

Vastaanottaja
Terrafame Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
19.9.2018

AKKUKEMIKAALITEHTAAN JA LÄMPÖLAITOKSEN PÄÄS- TÖJEN LEVIÄMINEN **TERRAFAME OY**

AKKUKEMIKAALITEHTAAN JA LÄMPÖLAITOKSEN PÄÄSTÖJEN LEVIÄMINEN TERRAFAME OY

Projekti **Terrafame, ilmanlaatu ja ilmasto**
Projektinro **1510040483-005**
Vastaanottaja **Terrafame Oy**
Asiakirjatyyppi **Raportti**
Versio **1.0**
Päivämäärä **19.9.2018**
Laatija **Toni Keskitalo**
Tarkastaja **Anne Kiljunen**

Ramboll
Ylistönmäentie 26
40500 JYVÄSKYLÄ

P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
www.ramboll.fi

SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	3
2.	AINEISTO JA MENETELMÄT	4
2.1	Tutkimusalue	4
2.2	Leviämismalli	5
2.3	Mallinnuksen päästölähteet	6
2.4	Sääaineisto	8
2.5	Ilmanlaadun raja- ja ohjearvot	9
3.	MALLINNUKSEN TULOKSET	10
3.1	Suurimmat pitoisuudet	10
3.2	Tuloskartat	11
4.	Tulosten tarkastelu	20

Työssä käytetty laserkeilausaineisto, pohjakartat, rakennustiedot ja ilmakuvat ovat Maanmittauslaitoksen avointa aineistoa, syyskuu 2017.

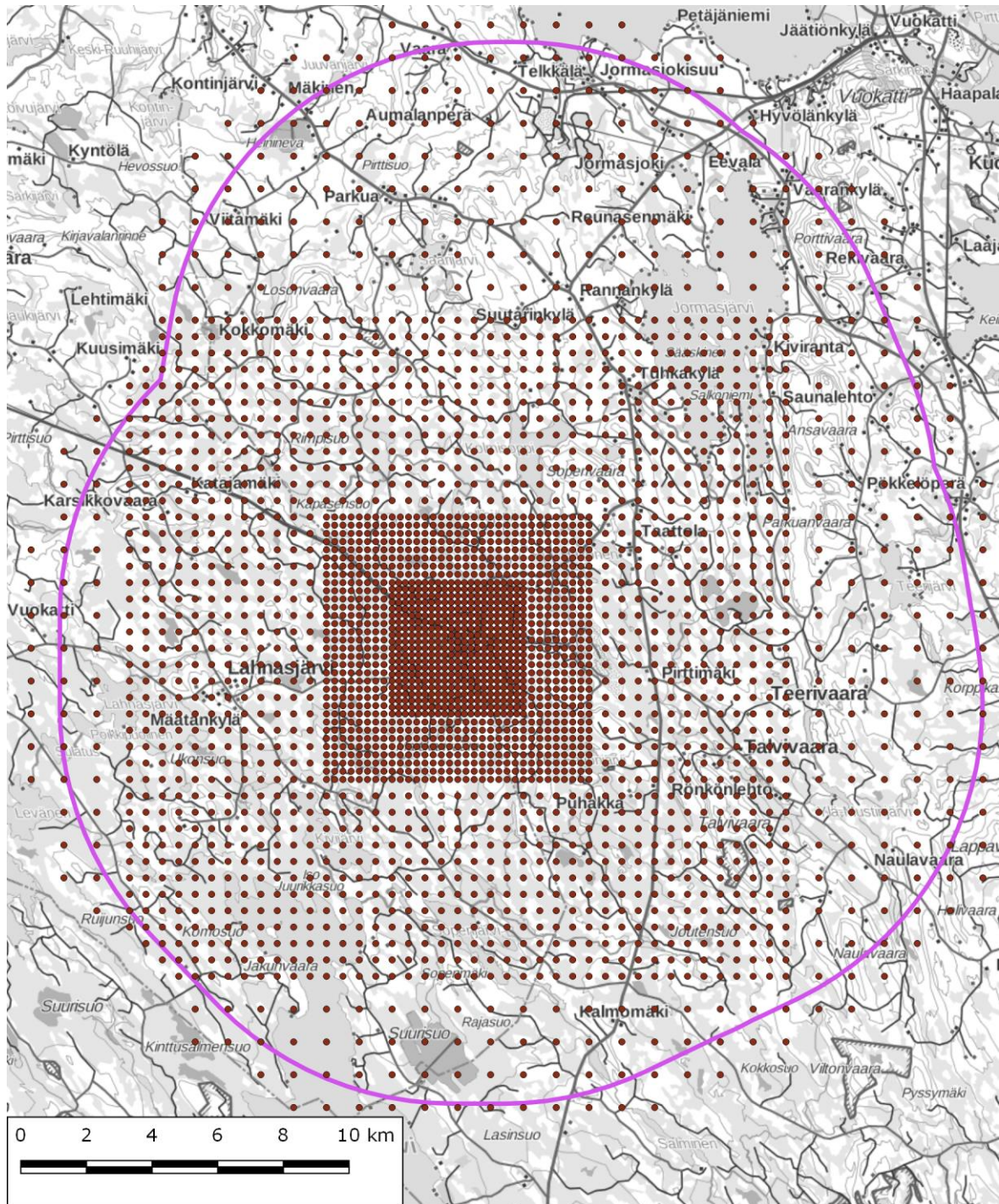
1. JOHDANTO

Terrafame Oy suunnittelee aloittavansa akuissa hyödynnettävien nikkeli- ja kobolttikemikaalien valmistamisen Terrafamen kaivoksen ja metallitehtaan tehdasalueella. Tähän liittyen tehdään ympäristövaikutusten arviointi, joka on edellytyksenä ympäristöluvan saamiselle. Tässä selvityksessä arvioidaan akkukemikaalitehtaan ja rakennettavan lämpölaitoksen ilmanlaatuvaikutuksia leviämismallinnuksen avulla. Työssä käytettiin päästöjen yleiseen mallintamiseen sopivaa Yhdysvaltain ympäristöviraston (U.S. EPA) AERMOD-leviämismallia. Mallintamalla saatuja arvoja verrattiin ilmanlaadun raja- ja ohjarvoihin.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1 Tutkimusalue

Leviämismallinnus rajattiin alueelle, joka on 10 km:n sisällä kaivospiirin rajasta (Kuva 1). Tämä alue on YVA-ohjelmassa esitetty vaikutusten tarkastelualue.

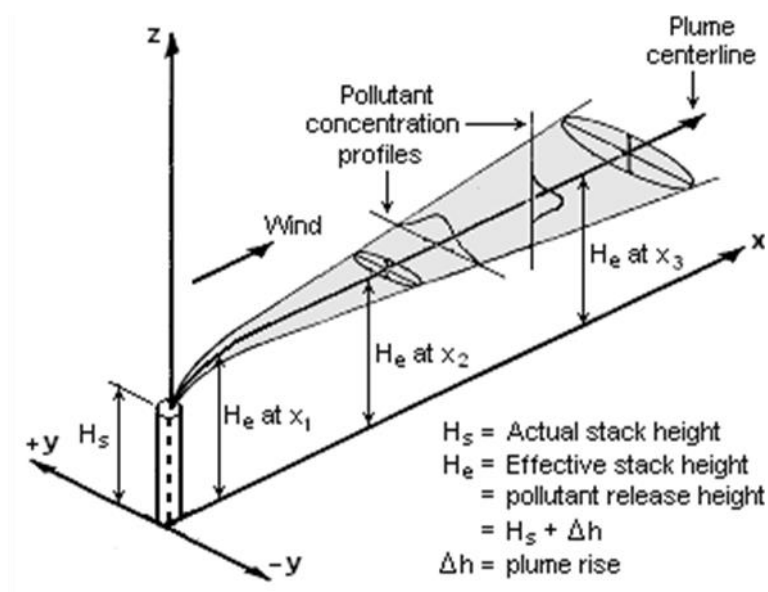


Kuva 1. Kartta mallinnusalueesta. Violetti viiva on 10 km:n puskuri kaivospiiristä, ja pisteet ovat mallin laskentapistettä (yhteensä 3003 kpl).

2.2 Leviämismalli

Leviämismallinnuksessa käytettiin 3-ulotteista mallia, joka huomioi maastonmuodot, rakennusten aiheuttaman kaasupainuman, kaasujen lämpötilasta johtuvan nosteen, sääolosuhteet. Mallinnukseen käytettiin U.S. EPA:n AERMOD-mallinnusohjelman versiolla 16216r käyttäen apuna graafista käyttöliittymää AERMOD View 9.5.0. Malli on laajalti käytössä Yhdysvalloissa ja Euroopassa, myös Suomessa. Mallinnettavan alueen koko (neliökilometreistä satoihin neliökilometreihin) ja reseptoripisteiden tiheys suhteutetaan päästöihin ja niiden leviämiseen. Lähialueella sekä lähimmissä häiriintyvissä kohteissa voidaan käyttää tiheämpää reseptoriverkkoa, minimissään 20 m.

Leviämismallin perustana on gaussilainen leviämisytälö, joka olettaa päästön laimenevan Gaussin jakauman mukaisesti pysty- ja vaakasuunnassa (Kuva 2).



Kuva 2. Päästövanan hajoaminen gaussilaisen leviämisytälön mukaan.

Mallissa käytetyt hajontaparametrit ovat tilastollisia ja ne on saatu empiirisesti. Vaaka- ja pystysuunnan standardipoikkeamat luonnollisesti kasvavat, kun etäisyys lähteestä kasvaa. Malli huomioi päästövanan korkeutta laskiessaan päästökorkeuden (H_s), päästön virtausnopeuden ja lämpösisälön. Tuulennopeuden oletetaan edustavan savuviuhkan kulkeutumisenopeutta ja se määritetään savuviuhkan keskiakselin korkeudelle (H_e). Gaussin vanamallin lisäksi malli sisältää osamalleja esim. päästöjen vaihteluiden ja rakennusten virtaushäiriöiden käsittelemiseksi.

Laskentamalli käyttää epäpuhtauspitoisuuksien laskennassa meteorologisen tilanteen tuntikeskiarvoja (ulkoilman lämpötila, tuulen nopeus, tuulen suunta, pilvisuus, pilvien korkeus). Laskenta etenee tunnin aika-askeleella, kunnes koko säätietojen aikasarja, esimerkiksi vuoden mittainen, on käyty läpi. Tuloksena saatavat pitoisuudet ilmoitetaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa. Pitoisuudet kuvaavat pitoisuuksia ilmassa lähellä maan pintaa hengitysilman korkeudella (1,5 m).

Typen oksidien muutunta arvioitiin käyttäen AERMODin sisältämää ARM2-menetelmää. ARM2:ssa suhde NO_2/NO_x ulkoilmassa on välillä 20–90 %.

Päästötiedot hiukkasille kuvasivat hiukkasten kokonaispitoisuutta (TSP). Tuloksina saatavat hengittävien hiukkasten (PM_{10}) raja- ja ohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet ovat yliarvioita, koska kaikki hiukkaset eivät ole pienempiä läpimitaltaan kuin 10 μm .

Leviämismallilla arvioitiin päästöjen leviäminen YVA-ohjelmassa esitetyille vaikutusten tarkastelualueelle, joka ulottuu 10 km:n etäisyydelle kaivospiirin rajasta. Mallin laskentapisteen sijoittuivat tälle alueelle siten, että niiden etäisyys toisistaan oli toimintojen lähellä 200 metriä ja alueen reunamilla 1 km.

2.3 Leviämismallin epävarmuustekijöitä

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 pitempiaikaisia pitoisuuksia laskettaessa.

2.4 Mallinnuksen päästölähteet

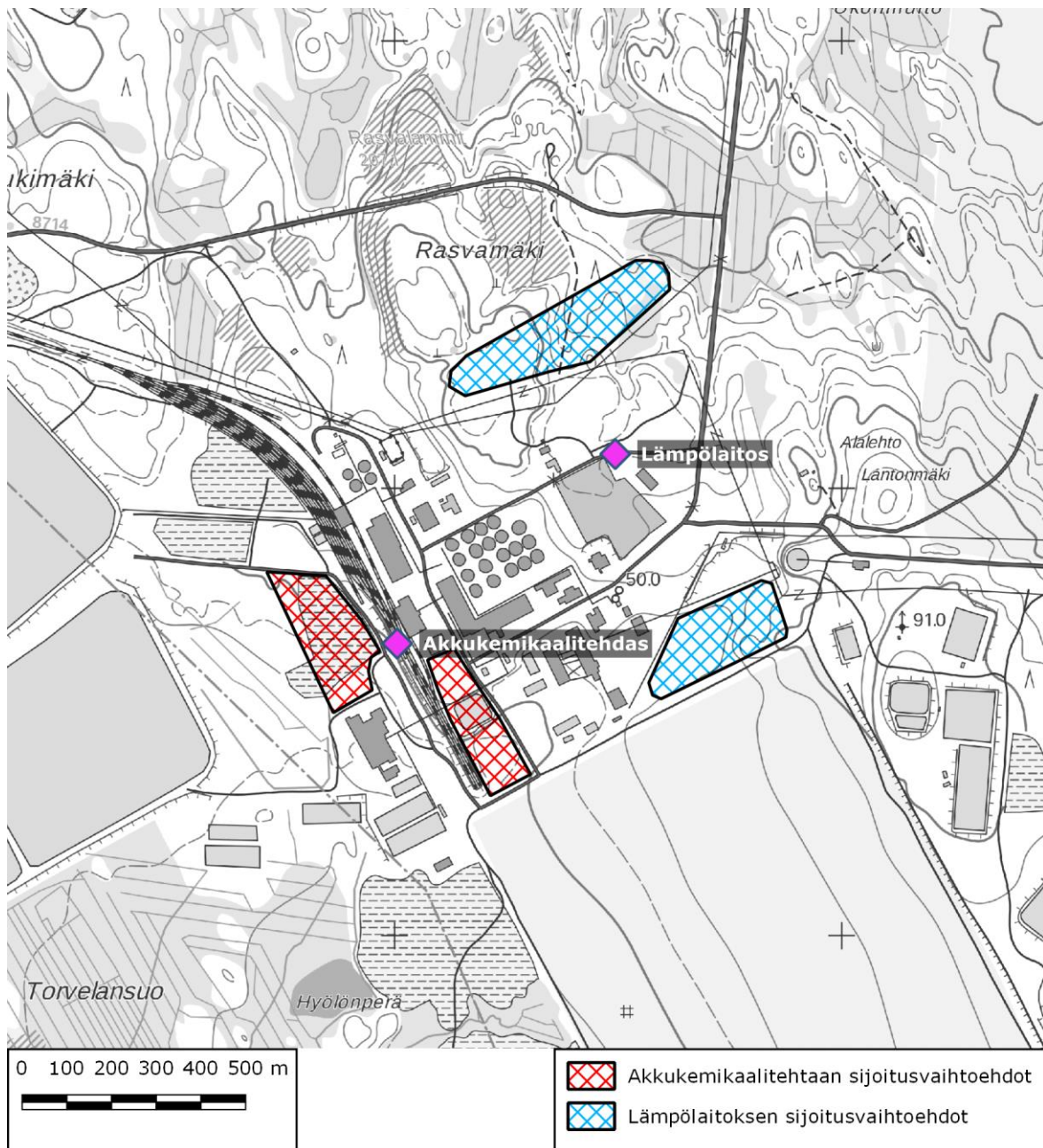
Leviämismallissa päästölähteinä olivat akkukemikaalitehtaan hönkäpiippu ja lämpölaitoksen piippu. Akkukemikaalitehtaan päästö oli sama joka toteutusvaihtoehdossa. Vaihtoehdossa VE1A lämpölaitoksen polttoaineteho on 18 MW ja polttoaineena propaani. Vaihtoehdoissa VE1B ja VE2 polttoaineena on biomassa tai biomassa ja kierrätyspolttoaineet rinnakkaispolttona; VE1B:ssä kattilan teho on 18 MW ja VE2:ssa 47 MW.

Akkukemikaalitehtaan hönkäpiipun päästötiedot saatiin tilaajalta ja lämpölaitoksen piipun päästöt sen toimittajalta. Seuraavassa on eritelty eri mallinnustilanteiden päästöt (Taulukko 1). Vaihtoehdossa VE1A propaania polttoaineena käyttävä lämpöaitos ei tuota rikkidioksidi- eikä hiukkaspäästöjä. Akkukemikaalitehtaan päästöt olivat hyvin pienet verrattuna lämpölaitoksen päästöihin.

Akkukemikaalitehtaan tai lämpölaitoksen tarkka sijainti ei ollut tiedossa suunnittelun tässä vaiheessa: kummallekin oli kaksi vaihtoehtoista sijoitusaluetta. Tämän vuoksi päästölähteet sijoitettiin mallinnustyötä varten vaihtoehtoisten sijoitusalueiden välille (Kuva 3). Nykyiset toiminnot mallin lähteiden paikassa eivät vaikuta lopputulokseen olennaisella tavalla.

Taulukko 1. Malleissa käytetyt päästömäärät.

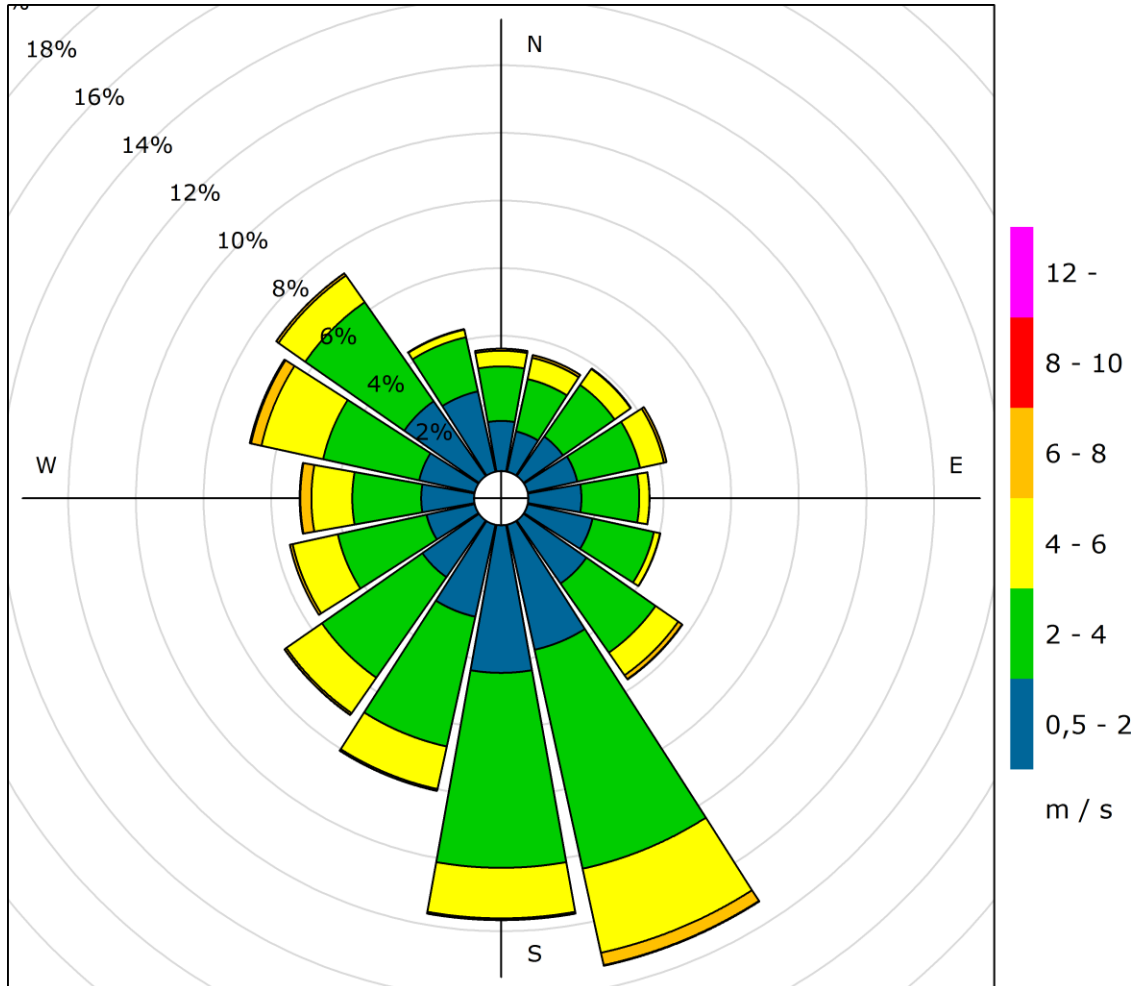
	Pitoisuudet [mg/m ³] NO _x	SO ₂ [mg/m ³]	Hiukkaset [mg/m ³]	Päästöt [g/s] NO _x	SO ₂ [g/s]	Hiukkaset [g/s]
VE1A (18 MW)						
Akkukemikaali-tehdas	1	1	1	0,0044	0,0044	0,0044
Lämpölaitos (propaani)	200	–	–	1,4	–	–
VE1B (18 MW)						
Akkukemikaali-tehdas	1	1	1	0,0044	0,0044	0,0044
Lämpölaitos	300	400	20	3,0	3,0	0,20
VE2 (47 MW)						
Akkukemikaali-tehdas	1	1	1	0,0044	0,0044	0,0044
Lämpölaitos	300	400	20	8,1	11	0,54



Kuva 3. Akkukemikaalitehtaan ja lämpölaitoksen sijoittuminen mallissa.

2.5 Sääaineisto

Sääaineistona käytettiin Sotkamon Kuolajärven sääaseman havaintoja vuosilta 2014–2016 (Ilmatieteen laitos, avoin data). Tuntitasolla aineistossa yleisimmät tuulen suunnat olivat eteläkaakko (13,4 %), etelä (11,7 %), etelälounas (8,1 %) ja lounas (7,0 %).



Kuva 4. Tuulen suuntien jakauma Sotkamon Kuolajärven sääasemalla vuosina 2014–2016 tuntiaineistossa. Kaavio kertoo, mistä suunnasta ja kuinka kovaa on tuullut. Asteikko on prosentteja kokonaisajasta. Tyyniä tai lähes tyyniä havaintoja (tuulen nopeus alle 0,5 m/s) oli 1,7 %.

2.6 Ilmanlaadun raja- ja ohjearvot

Voimassa olevat, tässä selvityksessä olennaiset ilmanlaadun raja- ja ohjearvot on esitetty seuraavissa taulukoissa.

Taulukko 2. Ilmanlaadun raja-arvot (VNa 79/2017).

Aine	Keskiarvon laskenta-aika	Raja-arvo	Sallitut ylitykset vuodessa
Rikkidioksidi (SO₂)	1 tunti	350 µg/m ³	24
Rikkidioksidi (SO₂)	24 tuntia	125 µg/m ³	3
Typpidioksidi (NO₂)	1 tunti	200 µg/m ³	18
Typpidioksidi (NO₂)	1 vuosi	40 µg/m ³	–
Hengitettävät hiukkaset (PM₁₀)	24 tuntia	50 µg/m ³	35
Hengitettävät hiukkaset (PM₁₀)	1 vuosi	40 µg/m ³	–
Pienhiukkaset (PM_{2,5})	1 vuosi	25 µg/m ³)	–

Taulukko 3. Ilmanlaadun ohjearvot (VNp 480/1996).

Aine	Ohjearvo	Tilastollinen määrittely
Typpidioksidi (NO₂)	150 µg/m ³	kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
Typpidioksidi (NO₂)	70 µg/m ³	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Rikkidioksidi (SO₂)	250 µg/m ³	kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
Rikkidioksidi (SO₂)	80 µg/m ³	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Hiukkaset, kokonaisleijuma (TSP)	120 µg/m ³	vuoden vuorokausiarvojen 98. prosenttipiste
Hiukkaset, kokonaisleijuma (TSP)	50 µg/m ³	vuosikeskiarvo
Hengitettävät hiukkaset (PM₁₀)	70 µg/m ³	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo

3. MALLINNUKSEN TULOKSET

3.1 Suurimmat mallinnetut pitoisuudet

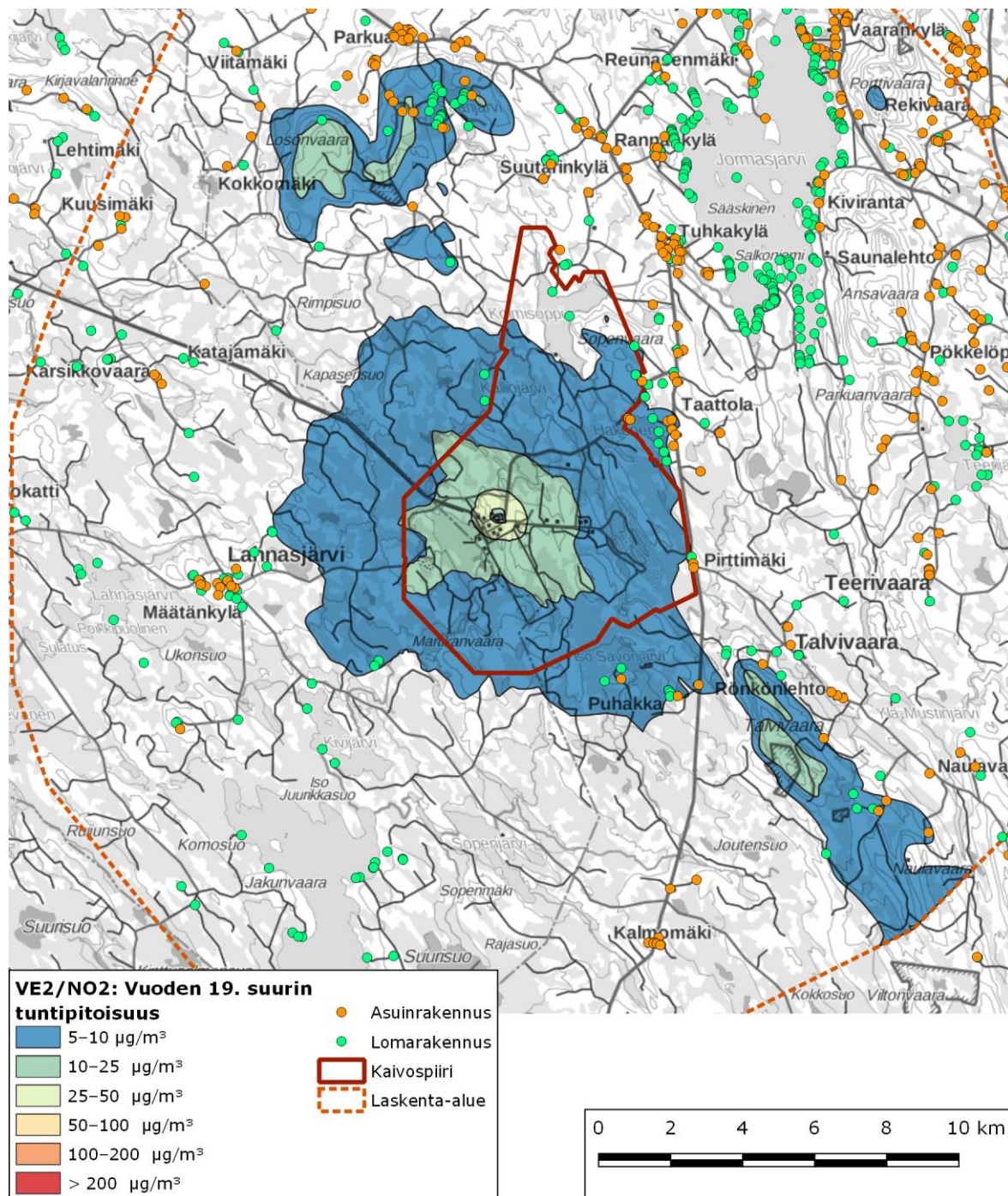
Mallinnuksessa saadut pitoisuudet jäivät selvästi alle ilmanlaadun raja- ja ohjearvojen. Suurimman osuuden ohjearvosta (55 %) muodosti vaihtoehdon VE2 SO₂-vuorokausiohjearvoon verrattava tulos. Suurimmat mallinnetut pitoisuudet esiintyivät kaivospiirin alueella (Taulukko 4).

Taulukko 4. Suurimmat mallinnetut pitoisuudet (µg/m³) eri vaihtoehdoissa. Pitoisuudet ovat kaikki selvästi pienempiä kuin vastaava raja- tai ohjearvo.

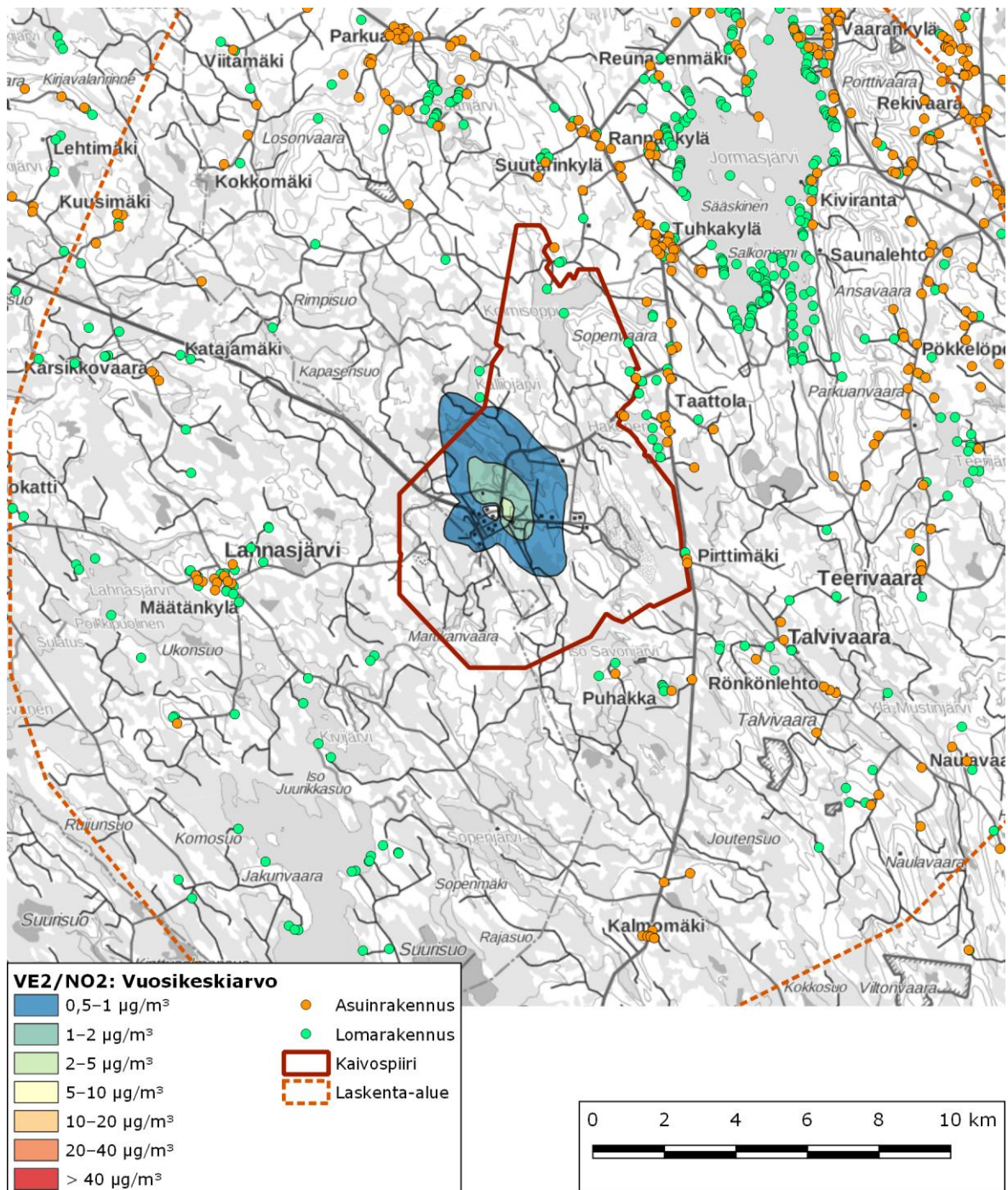
Raja- tai ohjearvo (lukuarvo)	VE1A	VE1B	VE2
NO ₂ -tuntiraja-arvo (200)	13	24	49
NO ₂ -vuosiraja-arvo (40)	0,99	1,7	2,5
NO ₂ -tuntiohjearvo (150)	14	24	44
NO ₂ -vuorokausiohjearvo (70)	8,4	14	30
SO ₂ -tuntiraja-arvo (350)	0,12	35	71
SO ₂ -vuorokausiraja-arvo (125)	< 0,10	21	40
SO ₂ -tuntiohjearvo (250)	0,15	35	71
SO ₂ -vuorokausiohjearvo (80)	< 0,10	21	44
PM ₁₀ -vuorokausiraja-arvo (50)	< 0,10	0,46	0,69
PM ₁₀ -vuosiraja-arvo (40) TSP-vuosiohjearvo (50)	< 0,10	0,13	0,19
PM ₁₀ -vuorokausiohjearvo (70)	< 0,10	1,1	2,2
TSP-vuorokausiohjearvo (120)	< 0,10	0,95	1,2

3.2 Tulokartat

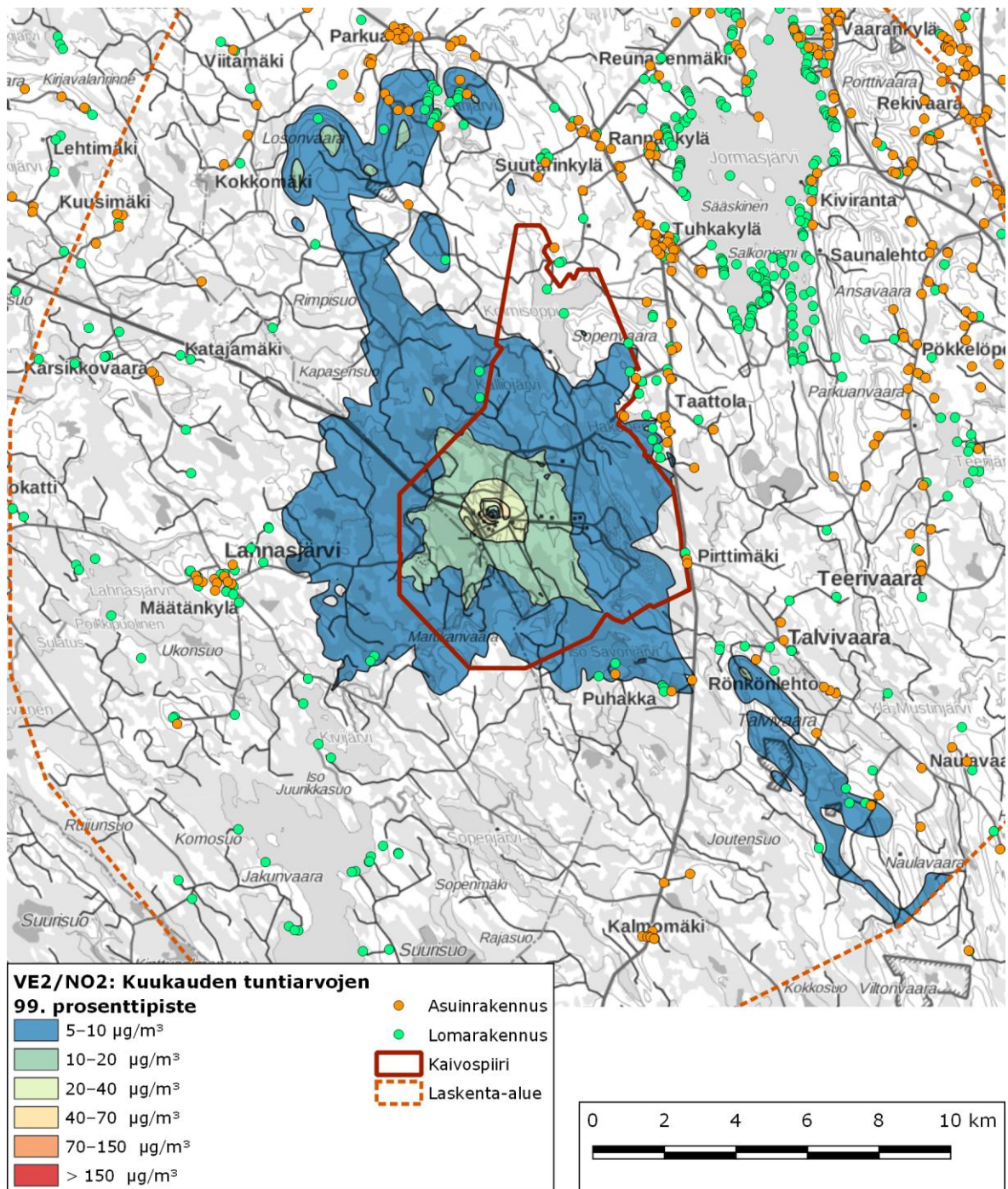
Seuraavassa esitetään toteutusvaihtoehto VE2:n vyöhykekartat mallinnetuille akkukemikaalitehtaan ja lämpölaitoksen päästöille, koska muiden vaihtoehtojen vastaavat vyöhykkeet olivat pienemmät. Hiukkasille on esitetty vain PM₁₀-vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet, koska tulokset olivat hyvin pieniä.



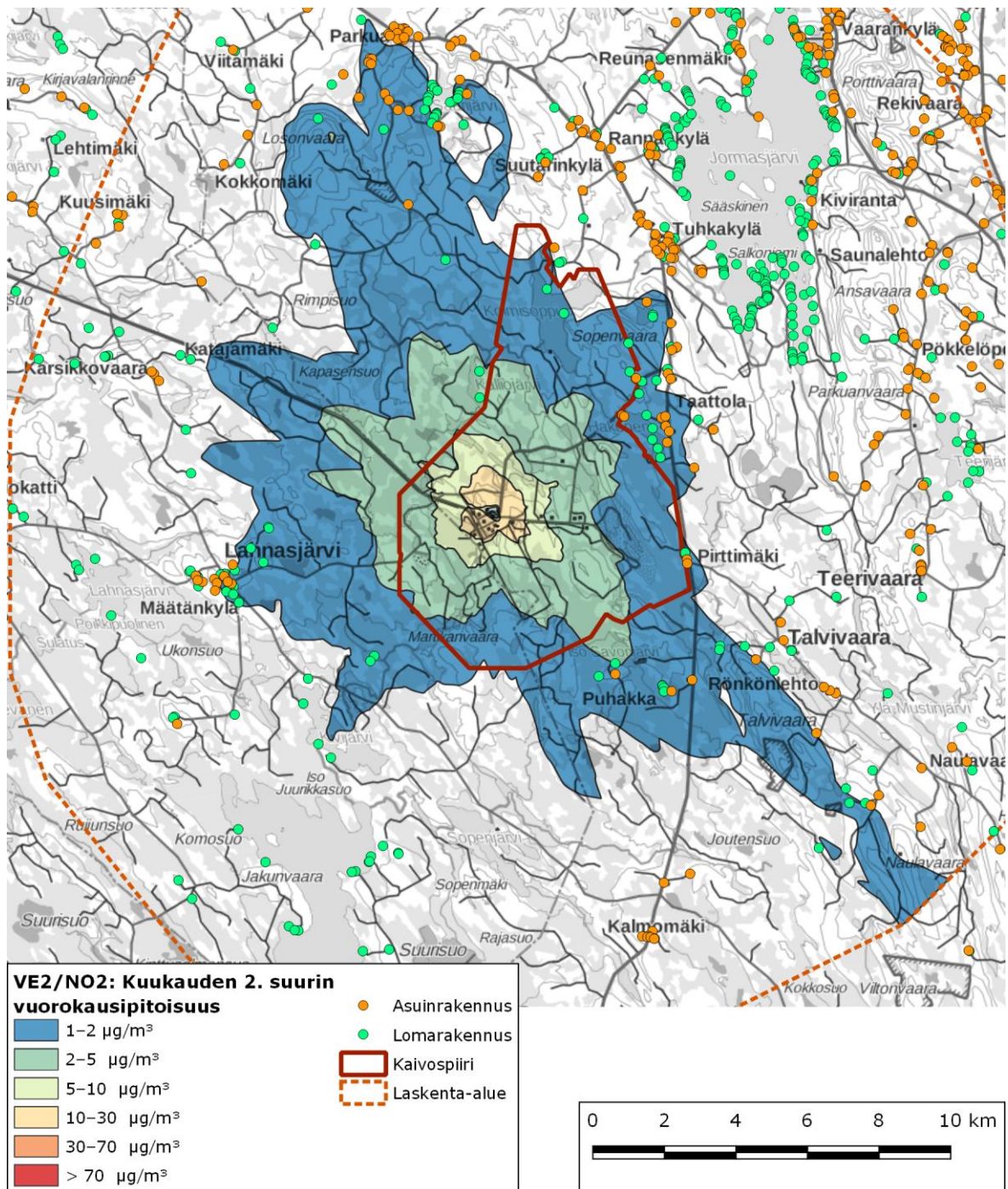
Kuva 5. Mallinnuksen mukaiset, tuntiraja-arvoon (200 µg/m³) verrannolliset akkukemikaalitehtaan ja lämpölaitoksen päästöjen aiheuttamat NO₂-pitoisuuslisät toteutusvaihtoehdossa VE2.



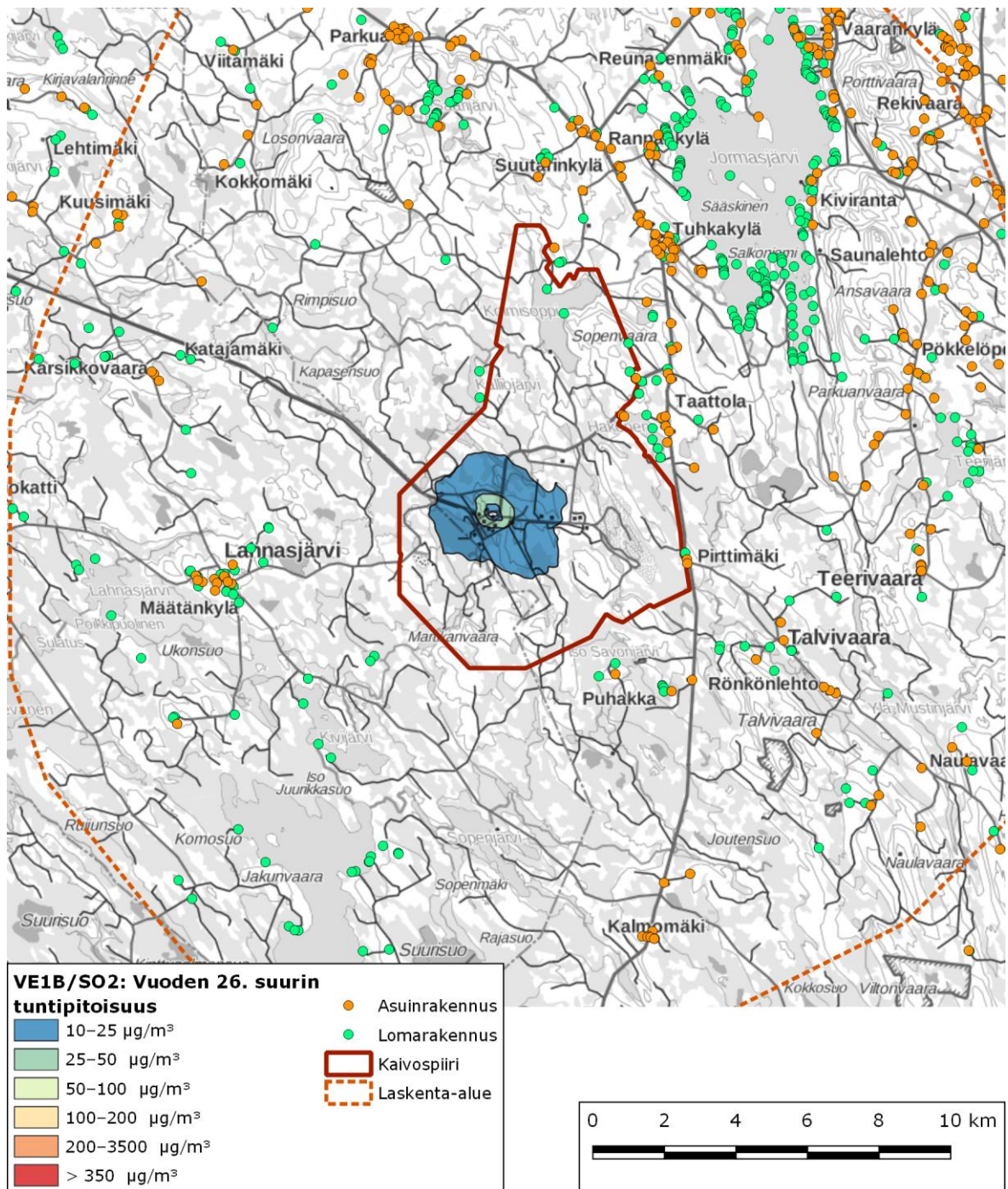
Kuva 6. Mallinnuksen mukaiset, vuosisraja-arvoon (40 µg/m³) verrannolliset akkukemikaalitehtaan ja lämpölaitoksen päästöjen aiheuttamat NO₂-pitoisuuslisät toteutusvaihtoehdossa VE2.



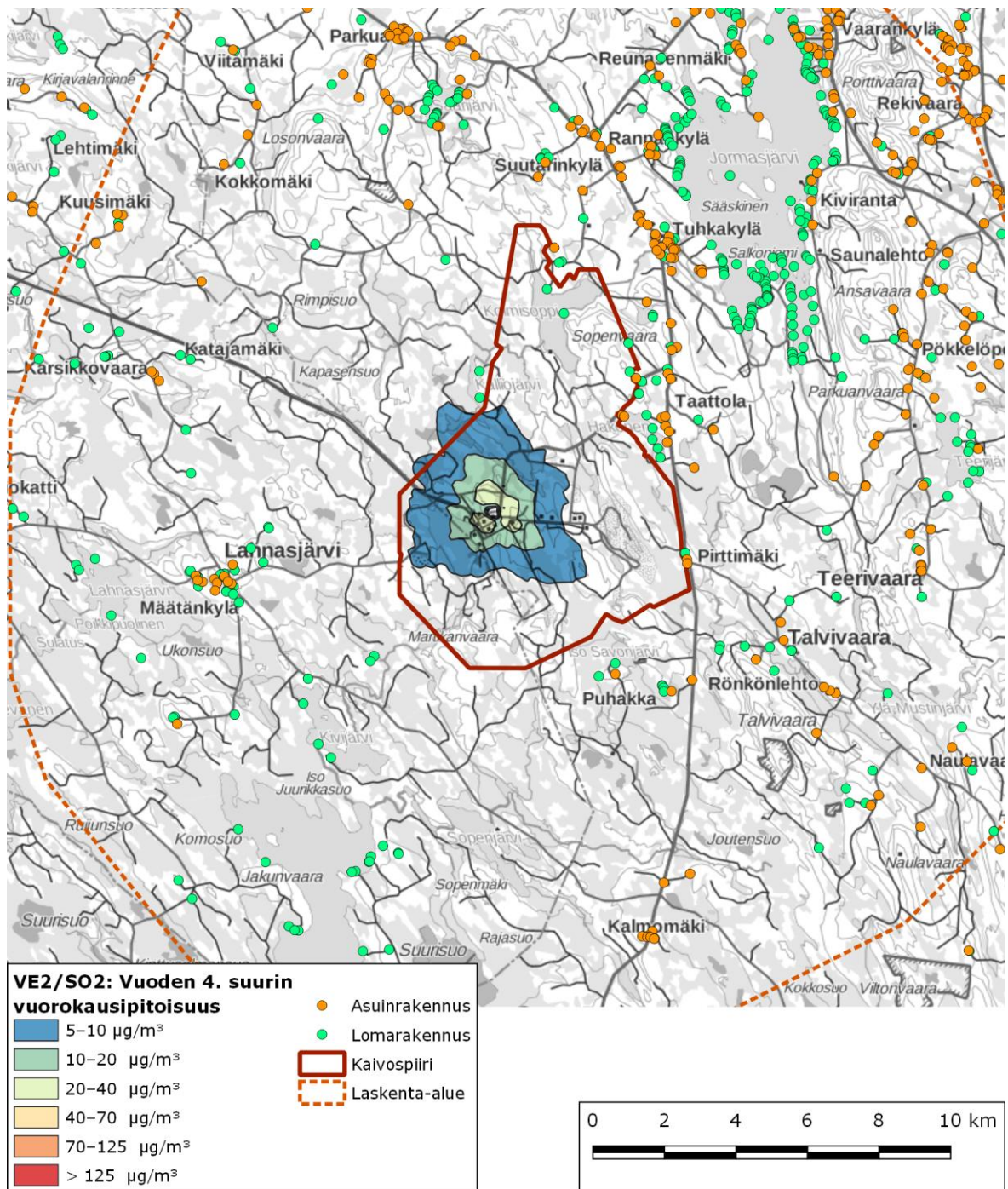
Kuva 7. Mallinnuksen mukaiset, tuntiohjearvoon ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrannolliset akkukemikaalitehtaan ja lämpölaitoksen päästöjen aiheuttamat NO_2 -pitoisuuslisät toteutusvaihtoehdossa VE2.



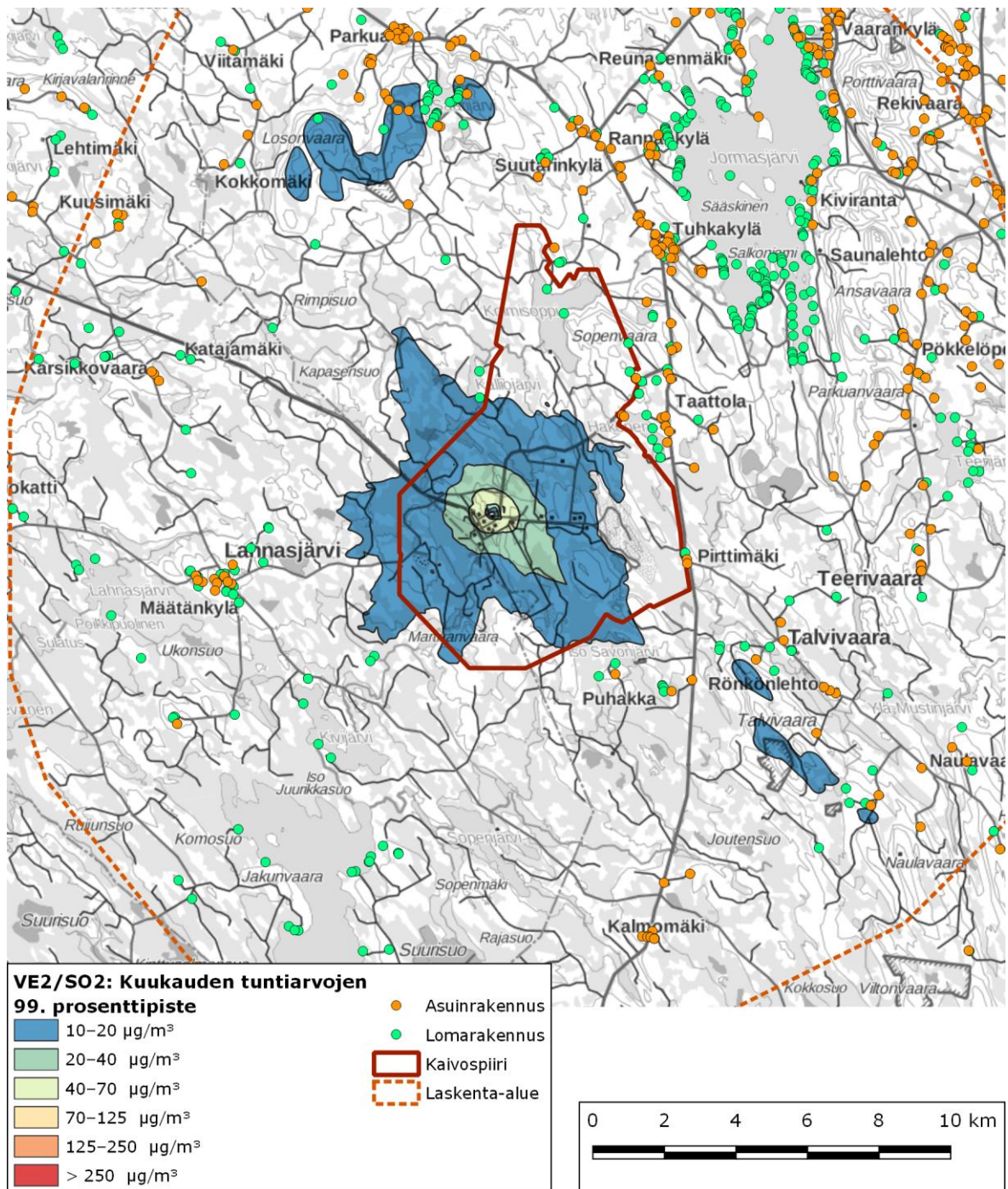
Kuva 8. Mallinnuksen mukaiset, vuorokausiohjearvoon (70 µg/m³) verrannolliset akkukemikaalitehtaan ja lämpölaitoksen päästöjen aiheuttamat NO₂-pitoisuuslisät toteutusvaihtoehdossa VE2.



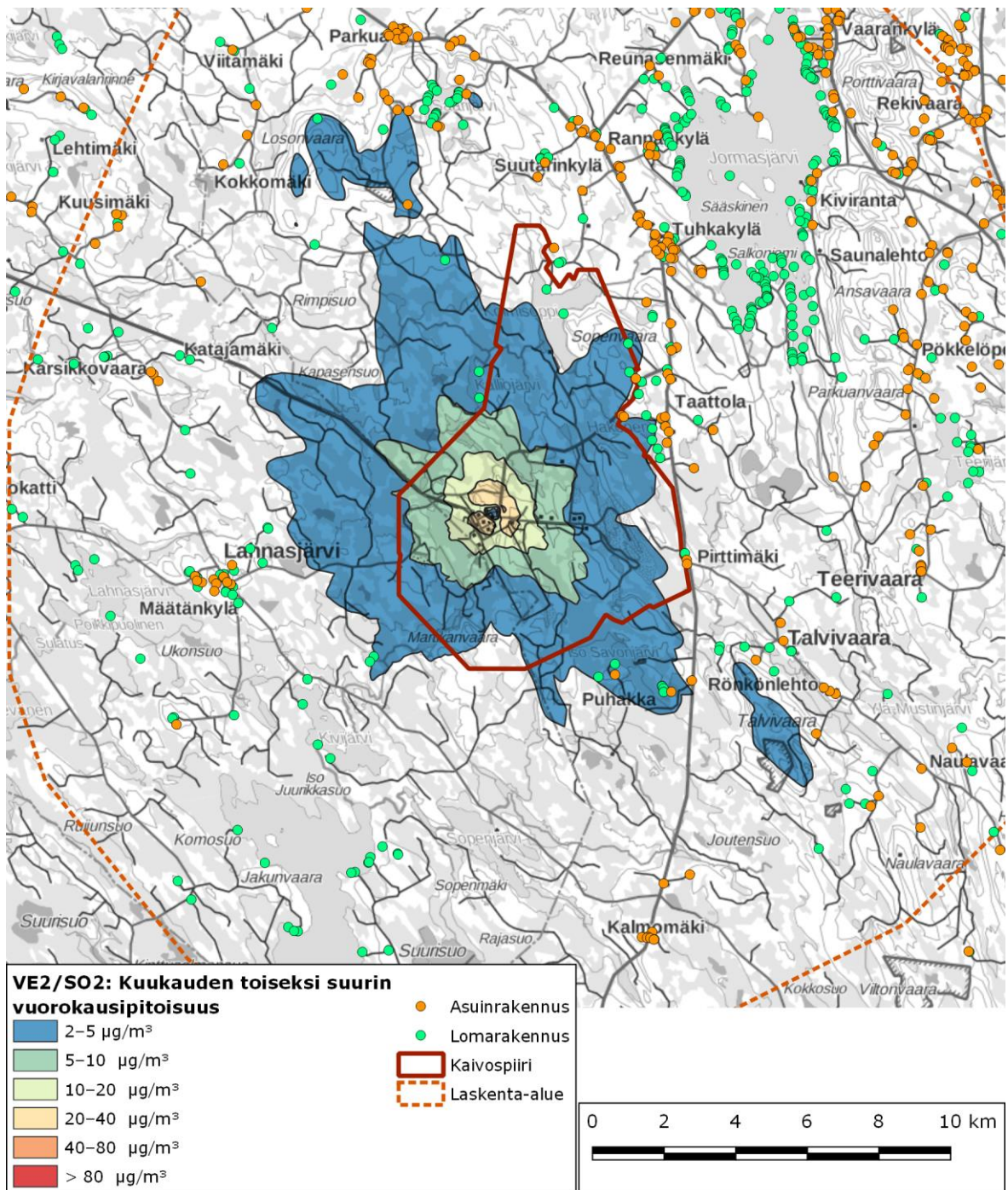
Kuva 9. Mallinnuksen mukaiset, tuntiraja-arvoon (350 µg/m³) verrannolliset akkukemikaalitehtaan ja lämpölaitoksen päästöjen aiheuttamat SO₂-pitoisuuslisät toteutusvaihtoehdossa VE2.



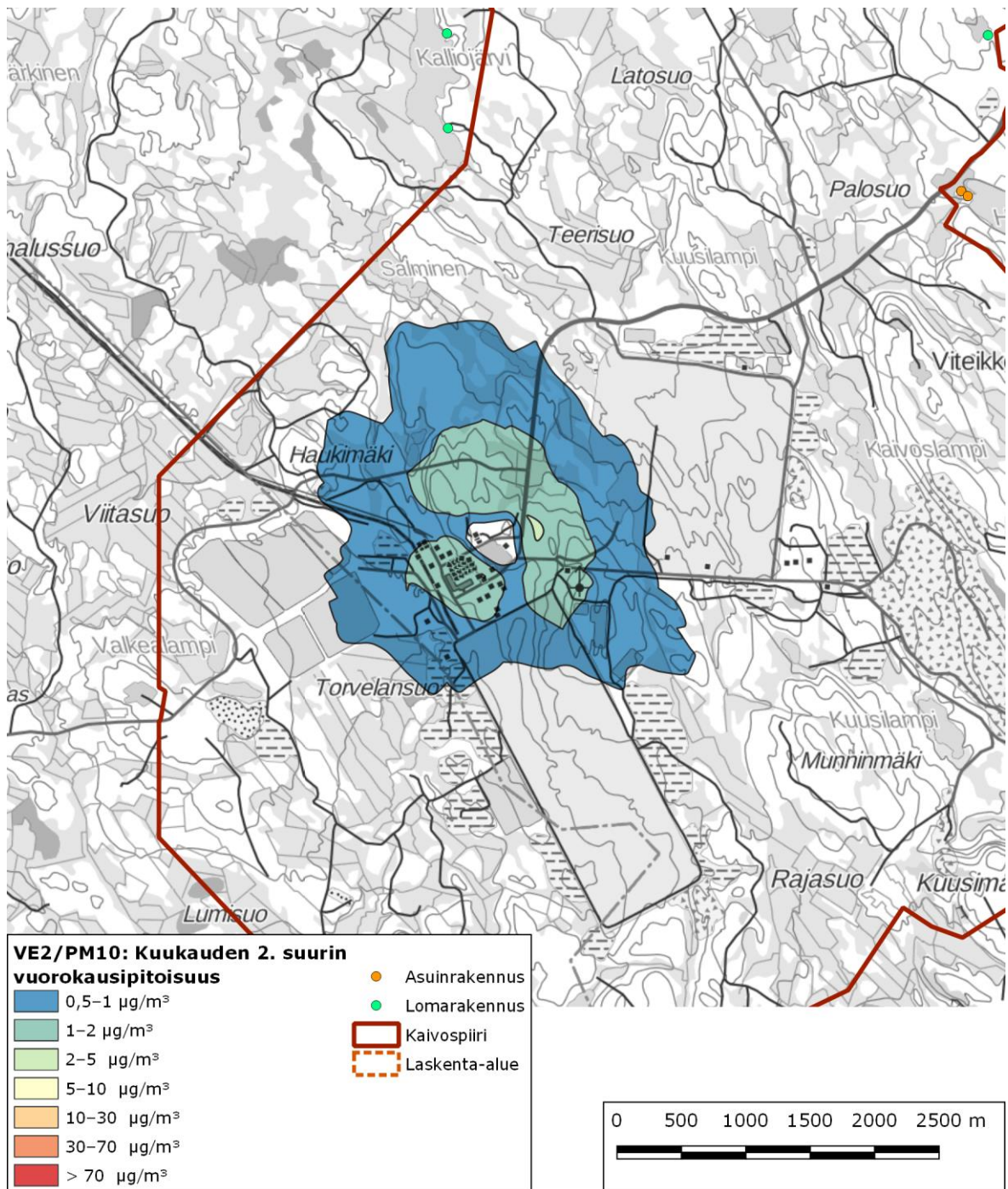
Kuva 10. Mallinnuksen mukaiset, vuorokausiraja-arvoon (125 µg/m³) verrannolliset akkukemikaalitehtaan ja lämpölaitoksen päästöjen aiheuttamat SO₂-pitoisuuslisät toteutusvaihtoehdossa VE2.



Kuva 11. Mallinnuksen mukaiset, tuntiohjeeseen ($250 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrannolliset akkukemikaalitehtaan ja lämpölaitoksen päästöjen aiheuttamat SO_2 -pitoisuuslisät toteutusvaihtoehdossa VE2.



Kuva 12. Mallinnuksen mukaiset, vuorokausiohjearvoon ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrannolliset akkukemikaalitehtaan ja lämpölaitoksen päästöjen aiheuttamat SO_2 -pitoisuuslisät toteutusvaihtoehdossa VE2.



Kuva 13. Mallinnuksen mukaiset, PM_{10} -vuorokausiohjearvoon ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrannolliset akkukemikaalitehtaan ja lämpölaitoksen päästöjen aiheuttamat pitoisuuslisät toteutusvaihtoehdossa VE2. Kaikki hiukkaspäästö ei muodostu hengitettävistä hiukkasista, joten mallinnustulokset ovat esitettyjä arvoja pienemmät.

4. TULOSTEN TARKASTELU

Mallinnuksessa saadut pitoisuudet jäivät selvästi alle ilmanlaadun raja- ja ohjearvojen. Suurimman osuuden ohjearvosta (55 %) muodosti vaihtoehdon VE2 SO₂-vuorokausiohjearvoon verrattava tulos. Suurimmat mallinnetut pitoisuudet esiintyivät kaivospiirin alueella. Päästölähteiden sijoittaminen mallissa suunniteltujen sijoituspaikkojen välille ei vaikuta tähän, koska suurimpien pitoisuuksien sijainti ei ole kaivospiirin rajan lähellä.

Tuloksia tulkittaessa täytyy ottaa huomioon, että mallinnuksen tulokset tulkitaan pitoisuuslisänä taustapitoisuuteen.

Jyväskylässä 19.9.2018

RAMBOLL FINLAND OY

Ilmanlaatu ja melu



Anne Kiljunen
ympäristöasiantuntija, FM



Toni Keskitalo
tutkimuspäällikkö, FM