

3. Tammervoima Hyötyvoimalaitos – Ilmapäästöjen leviäminen,

Aluejakaumakuvat, liitteet 3–12, Enwin Oy,

10.12.2010

Ramboll Finland Oy

Jyväskylä

Tammervoima – Hyötyvoimalaitos

Ilmapäästöjen leviäminen

ALUEJAKAUMAKUVAT

LIITTEET 3-12

10.12.2010

Enwin Oy
Tarja Tamminen
Ari Tamminen

TAMMERVOIMA, ALUEJAKAUMAKUVAT

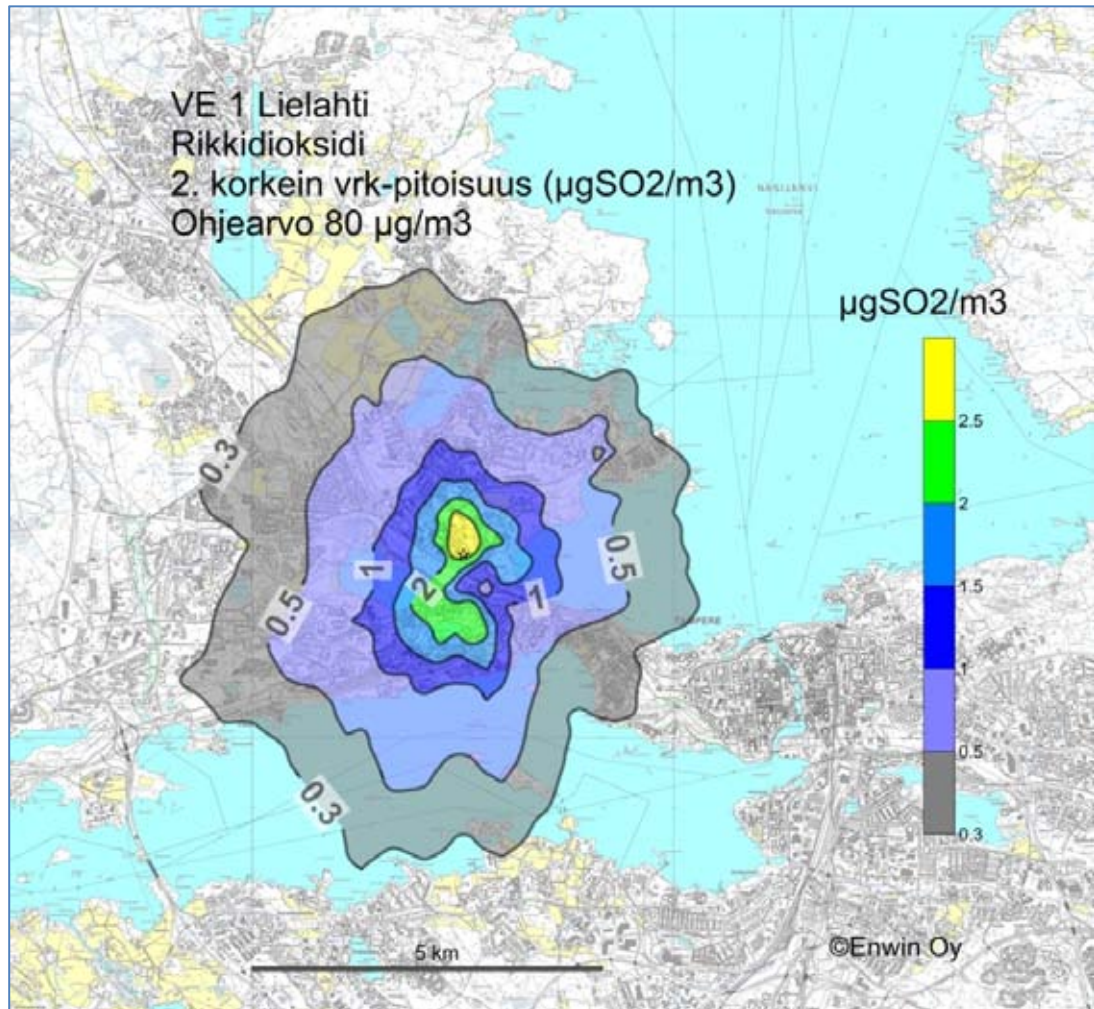
Leviämismallinnuksessa aluejakaumakuvat osoittavat pitoisuuden, joka voi käyrän sisäpuolisilla alueilla ajoittain ylittyä. Huomioitavaa on, että aluejakaumakuvat eivät kuitenkaan esitä ajallisesti yhtenäistä tilannetta, vaan pitoisuuksien suurimmat arvot esiintyvät todennäköisesti eri laskentapisteissä eri ajankohtina vuoden aikana (mm. tuulen suunnasta ja sekoitusolosuhteista riippuen).

Aluejakaumat esittävät suurimmat mahdolliset pitoisuudet kolmen vuoden meteorologisella aineistolla eri sijoituspaikkavaihtoehtojen maaston muoto ja voimalaitoksen lähirakennukset huomioiden. Mallinnus edustaa hyötyvoimalaitoksen osalta ns. worst case-tilannetta, koska voimalaitoksen päästötiedot perustuvat jätteenpolttoasetuksen mukaisiin ns. maksimipäästöihin (savukaasun maksimipitoisuudet eri epäpuhtauskomponenteille ovat jätteenpolton päästöraja-arvopitoisuuksissa).

SISÄLLYSLUETTELO

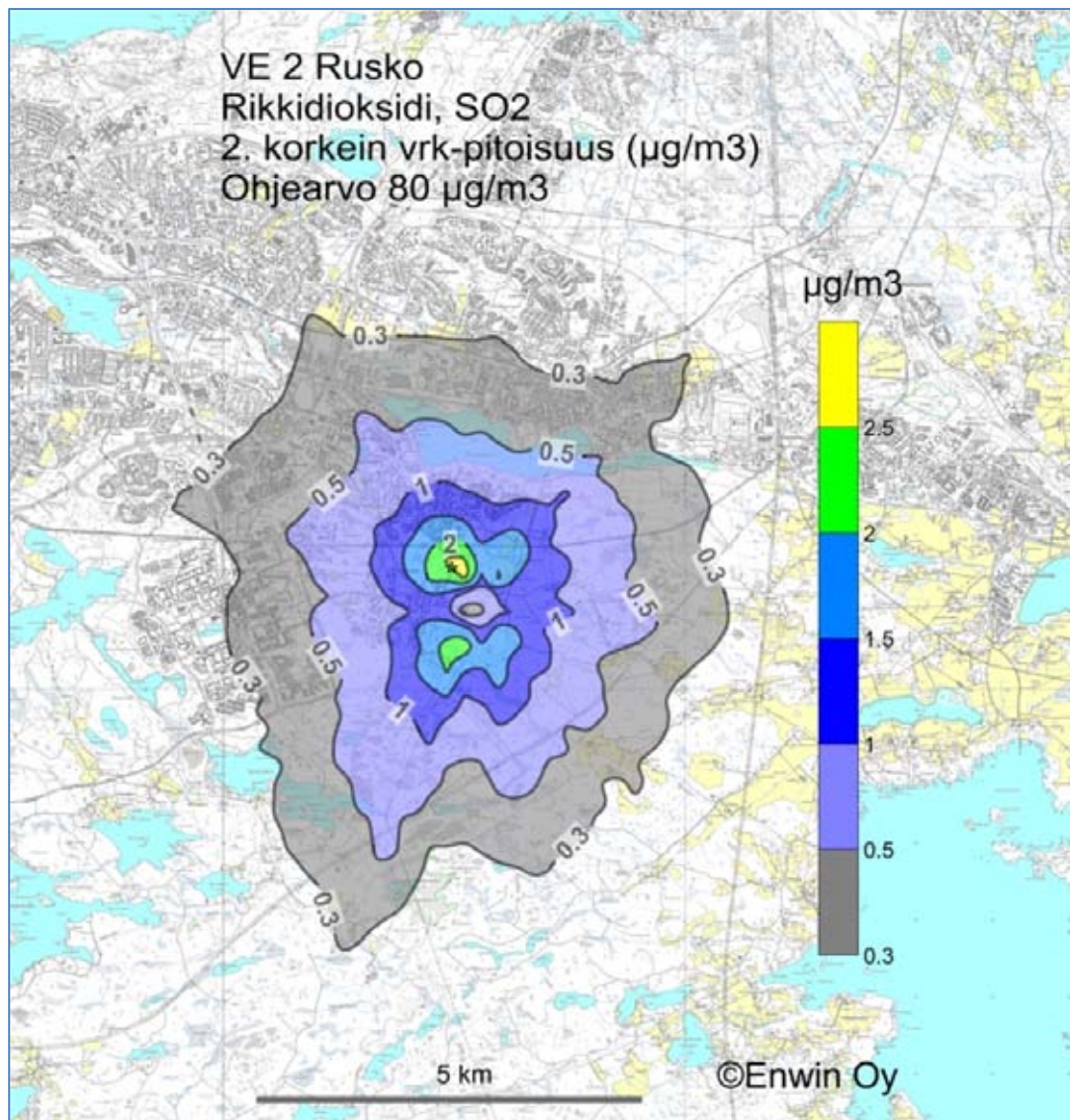
LIITE 3. RIKKIDIOKSIDI (SO ₂) - VE1 – VE 4a.....	3
LIITE 4. TYPPIDIOKSIDI (NO ₂) - VE 1- VE 4a.....	7
LIITE 5. HENGITETTÄV ÄT HIUKKASET (PM ₁₀) - VE 1- VE 4a	11
LIITE 6. KLOORIVETY (HCl) - VE 1- VE 4a	15
LIITE 7. FLUORIVETY (HF) - VE 1- VE 4a	19
LIITE 8. ELOHOPEA (Hg) - VE 1- VE 4a	23
LIITE 9. KADMIUM JA TALLIUM (Cd+Tl) - VE 1- VE 4a.....	27
LIITE 10. MUUT METALLIT yhteensä - VE 1- VE 4a.....	31
LIITE 11. DIOKSIINIT JA FURAANIT (PCDD/F) - VE 1- VE 4a.....	35
LIITE 12. VOIMALAN SEISOKIN AIKAISET HAJUT (OU/m ³) - VE 1- VE 4a.....	39

LIITE 3. RIKKIDIOKSIDI (SO₂) - VE1 – VE 4a



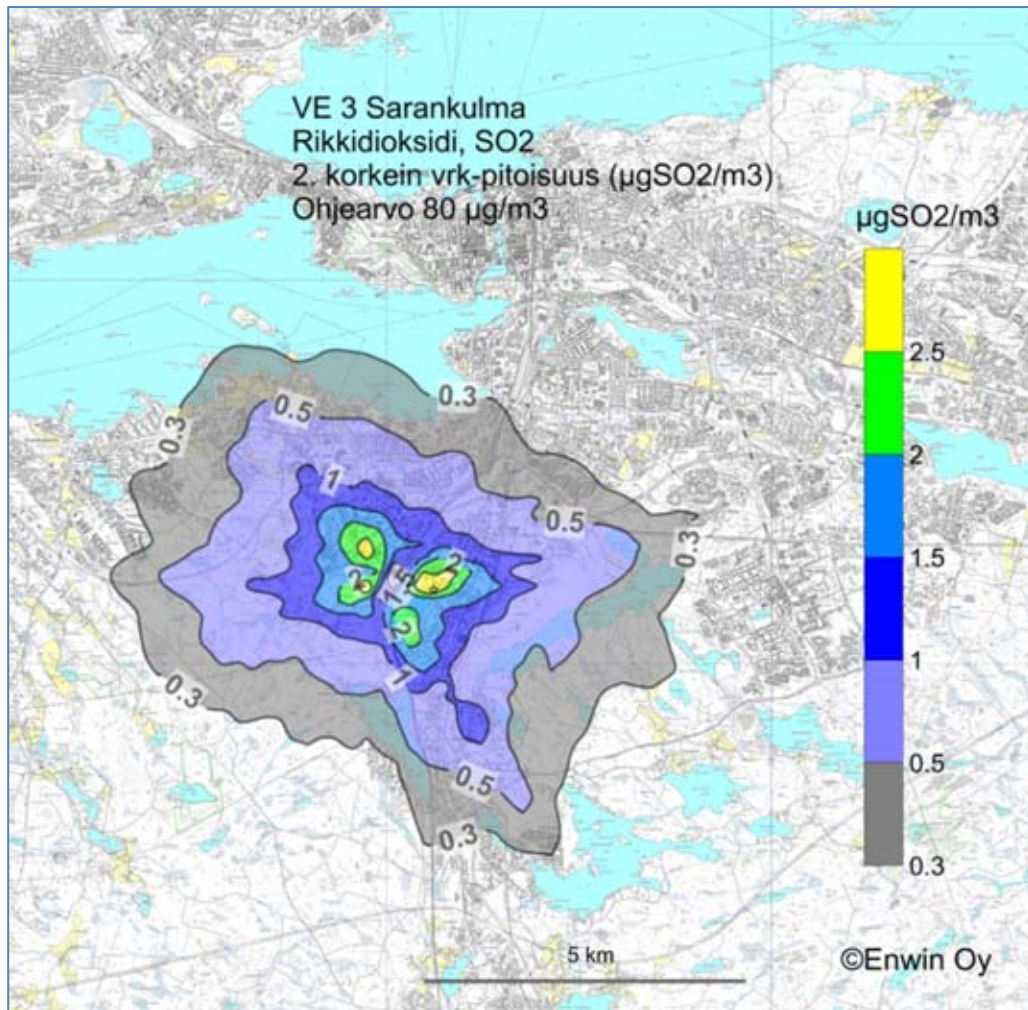
Kuva 1. Rikkidioksidin toiseksi korkein vuorokausipitoisuus (µgSO₂/m³) vaihtoehdossa VE 1, Lielähti. (voimalan päästöt jätteenpolton raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli 3.3 µgSO₂/m³.

Pitoisuuksiin verrannollinen SO₂:n vrk-ohjearvo on 80 µgSO₂/m³.



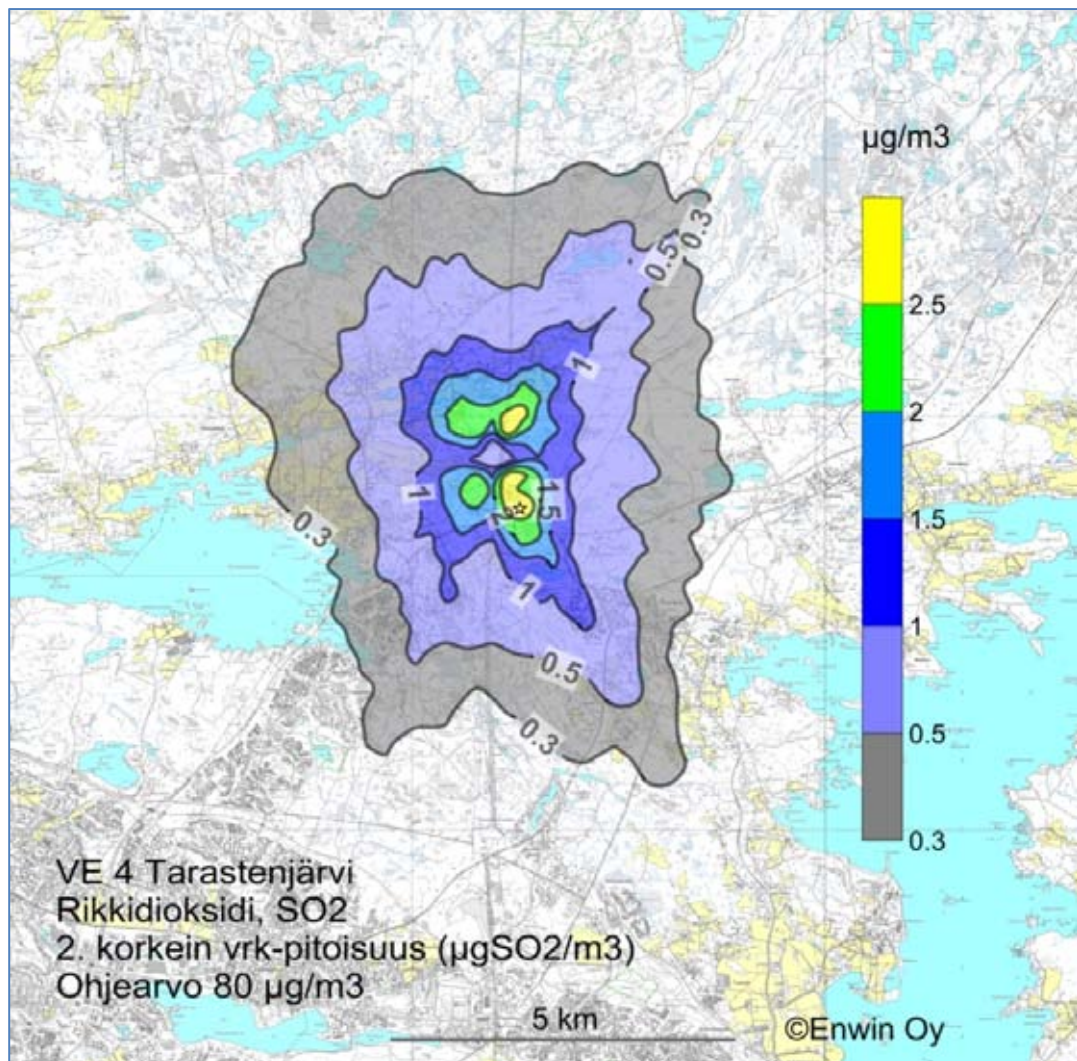
Kuva 2. Rikkidioksidin toiseksi korkein vuorokausipitoisuus (µgSO₂/m³) vaihtoehdossa VE 2, Rusko (voimalan päästöt jätteenpolton raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli 3.0 µgSO₂/m³.

Pitoisuuksiin verrannollinen SO₂:n vrk-ohjearvo on 80 µgSO₂/m³.



Kuva 3. Rikkidioksidin toiseksi korkein vuorokausipitoisuus (µgSO₂/m³) vaihtoehdossa VE 3, Sarankulma. (voimalan päästöt jätteenpolton raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli 3.4 µgSO₂/m³.

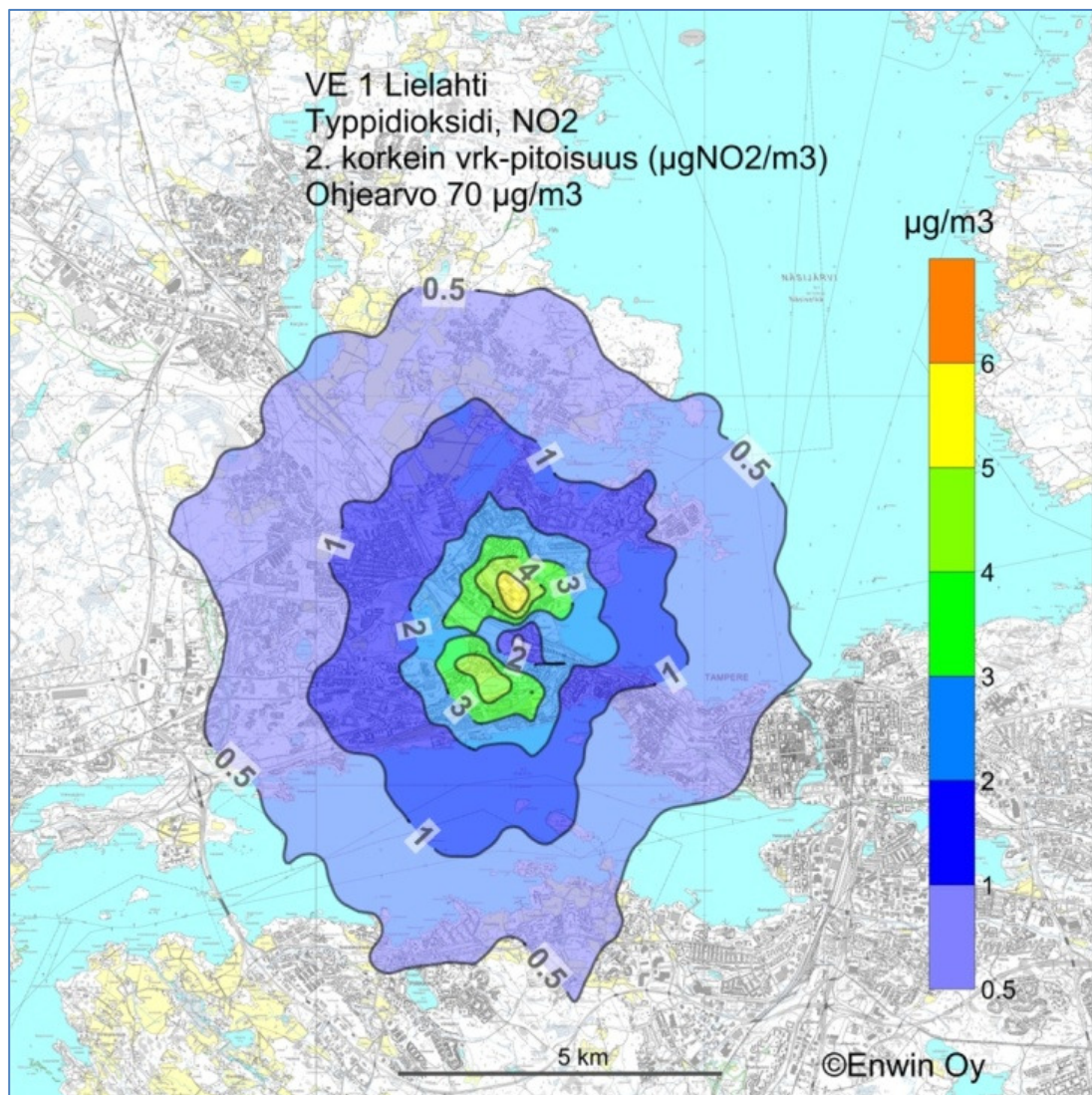
Pitoisuuksiin verrannollinen SO₂:n vrk-ohjearvo on 80 µgSO₂/m³.



Kuva 4. Rikkidioksidin toiseksi korkein vuorokausipitoisuus (µgSO₂/m³) vaihtoehdossa VE 4a, Tarastenjärvi. (voimalan päästöt jätteenpolton raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli 3.8 µgSO₂/m³.

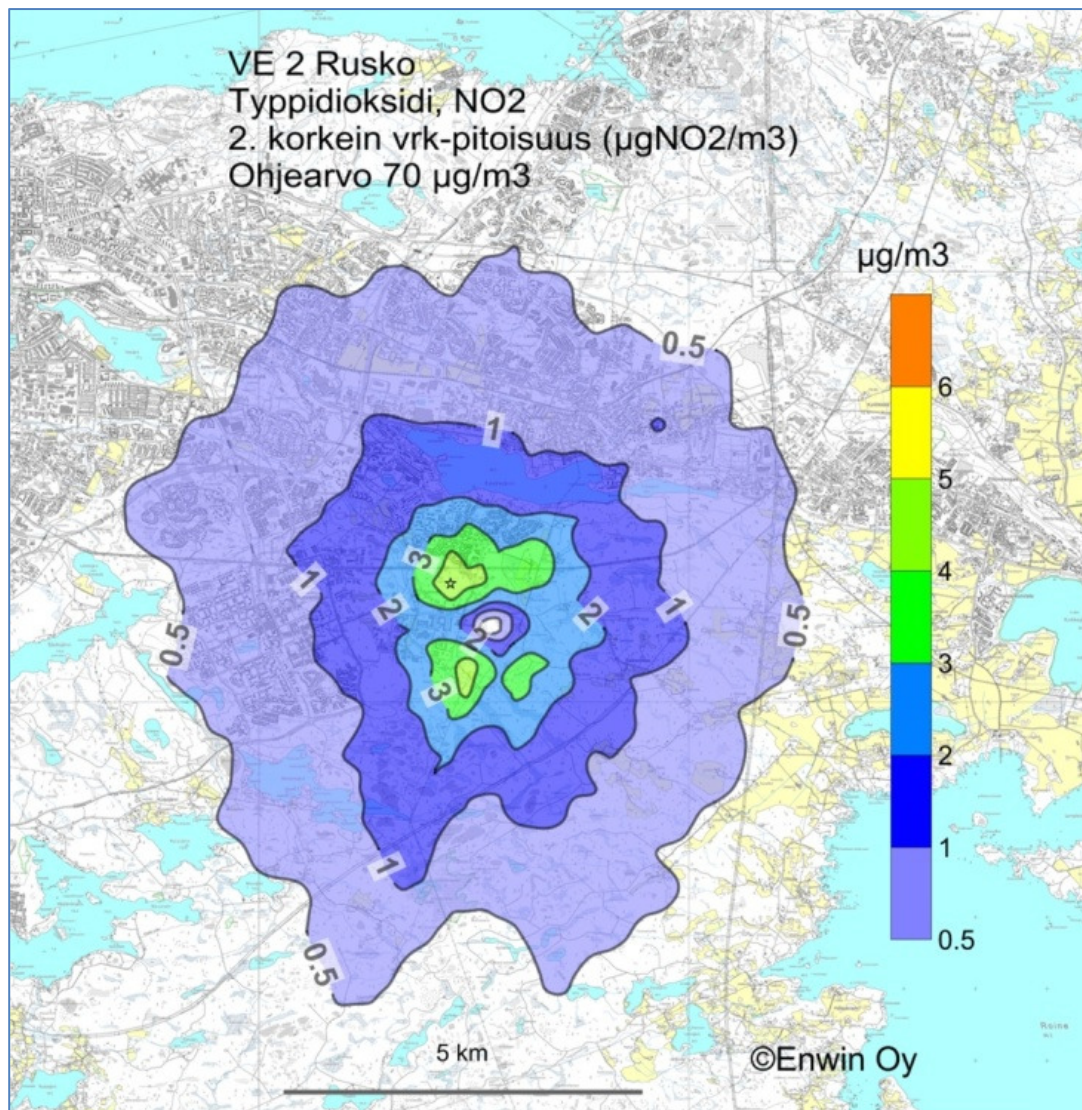
Pitoisuuksiin verrannollinen SO₂:n vrk-ohjearvo on 80 µgSO₂/m³.

LIITE 4. TYPPIDIOKSIDI (NO₂) - VE 1- VE 4a



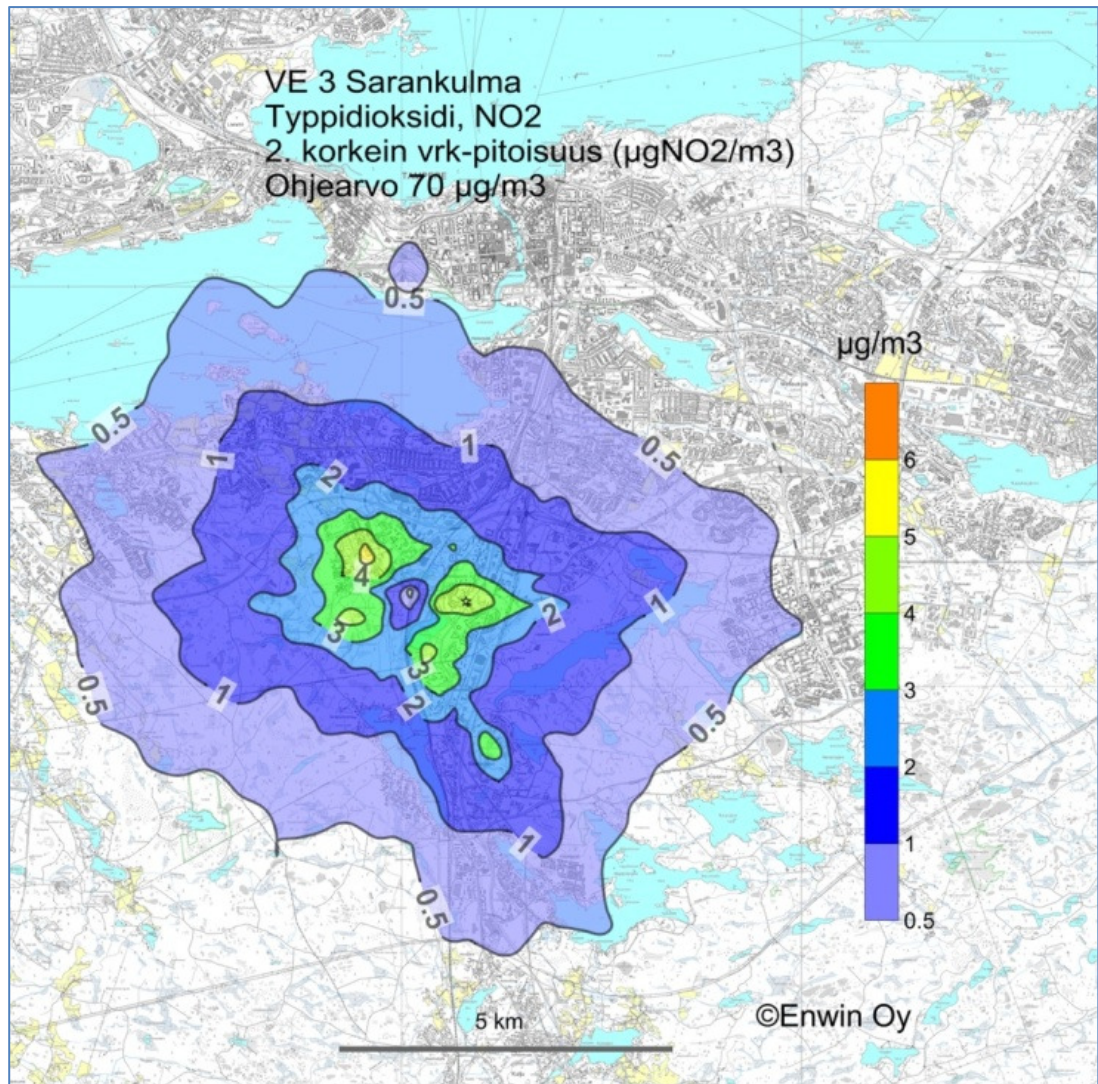
Kuva 5. Typpidioksidin toiseksi korkein vuorokausipitoisuus (µgNO₂/m³) vaihtoehdossa VE 1, Lielähti. (voimalan päästöt jätteenpolton raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli 7.2 µgNO₂/m³.

Pitoisuuksiin verrannollinen NO₂:n vrk-ohjearvo on 70 µgNO₂/m³.



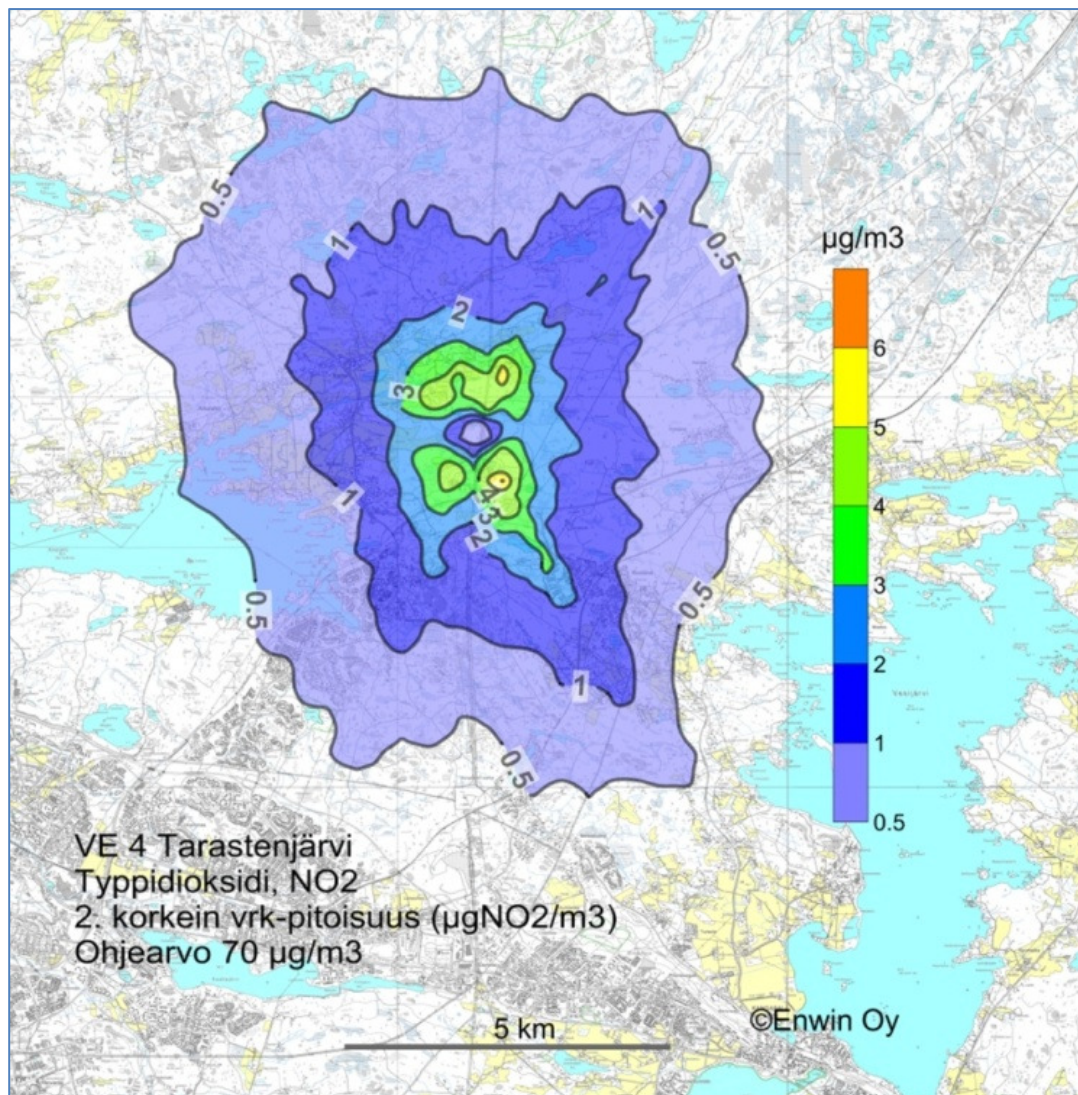
Kuva 6. Typpidioksidin toiseksi korkein vuorokausipitoisuus (µgNO₂/m³) vaihtoehdossa VE 2, Rusko. (voimalan päästöt jätteenpolton raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli 5.0 µgNO₂/m³.

Pitoisuuksiin verrannollinen NO₂:n vrk-ohjearvo on 70 µgNO₂/m³.



Kuva 7. Typpidioksidin toiseksi korkein vuorokausipitoisuus (µgNO₂/m³) vaihtoehdossa VE 3, Sarankulma. (voimalan päästöt jätteenpolton raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli 6.0 µgNO₂/m³.

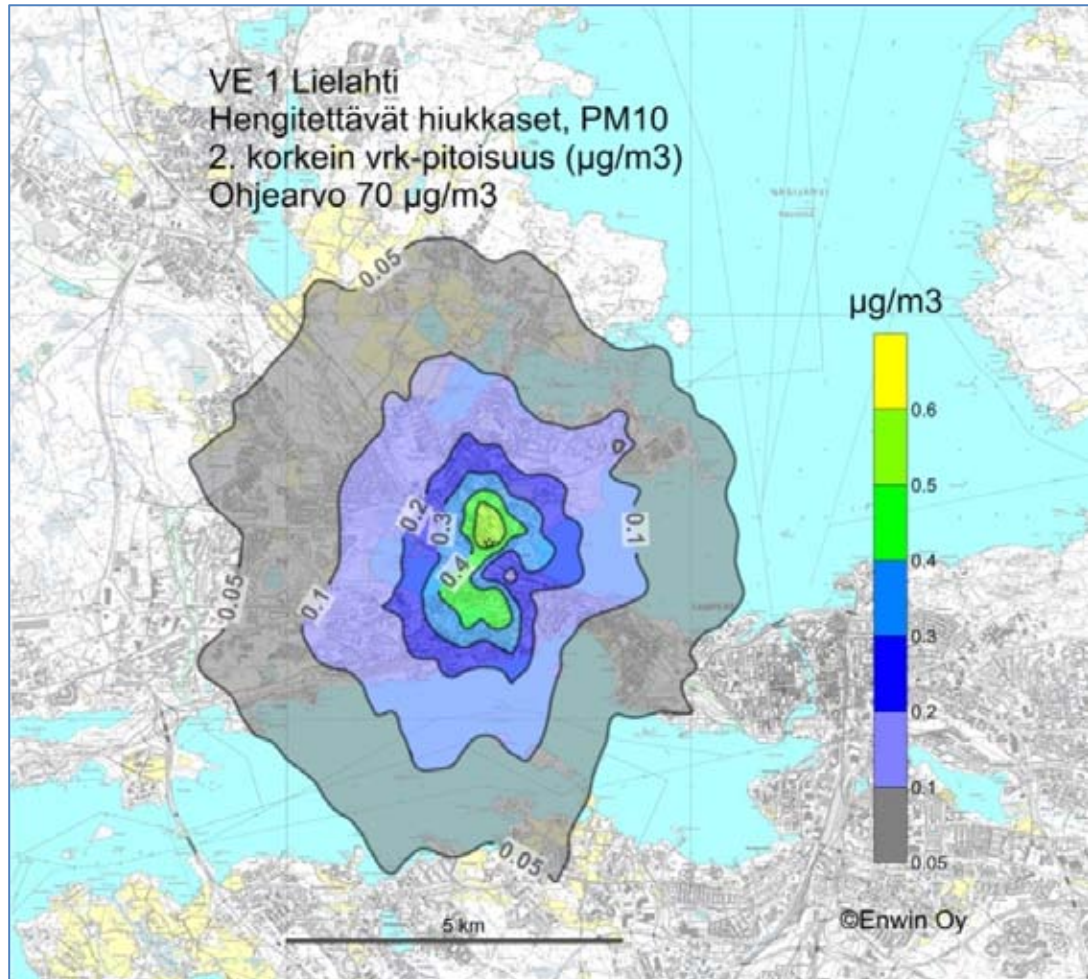
Pitoisuuksiin verrannollinen NO₂:n vrk-ohjearvo on 70 µgNO₂/m³.



Kuva 8. Typpidioksidin toiseksi korkein vuorokausipitoisuus (µgNO₂/m³) vaihtoehdossa VE 4a, Tarastjärvi. (voimalan päästöt jätteenpolton raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli 6.6 µgNO₂/m³.

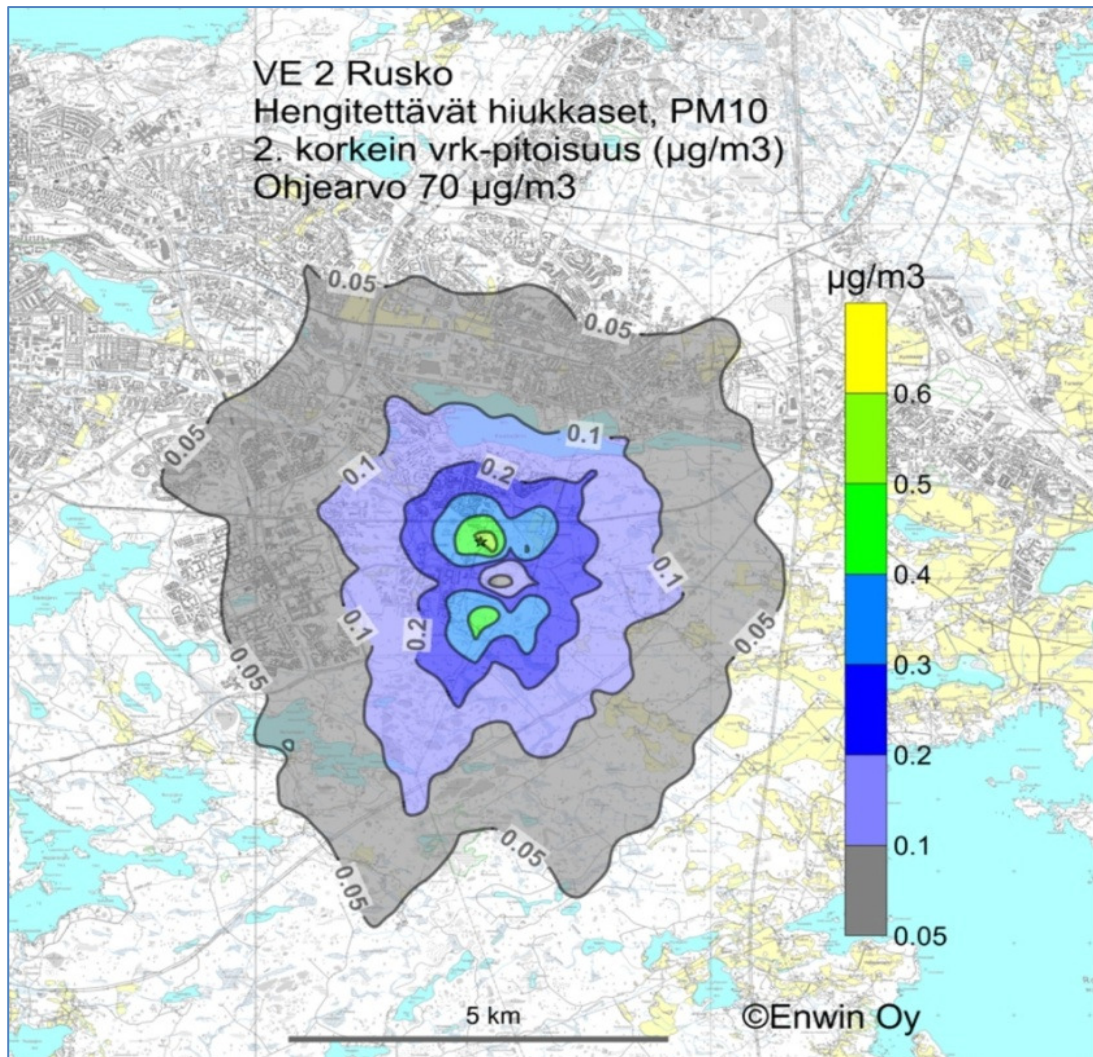
Pitoisuuksiin verrannollinen NO₂:n vrk-ohjearvo on 70 µgNO₂/m³.

LIITE 5. HENGITETTÄVÄT ÄT HIUKKASET (PM₁₀) - VE 1- VE 4a



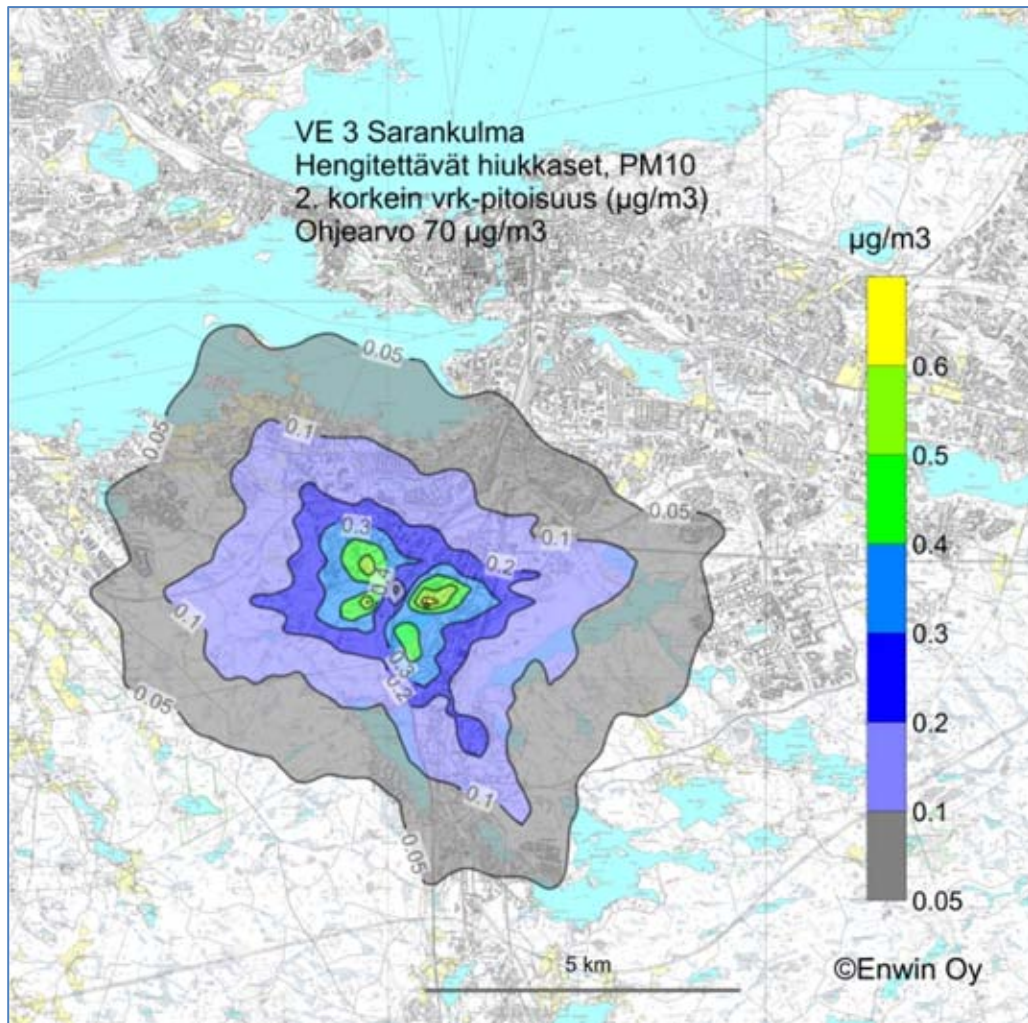
Kuva 9. PM₁₀-hiukkasten toiseksi korkein vuorokausipitoisuus (µgPM₁₀/m³) vaihtoehdossa VE 1, Lielähti. (voimalan päästöt jätteenpolton raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli 0.7 µgPM₁₀/m³.

Pitoisuuksiin verrannollinen PM₁₀:n vrk-ohjearvo on 70 µgPM₁₀/m³.



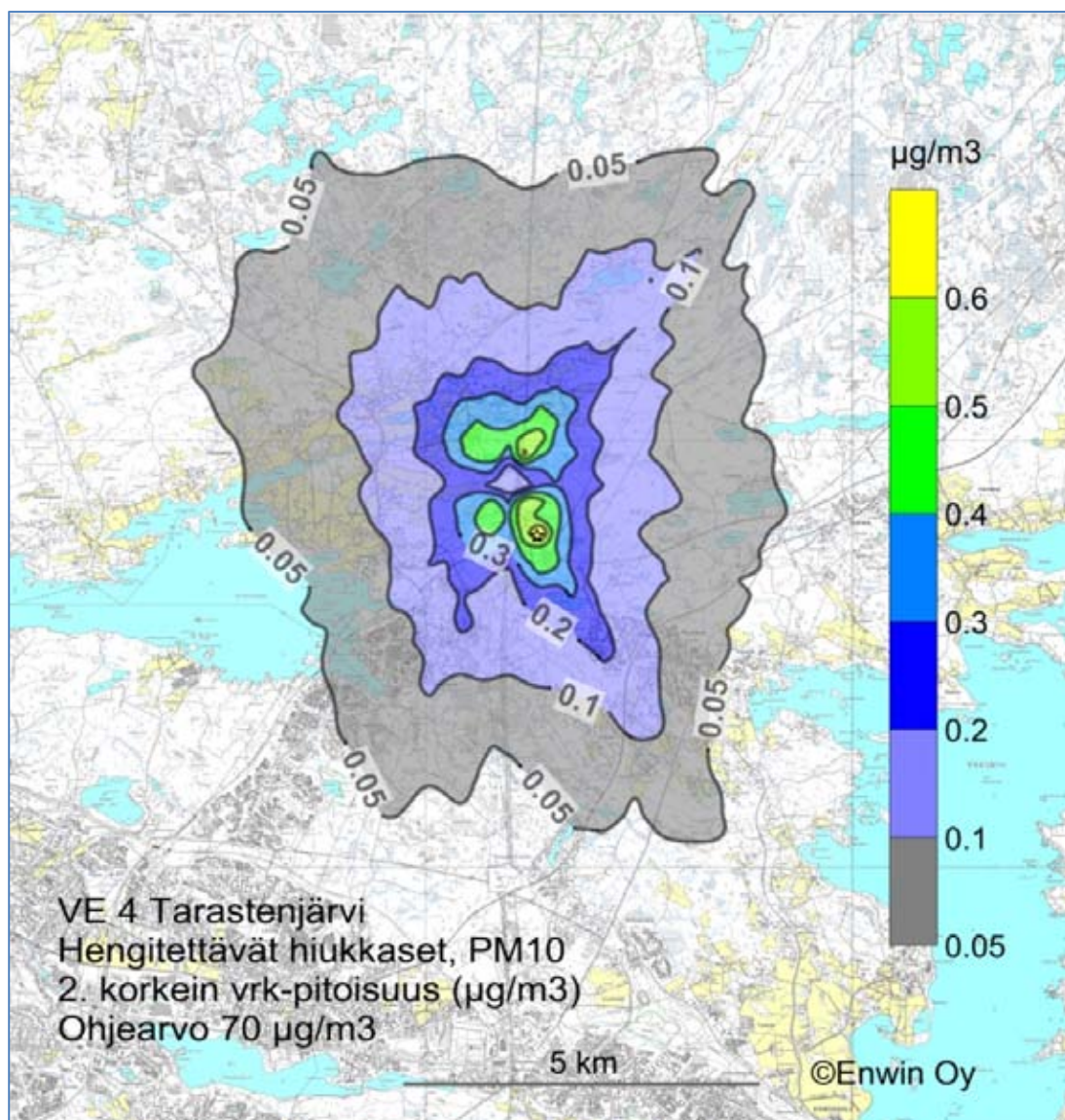
Kuva 10. PM₁₀-hiukkasten toiseksi korkein vuorokausipitoisuus ($\mu\text{gPM}_{10}/\text{m}^3$) vaihtoehdossa VE 2, Rusko. (voimalan päästöt jätteenpolton raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli $0.6 \mu\text{gPM}_{10}/\text{m}^3$.

Pitoisuuksiin verrannollinen PM₁₀:n vrk-ohjearvo on $70 \mu\text{gPM}_{10}/\text{m}^3$.



Kuva 11. PM₁₀-hiukkasten toiseksi korkein vuorokausipitoisuus (µgPM₁₀/m³) vaihtoehdossa VE 3, Sarankulma. (voimalan päästöt jätteenpolton raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli 0.7 µgPM₁₀/m³.

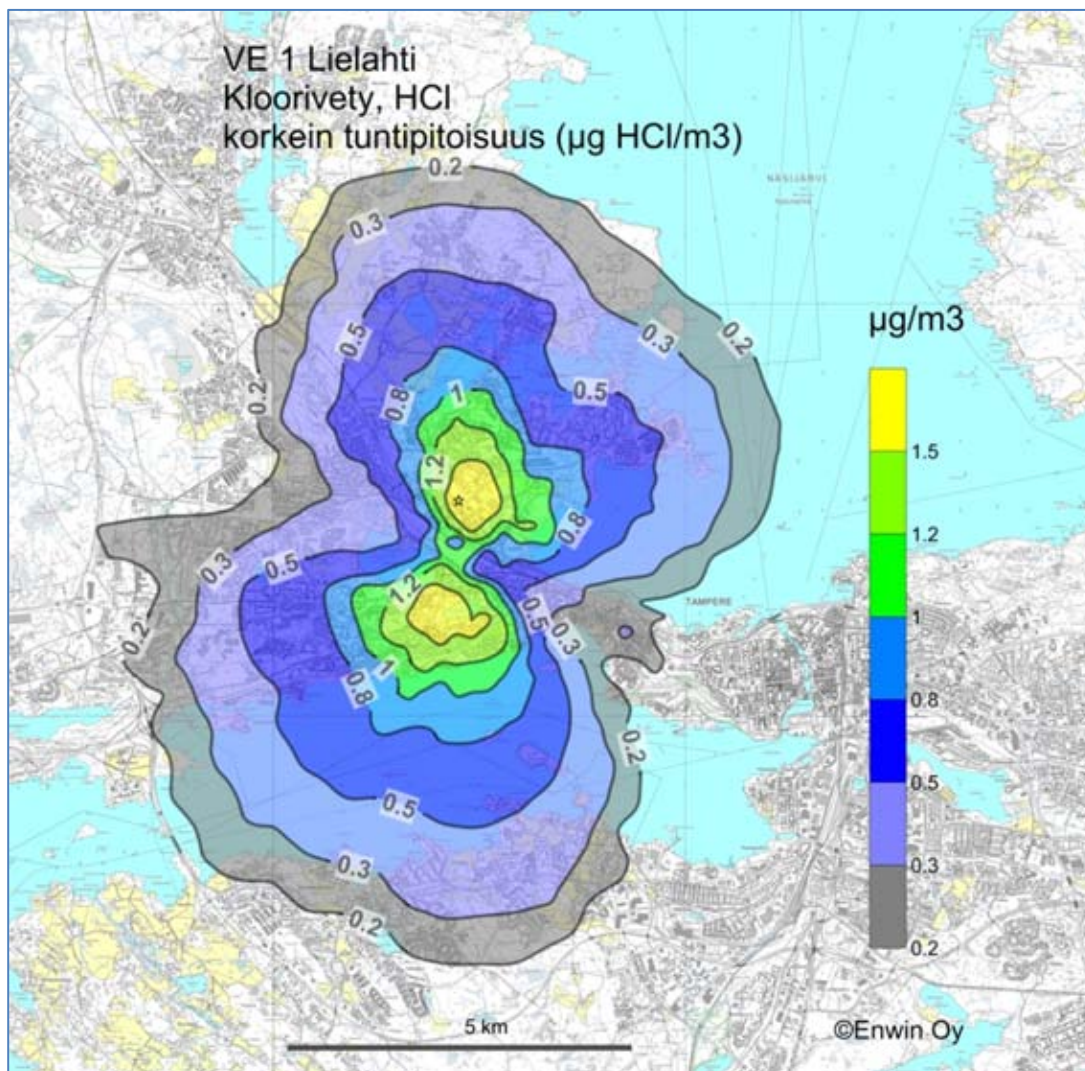
Pitoisuuksiin verrannollinen PM₁₀:n vrk-ohjearvo on 70 µgPM₁₀/m³.



Kuva 12. PM₁₀-hiukkasten toiseksi korkein vuorokausipitoisuus (µgPM₁₀/m³) vaihtoehdossa VE 4a, Tarastenjärvi. (voimalan päästöt jätteenpolton raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli 0.8 µgPM₁₀/m³.

Pitoisuuksiin verrannollinen PM₁₀:n vrk-ohjearvo on 70 µgPM₁₀/m³.

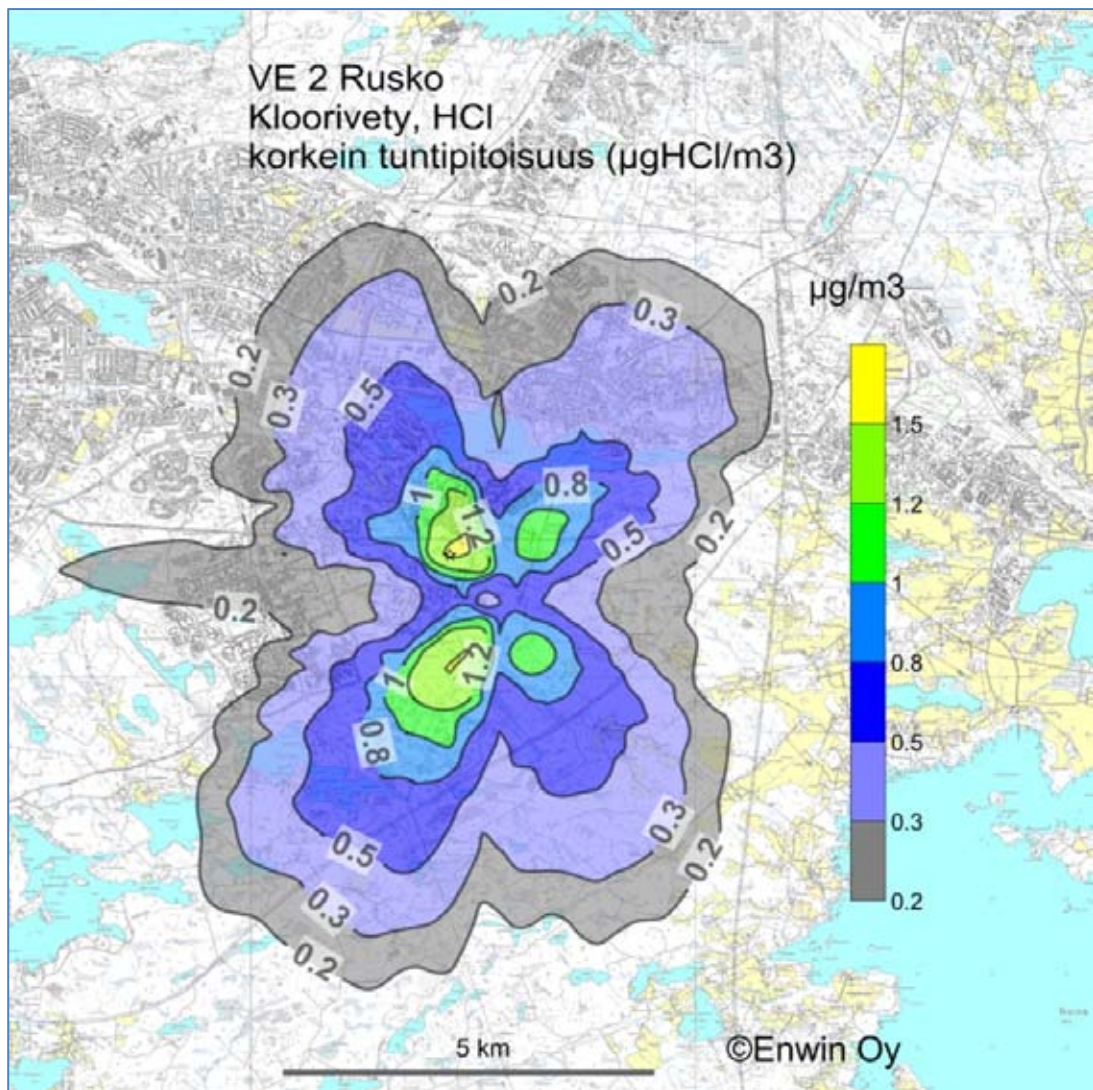
LIITE 6. KLOORIVETY (HCl) - VE 1- VE 4a



Kuva 13. Kloorivedyn korkein tuntipitoisuus ($\mu\text{gHCl}/\text{m}^3$) vaihtoehdossa VE 1, Lielähti (jätevoimalan päästöt raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli $2.0 \mu\text{gHCl}/\text{m}^3$.

HCl-pitoisuudelle ei ole annettu Suomessa ilmanlaadun ohje- tai raja-arvoa.

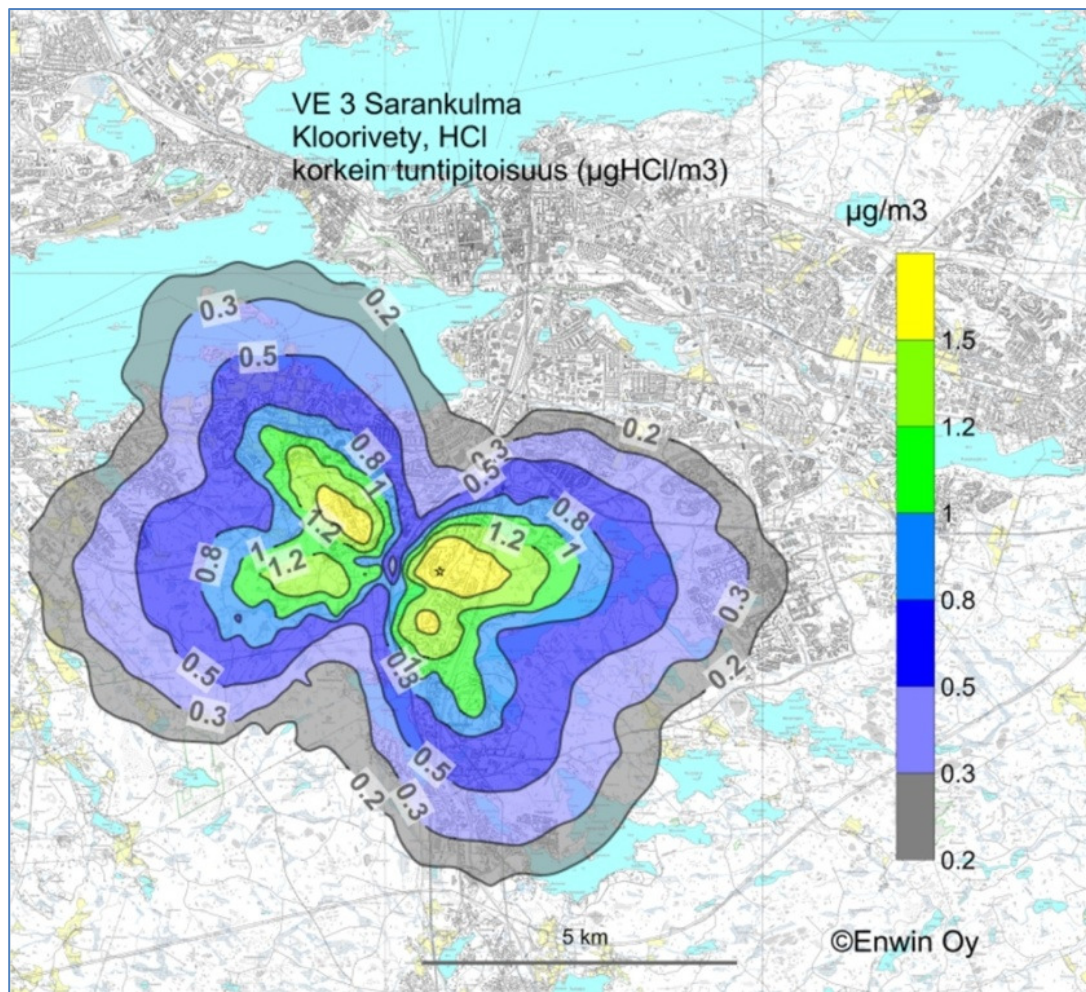
Tanskassa ympäristöministeriön suosituksen mukaan yksittäinen laitos saa aiheuttaa ympäristöön korkeintaan kloorivetypitoisuuden, joka on tuntipitoisuutena $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tuntikeskiarvojen 99. prosenttipiste). Pitoisuuden saisi ylittää enintään seitsemänä tuntina kuukaudessa.



Kuva 14. Kloorivedyn korkein tuntipitoisuus ($\mu\text{gHCl}/\text{m}^3$) vaihtoehdossa VE 2, Rusko (jätevoimalan päästöt raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli $1.6 \mu\text{gHCl}/\text{m}^3$.

HCl-pitoisuudelle ei ole annettu Suomessa ilmanlaadun ohje- tai raja-arvoa.

