



SEINÄJOEN SEUDUN ILMAPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISMALLI VUONNA 2010

Liikenteen ja pistelähteiden typen- ja rikkidioksidien
sekä hiukkaspäästöjen leviäminen Seinäjoen seudulla
vuonna 2010

P13048

22.12.2011

SISÄLLYSLUETTELO

1	TIIVISTELMÄ.....	1
2	JOHDANTO	3
3	ILMAPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISEN MALLINTAMINEN	4
3.1	Leviämismalli.....	4
3.2	Taustapitoisuus ja kaukokulkeutuminen	4
3.3	Reseptoriverkosto.....	8
3.4	Tieliikenteen päästöt	8
4	PÄÄSTÖT ILMAAN VUONNA 2010	12
5	LIIKENTEEN ILMAPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISMALLIN LASKENTATULOKSET	15
6	PISTELÄHTEIDEN ILMAPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISMALLIN LASKENTATULOKSET	17
6.1	Energiatuotanto- ja teollisuuslaitosten päästöt (pistelähteet)	17
6.1.1	Energiatuotanto- ja teollisuuslaitosten ilmapäästöjen leviäminen vuonna 2010.....	19
6.1.2	Pistelähteiden ilmapäästöt laitosten lupaehtojen ylärajojen mukaisesti ("worst case")	21
7	LIIKENTEEN JA PISTELÄHTEIDEN ILMAPÄÄSTÖJEN YHTEISVAIKUTUS.....	23
8	LASKENTAMALLIN EPÄVARMUUS.....	24
9	JOHTOPÄÄTÖKSET	25
	SANASTOA JA LYHENTEET	27

LIITTEET

Liite 1.1	Liikenne 2010, korkeimmat NO ₂ tunnin ohjearvoon verrannolliset pitoisuudet
Liite 1.2	Liikenne 2010, korkeimmat NO ₂ tunnin raja-arvoon verrannolliset pitoisuudet
Liite 2.1	Liikenne 2010, korkeimmat SO ₂ tunnin ohjearvoon verrannolliset pitoisuudet
Liite 3.1	Liikenne 2010, suorat hiukkaspäästöt PM10:n vrk-ohjearvoon verrannolliset pitoisuudet
Liite 4.1	Pistelähteet 2010, korkeimmat NO ₂ tunnin ohjearvoon verrannolliset pitoisuudet
Liite 4.2	Pistelähteet 2010, korkeimmat NO ₂ vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet
Liite 5.1	Pistelähteet 2010, korkeimmat SO ₂ tunnin ohjearvoon verrannolliset pitoisuudet
Liite 5.2	Pistelähteet 2010, korkeimmat SO ₂ vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet
Liite 6.1	Pistelähteet 2010, korkeimmat PM10:n vrk-ohjearvoon verrannolliset pitoisuudet
Liite 7.1	Pistelähteet "worst case", NO ₂ tunnin ohjearvoon verrannolliset pitoisuudet
Liite 7.2	Pistelähteet "worst case", NO ₂ tunnin raja-arvoon verrannolliset pitoisuudet
Liite 7.3	Pistelähteet "worst case", NO ₂ vrk-ohjearvoon verrannolliset pitoisuudet
Liite 7.4	Pistelähteet "worst case", SO ₂ tunnin ohjearvoon verrannolliset pitoisuudet
Liite 7.5	Pistelähteet "worst case", SO ₂ tunnin raja-arvoon verrannolliset pitoisuudet
Liite 7.6	Pistelähteet "worst case", SO ₂ vrk-ohjearvoon verrannolliset pitoisuudet
Liite 7.7	Pistelähteet "worst case", PM10:n vrk-ohjearvoon verrannolliset pitoisuudet

SEINÄJOEN KAUPUNKI, SEINÄJOEN SEUDUN ILMAPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISMALLI 2010 P13048

1 TIIVISTELMÄ

Tässä työssä selvitettiin Seinäjoen seudun alueella typen oksidipäästöjen (NO_x), rikkidioksidipäästöjen (SO₂) ja hengitettävien hiukkaspäästöjen (PM₁₀, hiukkauskoko < 10 µm) leviämistä vuoden 2010 päästötietojen perusteella. Työssä tarkasteltiin erikseen liikenteen, pistelähteiden (energiatuotannon ja teollisuuden) päästöjen sekä näiden päästöjen yhteisvaikutuksia. Ilmapäästöjen leviämisen mallinnus tehtiin epäpuhtauspäästöjen leviämistä kuvaavalla tietokonemallin avulla.

Liikennemallissa mallinnus tehtiin nykytieverkolla vuoden 2010 liikennetiedoilla tai uusimmilla saatavissa olevilla tiedoilla. Liikennetiedot Seinäjoen kaupungin tieverkostosta saatiin Seinäjoen kaupungin Tekniikkakeskukselta ja valtateiden osalta tiedot perustuvat ELY-keskuksen liikennemääräkarttaan 1.1.2010. Liikenteen päästötietojen määrittämisessä on käytetty VTT:n LIISA 2009-laskentajärjestelmää.

Leviämislaskelmissa saatuja epäpuhtauksien pitoisuuksia on verrattua ilmanlaadun valtakunnallisiin ohje- ja raja-arvoihin.

Laskentamallin tulosten perusteella liikenteen typen oksidipäästöjen ilmanlaatuvaikutukset ovat korkeimmillaan yhden tunnin aikana noin 137 % NO₂-tuntiraja-arvosta (200 µg/m³) ja rikkidioksidipäästöjen osalta noin 0,5 % SO₂-tuntiohje-arvosta (350 µg/m³). Korkeimmat pitoisuudet muodostuivat vilkasliikenteisen Pohjan valtatie (VT 19) kohdalla Seinäjoen keskustan tuntumassa.

Liikenteen suorat hiukkaspäästöt aiheuttavat ilmanlaatuvaikutuksen, joka on korkeimmillaan noin 25 µg/m³ tunnin aikana, mikä alittaa reilusti PM₁₀-vuorokauden raja-arvon 50 µg/m³. Tässä tulee huomioida, että liikenteen epäsuorat päästöt kuten hiekoituksesta tai renkaista aiheutuvat pölypäästöt eivät ole mukana laskentamallinnuksessa. Liikenteen epäsuorat hiukkaspäästöt aiheuttavat merkittävän osan korkeimmista mitatuista PM₁₀-pitoisuuksista kaupunkialueilla.

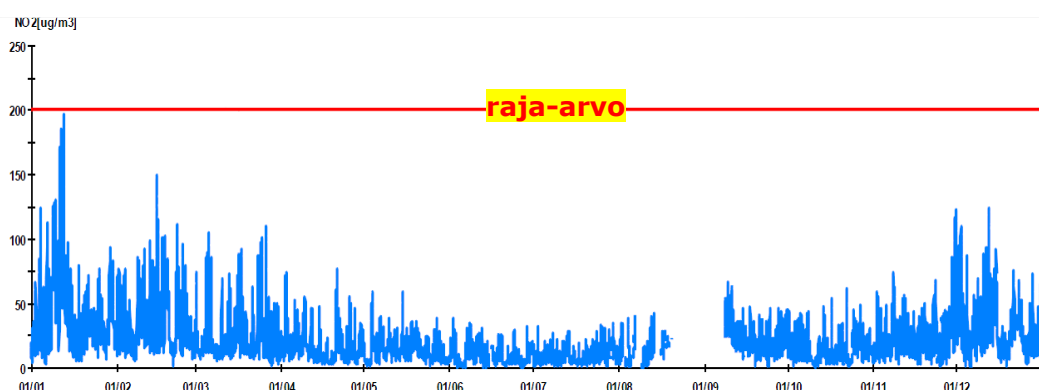
Seinäjoen kaupungin liikennepäästöt vuonna 2010 olivat seuraavat. NO_x 370,7 tonnia SO₂ = 0,66 tonnia ja hiukkaset 21,4 tonnia. Tiedot perustuvat VTT:n LIPASTO laskentajärjestelmän tietoihin.

Seinäjoen seudun energiatuotanto- ja teollisuuslaitosten merkittävimmät pistelähteet eivät laskentatulosten perusteella ole kriittisiä tekijöitä Seinäjoen kaupungin ilmanlaadun kannalta. Laskennassa mukana olleiden pistelähteiden typenoksidien kokonaispäästöt olivat vuonna 2010 noin 1152 t/a, rikkidioksidin päästöt 1 710 t/a ja hiukkaspäästöt 116 t/a.

Vaskiluodon Voima Oy:n SEVO:n CHP-laitoksen osuus pistelähteiden ilmapäästöistä on noin 47-76 %. Pistelähteiden päästöt leviävät korkeiden piippujen ansiosta korkeammalta ja laimentuvat samalla, kun taas liikenteen päästöt leviävät matalalta. Korkeimmat pistelähteistä aiheutuvat typpidioksidipitoisuudet sijoittuivat alueellisesti Hirvijärven seudulle noin 12 km Seinäjoen kaupungin keskustasta koilliseen. Vuonna 2010 korkeimmat pistelähteistä aiheutuvat päästöjen pitoisuudet olivat noin 40-65 % tuntiohje-arvosta yksittäisessä laskentapisteessä tarkasteltuna.

Pistelähteiden vaikutus Seinäjoen keskustan ilmanlaatuun olivat selvästi alhaisemmat kuin liikenteen aiheuttamat vaikutukset. Pitoisuudet jäivät selvästi alle nykyisin voimassa oleva NO₂ tuntiraja-arvon 200 µg/m³, olleen enimmillään noin 25 % raja-arvosta.

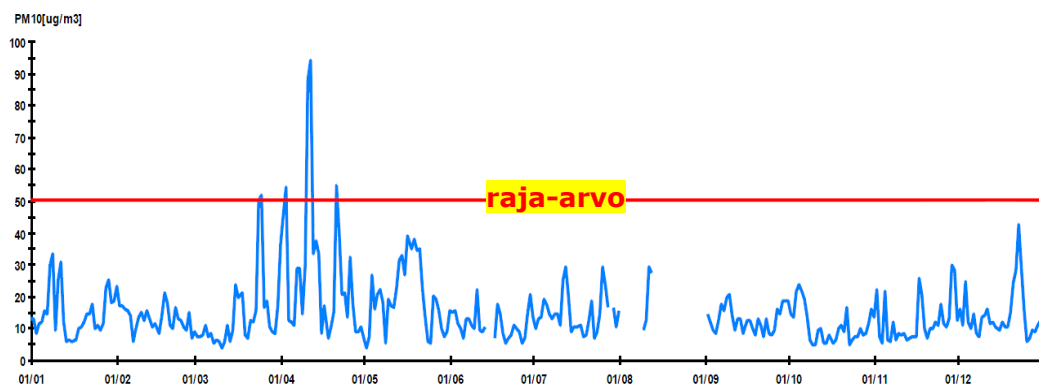
Liikenteen ja pistelähteiden nykypäästöjä tarkasteltaessa on havaittavissa, että liikenteen vaikutus korostuu typpidioksidien korkeimmissa ulkoilmapitoisuuksissa Seinäjoen keskustan alueella. Typpidioksidipitoisuudet ylittivät hetkellisesti tunnin raja-arvon (200 µg/m³) vilkasliikenteisillä teillä ja risteysalueilla. Laskentamallinnustulokset olivat hyvin yhtäpitäviä Seinäjoen kaupungin vuoden 2010 ilmanlaadun mittaustulosten kanssa, sillä esim. korkein typpidioksidipitoisuuden tunti-arvo oli tammikuussa Vapaudentien mittausasemalla 196 µg/m³, (Kuva 1).



Kuva 1. Vapaudentiellä mitatut typpidioksidipitoisuuksien (µg/m³) tuntikeskiarvot vuonna 2010.

Edellä esitetystä kuvasta nähdään, että typpidioksidipitoisuus on vuoden aikana pääsääntöisesti huomattavasti alle raja-arvon (200 µg/m³). Vapaudentiellä mitatun typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli vuonna 2010 22 µg/m³ (eli noin 15 % ohje-arvosta).

Seinäjoen kaupungin mittausasemalla Vapaudentiellä mitatut PM10-pitoisuudet ovat mallinnettuja pitoisuuksia huomattavasti suuremmat, johtuen siitä, että Vapaudentiellä mitatuissa pitoisuuksissa on mukana liikenteen epäsuorat hiukkaspäästöt. Epäsuoria hiukkaspäästöjä syntyy mm. katupölystä, hiekoituspölystä ja renkaiden irrottamasta tienpintamateriaalista. Ylitykset tapahtuivat keväällä 25.3.-21.4., jolloin hiekoituspölyä oli tyypillisesti runsaasti ilmassa, (Kuva 2).



Kuva 2. Vapaudentiellä mitatut (PM10) hengitettävien hiukkaspitoisuuksien vuorokausikeskiarvot (µg/m³) vuonna 2010.

2 JOHDANTO

Tässä selvityksessä tarkasteltiin Seinäjoen kaupungin ja Seinäjoen seudun typen oksidipäästöjen (NO_x), rikkidioksidipäästöjen (SO₂) ja hengitettävien hiukkaspäästöjen (PM₁₀, hiukkaskoko <10 µm) leviämistä vuoden 2010 päästötietojen perusteella ja liikenteen osalta uusimmilla tiedossa olevien liikennemäärien perusteella. Työ jakautui kolmeen osaan:

- **Seinäjoen katuverkon ja keskusta-alueella kulkevien valtateiden (18,19 ja 67) liikennepäästöjen vaikutukset ilman laatuun Seinäjoella.**
 - Autoliikenteen typenoksidipäästöjen (NO_x), rikkidioksidipäästöt (SO₂ ja pakokaasuista peräisin olevien ns. suorien hiukkaspäästöjen (PM₁₀, alle 10 µm:n hiukkaskoko) leviäminen vuoden 2010 liikennemäärillä ja päästöillä.
- **Seinäjoen seudulla toimivien pistemäisten päästölähteiden (energiantuotanto, teollisuus) vaikutukset ilman laatuun Seinäjoella.**
 - Pistelähteiden NO_x- ja SO₂-päästöjen sekä PM₁₀-päästöjen leviäminen vuoden 2010 päästötiedoilla. Laskenta suoritettiin myös teollisuuslaitosten maksimipäästöjen tai lupapäästösten maksimipäästöjen perusteella ns. "worst case"-tilanne.

Työn on tilannut Seinäjoen seudun ilmanlaadun tarkkailuryhmä, yhteyshenkilönä Pirjo Korhonen Seinäjoen kaupungista. Seinäjoen seudun ilmanlaadun tarkkailutyöryhmään kuuluvat seuraavat laitokset:

Altia Oyj, Koskenkorva
Atria Suomi Oy, Nurmo
Fortum Power and Heat
Hankkija-Maatalous Oy
Lemminkäinen Infra Oy
Rautaruukki Oyj, Peräseinäjoki
Seinäjoen Energia Oy
Valio Oy Seinäjoki
Vapo Oy Energia
Vaskiluodon Voima Oy
Kurikan Kaukolämpö Oy, Ilmajoki

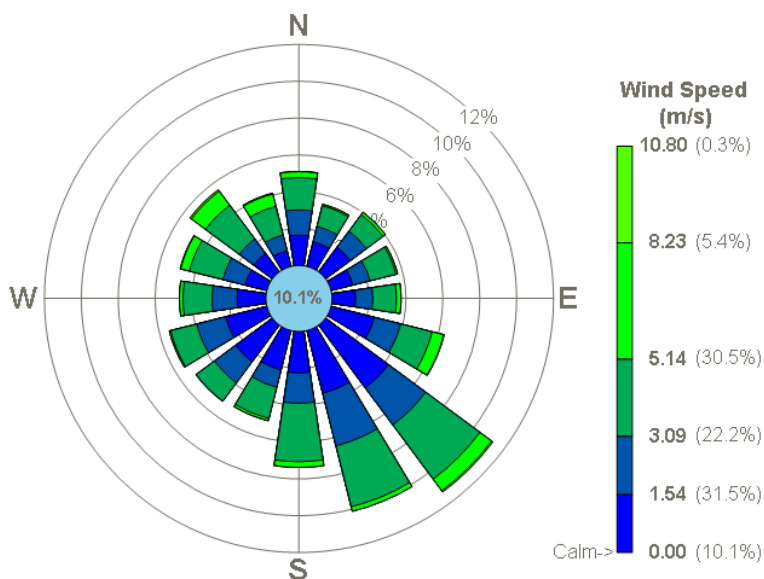
Lisäksi työhön ovat osallistuneet Seinäjoen kaupunki ja Ilmajoen kunta.

Mallinnustyön on tehnyt FCG Finnish Consulting Group Oy:ssä Ins. Hans Vadbäck.

3 ILMAPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISEN MALLINTAMINEN

3.1 Leviämismalli

Käytetty laskentamalli soveltuu yksi- ja monipiippu- sekä viiva- ja pintalähteiden päästöjen leviämisen arviointiin. Malli soveltuu käytettäväksi sekä kaasumaisten epäpuhtauksien, että leijuvan pölyn leviämisen mallintamiseen. Laskenta etenee tunnin aika-askeleella kunnes koko meteorologisten tietojen aikasarja ja tuntipitoisuudet on käyty läpi. Leviämismallinnuksessa käytetyt sääaineistot perustuvat Seinäjoen Rengonharjun lentoaseman tarkkailutietoihin vuodelta 2010.



Kuva 3. Seinäjoen Rengonharjun lentoaseman tuulen nopeuden ja suunnan jakauma vuonna 2010.

Mallin avulla voidaan laskea tarkastelualueen havaintopistejoukkoon korkeimmat tunti-, vuorokausi- ja vuosikeskiarvopitoisuudet aluejakauksina eri aikakausien säätiedot huomioiden. Lisäksi voidaan laskea erilaisia tilastollisia määrittelyjä, kuten toiseksi korkeimmat pitoisuudet, tunti- tai vuorokausiarvojen mediaani tai erilaisia prosenttipisteitä.

