään. Koko sää-aineiston perusteella määritettyjä NO<sub>2</sub>-ohjearvoon verrannollisia maksimipitoisuuksia eri etäisyyksillä laitoksesta on tarkasteltu kuvassa 15 ja alueellista jakautumista kuvissa 16 ja 17.



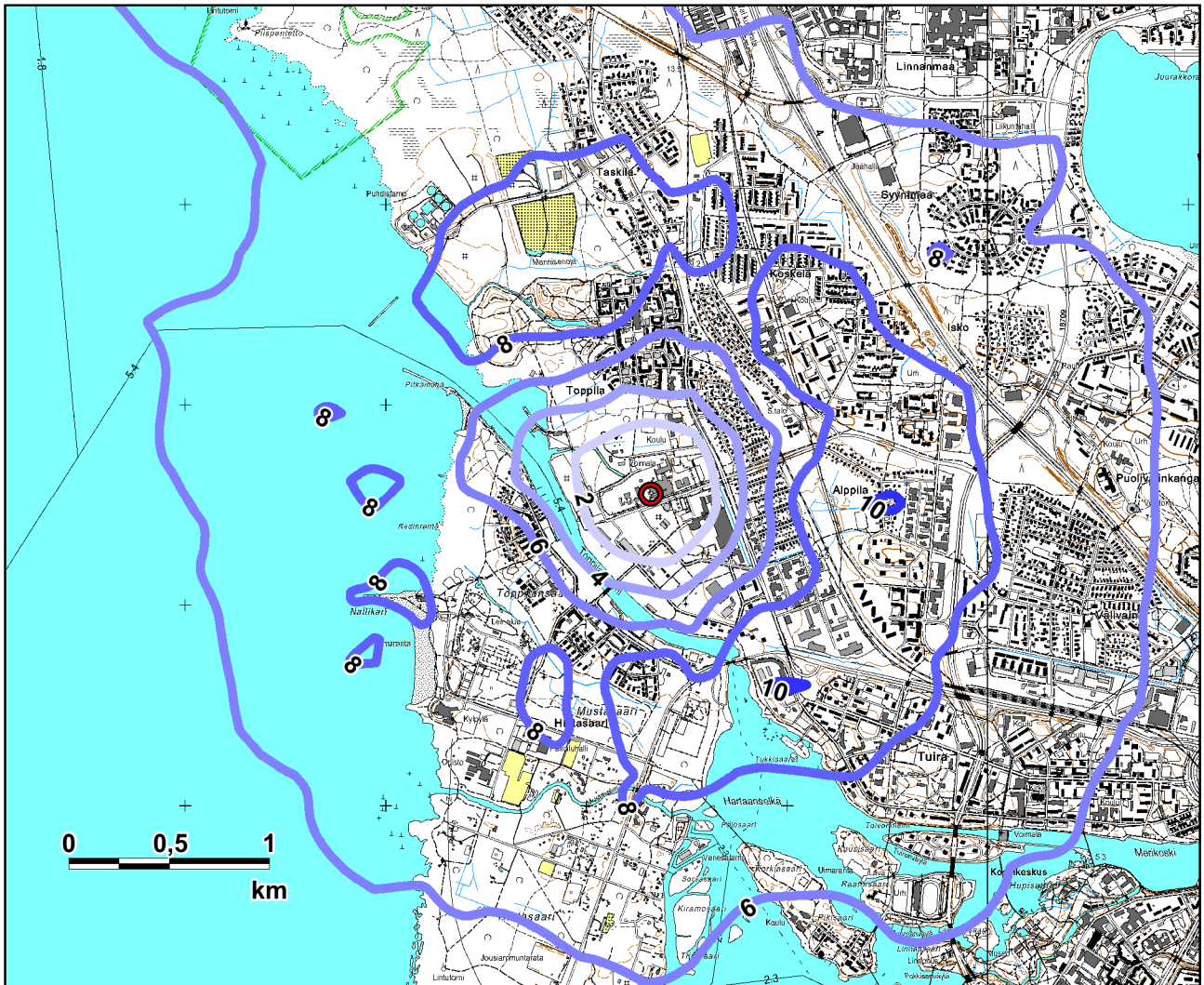


20.8.2014



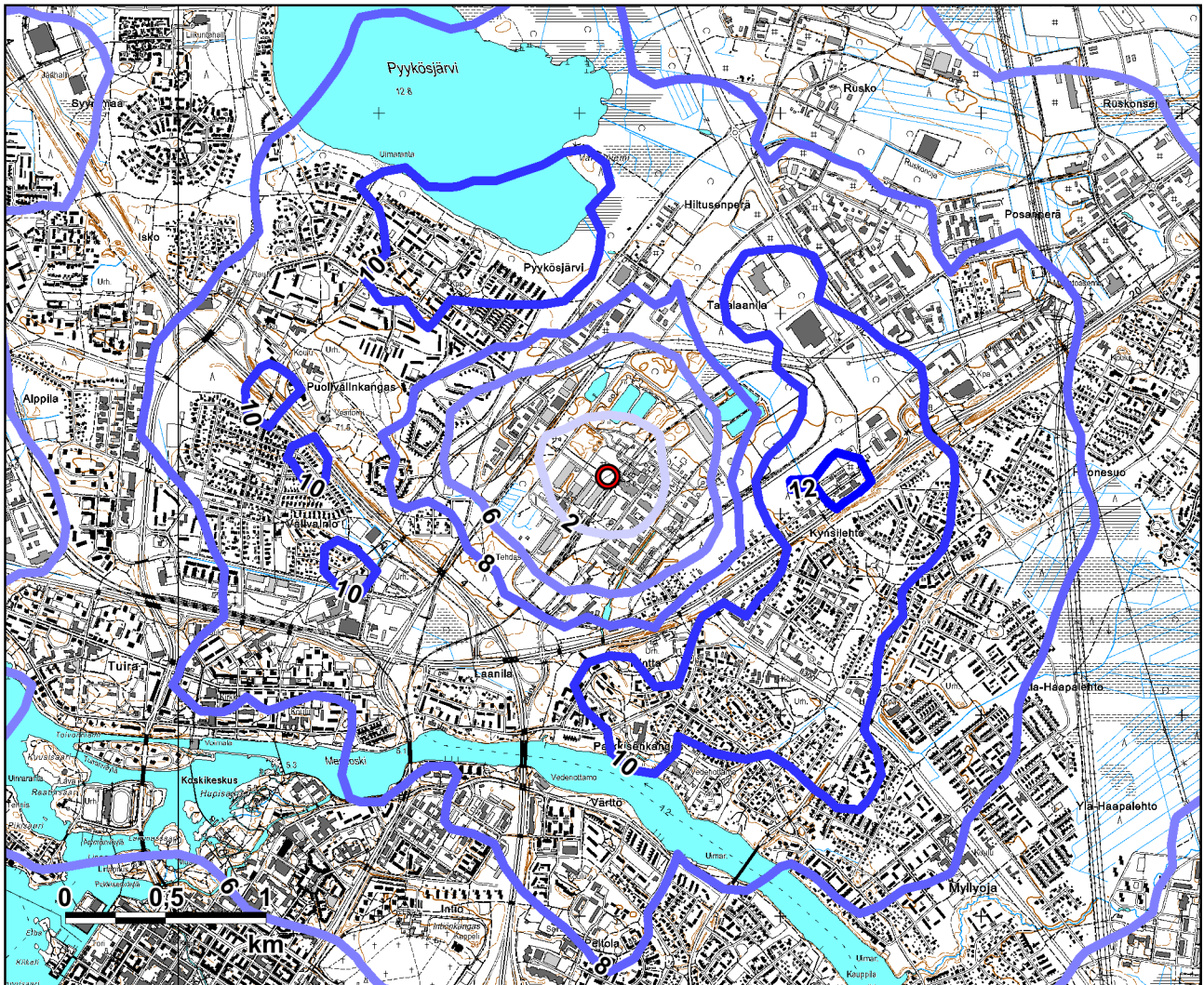
Kuva 15. Yhteistuotantovoimalaitoksen NO<sub>x</sub>-päästöjen aiheuttamat NO<sub>2</sub>-tuntiohjearvoon 150 µg/m<sup>3</sup> vertailukelpoiset suurimmat ilman NO<sub>2</sub>-tuntipitoisuudet (kuukauden tuntiarvojen 99 %:n rajapitoisuus)

20.8.2014



Kuva 16. Toppilaan sijoitetun yhteistuotantovoimalaitoksen  $\text{NO}_x$ -päästöjen aiheuttama ulkoilman  $\text{NO}_2$ -tuntiojearvoon  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen koko sääaineiston perusteella arvioitu  $\text{NO}_2$ -pitoisuus (kuukauden tuntiarvojen 99 %:n rajapitoisuus), kuvassa pitoisuuden ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tasavokäyrät, ○=päästölähde