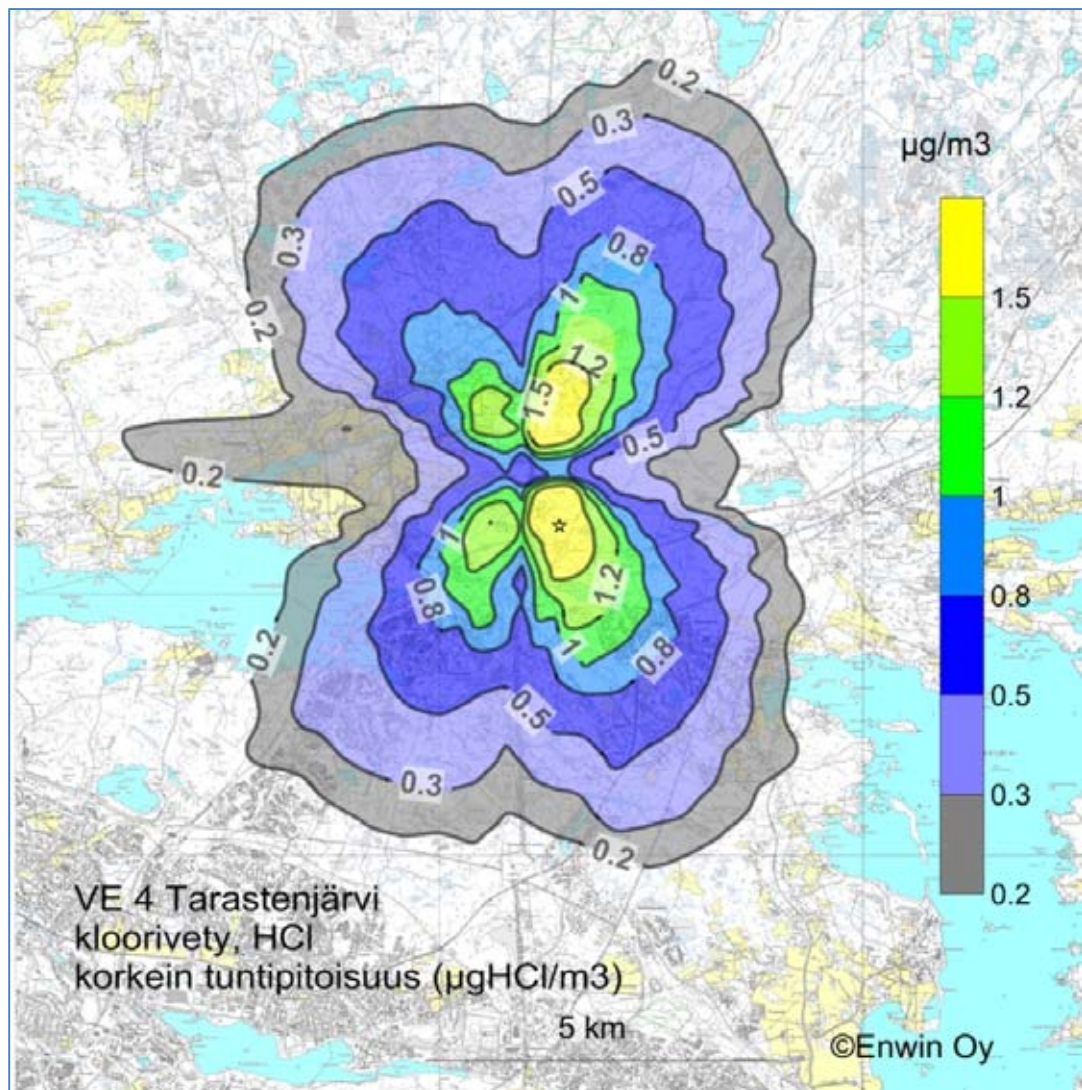
Tanskassa ympäristöministeriön suosituksen mukaan yksittäinen laitos saa aiheuttaa ympäristöön korkeintaan kloorivetytitoisuuden, joka on tuntipitoisuutena $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tuntikeskiarvojen 99. prosenttipiste). Pitoisuuden saisi ylittää enintään seitsemänä tuntina kuukaudessa.



Kuva 15. Kloorivedyn korkein tuntipitoisuus ($\mu\text{gHCl}/\text{m}^3$) vaihtoehdossa VE 3, Sarankulma (jätevoimalan päästöt raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli $2.4 \mu\text{gHCl}/\text{m}^3$.

HCl-pitoisuudelle ei ole annettu Suomessa ilmanlaadun ohje- tai raja-arvoa.

Tanskassa ympäristöministeriön suosituksen mukaan yksittäinen laitos saa aiheuttaa ympäristöön korkeintaan kloorivetypitoisuuden, joka on tuntipitoisuutena $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tuntikeskiarvojen 99. prosenttipiste). Pitoisuuden saisi ylittää enintään seitsemänä tuntina kuukaudessa.

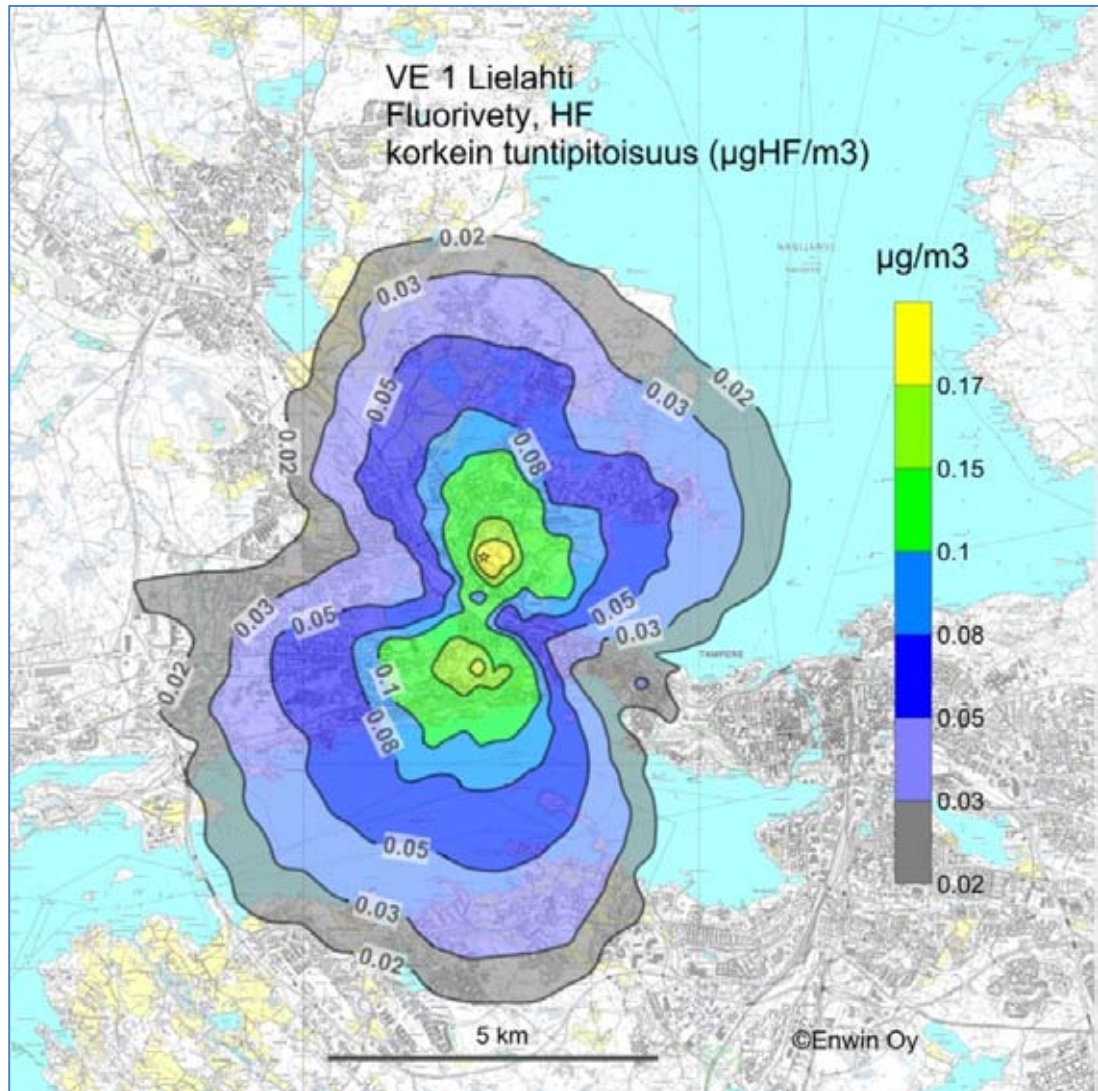


Kuva 16. Kloorivedyn korkein tuntipitoisuus ($\mu\text{gHCl}/\text{m}^3$) vaihtoehdossa VE 4a, Tarastenjärvi (jätevoimalan päästöt raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli $2.1 \mu\text{gHCl}/\text{m}^3$.

HCl-pitoisuudelle ei ole annettu Suomessa ilmanlaadun ohje- tai raja-arvoa.

Tanskassa ympäristöministeriön suosituksen mukaan yksittäinen laitos saa aiheuttaa ympäristöön korkeintaan kloorivetypitoisuuden, joka on tuntipitoisuutena $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tuntikeskiarvojen 99. prosenttipiste). Pitoisuuden saisi ylittää enintään seitsemänä tuntina kuukaudessa.

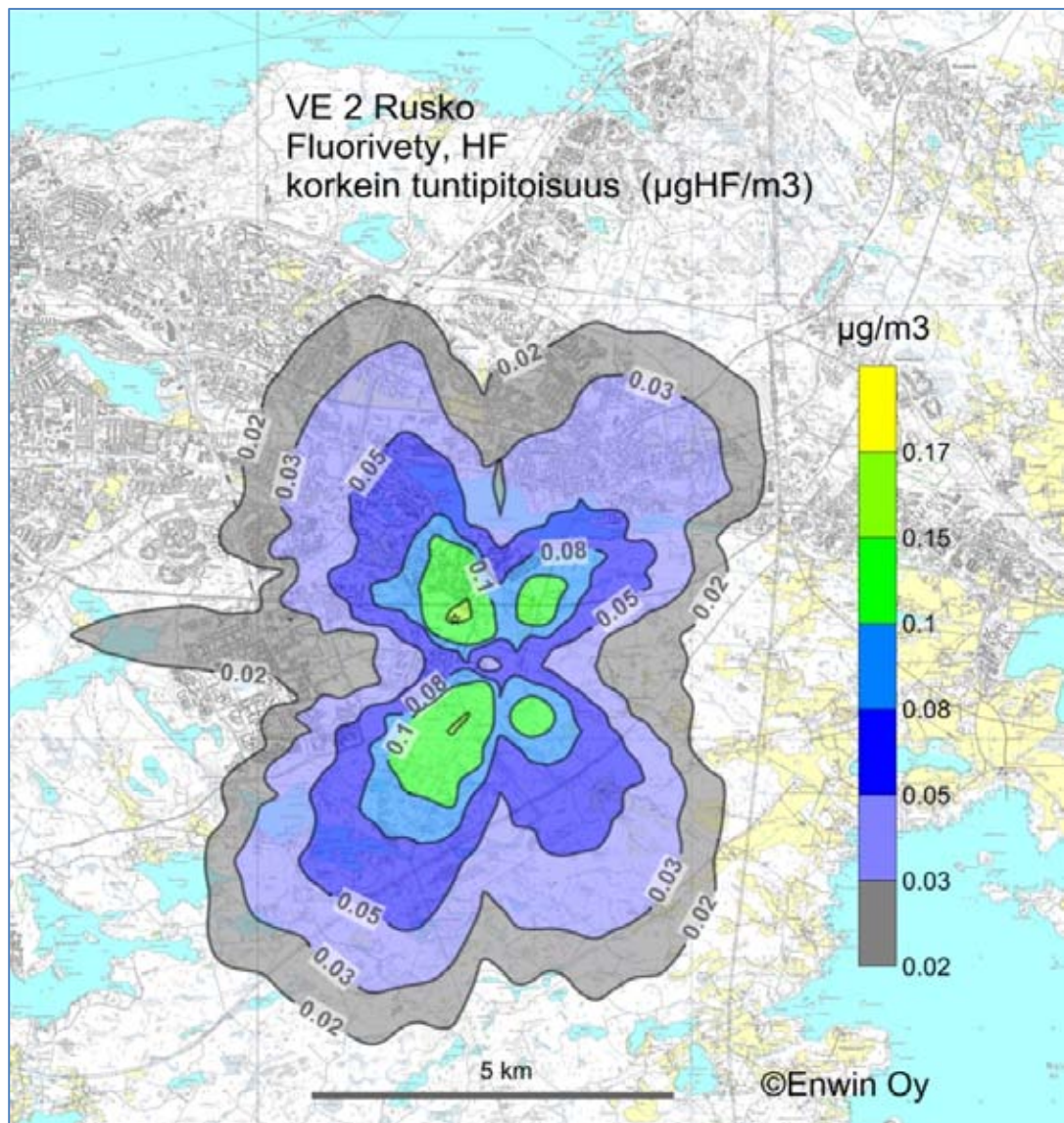
LIITE 7. FLUORIVETY (HF) - VE 1- VE 4a



Kuva 17. Fluorivedyn korkein tuntipitoisuus (µgHF/m³) vaihtoehdossa VE 1, Lielähti (jätevoimalan päästöt raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli 0.2 µgHF/m³.

HF-pitoisuudelle ei ole annettu Suomessa ilmanlaadun ohje- tai raja-arvoa.

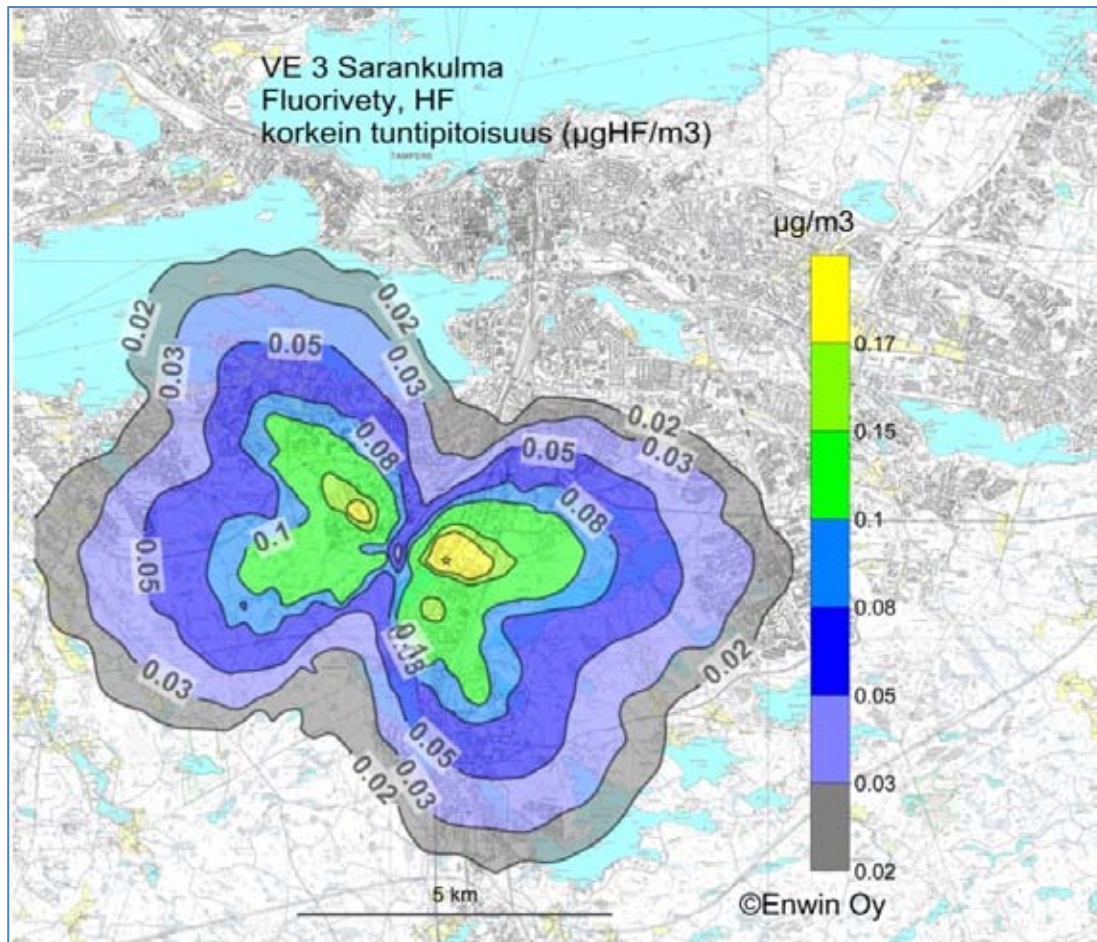
Tanskan ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaan yksittäisen laitoksen aiheuttama fluorivetyypitoisuustaso ympäristössä saisi olla enintään 2 µg/m³ (tuntikeskiarvojen 99. prosenttipiste). Pitoisuuden saisi ylittää enintään seitsemänä tuntina kuukaudessa.



Kuva 18. Fluorivedyn korkein tuntipitoisuus ($\mu\text{gHF}/\text{m}^3$) vaihtoehdossa VE 2, Rusko (jätevoimalan päästöt raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli $0.2 \mu\text{gHF}/\text{m}^3$.

HF-pitoisuudelle ei ole annettu Suomessa ilmanlaadun ohje- tai raja-arvoa.

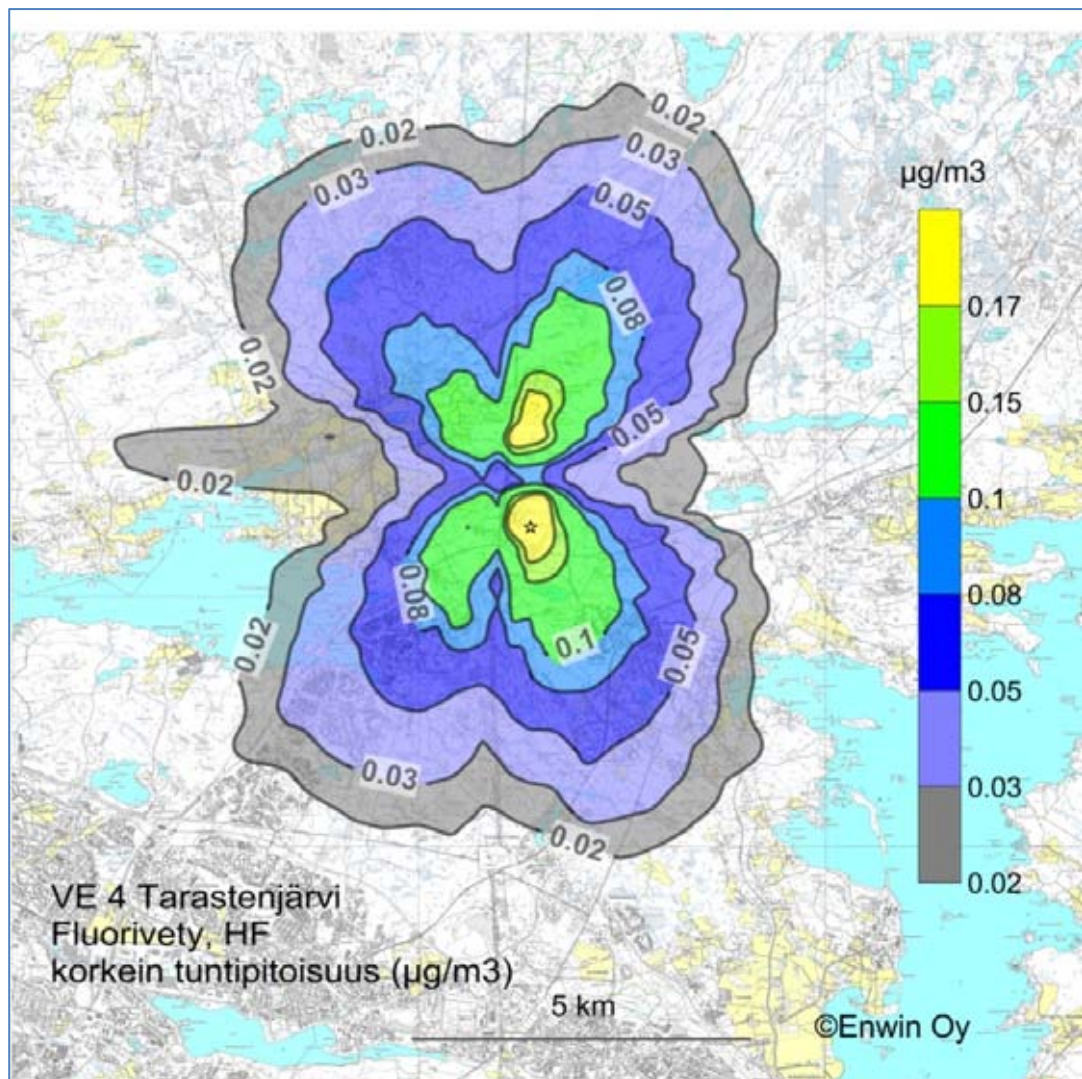
Tanskan ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaan yksittäisen laitoksen aiheuttama fluorivetyypitoisuustaso ympäristössä saisi olla enintään $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tuntikeskiarvojen 99. prosenttipiste). Pitoisuuden saisi ylittää enintään seitsemänä tuntina kuukaudessa.



Kuva 19. Fluorivedyn korkein tuntipitoisuus ($\mu\text{gHF}/\text{m}^3$) vaihtoehdossa VE 3, Sarankulma (jätevoimalan päästöt raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli $0.2 \mu\text{gHF}/\text{m}^3$.

HF-pitoisuudelle ei ole annettu Suomessa ilmanlaadun ohje- tai raja-arvoa.

Tanskan ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaan yksittäisen laitoksen aiheuttama fluorivetyypitoisuustaso ympäristössä saisi olla enintään $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tuntikeskiarvojen 99. prosenttipiste). Pitoisuuden saisi ylittää enintään seitsemänä tuntina kuukaudessa.

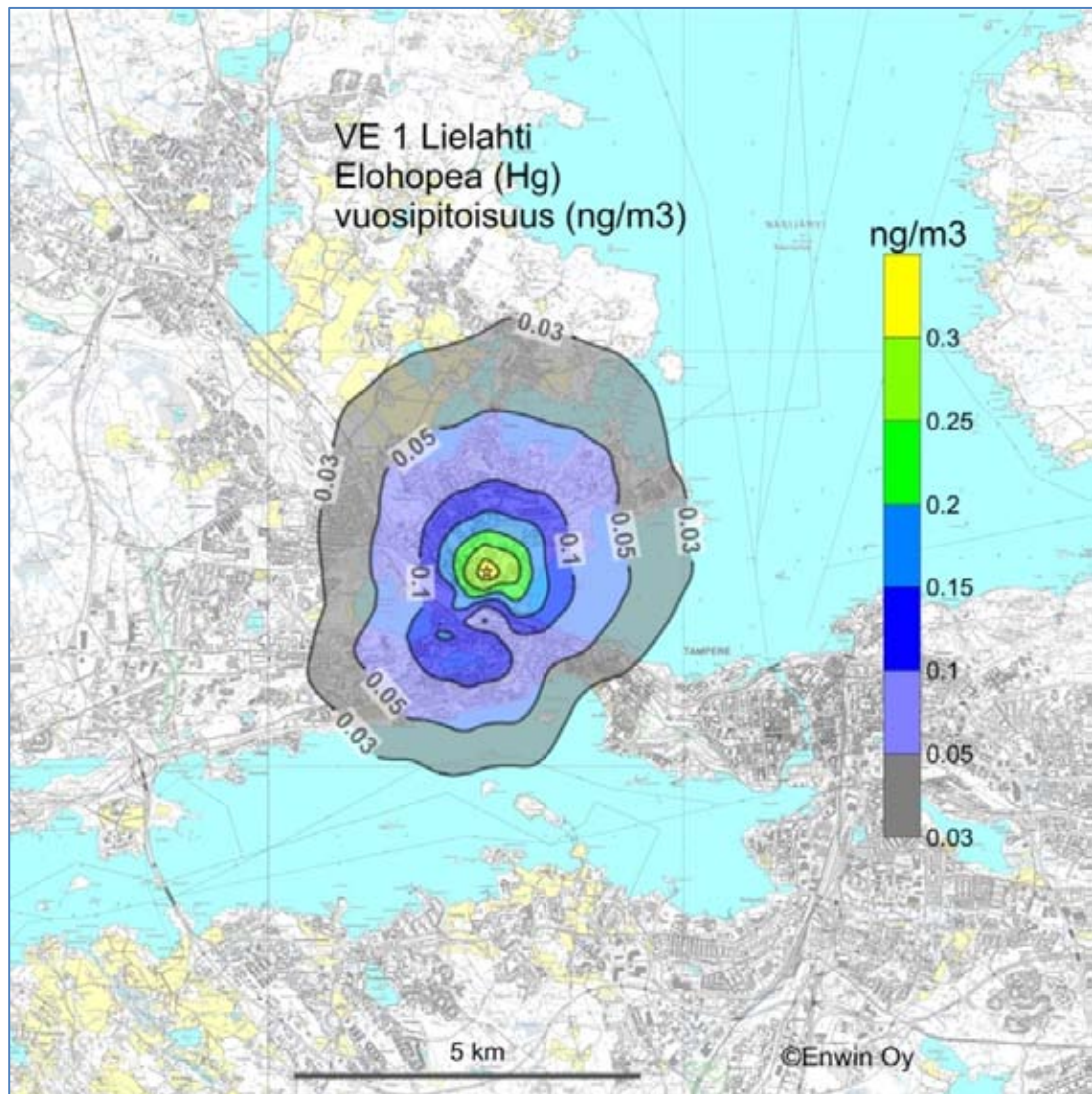


Kuva 20. Fluorivedyn korkein tuntipitoisuus ($\mu\text{gHF}/\text{m}^3$) vaihtoehdossa VE 4a, Tarastenjärvi (jätevoimalan päästöt raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli $0.2 \mu\text{gHF}/\text{m}^3$.

HF-pitoisuudelle ei ole annettu Suomessa ilmanlaadun ohje- tai raja-arvoa.

Tanskan ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaan yksittäisen laitoksen aiheuttama fluorivetyypitoisuustaso ympäristössä saisi olla enintään $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tuntikeskiarvojen 99. prosenttipiste). Pitoisuuden saisi ylittää enintään seitsemänä tuntina kuukaudessa.

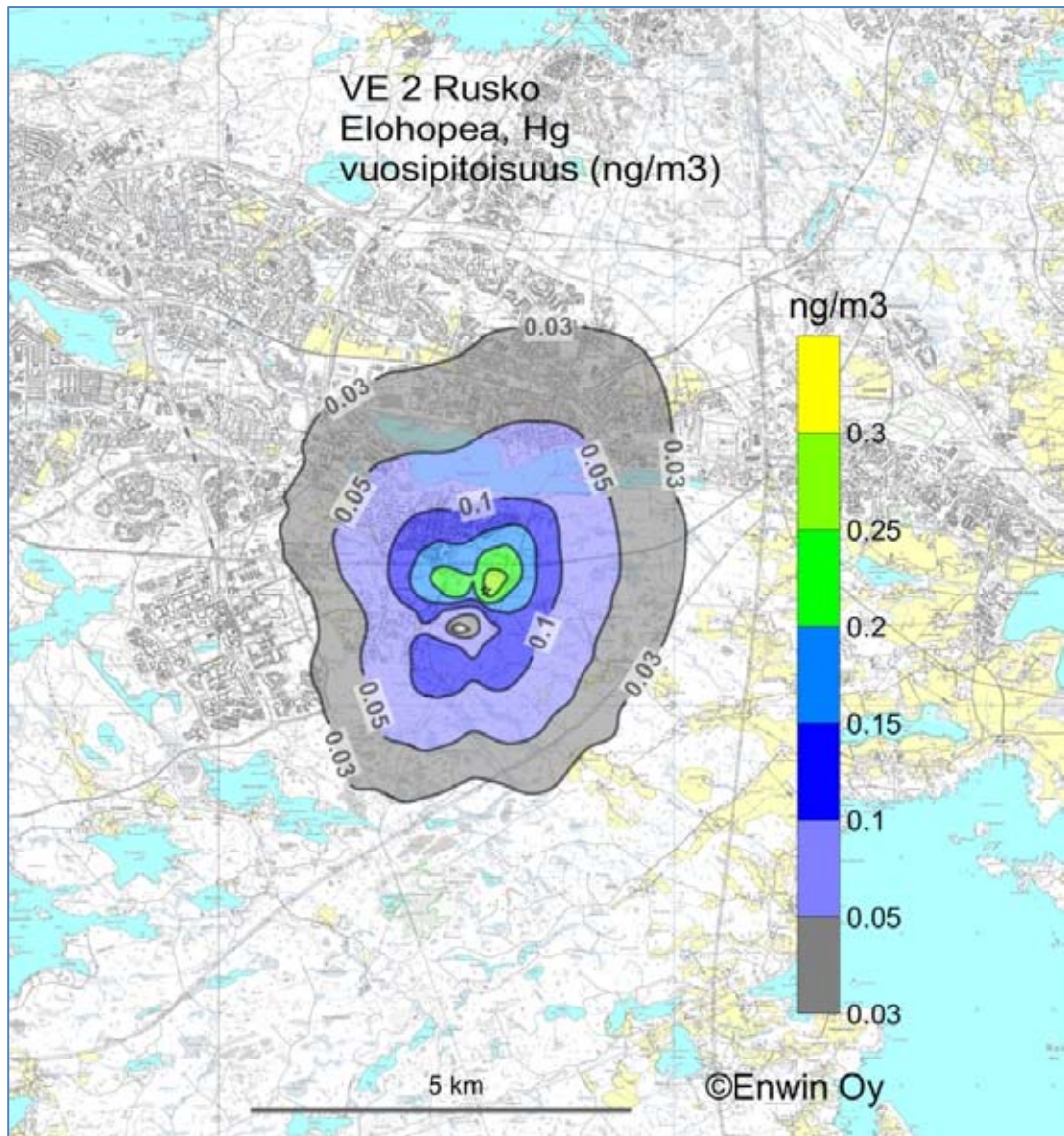
LIITE 8. ELOHOPEA (Hg) - VE 1- VE 4a



Kuva 21. Elohopean vuosipitoisuus (ng/m³) vaihtoehdossa VE 1, Lielähti (jätevoimalan päästöt raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli 0.33 ngHg/m³.

Elohopealle ei ole annettu ilmanlaadun tavoite-, ohje- tai raja-arvoa.

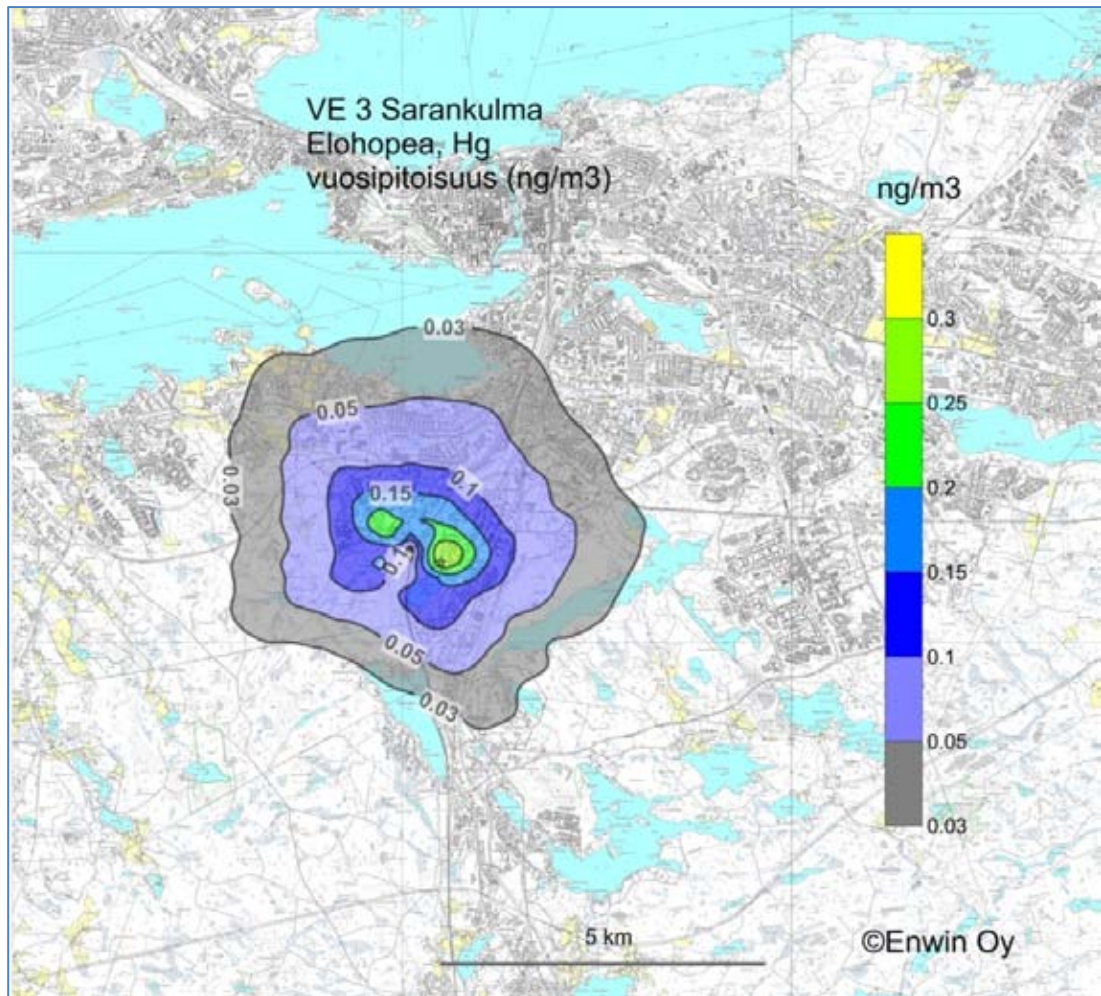
Suomessa Pallaksen Matorovan tausta-asemalla mitatut elohopeakaasun vuosipitoisuudet ovat olleet 1.3-1.5 ng/m³ ja hiukkasiin sitoutuneen elohopean pitoisuudet 0.001-0.003 ng/m³. Hiukkasmainen elohopea kuvastaa erityisesti kaukokulkeutumista.



