

KANGASALAN KUNTA

SAHALAHDEN PAKKALAN KYLÄN BROILERIKASVATTAMOIDEN JA
SIKALOIDEN HAJUPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISMALLILASKELMAT

Katja Lovén

Harri Pietarila



ILMATIETEEN LAITOS
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

KANGASALAN KUNTA

**SAHALAHDEN PAKKALAN KYLÄN BROILERIKASVATTAMOIDEN JA
SIKALOIDEN HAJUPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISMALLILASKELMAT**

**Katja Lovén
Harri Pietarila**

**ILMATIETEEN LAITOS – ILMANLAADUN ASiantuntijapalvelut
Helsinki 16.6.2008**

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	3
2	TUTKIMUSMENETELMÄT	4
2.1	Hajuyhdisteiden leviämismalli ODO-FMI	4
2.2	Meteorologiset tiedot	6
3	TUTKIMUKSEN SUORITUS	9
3.1	Päästötiedot.....	9
3.2	Leviämislaskelmat	12
3.3	Hajujen ohjearvosuosituksia.....	13
4	TULOKSET	14
5	TULOSTEN ARVIOINTI.....	16
6	YHTEENVETO	18
	VIITELUETTELO.....	21

LIITTEET

LIITEKUVAT

1 JOHDANTO

Tutkimuksessa arvioitiin leviämismallilaskelmilla Sahalahden Pakkalan kylän broileri- ja sikalatuotannon aiheuttamia hajuvaikutuksia Sahalahden yleiskaavoitusalueella. Hajujen leviämistä arvioitiin 10 broilerikasvattamon ja 2 sikalan hajupäästöjen osalta.

Hajujen leviämislaskelmat tehtiin Ilmatieteen laitoksella kehitetyllä hajuyhdisteiden leviämismallilla (ODO-FMI). Mallilaskelmien tuloksena saadaan aluejakauma hajun esiintyvyydestä. Tulokset on ilmoitettu hajufrekvensseinä eli niiden tuntien prosentuaalisena osuutena vuoden tunneista, joina hajupitoisuus ylittää tarkastellun hajukynnyksen. Laskelmissa tarkasteltiin sekä lyhytaikaisten (30 s) että pitkäaikaisten (1h) hajutilanteiden esiintymistä.

Mallilaskelmat tehtiin $7,5 \text{ km} \times 7,5 \text{ km}$ alueelle 7 877 laskentapisteeseen maanpintatasolle. Laskentapisteidien tiheys oli pienimmillään 50 metriä ja alueen reunoilla suurimmillaan 100 metriä. Meteorologisina tietoina käytettiin tutkimusaluetta lähimpänä sijaitsevien kolmen sääaseman etäisyyspainotettua tunneittaista yhdistelmäaineistoa vuosilta 2004–2006.

Mallilaskelmien lähtötietoina käytettiin Nab Labs Oy:n tätä hajuarviointia varten 5-6.11.2007 kahdella eri tilalla suorittamia broilerikasvattamon ja sikalan hajumittaustuloksia, Kangasalan kunnan kokoamia, tilojen omistajien ilmoittamia teknisiä tietoja tilojen ilmanpoistoista ja eläinmääristä sekä edellä mainittuihin tietoihin perustuvia arvioita tilakohtaisista hajupäästöistä.

Tutkimuksen tilaaja Kangasalan kunta toimitti tutkimuksessa käytetyn Sahalahden alueen kartta-aineiston sekä tilojen tekniset tiedot.

2 TUTKIMUSMENETELMÄT

2.1 Hajuyhdisteiden leviämismalli ODO-FMI

Hajuyhdisteiden leviämismalli (ODO-FMI) on Ilmatieteen laitoksen kaupunkimallin erikoissovellutus. Mallilla voidaan kuvata hyvin lyhytaikaiset, jopa alle minuutin hajupitoisuustilanteet. Päästöjen leviämiseen saattavat vaikuttaa meteorologian lisäksi ilmavirtauksia häiritsevät kohteet, kuten päästölähdettä ympäröivät rakennukset tai korkea puusto, itse lähteen ominaisuudet ja lähimaasto (RANTAKRANS, 1995).

Kaupunkimalli ja hajuyhdisteiden leviämismalli laskevat epäpuhtauspitoisuuden tuntikeskiarvoja sillä oletuksella, että meteorologinen tilanne ja päästö pysyvät vakioina tunnin ajan. Laskenta etenee tunnin aika-askeleella kunnes koko meteorologisten tietojen aikasarja ja päästötietojen aikasarja on käyty läpi. Hajuyhdisteiden leviämismallilla voidaan lisäksi kuvata hyvin lyhytaikaiset, jopa alle minuutin pitoisuudet. Tätä varten hajumalliin on sisällytetty pistelähteiden käsittelyyn ns. mutkittelumenetelmä. Menetelmässä oletetaan, että poistokaasuvanan mutkittelusta aiheutuu hetkestä toiseen vaihteleva pitoisuusaikasarja, joka koostuu 0,5 minuutin jaksoista tunnin mittaisessa otoksessa. Kutakin 0,5 minuutin pitoisuusarvoa vastaa jokin kaasuviuhkan akselin sijainti poikittais- tai pystysuunnassa keskimääräiseen ilmavirtaukseen nähden.

Hajuhavainto määrittellään kullekin yhdisteelle tai useasta yhdisteestä muodostuvalle seokselle sen hajukynnysarvolla, joka on se yhdisteen tai seoksen pitoisuus, jossa 50 % ihmisistä aistii hajua. Tämä perushajukynnys on hajupitoisuutena yksi hajuyksikkö ilmaukuutiometrissä (tässä merkitty hy/m^3). Hajukynnys voidaan määrittää myös eri yhdisteiden pitoisuutena, jolloin yksikkönä on mikrogrammaa ilmaukuutiometrissä ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Tietyn yhdisteen tai useasta yhdisteestä muodostuvan seoksen hajukynnys vaihtelee eri ihmisillä mm. sen mukaan, kuinka kauan hajulle on altistuttu tai kuinka puhdasta jokin yksittäinen aistittava yhdiste on. Päästöissä voi esiintyä useita hajuja aiheuttavia yhdisteitä, jolloin hajumallissa tarvittavaa hajukynnyspitoisuutta ei aina voida yksikäsitteisesti määrittää. Tällöin leviämislaskelmat voidaan suorittaa käyttämällä esimerkiksi seoksen herkimmin haisevan kaasun hajukynnyspitoisuutta tai tarkastelemalla erikseen kutakin hajua aiheuttavaa yhdistettä. Todenmukaisempi kuva hajusta

saadaan, jos hajuyhdisteiden leviämismallia sovellettaessa on käytettävissä päästöjen hajuyksikkömäärittämiä.

Hajupitoisuusmääritykset päästökohteista tehtiin olfaktometrillä. Hajupitoisuus tarkoittaa sitä laimennuskertojen lukumäärää, joilla näytekaasu on laimennettava, jotta 50 % hajupaneelin jäsenistä ei tunnista näytevirrassa hajua.

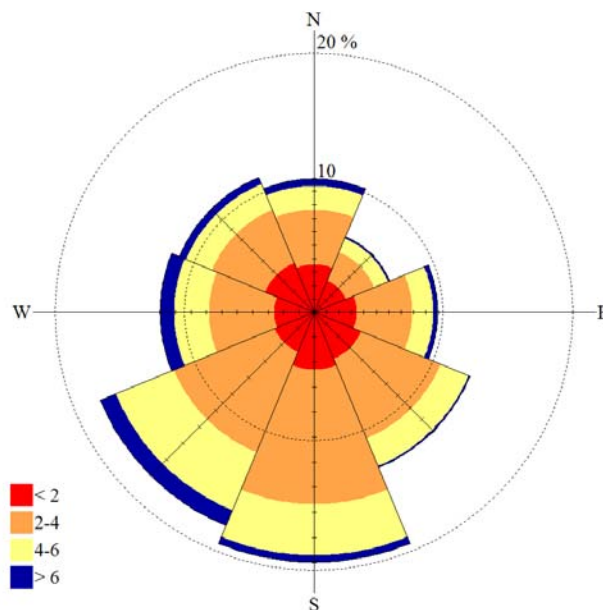
Kun tunnetaan lähteen päästöissä esiintyvän yhdisteen tai seoksen hajukynnys, voidaan hajuyhdisteiden leviämismallilla arvioida, milloin kynnysarvo saavutetaan eri etäisyyksillä lähteestä tietyissä meteorologisissa olosuhteissa. Erisuuruisia hajukynnyksiä voidaan käyttää kuvaamaan hajun voimakkuutta ja miellyttävyydestä. Hajukynnys 1 hy/m^3 tarkoittaa siis hajua, jonka puolet ihmisistä eli hajupitoisuusmäärityksissä puolet olfaktometrin koehenkilöistä (hajupaneelistista) aistii. Olfaktometrin koehenkilöiksi pyritään yleensä valitsemaan henkilöitä, joilla on normaali hajuaisti. Hajun aiheuttaja ei ole pitoisuudessa 1 hy/m^3 vielä välttämättä tunnistettavissa. Hajukynnyksillä 3 ja 5 hy/m^3 kuvataan selkeää hajua, jonka lähde on tunnistettavissa. (SFS-EN 13725).

Pitoisuudet laskettiin tutkimusalueella peittävään tulostuspisteikköön maanpintatasolle. Mallilaskelmien tuloksena saadaan aluejakauma hajun esiintyvyydestä. Tulokset ilmoitetaan hajufrekvensseinä, eli niiden tuntien prosentuaalisena osuutena vuoden tunteista, 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 h) hajun esiintymistä. Yleensä mallilaskelmissa käytetään kolmen vuoden tunneittaisen arvojen meteorologista aikasarjaa. Hajufrekvenssit lasketaan erikseen kullekin tarkasteluvuodelle ja tuloksina esitetään näistä määritetty keskiarvo.

2.2 Meteorologiset tiedot

Ilman epäpuhtauksien leviäminen tapahtuu pääosin ilmakehän alimmassa osassa, jota kutsutaan rajakerrokseksi. Rajakerroksen korkeus on Suomessa tyypillisesti alle kilometri, mutta varsinkin kesällä se voi nousta yli kahteen kilometriin. Päästöjen leviämisen kannalta keskeisiä meteorologisia muuttujia ovat tuulen suunta ja nopeus, ilmakehän stabiilisuutta kuvaava suure ja sekoituskorkeus.

