

PÖYRY ENVIRONMENT OY

LAKEUDEN ETAPPI OY:N JÄTEHUOLTOKESKUKSEN  
HAJUPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISLASKELMAT

Hanna Hannuniemi

Katja Lovén



ILMATIETEEN LAITOS  
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

**PÖYRY ENVIRONMENT OY**

**LAKEUDEN ETAPPI OY:N**  
**JÄTEHUOLTOKESKUKSEN**  
**HAJUPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISLASKELMAT**

**Hanna Hannuniemi**  
**Katja Lovén**

## SISÄLLYSLUETTELO

|     |                                          |    |
|-----|------------------------------------------|----|
| 1   | JOHDANTO.....                            | 3  |
| 2   | TAUSTAA HAJUJEN ARVIOINTIIN .....        | 3  |
| 2.1 | Yleistä .....                            | 3  |
| 2.2 | Hajujen ohjearvosuosituksia .....        | 4  |
| 3   | MENETELMÄT .....                         | 5  |
| 3.1 | Leviämismallilaskelmien kuvaus.....      | 5  |
| 3.2 | Leviämismallilaskelmien lähtötiedot..... | 6  |
| 4   | TULOKSET .....                           | 8  |
| 5   | YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....       | 11 |
|     | VIITELUETTELO.....                       | 13 |

## 1 JOHDANTO

Tässä tutkimuksessa arvioitiin leviämismallilaskelmin Lakeuden Etappi Oy:n Ilmajoen jätehuoltokeskuksen alueella muodostuvien hajujen ilmanlaatuvaikutuksia lähiympäristön ilmanlaatuun YVAa varten. Työn tilasi Ilmatieteen laitokselta Pöyry Environment Oy. Hajujen leviämislaskelmat tehtiin Ilmatieteen laitoksella kehitetyllä hajuyhdisteiden leviämismallilla (ODO-FMI).

Laskelmissa tarkasteltiin lyhytaikaisen (30 s) ja pitkäaikaisen (1 h) hajun esiintymistä nykytilanteessa sekä oletustilanteessa, jossa biokaasulaitoksen maksimipäästö olisi 3000  $\text{hy/m}^3$  ( $\text{hy/m}^3$  = hajuyksikköä ilmakeuutiometrissä). Mallilaskelmien lähtötietoina käytettiin Jyväskylän yliopiston ympäristötieteiden osaston tekemiä hajuyksikkömittauksia jätekeskuksen alueelta. Leviämismallilaskelmissa määritettiin hajutilanteiden esiintyminen eli ns. hajutuntien määrä vuoden aikana tarkastellulla alueella. Leviämislaskelmat tehtiin kolmella erilaisella hajukynnyksen arvoilla (1, 3 ja 5  $\text{hy/m}^3$ ), joilla pyrittiin kuvaamaan hajun voimakkuutta.

## 2 TAUSTAA HAJUJEN ARVIOINTIIN

### 2.1 Yleistä

Hajuhaitan muodostumiseen vaikuttavat hajun esiintymistiheys (% kokonaisajasta), miellyttävyys, voimakkuus, kesto ja sijainti. Hajuhaittoja on yleensä arvioitu ns. asiantuntija-arvoina päästötietojen perusteella tai aistinvaraisesti joko kenttähavainnointien tai ns. asukaspaneelin avulla. Kenttähavainnoinnissa tehtävään koulutettu asiantuntijaryhmä tekee hajuhavainnointia aistinvaraisesti eri etäisyyksillä ja eri puolilla päästölähteiden lähiympäristössä. Havainnointeja tulisi kuitenkin tehdä myös erilaisissa sääolosuhteissa ja eri vuodenaikoina, jotta saataisiin laajempaa tietoa meteorologisten olosuhteiden vaikutuksista hajujen esiintymiseen. Kenttähavainnoinnissa saadaan tietoa hajun esiintymistiheyden lisäksi myös hajun voimakkuudesta (häiritsevyys).

Asukaspaneelitutkimuksessa hajujen havainnoitsijoina toimivat hajulähteen lähiympäristön asukkaat. Asukaspaneelitutkimuksessa lähialueen asukkaille lähetetään kyselykaavakkeet, joihin he voivat kirjata ylös havaitsemiensa hajuhaittojen ajankohdat, keston (% kokonaisajasta) ja hajujen häiritsevyyden (% asukkaista, jotka kokivat hajun häiritseväksi). Kertaluonteisissa asukaspaneelitutkimuksissa seuranta-aika on yleensä muutamia kuukausia. Asukaspaneelitutkimuksella on siis mahdollista saada pitempiaikaista tietoa alueen hajuhaitoista kuin koulutettujen henkilöiden tekemissä kenttähavainnoinneissa. Asukkaiden kyky haistaa erilaisia hajuja on kuitenkin yleensä erilainen, joten eri suunnilla ja eri etäisyyksillä päästölähteestä tehdyt hajuhavainnot eivät ole täysin vertailukelpoisia keskenään. Myös asukkaiden hajuista tekemien havaintojen ajat voivat vaihdella, mikä vaikeuttaa tulosten vertailtavuutta.

Sekä kenttähavainnoinnit että asukaspaneelitutkimus soveltuvat hajuhaittojen nykyhetken arviointiin, mutta esim. hajuhaittojen ehkäisemiseksi suunniteltujen päästömene-  
telmien tai -määrien muutosten vaikutusten arvioinnissa ainoa luotettava keino on  
käytännössä laskennallisen mallintamisen käyttäminen. Hajuyhdisteiden leviämismal-  
leilla tutkitaan haisevien yhdisteiden kulkeutumista ilmakehässä ja tutkimusalueella  
esiintyvän hajun määrää.

## 2.2 Hajujen ohjearvosuosituksia

Suomen nykyisessä lainsäädännössä käsitellään hajuja vain viihtyvyshaittojen tai  
terveydellisten haittojen osalta. Ympäristönsuojelulaki kieltää sellaisen toiminnan, josta  
aiheutuu ilman pilaantumista ja sen seurauksena viihtyisyyden vähenemistä. Rakennus-  
lain mukaan asemakaava on laadittava siten, että se täyttää viihtyisyyden ja terveydelli-  
syyden vaatimukset. Naapuruussuhdelain mukaan kiinteistöstä tai rakennuksesta ei saa  
aiheutua lähistöllä asuvalle kohtuutonta räsytystä hajusta. Suomen laissa ei ole hajuja  
koskevia raja- tai ohjearvoja, eikä viihtyvyshaitalle ole olemassa selvää kriteeriä.  
Lainsäädäntö ei kiellä hajuyhdisteiden päästöjä tai hajun esiintymistä ulkoilmassa.

Suomessa on tehty tutkimus niistä muuttujista, jotka sopisivat maassamme mahdollises-  
ti annettavien hajuohjearvojen perusteiksi (*Arnold, 1995*). Tutkimuksessa esitetään, että  
ohjearvona voitaisiin käyttää hajufrekvenssiarvoja 3–9 % kokonaisajasta. Alaraja  
koskisi hyvin epämiellyttävää hajua, kuten sellutehtaiden ympäristössä esiintyvää  
haisevien rikkiyhdisteiden hajua, jolla on korkea haittapotentiaali. Yläraja koskisi  
hajuja, joiden miellyttävyyssaste on vaihtelevampi.

Euroopan maita, joissa on annettu selkeitä ohjearvoja tai ohjearvosuosituksia hajujen  
esiintymiselle ovat tietävästi vain Saksa ja Tanska. Saksassa on Nordrhein-  
Westfalenin osavaltiossa annettu vuonna 1993 ohjeet, joiden mukaan selvää hajua saa  
esiintyä enintään 10 % kokonaisajasta asutusalueilla ja 15 % ajasta teollisuusalueilla.  
Tunnit rekisteröityvät hajutunniksi jo lyhytaikaisen hajuaistimuksen jälkeen. Tanskassa  
laitoksen aiheuttamaa häiritsevää hajua saa esiintyä ympäristössä korkeintaan 1 % ajasta  
(*Miljöstyrelsen, 1985*). Häiritseväksi hajuksi määritellään yleisesti erittäin selkeä haju.

VTT Prosessit on lausunnossaan (*Arnold & Lehtomäki, 2003*) Helsingin kaupungin  
Viikinmäen jätevedenpuhdistamolle tehdyn tutkimuksen tuloksista (*Rasila & Pietarila,*  
2003) esittänyt mm. seuraavat ulkomaiset vertailuarvot, joita voidaan käyttää hajujen  
aiheuttaman viihtyvyshaitan arviointiin:

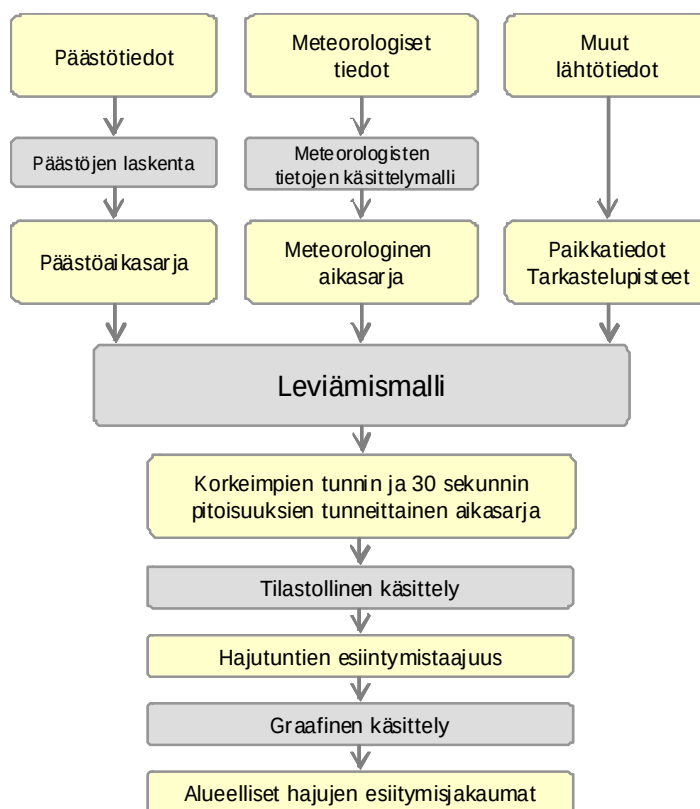
- Eurooppalaisen tutkimuksen mukaan hajun ns. yleinen valitustaso on 5 hy/m<sup>3</sup>. Haju  
on pitoisuudessa 1 hy/m<sup>3</sup> juuri aistittavissa, pitoisuudessa 3 hy/m<sup>3</sup> selvästi tunnistet-  
tavissa ja pitoisuudessa 5 hy/m<sup>3</sup> useimmat ihmiset pitävät hajua melko voimakkaana  
(*Schauberger et al., 1998*).
- Irlannin ympäristöhallinnon julkaisun mukaan pitkäaikaisen (1 h) hajun yleinen  
tavoitearvo olisi 1,5 hy/m<sup>3</sup> ja tavoitearvon ylittävää hajua saa esiintyä ympäristössä  
korkeintaan 2 % kokonaisajasta. Tavoitearvo vastaa hajukuormaa, joka ei johda ha-  
juhaittaan (*Bongers et al., 2001*).

Yllä esitettyjä Eurooppalaisia hajuohjearvoja sovelletaan yleensä teollisuuden, yhdys-  
kunnallisten laitoksien tai maatalouden hajupäästöille.