Kuva 22. Elohopean vuosipitoisuus (ng/m³) vaihtoehdossa VE 2, Rusko (jätevoimalan päästöt raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli 0.29 ngHg/m³.

Elohopealle ei ole annettu ilmanlaadun tavoite-, ohje- tai raja-arvoa.

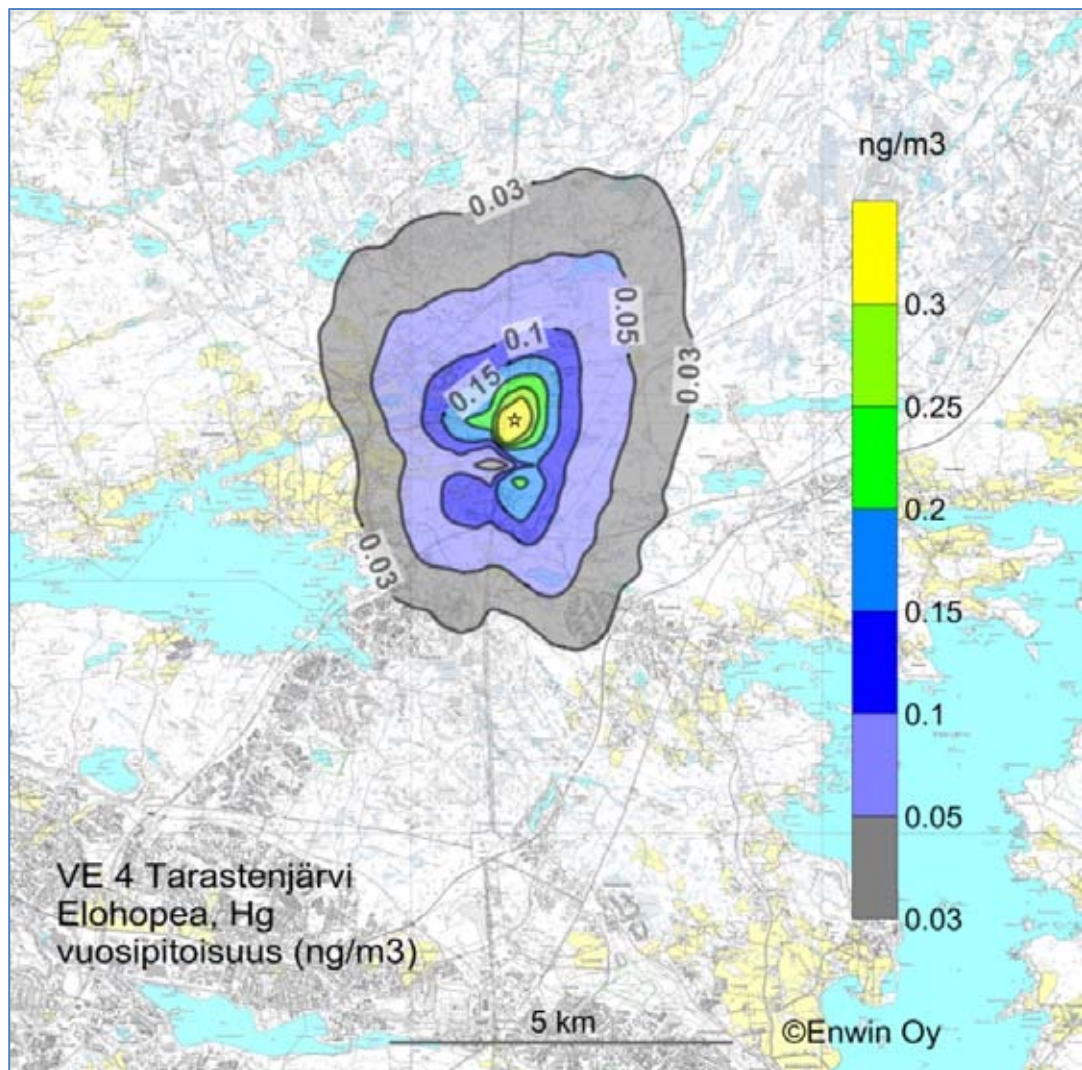
Suomessa Pallaksen Matorovan tausta-aseamalla mitatut elohopeakaasun vuosipitoisuudet ovat olleet 1.3-1.5 ng/m³ ja hiukkasiin sitoutuneen elohopean pitoisuudet 0.001-0.003 ng/m³. Hiukkasmainen elohopea kuvastaa erityisesti kaukokulkeutumista.



Kuva 23. Elohopean vuosipitoisuus (ng/m³) vaihtoehdossa VE 3, Sarankulma (jätevoimalan päästöt raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli 0.33 ngHg/m³.

Elohopealle ei ole annettu ilmanlaadun tavoite-, ohje- tai raja-arvoa.

Suomessa Pallaksen Matorovan tausta-asemalla mitatut elohopeakaasun vuosipitoisuudet ovat olleet 1.3-1.5 ng/m³ ja hiukkasiin sitoutuneen elohopean pitoisuudet 0.001-0.003 ng/m³. Hiukkasmainen elohopea kuvastaa erityisesti kaukokulkeutumista.

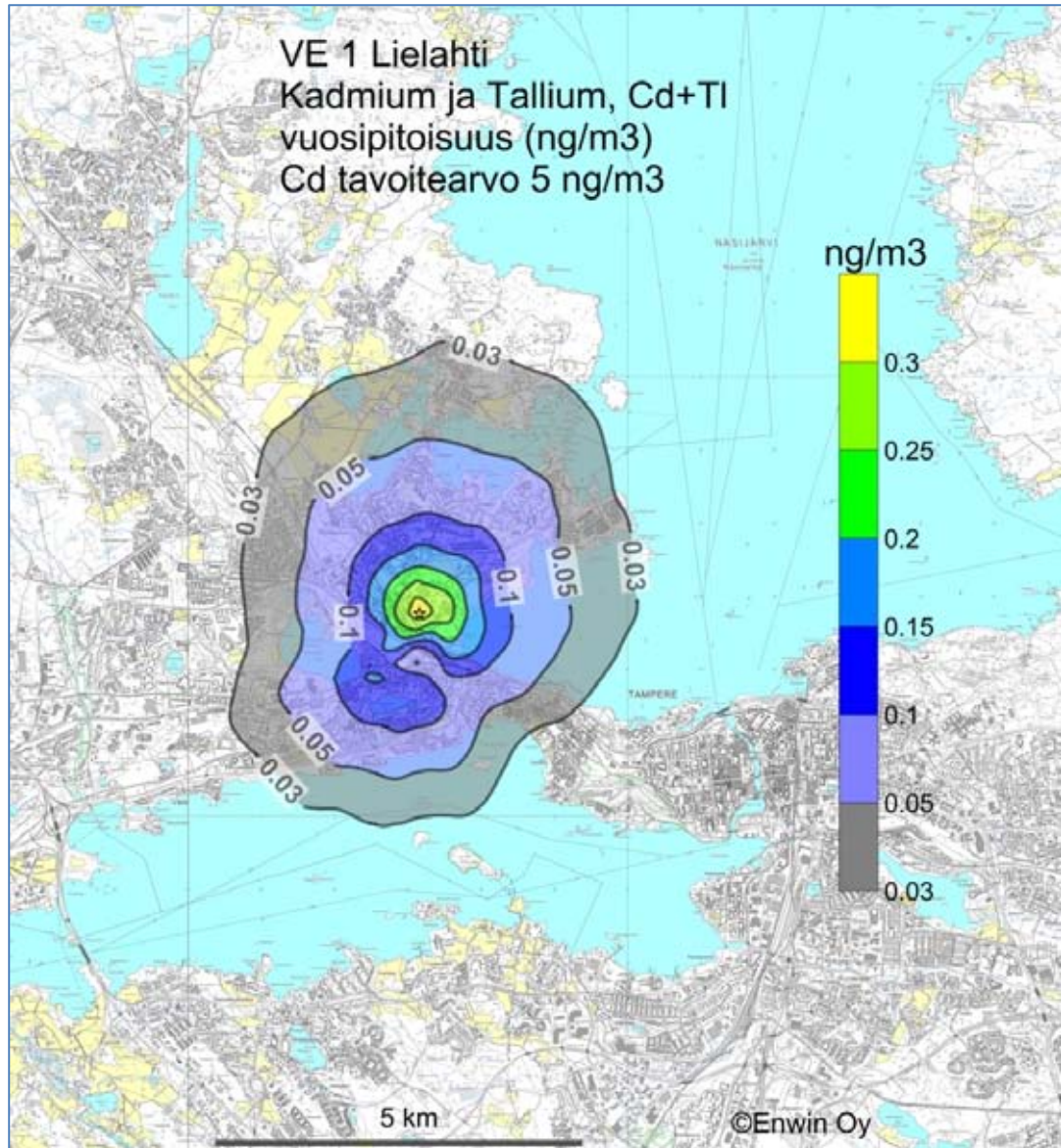


Kuva 24. Elohopean vuosipitoisuus (ng/m³) vaihtoehdossa VE 4a, Tarastenjärvi (jätevoimalan päästöt raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli 0.45 ngHg/m³.

Elohopealle ei ole annettu ilmanlaadun tavoite-, ohje- tai raja-arvoa.

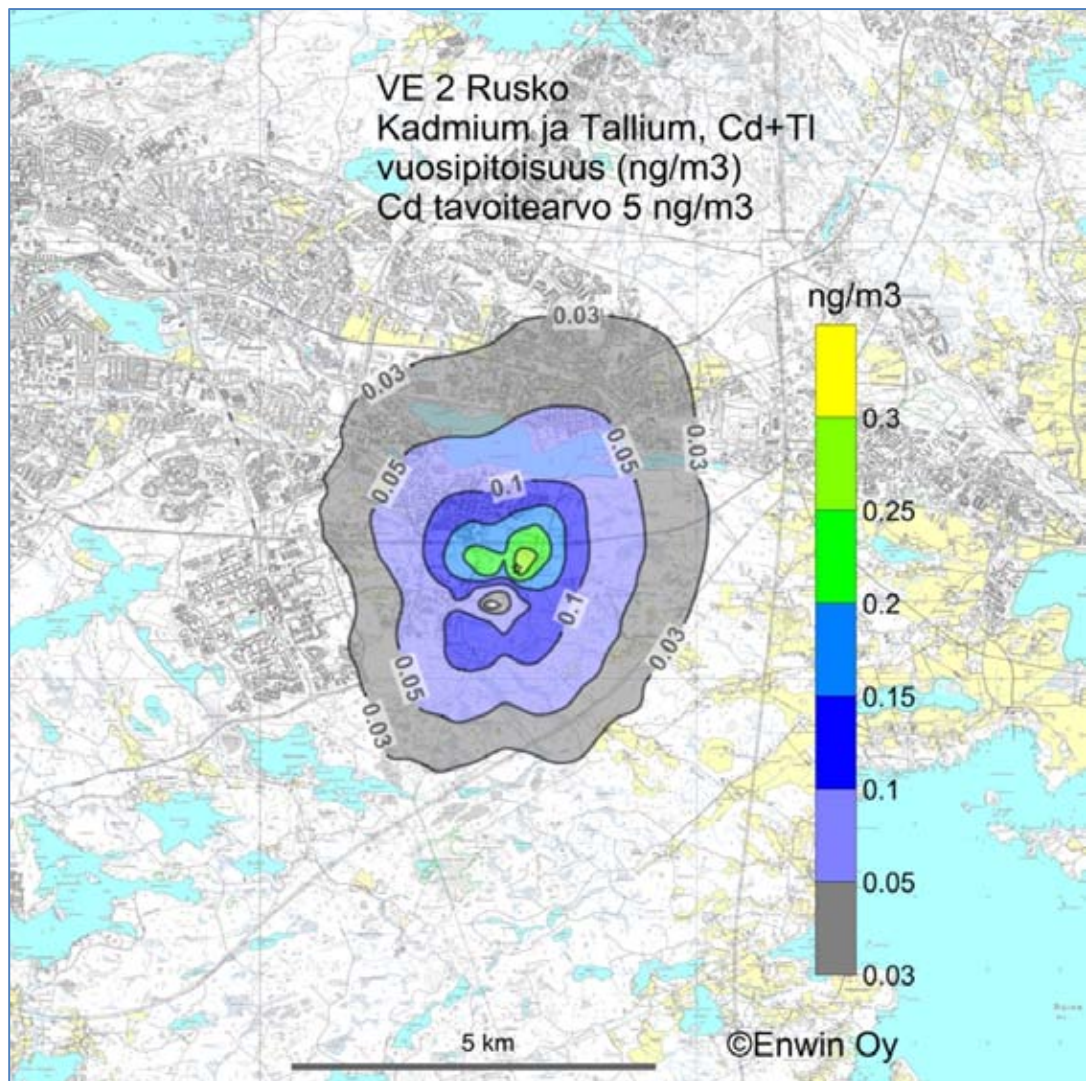
Suomessa Pallaksen Matorovan tausta-asemalla mitatut elohopeakaasun vuosipitoisuudet ovat olleet 1.3-1.5 ng/m³ ja hiukkasiin sitoutuneen elohopean pitoisuudet 0.001-0.003 ng/m³. Hiukkasmainen elohopea kuvastaa erityisesti kaukokulkeutumista.

LIITE 9. KADMIUM JA TALLIUM (Cd+Tl) - VE 1- VE 4a



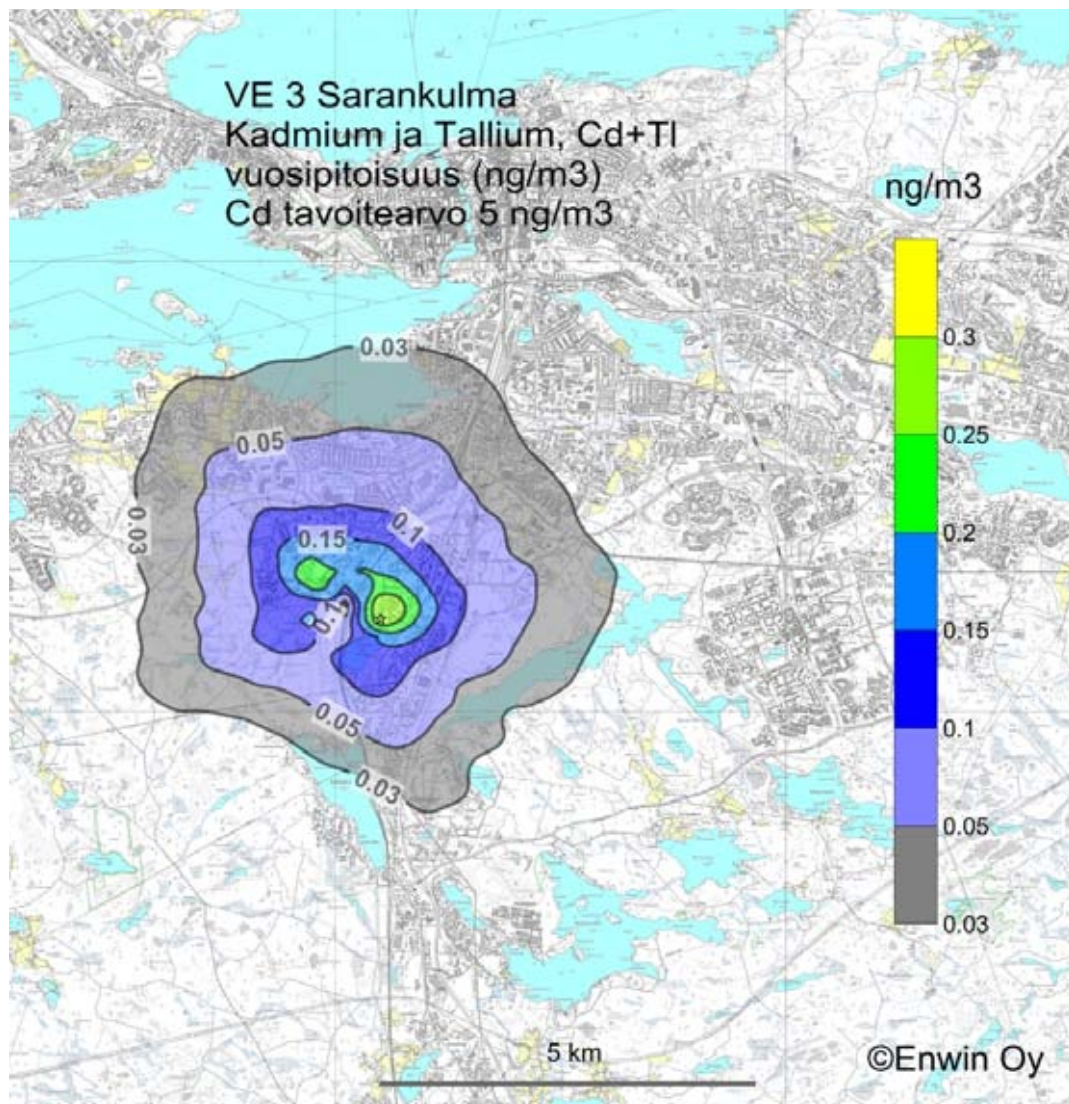
Kuva 25. Kadmiumin ja tallium yhteenlaskettu (Cd+Tl) vuosipitoisuus (ng/m³) vaihtoehdossa VE 1, Lielähti (jätevoimalan päästöt raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*)oli 0.33 ng/m³.

Kadmiumpitoisuudelle on Suomessa annettu ilmanlaadun tavoitearvo 5 ng/m³ (tulee alittaa viimeistään v. 2013)



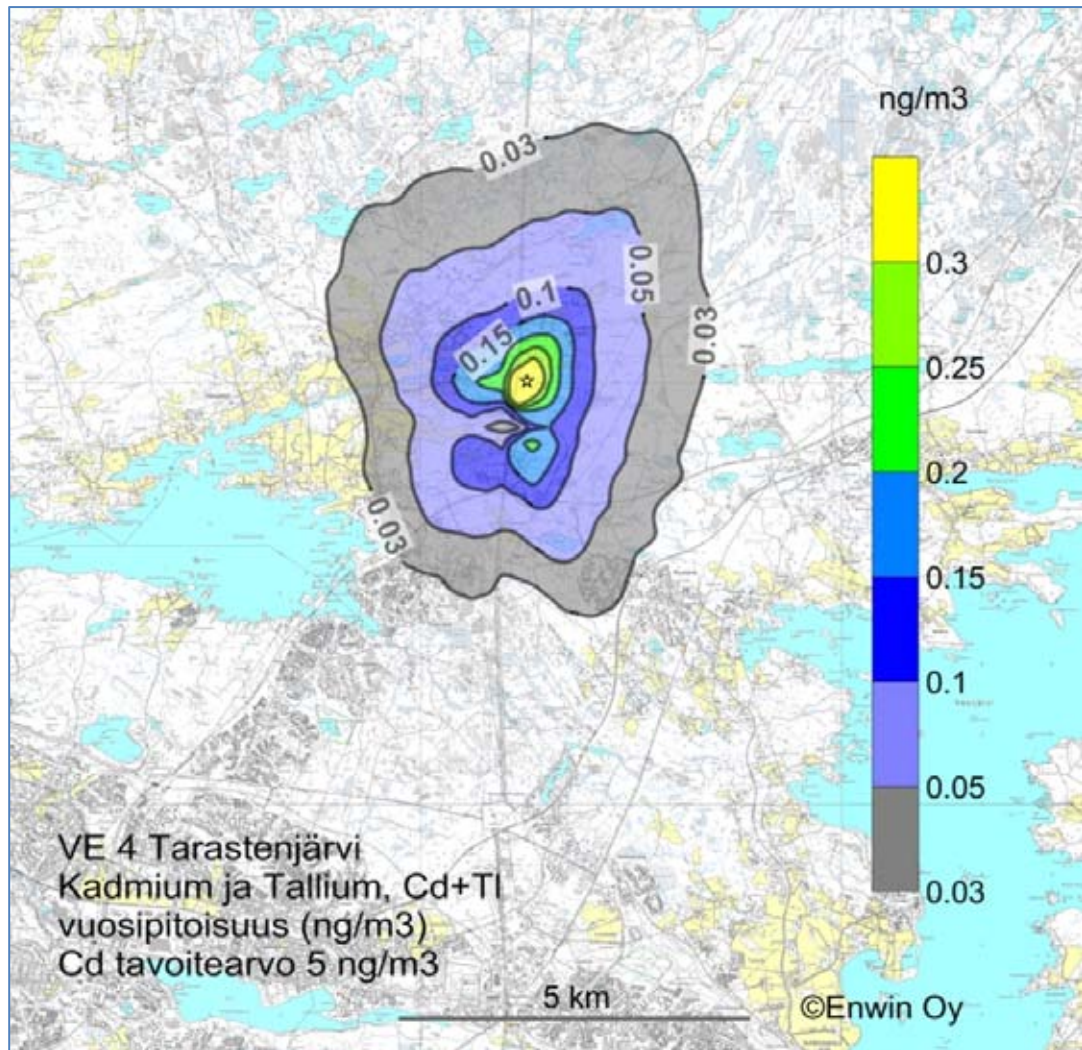
Kuva 26. Kadmiumin ja tallium yhteenlaskettu (Cd+Tl) vuosipitoisuus (ng/m³) vaihtoehdossa VE 2, Rusko (jätevoimalan päästöt raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli 0.29 ng/m³.

Kadmiumpitoisuudelle on Suomessa annettu ilmanlaadun tavoitearvo 5 ng/m³ (tulee alittaa viimeistään v. 2013)



Kuva 27. Kadmiumin ja tallium yhteenlaskettu (Cd+Tl) vuosipitoisuus (ng/m³) vaihtoehdossa VE 3, Sarankulma (jätevoimalan päästöt raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli 0.33 ng/m³.

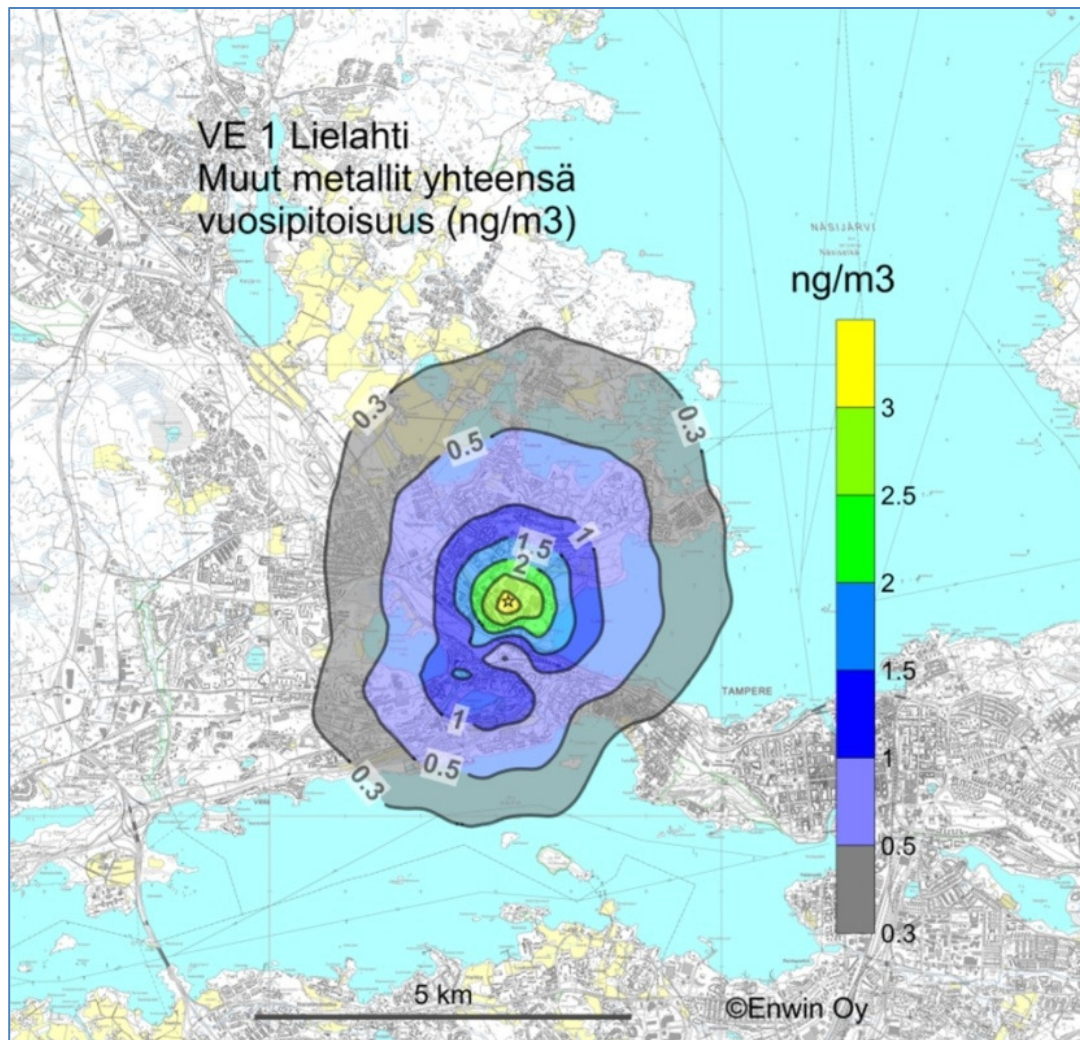
Kadmiumpitoisuudelle on Suomessa annettu ilmanlaadun tavoitearvo 5 ng/m³ (tulee alittaa viimeistään v. 2013)



Kuva 28. Kadmiumin ja tallium yhteenlaskettu (Cd+Tl) vuosipitoisuus (ng/m³) vaihtoehdossa VE 4a, Tarastenjärvi (jätevoimalan päästöt raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli 0.45 ng/m³.

Kadmiumpitoisuudelle on Suomessa annettu ilmanlaadun tavoitearvo 5 ng/m³ (tulee alittaa viimeistään v. 2013)

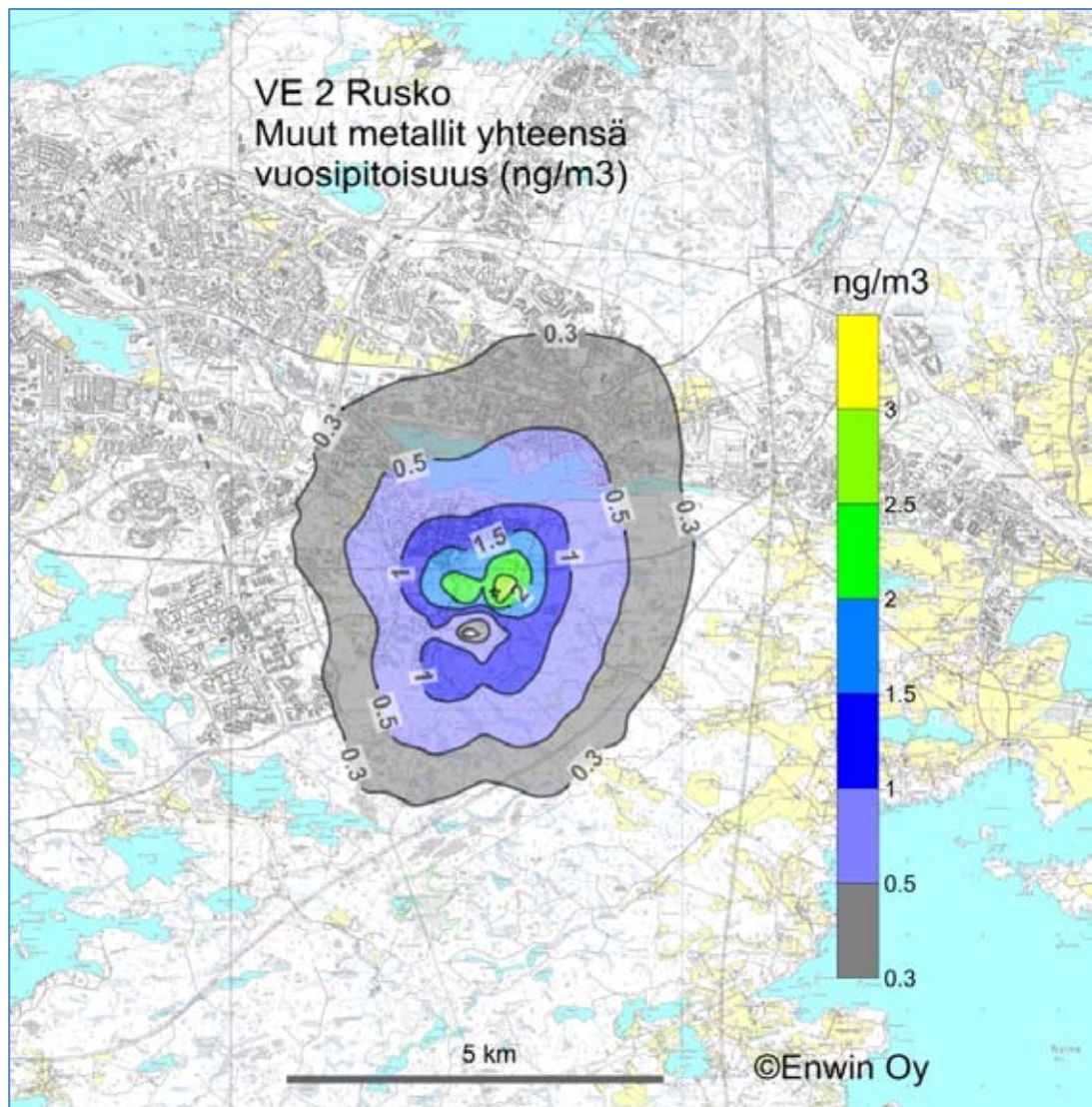
LIITE 10. MUUT METALLIT yhteensä - VE 1- VE 4a



Kuva 29. Muiden metallien (As, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, V) yhteenlaskettu vuosipitoisuus (ng/m³) vaihtoehdossa VE 1, Lielähti (jätevoimalan päästöt raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) yhteiselle vuosipitoisuudelle oli 3.3 ng/m³.

Ilmanlaadun tavoitearvot: As 6 ng/m³, Ni 20 ng/m³.

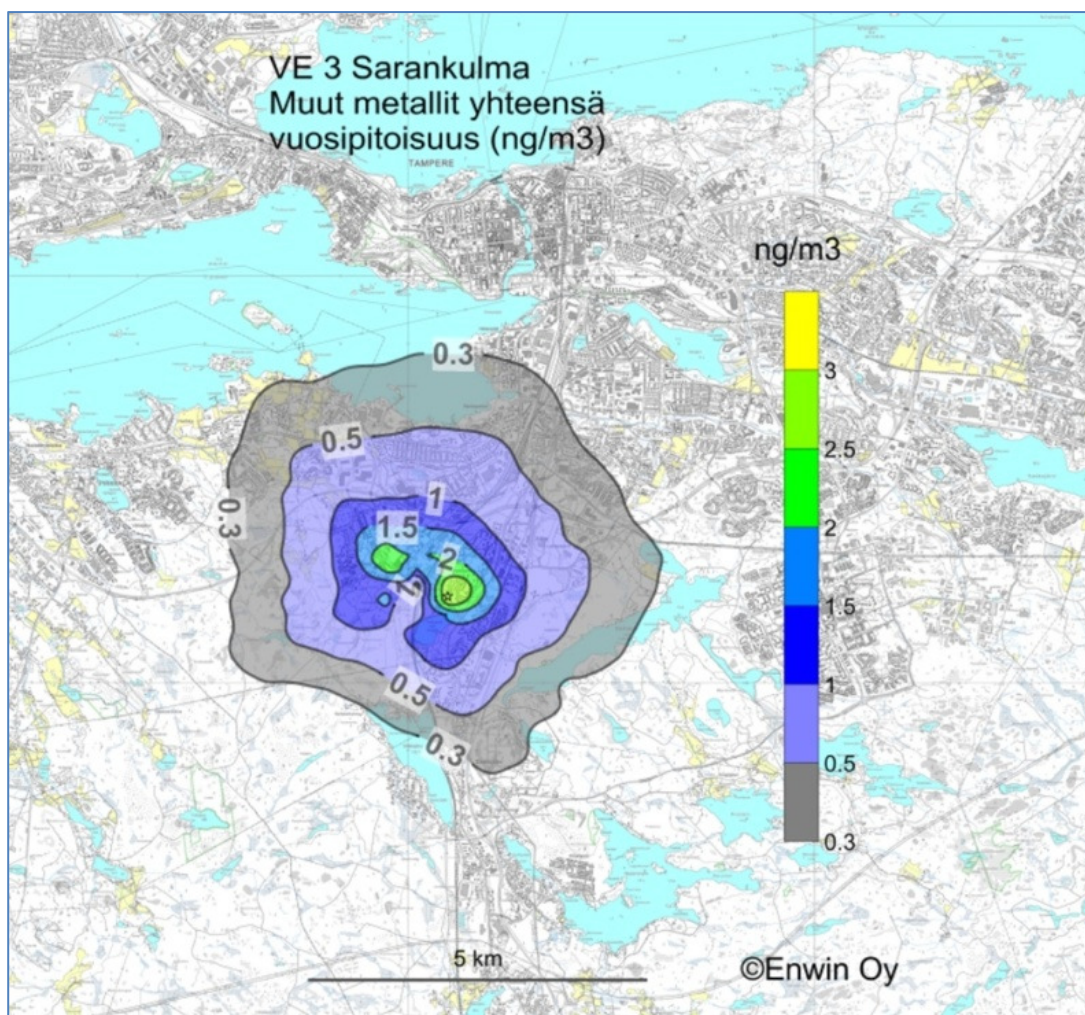
Ilmalaadun raja-arvo Pb 500 ng/m³.