20.8.2014

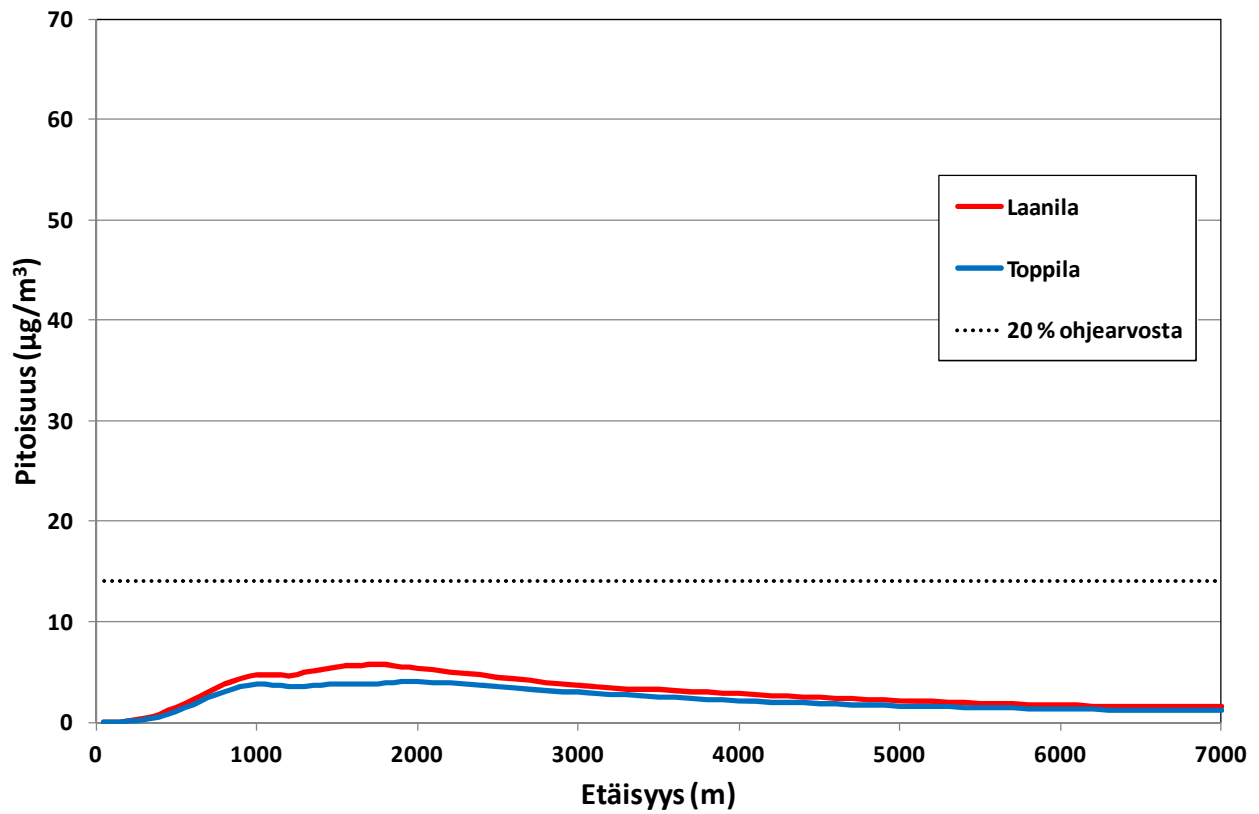


Kuva 17. Laanilaan sijoitetun yhteistuotantovoimalaitoksen  $\text{NO}_x$ -päästöjen aiheuttama ulkoilmaman  $\text{NO}_2$ -tuntiojearvoon  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen koko sääaineiston perusteella arvioitu  $\text{NO}_2$ -pitoisuus (kuukauden tuntiarvojen 99 %:n rajapitoisuus), kuvassa pitoisuuden ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tasarovokäyrät, ○=päästölähde

Suurin  $\text{NO}_2$ -vuorokausiarvoon  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vertailukelpoinen vuorokausipitoisuus on Toppilassa  $4,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja Laanilassa  $5,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Toppilassa suurin pitoisuus sijoittuu noin 1,95 kilometrin etäisyydelle laitoksesta etelään ja Laanilassa noin 1,75 kilometrin etäisyydelle laitoksesta etelään. Koko sääaineiston perusteella määritetyt  $\text{NO}_2$ -vuorokausiarvoon verrannollisia maksimipitoisuuksia eri etäisyyksillä laitoksesta on tarkasteltu kuvassa 18 ja alueellista jakautumista kuvissa 19 ja 20.



