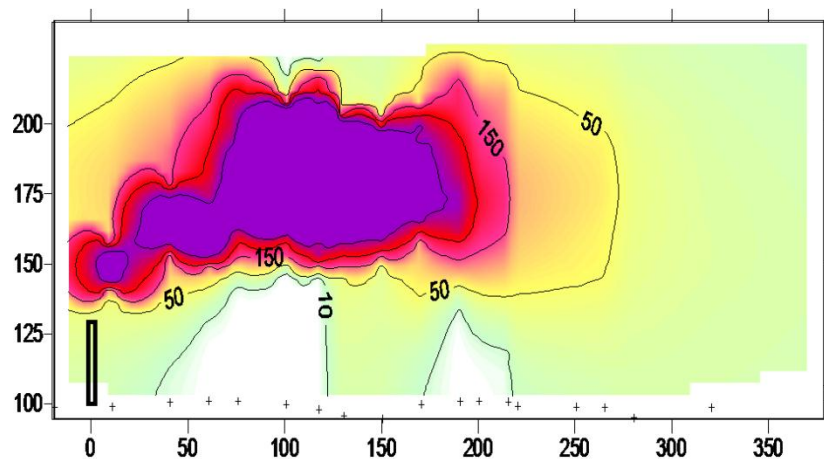


27.2.2013

Tilaaaja: Savon Voima Oyj
Energiantuotanto ja kaukolämpö
PL1024
70901 TOIVALA

Käsittelijä: Janne Nuutinen
Symo Oy
010 666 7812
Oppipojankuja 6
70780 Kuopio
E-mail: janne.nuutinen@symo.fi



RISULAN LÄMPÖLAITOKSEN SAVUKAASUJEN LEVIÄMISLASKELMA

Aika: 8.1. – 27.2.2013

Henkilöt: Janne Nuutinen

Janne Nuutinen

Olli Pärjälä

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto	3
2	Tarkastelualueen kuvaus	3
3	Ohje- ja raja-arvot	6
4	Mallilaskennan suoritus	6
4.1	Leviämismalli	6
4.2	Sääaineisto	7
4.3	Päästölähteen tiedot	9
5	Tulokset.....	10
6	Tulosten arviointi ja johtopäätökset.....	12

LIITTEET

- Liite 1:** Tarkastelualue ja reseptoripisteet
- Liite 2:** Typpidioksidin tuntipitoisuuksien 19. korkeimmat pitoisuudet tasapainokäyrästönä karttapohjalla.
- Liite 3:** Rikkidioksidin tuntipitoisuuksien 19. korkeimmat pitoisuudet tasapainokäyrästönä karttapohjalla.
- Liite 4:** Hengitettävien hiukkasten (PM10) 36. korkeimmat vrk-pitoisuudet tasapainokäyrästönä kartta pohjalla käytettäessä kevyttä polttoöljyä.
- Liite 5:** Hengitettävien hiukkasten (PM10) 36. korkeimmat vrk-pitoisuudet tasapainokäyrästönä karttapohjalla käytettäessä raskasta polttoöljyä.
- Liite 6-8:** Typpidioksidi-, rikkidioksidi- ja PM10-pitoisuuksien vuosikeskiarvot tasapainokäyrästönä karttapohjalla käytettäessä raskasta polttoöljyä.

27.2.2013

1 Johdanto

Työssä arvioitiin leviämislaskelmilla Siilinjärven Risulantien lämpökeskuksen 8 MW öljykattilan savukaasupäästöjen vaikutusta eri öljylaaduilla lähialueen ilmanlaatuun. Lisäksi tarkasteltiin nykyisen piipun päästökorkeuden riittävyyttä suhteessa lähietäisyydelle suunniteltujen kerrostalojen rakennuskorkeuksiin sekä piipun korottamisen vaikutusta tarkastelualueen maanpintapitoisuuksiin.

Laskennassa tarkasteltiin SO_2 -, NO_x - ja hiukkaspäästöjen aiheuttamia tunti-, vuorokausi- ja vuosipitoisuuksia maanpinnan tasolla ja niitä verrattiin ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin.

Päästökohde on vara- ja huippukuormakattila. Leviämislaskennat tehtiin raskaalla ja kevyellä polttoöljyllä tilanteeseen, jolloin kattilan kuormitus oli nimellistehon mukainen. Leviämislaskennassa käytettiin tilaajalta saatuja lähtötietoja ja kolmen vuoden reaalisisädataa.

2 Tarkastelualueen kuvaus

Lämpölaitos sijaitsee Siilinjärven keskustan etelälaidalla. Savukaasupäästöjen vaikutusten tarkastelualueen koko oli noin 6,8 x 6,8 km. Tarkastelualue ja lämpölaitoksen sijainti on esitetty kuvassa 1.

Alueen ilmanlaatuun vaikuttavat lämpölaitoksen päästöjen lisäksi mm. teollisuuden, liikenteen ja muiden lämpölaitosten päästöt. Tarkastelualueen taustapitoisuuksia tai muiden päästölähteiden vaikutuksia ei ole leviämislaskelmissa huomioitu, joten tarkasteluissa esitetyt pitoisuudet ovat laskennallisia pitoisuuslisäisiä.

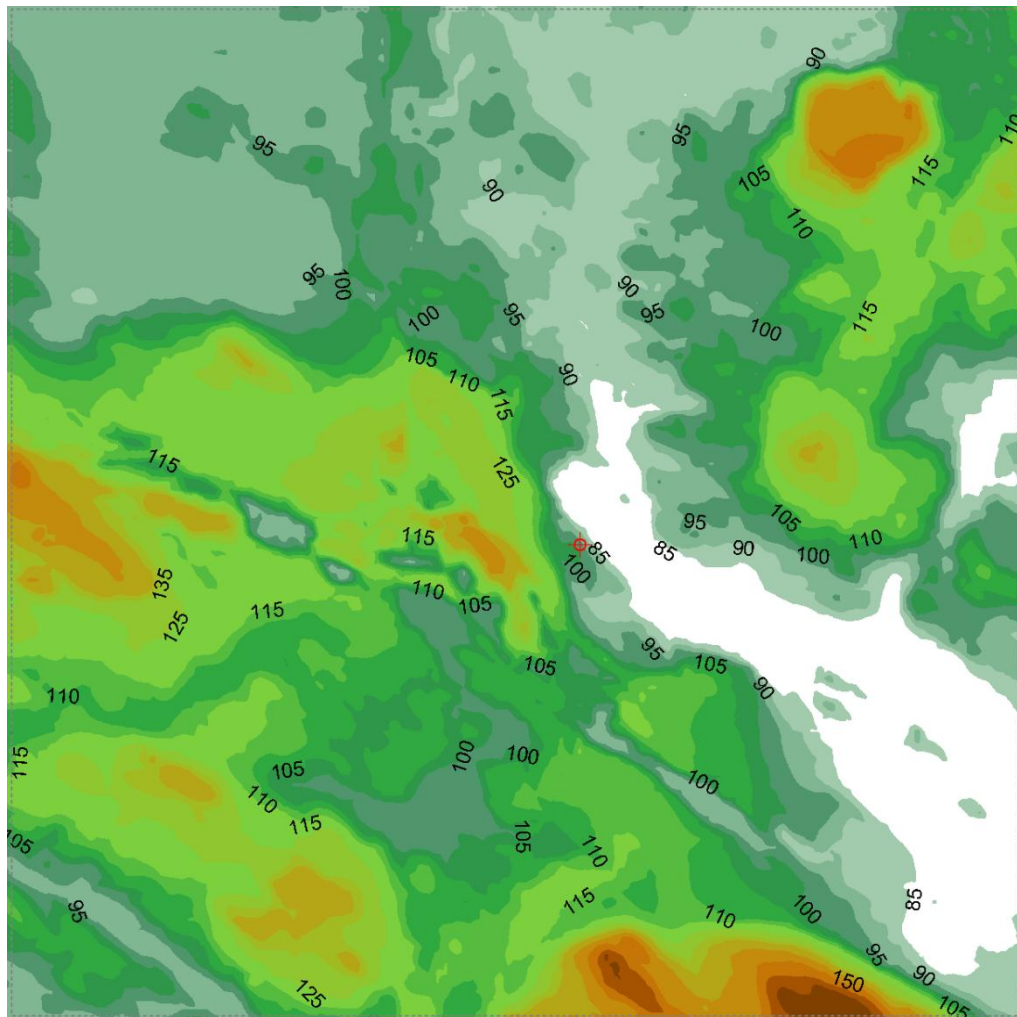


Kuva 1: Risulan lämpölaitoksen savukaasupäästöjen vaikutusten tarkastelualue ja lämpölaitoksen sijainti.

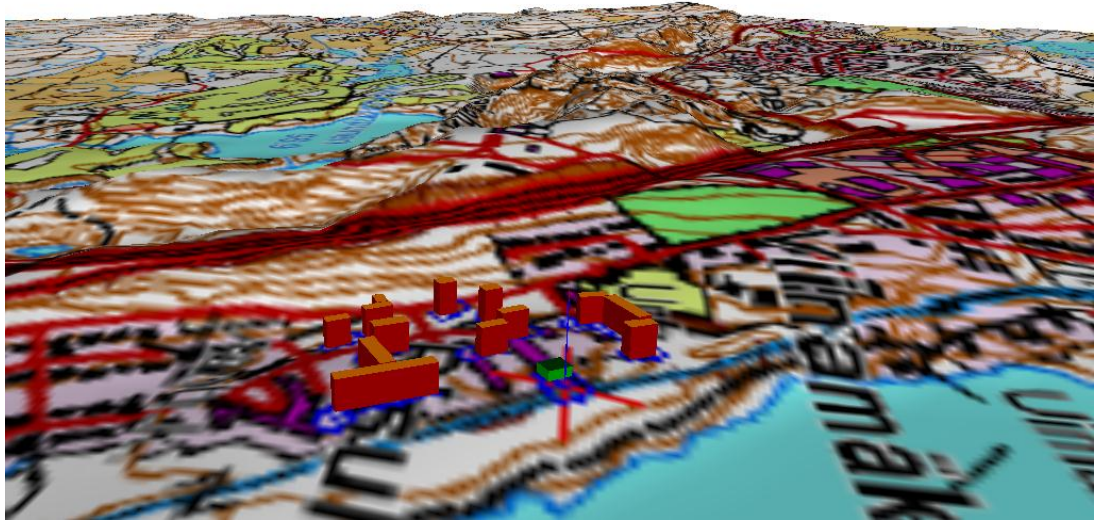
27.2.2013

Kuvassa 2 on alueen maastomalli, joka on tehty maanmittauslaitoksen aineistosta. Tarkastelualueella ja laitoksen ympäristössä on suhteellisen suuria maaston korkeuseroja. Ilmanlaadun tarkastelun kannalta merkittävin on Tarinaharjun alue päästölähteen länsipuolella noin 400 – 800 metrin etäisyydellä. Siellä maanpinnan korkeus on lähes 60 metriä päästölähteen maanpintatasoa korkeammalla. Alueella sijaitsee saaraa, mutta siellä ei ole asutusalueita.

Lämpölaitoksen lähiympäristöön on suunnitteilla 4 ja 5 kerroksisia kerrostaloja. Päästölähdettä ympäröivät korkeat rakennukset voivat häiritä ilmavirtauksia aiheuttaen savupainumaa ja näin ollen pienentää efektiivistä päästökorkeutta. Kuvassa 3 on esitetty rakennukset, joiden vaikutus huomioitiin laskennassa.



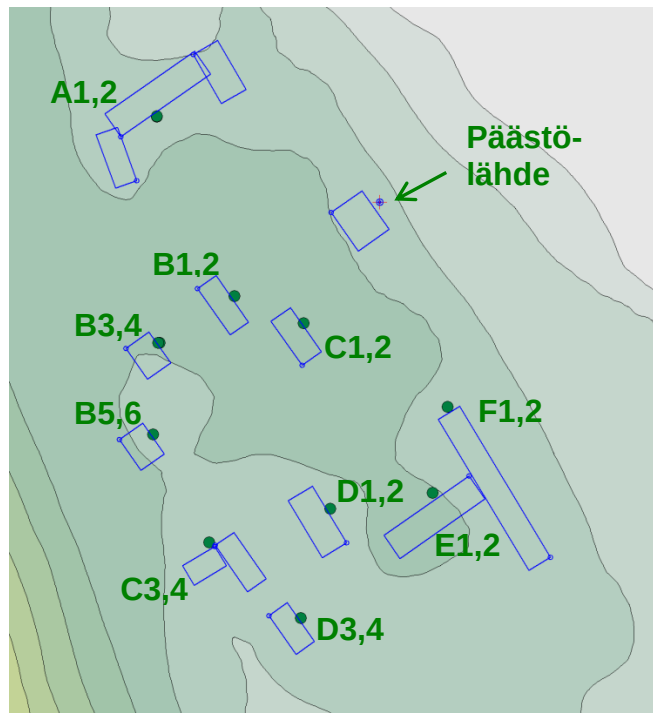
Kuva 2: Tarkastelualueen maastomalli. Lämpölaitoksen sijainti on merkitty punaisella ympyrällä.



Kuva 3: Risulan lämpölaitoksen (vihreä rakennus) lähialueen 3D-maastomalli. Kuvassa näkyvät lähirakennukset, jotka on huomioitu leviämislaskennoissa.

Suunnitellut rakennukset ovat suhteellisen korkeita (n. 12-15 metriä) ja päästölähteen läheisyydessä, joten niiden vaikutusta ja ylimpien kerrosten tasalla esiintyviä pitoisuuksia tarkasteltiin erikseen. Erillistarkastelulla arvioitiin nykyisen piipun korkeuden riittävyyttä suhteessa suunniteltuihin rakennuskorkeuksiin.

Leviämislaskennat tehtiin jokaisen kerrostalon kohdalle kahteen eri korkeuteen, maanpintatasolle ja ylimpien kerrosten tasoille (10/12 metriä maanpinnasta). Laskennoilla arvioitiin NO₂-päästöjen aiheuttamia korkeimpia tuntipitoisuuksia kolmen vuoden reaalissäädätällä. Tarkastelupisteet on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4: Piipun päästökorkeuden tarkastelussa käytetyt laskentapisteet.

3 Ohje- ja raja-arvot

Leviämislaskelmilla saatuja tuloksia verrattiin ilmanlaadun ohjearvoihin. Ne on laadittu ilman pilaantumisen aiheuttamien terveydellisten haittojen ehkäisemiseksi sekä kasvilisyyden ja ekosysteemin suojelemiseksi. Ilmanlaadulle olevat säädökset ovat vuonna 1996 annetut ohjearvot terveyden suojelemiseksi (480/1996) ja vuonna 2011 voimaan tullut ilmanlaatuasetus (38/2011) (taulukko 1). Ohjearvot ovat raja-arvoja tiukemmat ja pitoisuuksien ollessa niiden alapuolella myös raja-arvot alittuvat.

Taulukko 1: Typpidioksidin (NO_2), rikkidioksidin (SO_2) ja hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) ohjearvot tunti- ja vrk-pitoisuuksille sekä raja-arvot vuosikeskiarvolle ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Pitoisuudet on ilmoitettu olosuhteissa 20°C ja 101.3 kPa .

Laskenta-aika	Typpidioksidi (NO_2)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hengitettävät hiukkaset (PM_{10})
1 tunti	150 ⁽¹⁾	250 ⁽¹⁾	-
vrk	70 ⁽²⁾	80 ⁽²⁾	70
vuosi	40	20	30

1) Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste

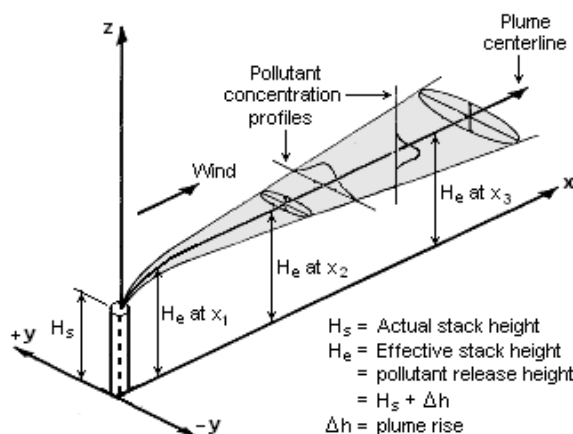
2) Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo

4 Mallilaskennan suoritus

4.1 Leviämismalli

Leviämismallilaskennat suoritettiin EPA:n leviämismallikokoelmaan ISC-AERMOD kuuluvalla Industrial Source Complex Short Term (ISCST3) leviämismallilla. Malli on yleisesti käytössä USA:ssa, Aasiassa ja Euroopassa epäpuhtauksien leviämislaskennassa. Leviämismallin perustana on gaussilainen leviämisyhtälö, joka olettaa päästön laimenevan Gaussin jakauman mukaisesti pysty- ja vaakasuunnassa (kuva 5).

Vaaka- ja pystysuunnan standardipoikkeamat kasvavat, kun etäisyys lähteestä kasvaa. Malli huomioi päästövanan korkeutta laskiessaan päästökorkeuden ja sekä päästön virtausnopeuden ja lämpösisällön. Pitoisuuksien leviämisen laskennassa huomioidaan myös rakennusten/esteiden vaikutus ja maaston korkeuserot.



Kuva 5: Päästövanan hajoaminen gaussilaisen leviämisyhtälön mukaan.

27.2.2013

Laskentamalli käyttää epäpuhtauspitoisuuksien laskennassa meteorologisen tilanteen tuntikeskiarvoja (ulkoilman lämpötila, tuulen nopeus, tuulen suunta, pilvisyys, pilvien korkeus). Laskenta etenee tunnin aika-askeleella, kunnes koko vuoden pituinen sää-tietojen aikasarja on käyty läpi.

Leviämismallilla arvioitiin päästöjen leviämistä lämpövoimalaitoksen lähiympäristöön alueelle, jonka koko oli noin 6,8 x 6,8 km. Pitoisuudet normitettiin olosuhteisiin 20 °C ja 101.3 kPa.

Laskentamallissa huomioitiin mm. seuraavat päästölähteitä ja tarkastelualueita kuvaavat tiedot:

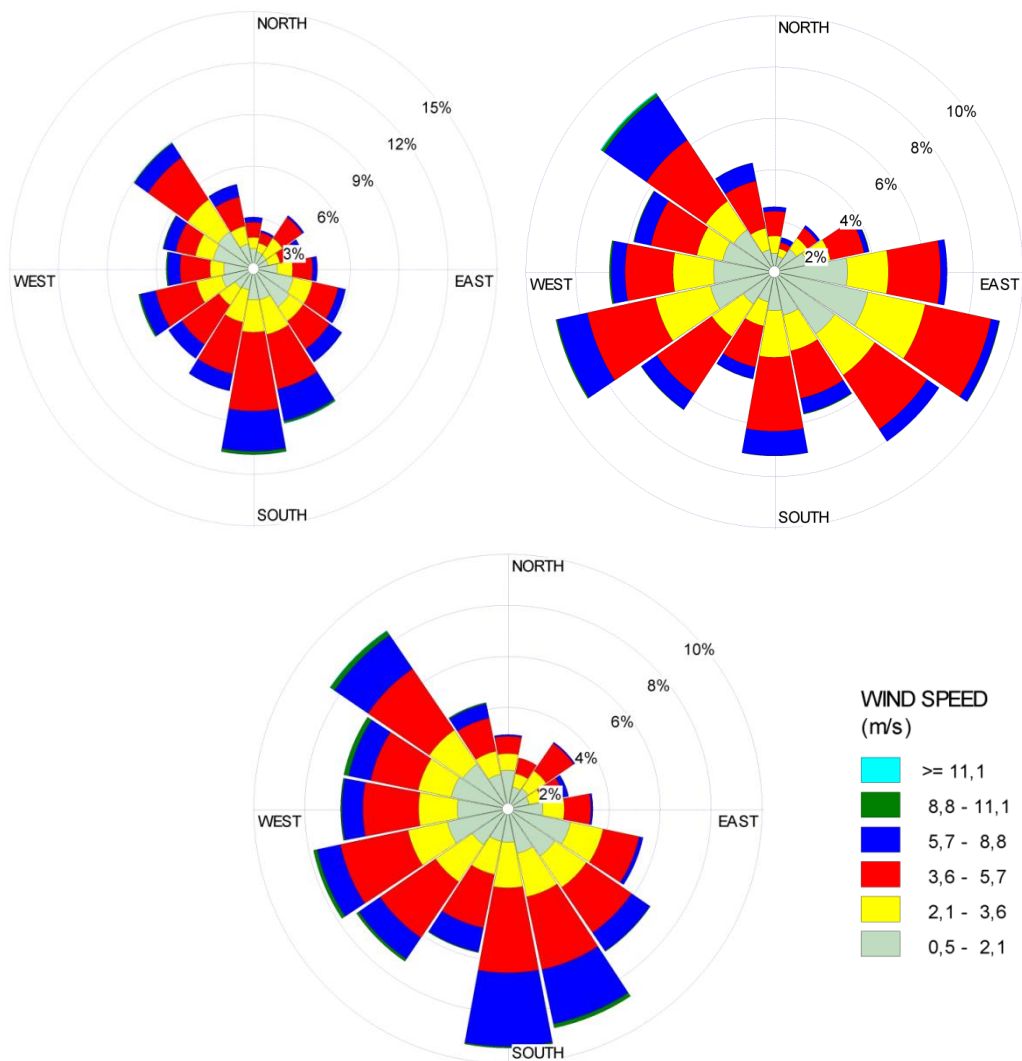
<i>piipun sijainti karttakoordinaatistossa</i>	<i>[m],[m]</i>
<i>reseptoripisteiden sijainnit karttakoordinaatistossa</i>	<i>[m],[m]</i>
<i>piipun dimensiot</i>	<i>[m]</i>
<i>poistokaasujen lämpötila</i>	<i>[K]</i>
<i>poistokaasujen virtausnopeudet/tilavuusvirrat</i>	<i>[m/s, m³/s]</i>
<i>laskennallinen epäpuhtauksien massavirta</i>	<i>[g/s]</i>
<i>maaston muodot</i>	<i>[m],[m]</i>
<i>rakennusten dimensiot</i>	<i>[m],[m]</i>

Leviämislaskennat tehtiin noin 880 tarkastelupisteeseen, jotka on esitetty liitteen 1 karttapohjalla.

4.2 Sääaineisto

Leviämislaskennassa käytettiin Kuopion Rissalan lentokentän sääaseman havaintoaineistoa vuosilta 2005-2007. Kuvassa 6 on eri vuosien tuulten suunta- ja nopeusjakaumat. Tuulen suunnat on jaettu 16 sektoriin (22.5°). Sektoreiden palkkien pituudella kuvataan ajallista osuutta, jona aikana tuulen suunta on ollut kyseisestä sektorista. Palkin värien osuudet kuvaavat nopeusluokkia. Leviämislaskelmissa käytetyssä sääaineistoissa tuulen nopeus oli alle < 0,5 m/s 5-9 % ajasta.

27.2.2013



Kuva 6: Kuopion Rissalan lentosääaseman sääaineiston tuulen suuntien jakaumat vuosina 2005-2007.

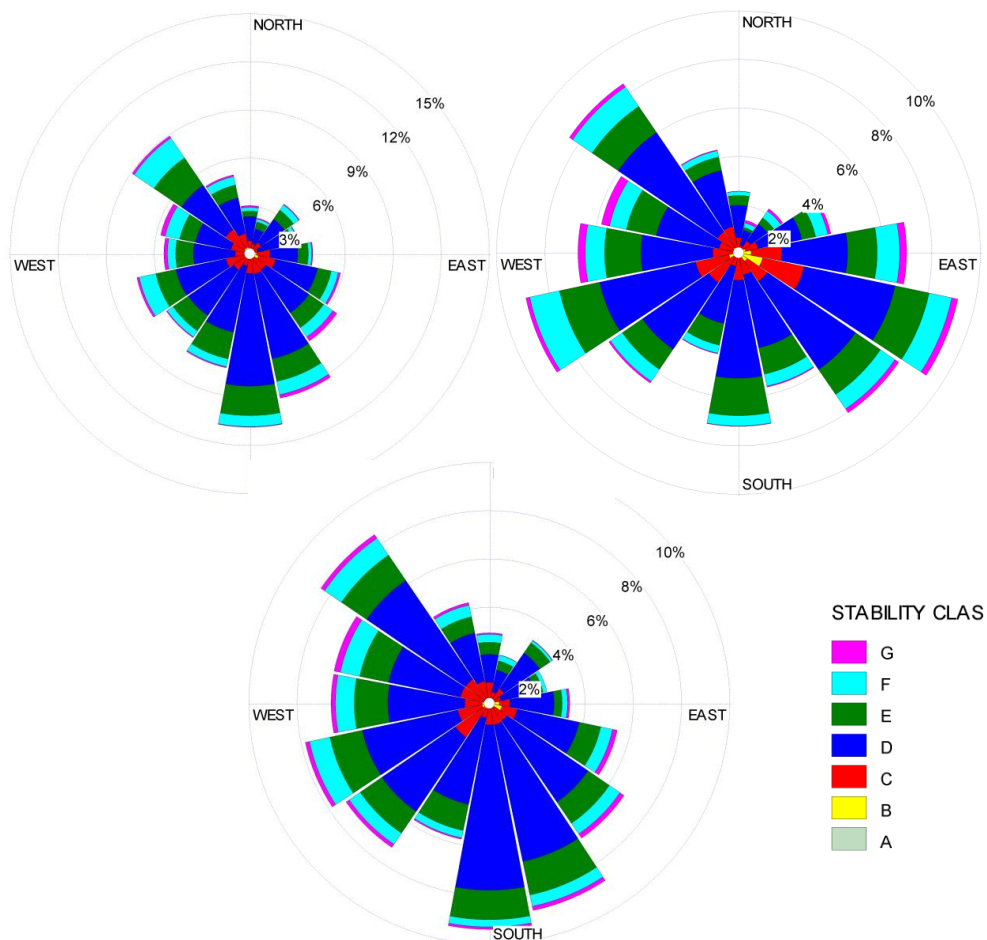
Ilmakehän sääoloja kuvaamaan on kehitetty stabiilisuusluokkia, joilla tiettytyyppiset ilmakehän sääolot voidaan sijoittaa omiin luokkiinsa. Stabiilisuudella kuvataan ilmavirtauksen pyörteisyyttä, joka vaikuttaa merkittävästi epäpuhtauksien sekoittumiseen ja pitoisuuksien laimenemiseen kulkeutumisen aikana. Karkeasti jako voidaan tehdä kolmeen eri luokkaan: epästabiili (labiili), neutraali ja stabiili. Labiilissa tilanteessa sekoittuminen on voimakasta ja stabiilissa sekoittuminen on vähäistä.