### 3 MENETELMÄT

#### 3.1 Leviämismallilaskelmien kuvaus

Ilmansaasteiden leviämismalleilla tutkitaan eri ilmansaasteiden kulkeutumista ilmakehässä. Malleihin sisältyy laskentamenetelmiä, joiden avulla voidaan tarkastella ilmansaasteiden muuntumista, kemiallisia reaktioita ja poistumista ilmakehästä laskeumana sekä ilmansaasteiden pitoisuuksien muodostumista. Tässä selvityksessä käytetyllä hajuyhdisteiden leviämismallilla voidaan arvioida hajun määrää ulkoilmassa. Hajuyhdisteiden leviämismalli (ODO-FMI) on Ilmatieteen laitoksen kaupunkimallin (UDM-FMI) erikoissovellutus (*Rantakrans ja Savunen, 1995*). Hajumallilla voidaan kuvata hyvin lyhytaikaiset, jopa alle minuutin hajupitoisuustilanteet. Kaavio leviämismallin toiminnasta on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Kaaviokuva Ilmatieteen laitoksella kehitetyn hajumallin (ODO-FMI) toiminnasta.

Hajumallilaskelmien tuloksia on pääsääntöisesti hyödynnetty erilaisten laitosten hajupäästöjen käsittelyn suunnittelun ja YVA-menettelyn lisäksi mm. kaavoituksessa. Ilmatieteen laitoksen hajumallia on sovellettu aiemmin muun muassa sellu-, elintarvike- ja kemianteollisuuden hajuvaikutusten arvioinneissa. Lisäksi hajumallia on käytetty jätevedenkäsittelyn, jätekeskusten, maatalouden ja laivojen hajuvaikutusten arviointiin.

Kuten perinteiset leviämismallitkin hajuyhdisteiden leviämismalli laskee hajupitoisuuden tuntikeskiarvoja sillä oletuksella, että meteorologinen tilanne ja päästö pysyvät

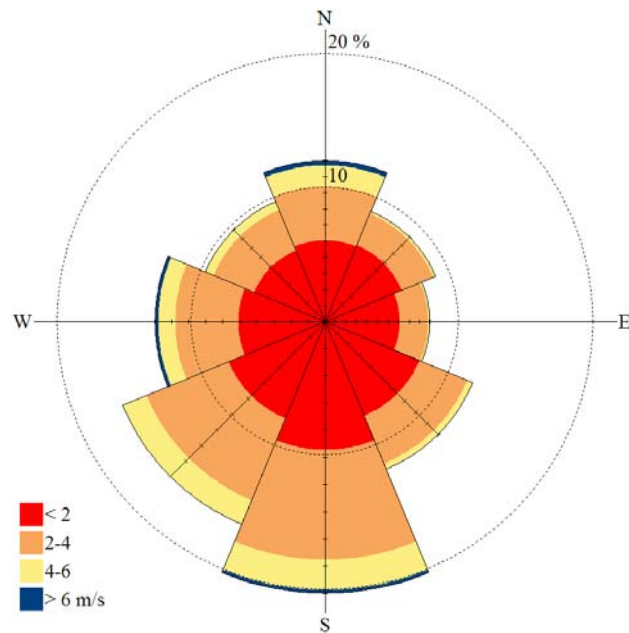
vakioina tunnin ajan. Tuntikeskiarvo kuitenkin aliarvioi hajujen esiintymistä, sillä ihmisen hajuaistimus voi syntyä jo hyvin lyhytaikaisenkin pitoisuuden nousun seurauksena. Hajuyhdisteiden leviämismalli eroaakin muista leviämismalleista siinä, että hajumallilla voidaan kuvata tuntikeskiarvojen lisäksi hyvin lyhytaikaiset, jopa alle minuutin pitoisuudet. Hajumallilla voidaan käsitellä sekä pistemäisiä päästölähteitä että pintalähteitä. Tyypillisiä pistemäisiä päästölähteitä ovat piiput ja pintalähteitä altaat ja jätetäytöt. Hajumallisovellutuksissa huomioidaan päästöjen leviämiseen ja hajupitoisuuksien muodostumiseen vaikuttavien meteorologisten tekijöiden ja lisäksi mm. maaston korkeuserot, lähirakennukset ja muut lähiesteet sekä leviämisympäristön laatu (kasvillisuus, vesistöt, asutus). Hajumallilla voidaan arvioida alueen kokonaishajukuorman lisäksi yksittäisen hajupäästölähteen vaikutus hajuihin.

Hajun voimakkuuden arvioimisessa käytetään apuna ns. olfaktometrillä määritettyjä hajukynnyspitoisuuksia. Olfaktometrissä hajusta otettua näytettä laimennetaan puhtaalla ilmalla niin pitkään, että puolet normaalin hajuaistin omaavista koehenkilöistä haistavat hajun, mutta eivät pysty sitä tunnistamaan. Tätä hajupitoisuutta kutsutaan perushajukynnykseksi  $1 \text{ hy/m}^3$ . Perushajukynnykseen nähden kolminkertaisilla tai viisinkertaisilla hajukynnyksisarvoilla ( $3$  tai  $5 \text{ hy/m}^3$ ) kuvataan selkeää hajua, jonka lähde on tunnistettavissa. Tasoa  $5 \text{ hy/m}^3$  voidaan pitää melko voimakkaana hajuna (*SFS-EN 13725*). Suomen olosuhteissa haju voidaan kokea häiritseväksi, kun haju on selkeästi tunnistettavissa olevaa.

Hajumallilaskelmien tuloksena saadaan aluejakaumat hajuyhdisteiden pitoisuuksista ilmassa sekä hajun esiintyvyydestä hajufrekvensseinä. Hajufrekvenssi kertoo niiden tuntien prosentuaalisen osuuden vuoden tunneista, joina  $0,5$  minuutin pitoisuus on ylittänyt tarkastellun hajukynnyksen. Esimerkiksi  $10 \%$ :n hajufrekvenssi tarkoittaisi sitä, että vuodessa on  $876$  tuntia, joiden aikana hajua esiintyy vähintään  $0,5$  minuutin ajan. Lisäksi hajufrekvenssiarvot voidaan määrittää vastaavasti pitoisuuksien tuntikeskiarvoista, jolloin tulos kuvaa pitkäaikaisen ( $1 \text{ h}$ ) hajun esiintymistä. Yleensä mallilaskelmissa käytetään kolmen vuoden tunneittaisten arvojen meteorologista aikasarjaa. Hajufrekvenssit lasketaan erikseen kullekin tarkasteluvuodelle ja tuloksina esitetään näistä määritetty keskiarvo.

### 3.2 Leviämismallilaskelmien lähtötiedot

Mallilaskelmat tehtiin kooltaan  $6 \text{ km} \times 6 \text{ km}$  alueelle  $4961$  laskentapisteeseen maanpintatasolle. Laskentapisteidien tiheys oli pienimmillään  $50$  metriä jätehuoltokeskuksen läheisyydessä ja suurimmillaan  $100$  metriä alueen reunoilla. Tutkimusalueen ilmastollisia olosuhteita edustava meteorologinen aikasarja muodostettiin Vaasan lentokentän ja Ähtärin Myllymäen sääasemien vuosien  $2005$ – $2007$  havainnoista. Sekoituskorkeuden määrittämiseen käytettiin Jokioisten observatorion radioluotaushavaintoja vuosilta  $2005$ – $2007$ . Kuvassa 2 on esitetty tuulen suunta- ja nopeusjakama tutkimusalueella tuuliruusun muodossa. Etelän ja lounaan puoleiset tuulet ovat tutkimusalueella vallitsevia ja vähiten esiintyy itä- ja koillistuulia.



Kuva 2. Tuulen suunta- ja nopeusjakauma tutkimusalueella vuosina 2005–2007. Kuvassa näkyvät suuntasektorit kuvaavat sitä, mistä tuuli puhaltaa. Lasketut tuulitiedot kuvaavat olosuhteita 10 metrin korkeudella maan pinnasta.

Pitoisuuksien ja hajujen muodostumista tulostuspisteisiin tarkasteltiin kaikissa vuosien 2005–2007 tunneittaisissa meteorologisissa tilanteissa. Mallilaskelmien tuloksena saatiin aluejakaumat hajun esiintyvyydestä hajufrekvensseinä. Leviämismallilaskelmissa huomioitiin paikalliset päästöjen kulkeutumiseen ja sekoittumiseen vaikuttavat tekijät, joita ovat mm. topografia ja laskenta-alueen maaston, vesistöjen ja asutuksen aiheuttamat leviämislustan rosoisuuserot.

Hajupäästöjen leviämismallilaskelmissa käytettiin lähtötietoina Jyväskylän yliopiston ympäristötieteiden osaston tekemiä hajuyksikkömittauksia jätekeskuksen alueelta (Taulukko 1). Mallilaskelmia varten jaoin lähteet kahteen luokkaan, pinta- ja pistelähteisiin. Taulukossa pinta- ja pistelähteet on eroteltu erikseen. Pintalähteillä malliin menevä päästö on suoraan mitattauksista saatu tulos eli hajuyksikköä ilmakei- tiometriä kohden. Pistelähteille päästö on laskettu miljoonana hajuyksikkönä tunnissa ja laskennassa on otettu huomioon kaasun virtausnopeus. Koska mittauksia on tehty vuoden aikana kahtena eri ajankohtana, otimme laskelmissa huomioon molemmat mittaustulokset. Huhtikuun mittaukset kuvaavat toiminnan aloittamista ja marraskuun mittaukset toiminnan vakiintumista. Jos mittauksia on tehty vain yhtenä ajankohtana, on koko vuodelle käytetty tätä yhtä mittaustulosta. Ottamalla huomioon molempien ajankohtien mittaustulokset päästöaikasarjaan saadaan mukaan luonnollista vaihtelua.

Taulukossa 1 on myös erikseen oletustilanteen päästöt, jossa biokaasulaitoksen kokonaispäästökseen oletetaan 3000 hy/m<sup>3</sup>. Oletustilanteen päästöt on jaettu biokaasulaitoksen eri lähteiden kesken nykytilanteen kertoimia käyttäen, niin että kokonaispäästö on 3000 hy/m<sup>3</sup>. Oletustilanteen laskelmissa jätetäytön, kaasukaivojen ja ongelmajätealueen päästöt ovat samat kuin nykytilanteessa.



Taulukko 1. Jyväskylän yliopiston ympäristötieteiden osaston tekemiä hajuyksikkömittauksia jätekeskuksen alueelta. Pinalähteiden päästöt on ilmoitettu yksikössä  $\text{hy/m}^3$ , pistelähteiden päästöt on yksikössä  $\text{milj.hy/h}$ . Taulukossa on esillä myös oletustilanteen päästöt, jossa biokaasulaitoksen kokonaispäästö on  $3000 \text{ hy/m}^3$ .

|                                     | Nykytilanne |            | Oletustilanne ( Biokaasulaitoksen kokonaispäästö $3000 \text{ hy/m}^3$ ) |
|-------------------------------------|-------------|------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Pinalähteet ( $\text{hy/m}^3$ )     | 23.04.2008  | 27.11.2008 |                                                                          |
| Biosuodin etuosa                    | 5700        | 2500       | 1179                                                                     |
| Biosuodin takaosa                   | 4200        | 2000       | 869                                                                      |
| Jätevesi esiselkeytys               | 1300        | -          | 269                                                                      |
| Jätevesi ilmastus                   | 2400        | 3800       | 497                                                                      |
| Jätevesi jälkiselkeytys             | 450         | 1100       | 93                                                                       |
| Jätetäytön pinta                    | 38          | 350        | Sama kuin nykytilanteessa                                                |
| Ongelmajätealue                     | 16          | -          | Sama kuin nykytilanteessa                                                |
| Pistelähteet ( $\text{milj.hy/h}$ ) | 23.04.2008  | 27.11.2008 |                                                                          |
| Hallitilan poistoilmakanava         | 10          | 8          | $93 \text{ hy/m}^3$                                                      |
| Kaasunkeräyskaivo 1                 | 0,0007      | -          | Sama kuin nykytilanteessa                                                |
| Kaasunkeräyskaivo 2                 | 0,0007      | -          | Sama kuin nykytilanteessa                                                |
| Kaasunkeräyskaivo 3                 | 0,0006      | -          | Sama kuin nykytilanteessa                                                |
| Kaasunkeräyskaivo 4                 | 0,0017      | -          | Sama kuin nykytilanteessa                                                |
| Kaasunkeräyskaivo 5                 | 0,0008      | -          | Sama kuin nykytilanteessa                                                |
|                                     |             |            |                                                                          |