Kuva 30. Muiden metallien (As, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, V) yhteenlaskettu vuosipitoisuus (ng/m³) vaihtoehdossa VE 2, Rusko (jätevoimalan päästöt raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) yhteiselle vuosipitoisuudelle oli 2.9 ng/m³.

Ilmanlaadun tavoitearvot: As 6 ng/m³, Ni 20 ng/m³.

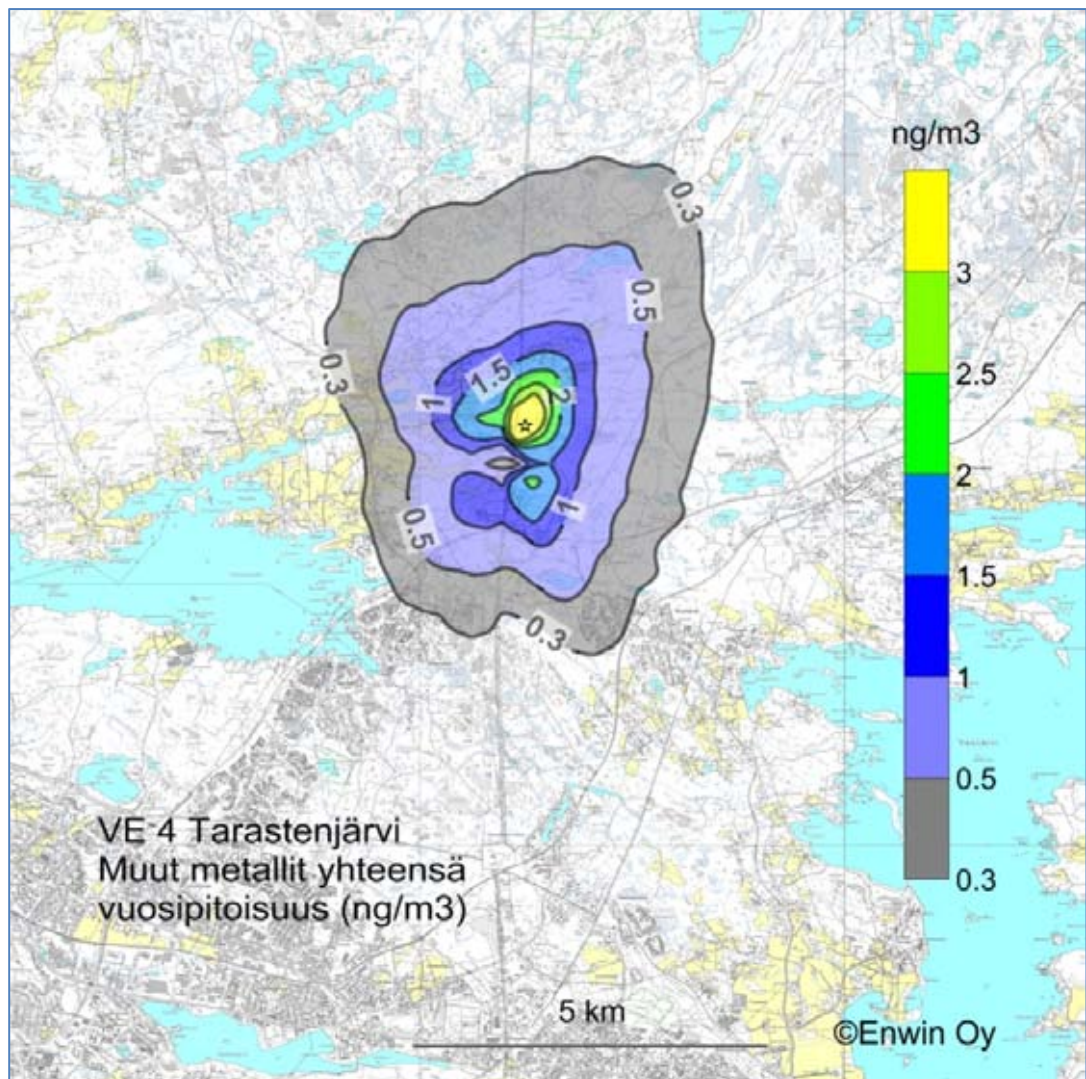
Ilmalaadun raja-arvo Pb 500 ng/m³.



Kuva 31. Muiden metallien (As, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, V) yhteenlaskettu vuosipitoisuus (ng/m³) vaihtoehdossa VE 3, Sarankulma (jätevoimalan päästöt raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) yhteiselle vuosipitoisuudelle oli 3.3 ng/m³.

Ilmanlaadun tavoitearvot: As 6 ng/m³, Ni 20 ng/m³.

Ilmalaadun raja-arvo Pb 500 ng/m³.

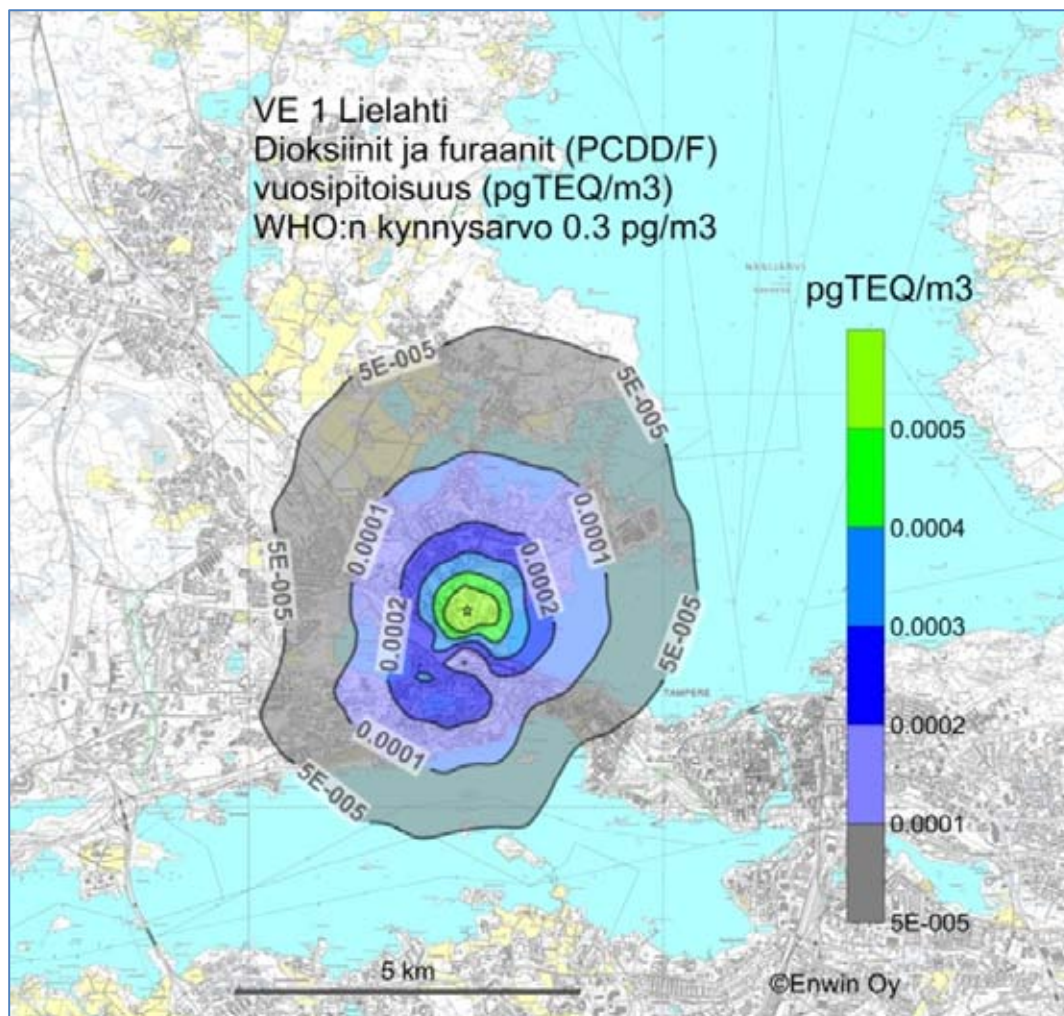


Kuva 32. Muiden metallien (As, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, V) yhteenlaskettu vuosipitoisuus (ng/m³) vaihtoehdossa VE 4a, Tarastenjärvi (jätevoimalan päästöt raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) yhteiselle vuosipitoisuudelle oli 4.5 ng/m³.

Ilmanlaadun tavoitearvot: As 6 ng/m³, Ni 20 ng/m³.

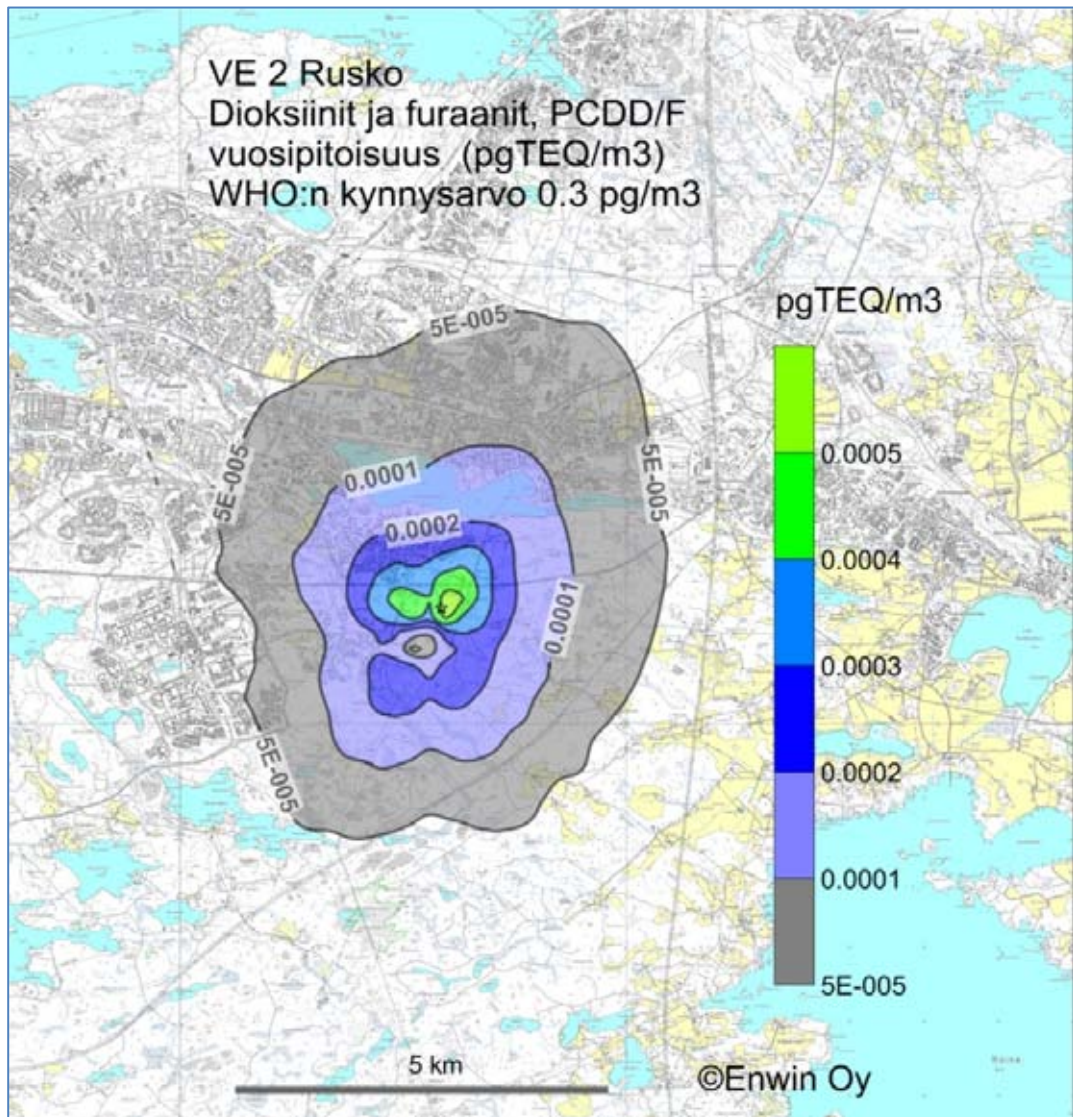
Ilmalaadun raja-arvo Pb 500 ng/m³.

LIITE 11. DIOKSIINIT JA FURAANIT (PCDD/F) - VE 1- VE 4a



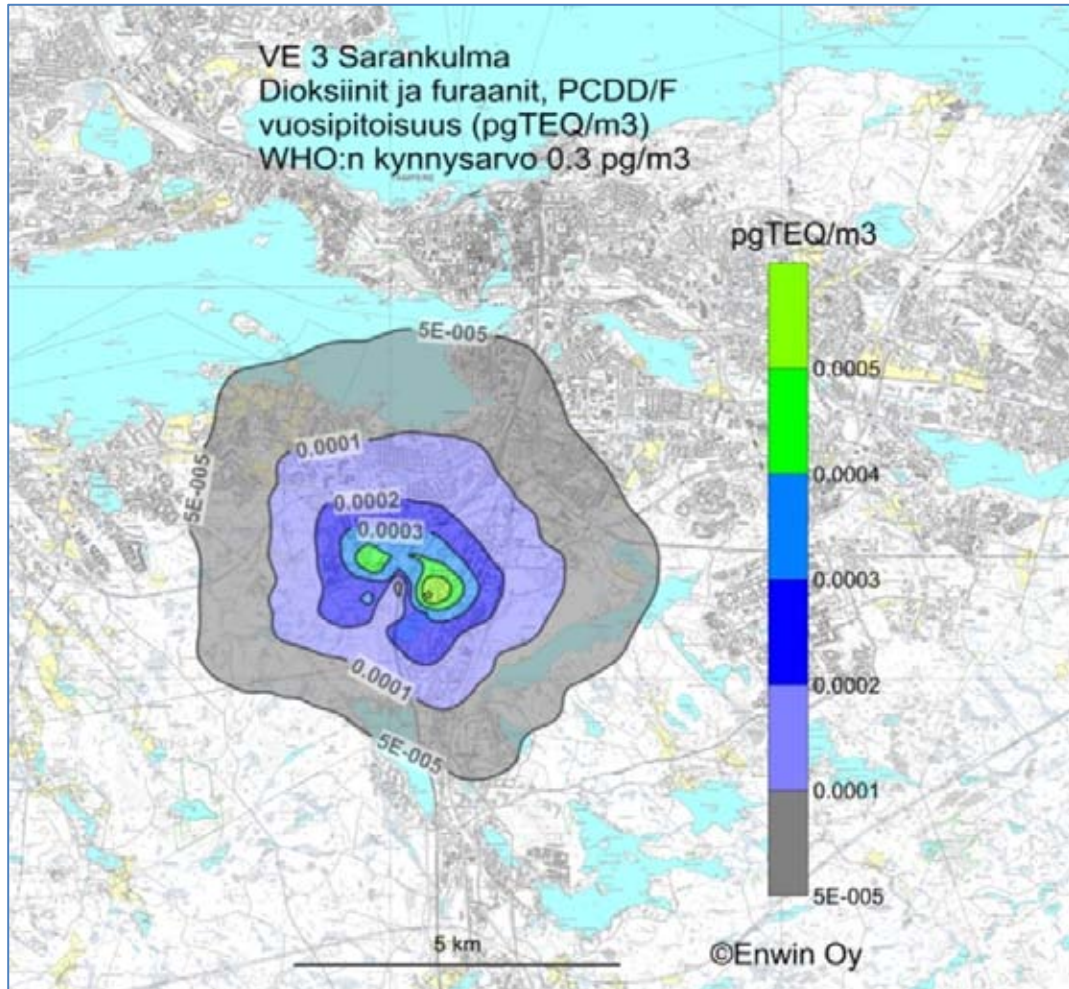
Kuva 33. Dioksiinien ja furaanien (PCDD/F) vuosipitoisuus (pgTEQ/m³) vaihtoehdossa VE 1, Lielähti (jätevoimalan päästöt raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli 0.0007 pgTEQ/m³.

Dioksiini- ja furaaniyhdisteille (PCDD/F) ei ole annettu ilmanlaadun tavoite-, ohje- tai raja-arvoa. WHO:n ns. kynnyksarvo ulkoilmassa on 0.3 pg/m³.



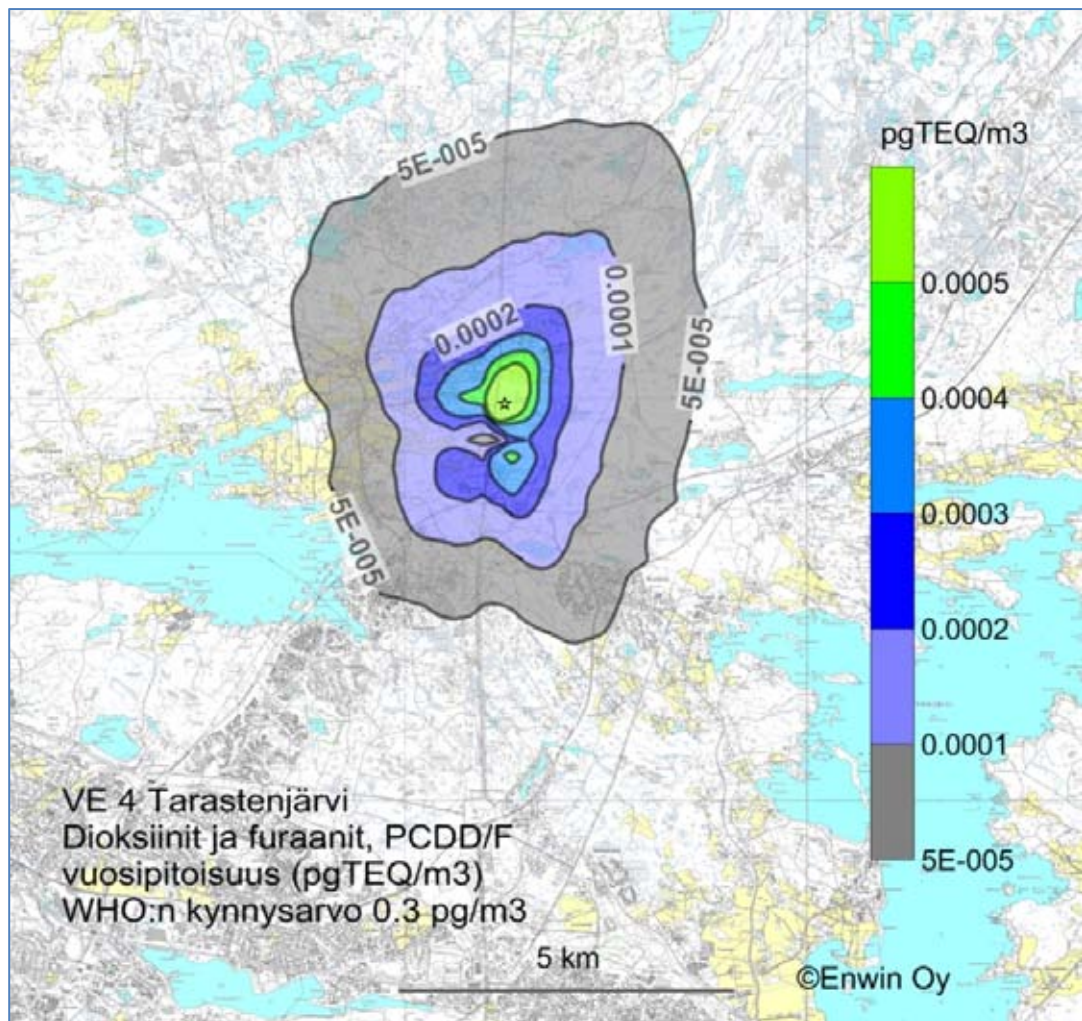
Kuva 34. Dioksiinien ja furaanien (PCDD/F) vuosipitoisuus (pgTEQ/m³) vaihtoehdossa VE 2, Rusko (jätevoimalan päästöt raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli 0.0006 pgTEQ/m³.

Dioksiini- ja furaaniyhdisteille (PCDD/F) ei ole annettu ilmanlaadun tavoite-, ohje- tai raja-arvoa. WHO:n ns. kynnysarvo ulkoilmassa on 0.3 pg/m³.



Kuva 35. Dioksiinien ja furaanien (PCDD/F) vuosipitoisuus (pgTEQ/m³) vaihtoehdossa VE 3, Sarankulma (jätevoimalan päästöt raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli 0.0007 pgTEQ/m³.

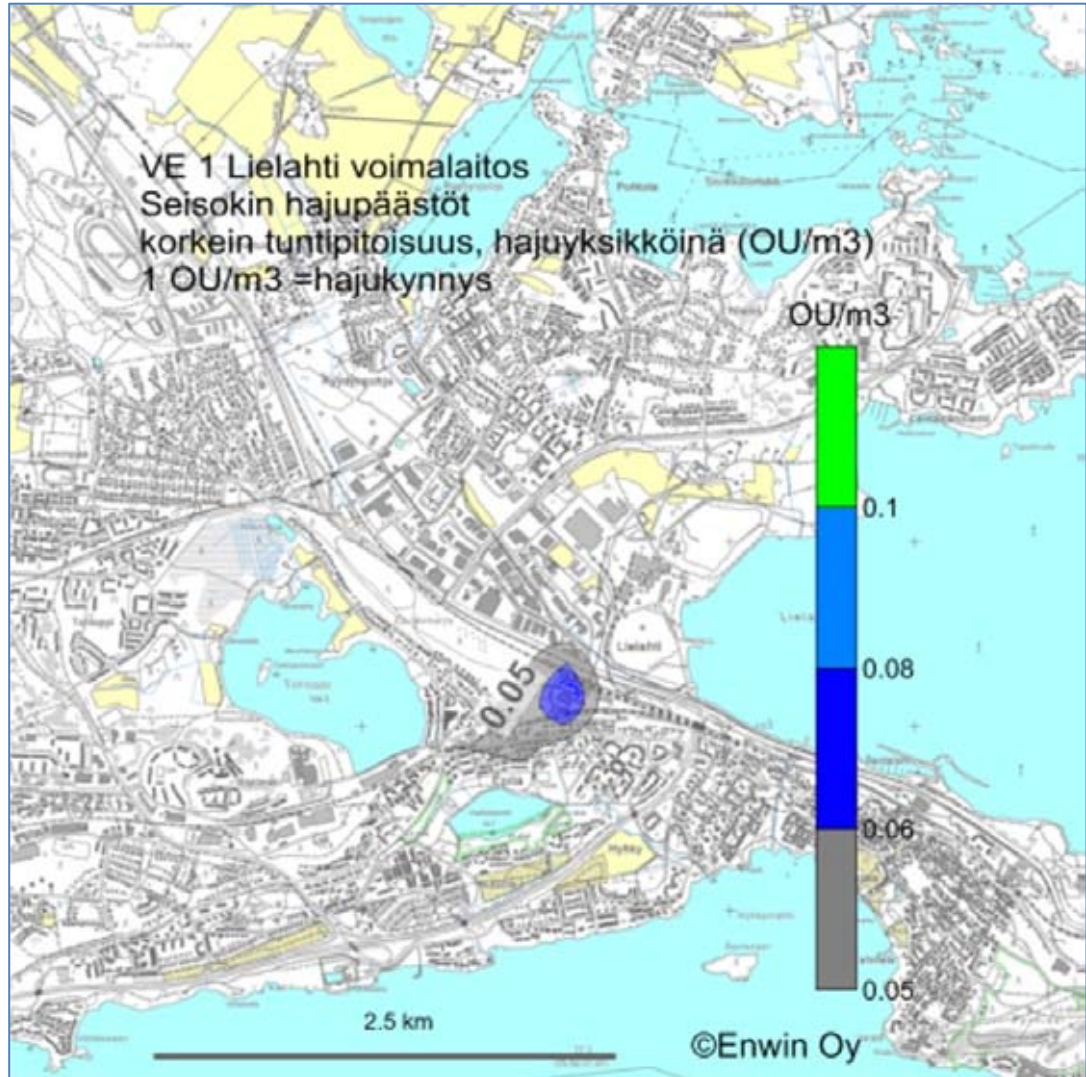
Dioksiini- ja furaaniryhdisteille (PCDD/F) ei ole annettu ilmanlaadun tavoite-, ohje- tai raja-arvoa. WHO:n ns. kynnysarvo ulkoilmassa on 0.3 pg/m³.



Kuva 36. Dioksiinien ja furaanien (PCDD/F) vuosipitoisuus (pgTEQ/m³) vaihtoehdossa VE 4a, Tarastenjärvi (jätevoimalan päästöt raja-arvossa). Korkein pistepitoisuus (*) oli 0.0009 pgTEQ/m³.

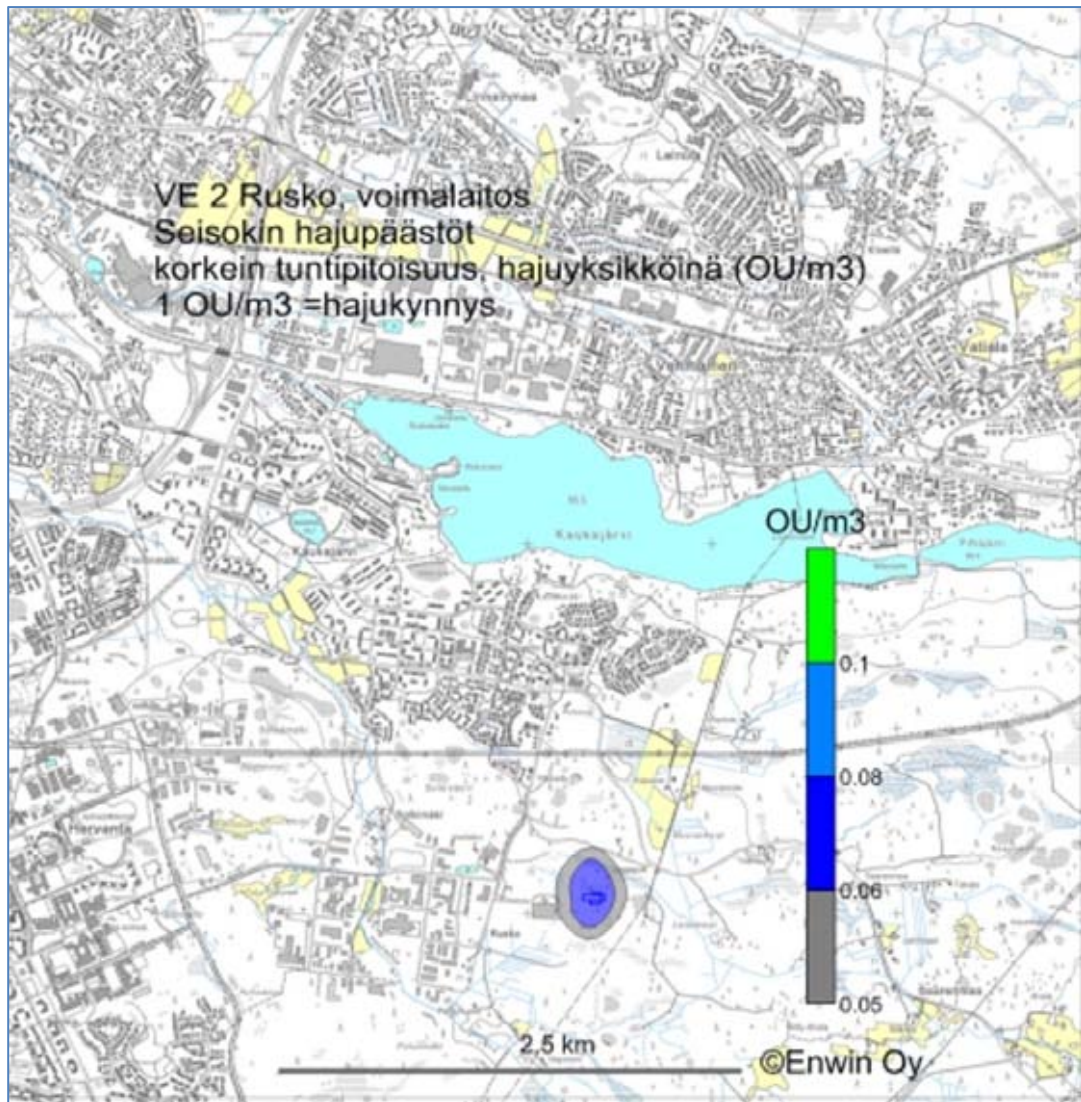
Dioksiini- ja furaaniyhdisteille (PCDD/F) ei ole annettu ilmanlaadun tavoite-, ohje- tai raja-arvoa. WHO:n ns. kynnysarvo ulkoilmassa on 0.3 pg/m³.

**LIITE 12. VOIMALAN SEISOKIN AIKAiset HAJUT
(OU/m³) - VE 1- VE 4a**



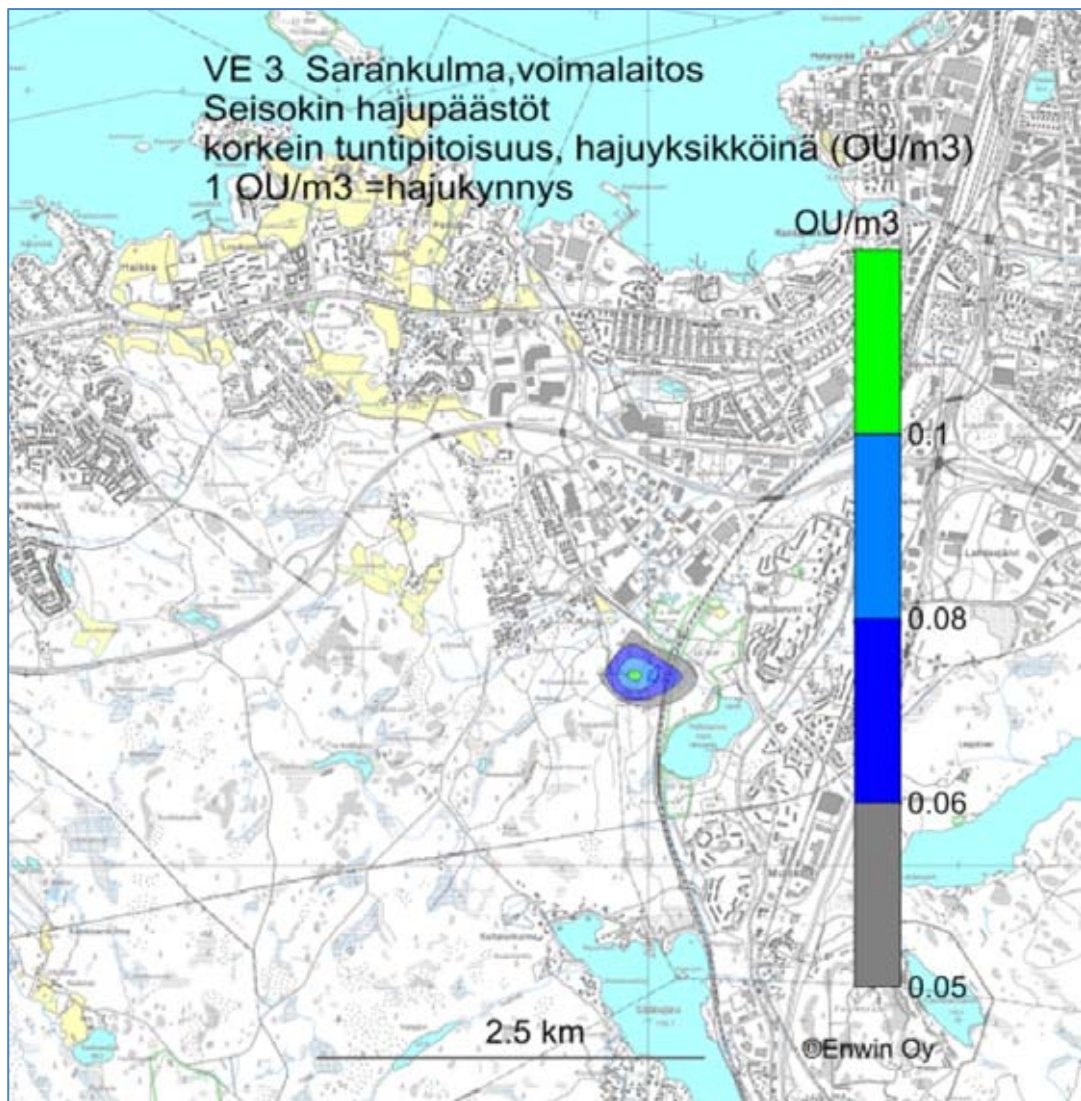
Kuva 37. VE 1 Lielähti, Hajun leviäminen voimalaitoksen seisokissa. Korkeimmat tuntipitoisuudet hajuyksikköinä (ou/m³). Pitoisuudet ympäristössä alle hajukynnyksen 1 OU/m³.

Hajupitoisuus (OU/m³), 1 OU= hajua aistittavissa, 3 OU= hajua selvästi tunnistettavissa, 5 OU= melko voimakas hajua.



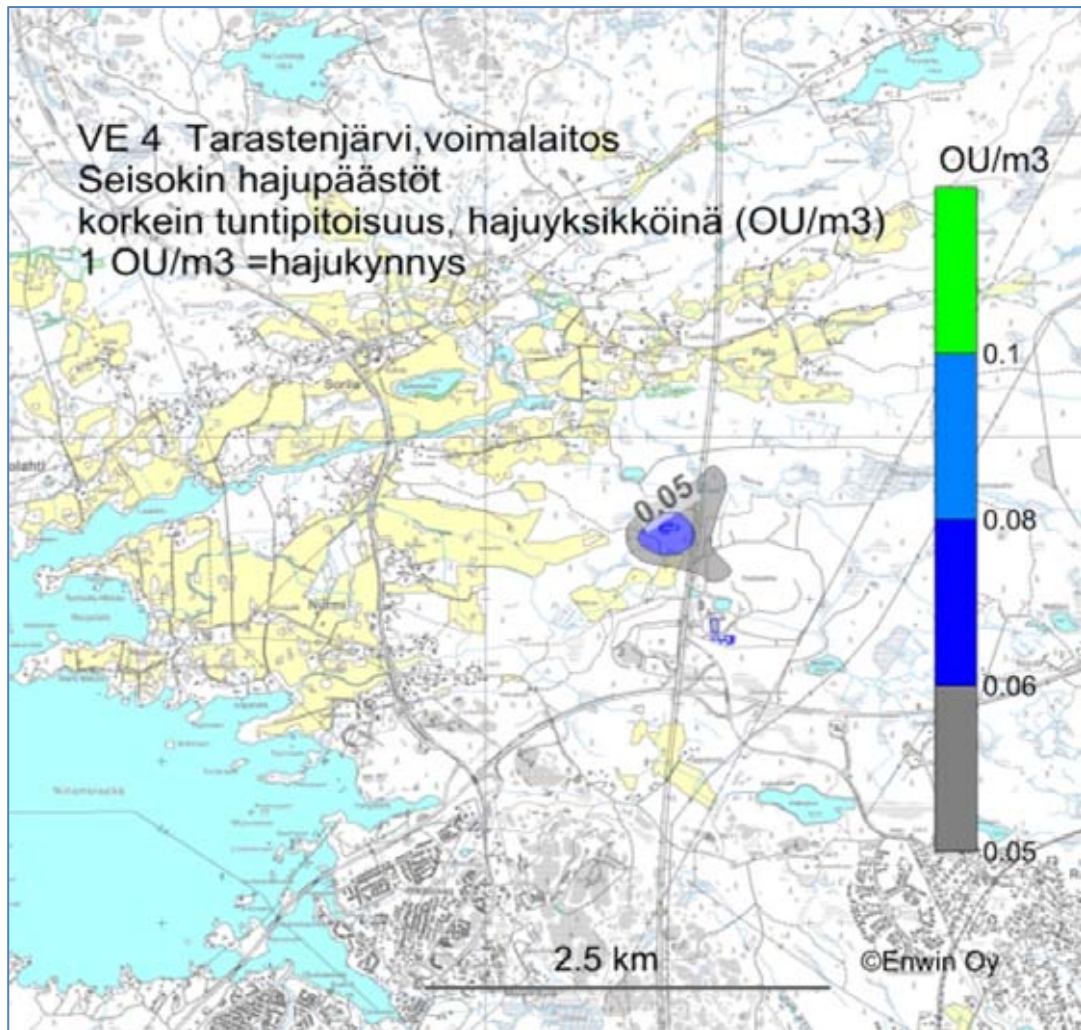
Kuva 38. VE 2 Rusko, Hajun leviäminen voimalaitoksen seisokissa. Korkeimmat tuntipitoisuudet hajuyksikköinä (ou/m^3). Pitoisuudet ympäristössä alle hajukynnyksen $1 \text{ OU}/\text{m}^3$.

Hajupitoisuus (OU/m^3), 1 OU= haju aistittavissa, 3 OU= haju selvästi tunnistettavissa, 5 OU= melko voimakas haju.



Kuva 39. VE 3 Sarankulma, Hajun leviäminen voimalaitoksen seisokissa. Korkeimmat tuntipitoisuudet hajuyksikköinä (ou/m^3). Pitoisuudet ympäristössä alle hajukynnyksen $1 \text{ OU}/\text{m}^3$.

Hajupitoisuus (OU/m^3), 1 OU= haju aistittavissa, 3 OU= haju selvästi tunnistettavissa, 5 OU= melko voimakas haju.



Kuva 40. VE 4a Tarastenjärvi, Hajun leviäminen voimalaitoksen seisokissa. Korkeimmat tuntipitoisuudet hajuyksikköinä (ou/m³). Pitoisuudet ympäristössä alle hajukynnyksen 1 OU/m³.

Hajupitoisuus (OU/m³), 1 OU= haju aistittavissa, 3 OU= haju selvästi tunnistettavissa, 5 OU= melko voimakas haju.

4. Tammervoima Biokaasulaitos – Hajupäästöjen leviäminen,

Enwin Oy, 10.12.2010



Ramboll Finland Oy
Jyväskylä

Tammervoima

Biokaasulaitos - Hajun leviäminen

Ympäristövaikutusten arviointi 2010

10.12.2010

Enwin Oy

Tarja Tamminen
Ari Tamminen

SISÄLTÖ

1.	Johdanto.....	3
2.	Haju – viihtyvyyshaitta, vertailuarvot	3
3.	Tausta – haju Tarastenjärvellä nykytilanteessa	7
4.	Leviämismallinnuksen lähtötiedot.....	7
4.1	Leviämismalli	7
4.2	Reseptoriverkosto ja rakennusmassat.....	8
4.3	Sääaineisto	9
5.	Biokaasulaitoksen hajupäästöt.....	11
6.	Biokaasulaitoksen hajupäästöjen leviäminen (Tarastenjärvi VE 4b).....	12
6.1	Biokaasulaitoksen normaalitoiminnan hajujen leviäminen.....	12
6.1.1	Korkeimmat hajun tuntipitoisuudet	12
6.1.2	Hajutuntifrekvenssit	14
6.1.3	Lyhytaikaisen hajun esiintyvyys	16
6.2	Biokaasulaitoksen häiriöpäästöjen leviäminen.....	17
7.	Mallin kokonaisepävarmuuden arviointi	20

LIITE 1. Tarastenjärvi, Biokaasulaitos VE 4b – Normaalitoiminnan hajupäästöjen leviäminen, tuntipitoisuudet ja hajutunnit vuodessa

LIITE 2. Tarastenjärvi, Biokaasulaitos VE 4b – Normaalitoiminnan lyhytaikaisen hajun (30 s) esiintyminen

LIITE 3. Tarastenjärvi, Biokaasulaitos VE 4b – Häiriötilanteen hajupäästöjen leviäminen, maksimipitoisuudet

1. Johdanto

Tampereen Sähkölaitos -yhtiöt ja Pirkanmaan Jätehuolto Oy suunnittelevat hyötyvoimalaitosta Tampereen alueelle. Hyötyvoimalaitoksen raaka-aineena käytetään pääosin kotitalouksista, julkisesta ja yksityisestä palvelutoiminnasta sekä kaupan ja teollisuuden aloilta peräisin olevaa jätettä. Hankkeelle on annettu työnimi **Tammervoima**. Hyötyvoimalaitoksen sijoituspaikkavaihtoehdot ovat VE 1 Lielähti, VE 2 Rusko, VE 3 Sarankulma ja VE 4a Tarastenjärvi. **Tarastenjärven sijoituspaikkavaihtoehtoon suunnitellaan hyötyvoimalaitoksen lisäksi biokaasulaitosta, joka käyttäisi raaka-aineenaan biojätettä ja lietettä 90 000 tonnia vuodessa (VE 4b Tarastenjärvi).**

Tässä työssä mallinnettiin biokaasulaitoksen hajupäästöjen leviäminen normaalitilanteessa ja häiriötilanteessa Tarastenjärven sijoituspaikassa. Hajun leviäminen mallinnettiin hajupitoisuuksina (OU/m^3) sekä hajun esiintymistä kuvaavina hajutunteina vuoden aikana (hajufrekvenssit % vuoden tunneista) erilaisilla hajukynnysarvoilla. Tuloksia verrataan ulkomaisiin hajun ohjearvoihin.

Mallinnustyön yhteyshenkilönä on ollut hankkeen YVA-konsultti Ramboll Finland Oy:ssä ryhmäpäällikkö Eero Parkkola. Mallinnukset ovat Enwin Oy:ssä tehneet TkL Tarja Tamminen ja FM Ari Tamminen.

2. Haju – viihtyvyyshaitta, vertailuarvot

Ilmanlaadun arvioinnissa on käytössä EU:n ilmanlaatudirektiivissä ja Valtioneuvoston päätöksissä ja asetuksissa esitetyt ilmanlaadun raja- ja ohjearvot sekä pitoisuuksien tavoitearvot. Myös Maailman terveysjärjestö (WHO) on antanut suosituksia ulkoilman epäpuhtauspitoisuuksista. Niiden epäpuhtauksien osalta, joille ei ole annettu kotimaisia ilmanlaadun ohje-, raja- tai tavoitearvoja käytetään vertailussa ulkomaisia arvoja tai tausta-alueilla tehtyjä pitoisuusmittauksia.

Erilaisille **hajuille** ei ole annettu yhtenäistä ilmanlaadun ohje- tai raja-arvoa. Suomessa on voimassa ilmanlaadun ohjearvo ainoastaan pelkistyneille hajurikkiyhdisteille (TRS=total reduced sulfur, kuukauden toiseksi korkein vuorokausipitoisuus $10 \mu\text{gS}/\text{m}^3$, VNp 480/1996), mikä on ollut perinteisesti tyypillinen hajukomponenttiryhmä mm. sellutehtailla.

Hajuhaitta voi olla ihmisten elämänlaatuun merkittävästi vaikuttava asia. Hajuhaittaa pidetään ennen kaikkea viihtyvyyshaittana, koska usein hajukomponenttien pitoisuudet ovat hyvin pieniä eikä niistä useinkaan muodostu varsinaista terveyshaittaa. Hajuhaitan kokemiseen vaikuttavat hajun laatu, intensiteetti, hajun ajankohta ja kesto sekä esim. yleinen sensitiivisyys (mm. onko asukkaat työn puolesta tekemisissä hajujen kanssa vai ei, jne.). On todettu, että lyhytkestoiset korkeat pitoisuudet kestetään paremmin kuin pitkäaikaisempi hajukuorma. Toisaalta hajun esiintyminen viikonloppuisin tai iltaisin aiheuttaa enemmän hajuvalituksia, koska elämänlaadun vaatimukset ovat korkeammalla vapaa-ajalla.

Vaikka lyhytaikaisetkin hajut aistitaan, on esitetty, että vasta pitempi yhtäjaksoinen haju (0.5-1h) aiheuttaisi varsinaista viihtyvyyshaittaa (ks. esim. WHO, rikkivedyn

(H₂S) suositusarvo 7 µg/m³ ½ h¹). Toisissa hajuohjearvosuosituksissa keskitytään pelkästään pitempiaikaisiin (½-1h) hajuhaittoihin, kun taas osa tutkimuksissa nimeää hajuhaitaksi hyvin lyhytaikaisetkin (½-3 minuuttia) hajuesiintymät. Hajujen tutkimusta monimutkaistaa myös se, että usein hajua aiheuttavien komponenttien suhteet vaihtelevat hajupäästöjen yhteydessä ja muuttavat siten edelleen hajun häiritsevyyden subjektiivista kokemista.

Hajupäästöt voidaan määrittää olfaktometrisesti silloin, kun prosesseista muodostuu hajuja, joiden sisältämiä komponentteja ei pystytä yksiselitteisesti määrittämään mittaamalla analyttisin menetelmin. Menetelmästä on julkaistu eurooppalainen standardi *SFS-EN 13725 "Air Quality – Determination of Odour Concentration by Dynamic Olfactometry"*. Menetelmässä otetaan hajukaasusta näyte, jota laimennetaan niin pitkään, että koehenkilöistä 50 % ei enää tunne hajua. Näin saadaan ko. hajun hajukynnys eli 1 OU/m³ (OU=odor unit=HY=hajuyksikkö), mikä tarkoittaa, että 50 % hajupaneelin osallistujista havaitsee näytteessä hajua. Haju ei tällöin vielä ole välttämättä tunnistettavissa tiettyyn lähteeseen liittyväksi ominaishajuksi. Hajuyksiköiden lukumäärä osoittaa kuinka monta kertaa hajunäytettä on jouduttu laimentamaan ennen kuin on päästy ko. hajun em. hajukynnyspitoisuuteen. Hajuyksiköiden lukumäärä osoittaa siis hajun voimakkuutta suhteessa hajukynnykseen. Merkintää ou_E/m³ on käytetty Euroopassa, kun halutaan erottaa uuden em. standardin mukaisesti määritetty hajupitoisuus vanhoilla menetelmillä määritetyistä.

Eurooppalaisen tutkimuksen mukaan hajun ns. yleinen valitustaso on 5 OU/m³ eli viisi kertaa teoreettinen minimi (1 OU), joka saadaan olfaktometrisessä määrittämisessä. Australialaisten mukaan hajuvalituksia esiintyy silloin, kun hajupitoisuus on 2-10 OU/m³. **Haju on pitoisuudessa 1 OU/m³ juuri aistittavissa, pitoisuudessa 3 OU/m³ selvästi tunnistettavissa ja pitoisuudessa 5 OU/m³ useimmat ihmiset pitävät hajua melko voimakkaana.**

Kokonaisuutena hajuihin kiinnitetään yhä enemmän huomiota ympäri maailmaa. Ohjearvoja tai ohjearvosuosituksia hajujen esiintymiselle on annettu eri maissa vaihtelevin kriteerein.

Vuonna 2005 julkaistu kanadalainen tutkimus (RWDI Inc. 2005)² ulkoilman hajukriteereistä maailmalla lienee kattavin tähän mennessä ilmestynyt selvitys eri maiden käytännöistä. Taulukkoon 6 on koottu selvityksessä esitetyt eurooppalaiset ulkoilman hajukriteerit. Useimmissa maissa hajukriteerit ovat riippuvaisia hajulähteestä. Yleisimmin hajuohjearvoja on asetettu mm. jätevedenpuhdistamoille (WWTP=waste water treatment plant, vrt. Taulukko 1), sikaloille, teurastamoille ja kompostoinnille.

- Tanskassa laitoksen aiheuttamaa häiritsevää hajua saa esiintyä ympäristössä korkeintaan 1 % kokonaisajasta. Häiritseväksi hajuksi määritellään yleisesti ”erittäin selkeä haju”.
- Irlantilainen haitattoman hajukuorman yleinen tavoitetaso pitkäaikaiselle (1h) hajulle on 1.5 OU/m³, kun tavoitearvon ylittävää hajua saa esiintyä ympäristössä korkeintaan 2 % kokonaisajasta.
- Hollannissa uuden kompostointilaitoksen raja-arvo on 1.5 OU/m³ (1h), kun lähellä on herkkiä kohteita, mutta tavoitearvo 0.5 OU/m³ (1h). Olemassa

¹Air quality guidelines for Europe ; second edition (WHO regional publications. European series ; No. 91), 2000, p. 288

²RWDI Inc :Final Report - Odour Management in British Columbia: Review and Recommendations, March 2005

olevan laitoksen vastaavat arvot ovat raja-arvo 3 OU/m^3 ja tavoitearvo 1.5 (1h). Arvojen ylittävää hajua saa esiintyä korkeintaan 2 % kokonaisajasta. Arvot koskevat tuntikeskiarvoja.

- Usein hajuille asetetaan myös etäisyyslimiittejä, esim. 200 metrin päässä hajun intensiteetti enintään 5 OU/m^3 .

Saksan hajustandardit koskevat useimmiten hajuemissioita, päästöä (*Germany 2001*)³. Hajupäästöjen lisäksi arvioidaan aina myös hajun levinneisyys mallinnuksen avulla. Kenttätutkimuksissa Saksassa hajua arvioidaan myös sen miellyttävyyden mukaan asteikolla -4 (epämiellyttävä) - 0 (neutraali) - +4 (miellyttävä) (*Both 2001*)⁴. Saksassa on ohjeita, joiden mukaan selvää hajua saa esiintyä enintään 10 % kokonaisajasta asutusalueilla ja 15 % ajasta teollisuusalueilla. Laitosta, jonka aiheuttama hajukuorma ei ylitä 2 %:a kokonaisajasta, ei pidetä alueen kokonaishajukuorman kannalta merkityksellisenä (*Germany 2003*)⁵

Suomessakin on tehty selvitystä niistä muuttujista, jotka sopisivat hajuohjearvojen perusteiksi (Arnold 1995)⁶. Tutkimuksessa on esitetty, että ohjearvona voitaisiin käyttää hajufrekvenssiarvoja 3-9 % kokonaisajasta. Alaraja koskisi hyvin epämiellyttäviä hajuja (esim. sellutehtaat) ja yläraja koskisi hajuja joiden miellyttävyysaste on vaihtelevampi. Esimerkiksi alarajan mukaan 263 tuntina vuodessa ”saisi haista”, kun taas yläraja merkitsisi sitä, että hajua saisi esiintyä enintään 788 tuntina vuodessa.

Vuonna 2006 marraskuussa julkaistussa Australian New South Wales (NSW) ympäristönsuojelutoimiston julkaisussa (Australia 2006)⁷ todetaan, että jotkut toiminnot aiheuttavat aina hajua ja julkaisussa esitetäänkin hajukriteerit sen mukaan miten paljon ihmisiä hajulle altistuu. Hajuohjearvo olisi 7 OU/m^3 yksittäisten häiriintyvien kohteiden osalta ja isompien asutuskeskittymien kyseessä olleessa 2 OU/m^3 . Hajumallinnukset tulisi tämän ohjeiston mukaan liittää aina kiinteästi ko. teollisuusprosessin aiheuttamiin hajuvalituksiin ja näin tehdä teollisuusalakohdaiset hajun arviointikriteerit.

³Germany. 2001. Technical Instruction on Air Quality Control – TA Luft
<http://www.havakalitesi.cevreorman.gov.tr/english/legislation/german.htm>

⁴ Both, R., Koch, E. North-Rhine-Westphalia State Environmental Agency. Odour Regulation in Germany – an improved system including odour intensity, hedonic tone and odour annoyance

⁵Germany. 2003. Determination and Assessment of Odour in Ambient Air (Guideline on Odour in Ambient Air/GOAA). May 1998. Translation March 2003.
http://www.lua.nrw.de/luft/gerueche/GOAA_200303.pdf

⁶ Arnold, 1995 Hajuohjearvojen perusteet, VTT Tiedotteita 1711, Espoo 83 p.

⁷ Technical framework and Technical notes - Assessment and management of odour from stationary sources in NSW, the Air Policy Section of the Department of Environment and Conservation (NSW), November 2006, Sydney, Australia

Taulukko 1. Ulkoilman hajukriteereitä Euroopassa (OU _E /m ³). ⁸							
JURISDICTION	OFFSITE STANDARD OR GUIDELINE	AVERAGING TIME	FREQUENCY CRITERIA	LAND USE	SOURCE TYPE	USE (PERMIT, GUIDANCE ETC.)	OTHER COMMENTS
Denmark ^{a,j}	5 - 10 OU _E /m ³	1 minute	99% compliance	Residential areas outside the plant site (limit in industrial and rural areas may in some cases be increased by a factor of 2-3)			Equivalent 60-min. average standard is 0.6 - 1.2 OU _E /m ³ . Calculated as the average of anticipated peak values in neutral to moderately unstable conditions with a wind speed of 4.5 m/s.
Ireland ^d	1.5 ou _E /m ³	1 hour	98%	all	All pig production units	Licensing	Target Value - draft
	3.0 ou _E /m ³	1 hour	98%	rural	New pig production unit	Licensing	Limit Value - draft
	6.0 ou _E /m ³	1 hour	98%	rural	Existing pig production unit	Licensing	Limit Value - draft
Newbiggin-by-the-Sea & Debby WWTPs (UK) ^e	5 OU _E /m ³		98% compliance		Wastewater treatment plant		
The Netherlands ^g	>>5 ou _E /m ³	1 hour	98%		Bakeries	Used in permitting process to compare with results of dispersion models or nomograms used to calculate dispersion of emissions calculated using emission factors.	No limit value
	2.5 ou _E /m ³	1 hour	98%	Built-up areas or other objects sensitive to odours	Meat Processing		Limit value
	0.95 ou _E /m ³	1 hour	98%				Target value
	2.5 ou _E /m ³	1 hour	98%	Built-up areas etc.	Grass dryers		Limit value
	5 ou _E /m ³	1 hour	98%	Built-up areas etc.	Bakeries, pastry		Target value
	3.5 ou _E /m ³	1 hour	98%		Coffee roasters		Limit value for existing facilities (limits lower for new facilities)
	3.5 ou _E /m ³	1 hour	98%	Built-up areas etc.	Flavours & fragrances		Limit value
	2.0 ou _E /m ³	1 hour	98%				Target value
The Netherlands ^g	0.5 ou _E /m ³	1 hour	98%	Densely populated residential areas	WWTP, greenfield site		Limit value
	1.0 ou _E /m ³	1 hour	98%	Rural area or industrial estate	WWTP, greenfield site		Limit value
	1.5 ou _E /m ³	1 hour	98%	Densely populated residential areas	WWTP, existing site		Limit value
	3.5 ou _E /m ³	1 hour	98%	Rural area or industrial estate	WWTP, existing site		Limit value
	1 ou _E /m ³	1 hour	98%	Densely populated residential areas	Livestock feed production		Limit value
	1.5 ou _E /m ³	1 hour	98%	Residential area or other sensitive receptors	Composting, organic fraction of domestic waste, greenfield site		Limit value
	0.5 ou _E /m ³	1 hour	98%				Target value
	3.0 ou _E /m ³	1 hour	98%		Composting, organic fraction of domestic waste, existing facility		Limit value
	1.5 ou _E /m ³	1 hour	98%				Target value
	1.5 ou _E /m ³	1 hour	98%	Built up areas	Slaughterhouses		Limit value
	0.55 ou _E /m ³	1 hour	98%	Built up areas			Target value
	1.5 ou _E /m ³	1 hour	98%	Sensitive receptors	Large breweries		Limit value
Wales ^k	5 to 10 ou _E /m ³			Property boundary	Sewage treatment plants		
Austria ^b	1 OU _E /m ³		92% compliance				
	3 OU _E /m ³		97% compliance				

⁸ RWDI Inc :Final Report - Odour Management in British Columbia: Review and Recommendations, March 2005, WO05-1108

3. Tausta – hajut Tarastenjärvellä nykytilanteessa

Tarastenjärvellä suunnitellun biokaasulaitoksen kanssa samalla alueella sijaitsee Pirkanmaan Jätehuolto Oy:n Tarastenjärven jätteenkäsittelykeskus, jossa on mm. jätteiden loppusijoitusta, jätteiden lajittelua sekä biojätteiden kompostointia.

Tarastenjärven jätteenkäsittelykeskuksen merkittävimpien hajulähteiden aiheuttamia hajuvaikutuksia on selvitetty vuonna 2004 keskuksen lähiympäristössä leviämismallinnuksen avulla⁹. Mallinnuksessa oli määritetty lyhytaikaisten (30 s) ja pitkäaikaisten (1 h) **hajutilanteiden esiintymistä ns. hajutuntien määränä vuoden aikana**. Leviämislaskelmat oli tehty kolmella erilaisella hajukynnyksen arvolla (1, 3 ja 5 OU/m³), joilla pyrittiin kuvaamaan hajun voimakkuutta. Perushajukynnys 1 OU/m³ tarkoittaa hajua, jonka puolet ihmisistä aistii. Hajukynnyksillä 3 ja 5 OU/m³ kuvataan voimakkaampaa, selkeästi tunnistettavissa olevaa hajua.

Vuoden 2004 mallilaskelmissa otettiin huomioon biojätteen kompostoinnista, käytössä olevasta jätetäytöstä, nestemäisen jätteen vastaanotosta, turvetuhkakentän jälkikypsytysaumoista, kaatopaikkaveden käsittelystä ja RESSU-jätteenkäsittelykeskuksesta vapautuvat hajupäästöt.

Tulosten mukaan lyhytaikaista (30 s) juuri aistittavissa olevaa hajua (hajupitoisuus yli 1 OU/m³) esiintyy yli 9 % kokonaisajasta noin 1–2 km:n etäisyydelle päästölähteistä ja yli 3 % kokonaisajasta lähes koko tutkimusalueella. Selkeää tunnistettavissa olevaa lyhytaikaista hajua (hajupitoisuus yli 3 OU/m³) esiintyy yli 9 % kokonaisajasta noin 1 km etäisyydelle jätteenkäsittelykeskuksesta ja yli 3 % kokonaisajasta noin 1.5–4 km:n etäisyydelle. Melko voimakkaan hajun (hajupitoisuus yli 5 OU/m³) esiintymisalueet ovat huomattavasti pienempiä kuin juuri aistittavissa olevan hajun.⁹

Leviämismallilaskelmissa määritettiin myös pitkäaikaisten (1h) hajutilanteiden esiintyminen tutkimusalueella. Juuri aistittavissa olevaa pitkäaikaista hajua (1h) esiintyy yli 9 % kokonaisajasta noin 1.5 km:n etäisyydelle jätteenkäsittelykeskuksesta. Selkeää ja voimakasta pitkäkestoista hajua esiintyy mallilaskelmien mukaan yli 9 % kokonaisajasta jätteenkäsittelykeskuksen alueella ja sen välittömässä läheisyydessä.⁹

Arvioitaessa uuden toiminnon – biokaasulaitoksen- aiheuttaman hajun vaikutuksia tulee tämä ns. taustahajutilanne huomioida.

4. Leviämismallinnuksen lähtötiedot

4.1 Leviämismalli

Hajupäästöjen leviämisen mallinnus tehtiin epäpuhtauspäästöjen leviämistä kuvaavalla USEPAN matemaattis-fysikaalisella **AERMOD Prime** –kaupunkimallilla. Malli soveltuu sekä hiukkasmaisten että kaasumaisten epäpuhtauskomponenttien leviämisen tarkasteluun ja sillä voidaan tarkastella yhtä aikaa useamman päästölähteen yhteisvaikutusta alueen ulkoilmapitoisuuksiin. Malli soveltuu sekä pistemäisten

⁹ Pietarila H., Alaviippola B., Pirkanmaan jätehuolto Oy, Tarastenjärven jätteenkäsittelykeskus, Hajupäästöjen leviämisselvitys, Ilmatieteen laitos, 2004, Hki

päästölähteiden, aluelähteiden että viivamaisten päästölähteiden (tiet) päästöjen leviämisen mallinnukseen. Mallia käytetään laajasti ilmanlaadun selvityksissä USA:n lisäksi myös Euroopassa ja mm. Ruotsissa.¹⁰

Mallin avulla voidaan laskea tarkastelualueen havaintopistejoukkoon korkeimmat tunti-vuorokausi- ja vuosikeskiarvopitoisuudet aluejakaumakuvina esim. 1-3 vuoden säätiedot huomioiden. Lisäksi voidaan laskea erilaisia tilastollisia määrittelyjä, kuten toiseksi korkeimmat pitoisuudet, tunti- tai vuorokausiarvojen mediaani tai erilaisia prosenttipisteitä. Malliin voidaan asettaa myös kynnysarvo, jonka ylittävät pitoisuudet malli taulukoi jokaisen reseptoripisteen osalta valitulla ajanjaksona.

Mallissa otettiin huomioon myös päästölähteiden lähellä olevat korkeimmat rakennukset, jotka saattavat vaikuttaa päästöjen leviämiseen. Malli huomioi myös maaston muodon todellisten maastokoordinaattien mukaisesti.

Hajumallinnus voi olla monimutkaista johtuen mm. hajuongelmien subjektiivisesta luonteesta. Hajuja voidaankin mallintaa komponenttikohtaisesti tai hajuyksikköinä päästötiedoista riippuen. Iso-Britanniassa on annettu hajumallinnukselle ohjeita¹¹. Ohjeen mukaan uuden sukupolven mallit kuten AERMOD; AERMOD Prime ja ADMS soveltuvat hyvin hajun mallinnukseen. Meteorologisia tietoja suositellaan käytettäväksi 3-5 vuoden ajalta ja maaston muoto sekä rakennusten vaikutukset tulisi huomioida hajumallinnuksissa. Tuloslaskennassa suositellaan tuntipitoisuuksien laskentaa ja hajun leviämisen havainnollistamista aluejakaumakuvina.

Hajun tuntipitoisuuksista laskettiin myös ns. hajufrekvenssi eli hajutunnit vuodessa. Hajutuntien määrä vuodessa laskettiin kolmelle erilaiselle hajun voimakkuudelle: 1 OU/m³ = haju aistittavissa, 3 OU/m³ = haju selvästi tunnistettavissa, 5 OU/m³ = melko voimakas tunnistettava haju. Hajutuntien avulla voidaan arvioida mahdollisen viihtyvyyshaitan suuruutta.

Vertailuna v. 2004 mallinnukseen laskettiin myös biokaasulaitoksen aiheuttaman lyhytaikaisen (30 s) hajun esiintyminen eli hajutunnit vuoden aikana kolmelle erilaiselle hajun voimakkuudelle (1, 3, 5 ou/m³), silloin kun hajutunniksi lasketaan jo hyvin lyhytaikaisen hajun esiintyminen.

4.2 Reseptoriverkosto ja rakennusmassat

Päästöjen leviämistä ja ulkoilmapitoisuuksien muodostumista tarkasteltiin havaintopistejoukossa (x,y,z), jotka sijoitettiin 40-500 metrin välein mallinnettavalle alueelle, siten että tihein laskentapisteverkosto oli päästölähteiden lähialueilla. Korkeusmalli oli Maanmittauslaitoksen maastodataa, jonka pohjalta reseptoriverkostot luotiin 0-10 km:n etäisyydelle päästökohteesta. Korkeusmallin ja pohjakartan käyttöoikeuslupa TIPA/414/10-M©Maanmittauslaitos.

Tarastenjärven biokaasulaitoksen sijoitus, kaasukello ja bioreaktorit sekä laitoksen läheisyydessä olevat nykyiset laitokset (kompostointilaitos ja jätteen

¹⁰ esim. Brandberg J. (2005), Göteborgs Stad, Miljö, Rapport 2005:03 ja Gustavsson S, (2007) Licentiatavhandling, Lunds Univ. 2007

¹¹ Technical Guidance Note H4, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Horizontal Guidance for Odour, Part 1 – Regulation and Permitting document by the Environment Agency, UK

kierrätyslaitos/Ressu) huomioitiin päästöjen leviämistarkasteluissa todellisten maasto- ja rakennuskorkeuksien mukaisesti (Kuva 1).



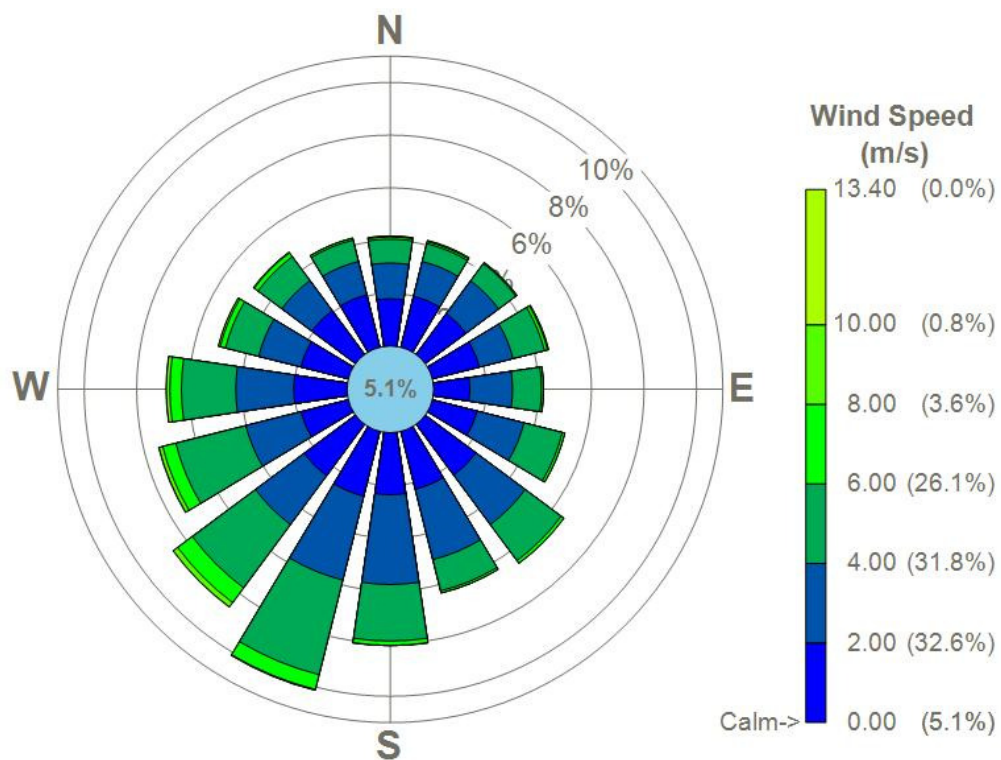
Kuva 1. Biokaasulaitos ja lähirakennukset.

4.3 Sääaineisto

Mallilaskelmien meteorologisen sääaineiston perustana käytettiin kolmen tunnin välein kerättyä kolmen vuoden (2006-2007-2008) Tampere-Pirkkala lentokentän lentosääaineistoa. Sääaineiston vertikaaliset luotaukset tuulen nopeudesta ja lämpötilasta saatiin Jokioisten observatorion luotauksista v. 2006-2007-2008. Tyypilliset tuulen ja potentiaalilämpötilan profiilit poikkeavat toisistaan neutraaleissa, konvektiivisissa ja stabiilisti kerrostuneissa olosuhteissa.

AERMOD mallin säätietojen esiprosessointiohjelmalla laskettiin konvektiiviset ja mekaaniset rajakerrokset huomioiden Bowen ratio (=the ratio of the sensible and latent heat fluxes), albedo (=surface reflectivity of sun's radiation) ja maanpinnan rosoisuus (roughness) Suomen maantieteellisessä asemassa.

Päästöjen pääasiallinen leviämisseunta vuosien 2006-2008 tuulitietojen mukaan oli koilliseen (lounaistuuli). Kuvassa 2 on kolmen vuoden tuntisääaineiston (v. 2006-2008) tuuliruusu Tampere- Pirkkalan säätietojen mukaan.



Kuva 2. Tuuliruusu (mistä tuulee=blowing from) v. 2006-2008.

5. Biokaasulaitoksen hajupäästöt

Tarastenjärven sijoituspaikalle on hyötyvoimalaitoksen lisäksi suunniteltu biokaasulaitosta, joka käyttäisi raaka-aineenaan biojätettä ja lietteitä 90 000 tonnia vuodessa – vaihtoehto VE 4b Tarastenjärvi.

Biokaasulaitoksen kaasun tilan tiedot ja hajupäästöt normaalitilanteessa ja häiriötilanteessa on esitetty taulukossa 2. Tiedot on toimittanut YVA-konsultti, Ramboll Finland Oy.

Taulukko 2 Biokaasulaitoksen hajupäästöt.	
TAMMERVOIMA - BIOKAASULAITOS	Biokaasulaitos VE 4b
Piipun suun korkeus maanpinnasta (m)	10
Piipun suun sisähalkaisija (m)	0.5
Rakennuksen korkeus maanpinnasta (m)*	10-12
Kaasun lämpötila (°C)	20
Kaasun lämpötila (°K)	293
Kaasun kosteus (%)	2
Q (m³/s, kostea tositila)	1.5
Q (nm³/s kuiva)	1.4
Normaalit hajupäästöt	
HAJU (OU/nm³)	2000
HAJU (milj. OU/h)	10.1
Häiriöhajupäästöt	
Haju (OU/m³)	20000
häiriöpäästöHAJU (milj.OU/h)	101

Vuonna 2004 Tarastenjärven jätteenkäsittelykeskuksessa on tehty hajun olfaktometrisiä mittauksia¹². Tuolloin kokonaishajupäästö oli 985 milj. OU/h, josta biojätteen käsittelyn osuus oli keskimäärin 62 %¹³. Uuden biokaasulaitoksen normaalitoiminnan hajupäästö on n. 1 % vuonna 2004 määritetyistä Tarastenjärven jätteenkäsittelykeskuksen tavanomaisista hajupäästöistä. Häiriöhajupäästö on vastaavasti n. 10 % nykyisestä hajukuormasta.

Hajumallinnuksissa laskettiin biokaasulaitoksen normaalitoiminnan hajun korkeimmat tuntipitoisuudet (OU/m³), mikä osoittaa hajun voimakkuutta ns. worst case –tuntina eri ilmansuuntiin kolmen vuoden meteorologisessa aineistossa. Biokaasulaitoksen normaalitilanteen mallissa laskettiin myös hajutuntien määrä prosentteina vuoden tunneista (=hajutuntifrekvenssi) sekä pitkäaikaiselle (1h) hajulle että lyhytaikaiselle (30 s) hajulle kolmella erilaisella hajukynnysarvolla (1, 3, 5 OU/m³).

Biokaasulaitoksen aiheuttamaa ns. hajulisäystä Tarastenjärven jätteenkäsittelykeskuksessa arvioitiin suhteessa nykyiseen hajutilanteeseen ja hajun esiintyvyyksimallinnukseen (v. 2004 Tarastenjärven nykytilan hajumalli) (vrt. kohta 3).

¹² VTT Prosessit, Tarastenjärven jätteenkäsittelykeskuksen hajupäästöjen määrittäminen, VTT Tutkimusselostus NRO PRO3/648/04, 2004

¹³ Pietarila H., Alaviippola B., Pirkanmaan jätehuolto Oy, Tarastenjärven jätteenkäsittelykeskus, Hajupäästöjen leviämisselvitys, Ilmatieteen laitos, 2004, Hki

6. Biokaasulaitoksen hajupäästöjen leviäminen (Tarastenjärvi VE 4b)

Leviämismallinnuksessa aluejakaumakuvat osoittavat pitoisuuden, joka voi käyrän sisäpuolisilla alueilla ajoittain ylittyä. Huomioitavaa on, että aluejakaumakuvat eivät kuitenkaan esitä ajallisesti yhtenäistä tilannetta, vaan pitoisuuksien suurimmat arvot esiintyvät todennäköisesti eri laskentapisteissä eri ajankohtina vuoden aikana (mm. tuulen suunnasta ja sekoitusolosuhteista riippuen).

Aluejakaumat esittävät suurimmat mahdolliset pitoisuudet kolmen vuoden meteorologisella aineistolla maaston muoto ja biokaasulaitoksen lähirakennukset huomioiden.

6.1 Biokaasulaitoksen normaalitoiminnan hajujen leviäminen

Tarastenjärven biokaasulaitoksen normaalitoiminnan hajukaasujen leviäminen mallinnettiin korkeimpina hajun tuntipitoisuuksina kolmen vuoden sääaineistolla (OU/m^3). Lisäksi määritettiin hajufrekvenssit eli hajun esiintyvyys prosentteina vuoden tunneista pitkäaikaiselle hajulle (1h, tavanomainen keskiarvotusaika eurooppalaisissa hajuohjearvoissa) ja lisäksi lyhytaikaiselle hajulle (30 s, vertailuna v. 2004 Tarastenjärven mallinnukseen). Hajufrekvenssit laskettiin kolmella erilaisella hajun kynnysarvolla: $1 \text{ OU}/\text{m}^3$ =hajukynnys, haju aistittavissa, $3 \text{ OU}/\text{m}^3$ =selvästi tunnistettava haju ja $5 \text{ OU}/\text{m}^3$ =melko voimakas haju. Hajufrekvenssit kertovat hajun yleisyydestä päästölähteen ympäristössä vuoden aikana ja siten viihtyvyshaitan suuruudesta.

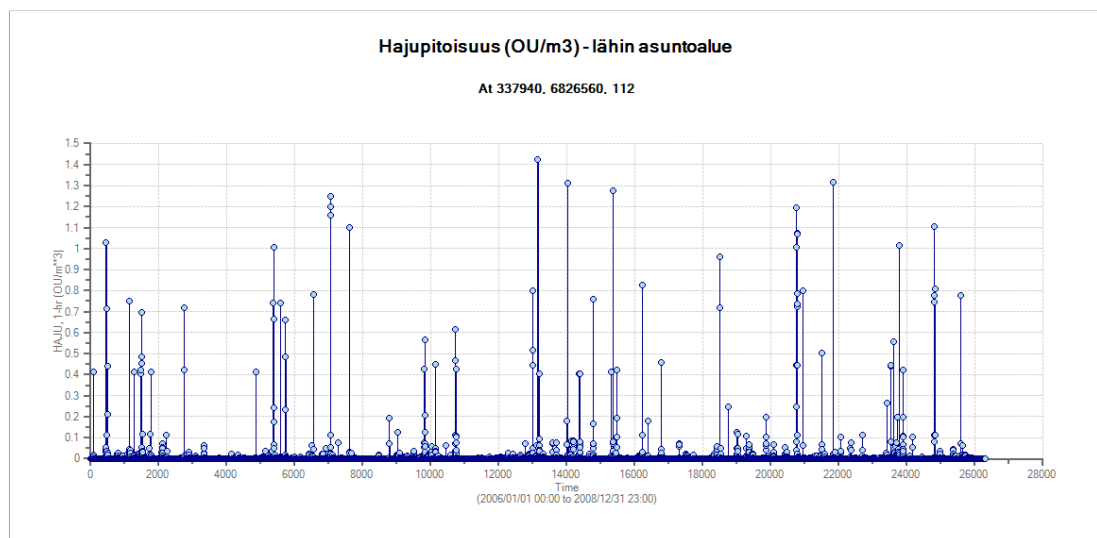
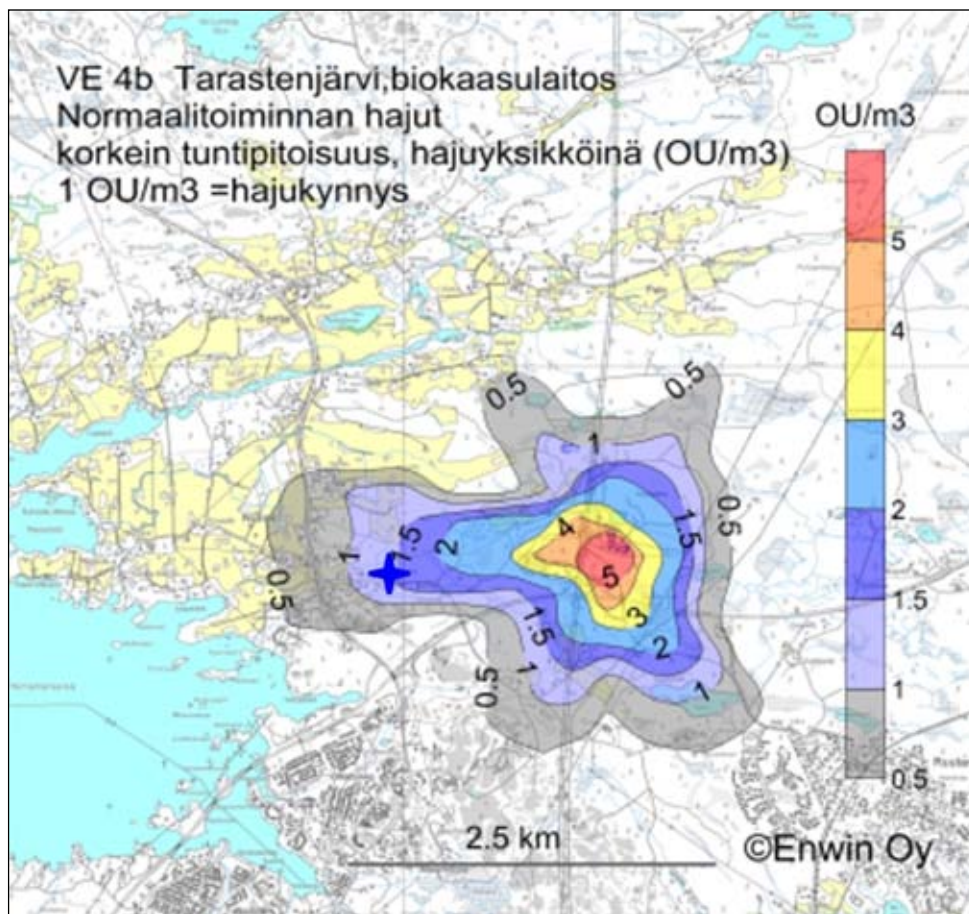
Liitteessä 1 on aluejakaumakuvat biokaasulaitoksen normaalitoiminnan hajupäästöjen leviämisestä korkeimpina tuntipitoisuuksina ja lasketut hajufrekvenssit (1h). **Liitteessä 2** on lyhytaikaisen hajun (30 s) hajufrekvenssit.

6.1.1 Korkeimmat hajun tuntipitoisuudet

Kuvassa 3 on biokaasulaitoksen normaalitoiminnan hajupäästöistä aiheutuvat **korkeimmat hajun tuntipitoisuudet** kolmen vuoden tarkastelujaksolla. Hajupitoisuus $1 \text{ OU}/\text{m}^3$ on pitoisuustaso, jonka aistii 50 % ihmisistä. Haju ei tällöin vielä ole tunnistettavissa tiettyyn toimintoon. $3 \text{ OU}/\text{m}^3$ hajupitoisuuden ihmiset tunnistavat ja osaavat jo luonnehtia hajun laatua ja mahdollista lähdettä. $5 \text{ OU}/\text{m}^3$ pitoisuus on melko voimakas haju, jonka esiintyminen voi aiheuttaa selkeää viihtyvyshaittaa ja hajuvalituksia.

Kuvan 3 alla on graafinen kuvaaja, joka osoittaa lähimmän asuinalueen hajun tuntipitoisuudet, jotka johtuisivat biokaasulaitoksen hajupäästöstä (n. 1.5 km länteen päästölähteestä, yläkuvassa merkitty tähdellä). Biokaasulaitoksen normaalitoiminnan aiheuttama hajun tuntipitoisuus olisi tällä asuinalueella korkeimmillaan $1\text{-}1.5 \text{ OU}/\text{m}^3$, ja sitä esiintyy n. 0.1 % vuoden tunneista eli 8-9 h/a (vrt. Kuva 4 ja Liite 1).

Hajun tuntipitoisuuden aluejakaumaan vaikuttaa paitsi maasto ja meteorologia myös biokaasulaitoksen lähimmät rakennukset, erityisesti biokaasulaitoksen itäpuolelle suunnitellut bioreaktorit, jotka ovat 25 m korkeita ja voivat aiheuttaa tietyissä tilanteissa kaasupainumaa (downwash). Hajukaasupainuma näkyy korkeimmissa hajun tuntipitoisuuksissa itätuulella.



Kuva 3. Hajun tuntipitoisuudet (OU/m³) kolmen vuoden tarkastelujaksolla n. 1.5 km länteen biokaasulaitoksesta (yläkuvan ”tähti”= lähin asuntoalue). (1 OU/m³=haju aistittavissa, 50 % ihmisistä havaitsee hajua). Pisteessä hajufrekvenssi 0.1 % vuoden tunneista hajukynnysarvolla 1 OU/m³ (vrt. kuva 4).

Taulukossa 3 on esitetty biokaasulaitoksen normaalitoiminnan hajupäästöistä aiheutuvien korkeimpien tuntipitoisuuksien esiintyminen etäisyyksinä Tarastenjärven ympäristössä (vrt. Kuva3 ja Liite 1) jaoteltuna pitoisuusalueisiin 0.5 OU/m³, 1 OU/m³, 1.5 OU/m³, 3 OU/m³ ja 5 OU/m³.

Hollannissa kompostoinnille / orgaanisen jätteen hajulle olemassa olevalle laitokselle on annettu tuntipitoisuuden raja-arvo 3 OU/m³ ja tavoitearvo 1.5 OU/m³ ja uusille laitoksille raja-arvo 1.5 OU/m³ ja tavoitearvo 0.5 OU/m³ (ks. Taulukko 1).

Taulukko 3. Biokaasulaitoksen hajupäästöjen aiheuttamat korkeimmat hajun tuntipitoisuudet (OU/m³) – etäisyys biokaasulaitoksesta.	
Haju (OU/m³) korkein tuntipitoisuus	Etäisyydellä jätetäytöstä (m)
Tuntipitoisuus $\geq 0.5 \text{ OU/m}^3$ (Hollannissa tavoitearvo / uusi kompostointilaitos)	750 -1500 m (muut suunnat) n. 2300 m (länsi))
Tuntipitoisuus $\geq 1 \text{ OU/m}^3$ = haju aistittavissa (Hajukynnus, 50 % ihmisistä aistii hajua)	600 -1200 m (muut suunnat) n. 1800 m (länsi)
Tuntipitoisuus $\geq 1.5 \text{ OU/m}^3$ (Hollannissa raja-arvo, uusi kompostointilaitos) Hollannissa tavoitearvo, vanha toiminta)	550 -950 m (muut suunnat) n. 1500 m (länsi)
Tuntipitoisuus $\geq 3 \text{ OU/m}^3$ = haju selvästi tunnistettavissa (Hollannissa raja-arvo, vanha toiminta)	300-700 m etäisyydellä laitoksesta jätteidenkäsittelyalueella
Tuntipitoisuus $\geq 5 \text{ OU/m}^3$ =melko voimakas haju	150-300 m etäisyydellä laitoksesta jätteidenkäsittelyalueella

6.1.2 Hajutuntifrekvenssit

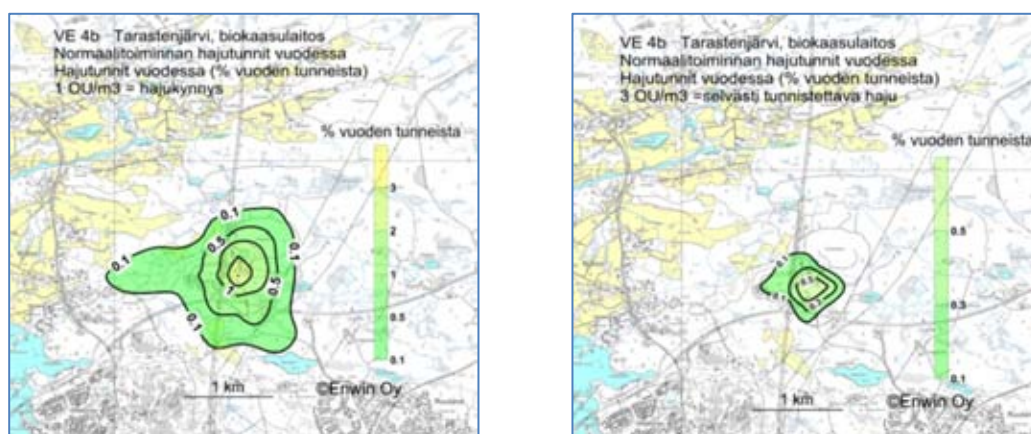
Tarastenjärvellä on nykyisten jätteenkäsittely- ja kompostointitoiminnan takia myös muita edellä mainittuja hajulähteitä (vrt.kohta 5). Näistä nykytilanteen hajuista on tehty päästöselvitys ja hajujen leviämismallinnus vuonna 2004. Mallinnuksessa on laskettu hajutunnit prosentteina vuoden tunneista erilaisille hajupitoisuuksien ylityksille (1 OU/m³, 3 OU/m³, 5 OU/m³) lyhytaikaiselle (30 s) ja pitkäaikaiselle (1 h) hajulle. ¹⁴

Kuvassa 4 on vasemmalla biokaasulaitoksen aiheuttama hajutuntifrekvenssi (=hajutunnit prosentteina vuoden tunneista, ns. pitkäaikainen haju, 1h), kun hajutunnin kynnyksarvoksi on määritetty 1 OU/m³ (=hajukynnus) ja oikealla hajutuntifrekvenssi, jossa hajutunnin kynnyksarvo on 3 OU/m³ eli haju on selvästi tunnistettavaa hajua. 1 OU/m³ hajulla 2 % :n hajutuntialue rajoittuisi laitosalueelle biokaasulaitoksen

¹⁴ Pietarila H., Alaviippola B., Pirkanmaan jätehuolto Oy, Tarastenjärven jätteenkäsittelykeskus, Hajupäästöjen leviämisseelvitys, Ilmatieteen laitos, 2004, Hki
VTT Prosessit, Tarastenjärven jätteenkäsittelykeskuksen hajupäästöjen määrittäminen, VTT Tutkimusselostus NRO PRO3/648/04, 2004

välittömään läheisyyteen. Yli 3 OU/m³ hajutunteja esiintyy kokonaisuudessaan vähän ja pääasiassa jätteidenkäsittelyalueella. Liitteessä 1 on hajutuntifrekvenssi esitetty myös hajukynnysarvolla 5 OU/m³, jolloin voimakkaan hajun levinneisyysalue on hyvin suppea ja rajoittuu biokaasulaitoksen ympärille.

Useissa maissa hajutuntifrekvenssiä 2 % vuoden tunneista on pidetty tietynlaisena viihtyvyshaitan rajana, tosin sekä tiukempia että lievempiä hajufrekvenssiarvoja on esitetty (vrt. kohta 2 ja taulukko 1) Usein sallittu hajufrekvenssi riippuu myös hajulähteestä, hajun laadusta ja erityisesti hajun voimakkuudesta (vrt. Taulukko 1).



Kuva 4. Biokaasulaitoksen normaalitoiminnasta aiheutuvat hajutuntifrekvenssit Tarastenjärven ympäristössä (% vuoden tunneista) – tuntikeskiarvot (1h) =ns. pitkäaikainen haju. Vasemmalla hajutunniksi laskettu kaikki tunnit, jotka ylittävät 1 OU/m³ hajupitoisuuden (=hajukynnys) ja oikealla tunnit, jotka ylittävät hajupitoisuuden 3 OU/m³ (=selvä tunnistettava haju). / Liite 1/

Vuoden 2004 mallin mukaan Tarastenjärvellä hajutuntifrekvenssit ovat nykyisten päästölähteiden takia selvästi korkeammat (ks. Kohta 3 ja v. 2004 leviämismallinnusraportti) kuin nyt mallinnetun uuden toiminnon, biokaasulaitoksen, aiheuttamat hajutuntifrekvenssit.

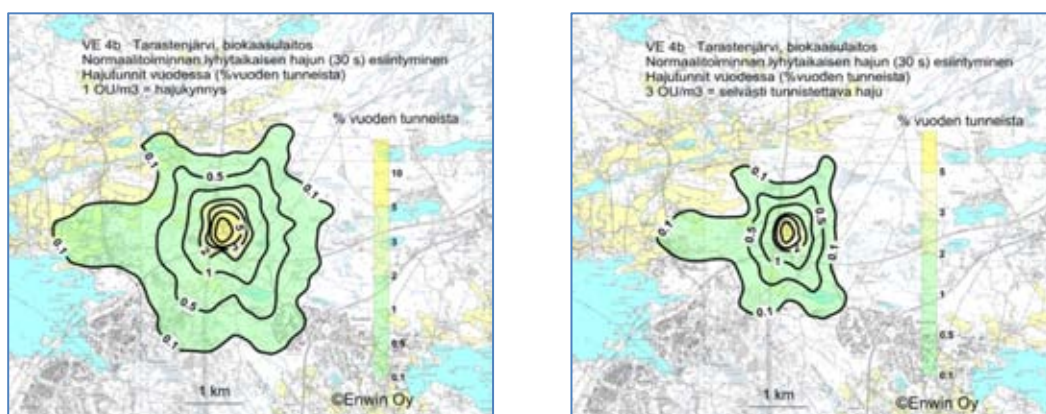
Vuoden 2004 mallinnuksen mukaan nykyisten hajulähteiden aiheuttamaa juuri aistittavissa olevaa pitkäaikaista hajua (1h) esiintyy yli 9 % kokonaisajasta noin 1.5 km:n etäisyydelle jätteenkäsittelykeskuksesta. Selkeää ja voimakasta pitkäkestoista hajua esiintyy mallilaskelmien mukaan yli 9 % kokonaisajasta jätteenkäsittelykeskuksen alueella ja sen välittömässä läheisyydessä.¹⁵

Biokaasulaitoksen aiheuttamaa juuri aistittavissa olevan hajua esiintyisi n. 2 % kokonaisajasta (1h) biokaasulaitoksen välittömässä läheisyydessä (Kuva 4, vasen kuva). Verrattaessa biokaasulaitoksen toiminnan aiheuttamien hajutuntien määriä Tarastenjärven ympäristössä nykytilanteen hajumalliin vuodelta 2004 eivät biokaasulaitoksen normaalitoiminnan hajut lisää sanottavasti alueen nykyistä hajutuntikuormaa.

¹⁵ Pietarila H., Alaviippola B., Pirkanmaan jätehuolto Oy, Tarastenjärven jätteenkäsittelykeskus, Hajupäästöjen leviämisselvitys, Ilmatieteen laitos, 2004, Hki

6.1.3 Lyhytaikaisen hajun esiintyvyys

Vertailuna v. 2004 mallinnukseen laskettiin myös ns. lyhytaikaisen (30 s) hajun esiintyvyys hajutunteina vuodessa. Tällöin hajutunniksi lasketaan myös tunnit, jolloin hajua esiintyy hyvin lyhytaikaisesti. *Kuvassa 5* on esitetty hajufrekvenssit prosentteina vuoden tunneista lyhytaikaiselle (30 s) hajulle, kun hajukynnysarvona on käytetty pitoisuuksia 1 OU/m^3 (vasemmanpuoleinen kuva) ja 3 OU/m^3 (oikeanpuoleinen kuva). **Liitteessä 2** on esitetty myös lyhytaikaisen hajun (30 s) hajufrekvenssi, kun hajukynnyksenä on 5 OU/m^3 eli melko voimakas selvästi tunnistettava lyhytaikainen haju.



Kuva 5. Lyhytaikaisen hajun esiintyvyys. Biokaasulaitoksen normaalitoiminnasta aiheutuvat hajutuntifrekvenssit Tarastenjärven ympäristössä (% vuoden tunneista) – lyhytaikainen haju (30 s). Vasemmalla juuri havaittava lyhytaikainen haju 1 OU/m^3 (=hajukynnys) ja oikealla selvästi tunnistettava lyhytaikainen haju 3 OU/m^3 (=selvä tunnistettava haju). / Liite 2/

Vuoden 2004 mallinnuksen mukaan lyhytaikaista (30 s) juuri aistittavissa olevaa hajua (hajupitoisuus yli 1 OU/m^3) esiintyy yli 9 % kokonaisajasta noin 1–2 km:n etäisyydelle päästölähteistä ja yli 3 % kokonaisajasta lähes koko tutkimusalueella. Selkeää tunnistettavissa olevaa lyhytaikaista hajua (hajupitoisuus yli 3 OU/m^3) esiintyy yli 9 % kokonaisajasta noin 1 km etäisyydelle jätteenkäsittelykeskuksesta ja yli 3 % kokonaisajasta noin 1.5–4 km:n etäisyydelle.¹⁶

Biokaasulaitoksesta aiheutuvaa lyhytaikaista juuri aistittavissa olevaa hajua esiintyy mallin mukaan n. 2 % kokonaisajasta n. 500 metrin etäisyydellä biokaasulaitoksesta. Biokaasulaitoksen normaalitoiminnan lyhytaikaiset hajut sulautuvat todennäköisesti Tarastenjärven nykyisten toimintojen aiheuttamaan hajukuormaan jätteenkäsittelykeskuksen ympäristössä.

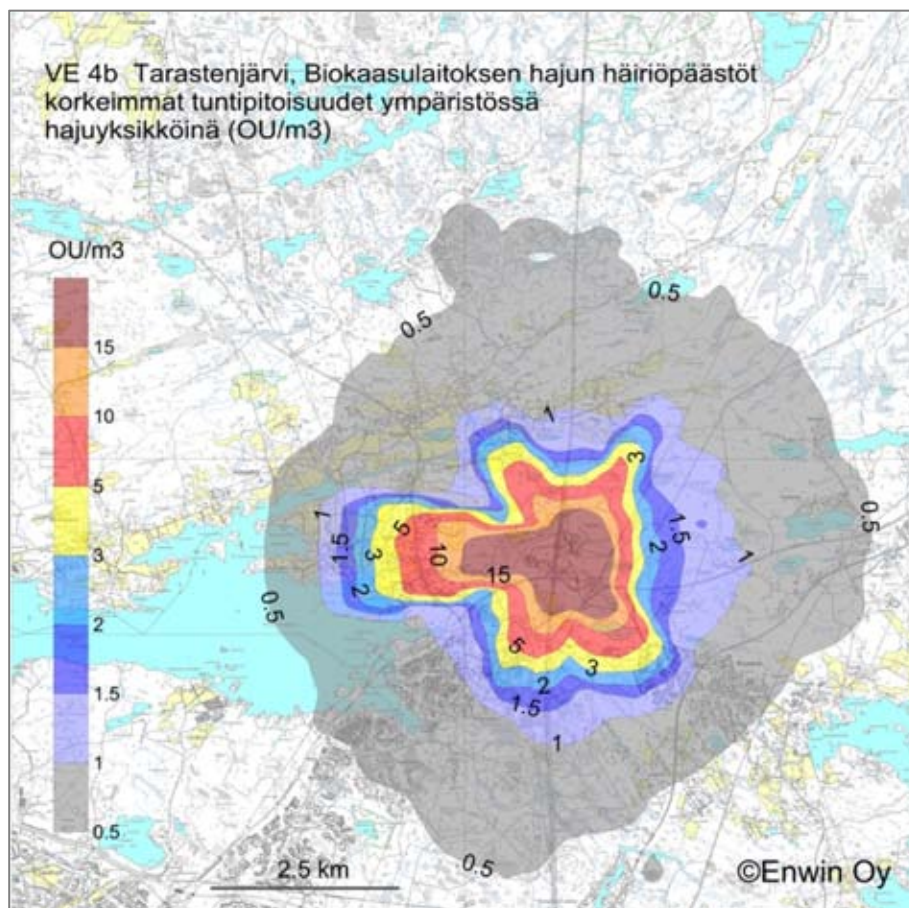
¹⁶ Pietarila H., Alaviippola B., Pirkanmaan jätehuolto Oy, Tarastenjärven jätteenkäsittelykeskus, Hajupäästöjen leviämisselvitys, Ilmatieteen laitos, 2004, Hki

6.2 Biokaasulaitoksen häiriöpäästöjen leviäminen

Hajun leviäminen mallinnettiin myös Tarastenjärvelle suunnitellun biokaasulaitoksen teoreettisessa prosessihäiriötilanteessa. Tällöin häiriöpäästö arvioitiin kymmenkertaiseksi normaalitoimintaan nähden (vrt. kohta 5).

Biokaasulaitoksen prosessihäiriötilanteessa hajujen korkeimmat tuntipitoisuudet (OU/m^3) ympäristössä on esitetty aluejakaumana **liitteessä 3** ja myös alla **kuvassa 6**.

Aluejakaumakuvaa tulkittaessa tulee muistaa, että haju ei leviä päästöhetkellä samanaikaisesti joka suuntaan, vaan häiriöpäästöissä lyhytaikaisen päästöhetken säätila ja tuulen suunta vaikuttaa voimakkaasti hajun leviämiseen. Tyypillisesti haju leviää ohuena vanana tuulen alapuolelle. Mallinnus osoittaa maksimipitoisuudet eri ilmansuunnissa biokaasulaitoksen ympäristössä häiriöpäästötilanteessa kolmen vuoden meteorologisessa aineistossa.



Kuva 6. Tarastenjärvi 4b, biokaasulaitoksen hajun häiriöpäästöt - korkeimmat tuntipitoisuudet (OU/m^3) kolmen vuoden tarkastelujaksolla.

Biokaasulaitoksen häiriöpäästötilanteessa selvästi tunnistettavaa hajua ($>3 \text{ OU}/\text{m}^3$) voi esiintyä 950-2600 m etäisyydellä biokaasulaitoksesta ja melko voimakasta hajua ($>5 \text{ OU}/\text{m}^3$) 750-2300 m etäisyydellä laitoksesta. Biokaasulaitoksen häiriöpäästön aiheuttama korkein hajun tuntipitoisuus olisi lännessä sijaitsevalla lähimmällä asuinalueella korkeimmillaan n. $15 \text{ OU}/\text{m}^3$ ja se esiintyisi heikolla itätuulella, jolloin haju vaeltaisi maanpintaa pitkin. Tähän vaikuttavat mm. biokaasulaitoksen lähirakennukset, kuten 25 m korkeat bioreaktorit laitoksen itäpuolella. Bioreaktorit ovat korkeampia kuin itse biokaasulaitos ja sen päästökorkeus. Itätuuli ei tuuliruusun

mukaan ole kuitenkaan erityisen yleinen tuulen suunta, n. 4-5 % vuoden tuntituulesta (vrt kuva 2, tuuliruusu 3 vuoden sääaineistossa).

Taulukossa 4 on biokaasulaitoksen häiriötilanteen hajupäästöistä aiheutuvien korkeimpien tuntipitoisuuksien esiintyminen etäisyyksinä Tarastenjärven ympäristössä (vrt. Liite 3) jaoteltuna pitoisuusalueisiin, 1 OU/m³, 3 OU/m³ ja 5 OU/m³. Mallinnuksen korkeimmat tuntipitoisuudet laitoksen ympäristössä edustavat ns. worst-case -tilannetta 3 vuoden sääaineistossa.

Biokaasulaitoksen mahdollisten häiriöpäästötilanteiden ennaltaehkäisyyn tulisi toiminnan suunnittelussa kiinnittää erityistä huomiota hajuhaittojen ja hajuväitusten välttämiseksi. Tarvittaessa tulee arvioida mahdollisuudet ja tarpeet hajukaasujen polttoon häiriötilanteessa (esim. soihdussa), jolloin on mahdollista välttää häiriötilanteiden korkeat hajupitoisuudet ympäristössä.

Taulukko 4. Biokaasulaitoksen häiriötilanteen hajupäästöjen aiheuttamat korkeimmat hajun tuntipitoisuudet (OU/m³) – etäisyys biokaasulaitoksesta.	
Haju (OU/m³) korkein tuntipitoisuus Häiriötilanne	Etäisyydellä jätetäytöstä (m)
Tuntipitoisuus ≥ 1 OU/m ³ = haju aistittavissa (Hajukynnus, 50 % ihmisistä aistii hajua)	1900 -2500 m (muut suunnat) n. 3400 m (länsi)
Tuntipitoisuus ≥ 3 OU/m ³ = haju selvästi tunnistettavissa	950 -1800 m (muut suunnat) n. 2600 m (länsi)
Tuntipitoisuus ≥ 5 OU/m ³ =melko voimakas haju	750 -1500 m (muut suunnat) n. 2300 m (länsi)

7. Johtopäätökset

Tässä työssä selvitettiin Tammervoima – hankkeen biokaasulaitoksen (Tarastenjärvi 4b) hajun leviäminen biokaasulaitoksen normaalitoiminnan ja prosessihäiriötilanteen aikana. Tarastenjärvelle suunnitellun biokaasulaitoksen kapasiteetti on 90 000 t/a biojätettä ja lietettä. Työ on osa Tammervoima –hankkeen YVA-selostusta (Ramboll Finland Oy).

Biokaasulaitoksen normaalitoiminnan hajut eivät merkittävästi lisää alueen nykyistä hajukuormaa Tarastenjärvellä ja sen lähiympäristössä. Hajun esiintyvyys 2% *vuoden tunneista* -hajutuntialue sijoittui biokaasulaitoksen välittömään läheisyyteen laitosalueella, kun hajutuntien kynnysarvona pidettiin pitoisuutta 1 OU/m³. Lähimmillä asuinalueilla biokaasulaitoksen normaalitoiminta aiheuttaisi hajutuntipitoisuuden 1-1.5 OU/m³, jota esiintyisi enintään 0.1 % vuoden tunneista eli 8-9 h/a.

Biokaasulaitoksen häiriöpäästötilanteessa selvästi tunnistettavaa hajua (>3 OU/m³) voi esiintyä 950-2600 m etäisyydellä biokaasulaitoksesta ja melko voimakasta hajua (>5 OU/m³) 750-2300 m etäisyydellä laitoksesta aluejakaumakuvan osoittamissa ilmansuunnissa riippuen sen hetkisestä säätilasta. Laimeampia hajupitoisuuksia voi

esiintyä myös kauempana. Hajun leviämiseen vaikuttavat myös biokaasulaitoksen lähirakennukset, kuten bioreaktorit laitoksen itäpuolella.

Biokaasulaitoksen hajun häiriöpäästöt voivat aiheuttaa viihtyvyyshaittaa lähimmillä asuinalueilla, jos häiriötilanteen aikaiset sääolosuhteet levittävät hajua asuinalueiden suuntaan. Biokaasulaitoksen mahdollisten häiriöpäästötilanteiden ennaltaehkäisyyn tulisi toiminnan suunnittelussa kiinnittää erityistä huomiota hajuhaittojen välttämiseksi. Tarvittaessa tulee arvioida mahdollisuudet esim. hajukaasujen polttoon satunnaisissa häiriötilanteissa (esim. soihdutus), jolloin hajutilanteet olisi vältettävissä.

Tarastenjärvellä sijaitsee Pirkanmaan Jätehuolto Oy:n jätteenkäsittelykeskus. Alueella on nykyisten jätteenkäsittelytoimintojen takia jo tietty hajukuorma olemassa. Hajupäästöinä (OU/h) ilmaistuna biokaasulaitoksen tuoma hajulisä olisi normaalitoiminnan aikana n. 1 % nykyisistä hajupäästöistä ja häiriötilanteessa n. 10 % nykyisistä hajupäästöistä.

7. Mallin kokonaisepävarmuuden arviointi

Tavallisesti leviämismallinnuksen epävarmuusarviointi tehdään vertaamalla saman ajankohdan ulkoilmapitoisuuksien mittausdataa ja mittauspisteeseen mallilla laskettuja pitoisuuksien aikasarjoja keskenään silloin, kun kaikki suurimmat ulkoilmapitoisuuksiin vaikuttavat päästölähteet ja taustapitoisuus ovat mallissa mukana. Tehtäessä mallinnuksia tulevaisuuden päästötiedoilla ei vastaavaa vertailua voida tehdä.

Valtioneuvoston asetuksessa ilmanlaadusta (VNA 711/2001, *asetuksen Liite 4*) on esitetty laatutavoitteet eri ilmanlaadun seurantamenetelmille. Rikkidioksidin, typpidioksidin ja typen oksidien mallintamisen sallittu epävarmuus on tuntiarvoille 50-60 %, 24 tunnin arvoille 50 % ja vuosi-arvoille 30 %. Hiukkasten mallintamisen vuosi-arvojen sallittu epävarmuus on 50 %. Raskasmetalleille ja PAH-yhdisteille mallinnuksen suurin sallittu epävarmuus on 60 % (VNA 164/2007).

Yleisesti leviämismallinnuksen tuloksen epävarmuus riippuu seuraavista osatekijöistä:

- päästödatan mittausepävarmuus (10 – 30 %)
- tuulen suunnan mittausepävarmuus (10 %)
- aineiston ajallinen edustavuus (10 – 30 %)

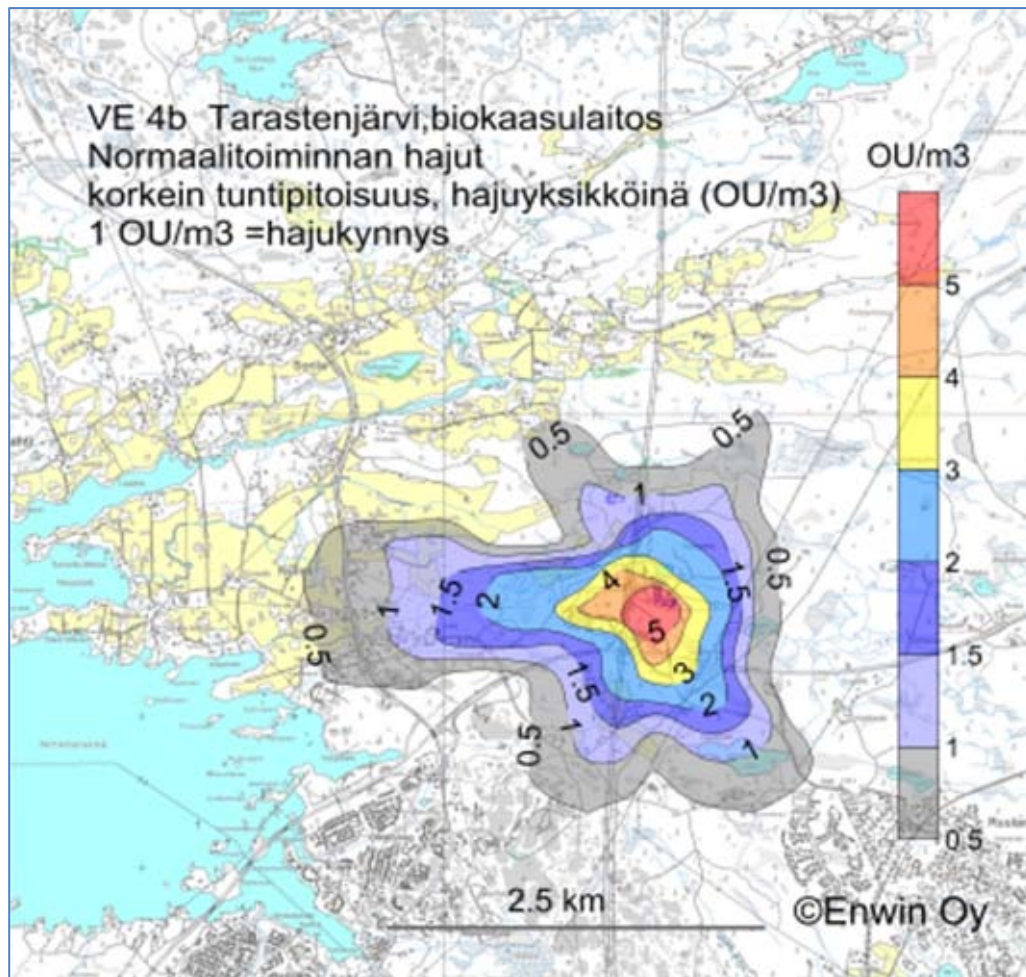
Leviämismallinnuksessa lopullisen tuloksen luotettavuus yksittäisessä pisteessä on 10 – 40 % kunkin yksittäisen tuntipitoisuuden osalta ja edustavuus paranee pitempiaikaispitoisuuksia laskettaessa¹⁷.

Hajun leviämismallinnuksen lähtötietojen epävarmuus on suurempi kuin muiden epäpuhtauskomponenttien. Hajun määrä ja intensiteetti riippuu aina voimakkaasti jätteen sen hetkisestä laadusta, iästä ja lämpötilasta. Esim. kaatopaikkojen jätepenkereestä mitattujen hajujen voimakkuudet ovat mittauksissa vaihdelleet huomattavasti (200—19000 OU/m³)¹⁸. Yleensä hajupitoisuus nousee, jos jätteessä on mukana orgaanista biojätettä. Kirjallisuudessa esim. biosuotimien hajunpoistotehokkuudeksi on arvioitu n. 90 %, mutta takuuarvoja on vaikea saada johtuen juuri jätteen laadun vaihtelun vaikutuksesta hajupitoisuuteen.

¹⁷ U.S.Environmental Protection Agency Pt. 51, App. W APPENDIX W TO PART 51—GUIDELINE ON AIR QUALITY MODELS, 2001 (www.epa.gov)

¹⁸ Nykänen J ja Veijanen A., Selvitys jätevesilitteiden, yhdyskuntajätteen ja eläinjätteiden hajupäästöistä, Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos, 31.5.2005

LIITE 1. Tarastenjärvi, Biokaasulaitos VE 4b – Normaalitoiminnan hajupäästöjen leviäminen, tuntipitoisuudet ja hajutunnit vuodessa

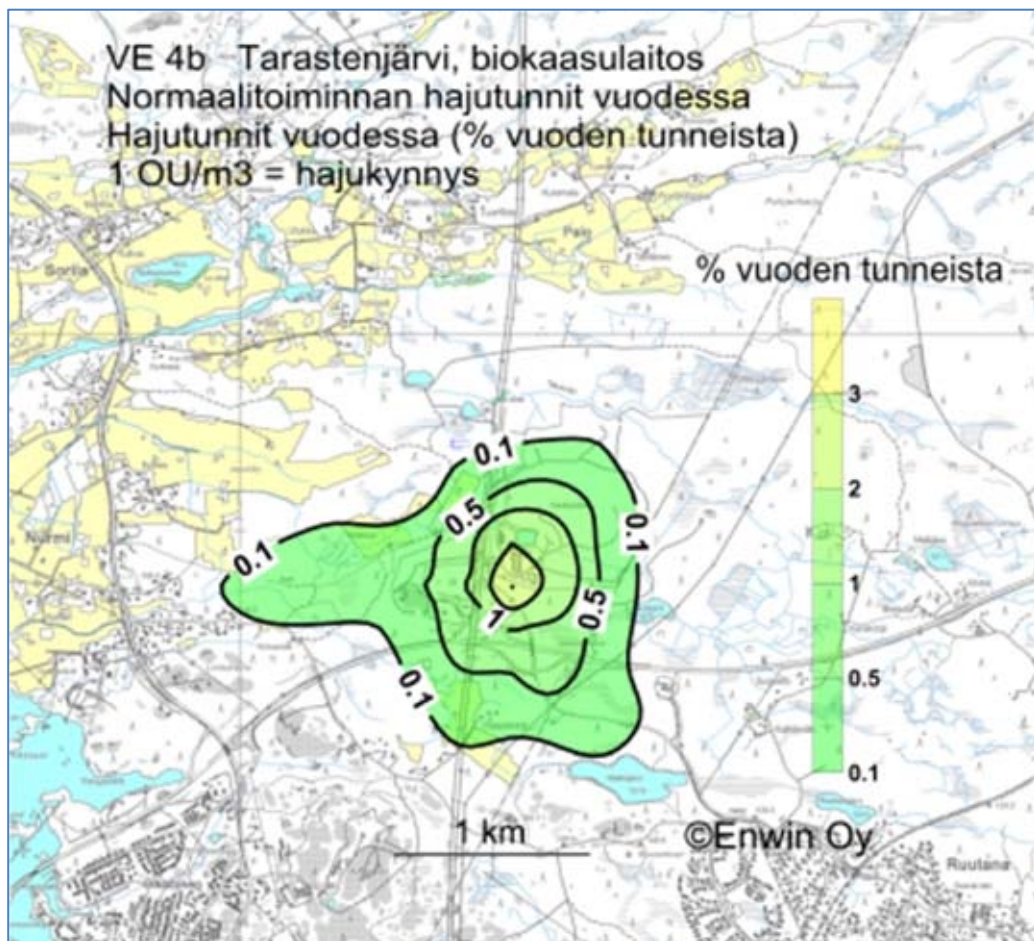


Kuva 1. Tarastenjärvi VE 4b, Biokaasulaitos -hajun leviäminen normaalitilanteessa. Korkeimmat tuntipitoisuudet hajuyksikköinä (OUm³).

Hajupitoisuus (OU/m³), 1 OU= hajua aistittavissa, 3 OU= hajua selvästi tunnistettavissa, 5 OU= melko voimakas hajua.

Hollannissa esim. uuden kompostointilaitoksen raja-arvo on 1.5 OU/m³ (1h), kun lähellä on herkkiä kohteita, mutta tavoitearvo 0.5 OU/m³ (1h). Olemassa olevan laitoksen vastaavat arvot ovat raja-arvo 3 OU/m³ (1h) ja tavoitearvo 1.5 OU/m³ (1h).

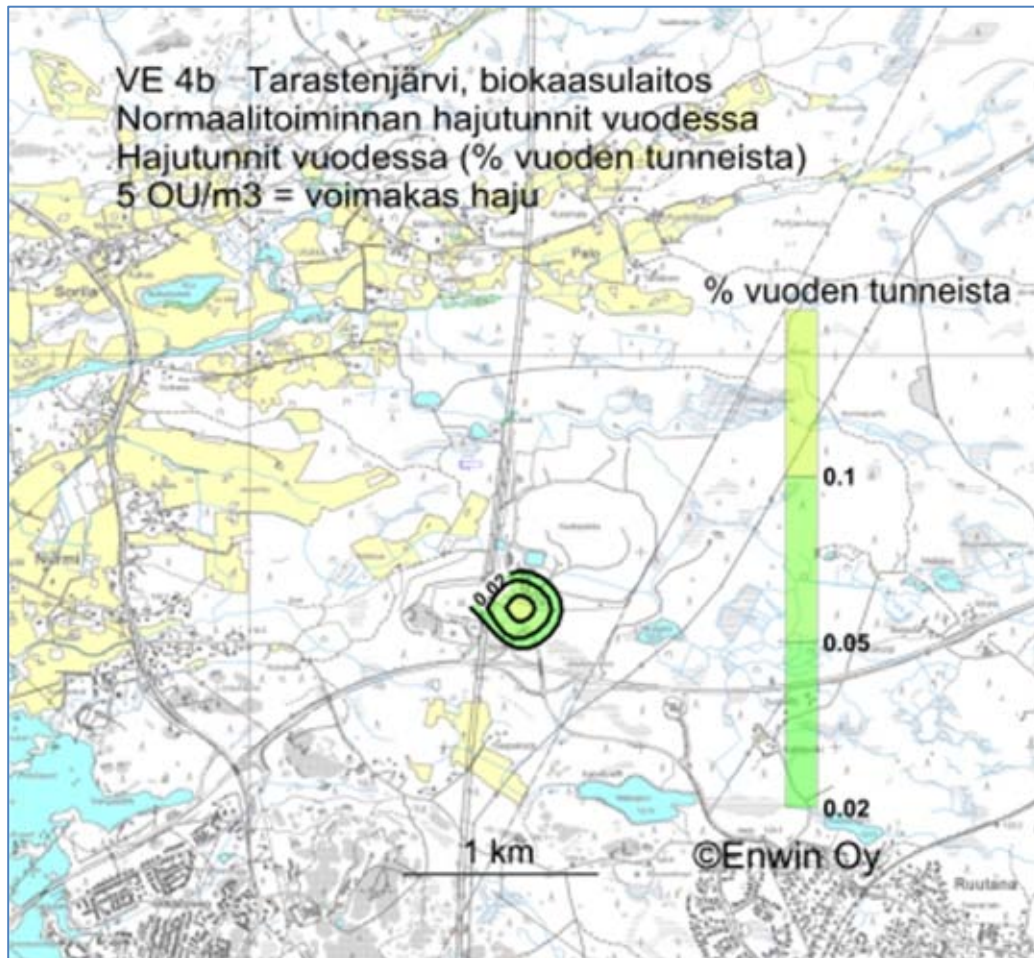
Arvojen ylittävää hajua saa esiintyä korkeintaan 2 % kokonaisajasta. Arvot koskevat tuntikeskiarvoja.



Kuva 2. Tarastenjärvi VE 4b, Biokaasulaitos –Normaalitoiminnan aiheuttamat hajutunnit vuodessa prosentteina vuoden tunneista (%), kun hajutunnin pitoisuus on $\geq 1 \text{ OU/m}^3$ = hajukynnys, 50 % ihmisistä tunnistaa hajua.



Kuva 3. Tarastenjärvi VE 4b, Biokaasulaitos –Normaalitoiminnan aiheuttamat hajutunnit vuodessa prosentteina vuoden tunneista (%), kun hajutunnin pitoisuus on $\geq 3 \text{ OU/m}^3$ = selvästi tunnistettava haju.

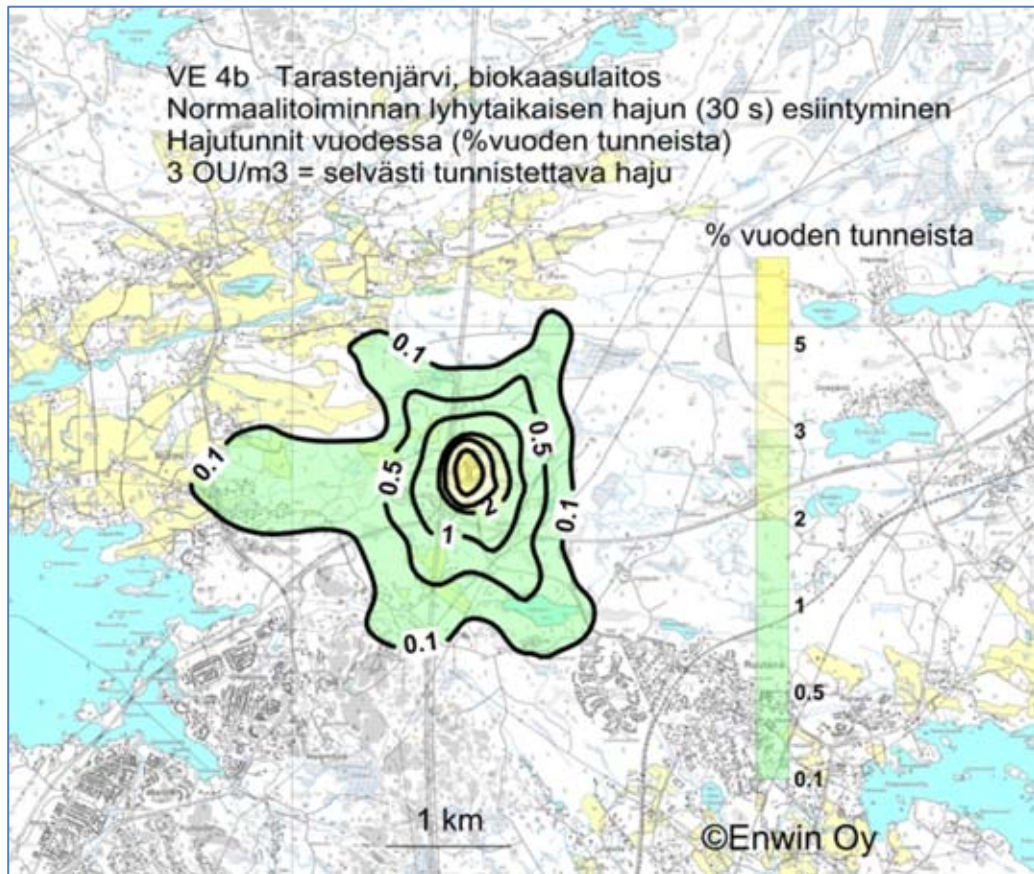


Kuva 4. Tarastenjärvi VE 4b, Biokaasulaitos –Normaalitoiminnan aiheuttamat hajutunnit vuodessa prosentteina vuoden tunneista (%), kun hajutunnin pitoisuus on $\geq 5 \text{ OU/m}^3$ = melko voimakas tunnistettava haju.

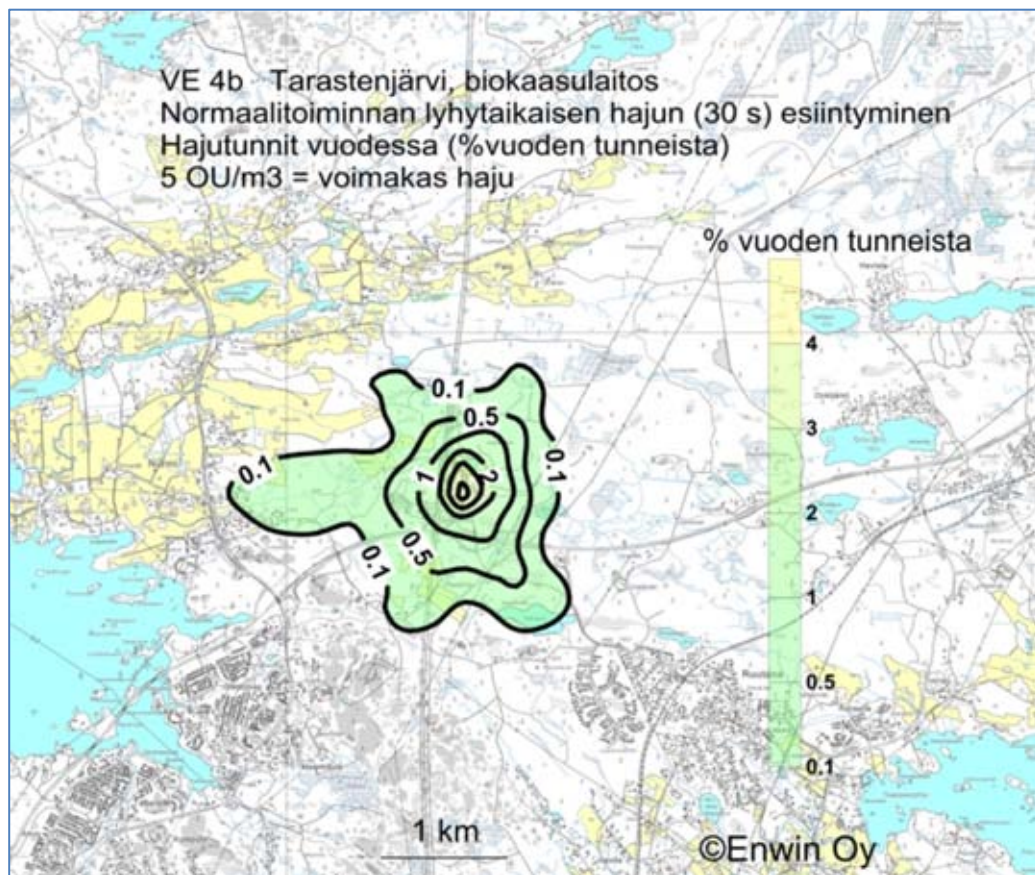
LIITE 2. Tarastenjärvi, Biokaasulaitos VE 4b – Normaalitoiminnan lyhytaikaisen hajun (30 s) esiintyminen



Kuva 5. Tarastenjärvi VE 4b, Biokaasulaitos –Normaalitoiminnan aiheuttaman lyhytaikaisen hajun (30 s) esiintyminen prosentteina vuoden tunneista (%), kun lyhytaikaisen hajun kynnyspitoisuus on $\geq 1 \text{ OU/m}^3$ = hajukynnys, 50 % ihmisistä tunnistaa hajua.

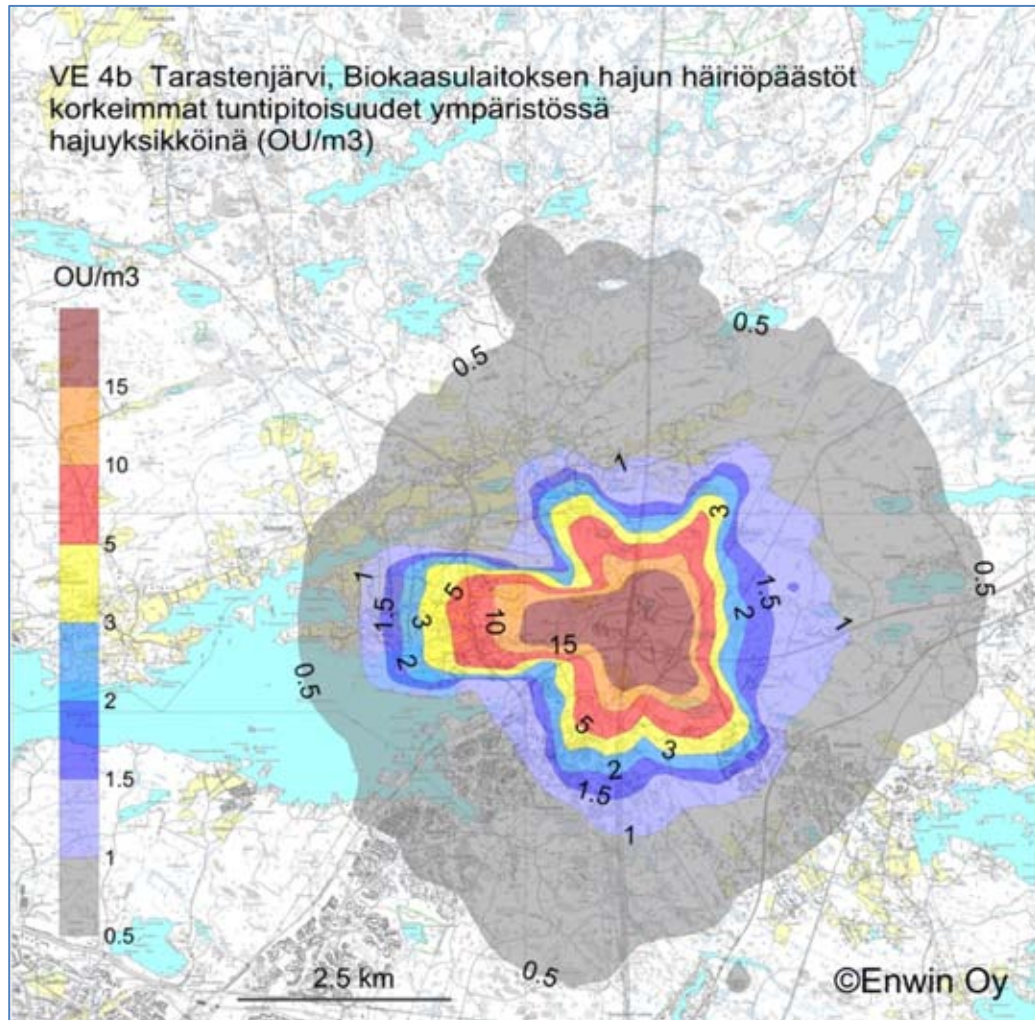


Kuva 6. Tarastenjärvi VE 4b, Biokaasulaitos – Normaalitoiminnan aiheuttaman lyhytaikaisen hajun (30 s) esiintyminen prosentteina vuoden tunneista (%), kun lyhytaikaisen hajun kynnyspitoisuus on $\geq 3 \text{ OU/m}^3$ = selvästi tunnistettava haju.



Kuva 7. Tarastenjärvi VE 4b, Biokaasulaitos – Normaalitoiminnan aiheuttaman lyhytaikaisen hajun (30 s) esiintyminen prosentteina vuoden tunneista (%), kun lyhytaikaisen hajun kynnyspitoisuus on $\geq 5 \text{ OU/m}^3$ = melko voimakas tunnistettava haju.

LIITE 3. Tarastenjärvi, Biokaasulaitos VE 4b – Häiriötilanteen hajupäästöjen leviäminen, maksimipitoisuudet



Kuva 8. Tarastenjärvi VE 4b, Biokaasulaitoksen hajun häiriöpäästöjen leviäminen. Korkeimmat tuntipitoisuudet hajuyksikköinä (OU/m³) kolmen vuoden sääaineistossa.

Hajupitoisuus (OU/m³), 1 OU= haju aistittavissa, 3 OU= haju selvästi tunnistettavissa, 5 OU= melko voimakas haju.