Jakoa on tihennetty niin, että luokkia on kuusi (A,B,C,D,E ja F). Ilmakehän stabiilisuusluokka riippuu mm. seuraavista seikoista:

- staattinen stabiilisuus (ilmakehän lämpötilan muuttuminen pystysuorassa suunnassa).
- lämpösäteilyn aiheuttama turbulenssi (maanpinnalla lämmenneen ilman nouseminen ylöspäin).
- mekaaninen turbulenssi (riippuu tuulen nopeudesta (kuva 3) ja maanpinnan epätasaisuudesta, rakennuksista, puista yms.).

27.2.2013

Luokat A-C ovat epästabiileja (labiili) luokkia. A on näistä voimakkaimmin epästabiili ja esiintyy kevyen tuulen ja voimakkaan sekä kohtalaisen säteilyn aikana, tyypillisesti aurinkoisena kesäpäivänä, jolloin lämmin maanpinta aiheuttaa pyörteitä ilmakehään. D on neutraali luokka, joka esiintyy pilvisellä säällä sekä päivällä, että yöllä, kesällä ja talvella. Neutraalissa tilanteessa päästö leviää ja sekoittuu ilmakehään suhteellisen tasaisena viuhkana. E ja F ovat stabiileja luokkia, joita esiintyy yöllä kevyen tuulen ja lähes selkeän sään vallitessa. Pakkaspäivät ja pilvettömät yöt ovat tyypillisiä stabiileille sekoittumistilanteille. Neutraalit olosuhteet ovat tilastollisesti tavanomaisimmat. Lähinnä kirkkaina kesäpäivinä esiintyvät labiilit leviämisluokat A ja B ovat suhteellisen harvinaisia. Kuvassa 7 on laskennoissa käytettyjen sääaineistojen stabiilisuusluokkien jakaumat tuulen suunnittain.



Kuva 7: Kuopion lentosääaseman sääaineiston stabiilisuusluokkien jakaumat tuulen suunnittain vuosina 2005-2007.

4.3 Päästölähteen tiedot

Mallilaskennassa käytetyt lähtöarvot on esitetty taulukossa 2. Laskennoissa oletettiin lämpökattilan toimivan nimellistehollaan läpi tarkasteluajan.

Päästöinä käytettiin ns. PINO-asetuksessa (445/2010) annettuja päästöraja-arvoja. NO₂-päästökertoimet ja ilmanlaatuvaikutukset oletettiin olevan samoja kevyellä ja ras-
kaalla polttoaineella.

27.2.2013

Raskaan öljyn polton hiukkaspäästönä käytettiin vara- ja huippulaitoksilla annettua raja-arvoa ($140 \text{ mg/m}^3\text{n}$, $\text{O}_2 = 3 \%$) ja SO_2 -päästönä käytettiin $1700 \text{ mg/m}^3\text{n}$ ($\text{O}_2 = 3 \%$), mikä on sallittu vuoden 2017 loppuun saakka.

Laskennat tehtiin osittain kahdella eri piipun korkeudella, nykyisellä 40 metrin ja 50 metrin piipun korkeudella.

Taulukko 2: Savon Voima Oy:n Risulan 8 MW lämpökattilan savukaasupäästöjen leviämislaskennoissa käytettyjä lähtötietoja.

Parametri	yksikkö	8 MW öljykattila
Polttoaineteho	MW	8,0
Poistokanavan halkaisija	[m]	0,6
Poistokaasun lämpötila	[°C]	200
Poistokaasun virtausnopeus	[m/s]	18
Epäpuhtauksien massavirta, NO_2	[g/s]	4,4
PM10 (POK/POR)	[g/s]	0,25/0,69
SO_2	[g/s]	8,3

5 Tulokset

Erillistarkastelun, jolla arvioitiin nykyisen piipun päästökorkeuden riittävyyttä suhteessa lähietäisyydelle suunniteltujen rakennusten korkeuksiin, tulokset on esitetty taulukossa 3. Leviämismallilla laskettiin lämpölaitoksen öljykattilan NO_2 -päästöjen aiheuttamat vuosittaiset maksimituntipitoisuudet, kun käytössä on 40 metrin piippu. Korkeimmat pitoisuudet olivat tarkastelupisteessä D4 (kuva 4), joka on 10 metrin korkeudella maanpinnasta.

Taulukko 3: Leviämislaskelmin arvioidut korkeimmat tunnin aikaiset NO_2 -pitoisuudet [$\mu\text{g/m}^3$] ylimpien kerrosten tasoilla, kun polttoaineena käytetään raskasta polttoöljyä. Pitoisuudet on ilmoitettu olosuhteissa 20°C ja 101.3 kPa .

Sääaineisto	NO_2 korkein tuntipitoisuus	Tuulen nopeus (m/s)	Stabiilisuus- luokka
2005	9.0	3.1	B
2006	10.8	3.6	B
2007	9.3	3.1	B

Liitteissä 2 ja 3 on esitetty leviämislaskennoin arvioidut, ilmanlaatuasetuksen raja-arvoihin verrattavat tuntipitoisuudet (typpidioksidin 19. korkein tuntipitoisuus ja rikkidioksidin 25. korkein tuntipitoisuus) karttapohjilla vuoden 2007 sääaineistolla laskettuna. Liitteiden 4 ja 5 karttapohjilla on vuoden 36. korkeimmat vuorokausihiukkaspitoisuudet, kun polttoaineena käytetään kevyttä ja raskasta polttoöljyä.

27.2.2013

Liitteiden 6-8 karttapohjilla on esitetty mallinnetut vuosikeskiarvot pitoisuuskäyrästä.

Taulukoissa 4-6 on verrattu leviämislaskelmien tuloksia ohje- ja raja-arvoihin, kun polttoaineena on raskasta polttoöljyä. Taulukossa 7 on verrattu leviämislaskelmien tuloksia ohje- ja raja-arvoihin, kun polttoaineena on kevyt polttoöljy. Leviämislaskennat on tehty vuosittain 3 vuoden sääaineistolla ja poistopiipun korkeutena on käytetty 40 metriä.

Taulukko 4: Leviämislaskelmin arvioidut NO_2 -pitoisuudet [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] maanpintatasolla, kun polttoaineena käytetään raskasta polttoöljyä. Pitoisuudet on ilmoitettu olosuhteissa 20°C ja 101.3 kPa .

Tilastollinen määrittely (OA = ohjearvo, RA = raja-arvo)	NO_2 vertailuarvo	NO_2 keskim. pitoisuus (min-maks.)
Kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo (OA)	70	29 (11 - 54)
Vuosikeskiarvo (RA)	40	3.9 (2.8 - 6.0)
Vuoden 19. korkein tuntipitoisuus (RA)	200	160 (145 - 185)

Taulukko 5: Leviämislaskelmin arvioidut SO_2 -pitoisuudet [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] maanpintatasolla, kun polttoaineena käytetään raskasta polttoöljyä. Pitoisuudet on ilmoitettu olosuhteissa 20°C ja 101.3 kPa .

Tilastollinen määrittely (OA = ohjearvo, RA = raja-arvo)	SO_2 vertailuarvo	SO_2 keskim. pitoisuus (min-maks.)
Kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo (OA)	80	55 (21 - 102)
Vuosikeskiarvo (RA)	20	7.3 (5.2 - 11.3)
Vuoden 25. korkein tuntipitoisuus (RA)	200	280 (240 - 330)

Taulukko 6: Leviämislaskelmin arvioidut PM_{10} -pitoisuudet [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] maanpintatasolla, kun polttoaineena käytetään raskasta polttoöljyä. Pitoisuudet on ilmoitettu olosuhteissa 20°C ja 101.3 kPa .

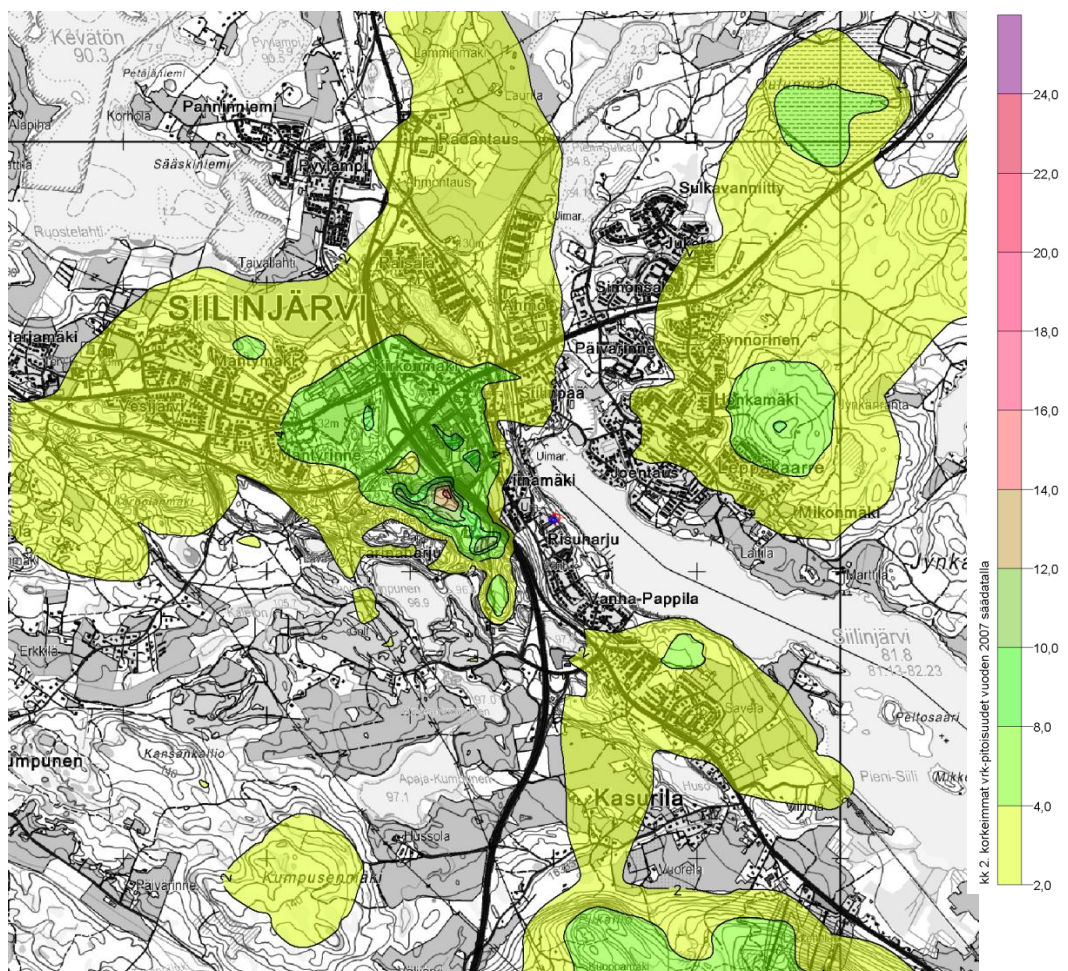
Tilastollinen määrittely (OA = ohjearvo, RA = raja-arvo)	PM_{10} vertailuarvo	PM_{10} keskim. pitoisuus (min-maks.)
Kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo (OA)	70	4.5 (1.7 - 8.4)
Vuosikeskiarvo (RA)	40	0.6 (0.4 - 0.9)
Vuoden vuorokausien 36. korkein pitoisuus (RA)	50	2.1 (1.5 - 3.5)

Taulukko 7: Leviämislaskelmin arvioidut PM10-pitoisuudet [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] maanpintatasolla, kun polttoaineena käytetään kevyttä polttoöljyä. Pitoisuudet on ilmoitettu olosuhteissa 20 °C ja 101.3 kPa.

Tilastollinen määrittely (OA = ohjearvo, RA = raja-arvo)	PM10 vertailuarvo	PM10 keskim. pitoisuus (min-maks.)
Kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo (OA)	70	1.6 (0.6 - 3.0)
Vuosikeskiarvo (RA)	40	0.2 (0.2 - 0.3)
Vuoden vuorokausien 36. korkein pitoisuus (RA)	50	0.7 (0.5 - 1.2)

6 Tulosten arviointi ja johtopäätökset

Kuvassa 8 on keskimääräiset vuoden 2007 kalenterikuukausien 2. korkeimmat vrk-pitoisuudet. Suurimmat pitoisuudet muodostuvat leviämislaskelmien perusteella laitoksen länsipuolella olevan Tarinaharjun alueelle, suhteellisen pienelle alueelle noin 600 metrin etäisyydelle päästölähteestä.



Kuva 8: Leviämislaskelmin arvioidut keskimääräiset kuukausien 2. korkeimmat vrk-pitoisuudet Risulan lämpölaitoksen ympäristössä vuoden 2007 sääaineistolla.

27.2.2013

Ilmanlaadun ohjearvoihin verrattavat typpidioksidin vuorokausipitoisuudet maanpintatasossa olivat 16 – 77 % vuorokauden ohjearvosta. Raskasta polttoöljyä poltettaessa rikkidioksidipitoisuudet olivat suuremmat (noin 26-128 % ohjearvosta) ja ne voivat ylittää myös ilmanlaadun raja-arvon. Raskasta öljyä poltettaessa hiukkaspäästöjen ilmanlaatuvaikutukset olivat 2-11 % ohjearvosta ja noin 2-3 kertaisia verrattuna kevyen polttoöljyn polton savukaasujen vaikutuksiin.

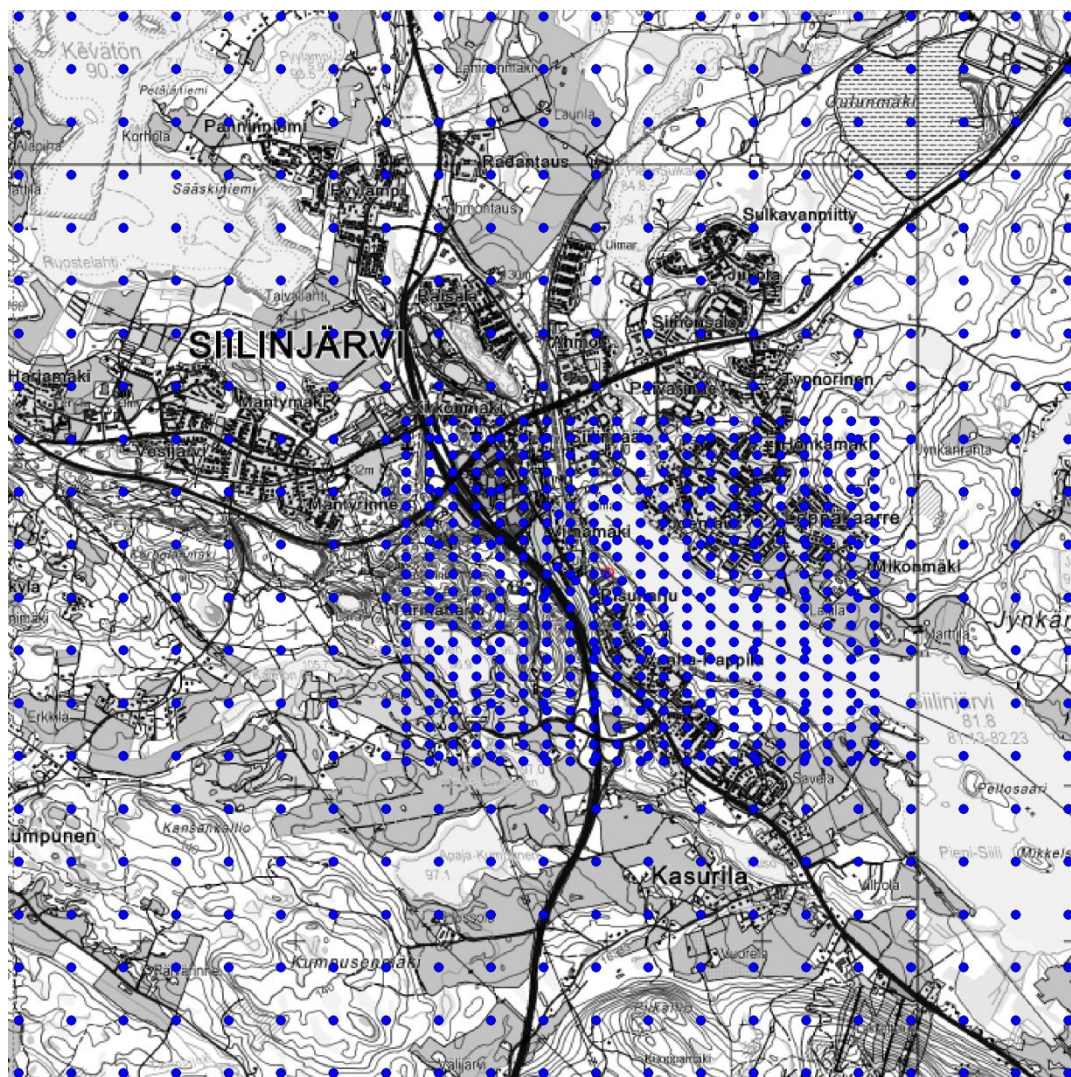
Savukaasupäästöjen vaikutukset vuosikeskiarvoihin ovat leviämislaskelmien perusteella raja-arvopitoisuuksiin verrattaessa suhteellisen pieniä kummallakin polttoaineella.

Mikäli piipun korkeutta nostetaan 50 metriin, ovat maanpintapitoisuudet noin 22 % pienemmät.

Leviämislaskelmin tehdyn erillistarkastelun perusteella nykyisellä piipun päästökorkeudella lämpölaitoksen päästöt eivät normaalitilanteessa aiheuta ilmanlaadun ohjearvoihin verrattuna merkittävää altistusta lähiasuinkerrosten kohdalla. Suurimmillaan typpidioksidipitoisuudet olivat noin 5 % raja-arvosta (200 µg/m³n). Stabiilisuusluokka B, jonka aikana maksimipitoisuuksien arvioitiin esiintyvän, on lähinnä kirkkaina kesäpäivinä esiintyvä labiili leviämisluokka ja suhteellisen harvinainen. Savukaasujen rikkipäästöt ja ilmanlaatuvaikutukset ovat typpidioksidipäästöjä suuremmat, joten mikäli lähirakennusten valmistuminen ajoittuu ennen vuotta 2018, jolloin PINO-asetus edellyttää rikkipäästöjen vähentämistä, olisi suositeltavaa rajoittaa SO₂-päästöjä nykyisestä esim. kevyeen polttoöljyyn siirtymällä.

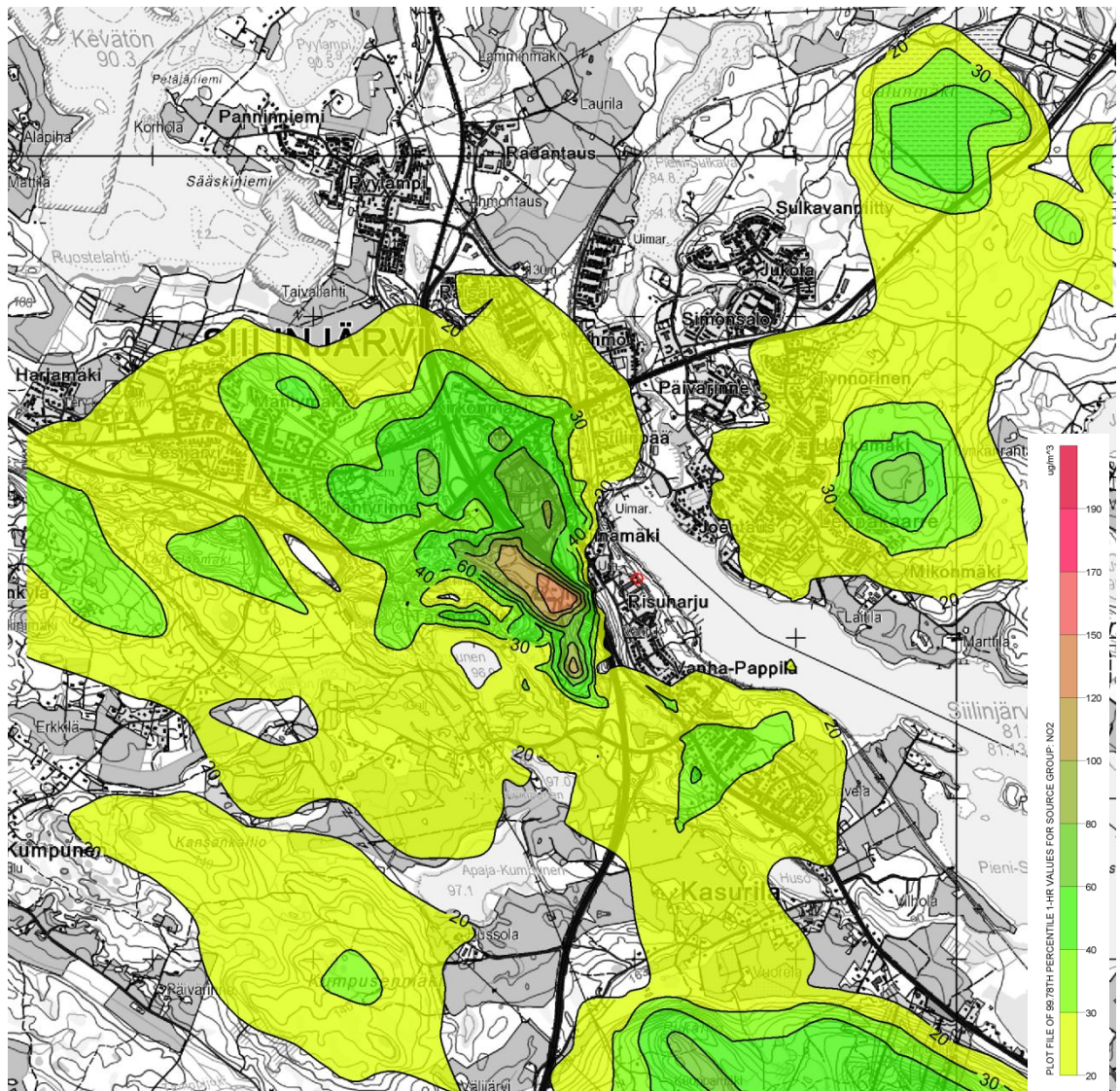
Tarkastelualueella ei ole tehty ilmanlaadunseurantaa, joten leviämislaskelmien tuloksia ei voida varmistaa vertaamalla niitä mittaustuloksiin. Yleisesti leviämislaskelmien kokonaisepävarmuus koostuu pääosin päästötietojen epävarmuuksista (10 – 40 %), sääaineiston ja sen edustavuuden epävarmuuksista (10-30 %) ja laskennan epävarmuuksista (10 -20 %). Lopputuloksen luotettavuus yksittäisessä pisteessä on heikoimmillaan tuntipitoisuuksia laskettaessa ja sen edustavuus paranee pitempiaikaispitoisuuksia laskettaessa. Epävarmuudet ovat pienempiä verrattaessa eri toimintojen mallinnustuloksia keskenään.

Liite 1: Leviämislaskennoissa käytetyt tarkastuspisteet karttapohjalla.



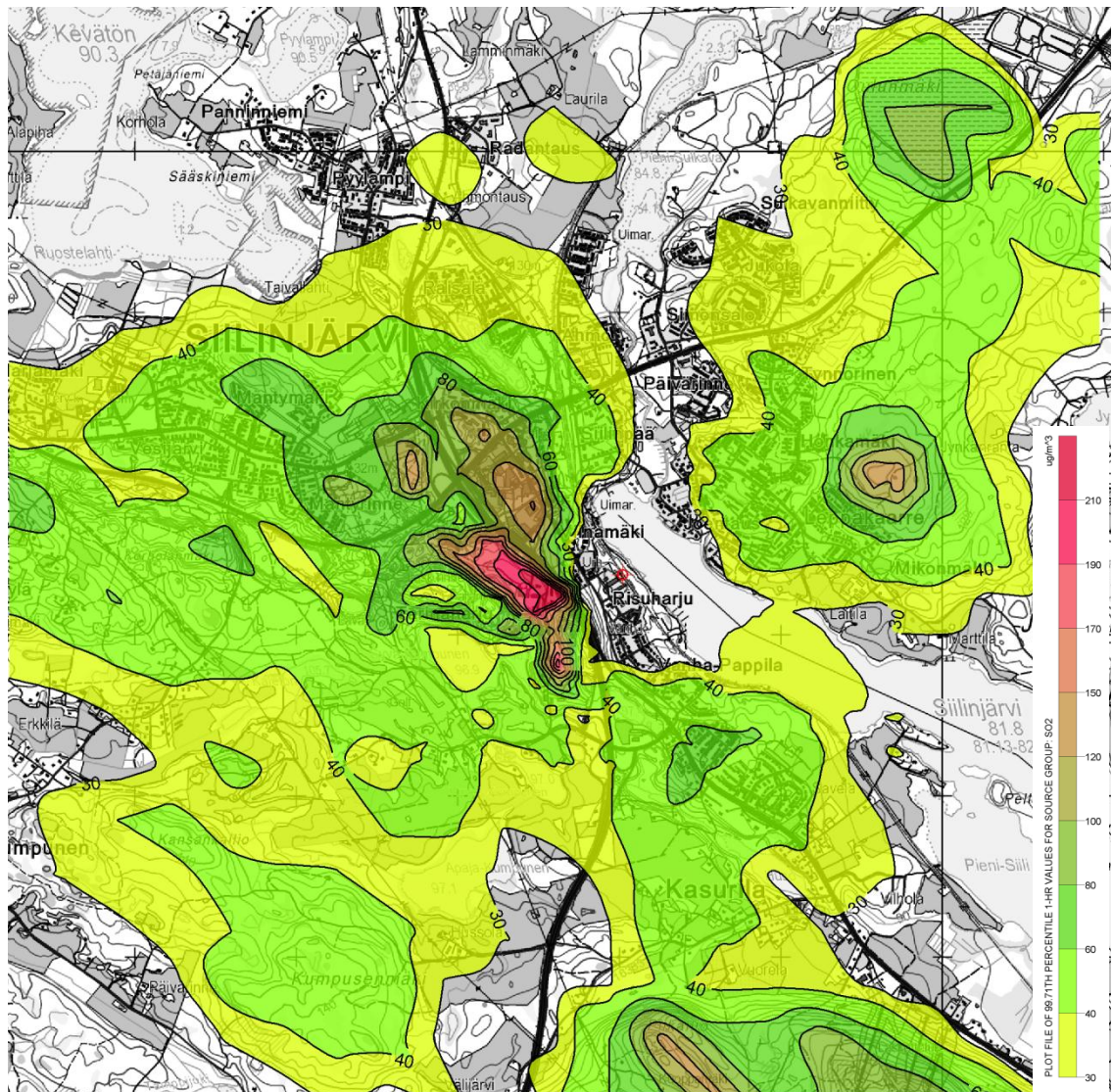
27.2.2013

Liite 2: Mallinnetut 19. korkeimmat tuntipitoisuudet (NO₂) lämpölaitoksen lähialueella vuoden 2007 sääaineistolla (µg/m³).