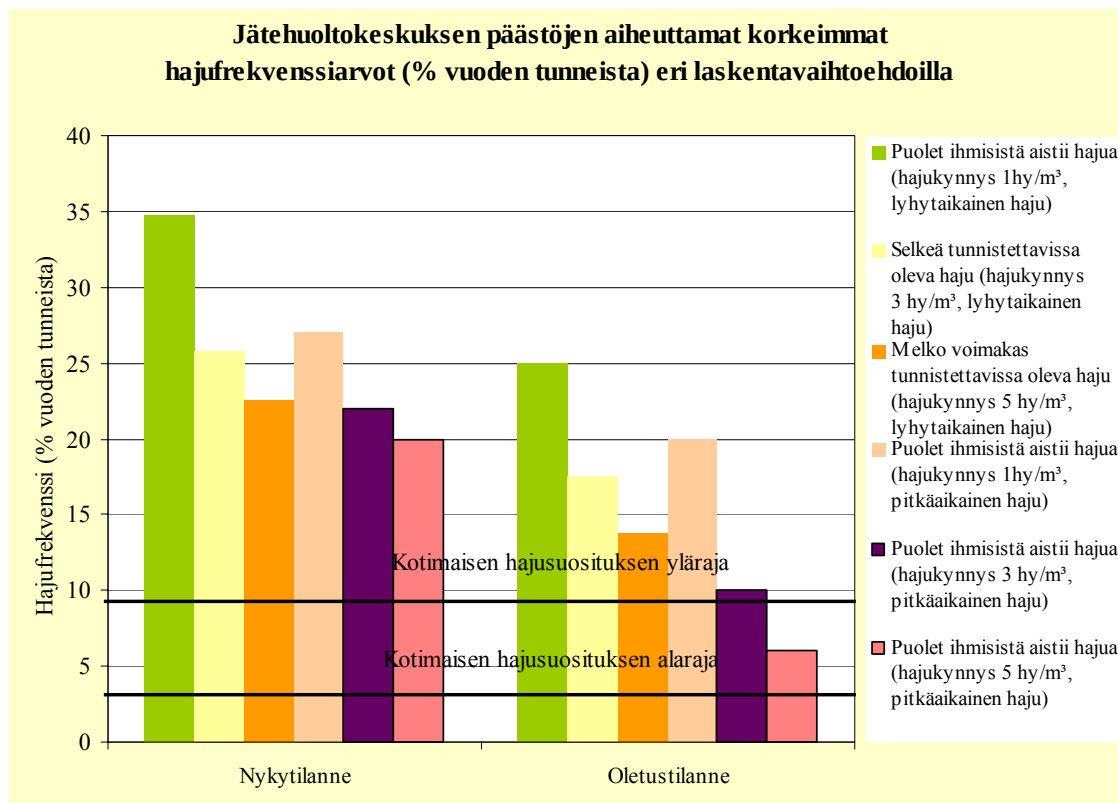
## 4 TULOKSET

Tutkimuksessa arvioitiin Ilmatieteen laitoksen hajuyhdisteiden leviämismallilla Lakeuden Etappi Oy:n Ilmajoen jätehuoltokeskuksen hajupäästöjen aiheuttamien lyhytaikaisten (30 s) ja pitkäaikaisten (1 h) hajutilanteiden esiintymistä maanpintatasolla. Hajujen esiintymistä tarkasteltiin nykytilanteessa sekä oletustilanteessa, jossa biokaasulaitoksen maksimipäästö olisi  $3000 \text{ hy/m}^3$ .

Leviämislaskelmien tulosten mukaan biokaasulaitos on merkittävin hajujen aiheuttaja. Jätetäytön, kaasukaivojen ja ongelmajätealueen hajut eivät ole merkittäviä biokaasulaitoksen rinnalla. Liitekuvista 1–12 nähdään, että hajut leviävät voimakkaimmin jätehuoltokeskuksen pohjois- ja koillispuolelle kohti Tuomikylää ja Viitasen kylää vallitsevien tuulten mukaisesti.

Kuvassa 3 on esitetty Lakeuden Etappi Oy:n jätehuoltokeskuksen päästöjen aiheuttaman lyhytaikaisen (30 s) ja pitkäaikaisen (1 h) hajun esiintymistä kuvaavat korkeimmat hajufrekvenssit (prosentteina vuoden tunneista) kolmella hajun voimakkuutta kuvaavalla hajukynnystasolla ( $1 \text{ hy/m}^3$ ,  $3 \text{ hy/m}^3$  ja  $5 \text{ hy/m}^3$ ). Hajufrekvenssit on laskettu erikseen

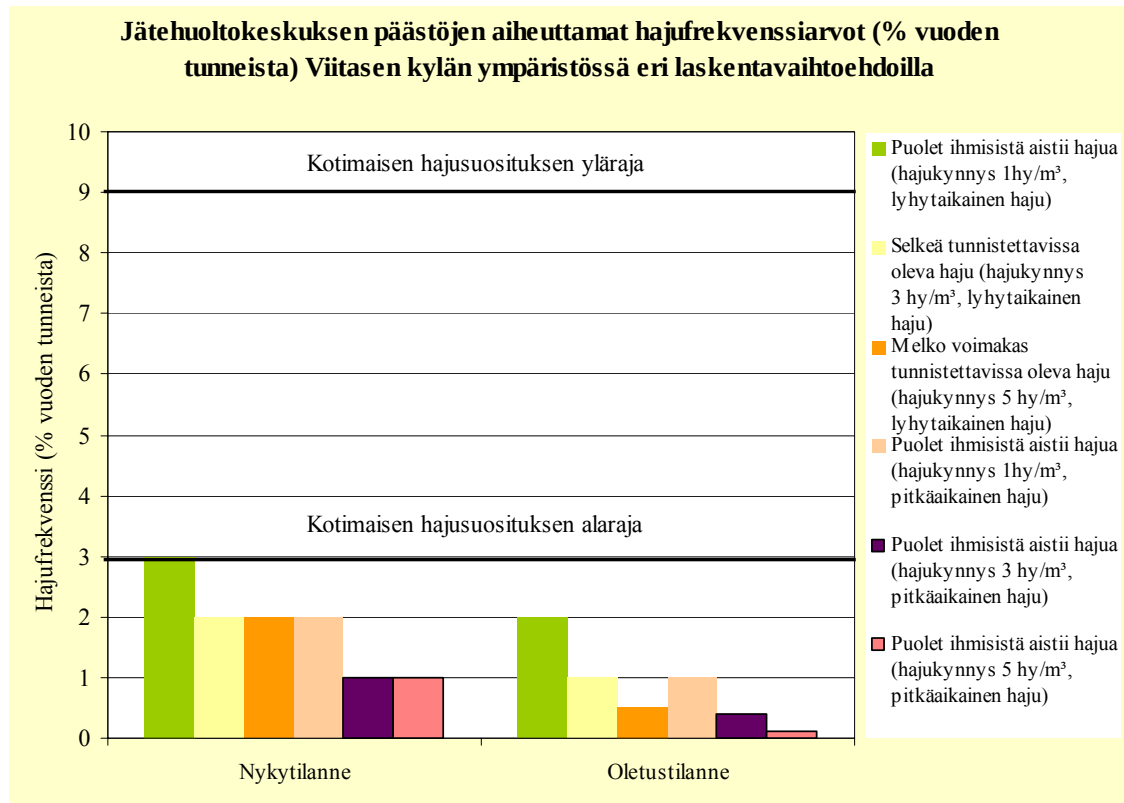
nykytilanteelle ja oletustilanteelle. Kuvaan on myös merkitty mustilla vaakasuorilla viivoilla Suomessa ohjearvoiksi suositettuja 3 % (alaraja) ja 9 % (yläraja) hajufrekvenssiarvoja kokonaisajasta. Alaraja koskisi hyvin epämiellyttävää hajua, kuten sellu-tehtaiden ympäristössä esiintyvää haisevien rikkiyhdisteiden hajua. Yläraja koskisi hajuja, joiden miellyttävyysaste on vaihtelevampi. Korkeimpien hajufrekvenssiarvojen sijainti on merkitty valkoisella tähdellä liitteenä oleviin tulokuvuihin (Liitekuvat 1–12). Liitekuvista nähdään, että korkeimmat hajufrekvenssit sijoittuvat jätehuoltokeskuksen välittömään läheisyyteen.



Kuva 3. Lakeuden Etappi Oy:n jätehuoltokeskuksen päästöjen aiheuttamien hajujen esiintymistä kuvaavat tutkimusalueen suurimmat hajufrekvenssiarvot prosentteina vuoden tunneista kolmella erilaista hajun voimakkuutta kuvaavalla hajukynnysarvolla nykyisen ja oletustilanteen vaihtoehdolla laskettuna. Pystyakselilla on prosenttiosuus vuoden tunneista ja vaakakselilla eri vaihtoehdot. Mallilaskelmin saatuja arvoja on verrattu kotimaiseksi hajusuositteeksi esitettyihin hajufrekvenssiarvoihin (mustat vaakasuorat viivat).

Kuvassa 4 on esitetty hajufrekvenssiarvot Viitasen kylän ympäristössä. Huomaa, että pystyakselin skaala ei ole sama kuin Kuvassa 3, jossa on esitettyä korkeimmat hajufrekvenssiarvot. Hajufrekvenssiarvoja tarkasteltiin myös erikseen Tuomikylän koulun ja Kaunismäen kylän kohdalla. Korkeimmat arvot havaitaan näistä kolmesta vaihtoehdosta Viitasen kylän ympäristössä, joten tässä on esitetty vain Viitasen kylän hajufrekvenssiarvot. Viitasen kylän ja Tuomikylän koulun hajufrekvenssijakaumat ovat kuitenkin varsin samanlaiset. Tuomikylän koulun ympäristössä ainoastaan melko voimakasta (5 hy/m³) lyhytaikaista hajua esiintyy vähemmän. Viitasen kylän kohdalle mallilaskel-

milla saadut hajufrekvenssiarvot eivät ylitä selkeän ( $3 \text{ hy/m}^3$ ) ja melko voimakkaan ( $5 \text{ hy/m}^3$ ) hajun osalta kotimaisen hajusuosituksen alarajaa.



Kuva 4. Lakeuden Etappi Oy:n jätehuoltokeskuksen päästöjen aiheuttamien hajujen esiintymistä kuvaavat hajufrekvenssiarvot Viitasen kylän ympäristössä kolmella erilaista hajun voimakkuutta kuvaavalla hajukynnysarvolla nykyisen ja oletustilanteen vaihtoehdolla laskettuna.

Liitekuviissa 1–12 on esitetty leviämismallilla määritetyt hajutilanteiden esiintymistä kuvaavat aluejakaumat kolmella erilaisella hajukynnysarvolla nykytilanteelle ja oletustilanteelle. Liitekuviissa on esitetty niiden tuntien määrä prosentteina vuoden kokonaistuntimäärästä, joina hajukynnys voisi ylittyä eri kohdissa tutkimusaluetta. Liitteenä olevissa aluejakaumakuviissa on nähtävissä tutkimusalueelle leviämislaskelmin saadut kotimaisen hajusuosituksen mukaiset hajun alarajan (3 %) ja ylärajan (9 %) ylitysalueet.

