



Jarno Kokkonen
SITO Oy

gsm +358 50 410 1713
jarno.kokkonen@sito.fi

Asiantuntija-arvio tilattu 27.9.2016 sähköpostitse Jarno Kokkonen SITO Oy – Katja Lovén, Ilmatieteen laitos.

ASIAANTUNTIJA-ARVIO ILMANLAADUSTA

Ilmatieteen laitos on ilmanlaadun, ilmakehän ja sään asiantuntijalaitoksena valmistellut SITO Oy:n toimeksiannosta asiantuntija-arvion Kalasataman keskuksen ilmanlaadusta viimeisimpien suunnitelmien mukaisesti. Arvion perusteena käytetään aiempia alueelle tehtyjä ilmanlaatuselvityksiä.

Lausunnon yksityiskohtiin liittyvissä kysymyksissä lisätietoja antaa:

Tutkija Emmi Laukkanen	p. 050 – 592 91 78
Tutkija Hanna Hannuniemi	p. 050 – 300 34 08
Ryhmäpäällikkö Katja Lovén	p. 050 – 919 54 56

Sähköposti: etunimi.sukunimi@fmi.fi

Ryhmäpäällikkö Katja Lovén
Ilmanlaatu ja energia
Asiantuntijapalvelut
Ilmatieteen laitos

ASiantuntija-ARVIO: Kalasataman keskuksen ja korttelin numero 10593 ilmanlaatu

Asiantuntija-arvio koskee Kalasataman keskuksen suunniteltujen tornitalojen ja puistokannen, päiväkodin ulkoilualueen ja leikkipaikkojen sekä läheiseen kortteliin suunnitellun hotellirakennuksen alueiden ilmanlaatua. Asiantuntija-arvio perustuu Kalasataman alueelle aiemmin tehtyjen Hanasaaren voimalaitoksen ja lämpökeskuksen leviämismallilaskelman (*Laukkanen, ym. 2011*) sekä liikenteen päästöjen leviämismallinnuksien (useita selvityksiä) tuloksiin ja niiden pohjalta annettuihin asiantuntija-arvioihin. Asiantuntija-arviossa tarkastellaan Hanasaaren voimalaitoksen ja lämpökeskuksen ilmanlaatuvaikutuksia tornitalojen T7 ja T8 kattoterasseilla ja T8:n näköalaterassilla huomioiden rakennusten muuttuneet korkeudet. Asiantuntija-arviossa tarkastellaan myös Kalasataman keskuksen suunniteltujen leikkipaikkojen ja päiväkodin ulkoilualueen ilmanlaatuutilannetta. Lisäksi arviossa annetaan suositus korttelin 10593 suunnitellun hotellin raittiin ilmanoton sijoittelusta. Tämän hetken tiedon mukaan Hanasaaren voimalaitos lopettaisi toimintansa vuoden 2024 lopussa, minkä jälkeen huippulämpökeskus jäisi vielä toimintaan (*Helsinki, 2015*).

Helsingin Energian Hanasaaren B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen ilmanlaatuvaikutukset Kalasataman keskuksen alueella

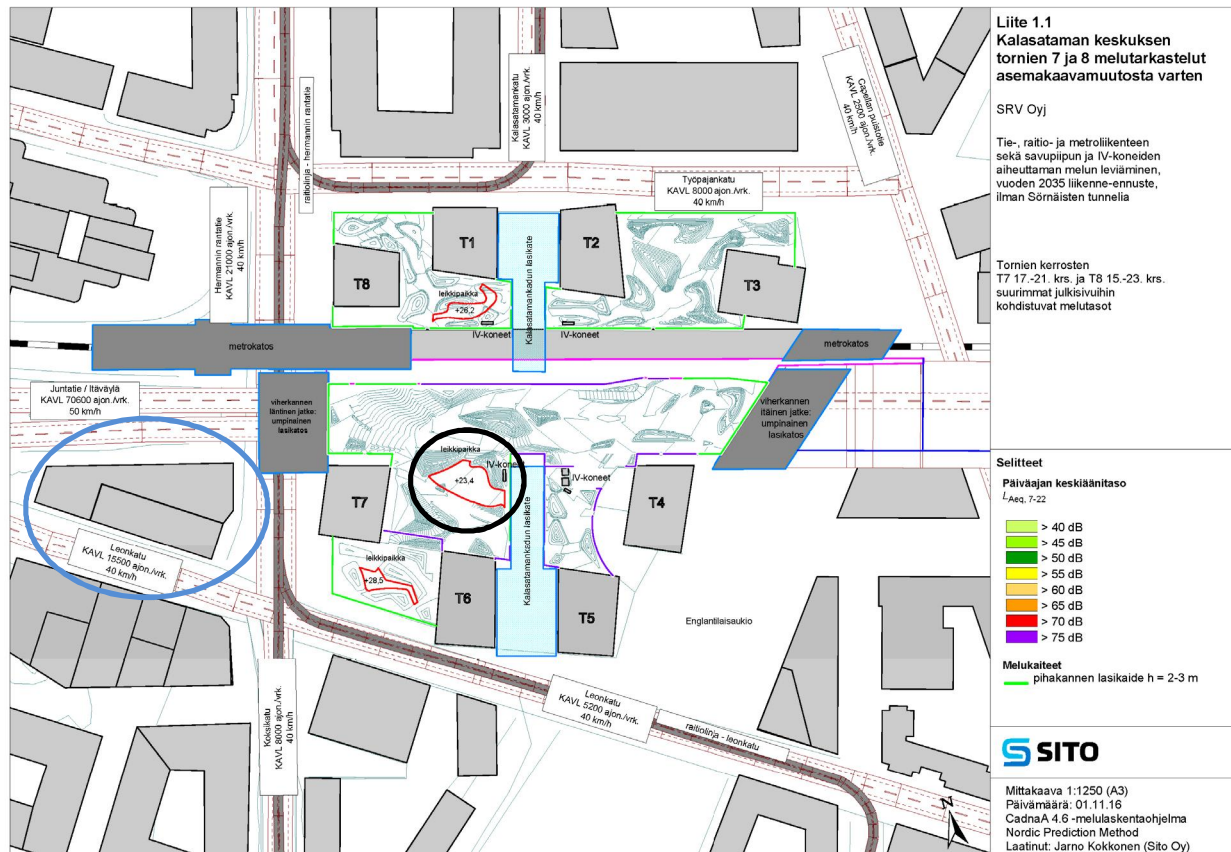
Helsingin Energian Hanasaaren B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen normaalitoiminnan ja normaalitoiminnan maksimitilanteen päästöjen leviämismalliselvitys on tehty vuonna 2011 (*Laukkanen, E. ym 2011*). Työssä tarkasteltiin rikkidioksidin (SO₂), typpidioksidin (NO₂) ja hiukkasten (PM) pitoisuuksia erityisesti Kalasataman alueelle suunniteltavien tornitalojen kattotasanteilla (silloiset suunnittelukorkeudet +83,6–125,9 mmpy), puistokannen (viherkannen) tasolla sekä maanpintatasossa Kalasataman keskuksen vuoden 2011 suunnitelmien mukaisesti. Mallilaskelmilla tarkasteltiin laitosten yhteiskäytön päästöjen sekä pelkän huippulämpökeskuksen päästöjen ilmanlaatuvaikutuksia kahdella päästötilanteella. Normaalitoiminnan tarkastelussa otettiin huomioon laitoksen vuonna 2010 toteutuneet käyttötunnit, B-voimalaitoksella noin 880–5000 h/v/kattila ja huippulämpökeskuksella 90–160 h/v/kattila. Normaalitoiminnan maksimitilanteessa laitosten oletettiin käyvän vuoden jokaisena tuntina. Tämän tyyppisen tarkastelun tavoitteena on selvittää, kuinka korkeiksi lyhytaikaiset pitoisuudet voivat enimmillään kohota, jos päästö esiintyy satunnaisesti eri meteorologisissa olosuhteissa kolmen vuoden tarkastelujaksolla. Näin ollen maksimipäästötarkastelu ei edusta pidemmällä aikavälillä todellista käyttötilannetta. Hanasaari B-voimalaitoksen piippu on 150 metriä korkea, lisäksi voimalaitoksella on 33 m korkea apukattilan piippu. Huippulämpökeskuksen piippu on 100,6 m korkea. Piiput sijaitsevat noin puolen kilometrin etäisyydellä Kalasataman keskukselta.

Vuoden 2011 leviämiselvityksen mukaan huippulämpökeskuksen aiheuttamien päästöjen osuus huippulämpökeskuksen ja voimalaitoksen yhteiskäytön aiheuttamista maanpintatason kokonaispitoisuuksista on pieni. Erillistarkastelupisteissä Kalasataman tornitalojen kattotasanteilla huippulämpökeskuksen merkitys kuitenkin kasvaa ja sen päästöt normaalitoiminnan maksimitilanteessa selittävät rikkidioksidin, typpidioksidin ja hiukkasten pitoisuudet lähes kokonaan. Tämä johtuu siitä, että huippulämpökeskuksen piipun korkeus on samalla tasolla tai matalampi kuin suunniteltujen tornitalojen kattotasojen korkeudet. Tornitalojen kattotasanteilla voimalaitoksen ja lämpökeskuksen päästöillä niiden ollessa toiminnassa on suurempi vaikutus kuin liikenteellä. Selvityksen mallinnusten perusteella suunnittelua ohjaavaksi komponentiksi nousi rikkidioksidi, koska sen pitoisuudet olivat korkeimpia suhteessa ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin.

Kuvassa 1 on Kalasataman keskukselta tehty meluselvityksen kuva. Siihen on merkitty aluetta ympäröivien teiden nimet, tornitalojen numerot T1–T8 ja kortteli 10593 sinisen ympyrän keskelle. Alueen rakennusten ja Kalasataman puistokannen tuoreimmat suunnittelutiedot ovat seuraavat:

- Kalasataman keskuksen puistokansi sijaitsee viimeisimpien suunnitelmien mukaan korkeudella +23–29 mmpy. Tälle piha-alueelle on suunniteltu myös ulkoilualue tornitaloon T7:n sijoitettavalle päiväkodille.

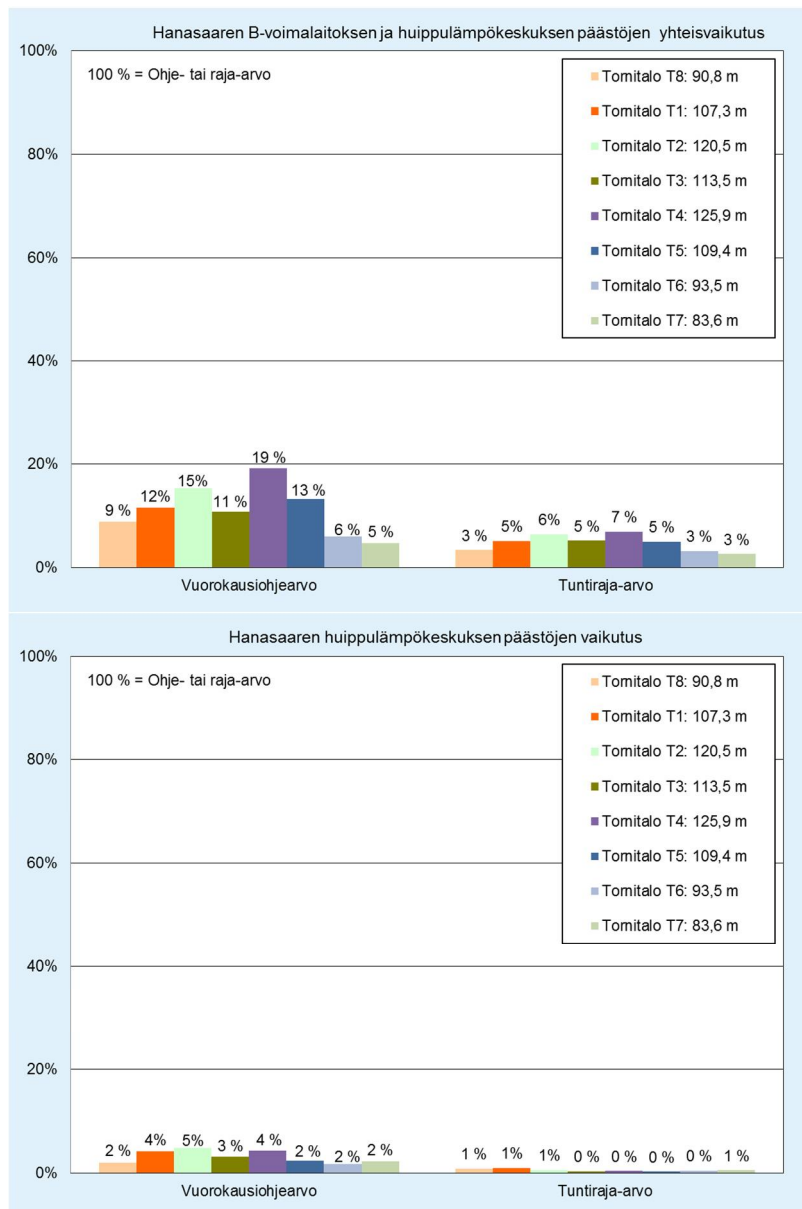
- Tornitalon T7 (2011 selvityksessä tornitalo 8) kattoterassin korkeus on +96 mmpy (vuonna 2011, +83,6 mmpy). Lisäksi tornitaloon T7 on suunniteltu päiväkoti 6. kerrokseen, eli 28,7 m korkeuteen.
- Tornitalo T8 (2011 selvityksessä tornitalo 1) kattoterassi on korkeudessa +109,5 mmpy (vuonna 2011, +90,8 mmpy). Lisäksi tornitaloon on suunnitteilla näköalaterassi 96 mmpy korkeuteen.
- Kortteliin 10593 suunnitellun hotellin kattotason korkeus on noin +72 mmpy. Kuvassa 1 hotellin sijainti on merkitty sinisellä ympyrällä.



Kuva 1. Kuvassa näkyvyyden vuoden 2015 suunnitelman mukaiset puistokannen (vihreäkannan) lisäkatteiden pituudet ja teiden nimet ja tornitalot T1–T8. Puistokannalle suunniteltujen leikkipaikkojen sijainnit on rajattu punaisella viivalla. Päiväkodin ulkoilualaue on leikkipaikoista keskimääräinen ja se on merkitty kuvaan mustalla ympyrällä. Kortteli numero 10593 on merkitty sinisellä ympyrällä. Kuva: SITO Oy.

Leviämismallilaskelmien mukaan Hanasaaren voimalaitoksen ja lämpökeskuksen päästöjen aiheuttamat pitoisuudet alittaisivat ilmanlaadulle asetetut raja- ja ohjearvopitoisuudet maanpinnalla, puistokannella sekä erillistarkastelupisteissä tornitalojen kattojen korkeudella. Kaikkien tornitalojen katoilla (83,6 m–125,9 m) sijaitsevilla erillistarkastelupisteissä voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen normaalitoiminnan päästöjen aiheuttamat pitoisuudet olivat enimmillään 19 % ja pelkän huippulämpökeskuksen aiheuttamat pitoisuudet enimmillään 4 % rikkidioksidin vuorokausiohjearvosta (Kuva 2). Normaalitoiminnan maksimitarkastelulla saadaan esiin päästöjen leviämisen ja laimenemisen kannalta kaikista hankalimmat meteorologiset olosuhteet. Kaikista hankalimmissa tilanteissa pitoisuudet olisivat enimmillään 44 % rikkidioksidin vuorokausiohjearvosta voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen yhteisvaikutuksesta ja enimmillään 43 % pelkän huippulämpökeskuksen vaikutuksesta, edelleen alittaen ohje-arvotason. Normaalitoiminnan maksimitarkastelussa

pitoisuudet ovat hyvin lähellä tosiaan kun huomioon otetaan huippulämpökeskus ja B-voimalaitos yhdessä tai pelkkä huippulämpökeskus.



Kuva 2. Leviämismallilla lasketut Hanasaari B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen päästöjen yhteisvaikutuksesta (ylempi kuva) sekä pelkän huippulämpökeskuksen päästöistä (alempi kuva) johtuvat ulkoilman rikkidioksidin vuorokausi- ja tuntikeskiarvopitoisuudet erillislaskentapisteissä tornitalojen katolla suhteessa (%) ilmanlaadun lyhytaikaisiin ohje- ja raja-arvoihin. Tornitalojen korkeudet ovat metriä merenpinnasta. (Laukkanen, ym. 2011).

Vuoden 2011 leviämislaskelmien mukaan tornitalon T6 kattotason korkeus (+ 93,5 mmpy) oli suunnilleen samaa tasoa kuin T7:n nykyinen suunnittelukorkeus ja T8:n näköalaterassin korkeus. Tämän perusteella voidaan arvioida, että pitoisuudet tornitalo T7:n kattoterassilla ja T8:n näköalaterassilla ovat todennäköisesti samaa suuruusluokkaa tai vain hieman korkeammat kuin pitoisuudet T6:n kattotasolla. Vuoden 2011 laskelmien mukaan pitoisuudet tornitalo T6:n kattotasolla olivat noin 6 % rikkidioksidin vuorokausiohjearvosta Hanasaaren laitosten yhteistoiminnan päästöjen vuoksi. Pelkän huippulämpökeskuksen normaalitoiminnan päästöjen aiheuttamat ilmanlaatuvaikutukset olivat enimmillään 5 % rikkidioksidin vuorokausiohjearvosta.

Vuoden 2011 leviämislaskelmien mukaan tornitalon T5 kattotaso (+109,4 mmpy) oli lähes samalla tasolla kuin T8:n nykyinen suunnittelukorkeus. Voidaan arvioida, että tornitalo T5:n katolle mallin-

netut pitoisuudet vastaavat suuruusluokaltaan tornitalon T8 kattoterassin pitoisuuksia. Vuoden 2011 laskelmien mukaan pitoisuudet tornitalo T5:n kattotasolla olivat enimmillään noin 13 % rikkidioksidin vuorokausiohjearvosta. Pelkän huippulämpökeskuksen aiheuttamat pitoisuudet olivat noin 2 % rikkidioksidin vuorokausiohjearvosta.

Vuoden 2011 leviämislaskelmien mukaan Kalasataman tornitalo T7 oli taloista matalin ja sen korkeus oli tuolloin +83,6 mmpy. Tällä korkeudella Hanasaaren voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen yhdessä aiheuttamat pitoisuudet olivat kaikista pienimmät, sillä päästöt vapautuvat piipuista, jotka ovat tätä korkeampia. Korttelin 10593 kattotasolla, joka on 12 metriä alempana kuin matalin Kalasataman keskuksen tornitalojen kattotasoa, voimalaitoksen ja lämpökeskuksen aiheuttamat epäpuhtauspitoisuudet ovat todennäköisesti pienemmät kuin T7:n erillispisteeseen mallinnetut pitoisuudet ja siten myös alittavat ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot.

Vuoden 2011 mallilaskelmien perusteella voidaan arvioida, että Hanasaaren B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen normaalitoiminnan päästöjen aiheuttamat pitoisuudet Kalasataman tornitalojen T7 ja T8 kattoterasseilla sekä kortteliin 10593 suunnitellun hotellirakennuksen katolla eivät ylitä niille asetettuja ohje- ja raja-arvoja.

Mallilaskelmien mukaan Hanasaaren B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen päästöjen aiheuttamat maksimipitoisuudet maanpintatasossa muodostuivat Kalasataman keskuksen aluetta kauemmaksi, jolloin Kalasataman tornitalojen väliin jäävä puistokansi jää piipuista vapautuvien päästöjen suhteen nk. katvealueeseen. Hanasaaren voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen päästöjen aiheuttamat pitoisuudet kannen vuoden 2011 suunnittelukorkeudessa 28,9 m ovat hieinan korkeampia kuin pitoisuudet maanpintatasolla alueen lähiympäristössä. Pitoisuudet alittavat kuitenkin selvästi ilmanlaadulle asetetut raja- ja ohjearvot, ollen enimmillään normaalitoiminnan mallilaskelmassa 2 % ja normaalitoiminnan maksimitarkastelussa 10 % rikkidioksidin vuorokausiohjearvosta. Pelkän huippulämpökeskuksen päästöjen aiheuttamat pitoisuudet ovat tätä matalampia.

Liikenteen päästöjen ilmanlaatuvaikutus Kalasataman alueella

Kortteliin 10593, joka sijaitsee Junatien, Hermannin rantatien ja Leonkadun rajaamalla alueella, on suunnitteilla hotelli. Kortteli sijaitsee vilkkaasti liikennöityjen teiden ympäröimänä ja Kalasataman keskuksen ali menevän katetun Itäväylän läntisen suuaukon läheisyydessä. Suunnitellun hotellirakennuksen etäisyys kaikkiin kolmeen väylään on alle 30 m. Kortteli on kuvassa 1 sinisen ympyrän keskellä. Lisäksi korttelin ilmanlaatuun vaikuttavat Kalasataman keskuksen korkeat tornitalot, jotka voivat vaikuttaa epäedullisesti ilmansaasteiden laimenemiseen alueella. Kohde on haasteellinen ilmanlaadun kannalta.

Kalasataman keskuksen alueen liikenteen aiheuttamia ilmanlaatuvaikutuksia on tarkasteltu vuosina 2010, 2011 ja 2012 valmistuneissa leviämiselvityksissä ja 2015 valmistuneessa asiantuntija-arviossa:

- Kalasataman kaava-alueelle suunnitellun katetun katutilan liikenteen ilmanlaatuvaikutukset (*Hannuniemi, H. & Lappi, S., 2010*).
- Kalasataman kaava-alueelle suunnitellun viherkannen ympäristön liikenteen ja pysäköintilaitoksen ilmanlaatuvaikutukset (*Hannuniemi, H. & Loven, K., 2011*).
- Kalasatama – Viherkansi. Selvitys raittiin ilman sisäänottopaikoista ja pysäköintilaitoksen poistohormien kautta vapautuvien päästöjen vaikutuksista. (*Hannuniemi, H. & Loven, K., 2012*).
- Asiantuntija-arvio: Kalasataman keskuksen viherkannen lisäkatteiden lyhentämisen vaikutus Kalasataman alueen ilmanlaatuun (*Hannuniemi, H. 2015*).

Tässä asiantuntija-arviossa on huomioitu myös aiempien selvitysten jälkeen tapahtuneet muutokset suunnitteluarvoissa (SITO Oy:n toimittamat lähtötiedot):

- Junatien/Itäväylän liikennemääräennuste vuodelle 2035 Kalasataman keskuksen kohdalla on pienentynyt seuraavasti (KAVL = keskimääräinen arkivuorokausiliikenne, ajoneuvoa vuorokaudessa):
 - 2011, 2012 liikenne-ennuste vuodelle 2030 (KAVL) 81 000
 - 2015 liikenne-ennuste vuodelle 2035 (KAVL) n. 76 000
 - 2016 liikenne-ennuste vuodelle 2035 (Sörnäisten tunneli ei toteudu) (KAVL) 71 000
- Hermannin rantatien liikennemäärä keskuksen kohdalla kasvanut:
 - 2011, 2012 liikenne-ennuste vuodelle 2030 (KAVL) 14 000
 - 2015 liikenne-ennuste vuodelle 2035 (KAVL) n. 19 000
 - 2016 liikenne-ennuste vuodelle 2035 (Sörnäisten tunneli ei toteudu) (KAVL) 21 000
- Leonkadun liikennemäärä on kasvanut (n. 10 500 KAVL → n. 15 500 KAVL)
- Uusi liikenne-ennuste on laadittu vuonna 2013 ja ennustevuosi on 2035 (ennusteen oletuksena on ettei Sörnäisten tunnelin toteudu).

Tämänhetkisessä liikenne-ennusteessa Kalasataman keskuksen valmistuttua Hermannin rantatien ja Leonkadun liikennemäärät ovat suurempia kuin mallinuksissa käytetyt liikennemäärät. Junatien liikennemäärä on puolestaan noin 10 000 ajoneuvoa/vrk pienempi kuin aiemmissa mallinuksissa käytetty liikennemäärä.

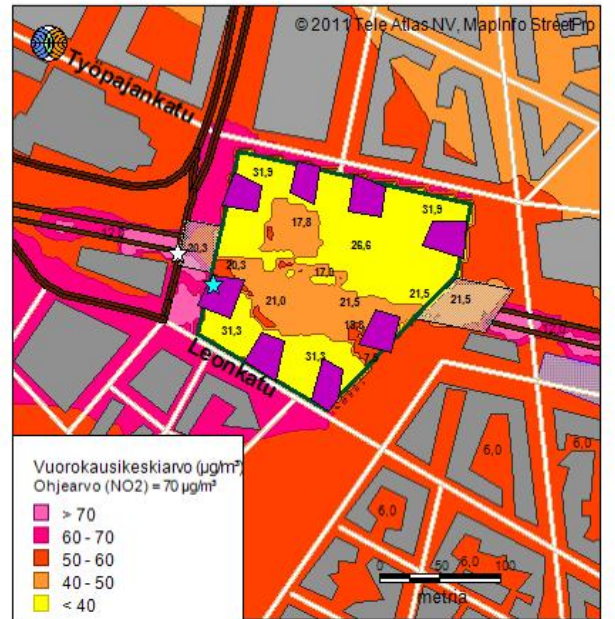
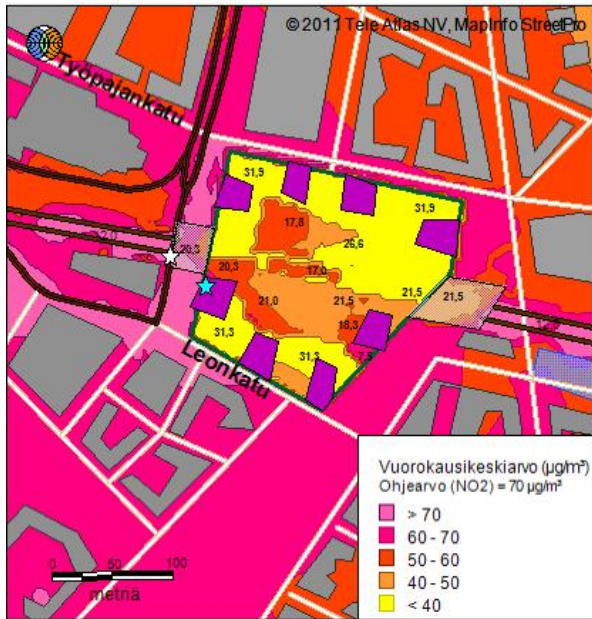
Aiempien mallinnusten perusteella suunnittelua ohjaavaksi kriteeriksi on noussut typpidioksidin vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus. Korttelin 10593 alueella typpidioksidin vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet ovat hyvin lähellä tai paikoin ylittävät ohjearvon $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Euro 4 -päästötasolla tienpinnan tasolla (kuva 3). Koska uusien liikennemääräennusteiden mukaan Hermannin rantatien ja Leonkadun liikennemäärät kasvavat yhteensä enemmän kuin Junatien liikennemäärä pienenee, on todennäköistä, että typpidioksidin ohjearvo voi ylittyä korttelin alueella tienpinnan tasossa myös uusilla liikennemäärillä. Junatielle ennustettu liikennemäärä 71 000 ajoneuvoa/vrk on niin suuri, että ilman tarkempia mallilaskelmia ei hotellin raittiin ilman sisäänottopaikkaa suositella sijoitettavan Junatien puoleiselle julkisivulle.

Aiemmissa selvityksissä on tarkasteltu liikenteen aiheuttamia typpidioksidipitoisuuksia Kalasataman keskuksen tornitalojen julkisivuilla. Julkisivutarkastelut on tehty vaihtoehdolle ”viherkannen itäpäädyssä lisäkate”. Vuoden 2012 selvityksen mallilaskelmien mukaan hotellikäyttöön suunnitellun tornitalon T7 (aiemmin tornitalo 8) lännen- ja pohjoisenpuoleisilla julkisivuilla typpidioksidin vuorokausiohjearvo ylittyy korkeuksilla 8–20 metriä merenpinnasta. Tornitalo T7 sijaitsee lähimpänä suunniteltua hotellia. Suunniteltu hotelli sijaitsee lähempänä Hermannin rantatietä kuin tornitalo T7, joten todennäköisesti pitoisuudet hotellin Hermannin rantatien puoleisella julkisivulla ovat myös suuremmat kuin tornitalon T7 lännenpuoleisella julkisivulla. Koska tornitalon T7 Hermannin rantatien puoleisella julkisivulla typpidioksidipitoisuudet ylittävät typpidioksidin vuorokausiohjearvon 20 metrin korkeudelle asti ja suunniteltu hotelli sijaitsee lähempänä Hermannin rantatietä ja Hermannin rantatien liikennemäärä on kasvanut vuoden 2012 mallinnuksesta, on todennäköistä, että suunnitellun hotellin Hermannin rantatien puoleisella julkisivulla pitoisuudet ylittävät typpidioksidin vuorokausiohjearvon korkeammalla kuin +20 mmpy. Ilman tarkempia mallilaskelmia voidaan arvioida, että korkeudella +40 mmpy hotellin Hermannin rantatien puoleisella julkisivulla pitoisuudet alittavat todennäköisesti typpidioksidin vuorokausiohjearvon. Raittiin ilman sisäänottoa ei suositella kuitenkaan sijoitettavan Hermannin rantatien puoleisen julkisivun pohjoisosaan eli katetun katutilan läntisen suuaukon läheisyyteen.

Molemmissa päädyissä kannen jatke

EURO 3

EURO 4



Kuva 3. Vaihtoehdon "viherkannen molemmin puolin lisäkatteet" tuloskuvat Euro3 ja Euro 4 päästötaasoilla. Liikenteen päästöjen aiheuttamat typpidioksidin vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet. Poikkeavat laskentakorkeudet on merkitty kuvaan. Leviämiskuvat ovat vuoden 2011 selvityksestä.

Leonkadun ennustettu liikennemäärä 15 500 ajoneuvoa/vrk on samaa luokkaa kuin aiemmissa mallinuksissa käytetty Hermannin rantatien liikennemäärä 14 000 ajoneuvoa/vrk. Tornitalon T7 Hermannin rantatien puoleisella julkisivulla pitoisuudet ylittivät typpidioksidin vuorokausiohjearvon +20 mmpy korkeudelle asti, joten hotellin Leonkadun puoleisella julkisivulla raittiin ilman sisäänoton olisi suositeltavaa sijaita tätä korkeammalla.

Aiempien mallinnusten mukaan Kalasataman keskuksen puistokannella (viherkannella), suunniteltujen asuinrakennusten asuin- ja oleskelualueilla typpidioksidin vuosiraja-arvo ja vuorokausiohjearvo eivät ylity vaihtoehdossa, jossa läntistä lisäkatetta ei ole. Jos läntinen lisäkatte toteutuu 26 metrin pituisena, ovat puistokannen pitoisuustasot todennäköisesti hieman pienemmät kuin ilman lisäkatetta.

Ilmanlaatuviyöhykkeet

Pääkaupunkiseudulla on kaupunkisuunnittelijoiden käytössä HSY:n ja THL:n yhteistyössä laatimat suositukset suojaetäisyyksistä, joita lähemmäs ajoteitä ei tulisi sijoittaa asutusta tai herkkiä kohteita, esimerkiksi päiväkotia. Näitä ilmanlaatuviyöhykkeitä suositellaan käytettäväksi suunniteltaessa uusia asuinalueita ja täydennysrakentamista avointen katujen ja väylien läheisyyteen (HSY, 2014). Mikäli asutus tai vastaava kohde on kahden vilkkaan tien välissä tai risteyksessä, ilmanlaatuviyöhykkeitä ei voida käyttää sellaisenaan. (Airola, Myllynen, 2015). Kalasataman keskuksen alueella näitä suojaetäisyyksiä ei voida suoraan käyttää.

Kalasataman keskuksen puistokansi ja sille suunniteltu päiväkodin ulkoilun alue sekä leikkipaikat (kuva 1) sijaitsevat usean vilkkaasti liikennöidyn väylän läheisyydessä (Itäväylä, KAVL 71 000, Hermannin rantatie KAVL 21 000, Leonkatu KAVL 15 500). Puistokansi on Itäväylää noin 11 m ja Leonkatu noin 17 m korkeammalla, mikä parantaa kannen ja leikkipaikkojen ilmanlaatua verrattuna tienpintatasoon.

Asuinrakennusten suosituksetäisyydellä typpidioksidin vuosikeskiarvopitoisuus on noin $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (vuosiraja-arvo $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja pienhiukkasten noin $8,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (vuosiraja-arvo $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (Airola, Myllynen, 2015), herkille kohteille vastaavia lukuarvoja ei ole määritetty. Vuonna 2011 tehdyssä ilmanlaadun leviämismalliselvityksessä Euro 4 -päästötasolla typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuuksien vuosikeskiarvot olisivat koko puistokannen alueella alle asuinrakennusten suositeltujen pitoisuustasojen, myös päiväkodin ulkoilualan ja taloyhtiön leikkipaikkojen suunnitelluilla sijaintipaikoilla.

Johtopäätökset

Ilmanlaatuasetus (Vna 38/2011) määrittää suurimmat sallitut pitoisuudet eri epäpuhtauksille ulkoilmassa. Raja-arvoilla pyritään vähentämään tai ehkäisemään ennakoitua terveydelle ja ympäristölle haitallisia vaikutuksia. Ulkoilman rikkidioksidin, typpidioksidin ja hiukkasten pitoisuudet eivät saa ylittää raja-arvoja alueilla, joilla ihmiset saattavat altistua ilmansaasteille. Valtioneuvoston päätöksessä (Vnp 480/1996) määritetyt ilmanlaadun ohjearvot on otettava huomioon suunnittelussa ja niitä sovelletaan mm. alueiden käytön, kaavoituksen, rakentamisen ja liikenteen suunnittelussa ja ympäristölupaharkinnassa. Ohjearvojen soveltamisen avulla pyritään ehkäisemään ilman epäpuhtauksien aiheuttamia terveysvaikutuksia.

Aiemman Kalasataman keskuksen alueelle tehdyn ilmanlaatuselvityksen perusteella voidaan arvioida, että Hanasaaren voimalaitoksen ja lämpökeskuksen päästöjen aiheuttamat rikkidioksidin, typpidioksidin ja hiukkaspitoisuudet eivät ylitä Kalasataman tornitalojen T7 ja T8 kattoterasseilla tai korttelin 10593 kattotasolla niille asetettuja ohje- ja raja-arvoja. Rikkidioksidipitoisuudet laitosten normaalitoiminnan päästöillä tornitalojen kattoterasseja vastaavalle korkeudelle laskettuna ovat enimmillään noin 5 %–19 % vuorokausiohjearvosta. Mikäli Hanasaaren voimalaitoksen toiminta loppuu suunnitellusti vuonna 2024 ja huippulämpökeskus jatkaa edelleen toimintaansa normaalisti, ilmanlaatu tilanne kattoterasseilla paranee hieman pitoisuuksien pienentyessä. Hanasaaren voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen päästöjen aiheuttamat suurimmat maanpintatason pitoisuudet esiintyvät etäällä Kalasataman keskuksesta.

Kortteliin 10593 on suunnitteilla hotelli. Kortteli sijaitsee ilmanlaadun kannalta hankalassa paikassa vilkkaasti liikennöityjen teiden ympäröimänä ja Kalasataman keskuksen ali menevän katetun Itäväylän läntisen suuaukon läheisyydessä. Lisäksi korttelin ilmanlaatuun vaikuttavat Kalasataman keskuksen korkeat tornitalot, jotka voivat vaikuttaa epäedullisesti autoliikenteen päästöjen laimentamiseen alueella. Liikenteen päästöistä johtuen korttelin 10593 alueella typpidioksidin vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet todennäköisesti ovat hyvin lähellä ohjearvoa tai paikoin ylittävät ohjearvon $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tienpinnan tasolla uusimpien suunnitelmien mukaisilla liikennemäärillä.

Ilmanlaadun kannalta paras hotellin raittiin ilman sisäänoton sijointipaikka on hotellin kattotaso, joka on noin +72 mmpy. Tällä korkeudella liikenteen ja Hanasaaren voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen korkeista piipuista vapautuvien päästöjen aiheuttamat pitoisuudet ovat riittävän matalat ja autoliikenteen päästöjen aiheuttamat pitoisuudet ovat ehtineet laimentua riittävän pieniksi.

Hotellin raittiin ilman sisäänottoa ei suositella sijoitettavaksi Junatien puoleiselle julkisivulle ilman tarkempia mallilaskelmia. Hotellin Leonkadun puoleisella julkisivulla typpidioksidin vuorokausiohjearvon ylittyminen on aiempiin mallilaskelmiin perustuvan arvion mukaan todennäköistä +20 mmpy korkeudelle asti, joten hotellin Leonkadun puoleisella julkisivulla raittiin ilman sisäänoton olisi suositeltavaa sijaita tätä korkeammalla. Ilman tarkempia mallilaskelmia voidaan arvioida, että Hermannin rantatien puoleisella julkisivulla raittiin ilman sisäänoton olisi suositeltavaa sijaita vähintään +40 mmpy. Raittiin ilman sisäänottoa ei suositella kuitenkaan sijoitettavan Hermannin rantatien puoleisen julkisivun pohjoisosaan eli katetun katutilan läntisen suuaukon läheisyyteen. Mikäli liikenteen päästöjen aiheuttamia pitoisuuksia halutaan tarkastella tarkemmin hotellin julkisivuilla, on suositeltavaa, että mallinnuksessa huomioitaisiin korttelia ympäröivien katujen katukuilumaiset piirteet.

Aiempien mallinnusten mukaan Kalasataman keskuksen puistokannelle (viherkannelle), suunniteltujen asuinrakennusten sekä päiväkodin ulkoilualueella typpidioksidin vuosiraja-arvo ja vuorokausiohjearvo alittuvat vaihtoehdolla, jossa läntistä lisäkatetta ei ole. Jos läntinen lisäkate toteutuu 26 metrin pituisena, ovat puistokannen pitoisuustasot todennäköisesti hieman pienemmät kuin ilman lisäkatetta.

Päiväkodin ulkoilualue ja taloyhtiöiden leikkipaikat suositellaan sijoitettavan etäälle vilkkaasti liikennöidyistä väylistä, erityisesti Itäväylästä. Puistokansi, missä päiväkotiki ja leikkipaikat sijaitsevat, on korkeammalla kuin ympäröivät tiet, mikä parantaa puistokannen ilmanlaatua verrattuna tienpintatasoon. Aiemmin tehtyjen mallilaskelmien mukaan typpidioksidin ja pienhiukkasten raja- ja ohjearvot alittuvat suunnitelluilla sijaintipaikoilla, samoin asuntojen suositusetäisyydelle määritetyt pitoisuustasot alittuvat. Tämän hetkisten suunnitelmien mukaisia sijaintipaikkoja päiväkodin ulkoilualueelle ja leikkipaikoille voidaan pitää ilmanlaadun kannalta riittävinä

VIITELUETTELO

AIROLA, H., MYLLYNEN, M., 2015. Ilmanlaatu maankäytön suunnittelussa. Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Opas 2. ISBN 978-952-314-244-2 (PDF), Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-314-244-2>

HANNUNIEMI, H. JA LOVÉN, K., 2012. Selvitys raittiin ilman sisäänottoaikoista ja pysäköintilaitoksen poistohormien kautta vapautuvien päästöjen vaikutuksesta. Ilmatieteen laitos, Helsinki 37 s.

HANNUNIEMI, H. JA LOVÉN, K., 2011. Kalasataman kaava-alueelle suunnitellun viherkannan ympäristön liikenteen ja pysäköintilaitoksen ilmanlaatuvaikutukset. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut, Helsinki. 27 s.+ 9 liites.

HANNUNIEMI, H. ja LAPPI, S., 2010. Kalasataman kaava-alueelle suunnitellun katetun katutilan liikenteen ilmanlaatuvaikutukset. Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut, Helsinki, 21 s. + 5 liites.

HSY, 2014. Malli ilmanlaadun huomioonottamiseksi suunnittelussa. HSY:n hallitus 20.12.2013. Päivitetty 3.6.2014.

Helsingin kaupunki, 2015. Helsingin kaupunginvaltuuston pöytäkirja 20/2015, § 332 Helen Oy:n kehitysohjelma. [Saatavilla [www: http://www.hel.fi/static/public/hela/Kaupunginvaltuusto/Suomi/Paatoshistoria/2015/Kanslia_2015-12-02_Kvsto_20_Pk/0E26B125-77A4-4594-8F95-DF360FAFFF02/Helen_Oyn_kehitysohjelma.pdf](http://www.hel.fi/static/public/hela/Kaupunginvaltuusto/Suomi/Paatoshistoria/2015/Kanslia_2015-12-02_Kvsto_20_Pk/0E26B125-77A4-4594-8F95-DF360FAFFF02/Helen_Oyn_kehitysohjelma.pdf)]

LAUKKANEN, E., HANNUNIEMI, H. ja LOVÉN, K., 2011. Helsingin Energian Hanasaari B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen päästöjen leviämismalliselvitys ja vaikutukset kalasataman keskuksen alueelle. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut. 33 s. + 6 liites.

Vna 38/2011. Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta. Annettu 20.1.2011.

Vnp 480/1996. Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvoista. Annettu 19.6.1996.



12



Kalasadaman kaava-alueelle suunnitellun viherkannen ympäristön liikenteen ja pysäköintilaitoksen ilmanlaatuvaikutukset

KALASATAMAN KESKUS
Asemakaavan muutoksen nro 12070 selvitys



KALASATAMAN KESKUS
Asemakaavan muutoksen nro 12070 selvitys

12

Kalatataman kaava-alueelle suunnitellun viherkannen ympäristön liikenteen ja pysäköintilaitoksen ilmanlaatuvaikutukset



ILMATIETEEN LAITOS

KALASATAMAN KAAVA-ALUEELLE SUUNNITELLUN VIHERKANNEN YMPÄRISTÖN LIIKENTEN JA PYSÄKÖINTILAITOKSEN ILMANLAATUVAIKUTUKSET



ILMANLAADUN ASiantuntijapalvelut 2011

Kannessa oleva kuva: Helin&Co Arkkitehdit.

Tämä raportti on painettu 100 % uusiomassasta valmistetulle Cocoon-paperille.

**KALASATAMAN KAAVA-ALUEELLE SUUNNITELLUN VIHHERKANNEN
YMPÄRISTÖN LIIKENTEEN JA PYSÄKÖINTILAITOKSEN
ILMANLAATUVAIKUTUKSET**

**Hanna Hannuniemi
Katja Lovén**

**ILMATIETEEN LAITOS – ILMANLAADUN ASiantuntijapalvelut
Helsinki 28.10.2011**

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	3
2	TAUSTATIETOA ILMANSAASTEISTA	3
2.1	Ilmanlaatuun vaikuttavat tekijät	3
2.2	Typpidioksidi	4
2.3	Hiukkaset	5
2.4	Ilmanlaadun raja- ja ohjearvot	6
3	MENETELMÄT	7
3.1	Leviämismallilaskelmien kuvaus	7
3.2	Leviämismallilaskelmien lähtötiedot	10
3.3	Pysäköintilaitos	12
4	TULOKSET	15
4.1	Typpidioksidipitoisuudet koko tutkimusalueella	15
4.2	Pienhiukkaspitoisuudet koko tutkimusalueella	17
4.3	Pitoisuudet julkisivuilla	18
5	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	25

LIITEKUVAT

1 JOHDANTO

Tämän työn tarkoituksena oli selvittää leviämismallilaskelmilla Kalasataman alueelle suunnitellun Itäväylän kattavan viherkannen lähiympäristön liikenteen suorien päästöjen sekä viherkannen kohdalle maan alle suunnitellun pysäköintilaitoksen poistohormien kautta vapautuvien päästöjen ilmanlaatuvaikutuksia viherkannen läheisyydessä alueen uusimpien suunnitteluarvojen mukaisesti. Laskelmissa huomioitiin myös alueelle suunnitellun Sörnäisten tunnelin vaikutus ilmanlaatuun. Tutkimuksessa tarkasteltiin ulkoilman typpidioksidin ja pienhiukkasten pitoisuuksia nykytilannetta edustavilla autoliikenteen päästökertoimilla (Euro 3) ja uudempaa ajoneuvokantaa edustavilla (Euro 4) päästökertoimilla. Laskelmat tehtiin käyttäen vuodelle 2030 arvioituja keskimääräisiä vuorokausiliikennemääriä. Tutkimus on jatkoa vuonna 2010 valmistuneelle Ilmanlaatuselvitykselle; *Kalasataman kaava-alueelle suunnitellun katetun katutilan liikenteen ilmanlaatuvaikutukset (Hannuniemi, H. & Lappi, S., 2010)*. Mallilaskelmin tarkasteltiin erilaisten suunnitteluvaihtoehtojen vaikutusta viherkannen alueen ilmanlaatuun.

Työn tilasi SITO Oy. Leviämismallilaskelmissa tarvittavia päästöihin ja teknisiin tietoihin liittyviä lähtötietoja toimittivat SITO Oy sekä Projectus Team Oy. Päästöjen leviämismallilaskelmat tehtiin Ilmatieteen laitoksen Ilmanlaadun asiantuntijapalveluissa.

2 TAUSTATIETOA ILMANSAASTEISTA

2.1 Ilmanlaatuun vaikuttavat tekijät

Ilmanlaatua heikentävien ilmansaasteiden suurimpia päästölähteitä Suomessa ovat liikenne, energiantuotanto, teollisuus ja talojen lämmitys. 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 sekä muiden ilmassa olevien yhdisteiden kanssa muodostaen uusia yhdisteitä. Ilmansaasteet poistuvat ilmasta sateen huuhtomina, kuivalaskeutena erilaisille pinnoille tai kemiallisen muutunnan kautta.

Ilmansaasteiden leviäminen tapahtuu pääosin rajakerroksessa. Sen korkeus on Suomessa tyypillisesti alle kilometri, mutta varsinkin 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 ilmapirtausten 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. 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 hidasta. Tämän seurauksena ilmansaasteiden laimeneminen on vähäistä. Inversiotilanteissa pitoisuudet kohoavat taajamissa etenkin liikenne-ruuhkien aikana, koska ilmansaasteet kerääntyvät matalaan ilmakerrokseen päästölähteiden lähelle.

2.2 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 tynninä ja kylminä talvipäivinä, jolloin myös energiantuotannon päästöt ovat suurimmillaan. Taajamien ja kaupunkien korkeimmat typpidioksidipitoisuudet aiheuttaa pääasiassa autoliikenne, 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.

Ilmatieteen laitoksella tehdyn ilmanlaadun alustavan arvioinnin (*Pietarila ym., 2001*) tulosten mukaan typpidioksidipitoisuuden raja-arvot voivat nykyisin ylittyä etenkin suurimpien kaupunkien vilkkaasti liikennöidyillä keskusta-alueilla lähinnä liikenneväylien ja risteyksien läheisyydessä. Korkeimmillaan vuosikeskiarvot ovat olleet ilmanlaadun mittausten mukaan Helsingin vilkasliikenteisimmillä alueilla noin 40–50 µg/m³. Yleensä Suomen kaupungeissa vuosikeskiarvot ovat noin 20–30 µg/m³. Ilmatieteen laitoksen puhtailla tausta-alueilla tehtyjen ilmanlaatumittausten mukaan typpidioksidin vuosikeskiarvot ovat olleet Etelä-Suomessa noin 2–8 µg/m³ ja Pohjois-Suomessa noin 1 µg/m³.

2.3 Hiukkaset

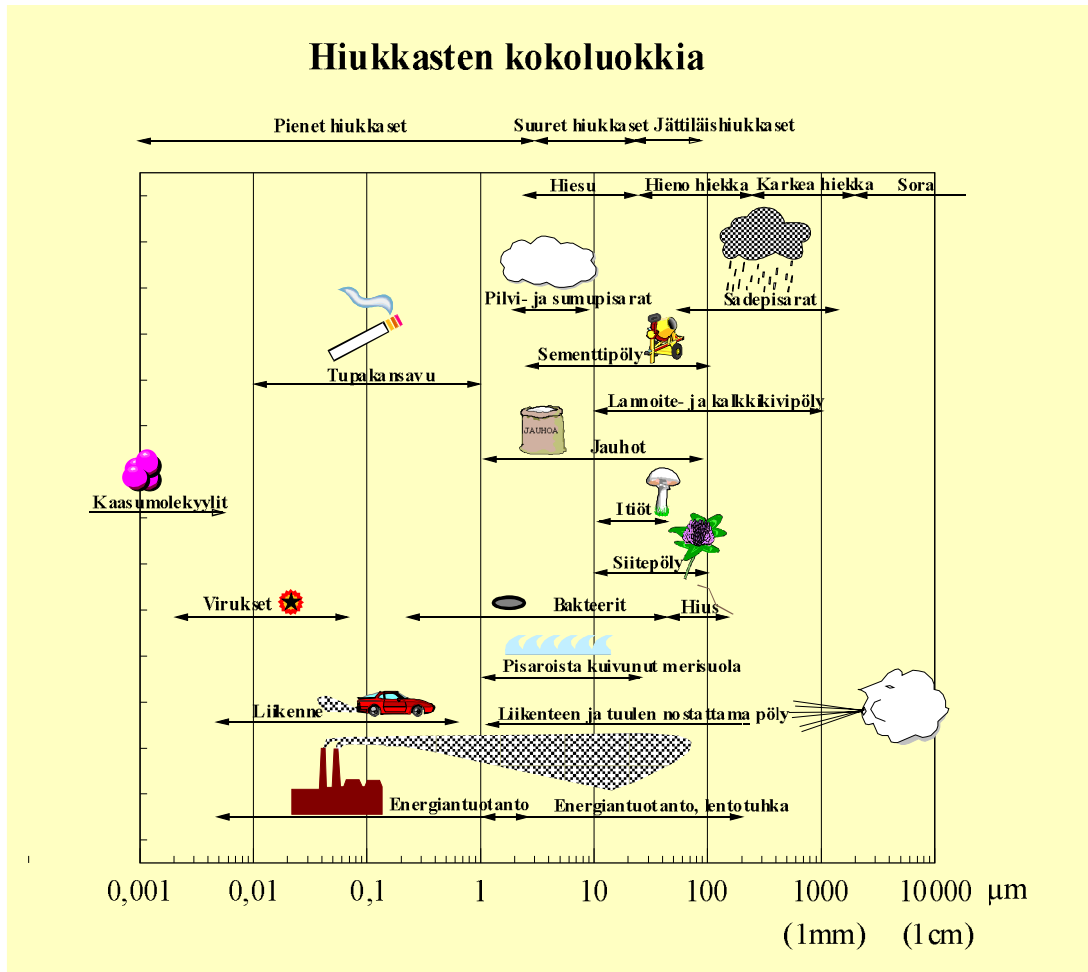
Ulkoilman hiukkaset ovat nykyisin merkittävimpiä ilmanlaatuun vaikuttavia tekijöitä Suomen kaupungeissa. Pienhiukkasia pidetään länsimaissa haitallisimpana ympäristötekijänä ihmisten terveydelle. Ulkoilman hiukkaset ovat taajamissa suurelta osin peräisin liikenteen ja tuulen nostattamasta katupölystä (ns. resuspensio) eli epäsuorista päästöistä. Hiukkaspitoisuuksia kohottavat myös nk. suorat hiukkaspäästöt, jotka ovat peräisin energiantuotannon ja teollisuuden prosesseista, autojen pakokaasuista ja puun pienpoltosta. Suorat hiukkaspäästöt ovat pääasiassa pieniä hiukkasia. 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 likaantumista. Terveysvaikutuksiltaan haitallisempia ovat ns. hengitettävät hiukkaset ja pienhiukkaset, jotka kykenevät tunkeutumaan syvälle 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 ($PM_{2,5}$), ovat pääasiassa peräisin suorista autoliikenteen ja teollisuuden päästöistä ja kaukokulkeumasta, jonka lähde voi olla esimerkiksi metsä- ja maastopolut. Hiukkasten kokoluokkia on havainnollistettu kuvassa A.

Suurimmat hiukkaspitoisuudet esiintyvät vilkkaasti liikennöidyissä kaupunkikeskustoissa. Suomessa hiukkaspitoisuudet kohoavat yleensä voimakkaasti keväällä maaliskuuhun, kun maanpinnan kuivuessa tuuli ja liikenne nostattavat katupölyä ilmaan. Liikenteen vaikutukset korostuvat matalan päästökorkeuden vuoksi. Hengitettävälle hiukkasille annettu vuorokausiohjearvo ylittyy keväisin yleisesti Suomen kaupungeissa. Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudelle annettu raja-arvo on sen sijaan ylittynyt viime vuosina vain Helsingin keskustassa.

Maamme suurimpien kaupunkien keskusta-alueilla on mitattu useina vuosina yli $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$:n hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvoja. Hengitettävien hiukkasten vuosipitoisuudelle annettu raja-arvo $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ on kuitenkin alittunut Suomessa. Pienempien kaupunkien keskusta-alueilla hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvot voivat ylittää $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja kaupunkien keskusta-alueiden ulkopuolella pitoisuudet ovat olleet yli $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Pietarila ym., 2001). Puhtailla tausta-alueilla vuosikeskiarvopitoisuudet ovat olleet Etelä-Suomessa noin $10\text{--}12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Pohjois-Suomessa noin $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pienhiukkaspitoisuudet ovat Suomessa suurimmillaan pääkaupunkiseudun vilkasliikenteisillä alueilla, joilla vuosikeskiarvopitoisuudet ovat yli $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Keskisuurissa kaupungeissa ja Etelä-Suomen tausta-alueilla pienhiukkaspitoisuudet ovat noin $6\text{--}10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Alaviippola ym., 2009).



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

2.4 Ilmanlaadun raja- ja ohjearvot

Leviämismallilaskelmilla tai ilmanlaadun mittauksilla saatuja ilmansaasteiden pitoisuuksia voidaan arvioida vertaamalla niitä ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin. EU-maissa voimassa olevat raja-arvot 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 ohjearvot eivät ole yhtä sitovia kuin raja-arvot, mutta niitä käytetään esimerkiksi kaupunkisuunnittelun tukena ja ilman pilaantumisen vaaraa aiheuttavien toimintojen sijoittamisessa. Tavoitteena on ennalta ehkäistä ohjearvojen ylittyminen sekä 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 tai alueellisen ympäristökeskuksen on tiedotettava väestöä ja ryhdyttävä toimiin ilmanlaadun parantamiseksi ja raja-arvon ylitysten estämiseksi. Tällaisia toimia voivat olla esimerkiksi määräykset liikenteen tai päästöjen

rajoittamisesta. Ilmansaasteiden aiheuttamien terveyshaittojen ehkäisemiseksi ulkoilman typpidioksidin ja pienhiukkasten pitoisuudet eivät saisi ylittää taulukon 1 raja-arvoja alueilla, joilla ihmiset saattavat altistua ilmansaasteille.

Taulukko 1. Terveyshaittojen ehkäisemiseksi annetut ulkoilman typpidioksidin ja pienhiukkasten pitoisuuksia koskevat raja-arvot (*Vna 38/2011, 2008/50/EY*).

Aine	Keskiarvon laskenta-aika	Raja-arvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sallittujen ylitysten määrä kalenterivuodessa (vertailujakso)
Typpidioksidi (NO_2)	1 tunti	200 ¹⁾	18
	kalenterivuosi	40 ¹⁾	–
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.

Ilmanlaadun ohjearvot on otettava huomioon suunnittelussa ja niitä sovelletaan mm. alueiden käytön, kaavoituksen, rakentamisen ja liikenteen suunnittelussa ja ympäristölupaharkinnassa. Ohjearvojen soveltamisen avulla pyritään ehkäisemään ilmansaasteiden aiheuttamia terveysvaikutuksia. Suomessa voimassa olevat ulkoilman typpidioksidin pitoisuuksia koskevat ilmanlaadun ohjearvot on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Ulkoilman typpidioksidin pitoisuuksia koskevat ilmanlaadun ohjearvot (*Vnp 480/1996*).

Yhdiste	Ohjearvo (20 °C, 1 atm)	Tilastollinen määrittely
Typpidioksidi (NO_2)	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
	70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo

Maailman terveysjärjestö (WHO) on lisäksi antanut suosituksenomaiset ohjearvot pienhiukkasten vuorokausipitoisuudelle (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ja vuosipitoisuudelle (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (WHO, 2006).

3 MENETELMÄT

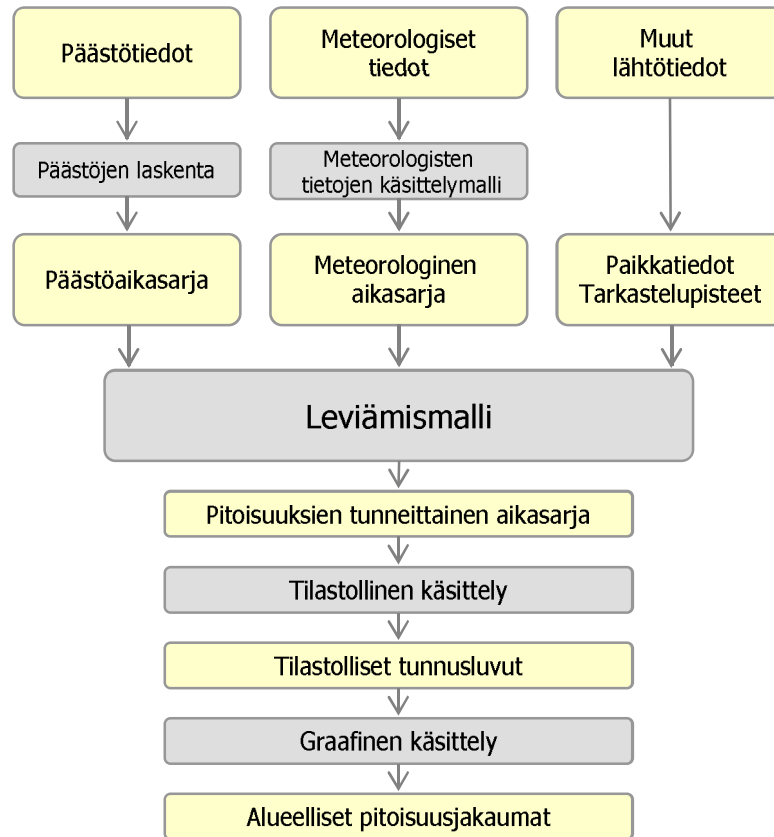
3.1 Leviämismallilaskelmien kuvaus

Ilmansaasteiden leviämismalleilla tutkitaan eri ilmansaasteiden kulkeutumista ilmakehässä ja ilmansaasteiden pitoisuuksien muodostumista päästölähteiden lähialueelle. Malleihin sisältyy usein myös laskentamenetelmiä, joiden avulla voidaan kulkeutumisen

lisäksi tarkastella ilmansaasteiden muuntumista ja kemiallisia reaktioita ilmakehässä sekä poistumista ilmakehästä laskeumana. Tässä tutkimuksessa käytettiin Ilmatieteen laitoksella kehitettyä leviämismallia tieliikenteen päästöjen leviämisen kuvaamiseen ja ilmanlaatuvaikutusten arvioimiseen.

Ilmatieteen laitoksen leviämismalleja on kehitetty pitkäjänteisesti yli 30 vuoden ajan tavoitteena tuottaa luotettavaa tietoa ilmanlaadusta mm. kaupunki- ja liikennesuunnittelun ja ilmansuojelutoimenpiteiden suunnittelun tueksi sekä pitoisuuksien ja väestön altistumisen arvioimiseksi. Mallien toimintaa on kehitetty lukuisissa tutkimusprojekteissa ja verifiointitutkimusten mukaan mallinnusten tulokset on todettu hyvin yhteensopiviksi Suomen taajamien ja teollisuusympäristöjen ilmanlaadun mittaustulosten kanssa. Nykyisissä Ilmatieteen laitoksen leviämismalleissa kuvataan tarkasti ilmassa tapahtuvia päästöaineiden kemiallisia prosesseja sekä ilmansaasteiden poistumamekanismeja. Malleihin sisältyy laskentamenetelmä typenoksidien kemialliselle muutunnalle. Autoliikenteen typenoksidipäästöt koostuvat typpidioksidista sekä typpimonoksidista, jota on valtaosa päästöistä. Osa typpimonoksidista hapettuu ilmassa terveydelle haitallisemmaksi typpidioksidiksi.

Tässä selvityksessä liikenteen päästöjen aiheuttamia ilmanlaatuvaikutuksia arvioitiin ns. viivalähdemallilla (CAR-FMI). Tässä mallissa liikenneväylää kuvataan peräkkäisinä lyhyinä viivoina, joista kustakin vapautuu ympäristöönsä erikseen laskettavan suuruisen päästö. Mallin toimintaperiaatteita sekä tieteellistä perustaa on kuvattu tarkemmin liitteenä toimitettavassa raportissa. Kaavio leviämismallin toiminnasta on esitetty kuvassa B. Leviämismallin lähtötiedoiksi tarvitaan tietoja liikenteestä ja sen aiheuttamista päästöistä, mittaamalla ja mallintamalla saatuja tietoja ilmakehän tilasta sekä tietoja ilmansaasteiden taustapitoisuuksista. Lisäksi lähtötiedoiksi tarvitaan erilaisia paikkatietoja, kuten tietoa tieosuuksien sijainnista. Liikenteen päästölaskennassa huomioidaan liikennemäärät ja niiden tunneittainen vaihtelu, erityyppisten ajoneuvojen osuudet liikennemäärästä, liikennevirtojen nopeudet ja ajoneuvokohtaiset nopeusriippuvat päästökertoimet. Leviämislaskelmia varten muodostetaan kaikille eri päästölähteille päästöaikasarjat, joissa on jokaiselle tarkastelujakson tunnille (1–3 vuotta, 8_760–26_304 tuntia) laskettu päästö määrä erikseen kaikille eri ilmansaasteille.



Kuva B. Kaaviokuva Ilmatieteen laitoksella kehitetyn leviämismallin, viivalähdemallin (CAR-FMI) toiminnasta.

Leviämismallin tarvitseman meteorologisen aikasarjan muodostuksessa käytetään Ilmatieteen laitoksella kehitettyä meteorologisten tietojen käsittelymallia, joka perustuu ilmakehän rajakerroksen parametrisointimenetelmään (Rantakrans, 1990; Karppinen, 2001). Menetelmän avulla voidaan meteorologisten rutiinhavaintojen ja fysiikan perusyhtälöiden avulla arvioida rajakerroksen tilaan vaikuttavat muuttujat, joita tarvitaan ilmansaasteiden leviämismallilaskelmissa. Tarvittavat mittaustiedot saadaan Ilmatieteen laitoksen havaintotietokantaan tallennetuista sää-, auringonpaiste- ja radioluotaushavainnoista. 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 lähimpänä sijaitsevat sääasemat, joilla mitataan kaikkia mallin tarvitsemia suureita. Tuulen suunta- ja nopeustiedot muodostetaan kahden tai useamman sääaseman havaintojen etäisyyspainotettuna tilastollisena yhdistelmänä. Lopputuloksena saadaan leviämismallissa tarvittavien meteorologisten tietojen tunneittaiset aikasarjat.

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

3.2 Leviämismallilaskelmien lähtötiedot

Tässä tutkimuksessa laskettiin Kalasataman alueelle Itäväylän päälle rakennettavan viherkannen lähiympäristön liikenteen suorien päästöjen sekä viherkannen kohdalle maanalle suunnitellun pysäköintilaitoksen poistohormien kautta vapautuvien päästöjen aiheuttamia typpidioksidi- ja pienhiukkashiukkaspitoisuuksia kahdessa eri tilanteessa:

EURO 3, Euro 3 päästoluokkaa edustavat nopeusriippuvat ja ajoneuvoluokakohtaiset päästökertoimet, vuoden 2030 liikennemääräennuste, vuoden 2020 ajosuoritejakauma. Autoliikenteen typenoksidipäästöistä on oletettu olevan typpidioksidia keskimäärin 20 %. Sörnäisten tunnelin vaikutus huomioitu.

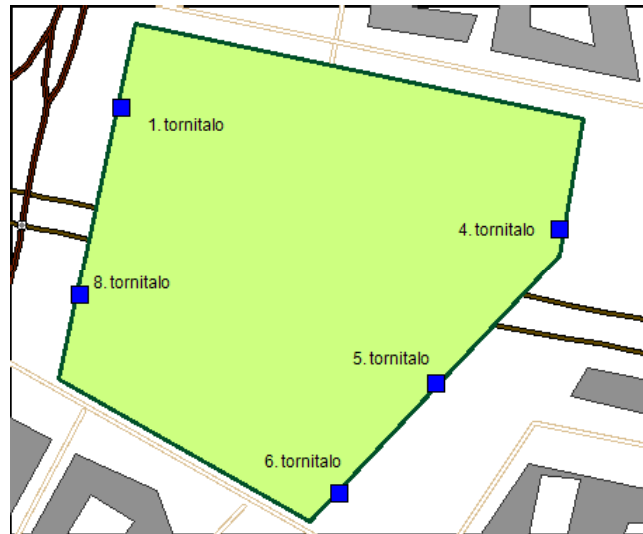
EURO 4, Euro 4 päästoluokkaa edustavat nopeusriippuvat ja ajoneuvoluokakohtaiset päästökertoimet, vuoden 2030 liikennemääräennuste, vuoden 2020 ajosuoritejakauma. Autoliikenteen typenoksidipäästöistä on oletettu olevan typpidioksidia keskimäärin 23 %. Sörnäisten tunnelin vaikutus huomioitu.

Tutkimusalue oli kooltaan noin 1 km × 1 km ja laskelmissa huomioitiin tieliikenteen päästöt noin 5 km × 5 km alueelta. Päästöjen aiheuttamat pitoisuudet laskettiin pisteikköön, jossa oli 5 093 laskentapistettä. Laskentapistekoissa pisteiden välisiä etäisyyksiä on tihennetty pitoisuuksien muodostumisen kannalta merkittävimmissä kohteissa eli teiden ja risteysalueiden läheisyydessä sekä viherkannen alueella. Laskentapistekönnön pisteet olivat viherkannella tiheimmillään 5 metrin etäisyydellä toisistaan ja harvimmillaan tutkimusalueen reunoilla 20 metrin etäisyydellä toisistaan. Viherkannen (17,0 - 31,9 metriä), Itäväylän (12 metriä) sekä Itäväylän eteläpuoleisten kortteleiden (6 metriä) laskentapistekönnön korkeus merenpinnan tasosta on huomioitu laskennassa. Mallilaskelmissa on otettu huomioon viherkannen itäpäässä oleva Itäväylän suuntaisesti ulottuva kannen jatke, jonka pituus on enimmillään noin 45 m. Tämän lisäksi mallilaskelmien avulla tarkasteltiin tilannetta, jossa viherkannen kummassakin päädyssä olisi kannen jatke, koska kannen jatkamiselle myös viherkannen länsipäässä on haluttu jättää varaus.

Viidelle rakennukselle tehtiin lisäksi julkisivutarkastelu. Julkisivutarkastelussa pitoisuuksia lasketaan usealta korkeudelta läheltä maanpintatasoa rakennusten kattotasoilta (kuva C).

Erilliset tarkastelupisteet määriteltiin seuraavalla tavalla:

- Tornitalo 1: suunniteltu hotellirakennus, laskentakorkeudet 5 - 93 metriä merenpinnan tasosta
- Tornitalo 4: suunniteltu asuinrakennus, laskentakorkeudet 5 - 116 metriä merenpinnan tasosta
- Tornitalo 5: suunniteltu asuinrakennus, laskentakorkeudet 5 - 127 metriä merenpinnan tasosta
- Tornitalo 6: suunniteltu asuinrakennus, laskentakorkeudet 5 - 110 metriä merenpinnan tasosta
- Tornitalo 8: suunniteltu toimistorakennus, laskentakorkeudet 5 - 86 metriä merenpinnan tasosta



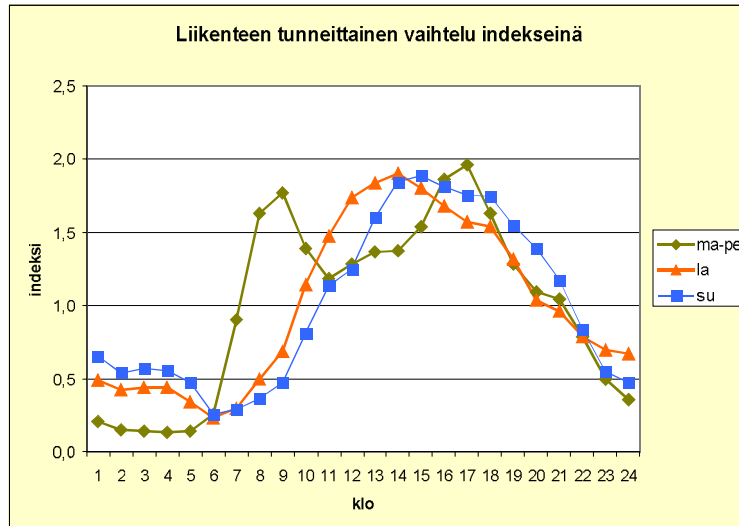
Kuva C. Julkisivujen tarkastelupisteiden sijainti Kalasataman viherkanne läheisyydessä.

Tutkimusalueen katujen ja teiden liikenteen päästöt laskettiin ja mallinnettiin tiekohtaisina viivalähteinä. Liikenneväylää kuvattiin peräkkäisinä lyhyinä viivoina, joista jokaisesta vapautuu ympäristöönsä erikseen laskettavan suuruisen päästö. Viivalähteitä oli tutkimusalueella 204 kappaletta. Koko tutkimusalueen liikenteen typenoksidipäästöt ovat Euro 3 päästökertoimilla laskettaessa noin 307 tonnia vuodessa, josta viherkanne alta kulkevan tunnelin päästöt ovat noin 5 t/a. Euro 4 päästökertoimilla laskettaessa koko tutkimusalueen liikenteen typenoksidipäästöt ovat noin 229 t/a, josta viherkanne alta kulkevan tunnelin päästöt ovat noin 4 t/a. Vastaavasti hiukkaspäästöt olivat Euro 3 päästökertoimilla laskettaessa noin 11 t/a (tunnelin päästöt noin 0,2 t/a) ja Euro 4 päästökertoimilla laskettaessa noin 7 t/a (tunnelin päästöt noin 0,1 t/a). Liikenteen päästöjen laskennassa käytettiin vuodelle 2030 arvioituja keskimääräisiä vuorokausiliikennemääriä. Käytetyt liikennemäärät Kalasataman alueelta näkyvät kuvassa D.



Kuva D. Vuodelle 2030 arvioidut vuorokausiliikennemäärät Kalasataman alueella.

Liikenteen päästöjen mallinnuksessa huomioitiin liikenteen päivittäinen ja tunneittainen vaihtelu Itävälällä Kalasataman metroaseman kohdalla vuonna 2009 suoritettujen liikennelaskentojen perusteella. Liikennemäärien tunneittaista vaihtelua kuvaavat aikavaihteluindeksit on esitetty kuvassa E.

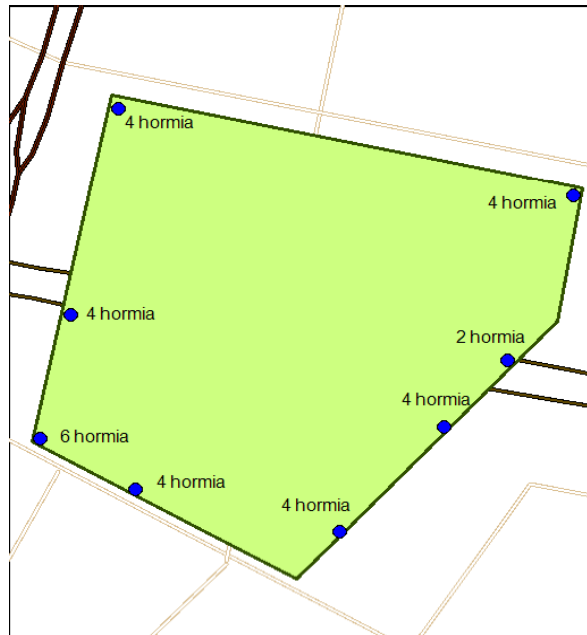


Kuva E. Liikenteen tunneittaista vaihtelua kuvaavat aikavaihteluindeksit.

Eri autotyyppien ajon aikaiset päästökertoimet perustuvat Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) päästölaskelmiin (Mäkelä ym., 2009) ja CAR-FMI mallia varten kehitettyihin nopeusriippuviin päästökeroainfunktioihin. Päästön ja nopeuden suhde perustuu ajoneuvojen päästöjen laboratoriomittauksiin (Laurikko, 1998).

3.3 Pysäköintilaitos

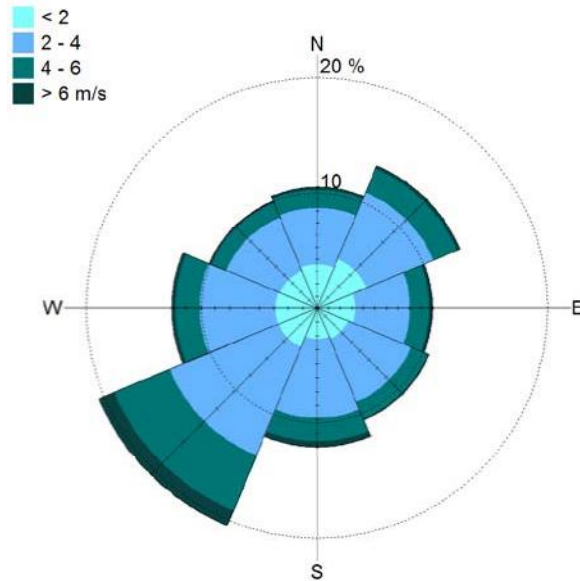
Viherkannen kohdalle maanalle on suunnitteilla pysäköintilaitos, jonka päästöt on huomioitu mallinnuksessa. Pysäköintilaitoksen ennustettu keskimääräinen ajoneuvomäärä on noin 6 210 ajoneuvoa vuorokaudessa. Pysäköintilaitoksen päästöt vapautuvat ilmaan kahdeksasta kohtaa viherkannen tasolta (kuva F), jokaisessa kahdeksassa kohdassa on 2 – 6 poistohormia. Poistohormien korkeudeksi oletettiin 5 metriä ja halkaisijaksi 2,04 metriä tai 1,60 metriä.



Kuva F. Pysäköintilaitoksen poistohormien sijainnit.

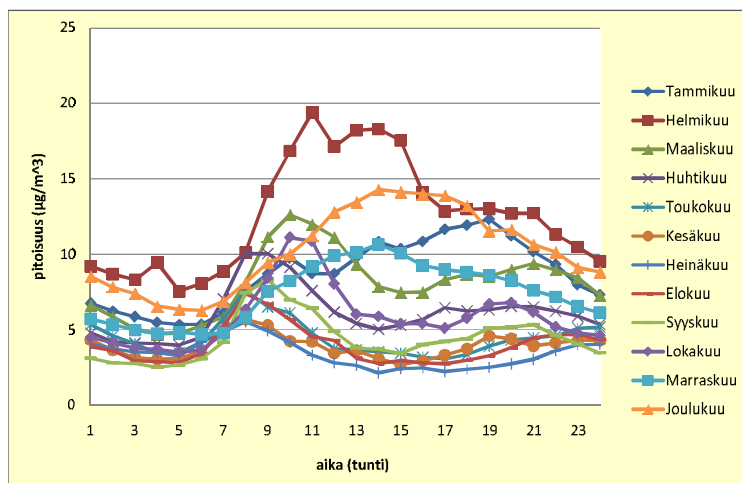
Pysäköintilaitoksen päästölaskelmissa on otettu huomioon sisään- ja ulosajosta aiheutuvien päästöjen lisäksi käynnistyksistä ja joutokäynnistä aiheutuvat päästöt. Eri autotyyppien ajon aikaiset päästökertoimet sekä käynnistysten ja joutokäynnin päästökertoimet perustuvat Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöjen laskentajärjestelmän (LIISA 2009) kertoimiin (MÄKELÄ ym., 2009). Ajosta syntyvät päästöt on määritetty nopeusriippuvien päästökerroin-funktioiden avulla käyttämällä keskimääräisenä ajonopeutena 15 km/h. Pysäköintilaitoksen liikenteen aiheuttamaksi typen oksidien kokonaispäästöksi arvioitiin Euro 3 päästökertoimilla laskettaessa noin 3,1 tonnia/vuosi ja hiukkaspäästöiksi noin 1,8 tonnia/vuosi. Vastaavasti Euro 4 päästökertoimilla laskettaessa typen oksidien kokonaispäästöksi arvioitiin noin 2,7 tonnia/vuodessa ja hiukkaspäästöiksi noin 0,4 tonnia/vuosi.

Tutkimusalueen ilmastollisia olosuhteita edustava meteorologinen aikasarja muodostettiin Helsingin Kumpulan ja Helsinki-Vantaan lentoaseman sääasemien havaintotiedoista vuosilta 2008–2010. Sekoituskorkeuden määrittämiseen käytettiin Jokioisten observatorion radioluotaushavaintoja vuosilta 2008–2010. Kuvassa G on esitetty tuulen suunta- ja nopeusjakauma tutkimusalueella tuuliruusun muodossa. Lounaistuulet ovat tutkimusalueella vallitsevia. Vähiten esiintyi pohjoisen ja idän puoleisia tuulia.

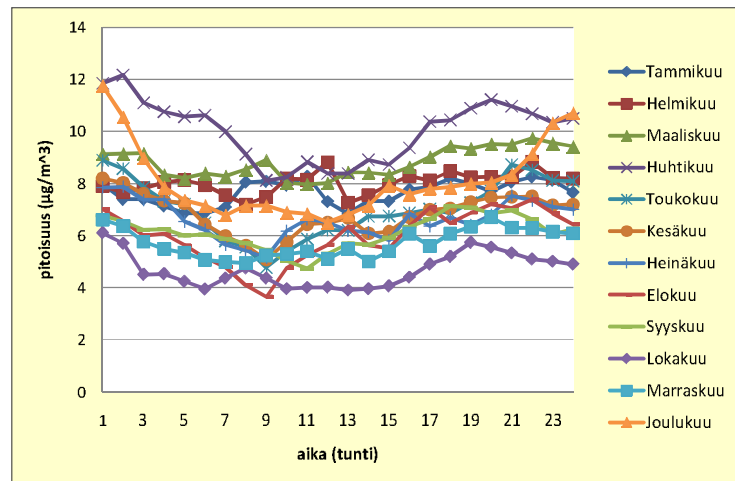


Kuva G. Tuulen suunta- ja nopeusjakauma tutkimusalueella vuosina 2008–2010. Lasketut tuulitiedot kuvaavat olosuhteita 10 metrin korkeudella maanpinnasta.

Tutkimusalueen typpidioksidin, pienhiukkasten ja otsonin taustapitoisuudet saatiin Espoon Luukissa sijaitsevalta YTV:n taustailmanlaadun mittausasemalta. Tutkimusalueen taustapitoisuuksina käytettiin leviämismallissa pitoisuuksien kuukausittain laskettuja tunneittaisia keskiarvoja, joilla pyrittiin kuvaamaan taustapitoisuuksien vuorokauden sisäistä vaihtelua (Kuvat H ja I). Typpidioksidin taustapitoisuus tutkimusalueella on vuosikeskiarvona noin $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja pienhiukkasten noin $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pienhiukkaspitoisuuksiin vaikuttaa huomattavan paljon taustapitoisuutena kaukokulkeutuneet päästöt.



Kuva H. Luukin taustailmalaadun mittausaseman typpidioksidipitoisuuksien kuukausittain laskettu tunneittainen keskiarvo vuosina 2007–2009.



Kuva 1. Luukin taustailmalaadun mittausaseman pienhiukkaspitoisuuksien kuukausittain laskettu tunneittainen keskiarvo vuosina 2007–2009. Vuoden 2007 mittaustuloksia ei ole huomioitu keskiarvoa laskettaessa, sillä vuoden 2007 tuloksissa on paljon epävarmuutta.

4 TULOKSET

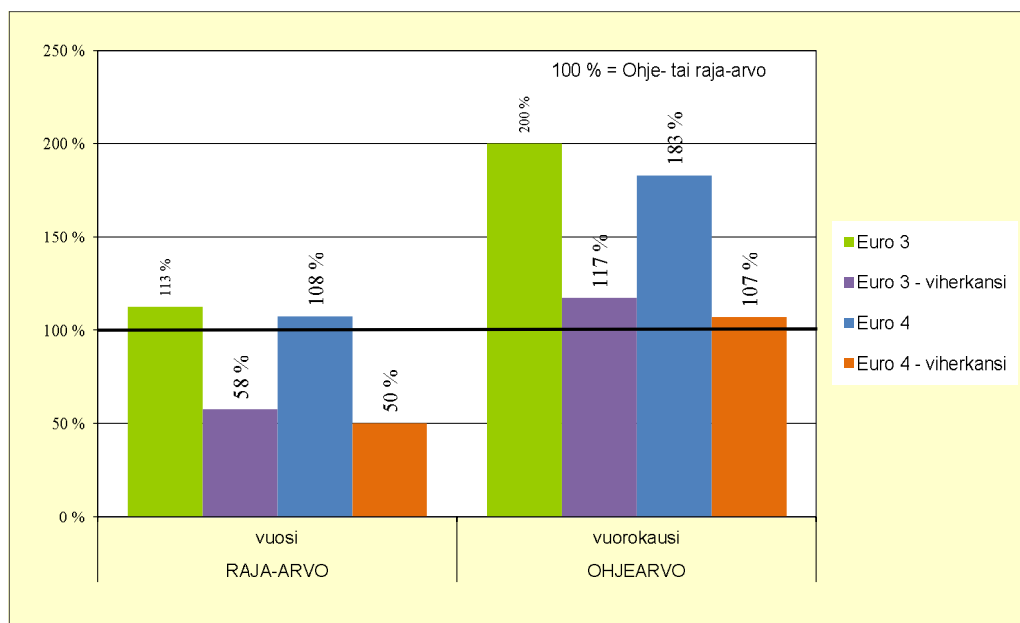
4.1 Typpidioksidipitoisuudet koko tutkimusalueella

Leviämismallilaskelmien tuloksina saadut ulkoilman typpidioksidipitoisuuksien maksimi-arvot tutkimusalueella ja viherkannen tasolla on esitetty Taulukossa 3. Viherkannen laskentapisteissä on otettu huomioon kannen korkeus merenpinnasta. Koko alueen tulokset kuvaavat pitoisuuksia maanpinnan tasossa. Itäväylän pisteissä on huomioitu väylän korkeus merenpinnan tasosta. Leviämismallilaskelmilla saatujen typpidioksidipitoisuuksien alueellinen vaihtelu käy ilmi raportin liitekuvista 1–4. Liitekuvasa 5 on esitetty ainoastaan pysäköintilaitoksen päästöjen aiheuttamat korkeimmat vuorokausihjearvoon verrannolliset pitoisuudet tutkimusalueella. Pysäköintilaitoksen päästöt ja niiden vaikutukset ilmanlaatuun jäivät liikenteen päästöjen vaikutuksiin verrattuna hyvin pieniksi.

Taulukko 3. Leviämismallilaskelmilla saadut liikenteen päästöjen aiheuttamat ulkoilman typpidioksidipitoisuuksien maksimiarvot Euro 3 ja Euro 4 päästökertoimilla laskettuna. Viherkannen pisteissä on otettu huomioon kannen korkeus merenpinnasta. Koko alueen tulokset kuvaavat pitoisuuksia maanpinnan tasossa.

Typpidioksidipitoisuus (µg/m ³)	Raja- tai ohjearvo	Euro 3 – koko alue	Euro 3 – viherkansi	Euro 4 – koko alue	Euro 4 – viherkansi
Vuosikeskiarvo	40	45	23	43	20
Korkein vrk-ohjearvoon verrannollinen pitoisuus	70	140	82	128	75

Kuvassa J esitetään leviämislaskelmien tuloksina saatujen suurimpien typpidioksidipitoisuuksien suhde maassamme voimassa oleviin ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin Euro 3 ja Euro 4 päästöluokilla laskettuna.



Kuva J. Leviämismallilaskelmilla saatujen ulkoilman korkeimpien typpidioksidipitoisuuksien (NO₂) suhde ilmanlaadun terveysvaikutusperusteisiin ohje- ja raja-arvoihin Euro 3 ja Euro 4 päästöluokilla laskettuna koko tutkimusalueella sekä viherkannen tasossa. Kuvassa y-akselin 100 % kuvaa ohje- tai raja-arvotasoa, johon pitoisuuksia verrataan.

4.2 Pienhiukkaspitoisuudet koko tutkimusalueella

Leviämismallilaskelmien tuloksina saadut ulkoilman pienhiukkaspitoisuuksien maksimi- arvot tutkimusalueella on esitetty taulukossa 4 ja hiukkaspitoisuuksien alueellinen vaihtelu käy ilmi raportin liitekuvista 3–4. Viherkannen pisteissä on otettu huomioon kannen korkeus merenpinnasta. Koko alueen tulokset kuvaavat pitoisuuksia maanpin- nan tasossa.

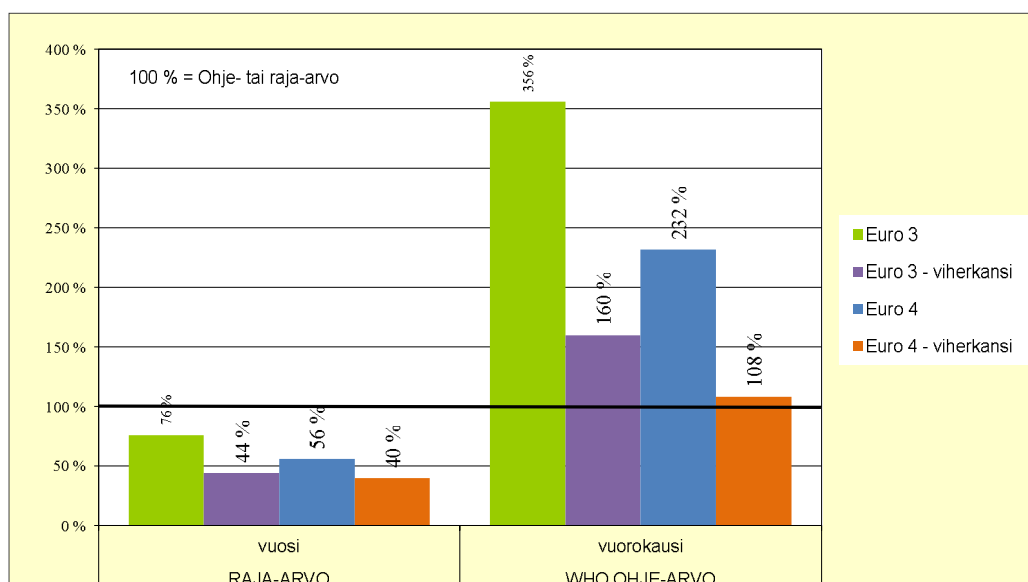
Taulukko 4. Leviämismallilaskelmilla saadut liikenteen päästöjen aiheuttamat ulkoilman pienhiukkaspitoisuuksien maksimi- arvot Euro 3 ja Euro 4 päästökertoimilla laskettu- na. Viherkannen pisteissä on otettu huomioon kannen korkeus merenpinnasta. Ko- ko alueen tulokset kuvaavat pitoisuuksia maanpinnan tasossa.

Pienhiukkaspitoisuus (µg/m ³)	Raja- tai ohje- arvo	Euro 3 – koko alue	Euro 3 – viherkansi	Euro 4 – koko alue	Euro 4 – viherkansi
Vuosikeskiarvo	25*	19	11	14	10
Korkein vuorokausi- keskiarvo	25**	89	40	58	27

*) terveysvaikutusperusteinen raja-arvo

**) WHO:n ohje- arvo

Kuvassa K esitetään leviämislaskelmien tuloksina saatujen suurimpien hiukkaspitoi- suuksien suhde maassamme voimassa oleviin ilmanlaadun raja-arvoihin ja WHO:n suosituksenomaiseen vuorokausiohje- arvoon Euro 3 ja Euro 4 päästöluokilla laskettuna.



Kuva K. Leviämismallilaskelmilla saatujen ulkoilman korkeimpien pienhiukkaspitoisuuksien (PM_{2.5}) suhde ilmanlaadun terveysvaikutusperusteisiin ohje- ja raja- arvoihin Euro 3 ja Euro 4 päästöluokilla laskettuna koko tutkimusalueella sekä viherkannen ta- sossa. Kuvassa y- akselin 100 % kuvaa ohje- tai raja- arvotasoa, johon pitoisuuksia verrataan.

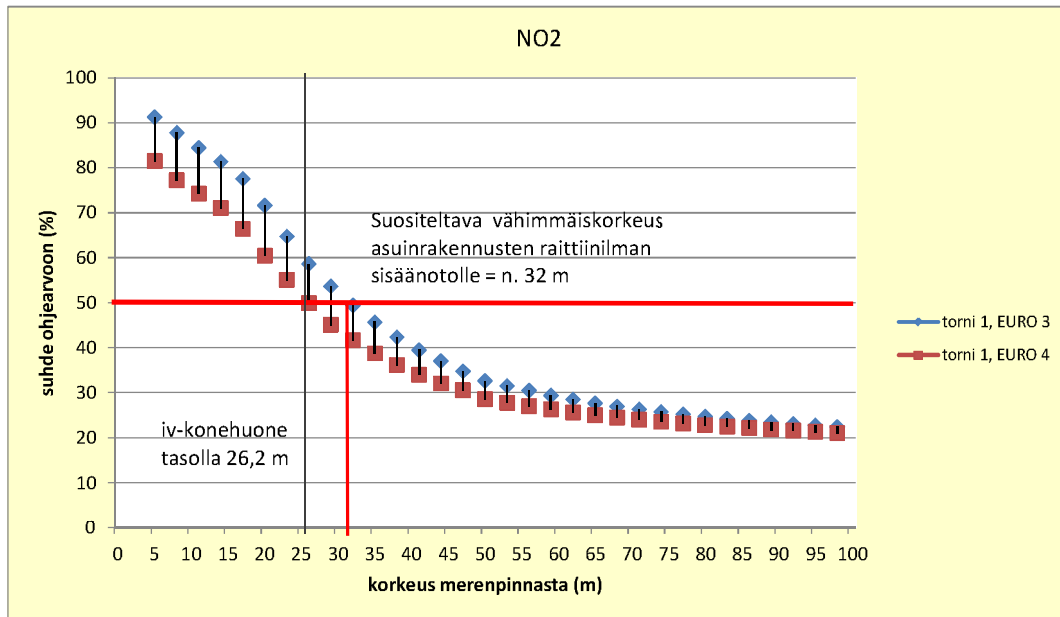
Korkeimmat pitoisuudet muodostuvat vilkkaimmille väylille ja risteysalueille. Raja- ja ohjearvot eivät ole voimassa väylillä, joskin niiden tulkitaan olevan voimassa kevyen liikenteen väylillä. Tutkimusalueen maksimipitoisuudet ylittävät raja- ja ohjearvot, mutta leviämiskuvista (Liitekuvat 1–4) käy ilmi, että maksimipitoisuudet muodostuvat pääasiassa viherkannen molempiin päihin risteysalueelle. Typpidioksidin toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo eli ohjearvoon verrannollinen vuorokausipitoisuus ja WHO:n antama suosituksenomainen vuorokausiohjearvo $PM_{2,5}$ -hiukkasille ylittävät mallitulosten mukaan myös pienellä alueella viherkannen länsipäädystä tornitalon 8 (toimistorakennus) läheisyydessä sekä Euro 3 että Euro 4 skenaariossa. Leviämismallilaskelmien tulosten perusteella voidaan kuitenkin todeta, että viherkannen korkeudella pitoisuudet ovat yleisesti selvästi pienempiä kuin tienpinnan tasossa ja viherkannelle suunniteltujen asuntojen sekä asuinrakennusten oleskelualueilla ohje- ja raja-arvot eivät ylity.

Tuloksia tulkittaessa on hyvä huomioida, että Euro 3 skenaario kuvaa pahinta mahdollista tilannetta, koska siinä laskennan perusteena on ollut tulevan tilanteen ajomäärä- ja ajosuoritejakaumaennuste sekä nykytilannetta edustavat päästökertoimet. Todellisuudessa Euro 3 skenaariota vastaavat päästötasot ovat varsin epätodennäköisiä vuonna 2030 jolloin oletettavasti autoliikenteen päästöt ovat pienentyneet nykytasosta autokannan uusiutumisen, tekniikan kehittymisen sekä tiukempien päästönormien vuoksi. Katalyysaattorien yleistymisen jälkeen ilmanlaadussa ei ole tapahtunut selvää muutosta liikennemäärien kasvusta, ajoneuvokannan uusiutumisesta ja diesel ajoneuvojen lisääntymisestä huolimatta. Karkeampien, tienpinnasta ilmaan nousevien PM_{10} hiukkasten resuspensiopäästöihin ei myöskään ajoneuvotekniikan kehityksellä pystytä suoranaisesti vaikuttamaan. Tulevaisuuden ennustamiseen liikenteen päästökehityksen osalta sisältyy useita muuttujia ja epävarmuustekijöitä, joten tulevan tilanteen ennusteita sovellettaessa olisikin syytä huomioida myös ilmanlaadun kannalta pahin mahdollinen ennustetilanne.

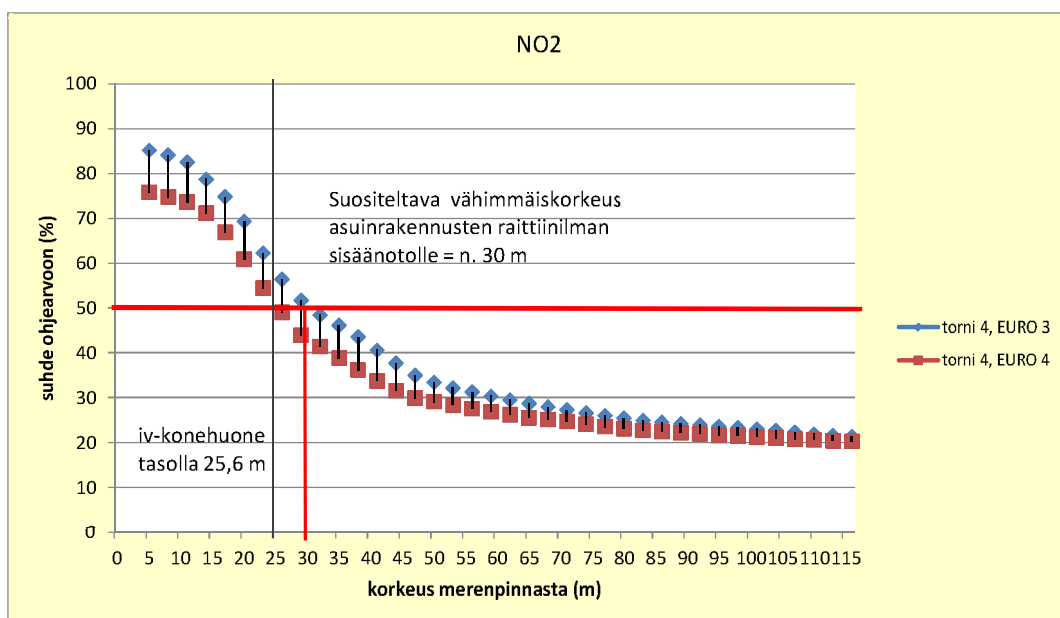
Mallilaskelmien avulla tarkasteltiin myös suunnitteluvaihtoehtoa, jossa kannen jatkeet olisivat molemmissa päädissä. Tästä vaihtoehdosta piirretyt leviämiskuvat ovat nähtävissä liitekuvista 6–9. Viherkannen ilmanlaadun osalta näiden kahden suunnitteluvaihtoehdon välillä ei ole merkittävää eroa. Kummatkin vaihtoehdot takaavat ilmanlaadun kannalta autoliikenteen päästöille riittävät leviämis- ja laimenemisolosuhteet alueilla joilla asuu ja oleskelee ihmisiä.

4.3 Pitoisuudet julkisivuilla

Typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuudet laskettiin Kuvassa C olevien tornitalojen julkisivuille. Julkisivutarkastelujen avulla on arvioitu pitoisuuksien laimenemista rakennusten väylän puoleisilla julkisivuilla alhaalta ylöspäin mentäessä. Julkisivutarkastelun tulokset ovat nähtävissä typpidioksidin vuorokausiohjearvon osalta kuvista L–P ja hiukkasten vuorokausiohjearvon osalta kuvista Q–U.

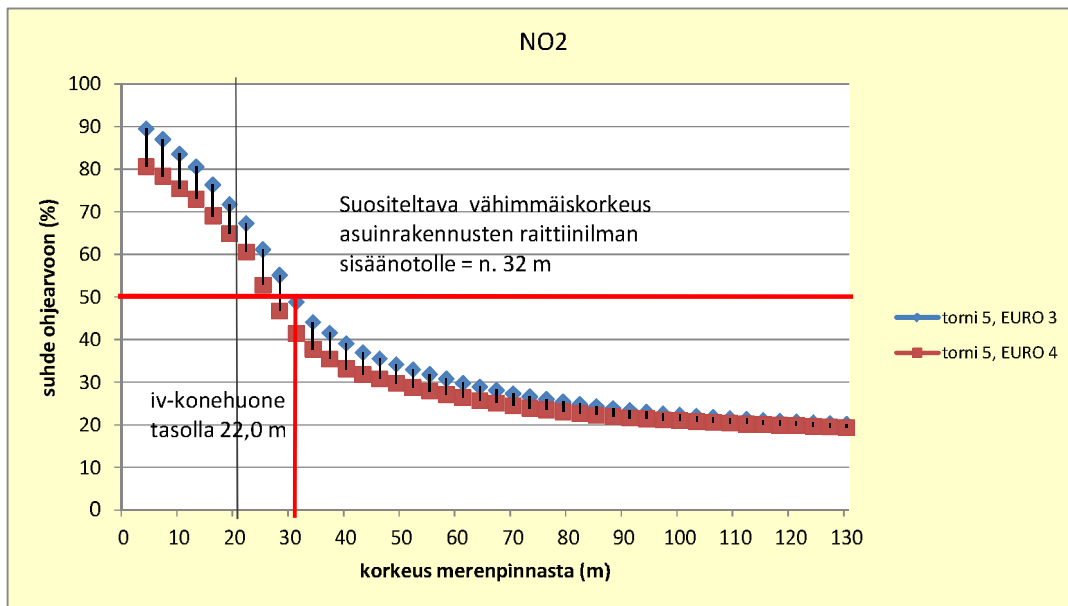


Kuva L. Typpidioksidipitoisuuksien suhde ilmanlaadun vuorokausiohjearvoon tornitalon 1 julkisivun tarkastelupisteissä eri korkeuksilla Euro 3 ja Euro 4 päästökertoimilla laskehtaessa. Vaaka-akselilla on korkeus merenpinnasta ja pystyakselilla on vuorokausiohjearvoon verrannollinen taso. Kuvaan on merkitty punaisella vaakaviivalla taso, jossa korkeimmat vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet olisivat 50 % ohjearvotasosta ja tätä tasoa vastaava korkeus, jota voidaan suositella asuinrakennusten raittiinilman sisäännoton vähimmäiskorkeudeksi. Kuvaan on myös merkitty korkeus, missä iv-konehuone sijaitsee.

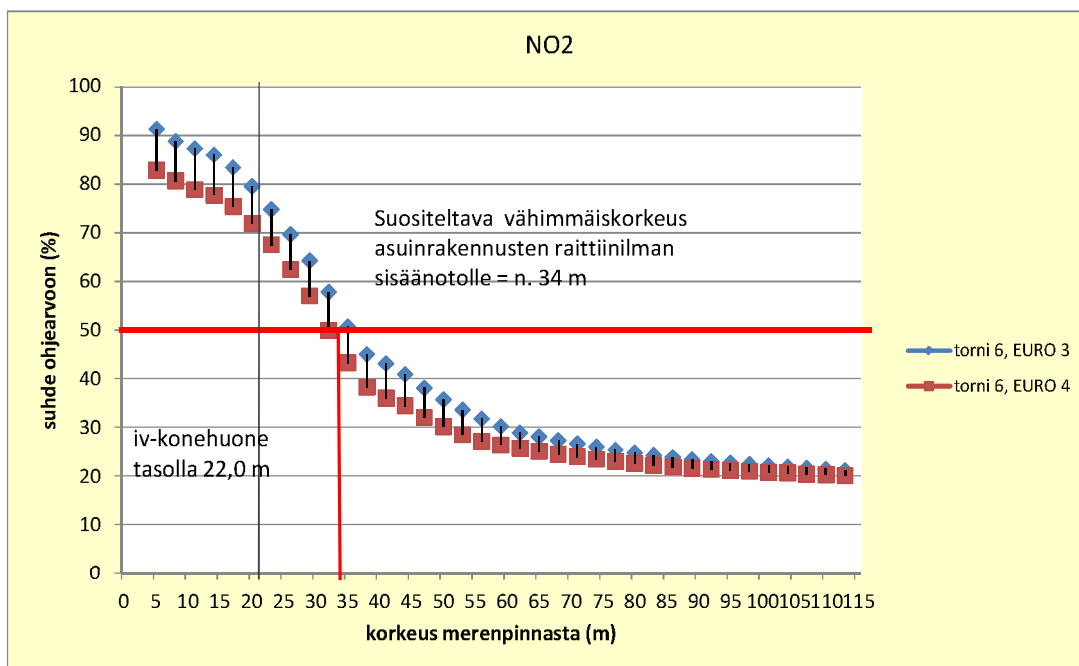


Kuva M. Typpidioksidipitoisuuksien suhde ilmanlaadun vuorokausiohjearvoon tornitalon 4 julkisivun tarkastelupisteissä eri korkeuksilla Euro 3 ja Euro 4 päästökertoimilla laskehtaessa. Vaaka-akselilla on korkeus merenpinnasta ja pystyakselilla on vuorokausiohjearvoon verrannollinen taso. Kuvaan on merkitty punaisella vaakaviivalla taso, jossa korkeimmat vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet olisivat 50 % ohjearvotasosta ja tätä tasoa vastaava korkeus, jota voidaan suositella asuinra-

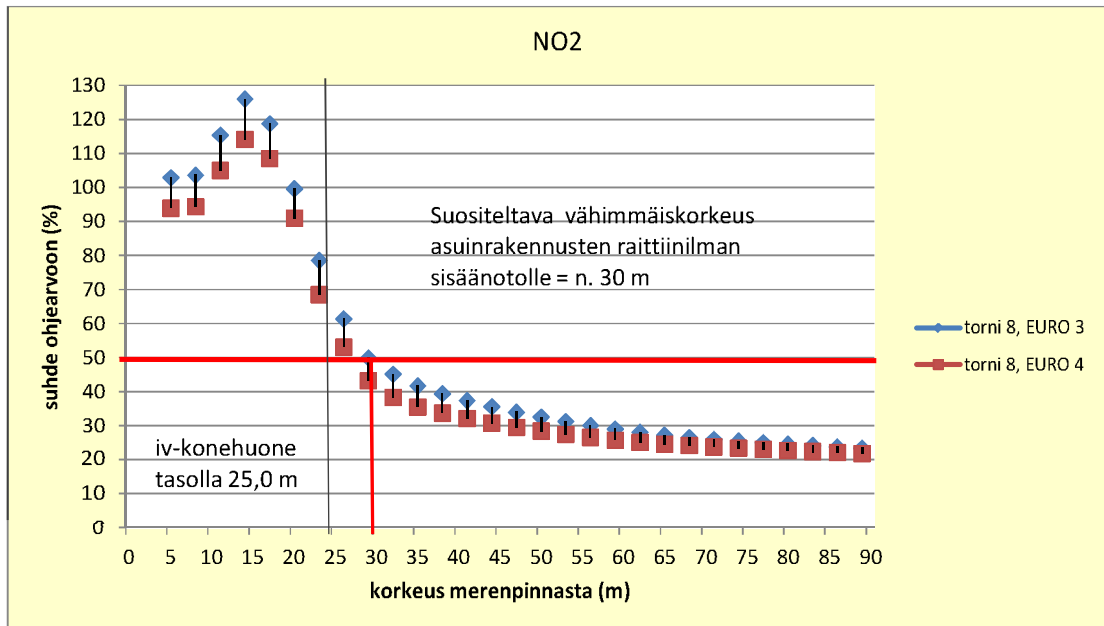
kennusten raittiinilman sisäänoton vähimmäiskorkeudeksi. Kuvaan on myös merkitty korkeus, missä iv-konehuone sijaitsee.



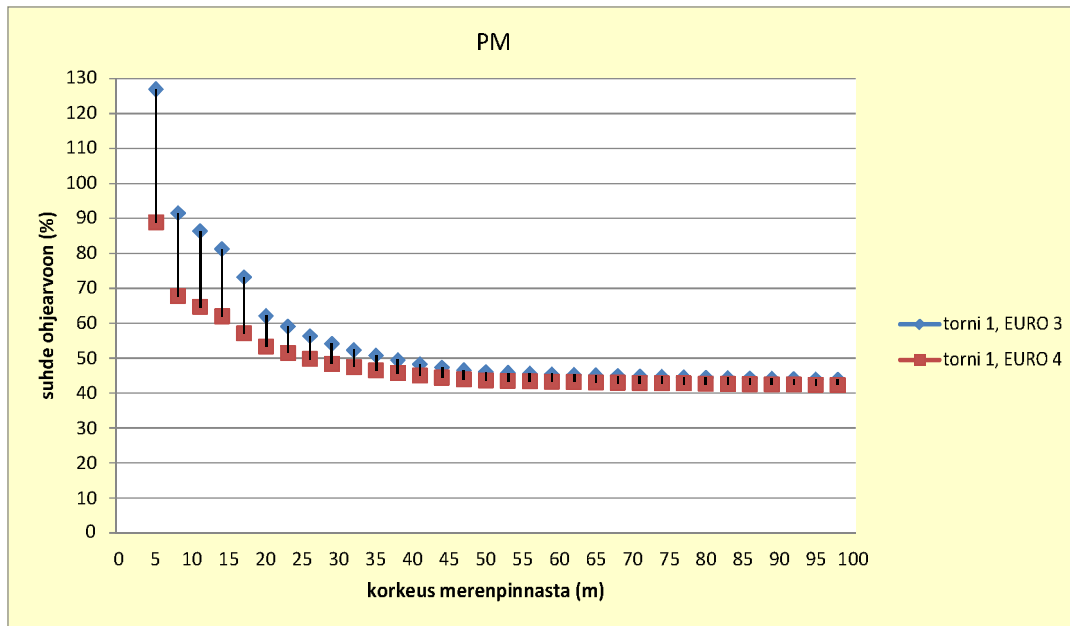
Kuva N. Typpidioksidipitoisuuksien suhde ilmanlaadun vuorokausiohjeeseen tornitalon 5 julkisivun tarkastelupisteissä eri korkeuksilla Euro 3 ja Euro 4 päästökertoimilla laskehtaessa. Vaaka-akselilla on korkeus merenpinnasta ja pystyakselilla on vuorokausiohjeeseen verrannollinen taso. Kuvaan on merkitty punaisella vaakaviivalla taso, jossa korkeimmat vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet olisivat 50 % ohjearvotasosta ja tätä tasoa vastaava korkeus, jota voidaan suositella asuinrakennusten raittiinilman sisäänoton vähimmäiskorkeudeksi. Kuvaan on myös merkitty korkeus, missä iv-konehuone sijaitsee.



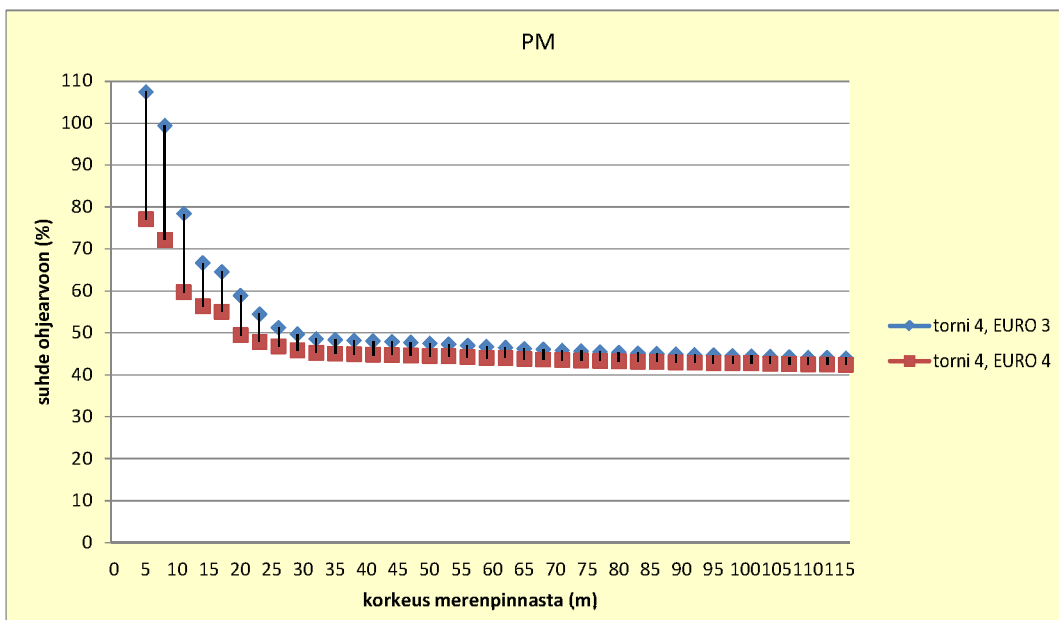
Kuva O. Typpidioksidipitoisuuksien suhde ilmanlaadun vuorokausiohjeeseen tornitalon 6 julkisivun tarkastelupisteissä eri korkeuksilla Euro 3 ja Euro 4 päästökertoimilla laskettaessa. Vaaka-akselilla on korkeus merenpinnasta ja pystyakselilla on vuorokausiohjeeseen verrannollinen taso. Kuvaan on merkitty punaisella vaakaviivalla taso, jossa korkeimmat vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet olisivat 50 % ohjearvotasosta ja tätä tasoa vastaava korkeus, jota voidaan suositella asuinrakennusten raittiinilman sisäänoton vähimmäiskorkeudeksi. Kuvaan on myös merkitty korkeus, missä iv-konehuone sijaitsee.



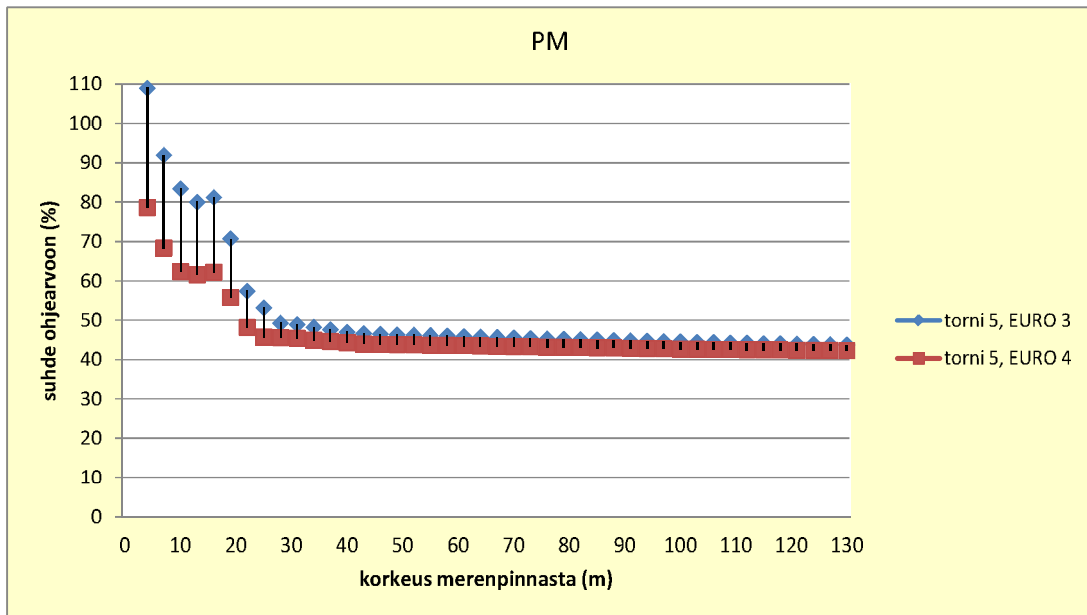
Kuva P. Typpidioksidipitoisuuksien suhde ilmanlaadun vuorokausiohjeeseen tornitalon 8 julkisivun tarkastelupisteissä eri korkeuksilla Euro 3 ja Euro 4 päästökertoimilla laskettaessa. Vaaka-akselilla on korkeus merenpinnasta ja pystyakselilla on vuorokausiohjeeseen verrannollinen taso. Kuvaan on merkitty punaisella vaakaviivalla taso, jossa korkeimmat vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet olisivat 50 % ohjearvotasosta ja tätä tasoa vastaava korkeus, jota voidaan suositella asuinrakennusten raittiinilman sisäänoton vähimmäiskorkeudeksi. Kuvaan on myös merkitty korkeus, missä iv-konehuone sijaitsee.



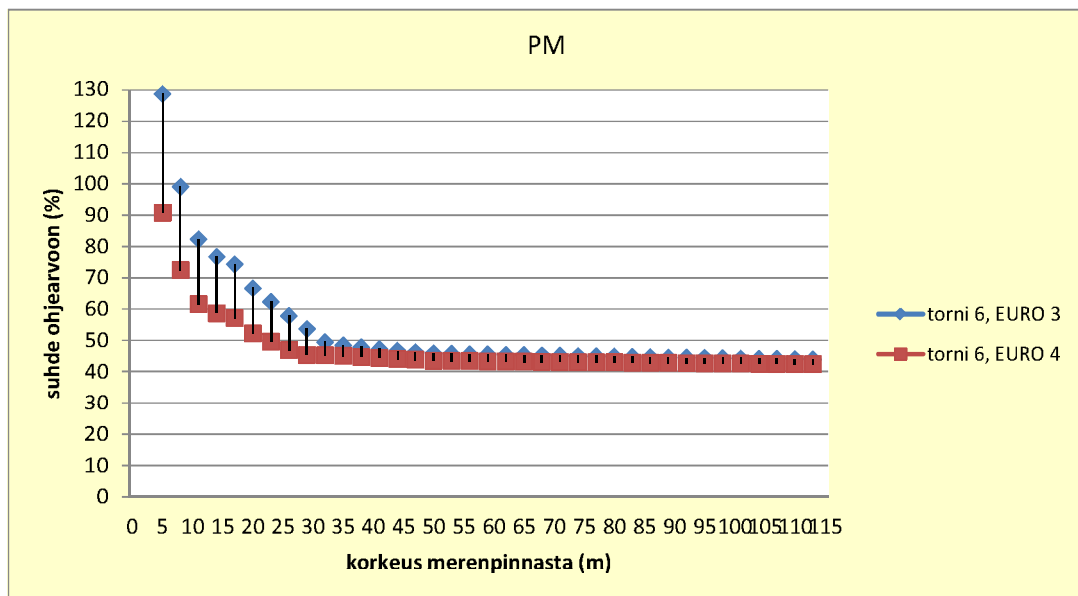
Kuva Q. Hiukkaspitoisuuksien suhde WHO:n suosituksenomaiseen vuorokausiohjeeseen tornitalon 1 julkisivun tarkastelupisteissä eri korkeuksilla Euro 3 ja Euro 4 päästökertoimilla laskettaessa. Vaaka-akselilla on korkeus merenpinnasta ja pystyakselilla on vuorokausiohjeeseen verrannollinen taso.



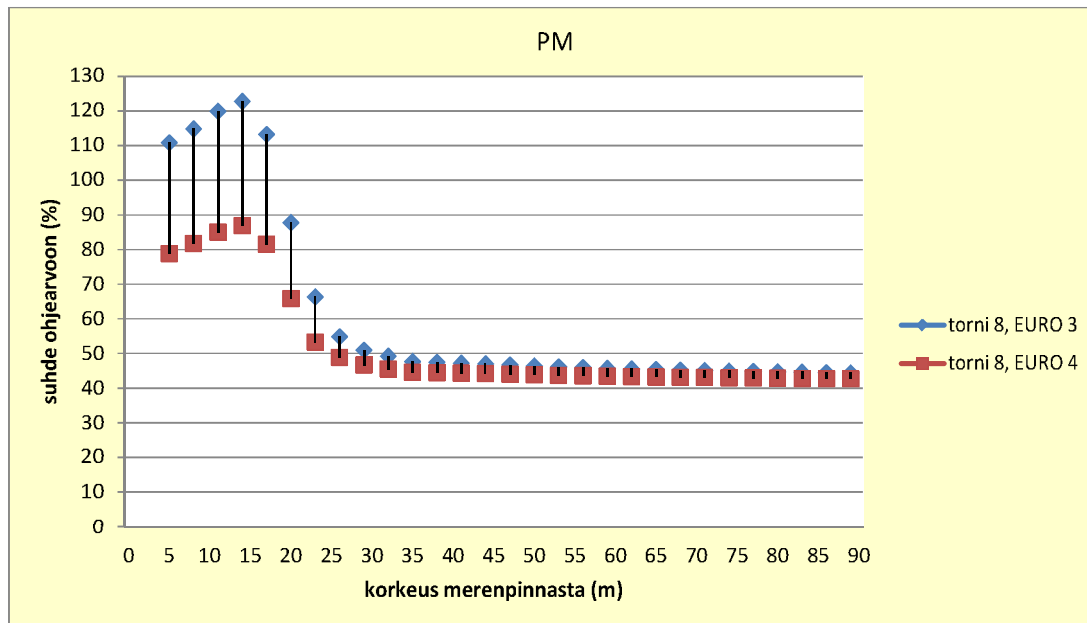
Kuva R. Hiukkaspitoisuuksien suhde WHO:n suosituksenomaiseen vuorokausiohjeeseen tornitalon 4 julkisivun tarkastelupisteissä eri korkeuksilla Euro 3 ja Euro 4 päästökertoimilla laskettaessa. Vaaka-akselilla on korkeus merenpinnasta ja pystyakselilla on vuorokausiohjeeseen verrannollinen taso.



Kuva S. Hiukkaspitoisuuksien suhde WHO:n suosituksenomaiseen vuorokausiohjeeseen tornitalon 5 julkisivun tarkastelupisteissä eri korkeuksilla Euro 3 ja Euro 4 päästökertoimilla laskettaessa. Vaaka-akselilla on korkeus merenpinnasta ja pystyakselilla on vuorokausiohjeeseen verrannollinen taso.



Kuva T. Hiukkaspitoisuuksien suhde WHO:n suosituksenomaiseen vuorokausiohjeeseen tornitalon 6 julkisivun tarkastelupisteissä eri korkeuksilla Euro 3 ja Euro 4 päästökertoimilla laskettaessa. Vaaka-akselilla on korkeus merenpinnasta ja pystyakselilla on vuorokausiohjeeseen verrannollinen taso.



Kuva U. Hiukkaspitoisuuksien suhde WHO:n suosituksenomaiseen vuorokausiohjearvoon tornitalon 8 julkisivun tarkastelupisteissä eri korkeuksilla Euro 3 ja Euro 4 päästökertoimilla laskettaessa. Vaaka-akselilla on korkeus merenpinnasta ja pystyakselilla on vuorokausiohjearvoon verrannollinen taso.

Mallilaskelmien mukaan ainoastaan tornitalon 8 (toimistorakennus) väylän puoleisella julkisivulla korkeuksilla 5–20 metriä merenpinnasta typpidioksidin vuorokausiohjearvo ylittyy. Muiden tarkasteltujen tornitalojen julkisivuilla typpidioksidin ohje- ja raja-arvot eivät ylitä. Hiukkasten osalta WHO:n suosituksenomainen ohjearvo ylittyy Euro 3 skenaariolla tarkasteltujen julkisivujen alimmilla korkeuksilla korkeimmillaan noin 20 metriin saakka. Tyypillisesti liikenteen päästöistä aiheutuvat pitoisuudet laimenevat etäisyyden kasvaessa päästölähteestä, joten todennäköistä on, että tornitalojen viherkannen puoleisilla julkisivuilla pitoisuudet ovat pienemmät kuin väylien puoleisilla julkisivuilla. Tornitalojen 2, 3 ja 7 julkisivuja ei mallilaskelmin tarkasteltu erikseen. Typpidioksidipitoisuudet viherkannen tasolla näiden rakennusten kohdalla eivät ylitä ohje- ja raja-arvoja, myöskään ohje- ja raja-arvot viherkannen puoleisilla julkisivuilla eivät näin ollen ylitä.

Kuviin L–P on merkitty taso, jolla korkeimmat vuorokausiohjearvoon verrannolliset typpidioksidipitoisuudet olisivat 50 % ohjearvotasosta. Mallilaskelmien tulokset huomioon ottaen näitä korkeuksia suositellaan asuinrakennusten raittiin ilman sisäänottojen vähimmäiskorkeuksiksi. Kuviin L–P on merkitty mustalla pystyviivalla suunnitellut ilmanvaihdon konehuoneiden sijainnit. Kaikkien tarkasteltujen tornitalojen niillä julkisivujen korkeuksilla, joilla iv-konehuoneet sijaitsevat, typpidioksidin vuorokausiohjearvo on yli 50 % ohjearvosta molemmilla päästöskenaariolla.

5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä tutkimuksessa arvioitiin leviämislaskelmilla liikenteen suorien päästöjen ja pysäköintilaitoksen hormien kautta vapautuvien päästöjen aiheuttamia typpidioksidin ja pienhiukkasten pitoisuuksia Kalasataman alueelle suunnitellun Itäväylän kattavan viherkannen ympäristössä, kannen tasolla sekä rakennusten julkisivuilla. Suunniteltu Sörnäisten tunneli ja sen päästöt ovat huomioitu laskelmissa. Mallilaskelmat tehtiin kahdelle erilaiselle päästökkenaariolle; autoliikenteen päästöt laskettiin nykytilannetta edustavilla Euro 3 luokkaa vastaavilla päästökertoimilla ja uudempaa ajoneuvokantaa edustavilla Euro 4 luokkaa vastaavilla päästökertoimilla. Leviämismallilaskelmat tehtiin vuoden 2030 liikennejärjestelyjä ja liikennemääräennusteita koskevalle tilanteelle. Mallilaskelmien avulla tarkasteltiin viherkannen erilaisia suunnitteluvaihtoehtoja sekä niiden vaikutuksia alueen ilmanlaatuun. Todennäköinen toteutusvaihtoehto sisältää viherkannen jatkeen tunnelin itäpäässä.

Ilmansaasteiden pitoisuuksien muodostumiseen vaikuttaa päästömäärien lisäksi päästöjen ajallinen vaihtelu ja vallitsevat säätilanteet. Suurimpia pitoisuuksia esiintyy kaupunkialueella useimmiten liikenteen päästöjen vaikutuksesta ruuhka-aikoina. Korkeita pitoisuuksia voi syntyä myös sellaisissa meteorologisissa tilanteissa, joissa päästöjen laimeneminen on heikkoa. Tällaisia voivat olla tyynet säätilanteet tai inversiotilanteet, jolloin ilman pystysuuntainen sekoittuminen on estynyt.

Ilmansaasteiden pitoisuuksia ulkoilmassa säädellään ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoilla. Ilmanlaadun ohjearvot tulisi ottaa huomioon esimerkiksi liikennesuunnittelussa, kaavoituksessa, rakennusten sijoittelussa ja teknisissä ratkaisuissa, jolloin pyritään etukäteen välttämään ihmisten pitkäaikainen altistuminen terveydelle haitallisen korkeille ilmansaasteiden pitoisuuksille. Terveysvaikutusperusteiset ilmanlaadun raja-arvot ovat ohjearvoja sitovampia, eivätkä saa ylittyä alueella, joilla asuu tai oleskelee ihmisiä. Esimerkiksi autoliikenteelle varatuilla väylillä raja-arvot eivät kuitenkaan ole voimassa.

Korkeimmat pitoisuudet muodostuvat viherkannen päätyjen lähelle risteysalueelle tienpinnan tasoon. Mallilaskelmien mukaan ohjearvot ylittyvät tutkimusalueella paikoin myös liikenneväylien ulkopuolella, mutta viherkannen tasolla pitoisuudet ovat selvästi pienempiä kuin tienpinnan tasossa korkeuserosta johtuen. Leviämismallilaskelmien tulosten perusteella voidaan todeta, että viherkannelle suunniteltujen asuinrakennusten asuin- ja oleskelualueilla ohje- ja raja-arvot eivät ylity. Suunnitteluvaihtoehto kannen jatke itäpäässä takaa riittävän hyvän ilmanlaadun niillä viherkannen alueilla, jossa sijaitsee asuinrakennuksia ja joille on suunniteltu oleskelupihoja.

Mallilaskelmien mukaan ainoastaan tornitalon 8 (toimistorakennus) väylän puoleisella julkisivulla korkeuksilla 5–20 metriä merenpinnasta typpidioksidin ohjearvo ylittyy. Muiden tarkasteltujen tornitalojen julkisivuilla typpidioksidin ohje- ja raja-arvot eivät ylity. Hiukkasten osalta WHO:n suosituksenomainen ohjearvo ylittyy Euro 3 skenaarionla tarkasteltujen julkisivujen alimmilla korkeuksilla korkeimmillaan noin 20 metriin saakka. Kuviin L–P on merkitty korkeudet, joita tämän tutkimuksen mallilaskelmien tulokset huomioon ottaen suositellaan asuinrakennusten raittiin ilman sisäänottojoen vähimmäiskorkeuksiksi (30–34 metriä merenpinnan tasosta). Korkeudet on määritelty tasona, jossa korkeimmat typpidioksidin vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet olisivat 50 % ohjearvotasosta.

Pysäköintilaitoksen ilmastointihormien kautta vapautuvien päästöjen vaikutus on varsin pieni katetun katutilan alueella. Riittävän hyvän ilmanlaadun takaamiseksi myös

poikkeuksellisen epäedullisissa meteorologisissa tilanteissa on suositeltavaa, että ilmastointipiiput sijoitettaisiin mahdollisimman etäälle asuinrakennuksista. Mallilaskelmilla ei voida täysin luotettavasti tarkastella rakennusten vaikutusta päästöjen leviämiseen ja laimenemiseen, mikäli hormi on kiinteästi kiinni rakennuksen seinässä, jolloin päästöjen leviäminen yhteen suuntaan on estynyt. On mahdollista, ettei rakennuksessa kiinni olevan hormin päästöille tarjoudu riittävän hyviä laimenemis- ja leviämisolosuhteita jolloin pitoisuudet esim. lähimpien asuinkerrostasojen korkeudella voivat nousta todellisuudessa mallinnettuja pitoisuuksia korkeimmiksi. Tästä johtuen suositeltavaa riittävän hyvän ilmanlaadun takaamiseksi myös poikkeuksellisen epäedullisissa meteorologisissa tilanteissa päästöjen leviämisen kannalta on sijoittaa hormit vähintään 10 metrin etäisyydelle asuinrakennuksista. Poistohormien vähimmäiskorkeudeksi suositellaan noin 3 - 5 metriä riittävien leviämis- ja laimenemisolosuhteiden takaamiseksi. Mallilaskelmat tehtiin oletuksella, että hormien korkeus on 5 metriä.

Katetun katutilan alueelle on tehty tuulisuusselvitys (*Kiviluoma, 2011*), jonka mukaan alueella voi esiintyä tavallista enemmän puuskatuulia korkeista rakennuksista johtuen. Puuskatuulet antavat hyvät edellytykset päästöjen leviämiselle ja laimenemiselle viherkannen alueella.

VIITELUETTELO

Alaviippola, B., Pietarila, H. & Salmi, T., 2009. Ilmanlaadun arviointi Suomessa. Pienhiukkaset (PM_{2,5}). Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut. 23 s. + 5 liites.

Hannuniemi, H. ja Lappi, S., 2010. Kalasataman kaava-alueelle suunnitellun katetun katutilan liikenteen ilmanlaatuvaikutukset. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut. 21 s. + 5 liites.

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

Kiviluoma, R., 2011. Kalasataman keskuksen tuulisuus. WSP Finland Oy.

Laurikko, J. 1998. On exhaust from petrol-fuelled passenger cars at low ambient temperatures. VTT julkaisu 348. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Espoo.

Mäkelä, K., Laurikko, J. & Kanner, H., 2009. Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöt. LIISA 2009 laskentajärjestelmä. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Tutkimusraportti VTT-R-08700-09.

Pietarila, H., Salmi, T., Saari H. & Pesonen, R., 2001. Ilmanlaadun alustava arviointi Suomessa. Rikkidioksidi, typen oksidit, PM₁₀ ja lyijy. The preliminary assessment under the EC air quality directives in Finland. SO₂, NO₂/NO_x PM₁₀, lead. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun tutkimus.

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

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

Vna 38/2011. Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta. Annettu 20.1.2011.

World Health Organization (WHO), 2006. WHO air quality guidelines. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide. Global update 2005. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe.
http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair_agq/en/

2008/50/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi ilmanlaadusta ja sen parantamisesta. Annettu 21.5.2008.

LIITEKUVAT

Seuraavissa karttakuvissa 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.

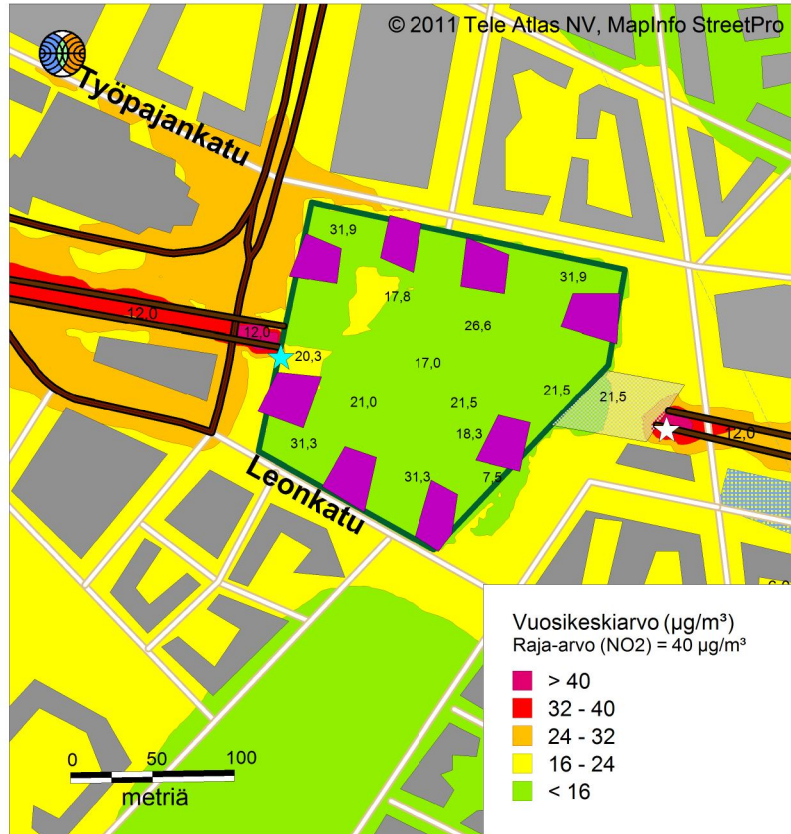
Pitoisuuksien aluejakauksissa esiintyy kohonneiden pitoisuuksien kielekkeitä, joiden sijaintiin vaikuttaa varsinkin tuulen pysyvyys pitkällä tarkastelujaksolla tietyssä ilman-suunnassa. Maanpinnan muodot voivat aiheuttaa aluejakauksiin erillisiä suppeita alueita, joissa pitoisuudet ovat joko korkeampia tai matalampia kuin lähiympäristössä.

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.

KALASATAMA - VIHHERKANSI Itäpäädyssä kannen jatke

EURO 3

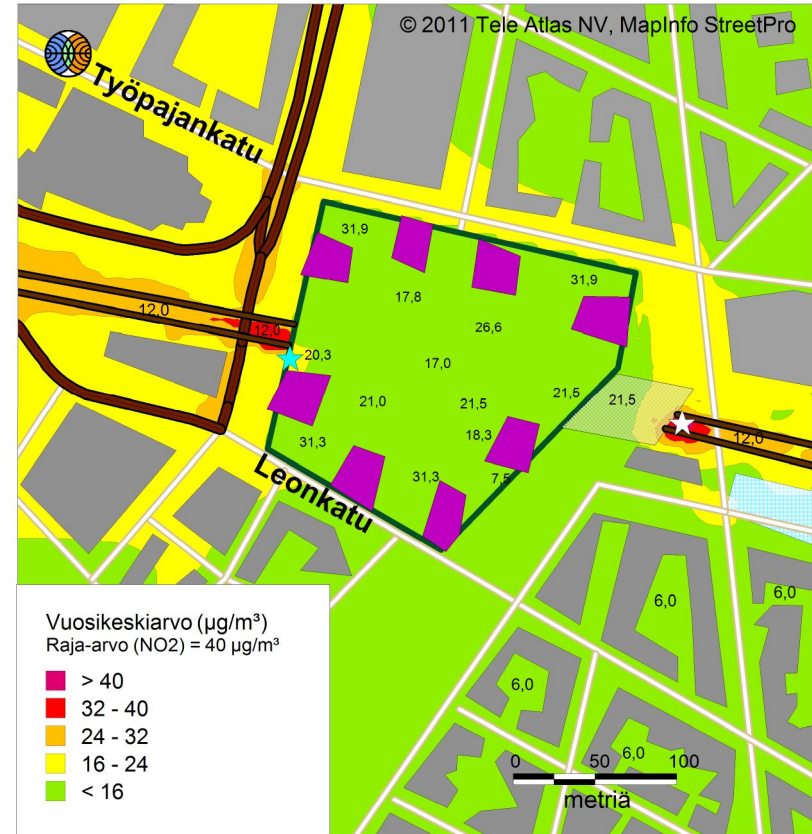
EURO 4



Ilmatieteen laitos 2011

☆ = maksimi = 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

★ = viherkannen maksimi = 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Ilmatieteen laitos 2011

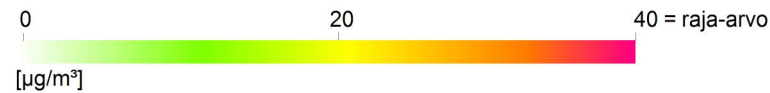
■ = tornitalo

■ = kannen jatke

☆ = maksimi = 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

★ = viherkannen maksimi = 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

— = viherkannen ääriiviat

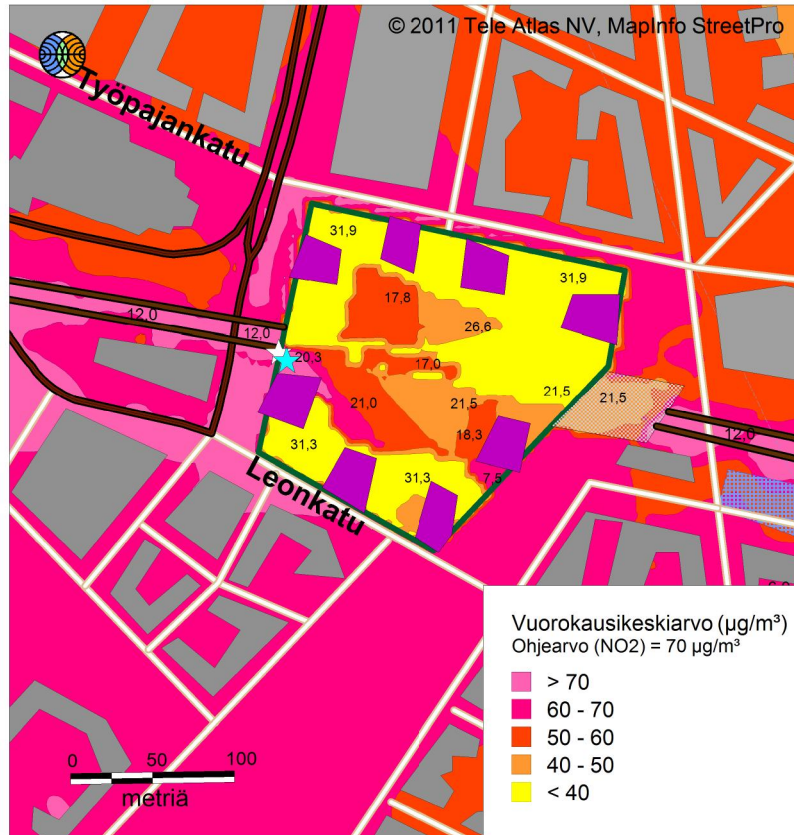


Kuva 1. Typpidioksidipitoisuuden korkein vuosikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Laskelmat on tehty vuoden 2030 liikennemääräennusteella ja Euro 3 sekä Euro 4 päästökertoimilla. Poikkeavat laskentakorkeudet on merkitty kuviin.

KALASATAMA - VIHHERKANSI Itäpäädyssä kannen jatke

EURO 3

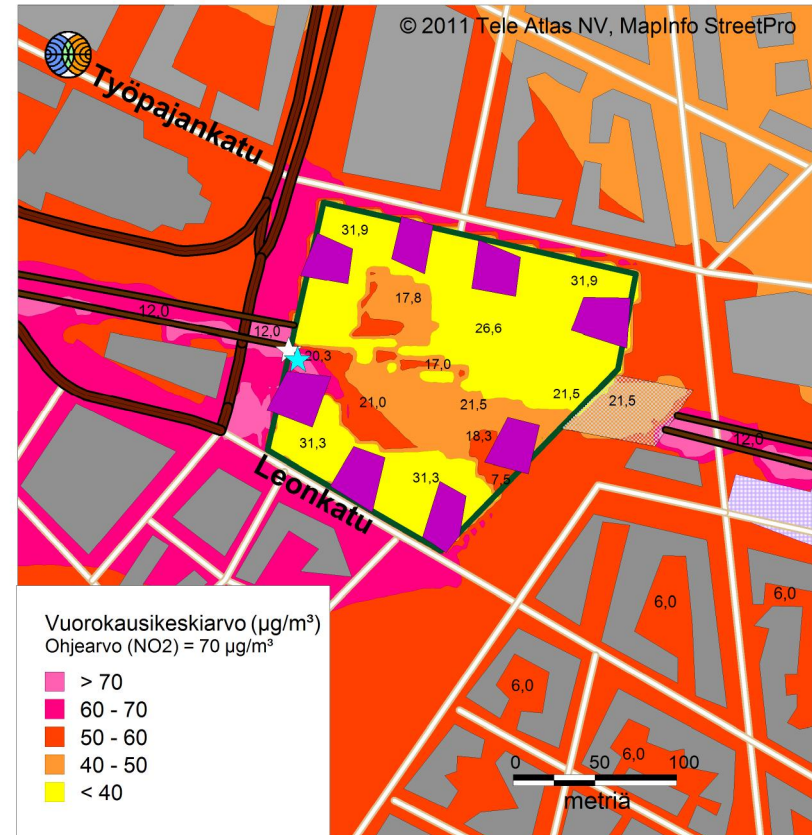
EURO 4



Ilmatieteen laitos 2011

☆ = maksimi = $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$

★ = viherkannen maksimi = $82 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Ilmatieteen laitos 2011

☆ = maksimi = $128 \mu\text{g}/\text{m}^3$

★ = viherkannen maksimi = $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$

— = viherkannen ääriiviivat

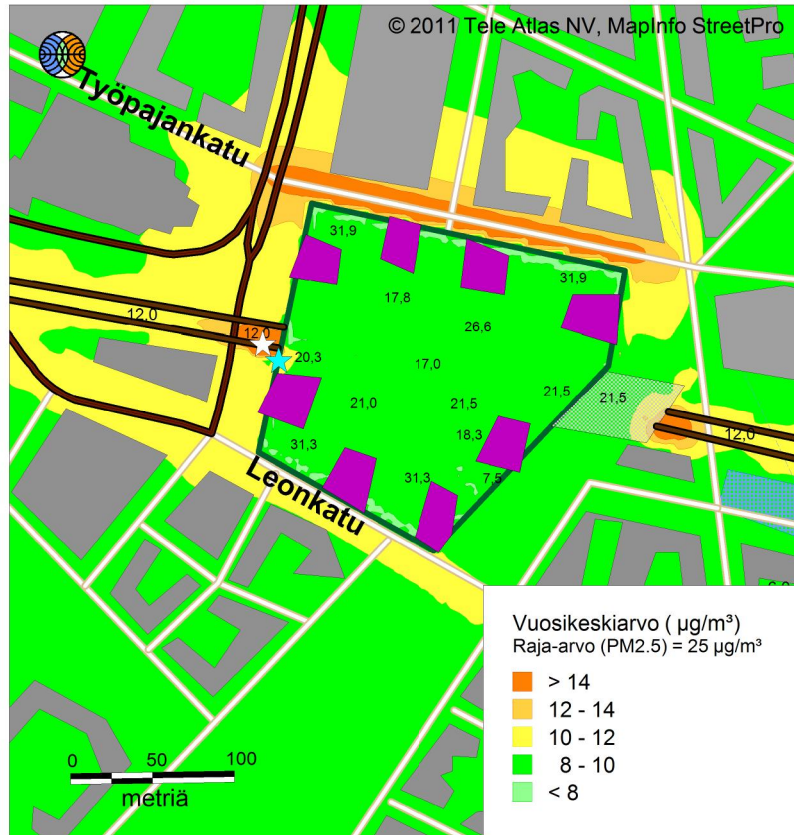


Kuva 2. Typpidioksidipitoisuuden korkein vuorokausikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Laskelmat on tehty vuoden 2030 liikennemääräennusteella ja Euro 3 sekä Euro 4 päästökertoimilla. Poikkeavat laskentakorkeudet on merkitty kuviin.

KALASATAMA - VIHHERKANSI Itäpäädyssä kannen jatke

EURO 3

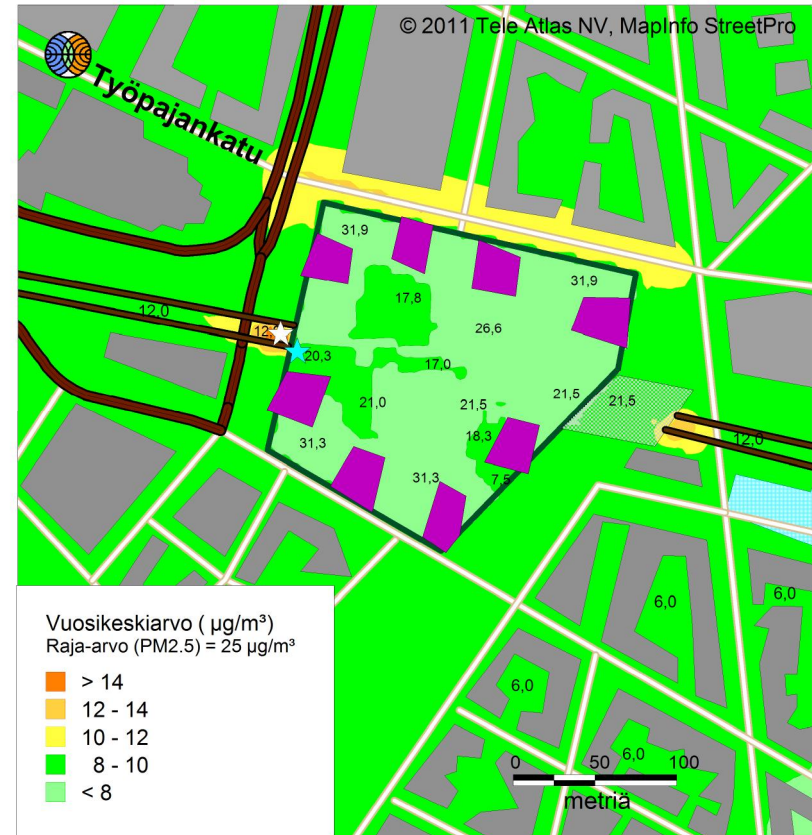
EURO 4



Ilmatieteen laitos 2011

☆ = maksimi = $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$

★ = viherkannen maksimi = $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Ilmatieteen laitos 2011

☆ = maksimi = $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$

★ = viherkannen maksimi = $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

— = viherkannen ääriiviivat



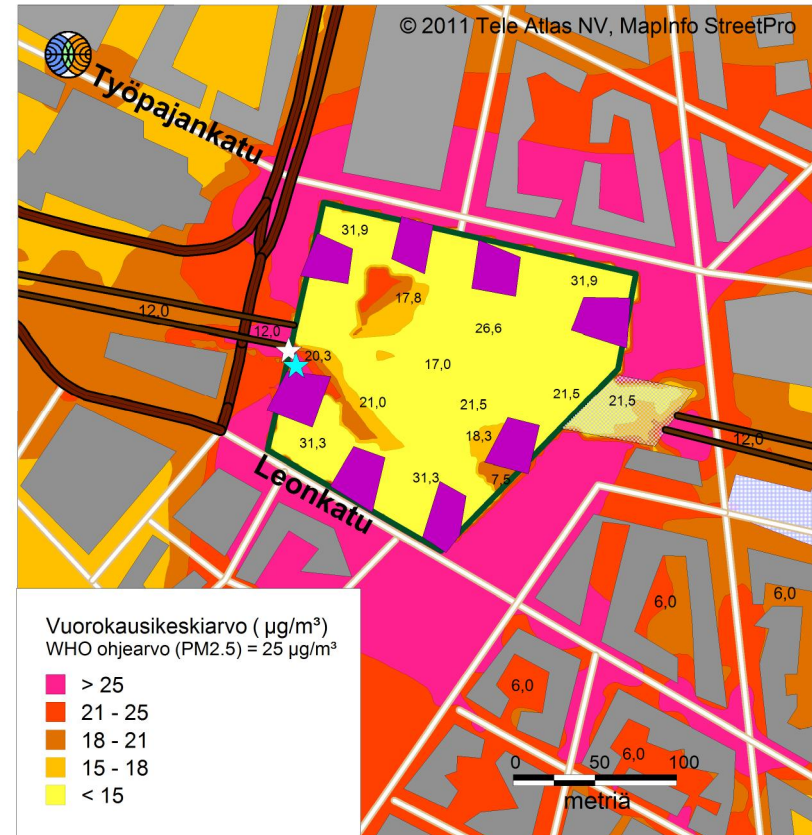
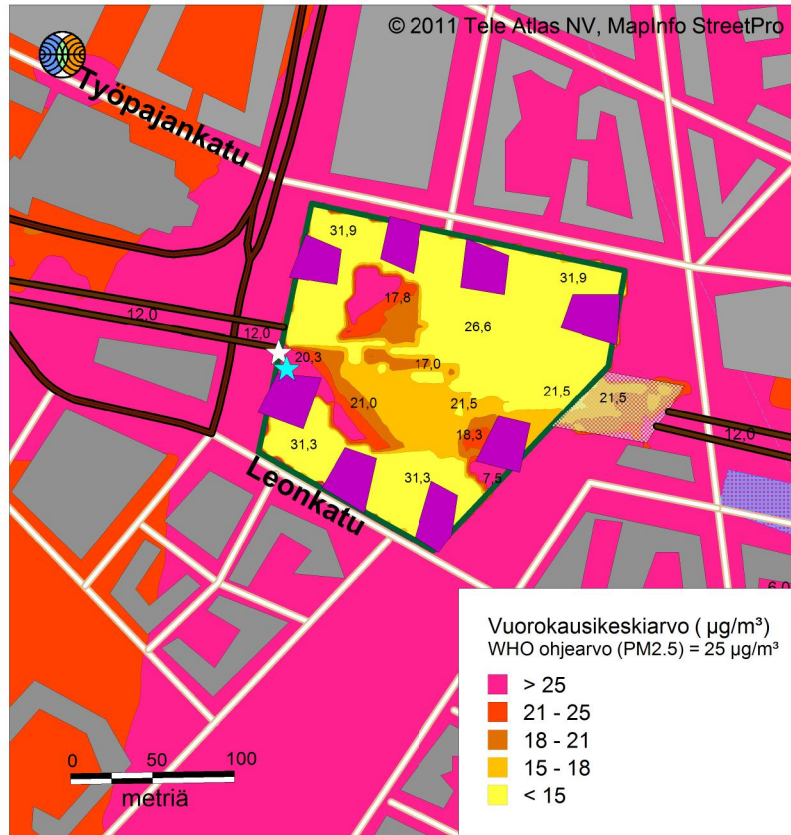
Kuva 3. Hiukkaspitoisuuden korkein vuosikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Laskelmat on tehty vuoden 2030 liikennemääräennusteella ja Euro 3 sekä Euro 4 päästökertoimilla. Poikkeavat laskentakorkeudet on merkitty kuviin.

KALASATAMA - VIHHERKANSI

Itäpäädyssä kannen jatke

EURO 3

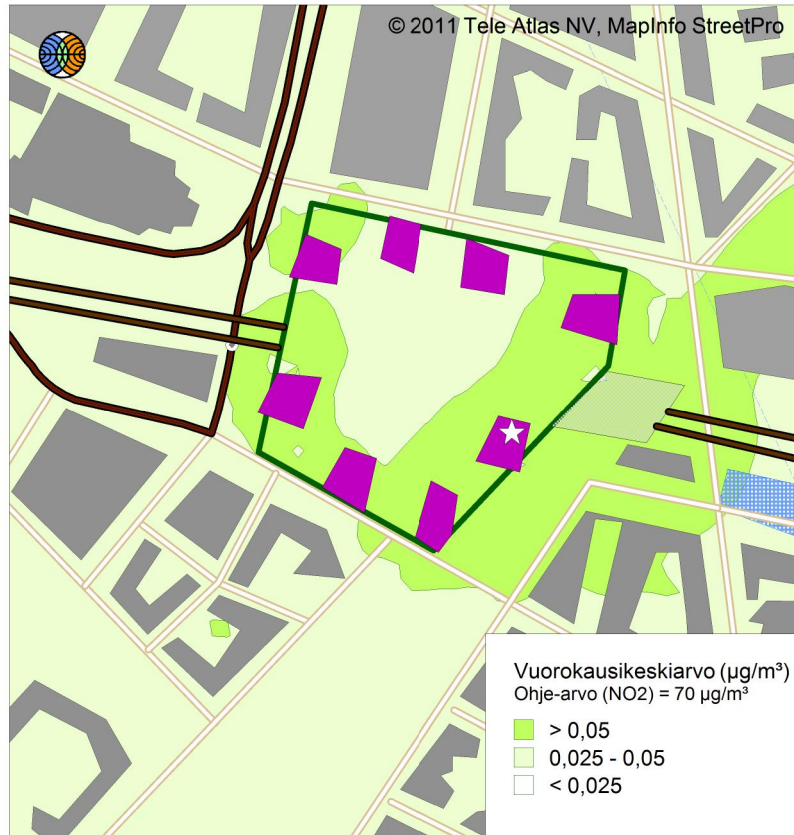
EURO 4



Kuva 4. Hiukkaspitoisuuden korkein vuorokausikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Laskelmat on tehty vuoden 2030 liikennemääräennusteella ja Euro 3 sekä Euro 4 päästökertoimilla. Poikkeavat laskentakorkeudet on merkitty kuviin.

KALASATAMA - VIHHERKANSI Pysäköintilaitos

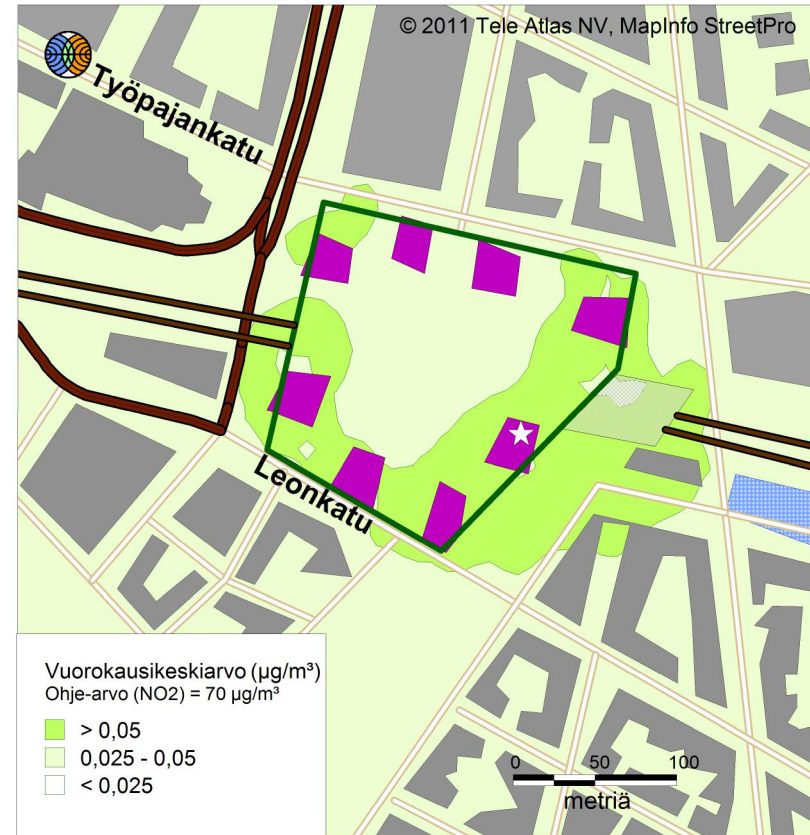
EURO 3



Ilmatieteen laitos 2011

☆ = maksimi = 0,22 µg/m³
— = viherkannen ääriiviivat

EURO 4



Ilmatieteen laitos 2011

☆ = maksimi = 0,19 µg/m³
■ = tornitalo



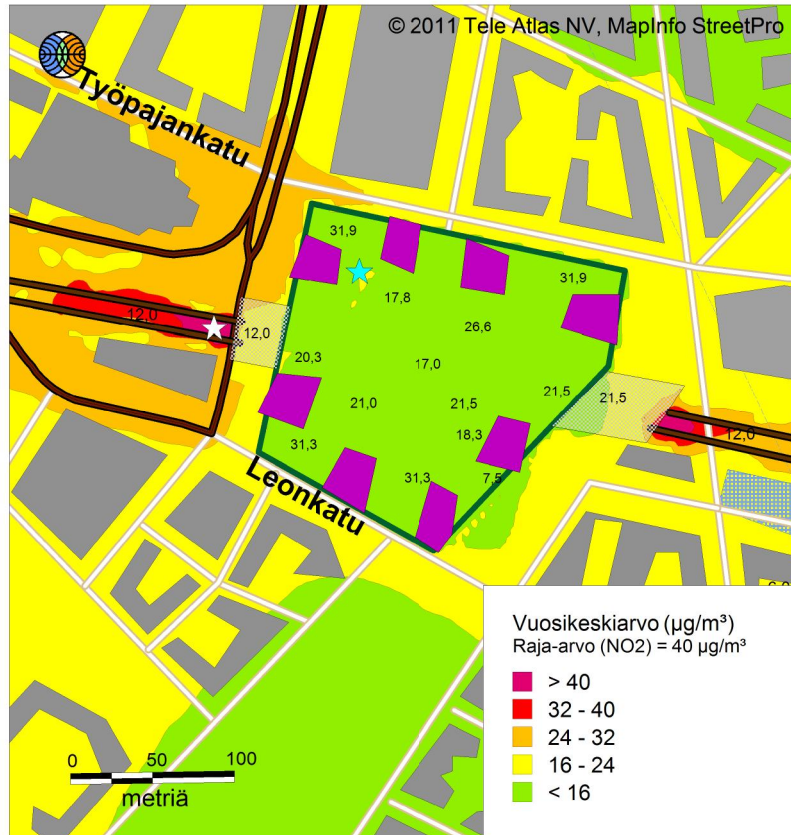
Kuva 5. Typpidioksidipitoisuuden korkein vuorokausikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), kun mukana on vain pysäköintilaitoksen päästöt Euro 3 ja Euro 4 päästökertoimilla laskettuna.

KALASATAMA - VIHHERKANSI

Molemmissa päädyissä kannen jatkeet

EURO 3

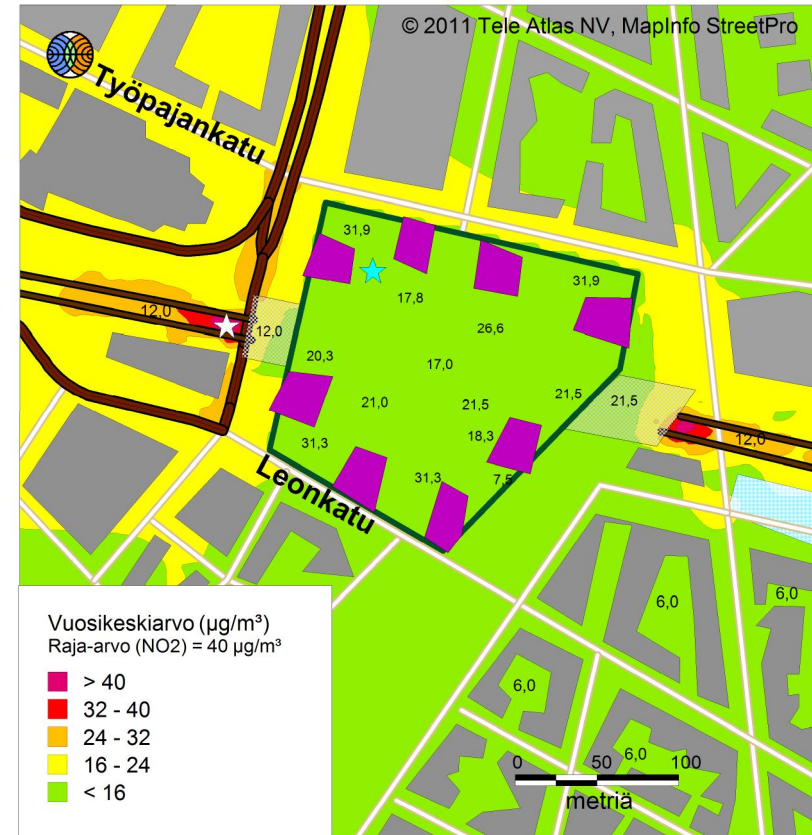
EURO 4



Ilmatieteen laitos 2011

☆ = maksimi = 53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

★ = viherkannen maksimi = 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Ilmatieteen laitos 2011

☆ = maksimi = 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

★ = viherkannen maksimi = 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

■ = tornitalo

■ = kannen jatke

— = viherkannen ääriiviat



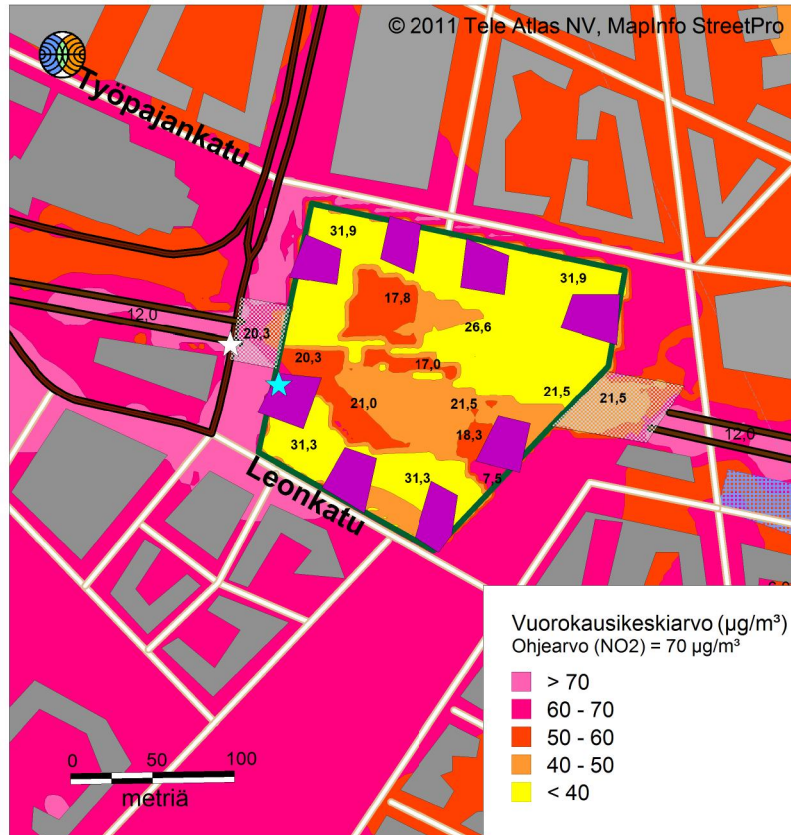
Kuva 6. Typpidioksidipitoisuuden korkein vuosikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Laskelmat on tehty vuoden 2030 liikennemääräennusteella ja Euro 3 sekä Euro 4 päästökertoimilla. Poikkeavat laskentakorkeudet on merkitty kuviin. Viherkannen molemmissa päädyissä on kannen jatkeet.

KALASATAMA - VIHHERKANSI

Molemmissa päädyissä kannen jatke

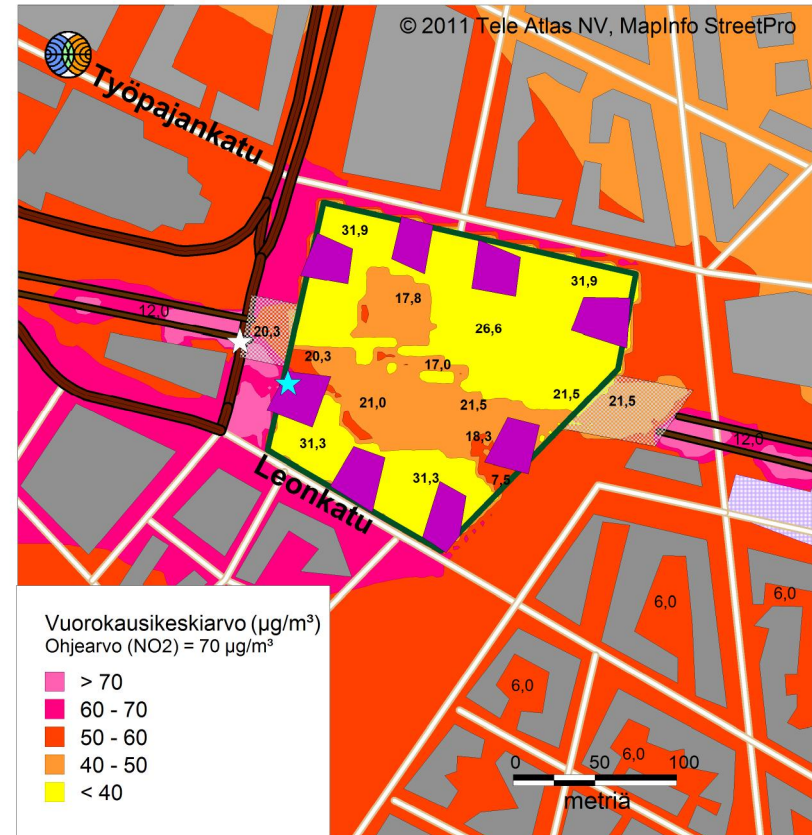
EURO 3

EURO 4



Ilmatieteen laitos 2011

☆ = maksimi = $165 \mu\text{g}/\text{m}^3$
★ = viherkannen maksimi = $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Ilmatieteen laitos 2011

☆ = maksimi = $145 \mu\text{g}/\text{m}^3$
★ = viherkannen maksimi = $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$
— = viherkannen ääriiviat



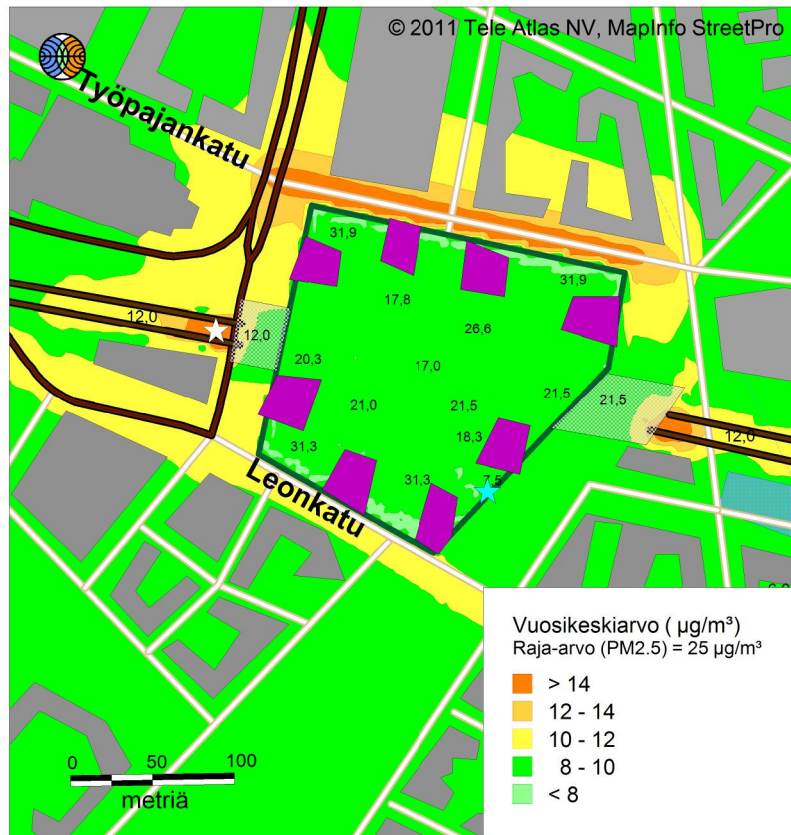
Kuva 7. Typpidioksidipitoisuuden korkein vuorokausikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Laskelmat on tehty vuoden 2030 liikennemääräennusteella ja Euro 3 sekä Euro 4 päästökertoimilla. Poikkeavat laskentakorkeudet on merkitty kuviin. Viherkannen molemmissa päädyissä on kannen jatkeet.

KALASATAMA - VIHHERKANSI

Molemmissa päädyissä kannen jatke

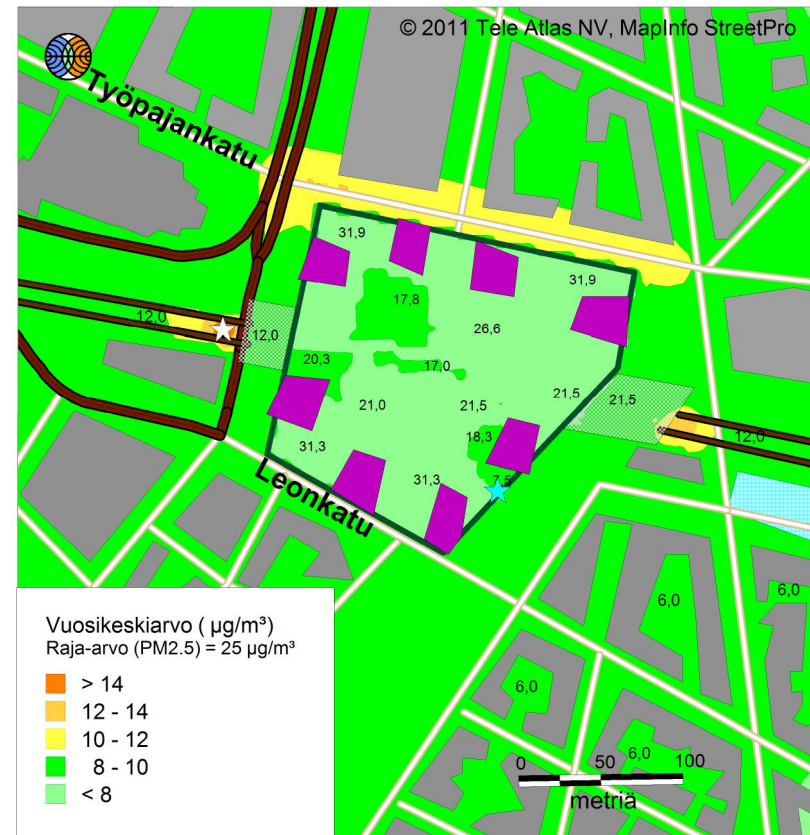
EURO 3

EURO 4



Ilmatieteen laitos 2011

☆ = maksimi = $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$
★ = viherkannen maksimi = $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Ilmatieteen laitos 2011

☆ = maksimi = $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$
★ = viherkannen maksimi = $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$
■ = tornitalo
▨ = kannen jatke
— = viherkannen ääriiviivat



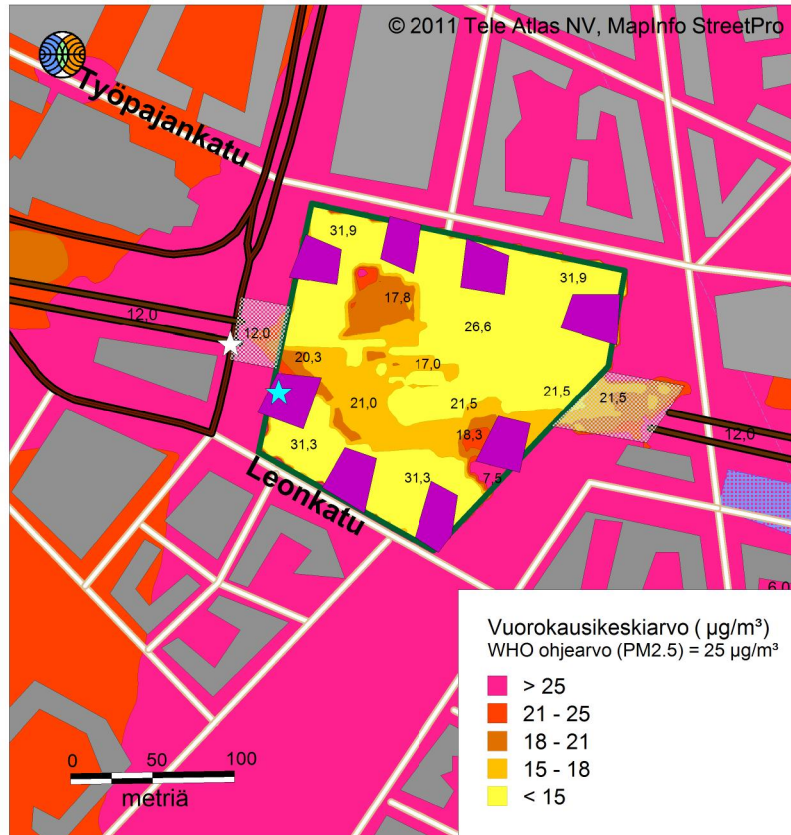
Kuva 8. Hiukkaspitoisuuden korkein vuosikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Laskelmat on tehty vuoden 2030 liikennemääräennusteella ja Euro 3 sekä Euro 4 päästökertoimilla. Poikkeavat laskentakorkeudet on merkitty kuviin. Viherkannen molemmissa päädyissä on kannen jatkeet.

KALASATAMA - VIHHERKANSI

Molemmissa päädyissä kannen jatke

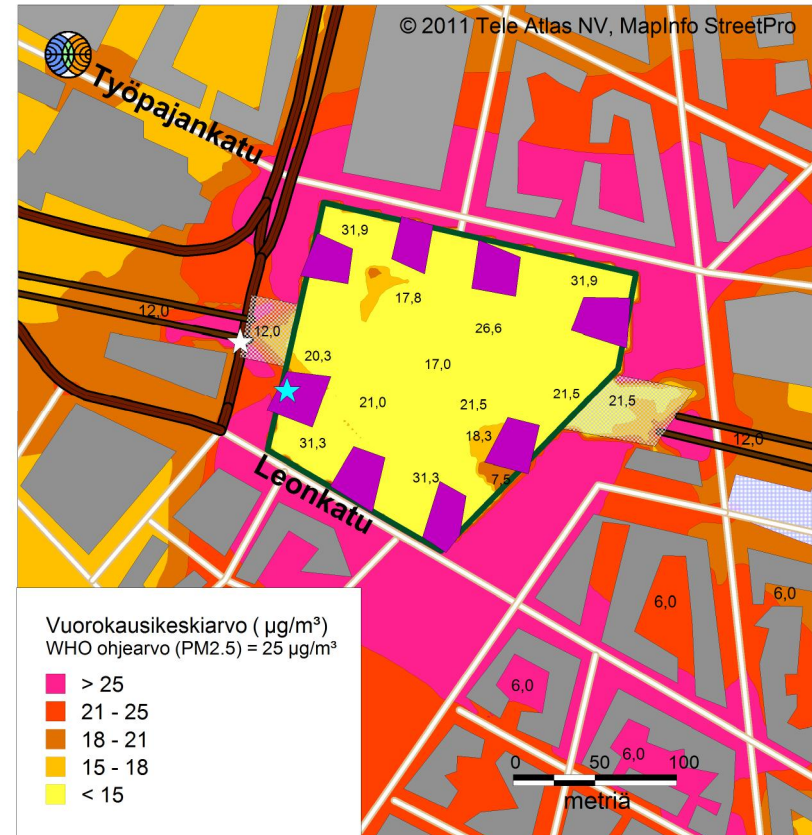
EURO 3

EURO 4



Ilmatieteen laitos 2011

☆ = maksimi = $105 \mu\text{g}/\text{m}^3$
★ = viherkannen maksimi = $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$




Ilmatieteen laitos 2011

☆ = maksimi = $67 \mu\text{g}/\text{m}^3$
★ = viherkannen maksimi = $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$
— = viherkannen ääriiviivat



Kuva 9. Hiukkaspitoisuuden korkein vuorokausikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Laskelmat on tehty vuoden 2030 liikennemääräennusteella ja Euro 3 sekä Euro 4 päästökertoimilla. Poikkeavat laskentakorkeudet on merkitty kuviin. Viherkannen molemmissa päädyissä on kannen jatke.



Ilmatieteen laitos
Erik Palménin aukio 1
PL 503, 00101 Helsinki
Puh. (09) 19291
ilmatieteenlaitos.fi

KALASATAMAN KESKUS, ASEMAKAAVAN nro 12070 SELVITYKSET:

- 1 Kalasataman keskuksen toteutussopimus
- 2 Kalasataman keskuksen kaupallinen selvitys
- 3 Korkea rakentaminen Helsingissä
- 4 Kalasataman keskuksen vaikutukset kaupunkikuvaan, maisemaan ja kulttuuriympäristöön
- 5 Kalasataman keskuksen varjostusselvitys
- 6 Kalasataman joukkoliikenneselvitys 2011
- 7 Kalasataman korkeiden rakennusten vaikutukset lintuihin, erityisesti Vanhankaupunginlahden Natura-alueen linnustoon
- 8 Kalasataman keskuksen palotekninen suunnitelma kaavoituksen tarpeisiin
- 9 Kalasataman keskuksen tuulisuusselvitys
- 10 Kalasataman keskuksen sosiaali- ja terveysaseman tärinä- ja runkomeluselvelyt
- 11 Kalasataman keskuksen asemakaavan meluselvelyt
- 12 Kalasataman kaava-alueelle suunnitellun viherkannan ympäristön liikenteen ja pysäköintilaitoksen ilmanlaatuvaikutukset
- 13 Helsingin Energian Hanasaaren B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen päästöjen leviämismalliselvelyt
- 14 Kalasataman keskuksen toteutuksen kestävä kehittäminen
- 15 Kalasataman keskus - Ekotehokkuuden arviointi
- 16 Kalasataman keskus, Maaperän kunnostuksen yleissuunnitelma
- 17 Kalasataman keskus, Maaperän kunnostussuunnitelman täydennys
- 18 Kalasataman keskus, Pohjaveden tila, raportti 1





13

Helsingin Energian Hanasaaren B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen päästöjen leviämismalliselvitys

KALASATAMAN KESKUS
Asemakaavan muutoksen nro 12070 selvitys



KALASATAMAN KESKUS
Asemakaavan muutoksen nro 12070 selvitys

13

**Helsingin Energian Hanasaaren B-voimalaitoksen ja
huippulämpökeskuksen päästöjen leviämismalliselvitys**

**HELSINGIN ENERGIAN HANASAARI B-VOIMALAITOKSEN JA
HUIPPULÄMPÖKESKUKSEN PÄÄSTÖJEN
LEVIÄMISMALLISELVITYS JA VAIKUTUKSET KALASATAMAN
KESKUKSEN ALUEELLE**

**Emmi Laukkanen
Hanna Hannuniemi
Katja Lovén**

**ILMATIETEEN LAITOS – ILMANLAADUN ASiantuntijapalvelut
Helsinki 3.11.2011**

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	3
2	TAUSTAA ILMANLAADUSTA	3
2.1	Ilmanlaatuun vaikuttavat tekijät	3
2.2	Rikkidioksidi	4
2.3	Typpidioksidi	4
2.4	Hiukkaset	5
2.5	Ilmanlaadun raja-arvot ja ohjearvot	6
3	MENETELMÄT	8
3.1	Leviämismallilaskelmien kuvaus	8
3.2	Hanasaari B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen toiminnan kuvaus. 10	
3.3	Leviämismallilaskelmien lähtötiedot	11
4	TULOKSET	16
4.1	Hanasaari B-voimalaitos ja huippulämpökeskus	16
4.1.1	Rikkidioksidipitoisuudet	16
4.1.2	Typpidioksidipitoisuudet	19
4.1.3	Hiukkaspitoisuudet	21
4.2	Huippulämpökeskus	24
4.2.1	Rikkidioksidipitoisuudet	24
4.2.2	Typpidioksidipitoisuudet	26
4.2.3	Hiukkaspitoisuudet	28
5	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	30
	VIITELUETTELO	31
	LIITEKUVAT	

1 JOHDANTO

Tässä työssä selvitettiin leviämismallilaskelmilla Helsingin Energian Hanasaari B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen päästöjen ilmanlaatuvaikutuksia Kalastaman keskuksen alueelle. Työssä tarkasteltiin rikkidioksidin (SO₂), typpidioksidin (NO₂) ja hiukkasten (PM) pitoisuuksia erityisesti Kalastaman alueelle suunniteltavien tornitalojen kattotasanteilla, viherkannen tasolla sekä maanpintatasossa. Mallilaskelmilla tarkasteltiin laitosten yhteiskäytön sekä erillisenä huippulämpökeskuksen päästöjen ilmanlaatuvaikutuksia. Leviämismallinnuksen tuloksena saatuja pitoisuuksia verrattiin ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin.

Työn tilasi Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto. Hanasaari B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen toiminnan kuvauksen ja leviämismallilaskelmissa tarvittavat voimalaitoksen päästöihin ja teknisiin tietoihin liittyvät lähtötiedot toimitti Helsingin Energia. Leviämismallilaskelmat ja asiantuntija-arvion teki Ilmatieteen laitoksen Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut.

2 TAUSTAA ILMANLAADUSTA

2.1 Ilmanlaatuun vaikuttavat tekijät

Ilmanlaatua heikentävien ilmansaasteiden suurimpia päästölähteitä Suomessa ovat liikenne, energiantuotanto, teollisuus ja talojen lämmitys. Ilmansaasteita kulkeutuu Suomeen myös kaukokulkeumana 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 sekä muiden ilmassa olevien yhdisteiden kanssa muodostaen uusia yhdisteitä. Ilmansaasteet poistuvat ilmasta sateen huuhtomina, kuivalaskeumana erilaisille pinnoille tai kemiallisen muutunnan kautta.

Ilmansaasteiden leviäminen tapahtuu pääosin ilmakehän alimmassa osassa, rajakerroksessa. Sen korkeus on Suomessa tyypillisesti alle kilometri, mutta varsinkin 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 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 nope-

asti. 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 taajamissa etenkin liikenne-ruuhkien aikana, koska ilmansaasteet kerääntyvät matalaan ilmakerrokseen päästölähteiden lähelle.

2.2 Rikkidioksidi

Ulkoilman rikkidioksidipitoisuudet ovat nykyisin alhaisella tasolla Suomessa. Rikkidioksidipäästöjen voimakkaan vähenemisen 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 häiriöpäästötilanteissa. Puhtailla tausta-alueilla rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot ovat olleet noin 1–2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.3 Typpidioksidi

Typhen yhdisteitä vapautuu päästölähteistä ilmaan typhen oksideina eli typpimonoksidina (NO) ja typpidioksidina (NO₂). Typpidioksidin pitoisuus on kaupunki-ilmassa yleensä pienempi kuin typpimonoksidin pitoisuus. Näistä yhdisteistä terveysvaikutuksiltaan haitallisempaa on typpidioksidi, jonka pitoisuuksia ulkoilmassa säädellään ilmanlaadun ohjearvoilla 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 autoliikenne, 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.

Typpidioksidipitoisuuden raja-arvot voivat nykyisin ylittyä suurimpien kaupunkien vilkkaasti liikennöityjen väylien ja risteyksien läheisyydessä. Korkeimmillaan vuosikeskiarvot ovat olleet ilmanlaadun mittausten mukaan Helsingin vilkasliikenteisimmillä alueilla noin 40–50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (YTV, 2008). Yleensä Suomen kaupungeissa vuosikeskiarvot ovat noin 20–30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ilmatieteen laitoksen puhtailla tausta-alueilla tehtyjen ilmanlaa-

tumittausten mukaan typpidioksidin vuosikeskiarvot ovat olleet Etelä-Suomessa noin 2–8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Pohjois-Suomessa noin 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Pietarila ym. 2001).

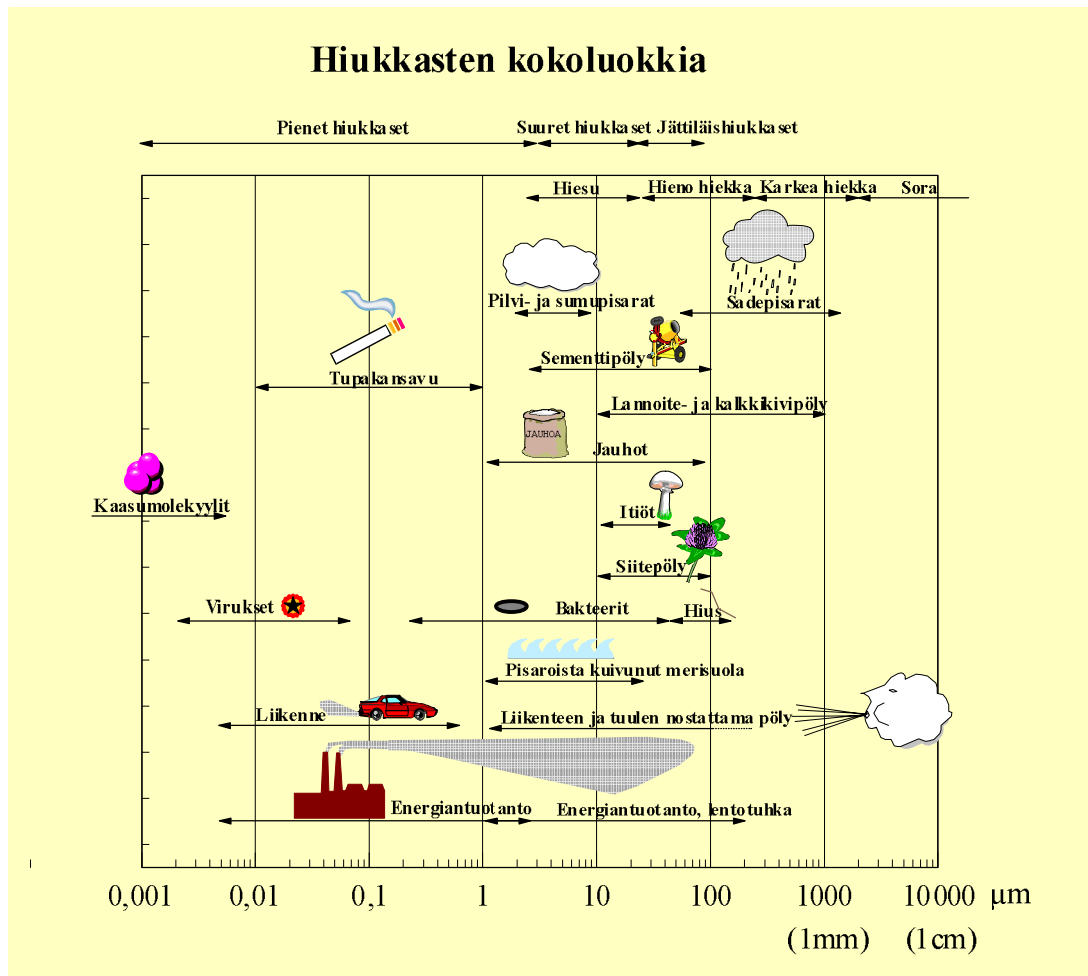
2.4 Hiukkaset

Ulkoilman hiukkaset ovat nykyisin merkittävimpiä ilmanlaatuun vaikuttavia tekijöitä Suomen kaupungeissa. Pienhiukkasia pidetään länsimaissa haitallisimpana ympäristötekijänä ihmisten terveydelle. Ulkoilman hiukkaset ovat taajamissa suurelta osin peräisin liikenteen ja tuulen nostattamasta katupölystä eli epäsuorista päästöistä. Hiukkaspitoisuuksia kohottavat myös suorat hiukkaspäästöt, jotka ovat peräisin energiantuotannon ja teollisuuden prosesseista, autojen pakokaasuista ja puun pienpoltosta. Suorat hiukkaspäästöt ovat pääasiassa pieniä hiukkasia. 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 likaantumista. Terveysvaikutuksiltaan haitallisempia ovat ns. hengitettävät hiukkaset ja pienhiukkaset, jotka kykenevät tunkeutumaan syväälle ihmisten hengitysteihin. Hengitettävillä hiukkasilla, 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 ja kaukokulkeumasta, jonka lähde voi olla esimerkiksi metsä- ja maastopalot. Hiukkasten kokoluokkia on havainnollistettu kuvassa A.

Suurimmat hiukkaspitoisuudet esiintyvät vilkkaasti liikennöidyissä kaupunkikeskustoissa. Suomessa hiukkaspitoisuudet kohoavat yleensä voimakkaasti keväällä maaliskuuhuhtikuussa, kun maanpinnan kuivuessa tuuli ja liikenne nostattavat katupölyä ilmaan. Liikenteen vaikutukset korostuvat matalan päästökorkeuden vuoksi. Hengitettävillä hiukkasilla annettu vuorokausiohje-arvo ylittyy keväisin yleisesti Suomen kaupungeissa. Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudelle annettu raja-arvo on sen sijaan ylittynyt viime vuosina vain Helsingin keskustassa.

Maamme suurimpien kaupunkien keskusta-alueilla on mitattu useina vuosina yli 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$:n hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvoja. Hengitettävien hiukkasten vuosipitoisuudelle annettu raja-arvo 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ on kuitenkin alittunut Suomessa. Pienempien kaupunkien keskusta-alueilla hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvot voivat ylittää 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja kaupunkien keskusta-alueiden ulkopuolella pitoisuudet ovat olleet yli 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Pietarila ym., 2001). Puhtailla tausta-alueilla hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvopitoisuudet ovat olleet Etelä-Suomessa noin 10–12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Pohjois-Suomessa noin 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



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

2.5 Ilmanlaadun raja-arvot ja ohjearvot

Leviämismallilaskelmilla tai ilmanlaadun mittauksilla saatuja pitoisuuksia voidaan arvioida vertaamalla niitä ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin. EU-maissa voimassa olevat raja-arvot 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 ohjearvot eivät ole yhtä sitovia kuin raja-arvot, mutta niitä käytetään esimerkiksi kaupunkisuunnittelun tukena ja ilman pilaantumisen vaaraa aiheuttavien toimintojen sijoittamisessa. Tavoitteena on ennalta ehkäistä ohjearvojen ylittyminen sekä taata hyvän ilmanlaadun säilyminen.

Raja-arvot määrittelevät ilmansaasteille sallitut korkeimmat pitoisuudet. Raja-arvoilla pyritään vähentämään tai ehkäisemään terveydelle ja ympäristölle haitallisia vaikutuksia. Raja-arvon numeroarvon ylityksistä on viipymättä tiedotettava väestölle. Tietojen saatavuudesta vastaa ensisijaisesti tiedon tuottaja, kuten ilmanlaadun mittauksista vastaava kunta, toiminnanharjoittaja tai Ilmatieteen laitos. Jos raja-arvo ylittyy tai on vaarassa ylittyä, on kunnan laadittava ja toimeenpantava ilmansuojelusuunnitelma raja-

arvon alittamiseksi. Lisäksi kunta voi harkintansa mukaan laatia lyhyen aikavälin toimintasuunnitelman raja-arvon alittamiseksi ja ylityksen keston lyhentämiseksi. Käytännön 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 ilman epäpuhtauksille.

Taulukko 1. Terveyshaittojen ehkäisemiseksi annetut ulkoilman rikkidioksidin, typpidioksidin, hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten pitoisuuksia koskevat raja-arvot (Vna 38/2011).

Ilman epäpuhtaus	Keskiarvon laskenta-aika	Raja-arvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sallittujen ylitysten määrä kalenterivuodessa (vertailujakso)
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⁾	–

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

²⁾ Tulokset ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa.

Kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi on rikkidioksidin vuosipitoisuuksille annettu kriittinen taso $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja typen oksidien (NO_x) vuosipitoisuuksille kriittinen taso $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Näitä tasoja sovelletaan rakennetun ympäristön ulkopuolella olevilla alueilla, kuten luonnonsuojelun kannalta merkityksellisillä alueilla ja laajoilla maa- ja metsätalousalueilla.

Selvityksessä käsitellään kolmen vuoden mallinnettua aineistoa. Aineistosta saatuja tilastollisia arvoja verrataan asetettuihin raja-arvoihin. Rikkidioksidin tuntipitoisuuden raja-arvo on verrannollinen aineiston vuoden 25. korkeimpaan tuntikeskiarvojen maksimiin ja vuorokausipitoisuuden (24 tuntia) raja-arvo on verrannollinen 4. korkeimpien vuorokausiarvojen maksimiin. Typpidioksidilla tuntipitoisuuden raja-arvo on verrannollinen vuoden 19. korkeimpaan tuntikeskiarvon maksimiin ja vuosipitoisuuden raja-arvo on aineiston korkein vuosikeskiarvo. Hiukkasten vuorokausipitoisuuden raja-arvoa verrataan aineiston vuoden 36. korkeimpaan vuorokausipitoisuuden arvoon.

Ilmanlaadun ohjearvot on otettava huomioon suunnittelussa ja niitä sovelletaan mm. alueiden käytön, kaavoituksen, rakentamisen ja liikenteen suunnittelussa ja ympäristölupaharkinnassa. Ohjearvojen soveltamisen avulla pyritään ehkäisemään ilmansaasteiden aiheuttamia terveysvaikutuksia. Suomessa voimassa olevat ilman epäpuhtauksien pitoisuuksien ohjearvot on esitetty taulukossa 2.

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

Ilman epäpuhtaus	Ohjearvo ¹⁾	Tilastollinen määrittely
Rikkidioksidi (SO ₂)	250 µg/m ³	Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
	80 µg/m ³	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Typpidioksidi (NO ₂)	150 µg/m ³	Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
	70 µg/m ³	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)	70 µg/m ³	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo

¹⁾ Tulokset ilmaistaan lämpötilassa 20 °C ja paineessa 1 atm.

Lisäksi Maailman Terveysjärjestö (WHO) on antanut suosituksenomaisia ohjearvoja pienhiukkasten vuosipitoisuudelle (10 µg/m³) ja vuorokausipitoisuudelle (25 µg/m³) (WHO, 2006). WHO:n ohjearvot eivät ole osa Suomen lainsäädäntöä.

3 MENETELMÄT

3.1 Leviämismallilaskelmien kuvaus

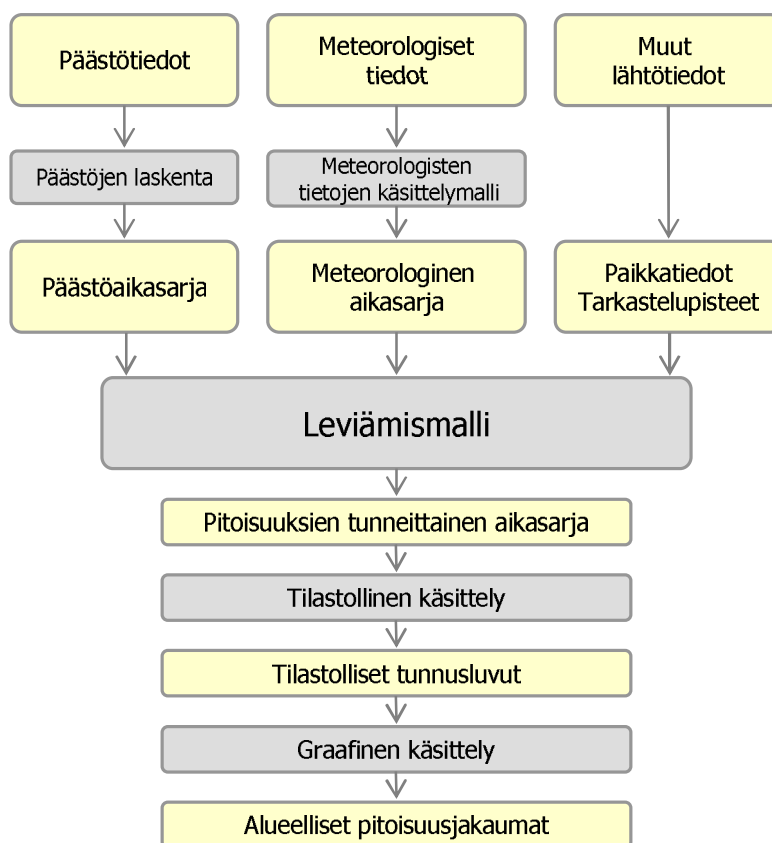
Ilmansaasteiden leviämismalleilla tutkitaan eri ilmansaasteiden kulkeutumista ilmakehässä. Malleihin sisältyy usein laskentamenetelmiä, joiden avulla voidaan tarkastella ilmansaasteiden muuntumista, kemiallisia reaktioita ja poistumista ilmakehästä laskeutuneena sekä ilmansaasteiden pitoisuuksien muodostumista. Tässä tutkimuksessa käytettiin Ilmatieteen laitoksella kehitettyä leviämismallia voimalaitoksen päästöjen leviämisen kuvaamiseen ja niiden ilmanlaatuvaikutusten arvioimiseen.

Ilmatieteen laitoksen leviämismalleja on kehitetty pitkäjänteisesti tavoitteena tuottaa luotettavaa tietoa ilmanlaadusta mm. kaupunki- ja liikennesuunnittelun sekä ilmansuojelutoimenpiteiden suunnittelun tueksi sekä pitoisuuksien ja 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. Nykyisissä Ilmatieteen laitoksen leviämismalleissa kuvataan tarkasti päästökohdassa tapahtuvaa mekaanista ja lämpötilaeroista johtuvaa nousulisää, lähimpien esteiden aiheuttamaa savupainumaa, ilmassa tapahtuvia päästöaineiden kemiallisia prosesseja sekä ilman-

saasteiden poistumamekanismeja. Malleihin sisältyy laskentamenetelmä typenoksidien kemialliselle muuttunnalle. 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 ilmansaasteiden pitoisuuksia päästölähteen lähialueilla. Kaupunkimallia (UDM-FMI, Urban Dispersion Modelling system) käytetään pistemäisten päästölähteiden (esim. piippujen) ilmanlaatuvaikutusten arviointiin. Kaavio leviämismallin toiminnasta on esitetty kuvassa B.

Leviämismallien lähtötiedoiksi tarvitaan tietoja päästöistä ja niiden lähteistä, mittaamalla ja mallittamalla saatuja tietoja ilmakehän tilasta sekä tietoja ilmansaasteiden taustapitoisuuksista. Lisäksi lähtötiedoiksi tarvitaan erilaisia paikkatietoja, kuten tietoja maanpinnan muodoista ja laadusta sekä päästölähteiden sijainnista. Pistemäisten lähteiden päästöjen laskennassa huomioidaan lähdekohtaiset päästöt, savukaasujen ominaisuudet ja laitoksen tekniset tiedot. Leviämislaskelmia varten muodostetaan kaikille päästölähteille päästöaikasarjat, joissa on jokaiselle tarkastelujakson tunnille (1–3 vuotta, 8760–26304 tuntia) laskettu päästö määrä erikseen eri ilmansaasteille.



Kuva B. Kaaviokuva Ilmatieteen laitoksella kehitetyn leviämismallin, kaupunkimallin (UDM-FMI), toiminnasta.

Leviämismallin tarvitseman meteorologisen aikasarjan muodostuksessa käytetään Ilmatieteen laitoksella kehitettyä meteorologisten tietojen käsittelymallia, joka perustuu ilmakehän rajakerroksen parametrisointimenetelmään (*Rantakrans, 1990; Karppinen, 2001*). Menetelmän avulla voidaan meteorologisten rutiinihavaintojen ja fysiikan perusyhtälöiden avulla arvioida rajakerroksen tilaan vaikuttavat muuttujat, joita tarvitaan ilmansaasteiden leviämismallilaskelmissa. Tarvittavat mittaustiedot saadaan Ilmatieteen laitoksen havaintotietokantaan talletetuista sää-, auringonpaiste- ja radioluotaushavainnoista. 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 lähimpänä sijaitsevat sääasemat, joilla mitataan kaikkia mallin tarvitsemia suureita. Tuulen suunta- ja nopeustiedot muodostetaan kahden tai useamman sääaseman havaintojen etäisyyspainotettuna tilastollisena yhdistelmänä. Lopputuloksena saadaan leviämismalleissa tarvittavien meteorologisten tietojen tunneittaiset aikasarjat.

Leviämismallit laskevat ilmansaasteiden pitoisuuksia tarkastelujakson jokaiselle tunnille laskentapisteikköön, joka muodostetaan kullekin tutkimusalueelle sopivaksi. Laskentapisteitä on yleensä useita tuhansia ja niiden etäisyys toisistaan vaihtelee muutamasta kymmenestä metristä 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.

3.2 Hanasaari B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen toiminnan kuvaus

Helsingin Energian Hanasaari B-voimalaitos on Helsingin Sörnäisissä sijaitseva vuonna 1974 käyttöön otettu kivihiihtä pääpolttoaineenaan käyttävä sähkön ja kaukolämmön yhteistuotantolaitos, joka koostuu kahdesta peruskuormaa tuottavasta kivihiihtä-kattilasta (K3, K4), öljykäyttöisestä apukattilasta (K8) sekä maakaasukäyttöisestä apukattilasta (K9). Kattiloiden K3 ja K4 hyötysuhde on tyypillisesti noin 90 – 92 % ja keskimääräinen vuotuinen käyttöaika noin 5 000 tuntia.

Kattila K8 on laitoksen yhteinen apukattila, jota käytetään lähinnä pääkattiloiden ylösajoissa tarvittavan omakäyttöhöyryn tuottamiseen. Kattilaa käytetään lisäksi tarvittaessa talvisin vesikaukolämmön tuotantoon. Kattilan keskimääräiset käyttötunnit ovat noin 500 tuntia vuodessa.

Hanasaaren B-voimalaitoksessa on lisäksi vuonna 2010 otettu käyttöön toinen apukattila K9, jota käytetään myös omakäyttöhöyryn tuottamiseen. Kattilan vuotuiseksi maksimikäyttöajaksi voidaan arvioida noin 6 kuukautta vuodessa ympärivuorokautisesti ja käyttö ajoittuu pääasiassa kesäkauteen.

Helsingin Energian Hanasaaren huippulämpökeskus on vuonna 2009 käyttöön otettu kuudesta 49,9 MW raskasöljykattilasta muodostuva kaukolämmön huipputuotanto- ja varalaitos. Huippulämpökeskuksia otetaan käyttöön silloin, kun Helsingin Energian peruskuormaa ajavien voimalaitosten (Hanasaari, Salmisaari, Vuosaari) kaukolämmön tuotanto ei riitä kattamaan kaupungin lämmöntarvetta. Kaukolämmön tarve on suurimmillaan aamuisin ja iltaisin, joten tyypillisesti kaukolämmön huipputuotantolaitokset ovat käytössä muutaman tunnin aamuisin ja muutaman tunnin iltaisin. Helsingin Energialla on useita lämpökeskuksia eri puolella kaupunkia, ja ensin otetaan käyttöön

maakaasukäyttöiset lämpökeskukset (Lassila, Vuosaari) ja lopuksi raskasöljykäyttöiset lämpökeskukset. Lämpökeskukset muodostuvat useasta pienestä kattilasta, joita voidaan ottaa joustavasti käyttöön kaukolämpötarpeen mukaan, eli kun laitos on käynnissä, sitä ei tyypillisesti ajeta täydellä teholla. Voimalaitoskattiloita sitä vastoin käytetään pääasiassa täydellä teholla.

Helsingin kaukolämpöverkko on mitoitettu siten, että noin -26 °C pakkasella koko kaukolämmön tuotantokapasiteetti on käytössä. Näin ollen tilanne, että sekä voimalaitos että lämpökeskus (täydellä teholla) olisivat käytössä samanaikaisesti, on harvinaisen, koska ilman lämpötilan täytyy tällöin olla alle -20 °C .

Maakaasukäyttöistä apukattilaa lukuun ottamatta sekä voimalaitoksen että huippulämpökeskuksen kattiloille on asetettu päästörajat rikkidioksidille, typenoksidoille ja hiukkasille. Hiukkasraja on asetettu kokonaishiukkasmäärälle. Kivihiilikattiloiden tai öljykattiloiden hiukkaskokojakaumaa ei tunneta. Suomen ympäristökeskuksen ilmoittamien kertomien perustella PM_{10} osuus on noin 80–90% kaikista hiukkasista, mitä käytetään raportoinnissa (ainoastaan PM_{10} osuus täytyy raportoida). Kivihiilikattiloiden päästöjä seurataan jatkuvatoimisesti, öljykattiloiden päästöjä kertamittauksin.

Vuoden 2016 alusta sekä lämpökeskuksen että voimalaitoksen päästöraja-arvot kiristyvät huomattavasti nykytasosta, minkä takia mallinnuksessa on perusteltua käyttää vuoden 2016 päästöraja-arvoista laskettuja päästömääriä.

Kivihiilikattiloissa päästöjen pitoisuudet savukaasuissa pysyvät normaalitilanteessa melko vakioina. Merkittäviä lyhytaikaisia pitoisuuksien kohoamisia rikkidioksidin ja hiukaspäästöjen osalta syntyy, mikäli voimalaitoksen rikinpoistolaitos ei teknisistä syistä ole käytettävissä, jolloin savukaasut joudutaan ohjaamaan rikinpoiston ohi suoraan savupiippuun sähkösuotimen jälkeen. Puhdistinlaitteiden häiriöaika on rajattu lainsäädännöllä 120 tuntiin vuodessa, minkä voi ylittää ainoastaan erityisluvalla, mikäli esim. energiansaanti on uhattuna. Typenoksidoita lisääviä häiriötilanteita ei ole. Huippulämpökeskuksen kattiloissa ja voimalaitoksen öljykäyttöisessä apukattilassa K8 ei ole käytössä päästöjen puhdistustekniikkaa, eikä myöskään päästöjä lisääviä häiriötilanteita esiinny.

Vuositasolla päästömäärät (t/a) riippuvat ensisijaisesti kattiloiden käyttömääristä. Käyttömäärät riippuvat erityisesti ilman lämpötilasta; kylminä vuosina kaukolämpöä tarvitaan enemmän. Kivihiilikattiloiden osalta myös poltetun kivihiilen rikkipitoisuus sekä rikinpoiston häiriöiden määrä vaikuttaa vuosipäästöihin. Viime vuosina laitoksella on lähinnä poltetu matalan rikkipitoisuuden omaavaa venäläistä kivihiiltä.

3.3 Leviämismallilaskelmien lähtötiedot

Tässä tutkimuksessa laskettiin Helsingin Energian Hanasaari B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen savukaasupäästöjen aiheuttamien rikkidioksidin, typpidioksidin ja hiukkasten pitoisuuksia laitoksen ympäristössä maanpintatasolla, Kalasataman keskuksen viherkannen tasolla ja lähistölle rakennettavien tornitalojen kattotasolla. Voimalaitoksella ja lämpökeskuksella kummallakin on oma piippu, joihin on johdettu useamman kattilan hormit. Kullakin kattilalla on yksilölliset käyntiajat ja siksi ne ovat kukin mallinnettu erikseen. Tutkimuksessa on tarkasteltu Hanasaari B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen kaikkien kattiloiden yhteisvaikutuksesta aiheutuneita ulkoilman epäpuhtauksien pitoisuuksia sekä pelkästään huippulämpökeskuksen kattiloiden aiheuttamia pitoisuuksia.

Päästöjen leviäminen mallinnettiin kahdessa eri tilanteessa; normaalitoiminnassa ja normaalitoiminnan maksimitilanteessa.

a) Normaalitoiminta

Voimalaitoksen kattiloiden käyttömäärä on vuonna 2010 toteutuneet käyttötunnit ja tuotantomäärä, joiden voidaan katsoa edustavan hyvin keskimääräistä vuotta. Voimalaitoksen päästöt (t/a) on laskettu vuonna 2016 voimaan tulevia päästöraja-arvoja ($\text{mg}/\text{m}^3\text{n}$) vastaaviksi.

Huippulämpökeskuksen päästöt (t/a) on laskettu vuonna 2016 voimaan tulevien päästöraja-arvoja ($\text{mg}/\text{m}^3\text{n}$) vastaaviksi vuoden 2010 käyttö- ja tuotantomäärillä. Vuonna 2010 laitosta on käytetty noin 100–150 h/a kattilakohtaisesti. Laskennallisesti laitoksen kuudesta kattilasta kaksi on ollut käytössä täydellä teholla silloin kun laitosta on käytetty.

b) Normaalitoiminnan maksimitilanne

Voimalaitoksen kattiloiden oletetaan olevan käytössä jokaisena vuoden tuntina keskimääräisellä teholla, ja päästöjen vastaavan vuonna 2016 voimaan tulevia päästöraja-arvoja.

Lämpökeskuksen kattiloiden oletetaan olevan käytössä vuoden kaikkina tunteina vuoden 2010 keskimääräisellä teholla. Päästöt vastaavat vuonna 2016 voimaan tulevia päästöraja-arvoja. Maksimitilannetarkastelulla pyritään arviomaan laitoksen aiheuttamia suurimpia hetkellisiä pitoisuustasoja epäedullisimmissa meteorologisissa tilanteissa olettamalla, että laitos käy vuoden kaikkina tunteina, kaikissa meteorologisissa tilanteissa.

Tutkimusalue oli kooltaan 5×5 km. Päästöjen aiheuttamat pitoisuudet laskettiin maanpintatasolle laskentapisteikköön, jossa oli 10 170 laskentapistettä. Pisteiden välisiä etäisyyksiä on tihennetty pitoisuuksien muodostumisen kannalta merkittävimmällä alueella eli päästölähteen lähiympäristössä ja päästölähteen läheisyyteen rakennettavien viherkannen ja tornitalojen alueella. Pisteiden tiheys oli tornitalojen alueella 5 metriä, päästölähteen läheisyydessä 20 metriä ja alueen reunoilla 100 metrin etäisyydellä toisistaan. Kalasataman keskuksen viherkannen suunnittelukorkeudet on huomioitu laskentapisteikössä, jolloin viherkannen korkeudet edustavat sen alueella pitoisuuksien laskentakorkeutta. Tutkimusalueiden maanpinnan korkeuserot huomioitiin muun tutkimusalueen osalta laskentapisteissä Maanmittauslaitoksen maastonkorkeusmallin mukaisesti.

Helsingin Energian toimittamat lähtötiedot on esitetty taulukoissa 3 ja 4. Apukattilan polttoaineena on maakaasu, eikä sen päästöissä tällöin esiinny rikkidioksidia tai hiukkasia.

Taulukko 3. Hanasaari B-voimalaitoksen kattiloiden K3, K4 ja K8 ja apukattilan K9 päästöt ja tekniset tiedot. Voimalaitoksen kattiloiden K3, K4 ja K8 savukaasut ovat johdettu samaan piippuun, mutta jokaisella kattilalla on oma hormi.

	K3	K4	K8	K9
Polttoaineteho (MW)	363	363	49,5	5
Piipun korkeus maanpinnasta (m)	150	150	150	33
Savukaasujen lämpötila (°C)	130	130	150	140
Savukaasujen tilavuusvirtaus (kuiva) (Nm ³ /h)	492 377	513 081	41 197	4 938
Keskimääräinen käyttöaika (h/a)	4 967	4 409	884	4 320
Piipun sisähalkaisija piipun suulla (m)	3	3	1,8	0,81
Keskimääräiset rikkioksidipäästöt (g/s)	22,8	23,8	1,9	-
Keskimääräiset typenoksidipäästöt (g/s)	22,8	23,8	1,4	0,12
Keskimääräiset hiukkaspäästöt (g/s)	2,3	2,4	0,2	-

Taulukko 4. Hanasaaren huippulämpökeskuksen kattiloiden K1-K6 päästöt ja tekniset tiedot. Kattiloilla on omat hormit, mutta yhteinen piippu.

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Keskimääräinen polttoaineteho (MW)	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9
Piipun korkeus maanpinnasta (m)	100,6	100,6	100,6	100,6	100,6	100,6
Savukaasujen lämpötila (°C)	143	143	143	143	143	143
Savukaasujen tilavuusvirtaus (kuiva) (Nm ³ /h)	39702	39713	39708	39710	39704	39705
Keskimääräinen käyttöaika (h/a)	94	99	163	161	143	135
Piipun sisähalkaisija piipun suulla (m)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2

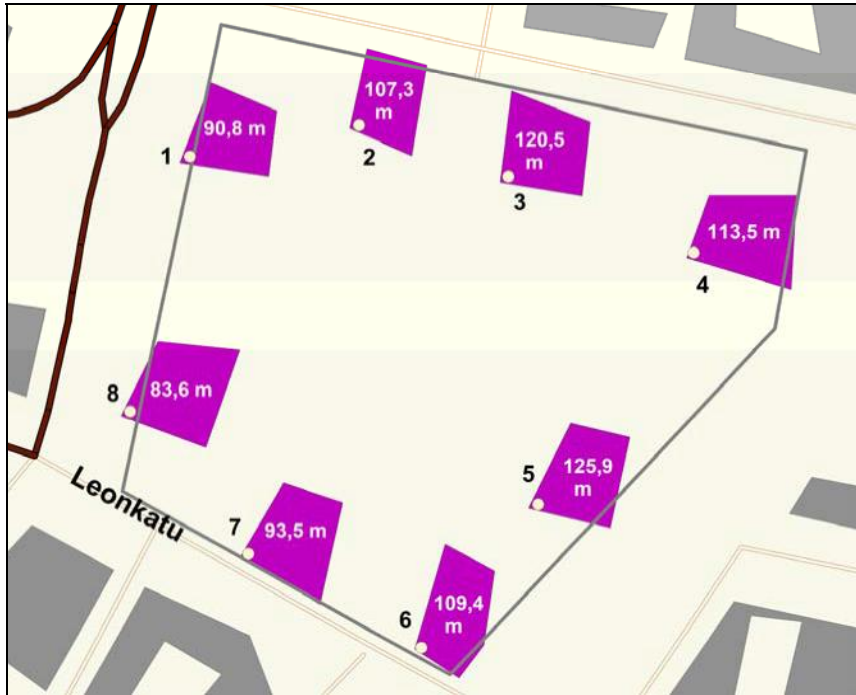
Normaalitoiminnassa sekä normaalitoiminnan maksimitilanteessa huippulämpökeskuksen kattilan rikkidioksidipäästöt ovat 2,7 g/s, typenoksidipäästöt, 2,2 g/s ja hiukkaspäästöt 0,3 g/s. Laskelmissa normaalitoimintaa edustaa tilaajan toimittamat vuonna 2010 toteutuneet käyttötuntimäärät kattiloittain (Taulukko 5). Normaalitoiminnassa voimalaitoksen apukattilan käyttöajat on samat kuin vuonna 2009 toteutetussa Helsin-

gin Energian Hanasaaren B-voimalaitoksen apukattilan päästöjen leviämiselvityksessä (Sassi ym. 2009).

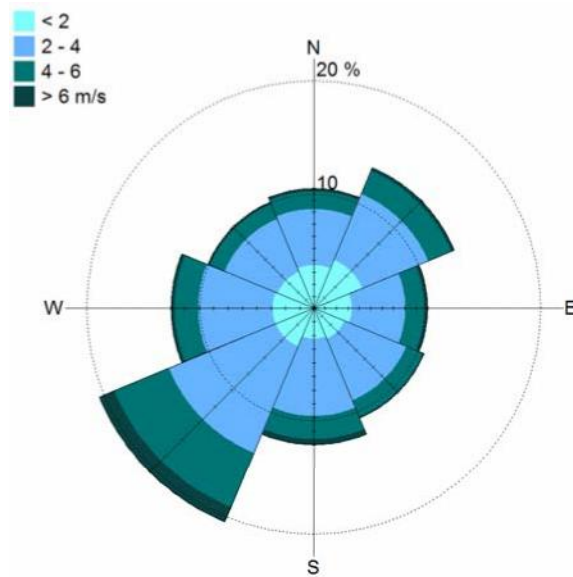
Taulukko 5. Hanasaaren B-voimalaitoksen K3, K4, K8 ja huippulämpökeskuksen kattiloiden K1-K6 käyttötuntimäärät vuonna 2010 ja apukattilan K9 käyttötuntimäärät vuonna 2009.

	B-voimalaitos				Huippulämpökeskus					
	K3	K4	K8	K9	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Tammikuu	742	744	289	0	32	46	60	49	65	48
Helmikuu	672	672	158	0	37	32	35	24	27	35
Maaliskuu	744	738	48	0	1	2	0	0	0	0
Huhtikuu	518	185	16	0	0	4	2	0	0	0
Toukokuu	0	0	0	720	0	0	0	0	0	0
Kesäkuu	0	0	0	720	0	0	0	0	0	0
Heinäkuu	0	0	0	720	0	0	0	0	0	0
Elokuu	0	0	0	720	0	0	0	0	0	0
Syyskuu	148	0	26	720	0	8	20	19	3	10
Lokakuu	679	607	0	720	0	7	7	9	4	4
Marraskuu	720	720	63	0	0	0	13	23	12	12
Joulukuu	744	744	284	0	24	0	26	37	32	26
Käyttö- tunnit yhteensä	4967	4410	884	4320	94	99	163	161	143	135

Alle puolen kilometrin päähän Hanasaaren voimalaitosalueen rakennuksista ja piipuista Kalasataman alueelle on suunniteltu rakennettavaksi tornitaloja, joiden korkeudet (korkeuksia 84–126 metriä) ylittävät huippulämpökeskuksen piipun korkeuden (101 metriä) ja Hanasaaren B-voimalaitoksen apukattilan K9 korkeuden (33 metriä). Leviämismallilla tarkasteltiin erillispisteissä ilman epäpuhtauksia tornitalojen kattotasolla (Kuva C).



Kuva C. Erillistarkastelupisteet 1-8 on valittu Kalasataman tornitalojen kattotasoilta (vaalea ympyrä). Laskentapisteen ja samalla kattojen korkeudet merenpinnasta on merkitty kunkin talon katolle.



Kuva D. Tuulen suunta- ja nopeusjakauma tutkimusalueella vuosina 2008-2010. Lasketut tuulitiedot kuvaavat olosuhteita 10 metrin korkeudella maanpinnasta.

Tutkimusalueen ilmastollisia olosuhteita edustava meteorologinen aikasarja muodostettiin Helsingin Kumpulan ja Helsinki-Vantaan lentoaseman sääasemien havaintotiedoista vuosilta 2008–2010. Sekoituskorkeuden määrittämiseen käytettiin Jokioisten observatorion radioluotaushavaintoja vuosilta 2008–2010. Kuvassa D on esitetty tuulen suunta- ja nopeusjakauma tutkimusalueella tuuliruusun muodossa. Lounaistuulet ovat tutkimusalueella vallitsevia. Vähiten esiintyi pohjoisen ja idän puoleisia tuulia.

4 TULOKSET

Tässä tutkimuksessa laskettiin leviämismallilla Hanasaari B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen yhteisvaikutuksia sekä pelkän huippulämpökeskuksen aiheuttamia rikkidioksidin, typpidioksidin ja hiukkasten pitoisuuksia voimalaitosalueen ympäristössä maanpintatasolla kahdella toimintaoletuksella; normaalitoiminnan normaalitilanteessa ja normaalitoiminnan maksimitilanteessa. Lisäksi pitoisuuksia tarkasteltiin kahdeksassa erillislaskentapisteessä voimalaitosalueen lähistölle rakennettavien tornitalojen katto-tasoilla. Hanasaari B-voimalaitoksen kolmen kattilan ja apukattilan sekä huippulämpökeskuksen kuuden kattilan päästöjen leviäminen ulkoilmaan mallinnettiin yhdessä kahdella eri päästöoletuksella. Normaalitilanteessa päästöt perustuivat tilaajan ilmoitamiin vuoden 2010 käyttötunteihin ja maksimitilanteessa päästöissä lähtökohtana oli, että voimalaitoksen ja huippulämpövoimalan kaikki kattilat olisivat jatkuvasti vuoden kaikkina tunteina toiminnassa. Tutkimuksen tarkoituksena oli varmistaa, että savukaa-supäästöjen aiheuttamat ilman epäpuhtauksien pitoisuudet alittavat ilmanlaadun raja- ja ohjearvot.

4.1 Hanasaari B-voimalaitos ja huippulämpökeskus

4.1.1 Rikkidioksidipitoisuudet

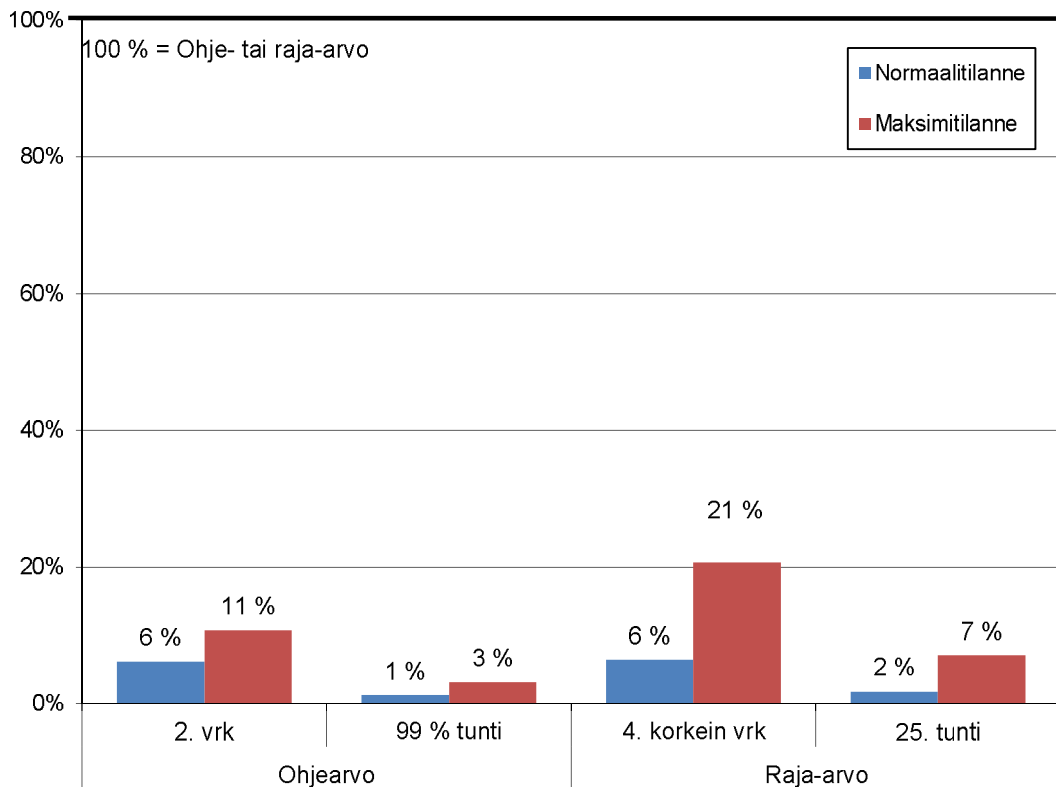
Leviämismallilaskelmien tuloksina saadut Hanasaaren B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen normaalitoiminnan normaali- ja maksimitilanne rikkidioksidipäästöjen aiheuttamat ulkoilman suurimmat pitoisuudet on esitetty taulukossa 6. Kuvassa E on esitetty näiden pitoisuuksien osuus raja- tai ohjearvosta.

Taulukko 6. Leviämismallilaskelmilla saadut Hanasaaren B-voimalaitoksen ja Huippulämpökeskuksen rikkidioksidipäästöjen aiheuttamat suurimmat ulkoilman rikkidioksidipitoisuudet koko tarkastelualueella.

Rikkidioksidipitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Raja- tai ohjearvo	Normaalitilanne	Maksimitilanne
Korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus	80 ^(*)	4,9	8,6
Korkein vuorokausiraja-arvoon verrannollinen pitoisuus	125 ^(**)	3,2	7,9
Korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus	250 ^(*)	8,0	25,8
Korkein tuntiraja-arvoon verrannollinen pitoisuus	350 ^(**)	6,2	24,6

(*) ohjearvo

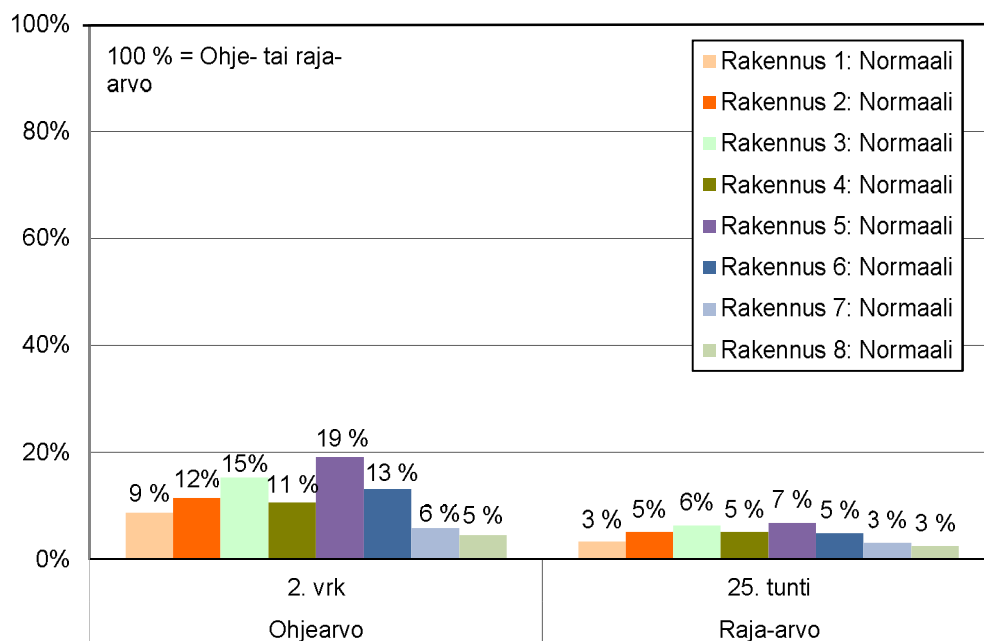
(**) raja-arvo



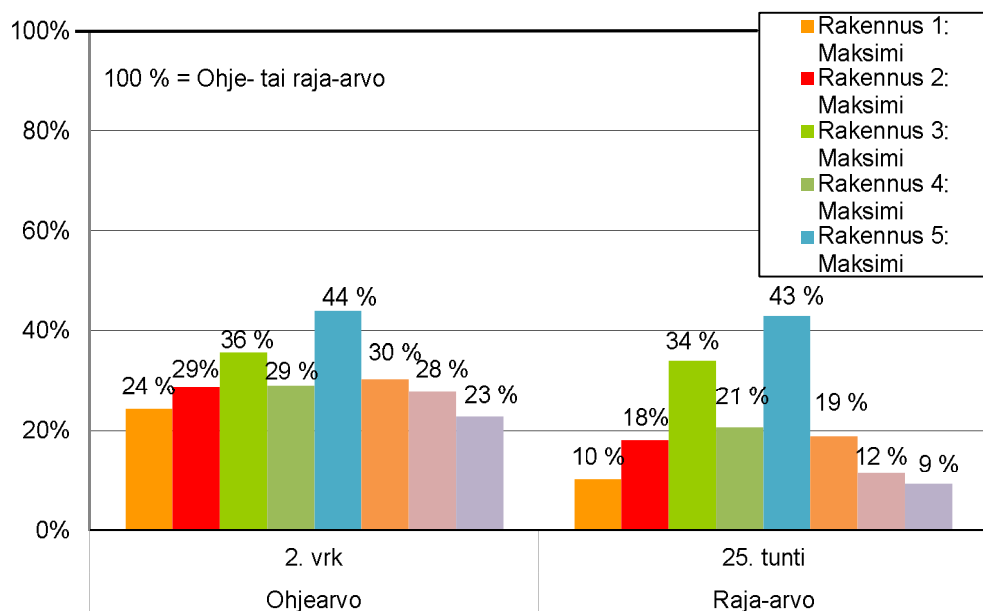
Kuva E. Leviämismallilla lasketut koko tarkastelualueen ulkoilman korkeimmat rikkidioksidipitoisuudet maanpintatasossa suhteessa (%) ilmanlaadun lyhytaikaisiin ohje- ja raja-arvoihin.

Rikkidioksidipitoisuuden alueellinen vaihtelu laitosalueen lähiympäristössä ja erityisesti asutusalueella käy ilmi raportin liitekuvista 1 ja 2. Liite kuviin on merkitty kohdennetun näkymän maksimiarvo, joka voi olla pienempi kuin koko tarkastelualueen maksimi. Normaalikäyttötuntien mukaisilla päästöillä suurin vuorokausipitoisuus esiintyy voimalaitosalueelta noin kaksi kilometriä koilliseen ja Kalasataman tornitaloilta kilometrin itään. 25. korkein tuntikeskiarvon maksimiarvo esiintyy voimalaitosalueelta ja tornitaloilta reilun kahden kilometrin päässä lännessä. Pitoisuudet alittavat kuitenkin koko alueella ohje- ja raja-arvot selvästi. Maksimikäyttötuntitarkastelussa suurimmat arvot ovat liitekuvien kohdennetulla alueella tai kohdennuksen ulkopuolella hyvin lähellä kuvaan merkittyä maksimiarvoa. Maksimipitoisuuksien esiintymisalueet painottuvat vallitsevien tuulensuuntien mukaisesti. Leviämismallilaskelmien mukaan rikkidioksidipitoisuudet maanpintatasolla olisivat suurimmillaan noin 2 % vuorokausiohje arvosta, noin 1 % tuntiohje arvosta, noin 6 % vuorokausiraja arvosta ja noin 2 % tuntiraja arvosta.

Rikkidioksidipitoisuudet kattotasolla (83 m – 125 m) ovat korkeampia kuin maanpintatasolla. Erillistarkastelupisteissä tornitalojen katoilla voimalaitoksen normaalitoiminnan normaali- ja maksimikäyttötuntioletuksen mukaan rikkidioksidipitoisuudet jäivät kuitenkin edelleen selvästi alle ohje- ja raja-arvoista (Kuva F ja G). Korkeimmat pitoisuustasot muodostuvat mallilaskelmien mukaan tyypillisesti korkeimpien rakennusten 3 ja 5 kattotasolle, Voimalaitoksen ja lämpökeskuksen rikkidioksidipäästöt aiheuttavat korkeimpia ohje- ja raja-arvoihin verrannollisia pitoisuustasoja typenoksidi- ja hiukkas-päästöihin verrattuna ja ovat siitä syystä keskeisessä roolissa voimalaitoksen ilmanlaatuvaikutuksia Kalasataman alueelle arvioitaessa.



Kuva F. Leviämismallilla lasketut ulkoilman rikkidioksidin vuorokausi- ja tuntipitoisuudet erillislaskentapisteissä tornitalojen katolla suhteessa (%) ilmanlaadun lyhytaikaisiin ohje- ja raja-arvoihin. Laskennassa on otettu huomioon normaalit käyttötunnit.



Kuva G. Leviämismallilla lasketut ulkoilman rikkidioksidin vuorokausi- ja tuntipitoisuudet erillislaskentapisteissä tornitalojen katolla suhteessa (%) ilmanlaadun lyhytaikaisiin ohje- ja raja-arvoihin. Laskennassa on otettu huomioon vuoden kaikki tunnit.

4.1.2 Typpidioksidipitoisuudet

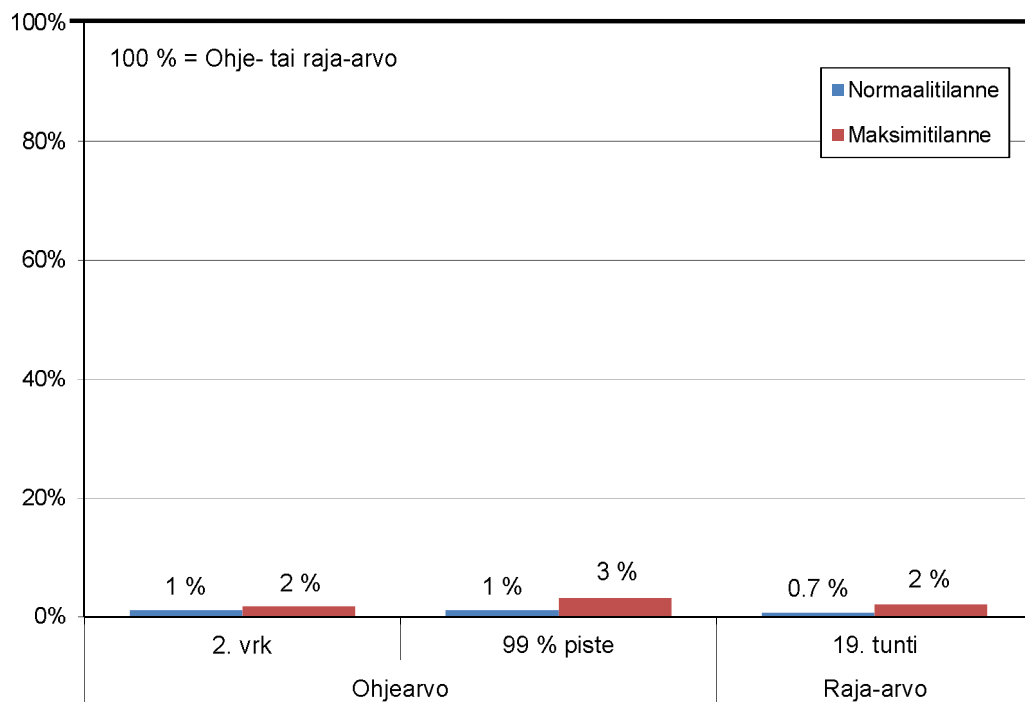
Leviämismallilaskelmien tuloksina saadut Hanasaaren B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen normaalitoiminnan normaali- ja maksimitilanteiden typpidioksidipäästöjen aiheuttamat ulkoilman suurimmat pitoisuudet on esitetty taulukossa 7. Koska maksimitilannetarkastelussa oletetaan hypoteettisesti laitoksen käyvän vuoden kaikkina tunteina vain hetkellisesti korkeimpien pitoisuuksien saamiseksi, ei vuosikeskiarvopitoisuuksia ilmoiteta. Kuvassa H on esitetty näiden pitoisuuksien osuus raja- tai ohjearvosta.

Taulukko 7. Leviämismallilaskelmilla saadut Hanasaaren B-voimalaitoksen ja Huippulämpökeskuksen typpidioksidipäästöjen aiheuttamat suurimmat ulkoilman typpidioksidipitoisuudet koko tarkastelualueella.

Typpidioksidipitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Raja- tai ohjearvo	Normaalitilanne	Maksimitilanne
Vuosikeskiarvo	40 (**)	0,02	
Korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus	70 (*)	0,8	1,2
Korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus	150 (*)	1,7	4,8
Korkein tuntiraja-arvoon verrannollinen pitoisuus	200 (**)	1,4	4,3

(* ohjearvo

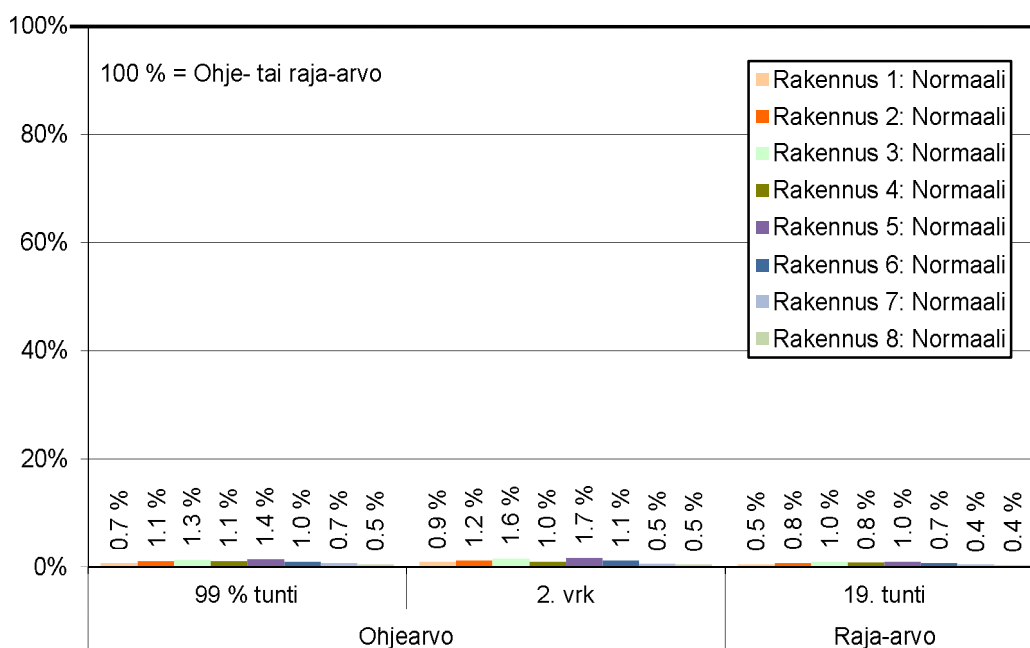
(** raja-arvo



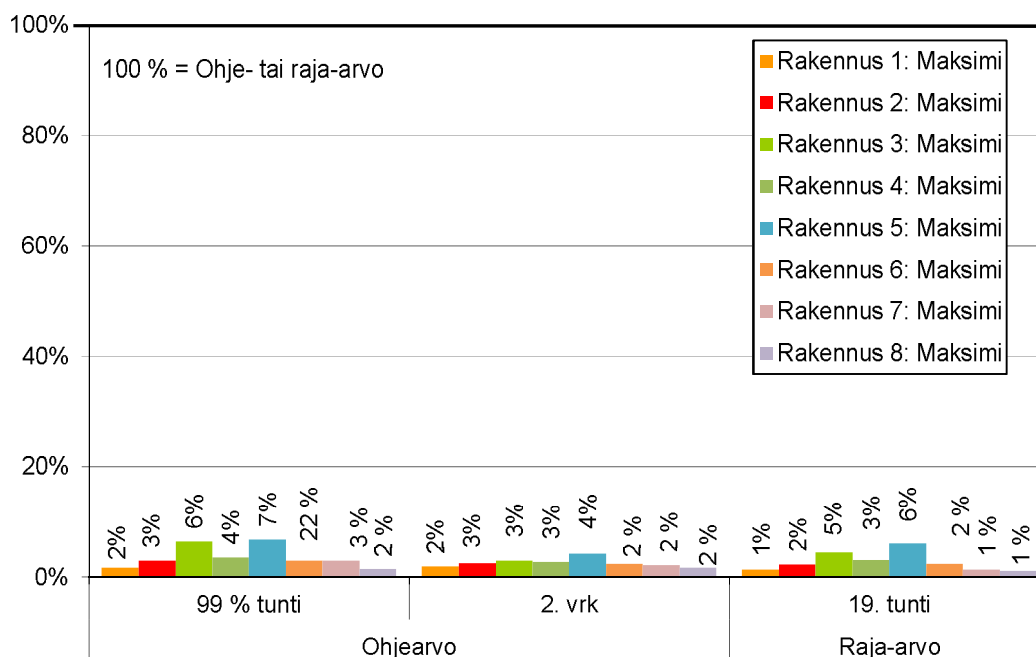
Kuva H. Leviämismallilla lasketut ulkoilman korkeimmat typpidioksidipitoisuudet maanpintatasossa suhteessa (%) ilmanlaadun lyhytaikaisiin ohje- ja raja-arvoihin.

Typpidioksidipitoisuuden alueellinen vaihtelu laitosalueen lähiympäristössä ja erityisesti asutusalueella käy ilmi raportin liitekuvista 3 ja 4. Liite kuviin on merkitty kohdennetun näkymän maksimi-arvo, joka voi olla pienempi kuin koko tarkastelualueen maksimi. Normaalikäyttötuntien mukaisilla päästöillä suurimmat vuosipitoisuudet esiintyvät voimalaitosalueelta ja Kalastaman tornitaloilta yli kolme kilometriä koilliseen. Suurimmat vuorokausipitoisuudet esiintyvät noin kaksi kilometriä itään. Pitoisuudet alittavat koko tarkastelualueella ohje- ja raja-arvot selvästi. Maksimikäyttötuntitarkastelussa suurin typpidioksidipitoisuus esiintyy kolmen kilometrin päässä koillisessa vallitsevan tuulen suunnan mukaisesti, mutta pitoisuudet maanpintatasossa edelleen alittavat ohje- ja raja-arvot. Leviämismallilaskelmien mukaan typpidioksidin pitoisuudet normaalikäytössä maanpinnan tasossa olisivat suurimmillaan noin 1 % vuorokausiohje-arvosta, tuntiohje-arvosta ja tuntiraja-arvosta ja noin 0,1 % vuosiraja-arvosta.

Typpidioksidi pitoisuudet kattotasolla (83 m – 125 m) ovat lievästi korkeampia kuin maanpintatasolla. Erillistarkastelupisteissä tornitalojen katoilla typpidioksidipitoisuudet jäävät kuitenkin edelleen selvästi alle ohje- ja raja-arvoista molemmilla käyttötuntiletuksilla (Kuva I ja J). Vuosipitoisuudet ovat hyvin matalia, normaalikäytössä enimmäkseen noin 0,1 % vuosiraja-arvosta ja maksimikäytössä noin 0,9 %.



Kuva I. Leviämismallilla lasketut ulkoilman typpidioksidin vuorokausi- ja tuntipitoisuudet erillislaskentapisteissä tornitalojen katolla suhteessa (%) ilmanlaadun lyhytaikaisiin ohje- ja raja-arvoihin. Laskennassa on otettu huomioon normaalikäyttötunnit.



Kuva J. Leviämismallilla lasketut ulkoilman typpidioksidin vuorokausi- ja tuntipitoisuudet erillislaskentapisteissä tornitalojen katolla suhteessa (%) ilmanlaadun lyhytaikaisiin ohje- ja raja-arvoihin. Laskennassa on otettu huomioon vuoden kaikki tunnit.

4.1.3 Hiukkaspitoisuudet

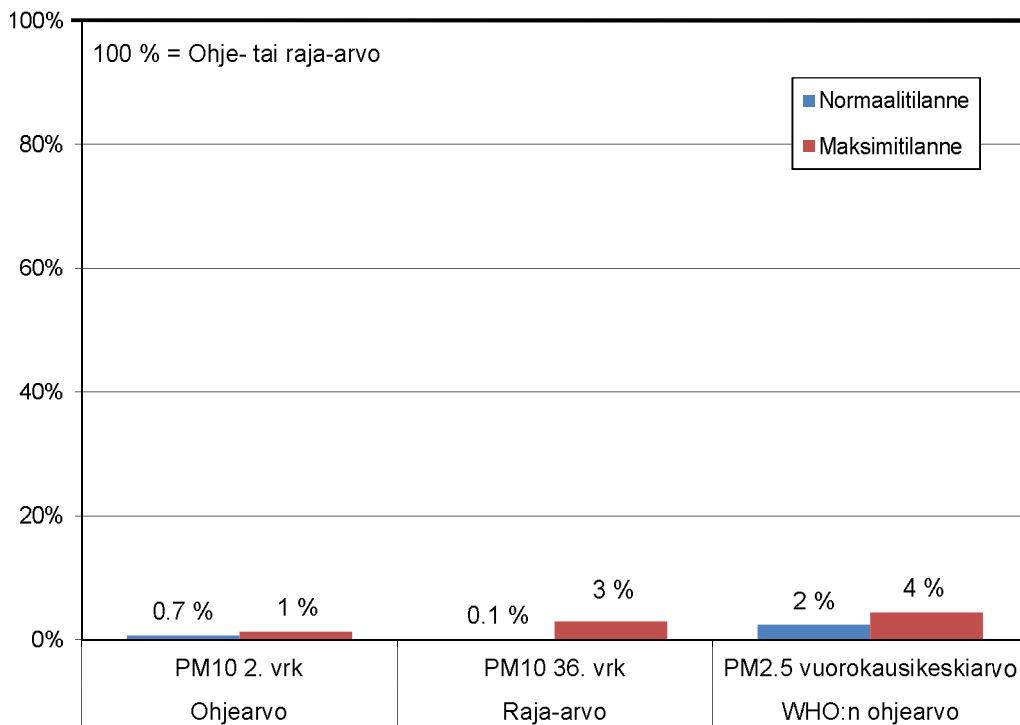
Leviämismallilaskelmien tuloksina saadut Hanasaaren B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen normaali- ja maksimikäytön hiukkaspäästöjen aiheuttamat ulkoilman suurimmat pitoisuudet koko tarkastelualueella on esitetty taulukossa 8. Koska maksimitilannetarkastelussa oletetaan hypoteettisesti laitoksen käyvän vuoden kaikkina tunteina vain hetkellisesti korkeimpien pitoisuuksien saamiseksi, ei vuosikeskiarvopitoisuuksia ilmoiteta. Kuvassa K on esitetty näiden pitoisuuksien osuus raja- tai ohjearvosta.

Taulukko 8. Leviämismallilaskelmilla saadut Hanasaaren B-voimalaitoksen ja Huippulämpökeskuksen hiukkaspäästöjen aiheuttamat suurimmat ulkoilman hiukkaspitoisuudet koko tarkastelualueella.

Hiukkaspitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Raja- tai ohjearvo	Normaali-tilanne	Maksimi-tilanne
Korkein PM_{10} vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus	70 ^(*)	0,5	0,9
Korkein PM_{10} vuosikeskiarvo	40 ^(**)	0,01	
Korkein PM_{10} vuorokausiraja-arvoon verrannollinen pitoisuus	50 ^(**)	0,04	1,5
Korkein $\text{PM}_{2,5}$ vuorokausikeskiarvo	25 ^(*)	0,6	1,1

(*) ohjearvo

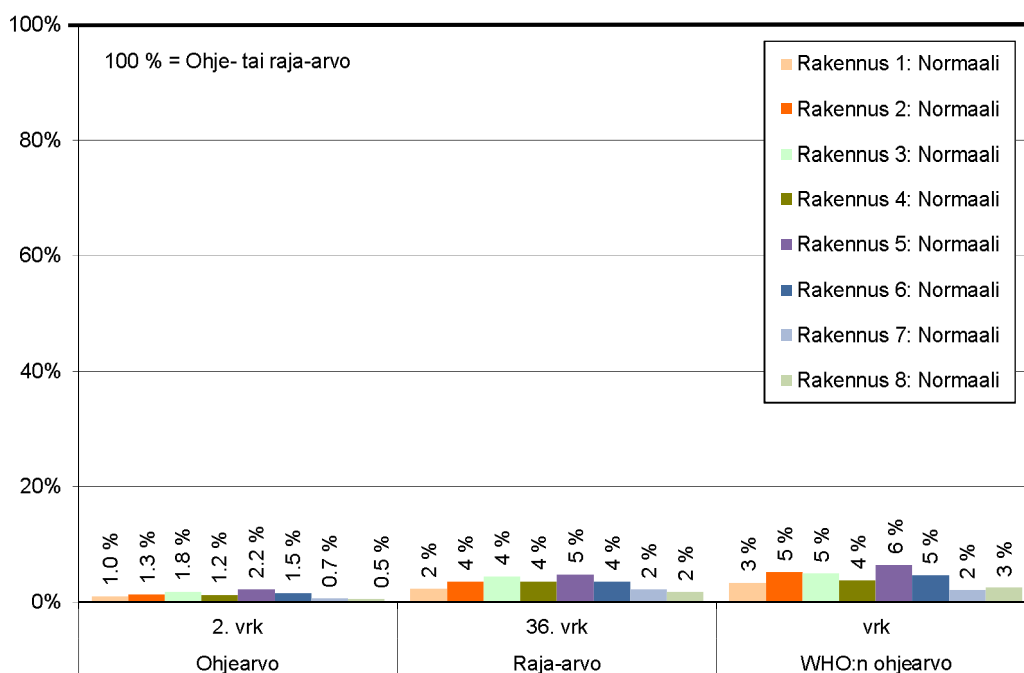
(**) raja-arvo



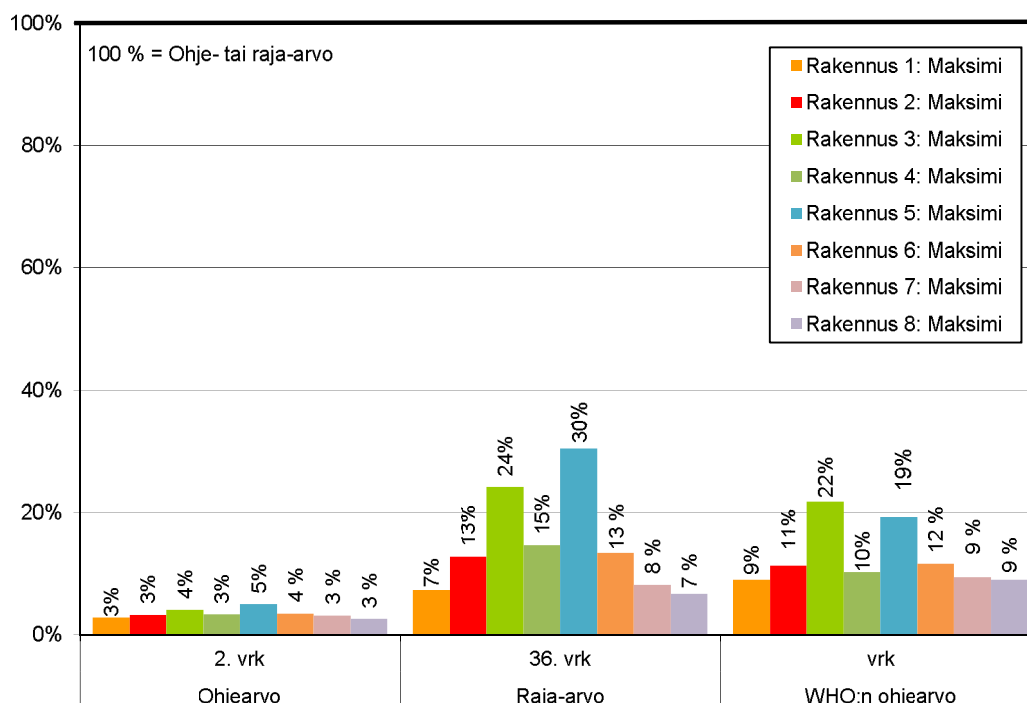
Kuva K. Leviämismallilla lasketut ulkoilman korkeimmat hiukkaspitoisuudet maanpintatasossa suhteessa (%) pienhiukkasille ja hengitettäville hiukkasille annettuihin ilmanlaadun lyhytaikaisiin ohje- ja raja-arvoihin.

Hiukkaspitoisuudet maanpintatasossa alittavat ohje- ja raja-arvot. Pitoisuuksien alueellinen vaihtelu laitosalueen lähiympäristössä ja erityisesti asutusalueella käy ilmi raportin liitekuvista 5 ja 6. Liite kuviin on merkitty kohdennetun näkymän maksimiarvo, joka voi olla pienempi kuin koko tarkastelualueen maksimi. Normaalikäyttötuntien mukaisilla päästöillä suurimmat vuosi- ja vuorokausipitoisuudet ovat enimmillään voimalaitosalueelta hieman alle kaksi kilometriä koilliseen. Maksimikäyttötuntien mukaisilla päästöillä suurimmat pitoisuudet esiintyvät lähellä kuviin merkittyjä maksimiarvoja. Leviämismallilaskelmien mukaan hiukkasten pitoisuudet normaalitoiminnan normaalitilanteessa maanpinnan tasossa olisivat suurimmillaan noin alle 1 % vuorokausiohjearvosta, noin 0,1 % vuosiraja-arvosta ja vuorokausiraja-arvosta ja noin 2 % WHO:n vuorokausiohje-arvosta.

Pitoisuudet kattotasolla (83 m - 125 m) ovat korkeampia kuin maanpintatasolla. Erillistarkastelupisteissä tornitalojen katoilla voimalaitoksen normaalitoiminnan normaali- ja maksimikäyttötuntioletuksen mukaan hiukkaspitoisuudet jäävät kuitenkin edelleen selvästi alle ohje- ja raja-arvoista (Kuvat L ja M). Vuosikeskiarvojen suhde vuosiraja-arvon erillistarkastelupisteissä normaalikäytössä on enimmillään 0,1 % ja maksimikäytössäkin enimmillään noin 1 %.



Kuva L. Leviämismallilla lasketut ulkoilman korkeimmat hiukkaspitoisuudet erillislaskentapisteissä tornitalojen kattotasolla suhteessa (%) pienhiukkasille ja hengitettäville hiukkasille annettuihin ilmanlaadun lyhytaikaisiin ohje- ja raja-arvoihin. Laskennassa on otettu huomioon normaalikäyttötuntioletus.



Kuva M. Leviämismallilla lasketut ulkoilman korkeimmat hiukkaspitoisuudet erillislaskentapisteissä tornitalojen kattotasolla suhteessa (%) pienhiukkasille ja hengitettäville hiukkasille annettuihin ilmanlaadun lyhytaikaisiin ohje- ja raja-arvoihin. Laskennassa on otettu huomioon vuoden kaikki tunnit.

4.2 Huippulämpökeskus

4.2.1 Rikkidioksidipitoisuudet

Leviämismallilaskelmien tuloksina saadut huippulämpökeskuksen normaali- ja maksimikäytön rikkidioksidipäästöjen aiheuttamat ulkoilman suurimmat pitoisuudet on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Leviämismallilaskelmilla saadut huippulämpökeskuksen rikkidioksidipäästöjen aiheuttamat suurimmat ulkoilman rikkidioksidipitoisuudet koko tarkastelualueella.

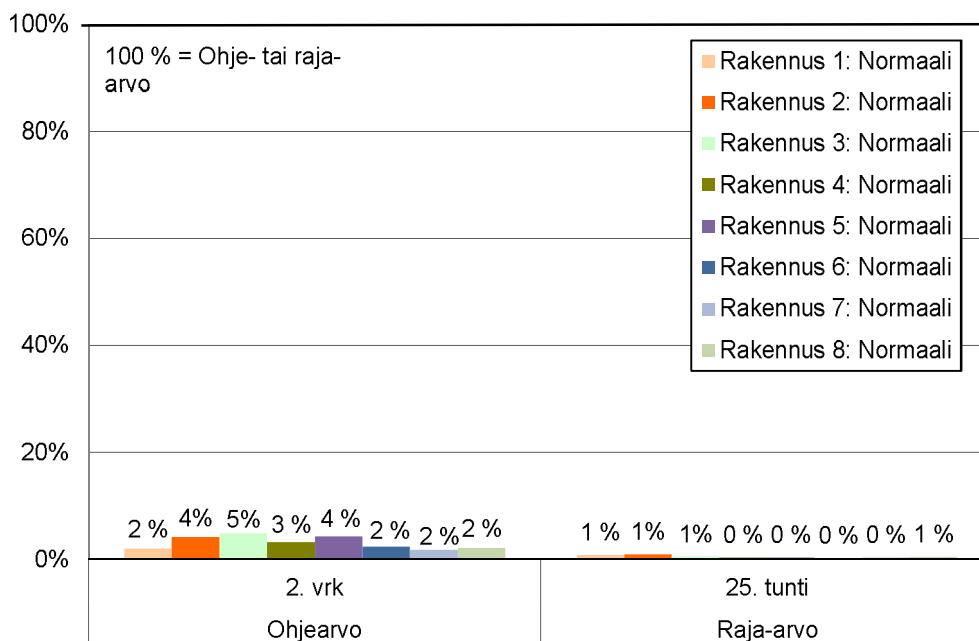
Rikkidioksidipitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Raja- tai ohjearvo	Normaali-tilanne	Maksimi-tilanne
Korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus	80 ^(*)	0,7	8,5
Korkein vuorokausiraja-arvoon verrannollinen pitoisuus	125 ^(**)	0,4	6,4
Korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus	250 ^(*)	7,3	20,0
Korkein tuntiraja-arvoon verrannollinen pitoisuus	350 ^(**)	1,3	16,8

(* ohjearvo

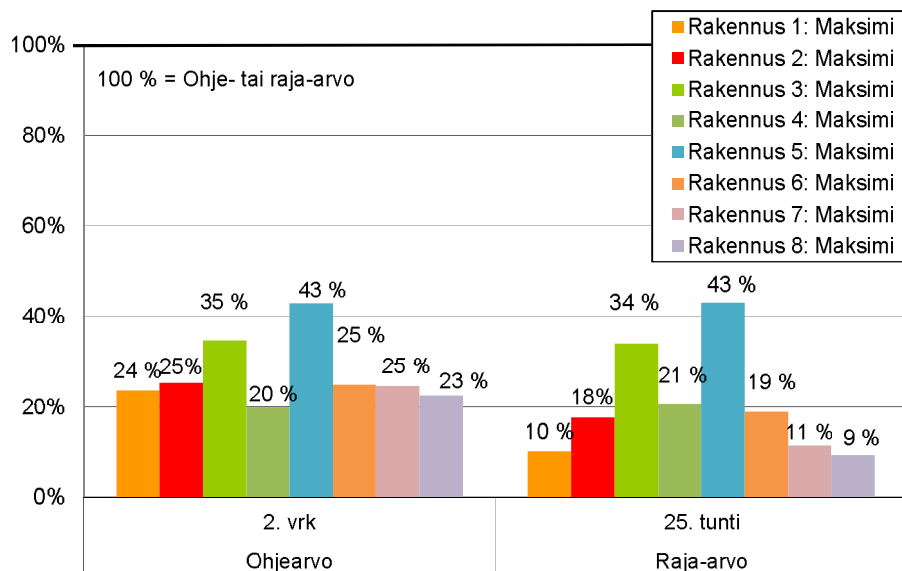
(** raja-arvo

Leviämismallilaskelmien mukaan rikkidioksidipitoisuudet maanpintatasolla olisivat suurimmillaan noin 1 % vuorokausiohjearvosta, noin 0,2 % tuntiohjearvosta, noin 6 % vuorokausiraja-arvosta ja noin 0,4 % tuntiraja-arvosta. Normaalikäyttötuntien mukaisilla päästöillä suurimmat vuorokausipitoisuudet esiintyvät voimalaitosalueelta ja Kalasataman tornitaloilta noin kilometrin länteen. Vuosipitoisuuksien suurin arvo on noin 300 metriä Kalasataman tornitaloilta ja voimalaitoksen rakennuksista noin 800 metriä pohjoiseen. Pitoisuudet alittavat koko alueella ohje- ja raja-arvot selvästi.

Rikkidioksidipitoisuudet kattotasolla (83 m – 125 m) ovat korkeampia kuin maanpintatasolla. Erillistarkastelupisteissä tornitalojen katoilla voimalaitoksen normaalitoiminnan normaali- ja maksimikäyttötuntioletuksen mukaan rikkidioksidipitoisuudet jäivät kuitenkin edelleen selvästi alle ohje- ja raja-arvoista (Kuvat N ja O). Normaalitoiminnan normaalitilanteessa huippulämpökeskuksen aiheuttamat maksimipitoisuudet ovat noin 18 - 45 % voimalaitoksen ja lämpökeskuksen yhteisvaikutuksesta aiheutuneista vuorokausipitoisuuksista ja 5 - 25 % tuntipitoisuuksista (Kuvat F ja N). Normaalitoiminnan maksimitilanteessa huippulämpökeskuksen aiheuttamat maksimipitoisuudet ovat selkeästi suuremmat voimalaitoksen ja lämpökeskuksen yhteisvaikutuksesta aiheutuneista pitoisuuksista, vuorokausipitoisuuksista 68 – 98 % ja tuntipitoisuuksista lähes 100 % (Kuvat G ja O). Tämä johtunee siitä, että huippulämpökeskuksen piipun pituus on matalampi kuin tornitalojen kattotasot.



Kuva N. Leviämismallilla lasketut huippulämpökeskuksen päästöistä johtuvat ulkoilman rikkidioksidin vuorokausi- ja tuntipitoisuudet erillislaskentapisteissä tornitalojen katolla suhteessa (%) ilmanlaadun lyhytaikaisiin ohje- ja raja-arvoihin. Laskennassa on otettu huomioon normaalit käyttötunnit.



Kuva O. Leviämismallilla lasketut huippulämpökeskuksen päästöistä johtuvat ulkoilman rikkidioksidin vuorokausi- ja tuntipitoisuudet erillislaskentapisteissä tornitalojen katolla suhteessa (%) ilmanlaadun lyhytaikaisiin ohje- ja raja-arvoihin. Laskennassa on otettu huomioon vuoden kaikki tunnit.

4.2.2 Typpidioksidipitoisuudet

Leviämismallilaskelmien tuloksina saadut huippulämpökeskuksen normaalitoiminnan normaali- ja maksimitilanteiden typpidioksidipäästöjen aiheuttamat ulkoilman suurimmat pitoisuudet on esitetty taulukossa 10.

Taulukko 10. Leviämismallilaskelmilla saadut Hanasaaren B-voimalaitoksen ja Huippulämpökeskuksen typpidioksidipäästöjen aiheuttamat suurimmat ulkoilman typpidioksidipitoisuudet koko tarkastelualueella.

Typpidioksidipitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Raja- tai ohjearvo	Normaalitilanne	Maksimitilanne
Vuosikeskiarvo	40 (**)	0,02	
Korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus	70 (*)	0,8	1,2
Korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus	150 (*)	1,7	4,8
Korkein tuntiraja-arvoon verrannollinen pitoisuus	200 (**)	1,4	4,3

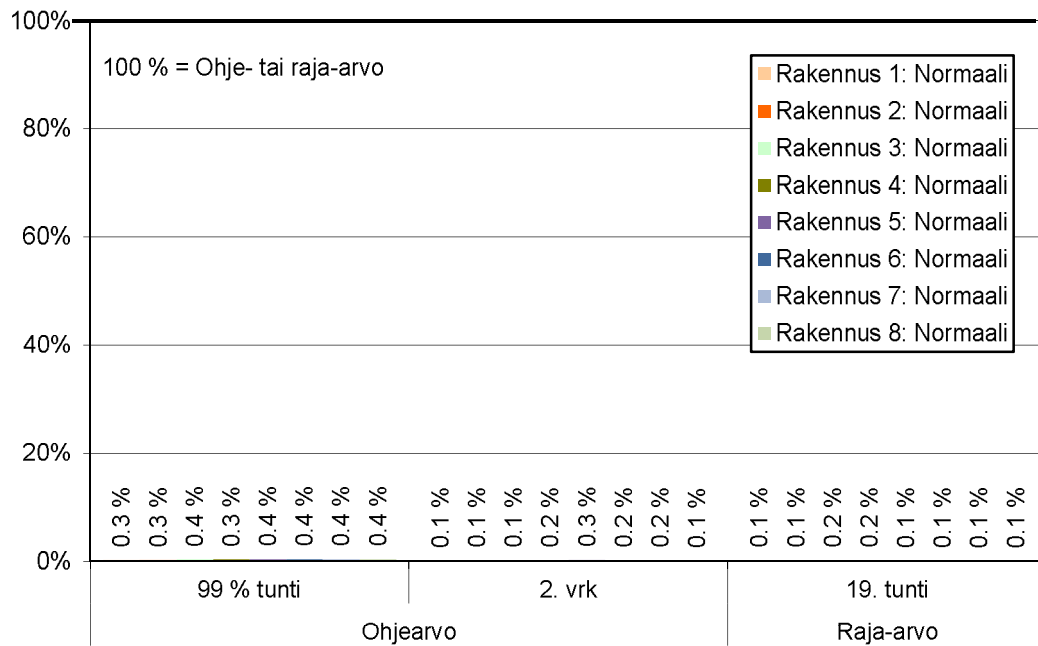
(* ohjearvo

(** raja-arvo

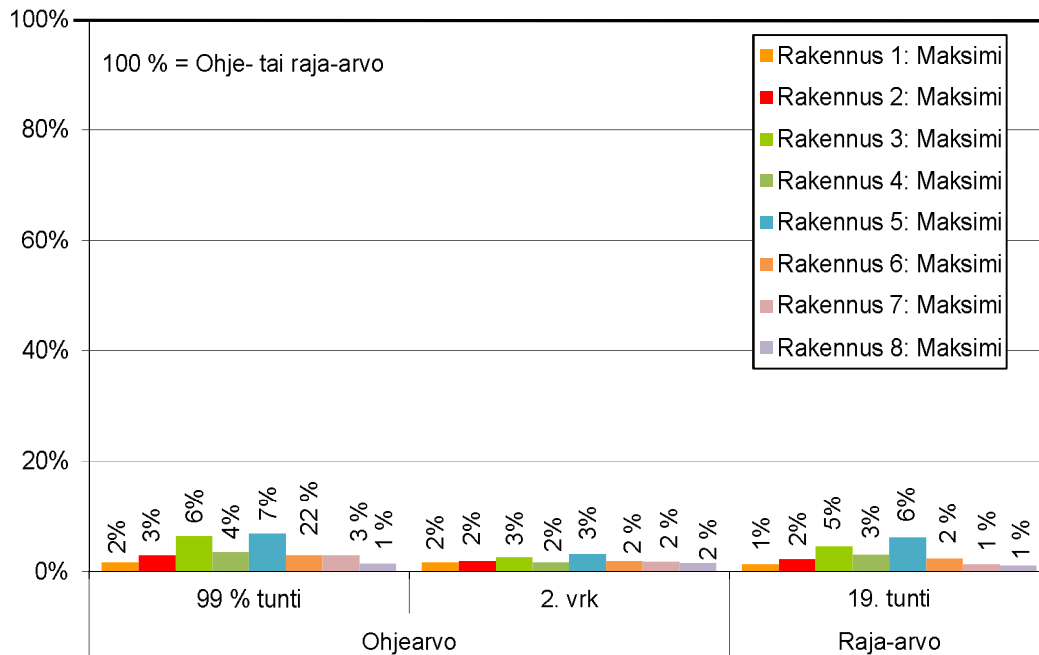
Pitoisuudet alittavat koko tarkastelualueella ohje- ja raja-arvot selvästi. Leviämismallilaskelmien mukaan typpidioksidin pitoisuudet normaalikäytössä maanpinnan tasossa olisivat suurimmillaan noin 0,1 % vuorokausiohjearvosta, noin 0,4 % tuntiohjearvosta ja tuntiraja-arvosta ja noin 0,1 % vuosiraja-arvosta. Normaalikäyttötuntien mukaisilla päästöillä vuosipitoisuudet ovat enimmillään voimalaitosalueelta noin puoli kilometriä luoteen ja pohjoisen välillä. Maksimikäyttötuntitarkastelussa suuria typpidioksidipitoisuuksia esiintyy koillisessa, mutta pitoisuudet maanpintatasossa edelleen alittavat ohje- ja raja-arvot.

Typpidioksidi pitoisuudet kattotasolla (83 m – 125 m) ja pitoisuudet maanpintatasolla eroavat vain hyvin vähän toisistaan. Erillistarkastelupisteissä tornitalojen katoilla typpidioksidipitoisuudet jäävät edelleen selvästi alle ohje- ja raja-arvoista molemmilla käyttötuntioletuksilla (Kuvat P ja Q). Vuosipitoisuudet ovat hyvin matalia, normaalikäytössä enimmillään noin 0,01 % vuosiraja-arvosta ja maksimikäytössä noin 0,6 %.

Normaalitoiminnan normaalitilanteessa huippulämpökeskuksen aiheuttamat maksimipitoisuudet ovat noin 12 - 32 % voimalaitoksen ja lämpökeskuksen yhteisvaikutuksesta aiheutuneista tuntipitoisuuksista (Kuvat I ja P). Normaalitoiminnan maksimitilanteessa huippulämpökeskuksen aiheuttamat maksimipitoisuudet ovat 95 – 100 % voimalaitoksen ja lämpökeskuksen yhteisvaikutuksesta aiheutuneista tuntipitoisuuksista (Kuvat J ja Q). Tämä johtunee siitä, että huippulämpökeskuksen piipun pituus on matalampi kuin tornitalojen kattotasot.



Kuva P. Leviämismallilla lasketut ulkoilman typpidioksidin vuorokausi- ja tuntipitoisuudet erillislaskentapisteissä tornitalojen katolla suhteessa (%) ilmanlaadun lyhytaikaisiin ohje- ja raja-arvoihin. Laskennassa on otettu huomioon normaalikäyttötunnit.



Kuva Q. Leviämismallilla lasketut ulkoilman typpidioksidin vuorokausi- ja tuntipitoisuudet erillislaskentapisteissä tornitalojen katolla suhteessa (%) ilmanlaadun lyhytaikaisiin ohje- ja raja-arvoihin. Laskennassa on otettu huomioon vuoden kaikki tunnit.

4.2.3 Hiukkaspitoisuudet

Leviämismallilaskelmien tuloksina saadut huippulämpökeskuksen normaali- ja maksimikäytön hiukkaspäästöjen aiheuttamat ulkoilman suurimmat pitoisuudet koko tarkastelualueella on esitetty taulukossa 11. Koska maksimitilannetarkastelussa oletetaan hypoteettisesti laitoksen käyvän vuoden kaikkina tunteina vain hetkellisesti korkeimpien pitoisuuksien saamiseksi, ei vuosikeskiarvopitoisuuksia ilmoiteta.

Taulukko 11. Leviämismallilaskelmilla saadut huippulämpökeskuksen hiukkaspäästöjen aiheuttamat suurimmat ulkoilman hiukkaspitoisuudet koko tarkastelualueella.

Hiukkaspitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Raja- tai ohjearvo	Normaalitilanne	Maksimitilanne
Korkein PM_{10} vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus	70 ^(*)	0,1	0,9
Korkein PM_{10} vuosikeskiarvo	40 ^(**)	0,001	
Korkein PM_{10} vuorokausiraja-arvoon verrannollinen pitoisuus	50 ^(**)	0,000002	0,4
Korkein $\text{PM}_{2.5}$ vuorokausikeskiarvo	25 ^(*)	0,1	1,0

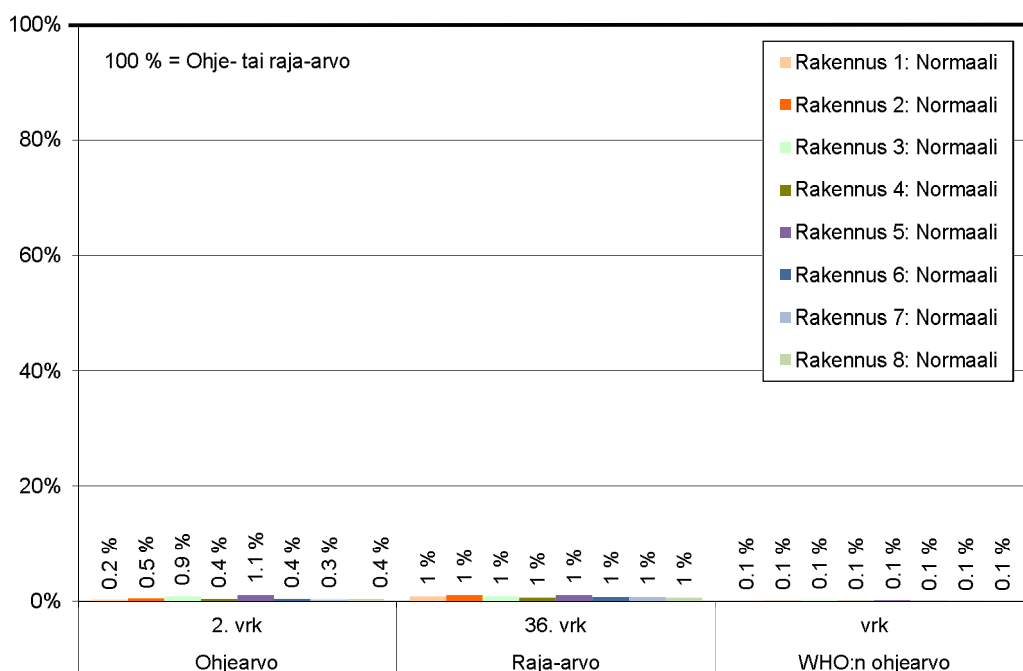
(* ohjearvo

(** raja-arvo

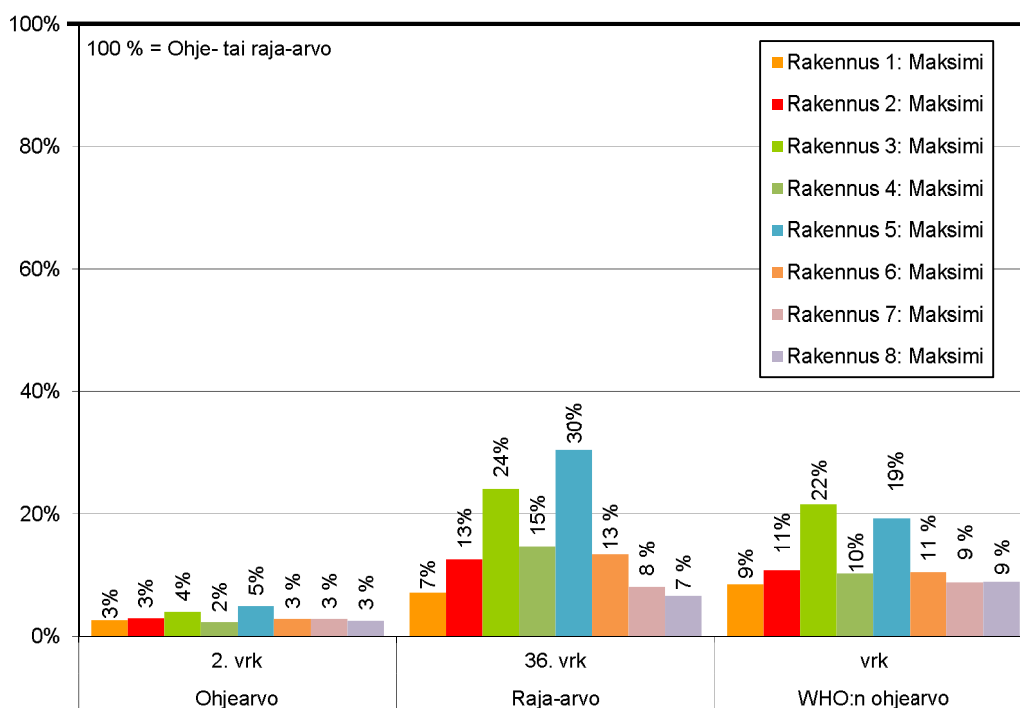
Huippulämpökeskuksesta aiheutuvat hiukkaspitoisuudet maanpintatasossa alittavat ohje- ja raja-arvot selvästi. Leviämismallilaskelmien mukaan hiukkasten pitoisuudet normaalitoiminnan normaalitilanteessa maanpinnan tasossa olisivat suurimmillaan noin 0,1 % vuorokausiohjearvosta, noin alle 0,01 % vuosi- ja vuorokausiraja-arvosta ja noin 0,4 % WHO:n vuorokausiohje-arvosta. Normaali- ja maksimikäyttötuntien mukaisilla päästöillä maksimivuosispitoisuudet ovat enimmillään voimalaitosalueelta kaksi kilometriä koilliseen. Vuorokausipitoisuudet ovat suurimmillaan voimalaitosalueelta hieman alle kilometrin pohjoiseen ja tornitaloilta puoli kilometriä luoteeseen.

Pitoisuudet kattotasolla (83 m - 125 m) ovat vain lievästi korkeampia kuin maanpintatasolla. Erillistarkastelupisteissä tornitalojen katoilla voimalaitoksen sekä normaali- että maksimikäyttötuntioletuksen mukaan hiukkaspitoisuudet jäävät kuitenkin edelleen selvästi alle ohje- ja raja-arvoista (Kuva R ja S). Vuosikeskiarvojen suhde vuosiraja-arvon erillistarkastelupisteissä normaalikäytössä on enimmillään 0,01 % ja maksimikäytössä enimmilläänkin alle 1 %.

Normaalitoiminnan normaalitilanteessa huippulämpökeskuksen aiheuttamat maksimipitoisuudet ovat vain noin 1,5 - 4 % voimalaitoksen ja lämpökeskuksen yhteisvaikutuksesta aiheutuneista vuorokausipitoisuuksista (Kuvat L ja R). Normaalitoiminnan maksimitilanteessa huippulämpökeskuksen aiheuttamat maksimipitoisuudet ovat 91 – 100 % voimalaitoksen ja lämpökeskuksen yhteisvaikutuksesta aiheutuneista vuorokausipitoisuuksista (Kuvat M ja S). Tämä johtunee siitä, että huippulämpökeskuksen piipun pituus on matalampi kuin tornitalojen kattotasot.



Kuva R. Leviämismallilla lasketut ulkoilman korkeimmat hiukkaspitoisuudet erillislaskentapisteissä tornitalojen kattotasolla suhteessa (%) pienhiukkasille ja hengitettäville hiukkasille annettuihin ilmanlaadun lyhytaikaisiin ohje- ja raja-arvoihin. Laskennassa on otettu huomioon normaalikäyttötuntioletus.



Kuva S. Leviämismallilla lasketut ulkoilman korkeimmat hiukkaspitoisuudet erillislaskentapisteissä tornitalojen kattotasolla suhteessa (%) pienhiukkasille ja hengitettäville hiukkasille annettuihin ilmanlaadun lyhytaikaisiin ohje- ja raja-arvoihin. Laskennassa on otettu huomioon vuoden kaikki tunnit.

5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä tutkimuksessa arvioitiin leviämismallilaskelmilla Helsingin Energian Hanasaari B-voimalaitokseen ja huippulämpökeskuksen päästöjen yhteisilmanlaatuvaikutuksia ja pelkän huippulämpökeskuksen päästöjen aiheuttamia ilmanlaatuvaikutuksia laitoksen ympäristössä maanpintatasossa, Kalastaman keskukseen suunnitellun viherkannen tasoilla sekä erillistarkastelupisteissä Kalasatamaan rakennettavien tornitalojen kattotasoilla. Tutkimuksen tarkoituksena oli varmistaa, että savukaasupäästöjen aiheuttamat ulkoilman rikkidioksidin, typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuudet pysyvät raja- ja ohjearvojen rajoissa maanpintatasossa ja tornitalojen kattotasoilla 83 m - 125 m korkeudessa.

Hanasaari B-voimalaitoksen 150 metriä korkeaan piippuun on hormeilla johdettu kolmen kattilan savukaasut. Lisäksi voimalaitoksessa on apukattila (5 MW), jonka piipun korkeus on 33 metriä. Apukattilan polttoaineen on maakaasu. Huippulämpökeskuksen kuudella kattilalla (á 49,9 MW) on yhteinen 100,6 metriä korkea ulkopiippu, jossa jokaisella kattilalla on oma hormi savukaasuja varten.

Tarkastelu tehtiin kahdella päästöskenaariolla. Normaali-toiminnan normaalitilanteessa lähtökohtana olivat vuonna 2010 toteutuneet käyttötunnit ja vuoden 2016 päästöraja-arvot ja Hanasaari B-voimalaitoksen apukattilan osalta vuoden 2009 tiedot. Normaali-toiminnan maksimitilanteessa tavoitteena on saada esiin korkeimmat hetkelliset pitoisuudet epäedullisimmissa meteorologisissa olosuhteissa. Maksimitarkastelussa oletetaan, että B-voimalaitos ja lämpökeskus käyvät keskimääräisellä teholla ja samanaikaisesti ympäri vuoden.

Voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen normaalikäytön päästöjen aiheuttamat korkeimmat rikkidioksidi-, typpidioksidi- ja hiukkaspäästöt jäävät maanpintatasolla hyvin pieniksi ja alittavat ohje- ja raja-arvot selvästi aiheuttaen korkeimmillaankin maksimikäyttötuntioletuksella 44 % ohjearvosta korkeimpien rakennusten kattotasoilla. Mallilaskelmien mukaan Hanasaaren B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen päästöjen aiheuttamat maksimipitoisuudet muodostuivat osaksi Kalasataman keskuksen aluetta kauemmaksi, jolloin Kalasataman viherkannen alue jää osittain päästöjen nk. katvealueeseen. Maksimitilanteessa rikkidioksidi-, typpidioksidi-, ja hiukkaspitoisuudet ovat korkeampia kuin normaalitilanteessa, alittaen kuitenkin ohje- ja raja-arvot. Huippulämpökeskuksen aiheuttamien päästöjen osuus huippulämpökeskuksen ja voimalaitoksen yhteiskäytön maanpintatason kokonaispitoisuuksista on pieni. Erillistarkastelupisteissä Kalasataman kattotasoilla huippulämpökeskuksen merkitys kuitenkin kasvaa ja sen päästöt maksimitilanteessa selittävät rikkidioksidin, typpidioksidin ja hiukkasten pitoisuudet lähes kokonaan. Tämä johtuu siitä, että huippulämpökeskuksen piipun korkeus on matalampi kuin suunniteltujen tornitalojen kattotasojen korkeudet.

Mallilaskelman perusteella voidaan arvioida, että suunnitellulla Hanasaaren voimalaitoksella ja huippulämpökeskuksen normaalikäyttömäärällä ja sitä edustavilla päästöillä varmistetaan ilmanlaadun kannalta riittävän hyvät päästöjen leviämisen ja laimenemisen olosuhteet, eikä B-voimalaitoksen tai huippulämpökeskuksen päästöt merkittävästi huononna alueen ilmanlaatua maanpintatasolla. Kalasatamaan suunniteltujen tornitalojen kattotasoilla pitoisuudet ovat huomattavasti maanpintatasoa korkeampia, mutta alittavat siitä huolimatta maksimikäyttöoletuksellakin ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot selvästi, ollen korkeimmillaan alle 45 % ohje-arvosta.

VIITELUETTELO

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

Pietarila, H., Salmi, T., Saari H. & Pesonen, R., 2001. Ilmanlaadun alustava arviointi Suomessa. Rikkidioksidi, typen oksidit, PM₁₀ ja lyijy. The preliminary assessment under the EC air quality directives in Finland. SO₂, NO₂/NO_x PM₁₀, lead. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun tutkimus.

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

Sassi M.-K., Hannuniemi H., Lappi, S., 2009. Helsingin Energian Hanasaaren B voimalaitoksen apukattilan päästöjen leviämisselvitys. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut, Helsinki. 11 s. + 3 liites.

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

Vna 38/2011. Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta. Annettu 20.1.2011

YTV, 2008. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2007.

World Health Organization (WHO), 2006. WHO air quality guidelines. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide. Global update 2005. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe.
http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair_aqg/en/

LIITEKUVAT

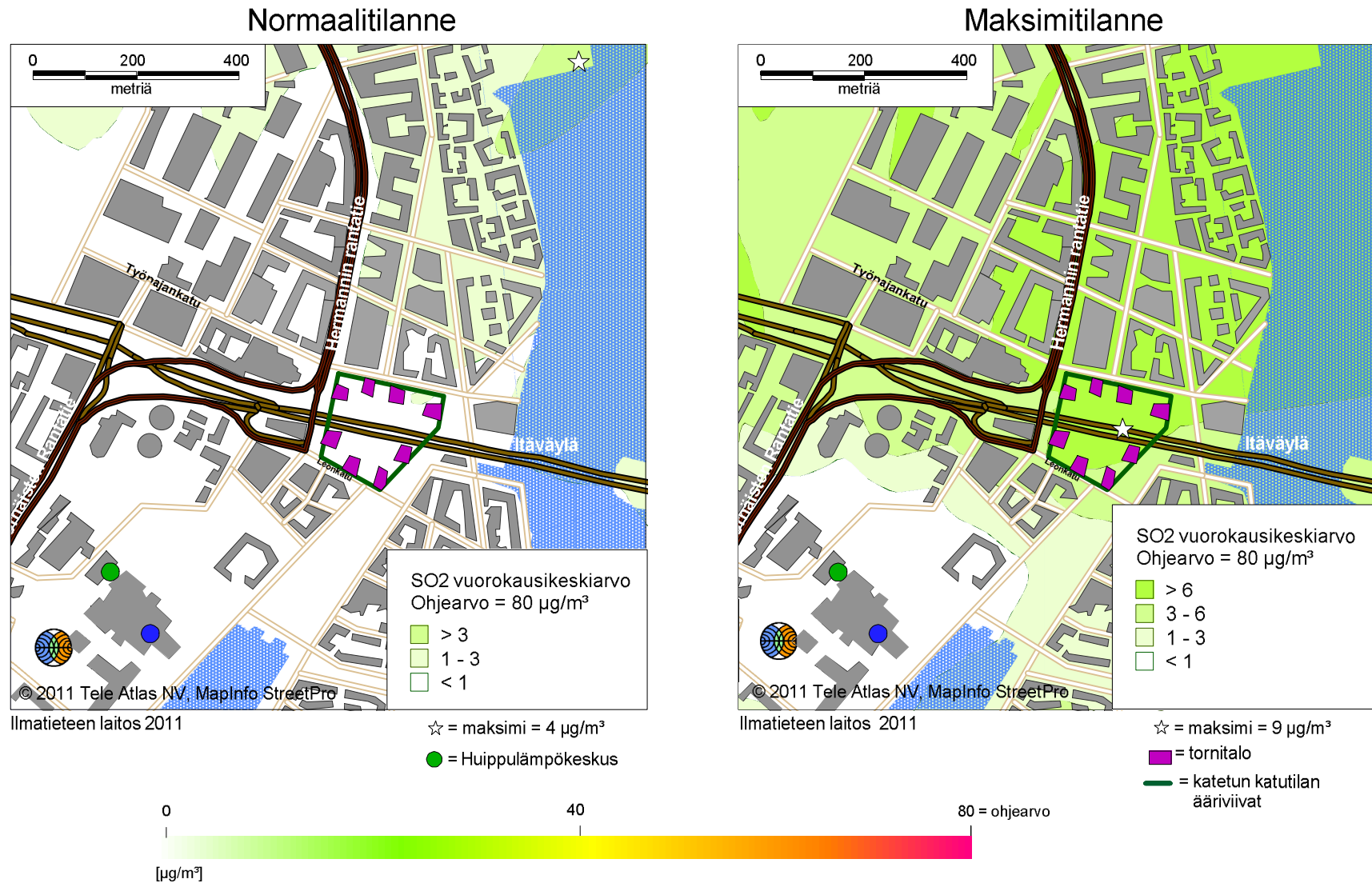
Seuraavissa karttakuvissa on esitetty laskentapisteittäisistä keskiarvoista samanarvonviivoin muodostetut korkeimpien pitoisuuksien alueet, joilla tietyn pitoisuuden ylittyminen on pitkän havaintojakson aikana todennäköistä. Laskentapiste, johon muodostui koko tutkimusalueen suurin pitoisuus, on esitetty 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 ilman-suunnassa. Maanpinnan muodot voivat aiheuttaa aluejakaumiin erillisiä suppeita alueita, joissa pitoisuudet ovat joko korkeampia tai matalampia kuin lähiympäristössä.

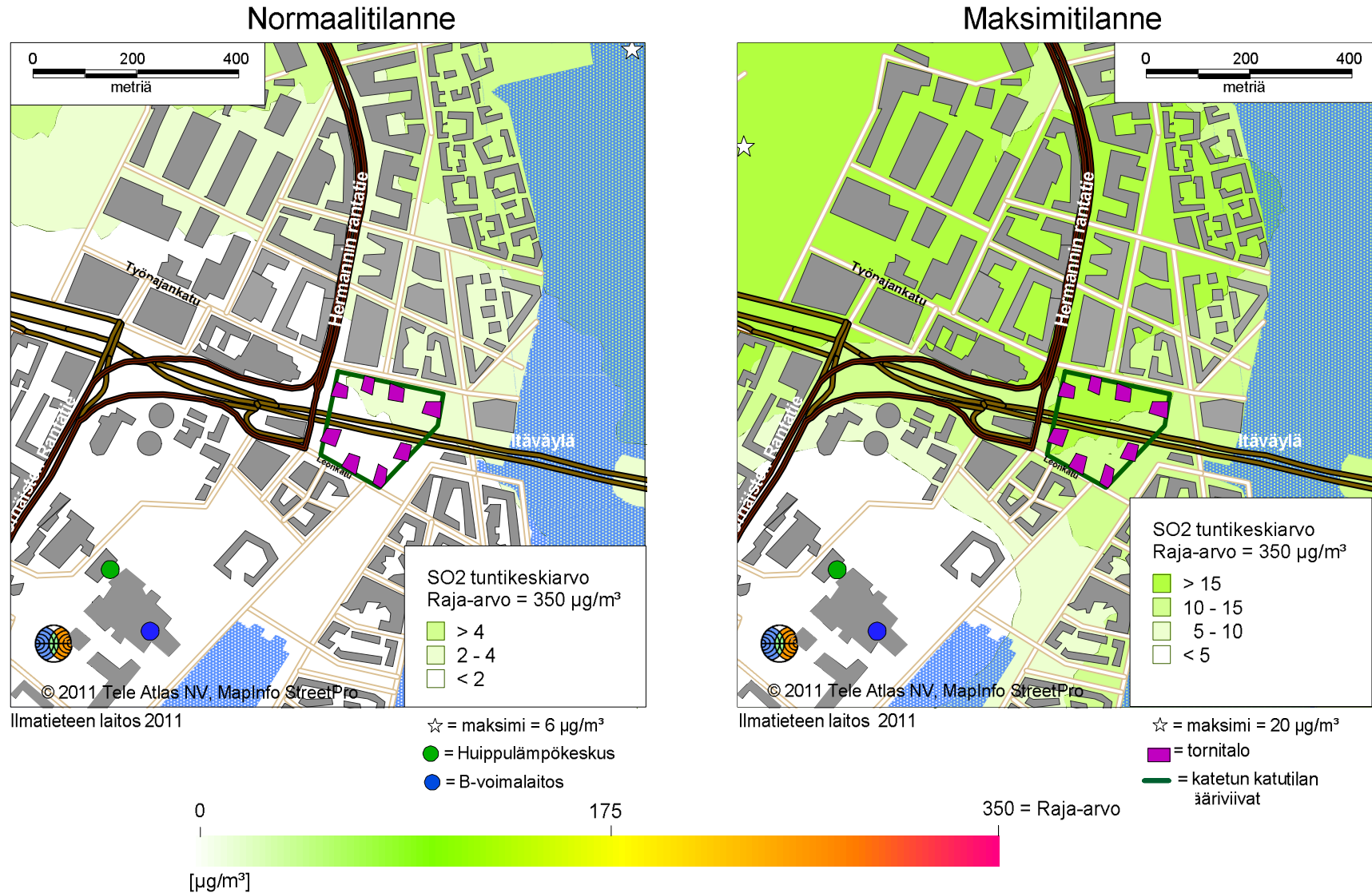
Pistemäisten päästölähteiden välittömään läheisyyteen muodostuu usein ns. katvealue, jolla pitoisuudet ovat minimissään ja kasvavat lyhyellä etäisyydellä nopeasti. Tällaisten aivan päästölähteen ympärille muodostuvien, muita arvoja matalampien pitoisuuksien alueiden laajuuteen vaikuttavat piipun korkeus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

HANASAAREN B-VOIMALAITOKSEN JA HUIPPULÄMPÖKESKUKSEN PÄÄSTÖT



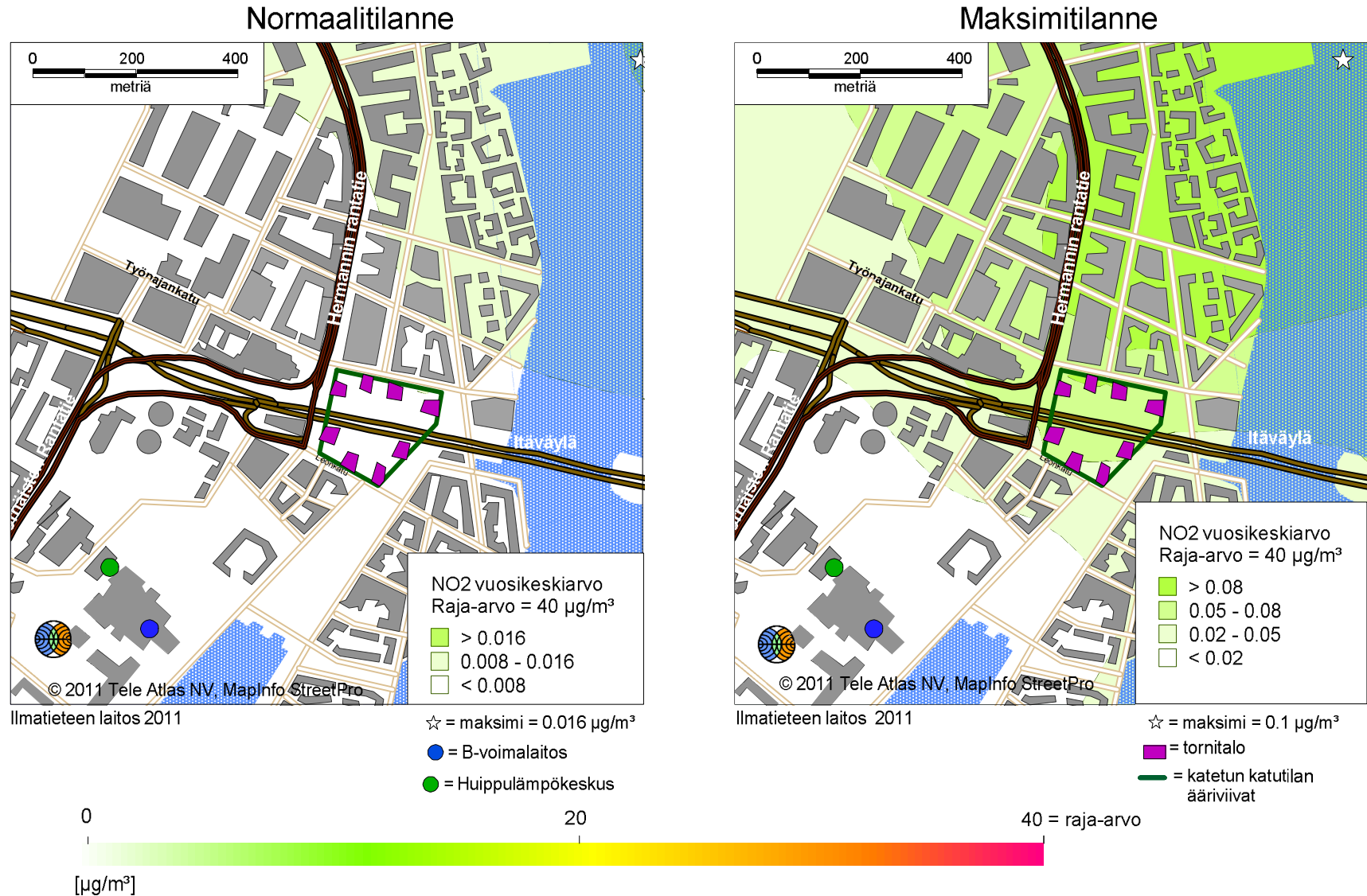
Kuva 1. Rikkidioksidipitoisuuden 2. korkein vuorokausikeskiarvo (µg/m³). Normaalioletuksen laskelmat on tehty vuonna 2010 toteutuneiden käyttötuntien mukaan ja maksimitilanteessa kattilat ovat olleet käynnissä vuoden jokaisena tuntina.

HANASAARI B-VOIMALAITOSEN JA HUIPPULÄMPÖKESKUKSEN PÄÄSTÖT



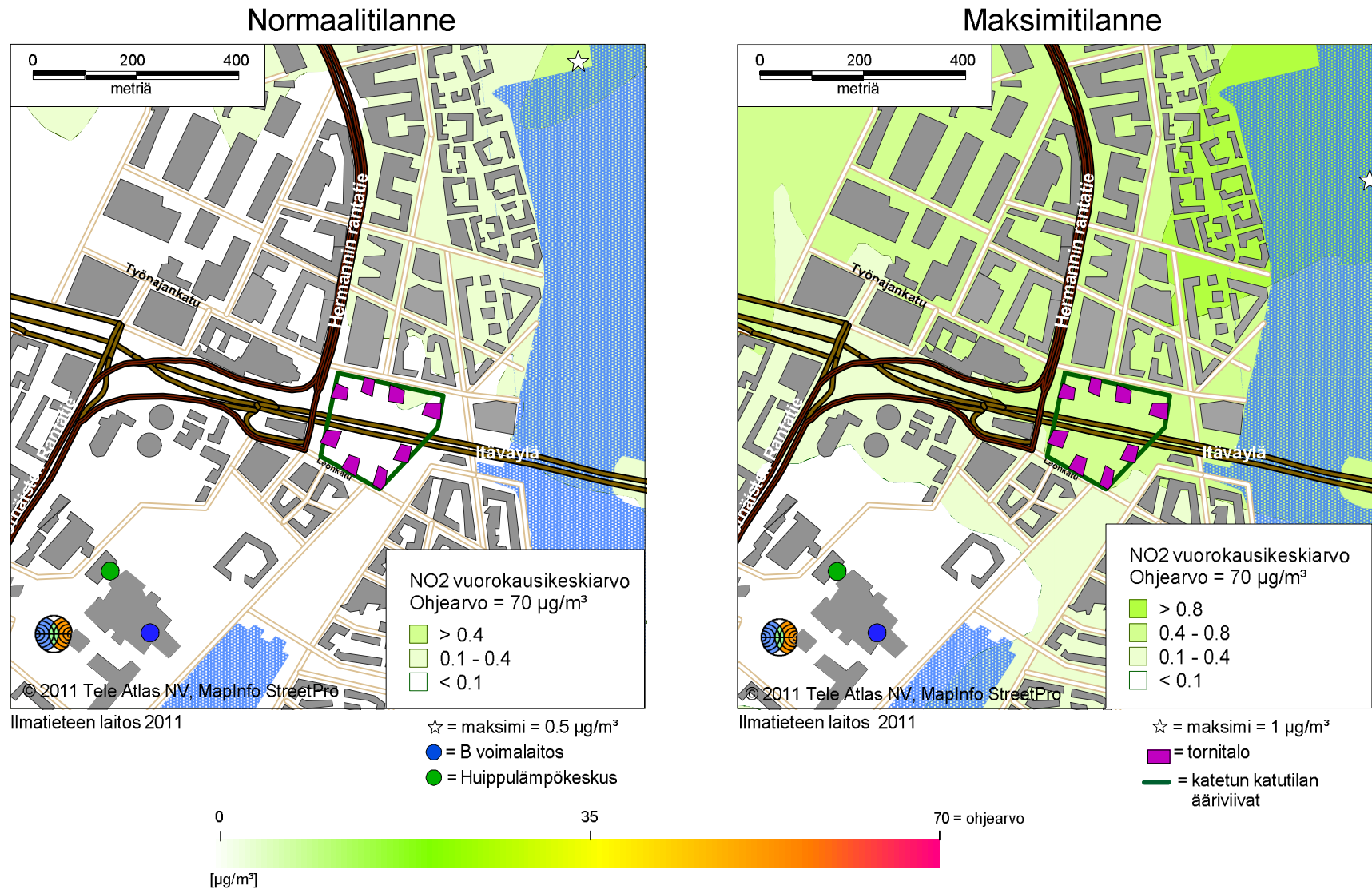
Kuva 2. Rikkidioksidipitoisuuden 25. korkein tuntikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Normaaliolotuksen laskelmat on tehty vuonna 2010 toteutuneiden käyttötuntien mukaan ja maksimitilanteessa kattilat ovat olleet käynnissä vuoden jokaisena tuntina.

HANASAARI B-VOIMALAITOKSEN JA HUIPPULÄMPÖKESKUKSEN PÄÄSTÖT



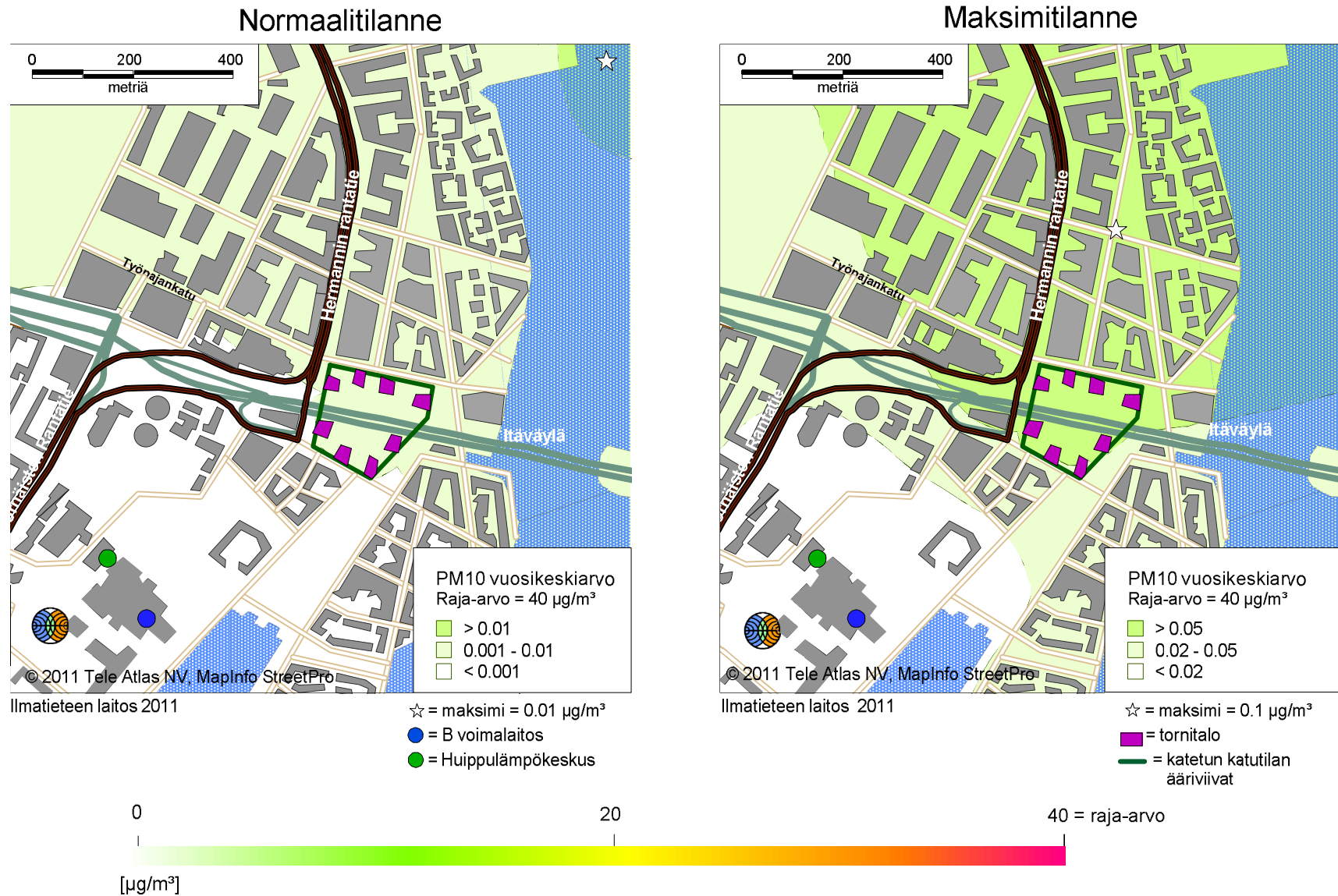
Kuva 3. Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo (µg/m³). Normaaliolotuksen laskelmat on tehty vuonna 2010 toteutuneiden käyttötuntien mukaan ja maksimitilanteessa kattilat ovat olleet käynnissä vuoden jokaisena tuntina.

HANASAARI B VOIMALAITOKSEN JA HUIPPULÄMPÖKESKUKSEN PÄÄSTÖT



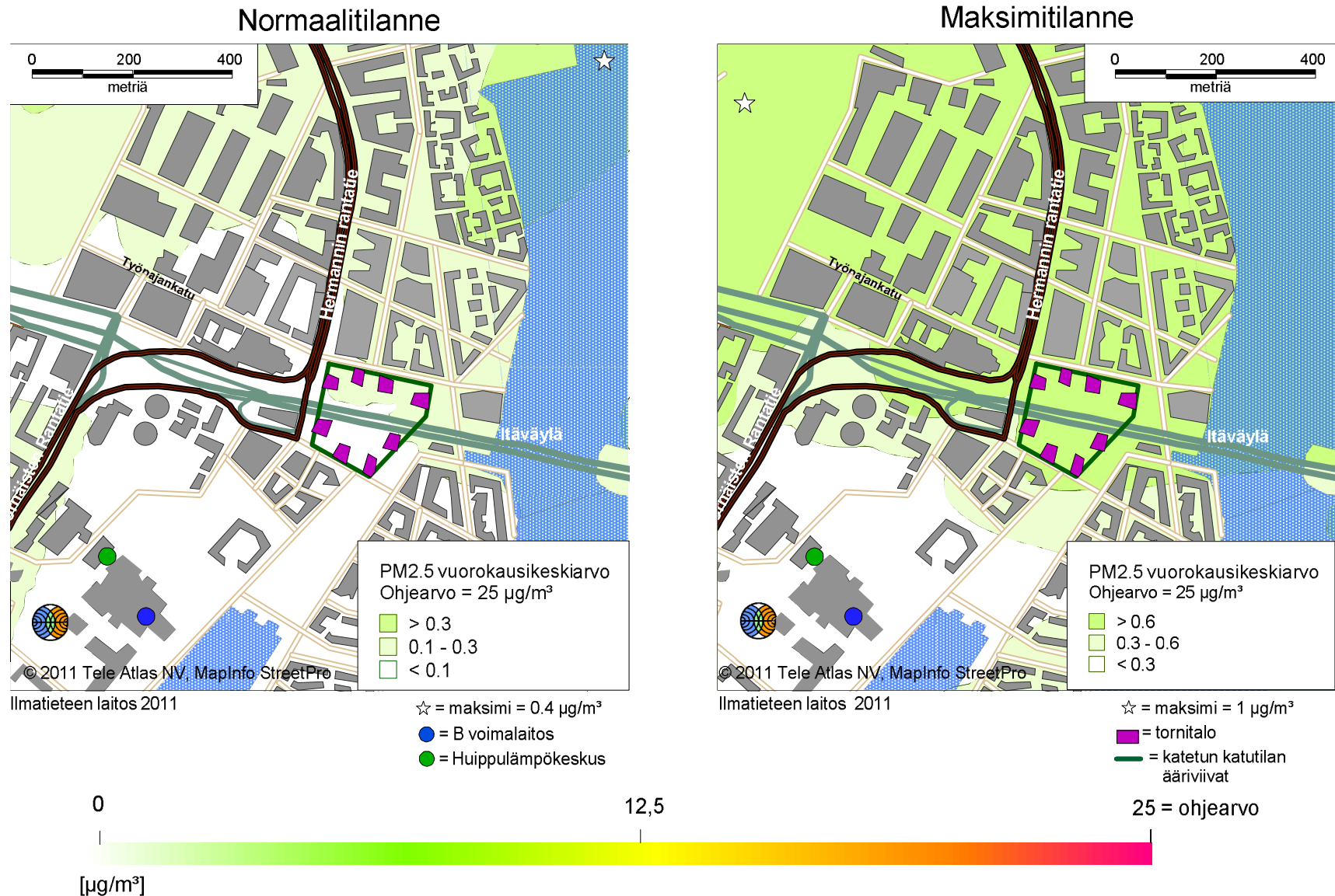
Kuva 4. Typpidioksidipitoisuuden kuukauden 2. korkein vuorokausiarvo (µg/m³). Normaalioletuksen laskelmat on tehty vuonna 2010 toteutuneiden käyttötuntien mukaan ja maksimitilanteessa kattilat ovat olleet käynnissä vuoden jokaisena tuntina.

HANASAARI B-VOIMALAITOKSEN JA HUIPPULÄMPÖKESKUKSEN PÄÄSTÖT



Kuva 5. Hiukkaspitoisuuden korkein vuosikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Normaalioletuksen laskelmat on tehty vuonna 2010 toteutuneiden käyttötuntien mukaan ja maksimitilanteessa kattilat ovat olleet käynnissä vuoden jokaisena tuntina.

HANASAARI B VOIMALAITOKSEN JA HUIPPULÄMPÖKESKUKSEN PÄÄSTÖT



Kuva 6. Pienhiukkasten pitoisuuden vuorokausikeskiarvo (µg/m³). Normaaliolotuksen laskelmat on tehty vuonna 2010 toteutuneiden käyttötuntien mukaan ja maksimitilanteessa kattilat ovat olleet käynnissä vuoden jokaisena tuntina.

KALASATAMAN KESKUS, ASEMAKAAVAN nro 12070 SELVITYKSET:

- 1 Kalasataman keskuksen toteutussopimus
- 2 Kalasataman keskuksen kaupallinen selvitys
- 3 Korkea rakentaminen Helsingissä
- 4 Kalasataman keskuksen vaikutukset kaupunkikuvaan, maisemaan ja kulttuuriympäristöön
- 5 Kalasataman keskuksen varjostus selvitys
- 6 Kalasataman joukkoliikenneselvitys 2011
- 7 Kalasataman korkeiden rakennusten vaikutukset lintuihin, erityisesti Vanhankaupunginlahden Natura-alueen linnustoon
- 8 Kalasataman keskuksen palotekninen suunnitelma kaavoituksen tarpeisiin
- 9 Kalasataman keskuksen tuulisuusselvitys
- 10 Kalasataman keskuksen sosiaali- ja terveysaseman tärinä- ja runkomeluselvelyt
- 11 Kalasataman keskuksen asemakaavan meluselvelyt
- 12 Kalasataman kaava-alueelle suunnitellun viherkannan ympäristön liikenteen ja pysäköintilaitoksen ilmanlaatuvaikutukset
- 13 Helsingin Energian Hanasaaren B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen päästöjen leviämismalliselvelyt
- 14 Kalasataman keskuksen toteutuksen kestävä kehittäminen
- 15 Kalasataman keskus - Ekotehokkuuden arviointi
- 16 Kalasataman keskus, Maaperän kunnostuksen yleissuunnitelma
- 17 Kalasataman keskus, Maaperän kunnostussuunnitelman täydennys
- 18 Kalasataman keskus, Pohjaveden tila, raportti 1