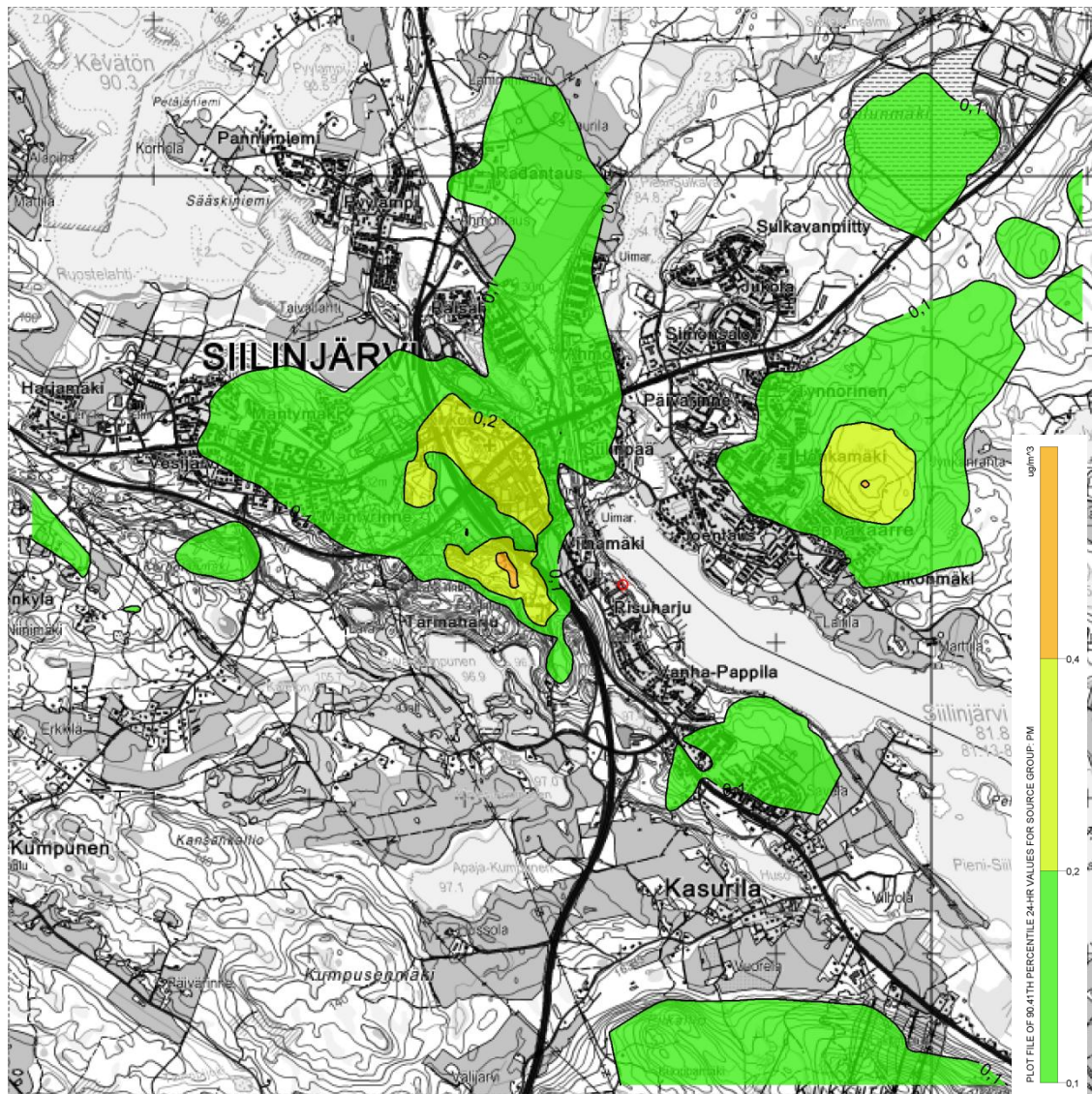


27.2.2013

Liite 3: Mallinnetut 25. korkeimmat tuntipitoisuudet (SO₂) lämpölaitoksen lähialueella vuoden 2007 sääaaineistolla (µg/m³).

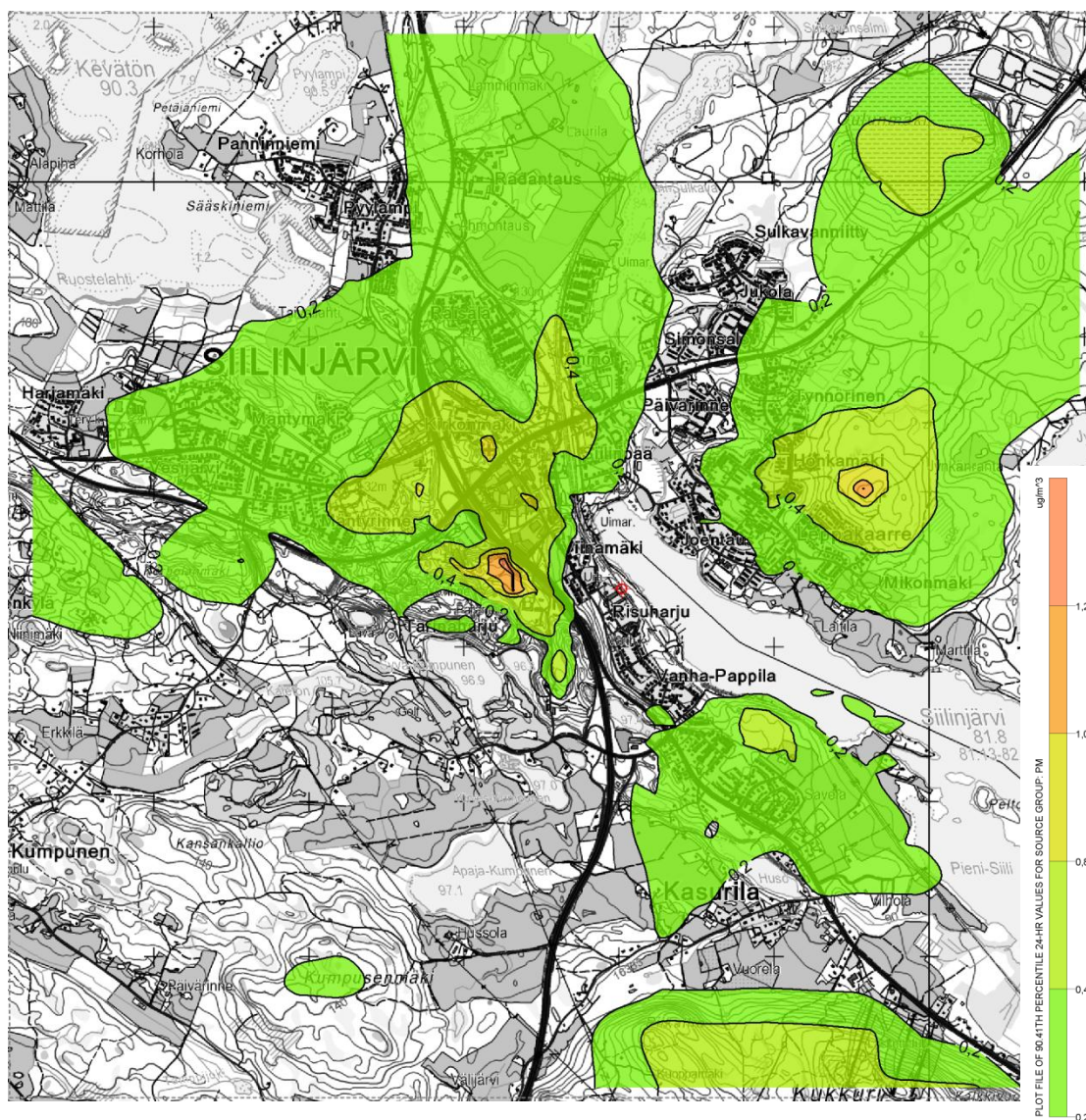


Liite 4: Mallinnetut 36. korkeimmat vrk-pitoisuudet (PM₁₀) lämpölaitoksen lähialueella vuoden 2007 sääaineistolla, kun polttoaineena on kevyt polttoöljy (µg/m³).



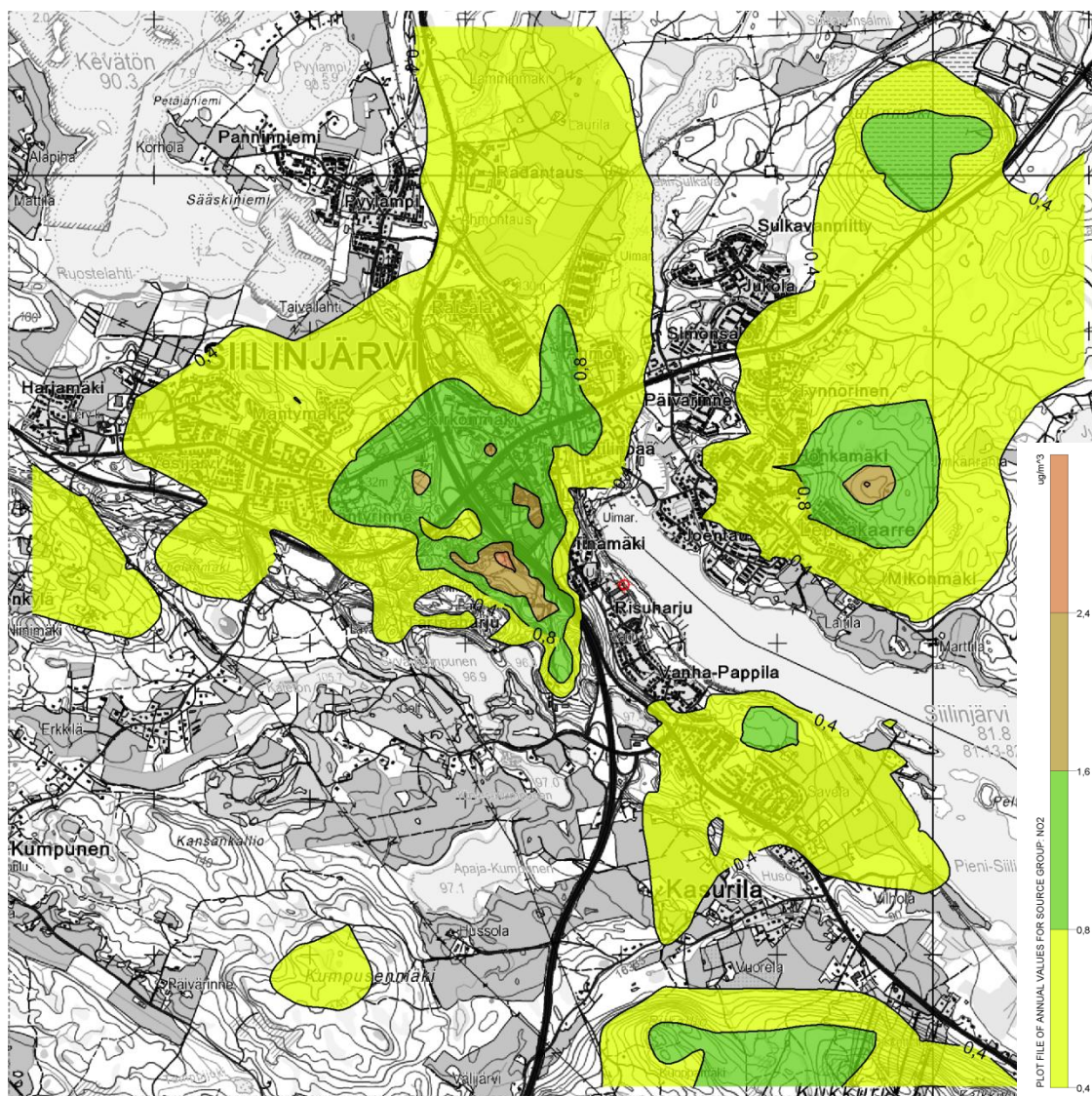
27.2.2013

Liite 5: Mallinnetut 36. korkeimmat vrk-pitoisuudet (PM10) lämpölaitoksen lähialueella vuoden 2007 sääaineistolla, kun polttoaineena on raskas polttoöljy ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).



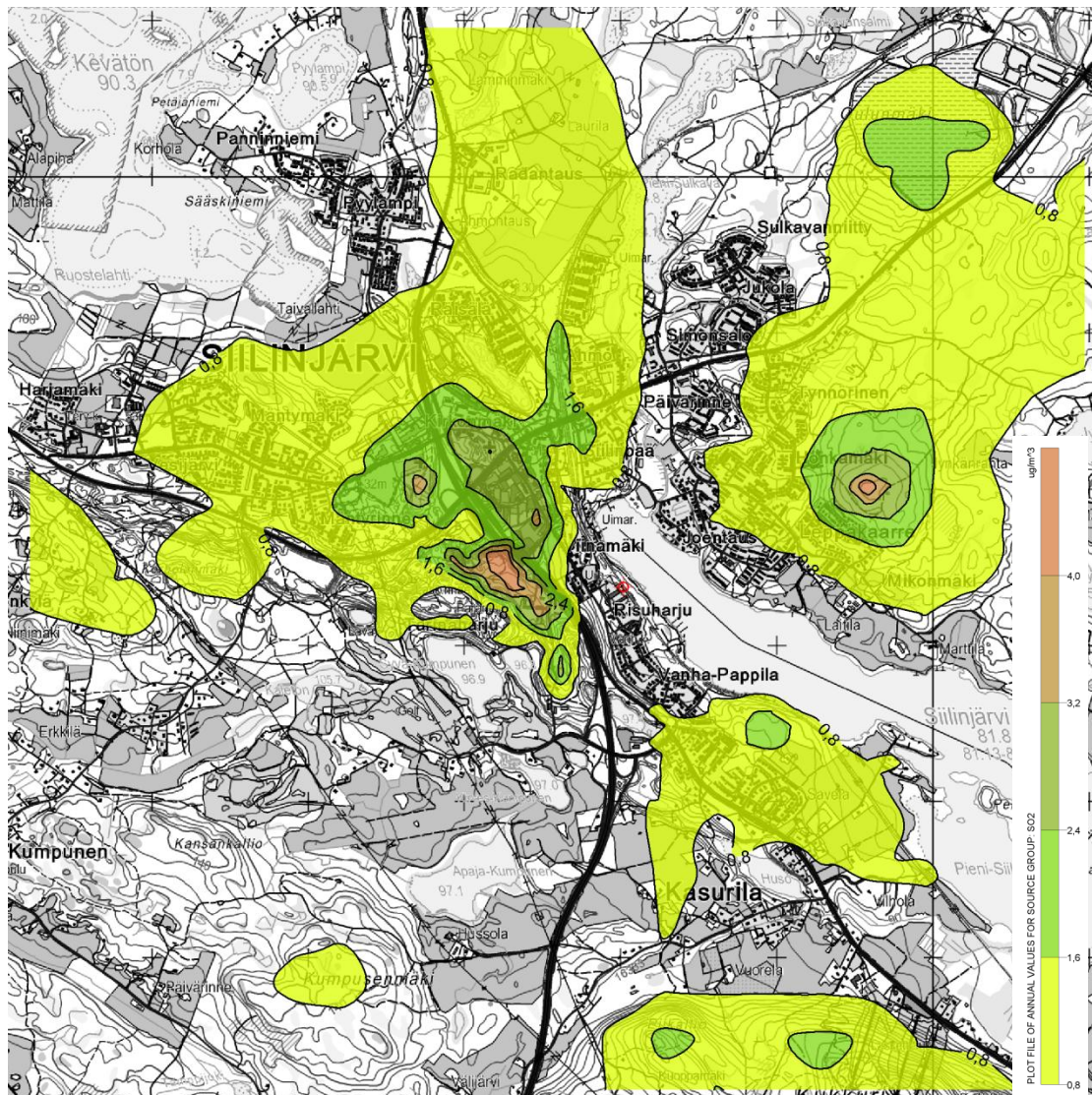
27.2.2013

Liite 6: Mallinnetut NO₂-pitoisuuksien vuosikeskiarvot lämpölaitoksen lähialueella vuoden 2007 sääaineistolla (µg/m³).



27.2.2013

Liite 7: Mallinnetut SO₂-pitoisuuksien vuosikeskiarvot lämpölaitoksen lähialueella vuoden 2007 sääaineistolla (µg/m³).



27.2.2013

Liite 8: Mallinnetut PM10- pitoisuuksien vuosikeskiarvot lämpölaitoksen lähialueella vuoden 2007 sääaineistolla ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