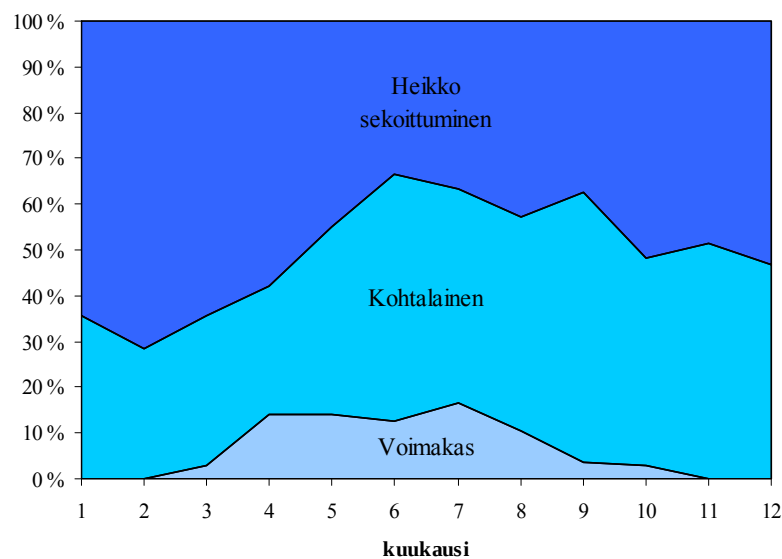
Tutkimuksen meteorologisia tietoina käytettiin tutkimusalueella lähimpänä sijaitsevien Tampere Siilinkarin sääaseman, Tampere-Pirkkalan ja Jämsän Hallin lentosääasemien etäisyyspainotettua tunneittaista yhdistelmäaineistoa vuosilta 2004–2006. Tarvittavat auringonpaistetiedot saatiin Tampere-Pirkkalan lentosääaseman säteilymittausaineistosta ja sekoituskorkeuden määrittämiseen käytettiin Jokioisten observatorion radioloustaushavaintoja. Kuvassa 1–3 on esitetty tuulen suunta- ja nopeusjakaumat sekä sekoituskorkeus- ja voimakkuus tutkimusalueella vuosina 2004–2006.



Kuva 1. Tuulen suunta- ja nopeusjakauma tutkimusalueella vuosina 2004–2006.

Tuulensuuntien ja -nopeuksien suhteellinen jakautuminen tuuliaineistossa on esitetty tuuliruusuna kuvassa 1. Prosenttiarvo ympyrän kehällä kuvaa kunkin tuulensuunnan (suuntasektorin = mistä tuuli puhaltaa) osuutta koko aineistosta. Nopeusjakauma kunkin

suuntasektorin sisällä on esitetty neljään nopeusluokkaan luokiteltuna (prosenttiasteikot sektoreiden sisällä 10 %:n välein). Tehdyn tilastollisen tarkastelun mukaan tutkimusalueella vallitsevia ovat etelätuulet, joiden osuus koko aineistosta on noin 20 %. Vähiten esiintyi idän ja koillisen puoleisia tuulia, joiden osuus oli alle 10 % kaikista tuulista. Voimakkaita tuulia (yli 6 m/s) esiintyi eniten lounaan ja lännen puoleisilla tuulilla. Edellä esitetyt tuulen nopeustiedot kuvaavat olosuhteita 10 metrin korkeudella maan pinnasta.

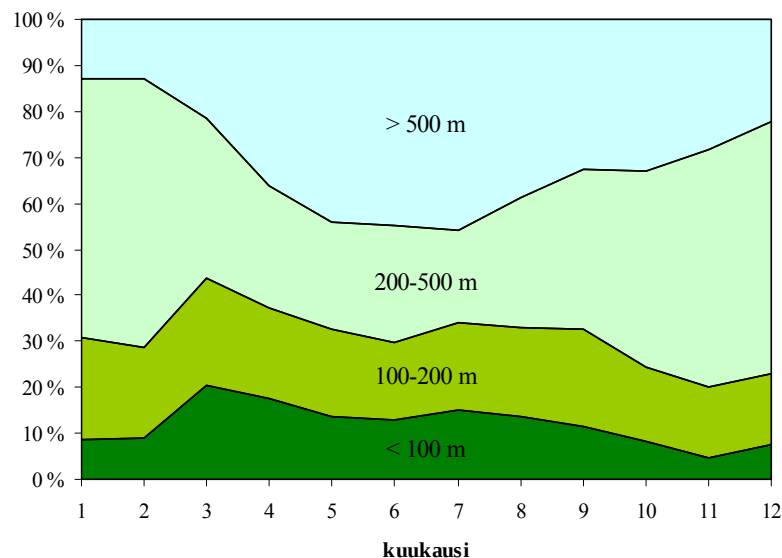


Kuva 2. Sekoitusvoimakkuuden esiintyminen tutkimusalueella vuosina 2004–2006.

Sekoitusvoimakkuuden ja sekoituskorkeuden kuukausittainen esiintymistajuuus vuosina 2004–2006 on esitetty liitekuvilla 2–3. Sekoitusvoimakkuudet on luokiteltu karkeasti kolmeen luokkaan: voimakas, kohtalainen ja heikko sekoittuminen. Voimakasta sekoittumista (labiileja tilanteita) esiintyy eniten kesällä, jolloin päiväaikaan maanpinnan lämpeneminen aiheuttaa alimpaan ilmakerrokseen turbulenttista pyörteisyyttä. Labiileissa tilanteissa esiintyvät epäpuhtauspitoisuudet ovat pääsääntöisesti pieniä, mutta pitoisuudet voivat lyhytaikaisesti kohota myös korkeiden päästökohteiden lähellä. Labiilien tilanteita on talvella vähän tai ei ollenkaan. Heikkoa sekoittumista (stabiileja tilanteita) esiintyy eniten tammi- ja maaliskuussa, jolloin niiden suhteellinen osuus oli yli 60 %. Stabiileissa tilanteissa maanpinnan tuntumassa esiintyvät ilman epäpuhtauspi-

toisuudet voivat kohota voimakkaasti varsinkin matalalta lähtevien päästöjen vaikutuksesta.

Sekoituskerroksen korkeus määrää pystysuunnassa päästöjen laimenemistilavuuden rajan. Matalat sekoituskorkeudet liittyvät maanpinnan tuntumassa oleviin inversioihin, jolloin maanpinnan lähellä oleva kylmempi ilmakerros jää sitä ylempänä olevan lämpimämmän ilman alle. Tällöin sekoittuminen korkeussuunnassa tiettyä rajaa korkeammalle estyy ja maanpintapitoisuudet voivat kohota voimakkaasti matalien lähteiden vaikutuksesta. Matalia, alle 100 ja alle 200 metrin sekoituskorkeuksia esiintyy tässä tutkimuksessa käytetyssä meteorologisessa aineistossa runsaasti etenkin maalis- ja huhtikuussa (ks. kuva 3). Yli 500 metrin sekoituskorkeus ei enää vaikuta merkittävästi pitoisuuksien kohoamiseen lähileviämisen mittakaavassa. Talvella sekoituskorkeus yltää melko harvoin yli 500 metriin.



Kuva 3. Sekoituskorkeuden esiintyminen tutkimusalueella vuosina 2004–2006.

3 TUTKIMUKSEN SUORITUS

3.1 Päästötiedot

Leviämislaskelmat tehtiin Sahalahden Pakkalan kylän broileri ja sikalatuotannon aiheuttamille hajupäästöille Sahalahden yleiskaavoitusalueella. Pakkalan kylässä kahden kilometrin säteellä sijaitsee 10 broilerikasvattamoja ja kaksi sikalaa sekä muuta asutusta vaihtelevasti. Eläintuotannosta vapautuu hajupäästöjä eläinrakennusten ilmanvaihdon poistojen kautta, lietesäiliöistä ja lantavarastoista sekä lannan levityksestä. Mallilaskelmissa huomioitiin vain rakennusten ilmanpoistojen kautta vapautuvat hajupäästöt, jotka käsiteltiin pistelähteinä. Tilojen sekä asutuksen sijainti tutkimusalueella on esitetty liitteessä 2.



Kuva 4. Ilmakuvia Sahalahden Pakkalan kylästä. Kuvat vuodelta 2006.

Kullekin tarkastelulle tilalle määritettiin päästöt perustuen Nablabs Oy:n tätä tutkimusta varten tekemiin hajumittauksiin marraskuussa 2007 (mittausraportti liitteessä 1) ja tilojen ilmoittamiin eläinmääriin. Päästöjen arvioinnissa huomioitiin myös vuonna 2006 julkaistussa tutkimusraportissa oleva tietoa broileritilojen ilmastoinnin ohjauksesta (liite 3) (ARNOLD, 2006). Hajupäästömittaukset suoritettiin kahdella tilalla, joista toinen oli broilerikasvattamo ja toinen sikala. Broileritilan linnut olivat mittaushetkellä 31 ja 32 vuorokautta vanhoja (mittaukset tehtiin kahdesta eri kasvatusosastosta) ja siat kasvatusjaksonsa puolivälissä. Mallilaskelmin tarkasteltiin kaikkiaan 10 broileritilan ja 2 sikalan eläintuotannon aiheuttamia hajupäästöjä. Muiden kuin mitattujen tilojen päästöt arvioitiin tarkasteltua tilaa parhaiten edustavan mittaustuloksen, poistojen lukumäärän ja tilojen eläinmäärien suhteen perusteella. Taulukossa 1 on esitetty tilakohtaiset eläinmäärät, poistojen lukumäärä sekä arvio hajupäästöstä kesällä ja talvella. Broilerikasvattamoiden hajupäästö kuvaa maksimihajupäästöä kasvatuskauden loppupuolella kun taas sikaloiden päästö kuvaa keskimääräistä hajupäästöä kasvatusjakson puolivälissä.

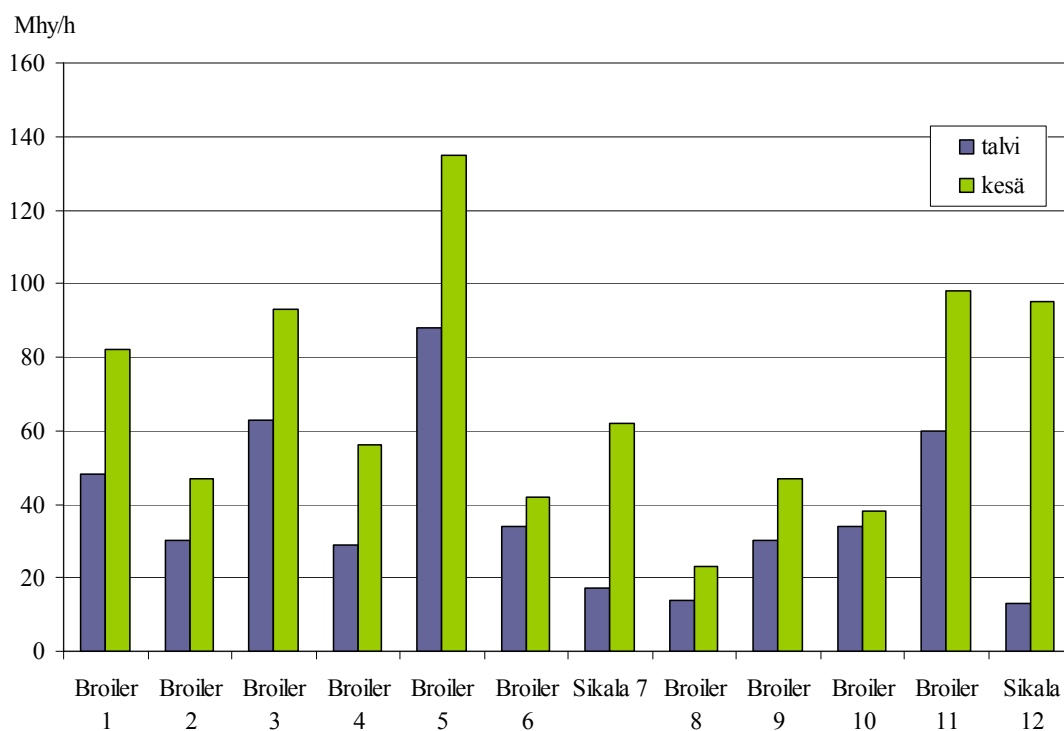
Taulukko 1. Mallilaskelmissa tarkasteltujen tilojen eläinmäärä-, poisto- ja päästö määrätietoja.