Nykytilanteessa selkeää tunnistettavissa olevaa lyhytaikaista (30 s) hajua (hajukynnys  $3 \text{ hy/m}^3$ ) esiintyy yli 9 % kokonaisajasta (noin 790 h) enimmillään noin 250 metrin etäisyydellä pohjoisen ja koillisen suuntaan biokaasulaitoksesta ja yli 3 % kokonaisajasta (noin 260 h) enimmillään noin 800 metrin etäisyydellä biokaasulaitoksesta (liitekuva 2). Melko voimakasta lyhytaikaista hajua (hajukynnys  $5 \text{ hy/m}^3$ ) esiintyy yli 9 % kokonaisajasta enimmillään noin 200 metriin etäisyydellä biokaasulaitoksesta ja yli 3 % kokonaisajasta enimmillään noin 600 metrin etäisyydellä biokaasulaitoksesta (liitekuva 3).

Oletustilanteessa, kun biokaasulaitoksen kokonaispäästö on  $3000 \text{ hy/m}^3$ , hajut leviävät suppeammalle alueelle. Oletustilanteessa lyhytaikaista selkeästi tunnistettavissa olevaa hajua (hajukynnys  $3 \text{ hy/m}^3$ ) esiintyisi yli 9 % kokonaisajasta vain biokaasulaitoksen läheisyydessä ja hajusuosituksen alaraja (3 % ajasta) ylittyisi enimmillään noin 250 m:n etäisyydellä biokaasulaitoksesta (liitekuva 8). Melko voimakasta lyhytaikaista hajua (hajukynnys  $5 \text{ hy/m}^3$ ) esiintyisi yli 9 % kokonaisajasta vain hyvin pienellä alueella biokaasulaitoksen ympärillä ja yli 3 % kokonaisajasta hajua esiintyisi enimmillään noin 100 metrin etäisyydellä biokaasulaitoksesta (liitekuva 9).

Mallilaskelmien mukaan nykytilanteessa pitkäaikaista (1 h) selkeästi tunnistettavissa olevaa hajua (hajukynnys  $3 \text{ hy/m}^3$ ) esiintyy yli 9 % kokonaisajasta enimmillään noin 200 metrin etäisyydellä ja yli 3 % kokonaisajasta enimmillään noin 550 metrin etäisyydellä biokaasulaitoksesta (liitekuva 5). Melko voimakasta pitkäaikaista hajua (hajukynnys  $5 \text{ hy/m}^3$ ) esiintyy yli 9 % kokonaisajasta enimmillään noin 150 metriin etäisyydellä biokaasulaitoksesta ja yli 3 % kokonaisajasta enimmillään noin 400 metrin etäisyydellä biokaasulaitoksesta (liitekuva 6). Oletustilanteessa pitkäaikaista selkeästi tunnistettavissa olevaa hajua sekä melko voimakasta hajua esiintyisi vain biokaasulaitoksen välittömässä läheisyydessä (liitekuvat 11 ja 12).

## 5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksessa arvioitiin hajupäästöjen leviämismallilaskelmilla Lakeuden Etappi Oy:n Ilmajoen jätehuoltokeskuksen hajupäästöjen aiheuttamien lyhytaikaisten (30 s) ja pitkäaikaisten (1 h) hajutilanteiden esiintymistä maanpintatasolla. Hajujen esiintymistä tarkasteltiin nykytilanteessa sekä oletustilanteessa, jossa biokaasulaitoksen maksimipäästö olisi  $3000 \text{ hy/m}^3$ .

Leviämislaskelmin saatujen tulosten mukaan biokaasulaitos on merkittävin hajujen aiheuttaja ja korkeimmat hajufrekvenssit syntyisivät biokaasulaitoksen välittömään läheisyyteen. Hajufrekvenssien jakaumaa tarkasteltiin myös kolmessa erillis pisteessä: Kaunismäen kylän ympäristössä, Tuomikylän koulun läheisyydessä ja Viitasen kylän ympäristössä. Mallilaskelmien tulosten perusteella suurimmat hajufrekvenssit esiintyvät Viitasen kylän ympäristössä, tosin Tuomikylän koulun lähetyvillä hajufrekvenssit ovat melkein samat. Viitasen kylän, Tuomikylän koulun ja Kaunismäen kylän kohdalle mallilaskelmilla saadut hajufrekvenssiarvot eivät ylitä selkeän ( $3 \text{ hy/m}^3$ ) ja melko voimakkaan ( $5 \text{ hy/m}^3$ ) hajun osalta kotimaisen hajusuosituksen alarajaa. Suomen olosuhteissa haju voidaan kokea häiritseväksi, kun haju on selkeästi tunnistettavissa olevaa.

Oletustilanteessa (biokaasulaitoksen kokonaispäästö  $3000 \text{ hy/m}^3$ ) hajut leviävät selvästi suppeammalle alueelle kuin nykytilanteessa. Jyväskylän yliopiston ympäristötieteiden osaston tekemien hajuyksikkömittausten mukaan biokaasulaitoksen kokonaispäästö oli 23.4.2008 mittausten mukaan  $14\,500 \text{ hy/m}^3$  ja 27.11.2008 tehtyjen mittausten mukaan  $9740 \text{ hy/m}^3$ . Marraskuun mittauksesta puuttui tosin jäteveden esiselkeytysaltaan mitta-

us. Oletustilanteen päästöt ovat siis huomattavasti pienemmät kuin nykytilanteen päästöt.

Laskelmien tulosten tulkinnassa on huomioitava lähtötietojen (päästötiedot ja meteorologia) sekä itse leviämismalliin liittyvät epävarmuudet. Jätehuoltokeskuksen aiheuttama hajupäästövaihtelu voi olla todellisuudessa pienempää tai suurempaa kuin mallilaskelmissa huomioitu kahtena eri ajankohtana suoritettuihin mittauksiin perustuva päästövaihtelu. Mallilaskelmissa ei ole huomioitu muita kuin jätehuoltokeskuksen aiheuttamia hajupäästöjä. Alueella aiemmin tehdyn hajugallup –asukaskyselyn tulosten mukaan joidenkin asukkaiden mielestä hajuhaittaa alueella aiheuttaa myös maatalous.

## VIITELUETTELO

ARNOLD, M., 1995. Hajuohejearvojen perusteet. VTT kemiantekniikka, *VTT tiedotteita 1711*, Espoo, 83 s.

ARNOLD, M. & LEHTOMÄKI, J., 2003. Lausunto koskien Viikinmäen hajuselvityksen tuloksia 2002. VTT prosessit. Espoo, 4s.

BONGERS, M., VAN HARREVELD, A. & JONES, N., 2001. Recent developments in research supporting pig odour policy reviews in the Netherlands and in Ireland. Teoksessa: Jiang, J. (toim.) 1<sup>st</sup> IWA International Conference on odour and VOCs: Measurement, regulation and control techniques. Sydney: UNSW Publishing and Printing Services. S. 427–434.

MILJÖSTYRELSEN, 1985. Begrensning af luftgener fra virksomheder. Vejledning fra Miljøstyrelsen 4/1985, København, 27 s.

RANTAKRANS, E. & SAVUNEN, T., 1995. Hajuyhdisteiden leviämisen arviointi. Ilmansuojelun julkaisuja 21, Ilmatieteen laitos, Helsinki.

RASILA, T. & PIETARILA, H., 2003. Viikinmäen jätevedenpuhdistamo, hajupäästöjen leviämiselvitys. Ilmatieteen laitos, Helsinki.

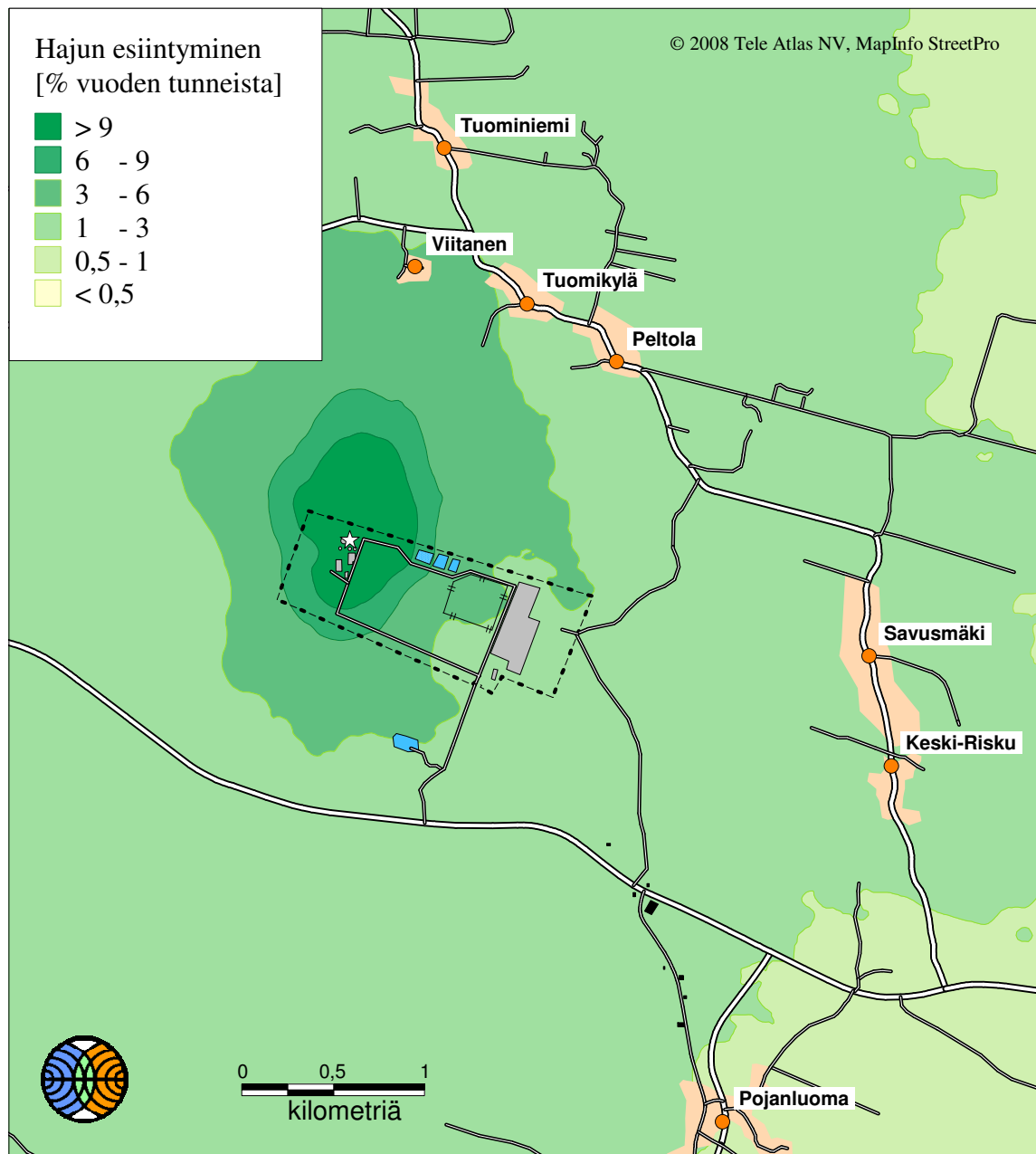
SCHAUBERGER, G., PIRINGER, M. & PETSZ, E., 1998. Diurnal and Annual Variation of Odour from Animal Houses: a Model Calculation for Fattening Pigs, J. Agric. Engn. Res., Vol. 74, s. 251–259.

SFS-EN 13725:en. Air quality. Determination of odour concentration by dynamic olfactometry. Suomen standardisoimisliitto SFS.

## **LIITEKUVAT**

# LAKEUDEN ETAPIN JÄTEHUOLTOKESKUS

## Nykytilanne



Ilmatieteen laitos 2009

☆ = maksimi = 35 %

--- = jätehuoltokeskuksen rajat

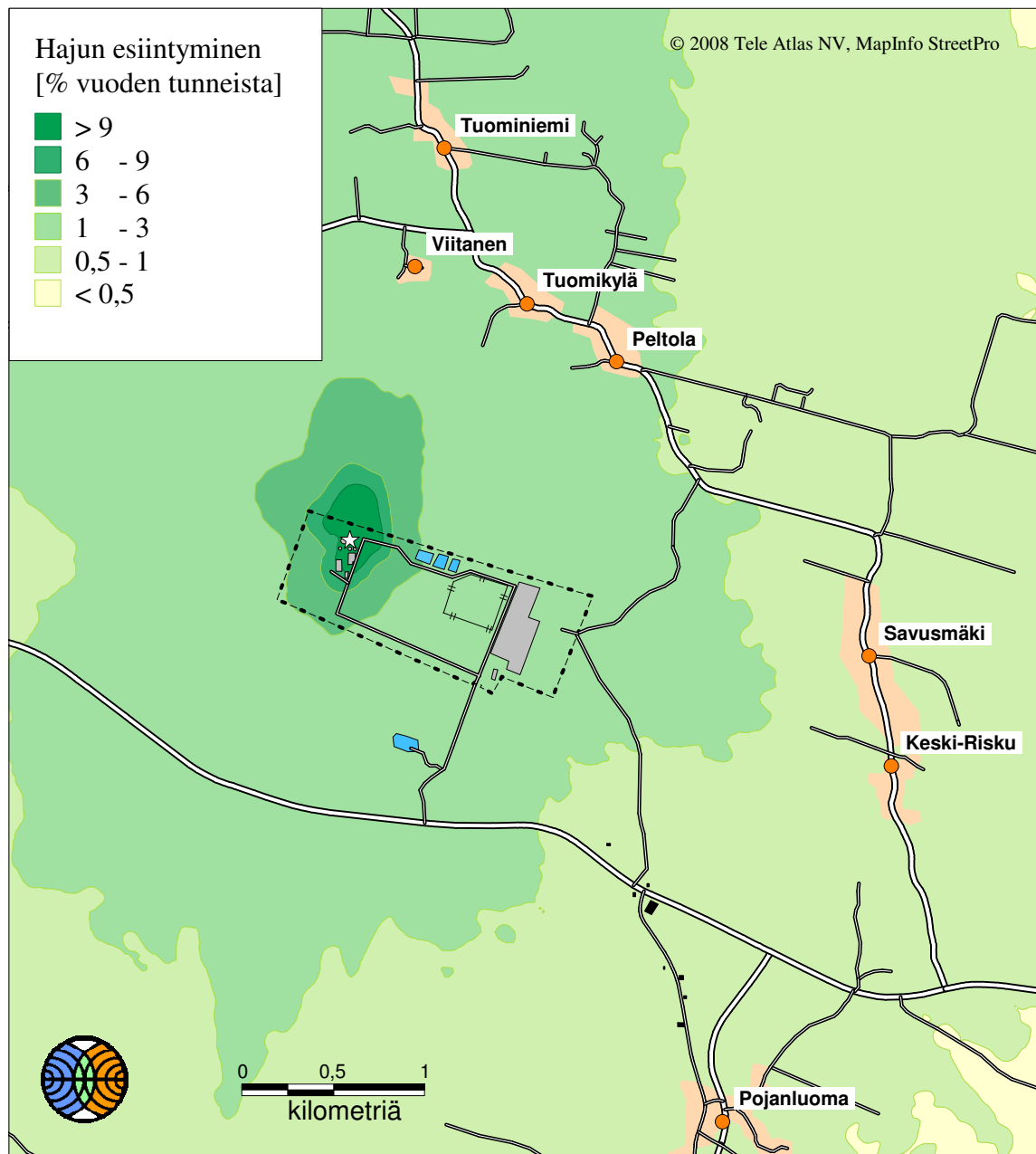
—+— = jätetäytön rajat

Kuva 1. Lyhytaikaisen (30s) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunneista. Hajukynnys 1 hy/m<sup>3</sup>, 50% ihmisistä aistii hajua, haju juuri aistittavissa.



# LAKEUDEN ETAPIN JÄTEHUOLTOKESKUS

## Nykytilanne



Ilmatieteen laitos 2009

☆ = maksimi = 26 %

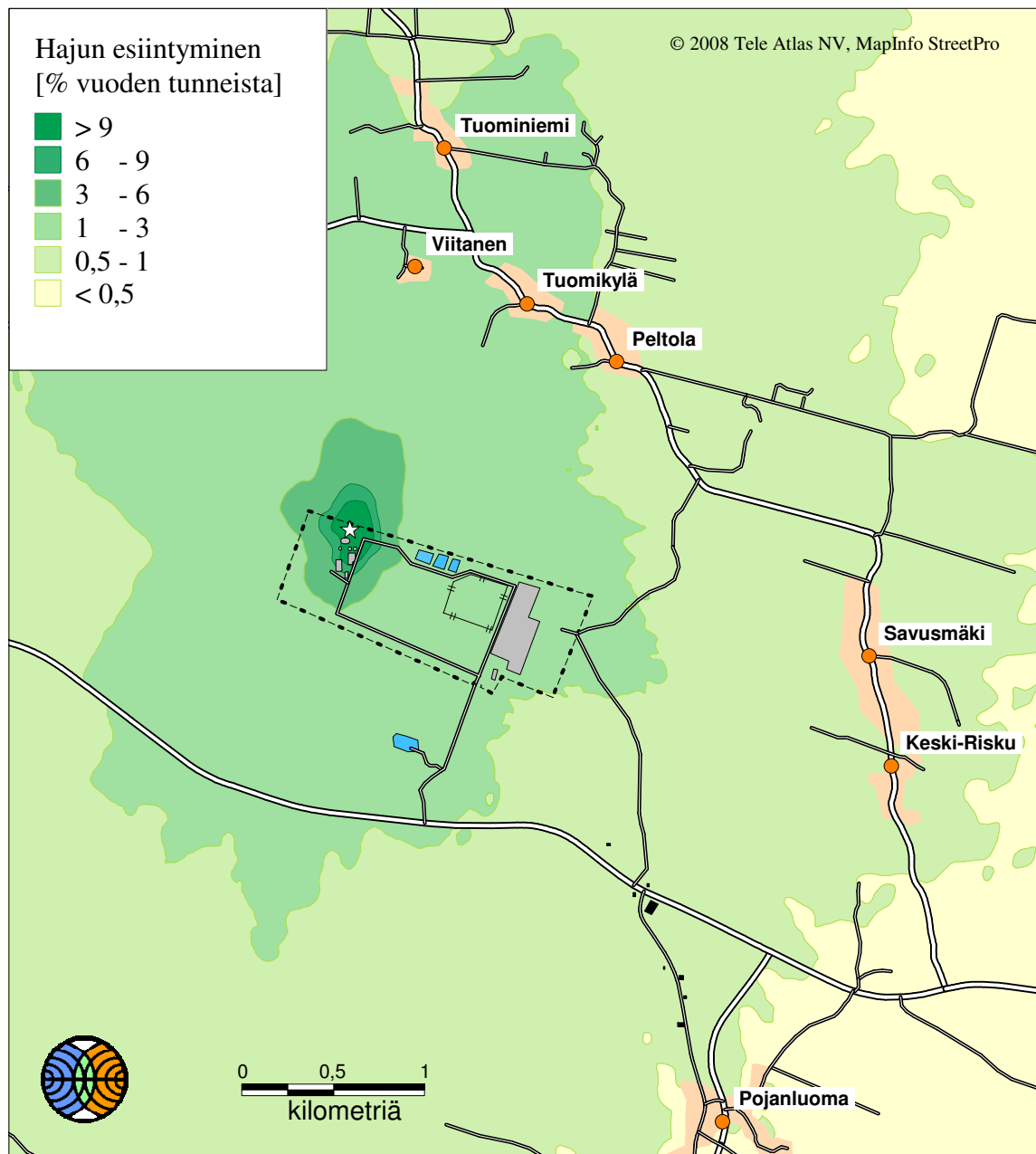
--- = jätehuoltokeskuksen rajat

—+— = jätetäytön rajat

Kuva 2. Lyhytaikaisen (30s) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunneista. Hajukynnys 3 hy/m<sup>3</sup>, selkeä tunnistettavissa oleva haju.

# LAKEUDEN ETAPIN JÄTEHUOLTOKESKUS

## Nykytilanne



Ilmatieteen laitos 2009

☆ = maksimi = 23 %

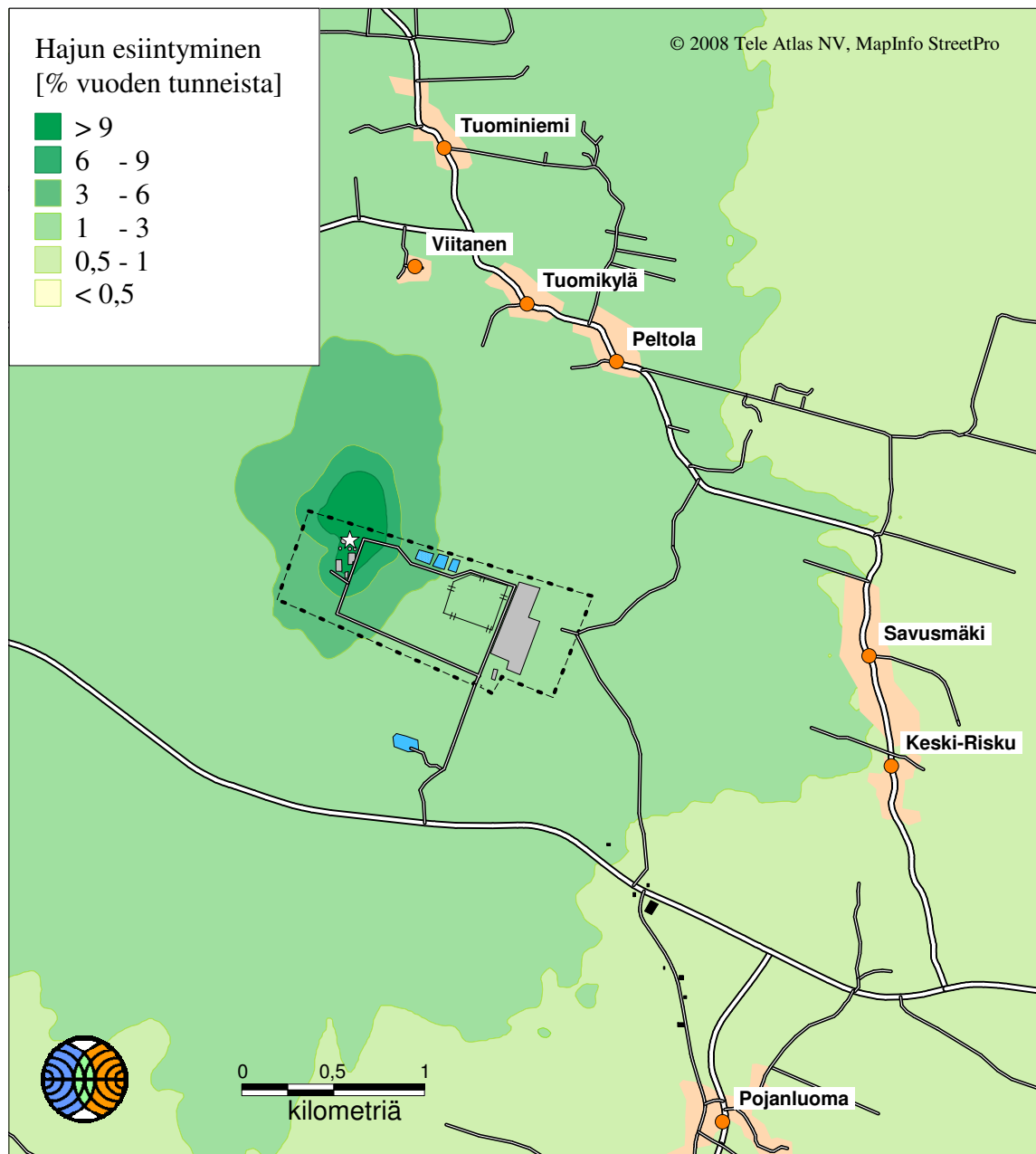
--- = jätehuoltokeskuksen rajat

—+— = jätetäytön rajat

Kuva 3. Lyhytaikaisen (30s) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunneista. Hajukynnys  $5 \text{ hy/m}^3$ , melko voimakas, tunnistettavissa oleva haju.