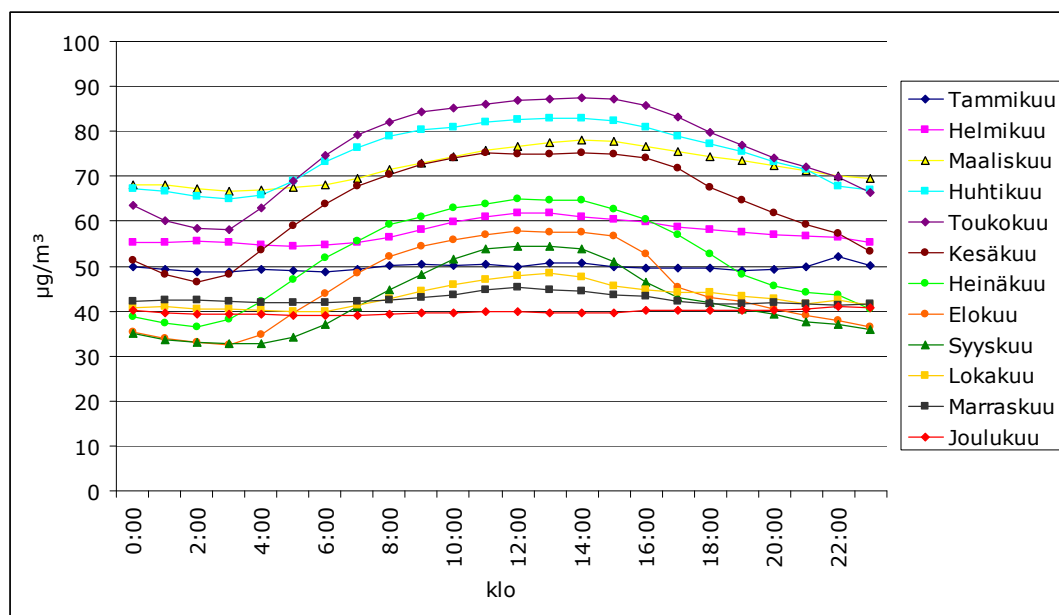
3.2 Taustapitoisuus ja kaukokulkeutuminen

Mallinnukset tehtiin typenoksidien (NO_2 , NO_x), rikkidioksidin (SO_2) ja hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) ilmanlaadun raja- ja ohjearvojen vertailupitoisuuksiin. Laskentamalliin ei lisätty taustapitoisuuksia eikä kaukokulkeuman osuutta. Typen oksidien taustapitoisuuden oletetaan sisältyvän mallin lähtötietojen epävarmuuden sisään (vrt. liikennemäärät, päästökertoimet). Seinäjokea lähinnä oleva typen oksidien taustapitoisuuden mittausasema sijaitsee Ähtärissä. Typpidioksidin taustapitoisuuden vuosikeskiarvo oli Ähtärissä vuonna 2010 noin $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mikä katsotaan vastaavan kaukokulkeumaa. PM_{10} taustapitoisuuksia ei tausta-asemalla ole mitattu. Lähin rikkidioksidin taustapitoisuuksia mittaava sääasema sijaitsee Porin Lampaluodossa, vuoden 2009 rikkidioksidin keskimääräinen tuntikeskiarvo oli noin $0,6 \mu\text{g}/\text{m}$, mikä katsotaan vastaavan kaukokulkeumaa.

Päästölaskentaan ei ole valittu kaupunkiparametreja, koska teollisuus-, liike- ja tiiviit asutusalueet kattavat alle puolet päästölähteistä säteellä olevasta pinta-alasta.

Maaston korkeuserot ja voimalaitosalueen korkeimmat rakenteet on otettu huomioon laskennassa. Maanpinnan korkeudet perustuvat maanmittauslaitoksen toimittamiin korkeusarvoihin, joista laskennan lähtötiedoiksi on syötetty arvot 200 metrin välein. Liikennepäästöjen leviämisen tarkastelussa käytetyn 100 km²:n laajaa aluetta, jossa XYZ-koordinaatiston hilaväli on ollut 200 metriä.

NO₂-pitoisuuksiin vaikuttavat ilmakemialliset reaktiot, joiden kuvaamiseen on käytetty ohjelmistoon liitettyä PVMRM-mallia. Käytännössä NO_x-päästö on piipusta ulos tullessaan lähes kokonaan (90 %) NO:ta, jonka hapettuminen edelleen NO₂:ksi tapahtuu vähitellen vallitsevista olosuhteista riippuen. AERMOD-mallissa on kaksi typen oksidipäästöjen muuttumista typpidioksidiksi kuvaavaa mallia. Tässä on käytetty PVMRM-mallia (Plume Volume Molar Ratio Method). Malli tarvitsee lähtötiedokseen arvion otsonipitoisuudesta. Tässä tapauksessa otsonipitoisuudet ovat Ilmatieteen laitoksen Ähtäri II:n mittausaseman vuosien 2007-2009 tarkkailutietojen (EMEP ozone data, <http://www.nilu.no/projects/ccc/emepdata.html> ja Ilmanlaatuportaali, www.ilmanlaatu.fi) perusteella laskettuja tuntikeskiarvoja.



Kuva 4. Ähtärin sääaseman kuukausikohtaiset keskimääräiset otsonipitoisuuden vuorokausikäyrät vuosina 2007-2009.

Käytössä olleesta sääaineistosta on valittu se, jonka arvioitiin parhaiten kuvaavan tarkastelualueen tilannetta. Leviäismallinnuksessa käytetty sääaineisto on Seinäjoen/Rengonharjun lentokentän sääasemalta v. 2010. Pitoisuuksiin vaikuttavien tekijöiden arvioidaan olevan kohtuullisella tarkkuudella tarkastelualueella kuvaavia (sääasema on suhteellisen lähellä päästölähdettä).

Sään vaihtelusta johtuvaa epävarmuutta on laskennassa vähennetty tarkastelemalla pitoisuuksia vuoden 2010 jokaisen tunnin keskimääräisellä sääaineistolla. Käytännössä ilmakemiallisten reaktioiden mallintaminen on melko monimutkaista ja malli yksinkertaistaa todellisuutta.

Käytännössä pitoisuuksien alueellinen jakautuminen ja esimerkiksi suurimpien pitoisuuksien esiintymispaikka vaihtelevat säätilanteen mukaan. Toisaalta mallinnuksella haetaan pitoisuuksien suuruusluokkaa, joita voidaan verrata pitoisuuksille annettuihin raja- ja ohjearvoihin.

Ohjearvot on otettava huomioon suunnittelussa ja niitä sovelletaan mm. alueiden käytön, kaavoituksen, rakentamisen ja liikenteen suunnittelussa sekä ympäristölupaharkinnassa. Ohjearvojen soveltamisen avulla pyritään ehkäisemään epäpuhtauksien aiheuttamia terveysvaikutuksia. Tavoitteena on, että ohjearvojen ylittyminen estetään ennakolta hyvän suunnittelun avulla.

Raja-arvot ovat ohjearvoja sitovampia ja ne määrittelevät ilmansaasteille sallitut korkeimmat pitoisuudet. Raja-arvot ovat samat kaikissa EU-maissa.

Nykyisin voimassa olevat rikkidioksidi-, typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuuden ohjearvot (Vnp 480/1996) ovat esitetty seuraavassa taulukossa, (Taulukko 1). Ilman rikkidioksidi- ja typpidioksidipitoisuuden vuorokausikeskiarvo sekä hengitettävien hiukkasten (PM10) vuorokausikeskiarvo voi ohjearvomäärittelyjen mukaan ylittää yhden kerran kuukaudessa taulukossa esitetyn vuorokausiohjearvon. Ilman rikkidioksidi- ja typpidioksidipitoisuuden tuntikeskiarvoista voi yksi prosentti kuukauden jaksolla olla suurempia kuin taulukon tuntiohjearvo. Hiukkasten kokonaisleijuman (TSP) vuorokausikeskiarvoista voi 2 prosenttia vuoden jaksolla olla suurempia kuin taulukon vuorokausiohjearvo.

Taulukko 1. Valtioneuvoston päätöksen (480/1996) ilmanlaadun ohjearvot alueille missä asuu tai oleskelee ihmisiä.

Ilman epäpuhtaus	Ohje-arvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tilastollinen määrittely
Rikkidioksidi (SO_2)	80	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
	250	kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
Typpidioksidi (NO_2)	70	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
	150	kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
Hiukkaset kokonaisleijuma (TSP)	50	aritmeettinen vuosikeskiarvo
	120	vuoden vuorokausiarvojen 98. prosenttipiste
Hiukkaset (PM10)	70	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo

Kokonaisleijumalla (TSP, Total Suspended Particles) tarkoitetaan kokonaishiukkaspitoisuutta, johon saattaa sisältyä kooltaan varsin suuriakin hiukkasia, joiden korkeat pitoisuudet vaikuttavat merkittävimmin viihtyvyyteen. Terveysvaikutukseltaan haitallisempia ovat pienet hiukkaset, joista ns. hengitettäville hiukkasille (PM10, PM=Particulate Matter) on annettu ohjearvo.

Valtioneuvoston asetuksessa (Vna 38/2011) annetut EU:n ilmanlaadun direktiivin (2008/50/EY) mukaiset rikkidioksidia, typpidioksidia, typen oksideja ja hengitettäviä hiukkasia (PM10) koskevat raja-arvot on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 2).

Taulukko 2. Valtioneuvoston asetuksen (38/2011) ilmanlaadun raja-arvot alueille missä asuu tai oleskelee ihmisiä eivät saa ylittää seuraavia raja-arvoja:

Aine	Keskiarvon laskenta-aika	Raja-arvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (293 K, 101,3 kPa)	Sallittujen ylitysten määrä kalenterivuodessa (vertailujakso)	Ajankohta, josta lähtien raja-arvot ovat olleet voimassa
Rikkidioksidi (SO_2)	1 tunti	350	24	1.1.2005
	24 tuntia	125	3	1.1.2005
Typpidioksidi (NO_2)	1 tunti	200	18	1.1.2010
	kalenterivuosi	40	-	1.1.2010
Hiukkaset (PM_{10})	24 tuntia	50	35	1.1.2005
	kalenterivuosi	40	-	1.1.2005

Lyhytaikaisissa (tunti- tai vrk-keskiarvoissa) sallitaan tietty määrä ylityksiä kalenterivuoden aikana epäpuhtaudesta riippuen. Esim. PM_{10} hiukkasten osalta sallitaan 35 vuorokausikeskiarvon raja-arvoylitystä, kun taas NO_2 :n tuntiraja-arvon ylityksiä sallitaan kalenterivuodessa 18 kappaletta.

Ilmanlaatuindeksi

Suomen oloihin sovitettu ilmanlaatuindeksi (Ilmanlaatuportaali, www.ilmanlaatu.fi) on YTV:n kehittämä ja ylläpitämä. Ilmanlaatuindeksiä käytetään päivittäisessä ilmanlaatatiedotuksessa. Sen avulla ilmanlaatu kullakin mittausasemalla voidaan tiivistää havainnolliseen väriasteikkoon ja laatusanoihin hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono tai erittäin huono. Indeksillä on tunneittain mittausasemalle laskettava vertailuluku, joka kuvaa sen hetkistä ilmanlaatua suhteutettuna ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin. Ilmanlaatuindeksi saadaan siis tuntipitoisuuksien perusteella, (Taulukko 3).

Taulukko 3. Ilmanlaatuindeksin yhteys vaikutuksiin sekä SO_2 -, NO_2 - ja PM_{10} -tuntipitoisuutta ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) vastaava indeksiarvo (ns. ali-indeksi)

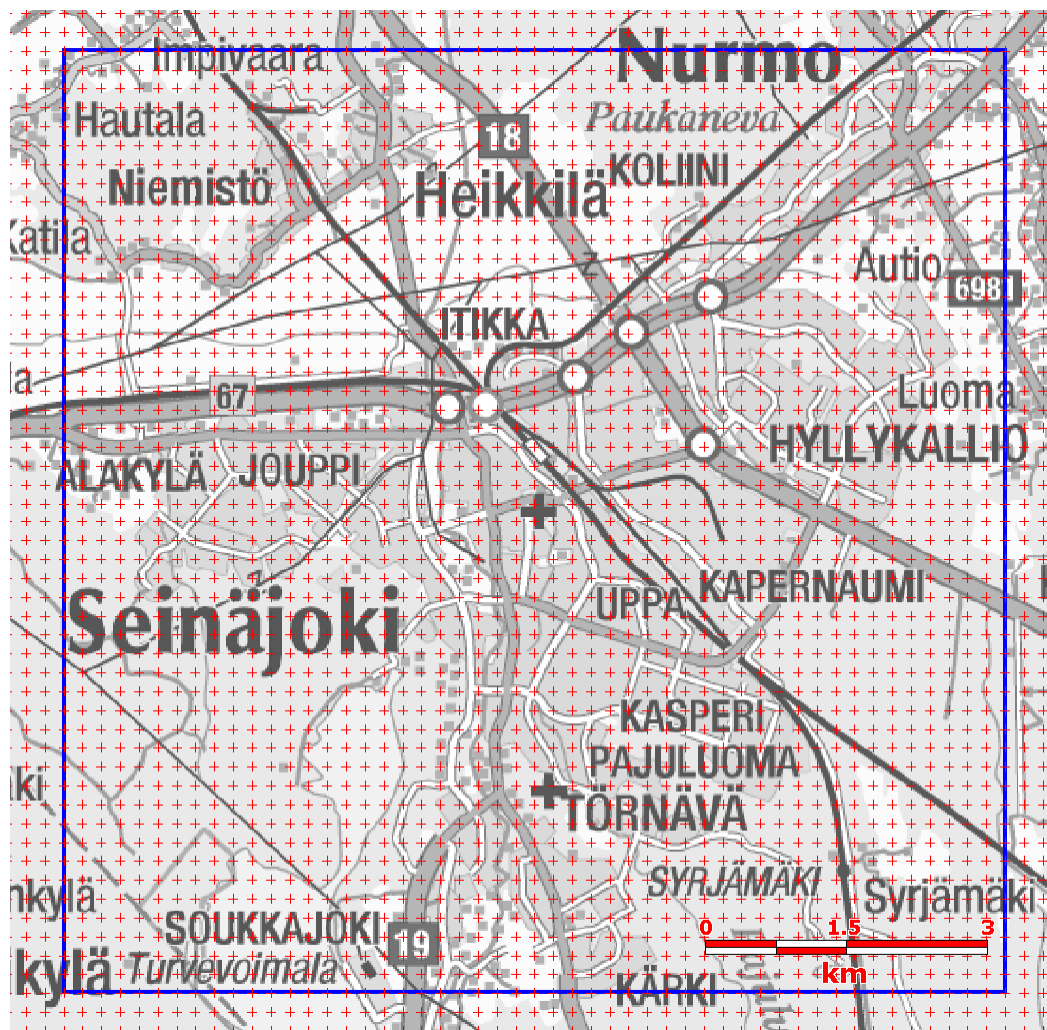
Ilmanlaatu *)	Terveysvaikutukset	Muut vaikutukset	SO_2	NO_2	PM_{10}
HYVÄ	Ei todettuja	Lieviä luontovaikutuksia pitkällä aikavälillä	<20	<40	<20
TYYDYTTÄVÄ	Hyvin epä-todenäköisiä	Lieviä luontovaikutuksia pitkällä aikavälillä	20-80	40-70	20-50
VÄLTÄVÄ	Epätodennäköisiä	Selviä kasvillisuus- ja materi-aali-vaikutuksia pitkällä aika välillä	80-250	70-150	50-100
HUONO	Mahdollisia herkillä ihmisillä	Selviä kasvillisuus- ja materi-aali-vaikutuksia pitkällä aikavälillä	250-350	150-200	100-200
ERITTÄIN HUONO	Mahdollisia herkillä väestöryhmillä	Selviä kasvillisuus- ja materiaali-vaikutuksia pitkällä aikavälillä	>350	>200	>200

*) 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_2), typpidioksidin (NO_2), hengitettävien hiukkasten (PM_{10}), pienhiukkasten ($\text{PM}_{2.5}$), otsonin (O_3), hiilimonoksidin (CO) ja haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) pitoisuudet.

3.3 Reseptoriverkosto

Liikennepäästöjen leviämistä ja ulkoilmapitoisuuksien muodostumista tarkasteltiin havaintopistejoukossa, joka ulottui n. 5-10 km:n säteelle tielinjauksista. Reseptoripisteet (yhteensä n. 2 500 pistettä) sijoitettiin 200 m:n välein ja niiden korkeusasemat huomioitiin (korkeusmalli).

Laskentamallin reseptoriverkostoa (x,y,z) havainnollistaa seuraava kuva, (Kuva 5). Reseptoripisteiden xyz-koordinaatit laadittiin maastotietokannan perusteella.



Kuva 5. Reseptoriverkosto 10 x 10 km ja 200 metrin hila väli.

3.4 Tieliikenteen päästöt

Seinäjoen kaupungin liikennemäärätiedot saatiin Seinäjoki kaupungin Tekniikkakeskuksesta, suunnittelupäällikkö Keijo Kaistilalta. Valtateiden 18, 19 ja 67 liikennemäärät perustuvat ELY-keskuksen liikennemääräkarttaan 1.1.2010. Liikennemäärissä huomioitiin henkilöauto- ja raskasliikenneosuudet. Raskasliikennemääriä ei ole saatavissa Seinäjoki kaupungin liikennemäärätiedoista eri tieosuuksilla, joten laskennassa käytettiin arvoa 5 %.

Liikenteen yksikköpäästöjä laskettaessa lähtötietoina käytettiin VTT:n LIISA 2009 -laskentajärjestelmää. "LIISA" on VTT:ssä kehitetty tieliikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmä, jonka

kehitystyön ovat rahoittaneet ympäristöministeriö, Fortum Oil and Gas Oy ja VTT. Vuoden 2009 version päivityksen on rahoittanut Tilastokeskus. Järjestelmä päivitetään vuosittain.

Päästökertoimet ilmaisevat vuosimallin 1993 ajoneuvon mukaisen päästön moottorin normaalissa käyntilämpötilassa, eivät koko autokannan keskimääräistä päästöä. Peruskertoimien määrittelyssä on päätetty käyttää myös jatkossa vuoden 1993 tasoa, jotta vältytään jatkuvalta kertoimien muuttamiselta. Perusvuoden 2009 päästökertoimien taso määräytyy VTT:n tutkimusraportin liitteessä D olevien muutuskertoimien kautta.

Katuliikenteessä päästökertoimet on esitetty katutyypeittäin keskimääräisesti, koska tiedon taso ei riitä tarkempaan esittämiseen (nopeuden suhteen). Maanteiden kertoimet on esitetty nopeusrajoitusten suhteen.

Kertoimet ovat huomattavasti muuttuneet LIISA-laskentajärjestelmän uudistuksessa, joka koski vuoden 2001 laskentaa. Uudistuksen päästökertoimiin kohdistuvat muutokset on esitetty LIPASTO järjestelmän webbisivulla <http://lipasto.vtt.fi/lipasto/liisa/uudistus.htm>

Seinäjoen katuverkoston vuoden 2010 katusuoritejakauma arvioitiin julkaisussa esitettyjen Tiehallinnon katusuorite-ennusteiden pohjalta.

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 4) on esitetty vuoden 2010 Seinäjoen tieliikenteen päästöille käytetyt keskimääräiset päästöt grammaa per kilometriä kohden laskettuna.

Taulukko 4. Henkilöautoliikenteen päästölaskennassa käytettiin Suomen henkilöautojen keskimääräisiä päästökertoimia ja energiankulutusta matkayksikköä kohden vuonna 2009.

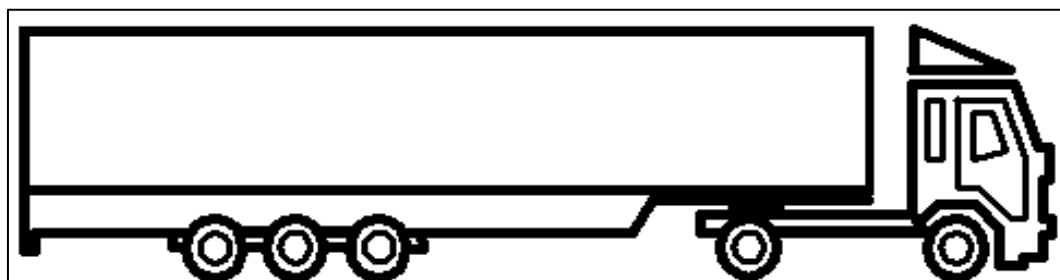
Henkilöauto	Päästöt (g/km)		
	NO _x	PM ₁₀	SO ₂
Bensiinikäyttöiset, maantieajo	0.39	0.0037	0.00088
Bensiinikäyttöiset, katuajo	0.28	0.0031	0.0010
Bensiinikäyttöiset, keskimäärin	0.35	0.0035	0.00092
Dieselmikäyttöiset, maantieajo	0.56	0.035	0.0010
Dieselmikäyttöiset, katuajo	0.55	0.037	0.0013
Dieselmikäyttöiset, keskimäärin	0.56	0.036	0.0011
Maantieajo	0.43	0.011	0.00091
Katuajo	0.34	0.011	0.0011
Keskimäärin	0.40	0.011	0.00096

Henkilöautojen ajoneuvotyyppien päästökertoimeksi valittiin kaikille pääkaduille ja valtateille keskimääräisiä päästökertoimia.

Eri autotyyppien keskimääräisten päästökertoimien ja katusuoritejakaumien sekä tieosuuksien keskimääräisen henkilöauto- ja raskaan liikenteen määrien mukaan laskettiin kunkin tieosuuden typen- sekä rikkidioksidipäästöt sekä

autoliikenteen suorat hiukkaspäästöt PM10 vuodelle 2010. Raskaan liikenteen määräksi käytettiin laskelmissa 5 % kokonaisliikennemäärästä kaikilla katuosuuksilla.

Raskaan liikenteen päästökertoimina käytettiin VTT:n LIISA 2009-laskentajärjestelmässä esitettyjä päästökertoimia puoliperävaunulla varustettua yhdistelmäajoneuvoa, jonka kokonaismassa on 40 tonnia, kantavuus 25 tonnia ja 70 % kuormalla.



Kuva 6. Esimerkki puoliperävaunuyhdistelmästä, (kokonaismassa 40t).

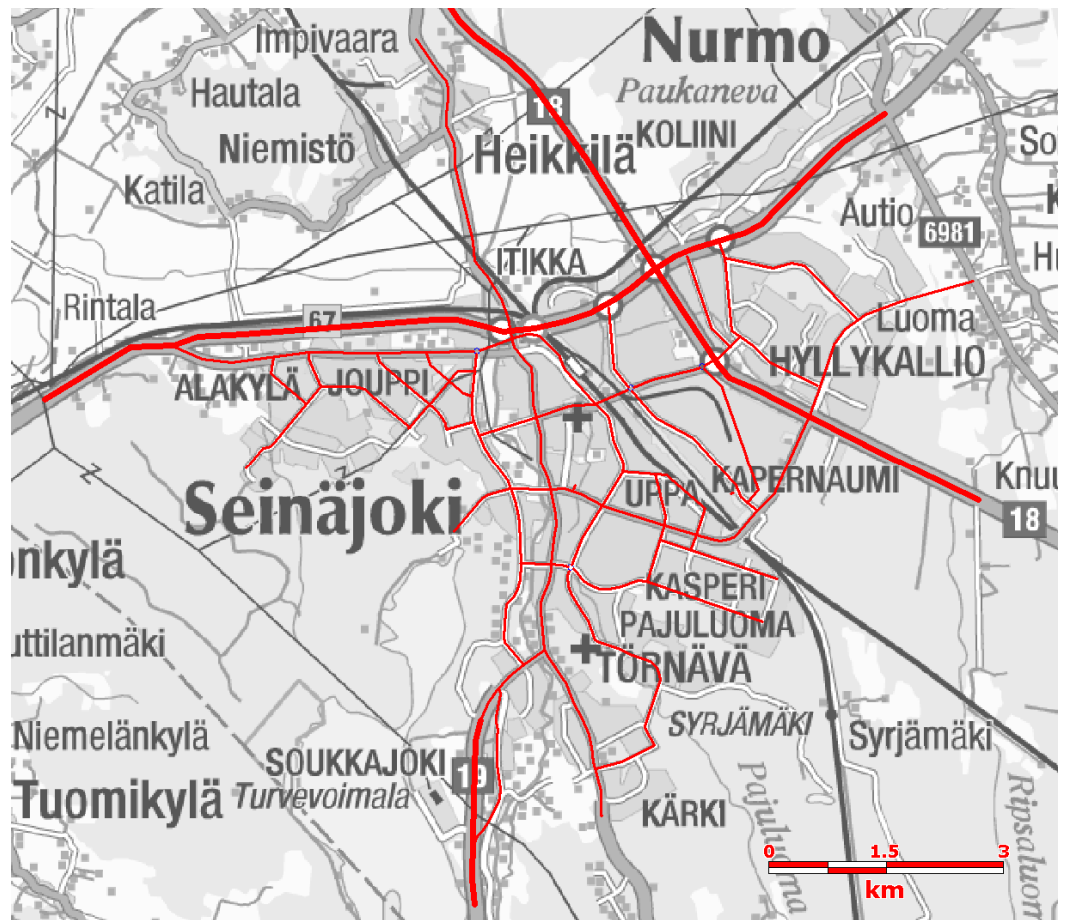
Kaikki raskasajoneuvojen päästökertoimet edustavat katuajoa, (Taulukko 5).

Taulukko 5. Raskas liikenteen päästölaskennassa käytettiin puoliperävaunulla varustettua yhdistelmäajoneuvon (kokonaismassa 40t, kantavuus 26, 70 % kuorma ja katuajo) keskimääräisiä päästökertoimia ja energiankulutusta matkayksikköä kohden vuonna 2009.

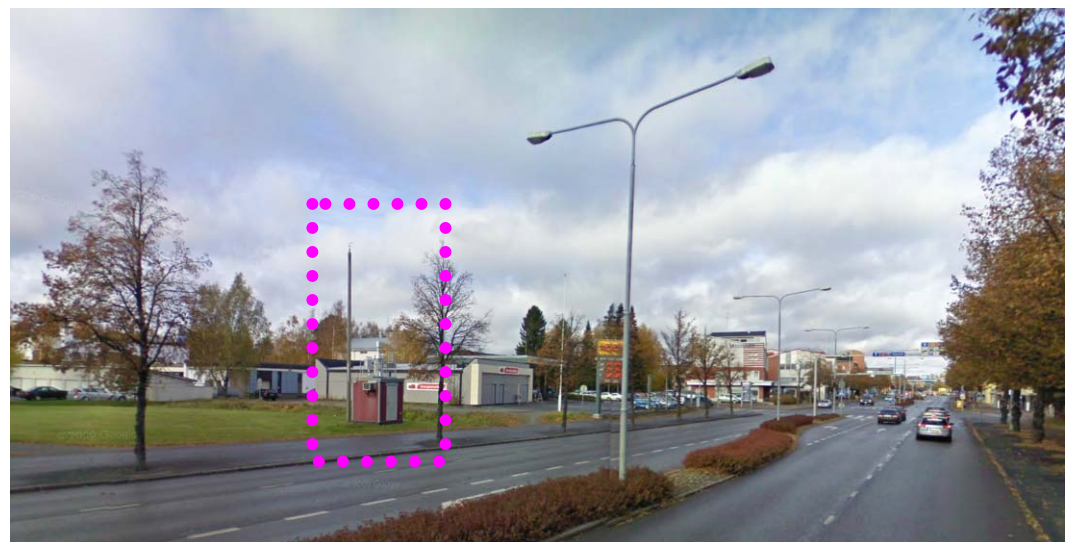
Henkilöauto	Päästöt (g/km)		
	NO _x	PM ₁₀	SO ₂
Diesikäyttöiset EURO 5, katuajo 70% kuorma	5.600	0.054	0.010
Diesikäyttöiset EURO 4, katuajo 70% kuorma	9.700	0.054	0.010
Diesikäyttöiset EURO 3, katuajo 70% kuorma	11.000	0.200	0.011
Keskimäärin	13.000	0.240	0.011

Tieliikenteen aiheuttamia epäsuoria hiukkaspäästöjä (kuten renkaiden nostattamaa tiepölyä, hiekan jauhautumista, jne.) mallissa ei huomioitu.

Jokaiselle tieosuudelle on laskettu omat päästöt riippuen tieosuuden keskimääräisestä vuorokausiliikenteestä, henkilö- ja raskaan liikenteen osuudesta, tieosuuden pituudesta ja kaistamääristä.



Kuva 7. Seinäjoen katuverkon liikennepäästöjen laskennassa huomioitua katu- ja tieosuutta on merkitty punaisella.



Kuva 8. Seinäjoen seudun ilmanlaadun mittausasema Vapaudentien läheisyydessä vuonna 2010.

4 PÄÄSTÖT ILMAAN VUONNA 2010

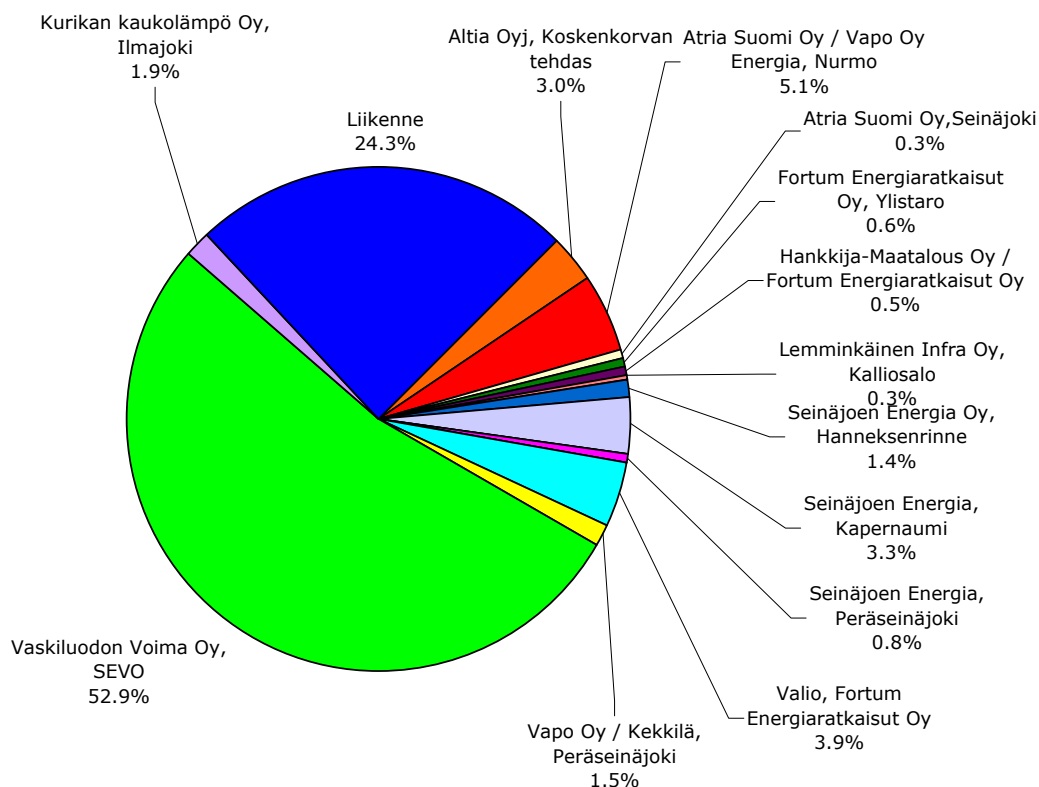
Seinäjoen kaupungin autoliikenteen ja Seinäjoen ilmalaadun tarkkailuryhmään kuuluvien pistepäästölähteiden (yhteensä 41 kpl) vuoden 2010 typen oksidien kokonaispäästöiksi oli päästökartoituksen perusteella noin 1523 tonnia, josta Vaskiluodon Voima Oy Seinäjoen voimalaitoksen (SEVO) osuus oli 53 % (noin 806 tonnia), alueen muiden energiantuotannon ja teollisuuden päästölähteiden osuus 23 % (346 tonnia) ja autoliikenteen osuus 24 % (noin 371 tonnia).

Vastaavasti vuoden 2010 rikkidioksidipäästöjen kokonaispäästöiksi saatiin noin 1710 tonnia, josta SEVO:n osuus oli 75 % (n. 1 282 tonnia) ja alueen muiden energiantuotannon ja teollisuuden päästölähteiden osuus 25 % (n. 428 tonnia) ja autoliikenteen osuus 0 % (n. 0,7 tonnia).

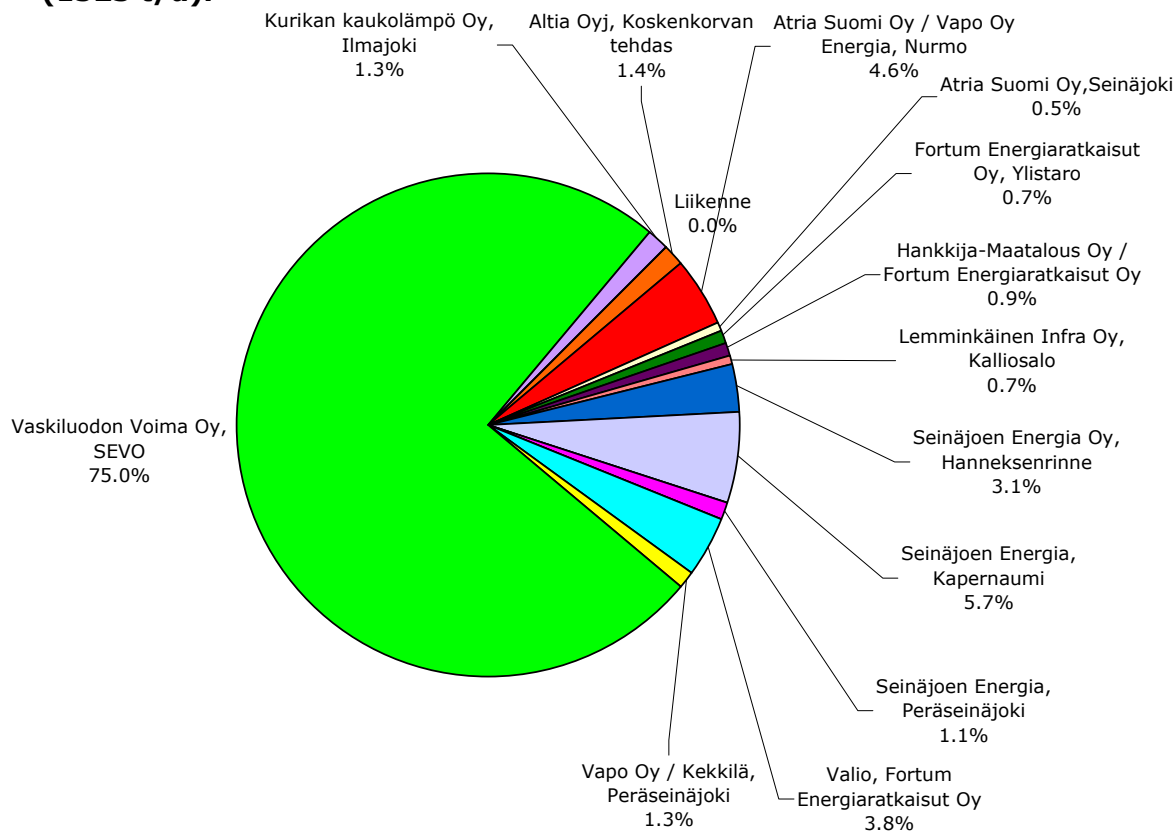
Vastaavasti vuoden 2010 hengitettävien hiukkaspäästöjen (PM10) kokonaispäästöiksi saatiin noin 138 tonnia, josta SEVO:n osuus oli 38,5 % (n. 53 tonnia) ja alueen muiden energiantuotannon ja teollisuuden päästölähteiden osuus 46 % (n. 63 tonnia) ja autoliikenteen osuus 16 % (n. 21 tonnia).

Taulukko 6. Seinäjoen seudun ilmanlaadun yhteistarkkailun piirissä olevien energiatuotanto- ja teollisuuslaitosten sekä Seinäjoen kaupungin autoliikenteen ilmapäästöt vuonna 2010.

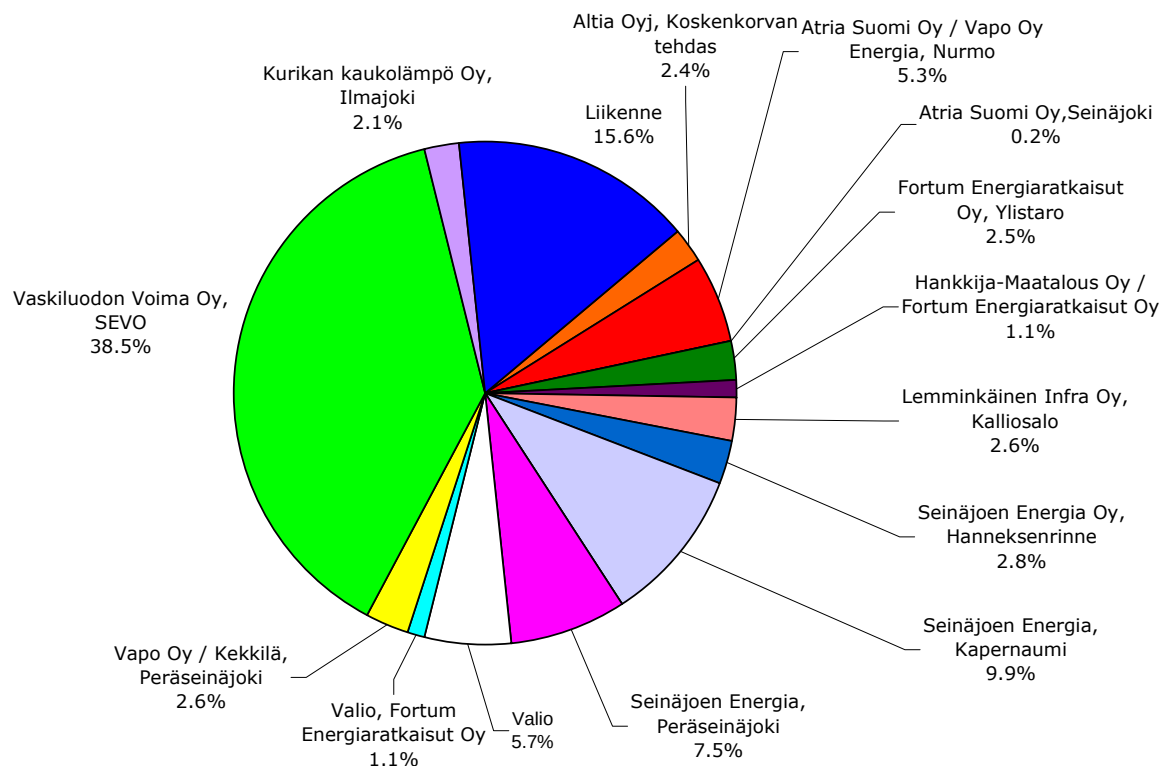
Päästölähde	Päästöt (t/a)		
	PM10	SO ₂	NO _x
Altia Oyj, Koskenkorvan tehdas	3.3	23.2	46.4
Atria Suomi Oy/Vapo Oy Energia, Nurmo	7.3	78.3	78.1
Atria Suomi Oy, Seinäjoki	0.3	9.1	5.1
Fortum Energiaratkaisut Oy, Ylistaro	3.4	12.5	9.4
Hankkija-Maatalous Oy/Fortum Energiaratkaisut Oy	1.6	14.8	6.9
Lemminkäinen Infra Oy, Kalliosalo	3.6	11.3	4.4
Seinäjoen Energia Oy, Hanneksenrinne	3.9	52.2	21.0
Seinäjoen Energia, Kapernaumi	13.7	98.2	50.9
Seinäjoen Energia, Kasperri	0.0	0.1	0.2
Seinäjoen Energia, Peräseinäjoki	10.4	19.4	12.4
Valio	7.9	0.0	
Valio, Fortum Energiaratkaisut Oy	1.5	64.3	59.5
Vapo Oy / Kekkilä, Peräseinäjoki	3.6	21.6	23.4
Vaskiluodon Voima Oy, SEVO	53.0	1282.0	806.0
Kurikan kaukolämpö Oy, Ilmajoki	2.9	23.0	28.3
Autoliikenne	21.4	0.7	370.7
Yhteensä	138	1 710	1 523



Kuva 9. NO_x-päästöjen jakautuminen Seinäjoen seudulla vuonna 2010, (1523 t/a).



Kuva 10. SO₂-päästöjen jakautuminen Seinäjoen seudulla vuonna 2010 (1710 t/a).



Kuva 11. Hiukkaspäästöjen jakautuminen Seinäjoen seudulla vuonna 2010 (138 t/a).



5 LIIKENTEEN ILMAPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISMALLIN LASKENTATULOKSET

Autoliikenteen aiheuttamat ilmapäästöjen leviäminen on laskettu vuoden 2010 keskimääräisillä ajosuoritteilla tiekohtaisesti. Leviämismallinnuksen tulokset on esitetty aluejakaumakuvina, jotka osoittavat pitoisuuden, joka voi ajoittain vallita tietyssä pisteessä.

Huomioitavaa on, että aluejakaumakuvat eivät esitä ajallisesti yhtenäistä tilannetta, vaan pitoisuuksien suurimmat arvot esiintyvät eri laskentapisteissä eri ajankohtina vuoden aikana mm. tuulen suunnasta ja päästöjen sekoitusolosuhteista riippuen.

Pitoisuuksien aluejakauma kuvia tulkittaessa, on huomattava, että suurimman osan ajasta esitetyt tunti- ja vuorokausipitoisuudet ovat kaikissa laskentapisteissä esitetyjä vertailuarvoja (ohje- ja raja-arvoja) pienempiä.

Liitteessä 1.1 - 3.1 on esitetty liikennepäästöistä aiheutuvat ulkoilmapitoisuudet aluejakaumakuvina Seinäjoen keskustassa.

Liikenteen NO_x-päästöt

Typen oksidipäästöjen leviäminen laskettiin seuraaviin vertailuohjearvoihin:

- NO₂-tuntipitoisuuden ohje-arvo: 150 µg/m³, ^{kk}h₉₉prosenttipiste
- NO₂-tuntipitoisuuden raja-arvo: 200 µg/m³, ^vh₁₉.tunti

Nykytilanteessa ulkoilman NO₂-pitoisuudet voivat ylittää tuntiohjearvon 150 µg/m³ ja myös raja-arvon 200 µg/m³.

Korkeimmat tuntiohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet Seinäjoen kaupungin mittausasemalla Vapaudentiellä NO₂-ohjearvo ylittyi vuoden 2010 aikana, ollen korkeimmillaan 196 µg/m³. Leviämismallinnuksen vuoden korkein NO₂-tuntipitoisuus kyseisessä pisteessä oli 193 µg/m³. Eli mittausasemalla mitattu pitoisuus on lähes sama kuin mallinnettu arvo.

Mallinnuksessa ilmanlaadun NO₂-tuntipitoisuuden raja-arvo 200 µg/m³ ylittyy pääsääntöisesti vilkasliikenteisissä risteyksissä ja valtateiden liittymäalueilla. Liikennemäärän kasvu lähitulevaisuudessa voi ajoittain aiheuttaa raja-arvojen ylityksiä Seinäjoen keskustassa. Ajoneuvojen päästöjen vähennystekniikassa tapahtuu kuitenkin myös jatkuvaa kehitystä, joten liikenteen aiheuttamat NO_x-kokonaispäästöt eivät silti välttämättä kasva. Autokannan kehittyminen, varsinkin raskaassa liikenteessä, vähentää huomattavasti NO_x-päästöjä. Esimerkiksi vuoden 1994-1996 raskas ajoneuvon (EURO 1) NO_x-päästöt olivat noin 3 kertaa suuremmat kuin nykypäivän 2009- (EURO 5) ajoneuvojen päästöt.

Liikenteen SO₂-päästöt

Liikenteen rikkidioksidipäästöjen vaikutukset ilmanlaatuun ovat parantuneet, sillä polttoaineet ovat tänä päivänä lähes rikkittömiä (< 10 mg/kg).

Seinäjoen ja koko Suomen tieliikenteen rikkipäästöt ovat uudenlaisten polttoaineiden ansiosta vähentyneet käytännössä olemattomiksi.

Päästö määrän väheneminen on havaittavissa myös Seinäjoen ilmanlaadun rikkidioksidipitoisuudessa, joka pudonnut vuoden 1994 keskimääräisestä tuntiarvosta $3,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ollen enää vuonna 2002 keskimäärin $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Rikkidioksidi ei enää nykyisin muodosta merkittävää epäpuhtautta Seinäjoen kaupunki-ilmassa ja sen jatkuvatoiminen seuranta lopetettiin vuoden 2002 lopussa.

Rikkidioksidipäästöjen leviäminen laskettiin seuraaviin vertailuohjearvoihin:

- SO_2 -tuntipitoisuuden ohje-arvo: $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kkh_{99} prosenttipiste

Korkeimmat tuntiohjearvoihin verrannolliset SO_2 -tuntipitoisuudet esiintyvät kantatien 67 ja valtatie 19 vilkasliikenteisillä tieosuuksilla sekä Seinäjoen keskustassa Vapaudentien ja Ruukintien kohdalla. Korkeimmat pitoisuudet ovat kuitenkin ainoastaan noin 0,2-0,4 % tuntiohjearvosta ($0,5\text{-}1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Rikkidioksidin tuntipitoisuuden ilmanlaadun raja-arvo on $350 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ ja ylityksiä vuoden aikana sallitaan enintään 24 tuntina vuodessa.

Liikenteen PM10-päästöt (suorat hiukkaspäästöt)

Seinäjoen liikenteen suorien hiukkaspäästöjen leviäminen laskettiin seuraaviin vertailuohjearvoihin:

- PM10-vuorokausipitoisuuden ohje-arvo: $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{kkvrk}_{2.\text{korkein vrk}}$.

Aluejakaumakuvat osoittavat ainoastaan ajoneuvojen polttomoottorien aiheuttamat suorat hiukkaspäästöt.

Liikenteen ajoneuvojen suorat hengitettävät hiukkaspäästöt ovat korkeimmillaan noin 10 % PM10-vuorokausiohjearvosta ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Seinäjoen kaupungin mittausasemalla Vapaudentiellä mitatut PM10-pitoisuudet ovat mallinnettuja pitoisuuksia huomattavasti suuremmat, johtuen siitä, että Vapaudentiellä mitatuissa pitoisuuksissa on mukana liikenteen epäsuorat hiukkaspäästöt. Epäsuoria hiukkaspäästöjä syntyy mm. katupölystä, hiekoituspölystä ja renkaiden irrottamasta tienpintamateriaalista.

Seinäjoen vuoden 2010 mittaustuloksien PM10-pitoisuuden vuosikeskiarvo oli $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. PM10-vuorokausipitoisuuden ohjearvo ylittyi kerran vuoden 2010 aikana. Vuorokauden raja-arvo ylityksiä ($> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) tapahtui yhteensä viisi vuorokautta vuoden 2010 aikana. Ylitykset tapahtuivat keväällä 25.3.-21.4., jolloin hiekoituspölyä oli tyypillisesti runsaasti ilmassa.

6 PISTELÄHTEIDEN ILMAPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISMALLIN LASKENTATULOKSET**6.1 Energiatuotanto- ja teollisuuslaitosten päästöt (pistelähteet)**

Seinäjoen seudun päästölaskentamalliin kerättiin tietoja yhteensä 39 pistelähteestä vuoden 2010 päästötietojen perusteella. Laskennassa oli mukana seuraavat Seinäjoen seudun ilmoitusvelvollisten laitosten päästöt, (Taulukko 7).

Taulukko 7. Laskentamallin pistepäästölähteet

Energiatuotanto/ Teollisuuslaitos	Kohde	Kattila	Poltto- aine
Seinäjoen Energia Oy	Kapernaumi	K1 (20 MW)	POR
	Kapernaumi	K2 (20 MW)	turve+bio
	Kapernaumi	K3 (30 MW)	POR
	Kapernaumi	K4 (8 MW)	POR
	Kapernaumi	K5 (6 MW)	POR
	Hanneksenrinne	3,5 MW	POR
	Hanneksenrinne	4 MW	POR
	Hanneksenrinne	12 MW	POR
	Hanneksenrinne	12 MW	POR
	Hanneksenrinne	40 MW	POR
	Kasper	4+4 MW	POR
	Peräseinäjoen taajama	5 MW	turve+bio
	Peräseinäjoen taajama	3 MW	POR
	Peräseinäjoen taajama	3 MW	POR
	Puhdistamonkatu	49 MW	POR
Fortum Energiaratkaisut Oy	Hankkija-Maatalous Oy	K1 (3 MW)	POR
	Hankkija-Maatalous Oy	K2 (2 MW)	POR
	Valio Seinäjoen tehdas	Valio K1 (12 MW)	turve+bio
	Valio Seinäjoen tehdas	Valio K2 (12 MW)	POR
	Valio Seinäjoen tehdas	Valio K3 (12 MW)	POR
	Valio Seinäjoen tehdas	Valio K4 (12 MW)	POR
	Ylistaron kaukolämpö	KPA (2,4 MW)	turve+bio
Altia Oyj	Koskenkorvan tehdas	Pyroflow (20 MW)	turve+bio
	Koskenkorvan tehdas	Warko (15,5 MW)	POR
Vapo / Kekkilä Oy	Haukinevan pellettitehdas	BFB-kattila (8 MW)	turve+bio
Vapo Oy	Atria Nurmon tehta	K2 (6,8 MW)	POR
	Atria Nurmon tehta	K3 (9,5 MW)	POR
	Atria Nurmon tehta	K4 (7,4 MW)	POR
	Atria Nurmon tehta	K5 (6,8 MW)	POR
	Atria Nurmon tehta	K6 (14,7 MW)	turve+bio
Atria Oyj	Seinäjoen tehdas	K2 (4,4 MW)	POR
	Seinäjoen tehdas	K3 (3,4 MW)	POR
Lemminkäinen Infra Oy	Kalliosalon asfaltiasema		POR
Kurikan Kaukolämpö Oy	Ilmajoen kaukolämpö	kpa-kattila (4 MW)	turve+bio
	Ilmajoen kaukolämpö	(2 MW)	POR
	Ilmajoen kaukolämpö	(4 MW)	POR
Vaskiluodon Voima Oy	SEVO Seinäjoen voimalaitos	(300 MW)	turve+bio
	SEVO Seinäjoen voimalaitos	varakattila	POR
Valio Oy	Seinäjoen tehdas	maitojauhepäästöt	-
	Seinäjoen tehdas	maitojauhepäästöt	-
Yhteensä		41 päästölähdettä	

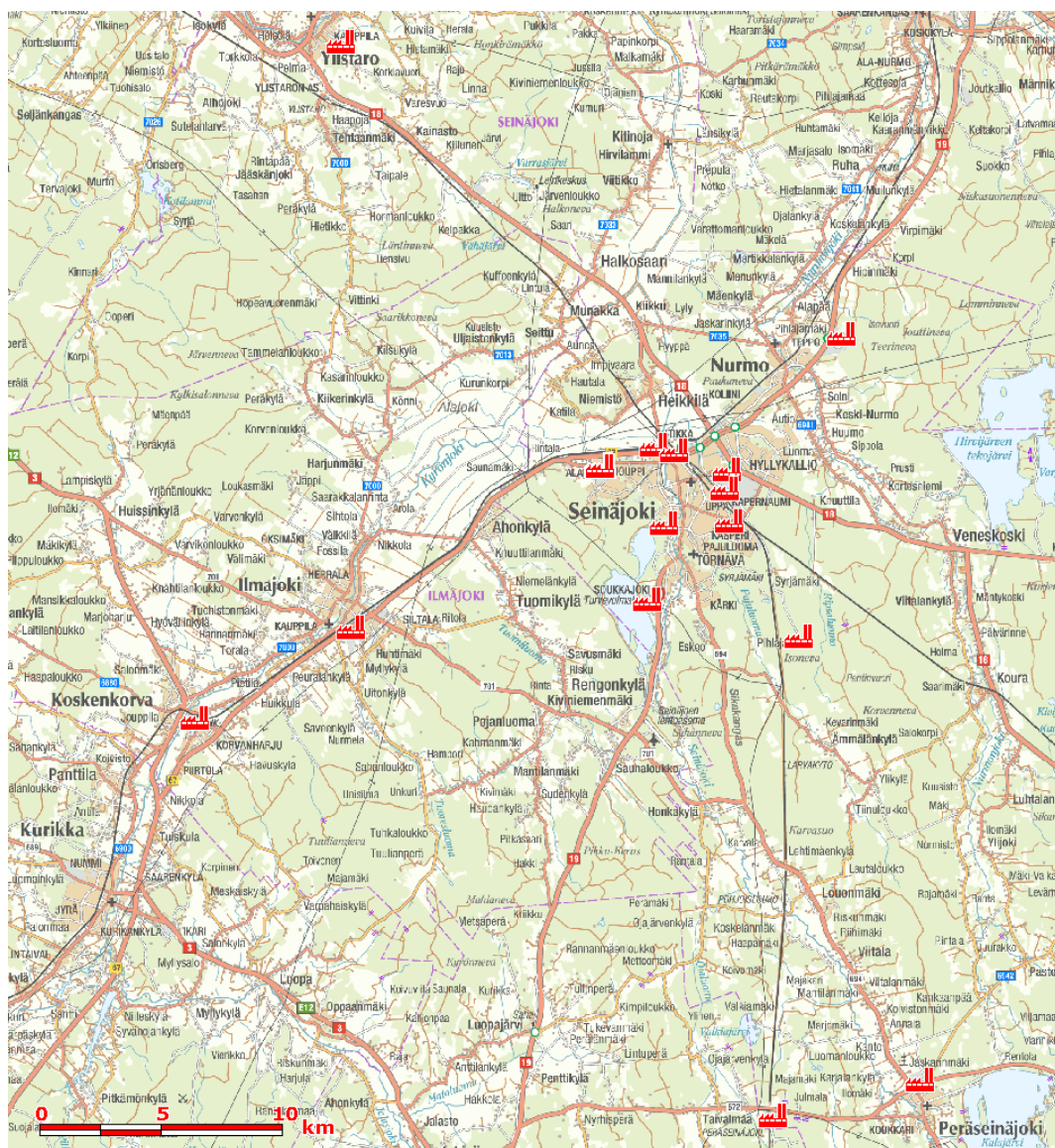
Energiatuotanto- ja teollisuuslaitosten päästötiedot on koottu konsultin toimesta yhdessä toiminnanharjoittajien kanssa. Mallinnuksessa on huomioitu tavanomaisten mallinnusparametrin lisäksi kattiloiden ja prosessien käyttöasteet tunti- tai kuukausiperusteisesti riippuen kohteen

seurantajärjestelmistä saatavien tietojen perusteella. Merkittävien päästölähteiden kuten esim. SEVO:n osalta laskenta on tehty erikseen jokaisen käyttötunnin päästötietojen perusteella.

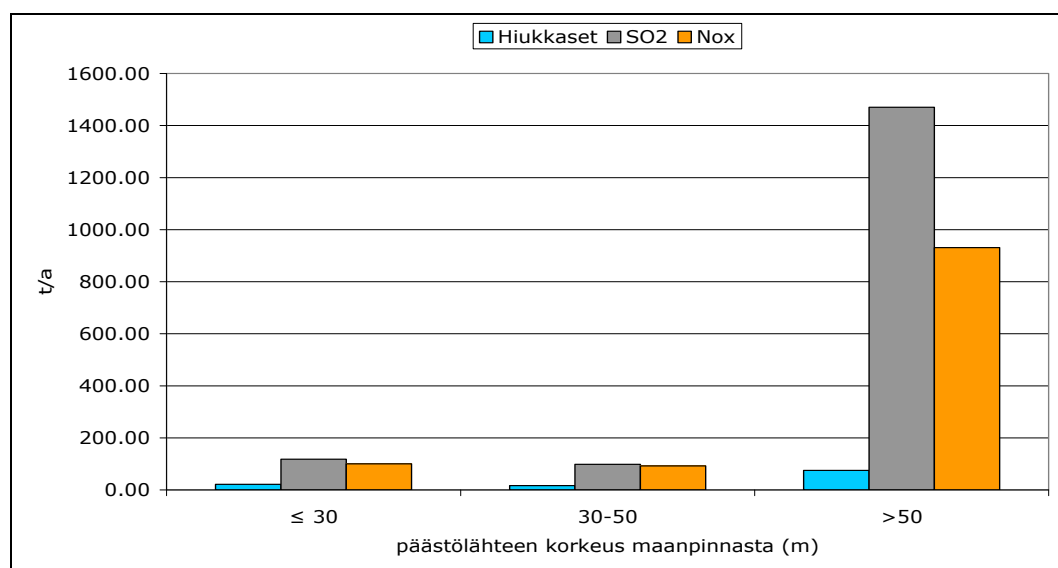
Taulukko 8. Seinäjoen seudun ilmoitusvelvollisten energiatuotanto- ja teollisuuslaitosten (41 kpl) kokonaispäästöt vuonna 2010.

Seinäjoen seudun pistelähteiden kokonaispäästöt vuonna 2010	Päästöt (t/a)		
	NOx	Hiukkaset	SO ₂
Pistelähteet (41 kpl)	1 152	116	1 710

Laskentamallinnuksessa mukana olevat ilmoitusvelvollisten laitosten pistepäästölähteiden sijainti on esitetty alla seuraavassa kuvassa, (Kuva 7).



Kuva 12. Energiatuotanto- ja teollisuuslaitosten sijainnit



Kuva 13. Seinäjoen seudun pistelähteiden jakaumat päästökorkeusluokittain.

6.1.1 Energiatuotanto- ja teollisuuslaitosten ilmapäästöjen leviäminen vuonna 2010

Energiatuotanto- ja teollisuuslaitosten pistelähteiden leviäminen on laskettu vuoden 2010 toteutuneiden tuotanto- ja käyttöasteiden perusteella.

Lähtötietoina käytettiin toimijoiden luovuttamaa jatkuvatoimisten mittaussysteemien mittaustuloksia niiltä osin, kuin sitä oli saatavilla ja muiden osalta päästötiedot perustuivat laitoksen kertaluonteisiin mittaustuloksiin sekä laitoksen vrk-, viikko- ja kk-ajotietoihin.

Liitteissä 4.1-6.2 pistelähteiden ilmapäästöjen leviämisen aluejakaumakuvat ovat verrannolliset ilmanlaadun ohje-arvoihin. Ohjearvot ovat luonteeltaan suosituksia ja niitä voidaan käyttää mm. kaavoituksen ja muun aluesuunnittelun apuna.

NOx-päästöt

Typen oksidipäästöjen leviäminen laskettiin seuraaviin vertailuohje-arvoihin:

- NO₂-tuntipitoisuuden ohje-arvo: 150 µg/m³, ^{kk}h₉₉prosenttipiste
- NO₂-tuntipitoisuuden raja-arvo: 200 µg/m³, ^vh₁₉.tunti
- NO₂-vuorokausipitoisuuden ohje-arvo: 70 µg/m³, ^{kk}vrk₂.prosenttipiste

Korkeimmat tunti- ja vuorokausiohje-arvoihin verrannolliset pitoisuudet asettuvat Hirvijärven tekojärven pohjoispuolelle noin 12 km:n etäisyydelle Seinäjoen keskustasta koilliseen. Pistelähteiden aiheuttamat pitoisuudet ovat korkeimmillaan noin 55-70 % tuntiohje-arvosta (85-100 µg/m³) ja noin 25-30 % vrk-ohje-arvosta (18-20 µg/m³).

Pistelähteiden aiheuttamat typpidioksidipitoisuudet ovat Seinäjoen ydinkeskustassa tätä alhaisemmat johtuen pistelähteiden sijainnista, vallitsevista tuulen suunnista sekä päästöasteiden korkeuksista. Korkeimmillaan pistelähteiden päästöistä aiheutuvat NO₂-pitoisuudet ovat ydinkeskustassa noin 13-15 % tuntiohje-arvosta ja 15-17 % vrk-ohje-arvosta.

Typpidioksidin tuntipitoisuuden ilmanlaadun raja-arvo on $200 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ ja ainoastaan 18 tuntina vuodessa raja-arvo saisi ylittyä.

SO₂-päästöt

Rikkidioksidipäästöjen leviäminen laskettiin seuraaviin vertailuohjearvoihin:

- SO₂-tuntipitoisuuden ohje-arvo: $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ^{kk}h₉₉prosenttipiste
- SO₂-tuntipitoisuuden raja-arvo: $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ^vh_{25.tunti}
- SO₂-vuorokausipitoisuuden ohje-arvo: $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ^{kk}vrk₂prosenttipiste

Korkeimmat tunti- ja vuorokausiohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet asettuvat Hirvijärven tekojärven pohjoispuolelle kohti Atria Oyj:n Nurmon tehdasta noin 8-12 km:n etäisyydelle Seinäjoen keskustasta koilliseen. Pistelähteiden aiheuttamat pitoisuudet ovat korkeimmillaan noin 40-55 % tuntiohjearvosta ($100-135 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja noin 38-44 % vrk-ohjearvosta ($30-35 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Pistelähteiden aiheuttamat rikkidioksidipitoisuudet ovat Seinäjoen ydinkeskustassa tätä alhaisemmat johtuen pistelähteiden sijainnista, vallitsevista tuulen suunnista sekä päästö pisteiden korkeuksista. Korkeimmillaan pistelähteiden päästöistä aiheutuvat SO₂-pitoisuudet ovat ydinkeskustassa noin 20-30 % tuntiohjearvosta ja 20-25 % vrk-ohjearvosta.

Rikkidioksidin tuntipitoisuuden ilmanlaadun raja-arvo on $350 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ ja ylityksiä vuoden aikana sallitaan enintään 24 tuntina vuodessa.

PM10-päästöt (Hiukkaset)

Pistelähteiden PM10-päästöjen eli ns. hengitettävien hiukkasten leviäminen laskettiin seuraaviin vertailuohjearvoihin:

- PM10-vuorokausipitoisuuden ohje-arvo: $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ^{kk}vrk_{2.korkein vrk}.

Energia- ja teollisuuslaitosten päästötiedot ovat pääsääntöisesti ilmoitettu kokonaispölynä, joten kaikki päästöt eivät ole PM10-hiukkaskokoluokkaa. Laskennassa tilannetta kuitenkin yksinkertaistettiin siten, että kaikki hiukkaspäästöt (100 %) oletettiin olevan PM10-kokoluokkaa, minkä vuoksi pistepäästöjen PM10-päästöt ovat hieman yliarvioitu. Tyypillisesti voimalaitosten kohdalla sähkösuodatuksen jälkeen kokonaishiukkasmäärästä noin 85-90 % on PM10-hiukkaskokoluokassa (<10 μm).

Korkeimmat tunti- ja vuorokausiohjearvoihin verrannolliset hiukkaspitoisuudet asettuvat Kalliosalon asfalttiaseman lähiympäristöön noin 8 km:n etäisyydelle Seinäjoen keskustasta kaakkoon. Pistelähteiden aiheuttamat pitoisuudet ovat korkeimmillaan noin 8-10 % vrk-ohjearvosta ($7-10 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Pistelähteiden aiheuttamat hiukkaspitoisuudet ovat Seinäjoen ydinkeskustassa tätä alhaisemmat johtuen pistelähteiden sijainnista, vallitsevista tuulen suunnista sekä päästö pisteiden korkeuksista. Myös laitosten ilmapäästöjen puhdistustekniikat ovat kehittyneitä ja edustavat hyvää tekniikkaa. Korkeimmillaan pistelähteiden päästöistä aiheutuvat PM10-pitoisuudet ovat ydinkeskustassa ainoastaan noin 1-2 % vrk-ohjearvosta.

Pistelähteiden päästöistä aiheutuvat hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat Seinäjoen seudulla hyvin matalat, johtuen suurimman pistelähteen (SEVO) tehokkaasta hiukkastenpoistolaitteistosta (sähkösuodatin) ja lisäksi melko korkeasta päästökorkeudesta.

6.1.2 Pistelähteiden ilmapäästöt laitosten lupaehtojen ylärajojen mukaisesti ("worst case")

Energia- ja teollisuuslaitosten pistelähteiden leviäminen on laskettu myös pahin mahdollinen tilanne ns. "worst case" skenaario. Tässä skenaariossa oletuksena on, että kaikki pistekuormittajat toimivat täydellä teholla samanaikaisesti ja päästöt ilmaan ovat viranomaisten määäämien lupaehtojen raja-arvojen mukaiset.

Tällainen tilanne ei ole nykytilanteessa mahdollinen, sillä Seinäjoen kaukolämpöverkoston huipputehontarve vuoden 2010 kylmimpänä ajanjaksona on noin 165 MW:a. Mikäli kaikki kaukolämpöverkoston peruskuorma- ja varateholaitokset ajettaisiin täydellä teholla, nousisi kaukolämpöverkon teoreettiseksi maksimitehoksi noin 300 MW:iin.

Poltintekniikan kehittyminen ja vähärikkisen polttoöljyn käyttö ovat vähentäneet öljylämmityksen kokonaispäästöjä ratkaisevasti. Viranomaiset ovat Suomessa vaatineet siirryttävän asteittain vähärikkisen raskaan polttoöljyn käyttöön. Raskaan polttoöljyn sallittu rikkipitoisuus on 1,0 %, eli noin 485 mg/MJ polttoaineen tehollista lämpöarvoa kohti.

Nykyisille olemassa olevien raskas polttoöljykattiloiden (POR-kattila) rikkipitoisuuden maksimi päästöraja-arvo on 1700 mg/m³n (O₂=3%) aina 1.1.2018 saakka. Seinäjoen seudun raskaspolttoöljykattiloiden keskimääräiset rikkidioksidipäästöt ovat huomattavasti alemmat, ollen noin 1000 mg/m³n (O₂=3%).

Worst case skenaariossa POR-kattilat ajetaan kaikki täydellä polttoaineteholla ja rikkidioksidipäästöt ovat raja-arvojen mukaiset, eli tavallisesti 1700 mg/m³n (O₂=3%).

Liitteissä 7.1-7.7 pistelähteiden ("worst case") ilmapäästöjen leviämisen aluejakaumakuvat ovat verrannolliset ilmanlaadun ohjearvoihin. Ohjearvot ovat luonteeltaan suosituksista ja niitä voidaan käyttää mm. kaavoituksen ja muun aluesuunnittelun apuna.

NO_x-päästöt ("worst case")

Typenoksidipäästöjen leviäminen laskettiin seuraaviin vertailuohjearvoihin:

- NO₂-tuntipitoisuuden ohje-arvo: 150 µg/m³, ^{kk}h₉₉prosenttipiste
- NO₂-vuorokausipitoisuuden ohje-arvo: 70 µg/m³, ^{kk}vrk₂prosenttipiste
- NO₂-tuntipitoisuuden raja-arvo: 200 µg/m³, ^vh₁₉.tunti

Korkeimmat tuntiohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet asettuvat Hyllykallion alueelle, noin 4-5 km:n etäisyydelle Seinäjoen keskustasta koilliseen ja korkeimmat vuorokausiohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet sijoittuvat Kapernaumin alueelle. Pistelähteiden aiheuttamat pitoisuudet ovat korkeimmillaan noin 65-70 % tuntiohjearvosta (100-105 µg/m³) ja noin 43-47 % vrk-ohjearvosta (30-33 µg/m³).

Typpidioksidin tuntipitoisuuden ilmanlaadun raja-arvo on $200 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ ja ainoastaan 18 tuntina vuodessa raja-arvo saisi ylittyä.

SO₂-päästöt ("worst case")

Rikkidioksidipäästöjen leviäminen laskettiin seuraaviin vertailuohjearvoihin:

- SO₂-tuntipitoisuuden ohje-arvo: $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $^{kk}h_{99}$ prosenttipiste
- SO₂-vuorokausipitoisuuden ohje-arvo: $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $^{kk}vrk_2$ prosenttipiste
- SO₂-tuntipitoisuuden raja-arvo: $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $^{vh}_{25}$ tunti

Korkeimmat tuntiohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet asettuvat Hylläkallion alueelle, noin 4-5 km:n etäisyydelle Seinäjoen keskustasta koilliseen ja korkeimmat vuorokausiohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet sijoittuvat Kapernaumin ja Kasperin alueelle. Pistelähteiden aiheuttamat pitoisuudet korkeimmillaan noin 100-105 % tuntiohjearvosta ($250\text{-}260 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja noin 90-92 % vrk-ohjearvosta ($70\text{-}73 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Rikkidioksidin tuntipitoisuuden ilmanlaadun raja-arvo on $350 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ ja ylityksiä vuoden aikana sallitaan enintään 24 tuntina vuodessa.

PM10-päästöt ("worst case")

Pistelähteiden PM10-päästöjen eli ns. hengitettävien hiukkasten leviäminen laskettiin seuraaviin vertailuohjearvoihin:

- PM10-vuorokausipitoisuuden ohje-arvo: $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $^{kk}vrk_2$.korkein vrk.

Energiatuotanto- ja teollisuuslaitosten päästötiedot ovat pääsääntöisesti ilmoitettu kokonaispölynä, joten kaikki päästöt eivät ole PM10-hiukkaskokoluokkaa. Laskennassa tilannetta kuitenkin yksinkertaistettiin siten, että kaikki hiukkaspäästöt (100 %) oletettiin olevan PM10-kokoluokkaa, minkä vuoksi pistepäästöjen PM10-päästöt ovat hieman yliarvioitu. Tyypillisesti voimalaitosten kohdalla sähkösuodatuksen jälkeen kokonaishiukkasmäärästä noin 85-90% on PM10-kokoluokassa.

Korkeimmat tunti- ja vuorokausiohjearvoihin verrannolliset hiukkaspitoisuudet asettuvat Kapernaumin seudulle, noin 2 km:n etäisyydelle Seinäjoen keskustasta kaakkoon. Pistelähteiden aiheuttamat pitoisuudet ovat korkeimmillaan noin 7-8 % vrk-ohjearvosta ($5\text{-}6 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Pistelähteiden päästöistä aiheutuvat hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat Seinäjoen seudulla hyvin matalat myös worst case skenaariossa, johtuen suurimman pistelähteen (SEVO) tehokkaasta hiukkastenpoistolaitteistosta (sähkösuodatin) ja lisäksi melko korkeasta päästökorkeudesta.

7 LIIKENTEEN JA PISTELÄHTEIDEN ILMAPÄÄSTÖJEN YHTEISVAIKUTUS

Liikenteen ja pistelähteiden ilmapäästöjen yhteisvaikutuksia nykytilanteessa ei mallinnettu. Liikenteen ja pistelähteiden erillismallinnusten tulosten perusteella voidaan kuitenkin todeta, että yhteisvaikutuksia voidaan arvioida näiden tulosten perusteella. Yhteisvaikutusten kannalta merkitystä on lähinnä typpidioksidin osalta. Arvion mukaan liikenteen polttomoottorien ja pistelähteiden typenoksidipäästöt pienentyvät kansallisten säädösten seurauksena vielä lähivuosien aikana, kuitenkin ennustettavissa on, että energian ja sähkön kulutusten nousua tapahtuu samanaikaisesti Seinäjoen seudun kehittyessä. Näin ollen typenoksidien ilmapäästöt tulevat kuitenkin pysymään nykyisellä tasolla vielä tulevan vuosikymmen aikana.

PM10-hiukkaspäästöjen yhteisvaikutukset arvioitiin tehtyjen erillismallinnusten tulosten perusteella. Liikenteen suorat hiukkaspäästöt ovat hyvin alhaiset, eikä yhteismallinnuksen katsota olevan tarpeen, sillä Seinäjoen ilmanlaatuun vaikuttavat pääosin liikenteen epäsuorat päästöt, joita mallinnuksessa ei ole huomioitu. Tulevalla vuosikymmenellä liikenteen suorien hiukkaspäästöjen arvioidaan pienentyvän uusien EURO-standardien myötä (EURO 4 ja EURO 5).

SO₂-päästöjen yhteisvaikutusten laskentaa ei katsota tarpeelliseksi, sillä liikenteen osuus on hyvin pieni, ainoastaan noin 1-2 µg/m³. Myös Seinäjoen kaupungin jatkuvatoiminen mittaus lopetettiin vuonna 2002 vähäisten rikkidioksidipitoisuuksien vuoksi.

8 LASKENTAMALLIN EPÄVARMUUS

Leviämismallinnuksen epävarmuusarviointi voidaan suorittaa vertaamalla saman ajanjakson ulkoilmapitoisuuksien mittausdataa ja mittauspisteeseen mallilla laskettuja pitoisuuksien aikasarjoja keskenään. Seinäjoen seudulla mitataan ainoastaan jatkuvatoimisesti ilman laatua Vapaudentiellä, muita vertailupisteitä ei ole saatavilla.

Tässä selvityksessä tehtyjen mallinnusten suurimmat epävarmuustekijät liittyvät liikenteen lähtötietojen epävarmuuteen ja ovat seuraavat:

- henkilöautojen ja raskaan liikenteen osuudet
- liikennemäärät ja vuorokauden tuntivaihtelut eri tieosuuksilla

Mallinnuksessa taustapitoisuudet on oletettu sisältyvän mallin lähtötietojen epävarmuuteen, eikä niitä ole erikseen lisätty laskentamalliin, lukuun ottamatta otsonin taustapitoisuutta Ähtärin sääaseman tietojen perusteella.

Liikenteen päästöjen leviämismalleissa lähtötietoihin liittyvät epävarmuudet ovat yleensä suuremmat, kuin energia- ja teollisuuslaitosten piippulähteiden, koska pistelähteiden päästöt mitataan parhaimmissa tapauksissa jatkuvatoimisesti tai kertaluonteisesti säännöllisin välein. Liikennepäästötiedot sen sijaan perustuvat valtakunnallisen autokannan päästökertoimiin ja keskimääräisiin tieosuuksien ajoneuvojakaumiin.

Liikennemalli ei ota huomioon liikennevalojen aiheuttamia tyhjäkäyntitilanteiden vaikutuksia, eikä hiukkasten päästöjen leviämismallissa ole huomioitu liikenteen epäsuoria hiukkaspäästöjä, koska niiltä osin ei ole saatavilla luotettavia lähtötietoja.

Yleisellä tasolla leviämismallinnuksen tulosten epävarmuus riippuu arviolta seuraavista osatekijöistä:

- päästödatan mittausepävarmuus (10-30%)
- sääaineiston (tuulen nopeus ja suunnan) epävarmuus sekä ilmakemialliset reaktiot (10-30 %)
- aineistojen ajallinen edustavuus (10-30%)
- maaston korkeusolosuhteet ja kasvillisuuden vaikutus (10-20%)

Leviämismallinnuksessa lopullisen tuloksen luotettavuus yksittäisessä pisteessä on 10-50% kukin yksittäisen tuntipitoisuuden osalta, mutta edustavuus paranee pitempiä aikapitoisuuksia laskettaessa.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteena oli hankkia tietoa Seinäjoen seudun nykyisten rikkidioksidin, typpidioksidin ja hengitettävien hiukkaspäästöjen vaikutuksista alueelliseen ilmanlaatuun.

Työn päästökartoituksissa ja ilmapäästöjen leviämislaskelmissa tarkasteltiin erikseen autoliikenteen sekä energiantuotannon ja teollisuuden pistelähteiden, aiheuttamia vaikutuksia ilmanlaatuun. Myös tutkimusalueen ulkopuolisten päästölähteiden aiheuttama taustapitoisuus tai ns. kaukokulkeuma otettiin huomioon typpidioksidipitoisuuksien määrittämisessä. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien laskennassa otettiin huomioon ainoastaan suorat autoliikenteen, eli polttomoottorin, aiheuttamat ilmapäästöt.

Leviämismallilaskelmien tuloksina saatiin aluejakaumakuvat typpidioksidin, rikkidioksidin ja hengitettävien hiukkasten (PM10) pitoisuuksista.

Seinäjoen kaupungin alueen korkeimmat typpidioksidipitoisuudet aiheutuvat mallilaskelmien mukaan autoliikenteen päästöistä. Vaikka Vaskiluodon Voima Oy:n Seinäjoen voimalaitos vastasikin vuonna 2010 noin 53 %:sta tutkimusalueella syntyvistä typen oksidipäästöistä, ei niillä ole yhtä merkittävää vaikutusta alueellisiin typpidioksidin pitoisuustasoihin. Suurimmat typpidioksidipitoisuudet esiintyvät Seinäjoen keskustassa pääasiassa vilkkaimpien liikenneväylien sekä vilkkaiden risteysalueiden välittömässä läheisyydessä.

Korkeimmat typpidioksidipitoisuudet ylittivät niukasti yksittäisessä risteysalueella tai vilkkaimpien liikenneväylien välittömässä läheisyydessä sijaitsevassa laskentapisteessä tuntiraja-arvon $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ muutamina tunteina vuoden aikana, eikä arvion mukaan aiheuta terveyshaittoja alueen ihmisille.

Liikennemäärän kasvu lähitulevaisuudessa voi ajoittain aiheuttaa raja-arvojen ylityksiä Seinäjoen keskustassa. Ajoneuvojen päästöjen vähennystekniikassa tapahtuu kuitenkin myös jatkuvaa kehitystä, joten liikenteen aiheuttamat NOx-kokonaispäästöt eivät silti välttämättä kasva. Autokannan kehittyminen, varsinkin raskaassa liikenteessä, vähentää huomattavasti NOx-päästöjä. Esimerkiksi vuoden 1994-1996 raskaiden ajoneuvojen (EURO 1) NOx-päästöt olivat noin 3 kertaa niin suuret kuin nykypäivän 2009- (EURO 5) ajoneuvojen päästöt.

Korkeimmat tunti- ja vuorokausiohjearvoihin verrannolliset rikkidioksidipitoisuudet (SO_2) asettuivat vuonna 2010 Hirvijärven tekojärven pohjoispuolelle 8-12 km:n etäisyydelle Seinäjoen keskustasta koilliseen. Pistelähteiden aiheuttamat pitoisuudet ovat korkeimmillaan noin 40-55 % tuntiohjearvosta ($100-135 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja noin 38-44% vrk-ohjearvosta (30-35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Pistelähteiden aiheuttamat rikkidioksidipitoisuudet ovat Seinäjoen ydinkeskustassa tätä alhaisemmat johtuen pistelähteiden sijainnista, vallitsevista tuulen suunnista sekä päästöpisteiden korkeuksista. Korkeimmillaan pistelähteiden päästöistä aiheutuvat SO_2 -pitoisuudet ovat ydinkeskustassa noin 20-30% tuntiohjearvosta ja 20-25 % vrk-ohjearvosta.

Autoliikenteen rikkidioksidipäästöjen vaikutukset ilmanlaatuun ovat Seinäjoen kaupungin alueella lähes olemattomat, sillä polttoaineet ovat nykyään lähes rikittämiä ($< 10 \text{ mg}/\text{kg}$).

Liikenteen ajoneuvojen suorat hengitettävät hiukkaspäästöt ovat korkeimmillaan noin 10 % hengitettävien hiukkasten (PM10) vuorokausiohjearvosta ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Seinäjoen kaupungin mittausasemalla Vapaudentiellä mitatut PM10-pitoisuudet ovat mallinnettuja pitoisuuksia huomattavasti suuremmat, johtuen siitä, että Vapaudentiellä mitatuissa pitoisuuksissa on mukana liikenteen epäsuorat hiukkaspäästöt. Epäsuoria hiukkaspäästöjä syntyy mm. katupölystä, hiekoituspölystä ja renkaiden irrottamasta tienpintamateriaalista.

Seinäjoen vuoden 2010 mittaustuloksien PM10-pitoisuuden vuosikeskiarvo oli $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. PM10-vuorokausipitoisuuden ohjearvo ylittyi kerran vuoden 2010 aikana. Vuorokauden raja-arvoylityksiä ($> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) tapahtui yhteensä viisi vuorokautta vuoden 2010 aikana. Ylitykset tapahtuivat keväällä 25.3.-21.4., jolloin hiekoituspölyä oli tyypillisesti runsaasti ilmassa.

Korkeimmat tunti- ja vuorokausiohjearvoihin verrannolliset hiukkaspitoisuudet asettuivat Kalliosalon asfalttiaseman lähiympäristöön noin 8 km:n etäisyydelle Seinäjoen keskustasta kaakkoon. Pistelähteiden aiheuttamat hiukkaspitoisuudet ovat korkeimmillaan noin 8-10 % vrk-ohjearvosta ($7-10 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Pistelähteiden aiheuttamat hiukkaspitoisuudet ovat Seinäjoen ydinkeskustassa tätä alhaisemmat johtuen pistelähteiden sijainnista, vallitsevista tuulen suunnista sekä päästö pisteiden korkeuksista. Myös laitosten ilmapäästöjen puhdistustekniikat ovat kehittyneitä ja edustavat hyvää tekniikkaa. Korkeimmillaan pistelähteiden päästöistä aiheutuvat PM10-pitoisuudet ovat ydinkeskustassa ainoastaan noin 1-2 % vrk-ohjearvosta.

FCG Finnish Consulting Group Oy

Hyväksynyt:

Jakob Kjellman
Toimialajohtaja, MMT

Laatinut:

Hans Vadbäck
Projektipäällikkö, ins.

SANASTOA JA LYHENTEET

CHP	sähkön- ja lämmön yhteistuotantolaitos
kpa	kiinteä polttoaine
POK	kevyt polttoöljy
POR	raskas polttoöljy
bio	biopolttoaine
t	tonnia
µg/m³	mikrogrammaa (= gramman miljoonasosaa) kuutiometrissä ilmaa
µm	mikrometri = millimetrin tuhannesosa
m/s	metriä sekunnissa (tuulen nopeus)
g/km	gramma per kilometriä
MW	megawatti (= 1000 kilowattia, teho)
MWh	megawattitunti (yleensä energian tuotanto/kulutus yksikkö)
MJ	megajoule (SI-yksikkö, käytetään yleensä lämmön yksikkönä)
kkh₉₉	prosenttipiste
vh₁₉	tunti
kkvrk₂	korkein vrk.
vh₂₅	tunti
EURO 1	EURO-päästöluokitus, raskas ajoneuvon vuosimalli noin 1992-1995
EURO 2	EURO-päästöluokitus, raskas ajoneuvon vuosimalli noin 1995-1999
EURO 3	EURO-päästöluokitus, raskas ajoneuvon vuosimalli noin 1999-2005
EURO 4	EURO-päästöluokitus, raskas ajoneuvon vuosimalli noin 2005-2008
EURO 5	EURO-päästöluokitus, raskas ajoneuvon vuosimalli noin 2008-2012
Ohjearvo	Ohjearvot ilmaisevat ilmasuojelutyön päämäärän ja ilmanlaadun tavoitteita ja ne on tarkoitettu ensi sijassa ohjeeksi viranomaisille. Ohjearvot eivät ole luonteeltaan sitovia, vaan niitä sovelletaan mm. alueidenkäytön ja liikenteen suunnittelussa sekä kaavoituksessa. Ohjearvoja tulee myös huomioida ympäristölupa ja vastavissa lupaharkinnoissa.
Raja-arvo	Raja-arvot määrittelevät ilmansaasteille korkeimmat sallitut pitoisuudet, joiden ylittyessä viranomaisten on ryhdyttävä toimenpiteisiin pitoisuuksien alentamiseksi. Raja-arvot ovat Euroopan unionin sitovimmat ilmanlaatonormit.

Yhdisteet

NO₂

Typpidioksidi (NO₂) on hengitysteiden ärsytystä aiheuttava kaasu, ekosysteemeihin päädyttyään se puolestaan aiheuttaa rehevöitymistä ja happamoitumista. Typpidioksidi on osallisena myös toisen ilmansaasteen, otsonin, muodostumisessa. Typpidioksidia pääsee ilmaan kaikessa palamisessa. Suomessa typpidioksidin kokonaispäästöstä noin 65 % tulee energiatuotannosta ja teollisuusprosesseista ja loput 35 % liikenteestä. Kaupunkien ilmanlaatuun liikenteellä on päästöosuuttaan suurempi vaikutus, koska liikenteen päästö tapahtuu maanpinnan tasolle suoraan hengitysilmaan.

Typpidioksidi on ongelmallisin suurimpien kaupunkiemme keskustoissa. Niissä typpidioksidipitoisuudet tyypillisesti kohoavat aamuruuhkan myötä. Korkeimmat pitoisuudet kertyvät katukuiluihin, joissa saasteiden laimeneminen on heikkoa. Pahimmat tilanteet syntyvät usein tyyninä talvipäivinä, jolloin myös energiantuotannon päästöt ovat suurimmillaan.

NO_x

Typpi oksideilla (NO_x) tarkoitetaan typpimonoksidia (NO) ja typpidioksidia (NO₂). Typpioksideja muodostuu palamisprosesseissa ja suurimpia päästölähteitä ovat tieliikenne ja energiantuotanto.

Typpimonoksidin osuus NO_x-päästöissä on yleensä suurempi, mutta se hapettuu ilmassa nopeasti typpidioksidiksi. Typpidioksidi on terveysvaikutuksiltaan typpimonoksidia haitallisempi. Se on hengitysteitä ärsyttävä kaasu, joka lisää hengityselinoireita erityisesti lapsilla ja astmaattikoilla. Typpidioksidi vahvistaa myös muiden ärsykkeiden, kuten kylmän ilman ja allergeenien, vaikutusta.

SO₂

Rikkidioksidi (SO₂) on hapan kaasu, joka on haitallista sekä ihmisten terveydelle että ekosysteemeille. Rikkidioksidia pääsee ilmaan rikkipitoisten polttoaineiden palamisessa energiantuotannossa sekä teollisuusprosesseissa. Tieliikenteen osuus päästöistä on pieni.

Rikkidioksidin synnyttämät happosateet aiheuttivat 1970- ja 80-luvuilla Euroopassa metsävaurioita ja vesistöjen happamoitumista. Rikkidioksidipäästöjen rajoittamiseen ryhdyttiin tuolloin laajassa kansainvälisessä yhteistyössä. Nykyisin Suomen rikkidioksidipäästöt ovat vain noin kymmenesosa vuoden 1980 tasosta.

Päästöjen pieneneminen näkyy selkeästi ilman rikkidioksidipitoisuuksien alenemisena kaikkialla Suomessa, niin tausta-asemilla kuin kaupunkien liikenne- ja teollisuus-asemilla.

O₃

Otsonia (O₃) muodostuu auringon valossa saastuneen ilman kulkeutuessa tuulten mukana. Korkeimmat pitoisuudet voivat esiintyä maaseudulla satojen kilometrien päässä päästölähteistä. Otsonin syntyminen on monimutkainen kemiallinen tapahtumaketju, jossa otsonia sekä syntyy että kuluu. Saasteiden väliset pitoisuussuhteet ja auringon valon määrä ratkaisevat vallitsevan otsonipitoisuuden.

Käytännössä tämä Suomen oloissa saa aikaan sen, että kaupunkiemme keskustoissa, missä typen oksidien päästöt ovat suurimmat, otsonipitoisuudet ovat kuitenkin pienet. Kauempana päästöistä — jo kaupunkien laidoilla — pitoisuudet kohoavat, ja ovat korkeimmat maaseudun tausta-alueilla.

Otsoni on helposti reagoiva kaasu, jolla on tärkeä rooli ilmakehässä. Yläilmakehässä se luontaisesti suojaa maanpintaa liialta ultraviolettisäteilyltä. Hengi-

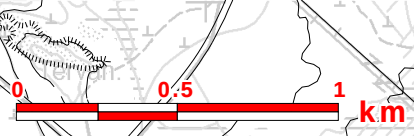
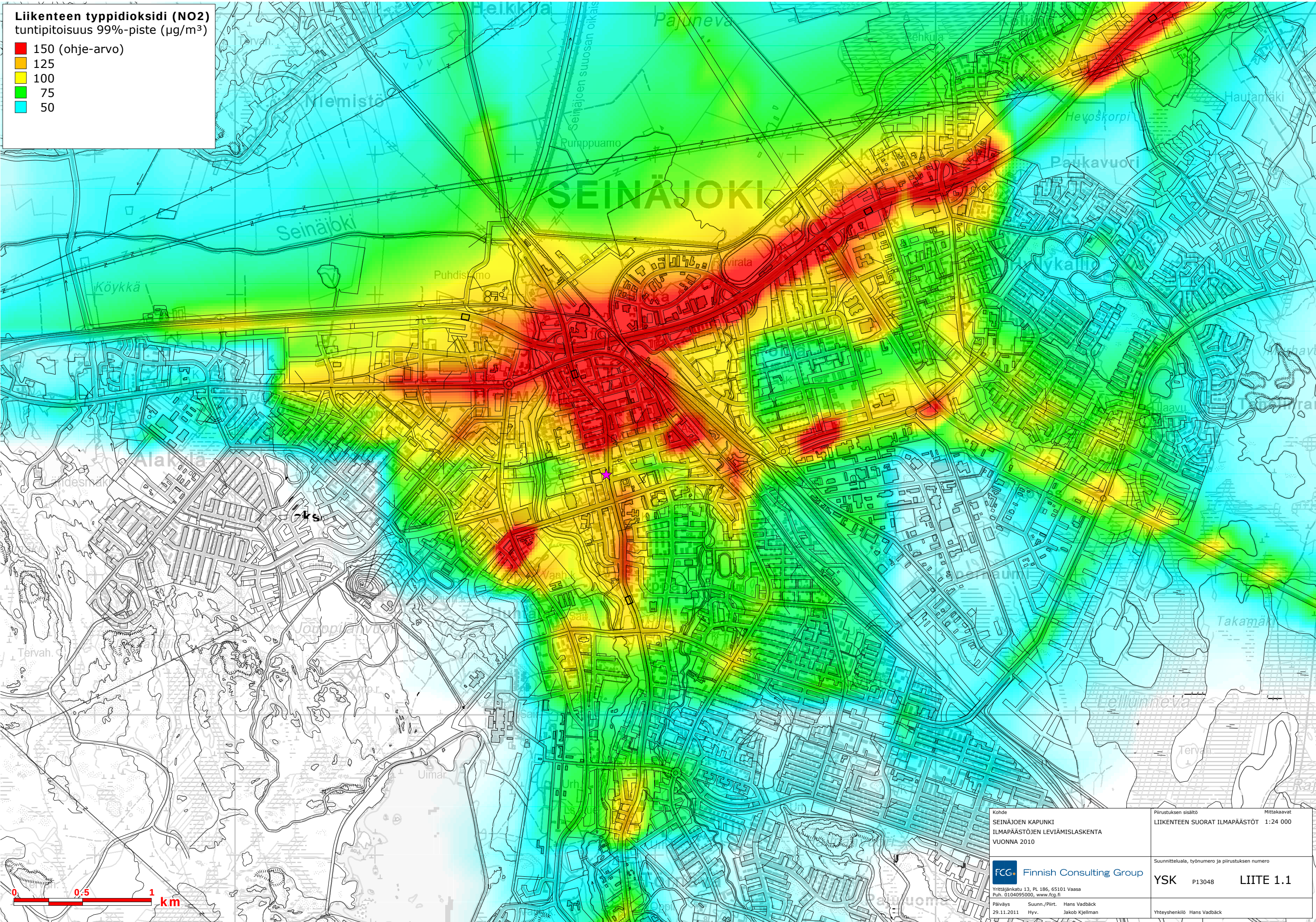
tysilman korkeat otsonipitoisuudet ovat kuitenkin ihmisten terveydelle haitallisia. Myös kasvillisuudelle korkeat otsonipitoisuudet ovat haitallisia

PM10

Hengitettäväksi hiukkasiksi (PM10 eli **P**articulate **M**atter <10) kutsutaan halkaisijaltaan alle 10 mikrometrin (μm) hiukkasia. Tämän kokoiset hiukkaset kulkevat hengitysilman mukana ihmisen keuhkoputkiin asti. Hiukkaset voivat olla kemialliselta koostumukseltaan vaikkapa valtaosin vaaratonta pölyä, mutta niihin voi olla sitoutuneena myös esimerkiksi haitallisia raskasmetalleja tai hiilivetyjä.

Liikenteen typidioksidi (NO2)
tuntipitoisuus 99%-piste (µg/m³)

