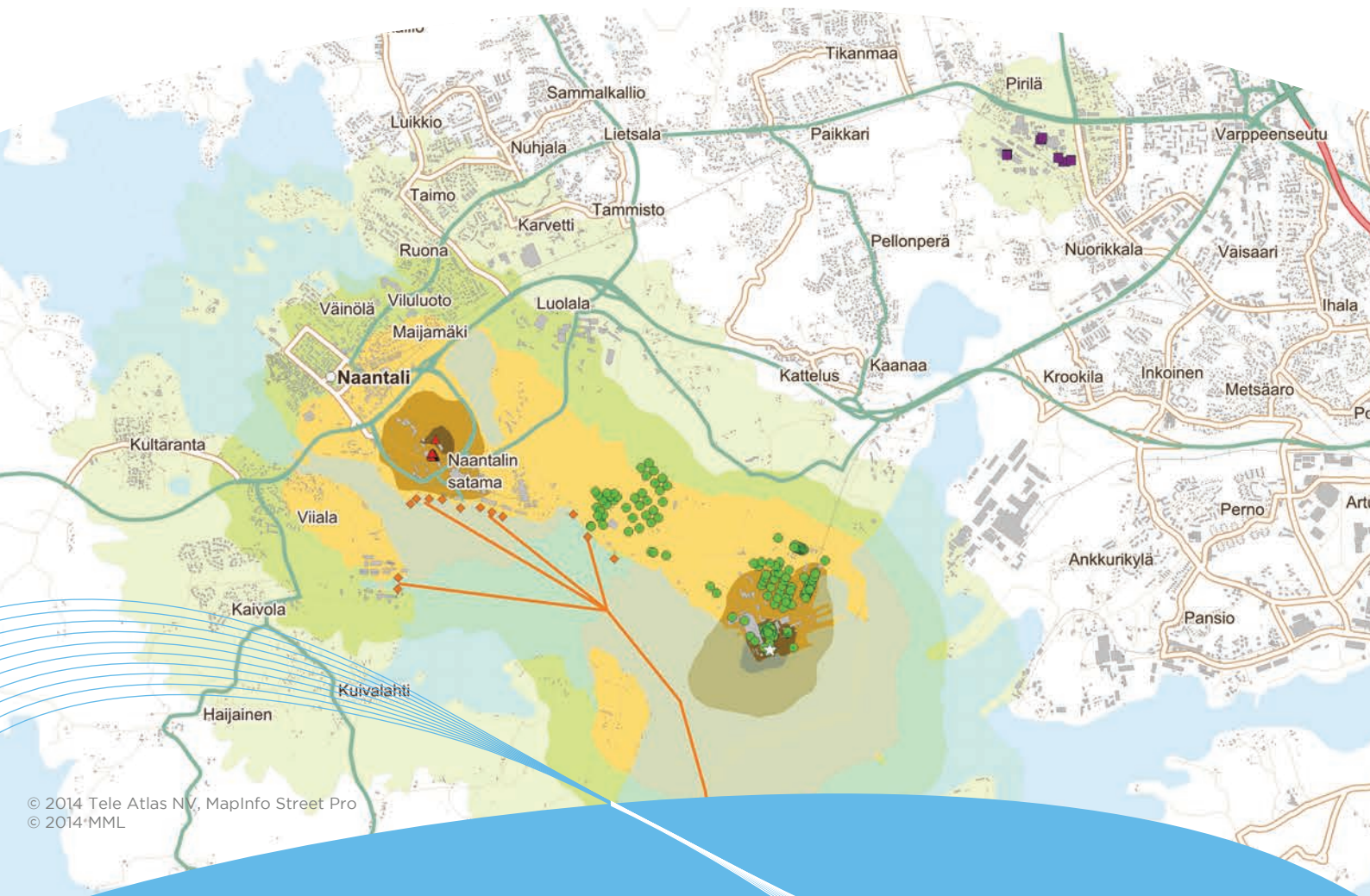




ILMATIETEEN LAITOS

NAANTALIN JA RAISION SEUDUN HAJUPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISMALLILASKELMAT



ILMANLAATU JA ENERGIA
ASiantuntijapalvelut 2014

**NAANTALIN JA RAISION SEUDUN
HAJUPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISMALLILASKELMAT**

**Jatta Salmi
Emmi Laukkanen
Katja Lovén**

**ILMATIETEEN LAITOS – ASiantuntijapalvelut
ILMANLAATU JA ENERGIA
Helsinki 15.12.2014**

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	3
2	TAUSTAA ILMANLAADUSTA.....	3
2.1	Ilmanlaatuun vaikuttavat tekijät	3
2.2	Hajun leviämisen ja hajuhaitan arviointi	4
2.3	Hajujen ohjearvosuosituksia.....	6
3	MENETELMÄT	7
3.1	Leviämismallislaskelmien kuvaus.....	7
3.2	Tutkimusalue ja mallilaskelmien lähtötiedot.....	9
4	TULOKSET	13
5	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	21
	VIITELUETTELO	24
	LIITTEET	26
	LIITEKUVAT	

1 JOHDANTO

Tässä tutkimuksessa arvioitiin mallintamalla Naantalin ja Raision seudun merkittävimpien hajupäästölähteiden aiheuttamia hajuvaikutuksia. Hajupäästöjen leviämislaskelmat tehtiin Naantalin ja Raision alueen kaavoituksen tueksi osana päästöjen hajuvaikutusten yhteistarkkailua. Alueella hajuja aiheuttavia toimijoita ovat Raisio-konsernin Raision tehtaat, Finnfeeds Finland Oy:n Naantalin tehdas, Neste Oil Oy:n Naantalin jalostamo sekä Naantalin sataman laivaliikenne.

Hajupäästöjen leviämislaskelmat tehtiin Ilmatieteen laitoksella kehitetyllä hajuyhdisteiden leviämismallilla (ODO-FMI). Laskelmissa tarkasteltiin lyhytaikaisen (30 s) ja pitkäaikaisen (1 h) hajun esiintymistä hajuyksikkölaskelmien ja hajupäästömittausten perusteella. Leviämismallilaskelmissa määritettiin hajutilanteiden esiintyminen tarkastellulla tutkimusalueella eli ns. hajutuntien määrä vuoden aikana. Leviämislaskelmat tehtiin kolmella erilaisella hajukynnyksen arvoilla (1, 3 ja 5 hy/m³), joilla pyrittiin kuvaamaan hajun voimakkuutta. Leviämislaskelmat tehtiin erikseen vuoden 2013 päästötilanteelle sekä vuoden 2014 päästötilanteelle, jossa oli huomioitu Finnfeeds Finland Oy:n ja Raisio-konsernin tehtailla tapahtuneet päästövähennykset.

Mallilaskelmien lähtötietoina käytettiin laitosten toimittamia päästölähteiden teknisiä tietoja ja Insinööritoimisto AX-LVI Oy:n hajuyksikkölaskelmia ja hajumittauksia. Naantalin sataman laivaliikenteen osalta hajupäästölaskelmat perustuivat laivakäyntitietoihin. Hajupäästöjen leviämismallilaskelmat tehtiin Ilmatieteen laitoksen Asiantuntijapalveluissa.

2 TAUSTAA ILMANLAADUSTA

2.1 Ilmanlaatuun vaikuttavat tekijät

Ilmanlaatua heikentävien ilman epäpuhtauksien suurimpia päästölähteitä Suomessa ovat liikenne, energiantuotanto, teollisuus ja puun pienpoltto. Hajujen merkittävimpiä päästölähteitä ovat jätteiden ja jäteveden käsittely sekä elintarviketeollisuus, kemianteollisuus ja selluteollisuus. Ilman epäpuhtauksia kulkeutuu Suomeen myös kaukokulkeutena maamme rajojen ulkopuolelta. Ilman epäpuhtauksien päästöistä suurin osa vapautuu ilmakehän alimpaan kerrokseen, jota kutsutaan rajakerrokseksi. Rajakerroksessa päästöt sekoittuvat ympäröivään ilmaan ja ilman epäpuhtauksien pitoisuudet laimenevat. Päästöt voivat levitä liikkuvien ilmamassojen mukana laajoille alueille. Tämän kulkeutumisen aikana ilmansaasteet voivat reagoida keskenään sekä muiden ilmassa olevien yhdisteiden kanssa muodostaen uusia yhdisteitä. Ilman epäpuhtaudet poistuvat ilmasta sateen huuhtomina, kuivalaskeutena erilaisille pinnoille tai kemiallisen muutoksen kautta.

Ilman epäpuhtauksien leviäminen tapahtuu pääosin rajakerroksessa. Rajakerroksen korkeus määrittää sen ilmatilavuuden, johon päästöt voivat välittömästi sekoittua ja laimentua. Rajakerroksen korkeus on Suomessa tyypillisesti alle kilometrin, mutta varsinkin kesällä se voi nousta yli kahteen kilometriin. Matalimmat rajakerroksen korkeudet havaitaan yleensä talvella kovilla pakkasilla. Rajakerroksen tuuliolosuhteet määräävät karkeasti ilmansaasteiden kulkeutumis suunnan, mutta rajakerroksen

ilmavirtausten pyörteisyys ja kerroksen korkeus vaikuttavat merkittävästi ilmansaasteiden sekoittumiseen ja pitoisuuksien laimenemisen kulkeutumisen aikana. Leviämisen ja laimenemisen kannalta keskeisiä meteorologisia tekijöitä ovat tuulen suunta ja nopeus, ilmakehän stabiilisuutta kuvaava suure ja sekoituskorkeus. Ilmakehän stabiilisuudella tarkoitetaan ilmakehän herkkyyttä pystysuuntaiseen sekoittumiseen. Stabiilisuuden määrää ilmakehän pystysuuntainen lämpötilarakenne.

Inversiolla tarkoitetaan tilannetta, jossa ilmakehän lämpötila nousee ylöspäin mentäessä. Erityisesti maanpintainversion aikana ilmanlaatu voi paikallisesti huonontua nopeasti. Maanpintainversiossa maanpinta ja sen lähellä oleva ilmakerros jäähtyy niin, että kylmempi ilma jää ylempänä olevan lämpimämmän ilman alle. Kylmä pintailma ei raskaampana pääse kohoamaan yläpuolellaan olevan lämpimän kerroksen läpi, ja ilmakehän pystysuuntainen liike estyy. Inversiokerroksessa tuuli on hyvin heikkoa ja näin ollen ilmaa sekoittava pyörteisyys on vähäistä, jonka vuoksi ilmansaasteiden pitoisuudet laimenevat huonosti. Inversiotilanteissa pitoisuudet kohoavat, koska ilmansaasteet kerääntyvät matalaan ilmakerrokseen päästölähteiden lähelle.

2.2 Hajun leviämisen ja hajuhaitan arviointi

Hajuhaitan muodostumiseen vaikuttavat hajun esiintymistiheys ja hajutilanteen kesto (% kokonaisajasta) sekä hajun miellyttävyys ja voimakkuus. Hajuhaittoja on yleensä arvioitu asiantuntija-arvioina päästötietojen perusteella tai aistinvaraisesti joko kenttähavainnointien tai asukaspaneelin avulla. Kenttähavainnoinnissa tehtävään koulutettu asiantuntijaryhmä tekee hajuhavaintoja aistinvaraisesti eri etäisyyksillä ja eri puolilla päästölähdettä. Havainnoiteja tulisi kuitenkin tehdä myös erilaisissa sääolosuhteissa ja eri vuodenaikoina, jotta saataisiin tarkempaa tietoa meteorologisten olosuhteiden vaikutuksista hajujen esiintymiseen. Kenttähavainnoinnissa saadaan tietoa hajun esiintymistiheyden lisäksi myös hajun voimakkuudesta (häiritsevyydestä).

Asukaspaneelitutkimuksessa hajujen havainnoitsijoina toimivat hajulähteen lähiympäristön asukkaat. Heille 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 mahdollista saada pitempiaikaista tietoa alueen hajuhaitoista kuin koulutettujen henkilöiden tekemissä yksittäisissä kenttähavainnoinneissa. Ihmisten kyky haistaa erilaisia hajuja on kuitenkin yleensä erilainen. Myös asukkaiden hajuista tekemien havaintojen ajat voivat vaihdella satunnaisesti sen mukaan, milloin asukkaat ovat kotona, mikä vaikeuttaa tulosten vertailtavuutta.

Teollisuus- ja energialaitosten hajuvaikutuksia voidaan arvioida myös mittaamalla laitoksen päästöjä, kuten rikin ja typen oksideita, haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC = Volatile Organic Compound) tai haisevia rikkiyhdisteitä (TRS = Total Reduced Sulphur). Vertaamalla mitattuja pitoisuuksia yhdisteiden hajukynnykseen saadaan tulokseksi päästön hajupitoisuus. Hajujen arviointi yksittäisen komponentin tai tietyn komponenttiryhmän avulla edellyttää kuitenkin, että laitoksen hajuja aiheuttaa juuri kyseinen yhdiste tai yhdisteryhmä.

Kenttähavainnoinnit, asukaspaneelitutkimus ja mittaukset soveltuvat hajuhaittojen nykyhetken arviointiin, mutta laskennallinen mallintaminen on käytännössä ainoa luotettava keino hajuhaittojen ehkäisemiseksi suunniteltujen päästövähennystoimien arvioinnissa sekä uusien laitosten toimintojen tai tuuletusratkaisujen vaikutusten arvioinnissa. Hajuyhdisteiden leviämismalleilla (ns. hajumalleilla) tutkitaan haisevien yhdisteiden kulkeutumista ilmakehässä, tutkimusalueella esiintyvän hajun määrää ja esiintymistiheyttä.

Haiseva ilma sisältää yleensä monia eri epäpuhtauksia, joiden pitoisuudet ovat erittäin pieniä ja vaikeita mitata. Eri yhdisteiden vaikutus kokonaishajuun ei yleensä ole tiedossa. Hajupitoisuuden mittana käytetään tällöin hajuyksikköä ilmakehiometriä kohden (ou/m^3 , $\text{odour unit}/\text{m}^3$, hy/m^3). Tämä yksikkö kertoo, montako kertaa haisevaa ilmaa on laimennettava, jotta se tulisi hajuttomaksi. Kaasun hajupitoisuus määritetään laboratoriossa olfaktometrillä useammasta henkilöstä koostuvan hajupaneelin avulla standardin *SFS-EN 13725:en (Air quality. Determination of odour concentration by dynamic olfactometry)* mukaan. Olfaktometrin koehenkilöiksi pyritään yleensä valitsemaan henkilöitä, joilla on normaali hajuaisti. Olfaktometrisiä määrittämiä käytetään yleensä päästöjen määrittämiseen, esim. hajua päästävän teollisuuslaitoksen tai jätevedenpuhdistamon poistoilman päästöjen määrittämiseen. Jotta olfaktometrillä määritetystä hajupitoisuudesta saataisiin laskettua hajupäästö, päästölähteen poistoilmasta pitää määrittää myös kaasun tilavuusvirta.

Hajuhavainto määritellään 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 ilmakehiometrissä (tässä merkitty hy/m^3). Hajukynnys voidaan määrittää myös eri yhdisteiden pitoisuutena, jolloin yksikkönä on mikrogrammaa ilmakehiometrissä ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). 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 hajuyhdisteiden leviämismallissa 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.

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 $1 \text{ hy}/\text{m}^3$ tarkoittaa siis hajua, jonka puolet ihmisistä eli hajupitoisuusmäärittämissä puolet olfaktometrin koehenkilöistä (hajupaneelist) aistii. Hajun aiheuttaja ei ole pitoisuudessa $1 \text{ hy}/\text{m}^3$ vielä välttämättä tunnistettavissa. Kolminkertaisilla ja viisinkertaisilla hajukynnyksillä (3 ja $5 \text{ hy}/\text{m}^3$) kuvataan selkeää hajua, jonka lähde on tunnistettavissa. Viisinkertaista hajukynnystasoa voidaan pitää melko voimakkaana hajuna. Haju koetaan häiritseväksi, kun se on selkeästi tunnistettavissa. Haju on viihtyvyyteen liittyvä stressitekijä, joka saattaa pitkään jatkuessaan tai usein esiintyessään johtaa psykosomaattiseen oireiluun. Hajupäästön aiheuttama viihtyisyyshaitta ei kuitenkaan ole yksiselitteinen ilmiö, vaan se muodostuu monimutkaisesta syy-seuraus-yhteydestä (Arnold, 1995; Lyytimäki, 2006).

2.3 Hajujen ohjearvosuosituksia

Suomen nykyisessä lainsäädännössä käsitellään ulkoilman hajuja viihtyvyshaittojen tai terveydellisten haittojen osalta. Ympäristönsuojelulain (527/2014) periaatteena on ilman pilaantumisen ennaltaehkäisy ja haittojen minimointi. Maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaan asemakaava on laadittava siten, että viihtyisyyden ja terveydellisyyden edellytykset täyttyvät. Naapuruussuhdelain (*Laki eräistä naapurussuhteista*, 26/1920) mukaan kiinteistöstä tai rakennuksesta ei saa aiheutua lähistöllä asuvalle kohtuutonta rasitusta hajusta. Suomen laissa ei ole ulkoilman hajupitoisuuksia koskevia raja- tai ohjearvoja, eikä viihtyisyshaitalle ole olemassa selvää kriteeriä. Lainsäädäntö ei kiellä hajuyhdisteiden päästöjä tai hajun esiintymistä ulkoilmassa, mutta ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttava toiminta on luvanvaraista.

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 tai jätevedenpuhdistamoiden ympäristössä esiintyvää haisevien rikkiyhdisteiden hajua, jolla on korkea haittapotentiaali. Yläraja koskisi hajuja, joiden miellyttävyyssaste on vaihtelevampi. Hajuhaitan arviointiin suositellaan käytettäväksi lyhytaikaista selvästi tunnistettavissa olevaa hajua (3 hy/m³).

Euroopan maita, joissa on annettu selkeitä ohjearvoja tai ohjearvosuosituksia hajujen esiintymiselle ovat Saksa (*GOAA, 2008*), Tanska (*Environmental Guidelines No 9, 2002*), Itävalta (*Schauburger et al. 1995*) ja Irlanti (*Bongers et al., 2001*). 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 eli suurin hajufrekvenssi ei ylitä 2 %:a kokonaisajasta, ei pidetä alueen kokonaishajukuorman kannalta merkityksellisenä (*Feststellung und Beurteilung von Geruchs Immissionen, 1993*).

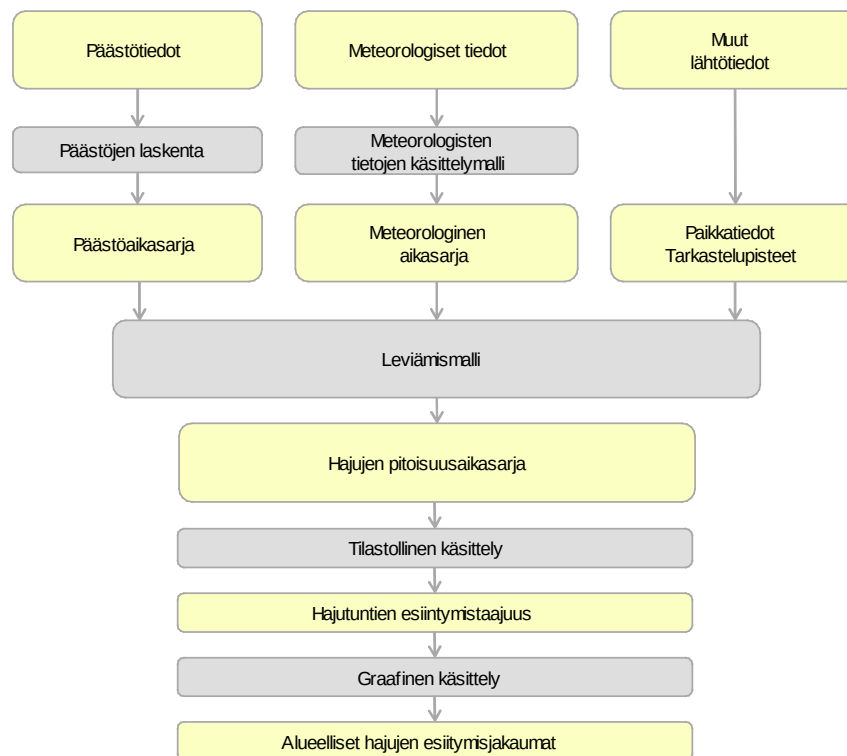
Euroopassa on käytössä seuraavia vertailuarvoja hajujen aiheuttaman viihtyvyshaitan arviointiin teollisuuden, jätevedenpuhdistamoiden tai maatalouden hajupäästöille:

- 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 (*Schauburger 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 hajuhaittaan (*Bongers et al., 2001*).

3 MENETELMÄT

3.1 Leviämismallislaskelmien kuvaus

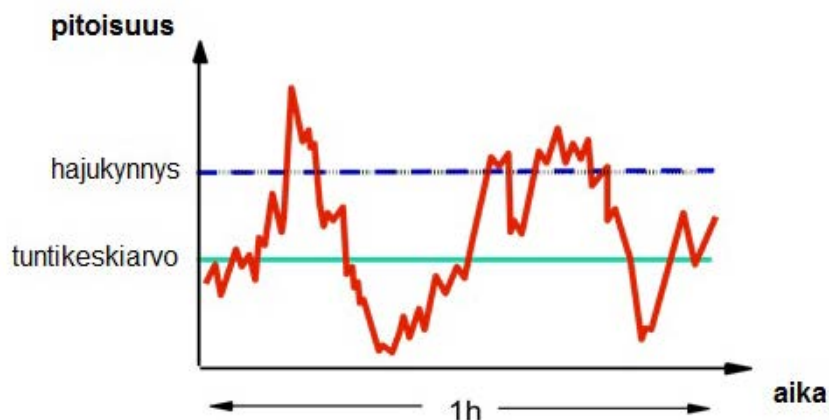
Päästöjen leviämismalleilla tutkitaan eri ilmansaasteiden kulkeutumista ilmakehässä ja ilmansaasteiden pitoisuuksien muodostumista tutkimusalueelle. Tässä selvityksessä tehdään päästöjen aiheuttamaa hajua arvioitiin hajuyhdisteiden leviämismallilla ODO-FMI, joka on Ilmatieteen laitoksella kehitetyn kaupunkimallin (UDM-FMI) erikoissovellutus (Rantakrans ja Savunen, 1995). Hajuyhdisteiden leviämismallilla voidaan tuntipitoisuuksien lisäksi kuvata myös hyvin lyhytaikaiset, jopa alle minuutin hajupitoisuustilanteet. Kaavio hajuyhdisteiden leviämismallin toiminnasta on esitetty kuvassa A.



Kuva A. Kaaviokuva Ilmatieteen laitoksella kehitetyn hajuyhdisteiden leviämismallin (ODO-FMI) toiminnasta.

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 lyhytaikaisen pitoisuuden nousun seurauksena. Tästä syystä hajuyhdisteiden leviämismallissa tarkastellaan tuntikeskiarvojen lisäksi 30 sekunnin pitoisuuksia tunnin otoksessa (kuva B). Tunti rekisteröityy hajutunniksi jo

puoli minuuttia kestävän hajutilanteen jälkeen, eli koko tunnin ajan ei tarvitse haista yhtäjaksoisesti. Hajuyhdisteiden leviämismallilla voidaan käsitellä sekä pistemäisiä päästölähteitä että pintalähteitä. Tyypillisiä pistemäisiä päästölähteitä ovat piiput ja pintalähteitä altaat ja jätetäytöt. Mallisovellutuksissa huomioidaan päästöjen leviämiseen ja hajupitoisuuksien muodostumiseen vaikuttavien meteorologisten tekijöiden lisäksi leviämisympäristön laatu (kasvillisuus, vesistöt, asutus). Hajuyhdisteiden leviämismallilla voidaan arvioida alueen kokonaishajukuorman lisäksi yksittäisen hajupäästölähteen vaikutus hajuihin.



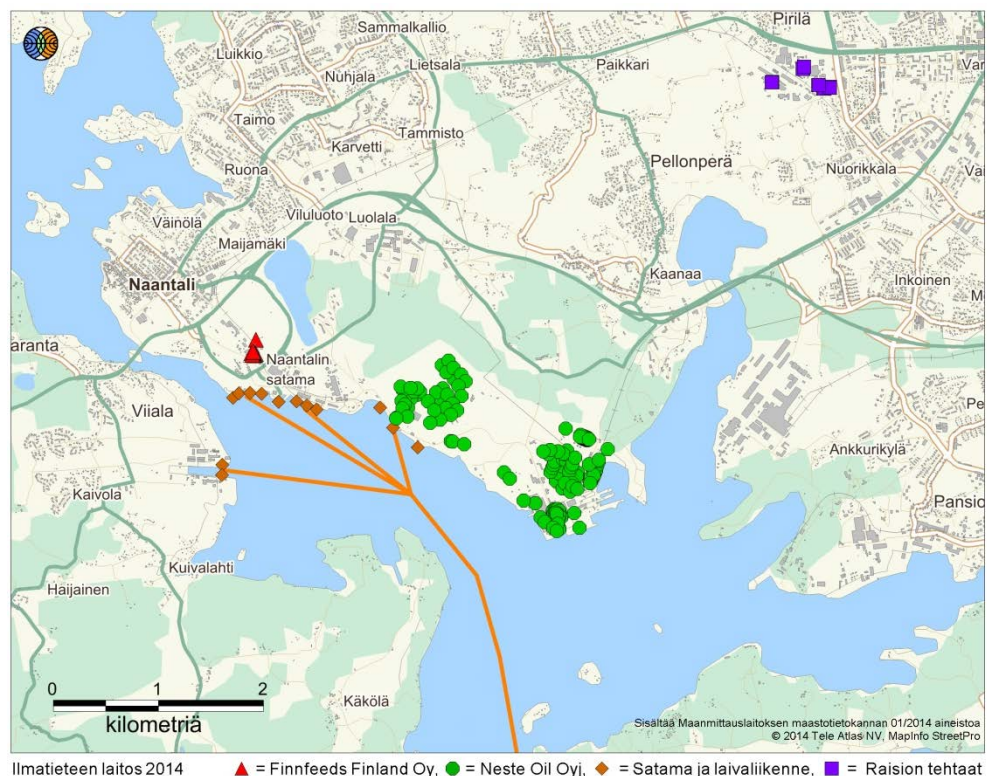
Kuva B. Ihmisen hajuaistimus voi syntyä jo hyvin lyhytaikaisen pitoisuuden nousun seurauksena. Hajuyhdisteiden leviämismallissa tätä jäljitellään sillä, että tunti rekisteröityy hajutunniksi jo puoli minuuttia kestävän hajukynnyksen ylityksen jälkeen, eli koko tunnin ajan ei tarvitse haista yhtäjaksoisesti.

Leviämismallilaskelmien tuloksena saadaan aluejakaumat hajuyhdisteiden pitoisuuksista sekä hajun esiintyvyydestä hajufrekvensseinä. Hajufrekvenssi kertoo niiden tuntien prosentuaalisen osuuden vuoden tunneista, joina 30 sekunnin pitoisuus on ylittänyt tarkastellun hajukynnyksen. Esimerkiksi 10 %:n hajufrekvenssi tarkoittaisi sitä, että vuodessa on 876 tuntia, joiden aikana hajua esiintyy vähintään 30 sekunnin ajan. Lisäksi hajufrekvenssiarvot voidaan määrittää vastaavasti pitoisuuksien tuntikeskiarvoista, jolloin tulos kuvaa pitkäaikaisten (1 h) hajutilanteiden esiintymistä. Yleensä mallilaskelmissa käytetään kolmen vuoden tunneittaisten arvojen meteorologista aikasarjaa, jotta saadaan laskettua päästöjen leviäminen mahdollisimman monenlaisissa erilaisissa leviämis- ja laimenemisolosuhteissa. Hajufrekvenssit lasketaan erikseen kullekin tarkasteluvuodelle ja tuloksina esitetään näistä määritetty keskiarvo.

Hajuyhdisteiden leviämismallilaskelmien tuloksia on hyödynnetty erilaisten laitosten hajupäästöjen käsittelyn suunnittelussa, YVA-menettelyn yhteydessä ja kaavoituksessa. Ilmatieteen laitoksen hajuyhdisteiden leviämismallia on sovellettu aiemmin muun muassa sellu-, elintarvike- ja kemianteollisuuden sekä jätevedenkäsittelyn, jätehuoltokeskusten, maatalouden ja laivojen hajuvaikutusten arviointiin.

3.2 Tutkimusalue ja mallilaskelmien lähtötiedot

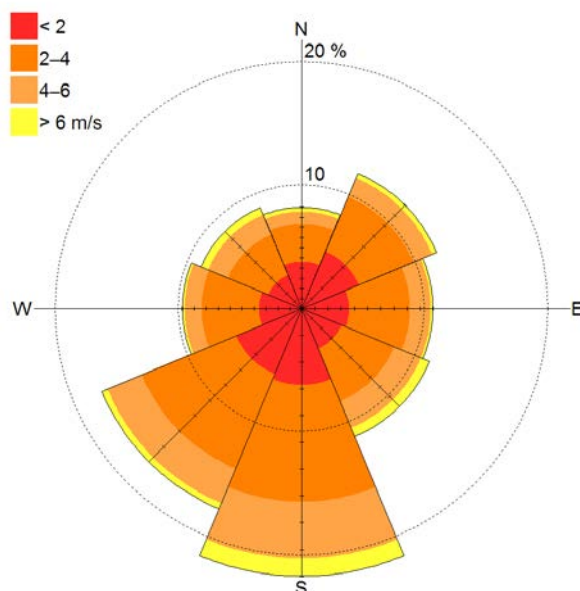
Tutkimuksessa arvioitiin Naantalin ja Raision seudun hajupäästölähteiden aiheuttamien lyhytaikaisten (30 s) ja pitkäaikaisten (1 h) hajutilanteiden esiintymistä tutkimusalueen maanpintatasolla. Alueella merkittävimpiä hajuja aiheuttavia toimijoita ovat Raisio-konsernin Raision tehtaat, Finnfeeds Finland Oy:n Naantalin tehdas, Neste Oil Oyj:n Naantalin jalostamo ja Naantalin sataman laivaliikenne. Tutkimusalue oli kooltaan noin 25 km x 25 km. Hajupäästöjen aiheuttamat pitoisuudet laskettiin tutkimusalueen maanpintatasolle, noin 20 000 laskentapisteeseen. Laskentapisteen tiheys oli päästölähteiden ympärillä tiheimmillään 25 metriä ja harvimmillaan alueen reunoilla 500 metriä. Tutkimusalueen maanpinnan korkeuserot huomioitiin laskentapisteeissä Maanmittauslaitoksen maastonkorkeustietojen mukaisesti. Leviämismallilaskelmissa huomioitiin paikalliset päästöjen kulkeutumiseen ja sekoittumiseen vaikuttavat tekijät, joita ovat mm. laskenta-alueen maaston, vesistöjen ja asutuksen aiheuttamat leviämislustan rosoisuuserot. Tutkimuksessa huomioitujen päästölähteiden sijainti kartalla on esitetty kuvassa C.



Kuva C. Naantalin ja Raision seudun hajupäästölähteiden sijainti.

Tutkimusalueen ilmastollisia olosuhteita edustava kolmen vuoden laskentajakson kattava meteorologinen aikasarja muodostettiin Turun Artukaisen ja Rajakarin sääasemien havaintotiedoista vuosilta 2010–2013. Tarvittavat auringonpaistetiedot saatiin Paraisten Utön sääaseman säteilymittausaineistosta. Sekoituskorkeuden määrittämiseen käytettiin Jokioisten observatorion radioluotaushavaintoja vuosilta

2010–2013. Kuvassa D on esitetty tuulen suunta- ja nopeusjakauma tutkimusalueella tuuliruusun muodossa. Etelän ja lounaan väliset tuulet ovat tutkimusalueella vallitsevia. Tuuliruusun sektorit kuvaavat sitä suuntaa, mistä tuuli puhaltaa.



Kuva D. Tuulen suunta- ja nopeusjakauma tutkimusalueella vuosina 2010–2013. Lasketut tuulitiedot kuvaavat olosuhteita 10 metrin korkeudella maanpinnasta.

Laitosten hajupäästöjen arviointi perustui laitoksilla tehtyihin yksittäisiin hajumittauksiin. Mittaukset suoritti Insinööritoimisto AX-LVI Oy. Raision tehtailla hajumittaukset suoritettiin lokakuussa 2013, Finnfeedsin tehtailla marraskuussa 2013 ja syyskuussa 2014 ja Neste Oilin jalostamolla puolestaan tammikuussa ja elokuussa 2014. Hajumittaukset suoritettiin keräämällä kustakin päästölähteestä erillinen hajunäyte, joka analysoitiin olfaktometrisesti standardin *SFS-EN 13725:en* mukaisesti. Prosesseissa käytettävät raaka-aineet sekä prosessissa syntyvät välituotteet ja lopputuotteet aiheuttavat voimakkuudeltaan ja miellyttävyydeltään erilaisia hajuja. Hajut koostuvat monista erilaisista yhdisteistä. Hajupäästöt on ilmoitettu yksikössä hy/m^3 (hajuyksikköä ilmakeuutiometrissä). Hajumääritysten lisäksi kaikista päästölähteistä mitattiin tilavuusvirtaus ja lämpötila, joita myös käytettiin leviämismallilaskelmien lähtötietoina. Hajumittausten tulokset ja muut lähtötiedot on esitetty raportin lopussa liitteissä 1–3. Mitattujen hakupäästökohteiden lisäksi hajuja voi päästä ulkoilmaan laitusrakennusten yleisestä ilmanvaihdosta, ovista ja ikkunoista sekä muista vastaavista hajupäästölähteistä. Tällaisista kohteista ei tehty hajupäästömittauksia, joten niitä ei myöskään voitu ottaa mallilaskelmissa huomioon.

Raisio-konsernin Raision tehtaiden leviämismallilaskelmissa huomioitiin perustilanteessa (vuosi 2013) kasviöljytehtaan, esteröintilaitoksen, rehutehtaan, tehdasalueen jätevedenkäsittelyn sekä kaupungin jätevesipumppaamon aiheuttamat hajupäästöt (liite 1). Merkittävin yksittäinen hajupäästölähde perustilanteessa oli kasviöljytehtaan kuivain 1, mutta hajuja vapautui merkittäviä määriä myös kasviöljytehtaan muista päästölähteistä sekä rehutehtaan kuivauksesta ja

jäähdytyksestä. Kasviöljytehtaan osuus on 41 % ja rehutehtaan 56 % Raision tehtaiden kaikista hajupäästöstä vuoden 2013 päästötasolla. Vuoden 2014 tarkastelussa (tilanne päästövähennysten jälkeen) tehdasalueen muut hajupäästöt säilyivät ennallaan, mutta kasviöljytehtaan päästöjä ei enää huomioitu mallilaskelmissa, koska kasviöljytehtaan tuotantotoiminta loppui tammikuussa 2014. Raision tehtaiden mallilaskelmissa huomioitujen hajupäästöjen vapautuvat ulkoilmaan hormien kautta. Hormit sijaitsevat pääasiassa korkealla rakennusten kattotasolla tai kattotason yläpuolella: rehutehtaan päästökorkeus on noin 40 metriä ja esteröintilaitoksen ja kasviöljytehtaan päästökorkeus noin 20 metriä. Tehdasalueen jätevesien käsittelyn ja kaupungin jätevesipumppaamon hajupäästöt vapautuvat lähempänä maanpintatasoa olevista hormoneista: jätevesien käsittelyn hajujen päästökorkeus on 11–12 metriä ja jätevesipumppaamon 1,5–4 metriä.

Finnfeeds Finland Oy:n tehtaan tuotantoprosessi koostuu sokerijuurikas pohjaisten raaka-aineiden esikäsittelystä, betaiinin kromatografisesta erotuksesta ja väkevöinnistä haihduttamalla. Määrällisesti merkittävien hajupäästölähde oli vuonna 2013 (perustilanne) tehtaan hajunpoistoyksikkö (62 % laitoksen hajupäästöstä), mutta hajuja vapautui merkittäviä määriä myös kiteytyksestä (10 %), erotuksesta (25 %) ja tehtaan jätevesien ilmastusaltaasta (3 %, liite 2). Kesällä 2014 vanha hajunpoistoyksikkö korvattiin uudella tehokkaammalla biosuodattimella ja tuotannon hajunkeräysjärjestelmää laajennettiin. Vuoden 2014 tarkastelussa (tilanne päästövähennysten jälkeen) hajunpoiston päästöt vähenivät merkittävästi ja erotuksen yleispoistosta jäi laitoksen suurin päästölähde (liite 2, taulukko 2). Hajunkeräysjärjestelmän uudistuksen myötä erotuksen hajupäästö myös kasvoi aikaisempaan verrattuna (noin 37 %). Vuoden 2014 päästöjen leviämismallilaskelmissa kiteytyksen ja jätevedenpuhdistamon hajupäästöjen oletettiin olevan samat kuin vuonna 2013. Laitoksen kokonaishajupäästöjen vähenemä biosuodattimen käyttöönoton myötä on noin 47 %. Hajunpoistosta ja kiteytyksestä hajut vapautuvat kattotason yläpuolella 28 ja 25 metrin korkeudella olevien hormien kautta. Erotuksen yleispoistoon kuuluu rakennuksen kattotasolla sijaitsevat 17 aukkoa ja yksi huippuimuri, joiden yhteinen pinta-ala on 19,8 m². Yleispoistojen päästökorkeus on 16–17,5 metriä. Ilmastusallas sijaitsee lähes maanpintatasolla ja sen pinta-ala on 1000 m².

Neste Oil Oyj:n öljynjalostamon hajupäästöarviointi perustuu hajupäästömittausten lisäksi vuoden 2013 VOC-, SO₂- ja NO₂-päästöseurantaan ja päästölaskentaan. Päästölaskennan suoritti Insinööritoimisto AX-LVI Oy. Altaiden, tuotelastausten ja keskussavupiippujen hajupäästömittaukset suoritettiin keräämällä kustakin päästölähteestä erillinen hajunäyte. Säiliöiden, savupiippujen ja soihdun hajupäästöt on laskettu perustuen päästömittauksiin ja vertaamalla mittaustuloksia päästöyhdisteiden hajukynnysarvoihin. Liitteen 3 taulukoissa 1–7 on esitetty jalostamon päästölähteiden tiedot. Päästölähteitä on yhteensä 145 kappaletta. Jalostamoalueen määrällisesti suurimmat päästölähteet ovat korkeat keskussavupiiput, joiden hajupäästö on 73 % laitoksen kokonaispäästöistä. Keskussavupiipusta J2 vapautuvat päästöt ovat yksinään 63 % koko jalostamon päästöistä ja ne vapautuvat yli 100 m korkeudesta. Myös lähellä maanpintaa sijaitseva API-allas on merkittävä päästölähde, jonka hajupäästö on 22 % jalostamon kokonaispäästöistä. Tuotelastauksia ovat POR-lastaus ja bitumin, liuottimien sekä rikin lastaus, ja niiden yhteenlaskettu päästö on noin 1 % jalostamon kokonaispäästöistä. Jalostamon alueen säiliöihin luetaan sataman säiliöt (44 kpl), tuotesäiliöt (49 kpl), välisäiliöt (25 kpl) sekä bitumisäiliöt (18 kpl). Niiden päästöt vapautuvat pääasiassa säiliöiden yläreunan korkeudelta. Suuresta lukumäärästä huolimatta kaikkien säiliöiden hönkäyhteiden tai venttiilien päästöt edustavat yhdessä vain 0,8 % kaikista jalostamon päästöistä. Jalostamon toiminnoista hajuja aiheuttavat

edellä mainittujen päästölähteiden lisäksi tiettävästi myös laivojen lastaus sekä jalostamon alueella sijaitseva auma. Näistä päästölähteistä ei kuitenkaan ole tehty hajupäästömittauksia tai muita päästömittauksia, joten niitä ei ole otettu huomioon leviämismallilaskelmissa.

Naantalın sataman laivaliikenteen aiheuttamien hajupäästöjen laskenta perustui vuoden 2013 todellisiin laivakäyntitietoihin. Laskelmissa huomioitiin erikseen laivojen aiheuttamat hajupäästöt laiturissa, satama-altaassa (manoveeraus) ja laivaväylällä noin 6 km matkalla. Mallilaskelmissa huomioitua laivaliikenteen hajupäästöt ovat peräisin laivojen savupiipuista vapautuvista hyvin kuumista pakokaasuista. Todennäköisesti suuri osa hajusta on peräisin polttoaineen sisältämistä rikkiyhdisteistä. Laivojen lastauksen aikana laivojen säiliöstä vapautuvan korvausilman mahdollisia hajupäästövaikutuksia ei ole huomioitu näissä mallilaskelmissa. Laivojen hajupäästöt laskettiin VTT:n vuonna 2007 tekemien laivojen hajupäästömittausten perusteella. VTT mittasi olfaktometrisesti kolmen erityyppisen laivan hajupäästöt laiturissa, satama-altaassa ja väylällä. Näistä hajupäästömittauksista valittiin nyt yksi laiva edustamaan kaikkia Naantalın satamassa liikennöiviä erityyppisiä laivoja. Tämän laivan hajupäästöt olivat satamassa 18 600 hy/s (apukone käytössä), satama-altaassa 121 000 hy/s (manoveeraus; apukone ja pääkone käytössä) ja väyläajossa 144 000 hy/s (apukone ja pääkone käytössä). Vuonna 2013 laivakäyntien kokonaismäärä Naantalın satamassa oli 1 757 ja käynnit jakautuivat melko tasaisesti koko kalenterivuoden ajalle. Vanhoihin vuoden 2007 hajupäästömittauksiin perustuvat päästölaskelmat todennäköisesti kuitenkin yliarvioivat laivaliikenteen aiheuttamia hajupäästöjä merkittävästi, koska laivojen polttoaineissa on tapahtunut kehitystä viime vuosina. EU:n rikkidirektiivin mukaan polttoaineen rikkipitoisuus saa olla enintään 0,1 %, jos alus viipyy satamassa yli kaksi tuntia. Säännös on astunut voimaan jo 1.1.2010 (2005/33/EY). Rikkipäästöjen rajoitusalueilla, eli ns. SECA-alueilla, joihin Itämeri kuuluu, laivaliikenteen polttoaineen enimmäisrikkipitoisuus tippui 1,5 prosentista 1,0 prosenttiin vuonna 2010 ja vuoden 2015 alusta raja tippuu edelleen 0,1 prosenttiin (2012/33/EU). Polttoaineen rikkipitoisuuden vähentyessä on todennäköistä, että myös hajupäästöt pienentyvät.

Päästöjen leviämislaskelmissa on pyritty ottamaan laitosten hajupäästövaihtelut huomioon mahdollisimman todenmukaisina vuoden 2013 tietojen (perustilanne) tai 2014 tietojen (päästövähennykset käytössä) perusteella. Päästövaihteluissa on otettu huomioon laitosten prosessien todelliset käyntitunnit vuoden aikana, tiedossa olevat seisokit, prosessien vuodenaikaiset kausivaihtelut ja kunkin prosessin sisäiset hajupäästöjen vaihtelut. Prosessien hajupäästöjen vaihtelut perustuvat toiminnanharjoittajien tekemään arvioon laitosten normaalitoiminnasta. Tässä mallilaskelmassa ei tarkasteltu häiriöpäästöjä tai laitosten aiheuttamaa pahinta mahdollista hajutilannetta. Laivaliikenteen päästövaihtelu perustui yhtenä vuonna toteutuneeseen laivakäyntien määrään ja laivojen todellisiin liikennöintiaikatauluihin. Leviämislaskelmia varten muodostettiin kaikille päästölähteille omat päästöaikasarjat, joissa hajupäästö määrä on laskettu erikseen jokaiselle laskentajakson tunnille (heinäkuu 2010–kesäkuu 2013, 26 304 tuntia). Vuosittainen päästö määrä ja päästövaihtelu oli sama kunakin kolmena tarkasteluvuotena. Tutkimuksessa huomioitujen toimijoiden vuosittaiset hajupäästöt on esitetty taulukossa 1. Huomionarvoista on, että hajupäästöjen osuuden perusteella ei voida suoraan arvioida päästölähteen vaikutusta hajun esiintymiseen. Yksittäisen päästölähteen aiheuttamaan hajupitoisuuteen vaikuttavat päästö määrän lisäksi merkittävästi myös päästökorkeus, päästölähteen ominaisuudet ja vallitsevat leviämisolosuhteet.

Taulukko 1. Tutkimuksessa huomioitujen Naantalin ja Raision seudun hajupäästölähteiden kokonaishajupäästöt (Mhy/a) perustilanteessa vuonna 2013 sekä Finnfeeds Finland Oy:n tehtaan päästövähennysten ja Raisio-konsernin kasviöljytehtaan lakkauttamisen jälkeen, vuonna 2014.

	Hajujen vuosipäästöt (Mhy/a) 2013	Osuus kokonaishaju- päästöstä	Hajujen vuosipäästöt (Mhy/a) 2014	Osuus kokonaishaju- päästöstä
Raisio-konserni	416 800	6 %	246 900	4 %
Finnfeeds Finland Oy	1 566 400	22 %	838 600	14 %
Neste Oil Oyj	2 310 600	33 %	2 310 600	38 %
Naantalin satama & laivaliikenne ⁽¹⁾	2 752 800	39 %	2 752 800	45 %
Yhteensä	7 046 600	100 %	6 148 900	100 %

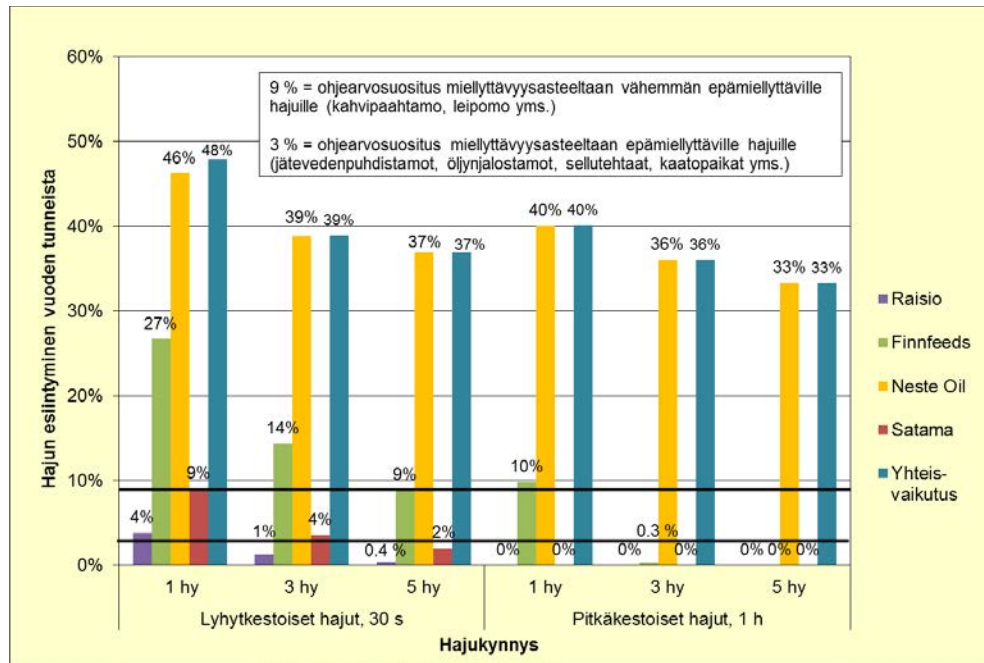
⁽¹⁾ Laivaliikenteen päästöissä on otettu huomioon laivaväylää 6 km matkalta.

Perustilanteen (vuosi 2013) hajupäästöjen leviämislaskelmat tehtiin kaikille toimijoille erikseen ja lisäksi tarkasteltiin kokonaistilannetta, jossa kaikista laitoksista ja laivaliikenteestä vapautuu hajuja yhtäaikaan. Näin saatiin selville sekä yksittäisen laitoksen vaikutus alueen hajutilanteeseen että kaikkien päästölähteiden yhteisvaikutus. Lisäksi Raisio-konsernin ja Finnfeeds Finland Oy:n laitosten osalta tarkasteltiin tilannetta päästövähennysten jälkeen (vuosi 2014). Näin saatiin selville päästövähennysten vaikutus alueen kokonaishajutilanteeseen. Yksittäisten laitosten hajuvaikutukset on esitetty erillisraporteissa ja tässä raportissa keskitytään tarkastelemaan kaikkien hajupäästöjen yhteisvaikutusta.

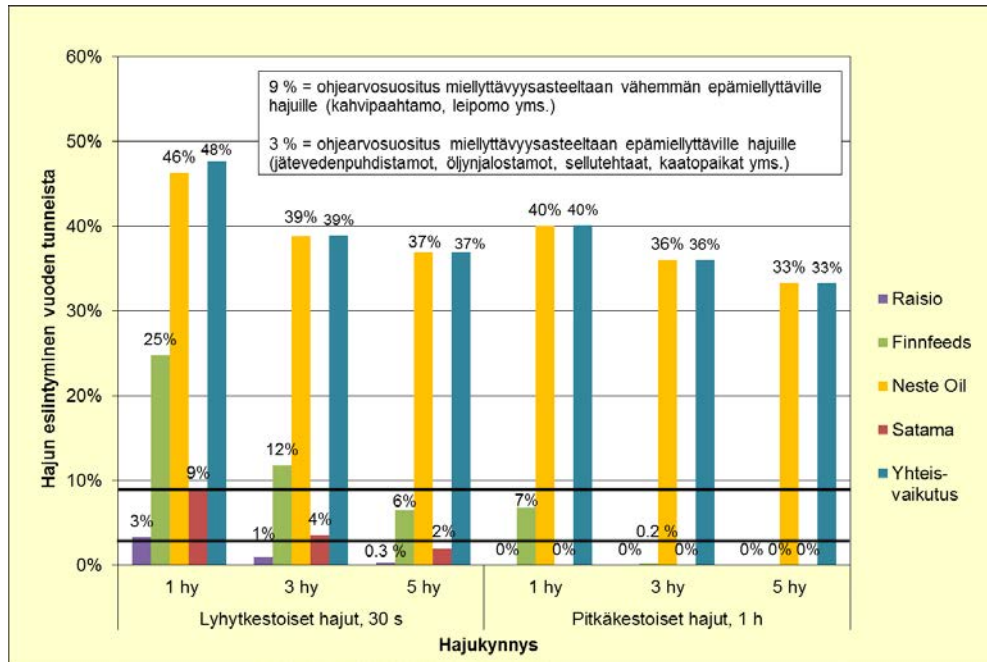
4 TULOKSET

Leviämismallilaskelmien tuloksina saadut hajujen esiintymisalueet on esitetty raportin lopussa liitekuvin 1–12. Kuvat 1–6 esittävät kaikkien päästölähteiden aiheuttamien hajujen leviämistä vuoden 2013 päästötilanteessa ja kuvat 7–12 puolestaan esittävät kaikkien päästölähteiden aiheuttamien hajujen leviämistä Raisio-konsernin ja Finnfeeds Finland Oy:n laitosten päästövähennystoimien jälkeen (vuoden 2014 päästötilanne). Kaikkien toimijoiden hajupäästöjen yhdessä aiheuttaman lyhytaikaisen (30 s) ja pitkäaikaisen (1 h) hajun esiintymistä kuvaavat korkeimmat hajufrekvenssit (prosentteina vuoden tunneista) kolmella hajun voimakkuutta kuvaavalla hajukynnystasolla (1 hy/m³, 3 hy/m³ ja 5 hy/m³) on esitetty kuvassa E vuoden 2013 päästötiedoilla ja kuvassa F vuoden 2014 päästötiedoilla. Lyhytkestoisetkin hajutilanteet voivat aiheuttaa hajuhaittaa lähialueen asukkaille. Kuviin on myös merkitty mustilla vaakasuorilla viivoilla Suomessa ohjearvoiksi suositetut hajufrekvenssiarvot 3 % (alaraja) ja 9 % (yläraja) kokonaisajasta. Alaraja koskisi hyvin epämiellyttävää hajua, kuten sellutehtaiden ympäristössä esiintyvää haisevien rikkiyhdisteiden hajua. Yläraja koskisi hajua, joiden miellyttävyyssaste on vaihtelevampi. Alueen päästöjen

aiheuttaman kokonaishajun voidaan arvioida olevan miellyttävyyssasteeltaan epämiellyttävä, jolloin sen kohdalla tulisi tarkastella 3 %:n hajufrekvenssiä. Kuvia E ja F vertailemalla huomataan, että Raision kasviöljytehtaan toiminnan lakkauttamisella ja Finnfeeds Finland Oy:n tehtaan päästövähennystoimilla on koko tutkimusalueen suurimpiin hajufrekvensseihin vain vähän vaikutusta.



Kuva E. Leviämismallilla laskettujen yksittäisten päästölähteiden ja kaikkien päästölähteiden yhteisvaikutuksen aiheuttamien hajutilanteiden suurin esiintyvyys (% vuoden tunteista) tutkimusalueella. Hajufrekvenssit on esitetty erikseen kolmelle hajun voimakkuutta kuvaavalle hajukynnystasolle (1, 3 ja 5 hy) vuoden 2013 päästötasolla. Pylväät kuvaavat hajun esiintyvyyttä yksittäisessä laskentapisteessä tarkastelualueella, ja suurimmalla osalla tutkimusaluetta hajun esiintyvyys on pienempi kuin tässä kuvaajassa esitetty maksiarvo.



Kuva F. Leviämismallilla laskettujen yksittäisten päästölähteiden ja kaikkien päästölähteiden yhteisvaikutuksen aiheuttamien hajutilanteiden suurin esiintyvyys (% vuoden tunneista) tutkimusalueella. Hajufrekvenssit on esitetty erikseen kolmelle hajun voimakkuutta kuvaavalle hajukynnystasolle (1, 3 ja 5 hy) vuoden 2014 päästöttilanteessa Finnfeeds Finland Oy:n tehtaan päästövähennysten ja Raisio-konsernin kasviöljytehtaan lakkauttamisen jälkeen. Pylväät kuvaavat hajun esiintyvyyttä yksittäisessä laskentapisteessä tarkastelualueella, ja suurimmalla osalla tutkimusaluetta hajun esiintyvyys on pienempi kuin tässä kuvaajassa esitetty maksiarvo.

Leviämislaskelmien tulosten mukaan kukin toimija aiheuttaa hajuja yksinään lähialueelleen. Yksittäisten laitosten aiheuttamat korkeimmat hajufrekvenssit (hajun esiintymisen tiheys) esiintyvät kuitenkin melko lähellä päästölähteitä ja hajun esiintymisen frekvenssi pienenee nopeasti etäisyyden kasvaessa. Koko tutkimusalueen korkeimpien hajufrekvenssiarvojen esiintymispaikka on merkitty valkoisella tähdellä liitteenä oleviin tulostakuviin (liitekuvat 1–12). Tutkimusalueen kaikkien hajupäästöjen yhteisvaikutus on jonkin verran suurempi kuin yksittäisten laitosten hajuvaikutukset yksinään. Kaikkein korkeimmat hajufrekvenssiarvot esiintyvät laitosalueilla lähellä päästölähteitä.

Leviämislaskelmien tulosten mukaan Nesteen jalostamo on merkittävin hajujen aiheuttaja tutkimusalueella. Jalostamon aiheuttamia lyhytaikaisia hajutilanteita voi esiintyä tutkimusalueella jo yksinään lähes puolet vuoden tunneista ja pitkäaikaisia hajutilanteita yli kolmasosan vuoden tunneista. Nesteen jalostamon merkittävin hajujen aiheuttaja on lähes maanpinnan tasolla sijaitseva API-allas, jonka välittömään läheisyyteen jalostamoalueen kaakkoiskärkeen sijoittuvat ne alueet, joissa esiintyvät koko tutkimusalueen korkeimmat hajufrekvenssiarvot eli alueet, joissa hajua esiintyy tutkimusalueella kaikkein useimmin. API-allas on päästömäärältään toiseksi suurin öljynjalostamon hajupäästölähteistä. Jalostamon suurimmat hajupäästömäärät vapautuvat keskussavupiipusta, jonka korkeus on yli 100 metriä. Korkealla piipun

päässä sekoittumisolosuhteet ovat hyvät, jolloin päästöt pääsevät hyvin laimenemaan ympäröivään ilmaan ja hajuvaikutuksen maanpinnalla jäävät siten pieniksi. Toinen korkeiden hajufrekvenssien alue voidaan havaita Finnfeedsin betaiinitehtaan ympärillä. Tämän alueen laajuuteen vaikuttavat sekä betaiinitehtaan omat hajupäästöt että Naantalın sataman laivaliikenteen hajupäästöt. Laivojen polttoaineen rikkipitoisuuden vähentyessä on todennäköistä, että myös laivojen hajupäästöt pienentyvät. Tästä syystä ennen rikkidirektiivin voimaantuloa tehtyihin hajupäästömittauksiin perustuvat päästölaskelmat todennäköisesti yliarvioivat laivaliikenteen pakokaasujen aiheuttamia hajupäästöjä ja laivaliikenteen tutkimusalueelle aiheuttamat hajupitoisuudet ovat tässä tutkimuksessa todennäköisesti liian suuria. On mahdollista, että Neste Ölin satamassa tapahtuvan laivojen lastauksen yhteydessä laivojen säiliöistä kuitenkin vapautuu korvausilmaa, joka voi aiheuttaa hajupäästöjä. Mahdollisia korvausilman aiheuttamia hajupäästöjä ei ole huomioitu mallilaskelmissa. Myöskään jalostamoalueella sijaitsevan auman hajupäästöjä ei huomioitu mallilaskelmissa.

Matalat päästölähteet ovat merkittäviä hajujen aiheuttaja päästölähteiden lähiympäristössä maanpintatasolla. Kaikissa erillismallinnuksissa voitiin havaita, että ne alueet, joissa hajufrekvenssi on suurin, eli hajuja esiintyy kaikkein useimmin, sijoittuvat matalien päästölähteiden välittömään läheisyyteen. Raisen tehtailla korkeimmat hajufrekvenssit esiintyivät esteröintilaitoksen, jäteveden esikäsittelylaitoksen ja kaupungin jätevesipumppaamon matalien hormien lähistöllä. Finnfeedsin betaiinitehtaalla korkeimmat hajufrekvenssit havaittiin jäteveden ilmastusaltaan lähellä ja Nesteen jalostamolla puolestaan API-altaan lähellä. Altaista hajupäästöt vapautuvat lähes maanpinnan tasolle.

Kun päästöt vapautuvat korkeista piipuista tai laitosten kattotasolta, hajut ehtivät laimentua ennen leviämistään ympäristöönsä. Toisaalta korkealta vapautuvat hajupäästöt voivat kulkeutua kauemmas päästölähteistä kuin maanpintatasolta vapautuvat hajut. Poistokaasujen nousunopeus piipussa sekä ulkolämpötilan ja poistokaasujen lämpötilan välinen ero aiheuttavat päästöihin nousulisää, joka edesauttaa päästöjen leviämistä ja laimenemista. Kuuma poistokaasu, kuten laivojen pakokaasu, kohoaa ylöspäin kylmempää ilmaa korkeammalle kunnes kaasun lämpötila on jäähtynyt ulkoilman tasolle. Piipuista suurella nousunopeudella vapautuvien kuumien poistokaasujen hajuvaikutukset maanpinnalla jäävät siten pieniksi vaikka päästömäärät olisivat suuriakin. Hajut leviävät melko tasaisesti joka ilmansuuntaan päästölähteiden ympäristöön, vaikka vallitsevat tuulensuunnat tutkimusalueella ovatkin etelästä ja lounaasta. Kaikkein korkeimmat hajupitoisuudet havaitaan todennäköisesti heikkotuulisissa tilanteissa, jolloin sekoittuminen on vähäistä. Kun tuulennopeus on suuri, hajut leviävät ja laimenevat tehokkaammin.

Mallilaskelmien tulosten mukaan hajukynnyksen (1 hy/m^3) ylittäviä lyhytkestoisia (30 s) hajutilanteita esiintyy tutkimusalueella yli 3 %:na vuoden tunneista eli vähintään 260 tuntina vuodessa noin $6 \text{ km} \times 4 \text{ km}$ suuruisella alueella öljynjalostamon, sataman ja betaiinitehtaan ympäristössä (liitekuvat 1 ja 7). Alue on suurempi kuin yksittäisten laitosten toiminnasta johtuva vastaava hajun esiintymisalue. Yhteisvaikutus-tarkastelussa tutkimusalueella esiintyvä suurin hajufrekvenssi on 48 %, kun taas Nesteen jalostamon erillislaskelmissa suurin frekvenssi oli 46 %. Raisen tehtaiden ympäristössä 3 %:n hajufrekvenssi ylittyy ainoastaan yksittäisissä laskentapisteissä aivan laitosalueella. Hajukynnyksen ylittävien lyhytkestoisten hajujen korkein havaittu hajufrekvenssi jää alle ohjearvotason pelkillä Raisen tehdasalueen hajupäästöillä laskettuna, mutta ylittyy kun laskelmissa huomioidaan myös tehdasalueella sijaitsevan Raisen kaupungin jätevesipumppaamon hajupäästöt. Raisen kasviöljytehtaan

toiminnan lakkauttamisen ja Finnfeeds Finland Oy:n tehtaan päästövähennystoimien jälkeen hajujen esiintyminen yli 3 %:na vuoden tunneista on todennäköistä hieman pienemmällä alueella kuin aiemmin. Erot vuoden 2013 (liitekuva 1) ja 2014 (liitekuva 7) hajutilanteiden välillä näkyvät selkeimmin Viialan, Kaivolan, Luolalan sekä Maijamäen alueilla.

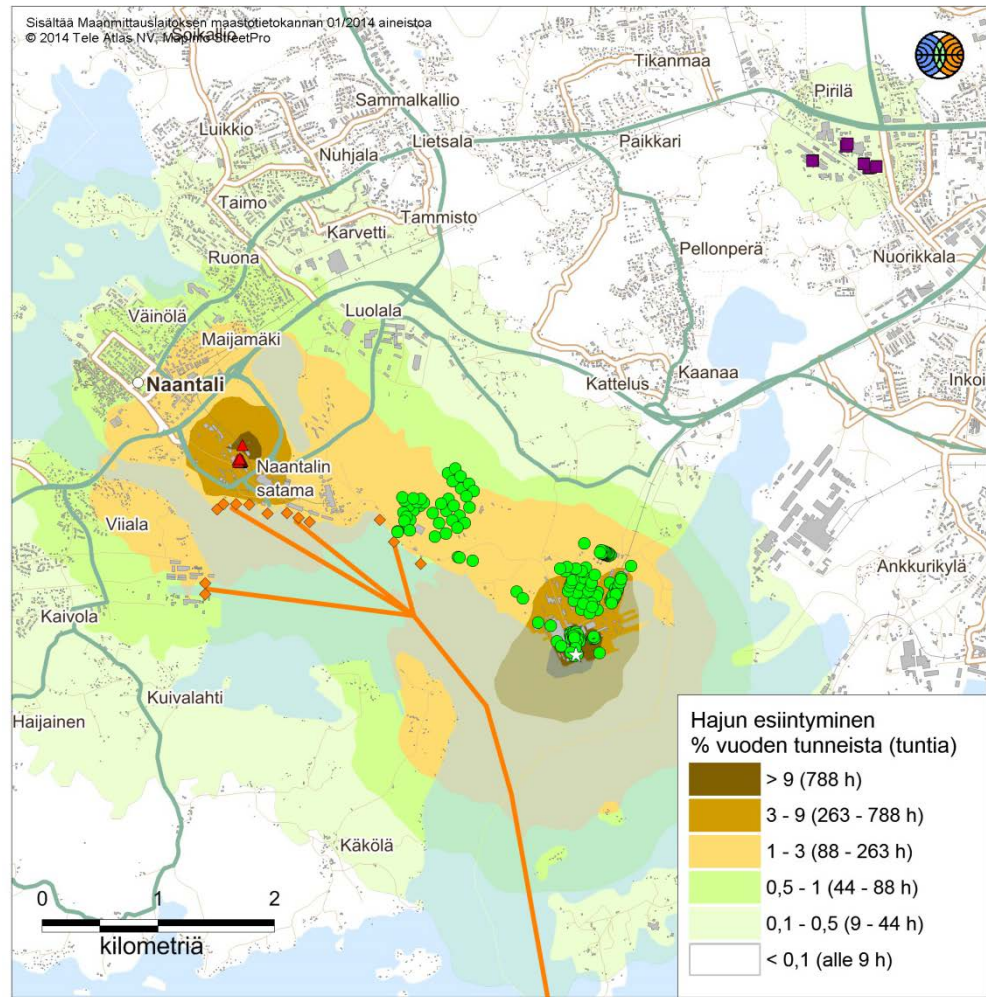
Selkeästi tunnistettavia lyhytkestoisia hajutilanteita (3 hy/m^3 , 30 s), joita suositellaan käytettäväksi asukkaiden hajuhaitan arviointiin, esiintyi vähintään 260 tuntina vuodessa Finnfeedsin betaiinitehtaan ympäristössä noin 500 m etäisyydellä tehtaasta vuoden 2013 päästötilanteessa (liitekuva 2). Yhteisvaikutustarkastelussa havaittu alue on hiukan suurempi kuin pelkän betaiinitehtaan päästöjen yksinään aiheuttama alue. Lisäksi näitä selkeästi tunnistettavia lyhytkestoisia hajutilanteita esiintyi yli ohjearvosuosituksen öljynjalostamon API-altaan ympärillä, noin 700 m etäisyydellä altaasta. Rasion tehtaiden lähialueella 3 %:n hajufrekvenssi ei ylittynyt lainkaan. Vuoden 2014 päästötilanteessa (liitekuva 8) hajujen esiintyminen yli 3 %:na vuoden tunneista on todennäköistä pienemmällä alueella kuin aiemmin Finnfeeds tehtaiden läheisyydessä. Nesteen jalostamon aiheuttamat hajufrekvenssit pysyvät ennallaan, koska eri vuosien tarkasteluissa jalostamon kaikki hajupäästöt pysyivät ennallaan.

Melko voimakkaita ja tunnistettavia lyhytkestoisia hajuja (5 hy/m^3 , 30 s) esiintyi yli 260 tuntina vuodessa Finnfeedsin betaiinitehtaan ympäristössä noin 300 metrin etäisyydellä tehtaasta ja ilmastusaltaasta sekä jalostamon alueella noin 500 metrin päässä API-altaasta vuoden 2013 päästötilanteessa (liitekuva 3). Rasion tehtaiden lähialueella melko voimakkaita lyhytkestoisia hajuja ei esiintynyt juuri lainkaan. Vuoden 2014 päästötilanteessa melko voimakkaita hajuja esiintyy yli 3 %:na vuoden tunneista pääsääntöisesti Finnfeedsin tehdasalueella noin 200 metrin etäisyydellä tehtaasta (liitekuva 9). Nesteen jalostamon aiheuttamat hajufrekvenssit pysyvät ennallaan vuoden 2014 tarkastelussa.

Pitkäkestoisia hajukynnyksen (1 hy/m^3 , 1 h) ylittäviä hajutilanteita, jolloin hajua esiintyisi vähintään yhden tunnin ajan yhtäjaksoisesti, esiintyi tutkimusalueella vuoden 2013 päästötilanteessa betaiinitehtaan ja API-altaan lähiympäristöissä (liitekuva 4). Rasion tehtaiden ja Naantalin sataman ympäristössä pitkäkestoisia hajutilanteita ei esiintynyt lainkaan. Betaiinitehtaan ympäristössä pitkäaikaista hajua esiintyi yli ohjearvosuosituksen (3 %) ilmastusaltaan pohjoispuolella noin 200 metrin etäisyydellä. API-altaan lähiympäristössä ohjearvosuositus ylittyi enimmillään noin 800 metrin päässä altaasta. Nämä alueet ovat samankokoiset yhteisvaikutustarkastelussa ja laitosten erillistarkasteluissa. Täten päästöjen yhteisvaikutuksella ei näyttäisi olevan voimistavaa vaikutusta pitkäaikaisten hajujen esiintyvyyteen. Päästövähennystoimet Finnfeedsin tehtaalla vaikuttavat hieman sen alueen kokoa pienentävästi, jolla pitkäaikaisia hajuja esiintyy todennäköisesti yli 3 %:na vuoden tunneista (liitekuva 10). Nesteen jalostamon aiheuttamat hajufrekvenssit pysyvät ennallaan vuoden 2014 tarkastelussa.

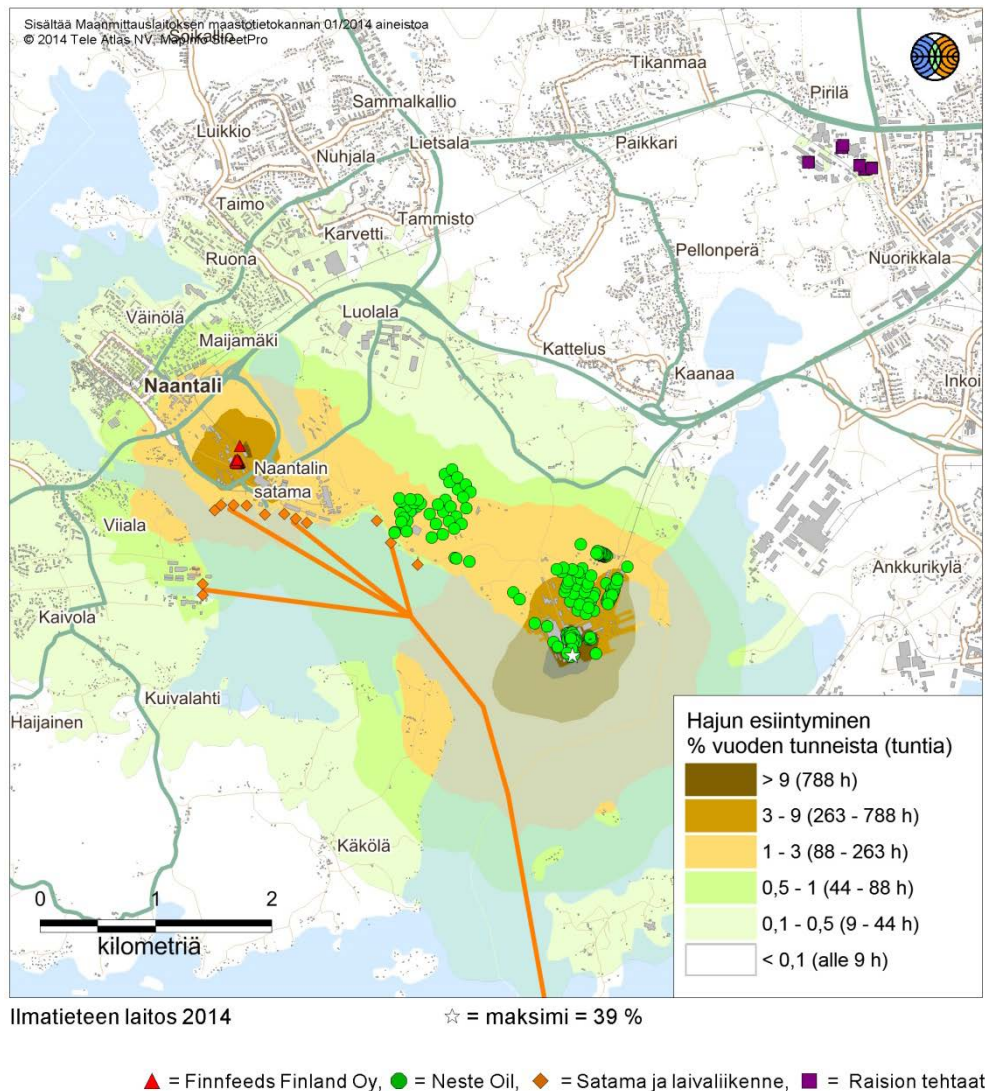
Selvästi tunnistettavia ja melko voimakkaita (3 ja 5 hy/m^3) pitkäkestoisia hajutilanteita ei esiinny lainkaan Finnfeeds Finland Oy:n betaiinitehtaan ympäristössä kummallakaan tarkastellulla päästötasolla (vuoden 2013 tai 2014 päästötaso). Nesteen jalostamon API-altaan ympäristössä selkeästi tunnistettavia (3 hy/m^3) pitkäkestoisia (1 h) hajutilanteita voitiin havaita yli ohjearvosuosituksen noin 450 metrin etäisyydellä ja melko voimakkaita (5 hy/m^3) pitkäkestoisia hajutilanteita noin 300 metrin etäisyydellä altaasta (liitekuvat 5–6 sekä 11–12).

Asukkaiden hajuhaitan arviointiin suositellaan käytettäväksi kuvissa G ja H (tai liitekuvin 2 ja 8) esitettyä hajutilannetta, eli lyhytaikaista (30 s) selvästi tunnistettavissa olevaa hajua (3 hy/m^3). Tällaista hajua esiintyy vuoden 2013 päästötasolla yli ohjearvotason (3 %, noin 260 h) Armonlaaksontien, Satamatien ja Järveläntien rajoittamalla alueella sekä öljynjalostamon laitosalueella ja laitosalueen eteläpuolisella merialueella. Näillä alueilla ei tällä hetkellä ole juurikaan asutusta. Betaiinitehdasta lähimmät asuinrakennukset ovat noin 400 metrin etäisyydellä Uolevi Raaden kadun ja Kopenkadun kulmassa. Näiden rakennusten kohdalla hajuja esiintyy lähes 3 %:na vuoden tunneista. Tälle alueelle on kaavoitettu uusia asuintaloja vielä lähemmäksi tehdasta. Useilla asuinalueilla, kuten Maijamäessä, Palomäessä, Viialassa ja Ajonpäässä lyhytaikaista selvästi tunnistettavissa olevaa hajuja esiintyy melko usein, mutta kuitenkin alle 260 tuntina vuoden aikana. Naantalin keskustassa selvästi tunnistettavia hajuja esiintyy pääsääntöisesti alle 90 tuntina vuodessa. Päästövähennysten jälkeen Finnfeedsin lähellä oleva selvästi tunnistettavien hajujen alue, jossa lyhytaikaisia hajuja esiintyy yli 3 %:na vuoden tunneista, hieman pienenee. Mallilaskelmien mukaan hajuja ei esiinny enää juuri Satamatien länsipuolella tai Järveläntien pohjoispuolella. Edelleen kuitenkin mm. osassa Maijamäen ja Viialan asuinalueita hajuja esiintyy melko usein, mutta kuitenkin alle 260 tuntina vuoden aikana. Mallilaskelmien mukaan Naantalin keskustassa selvästi tunnistettavien hajujen esiintymistiheys harvenee Finnfeedsin päästövähennysten seurauksena (kuvat G ja H).



▲ = Finnfeeds Finland Oy, ● = Neste Oil, ◆ = Satama ja laivaliikenne, ■ = Raisian tehtaat

Kuva G. Tutkimusalueen kaikkien päästölähteiden aiheuttaman lyhytaikaisen (30 s) hajun esiintyminen prosenteina vuoden tunneista hajukynnyksellä 3 hy/m^3 (selkeä tunnistettava hajua) vuoden 2013 päästötasolla. Aasukkaiden hajuhaitan arviointiin suositellaan käytettäväksi tätä hajutilannetta.



Kuva H. Tutkimusalueen kaikkien päästölähteiden aiheuttaman lyhytaikaisen (30 s) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunneista hajukynnyksellä 3 hy/m^3 (selkeä tunnistettava hajua) vuoden 2014 päästötasolla Finnfeeds Finland Oy:n tehtaan päästövähennysten ja Raisio-konsernin kasviöljytehtaan lakkauttamisen jälkeen. Asukkaiden hajuhaitan arviointiin suositellaan käytettäväksi tätä hajutilannetta.

Luonnonmaan ja Kaanaan alueen asukailta on tullut Naantalin kaupungin ympäristövalvontaan hajuvalituksia häiritsevistä hajusta. Luonnonmaan asuinalueet sijaitsevat päästölähteiden lounaispuolella sellaisella alueella, jossa tämän mallilaskelman mukaan on esiintynyt vuoden 2013 päästötilanteessa selvästi tunnistettavaa lyhytaikaista hajua (3 hy/m^3 , 30 s) alle ohjearvosuosituksen. Finnfeedsin betaiinitehtaan uuden biosuodattimen käyttöönoton myötä hajujen esiintyminen on hieman vähentynyt alueella. Kaanaan asuinalueet sijaitsevat Nesteen jalostamon päästölähteiden koillispuolella sellaisella alueella, jossa tämän mallilaskelman mukaan ei esiintyisi selvästi tunnistettavaa lyhytaikaista hajua. Luonnonmaan ja Kaanaan asuinalueiden kohdalla kuitenkin esiintyy melko usein hajukynnyksen (1 hy/m^3) ylittävää hajua, jolloin noin puolet ihmisistä aistii hajua. Hajukynnyksen ylittävä hajua

saattaa pitkään jatkuessaan tai usein esiintyessään olla viihtyvyyteen liittyvä stressitekijä, sillä ihmiset tunnistavat hajun ja kokevat sen haitallisuuden hyvin yksilöllisesti. On myös mahdollista, että mallilaskelmissa ei ole pystytty huomioimaan kaikkia sellaisia päästölähteitä, joista aiheutuu häiritsevää hajua asuinalueille. Mallilaskelmissa ei ole huomioitu mm. hajapäästölähteitä, Nesteen jalostamon alueella sijaitsevaa avointa aumaa eikä laivojen lastauksen yhteydessä laivojen säiliöistä vapautuvan korvausilman hajupäästöjä.

Asukkaiden tekemien hajuhavaintojen perusteella betaiinitehtaan hajut ovat kulkeutuvat luoteeseen kohti Naantalin keskustaa junaradan kalliioleikkausta pitkin. Hajut voivat sopivissa tuuliolosuhteissa kulkeutua hyvinkin pitkiä matkoja tällaisia kuilumaisia maastonmuotoja, kuten kalliioleikkauksia, katukuiluja tai syviä laaksoja pitkin. Hajulaskelmissa huomioidaan laskenta-alueen maanpinnan korkeusvaihtelu Maanmittauslaitoksen karkeahkon korkeusmallin avulla. Korkeusmallin hilaväli on 25 m. Tästä syystä esimerkiksi noin 10 metriä leveän notkelman tai kalliioleikkauksen huomioiminen pelkästään korkeusmalliaineiston avulla ei ole mahdollista. Korkeusvaihtelun lisäksi maaston, vesistöjen ja asutuksen aiheuttamat leviämislaskelman rosoisuuserot huomioidaan mallilaskelmissa päästölähteen eri puolilla eri ilmansuunnissa niin kutsutuilla rosoisuusparametreilla. Rosoisuusparametri kuvaa kuitenkin ison alueen keskiarvoista rosoisuutta ja tästä syystä yksittäisten esteiden tai katukuilujen huomioiminen parametrin avulla ei ole mahdollista tässä leviämislaskennassa. Asukkaiden hajuhavainnoista ei ole tietoa uuden biosuodattimen käyttöönoton jälkeen.

5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä tutkimuksessa arvioitiin Ilmatieteen laitoksella kehitetyllä haisevien yhdisteiden leviämismallilla (ODO-FMI) Naantalin ja Raision seudun merkittävimpien hajupäästölähteiden aiheuttamia hajuvaikutuksia. Hajupäästöjen leviämislaskelmat tehtiin Naantalin ja Raision alueen kaavoituksen tueksi osana päästöjen hajuvaikutusten yhteistarkkailua. Alueella hajuja aiheuttavia toimijoita ovat Raisio-konsernin Raision tehtaat, Finnfeeds Finland Oy:n Naantalin betaiinitehdas, Neste Oil Oy:n Naantalin jalostamo sekä Naantalin sataman laivaliikenne. Leviämislaskelmissa lähtötietoina käytettiin AX-LVI Oy:n tekemiä hajuyksikkölaskelmia ja hajupäästömittauksia. Naantalin sataman laivaliikenteen osalta hajupäästölaskelmat perustuivat laivakäyntitietoihin ja VTT:n vuonna 2007 tekemiin hajupäästömittauksiin, jolloin laivoilla oli käytössään enemmän rikkiä sisältäviä polttoaineita kuin nykyisin. Laivaliikenteen laskettu hajupäästö on todennäköisesti yliarvio todellisuudesta.

Hajujen esiintymistä ulkoilmassa arvioitiin kolmella eri hajukynnyksen arvolla, joilla pyritään kuvaamaan hajun voimakkuutta. Hajukynnyksellä 1 hy/m^3 tarkoitetaan tilannetta, jossa puolet ihmisistä aistii hajua, mutta hajun aiheuttaja ei välttämättä ole tunnistettavissa. Kolminkertaisella hajukynnyksellä (3 hy/m^3) haju on selkeää ja sen aiheuttaja on tunnistettavissa. Viisinkertaisella hajukynnyksellä (5 hy/m^3) haju on melko voimakasta ja tunnistettavaa. Laskelmissa tarkasteltiin lyhytaikaisen (30 s) ja pitkäaikaisen (1 h) hajun esiintymistä perustilanteessa, jossa on huomioitu todelliset mitatut ja lasketut hajupäästöt kaikista päästölähteistä vuoden 2013 päästötasolla. Lisäksi tarkasteltiin Finnfeeds Finland Oy:n tehtaan päästövähennysten ja Raisio-

konsernin kasviöljytehtaan lakkauttamisen vaikutusta (vuoden 2014 päästötaso) hajujen esiintyvyyteen tutkimusalueella.

Leviämislaskelmien tulosten mukaan lyhytkestoisia hajutilanteita esiintyy kaikkien tarkasteltujen laitosten ja sataman ympäristössä. Pitkäkestoisia hajukynnyksen ylittäviä hajutilanteita, jolloin hajua esiintyy vähintään yhden tunnin ajan yhtäjaksoisesti, esiintyi tutkimusalueella Finnfeedsin betaiinitehtaan lähiympäristöissä ja Nesteen jalostamon alueella. Rasion tehtaiden ja Naantalin sataman ympäristössä pitkäkestoisia hajutilanteita ei esiintynyt lainkaan. Yksittäisten laitosten aiheuttamat korkeimmat hajufrekvenssit (hajun esiintymisen tiheys) esiintyvät melko lähellä päästölähteitä ja hajun esiintymisen frekvenssi pienenee nopeasti etäisyyden kasvaessa hajupäästölähteestä.

Merkittävin hajujen aiheuttaja tutkimusalueella on Nesteen jalostamo, jonka aiheuttamia lyhytaikaisia hajutilanteita voi esiintyä tutkimusalueella lähes puolet vuoden tunneista. Korkeimpien hajufrekvenssien alueet, eli alueet, joissa hajua esiintyy tutkimusalueella kaikkein useimmin, voidaan havaita jalostamoalueen kaakkoiskärjessä ja Finnfeedsin betaiinitehtaan ympäristössä. Jalostamoalueen korkeimmat hajufrekvenssit aiheutuvat API-altaan hajupäästöistä, jotka vapautuvat läheltä maanpintatasoa. API-allas on määrällisesti toiseksi suurin jalostamon hajupäästölähteistä. Betaiinitehtaan ympäristön korkeimpien hajufrekvenssien esiintymisalueen laajuuteen vaikuttavat betaiinitehtaan lisäksi myös sataman laivaliikenteen aiheuttamat hajupäästöt. Laivojen polttoaineen rikkipitoisuuden vähentyessä on todennäköistä, että myös laivojen hajupäästöt pienentyvät merkittävästi. Tästä syystä vuoden 2007 hajupäästömittauksiin perustuvat leviämislaskelmat todennäköisesti yliarvioivat laivaliikenteen aiheuttamia hajuvaikutuksia.

Matalat päästölähteet ovat merkittäviä hajujen aiheuttaja päästölähteiden lähiympäristössä maanpintatasolla. Matalien päästölähteiden välittömään läheisyyteen sijoittuvat ne alueet, joissa hajufrekvenssi on suurin, eli hajuja esiintyy kaikkein useimmin. Kun päästöt vapautuvat korkeista piipuista tai laitosten kattotasolta, hajut pääsevät tehokkaasti laimenemaan ympäröivään ilmaan ennen leviämistään ja hajuvaikutukset maanpintatasolla jäävät pieniksi. Toisaalta korkealta vapautuvat hajupäästöt voivat kulkeutua kauemmas päästölähteistä kuin maanpintatasolta vapautuvat hajut. Päästöjen korkea lämpötila (esim. laivojen pakokaasut) ja poistokaasujen suuri nousunopeus piipussa (esim. jalostamon keskussavupiiput) edesauttavat hajupäästöjen leviämistä ja laimenemista. Hajut leviävät melko tasaisesti joka ilmansuuntaan päästölähteiden ympäristöön, vaikka vallitsevat tuulensuunnat tutkimusalueella ovatkin etelästä ja lounaasta. Korkeimmat hajupitoisuudet havaitaan todennäköisesti heikkotuulisissa tilanteissa, jolloin sekoittuminen on vähäistä. Tällöin hajupitoisuudet voivat kohota varsinkin matalien päästölähteiden vaikutuksesta niiden lähialueilla. Kun tuulennopeus on suuri ja sekoitusolosuhteet ovat hyvät, hajut leviävät ja laimenevat tehokkaammin.

Tutkimuksen tuloksia on verrattu VTT:n esittämään ohjearvosuositukseen hajujen esiintyvyydestä (Arnold, 1995). Koettuun hajuhaittaan vaikuttavat sekä hajun esiintymisfrekvenssi että hajun voimakkuus ja miellyttävyys (laatu). Ohjearvosuosituksen mukaan hajuja saa esiintyä 3–9 % vuoden tunneista hajun miellyttävyysasteesta riippuen. Alaraja koskee epämiellyttävää hajua, jolla on korkea haittapotentiaali (esim. öljynjalostamon tai sellutehtaan hajut) ja suosituksen yläaraja koskee hajuja, joiden miellyttävyysaste on vaihtelevampi (esim. kahvipaahtimon tai

leipomon hajut). Alueen päästöjen aiheuttaman kokonaishajun voidaan arvioida olevan miellyttävyyssasteeltaan epämiellyttävä, jolloin sen kohdalla tulisi tarkastella 3 %:n hajufrekvenssiä. Asukkaiden hajuhaitan kuvaamiseksi suositellaan käytettäväksi selkeästi tunnistettavia lyhytkestoisia hajutilanteita (3 hy/m^3 , 30 s). Tällaista hajua esiintyy vuoden 2013 päästötasolla yli ohjearvotason (3 %, noin 260 h) Armonlaaksontien, Satamatien ja Järveläntien rajoittamalla alueella sekä jalostamon laitosalueella ja jalostamon eteläpuolisella merialueella. Näillä alueilla ei tällä hetkellä ole juurikaan asutusta. Betaiinitehdasta lähimmät asuinrakennukset ovat noin 400 metrin etäisyydellä Uolevi Raaden kadun ja Kopenkadun kulmassa. Näiden rakennusten kohdalla hajuja esiintyy lähes 3 %:na vuoden tunneista. Tälle alueelle on kaavoitettu uusia asuintaloja vielä lähemmäksi tehdasta. Useilla asuinalueilla, kuten Maijamäessä, Palomäessä, Viialassa ja Ajonpäässä lyhytaikaista selvästi tunnistettavissa olevaa hajuja esiintyy melko usein, mutta kuitenkin alle 260 tuntina vuoden aikana. Naantalin keskustassa selvästi tunnistettavia hajuja esiintyy pääsääntöisesti alle 90 tuntina vuodessa. Finnfeedsin ja Raision tehtaiden päästövähennysten jälkeen (vuoden 2014 päästötaso) hajufrekvenssit hieman pienenevät mm. Naantalin keskustan, Viialan ja Maijamäen asuinalueilla sekä Raision tehtaiden ympäristössä.

Asukkaiden tekemien hajuvalitusten perusteella häiritsevää hajua on esiintynyt ainakin Luonnonmaan ja Kaanaan asuinalueilla sekä Naantalin keskustassa. Naantalin keskustaan hajujen on arveltu kulkeutuneen Finnfeedsin betaiinitehtaalta junaradan kalliioleikkausta pitkin. Suurelle tarkastelualueelle ($25 \text{ km} \times 25 \text{ km}$) tehdyssä mallilaskelmassa ei kuitenkaan voitu luotettavasti arvioida näin pienipiirteisen maastonmuodon vaikutusta hajujen leviämiseen. Luonnonmaan ja Kaanaan asuinalueiden kohdalla esiintyy mallilaskelmien mukaan melko usein hajukynnyksen (1 hy/m^3) ylittävää hajua, jolloin noin puolet ihmisistä aistii hajua. Finnfeedsin betaiinitehtaan uuden biosuodattimen käyttöönoton myötä hajujen esiintyminen on hieman vähentynyt Luonnonmaan alueella. Ihmiset kokevat hajun haitallisuuden hyvin yksilöllisesti. Vaikka näillä asuinalueilla selvästi tunnistettavaa lyhytaikaista hajua (3 hy/m^3 , 30 s) esiintyy alle ohjearvosuosituksen, voi alueella pitkään jatkuva tai usein esiintyvä haju olla viihtyvyyteen liittyvä haittatekijä, joka voidaan kokea hyvinkin häiritsevä. Ongelmaksi koettu haju on terveyteen vaikuttava stressitekijä.

Tässä tutkimuksessa on huomioitu ainoastaan ne hajupäästölähteet, joista oli saatavilla hajupäästömittausten tuloksia. Laitosten päästöarviot on tehty yksittäisten päästökohteiden hajupäästömittauksiin perustuen. Mittaustulokset eivät anna kattavaa kuvaa laitoksen kokonaishajupäästöistä, koska laitosten toiminnassa ja prosesseista tapahtuu vaihtelua, jota yksittäinen mittaustulos ei paljasta. Päästövaihtelut on mallilaskelmissa kuvattu toiminnanharjoittajan tekemien laitosten käyttökokemuksiin perustuvien arvioiden mukaisesti. On myös mahdollista, että hajuja vapautuu jonkin verran sellaisista hajapäästökohteista, joita ei nyt voitu ottaa mallilaskelmissa huomioon, kuten ovista ja ikkunoista tai laitosrakennusten normaalista ilmanvaihdosta. Nesteen jalostamon alueella sijaitsevaa avointa aumaa ja laivojen lastauksen yhteydessä laivojen säiliöistä vapautuvan korvausilman hajupäästöjä ei ole otettu mukaan mallilaskelmiin hajupäästömittausten puuttumisen vuoksi.

VIITELUETTELO

Arnold, M., 1995. Hajuohjearvojen perusteet. VTT kemiantekniikka, *VTT tiedotteita* 1711, Espoo, 83 s.

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.

Environmental Guidelines No 9, 2002. Industrial odour control. Danish Environmental Protection Agency. 29 s. [Saatavilla www: <http://eng.mst.dk/topics/industry/industrial-air-pollution/regulation-of-industrial-air-pollution/>]

Feststellung und Beurteilung von Geruchs Immissionen, 1993. Geraschs-Immission-Richtlinie. Stand 15.2.1993. Essen: Landesanstalt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen, 23 s.

GOAA, 2008. Detection and Assessment of Odour in Ambient air, including grounds and advice on interpretation, 59 s. [Saatavilla www: <http://www.lanuv.nrw.de/luft/gerueche/pdf/GOAA10Sept08.pdf>]

Laki eräistä naapurussuhteista, 1920. L.13.2.1920/26 muutoksineen.

Lyytimäki, J., 2006. Unohdetut ympäristöongelmat. Helsinki. Gaudeamus Kirja.

Maankäyttö- ja rakennuslaki, 1999. L. 5.2.1999/132 muutoksineen.

Rantakrans, E. & Savunen, T., 1995. Hajuyhdisteiden leviämisen arviointi. Ilmansuojelun julkaisuja 21, Ilmatieteen laitos, Helsinki, 64 s.

Schauberger, G., Eder, J., Fiebigler, H., Köck, M., Lazar, R., Pichler-Semmelrock, F., Piringer, M., Quendler, T., Swoboda, M., Thiemann, G., Teufelhart, J., 1995. Vorläufige Richtlinie zur Beurteilung von Immissionen aus der Nutztierhaltung in Stallungen. Interdisziplinäre Arbeitsgruppe, "Immissionen aus der Nutztierhaltung". [Saatavilla www: <http://i115srv2.vu-wien.ac.at/bm/ODOUR/GeruchRL.pdf>]

Schauberger, G., Piringer, M. & Petsz, E., 1998. Diurnal and Annual Variation of Odour from Animal Houses: a Model Calculation for Fattening Pigs, J. Agric. Engin. Res., Vol. 74, s. 251-259.

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

Ympäristönsuojelulaki 527/2014. Annettu 27.6.2014.

2005/33/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2005/33/EY, annettu 6 päivänä heinäkuuta 2005, direktiivin 1999/32/EY muuttamisesta meriliikenteessä käytettävien polttoaineiden rikkipitoisuuden osalta.

2012/33/EU. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2012/33/EU, annettu 21 päivänä marraskuuta 2012, direktiivin 1999/32/EY muuttamisesta meriliikenteessä käytettävien polttoaineiden rikkipitoisuuden osalta.

LIITTEET

LIITE 1.

Liitetaulukko 1. Leviämismallilaskelmissa käytetyt Raisio-konsernin Raision tehdasalueen hajupäästölähteiden tiedot.

	AX:n mittaukset	NRO	Korkeus maan- pinnasta	Putken halkaisija	Ilman- nopeus	Ilman lämpötila	Ilmavirta	Toiminta- aika	Haju- pitoisuus	Haju- päästö	Hajun tunti- päästö	Hajun vuosi- päästö	Osuus haju- päästöistä
			m	mm	m/s	°C	Nm ³ /s	h/a	hy/m ³	hy/s	hy/h	Mhy/a	%
Kasviöljy	Absorptiopesu	1	24	300	8,3	21	0,03	4 368	65 536	2 168	7 804 725	34 091	8
	Kuivain 1	2	19,8	600	9,2	59	1,74	4 368	3 085	5 353	19 269 492	84 175	20
	Kuivain 2	3	19,8	600	7,0	49	1,57	4 368	1 749	2 746	9 885 942	43 180	10
	Jäähdytys	4	19,8	600	7,3	42	1,72	4 368	310	535	1 924 790	8 413	2
Esteröinti	VOC-imuri	5	20,5	150	0,3	4,4	0,01	7 920	861	5	17 817	141	0,03
	Hydrauksen sykloni	6	20,5	65	5,4	44	0,01	790	3 158	45	162 037	128	0,03
	Höyrytys sykloni	7	20,5	65	26,1	100	0,06	630	17 560	1 064	3 829 411	2 413	1
Tehdasalueen jätevesien käsittely	Ilmastus	8	12,0	300	4,0	30	0,25	8 760	45	11	39 955	350	0,1
	Välisäiliö	9	11,0	250	1,9	39	0,08	8 760	3 726	283	1 020 040	8 936	2
Rehutehdas	Extruder 3 kuivain	10	40	800	9,8	58	3,82	2 200	1 984	7 585	27 306 999	60 075	14
	Extruder 3 jäähdytin	11	40	500	15,7	45	2,58	2 200	2 896	7 483	26 937 565	59 263	14
	Extruder 2 kuivain*	12	40	800	9,8	70	3,17	2 200	1 984	6 294	22 657 649	49 847	12
	Extruder 2 jäähdytin*	13	40	500	18,3	45	2,83	2 200	2 896	8 182	29 456 532	64 804	16
Kaupungin jätevesi- pumppaamo	Hönkäputket (3 kpl)	14	1,5	150	3,1	6,5	0,06	6 132	315	3 kpl ×17	183 600	1128	0,3
	Aktiivihiihi- suodatin	15	4,0	250	2,7	12,5	0,13	2 628	12	2	5 415	14	0,03

* Extruder 2:ssa ei mittaushetkellä ollut tuotanto päällä. Hajupitoisuuden on oletettu olevan saman kuin Extruder 3:lla ja ilmavirta on vuoden 2010 mittauksesta.

LIITE 2.

Liitetaulukko 1. Finnfeeds Finland Oy:n Naantalin betaiinitehtaan hajupäästölähteiden tiedot 5.11.2013 tehtyjen hajumittausten perusteella (AX-Suunnittelu)

AX:n mittaukset	NRO	Korkeus maan- pinnasta	Putken halkaisija	Ilman- nopeus	Ilman lämpötila	Ilmavirta	Toiminta- aika	Haju- pitoisuus	Haju- päästö	Hajun tunti- päästö	Hajun vuosi- päästö	Osuus haju- päästöistä
		m	mm	m/s	°C	Nm ³ /s	h/a	hy/m ³	hy/s	hy/h	Mhy/a	%
Hajunpoisto	1	28,0	400	18,0	25,3	3,07	8 160	10 809	33 149	119 337 553	973 794	62 %
Kiteytys	2	25,1	630	12,2	51,3	3,14	8 160	1 625	5 108	18 388 336	150 049	10 %
Erotus, yleispoisto*	3	16–17,5	-	2,0	31	26,0	8 160	512	13 317	47 942 880	391 214	25 %
Ilmastusallas**	4	4	-	0,001	18	1,0	8 760	1 625	1 628	5 859 750	51 331	3 %

* Erotuksen yleispoistoon kuuluu 17 aukkoa ja yksi huippuimuri, joiden yhteinen pinta-ala on 19,8 m².

** Ilmastusaltaan pinta-ala on 1000 m². Ilmastusaltaaseen puhalletaan ilmaa kahdella kompressorilla, joista ensimmäinen (60,1 m³/min) käy aina ja toinen (29,5 m³/min) hapetustarpeen mukaan. Laskelmissa on käytetty ensimmäisen kompressorin tuottoa

Liitetaulukko 2.

Finnfeeds Finland Oy:n Naantalin betaiinitehtaan hajupäästölähteiden tiedot, 25.9.2014 tehtyjen hajumittausten perusteella (AX-Suunnittelu).

AX:n mittaukset	NRO	Korkeus maan- pinnasta	Putken halkaisija	Ilman- nopeus	Ilman lämpötila	Ilmavirta *	Toiminta- aika	Haju- pitoisuus	Haju- päästö	Hajun tunti- päästö	Hajun vuosi- päästö	Osuus haju- päästöistä
		m	mm	m/s	°C	Nm ³ /s	h/a	hy/m ³	hy/s	hy/h	Mhy/a	%
Biosuodatin	1	28	800	10,2	30	4,3	8 160	813	3 494	12 579 763	102 651	12 %
Kiteytys	2	25,1	630	12,2	51,3	3,14	8 160	1 625	5 108	18 388 336	150 049	18 %
Erotus, yleispoisto**	3	16–17,5	–	0,9–5,4	34–38	20,4	8 160	891	18 196	65 507 157	534 538	64 %
Ilmastusallas***	4	4	–	0,001	18	1,0	8 760	1 625	1 628	5 859 750	51 331	6 %

* Poistoilmavirrat laskettu 20 °C kuivaa ilmaa

** Erotuksen yleispoistoon kuuluvat vapaasti hengittävät aukkopuistot, yksi huippuimuri sekä poistoilmapuhallin TK14PF1. Poistoilmapuhaltimen TK14PF1 mittausten aikainen todellinen jäteilmavirta on laskettu ilmanvaihtolaitoksen mitoitus tietojen, raitisilman ja kierrätysilman sekoituspisteen ja mittauspäivän lämpötilojen avulla.

*** Ilmastusaltaan pinta-ala on 1000 m². Ilmastusaltaaseen puhalletaan ilmaa kahdella kompressorilla, joista ensimmäinen (60,1 m³/min) käy aina ja toinen (29,5 m³/min) hapetustarpeen mukaan. Laskelmissa on käytetty ensimmäisen kompressorin tuottoa.

LIITE 3.

Liitetaulukko 1. Neste Oilin Naantalin jalostamon tuotelastausten ja altaiden tekniset tiedot ja päästötiedot (AX-Suunnittelu)

AX:n mittaukset	NRO	Korkeus meren-pinnasta	Putken halkaisija	Ilman-nopeus	Ilman lämpötila	Ilmavirta	Toiminta-aika	Haju-pitoisuus	Haju-päästö	Hajun tunti-päästö	Hajun vuosi-päästö	Osuus haju-päästöistä
		m	mm	m/s	°C	Nm ³ /s	h/a	hy/m ³	hy/s	hy/h	Mhy/a	%
POR-lastaus		0.4	100	3.00	-3.5	0.02	1 351	32 768	780	2 808 286	3 793	1
Bitumilastaus		3.50	400	0.20	105	0.03	2 137	110 216	2 876	10 353 691	22 126	4
Liutinlastaus		4.00	170	0.70	-6.7	0.02	574	2 352	38	136 487	78	0.01
Rikin lastaus		3.50	400	0.50	45	0.06	161	623 488	38 281	137 813 148	22 119	4
Ilmastusallas *	139	0.50		0.003	-7.1	0.50	8 760	422	217	780 700	6 839	1
API-allas **	138	1.00		0.0003	-5.7	0.30	8 460	15 741	15 741	56 668 099	479 412	86
API-allas, lipeän lisäys		1.00		0.0003	-5.7	0.30	300	21 791	21 791	78 448 049	23 534	4
Päästöt yhteensä									79 724	287 008 460	557 901	100

*) Ilmastusaltan pinta-ala on 170 m²

**) API-altan pinta-ala on 880 m²

Liitetaulukko 2. Neste Oilin Naantalin jalostamon savupiippujen ja soihdun tekniset tiedot ja päästötiedot (AX-Suunnittelu)

Soihtu ja Rambollin mittauksista lasketut savupiiput	NRO	Korkeus meren-pinnasta	Putken halkaisija	Ilman-nopeus	Ilman lämpötila	Ilmavirta	Toiminta-aika	Haju-pitoisuus	Haju-päästö	Hajun tunti-päästö	Hajun vuosi-päästö	Osuus haju-päästöistä
		m	mm	m/s	°C	Nm ³ /s	h/a	hy/m ³	hy/s	hy/h	Mhy/a	%
TCC	143	87.5	500	13.72	598	2.69	8 760	72	195	701 633	6 146	9
CD4001A&B	146	40.0	1500	22.67	294	9.46	8 760	196	1 853	6 670 800	58 433	87
Soihtu	140	62.5	729	0.31	1 000	0.13	8 760	667	87	312 000	2 733	4
Päästöt yhteensä									2 135	7 684 083	67 312	100

Liitetaulukko 3.

Neste Oilin Naantalin jalostamon keskussavupiippujen (Uunien J1 ja J2) tekniset tiedot ja päästötiedot (AX-Suunnittelu). Uunien hajupitoisuudet on mitannut AX-Suunnittelu, ilmavirta kiinteistä mittareista.

Kiinteät mittaukset	NRO	Korkeus meren-pinnasta	Putken halkaisija	Ilman-nopeus	Ilman lämpötila	Ilmavirta	Toiminta-aika	Haju-pitoisuus	Haju-päästö	Hajun tunti-päästö	Hajun vuosi-päästö	Osuus haju-päästöistä
		m	mm	m/s	°C	Nm ³ /s	h/a	ou/m ³	ou/s	ou/h	Mou/a	%
Uuni J1 (CD1201)	145	87.50	2 400	4,46	208	11.40	8 760	619	7 071	25 456 569	223 000	13.2
Uuni J2 (CD102)	142	105.75	2 900	8.60	239	30.30	8 760	1 534	46 451	167 223 110	1 464 874	86.8
Päästöt yhteensä									53 522	192 679 679	1 687 874	100.0

Liitetaulukko 4.

Neste Oilin Naantalin jalostamon sataman säiliöiden tekniset tiedot ja päästötiedot (AX-Suunnittelu)

Säiliöt satama	NRO	Korkeus meren-pinnasta	Putken halkaisija	Ilman-nopeus	Ilman lämpötila	Ilmavirta	Toiminta-aika	Haju-pitoisuus	Haju-päästö	Hajun tunti-päästö	Hajun vuosi-päästö	Osuus haju-päästöistä
		m	mm	m/s	°C	Nm ³ /s	h/a	hy/m ³	hy/s	hy/h	Mhy/a	%
NFB-12	45	20.3	260	0.09	19	0.005	1 560	2 957	14	50 678	79	1.2
NFB-13	46	20.3	275	0.06	18	0.004	2 784	1 757	6.2	22 307	62	1.0
NFB-14	47	20.3	275	0.08	20	0.005	1 272	3 496	16	57 830	74	1.1
NFB-15	48	20.3	275	0.07	18	0.004	1 248	1 659	6.8	24 568	31	0.5
NFB-16	49	20.3	275	0.07	21	0.004	1 584	7 445	33	117 070	185	2.8
NFB-17	50	20.3	275	0.05	20	0.003	3 096	1 990	5.6	20 046	62	1.0
NFB-18	51	20.3	275	0.03	16	0.002	1 608	3 196	6.0	21 684	35	0.5
NFB-21	52	45.5	1 812	0.007	8	0.017	2 256	1 396	24	86 997	196	3.0
NFB-22	53	45.3	1 812	0.003	9	0.008	4 704	767	6	21 174	100	1.5
NFB-23	54	45.3	1 435	0.01	8	0.019	2 712	1 086	20	72 819	197	3.0
NFB-24	55	46.2	1 435	0.006	12	0.010	5 832	702	6.7	24 166	141	2.2
NFB-25	56	45.3	1 435	0.008	10	0.012	576	939	11	41 384	24	0.4
NFB-26	57	44.8	1 435	0.006	8	0.010	192	3 597	38	135 318	26	0.4
NFB-27	58	46.8	1 435	0.01	7	0.018	456	3 737	69	248 825	113	1.7
NFB-28	59	41.3	1 435	0.02	7	0.026	144	2 955	77	276 063	40	0.6

NFB-29	60	46.3	707	0.2	9	0.060	384	496	30	107 407	41.2	0.6
NFB-30	61	46.3	707	0.2	8	0.061	288	639	39	141 153	40.7	0.6
NFB-31	62	45.8	793	0.2	8	0.094	432	276	26	93 890	40.6	0.6
NFB-32	63	17.1	360	0.01	22	0.001	384	7 231	7.6	27 324	10.5	0.2
NFB-33	64	17.1	360	0.01	22	0.001	744	3 869	4.3	15 605	11.6	0.2
NFB-36	65	57.2	1 747	0.003	9	0.008	7 680	2 921	22	78 955	606	9.3
NFB-4	39	49.1	1 018	0.03	64	0.027	600	64	1.8	6 340	4	0.1
NFB-1	36	46.6	509	0.04	55	0.009	3 432	51.1	0.4	1 617	5.6	0.1
NFB-2	37	49.1	509	0.07	59	0.015	1 824	29.3	0.4	1 569	2.9	0.0
NFB-3	38	44.1	509	0.09	47	0.018	600	63.5	1.2	4 198	2.5	0.0
NFB-5	40	48.6	509	0.10	14	0.021	4 248	906	19	69 129	294	4.5
NFB-6	41	47.8	509	0.12	11	0.025	1 464	1 432	35	127 006	186	2.9
NFB-7	42	45.6	509	0.08	16	0.017	2 304	1 307	22	79 230	183	2.8
NFB-8	43	45.7	509	0.04	36	0.009	1 992	26 514	231	830 886	1 665	25.6
NFB-9	44	50.2	623	0.11	61	0.034	1 248	23.3	0.8	2 826	3.5	0.1
YFB-71	66	48.7	360	0.06	8	0.006	2 232	7 754	49	174 692	390	6.0
YFB-72	67	48.7	1 392	0.01	7	0.016	480	15 609	257	925 751	444	6.8
YFB-73	68	49.6	1 048	0.01	8	0.009	888	4 830.0	42.0	152 388	135	2.1
YFB-74	69	49.8	360	0.02	8	0.002	984	5 977.0	14.0	52 138	51	0.8
YFB-75	70	50.4	1 219	0.01	7	0.008	312	40 316	316	1 139 207	355	5.5
YFB-76	71	48.4	360	0.05	7	0.005	336	18 588	91	328 179	110	1.7
YFB-77	72	50.4	287	0.04	7	0.003	432	25 506	72	259 572	112	1.7
YFB-78	73	49.8	1 199	0.00	7	0.002	2 160	19 452	45	161 079	348	5.4
YFB-79	74	49.8	1 069	0.02	8	0.017	432	2 827	47	170 870	74	1.1
YFB-81	75	55.2	305	0.04	60	0.003	5 736	58	0.2	575	3.3	0.1
YFB-82	76	51.7	305	0.30	51	0.02	528	71	1.7	6 149	3.2	0.0
YFB-83	77	52.7	305	0.10	130	0.01	1 488	118	1.2	4 430	6.6	0.1
YFB-84	78	53.2	305	0.10	96	0.01	1 680	72	0.7	2 648	4.4	0.1
YFB-85	79	56.50	610	0.04	104	0.01	1 344	81	1.0	3 727	5.0	0.1
Päästöt yhteensä									1 718	6 189 469	6 504	100
	NRO	m	mm	m/s	°C	Nm ³ /s	h/a	hy/m ³	hy/s	hy/h	Mhy/a	%
		Korkeus meren-pinnasta	Putken halkaisija	Ilman-nopeus	Ilman lämpötila	Ilmavirta	Toiminta-aika	Haju-pitoisuus	Haju-päästö	Hajun tunti-päästö	Hajun vuosi-päästö	Osuus haju-päästöistä

Liitetaulukko 5.

Neste Oilin Naantalin jalostamon tuotesäiliöiden tekniset tiedot ja päästötiedot (AX-Suunnittelu)

Tuotesäiliöt	NRO	Korkeus meren- pinnasta	Putken halkaisija	Ilman- nopeus	Ilman lämpötila	Ilmavirta	Toiminta- aika	Haju- pitoisuus	Haju- päästö	Hajun tunti- päästö	Hajun vuosi- päästö	Osuus haju- päästöistä
		m	mm	m/s	°C	Nm ³ /s	h/a	hy/m ³	hy/s	hy/h	Mhy/a	%
YFB-1801	19	11.0	102	0.02	8	0.0002	1 032	471 908	85	304 409	314	6.5
YFB-1810	28	16.5	102	0.32	7	0.003	48	39 422	105.0	377 728	18	0.4
YFB-1811	29	16.5	102	0.24	8	0.002	336	13 581	26	94 501	32	0.7
YFB-1812	30	16.5	203	0.05	7	0.001	1 776	22 270	33.0	117 292	208	4.3
YFB-1813	31	16.5	203	0.05	8	0.002	360	9 929	17	59 826	22	0.5
YFB-1814	32	16.5	203	0.02	7	0.001	336	64 871	41.0	148 223	50	1.0
YFB-1815	33	18.1	555	0.003	7	0.001	1 584	29 732	21.0	74 253	118	2.5
YFB-1816	34	18.1	287	0.01	8	0.001	1 848	24 951	18	64 273	119	2.5
YFB-1802	20	11.0	102	0.02	8	0.0002	1 032	29 293	5	16 285	17	0.4
YFB-1803	21	11.0	102	0.002	5	0.00002	24	21 930 003	356	1 282 793	31	0.6
YFB-1804	22	11.0	680	0.001	7	0.001	48	184 914	95.0	341 527	16	0.3
YFB-1805	23	11.0	956	0.001	8	0.0005	576	16 764	8	29 368	17	0.4
YFB-1806	24	11.0	102	0.06	9	0.0005	624	15 808	8	27 205	17	0.4
YFB-1807	25	15.5	102	0.05	7	0.0004	144	257 949	116	416 264	60	1.2
YFB-1808	26	15.5	102	0.06	8	0.0005	360	115 500	54	193 727	70	1.5
YFB-1809	27	16.5	102	0.21	7	0.002	96	28 503	50	180 274	17	0.4
YFB-1	104	45.2	254	0.01	-1	0.001	168	19 981	13	46 768	8	0.2
YFB-100	136	35.33	360	0.24	17	0.025	1 896	1 630	40	145 056	275	5.7
YFB-2	105	45.2	254	0.23	17	0.012	4 152	59	0.7	2 498	10	0.2
YFB-40	106	52.6	254	0.05	11	0.002	3 024	3 272	8.0	28 973	88	1.8
YFB-41	107	52.6	254	0.05	11	0.002	3 048	3 258	8	28 583	87	1.8
YFB-42	108	50.8	203	0.09	10	0.003	2 448	2 031	5.9	21 265	52	1.1
YFB-43	109	50.8	203	0.10	10	0.003	2 208	2 050.0	6.4	23 025	51	1.1
YFB-45	110	40.8	102	0.54	7	0.004	144	34 030.0	150.0	540 899	78	1.6
YFB-46	111	40.8	102	0.55	7	0.005	144	33 276.0	151.0	543 155	78	1.6
YFB-47	112	42.4	1 176	0.001	7	0.002	2 712	35 617	56	201 091	545	11.3
YFB-48	113	42.4	1 176	0.003	9	0.003	480	6 553	19	69 302	33	0.7
YFB-49	114	42.4	1 176	0.001	7	0.001	2 664	97 864	92	329 916	879	18.3
YFB-50	115	47.1	360	0.17	18	0.017	2 520	1 511	25	91 697	231	4.8
YFB-51	116	47.6	360	0.25	8	0.025	480	3 453.0	86.0	310 960	149	3.1

YFB-52	117	29.5	355	0.003	146	0.000	2 856	6 250	2	5 614	16	0.3
YFB-53	118	46.6	360	0.18	19	0.019	1 800	396	7	26 665	48	1.0
YFB-55	119	37.1	203	0.48	12	0.016	1 656	400.0	6.2	22 482	37	0.8
YFB-56	120	33.5	203	0.54	12	0.017	1 512	392.0	6.8	24 615	37	0.8
YFB-57	121	35.1	203	0.23	39	0.007	2 280	712	5	19 102	44	0.9
YFB-58	122	34.6	203	0.10	59	0.003	4 824	1 148	4	13 425	65	1.4
YFB-59	123	32.4	102	0.18	16	0.002	3 000	1 505	2	8 176	25	0.5
YFB-60	124	32.4	102	0.18	16	0.001	2 976	1 579	2	8 230	24	0.5
YFB-61	125	27.2	203	0.25	150	0.008	624	1 215	10	35 026	22	0.5
YFB-62	126	31.9	203	0.15	150	0.005	2 280	1 560	8	27 986	64	1.3
YFB-63	127	28.5	203	0.51	27	0.016	624	896	15	53 072	33	0.7
YFB-64	128	21.9	145	0.37	66	0.006	1 152	907	6	19 952	23	0.5
YFB-65	129	21.9	145	0.39	65	0.006	1 080	917	6	21 209	23	0.5
YFB-66	130	39.2	305	0.30	65	0.022	984	323	7	25 307	25	0.5
YFB-67	131	42.4	287	0.05	10	0.003	2 016	2 227	6.8	24 609	50	1.0
YFB-90	132	42.0	1 000	0.02	9	0.018	1 296	2 297	42.0	152 962	198	4.1
YFB-91	133	40.5	1 676	0.0013	10	0.003	1 008	870	2.6	9 252	37	0.8
YFB-92	134	39.3	1 362	0.01	9	0.014	1 368	2 215	32.0	114 704	157	3.3
YFB-95	135	41	1 000	0.03	8	0.027	1 440	1 398	37.0	134 719	194	4.0
Päästöt yhteensä									1 905	6 858 243	4 812	100
	NRO	m	mm	m/s	°C	Nm ³ /s	h/a	hy/m ³	hy/s	hy/h	Mhy/a	%
		Korkeus merenpinnasta	Putken halkaisija	Ilman-nopeus	Ilman lämpötila	Ilmavirta	Toiminta-aika	Haju-pitoisuus	Haju-päästö	Hajun tunti-päästö	Hajun vuosi-päästö	Osuus haju-päästöistä

Liitetaulukko 6.

Neste Oilin Naantalin jalostamon välisäiliöiden tekniset tiedot ja päästötiedot (AX-Suunnittelu)

[illegible]

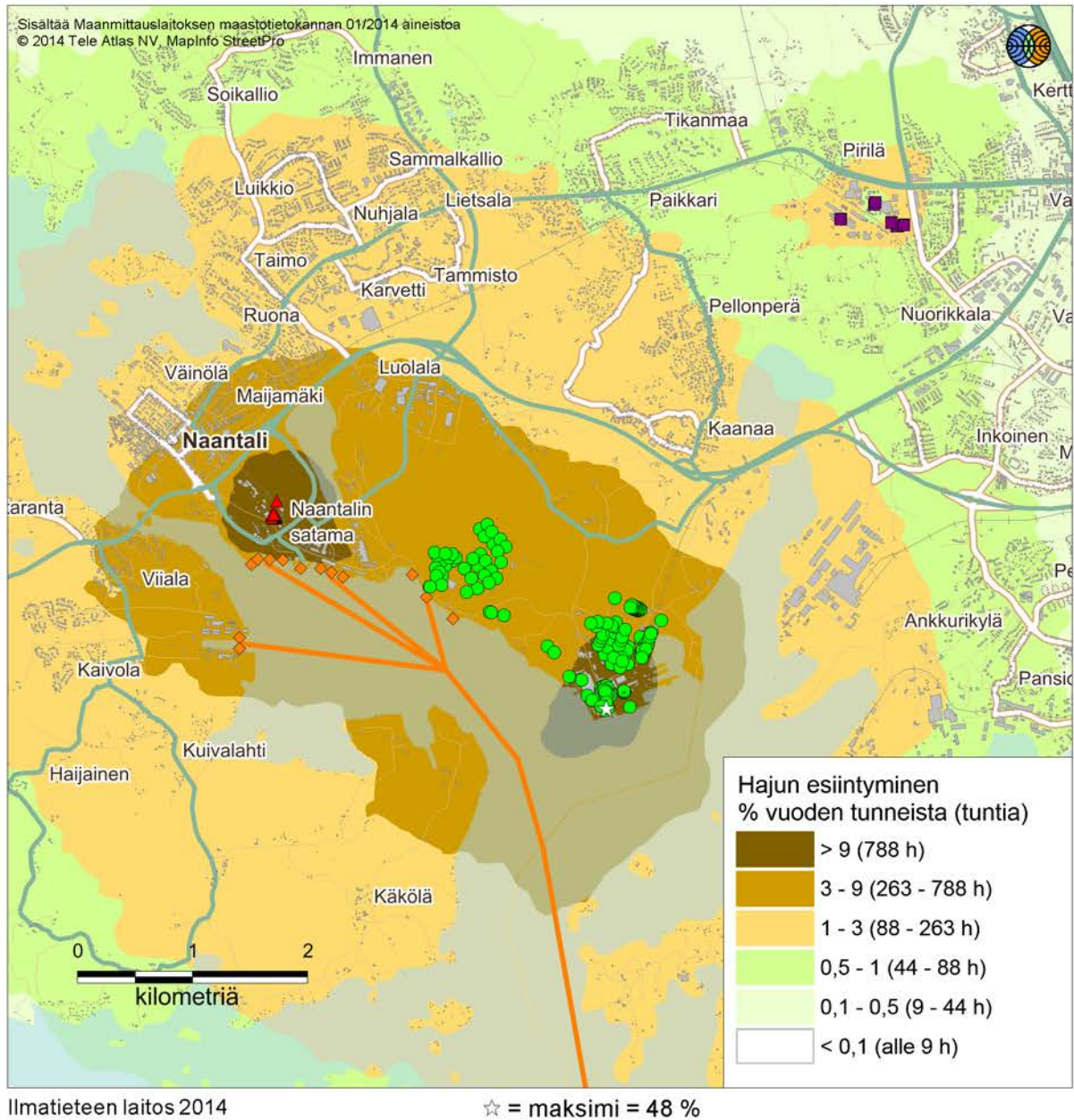
Liitetaulukko 7. Neste Oilin Naantalin jalostamon bitumisäiliöiden tekniset tiedot ja päästötiedot (AX-Suunnittelu)

Liitetaulukko 7. Neste Oilin Naantalin jalostamon bitumisäiliöiden tekniset tiedot ja päästötiedot (AX-Suunnittelu)

[illegible]

LIITEKUVAT

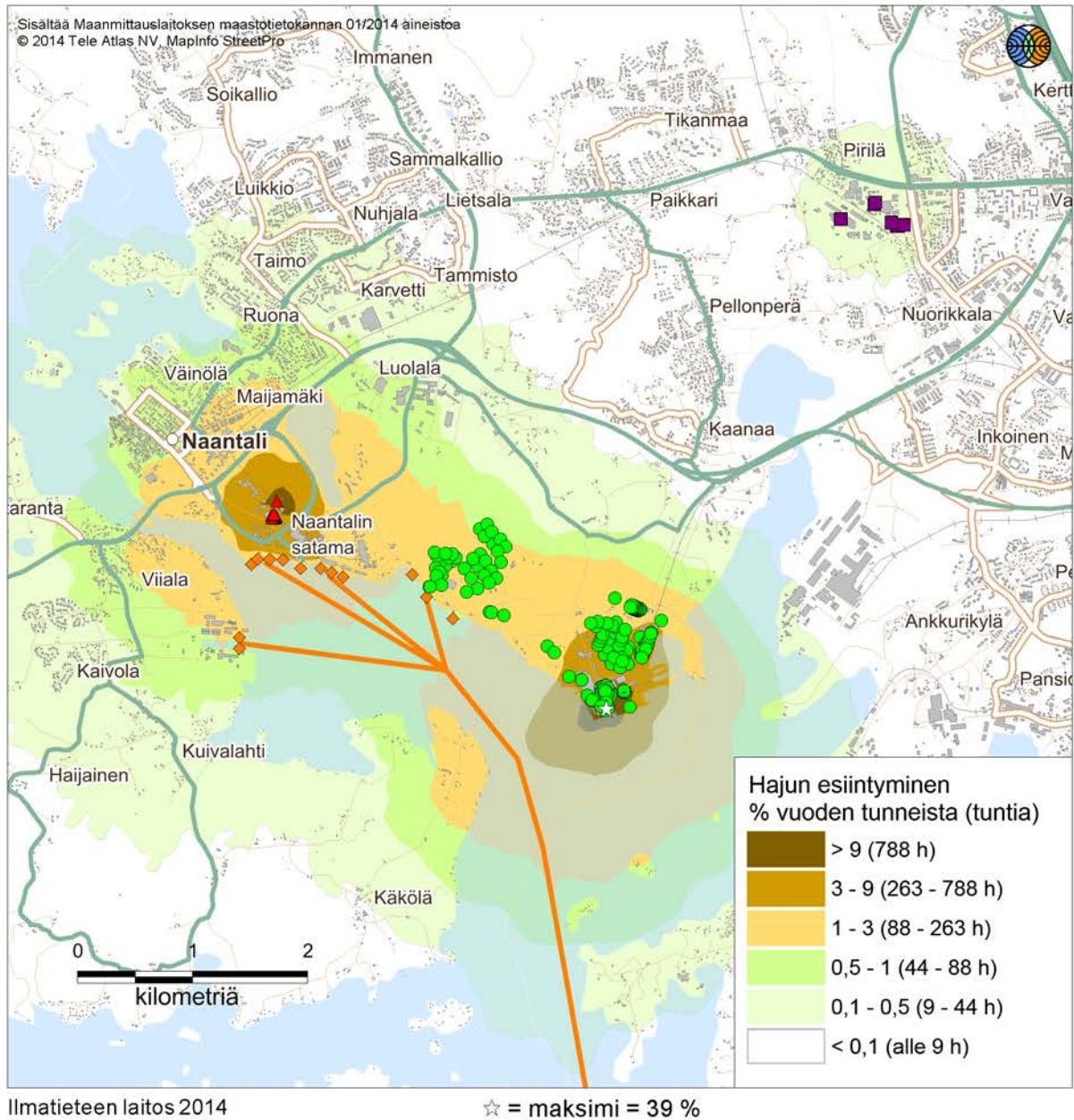
HAJUJEN LEVIÄMINEN, KOKO TUTKIMUSALUE PERUSTILANNE



▲ = Finnfeeds Finland Oy, ● = Neste Oil, ◆ = Satama ja laivaliikenne, ■ = Raision tehtaat

Kuva 1. Naantalin ja Raision kaikkien hajupäästölähteiden yhdessä aiheuttaman lyhytaikaisen (30 s) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunteista. Hajukynnyksellä 1 hy/m³ puolet (50 %) ihmisistä aistii hajua, haju on juuri aistittavissa.

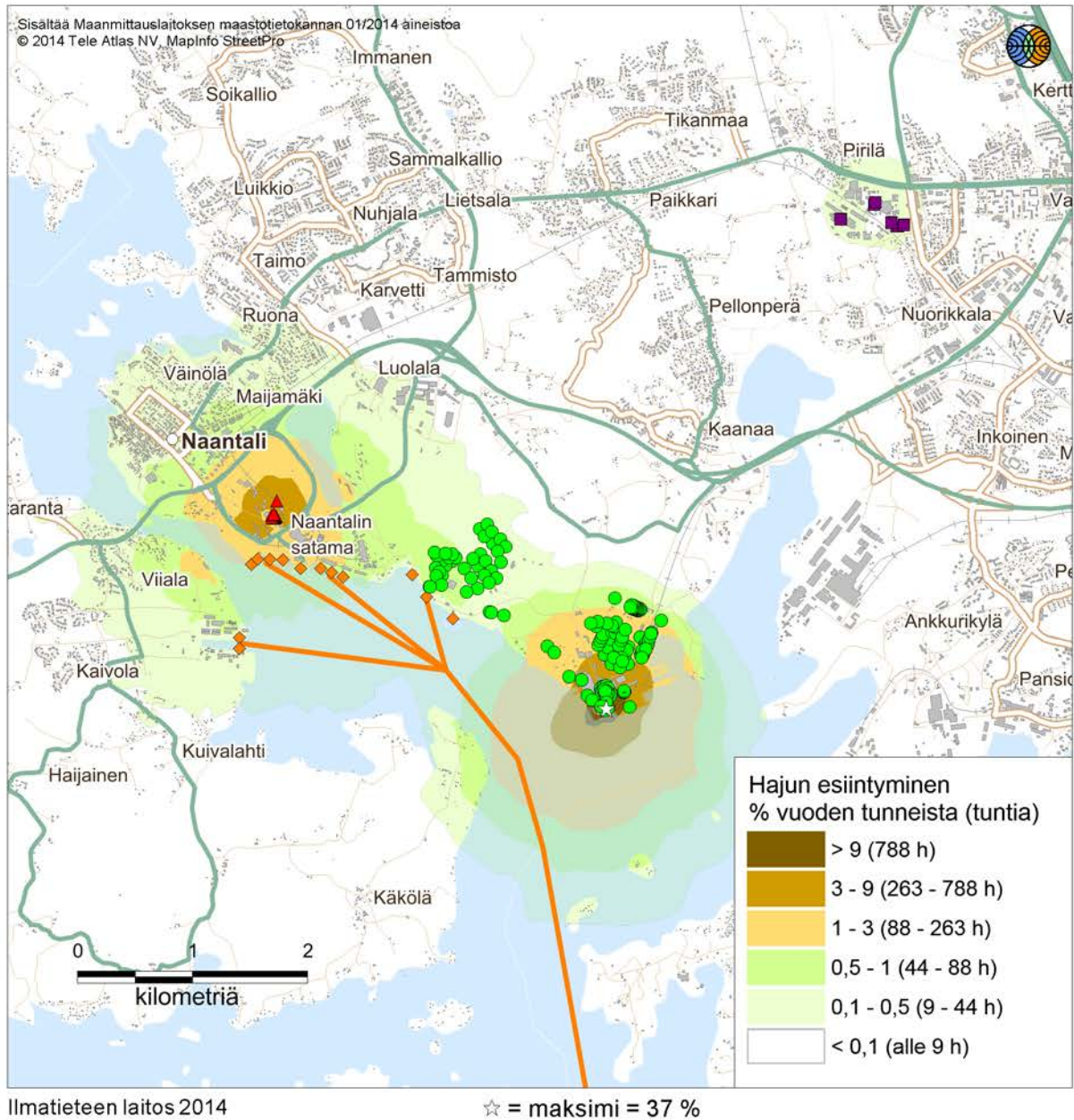
HAJUJEN LEVIÄMINEN, KOKO TUTKIMUSALUE PERUSTILANNE



▲ = Finnfeeds Finland Oy, ● = Neste Oil, ◆ = Satama ja laivaliikenne, ■ = Raision tehtaat

Kuva 2. Naantalin ja Raision kaikkien hajupäästölähteiden yhdessä aiheuttaman lyhytaikaisen (30 s) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunteista. Hajukynnys 3 hy/m³, selkeä tunnistettava haju.

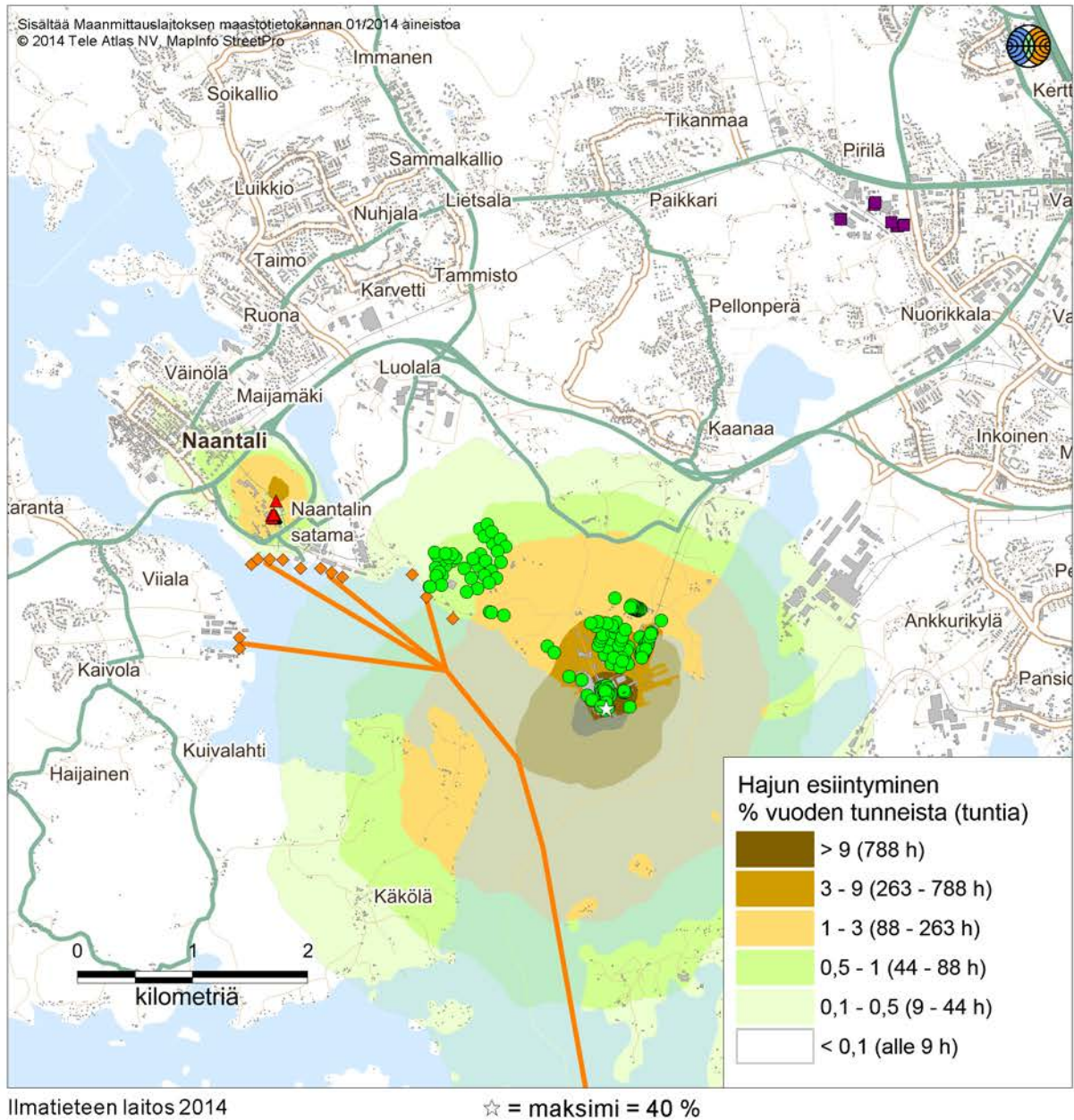
HAJUJEN LEVIÄMINEN, KOKO TUTKIMUSALUE PERUSTILANNE



▲ = Finnfeeds Finland Oy, ● = Neste Oil, ◆ = Satama ja laivaliikenne, ■ = Raision tehtaat

Kuva 3. Naantalin ja Raision kaikkien hajupäästölähteiden yhdessä aiheuttaman lyhytaikaisen (30 s) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunteista. Hajukynnys 5 hy/m^3 , melko voimakas ja tunnistettava haju.

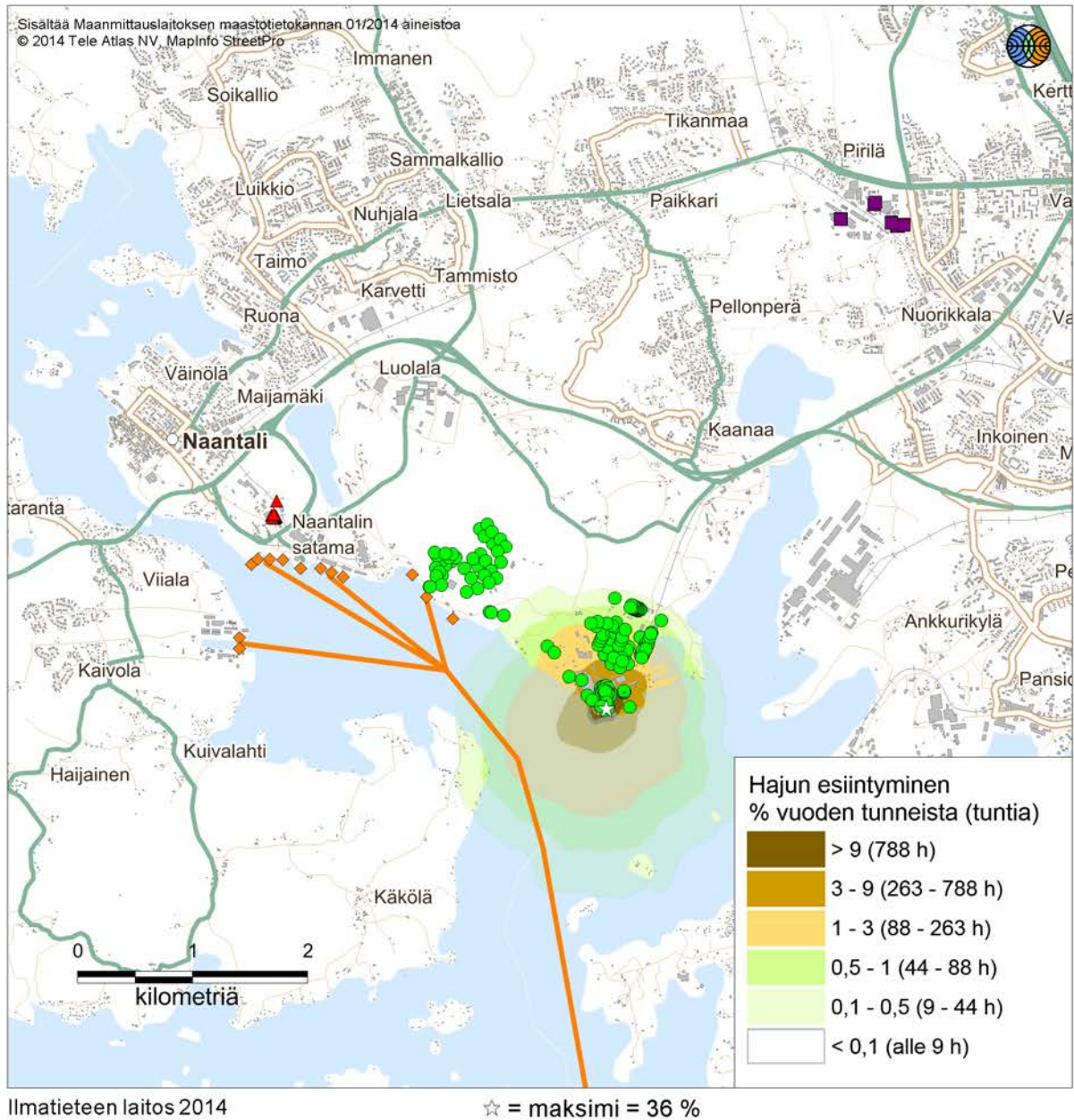
HAJUJEN LEVIÄMINEN, KOKO TUTKIMUSALUE PERUSTILANNE



▲ = Finnfeeds Finland Oy, ● = Neste Oil, ◆ = Satama ja laivaliikenne, ■ = Raisonin tehtaat

Kuva 4. Naantalin ja Raisonin kaikkien hajupäästölähteiden yhdessä aiheuttaman pitkäaikaisen (1 h) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunteista. Hajukynnyksellä 1 hy/m³ puolet (50 %) ihmisistä aistii hajua, haju on juuri aistittavissa.

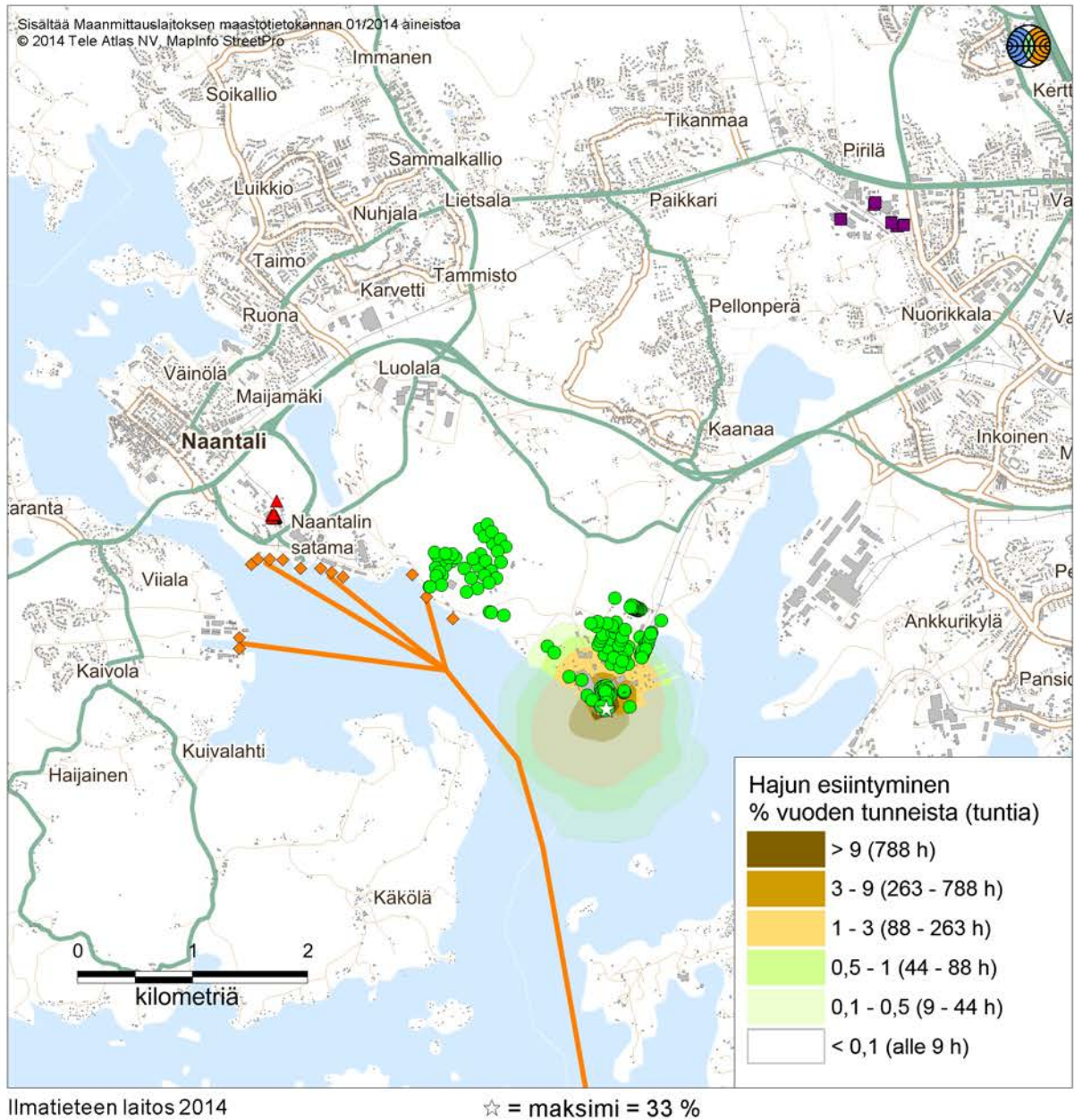
HAJUJEN LEVIÄMINEN, KOKO TUTKIMUSALUE PERUSTILANNE



▲ = Finnfeeds Finland Oy, ● = Neste Oil, ◆ = Satama ja laivaliikenne, ■ = Raision tehtaat

Kuva 5. Naantalin ja Raision kaikkien hajupäästölähteiden yhdessä aiheuttaman pitkäaikaisen (1 h) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunteista. Hajukynnys 3 hy/m³, selkeä tunnistettava haju.

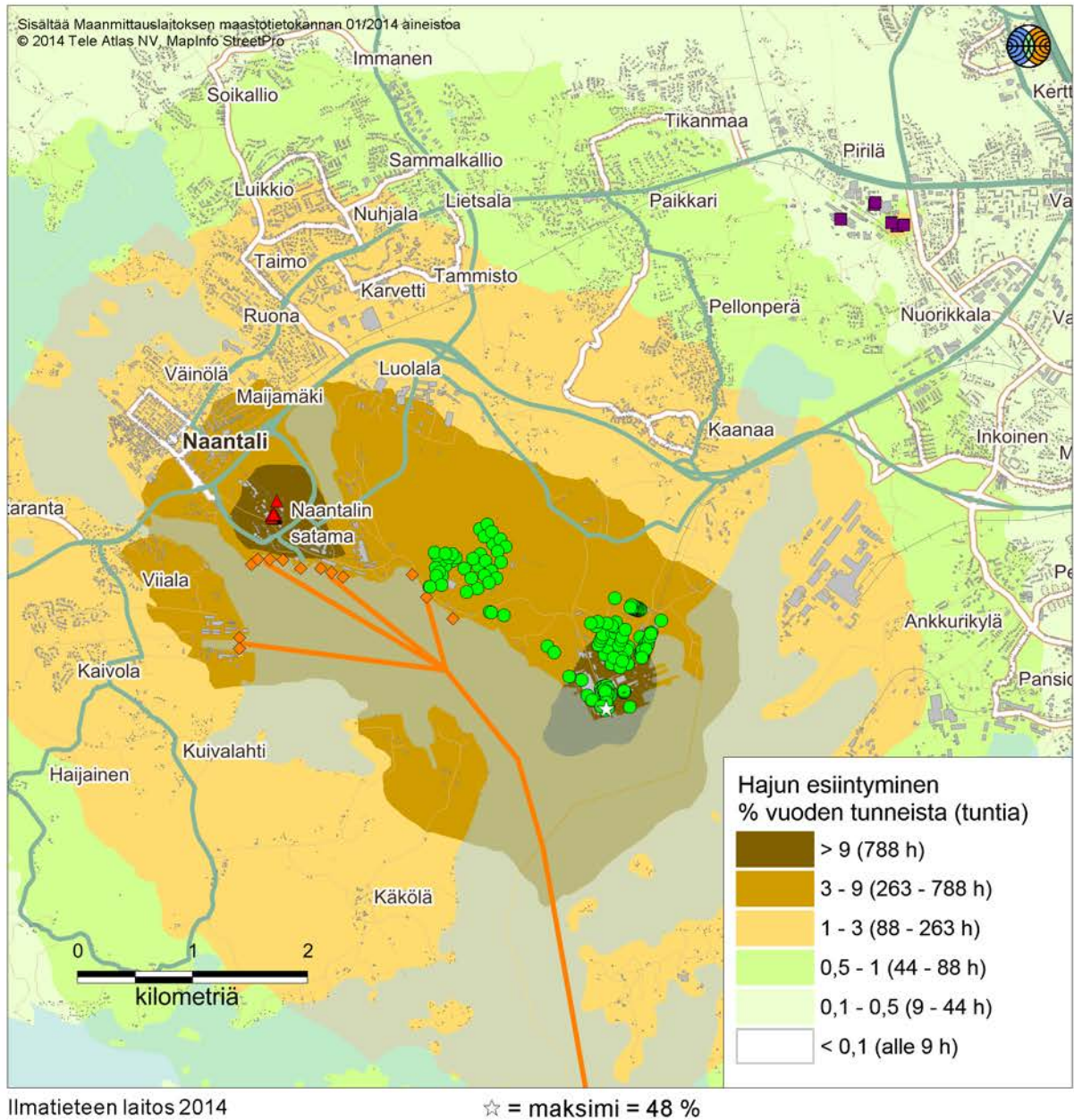
HAJUJEN LEVIÄMINEN, KOKO TUTKIMUSALUE PERUSTILANNE



▲ = Finnfeeds Finland Oy, ● = Neste Oil, ◆ = Satama ja laivaliikenne, ■ = Raision tehtaat

Kuva 6. Naantalin ja Raision kaikkien hajupäästölähteiden yhdessä aiheuttaman pitkäaikaisen (1 h) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunteista. Hajukynnys 5 hy/m^3 , melko voimakas ja tunnistettava haju.

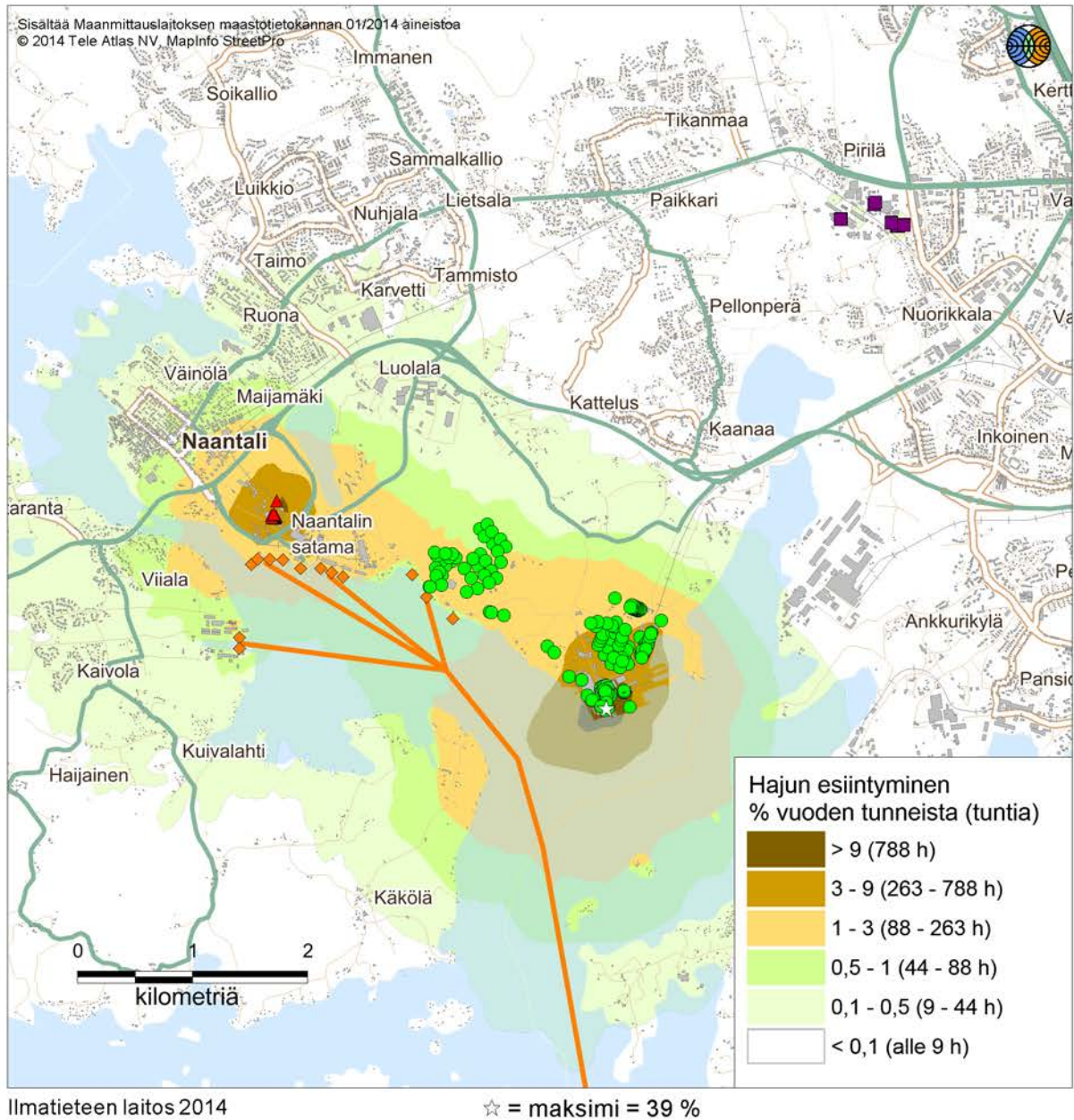
HAJUJEN LEVIÄMINEN, KOKO TUTKIMUSALUE PÄÄSTÖVÄHENNYSTEN JÄLKEEN



▲ = Finnfeeds Finland Oy, ● = Neste Oil, ◆ = Satama ja laivaliikenne, ■ = Raision tehtaat

Kuva 7. Naantalin ja Raision kaikkien hajupäästölähteiden yhdessä aiheuttaman lyhytaikaisen (30 s) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunneista päästövähennysten jälkeen. Hajukynnyksellä 1 hy/m³ puolet (50 %) ihmisistä aistii hajua, haju on juuri aistittavissa.

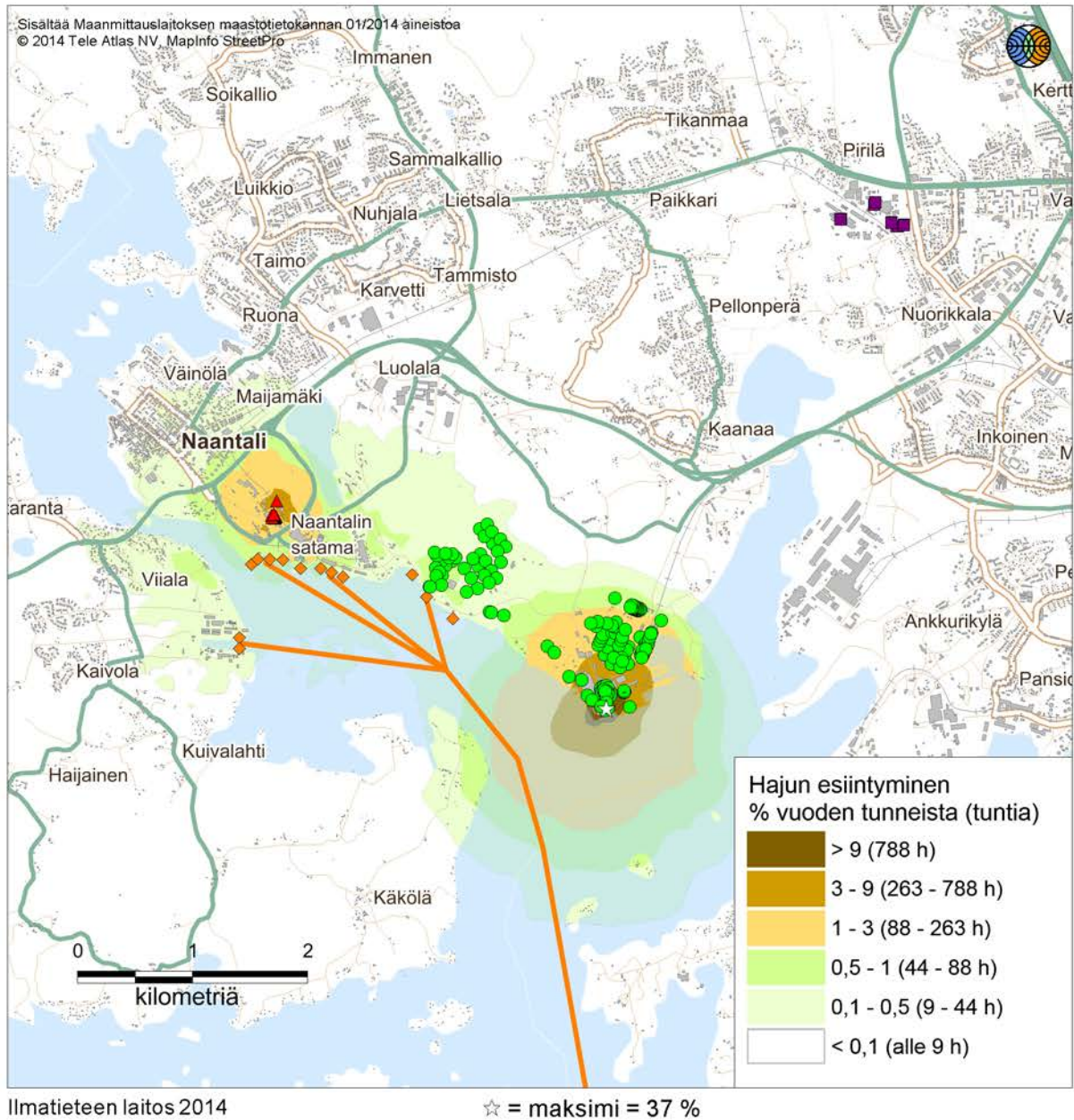
HAJUJEN LEVIÄMINEN, KOKO TUTKIMUSALUE PÄÄSTÖVÄHENNYSTEN JÄLKEEN



▲ = Finnfeeds Finland Oy, ● = Neste Oil, ◆ = Satama ja laivaliikenne, ■ = Raision tehtaat

Kuva 8. Naantalin ja Raision kaikkien hajupäästölähteiden yhdessä aiheuttaman lyhytaikaisen (30 s) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunteista päästövähennysten jälkeen. Hajukynnys 3 hy/m³, selkeä tunnistettava hajua.

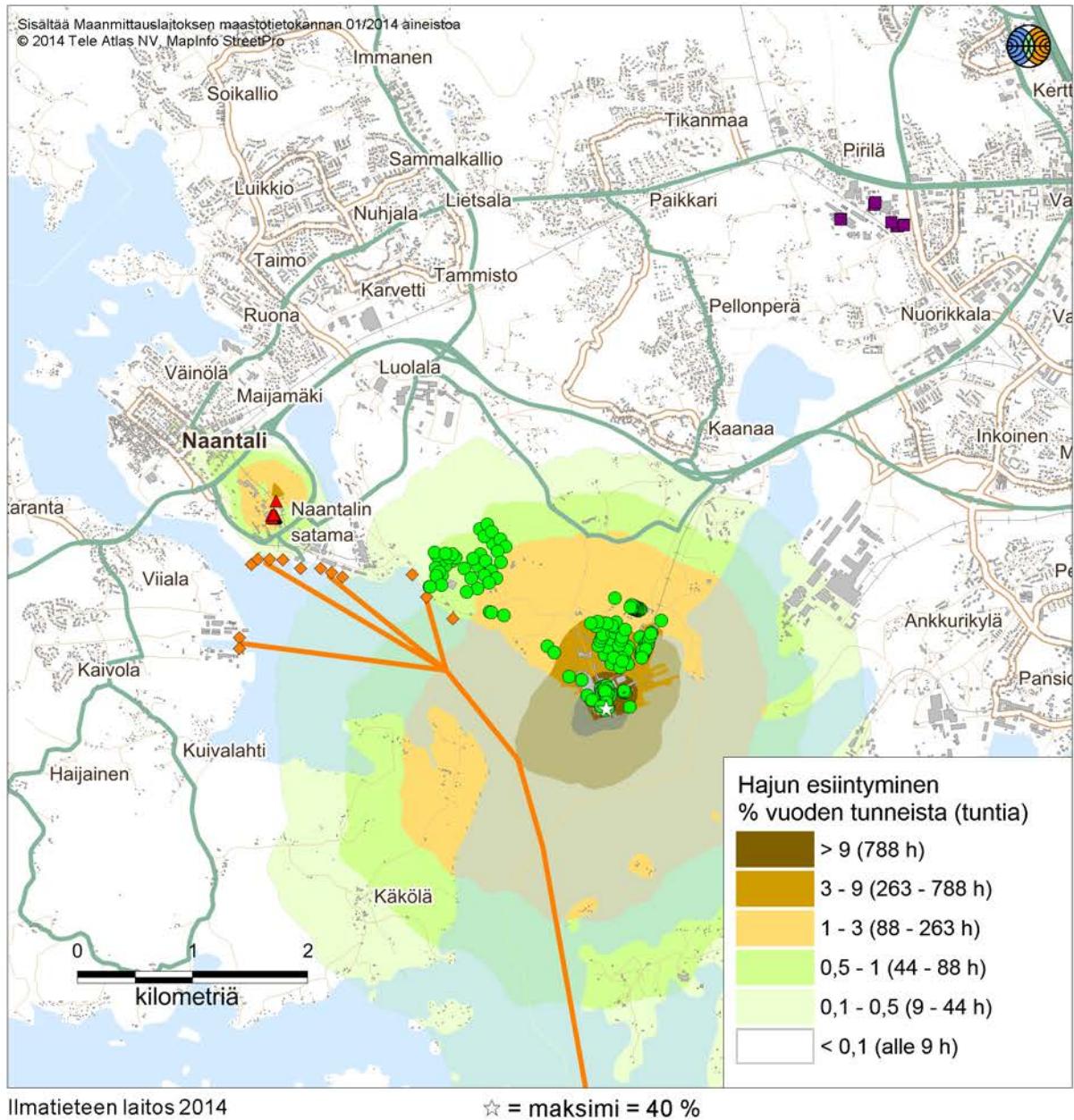
HAJUJEN LEVIÄMINEN, KOKO TUTKIMUSALUE PÄÄSTÖVÄHENNYSTEN JÄLKEEN



▲ = Finnfeeds Finland Oy, ● = Neste Oil, ◆ = Satama ja laivaliikenne, ■ = Raisonin tehtaat

Kuva 9. Naantalin ja Raisonin kaikkien hajupäästölähteiden yhdessä aiheuttaman lyhytaikaisen (30 s) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunteista päästövähennysten jälkeen. Hajukynnys 5 hy/m^3 , melko voimakas ja tunnistettava hajua.

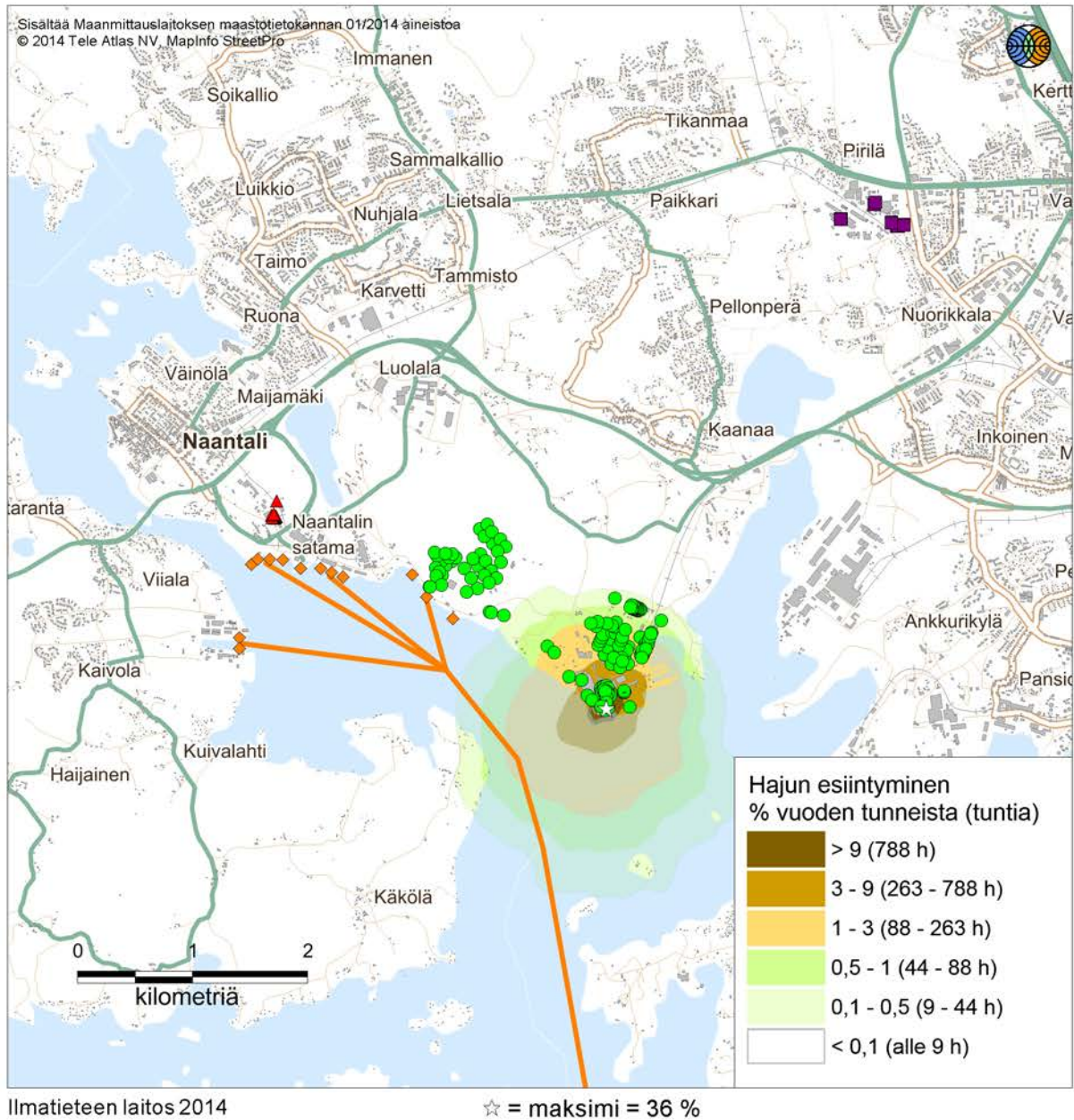
HAJUJEN LEVIÄMINEN, KOKO TUTKIMUSALUE PÄÄSTÖVÄHENNYSTEN JÄLKEEN



▲ = Finnfeeds Finland Oy, ● = Neste Oil, ◆ = Satama ja laivaliikenne, ■ = Raision tehtaat

Kuva 10. Naantalin ja Raision kaikkien hajupäästölähteiden yhdessä aiheuttaman pitkäaikaisen (1 h) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunneista päästövähennysten jälkeen. Hajukynnyksellä 1 hy/m³ puolet (50 %) ihmisistä aistii hajua, haju on juuri aistittavissa.

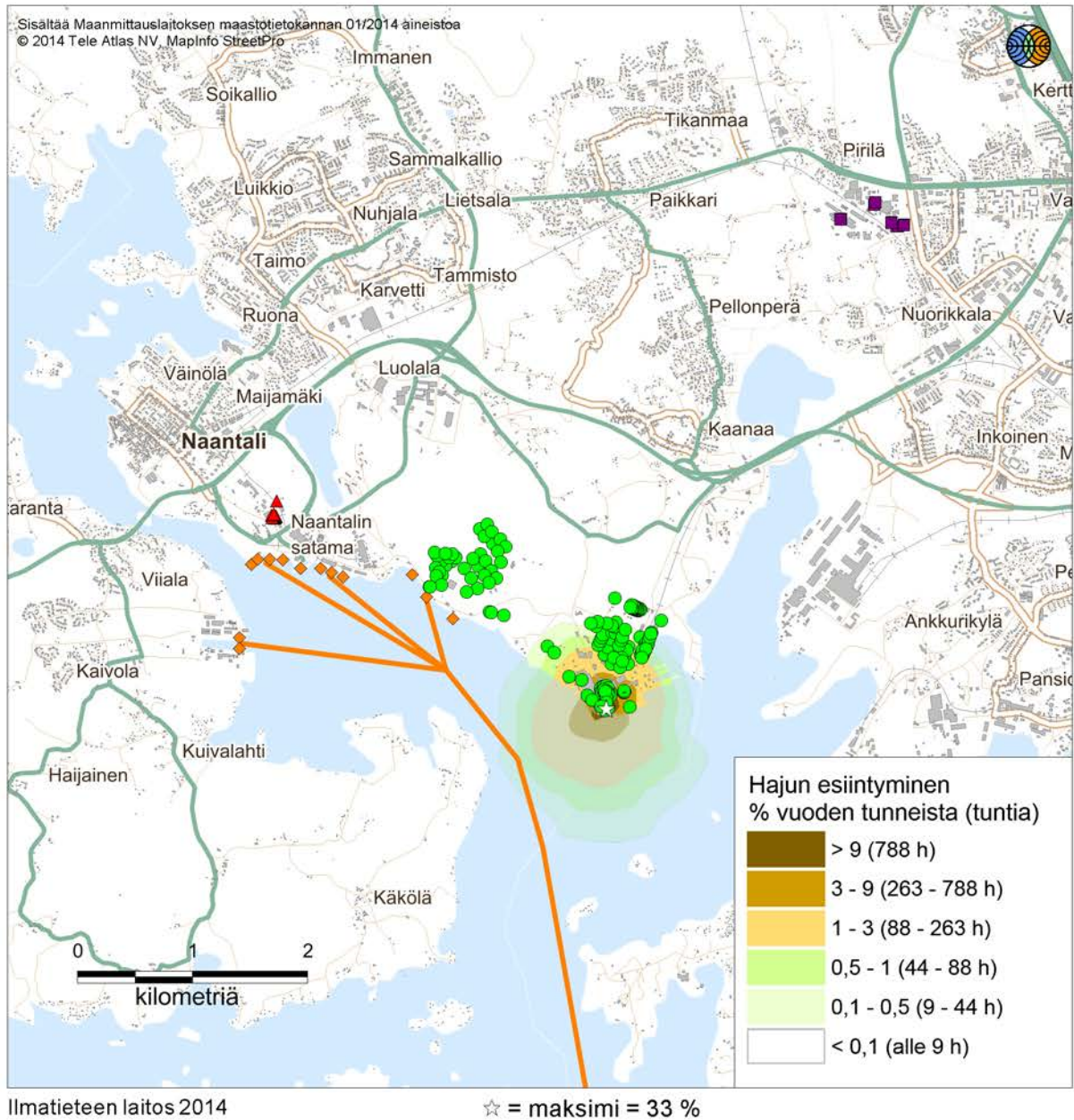
HAJUJEN LEVIÄMINEN, KOKO TUTKIMUSALUE PÄÄSTÖVÄHENNYSTEN JÄLKEEN



▲ = Finnfeeds Finland Oy, ● = Neste Oil, ◆ = Satama ja laivaliikenne, ■ = Raision tehtaat

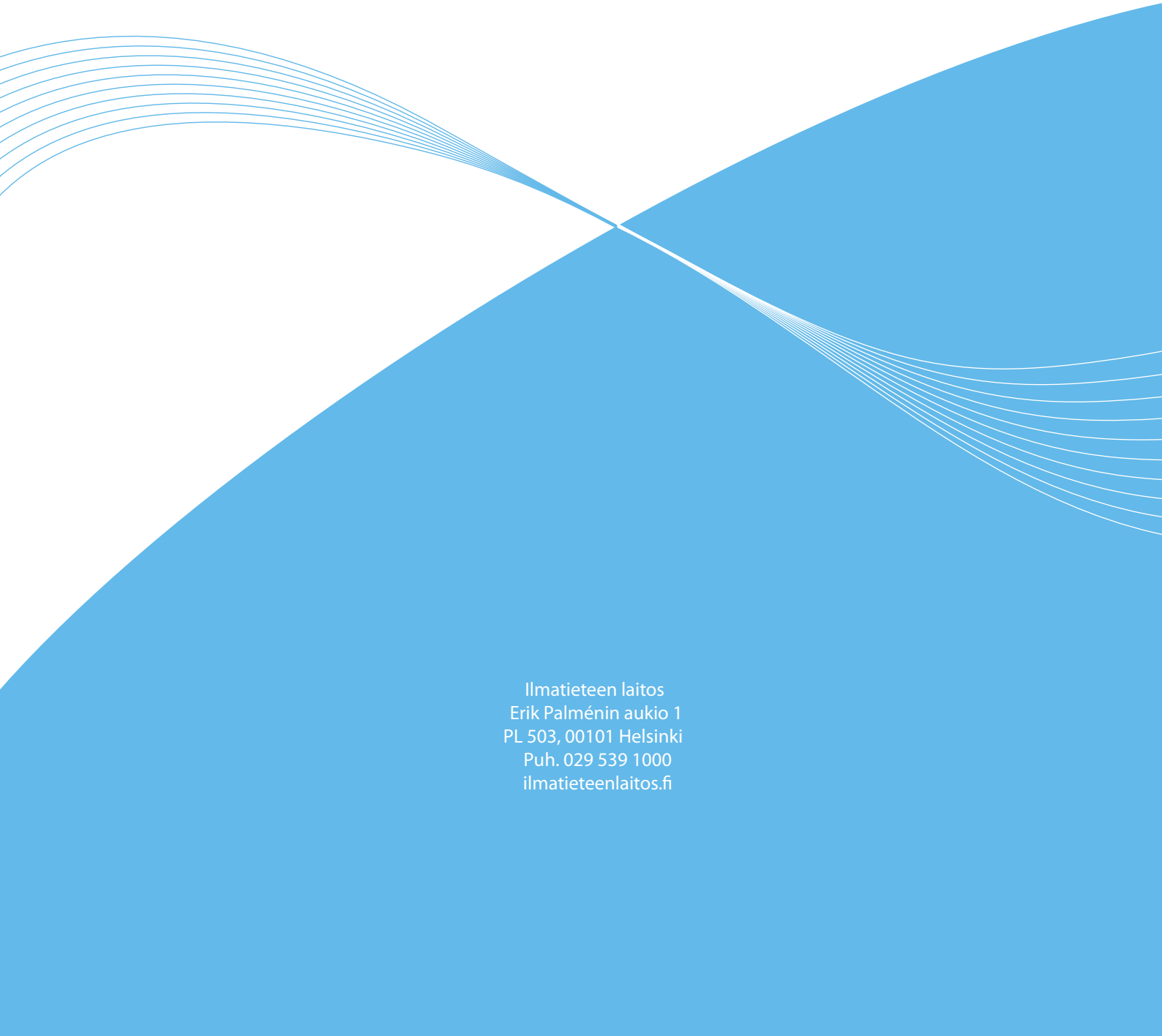
Kuva 11. Naantalin ja Raision kaikkien hajupäästölähteiden yhdessä aiheuttaman pitkäaikaisen (1 h) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunteista päästövähennysten jälkeen. Hajukynnys 3 hy/m³, selkeä tunnistettava haju.

HAJUJEN LEVIÄMINEN, KOKO TUTKIMUSALUE PÄÄSTÖVÄHENNYSTEN JÄLKEEN



▲ = Finnfeeds Finland Oy, ● = Neste Oil, ◆ = Satama ja laivaliikenne, ■ = Raision tehtaat

Kuva 12. Naantalin ja Raision kaikkien hajupäästölähteiden yhdessä aiheuttaman pitkäaikaisen (1 h) hajun esiintyminen prosentteina vuoden tunteista päästövähennysten jälkeen. Hajukynnys 5 hy/m^3 , melko voimakas ja tunnistettava haju.

An abstract graphic design featuring a large, solid blue shape that occupies the lower half of the page. This shape is formed by a series of overlapping, wavy lines that create a sense of movement and depth. The lines are a light blue color, contrasting with the white background. The overall effect is modern and minimalist.

Ilmatieteen laitos
Erik Palménin aukio 1
PL 503, 00101 Helsinki
Puh. 029 539 1000
ilmatieteenlaitos.fi