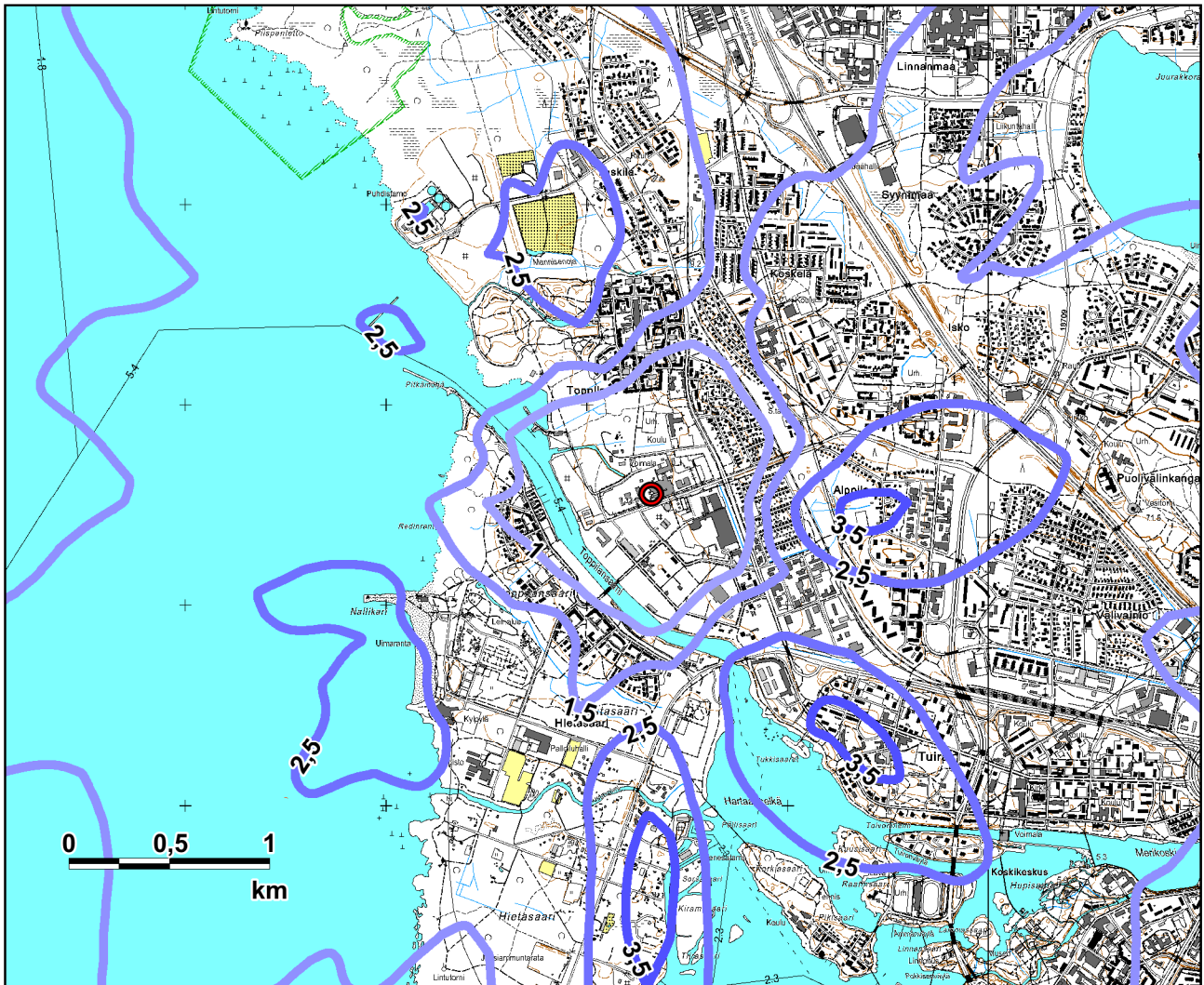
20.8.2014



Kuva 18.  $\text{NO}_x$ -päästöjen aiheuttamat  $\text{NO}_2$ -vuorokausiarvoon  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vertailukelpoiset suurimmat ilman typpidioksidin vuorokausipitoisuudet (kuukauden 2. korkein vuorokausikeskiarvo)

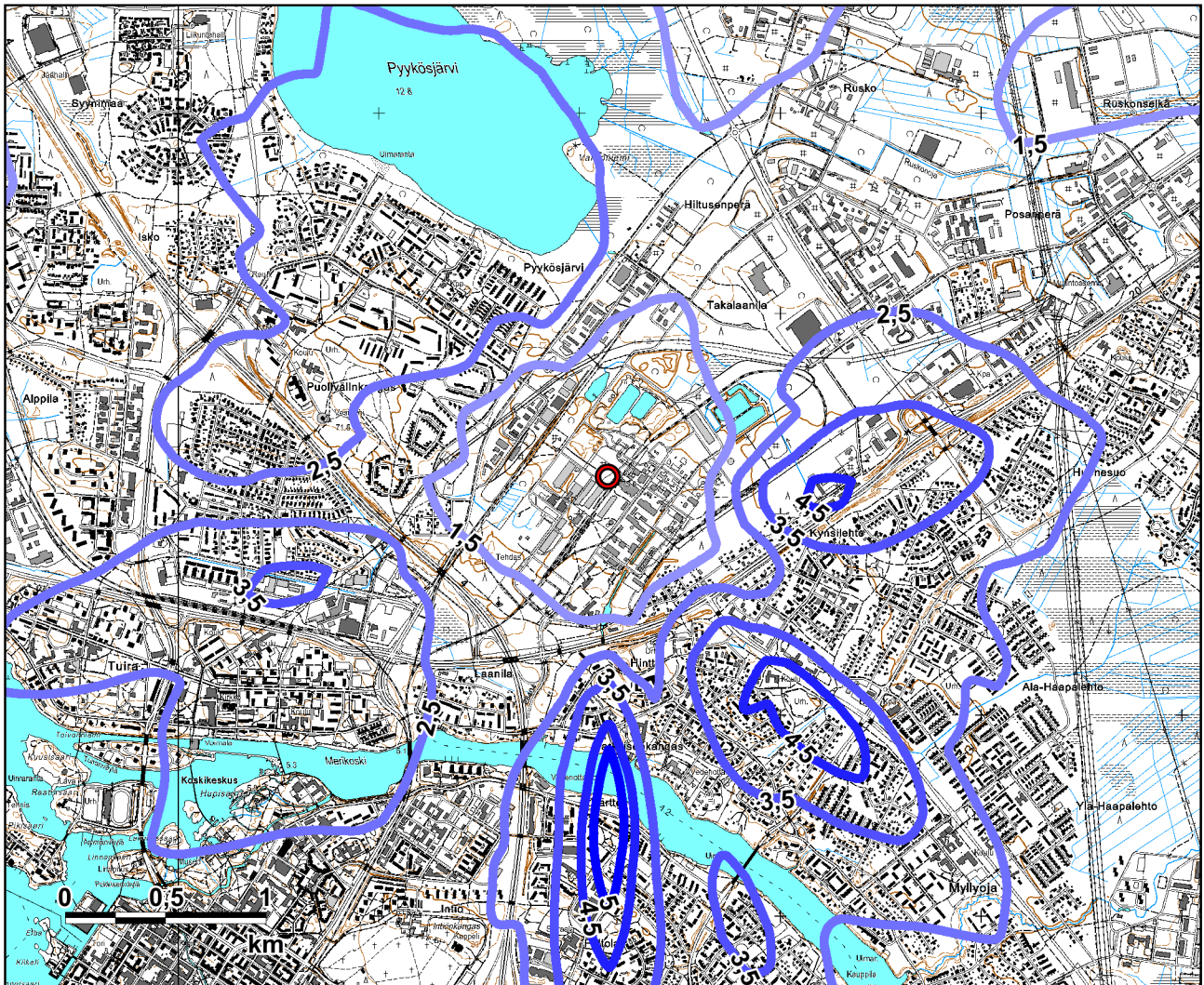


20.8.2014



Kuva 19. Toppilaan sijoitetun yhteistuotantovoimalaitoksen NO<sub>x</sub>-päästöjen aiheuttaman NO<sub>2</sub>-vuorokausiohjearvoon 70 µg/m<sup>3</sup> verrannollinen koko sääaineiston perusteella arvioitu NO<sub>2</sub>-pitoisuus (kuukauden 2. korkein vuorokausikeskiarvo), kuvassa pitoisuuden (µg/m<sup>3</sup>) tasa-arvokäyrät, ○=päästölähde

20.8.2014



Kuva 20. Laanilaan sijoitetun yhteistuotantovoimalaitoksen  $\text{NO}_x$ -päästöjen aiheuttama ulkoilman  $\text{NO}_2$ -vuorokausiohjearvoon  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen koko sääaineiston perusteella arvioitu  $\text{NO}_2$ -pitoisuus (kuukauden 2. korkein vuorokausikeskiarvo), kuvassa pitoisuuden ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tasaväyriä, ○=päästölähde

### 5.3

#### HIUKKASPITOISUUDET

Yhteistuotantovoimalaitoksen hiukkaspäästöjen aiheuttama ulkoilman hiukkaspitoisuuden korkein vuosikeskiarvo on leviämisselvityksen perusteella Toppilassa  $0,044 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja Laanilassa  $0,076 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Suurimpia ohje- ja raja-arvoihin verrannollisia hiukkaspitoisuuksia on tarkasteltu taulukossa 7 ja suhteutettu kuvassa 21.

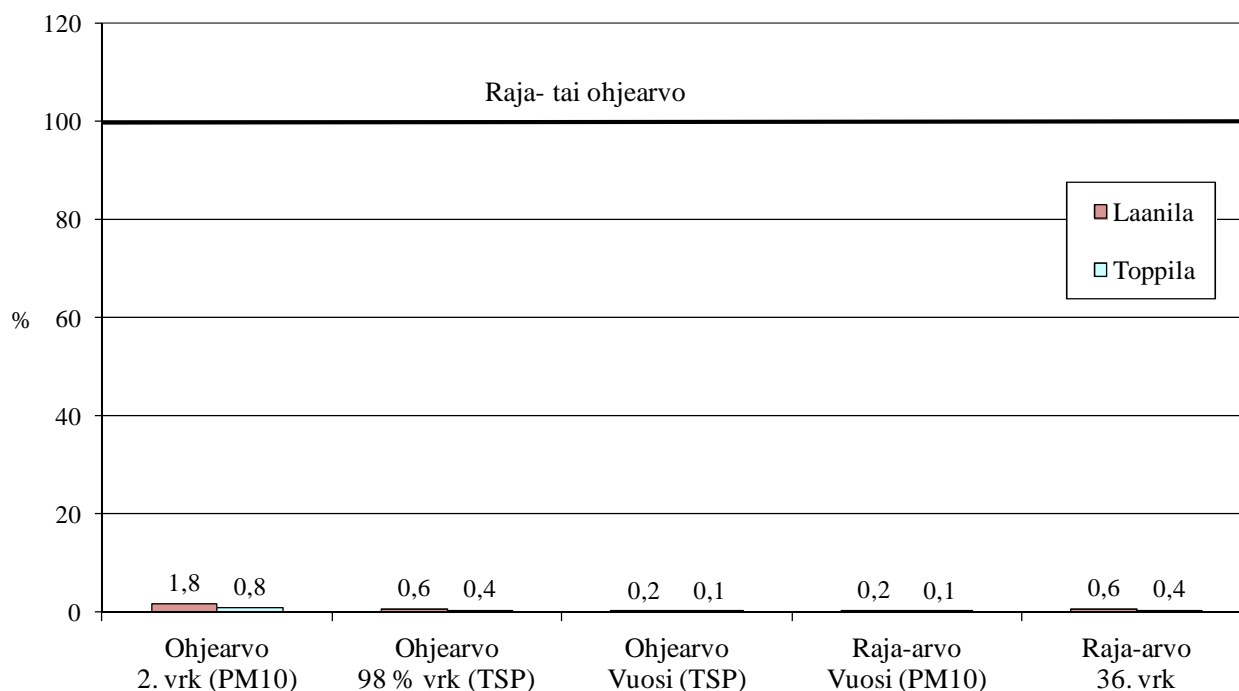
20.8.2014

Taulukko 7. Yhteistuotantovoimalaitoksen hiukkaspäästöjen aiheuttamat ulkoilman hiukkaspitoisuuksien suurimmat ohje- ja raja-arvoihin verrannolliset arvot,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	Ohje-/raja-arvo	Pitoisuus (Toppila)	Pitoisuus (Laanila)
Vuosikeskiarvo	$50^*(\text{TSP}) / 40^{**}(\text{PM}_{10})$	0,044	0,076
Vuoden vrk-arvojen 98. %-piste	120*	0,44	0,69
Kuukauden 2. korkein vuorokausikeskiarvo	70* ( $\text{PM}_{10}$ )	0,58	1,2
Vuoden 36. korkein vuorokausikeskiarvo	50** ( $\text{PM}_{10}$ )	0,18	0,32

\* terveysvaikutusperusteinen ohjearvo

\*\* terveysvaikutusperusteinen raja-arvo



Kuva 21. Yhteistuotantovoimalaitoksen hiukkaspäästöjen aiheuttamien ulkoilman korkeimpien hiukkaspitoisuuksien suhde ilmanlaadun terveysvaikutusperusteisiin ohje- ja raja-arvoihin





20.8.2014

Yhteistuotantovoimalaitoksen hiukkaspäästöt ovat pienet. Leviämiselvityksessä määritetyt hiukkaspitoisuudet alittavat erittäin selvästi maassamme voimassa olevat terveysvaikutusperusteiset ilman epäpuhtauksia koskevat ohje- ja raja-arvot.

## 6 LÄHTÖTIEDOISTA AIHEUTUVIA EPÄVARMUUSTEKIJÖITÄ

Käytössä olleesta sääaineistosta on valittu se, jonka arvioitiin parhaiten kuvaavan tarkastelualueen tilannetta. Leviämismallinnuksessa käytetty sääaineisto on Oulun lentoaseman sääasemalta ja Oulun Vihreäsaaresta. Lisäksi osa parametreista (pilvisyys tietoja) on saatu Hailuodosta Marjaniemen sääasemalta. Sääaineisto ei siis kuvaa aivan täsmälleen tarkasteltavan alueen säätä. Toisaalta pitoisuuksiin vaikuttavien tekijöiden arvioidaan olevan kohtuullisella tarkkuudella tarkastelualueetta kuvaavia (sääasema on suhteellisen lähellä päästölähdettä).

NO<sub>2</sub>-pitoisuuksiin vaikuttaa ilmakeemialliset reaktiot, joiden kuvaamiseen on käytetty ohjelmistoon liitettyä PVMRM-mallia. Malli tarvitsee lähtötiedoksi arvion otsonipitoisuudesta. Käytännössä ilmakeemiallisten reaktioiden mallintaminen on melko monimutkaista ja malli yksinkertaistaa todellisuutta. Lisäksi otsonipitoisuuden arviointi aiheuttaa epävarmuutta laskentatulokseen. Toisaalta aiemman kokemuksen perusteella NO<sub>2</sub>-pitoisuuksien arvio näyttäisi olevan konservatiivinen eli varovainen siten, että se antaa pikemmin yläarvion kuin ala-arvion todellisesta tilanteesta.

Sään vaihtelusta johtuvaa epävarmuutta on laskennassa vähennetty tarkastelemalla pitoisuuksia usean vuoden sääaineistolla. Tässä on käytetty viideltä vuodelta olevaa sääaineistoa.

Mallinnuksella ei käytännössä saada täsmällisiä pitoisuusarvoja. Käytännössä myös pitoisuuksien alueellinen jakautuminen ja esimerkiksi suurimpien pitoisuuksien esiintymispaikka vaihtelevat säätilanteen mukaan. Todellinen sää vaihtelee vuosittain. Toisaalta mallinnuksella haetaan pitoisuuksien suuruusluokkia, joita voidaan verrata pitoisuuksille annettuihin raja- ja ohjearvoihin. Arvioidaan, että sääaineiston lähtötietojen epävarmuuksista aiheutuvat tekijät eivät vaikuta pitoisuuksien perusteella tehtyihin päätelmiin.

## 7 YHTEENVETO LEVIÄMISMALLISELVITYKSESTÄ

Leviämiselvityksen mallilaskelmien tulosten perusteella arvioidaan, että valitut piipun korkeudet takaavat uudella yhteistuotantovoimalaitoksella ilmanlaadun kannalta riittävän hyvät päästöjen leviämis- ja laimenemisolosuhteet. Tällöin leviämismalliselvityksen perusteella yhteistuotantovoimalaitoksen savukaasupäästöjen aiheuttamat ulkoilman epäpuhtauspitoisuudet ovat pieniä ja selvästi alle terveysperusteisten ohje- ja raja-arvojen.