# LAKEUDEN ETAPIN JÄTEHUOLTOKESKUS

## Nykytilanne



Ilmatieteen laitos 2009

☆ = maksimi = 27 %

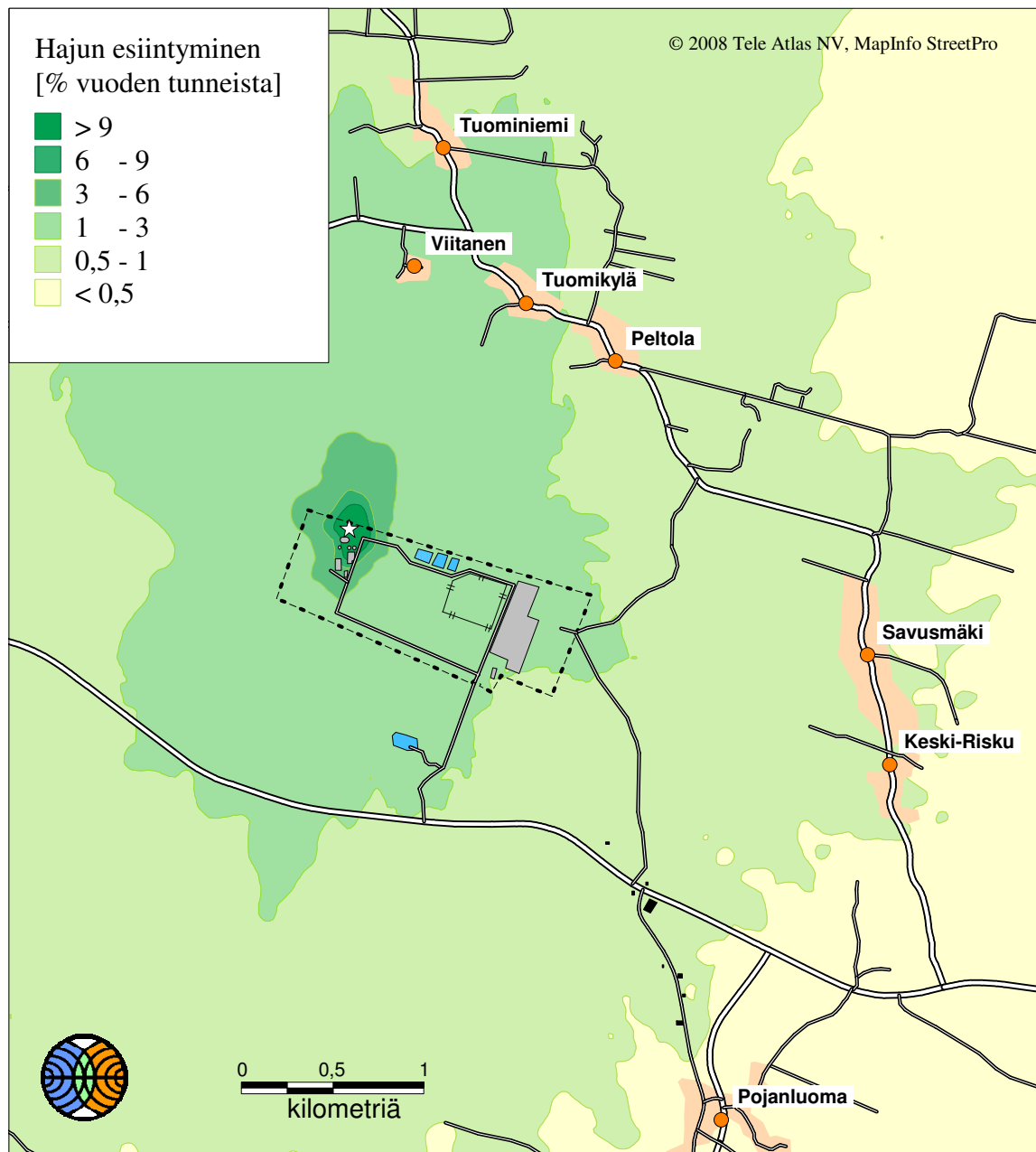
--- = jätehuoltokeskuksen rajat

— = jätetäytön rajat

Kuva 4. Pitkäaikaisen (1h) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunneista. Hajukynnys 1 hy/m<sup>3</sup>, 50 % ihmisistä aistii hajua, haju juuri aistittavissa.

# LAKEUDEN ETAPIN JÄTEHUOLTOKESKUS

## Nykytilanne



Ilmatieteen laitos 2009

☆ = maksimi = 22 %

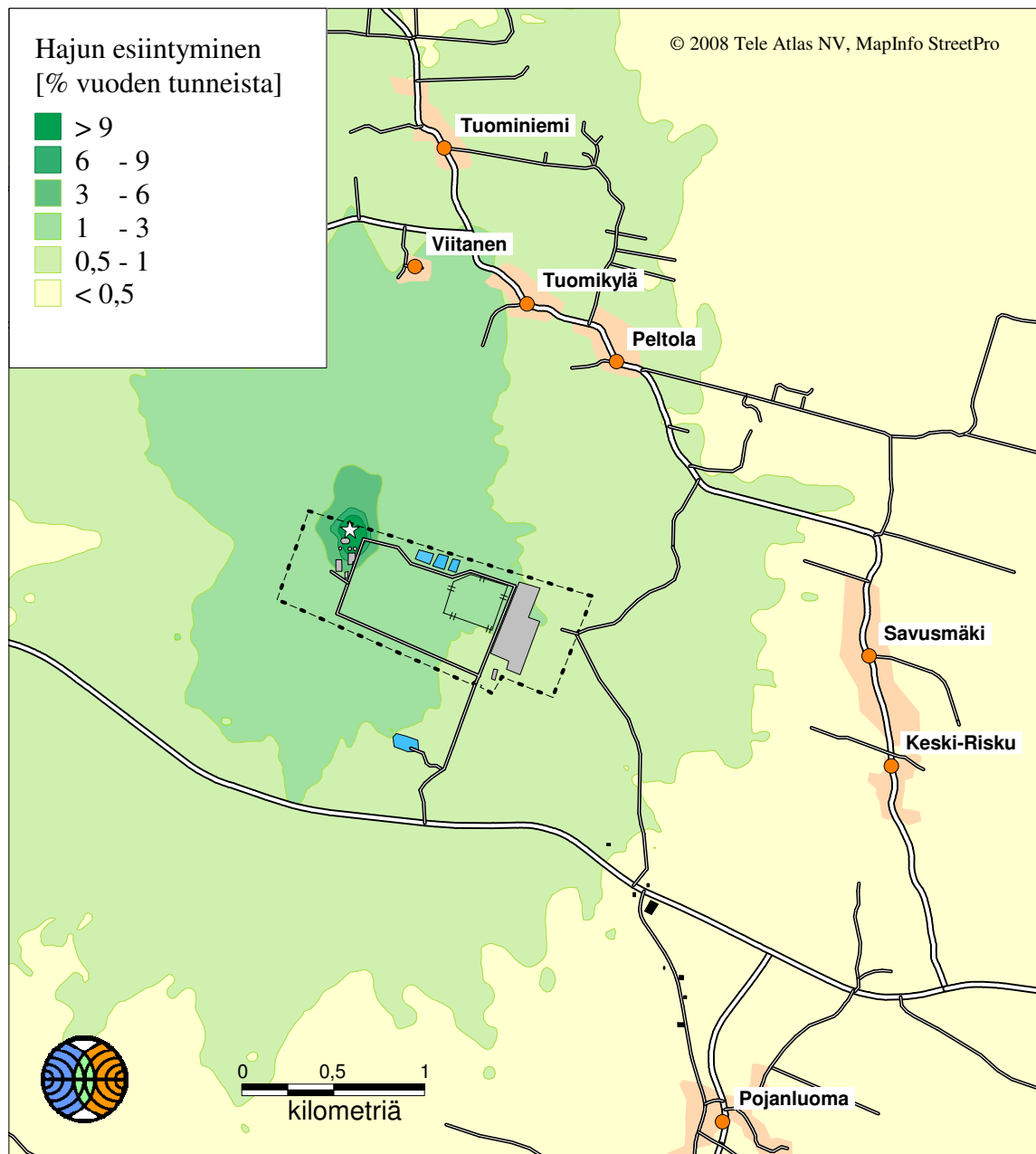
--- = jätehuoltokeskuksen rajat

—+— = jätetäytön rajat

Kuva 5. Pitkäaikaisen (1h) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunneista. Hajukynnys 3 hy/m<sup>3</sup>, selkeä tunnistettavissa oleva haju.

# LAKEUDEN ETAPIN JÄTEHUOLTOKESKUS

## Nykytilanne



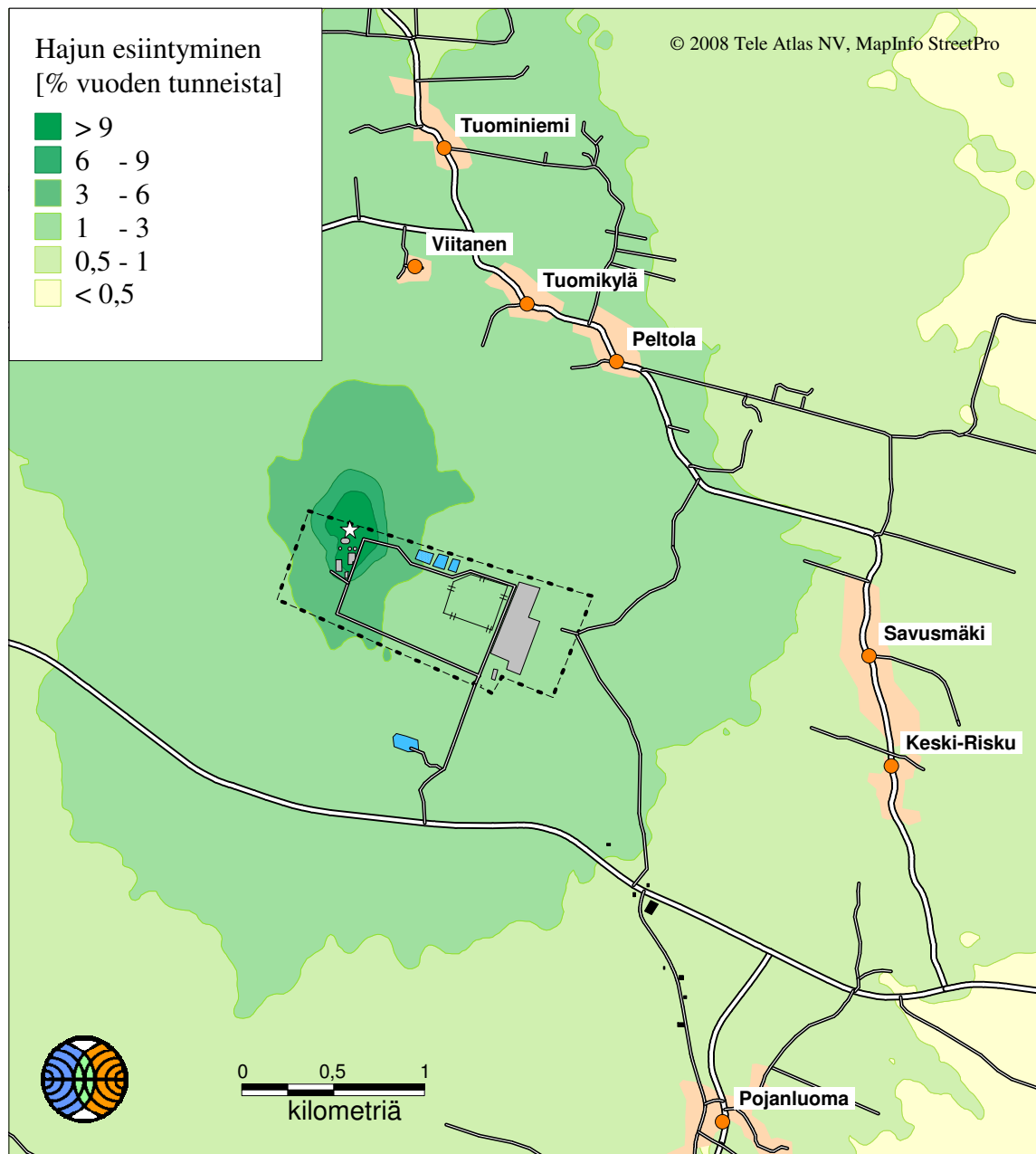
Ilmatieteen laitos 2009

- ☆ = maksimi = 20 %
- = jätehuoltokeskuksen rajat
- +--- = jätetäytön rajat

Kuva 6. Pitkäaikaisen (1h) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunneista. Hajukynnys  $5 \text{ hy/m}^3$ , melko voimakas, tunnistettavissa oleva haju.

# LAKEUDEN ETAPIN JÄTEHUOLTOKESKUS

## Oletustilanne



Ilmatieteen laitos 2009

☆ = maksimi = 25 %

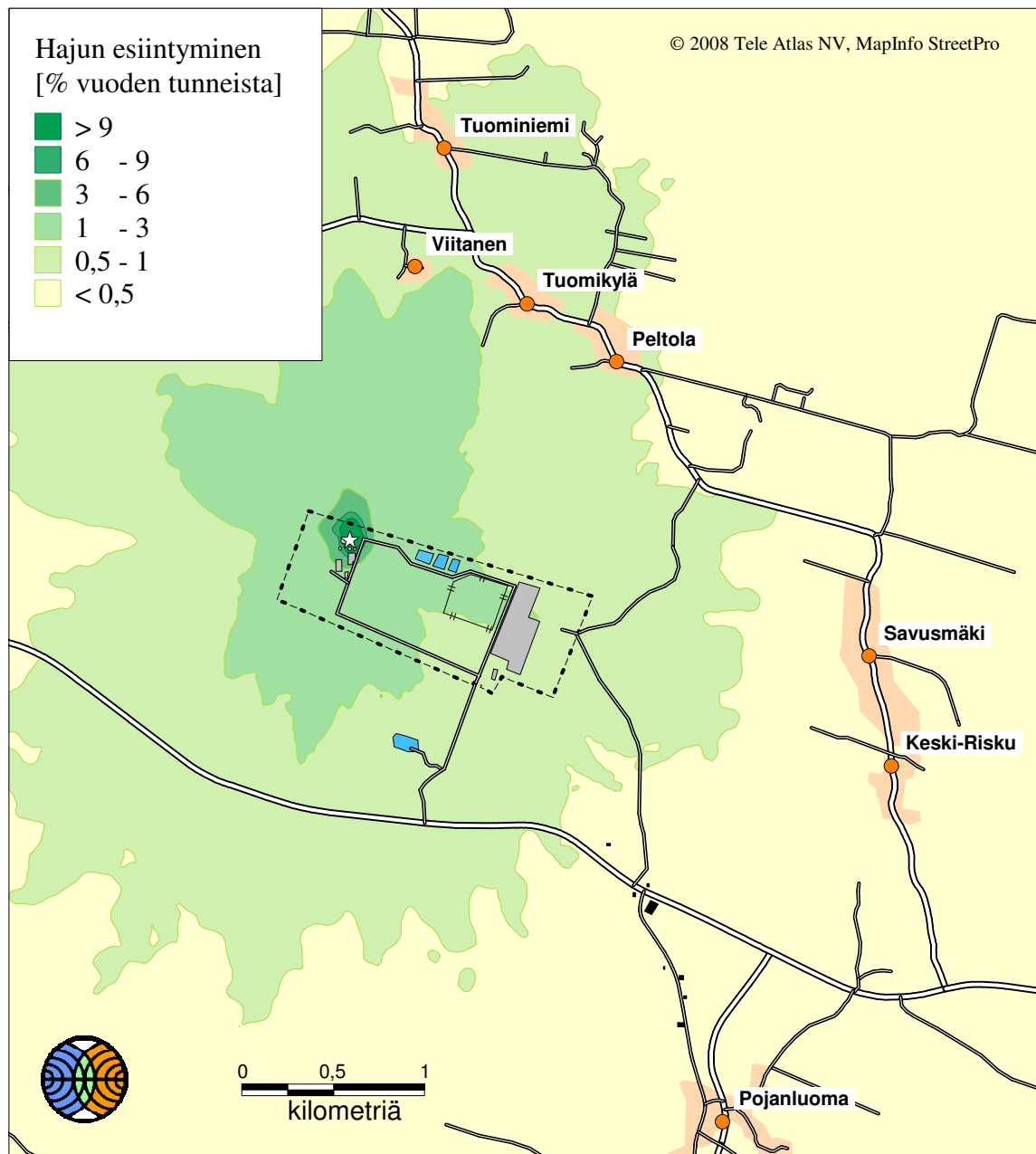
- - - = jätehuoltokeskuksen rajat

· · · = jätetäytön rajat

Kuva 7. Lyhytaikaisen (30s) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunneista. Hajukynnys 1 hy/m<sup>3</sup>, 50% ihmisistä aistii hajua, hajua juuri aistittavissa.

# LAKEUDEN ETAPIN JÄTEHUOLTOKESKUS

## Oletustilanne



Ilmatieteen laitos 2009

☆ = maksimi = 18 %

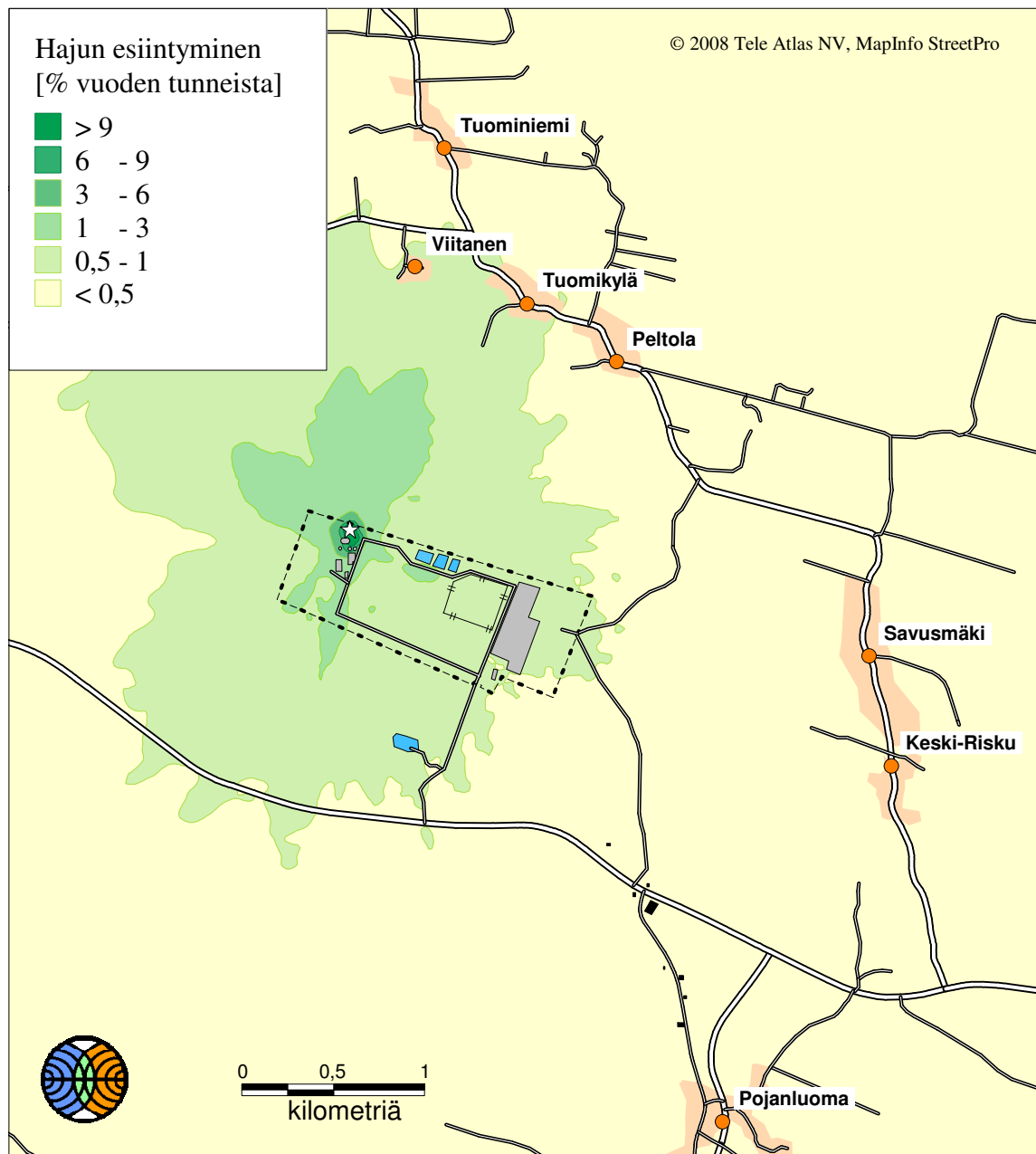
--- = jätehuoltokeskuksen rajat

—+— = jätetäytön rajat

Kuva 8. Lyhytaikaisen (30s) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunneista. Hajukynnys 3 hy/m<sup>3</sup>, selkeä tunnistettavissa oleva haju.