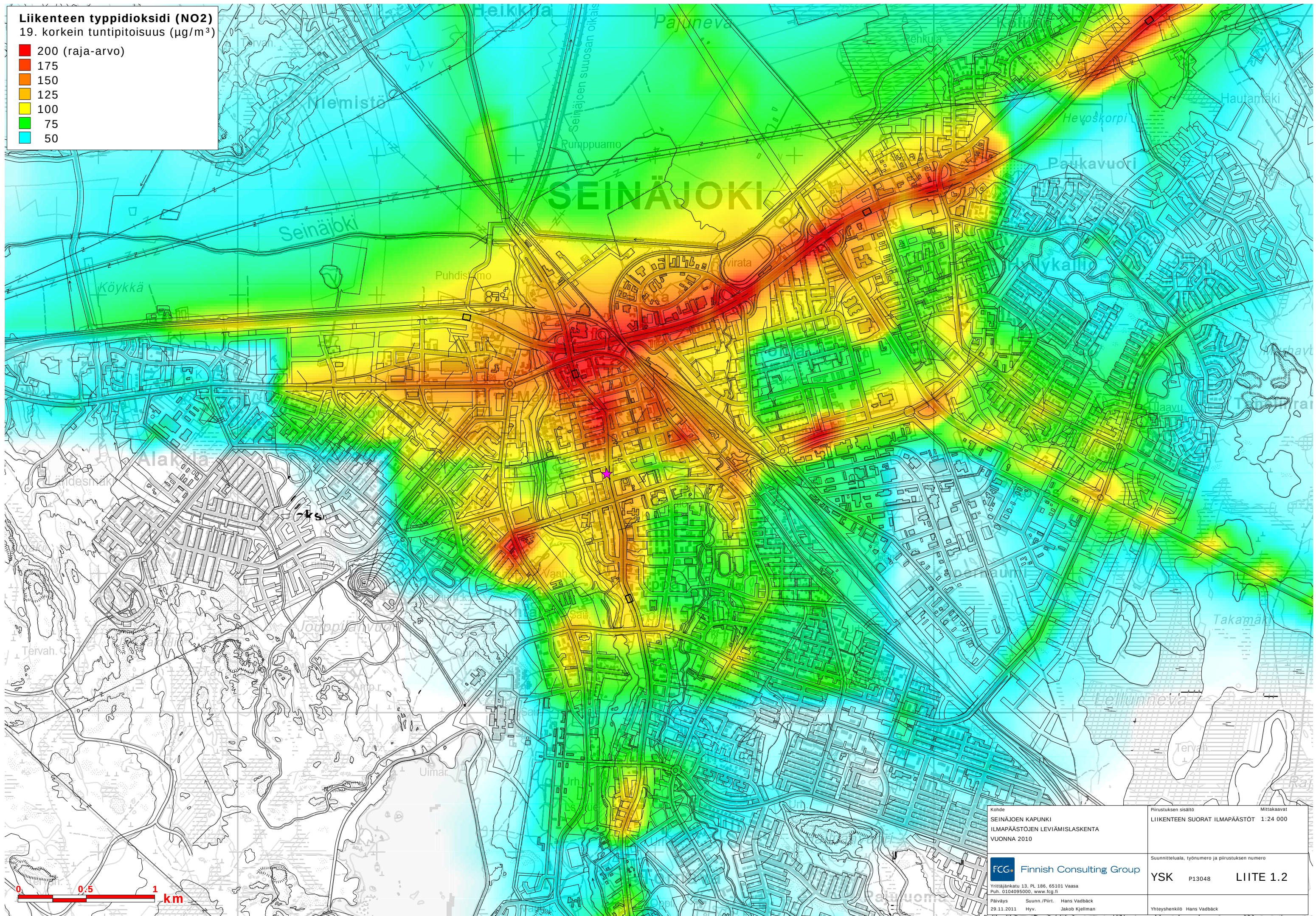
- 150 (ohje-arvo)
- 125
- 100
- 75
- 50



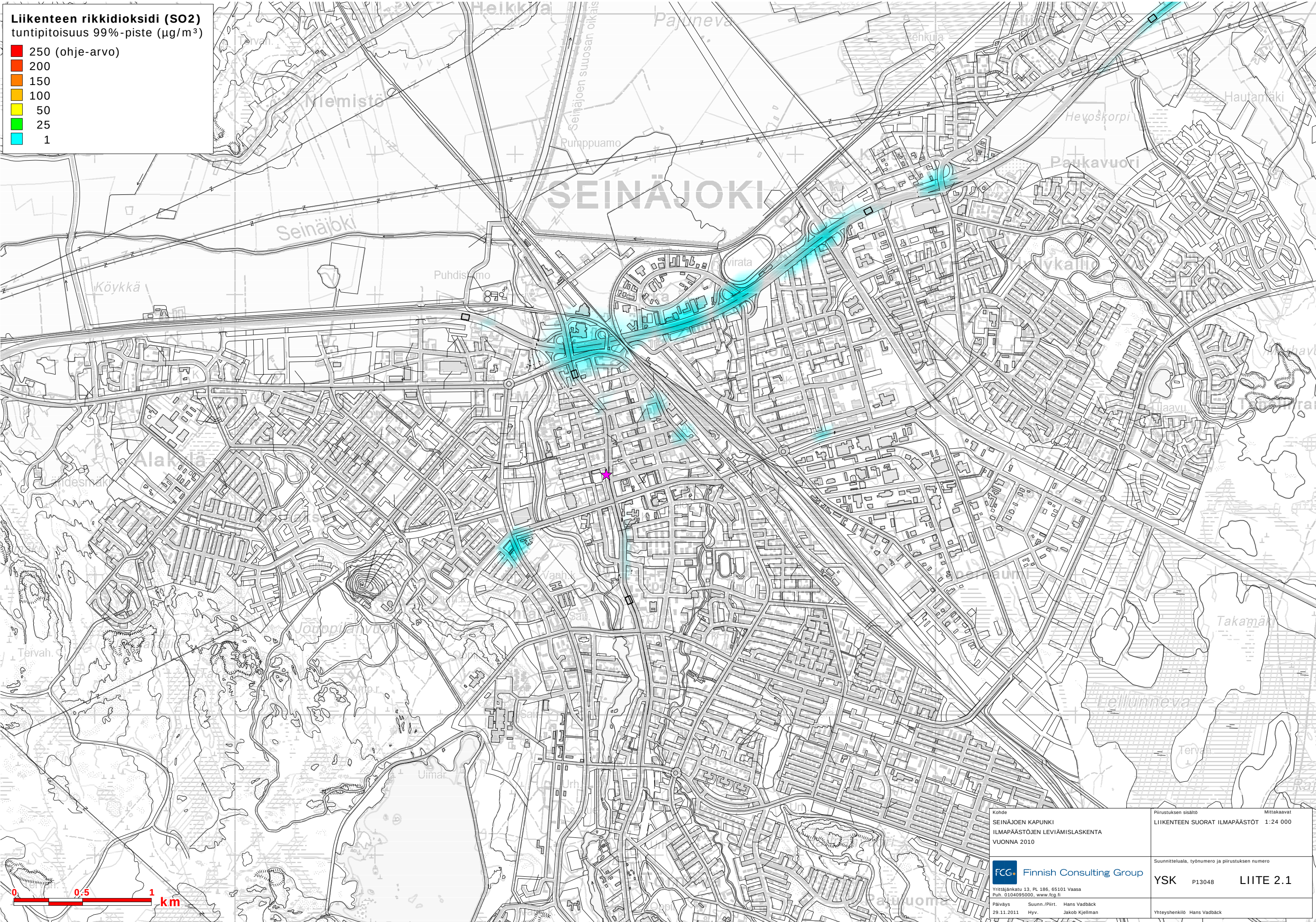
Kohde SEINÄJOEN KAPUNKI ILMAPÄÄSTÖJEN LEVIÄMÄSLASKENTA VUONNA 2010		Piirustuksen sisältö LIIKENTEEN SUORAT ILMAPÄÄSTÖT	Mittakaavat 1:24 000
Yrittäjänkatu 13, PL 186, 65101 Vaasa Puh. 0104095000, www.fcg.fi		Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero	
Päiväys 29.11.2011		YSK	LIITE 1.1
Suunn./Piirt. Hans Vadback Hyv. Jakob Kjellman		Yhteyshenkilö Hans Vadback	

Liikenteen typidioksidi (NO₂)
19. korkein tuntipitoisuus (µg/m³)

- 200 (raja-arvo)
- 175
- 150
- 125
- 100
- 75
- 50

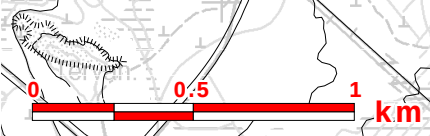


Kohde SEINÄJOEN KAPUNKI ILMAPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISLASKENTA VUONNA 2010		Piirustuksen sisältö LIIKENTEEN SUORAT ILMAPÄÄSTÖT	Mittakaavat 1:24 000
FCG Finnish Consulting Group Virtajankatu 13, PL 186, 65101 Vaasa Puh. 0104095000, www.fcg.fi		Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero YSK P13048	LIITE 1.2
Päiväys 29.11.2011		Suunn./Piirt. Hans Vadback Hyv. Jakob Kjellman	Yhteyshenkilö Hans Vadback

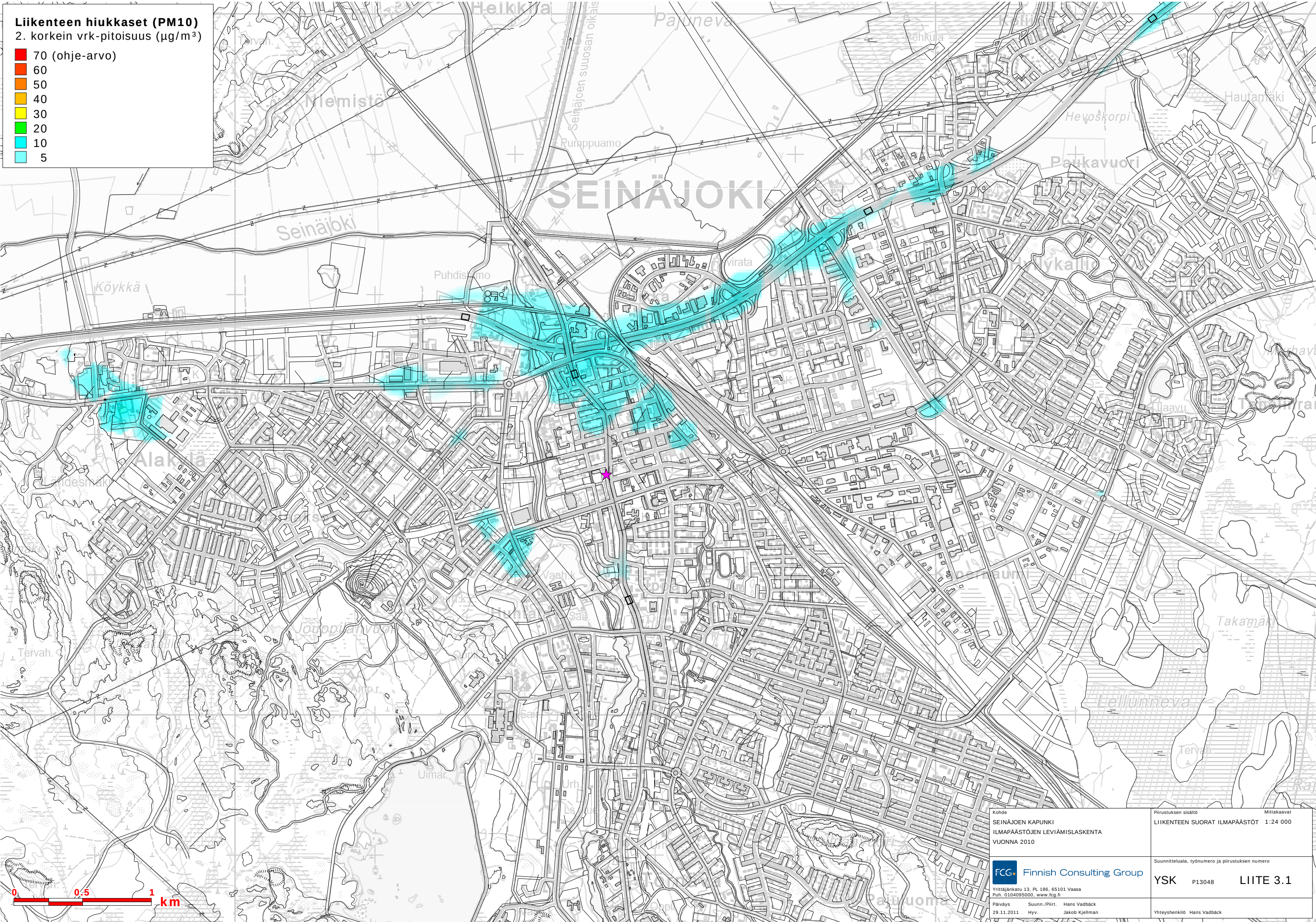


Liikenteen rikkidioksidi (SO₂)
tuntipitoisuus 99%-piste (µg/m³)

- 250 (ohje-arvo)
- 200
- 150
- 100
- 50
- 25
- 1



Kohde SEINÄJOEN KAPUNKI ILMAPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISLASKENTA VUONNA 2010	Piirustuksen sisältö LIIKENTEEN SUORAT ILMAPÄÄSTÖT	Mittakaavat 1:24 000
 Finnish Consulting Group Yrittäjänkatu 13, PL 186, 65101 Vaasa Puh. 0104095000, www.fcg.fi	Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero YSK P13048	LIITE 2.1
Päiväys 29.11.2011	Suunn./Piirt. Hans Vadback Hyv. Jakob Kjeliman	Yhteyshenkilö Hans Vadback



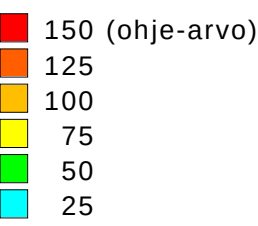
Liikenteen hiukkaset (PM10)
2. korkein vrk-pitoisuus (µg/m³)

- 70 (ohje-arvo)
- 60
- 50
- 40
- 30
- 20
- 10
- 5

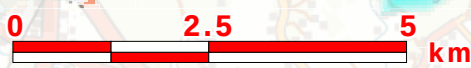


Kohde SEINÄJOEN KAPUNKI ILMAPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISLASKENTA VUONNA 2010		Piirustuksen sisältö LIIKENTEEN SUORAT ILMAPÄÄSTÖT	Mittakaavat 1:24 000
FCG Finnish Consulting Group Yrittäjänkatu 13, PL 186, 65101 Vaasa Puh. 0104095000, www.fcg.fi		Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero YSK P13048	LIITE 3.1
Päiväys 29.11.2011		Suunn./Piirt. Hans Vadback	Yhteyshenkilö Hans Vadback
Hyv. Jakob Kjeliman			

**Pistelähteiden typpidioksidi (NO2)
tuntipitoisuus 99%-piste (µg/m³)**



Kohde SEINÄJOEN KAPUNKI ILMAPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISLASKENTA VUONNA 2010	Piirustuksen sisältö PISTELÄHTEIDEN ILMAPÄÄSTÖT		Mittakaavat 1:100 000
	Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero		
FCG Finnish Consulting Group Yrittäjänkatu 13, PL 186, 65101 Vaasa Puh. 0104095000, www.fcg.fi Päiväys Suunn./Piirt. Hans Vadbäck 29.11.2011 Hyv. Jakob Kjellman	YSK P13048		LIITE 4.1
	Yhteyshenkilö Hans Vadbäck		



Pistelähteiden typpidioksidi (NO2)

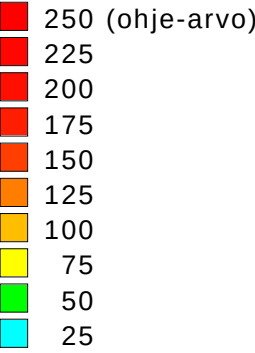
korkein vrk-pitoisuus (µg/m³)

- 70 (ohje-arvo)
- 60
- 50
- 40
- 30
- 20
- 10

Kohde SEINÄJOEN KAPUNKI ILMAPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISLASKENTA VUONNA 2010		Piirustuksen sisältö PISTELÄHTEIDEN ILMAPÄÄSTÖT	Mittakaavat 1:100 000
Yrittäjänkatu 13, PL 186, 65101 Vaasa Puh. 0104095000, www.fcg.fi		Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero	
Päiväys 29.11.2011		Yksikö YSK	Liite LIITE 4.2
Suunn./Piirt. Hans Vadback Hyv. Jakob Kjellman		Yhteyshenkilö Hans Vadback	

0 2.5 5 km

Pistelähteiden rikkidioksidi (SO₂)
tuntipitoisuus 99%-piste (µg/m³)



Kohde SEINÄJOEN KAPUNKI ILMAPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISLASKENTA VUONNA 2010	Piirustuksen sisältö PISTELÄHTEIDEN ILMAPÄÄSTÖT		Mittakaavat 1:100 000
	Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero		
	YSK	P13048	LIITE 5.1
Yhteyshenkilö Hans Vadbäck			

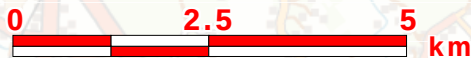
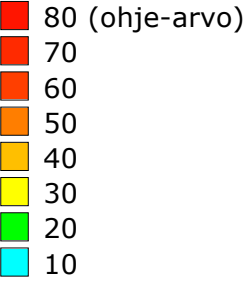
FCG Finnish Consulting Group

Yrittäjänkatu 13, PL 186, 65101 Vaasa
Puh. 0104095000, www.fcg.fi

Päiväys Suunn./Piirt. Hans Vadbäck
29.11.2011 Hyv. Jakob Kjellman

Pistelähteiden rikkidioksidi (SO₂)

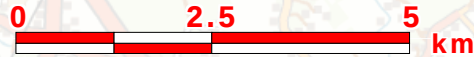
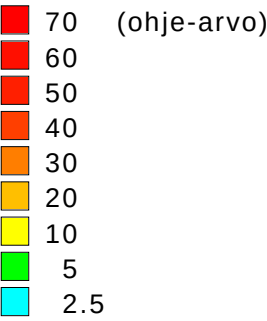
korkein vrk-pitoisuus (µg/m³)



Kohde SEINÄJOEN KAPUNKI ILMAPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISLASKENTA VUONNA 2010	Piirustuksen sisältö PISTELÄHTEIDEN ILMAPÄÄSTÖT		Mittakaavat 1:100 000
	Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero		
Yrittäjänkatu 13, PL 186, 65101 Vaasa Puh. 0104095000, www.fcg.fi Päiväys 29.11.2011	FCG Finnish Consulting Group		YSK P13048 LIITE 5.2
	Suunn./Piirt. Hans Vadbäck Hyv. Jakob Kjellman		Yhteyshenkilö Hans Vadbäck

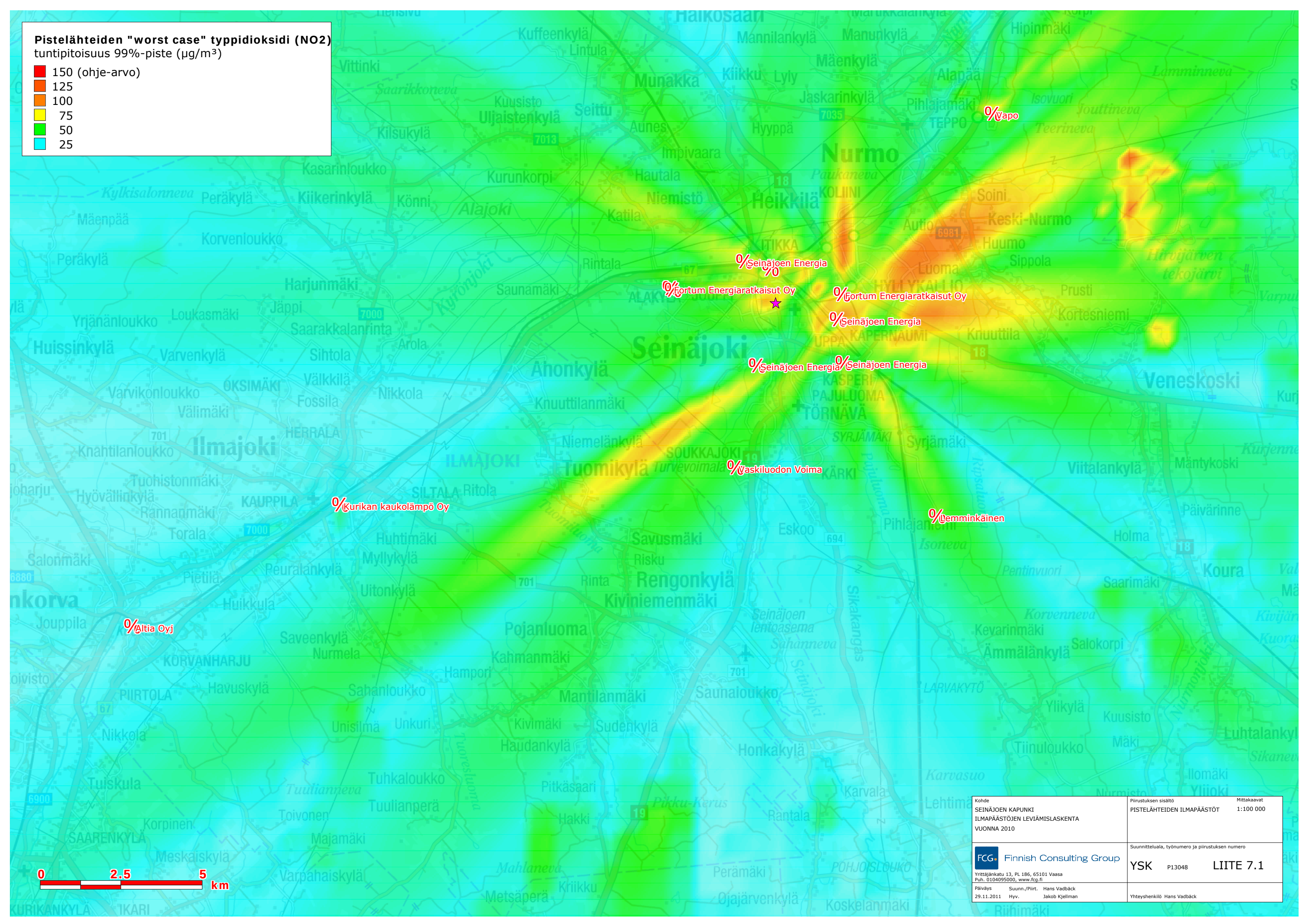
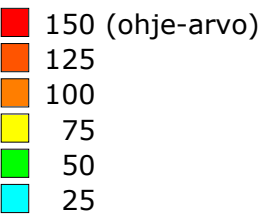
Pistelähteiden hengitettävät hiukkaset (PM10)

2. korkein vrk-pitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



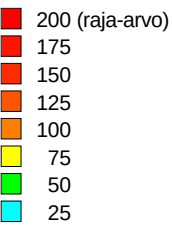
Kohde SEINÄJOEN KAPUNKI ILMAPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISLASKENTA VUONNA 2010	Piirustuksen sisältö PISTELÄHTEIDEN ILMAPÄÄSTÖT		Mittakaavat 1:100 000
	Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero		
Yrittäjänkatu 13, PL 186, 65101 Vaasa Puh. 0104095000, www.fcg.fi		YSK P13048 LIITE 6.1	
Päiväys 29.11.2011	Suunn./Piirt. Hyv.	Hans Vadbäck Jakob Kjellman	Yhteyshenkilö Hans Vadbäck

**Pistelähteiden "worst case" typpidioksidi (NO2)
tuntipitoisuus 99%-piste (µg/m³)**



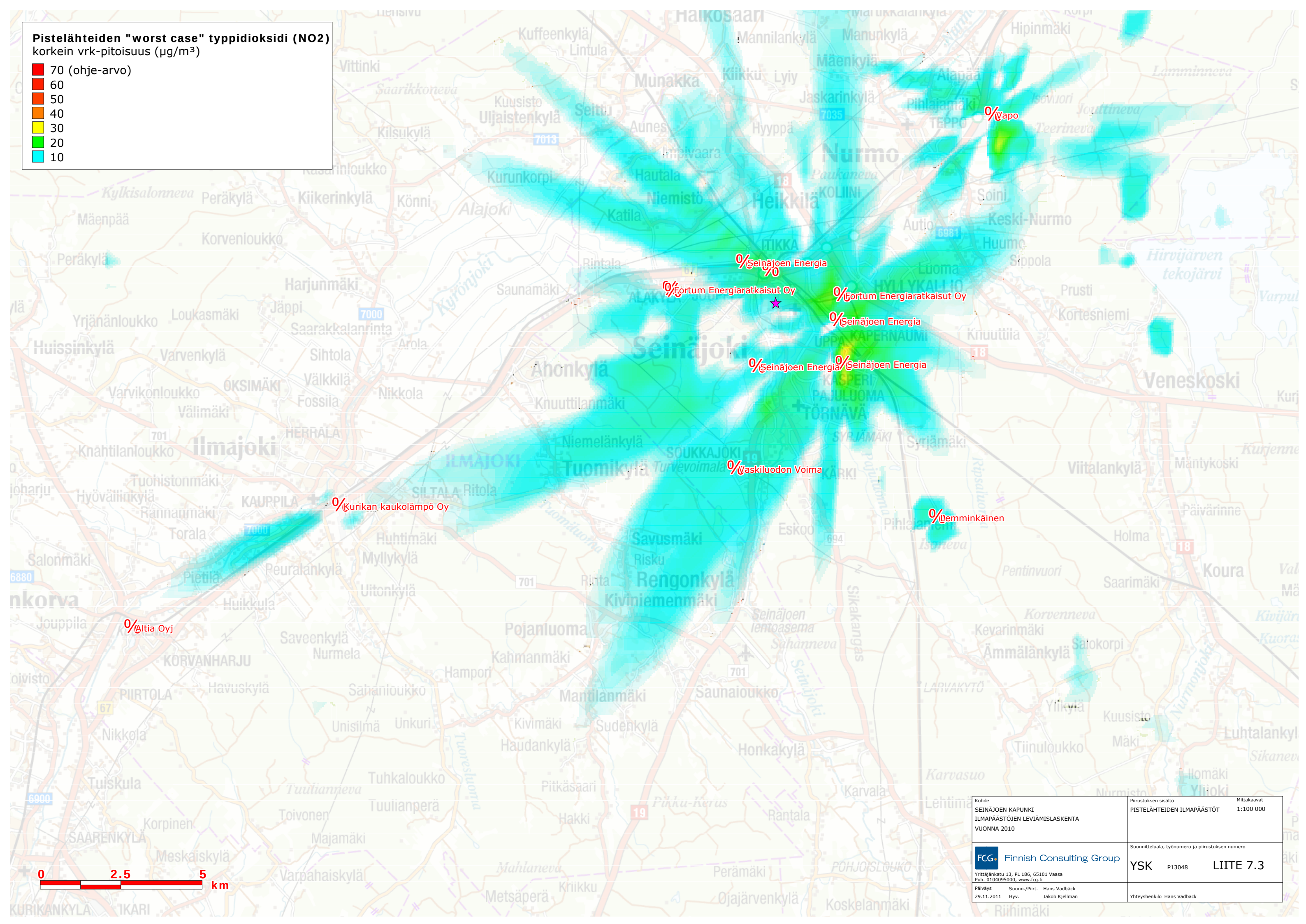
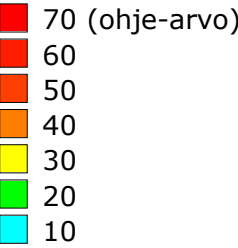
Kohde SEINÄJOEN KAPUNKI ILMAPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISLASKENTA VUONNA 2010	Piirustuksen sisältö PISTELÄHTEIDEN ILMAPÄÄSTÖT		Mittakaavat 1:100 000
	Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero		
Yrittäjänkatu 13, PL 186, 65101 Vaasa Puh. 0104095000, www.fcg.fi	YSK		P13048
	LIITE 7.1		
Päiväys 29.11.2011	Suunn./Piirt. Hans Vadback	Yhteyshenkilö Hans Vadback	

Pistelähteiden "worst case" typpidioksidi (NO2)
19. korkein tuntipitoisuus (µg/m³)



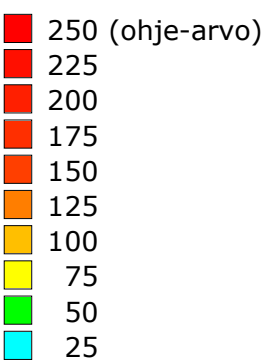
Kohde SEINÄJOEN KAPUNKI ILMAPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISLASKENTA VUONNA 2010		Piirustuksen sisältö PISTELÄHTEIDEN ILMAPÄÄSTÖT	Mittakaavat 1:100 000
Yrittäjänkatu 13, PL 186, 65101 Vaasa Puh. 0104095000, www.fcg.fi		Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero	
Päiväys 29.11.2011		Suunn./Piirt. Hans Vadbäck Hyv. Jakob Kjellman	YSK P13048 LIITE 7.2
		Yhteyshenkilö Hans Vadbäck	

Pistelähteiden "worst case" typpidioksidi (NO2)
korkein vrk-pitoisuus (µg/m³)



Kohde SEINÄJOEN KAPUNKI ILMAPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISLASKENTA VUONNA 2010	Piirustuksen sisältö PISTELÄHTEIDEN ILMAPÄÄSTÖT		Mittakaavat 1:100 000
Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero			
 Finnish Consulting Group			YSK P13048 LIITE 7.3
Yrittäjänkatu 13, PL 186, 65101 Vaasa Puh. 0104095000, www.fcg.fi			
Päiväys 29.11.2011	Suunn./Piirt. Hyv.	Hans Vadbäck Jakob Kjellman	Yhteyshenkilö Hans Vadbäck

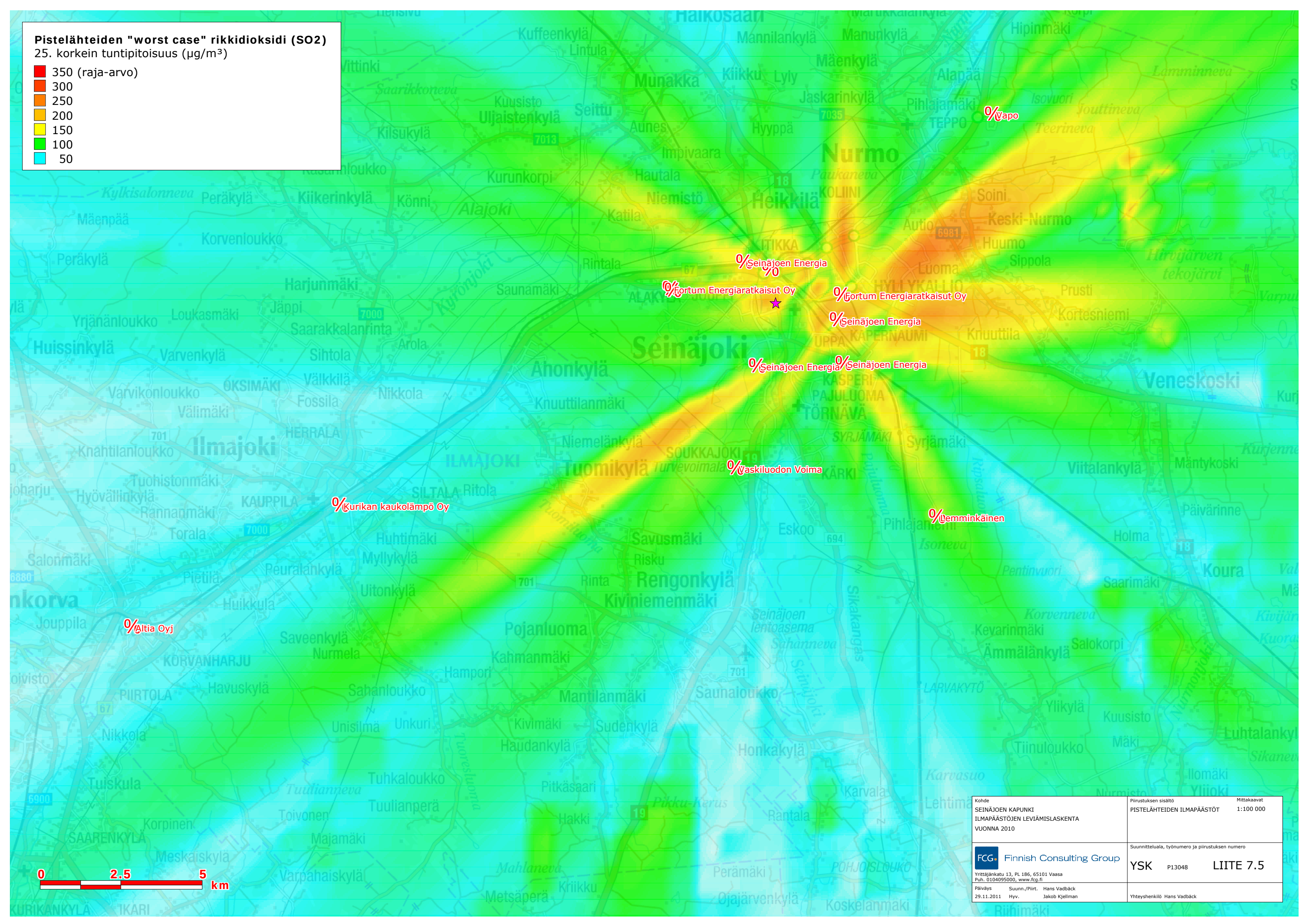
Pistelähteiden "worst case" rikkidioksidi (SO₂)
tuntipitoisuus 99%-piste (µg/m³)



Kohde SEINÄJOEN KAPUNKI ILMAPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISLASKENTA VUONNA 2010		Piirustuksen sisältö PISTELÄHTEIDEN ILMAPÄÄSTÖT	Mittakaavat 1:100 000
Yrittäjänkatu 13, PL 186, 65101 Vaasa Puh. 0104095000, www.fcg.fi		Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero	
Päiväys 29.11.2011		Suunn./Piirt. Hyv.	Hans Vadbäck Jakob Kjellman
FCG Finnish Consulting Group		YSK P13048	LIITE 7.4
Yhteyshenkilö Hans Vadbäck			

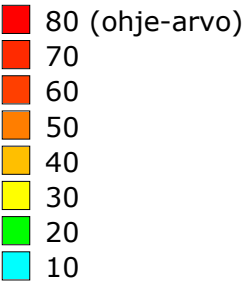
Pistelähteiden "worst case" rikkidioksidi (SO₂)
25. korkein tuntipitoisuus (µg/m³)

- 350 (raja-arvo)
- 300
- 250
- 200
- 150
- 100
- 50



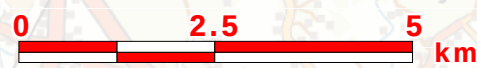
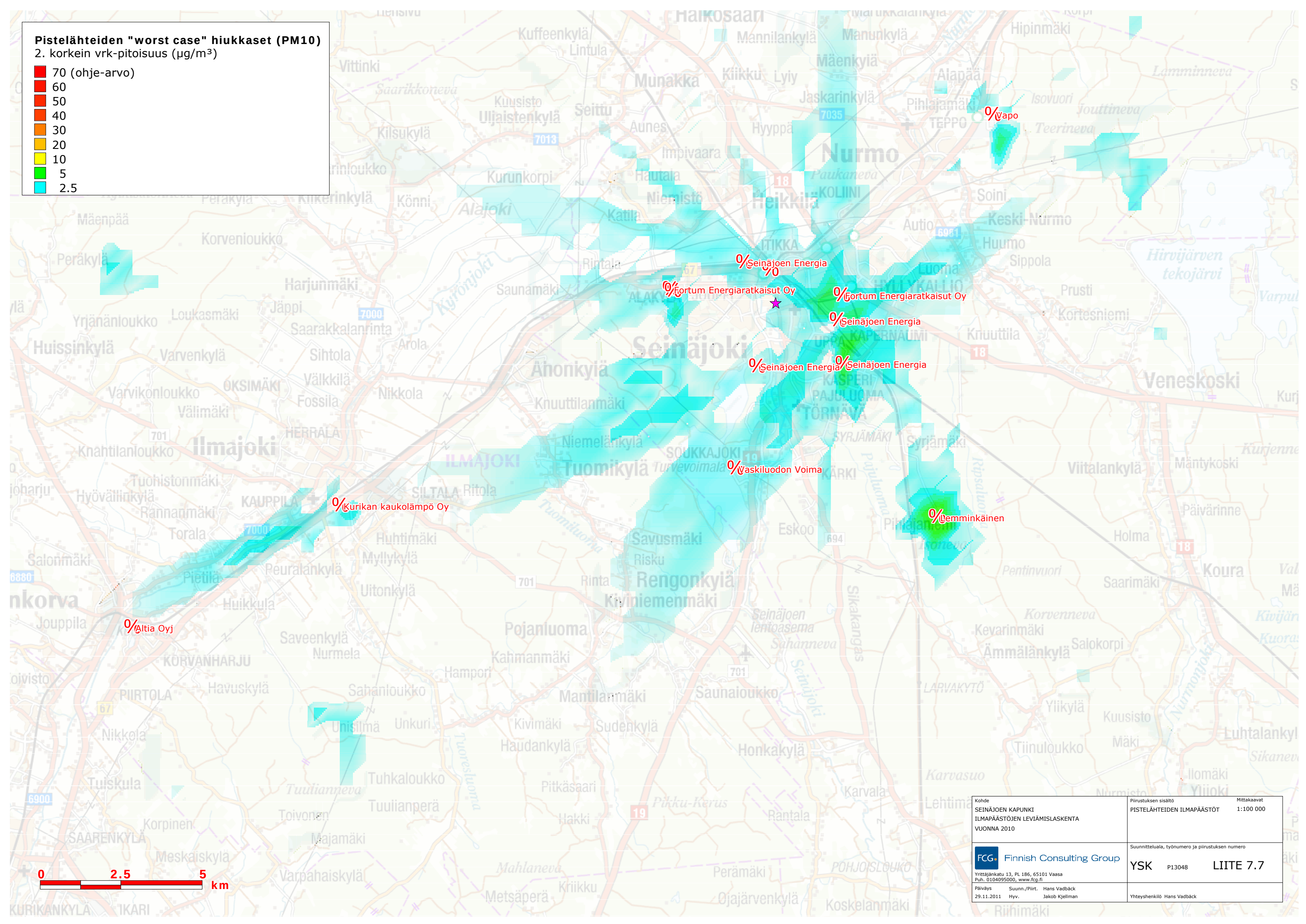
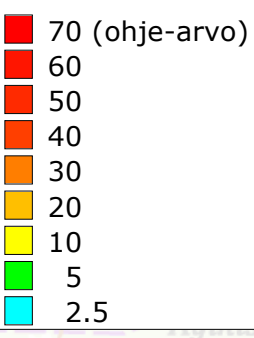
Kohde SEINÄJOEN KAPUNKI ILMAPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISLASKENTA VUONNA 2010	Piirustuksen sisältö PISTELÄHTEIDEN ILMAPÄÄSTÖT		Mittakaavat 1:100 000
	Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero		
FCG Finnish Consulting Group Yrittäjänkatu 13, PL 186, 65101 Vaasa Puh. 0104095000, www.fcg.fi Päiväys 29.11.2011	YSK	P13048	LIITE 7.5
Suunn./Piirt. Hans Vadback Hyv. Jakob Kjellman	Yhteyshenkilö Hans Vadback		

Pistelähteiden "worst case" rikkidioksidi (SO₂)
korkein vrk-pitoisuus (µg/m³)



Kohde SEINÄJOEN KAPUNKI ILMAPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISLASKENTA VUONNA 2010	Piirustuksen sisältö PISTELÄHTEIDEN ILMAPÄÄSTÖT		Mittakaavat 1:100 000
	Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero		
FCG Finnish Consulting Group Yrittäjänkatu 13, PL 186, 65101 Vaasa Puh. 0104095000, www.fcg.fi Päiväys Suunn./Piirt. Hans Vadbäck 29.11.2011 Hyv. Jakob Kjellman	YSK	P13048	LIITE 7.6
Yhteyshenkilö Hans Vadbäck			

Pistelähteiden "worst case" hiukkaset (PM10)
2. korkein vrk-pitoisuus (µg/m³)



Kohde SEINÄJOEN KAPUNKI ILMAPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISLASKENTA VUONNA 2010	Piirustuksen sisältö PISTELÄHTEIDEN ILMAPÄÄSTÖT		Mittakaavat 1:100 000
	Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero		
 Finnish Consulting Group	YSK	P13048	LIITE 7.7
Yrittäjänkatu 13, PL 186, 65101 Vaasa Puh. 0104095000, www.fcg.fi	Yhteyshenkilö Hans Vadback		
Päiväys 29.11.2011	Suunn./Piirt. Hans Vadback	Hyv. Jakob Kjellman	



FCG Finnish Consulting Group Oy

Yrittäjänkatu 13, PL 186, 65101 Vaasa
Puh. 010 4090, Fax 010 409 6999, www.fcg.fi