Tila	eläinmäärä lintua tai sikaa kpl	Poistoja kpl	Hajupäästö	
			talvi Mhy/h	Kesä Mhy/h
Broiler 1	83 000	30	48	82
Broiler 2	36 000	22	30	47
Broiler 3	119 500	37	63	93
Broiler 4	35 000	14	29	56
Broiler 5	117 000	42	88	135
Broiler 6	26 000	14	34	42
Sikala 7	610	7	17	62
Broiler 8	28 500	18	14	23
Broiler 9	72 000	30	30	47
Broiler 10	24 000	15	34	38
Broiler 11	110 000	36	60	98
Sikala 12	520	14	13	95

Broilerikasvattamoiden osalta mallilaskelmissa huomioitiin vain rakennusten ilmanpoistojen päästöt, jotka mallinnettiin pistelähteinä. Pistelähteitä oli tilasta riippuen 14–42 kappaletta. Broilertilojen päästöt mallinnettiin käyttäen apuna ilmaston ohjauskäyrää (liite 3) joka sovitettiin saatuihin mittaustuloksiin (*ARNOLD 2006*). Koska broileritilojen ilmanvaihtotarve määräytyy lintujen kasvatuspäivän sekä ulkoilman lämpötilan mukaan, mallilaskelmissa oletettiin tilojen päästöjen olevan vakio aina vuorokauden kerrallaan ja päästön olevan riippuvainen kasvatusjakson päivästä. Kasvatusjakson pituus on tyypillisesti 31–35 vuorokautta. Kasvatusjakson välillä tila on tyhjillään noin 14 vuorokautta, jolloin hajupäästöjä ei oleteta syntyvän. Kaikkien tutkimuksessa mukana olleiden tilojen oletettiin olevan eri kasvatusvaiheessa. Mallilaskelmissa vuosi jaettiin kesä (touko-lokakuu) ja talvikauteen (marras-huhtikuun), jolloin määrätty määrä ilmanvaihtoon käytettyjä poistoja on käytössä. Kesällä poistoja on käytössä enemmän kuin talvella. Kaikki tutkimuksen broileritilat käyttävät kuivikkeenaan turvepohjaa.

Sikaloiden pistemäisten päästölähteiden (rakennusten ilmanpoistot) hajupäästöt on mallinnettu mittaustulosten mukaan niin, ettei niiden päästö ole riippuvainen kasvatusjakson päivästä kuten broilereilla. Tätä tutkimusta varten Nab Labs Oy:n yhdessä sikalassa kasvatusjakson puolivälissä tehdyn hajupäästömittauksen tulos edustaa mallilaskelmia varten arvioitua päästötasoa koko kasvatusjakson aikana. Myös sikaloitten osalta on huomioitu, että useampia poistoja on käytössä kesäisin talveen verrattuna, jolloin tilojen kokonaispäästöt ovat kesäisin talvea korkeammat. Lihasikojen kasvatusjakso on keskimäärin 100–120 vuorokautta. Tutkimuksessa mukana olleiden sikaloitten lannankeräysjärjestelmät poikkesivat toisistaan. Erilaisten lannankeräysjärjestelmien mahdollista vaikutuksia hajupäästöihin ei mallilaskelmissa huomioitu.

Mallilaskelmissa ei huomioitu lietteen/lannan varastointia tai käsittelyä.



Kuva 5. Tilojen ilmanpoiston aiheuttamat hajupäästöt kesällä ja talvella, 13–135 Mhy/h

3.2 Leviämislaskelmat

Mallilaskelmat tehtiin $7,5 \text{ km} \times 7,5 \text{ km}$ alueelle 7 877 laskentapisteesen maanpintatasolle. Laskentapisteidien tiheys oli pienimillään 50 metriä ja alueen reunoilla suurimmillaan 100 metriä.

Leviämislaskelmat tehtiin kolmella erilaisella hajukynnyksellä: 1 hy/m^3 , 3 hy/m^3 ja 5 hy/m^3 . Hajukynnys 1 hy/m^3 kuvaa tilannetta, jossa 50 % ihmisistä aistii hajua, mutta hajun aiheuttaja ei ole vielä välttämättä tunnistettavissa. Hajukynnyksillä 3 ja 5 hy/m^3 kuvataan selkeää hajua, jonka lähde on tunnistettavissa. Laskelmissa määritettiin sekä lyhytaikaisen (30 s) että pitkäaikaisen (1 h) hajun esiintyminen.

Hajuyhdisteiden leviämismallilla tarkastellaan yleensä lyhytaikaisen 0,5 minuutin hajun pitoisuuksia tunnin otoksessa. Tämä merkitsee sitä, että hajumallilaskelmissa tarkasteltava vuoden tunti rekisteröityy ns. hajutunniksi jo puoli minuuttia kestävän hajukynnyksen ylitysjaksan esiintyessä, eli hajutunnin aikana ei tarvitse haista koko tuntia yhtäjaksoi-

sesti. Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin myös pitkäaikaisen hajun esiintymistä. Pitkäaikaisen hajun tarkasteluissa tunti rekisteröityy hajutunniksi vasta kun hajupitoisuuden tuntikeskiarvo ylittää hajukynnyksen, ts. hajutunnin aikana haisee käytännössä yhtäjaksoisesti koko tunnin ajan. Korkeimpien hajufrekvenssiarvojen alueiden muodostumiseen vaikuttavat tutkimusalueen pitkän ajan tuulensuuntajakauma sekä eri päästölähteiden yhteisvaikutus tietyissä meteorologisissa olosuhteissa.

Leviämislaskelmien tuloksina on liitekuvisa 1–5 esitetty eri hajupitoisuuksien hajufrekvenssien aluejakaumat. Aluejakaumakuvisa on tulostusalueen korkeimpien hajufrekvenssien sijaintipaikat merkitty valkoisilla tähdillä. Maksimin numeroarvo (prosentteja vuoden tunneista) on luettavissa oikealta aluejakaumakuvan alapuolelta.

3.3 Hajujen ohjearvosuosituksia

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. Laitosta, jonka aiheuttama hajukuorma ei ylitä 2 %:a kokonaisajasta, ei pidetä alueen kokonaishajukuorman kannalta merkityksellisenä (ANONYMI, 1993). Tanskassa ympäristöviranomaiset ovat vuonna 2002 ottaneet käyttöön minimietäisyysmääräyksen, jonka mukaan yli 250 eläinyksikön tilan ja yli 8 asuintaloa käsittävän asuinalueen väliin tulee jäädä vähintään 300 metrin minimietäisyys (VANGSBO MADSEN, 2008). Eläinyksikkö perustuu eläintyyppin lannan fosforimäärään. Lihasioille on annettu kerroin 1 ja kanoille 0,02 (ARNOLD, 2006).

Suomessa on tehty tutkimus niistä muuttujista, jotka sopisivat maassamme mahdollisesti 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 hajua, joiden miellyttävyyssaste on vaihtelevampi.

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 viihtyvyyshaitan arviointiin:

- Eurooppalaisen tutkimuksen mukaan hajun ns. yleinen valitustaso on 5 hy/m³. Haju on pitoisuudessa 1 hy/m³ juuri aistittavissa, pitoisuudessa 3 hy/m³ selvästi tunnistettavissa ja pitoisuudessa 5 hy/m³ useimmat ihmiset pitävät hajua melko voimakkaana (*SCHAUBERGER et al., 1998*).
- Irlannin ympäristöhallinnon julkaisun mukaan pitkäaikaisen (1 h) hajun yleinen tavoitearvo olisi 1,5 hy/m³ ja tavoitearvon ylittävää hajua saa esiintyä ympäristössä korkeintaan 2 % kokonaisajasta. Tavoitearvo vastaa hajukuormaa, joka ei johda hajuhaittaa (*BONGERS et al., 2001*).

Yllä esitettyjä Eurooppalaisia hajuohjeita sovelletaan yleensä teollisuuden, yhdyskunnallisten laitoksien (esim. jätevedenpuhdistamo) tai maatalouden hajupäästöille.

4 TULOKSET

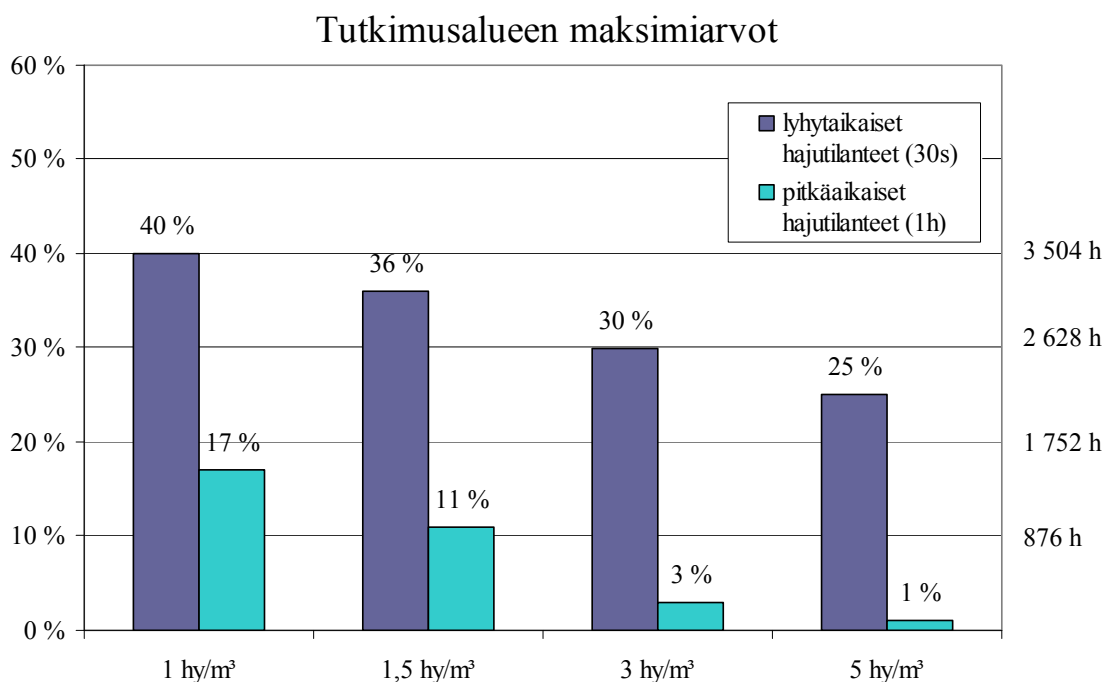
Tutkimuksessa arvioitiin Ilmatieteen laitoksen hajuyhdisteiden leviämismallilla Sahalahdessa sijaitsevan Pakkalan kylän broileri- ja sikalatuotannon hajupäästöjen aiheuttamien lyhytaikaisten (30 s) ja pitkäaikaisten (1 h) hajutilanteiden esiintymistä maanpintatasolla, eli määritettyjen hajukynnysten ylitykset tutkimusalueella.