# LAKEUDEN ETAPIN JÄTEHUOLTOKESKUS

## Oletustilanne



Ilmatieteen laitos 2009

☆ = maksimi = 14 %

--- = jätehuoltokeskuksen rajat

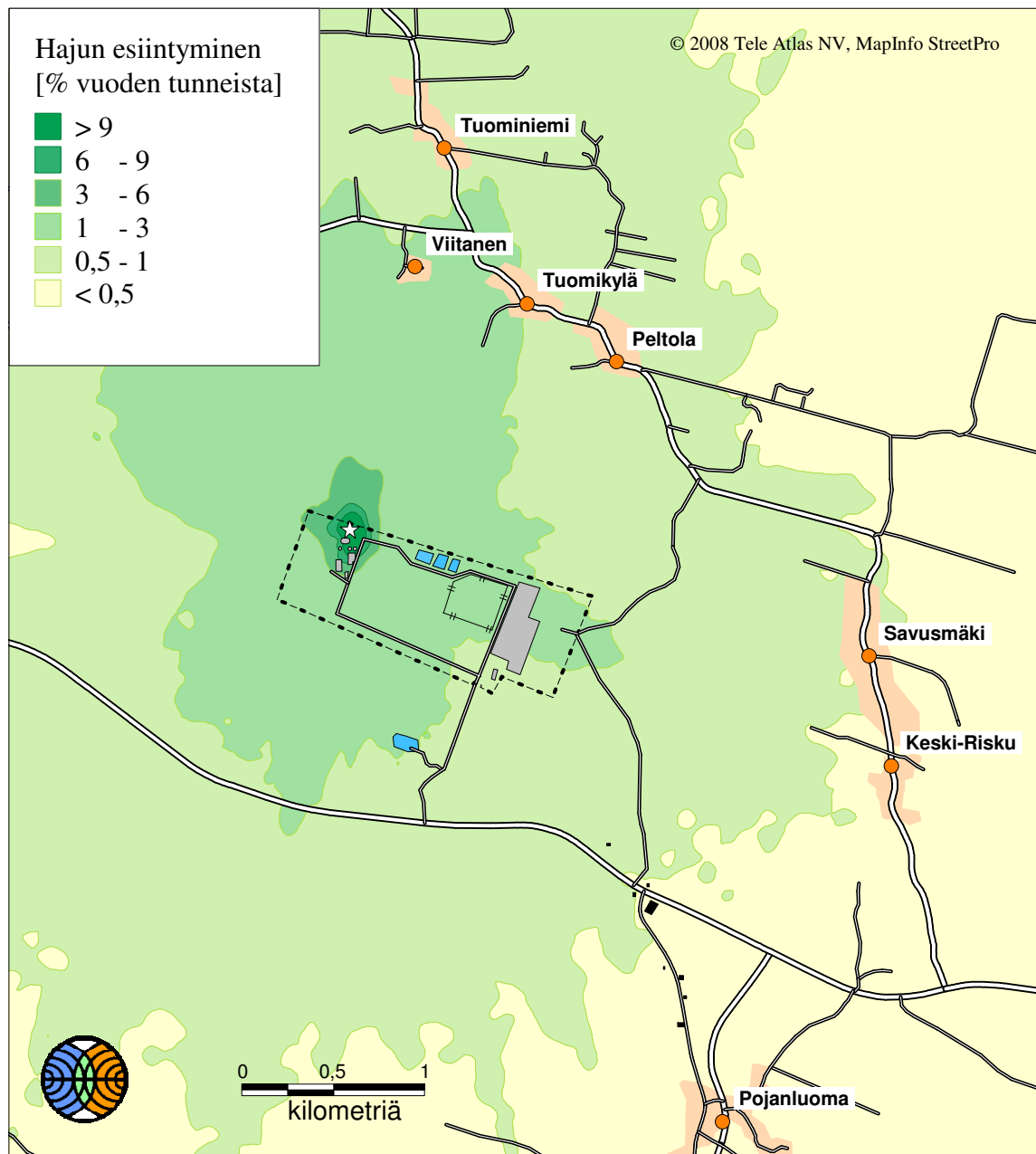
—+— = jätetäytön rajat

Kuva 9. Lyhytaikaisen (30s) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunneista. Hajukynnys  $5 \text{ hy/m}^3$ , melko voimakas, tunnistettavissa oleva haju.



# LAKEUDEN ETAPIN JÄTEHUOLTOKESKUS

## Oletustilanne



Ilmatieteen laitos 2009

☆ = maksimi = 20 %

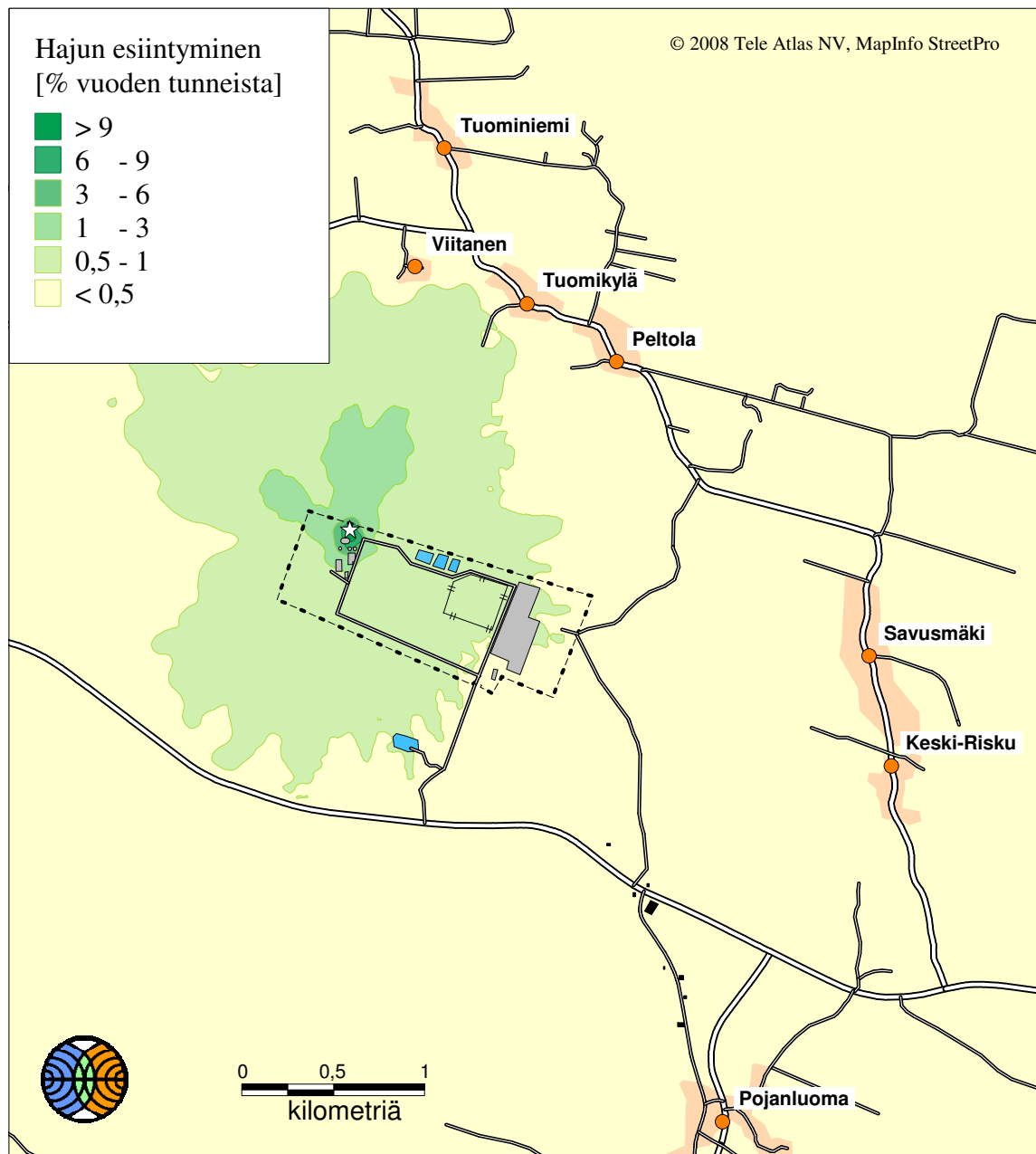
--- = jätehuoltokeskuksen rajat

— = jätetäytön rajat

Kuva 10. Pitkäaikaisen (1h) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunneista. Hajukynnys 1 hy/m<sup>3</sup>, 50 % ihmisistä aistii hajua, haju juuri aistittavissa.

# LAKEUDEN ETAPIN JÄTEHUOLTOKESKUS

## Oletustilanne



Ilmatieteen laitos 2009

☆ = maksimi = 10 %

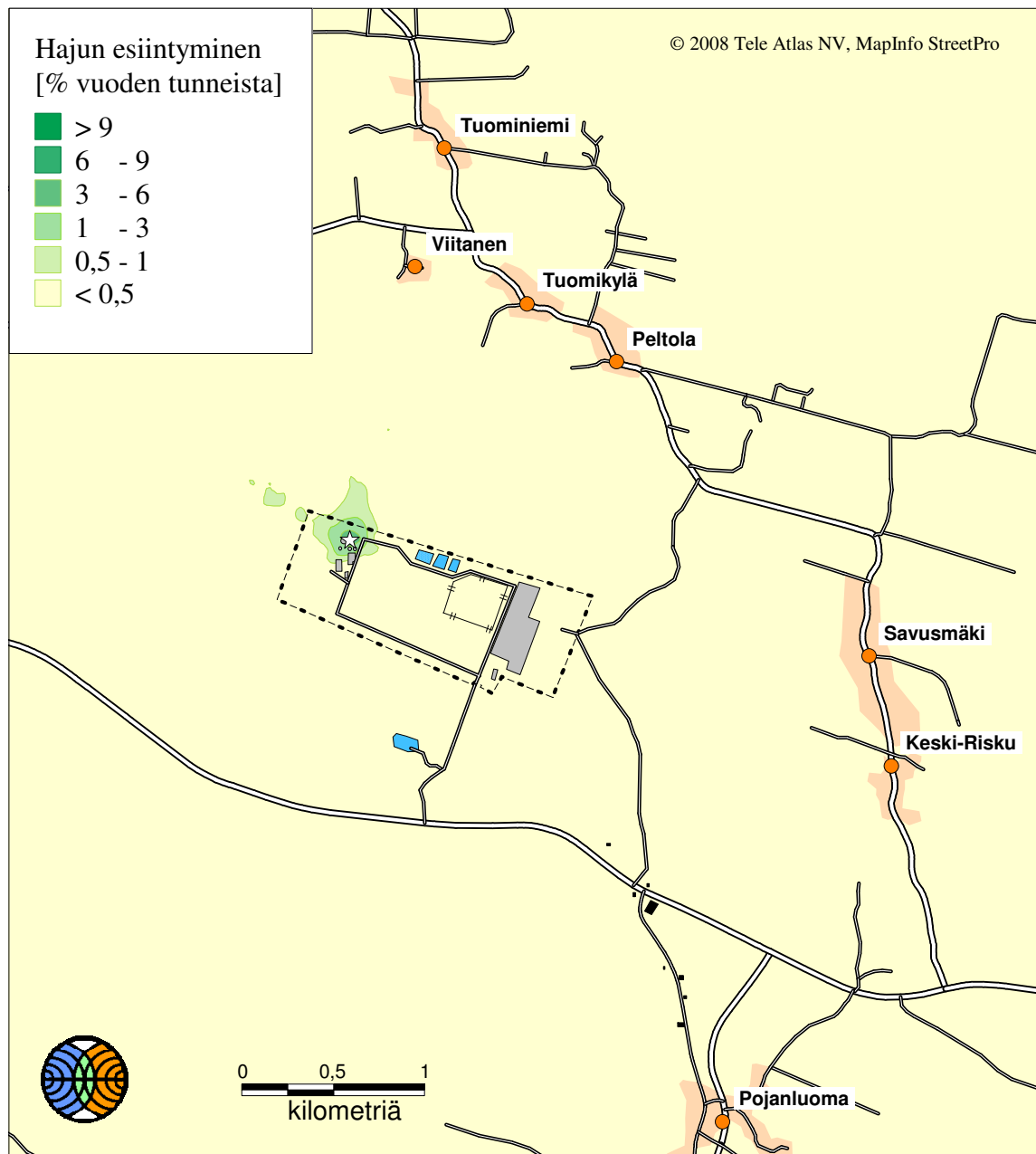
--- = jätehuoltokeskuksen rajat

— = jätetäytön rajat

Kuva 11. Pitkäaikaisen (1h) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunneista. Hajukynnys  $3 \text{ hy/m}^3$ , selkeä tunnistettavissa oleva haju.

# LAKEUDEN ETAPIN JÄTEHUOLTOKESKUS

## Oletustilanne



Ilmatieteen laitos 2009

☆ = maksimi = 6 %

--- = jätehuoltokeskuksen rajat

— = jätetäytön rajat

Kuva 12. Pitkäaikaisen (1h) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunneista. Hajukynnys  $5 \text{ hy/m}^3$ , melko voimakas, tunnistettavissa oleva haju.



Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut

PL 503

00101 HELSINKI

puh. (09) 19291

[ilmanlaatupalvelut@fmi.fi](mailto:ilmanlaatupalvelut@fmi.fi)

Air quality expert services

P.O.Box 503

FIN-00101 HELSINKI

tel. +358 9 19291

[airquality.services@fmi.fi](mailto:airquality.services@fmi.fi)

[www.fmi.fi](http://www.fmi.fi)



ILMATIETEEN LAITOS  
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE