



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 kaukokulkeutuna 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, kuivalaskeutuna erilaisille pinnoille tai kemiallisen muutoksen 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 häiriöpäästöttilanteissa. 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*).

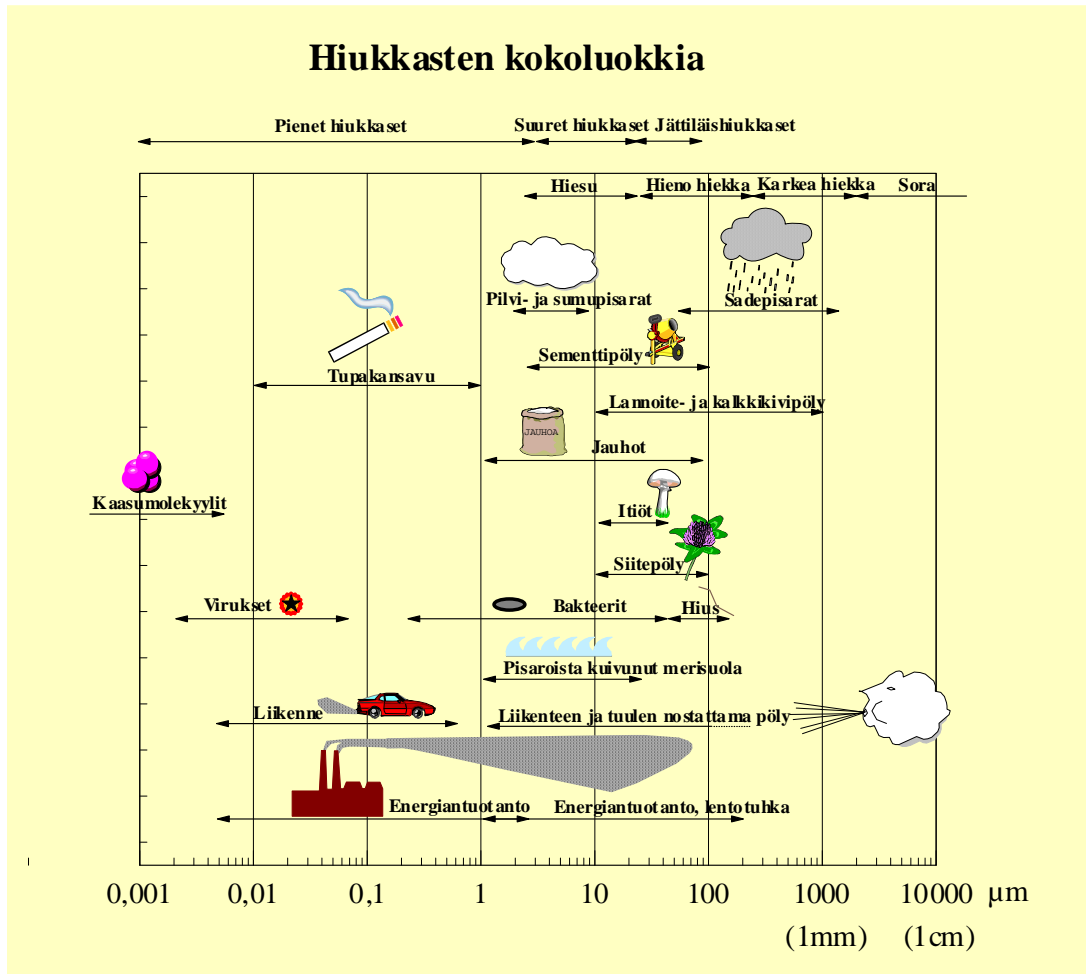
2.4 Hiukkaset

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 vuorokausiohjarvo 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

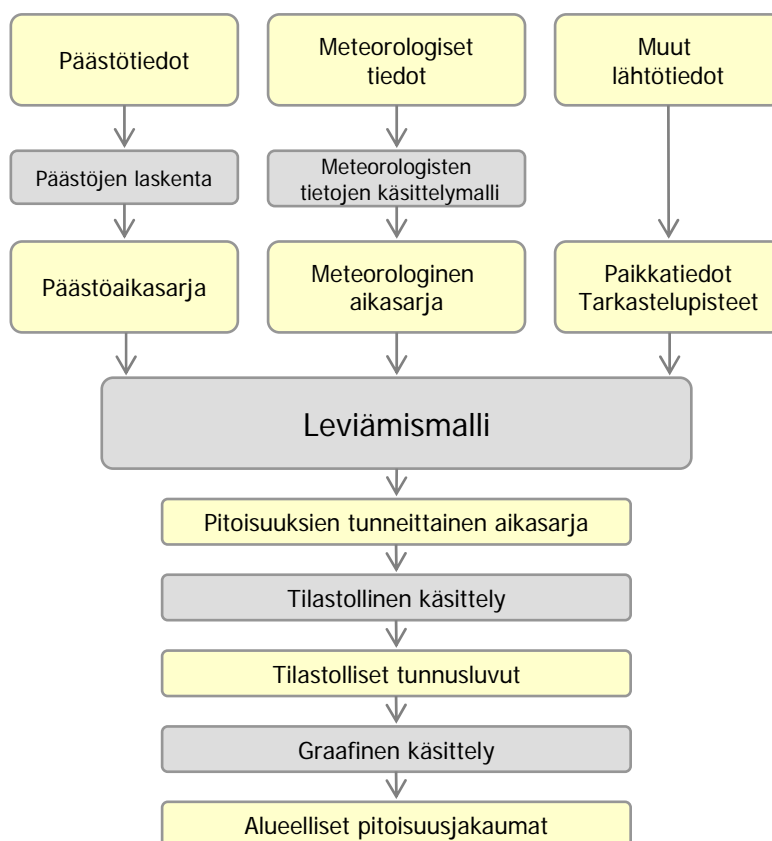
Ilmansaasteiden leviämismalleilla tutkitaan eri ilmansaasteiden kulkeutumista ilmakehässä. Malleihin sisältyy usein laskentamenetelmiä, joiden avulla voidaan tarkastella ilmansaasteiden muuntumista, kemiallisia reaktioita ja poistumista ilmakehästä laskeutumisena sekä ilmansaasteiden pitoisuuksien muodostumista. 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 käyttöönotettu 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 käyttöönotettu 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 hiukkaspäästöjen 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 poltettu 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

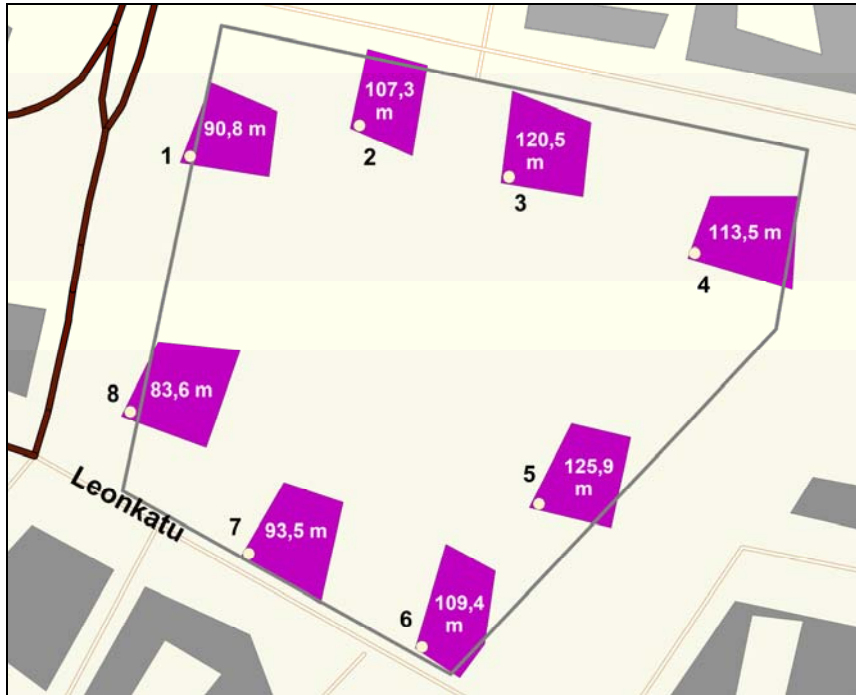
Normaalitoiminnassa sekä normaalitoiminnan maksimitilanteessa huippulämpökeskuksen kattilan rikkidioksidipäästöt ovat 2,7 g/s, typenoksidipäästöt, 2,2 g/s ja hiukkaspäästöt 0,3 g/s. Laskelmissa normaalitoimintaa edustaa tilaajan toimittamat vuonna 2010 toteutuneet käyttötuntimäärät kattiloittain (Taulukko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

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

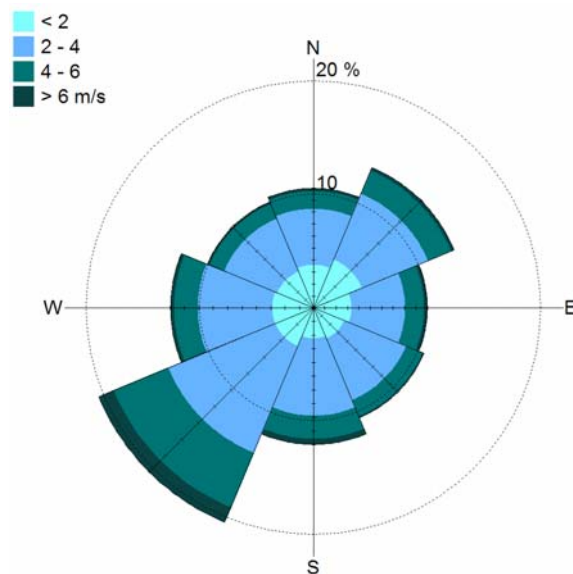
Taulukko 5. Hanasaaren B-voimalaitoksen K3, K4, K8 ja huippulämpökeskuksen kattiloiden K1-K6 käyttötuntimäärät vuonna 2010 ja apukattilan K9 käyttötuntimäärät vuonna 2009.

	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 kattotasoiilla (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

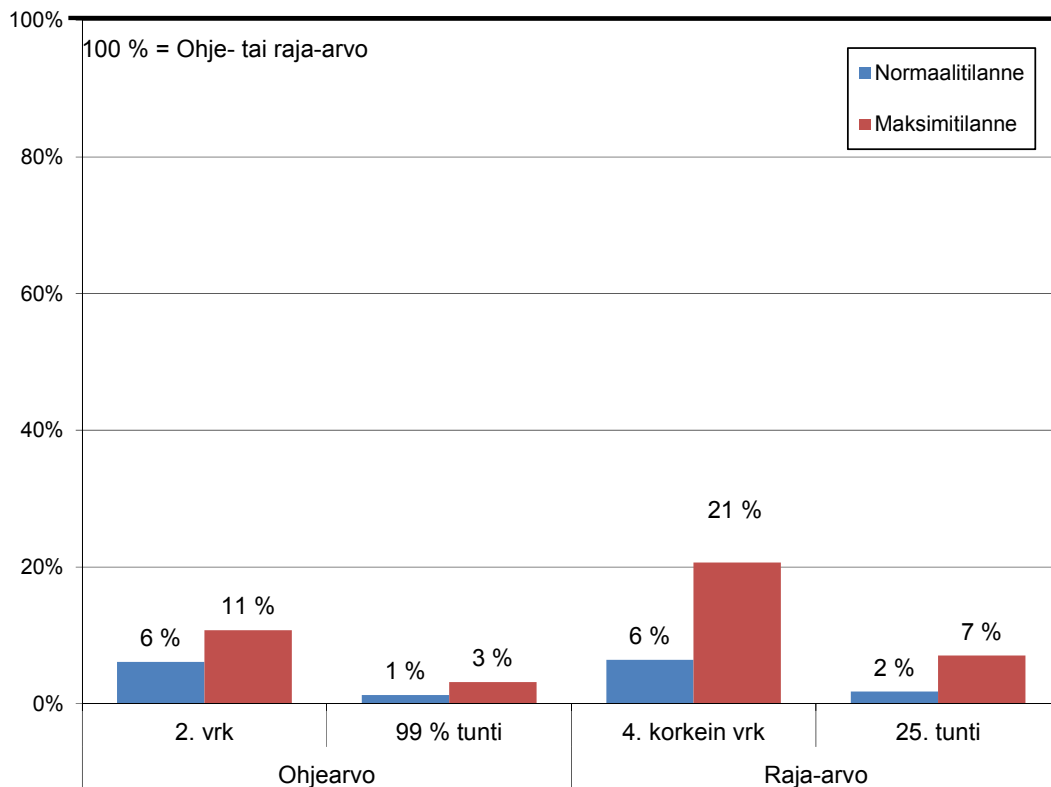
Leviämismallilaskelmien tuloksina saadut Hanasaaren B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen normaalitoiminnan normaali- ja maksimitilanne rikkidioksidipäästöjen aiheuttamat ulkoilman suurimmat pitoisuudet on esitetty taulukossa 6. Kuvassa E on esitetty näiden pitoisuuksien osuus raja- tai ohjearvosta.

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

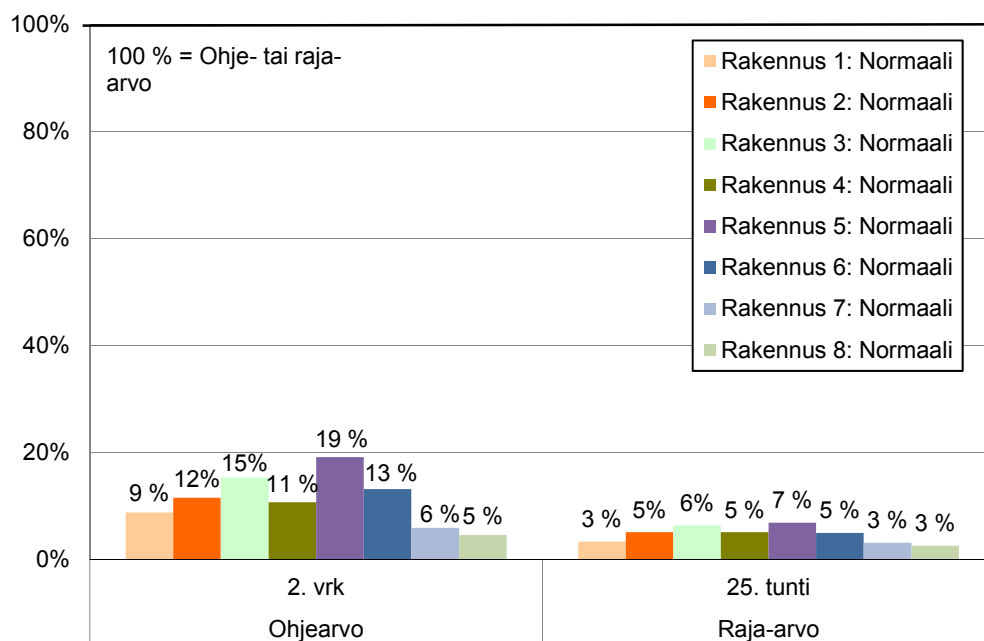
(** raja-arvo



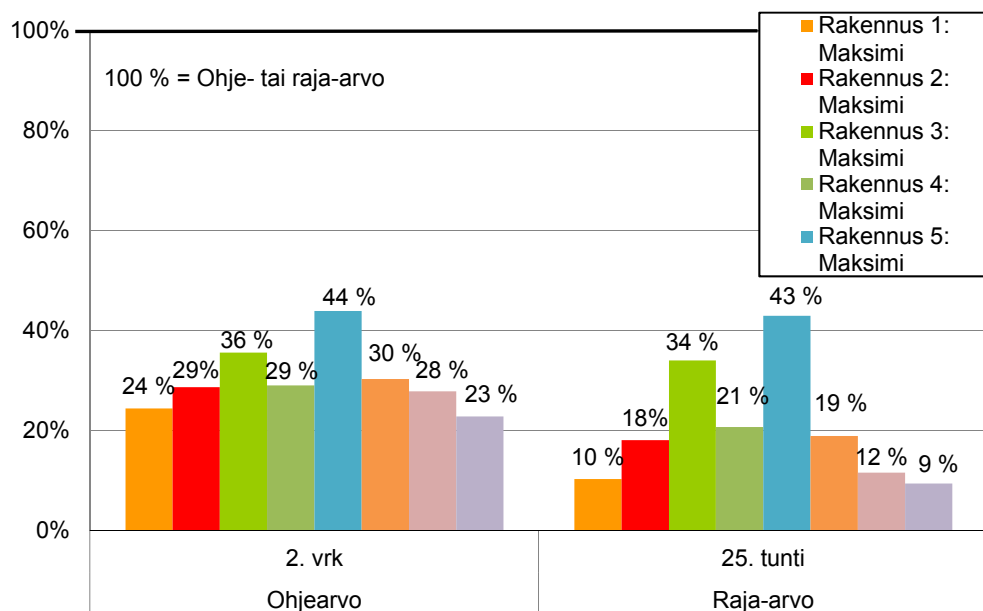
Kuva E. Leviämismallilla lasketut koko tarkastelualueen ulkoilman korkeimmat rikkidioksidipitoisuudet maanpintatasossa suhteessa (%) ilmanlaadun lyhytaikaisiin ohje- ja raja-arvoihin.

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 jäävät 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 hiukkaspäästöihin 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

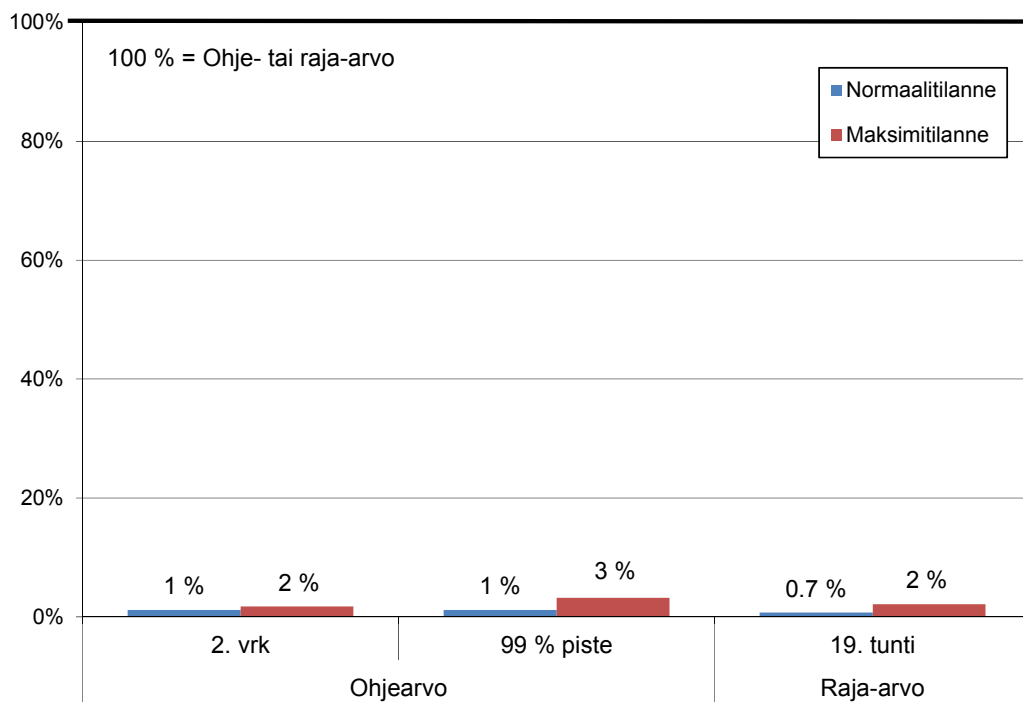
Leviämismallilaskelmien tuloksina saadut Hanasaaren B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen normaalitoiminnan normaali- ja maksimitilanteiden typpidioksidipäästöjen aiheuttamat ulkoilman suurimmat pitoisuudet on esitetty taulukossa 7. Koska maksimitilannetarkastelussa oletetaan hypoteettisesti laitoksen 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

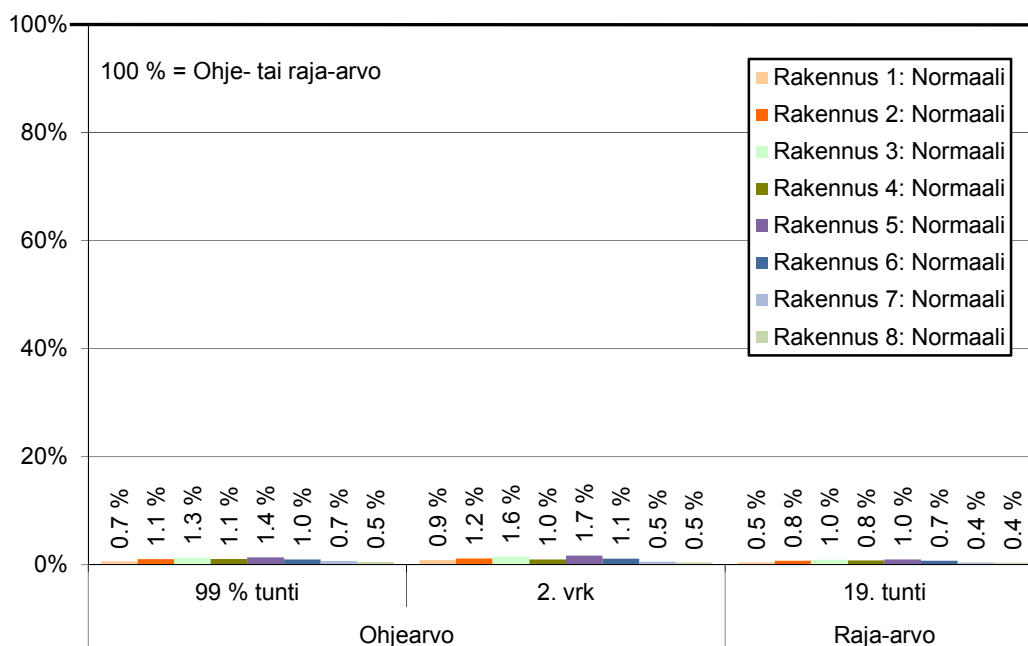
(** raja-arvo



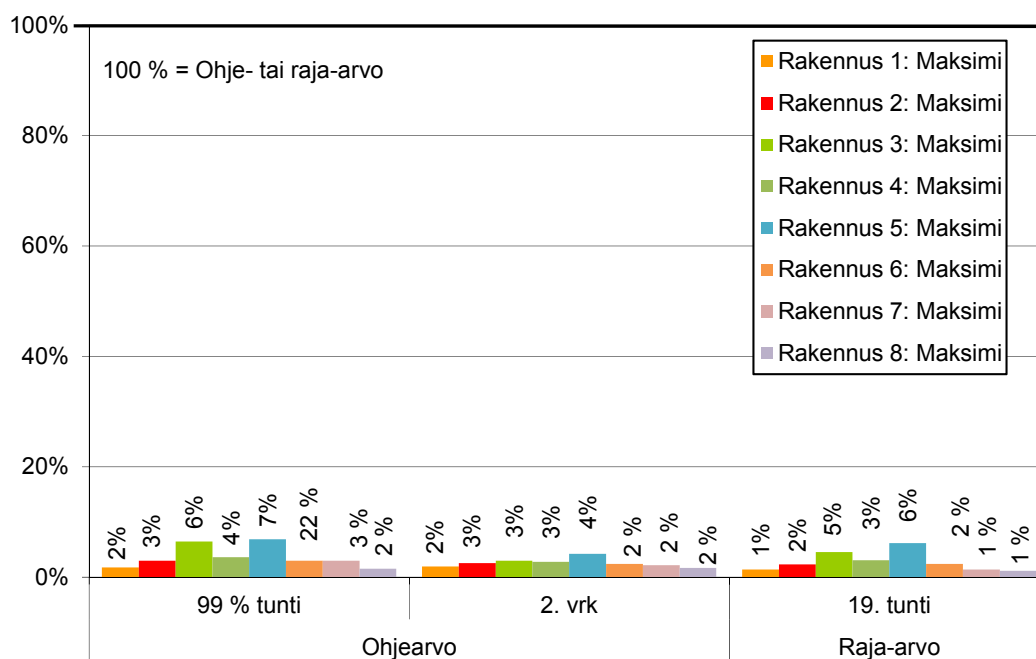
Kuva H. Leviämismallilla lasketut ulkoilman korkeimmat typpidioksidipitoisuudet maanpinta-tasossa suhteessa (%) ilmanlaadun lyhytaikaisiin ohje- ja raja-arvoihin.

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

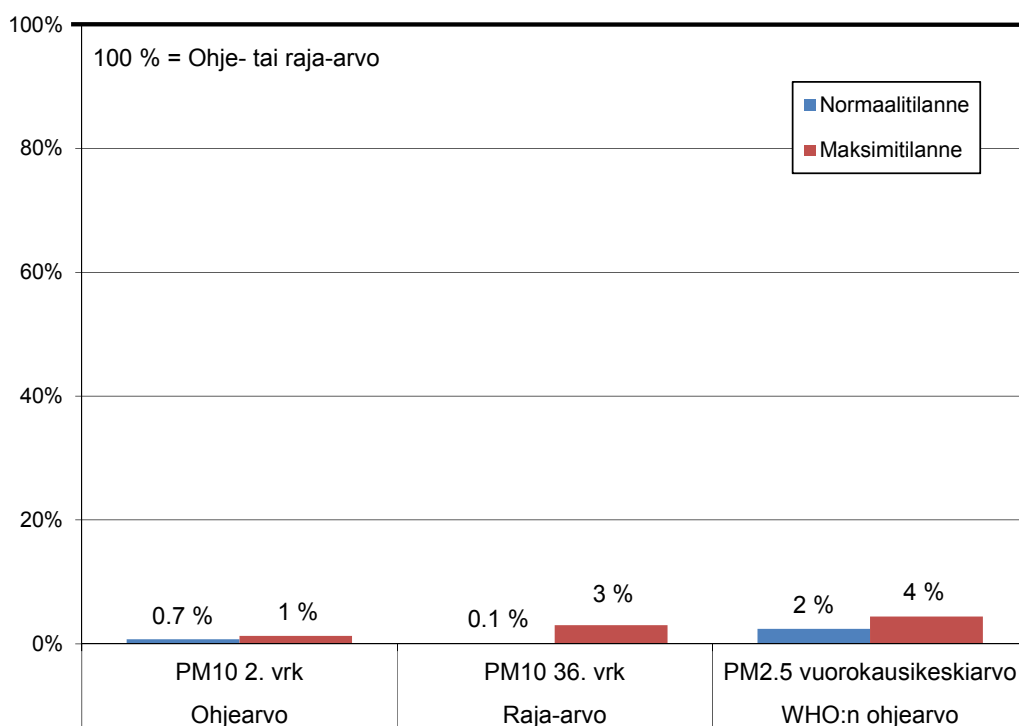
Leviämismallilaskelmien tuloksina saadut Hanasaaren B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen normaali- ja maksimikäytön hiukkaspäästöjen aiheuttamat ulkoilman suurimmat pitoisuudet koko tarkastelualueella on esitetty taulukossa 8. Koska maksimitilannetarkastelussa oletetaan hypoteettisesti laitoksen 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	Normaalitilanne	Maksimitilanne
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

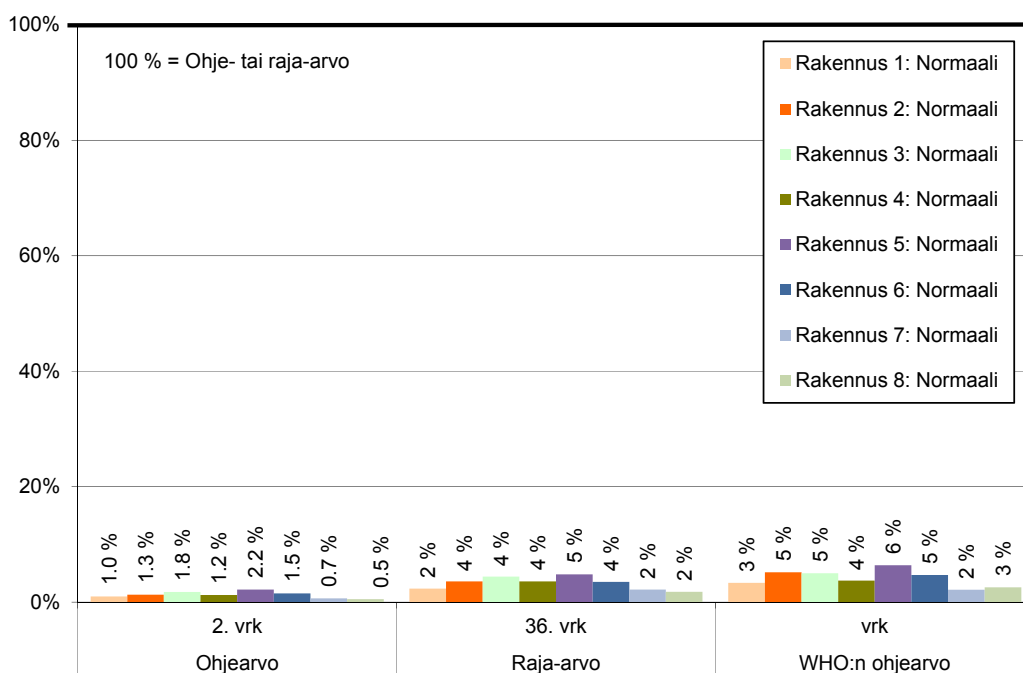
(**) raja-arvo



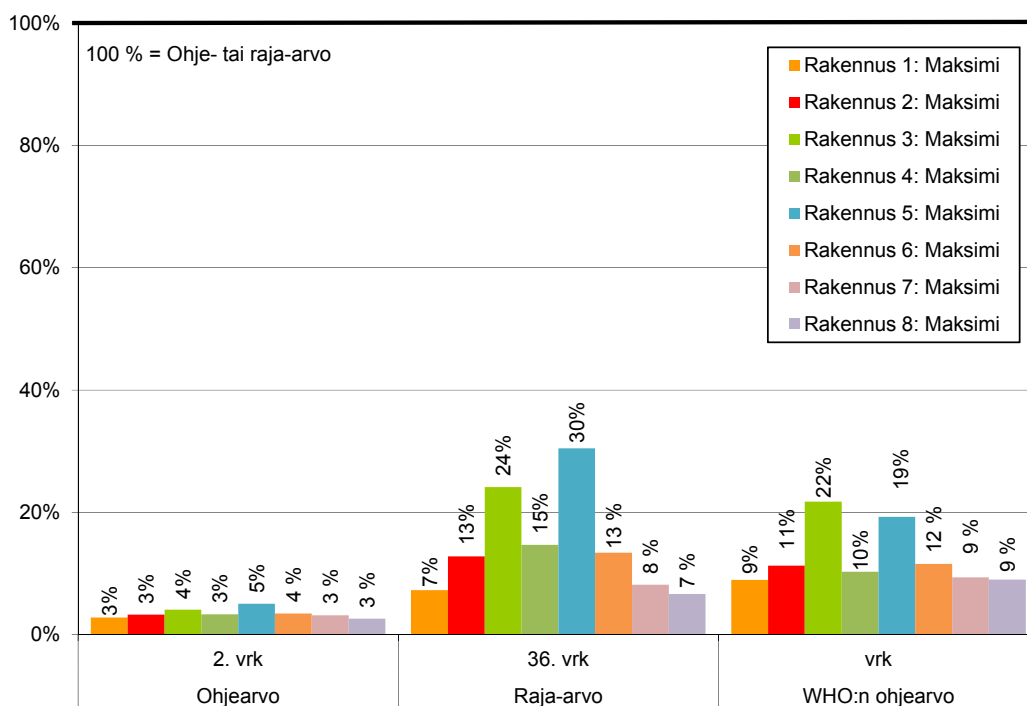
Kuva K. Leviämismallilla lasketut ulkoilman korkeimmat hiukkaspitoisuudet maanpintatasossa suhteessa (%) pienhiukkasille ja hengitettäville hiukkasille annettuihin ilmanlaadun lyhytaikaisiin ohje- ja raja-arvoihin.

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 vuorokausiohjearvosta.

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.

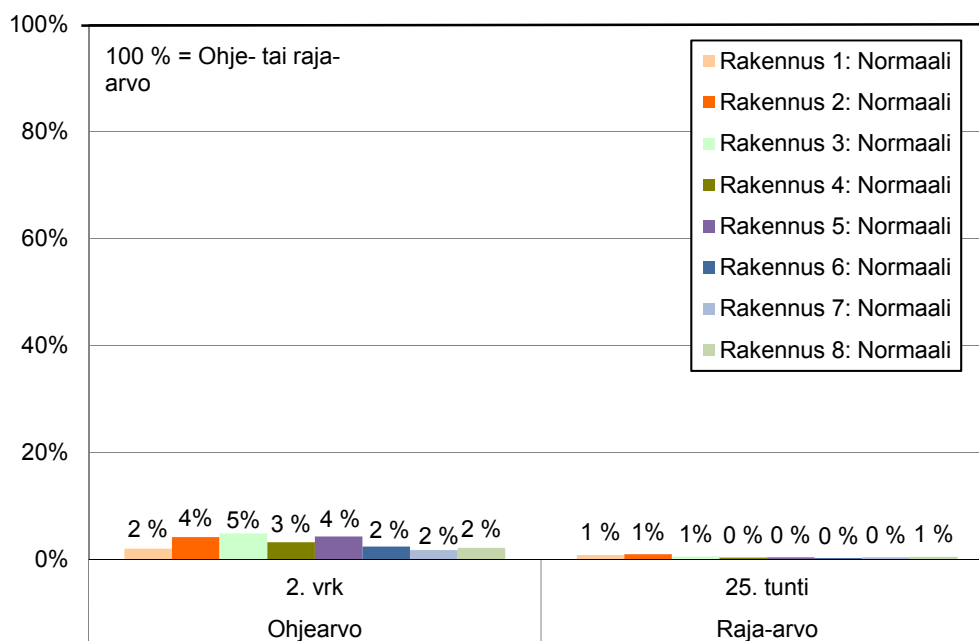
Rikkidioksidipitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Raja- tai ohjearvo	Normaali-tilanne	Maksimi-tilanne
Korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus	80 (*)	0,7	8,5
Korkein vuorokausiraja-arvoon verrannollinen pitoisuus	125 (**)	0,4	6,4
Korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus	250 (*)	7,3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

(* ohjearvo

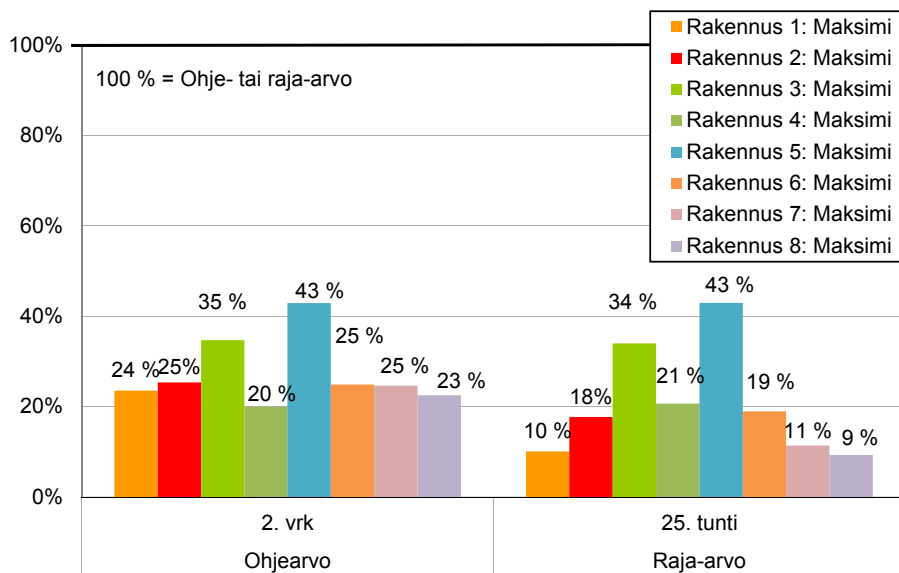
(** raja-arvo

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 jäävät 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

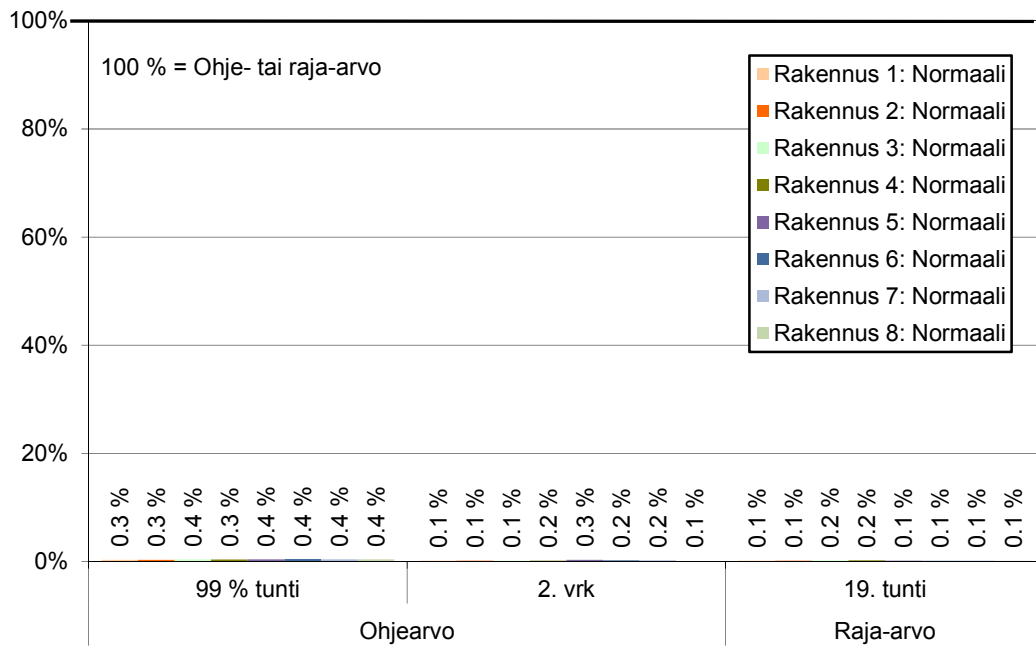
(* ohjearvo)

(** raja-arvo)

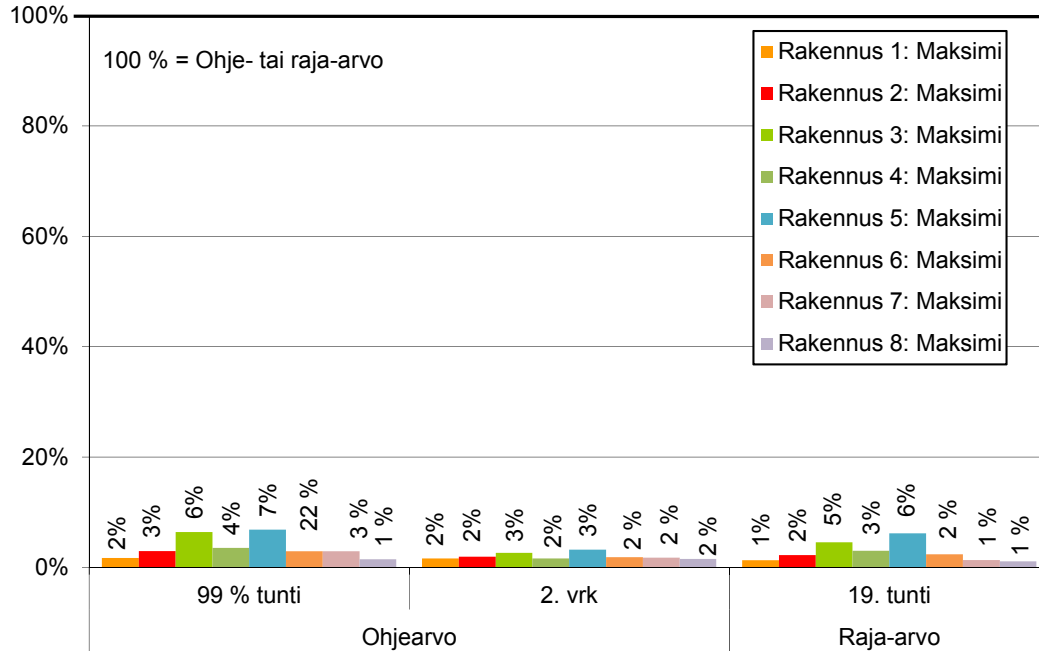
Pitoisuudet alittavat koko tarkastelualueella ohje- ja raja-arvot selvästi. Leviämismallilaskelmien mukaan typpidioksidin pitoisuudet normaalikäytössä maanpinnan tasossa olisivat suurimmillaan noin 0,1 % vuorokausiohjearvosta, noin 0,4 % tuntiohjearvosta ja tuntiraja-arvosta ja noin 0,1 % vuosiraja-arvosta. 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 PM _{2,5} vuorokausikeskiarvo	25 ^(*)	0,1	1,0

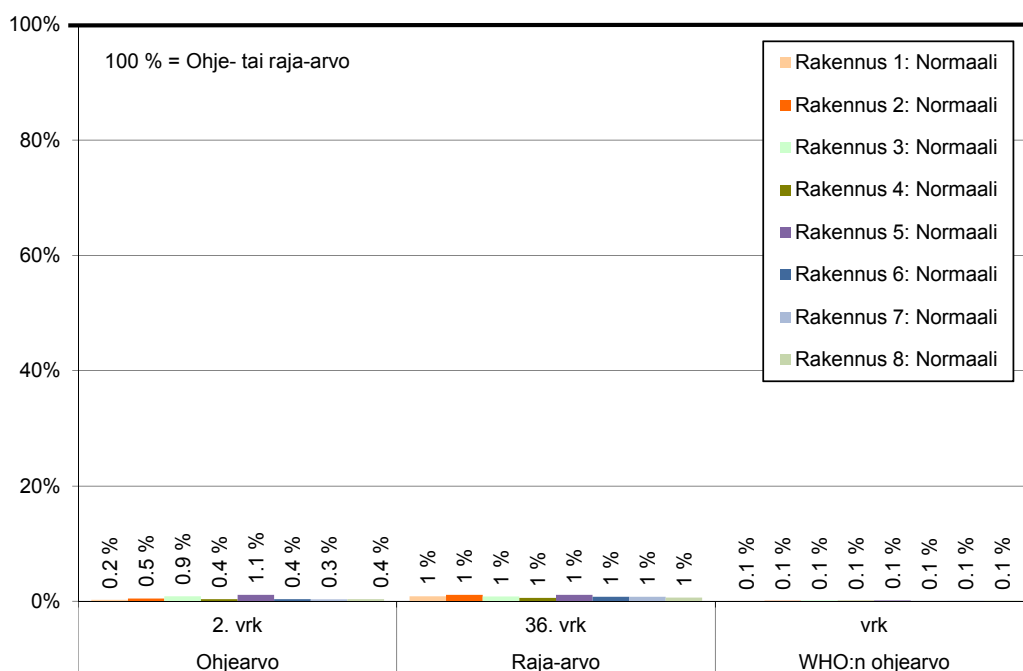
(* ohjearvo

(** raja-arvo

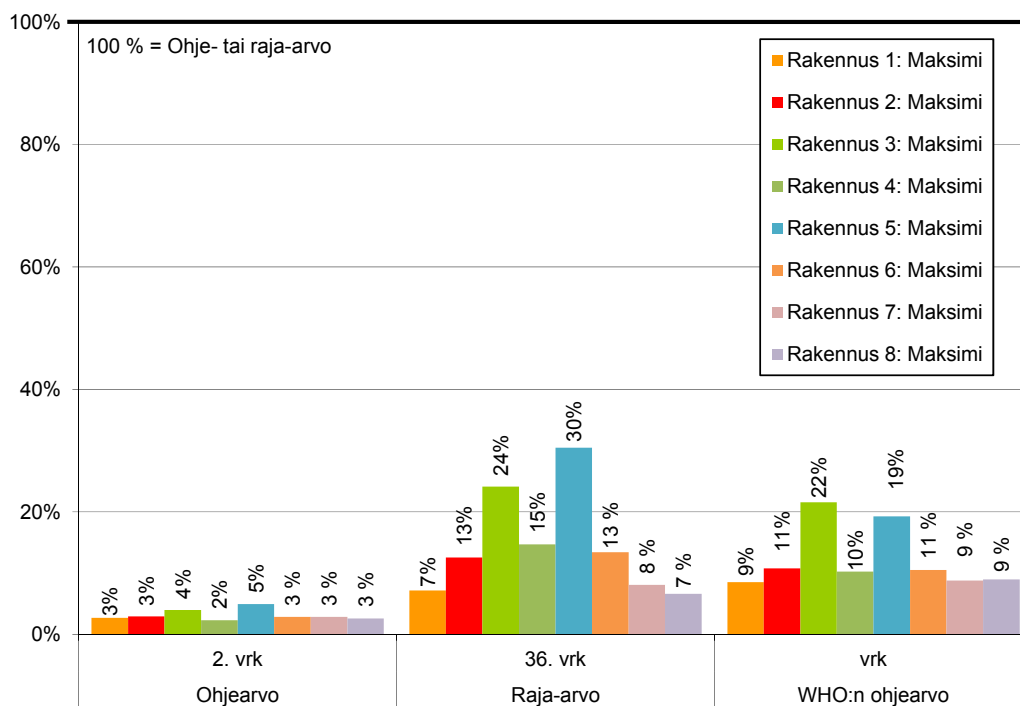
Huippulämpökeskuksesta aiheutuvat hiukkaspitoisuudet maanpintatasossa alittavat ohje- ja raja-arvot selvästi. Leviämismallilaskelmien mukaan hiukkasten pitoisuudet normaalitoiminnan normaalitilanteessa maanpinnan tasossa olisivat suurimmillaan noin 0,1 % vuorokausiohjearvosta, noin alle 0,01 % vuosi- 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 päästörajarvot 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

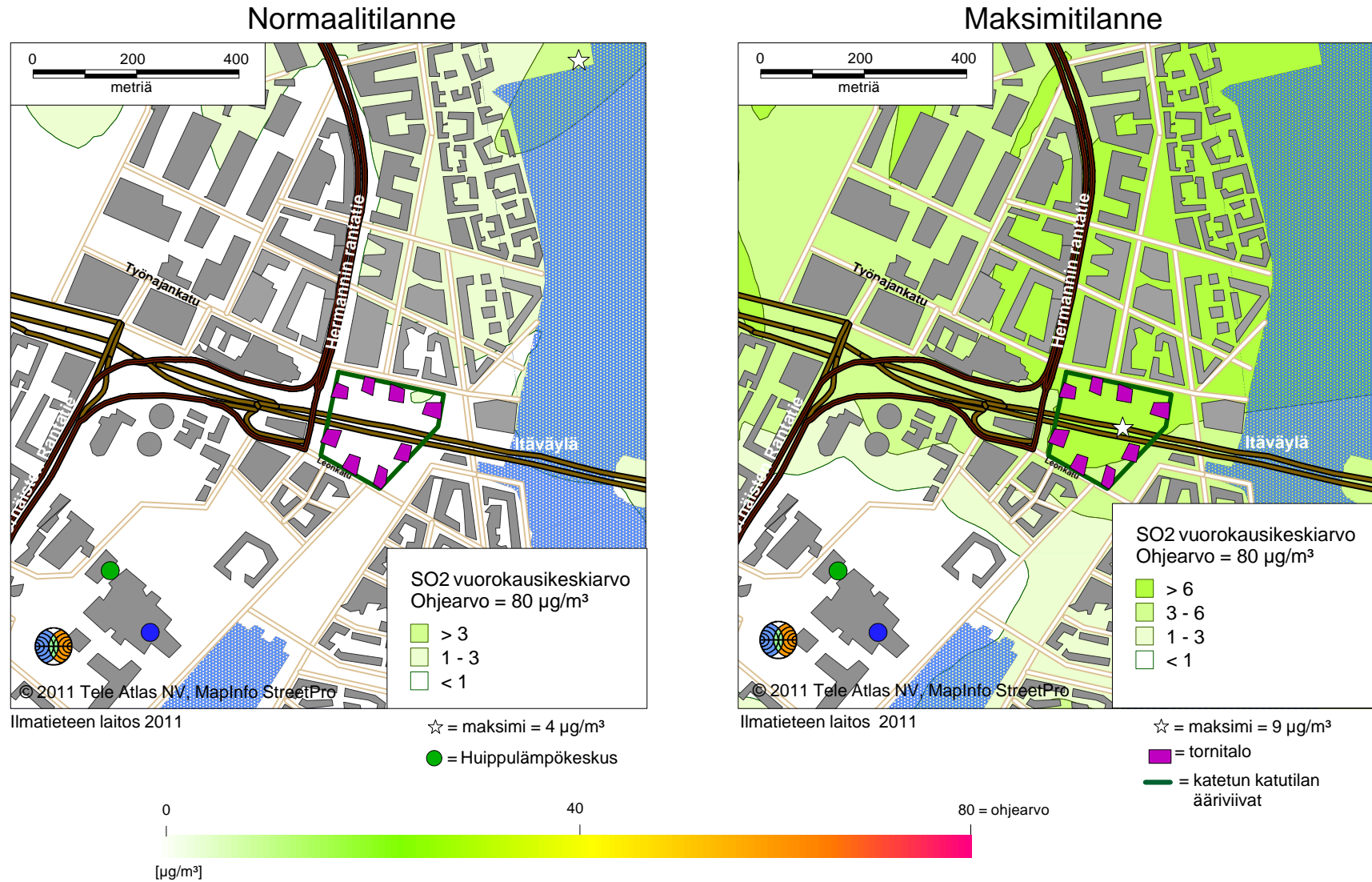
Seuraavissa karttakuvissa on esitetty laskentapisteittäisistä keskiarvoista samanarvoviivoin muodostetut korkeimpien pitoisuuksien alueet, joilla tietyn pitoisuuden ylittyminen on pitkän havaintojakson aikana todennäköistä. Laskentapiste, johon muodostui koko tutkimusalueen suurin pitoisuus, on esitetty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

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

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

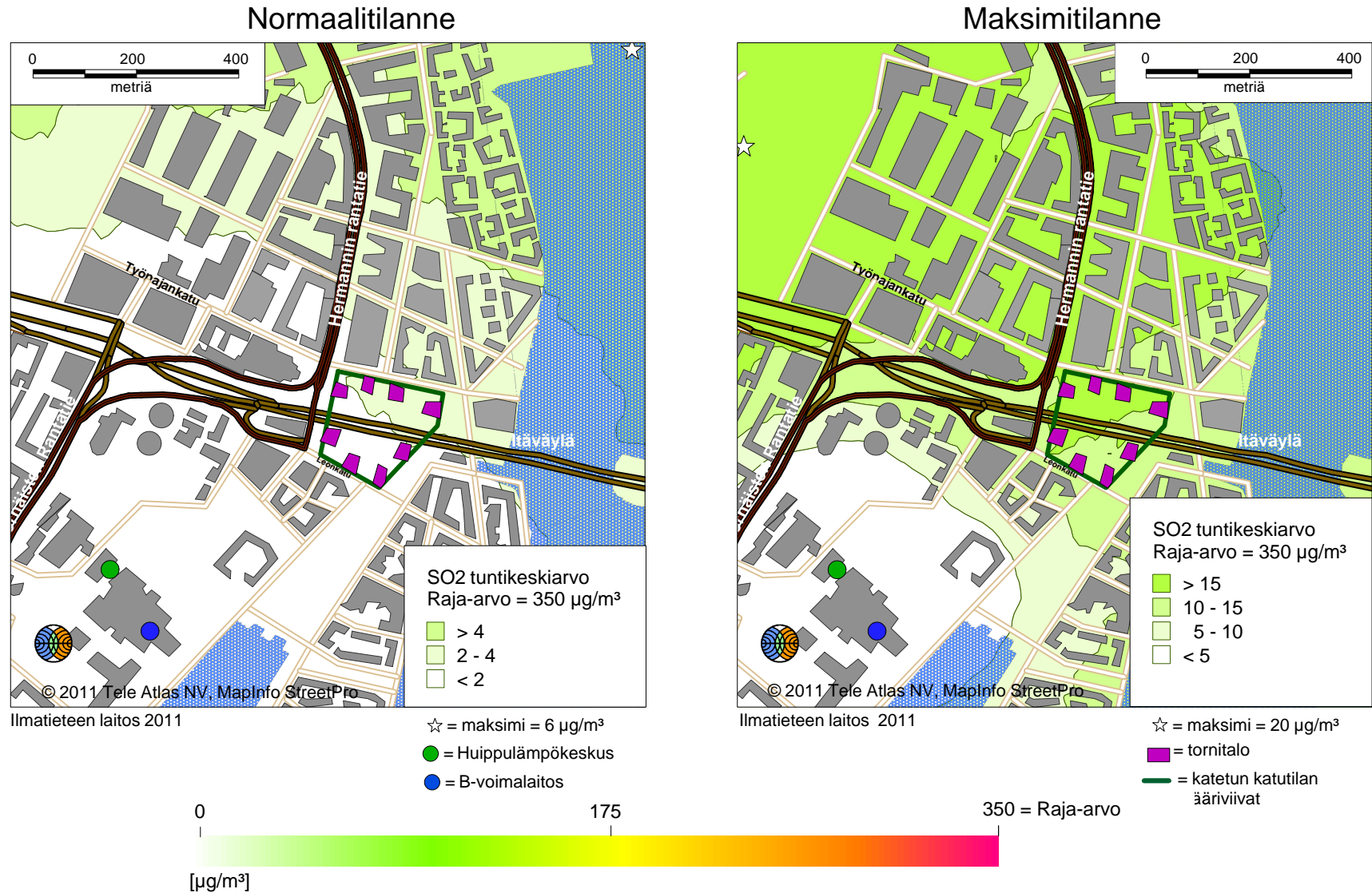
Pistemäisten päästölähteiden välittömään läheisyyteen muodostuu usein ns. katvealue, jolla pitoisuudet ovat minimissään ja kasvavat lyhyellä etäisyydellä nopeasti. Tällaisten aivan päästölähteen ympärille muodostuvien, muita arvoja matalampien pitoisuuksien alueiden laajuuteen vaikuttavat piipun korkeus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

HANASAAREN B-VOIMALAITOKSEN JA HUIPPULÄMPÖKESKUKSEN PÄÄSTÖT



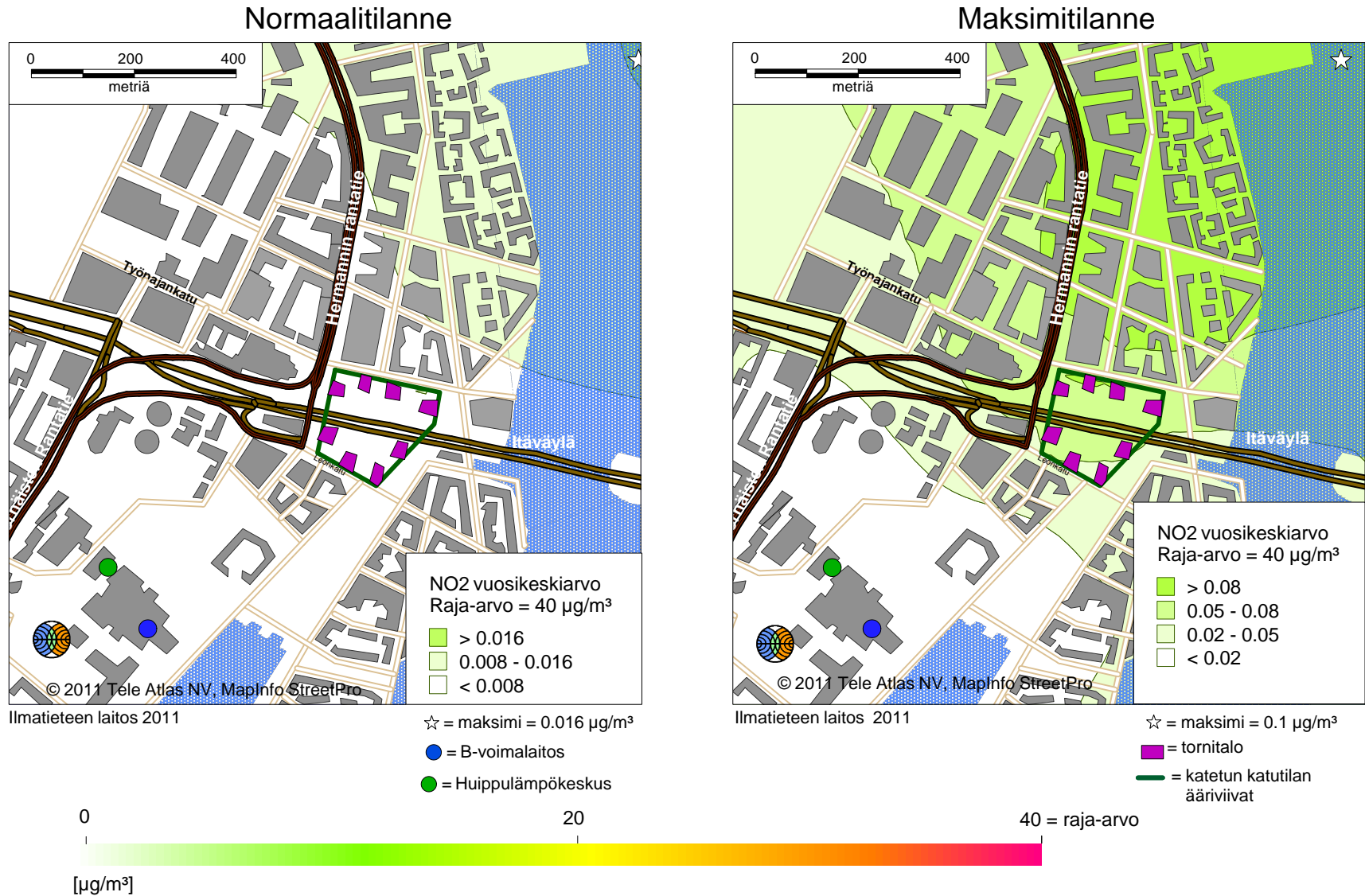
Kuva 1. Rikkidioksidipitoisuuden 2. korkein vuorokausikeskiarvo (µg/m³). Normaalioletuksen laskelmat on tehty vuonna 2010 toteutuneiden käyttötuntien mukaan ja maksimitilanteessa kattilat ovat olleet käynnissä vuoden jokaisena tuntina.

HANASAARI B-VOIMALAITOSEN JA HUIPPULÄMPÖKESKUKSEN PÄÄSTÖT



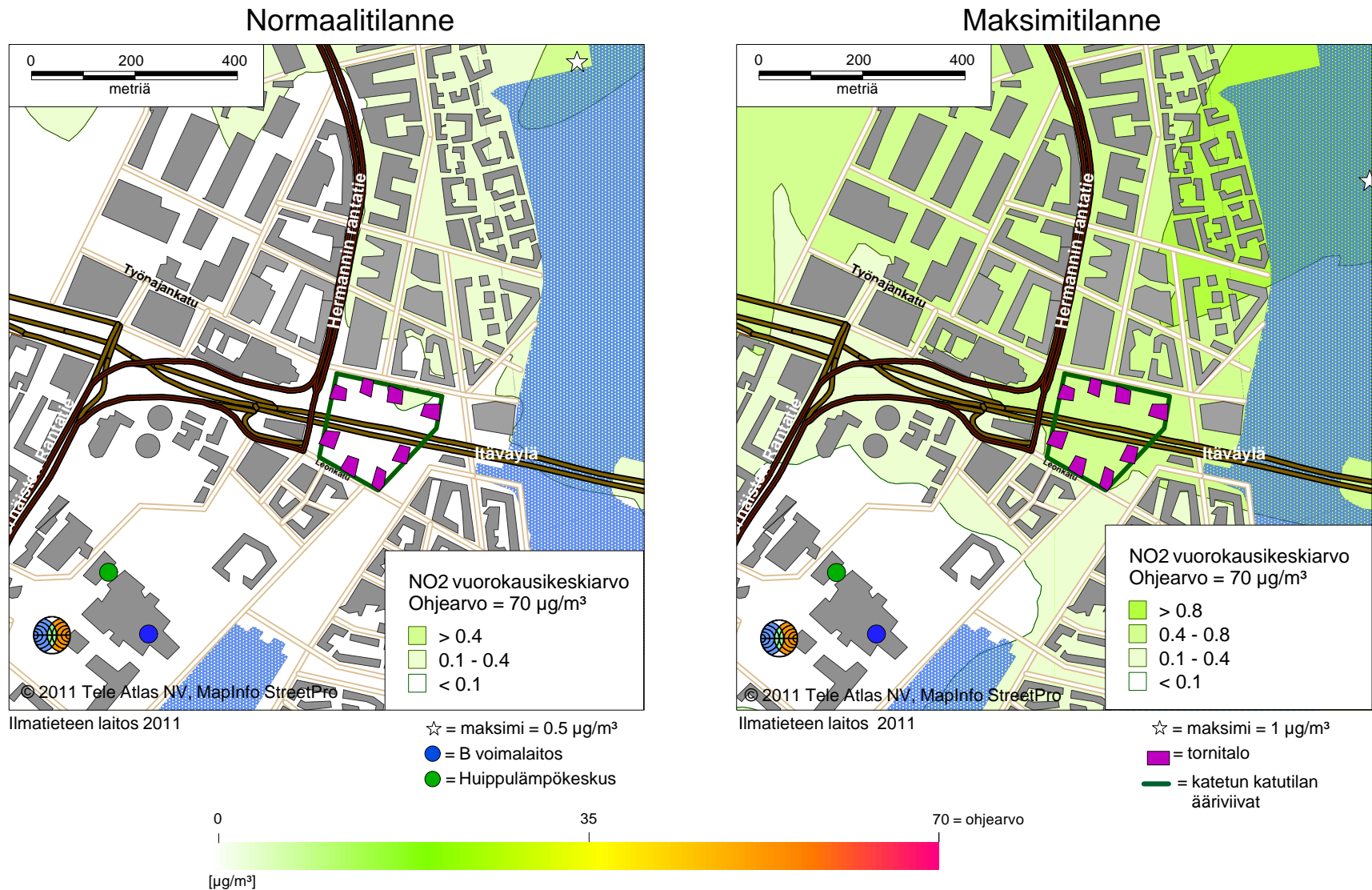
Kuva 2. Rikkidioksidipitoisuuden 25. korkein tuntikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Normaaliolotuksen laskelmat on tehty vuonna 2010 toteutuneiden käyttötuntien mukaan ja maksimitilanteessa kattilat ovat olleet käynnissä vuoden jokaisena tuntina.

HANASAARI B-VOIMALAITOKSEN JA HUIPPULÄMPÖKESKUKSEN PÄÄSTÖT



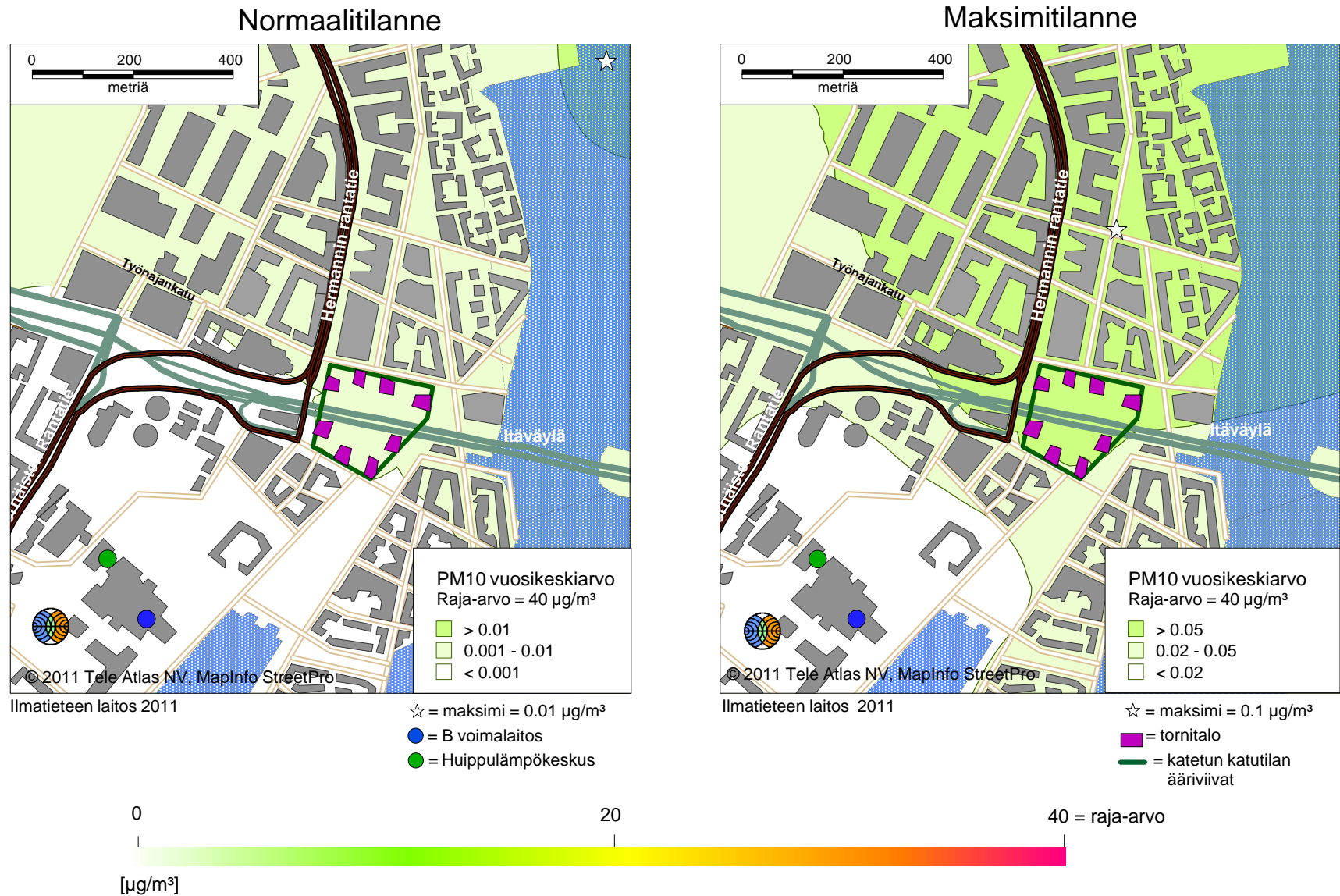
Kuva 3. Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo (µg/m³). Normaaliolotuksen laskelmat on tehty vuonna 2010 toteutuneiden käyttötuntien mukaan ja maksimitilanteessa kattilat ovat olleet käynnissä vuoden jokaisena tuntina.

HANASAARI B VOIMALAITOKSEN JA HUIPPULÄMPÖKESKUKSEN PÄÄSTÖT



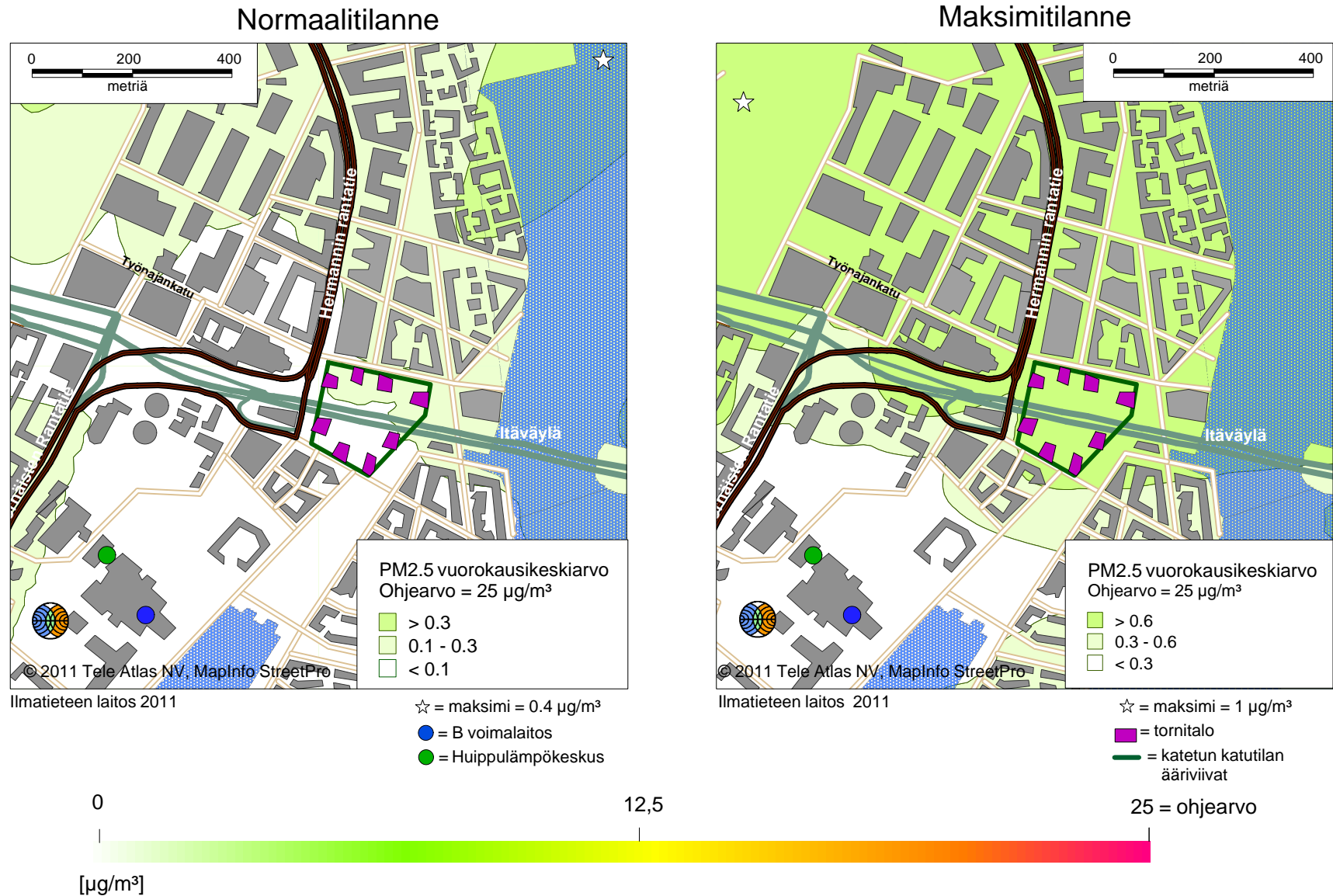
Kuva 4. Typpidioksidipitoisuuden kuukauden 2. korkein vuorokausiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Normaalioletuksen laskelmat on tehty vuonna 2010 toteutuneiden käyttötuntien mukaan ja maksimitilanteessa kattilat ovat olleet käynnissä vuoden jokaisena tuntina.

HANASAARI B-VOIMALAITOKSEN JA HUIPPULÄMPÖKESKUKSEN PÄÄSTÖT



Kuva 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 runkomeluserveys
- 11 Kalasataman keskuksen asemakaavan meluserveys
- 12 Kalasataman kaava-alueelle suunnitellun viherkannan ympäristön liikenteen ja pysäköintilaitoksen ilmanlaatuvaikutukset
- 13 Helsingin Energian Hanasaaren B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen päästöjen leviämismalliserveys
- 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