Leviämislaskelmien tulokset esitetään hajujen esiintymisen aluejakaumina. Liitekuvilla 1–5 on esitetty leviämismallilla määritetyt hajutilanteiden esiintymistä kuvaavat aluejakaumat neljällä erilaisella hajukynnysarvolla. Kuvat esittävät niiden tuntien määrän prosentteina vuoden kokonaistuntimäärästä, jona hajukynnys voisi ylittyä eri kohdissa tutkimusalueella.

Lyhytaikaisten (30 s) hajujen esiintyminen tutkimusalueella nykytilanteessa on kuvattu liitekuvilla 1–3. Tulosten mukaan lyhytaikaista juuri aistittavissa olevaa hajua (haju-

kynnys 1 hy/m^3) esiintyy yli 9 % kokonaisajasta halkaisijaltaan noin 1,5 km:n suuruisella alueella Pakkalan kylän keskustassa ja halkaisijaltaan noin 600 metrin suuruisella alueella Pakkalanjärven eteläpuolella sijaitsevien tilojen ympäristössä. Selkeää tunnistettavissa olevaa lyhytaikaista hajua (hajukynnys 3 hy/m^3) esiintyy yli 9 % kokonaisajasta (noin 790 h) alle 150 metrin etäisyydellä tiloista ja yli 3 % kokonaisajasta (noin 260 h) halkaisijaltaan noin 1 kilometrin suuruisella alueella Pakkalan kylän keskustassa sekä noin 200 metrin alueella yksittäisten tilojen ympäristössä (liitekuva 2). Melko voimakasta lyhytaikaista hajua (hajukynnys 5 hy/m^3) esiintyy yli 9 % kokonaisajasta vain joidenkin tilojen välittömässä läheisyydessä korkeimmillaan alle 100 metrin etäisyydellä tilasta (sikala 12) ja yli 3 % kokonaisajasta Pakkalan kylän keskustassa noin 600 metrin pituisella alueella ja pienillä alueilla lähes kaikkien tilojen ympäristössä.

Liitekuvilla 4 ja 5 on esitetty mallilaskelmien tuloksina hajukynnyksien 1 ja $1,5 \text{ hy/m}^3$ pitkäaikaisten hajutilanteiden esiintymisalueet tilan ympäristössä. Pitkäaikaisia hajutilanteita esiintyi tutkimusalueella mallilaskelmien mukaan huomattavasti lyhytaikaisia hajutilanteita vähemmän. Tulosten mukaan pitkäaikaista juuri aistittavissa olevaa hajua (hajukynnys 1 hy/m^3) esiintyy yli 3 % kokonaisajasta halkaisijaltaan noin 900 metrin pituisella alueella Pakkalan kylän keskustassa ja pienillä alueilla yksittäisten tilojen läheisyydessä ja yli 9 % kokonaisajasta vain tilan 12 välittömässä läheisyydessä. Irlantilainen tavoitearvo pitkäkestoiselle (1 h) $1,5 \text{ hy/m}^3$ hajukynnyksen hajukuormalle, jolloin hajua esiintyy ympäristössä korkeintaan 2 % kokonaisajasta (liitekuva 5) ylittyisi mallilaskelmien mukaan pienillä alueilla (noin 100 metrin säteellä) useiden tilojen lähiympäristössä. Selkeitä pitkäkestoisia hajutilanteita esiintyi tutkimusalueella hyvin vähän vain muutamien tilojen välittömässä läheisyydessä, suurimmillaan noin 3 % vuoden tunneista.



Kuva 6. Leviämismallilla laskettujen Pakkalan kylän eläintuotannon hajupäästöjen aiheuttamien hajutilanteiden suurin esiintyvyys tutkimusalueella.

Tutkimusalueen hajujen esiintymistiheyden maksimi-arvot muodostuivat mallilaskelmien mukaan tilan 12 (sikala) välittömään läheisyyteen.

5 TULOSTEN ARVIOINTI

Kuten kappaleessa 3.3 esitettiin, Suomessa on tehty tutkimus niistä muuttujista, jotka sopisivat maassamme mahdollisesti annettavien hajuohjearvojen perusteiksi (ARNOLD, 1995). Tutkimuksessa esitetään, että ohjearvoina voitaisiin käyttää hajufrekvenssiarvoja 3–9 % kokonaisajasta. Alaraja koskisi hyvin epämiellyttävää hajua, kuten sellutehtaiden ympäristössä esiintyvää haisevien rikkiyhdisteiden hajua, joilla on korkea haittapotentiaali. Yläraja koskisi hajua, joiden miellyttävyyssaste on vaihtelevampi.

Vuonna 2006 Suomessa julkaistun tutkimuksen mukaan broilerikasvatuksen haju on huomattavasti hyväksyttävämpää kuin sikalahaju. Sikalahajun kriittiseksi kuormaksi tutkimus esittää 1 % selvän, lyhytaikaisen hajun esiintymistiheydeksi, kun taas broileri-

tilojen ympäristössä ei todettu rakennusten jatkuvista päästöistä aiheutuvaa viihtyisyyshaittaa. Selkeän hajun esiintyminen yli 2–4 % kokonaisajasta näytti ylittävän broilerikasvatuksen hajun haitattoman tason. (ARNOLD, 2006).

Sahalahden Pakkalan kylän eläintuotannon hajupäästöjen arvioinnissa tarkasteltiin sekä lyhyt että pitkäaikaisen hajun esiintymistä neljällä eri hajukynnyksen arvolla, joilla pyrittiin kuvaamaan hajun voimakkuutta. Hajukynnyksellä 1 hy/m³ kuvattiin tilannetta, jossa puolet ihmisistä aistii hajua, mutta hajun aiheuttaja ei välttämättä ole tunnistettavissa. Hajukynnyksillä 3 ja 5 hy/m³ haju on selkeää ja sen aiheuttaja on tunnistettavissa. Lyhytaikaisella hajulla tarkoitetaan sitä, että hajumallilaskelmissa tarkasteltava vuoden jaksolla esiintyvä tunti rekisteröityy ns. hajutunniksi jo silloin, kun hajukynnys ylittyy vähintään puolen minuutin ajan, eli koko tuntia ei välttämättä haise. Tämä on otettava huomioon hajumallilaskelmien tuloksia arvioitaessa.

VTT:n arvion mukaan hajujen todellista ympäristöhaittaa kuvaa parhaiten selkeän tunnistettavissa olevan hajun (hajukynnys 3 hy/m³) lyhytaikaisten (30s) hajutilanteiden esiintyminen alueella (liitekuva 2). Haju on silloin selvästi aistittavissa ja asukkaat voivat kokea jo lyhytaikaisen hajutilanteen epämiellyttäväksi.

Kotimaisen hajusuositteen alaraja 3 % kokonaisajasta, joka koskee hyvin epämiellyttäviä hajuja, ylittyy mallilaskelmien mukaan lyhytaikaisissa (30 s) selvästi tunnistettavissa olevissa hajutilanteissa (hajukynnys 3 hy/m³) halkaisijaltaan noin 1 kilometrin suuruisella alueella Pakkalan kylän keskustassa sekä noin 200 metrin alueella yksittäisten tilojen ympäristössä (liitekuva 2) kun taas vastaavia pitkäkestoisia (1 h) hajutilanteita esiintyy vain hyvin pienillä alueilla joidenkin tilojen ympäristössä, korkeimmillaan 3 % vuoden tunneista.

Kotimaisen hajusuositteen yläraja 9 % kokonaisajasta, joka koskee miellyttävyyssasteeltaan vaihtelevampia hajuja, ylittyy mallilaskelmien mukaan lyhytaikaisissa (30 s) selvästi tunnistettavissa olevissa hajutilanteissa (hajukynnys 3 hy/m³) noin 150 metrin etäisyydellä muutamien tilojen ympäristössä (liitekuva 2) kun taas vastaavia pitkäkestoisia (1 h) hajutilanteita ei esiinny tutkimusalueella yli 3 % kokonaisajasta.

Tilojen ilmanpoistojen korkeus vaihteli keskimäärin 1–9 metrin välillä. Useilla tiloilla on kesäisin kattopoistojen lisäksi käytössä nk. päätyjätit, jotka sijaitsevat rakennuksen seinässä. Matalalla olevien päästölähteiden hajuvaikutukset painottuvat suurimmaksi osaksi päästölähteen läheisyyteen, kun taas korkeammalta vapautuvien hajupäästöjen vaikutukset voivat ulottua kauemmaksi päästölähteestä.

Eläintuotantotilojen ilmanvaihdon tarve on riippuvainen eläinten kasvatusvaiheesta sekä ulkoilman lämpötilasta. Tästä johtuen kesäisin tilojen hajupäästöt ovat talvea suuremmat. Näin ollen myös tilojen aiheuttama hajuhaitta kesäisin on talvea suurempi.

6 YHTEENVETO

Tutkimuksessa arvioitiin Ilmatieteen laitoksen hajuyhdisteiden leviämismallilla Sahalahdessa sijaitsevan Pakkalan kylän broileri ja sikalatuotannon hajupäästöjen aiheuttamien lyhytaikaisten (30 s) ja pitkäaikaisten (1 h) hajutilanteiden esiintymistä maanpintatasolla, eli määritettyjen hajukynnysten ylitykset tutkimusalueella.

Mallilaskelmien lähtötietoina käytettiin Kangasalan kunnan toimittamia tilojen teknisiä tietoja sekä Nab Labs Oy:n kahdella eri tilalla suorittamia hajumittaustuloksia sekä edellä mainittuihin tietoihin perustuvia arvioita tilakohtaisista hajupäästöistä.

Tulosten mukaan hajujen esiintyminen tutkimusalueella painottuu Pakkalanjärven pohjoispuolelle, jossa suurin osa tiloista sijaitsee ja tilojen väliset välimatkat ovat pienimmät. Tämän lisäksi yksittäisten tilojen hajupäästöjen vaikutusalueet ovat selvästi nähtävissä mallilaskelmien tuloksissa. Kotimaisen hajusuositteen alaraja 3 % kokonaisajasta, joka koskee hyvin epämiellyttäviä hajuja, ylittyy mallilaskelmien mukaan lyhytaikaisissa (30 s) selvästi tunnistettavissa olevissa hajutilanteissa (hajukynnys 3 hy/m^3) halkaisijaltaan noin 1 kilometrin suuruisella alueella Pakkalan kylän keskustassa sekä noin 200 metrin alueella yksittäisten tilojen ympäristössä (liitekuva 2) kun taas vastaavia pitkäkestoisia (1 h) hajutilanteita esiintyy vain hyvin pienillä alueilla joidenkin tilojen ympäristössä, korkeimmillaan 3 % vuoden tunneista. Kotimaisen

hajusuositteen yläraja 9 % kokonaisajasta, joka koskee miellyttävyyssasteeltaan vaihtelevampia hajuja, ylittyy mallilaskelmien mukaan lyhytaikaisissa (30 s) selvästi tunnistettavissa olevissa hajutilanteissa (hajukynnys 3 hy/m³) noin 150 metrin etäisyydellä muutamien tilojen ympäristössä (liitekuva 2) kun taas vastaavia pitkäkestoisia (1 h) hajutilanteita ei esiinny tutkimusalueella yli 3 % kokonaisajasta.

Irlantilainen tavoitearvo pitkäkestoiselle (1 h) 1,5 hy/m³ hajukynnyksen hajukuormalle, jolloin hajua esiintyy ympäristössä korkeintaan 2 % kokonaisajasta (liitekuva 5) ylittyisi mallilaskelmien mukaan pienillä alueilla (noin 100 metrin säteellä) useiden tilojen lähiympäristössä.

Aikaisempien tutkimustulosten mukaan eläintuotannon hajuvaikutukset ovat merkittävämmät kesällä kuin talvella johtuen pääasiallisesti ilmastoinnin suuremmasta tarpeesta kesällä talveen verrattuna.

Hajusuositteita sovellettaessa on huomioitava hajutilanteiden esiintymisfrekvenssin lisäksi hajun miellyttävyyssaste ja mallilaskelmien tuloksiin vaikuttavat epävarmuustekijät. Aikaisempien tutkimustulosten mukaan broilerikasvattamoiden hajun on havaittu olevan huomattavasti hyväksyttävämpää kuin sikalahajun.

Mallilaskelmien tuloksien luotettavuuteen vaikuttavat lähtötietoihin (päästötiedot ja meteorologia) sekä itse leviämismalliin liittyvät epävarmuudet. Aikaisemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että eläintuotannon hajupäästöt voivat vaihdella tiloittain sekä vuodenajoittain hyvinkin paljon (ARNOLD, 2006). Tässä tutkimuksessa mukana olevien tilojen päästöt on arvioitu kahteen yksittäiseen mittaukseen perustuen. Tästä johtuen päästötietojen epävarmuutta voidaan pitää kohtuullisen suurena.

Mallilaskelmissa ei ole huomioitu muita kuin 10 broileritilan ja kahden sikalan ilmanvaihdon poistojen hajupäästöjä. Neljällä broileritilalla on käytössään myös lantavarasto, joiden mahdollisia hajupäästöjä ei luotettavien mittaustuloksien puuttuessa ole huomioitu tässä tutkimuksessa. Tämän lisäksi myös tutkimuksessa mukana olleiden sikaloiden lannankeräysjärjestelmät eroavat huomattavasti toisistaan. Ensimmäisessä sikalassa liete kerätään eläinrakennuksen alle, jolloin erillistä lietesäiliötä ei ole (sikala 12). Toisessa

sikalassa puolestaan lannankeräys perustuu kuiva ja märkäfraktion erottamiseen, jolloin tilalla on käytössä virtsasäiliö sekä kuivalantavarasto, joiden mahdollisia hajupäästöjä ei ole myöskään huomioitu mallilaskelmissa (sikala 7). Tutkimusalueella sijaitsee näiden tilojen lisäksi myös kaksi navettaa, joiden toiminta voi aiheuttaa tutkimusalueelle hajupäästöjä.

VIITELUETTELO

ANONYMYMI, 1993. Feststellung und beurteilung von geruchsimmissionen (Geruchs-Immission-Richtlinie). Stand 15.2.1993. Essen: Landesanstalt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen, 23 s.

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.

ARNOLD, M et al. 2006. Hajuhaitan vähentäminen maatalouden suurissa eläintuotantoyksiköissä. VTT tiedotteita 2323. Espoo, 74s.

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.) 1st IWA International Conference on odour and VOCs: Measurement, regulation and control techniques. Sydney: UNSW Publishing and Printing Services. S. 427–434.

BRIGGS, G.A., 1975. Plume rise predictions. In HAUGEN, D.A. (ed.), *Lectures on air pollution and environmental impact analysis*. American Meteorological Society, p. 59 - 111.

BRIGGS, G.A., 1984. Plume rise and buoyancy effects. In: SANDERSON, D. (ed.), *Atmospheric Science and Power Production*. US Dept. of Energy DOE/TIC-27601, p. 327 - 366.

BUSINGER, J.A., WYNGAARD, J.C. IZUMI, Y. & BRADLEY, E.F., 1971. Flux-profile relations in the atmospheric surface layer. *J. Atmos. Sci.* 28, p. 181 - 189.

CAUGHEY, S.J., WYNGAARD, J.C. & KAIMAL, J.C., 1979. Turbulence in the evolving stable boundary layer. *J. Atmos. Sci.*, 36, p. 1041 - 1052.

HANNA, S.R., 1985. Air quality modeling over short distances. In: HOUGHTON, D.D. (ed.), *Handbook of Applied Meteorology*, University of Wisconsin.

HOLTSLAG, A.A.M., 1984. Estimates of diabatic wind speed profiles from near surface weather observations. *Bound.-Layer Meteorol.* 29, p. 225 - 250.

KARPPINEN, A., JOFFRE, S. M., KUKKONEN, J., 2000. The refinement of a meteorological preprocessor for urban environment. *International Journal of Environment and Pollution* 14, s. 565–572.

MILJÖSTYRELSEN, 1985. Begrensning af luftgener fra virksomheder. *Vejledning fra Miljøstyrelsen 4/1985*, Copenhagen, 27 p.

RANTAKRANS, E., 1990. Uusi menetelmä meteorologisten tietojen soveltamiseksi ilman epäpuhtauksien leviämismalleissa. *Ilmansuojelu-uutiset 1/90*, s. 18 - 20.

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

RASILTA, T. & PIETARILA, H., 2003. Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto, Viikinmäen jätevedenpuhdistamo, hajupäästöjen leviämisselvitys. Ilmatieteen laitos, ilmanlaadun tutkimus, Helsinki. 24 s.

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.

VANGSBO MADSEN, P. et al., 2008. Abatement control and regulation of emission and ambient concentration of odour and allergens from livestock farming in the Nordic countries.

WRATT, D.S., 1987. An experimental investigation of some methods of estimating turbulence parameters for use in dispersion models. *Atmos. Environ.* 21:12, p. 2599 -2608.

LIIITEET

**SAHALAHTI, KANGASALAN KUNNAN ALUEELLA SIJAITSEVIEN KANALAN JA
SIKALAN HAJUPÄÄSTÖJEN MITTAUKSET 5.11.2007.- 6.11.2007.**

JAKELU

Sari Lappi

Ilmatieteen laitos

Ilmanlaadun asiantuntiapalvelut

Erik Palme'nin aukio 1

PL 503

00101 Helsinki

Nab Labs Oy:n käsikirjasto

Raportin saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava
lupa

Nab Labs Oy • www.nablabs.fi • Y-tunnus / VAT no. FI 02831262 • Laskutusosoite PL 280 00101 Helsinki
Otakaari 3 02150 **Espoo** • Tikkalantie 2 26100 **Rauma** • Nevantie 21 86710 **Kärsämäki**
Nuottasaarentie 17 90400 **Oulu** • Harjutie 14 69600 **Kaustinen** • Vuoksenniskantie 35 55800 **Imatra**

Puh. maa-analytiikka 02074 79102, vesianalytiikka 02074 79106, prosessianalytiikka 02074 79111, mikrobiologia 02074 79116, ilmapäästömittaukset 02074 79115

1 YLEISTÄ

Nab Labs Oy suoritti hajukaasunäytteidenottoa Kangasalan kunnan alueelta 5.11.2007-6.11.2007 välisenä aikana. Mitattavia kohteita olivat, Toukolan lintula ja lantala sekä Haaviston sikala. Tehtävän suorittivat FM Tuomo Salmikangas ja mittausteknikko Jorma Sipilä.

2 MITATTAVAT KOHTEET JA NÄYTTEENOTTO

Nab Labs Oy otti hajukaasunäytteitä 5.11.2007 Toukolan lintula-rakennuksen katolla olevista poistohormeista (3,5,12 ja 14) nalophan näytteenottopusseihin alipaineastiaa käyttäen. Katto-tasanteella oli yhteensä 18 kpl poistohormeja, joista kaikista määritettiin tilavuusvirrat ja lämpötilat kuumalanka-anemometrillä.(TSI. Veloci-Calc Plus)

Samana päivänä otettiin myös hajukaasun pitoisuusnäytteet Toukolan lantala-rakennuksen sisällä olevista kahdesta lantakasasta. Kasat oli nimetty ”uusi kasa ja vanha kasa”. Tehtävän suoritukseen käytettiin alipaineastiaa ja keräyshuuvaa jonka pinta-ala oli 1m². Näytteenottopusseina käytettiin Nalophania.

6.11.2007 otettiin kaksi hajukaasunäytettä Haaviston sikalasta sekä mitattiin tilavuusvirrat. Näytteenottopaikat olivat kahdessa eri rakennuksessa, jotka nimettiin ”rakennus etelä” mittauspiste nro.13 ja ”rakennus pohjoinen” mittauspiste nro.14.

Näytteenottopaikat olivat n.1,8 m korkeudella maan pinnasta potkuripuhaltimien välittömästä läheisyydestä.

Hajukaasunäytteet kerättiin nalophan näytteenottopusseihin alipaineastiaa käyttäen. Tilavuusvirta mitattiin siipipyöräänemometrillä(Airflow AV-2) ja lämpötila(TcK-1200-M) lämpömittarilla.

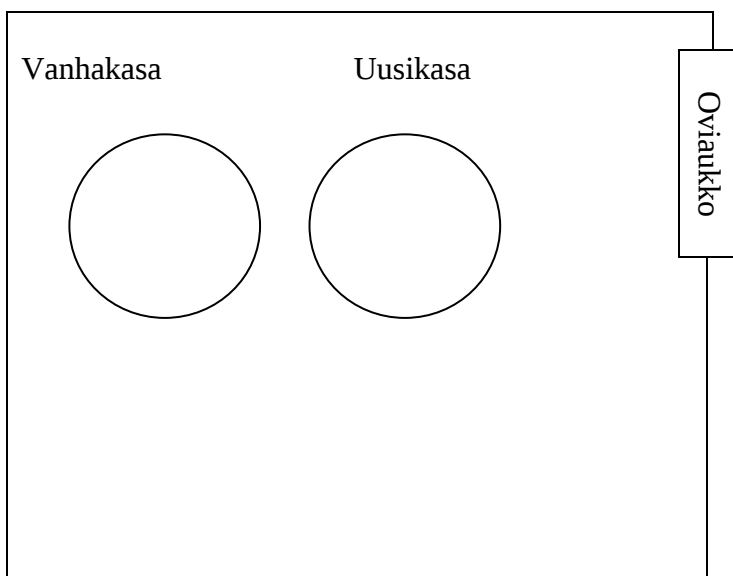
Hajukaasunäytteet määritettiin 24 tunnin sisällä näytteenotosta Nab Labs Oy: laboratoriossa.

3 MITTAUSPAIKKOJEN SIJAINTI

Kuva 1. Toukolan tilan lintulan katto-tasanteen mittauspisteet.
Etelänpuoleinen rakennus 1.

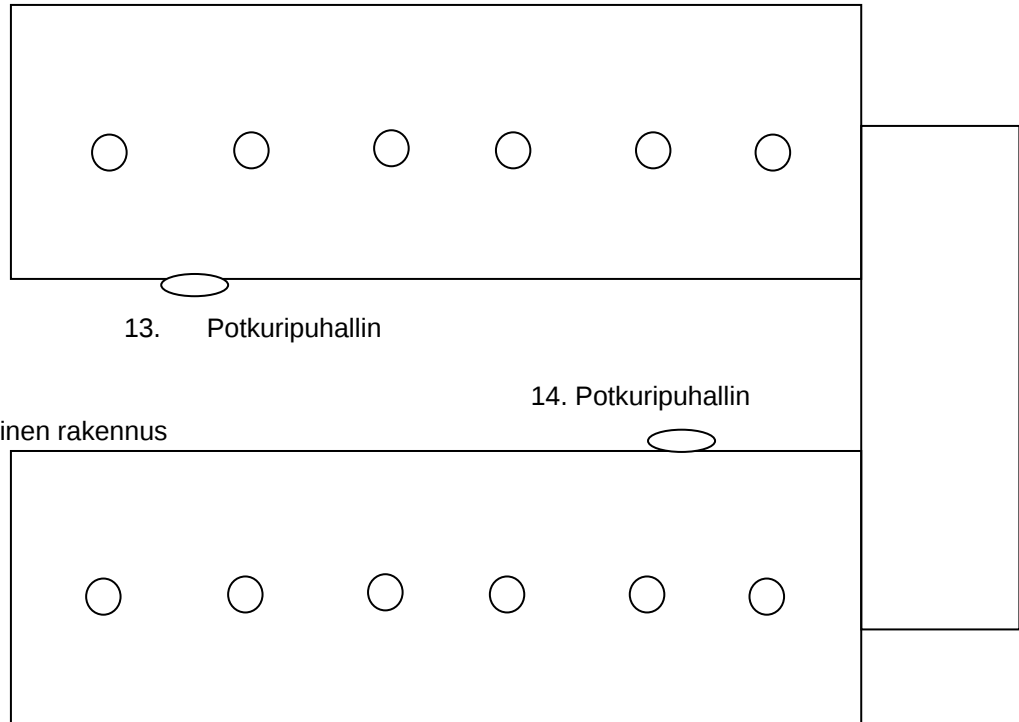
10	11	12	13	14	15	16	17	18
○	○	○	○	○	○	○	○	○
.								
○	○	○	○	○	○	○	○	○
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Kuva 2. Toukolan tilan lantavaraston mittauspisteet.



Kuva 3. Haaviston tilan sikalarakennuksen mittauspisteet

Pohjoinen rakennus



Raportti nro 07R115

Taulukossa 1.on esitetty mittausten perusteella lasketut tulokset, ajankohdat ja mittauspaikat.

Sahalahti,Toukolantilan Lintula. Mittaukset 5.11.2007				Ilman suhteellinen kosteus 58% ja lämpötila 1°C (Vaisala MI70)		
Poistokanavat D=0,65m >A=0,332m2						
Poistokanavat [nro]	Klo	Kaasun nopeus tositila [m/s]	Kaasun tilavuusvirta tositila [m3/s]	Kaasun lämpötila [°C]	Kaasun hajupitoisuus [Hy/m3]	Kaasun hajupäästö red.20°C[Hy/s]
Poistokanava 1	14:35	12,5	4,15	18,5		
Poistokanava 2	14:50	Ei virtaamaa				
Poistokanava 3	13:50	8,3	2,73	19	330	898
Poistokanava 4	14.55	Ei virtaamaa				
Poistokanava 5	14:00	8,2	2,72	17	360	969
Poistokanava 6	15:00	Ei virtaamaa				
Poistokanava 7	15:05	8,8	2,92	16,5		
Poistokanava 8	15:10	Ei virtaamaa				
Poistokanava 9	15:15	11,6	3,85	15,5		
Poistokanava 10	15:20	5,5	1,83	18		
Poistokanava 11	15.25	Ei virtaamaa				
Poistokanava 12	14:25	5,9	1,96	20	400	784
Poistokanava 13	15:30	Ei virtaamaa				
Poistokanava 14	14:15	7,5	2,49	18	360	890
Poistokanava 15	15.35	Ei virtaamaa				
Poistokanava 16	15.40	7	2,3	20,5		
Poistokanava 17	15.45	Ei virtaamaa				
Poistokanava 18	15:50	9,6	3,2	19		
Sahalahti,Toukolan tilan Lantala. Mittaukset 5.11.2007 Klo 16:50-17:10						
			Kaasun hajupitoisuus [Hy/m3]			
		Uusi kasa	1400			
		vanha kasa	1500			
Sahalahti, Haaviston tilan Sikala. Mittaukset 6.11.2007				Ilman suhteellinen kosteus 76% ja lämpötila 3°C		
Poistokanavat [nro]	Klo	Kaasun nopeus tositila [m/s]	Kaasun tilavuus- virta tositila [m3/s]	Kaasun lämpö- tila [°C]	Kaasun hajupitoisuus [Hy/m3]	Kaasun hajupäästö red.20°C[Hy/s]
Kanavan D						
Rakennus etelä 14. D=460mm	9:55	12,6	2,1	12,5	620	1269
Rakennus pohj.13. D=470mm	10:10	12,9	2,24	12,5	1100	2401

Raportti nro 07R115

Nab Labs Oy 11.12.2007

Puh. 040 510 2454

Jorma.Sipila@nablabs.fi

Mittausteknikko Jorma Sipilä

SÄHALAHDEN OSAYLEISKAAVA
ELÄNTUOTTAJAT 2006

Tuotannon arvioitu vaikutusalue

Sikala

Navetta

Karnala

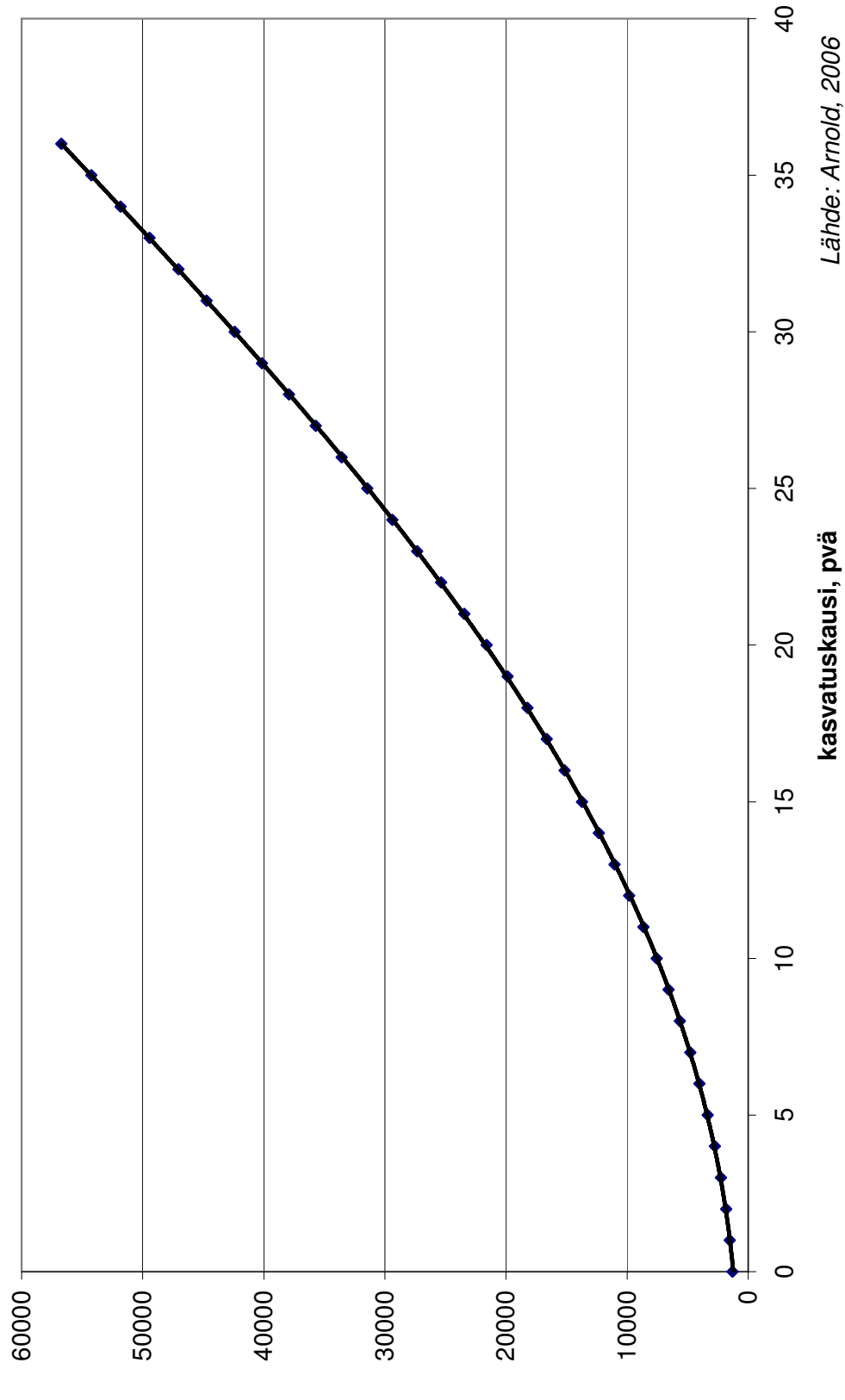
Asutus

200-400 600 800 1000 metriä

1:20000

© Kang a calan kun ta
© MTJ / NKKKK Maan mi tau da to e, kay tho of heu du a PISA 1005 20 06
Alindian Koolah Mian Kusa on kile fly

31 000 kanan osaston ilmastoinnin ohjaus

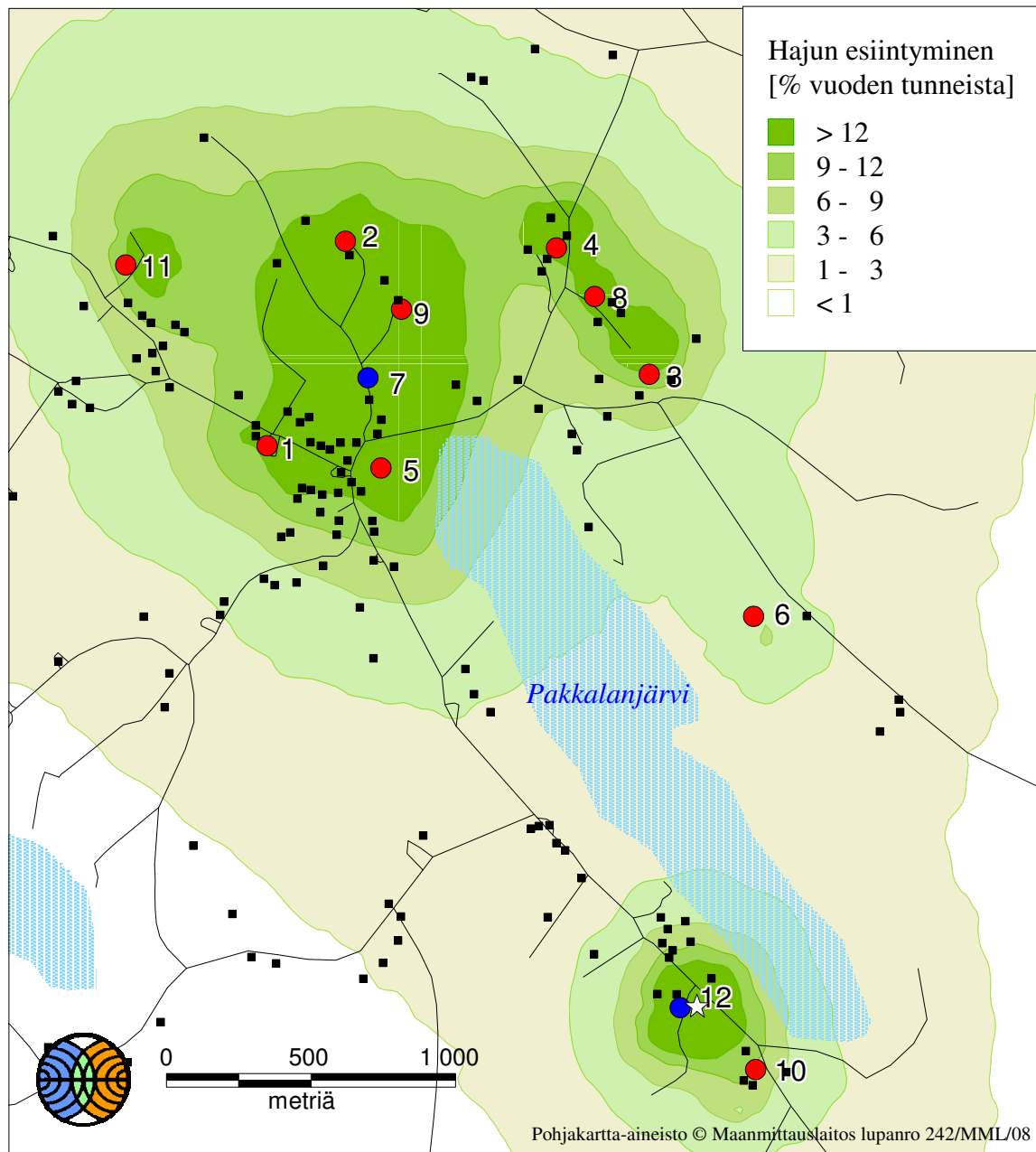


Lähde: Arnold, 2006

LIITEKUVAT

SAHALAHTI

broilerkasvattamot ja sikalat



Ilmatieteen laitos 2008

☆ = maksimi = 40 %

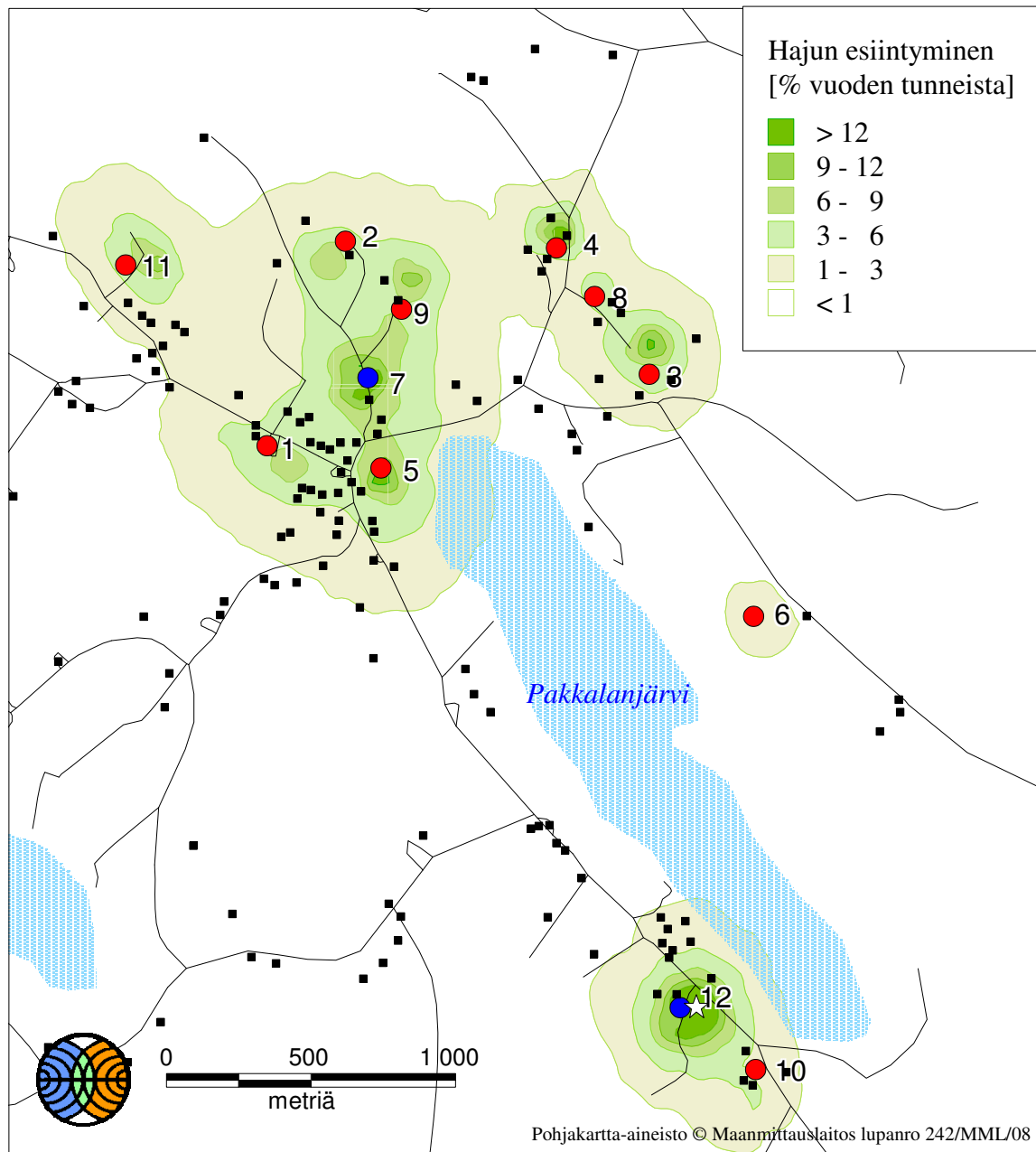
● = broilertila

● = sikala

Kuva 1. Broilerkasvattamoiden ja sikaloiden aiheuttaman lyhytaikaisen (30s) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunneista. Hajukynnys 1 hy/m³, 50 % ihmisistä aistii hajua, haju juuri aistittavissa.

SAHALAHTI

broilerkasvattamot ja sikalat



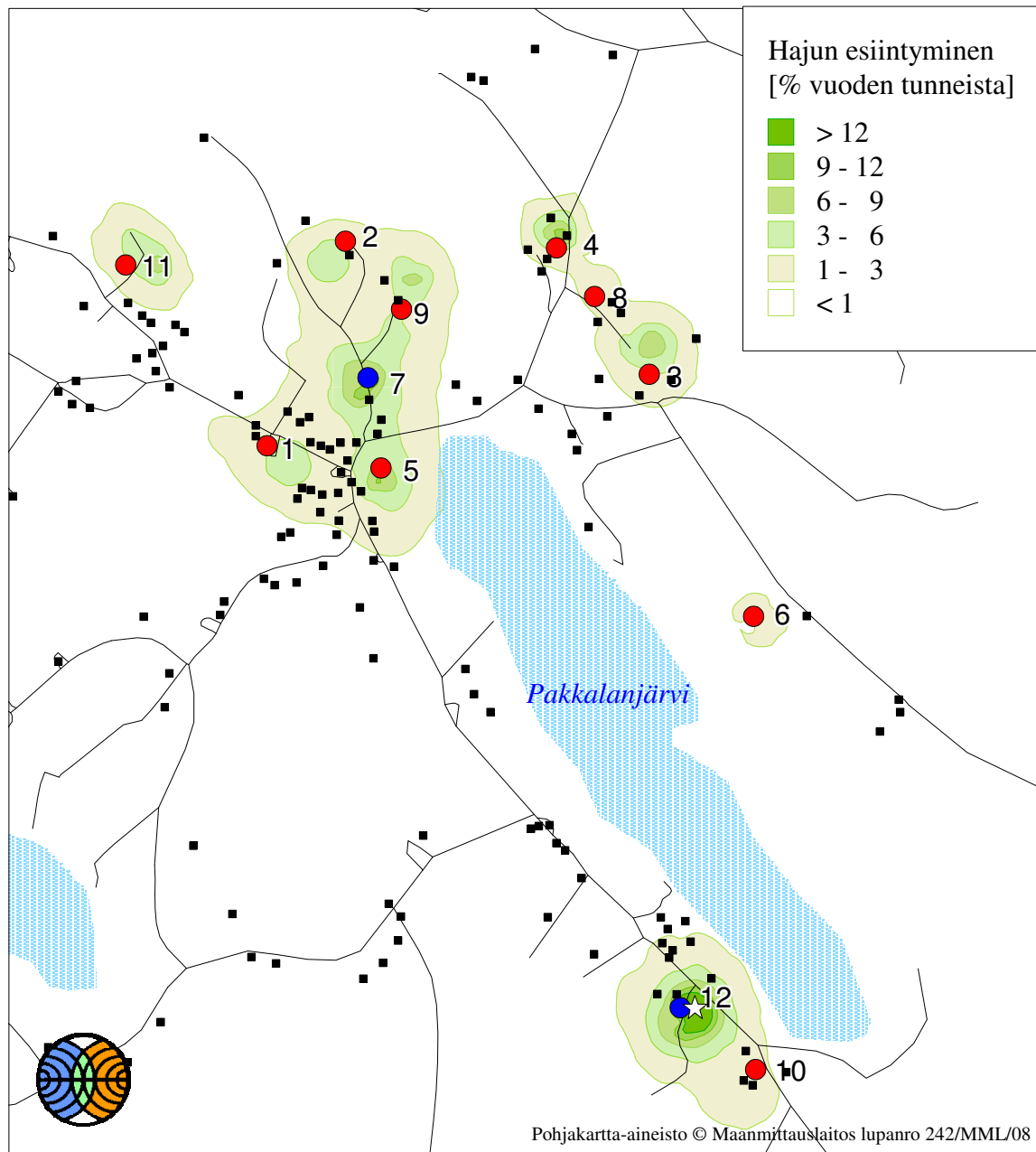
Ilmatieteen laitos 2008

- ☆ = maksimi = 30 %
- = broilertila
- = sikala

Kuva 2. Broilerkasvattamoiden ja sikaloiden aiheuttaman lyhytaikaisen (30s) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunneista. Hajukynnys 3 hy/m³, selkeä tunnistettavissa oleva haju.

SAHALAHTI

broilerkasvattamot ja sikalat



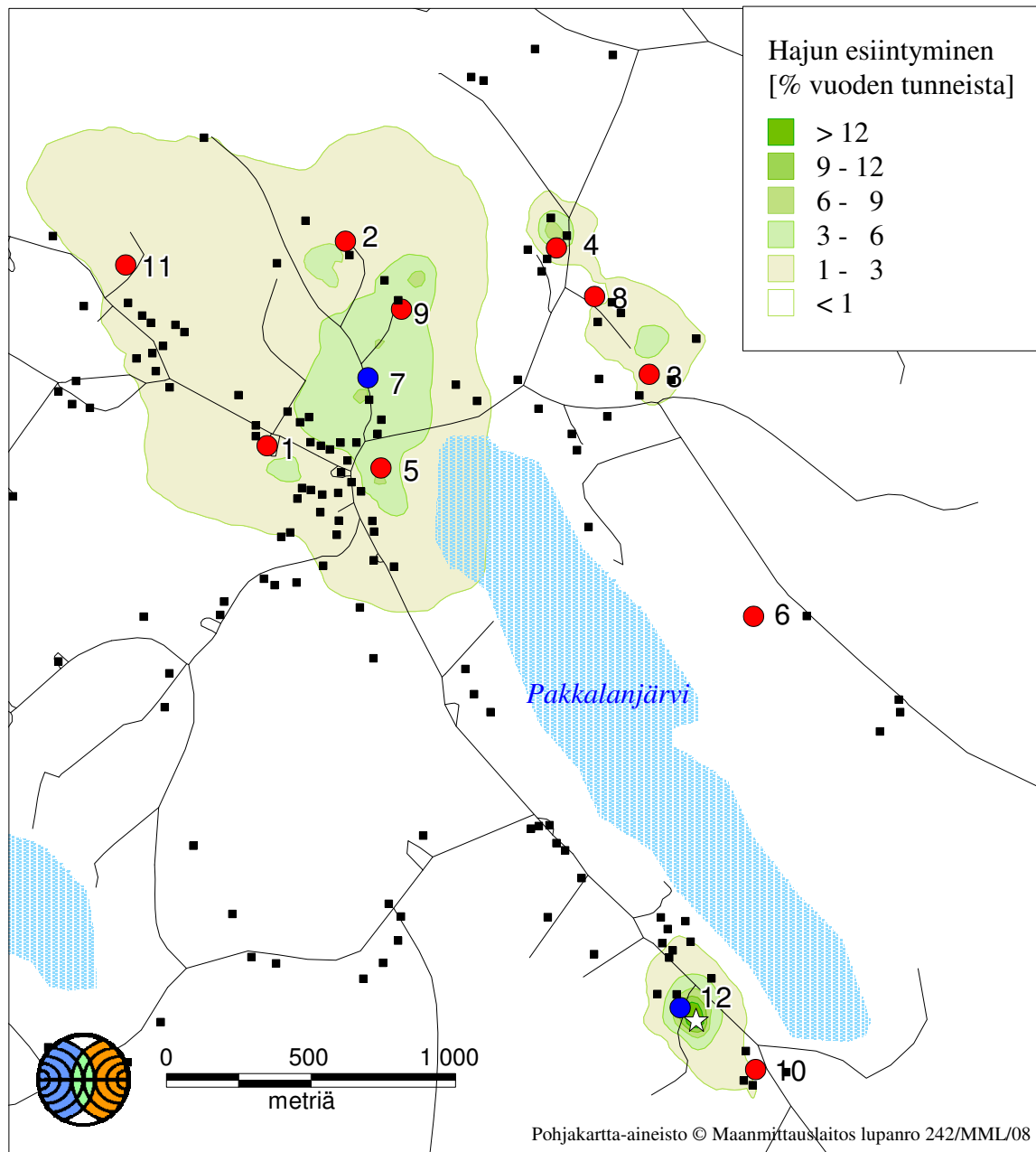
Ilmatieteen laitos 2008

- ☆ = maksimi = 25 %
- = broilertila
- = sikala

Kuva 3. Broilerkasvattamoiden ja sikaloiden aiheuttaman lyhytaikaisen (30s) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunneista. Hajukynnys 5 hy/m³, melko voimakas, tunnistettavissa oleva haju.

SAHALAHTI

broilerkasvattamot ja sikalat



Ilmatieteen laitos 2008

☆ = maksimi = 17 %

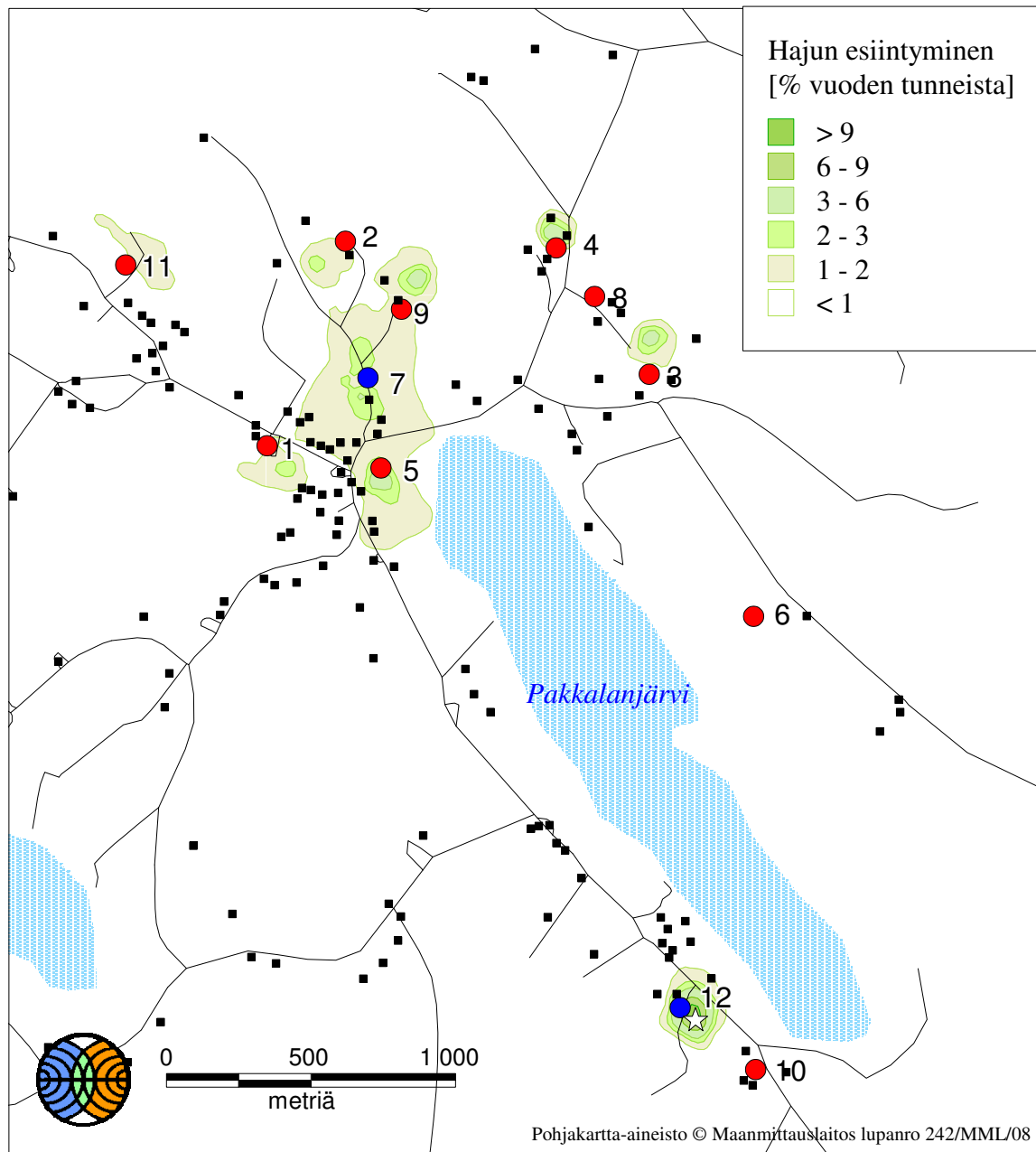
● = broilertila

● = sikala

Kuva 4. Broilerkasvattamoiden ja sikaloiden aiheuttaman pitkäaikaisen (1h) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunneista. Hajukynnys 1 hy/m³, 50 % ihmisistä aistii hajua, haju juuri aistittavissa.

SAHALAHTI

broilerkasvattamot ja sikalat



Ilmatieteen laitos 2008

- ☆ = maksimi = 10 %
- = broilertila
- = sikala

Kuva 5. Broilerkasvattamoiden ja sikaloiden aiheuttaman pitkäaikaisen (1h) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunneista. Hajukynnys 1,5 hy/m³.

Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut

PL 503

00101 HELSINKI

puh. (09) 19291

ilmanlaatupalvelut@fmi.fi

Air quality expert services

P.O.Box 503

FIN-00101 HELSINKI

tel. +358 9 19291

airquality.services@fmi.fi

www.fmi.fi



ILMATIETEEN LAITOS
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE