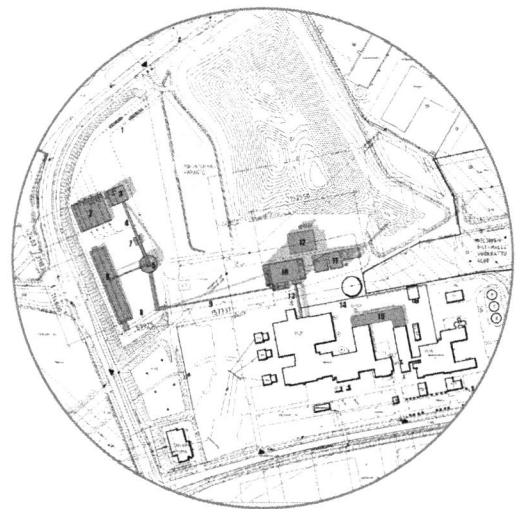




ILMANLAATUSELVITYS

HELEN OY:N VUOSAAREN LÄMPÖKESKUKSEN ILMANLAATUVAIKUTUSTEN ARVIOINTI



ILMANLAATUSELVITYS

**HELEN OY:N
VUOSAAREN LÄMPÖKESKUKSEN
ILMANLAATUVAIKUTUSTEN ARVIOINTI**

**Jenni Latikka
Antti Wemberg**

**ILMATIETEEN LAITOS – ASiantuntijapalvelut
ILMANLAATU JA ENERGIA
Helsinki 19.6.2017**

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	3
2	TAUSTATIETOA ILMANLAADUSTA	3
2.1	Ilmanlaatuun vaikuttavat tekijät	3
2.2	Rikkidioksidi	4
2.3	Typpidioksidi	4
2.4	Hiukkaset	5
2.5	Ilmanlaatuun liittyvä lainsäädäntö	7
3	MENETELMÄT	9
3.1	Leviämismallilaskelmien kuvaus	9
3.2	Leviämismallilaskelmien lähtötiedot	11
4	TULOKSET	14
4.1	Rikkidioksidipitoisuudet maksimipäästötilanteessa	15
4.2	Typpidioksidipitoisuudet maksimipäästötilanteella	16
4.3	Hiukkaspitoisuudet maksimipäästötilanteella	18
5	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	19
6	VIITELUETTELO	20
	LIITTEET	21

1 JOHDANTO

Tutkimuksessa arvioitiin leviämismallilaskelmin Helen Oy:n Vuosaaren voimalaitoksen päästöjen aiheuttamia ilmanlaatuvaikutuksia laitoksen ympäristössä nykyisillä laitoksilla ja suunnitteilla olevalla lämpökeskuksella kahdella eri piipun korkeudella. Nykyinen voimalaitos kattaa Vuosaari A ja B kaukolämpölaitokset sekä lämpökeskuksen.

Leviämismallilaskelmilla tarkasteltiin laitoksen rikkidioksidi-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöjen hengityskorkeudelle aiheuttamaa pitoisuutta. Ilmanlaatuvaikutuksia arvioitiin leviämismallilaskelmilla epäpuhtausittain teoreettisena maksimipäästötarkasteluna, jolloin laitoksen oletetaan toimivan vuoden ympäri täydellä teholla. Tällä menetelmällä selvitetään, kuinka korkeiksi pitoisuudet voivat enimmillään kohota maksimipäästön esiintyessä satunnaisesti erilaisissa meteorologisissa olosuhteissa kolmen vuoden tarkastelujaksolla. Selvityksessä ei ole otettu huomioon laitoksen todennäköisiä käyntiaikoja, mahdollisia huoltotaukoja tai prosessivaihtelua. Leviämismallinnuksen tuloksena saatuja pitoisuuksia on verrattu ilmanlaadun ohje- ja raja- ja tavoitearvoihin.

Työn tilasi Helen Oy, joka vastasi leviämismallilaskelmissa tarvittavista päästöihin ja teknisiin tietoihin liittyvistä lähtötiedoista. Leviämismallilaskelmat tehtiin Ilmatieteen laitoksen Asiantuntijapalvelut -yksikössä.

2 TAUSTATIETOA ILMANLAADUSTA

2.1 Ilmanlaatuun vaikuttavat tekijät

Ilmanlaatua heikentävien ilmansaasteiden suurimpia päästölähteitä Suomessa ovat liikenne, energiantuotanto, teollisuus ja puun pienpoltto. Ilmansaasteita kulkeutuu Suomeen myös kaukokulkeutena maamme rajojen ulkopuolelta. Ilmansaasteiden päästöistä suurin osa vapautuu ilmakehän alimpaan kerrokseen, jota kutsutaan rajakerrokseksi. Rajakerroksessa päästöt sekoittuvat ympäröivään ilmaan ja ilmansaasteiden pitoisuudet laimenevat. Päästöt voivat levitä liikkuvien ilmassojen mukana laajoille alueille. Tämän kulkeutumisen aikana ilmansaasteet voivat reagoida keskenään muiden ilmassa olevien yhdisteiden kanssa muodostaen uusia yhdisteitä. Ilmansaasteet poistuvat ilmasta sateen huuhtomina (märkälaskeuma), kuivalaskeutena erilaisille pinnoille tai kemiallisen muutoksen kautta.

Ilmansaasteiden leviäminen tapahtuu pääosin ilmakehän alimassa osassa, rajakerroksessa. Sen korkeus on Suomessa tyypillisesti alle kilometri, mutta etenkin kesällä se voi nousta yli kahteen kilometriin. Matalimmat rajakerroksen korkeudet havaitaan yleensä talvella kovilla pakkasilla. Rajakerroksen korkeus määrää ilmatilavuuden, johon päästöt voivat välittömästi sekoittua. Rajakerroksen tuuliolosuhteet määräävät karkeasti ilmansaasteiden kulkeutumissuunnan, mutta rajakerroksen ilmavirtausten pyörteisyys ja kerroksen korkeus vaikuttavat merkittävästi ilmansaasteiden sekoittumiseen ja pitoisuuksien laimenemiseen

kulkeutumisen aikana. Leviämisen kannalta keskeisiä meteorologisia tekijöitä ovat tuulen suunta ja nopeus, ilmakehän stabiilisuus ja sekoituskorkeus.

Ilmakehän stabiilisuudella tarkoitetaan ilmakehän herkkyyttä pystysuuntaiseen sekoittumiseen, jonka määrää ilmakehän pystysuuntainen lämpötilarakenne ja mekaaninen turbulenssi eli alustan kitkan synnyttämä ilman pyörteisyys. Ilmakehän stabiiliustilanteista 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 ilmaa sekoittava pyörteisyys on vähäistä, minkä vuoksi ilmansaasteet laimenevat huonosti. Inversiotilanteissa pitoisuudet kohoavat taajamissa etenkin liikenne-ruuhkien aikana, koska ilmansaasteet kerääntyvät matalaan ilmakerrokseen päästölähteiden lähelle.

2.2 Rikkidioksidi

Ulkoilman rikkidioksidipitoisuudet ovat nykyisin alhaisella tasolla Suomessa. Rikkidioksidipäästöjen tehokkaan ja pitkäjänteisen rajoittamisen seurauksena taajama-alueiden rikkidioksidipitoisuudet ovat laskeneet lähelle tausta-alueiden pitoisuuksia. Ulkoilmassa oleva rikkidioksidi on pääosin peräisin energiantuotannosta, teollisuudesta ja laivojen päästöistä. Teollisuuspaikkakunnilla rikkidioksidipitoisuudet voivat kohota lyhytaikaisesti ja paikallisesti epäedullisissa meteorologisissa tilanteissa ja häiriöpäästötilanteissa. Puhtailla tausta-alueilla rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot ovat olleet noin 1–2 µg/m³.

2.3 Typpidioksidi

Typen yhdisteitä vapautuu päästölähteistä ilmaan typen oksideina eli typpimonoksidina (NO) ja typpidioksidina (NO₂). Näistä yhdisteistä terveysvaikutuksiltaan haitallisempaa on typpidioksidi, jonka pitoisuuksia ulkoilmassa säädellään ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoilla. Typpidioksidin määrään ilmassa vaikuttavat myös kemialliset muutuntareaktiot, joissa typpimonoksidi hapettuu typpidioksidiksi.

Ulkoilman typpidioksidipitoisuuksille altistuminen on suurinta kaupunkien keskustojen ja taajamien liikenneympäristöissä. Typpidioksidipitoisuudet kohoavat tyypillisesti ruuhka-aikoina. Korkeimmillaan typpidioksidipitoisuudet ovat erityisesti tyyninä ja kylminä talvipäivinä, jolloin myös energiantuotannon päästöt ovat suurimmillaan. Taajamien ja kaupunkien korkeimmat typpidioksidipitoisuudet aiheuttaa pääasiassa ajoneuvoliikenne, vaikka energiantuotannon ja teollisuuden aiheuttamat päästöt (pistemäiset päästölähteet) olisivat määrällisesti jopa suurempia autoliikenteeseen verrattuna. Ihmiset altistuvat helposti liikenteen päästöille, sillä autojen pakokaasupäästöt vapautuvat hengityskorkeudelle.

Typpidioksidille herkimpiä väestöryhmiä ovat lapset ja astmaatit, joiden hengitysoireita kohonneet pitoisuudet voivat lisätä suhteellisen nopeasti. Pakkaskaudella tapahtuva typpidioksidipitoisuuden kohoaminen on erityisen haitallista astmaatikoille, koska jo puhtaan kylmän ilman hengittäminen rasituksessa

aiheuttaa useimmille astmaatikoille keuhkoputkien supistusta ja typpidioksidi pahentaa tästä aiheutuvia oireita kuten hengenahdistusta ja yskää.

Typpidioksidin vuosikeskiarvopitoisuudet ovat suurimmissa kaupungeissa keskimäärin 20–30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vilkkaimmilla teillä ja katukuiluosuuksilla pitoisuudet voivat olla lähellä vuosiraja-arvoa 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pienissä ja keskisuurissa kaupungeissa typpidioksidin vuosikeskiarvot ovat yleensä noin 10–20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (*Komppula ym., 2014*). Typpidioksidin tuntipitoisuudet voivat kohota yli raja-arvotason (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) suurimpien kaupunkien vilkkaasti liikennöidyillä keskusta-alueilla muutamia kertoja vuodessa (*Ilmanlaatuportaali, 2016*). Ylitystunteja saa olla vuodessa 18 kpl, ennen kuin raja-arvo katsotaan ylittyneeksi. Puhtailla tausta-alueilla typpidioksidin vuosikeskiarvot ovat olleet Etelä-Suomessa noin 2–6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Pohjois-Suomessa noin 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.4 Hiukkaset

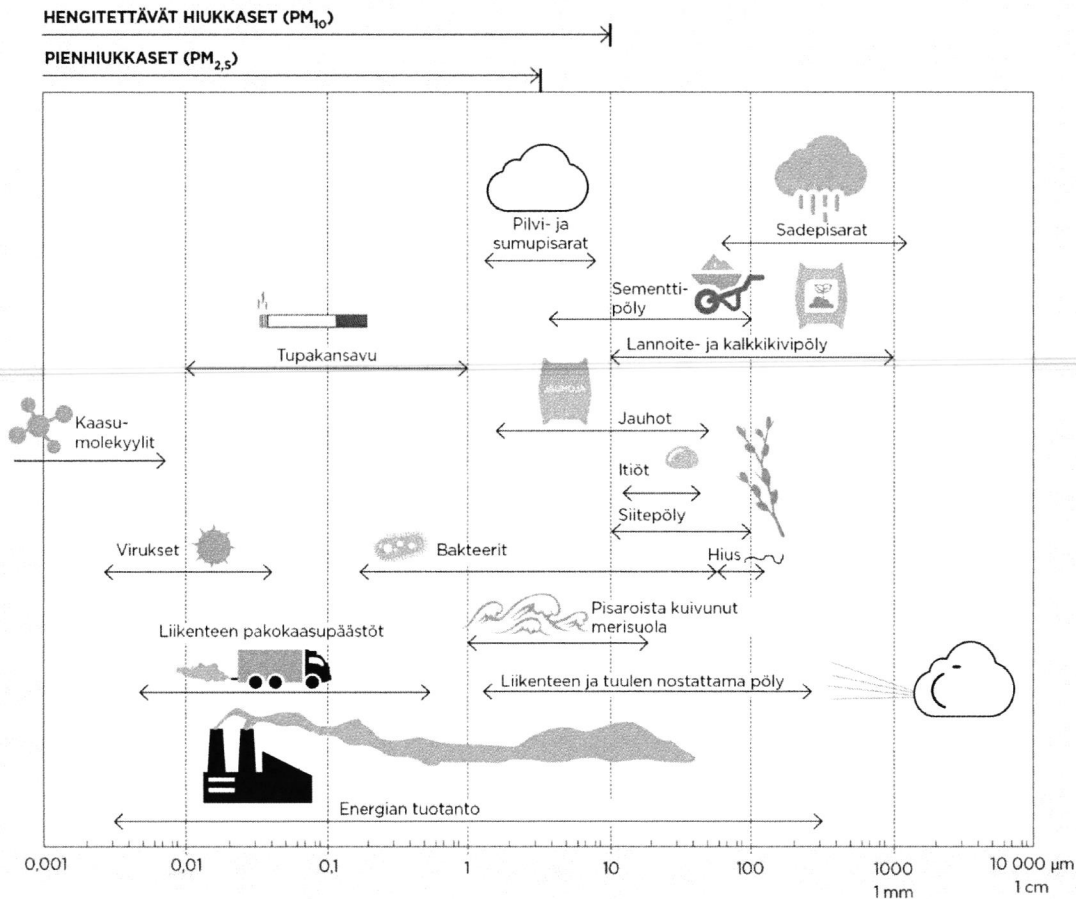
Ulkoilman hiukkaset ovat nykyisin merkittävimpiä ilmanlaatuun vaikuttavia tekijöitä Suomen kaupungeissa. Pienhiukkasia pidetään haitallisimpana ilmaperäisenä ympäristötekijänä ihmisten terveydelle. Ulkoilman hiukkaset ovat taajamissa suurelta osin peräisin liikenteen ja tuulen nostattamasta katupölystä (ns. resuspensio) eli epäsuorista päästöistä. Hiukkaspitoisuuksia kohottavat myös ihmisperäiset suorat hiukkaspäästöt, jotka ovat peräisin energiantuotannon ja teollisuuden prosesseista, autojen pakokaasuista ja puun pienpoltosta. Hiukkasiin on sitoutunut myös erilaisia haitallisia yhdisteitä kuten hiilivetyjä ja raskasmetalleja.

Ulkoilman hiukkasten koko on yhteydessä niiden aiheuttamiin erilaisiin vaikutuksiin. Suurempien hiukkasten korkeat pitoisuudet vaikuttavat merkittävimmin viihtyvyyteen ja aiheuttavat liikaantumista. Terveysvaikutuksiltaan haitallisempia ovat ns. hengitettävät hiukkaset ja pienhiukkaset, jotka kykenevät tunkeutumaan syväälle ihmisten hengitysteihin. Hengitettävälle hiukkasille, joiden halkaisija on alle 10 mikrometriä (PM_{10}), on annettu ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet kohoavat erityisesti keväällä, jolloin jauhautunut hiekoitushiekka ja asfalttipöly nousevat ilmaan kuivilta kaduilta liikenteen nostattamana. Pienhiukkaset, joiden halkaisija on alle 2,5 mikrometriä ($\text{PM}_{2,5}$), ovat pääasiassa peräisin suorista autoliikenteen ja teollisuuden päästöistä sekä kaukokulkeumasta, jonka lähde voi olla esimerkiksi metsä- ja maastopalot. Pienhiukkaspitoisuudelle on annettu vuosiraja-arvo. Hiukkasten kokoluokkia on havainnollistettu kuvassa 1.

Suurimmat hiukkaspitoisuudet esiintyvät vilkkaasti liikennöidyissä kaupunkikeskustoissa. Suomessa hiukkaspitoisuudet kohoavat yleensä voimakkaasti keväällä maaliskuussa, kun maanpinnan kuivuessa tuuli ja liikenne nostattavat katupölyä ilmaan. Liikenteen vaikutukset korostuvat matalan päästökorkeuden vuoksi. Hengitettävälle hiukkasille annettu vuorokausiohje-arvo (70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ylittyy keväisin yleisesti Suomen kaupungeissa samoin kuin vuorokausipitoisuuksille asetettu raja-arvotaso (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Vuorokausiraja-arvotason ylityksiä saa olla kullakin mittausasemalla 35 kappaletta vuodessa, ennen kuin raja-arvo katsotaan ylittyneeksi. Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudelle annettu raja-arvo on ylittynyt vain Helsingin keskustassa (viimeisin raja-arvon ylitys oli vuonna 2006). Katupölyn muodostumiseen voidaan

merkittävästi vaikuttaa oikea-aikaisella katujen siivouksella ja kunnossapidolla sekä pölynsidonnalla.

Hiukkasten kokoluokkia



Kuva 1. Hiukkasten kokoluokkia. Hiukkasten koko ilmaistaan halkaisijana mikrometreissä (μm). Mikro (μ) etuliite tarkoittaa miljoonasosaa. 1 μm on siten metrin miljoonasosa eli millimetrin tuhannesosa

Maamme suurimpien kaupunkien keskusta-alueilla on mitattu useina vuosina yli 25 μg/m³:n hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvoja. Hengitettävien hiukkasten vuosipitoisuudelle annettu raja-arvo 40 μg/m³ on alittunut Suomessa. Pääkaupunkiseudulla mitatut hengitettävät hiukkasten vuosikeskiarvopitoisuudet ovat olleet suurimmillaan tasoa 25–30 μg/m³. Pienempienkin kaupunkien keskusta-alueilla hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvot voivat ylittää 20 μg/m³ (Komppula ym., 2014). Puhtailla tausta-alueilla vuosikeskiarvopitoisuudet ovat olleet Etelä-Suomessa noin 9–12 μg/m³ ja Pohjois-Suomessa noin 3–6 μg/m³.

Pienhiukkaspitoisuuden (PM_{2.5}) vuosikeskiarvolle määritetty raja-arvo 25 μg/m³ alittuu kaikkialla Suomessa. Korkeimmillaan vuosipitoisuus on ollut Helsingin

vilkkaasti liikennöidyillä keskusta-alueilla noin 12–14 µg/m³. Maaseututausta-alueilla pitoisuustaso on Etelä-Suomessa noin 7–10 µg/m³, Keski-Suomessa noin 4–7 µg/m³ ja Pohjois-Suomessa noin 3 µg/m³. Pitoisuuserot erityyppisten mittausympäristöjen välillä ovat melko pieniä: kaupunkiympäristön päästölähteet kohottavat vuositasolla pitoisuuksia liikenneympäristöissä noin 3–4 µg/m³ ja kaupunkitausta-alueilla noin 1–2 µg/m³ taustapitoisuuksista. Pienhiukkasten taustapitoisuudesta valtaosa on kaukokulkeutunutta hiukkasainesta. Kaukokulkeuma muodostaa huomattavan osan myös kaupunki-ilman pienhiukkaspitoisuuksista (*Alaviippola ja Pietarila, 2011*).

2.5 Ilmanlaatuun liittyvä lainsäädäntö

Leviämismallilaskelmilla tai ilmanlaadun mittauksilla saatuja ulkoilman epäpuhtauksien pitoisuuksia voidaan arvioida vertaamalla niitä ilmanlaadun ohje-, raja- ja tavoitearvoihin. EU-maissa voimassa olevat raja-arvot (*Vna 79/2017*) ovat sitovia ja ne eivät saa ylittyä alueilla, joissa asuu tai oleskelee ihmisiä. Raja-arvot eivät ole voimassa esimerkiksi teollisuusalueilla tai liikenneväylillä, lukuun ottamatta kevyen liikenteen väyliä.

Kansalliset ilmanlaadun ohje-arvot (*Vnp 480/1996*) eivät ole yhtä sitovia kuin raja-arvot, mutta niitä käytetään esimerkiksi kaupunkisuunnittelun tukena ja ilman pilaantumisen vaaraa aiheuttavien toimintojen sijoittamisessa. Tavoitteena on ennalta ehkäistä ohje-arvojen ylittyminen ja taata hyvän ilmanlaadun säilyminen.

Raja-arvot määrittelevät ilmansaasteille sallitut korkeimmat pitoisuudet. Raja-arvoilla pyritään vähentämään tai ehkäisemään terveydelle ja ympäristölle haitallisia vaikutuksia. Raja-arvon ylittyessä kunnan on tiedotettava väestöä ja tehtävä ohjelmia ja suunnitelmia ilmanlaadun parantamiseksi ja raja-arvon ylitysten estämiseksi. Tällaisia toimia voivat olla esimerkiksi määräykset liikenteen tai päästöjen rajoittamisesta. Ilman epäpuhtauksien aiheuttamien terveyshaittojen ehkäisemiseksi ulkoilman rikkidioksidin, typpidioksidin, hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten pitoisuudet eivät saisi ylittää taulukon 1 raja-arvoja alueilla, joilla ihmiset saattavat altistua ilmansaasteille.

Kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi on rikkidioksidin vuosikeskiarvopitoisuuksille annettu kriittinen taso 20 µg/m³ ja typen oksidien (NO_x) vuosikeskiarvopitoisuuksille kriittinen taso 30 µg/m³. Näitä tasoja sovelletaan rakennetun ympäristön ulkopuolella olevilla alueilla, kuten luonnonsuojelun kannalta merkityksellisillä alueilla ja laajoilla maa- ja metsätalousalueilla.

Ilmanlaadun ohje-arvot on otettava huomioon suunnittelussa ja niitä sovelletaan mm. alueiden käytön, kaavoituksen, rakentamisen ja liikenteen suunnittelussa ja ympäristölupaharkinnassa. Ohje-arvojen soveltamisen avulla pyritään ehkäisemään ennalta ilmansaasteiden aiheuttamia terveysvaikutuksia. Suomessa voimassa olevat ulkoilman rikkidioksidin, typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia koskevat ilmanlaadun ohje-arvot on esitetty taulukossa 2. WHO on antanut lisäksi suosituksenomaisina ohje-arvoina pienhiukkasten vuorokausikeskiarvopitoisuudelle ohje-arvon 25 µg/m³ ja vuosikeskiarvopitoisuudelle ohje-arvon 10 µg/m³ (*WHO, 2006*). WHO:n ohje-arvot eivät ole osa Suomen lainsäädäntöä.

Taulukko 1. Terveyshaittojen ehkäisemiseksi annetut ulkoilman rikkidioksidin, typpidioksidin, hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten pitoisuuksia koskevat raja-arvot (Vna 79/2017).

Ilman epäpuhtaus	Keskiarvon laskenta-aika	Raja-arvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (293 K, 101,3 kPa)	Sallittujen ylitysten määrä kalenterivuodessa
Rikkidioksidi (SO_2)	1 tunti	350 ¹⁾	24
	24 tuntia	125 ¹⁾	3
Typpidioksidi (NO_2)	1 tunti	200 ¹⁾	18
	kalenterivuosi	40 ¹⁾	–
Hengitettävät hiukkaset (PM_{10})	24 tuntia	50 ²⁾	35
	kalenterivuosi	40 ²⁾	–
Pienhiukkaset ($\text{PM}_{2,5}$)	kalenterivuosi	25 ²⁾	–

1) Tulokset ilmaistaan lämpötilassa 293 K ja paineessa 101,3 kPa.

2) Tulokset ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa.

Taulukko 2. Ulkoilman rikkidioksidin, typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia koskevat ilmanlaadun ohjearvot (Vnp 480/1996).

Ilman epäpuhtaus	Ohjearvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (293 K, 101,3 kPa)	Tilastollinen määrittely
Rikkidioksidi (SO_2)	250	Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
	80	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Typpidioksidi (NO_2)	150	Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
	70	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Hengitettävät hiukkaset (PM_{10})	70	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo

3 MENETELMÄT

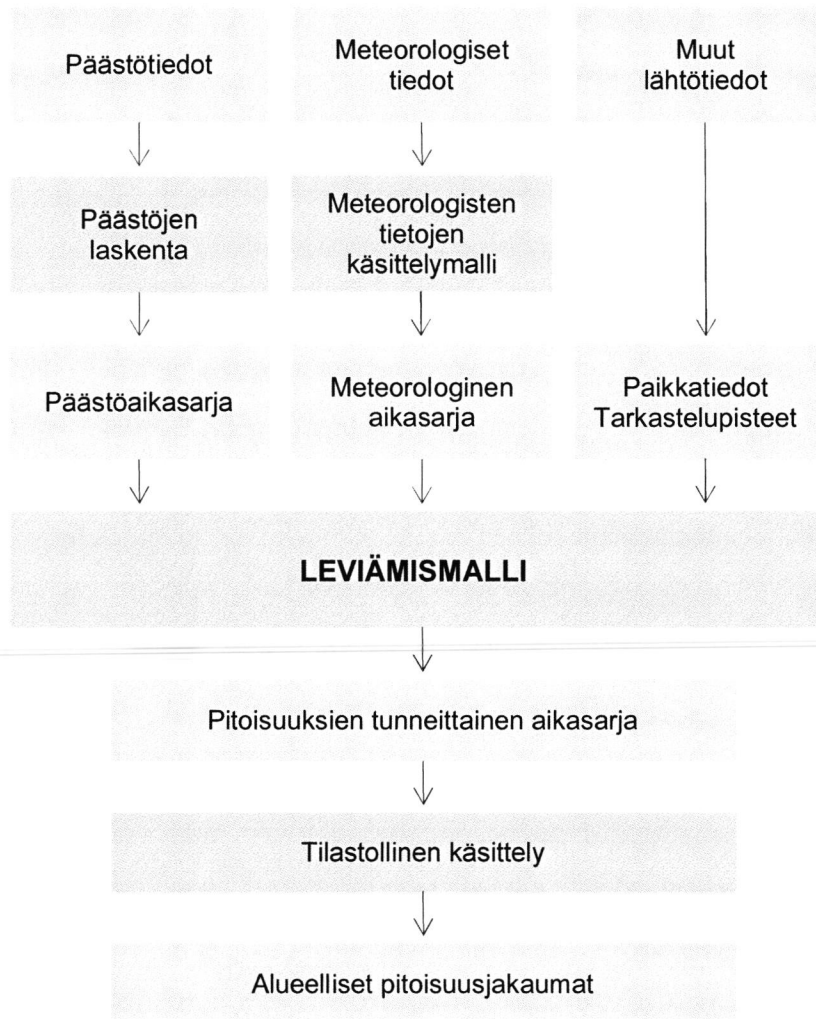
3.1 Leviämismallilaskelmien kuvaus

Leviämismalleilla tutkitaan päästöjen kulkeutumista ilmakehässä ja niiden aiheuttamia ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia maanpinnan tasolla. Malleihin sisältyy usein laskentamenetelmiä, joiden avulla voidaan tarkastella epäpuhtauksien muuntumista, kemiallisia reaktioita ja poistumista ilmakehästä laskeumana sekä ilman epäpuhtauspitoisuuksien muodostumista. Tässä tutkimuksessa käytettiin Ilmatieteen laitoksella kehitettyjä leviämismalleja laitoksen päästöjen leviämisen kuvaamiseen ja niiden ilmanlaatuvaikutusten arvioimiseen.

Ilmatieteen laitoksen leviämismalleja on kehitetty pitkäjänteisesti tavoitteena tuottaa luotettavaa tietoa ilmanlaadusta mm. kaupunki- ja liikennesuunnittelun, ilmansuojelutoimenpiteiden suunnittelun tueksi sekä ilman epäpuhtauksista aiheutuvan väestön altistumisen arvioimiseksi. Mallien toimintaa on kehitetty lukuisissa tutkimusprojekteissa ja verifiointitutkimusten mukaan mallinnusten tulokset on todettu Suomen taajamien ja teollisuusympäristöjen ilmanlaadun mittaustulosten kanssa hyvin yhteensopiviksi. Leviämismalleilla saatujen tulosten on osoitettu täyttävän hyvin ilmanlaatuasetuksessa (Vna 38/2001) annetut laatuvaatimet mallintamiselle sallituista epävarmuuksista.

Nykyisissä Ilmatieteen laitoksen leviämismalleissa kuvataan tarkasti päästökohdassa tapahtuvaa mekaanista ja lämpötilaeroista johtuvaa nousulisää, lähimpien esteiden aiheuttamaa savupainumaa, ilmassa tapahtuvia päästöaineiden kemiallisia prosesseja sekä epäpuhtauksien poistumamekanismeja. Malleihin sisältyy laskentamenetelmä typenoksidien kemialliselle muutunnalle. Autoliikenteen ja energiantuotannon typenoksidipäästöt koostuvat typpidioksidista sekä typpimonoksidista, jota on valtaosa päästöistä. Osa typpimonoksidista hapettuu ilmassa terveydelle haitallisemmaksi typpidioksidiksi.

Tässä selvityksessä käytetyllä leviämismallilla voidaan arvioida ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia ja hajujen esiintymistä päästölähteen lähialueilla. Kaupunkimallia UDM-FMI (Urban Dispersion Modelling system) käytetään pistemäisten päästölähteiden (esim. piippujen) ilmanlaatuvaikutusten arviointiin. Kaavio leviämismallin toiminnasta on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Kaaviokuva Ilmatieteen laitoksella kehitetyn leviämismallin, kaupunkimallin UDM-FMI toiminnasta.

Leviämismallien lähtötiedoiksi tarvitaan tietoja päästöistä ja niiden lähteistä, mittaamalla ja mallittamalla saatuja tietoja ilmakehän tilasta sekä tietoja epäpuhtauksien taustapitoisuuksista. Lisäksi lähtötiedoiksi tarvitaan erilaisia paikkatietoja, kuten tietoja maanpinnan korkeudesta ja laadusta sekä päästölähteiden sijainnista. Pistemäisten lähteiden päästöjen laskennassa huomioidaan lähdekohtaiset päästöt, savukaasujen ominaisuudet ja laitoksen tekniset tiedot. Maksimipäästötarkastelussa päästöjen tason oletetaan olevan suurimmillaan koko tarkastelujakson (3 vuotta) ajan.

Leviämismallin tarvitseman meteorologisen aikasarjan muodostuksessa käytetään Ilmatieteen laitoksella kehitettyä meteorologisten tietojen käsittelymallia, joka perustuu ilmakehän rajakerroksen parametrisointimenetelmään (Karppinen, 2001). Menetelmän avulla voidaan meteorologisten rutiinihavaintojen ja fysiikan perusyhtälöiden avulla arvioida rajakerroksen tilaan vaikuttavat muuttujat, joita tarvitaan epäpuhtauksien leviämismallilaskelmissa. Menetelmässä huomioidaan tutkimusalueen paikalliset tekijät, kuten leviämisalustan rosoisuus ja vuodenaikaiset albedoarvot (maanpinnan kyky heijastaa auringon säteilyä) eri maanpinnan laaduille. Laskelmissa käytetään yleensä 1–3 vuoden pituista tutkimusalueen sääolosuhteita

edustavaa meteorologista aineistoa. Laskelmissa käytettäväksi sääasemiksi valitaan tutkimusaluetta edustavimmat sääasemat, joilla mitataan kaikkia mallin tarvitsemia suureita. Säähavainto- ja luotausaineistot täyttävät WMO:n ja ICAO:n laatuvaatimukset. Tuulen suunta- ja nopeustiedot muodostetaan kahden tai useamman sääaseman havaintojen etäisyyspainotettuna tilastollisena yhdistelmänä. Lopputuloksena saadaan leviämismalleissa tarvittavien meteorologisten tietojen tunnitaiset aikasarjat.

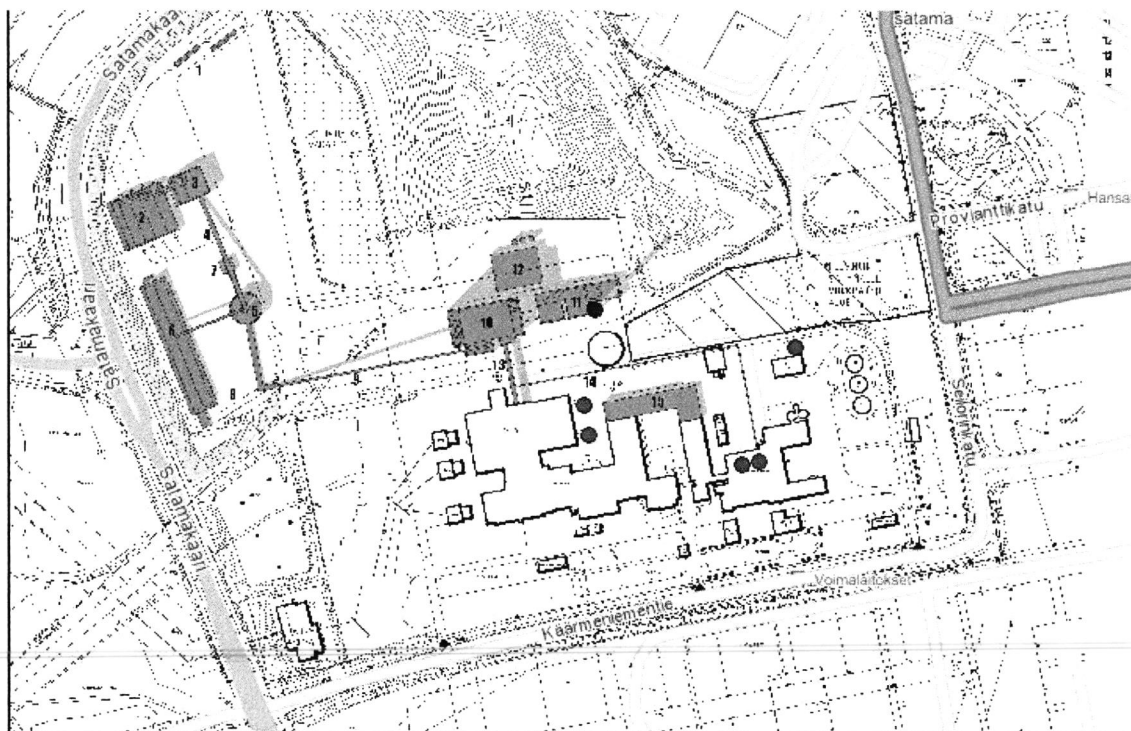
Leviämismallit laskevat epäpuhtauspitoisuuksia tarkastelujakson jokaiselle tunnille laskentapisteikköön, joka muodostetaan kullekin tutkimusalueelle sopivaksi. Laskentapisteitä on yleensä useita tuhansia ja niiden etäisyys toisistaan vaihtelee muutamasta kymmenestä metrillä satoihin metreihin riippuen tutkimusalueen koosta ja tarkasteltavista kohteista. Mallin tuottamasta pitoisuusaikasarjasta lasketaan tilastollisia ilmanlaadun raja- ja ohjearvoihin verrannollisia suureita, jotka esitetään raportissa mm. pitoisuuksien aluejakaumakuvina ja taulukkoina.

Leviämismallilaskelmilla saatavien tulosten luotettavuuteen vaikuttavat malliin syötettävät lähtötiedot sekä itse mallin toiminta. Mallilaskelmilla kuvataan ilmiöiden tavanomaista kehittymistä pitkällä aikavälillä yksinkertaistaen jossain määrin todellisuutta. Malliin sisältyy oletuksia ja yksinkertaistuksia, jotka ovat välttämättömiä mallin toiminnan ja lähtötietojen puutteellisen saatavuuden vuoksi. Vuosikeskiarvopitoisuudet edustavat vallitsevaa pitoisuustilannetta pitkällä ajanjaksolla ja vuorokausi- ja tuntikeskiarvopitoisuudet edustavat lyhytkestoisempia episoditilanteita, jolloin meteorologinen tilanne on paikallisesti päästöjen laimenemisen ja sekoittumisen kannalta epäedullinen. Huomionarvoista on, että suurimman osan ajasta epäpuhtauspitoisuudet ovat pienempiä kuin korkeimmat hetkelliset pitoisuudet.

Yleensä leviämismallilaskelmien tuloksiin liittyy epävarmuutta sitä enemmän mitä lyhyemmän jakson pitoisuusarvoista on kyse. Mallitulosten epävarmuuden pienentämiseksi laskennassa tarkastellaan pitkää kolmen vuoden aikasarjaa (yli 26 000 tarkastelutuntia), jolloin tilastolliset raja- ja ohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet ovat mahdollisimman edustavia.

3.2 Leviämismallilaskelmien lähtötiedot

Tässä tutkimuksessa mallinnettiin Helen Oy:n Vuosaaren olemassa olevan voimalaitoksen ja uuden lämpökeskuksen ilmanlaatuvaikutuksia laitoksen ympäristössä. Suunnitteilla olevan lämpökeskuksen piipun korkeutena käytettiin 80 m ja 60 m. Piippujen sijainnit on esitetty kartalla kuvassa 3.



Kuva 3. Hela Oy:n Vuosaaren uuden lämpökeskuksen piipun (sininen piste) ja olemassa olevien voimalaitosten piippujen (punainen piste) sijainnit asemakaavassa, Kuva: Hela.

Leviämislaskelmat tehtiin voimalaitoksen päästöille teoreettisena maksimipäästötarkasteluna, jolla pyritään kuvaamaan ilmanlaatuvaikutuksia suurimmillaan. Maksimipäästötarkastelussa voimalaitoksen oletetaan toimivan täydellä teholla koko tarkastelujakson (2013–2015) ajan. Maksimipäästötarkastelulla huomioidaan tutkimusalueelle ominaiset epäpuhtauspitoisuuksien kannalta epäedulliset meteorologiset tilanteet (esim. inversio), joissa laitoksen toiminnan päästöjen aiheuttamat epäpuhtauspitoisuudet voivat kohota merkittävästi. Mallilaskelmilla selvitettiin, kuinka korkeiksi pitoisuudet voivat suurimmillaan kohota voimalaitoksen aiheuttaman maksimipäästön esiintyessä satunnaisesti erilaisissa meteorologisissa olosuhteissa. Maksimipäästötarkastelu on teoreettinen kuvaus voimalaitoksen toiminnasta ja normaalitoiminnan aiheuttama kuormitus on käytännössä vähäisempää kuin maksimipäästötarkastelussa.

Leviämislaskelmat tehtiin voimalaitoksen rikkidioksidi-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöille. Uuden lämpökeskuksen osalta päästöraja-arvot määritettiin käytettävistä polttoaineista suurimman päästöraja-arvon mukaan, jolloin typpioksidille käytettiin biopolttoaineen päästöraja-arvoa ($200 \text{ mg/m}^3\text{n}$) ja rikkidioksidille sekä hiukkasille hiilen päästöraja-arvoa (SO_2 $200 \text{ mg/m}^3\text{n}$, hiukkas $15 \text{ mg/m}^3\text{n}$). Taulukossa 3 on esitetty päästölaskennassa käytetyt tekniset tiedot, maksimipäästötilanteesta aiheutuvat päästöt ja muut laitosta koskevat mallilaskelmissa käytetyt lähtötiedot. Vanhojen laitosten tiedot perustuvat Hela Oy:n *Pääkaupunkiseudun päästöjen leviämismalliselvitykseen* (2016) toimittamiin tietoihin.

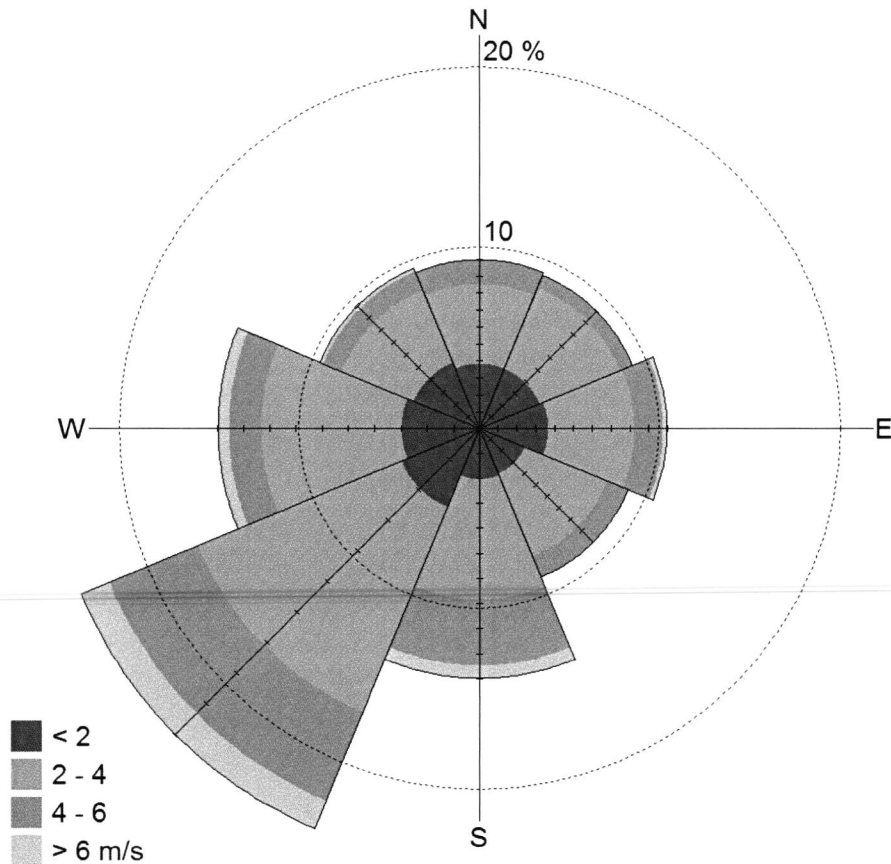
Taulukko 3. Helen Oy:n Vuosaaren voimalaitoksen päästölaskennassa käytetyt tekniset tiedot, maksimipäästörajojen mukaiset päästöt ja muut laitosta koskevat mallilaskelmissa käytetyt lähtötiedot.

	Uusi lämpö- keskus	Vuosaari A – KT1	Vuosaari A – KT2	Vuosaari B – KT4	Vuosaari B – KT5	Lämpö- keskus
Savukaasujen lämpötila piipun suulla (°C)	48,7	62	62	62	62	130
Savukaasujen tilavuus- virtaus (Nm ³ /h)	410018	353477	453133	1581104	1244406	207139
Hormin halkaisija piipun suulla (m)	3,5	3,4	3,4	4,2	4,2	1,7
Piipun korkeus maan- pinnasta (m)	80 ja 60	60	60	71	71	69
Rikkidioksidipäästöt (g/s)	22,78	0	0	0	0	0,03
Typenoksidipäästöt NO _x (NO ₂ :na) (g/s)	22,78	9,71	13,59	16,98	25,83	1,65
Hiukkaspäästöt (g/s)	1,71	0	0	0	0	0,14

Tutkimusalue oli kooltaan 20 km × 20 km. Voimalaitoksen päästöjen aiheuttamat pitoisuudet laskettiin laskentapisteikköön hengityskorkeudelle (2 m). Laskentapisteikkö sisälsi noin 35 000 laskentapistettä. Laskentapisteikössä pisteiden välisiä etäisyyksiä oli tihennetty pitoisuuksien muodostumisen kannalta merkittävimmällä alueella eli päästölähteen lähiympäristössä. Laskentapisteikön pisteet olivat tiheimmillään 20 metrin etäisyydellä toisistaan ja harvimmillaan 200 metrin etäisyydellä toisistaan. Tutkimusalueiden maanpinnan korkeuserot huomioitiin laskentapisteissä Maanmittauslaitoksen maastonkorkeusmallin mukaisesti.

Tutkimusalueen ilmastollisia olosuhteita edustava meteorologinen aikasarja muodostettiin Helsinki-Vantaan lentoaseman ja Kumpula sääasemien havaintotiedoista vuosilta 2013–2015. Sekoituskorkeuden määrittämiseen käytettiin Jokioisten observatorion radioluotaushavainnot. Tuulen suunta- ja nopeusjakauma tutkimusalueella on esitetty kuvassa 4. Tutkimusalueella etelä- ja lounaistuulet ovat vallitsevia, kun taas koillis- ja pohjoistuulia esiintyy vähemmän.

Leviämisen aikana tapahtuvan typenoksidipäästöjen muutunnan kuvaamiseen käytettiin Ilmatieteen laitoksen Espoon Luukin taustailmanlaadun mittausasemalta saatuja otsonin pitoisuuksia vuosilta 2013–2015. Taustapitoisuuksina käytettiin pitoisuuksien kuukausittain laskettuja tunnitaisia keskiarvoja, joilla pyrittiin kuvaamaan otsonipitoisuuksien vuorokauden sisäistä vaihtelua (*Ilmanlaatuportaali, 2016*).



Kuva 4. Tuulen suunta- ja nopeusjakauma tutkimusalueella vuosina 2013–2015, Laske tuulitiedot kuvaavat olosuhteita 10 metrin korkeudella maan pinnasta.

4 TULOKSET

Tutkimuksessa selvitettiin leviämislaskelmin Helen Oy:n Vuosaaren olemassa olevien voimalaitoksen ja uuden lämpökeskuksen päästöjen aiheuttamia ilmanlaatuvaikutuksia laitoksen ympäristössä hengityskorkeudella. Selvitys tehtiin uuden lämpökeskuksen osalta kahdella piipun korkeudella.

Maksimipäästötarkastelulla on mahdollista saada esiin päästöjen leviämisen ja laimenemisen kannalta epäedullisissa meteorologisissa tilanteissa (esim. inversio) syntyvät korkeimmat pitoisuudet, jotka laitoksen normaalin toiminnan mallilaskelmissa voivat jäädä huomioimatta. Maksimipäästötarkastelun tuloksena esitetyt korkeimmat pitkäaikaispitoisuudet (vuosikeskiarvot) yleensä yliarvioivat pitoisuuksia, koska laitoksen toiminta jatkuvalla täydellä teholla on teoreettista. Tarkastelu ei ota huomioon todellisia käyttötunteja, prosessien vaihtelua tai laitoksen huoltotaukoja.

Leviämismallilaskelmien pitoisuustulokset esitetään taulukkoina, kuvaajina ja karttakuvina. Aluejakaumakuvissa on esitetty laskentapisteittäisistä keskiarvoista samanarvonviivoin muodostetut korkeimpien pitoisuuksien alueet, joilla tietyn pitoisuuden ylittyminen on pitkän havaintojakson aikana todennäköistä.

Pitoisuuksien aluejakaumat eivät edusta koko tulostusalueella yhtä aikaa vallitsevaa pitoisuustilannetta vaan ne kuvaavat eri päivinä ja eri tunteina esiintyvien, raja- ja ohjearvoihin verrannollisten pitoisuuksien maksimitasoa tutkimusalueen eri osissa. Suurimman osan ajasta pitoisuudet ovat kaikissa laskentapisteissä selvästi pienempiä kuin aluejakaumakuvissa esitetyt korkeimmat arvot. Lisäksi suurimmassa osassa tutkimusaluetta pitoisuudet ovat jatkuvasti merkittävästi pienempiä kuin niissä kohteissa, joissa maksimiarvot esiintyvät.

Pitoisuuksien aluejakaumissa esiintyy kohonneiden pitoisuuksien kielekkeitä, joiden sijaintiin vaikuttaa hetkellinen tuulen suunta ja ilmakehän olosuhteet. Maanpinnan muodot voivat aiheuttaa aluejakaumiin erillisiä suppeita alueita, joissa pitoisuudet ovat joko korkeampia tai matalampia kuin lähiympäristössään.

Pistemäisten päästölähteiden välittömään läheisyyteen muodostuu usein ns. katvealue, jossa pitoisuudet ovat minimissään ja kasvavat lyhyellä etäisyydellä nopeasti. Tällaisten aivan päästölähteen ympärille muodostuvien, muita arvoja matalampien pitoisuuksien alueiden laajuuteen vaikuttavat piipun korkeus ja poistokaasujen nousulisä. Nousulisää aiheuttavat poistokaasujen nousunopeus piipussa sekä ulkolämpötilan ja poistokaasujen lämpötilan välinen ero.

4.1 Rikkidioksidipitoisuudet maksimipäästötilanteessa

Leviämismallilaskelmien tuloksina maksimipäästötarkastelulla saadut Vuosaaren voimalaitoksen päästöjen aiheuttamat ulkoilman rikkidioksidipitoisuuksien suurimmat arvot tutkimusalueella on esitetty taulukossa 4. Korkeimpien pitoisuuksien suhde voimassa oleviin raja- ja ohjearvoihin on esitetty kuvassa 5. Lisäksi rikkidioksidipitoisuuden alueellinen jakautuminen voimalaitoksen ympäristössä uuden lämpökeskuksen piipun korkeudella 80 m on esitetty liitekuviissa 1 ja 2 ja 60 m piipun korkeudella liitekuviissa 3 ja 4.

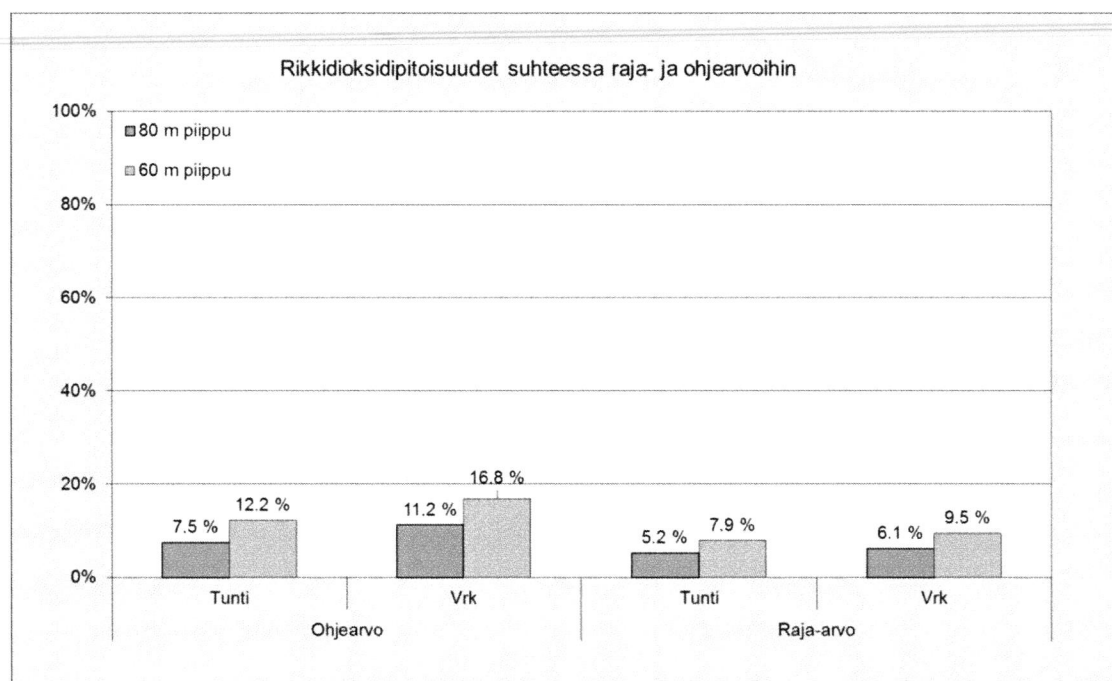
Voimalaitoksen päästöjen aiheuttamat rikkidioksidipitoisuudet alittavat voimassa olevat ohje- ja raja-arvot, ollen enimmillään alle 17 % vuorokausi- ja tuntiohjearvoista. Suurimat vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet 80 m piipulla esiintyvät noin 1 km voimalaitokselta koilliseen pitoisuuksien ollessa enimmillään $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, joka vastaa noin 11 % ohjearvosta. Piipun korkeuden ollessa 60 m suurin vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus on $13,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ollen 17 % ohjearvosta.

Vastaavasti tuntiohjearvoon verrannolliset suurimmat mallinnetut pitoisuudet esiintyvät noin 1 km etäisyydellä voimalaitoksen luoteis-koillispuolella. Piipun korkeudella 80 m suurin mallinnuksen tuloksena saatu pitoisuus on $18,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vastataten noin 8 % ohjearvosta. Lyhyemmällä piippuvaihtoehdolla suurin pitoisuus on $30,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (12 % ohjearvosta).

Taulukko 4. Leviämismallilaskelmilla saadut Helen Oy:n Vuosaaren voimalaitoksen päästöjen aiheuttamat suurimmat raja- ja ohjearvoihin verrannolliset ulkoilman rikkidioksidipitoisuudet maksimipäästötilanteessa. Tarkastelussa on huomioitu nykyiset laitokset sekä uusi lämpökeskus kahdella piipun korkeudella.

Rikkidioksidipitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Raja- tai ohjearvo	Päästökorkeus	
		80 m	60m
Korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus	80 ^{(*}	9,0	13,5
Korkein vuorokausiraja-arvoon verrannollinen pitoisuus	125 ^{(**}	7,6	11,9
Korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus	250 ^{(*}	18,8	30,5
Korkein tuntiraja-arvoon verrannollinen pitoisuus	350 ^{(**}	18,1	27,7

(* ohjearvo (** raja-arvo



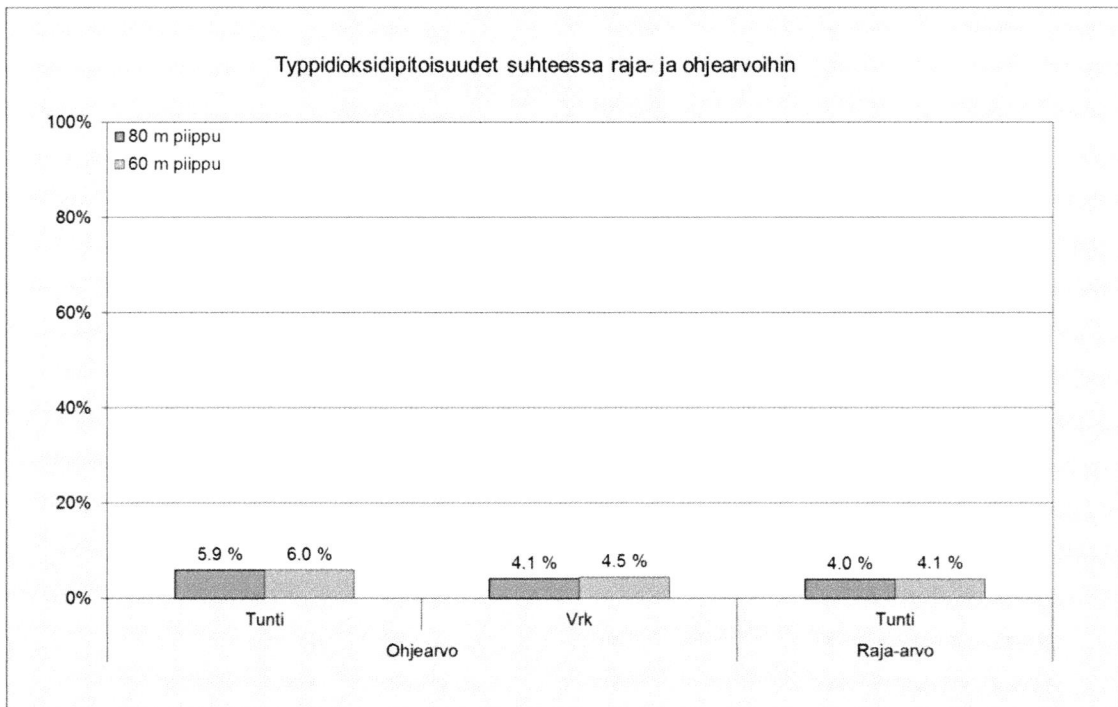
Kuva 5. Leviämismallilaskelmilla saatujen Helen Oy:n Vuosaaren voimalaitoksen päästöjen aiheuttamien korkeimpien rikkidioksidipitoisuuksien suhde (%) voimassa oleviin ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin maksimipäästötarkastelulla. Tarkastelu on tehty uuden lämpökeskuksen osalta kahdella piipun korkeudella, 60 m ja 80 m.

4.2 Typpidioksidipitoisuudet maksimipäästötilanteella

Leviämismallilaskelmien tuloksina maksimipäästötarkastelulla saadut voimalaitoksen päästöjen aiheuttamat ulkoilman typpidioksidipitoisuuksien suurimmat arvot tutkimusalueella on esitetty taulukossa 5. Tutkimusalueen korkeimpien typpidioksidipitoisuuksien suhteesta voimassa oleviin ohje- ja raja-arvoihin (kuva 6) nähdään, että pitoisuudet ovat pieniä ollen 4–6 % ohje- ja raja-arvoista eri piipun korkeuksilla mallinnettaessa.

Taulukko 5. Leviämismallilaskelmilla saadut Helen Oy:n Vuosaaren voimalaitoksen päästöjen aiheuttamat suurimmat raja- ja ohjearvoihin verrannolliset ulkoilman typpidioksidipitoisuudet maksimipäästötilanteessa. Tarkastelussa on huomioitu nykyiset laitokset sekä uusi lämpökeskus kahdella piipun korkeudella.

Typpidioksidipitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Raja- tai ohjearvo	Päästökorkeus	
		80 m	60m
Korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus	70 (*)	2.9	3.1
Korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus	150 (*)	8.8	9.0
Korkein tuntiraja-arvoon verrannollinen pitoisuus	200 (**)	7.9	8.2
(*) ohjearvo (**) raja-arvo			



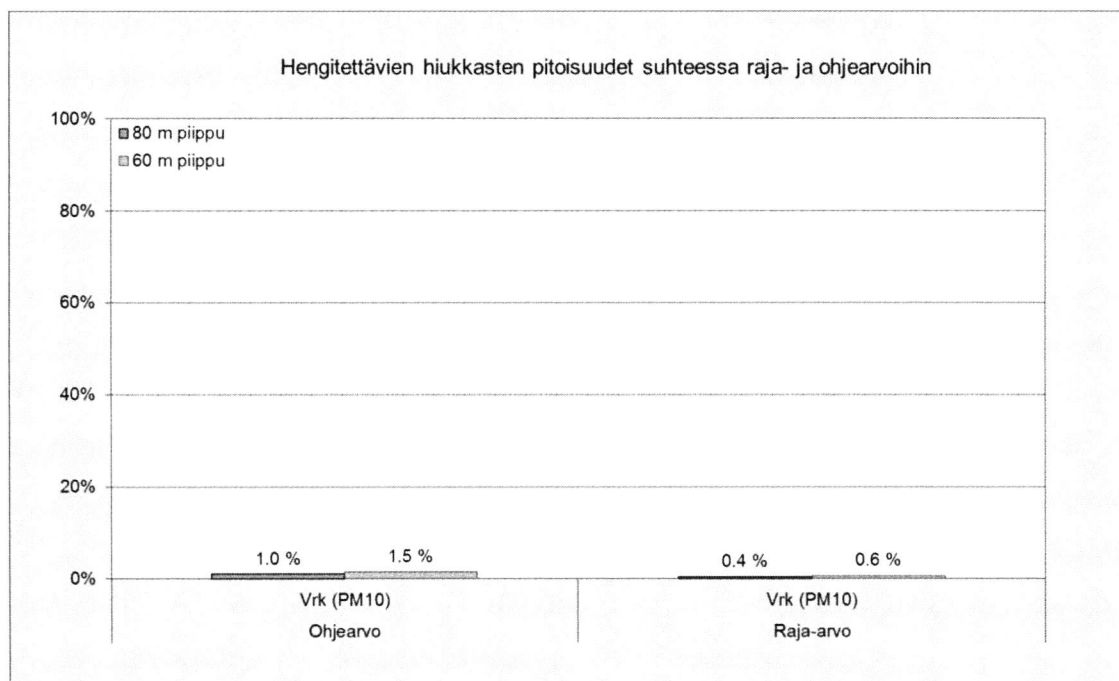
Kuva 6. Leviämismallilaskelmilla saatujen Helen Oy:n Vuosaaren voimalaitoksen päästöjen aiheuttamien korkeimpien typpidioksidipitoisuuksien suhde (%) voimassa oleviin ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin maksimipäästötarkastelulla. Tarkastelu on tehty uuden lämpökeskuksen osalta kahdella piipun korkeudella, 60 m ja 80 m.

Liitekuvasssa 5 on esitetty maksimipäästötarkastelulla saatu korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen typpidioksidipitoisuuden aluejakauma uuden lämpökeskuksen piipun korkeuden ollessa 80 m ja liitekuvasssa 7 piipun korkeudella 60 m. Suurin ohjearvoon verrannollinen pitoisuus sijaitsee noin 1,5 km voimalaitoksen koillispuolella. Piipun korkeudella 80 m yli $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pitoisuuksia esiintyy myös laitoksen lounais- ja länsipuolella, joka vastaa 3–4 % osuutta ohjearvosta. Piipun korkeudella 60 m vastaavia pitoisuuksia esiintyy huomattavasti laajemmalla alueella.

Tuntiohjarvoon verrannollinen typpidioksidipitoisuuden aluejakauma 80 m piipulla on esitetty liitekuvassa 6 ja 60 m piipulla liitekuvassa 8. Suurimmat pitoisuudet ($>6 \mu\text{g}/\text{m}^3$), esiintyvät yli 2,5 km etäisyydellä voimalaitoksesta laitoksen länsi-koillispuolella. Tuntiarvojen aluejakaumaan vaikuttavat hyvin paljon hetkelliset sääolosuhteet. Lisäksi laskelmissa on huomioitu typenoksidien ilmakemiallinen muutunta kulkeutumisen aikana, jolloin pitoisuuksien korkein arvo saattaa sijaita etäällä päästölähteestä.

4.3 Hiukkaspitoisuudet maksimipäästötilanteella

Leviämismallilaskelmien tuloksina maksimipäästötarkastelulla saadut voimalaitoksen päästöjen aiheuttamat ulkoilman hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) pitoisuuksien suurimmat arvot tutkimusalueella on esitetty taulukossa 6. Vastaavasti kuvassa 7 on esitetty tutkimusalueen korkeimpien pitoisuuksien suhde voimassa oleviin ohje- ja raja-arvoihin. Tuloksista nähdään, että laitoksen tuottamat hiukkaspitoisuudet tutkimusalueella ovat hyvin pienet, alle 1,5 % voimassa olevista ohje- ja raja-arvoista.



Kuva 7. Leviämismallilaskelmilla saatujen Helen Oy:n Vuosaaren voimalaitoksen päästöjen aiheuttamien korkeimpien hiukkaspitoisuuksien suhde (%) voimassa oleviin ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin maksimipäästötarkastelulla. Tarkastelu on tehty uuden lämpökeskuksen osalta kahdella piipun korkeudella, 60 m ja 80 m.

Liitekuvassa 9 on esitetty hiukkaspitoisuuksien (PM_{10}) vuorokausiohjarvoon verrannollinen aluejakaumakuva uuden voimalaitoksen piipun ollessa 80 m. Suurimmat hiukkaspitoisuudet esiintyvät voimalaitoksen länsi-koillispuolella, ollen kuitenkin hyvin pieniä, enintään 1 % ($0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ohjearvosta. Liitekuvassa 10 on esitetty vastaava pitoisuusjakauma uuden voimalaitoksen piipun korkeuden ollessa 60 m. Yli $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pitoisuudet ulottuvat noin 1,5 km etäisyydelle voimalaitosalueesta ollen kuitenkin pieniä, enimmillään 1,5 % ohjearvosta.

Taulukko 6. Leviämismallilaskelmilla saadut Helen Oy:n Vuosaaren voimalaitoksen päästöjen aiheuttamat suurimmat raja- ja ohjearvoihin verrannolliset ulkoilman hiukkaspitoisuudet maksimipäästötilanteessa. Tarkastelussa on huomioitu nykyiset laitokset sekä uusi lämpökeskus kahdella piipun korkeudella.

Hiukkaspitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Raja- tai ohjearvo	Päästökorkeus	
		80 m	60m
Korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus	70 (*)	0.7	1.0
Korkein vuorokausiraja-arvoon verrannollinen pitoisuus	50 (**)	0.2	0.3
(*) ohjearvo (**) raja-arvo			

5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksessa selvitettiin leviämislaskelmin Helen Oy:n Vuosaaren olemassa olevan voimalaitoksen (Vuosaari A, B ja lämpökeskus) ja uuden lämpökeskuksen päästöjen aiheuttamia ilmanlaatuvaikutuksia laitoksen ympäristössä hengityskorkeudella. Leviämismallinnukset toteutettiin uuden lämpökeskuksen kahdella eri piipun korkeudella, 80 m ja 60m.

Tarkastelun kohteena olivat laitoksen rikkidioksidi-, typenoksidi-, hiukkaspäästöt. Työ toteutettiin teoreettisena maksimipäästötarkasteluna, jolla voidaan selvittää, kuinka korkeiksi pitoisuudet voivat pahimmillaan kohota maksimipäästön esiintyessä satunnaisesti erilaisissa meteorologisissa olosuhteissa kolmen vuoden (2013–2015) tarkasteluajanjaksolla. Voimalaitoksen normaalitoiminnan päästöjen aiheuttama kuormitus ulkoilmaan on käytännössä vähäisempää kuin nyt tehdyssä maksimipäästötarkastelussa. Leviämismallilaskelmat tehtiin Ilmatieteen laitoksella kehitetyllä UDM-FMI -leviämismallilla.

Mallinnettuja pitoisuuksia verrattiin ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin. Ilmanlaadun ohjearvot tulisi ottaa huomioon esimerkiksi kaavoituksessa ja suunnittelussa, jolloin pyritään etukäteen välttämään ihmisten altistuminen terveydelle haitallisen korkeille ilmansaasteiden pitoisuuksille. Terveysperusteiset ilmanlaadun raja-arvot ovat ohjearvoja sitovampia, eivätkä ne saa ylittyä alueella, joilla asuu tai oleskelee ihmisiä.

Nyt tehtyjen leviämislaskelmien tuloksena saadut Vuosaaren voimalaitoksen maksimipäästötilanteen aiheuttamat rikkidioksidin, typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuudet alittivat kaikkialla tutkimusalueella voimassa olevat ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot tutkitulla piipun korkeuksilla. Suurimmat pitoisuudet olivat korkeimmillaan rikkidioksidilla ollen 17 % vuorokausiohjearvosta uuden piipun korkeuden ollessa 60 m. Vastaava osuus 80 m piipulla oli 11 %. Typpidioksidipitoisuudet olivat noin 4–4,5 % ja hiukkaset 1–1,5 % vuorokausiohjearvosta eri piipun korkeuksilla.

Tehtyjen leviämismallilaskelmien tulosten perusteella voidaan arvioida, että tuleva lämpökeskuksen rikkidioksidi-, typenoksidi-, hiukkaspäästöt eivät aiheuta terveydellistä riskiä lähialueen asukkaille, sillä terveyden suojelemiseksi annetut ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot alittuvat selvästi maksimipäästötarkastelussa.

Päästöjen leviämisen- ja laimenemisolosuhteet ovat ilmanlaadun kannalta riittävän hyvät nyt tarkastellulla piippujen korkeudella (80 m ja 60 m). Työssä käytetyt lähtötiedot, kuten piipun halkaisija, poistokaasujen lämpötila ja nousunopeus vaikuttavat päästöjen leviämiseen ja laimenemiseen, joten lähtötietojen muuttuessa merkittävästi on ilmanlaadun leviämismallinnus suositeltavaa päivittää. Leviämislaskelmien tuloksia arvioitaessa on myös otettava huomioon, että tässä työssä ei ole tarkasteltu voimalaitoksen mahdollisia hajapäästöjä tai häiriöpäästöjä.

6 VIITELUETTELO

Alaviippola, B, ja Pietarila, H., 2011, Ilmanlaadun arviointi Suomessa, Pienhiukkaset (PM_{2,5}), Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut, 48 s. + 13 liites.

Ilmanlaatuportaali 2016. Ympäristönsuojelun tietojärjestelmän ilmanlaatuosa, tarkistettut mittaustulokset. www.ilmanlaatu.fi

Karppinen, A, 2001, Meteorological pre-processing and atmospheric dispersion modeling of urban air quality and applications in the Helsinki metropolitan area, Academic dissertation, Finnish Meteorological Institute, Contributions No, 33, Helsinki.

Komppula, B., Anttila, P., Vestenius, M., Salmi, T. ja Lovén, K., 2014. Ilmanlaadun seurantarapen arviointi. Ilmatieteen laitos, Asiantuntijapalvelut, Ilmanlaatu ja energia. 123 s. + 47 liites.

Vna 79/2017, Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta. Annettu 1.2.2017.

Vnp 480/96, Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvoista. Annettu 19.6.1996.

WHO, 2000. Air Quality Guidelines for Europe, Second Edition. WHO Regional Publications, European Series, No. 91.

WHO, 2006. WHO Air quality guidelines. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide. Global update 2005. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe.

LIITTEET

Liitekuvat

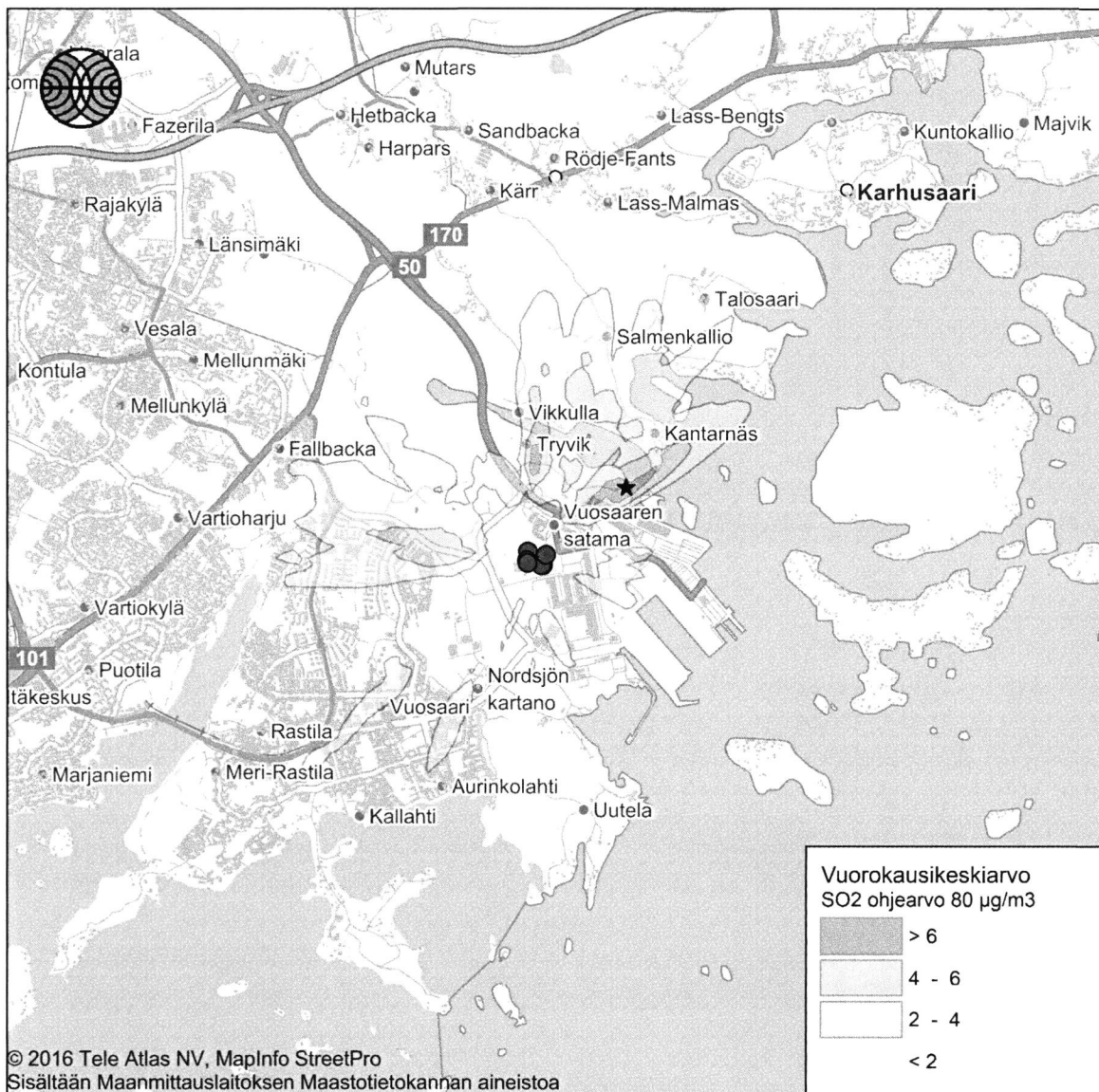
Leviämiskuvissa on esitetty laskentapisteittäisistä keskiarvoista samanarvonviivoin muodostetut korkeimpien pitoisuuksien alueet, joilla tietyn pitoisuuden ylittyminen on pitkän havaintojakson aikana todennäköistä. Laskentapiste, johon muodostui koko tutkimusalueen suurin pitoisuus, on esitetty kuvassa valkoisella tähdellä.

Pitoisuuksien aluejakaumat eivät edusta koko tulostusalueella yhtä aikaa vallitsevaa pitoisuustilannetta vaan ne kuvaavat eri päivinä ja eri tunteina esiintyvien, raja- ja ohjearvoihin verrannollisten pitoisuuksien maksimitasoa tutkimusalueen eri osissa. Suurimman osan ajasta pitoisuudet ovat kaikissa laskentapisteissä selvästi pienempiä kuin aluejakaumakuvissa esitetyt korkeimmat arvot. Lisäksi suurimmassa osassa tutkimusaluetta pitoisuudet ovat jatkuvasti merkittävästi pienempiä kuin niissä kohteissa, joissa maksimiarvot esiintyvät.

Pitoisuuksien aluejakaumissa esiintyy kohonneiden pitoisuuksien kielekkeitä, joiden sijaintiin vaikuttaa varsinkin tuulen pysyvyys pitkällä tarkastelujaksolla tietyssä ilmansuunnassa. Maanpinnan muodot voivat aiheuttaa aluejakaumiin erillisiä suppeita alueita, joissa pitoisuudet ovat joko korkeampia tai matalampia kuin lähiympäristössään.

Pistemäisten päästölähteiden välittömään läheisyyteen muodostuu usein ns. katvealue, jolla pitoisuudet ovat minimissään ja kasvavat lyhyellä etäisyydellä nopeasti. Tällaisten aivan päästölähteen ympärille muodostuvien, muita arvoja matalampien pitoisuuksien alueiden laajuuteen vaikuttavat piipun korkeus ja poistokaasujen nousulisä. Nousulisää aiheuttavat poistokaasujen nousunopeus piipussa sekä ulkolämpötilan ja poistokaasujen lämpötilan välinen ero.

HELEN OY Vuosaari



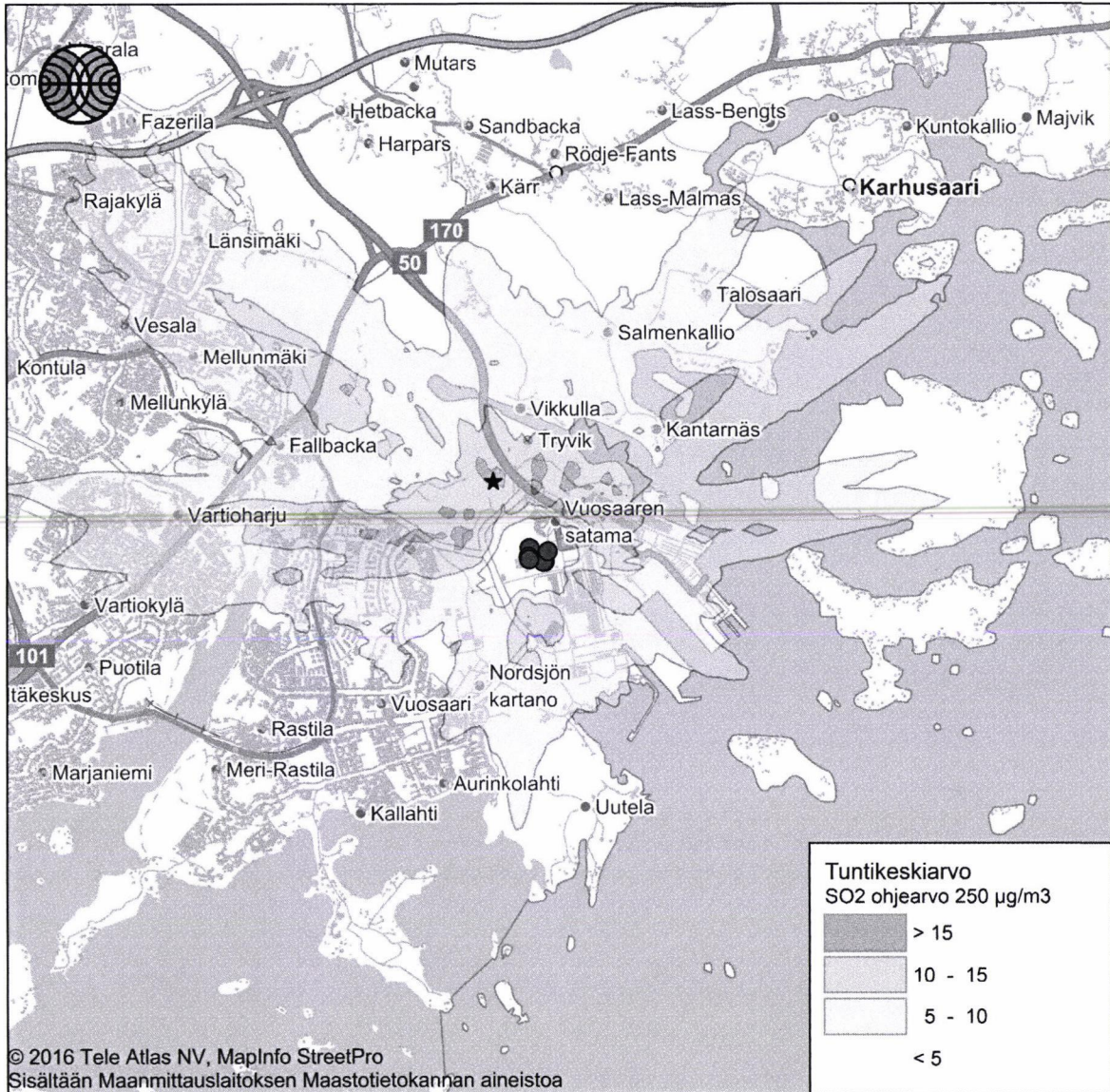
Ilmatieteen laitos 2017

● = piippu

☆ = maksimi = $9,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 1. Rikkidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Uuden lämpökeskuksen piipun korkeus 80 m.

HELEN OY Vuosaari



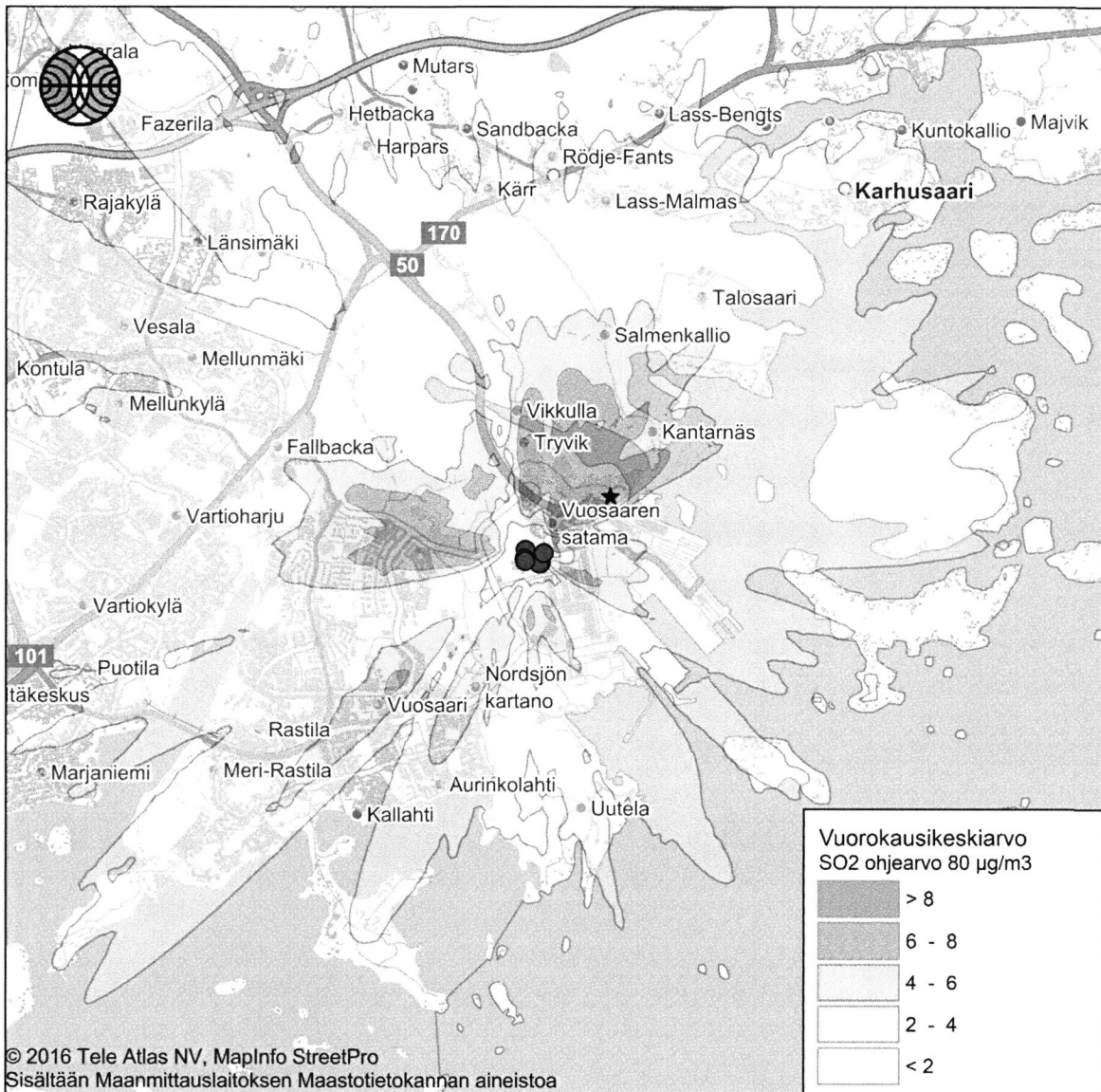
Ilmatieteen laitos 2017

● = piippu

★ = maksimi = 18,8 µg/m³

Kuva 2. Rikkidioksidin korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus (µg/m³). Uuden lämpökeskuksen piipun korkeus 80 m.

HELEN OY Vuosaari



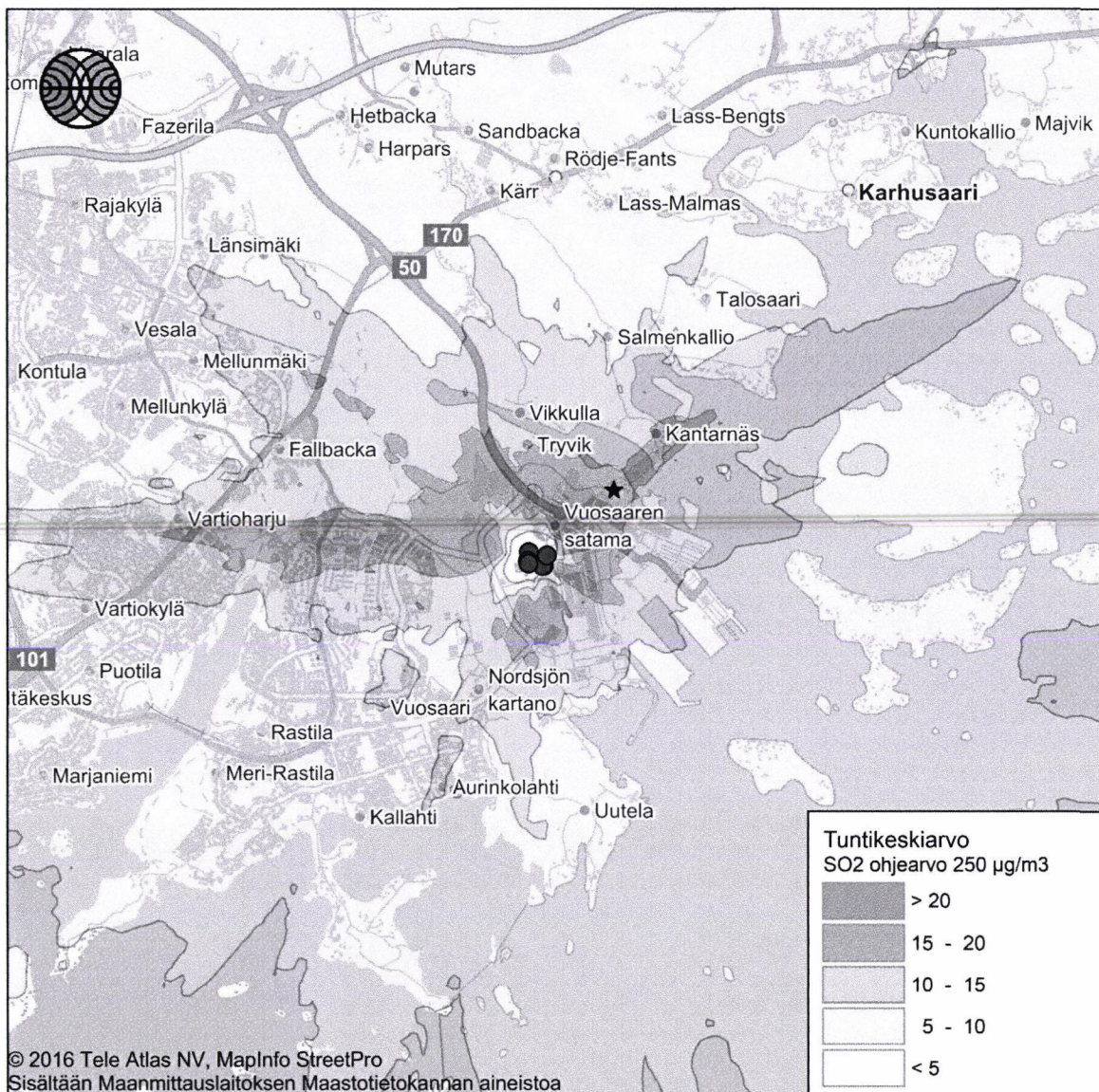
Ilmatieteen laitos 2017

● = piippu

★ = maksimi = 13,5 µg/m³

Kuva 3. Rikkidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus (µg/m³). Uuden lämpökeskuksen piipun korkeus 60 m.

HELEN OY Vuosaari



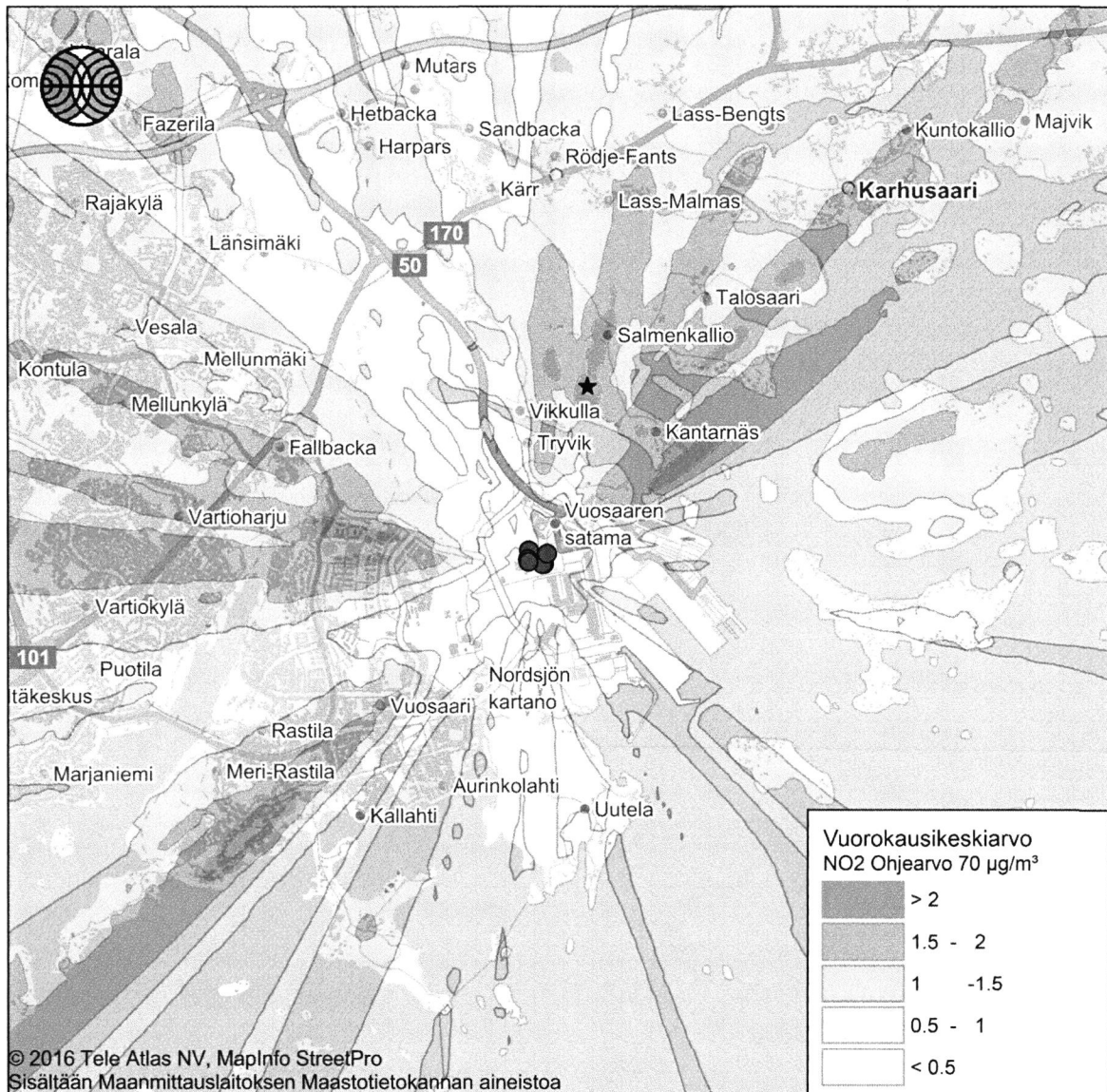
Ilmatieteen laitos 2017

● = piippu

★ = maksimi = $30,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 4. Rikkidioksidin korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Uuden lämpökeskuksen piipun korkeus 60 m.

HELEN OY Vuosaari



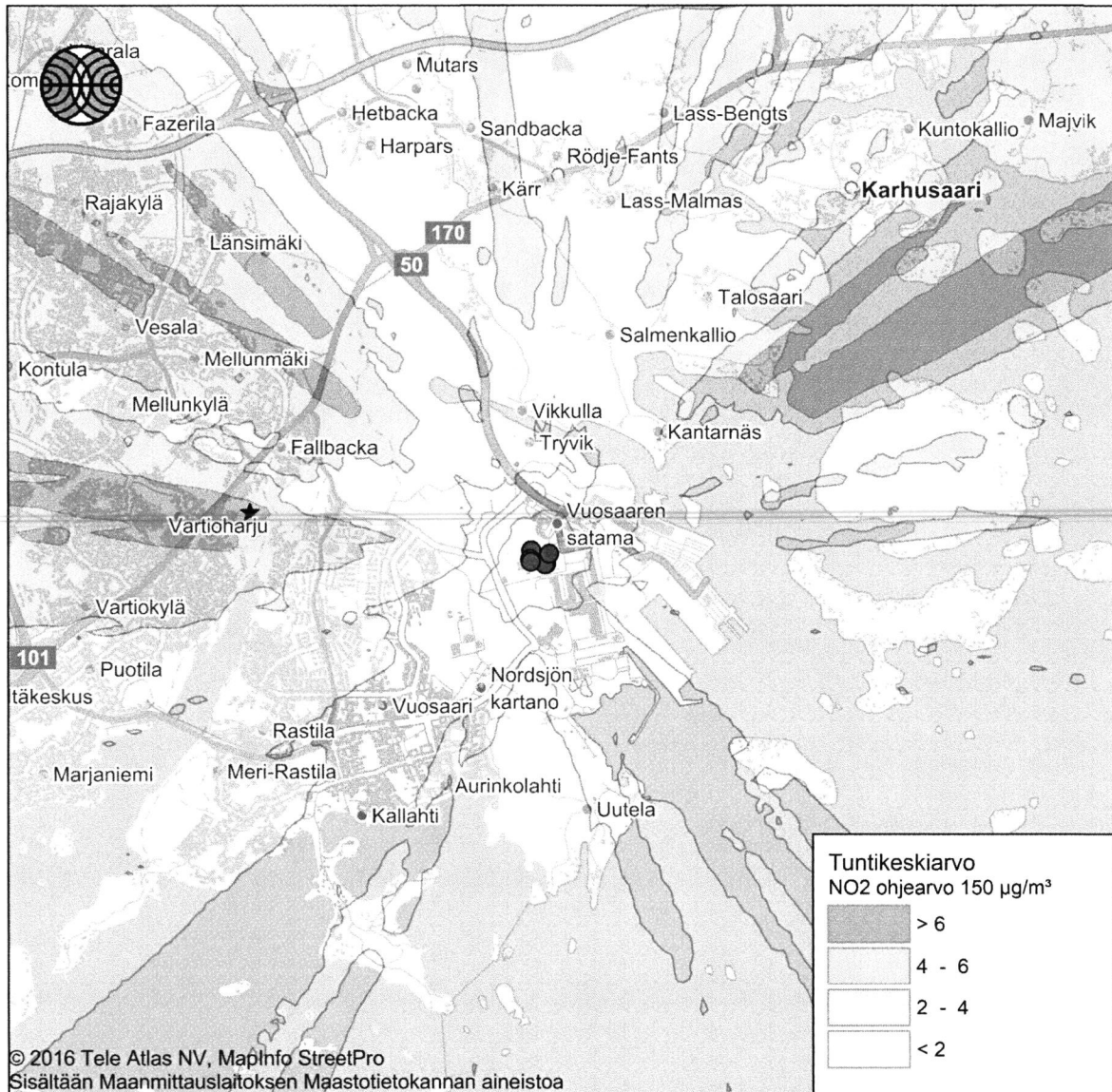
Ilmatieteen laitos 2017

● = piippu

★ = maksimi = 2,9 µg/m³

Kuva 5. Typpidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus (µg/m³). Uuden lämpökeskuksen piipun korkeus 80 m.

HELEN OY Vuosaari



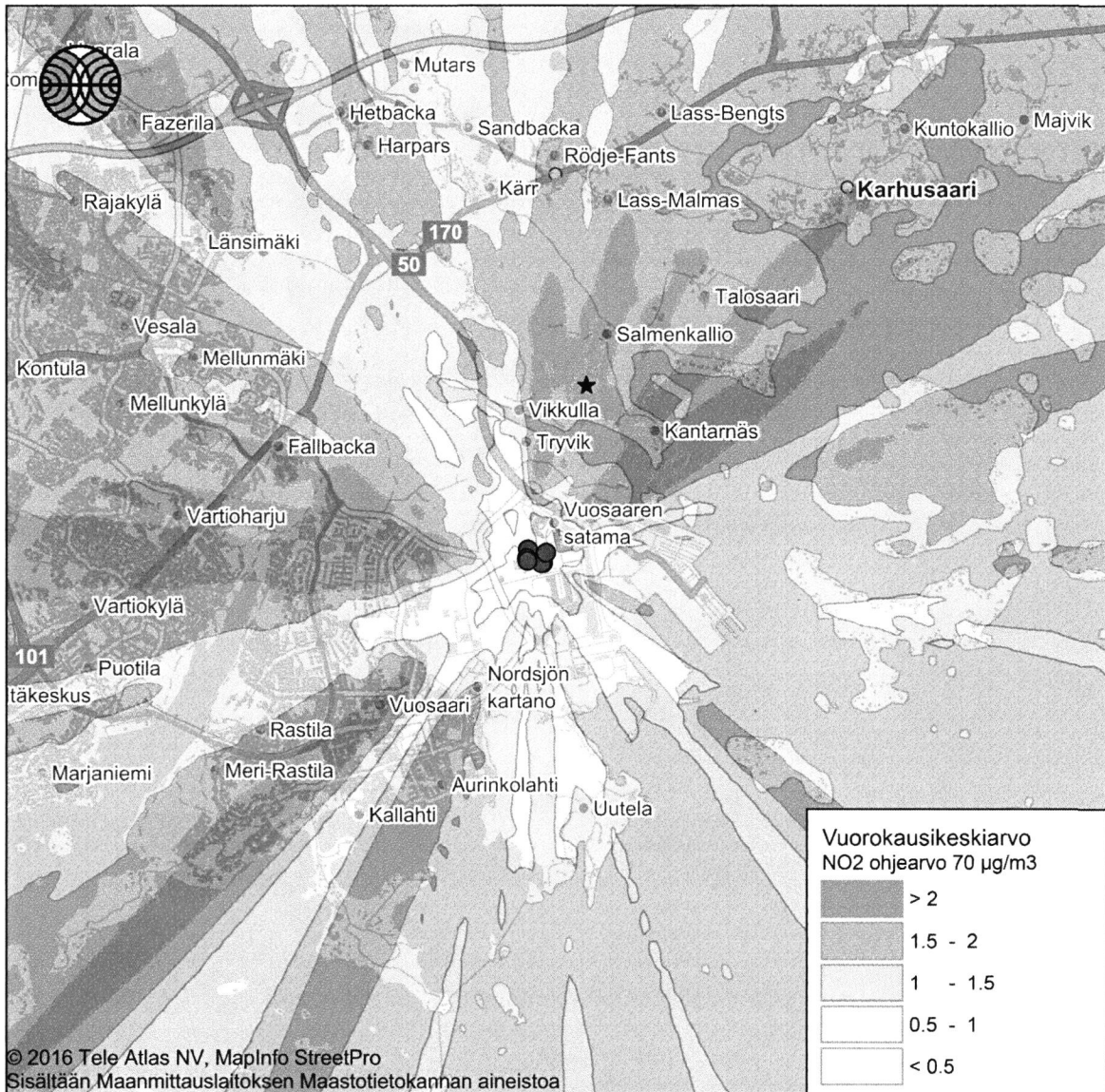
Ilmatieteen laitos 2017

● = piippu

★ = maksimi = 8,8 µg/m³

Kuva 6. Typpidioksidin korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus (µg/m³). Uuden lämpökeskuksen piipun korkeus 80 m.

HELEN OY Vuosaari



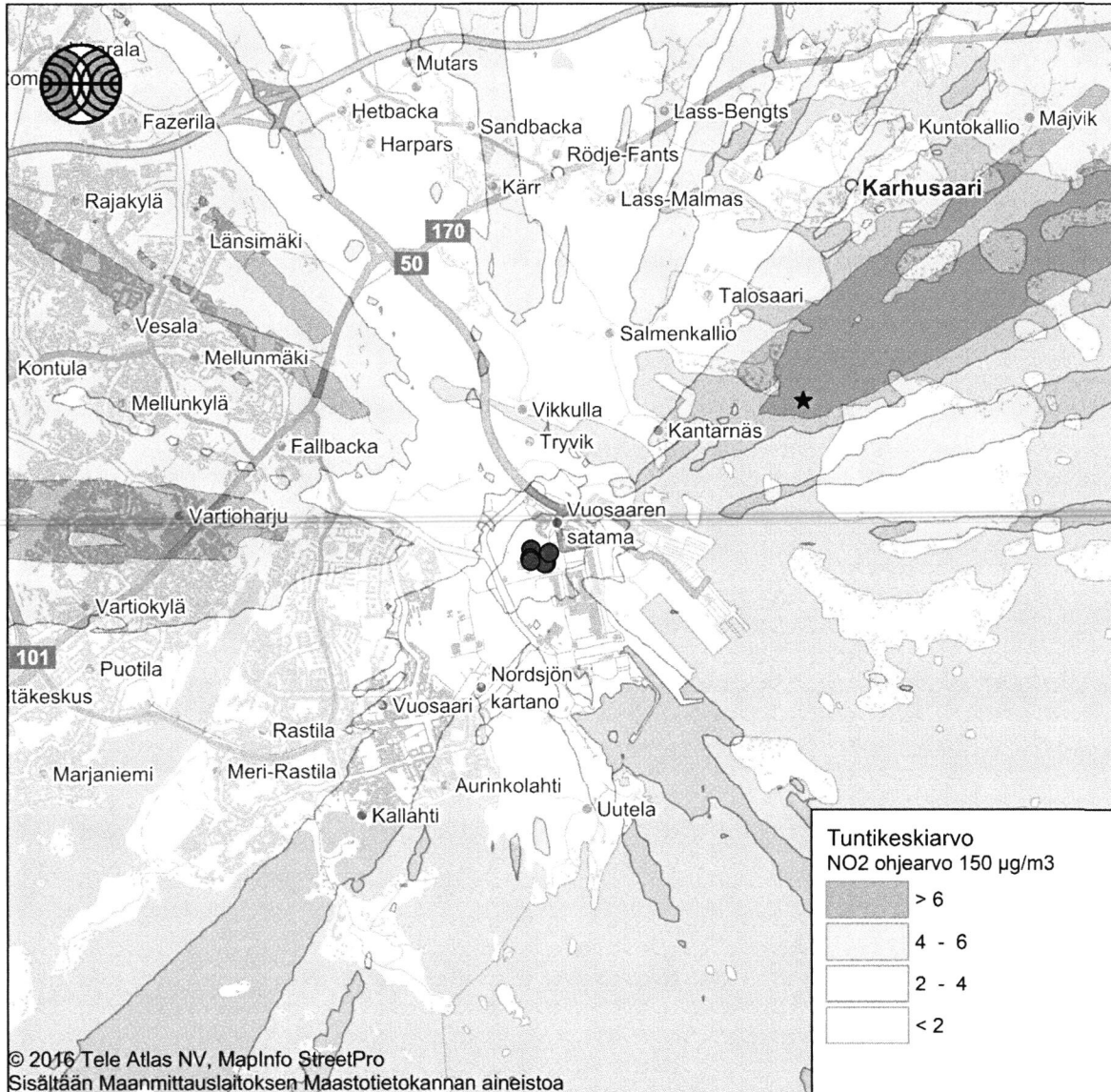
Ilmatieteen laitos 2017

● = piippu

★ = maksimi = 3,1 µg/m³

Kuva 7. Typpidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus (µg/m³). Uuden lämpökeskuksen piipun korkeus 60 m.

HELEN OY Vuosaari



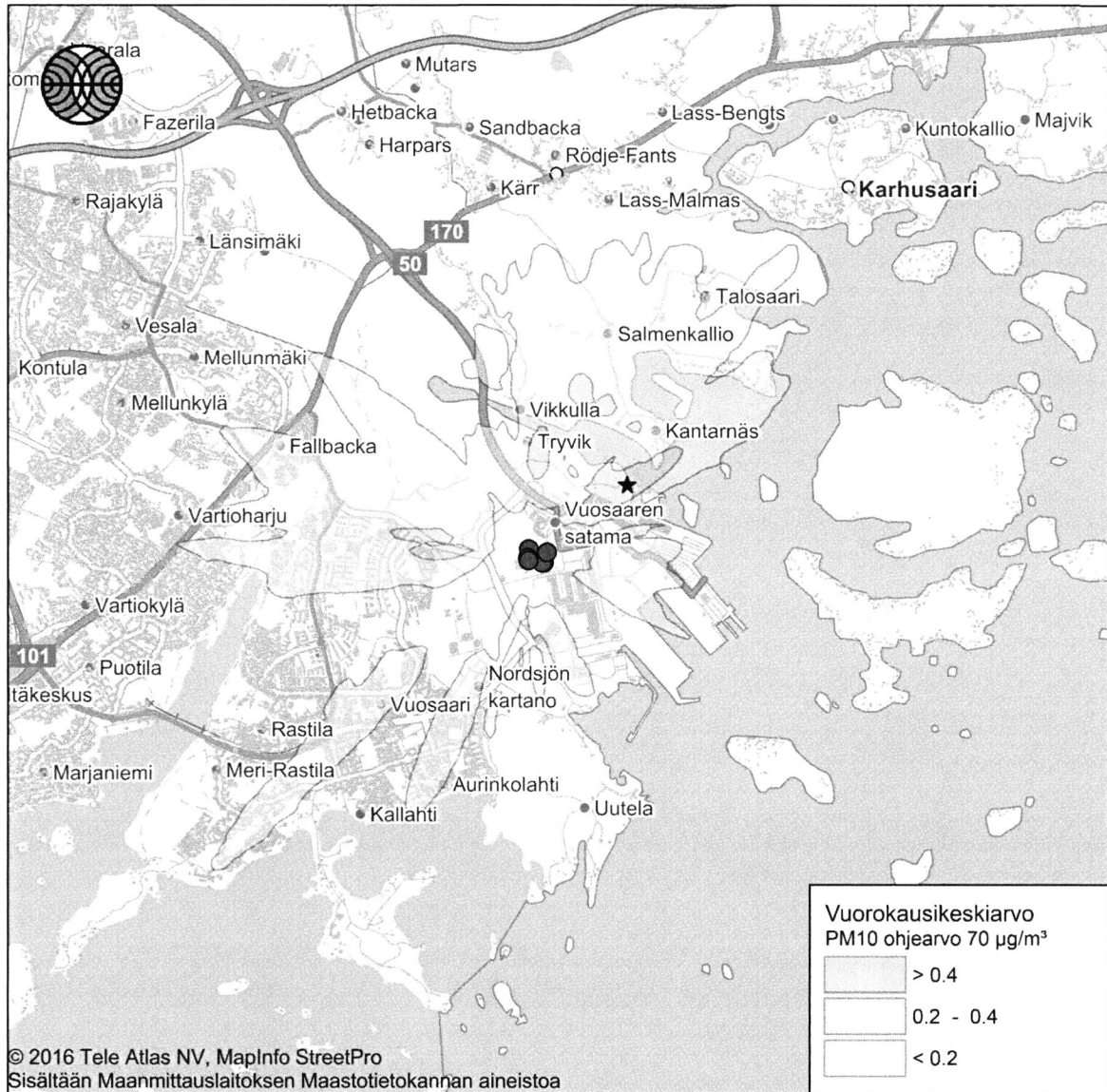
Ilmatieteen laitos 2017

● = piippu

★ = maksimi = 9,0 µg/m³

Kuva 8. Typpidioksidin korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus (µg/m³). Uuden lämpökeskuksen piipun korkeus 60 m.

HELEN OY Vuosaari



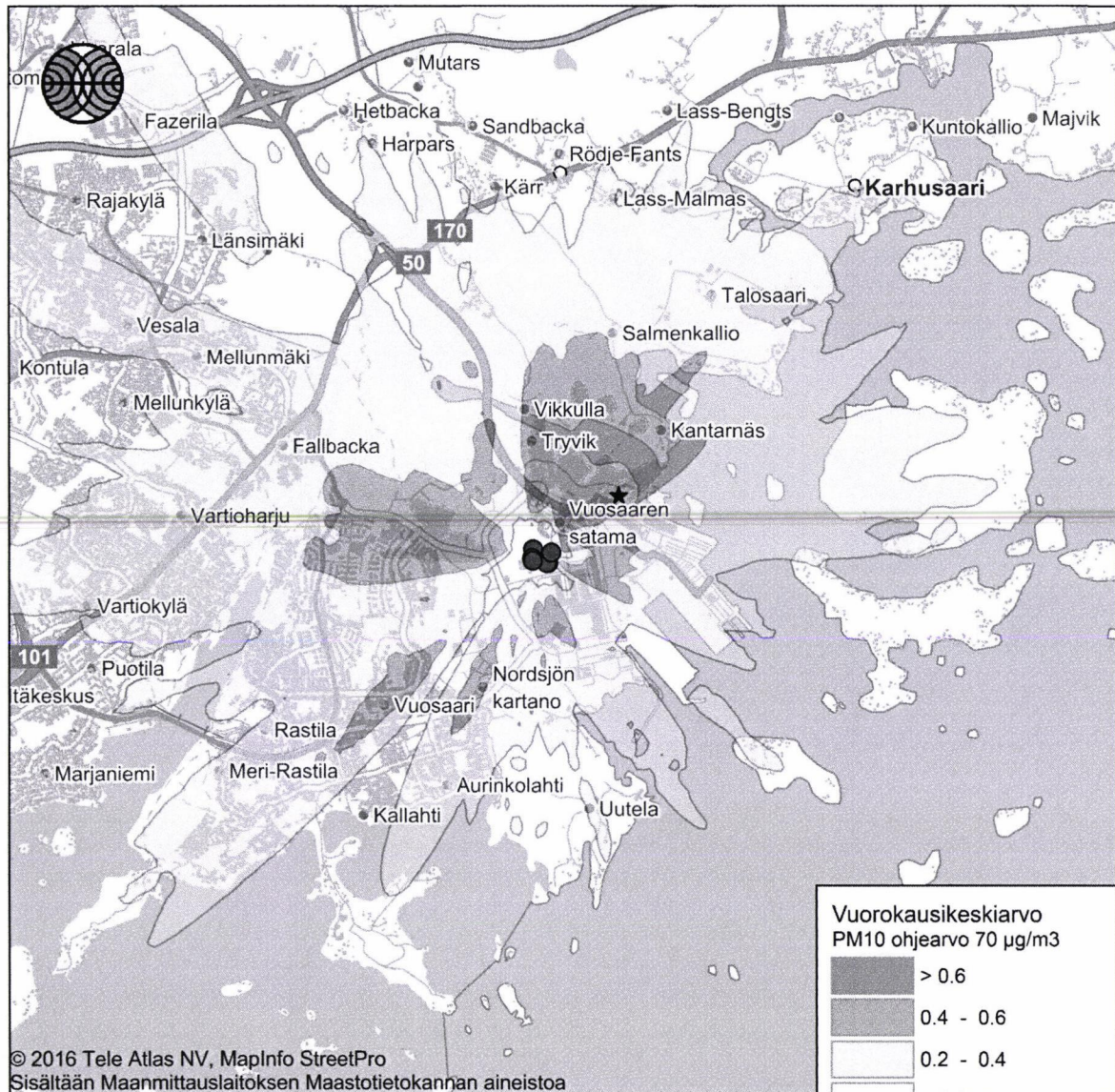
Ilmatieteen laitos 2017

● = piippu

★ = maksimi = 0,7 µg/m³

Kuva 9. Hengitettävien hiukkasten korkein vuorokausi-ohjearvoon verrannollinen pitoisuus (µg/m³). Uuden lämpökeskuksen piipun korkeus 80 m.

HELEN OY Vuosaari

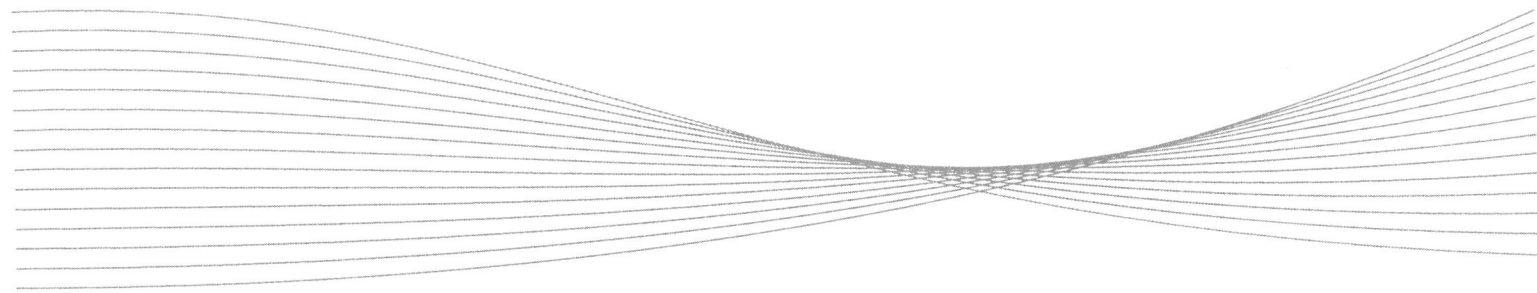


Ilmatieteen laitos 2017

● = piippu

★ = maksimi = 1,0 µg/m³

Kuva 10. Hengitettävien hiukkasten korkein vuorokausi-ohjearvoon verrannollinen pitoisuus (µg/m³). Uuden lämpökeskuksen piipun korkeus 60 m.



ILMATIETEEN LAITOS
Erik Palménin aukio 1
00560 Helsinki
puh. 029 539 1000
WWW.ILMATIETEENLAITOS.FI

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

