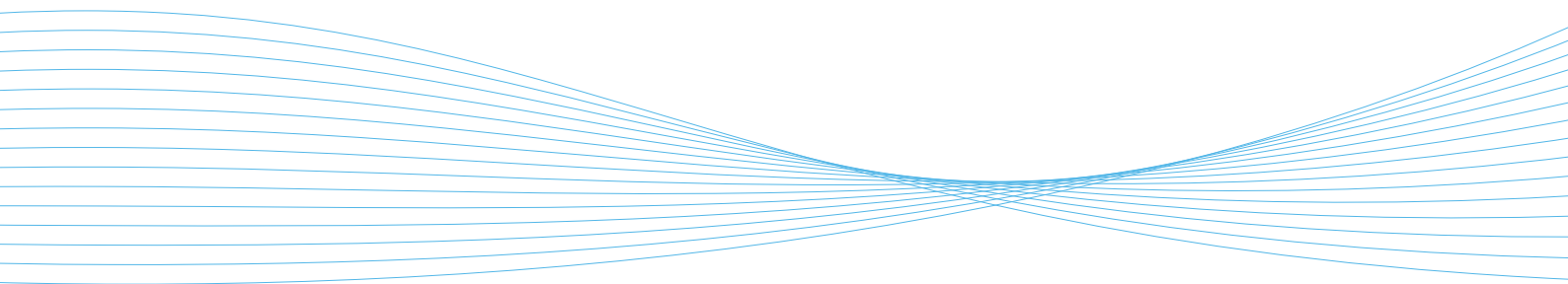




HEINOLAN ILMANLAADUN TARKKAILU

Mittaustulokset vuodelta 2015



HEINOLAN ILMANLAADUN TARKKAILU

Mittaustulokset vuodelta 2015

**Helena Saari
Birgitta Komppula**

**ILMATIETEEN LAITOS
ASiantuntijapalvelut – Ilmanlaatu ja energia
Helsinki 3.5.2016**

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	5
2 TAUSTATIETOA HEINOLASSA MITATUISTA ILMAN EPÄPUHTAUKSISTA ...	7
2.1 <i>Hiukkaset</i>	7
2.2 Typen oksidit	9
2.3 Haisevat rikkiyhdisteet.....	11
3 HEINOLAN PÄÄSTÖTIEDOT VUODELTA 2015	11
3.1 Heinolan autoliikenteen päästöt.....	11
3.2 Heinolan ympäristölupavelvollisten laitosten päästöt	13
4 HEINOLAN ILMANLAATUMITTAUSTEN TOTEUTUS	16
4.1 Heinolan ilmanlaadun tarkkailun tavoitteet	16
4.2 Ilmanlaadun mittausasema ja sääasema	17
4.3 Mitatut suureet ja mittausmenetelmät.....	19
4.4 Kalibrointimenetelmät, laadunvarmistus ja laitehuollot	20
5 HEINOLAN SÄÄ VUONNA 2015	21
5.1 Heinolan tuulitiedot vuodelta 2015.....	21
5.2 Keskilämpötilat ja ilman kosteus Heinolassa vuonna 2015.....	22
5.3 Säätekijöiden vaikutus ilman epäpuhtauksien leviämiseen.....	23
6 HEINOLAN ILMANLAADUN MITTAUSTULOKSET VUODELTA 2015	24
6.1 Mitatut pitoisuudet	24
6.2 Ilmanlaatuindeksi.....	31
7 MITTAUSTULOSTEN TARKASTELU	32
7.1 Pitoisuuksien suhde ohje- ja raja-arvoihin	32
7.2 Tuulen suunnan ja nopeuden vaikutus mitattuihin pitoisuuksiin.....	36
7.3 Pitoisuuksien ajallinen vaihtelu	39
7.4 Tulosten vertailua aiempiin mittauksiin ja muun maan tilanteeseen	41
8 YHTEENVETO	51
VIITELUETTELO	53
LIITEKUVAT	55

1 JOHDANTO

Heinolan ilmanlaadun seurannalla on pitkät perinteet. Ilmatieteen laitos on tehnyt vuosien aikana Heinolan seudulle kymmenisen päästöjen leviämismallitutkimusta, joissa on arvioitu teollisuus- ja energiantuotantolaitosten vaikutuksia alueen ilmanlaatuun. Mallinnuksen kohteena olivat laitosten rikkidioksidi-, hiilivety- ja hiukkaspäästöjen leviäminen ympäristöön. Ilmatieteen laitos on kartoittanut myös Heinolan seudun ilman epäpuhtauksien aiheuttamia kasvillisuusvaikutuksia. Lisäksi Ilmatieteen laitos on laatinut Heinolan seudun ilmanlaadun tarkkailusuunnitelman vuonna 1991. Viimeisin Heinolan ilmanlaatua koskeva tutkimus, joka on tehty päästöjen leviämismalleilla, on vuonna 1994 raportoitu Heinolan Flutingtehtaan soodakattilan rikkivetypäästöjen leviämistutkimus.

Heinolan kaupunki ja alueella päästöjä ilmaan aiheuttavat laitokset ovat tarkkailleet ilmanlaatua jatkuvatoimisin mittauksin vuodesta 2002 alkaen. Mittaukset on toteutettu ns. yhteistarkkailuna, jonka kustannuksiin ovat osallistuneet Heinolan kaupungin lisäksi alueen ilmanlaadun kannalta merkittävimmät energiantuotanto- ja teollisuusyritykset. Vuosina 2002–2009 ilmanlaatumittauksista vastasi Lahden kaupungin tekninen ja ympäristötoimiala. Vuosina 2010–2015 mittauksista on vastannut Ilmatieteen laitos.

Ilmanlaatua on mitattu Heinolassa torin tuntumassa sijaitsevalla keskustan mitta-asemalla. Tällä asemalla on mitattu ulkoilman typen oksidien, haisevien rikkiyhdisteiden ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia. Tämän lisäksi on mitattu rikkidioksidipitoisuuksia vuoden 2006 loppuun asti. Mittaustulosten tulkintaa varten on tehty myös säätietojen mittauksia Heinolan paloasemalla.

Ilmanlaatu- ja säämittausten tulokset ovat olleet vuoden 2010 alusta ajantasaisina ja historiatietoina julkisesti nähtävillä Heinolan kaupungin Internet-sivuilla. Ilmatieteen laitos uusi Heinolan paloaseman säämittauslaitteiston ennen ilmanlaatu- ja säämittausten aloitusta, jolloin seurattaviksi säätiedoiksi tulivat tuulen suunta ja nopeus, ulkoilman lämpötila, ilman kosteus ja ilmanpaine. Heinolan paloasema muutti syyskuussa 2013 uuteen paikkaan Yhdyskadulle, jonne myös säämittauslaitteisto siirrettiin. Säämittaustiedot ovat jatkuvasti myös alueen pelastuslaitoksen käytössä.

Heinolan kaupungin ilmanlaadun tarkkailun rahoitukseen ovat vuonna 2015 osallistuneet: Heinolan kaupungin ympäristötoimi, Stora Enso Oyj Heinolan Flutingtehdas, Adven Oy (ent. Lahti Energia Oy), Kuusakoski Oy, Versowood Oy, Elenia Lämpö Oy ja Suomen Kuitulevy Oy.

Mittausten kenttätyöt ja kalibroinnit hoiti suunnittelija Kaj Lindgren. Raportin ovat laatineet tutkijat Helena Saari ja Birgitta Komppula Ilmatieteen laitokselta. Heinolan ilmansuojelun yhteistyöryhmän yhdyshenkilöinä mittausten toteutuksessa on toiminut ympäristöinsinööri Jukka Inkilä.

Heinolan ilmanlaadun tarkkailuun sisältyivät vuonna 2015 kaupungin keskustassa tehdyt typen oksidien (NO, NO₂, NO_x), haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) ja hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) pitoisuusmittaukset. Nämä ilman epäpuhtaudet ovat Suomen kaupunki- ja taajama-alueilla terveys- ja viihtyvyytsvaikutuksiltaan nykyisin tärkeimmät. Tämän raportin luvussa 2 on esitetty tietoja typen oksidien, haisevien rikkiyhdisteiden ja hiukkasten terveysvaikutuksista ja tarkasteltu näiden ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia maamme taajama- ja tausta-alueilla.

Selitteet raportissa käytetyille tärkeimmille yksiköille ja lyhenteille:

Yksiköt:

t/a	tonnia vuodessa
µm	mikrometri = millimetrin tuhannesosa
µg/m ³	mikrogrammaa (= gramman miljoonasosa) kuutiometrissä
ppb	parts per billion = miljardisosa

Lyhenteet:

TRS	Total Reduced Sulphur, haisevat rikkiyhdisteet
NO ₂	typpidioksidi
NO	typpimonoksidi
NO _x	typen oksidien kokonaismäärä (NO + NO ₂)
PM ₁₀	hengitettävät hiukkaset, alle 10 µm:n kokoiset hiukkaset
PM _{2,5}	pienhiukkaset, alle 2,5 µm:n kokoiset hiukkaset
CO ₂	hiilidioksidi
VOC	haihtuvat hiilivedyt
N	pohjoinen (tuulen suunta), kun tuulee pohjoisesta tuulen suunta on 0° tai 360°
E	itä (tuulen suunta), kun tuulee idästä tuulen suunta on 90°
S	etelä (tuulen suunta), kun tuulee etelästä tuulen suunta on 180°
W	länsi (tuulen suunta), kun tuulee lännestä tuulen suunta on 270°

2 TAUSTATIETOA HEINOLASSA MITATUISTA ILMAN EPÄPUHTAUKSISTA

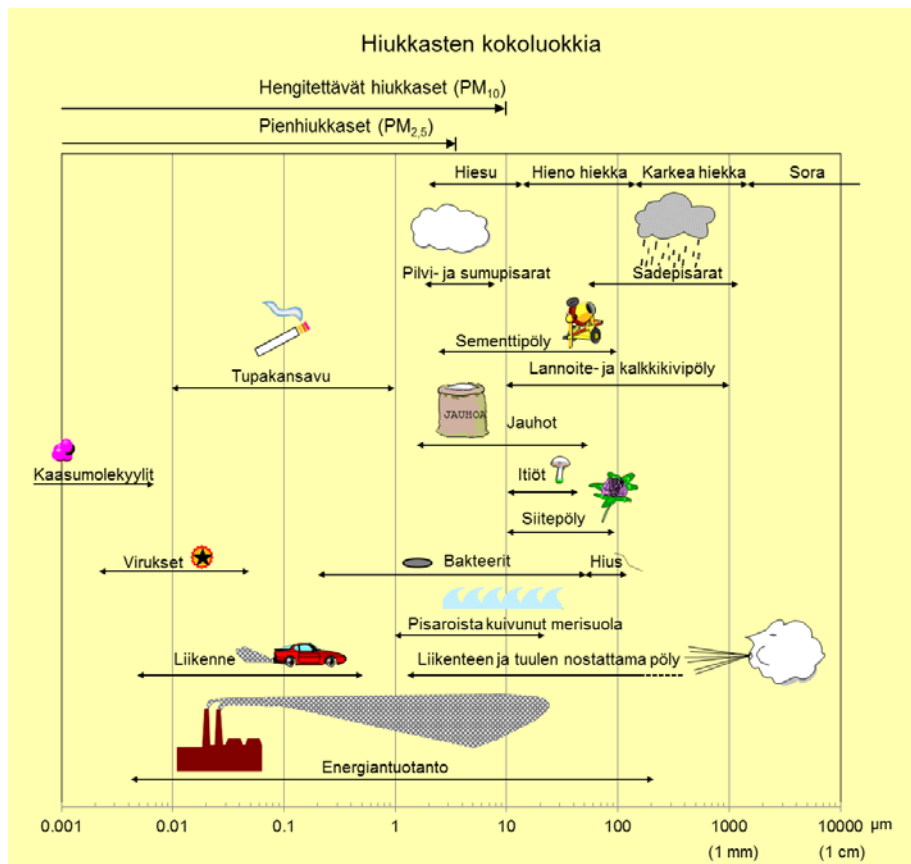
2.1 Hiukkaset

Hiukkaset ovat nykyisin typen oksidien ja selluntuotantopaikkakuntien haisevien rikkiyhdisteiden ohella merkittävin ilmanlaatuun vaikuttava tekijä maassamme. Hiukkaset ovat taajamissa peräisin suurelta osin liikenteen nostattamasta katupölystä eli epäsuorista päästöistä (ns. resuspensio). Hiukkaspitoisuuksia kohottavat myös suorat päästöt, jotka ovat peräisin energiantuotannon ja teollisuuden prosesseista sekä autojen pakokaasuista. Suorat hiukkaspäästöt ovat pääasiassa pieniä hiukkasia, joiden massa on varsin pieni ja lukumäärä suuri. Myös kaasumaisista yhdisteistä muodostuu ilmakehässä hiukkasia. Hiukkasiin on sitoutunut erilaisia haitallisia yhdisteitä kuten hiilivetyjä ja metalleja. Liikenteen pakokaasuhiukkaset ovat suurelta osin peräisin dieselajoneuvoista. Näiden hiukkasten haitallisuutta kuvaa se, että niiden on arvioitu sekä ulko- että kotimaisissa terveystutkimuksissa lisäävän ihmisten syöpäriskiä.

Ulkoilman hiukkasten koko on eri tavoin yhteydessä niiden terveystaikutuksiin. Kokonaisleijumalla tarkoitetaan pölyä, johon saattaa sisältyä kooltaan varsin suuriakin, halkaisijaltaan jopa kymmenien mikrometrien kokoisia hiukkasia. Tällaisten hiukkasten korkeat pitoisuudet vaikuttavat merkittävimmin viihtyvyyteen ja aiheuttavat likaantumista varsinkin keväisin, kun hiekoitushiekasta peräisin oleva katupöly nousee ilmaan. Suurin osa kokonaisleijuman hiukkasista on niin isoja, että ne jäävät ihmisten lähengitysteihin ja poistuvat terveillä henkilöillä melko tehokkaasti elimistöstä. Kokonaisleijumasta käytetään lyhennettä TSP, joka tulee sanoista Total Suspended Particles.

Terveystaikutuksiltaan em. haitallisempia ovat ns. hengitettävät hiukkaset ja pienhiukkaset, jotka kykenevät tunkeutumaan syväälle ihmisten hengitysteihin: hengitettävät hiukkaset alempiin hengitysteihin eli henkitorveen ja keuhkoputkiin asti ja pienhiukkaset keuhkorakkuloihin saakka. Hengitettävälle hiukkasille, joiden aerodynaaminen halkaisija on alle 10 mikrometriä, on annettu kotimaiset ohje- ja raja-arvot. Pienhiukkasille, joiden halkaisija on alle 2,5 mikrometriä, on annettu vuosikeskiarvoa koskeva raja-arvo (*Vna 38/2011*). Hengitettävistä ja pienhiukkasista käytetään lyhenteitä PM₁₀ ja PM_{2,5} (PM = Particulate Matter).

Taajama-alueilla alle 0,1 mikrometrin kokoiset hiukkaset ovat pääosin mittauspaikan lähistöllä tapahtuvista polttoprosesseista peräisin olevaa materiaalia, esimerkiksi liikenteestä ja energiantuotannosta tulleita hiilyhdisteitä. Kokoluokassa 0,1–1 mikrometriä hiukkaset ovat pääasiassa kaukokulkeutunutta ainesta. Nämä hiukkaset edustavat suoria hiukkaspäästöjä tai ovat syntyneet kaasuhiukkasmuuntuman seurauksena. Halkaisijaltaan yli 1 mikrometrin kokoiset hiukkaset ovat yleensä mekaanisesti syntyneitä. Ne ovat esimerkiksi nousseet maasta ilmaan tuulen tai liikenteen nostattamana. Nämä hiukkaset koostuvat lähinnä maa-aineksesta, meriaerosoleista ja orgaanisesta materiaalista, kuten kasvien osista ja siitepölyistä sekä niiden pinnalle kiinnittyneistä hiukkasista. Isoiksi hiukkasiksi luokitellaan halkaisijaltaan yli 2,5 mikrometrin kokoiset hiukkaset. Hiukkasten kokoluokkia on havainnollistettu kuvassa 1.



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

Palamisprosesseista peräisin olevat hiukkaset saattavat olla rikastuneita jonkin tietyn alkuaineen tai muun merkkiaineen suhteen. Esimerkiksi vanadiinia ja nikkeliä tulee ilmakehään öljynpoltosta, kaliumia orgaanisen materiaalin poltosta ja arseenia, molybdeeniä, seleeniä sekä rikkiä hiilen poltosta. Poltto- ja teollisuusprosesseista peräisin olevat hiukkaset sisältävät useita terveydelle haitallisia alkuaineita, kuten arseeni, kadmium, nikkeli ja lyijy. Näitä aineita voi myös rikastua maaperään, jolloin niitä löytyy maasta takaisin ilmaan nousseista hiukkasista. Tyypillisiä maaperästä tulevia alkuaineita ovat alumiini, barium, kalsium, rauta, rubidium, pii, strontium sekä titaani, jotka esiintyvät enimmäkseen isoissa hiukkasissa.

Hiukkasista aiheutuvat merkittävimmät terveyshaitat lapsille, vanhuksille sekä astmaa, pitkäaikaista keuhkoputkentulehdusta ja sydäntauteja sairastaville. Hiukkaspitoisuuden kohoaminen lisää astmakohtauksia ja hengitystietulehduksia sekä heikentää keuhkojen toimintakykyä. Ulko- ja kotimaisissa terveysvaikutustutkimuksissa on lisäksi todettu, että hiukkaspitoisuuden kohotessa myös kuolleisuus ja sairaalahoitotarpeen määrä saattavat lisääntyä. Pitkäaikaisella liiallisella keuhkojen hiukkaskuormituksella voi olla yhteys keuhkosyövän syntyyn. Tähän voivat olla syynä itse hiukkasaltistuksen lisäksi useat hiukkasten sisältämät haitalliset aineet.

Suomen taajamien hiukkaspitoisuudet kohoavat yleensä voimakkaasti keväällä maaliskuussa tuulen ja liikenteen nostaman katupölyn vaikutuksesta maanpinnan kuivuessa, mutta pitoisuuksien kohoamista esiintyy taajamissa usein myös syys-marraskuussa. Pienten hiukkasten pitoisuuksien kohoamiseen vaikuttaa ajoittain merkittävästi myös ulkomailta peräisin oleva kaukokulkeuma. Suurimmat hiukkaspitoisuudet esiintyvät vilkkaasti liikennöidyissä kaupunkikeskustoissa. Maamme suurimpien kaupunkien keskusta-alueilla on mitattu useina vuosina yli $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$:n hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) pitoisuuden vuosikeskiarvoja. Pienempienkin kaupunkien keskusta-alueilla hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvot voivat ylittää $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Komppula ym., 2014).

Korkeimmat mitatut hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudet ovat olleet useiden maamme kaupunkien keskustojen liikenneympäristöissä yli $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja esikaupunkialueillakin yli $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudelle annettua raja-arvoa ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sallittu 35 ylitystä/vuosi) ei kuitenkaan ole tähän mennessä mittaustulosten mukaan ylitetty Suomessa kuin Helsingin Runeberginkadulla vuonna 2003, Helsingin Mannerheimintien ja Hämeentien mittausasemilla ja Riihimäen keskustassa Hämeenkadulla vuonna 2005 sekä Helsingin Mannerheimintiellä ja Töölöntullissa vuonna 2006. Sen sijaan vuorokausipitoisuuden raja-arvon numeroarvo eli raja-arvoa vastaava pitoisuustaso, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ylittyy vuosittain yleisesti maamme kaupungeissa lähinnä keväisin. Suomen kuntien ilmanlaadun mittaussivustojen tulosten mukaan raja-arvotason ylityksiä esiintyi vuonna 2015 yhteensä yli 400 (Ilmanlaatuportaali, 2016).

Ilmatieteen laitos on seurannut viime vuosina hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia puhtailla tausta-alueilla Virolahdella, Raja-Joosepissa ja Pallaksen alueella. Viime vuosina vuosikeskiarvopitoisuudet ovat olleet Virolahdella noin $9\text{--}12 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Raja-Joosepissa noin $4\text{--}6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Pallaksella noin $3\text{--}4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pienhiukkasten pitoisuuksia on seurattu Virolahdella, Utössä ja Pallaksen alueella. Pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuudet ovat olleet Virolahdella noin $5\text{--}9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Utössä noin $3\text{--}6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Pallaksen alueella noin $2\text{--}4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.2 Typen oksidit

Typen yhdisteitä joutuu ihmistoiminnoista ilmaan hapettuneessa muodossa typen oksideina eli typpimonoksidina (NO), typpidioksidina (NO_2) ja typpioksiduulina (N_2O) sekä pelkistyneessä muodossa ammoniakkinä (NH_3). Typen oksideilla ja niiden muuttamattomuuteilla on suoria kaasuvaikutuksia terveyteen ja kasvillisuuteen. Ne muodostavat osan happamoittavasta ja rehevöittävästä kokonaistyyppilaskeumasta, ilmakeemiallisten reaktioiden kautta ne osallistuvat terveys- ja kasvillisuusvaikutuksia aiheuttavan sekä ilmakehän yleistä kemiallista aktiivisuutta lisäävän otsonin ja muiden hapettimien tuotantoon. Typen oksideista ainakin typpioksiduuli on niin sanottu kasvihuonekaasu eli se osaltaan voimistaa kasvihuoneilmiötä.

Typpidioksidi on väriltään punaruskea kaasu, joka toimii vahvana hapettimena. Se ja ammoniakki ovat vesiliukoisia. Taajamien ja kaupunkien korkeimmat typpidioksidin pitoisuudet johtuvat pääasiassa autoliikenteestä, vaikka alueella olisi suuriakin typen oksidien pistepäästölähteitä. Typpidioksidin määrään vaikuttavat myös kemialliset muuttamareaktiot. Typpidioksidin pitoisuus kaupunki-ilmassa on yleensä paljon pie-

nempi kuin typpimonoksidin pitoisuus. Ohje- ja raja-arvot on annettu typpidioksidille, joka on terveyshaittojen kannalta tärkein typen oksidi. Myös sen muutuntatuote typpihapoke (HNO_2) saattaa aiheuttaa terveydellistä haittaa.

Ulkoilmassa typen oksideille altistuminen on suurinta erilaisissa liikenneympäristöissä. Muita merkittäviä altistumisympäristöjä ovat sisätilat, joissa käytetään kaasuliesiä ja kaasulämmittimiä (asunnot, kesämökkit ja matkailuajoneuvot) tai ajetaan bensiini- ja nestekaasukäyttöisillä huoltoajoneuvoilla (jäähallit, näyttely- ja varastotilat, työympäristöt).

Hengitystiet ovat ainoa merkityksellinen altistumisreitti typen oksideille. Sisäänhengityksen yhteydessä 80–90 prosenttia typpidioksidista imeytyy hengitysteiden limakalvoilta; lepo hengityksessä merkittävä osa tästä tapahtuu jo ylähengitysteissä. Ruumiillisen rasituksen aikana suuhengitys lisääntyy ja typpidioksidi tunkeutuu syvemmälle alempiin hengitysteihin. Suurin altistuminen tapahtuu keuhkojen ääreisosissa lähellä kaasujenvaihtoaluetta. Typpidioksidi voi pysyä keuhkoissa suhteellisen pitkään joko sellaisenaan tai kemiallisina aineenvaihduntatuotteina. Altistuksen jälkeen verestä ja virtsasta on mitattu nitriittejä ja nitraatteja vastaavia happoja.

Typpidioksidille herkimpiä väestöryhmiä ovat lapset ja astmaatit, joiden hengitysoireita ohjearvotason ylittävät pitoisuudet voivat lisätä suhteellisen nopeasti. Pakkaskaudella tapahtuva typpidioksidipitoisuuden kohoaminen on erityisen haitallista astmatikoille, koska jo puhtaan kylmän ilman hengittäminen rasituksessa aiheuttaa useimmille astmatikoille keuhkoputkien supistusta ja typpidioksidi pahentaa tästä aiheutuvia oireita kuten hengenahdistusta, yskää ja limannousua.

Typenoksidipitoisuuden (kokonais- NO_x) tuntikeskiarvojen maksimit kohoavat maamme suurimpien kaupunkien vilkkaasti liikennöidyissä katukuiluissa ajoittain jopa yli $1000\text{--}1500\ \mu\text{g}/\text{m}^3$:aan. Suurempien taajamien typen oksidien ilmakemialle on ominaista, että otsoni kuluu loppuun muutuntareaktioissa. Tällöin typpidioksidin muodostuminen hidastuu, vaikka ilmassa olisi vielä runsaasti typpimonoksidia. Maamme kaupungeissa esiintyy ajoittain meteorologisia erityistilanteita eli ns. inversiotilanteita, joiden aikana on lähes tyyntä ja päästöjen sekoittumiskerros on hyvin matala. Tällöin päästöjen sekoittuminen ja laimeneminen on heikkoa ja muun muassa autoliikenteen päästöjen aiheuttamat pitoisuudet kohoavat epätavallisen korkeiksi.

Typpidioksidin vuosikeskiarvopitoisuudet ovat suurissa kaupungeissa keskimäärin $20\text{--}30\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vilkkaimmilla teillä ja katukuiluosuuksilla pitoisuudet voivat olla lähellä vuosiraja-arvoa $40\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pienissä ja keskisuurissa kaupungeissa typpidioksidin vuosikeskiarvot ovat yleensä noin $10\text{--}20\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Komppula, ym., 2014). Typpidioksidin tuntipitoisuudet kohoavat yli raja-arvotason ($200\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) suurimpien kaupunkien vilkkaasti liikennöidyillä keskusta-alueilla muutamia kertoja vuodessa. Esimerkiksi vuonna 2015 raja-arvotaso ylittyi 1-2 tunnin ajan Helsingissä, Porissa ja Vaasassa (Ilmanlaatuportaali, 2016). Ylitystunteja saa olla vuodessa 18 kpl, ennen kuin raja-arvo katsotaan ylittyneeksi.

Ilmatieteen laitos on mitannut Suomen puhtaiden tausta-alueiden typpidioksidipitoisuuksia 1980-luvun loppuvuosista lähtien. Viiden viime vuoden aikana vuosikeskiarvot ovat olleet eteläisemmällä asemilla (Utö, Virolahti, Ähtäri) noin $2\text{--}6\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja pohjoisemmilla asemilla (Oulanka, Sammaltunturi) noin $1\ \mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.3 Haisevat rikkiyhdisteet

Haisevista eli ns. pelkistyneistä rikkiyhdisteistä käytetään lyhennettä TRS (engl. Total Reduced Sulphur). Ilmanlaatumittauksin saadut haisevien rikkiyhdisteiden kokonaispitoisuudet ilmoitetaan nykyisin yleensä rikkinä ja myös TRS-pitoisuudelle annettu kotimainen vuorokausiohjearvo on ilmaistu yksiköissä mikrogrammaa rikkiä ilmaukuutiometrissä ($\mu\text{g}(\text{S})/\text{m}^3$). Merkittävimmät haisevien rikkiyhdisteiden päästöt muodostuvat maassamme metsäteollisuuden prosesseissa ja jätevedenkäsittelyssä. Sulfaattisellutehtaiden hajua aiheuttavat päästöt ovat yleisimmin rikkivetyä, merkaptaaneja ja metyyliisulfideja. Näillä on hyvin matala hajukynnys. Muita haisevien rikkiyhdisteiden päästölähteitä ovat muun muassa öljynjalostus, jätekeskukset, kompostointilaitokset ja yhdyskuntien jätevedenpuhdistamot sekä luonnon omat lähteet kuten orgaanisen aineen hapeton hajoaminen vesistöissä ja soilla.

Haisevista rikkiyhdisteistä tunnetuin on rikkivety, joka on väritön, vesiliukoinen, pahanhajuinen kaasu. Rikkivety ärsyttää korkeina pitoisuuksina lyhytaikaisessa altistuksessa silmiä, kurkkua ja limakalvoja. Korkeat ulkoilmapitoisuudet voivat lisäksi aiheuttaa muun muassa päänsärkyä, pahoinvointia ja hengenahdistusta. Tällaiset tilanteet ovat nykyisin maamme sellupaikkakunnillakin harvinaisia ja keskeisimmät haisevien rikkiyhdisteiden ilmanlaatuvaikutukset liittyvät hajuihin johtuviin viihtyvyyshaittoihin. Haju on viihtyvyyteen liittyvä stressitekijä, joka saattaa pitkään jatkuessaan johtaa psykosomaattiseen oireiluun.

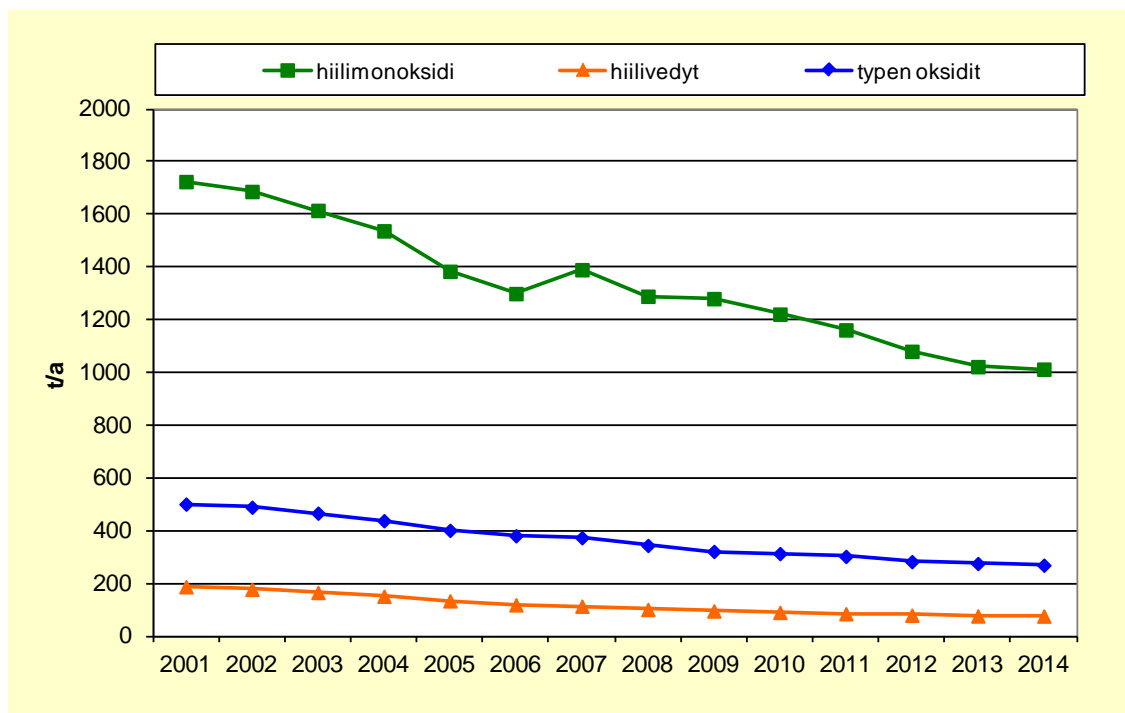
Rikkivedyn hajukynnyksen on arvioitu kaasun puhtaudesta riippuen olevan alimmillaan noin $0,2\text{--}2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja yhdisteelle ominainen mädän kananmunan haju tunnustetaan yleensä noin $0,6\text{--}6 \mu\text{g}/\text{m}^3$:n pitoisuudessa. Metsäteollisuuden haisevien rikkiyhdisteiden päästöt ovat vähentyneet viime vuosikymmeninä merkittävästi, minkä seurauksena kotimaisen ohjearvon ylitykset ovat käyneet harvinaisiksi myös selluntuotantopaikkakunnilla. Huomattaviakin hajuhaittoja saattaa kuitenkin edelleen ainakin ajoittain esiintyä ko. päästölähteiden läheisyydessä.

3 HEINOLAN PÄÄSTÖTIEDOT VUODELTA 2015

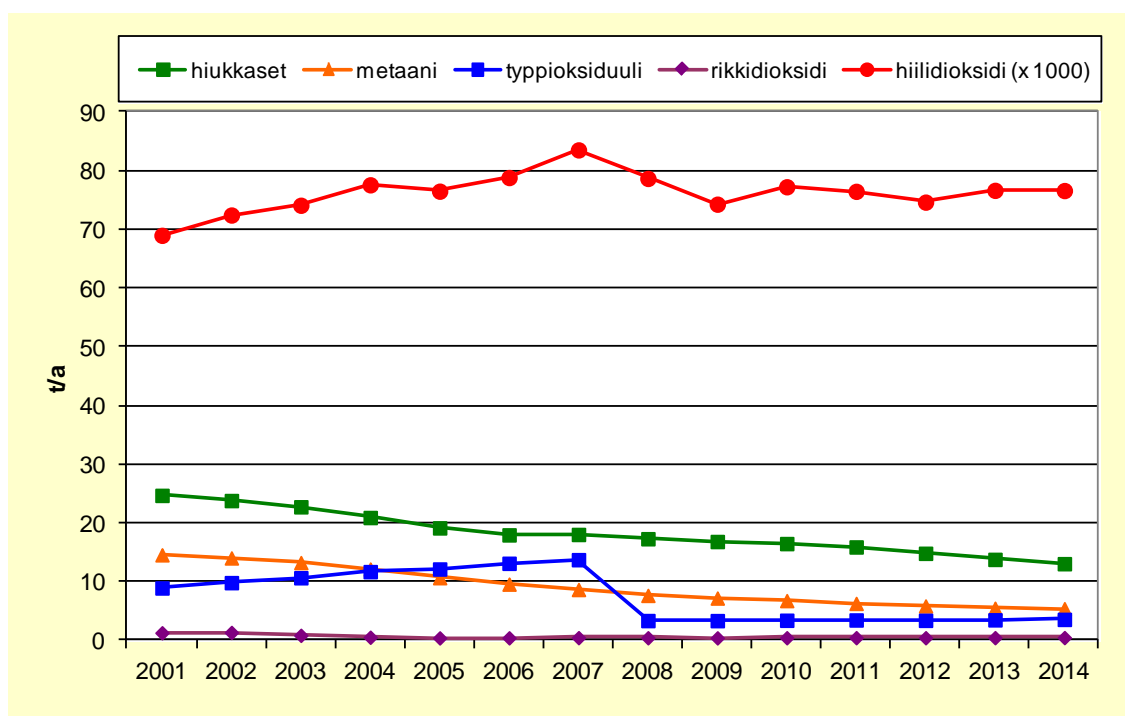
3.1 Heinolan autoliikenteen päästöt

Vuonna 2015 Heinolan typenoksidipäästöistä n.31 % oli peräisin alueen katujen ja teiden autoliikenteestä ja liikenteen suorien hiukkaspäästöjen osuus oli n.35 % alueen hiukkasten kokonaispäästöistä. Autoliikenteestä aiheutuu lisäksi hiukkaspäästöjä, jotka johtuvat siitä, että varsinkin keväisin katujen ja teiden liukkaudentorjuntaan käytetystä hiekoitushiekasta ja asfaltista peräisin oleva pöly leviää liikennevirtojen ja tuulen mukana ajoradoilta ja niiden lähiympäristöstä ilmaan. Kuvissa 2 ja 3 on esitetty Heinolan liikenteen päästöjen kehitys eri ilman epäpuhtauksille vuosilta 2001–2014 VTT:n LIISA 2012 -laskentajärjestelmän tulosten mukaisesti. Kuvien päästöarvioissa ei ole huomioitu moottoripyöriä ja mopoja. LIISA laskentajärjestelmä uudistettiin perusteellisesti v. 2013–2015. Uuden LIISA 2014 laskentajärjestelmän mukaiset päästöt vuosille 2012–2014 löytyvät osoitteesta

<http://lipasto.vtt.fi/liisa/kunnat.htm>. Näitä tuloksia ei voi verrata aikaisempiin LIISA-tuloksiin, koska tehty uudistus oli huomattava.



Kuva 2. Autoliikenteen hiilimonoksidi-, hiilivedyt- ja typenoksidipäästöjen kehitys Heinolassa vuosina 2001–2014 (VTT, LIISA 2012).



Kuva 3. Autoliikenteen hiilidioksidi-, hiukkaset-, metaani-, typpioksiduuli- sekä rikkidioksidipäästöjen kehitys Heinolassa vuosina 2001–2014 (VTT, LIISA 2012).

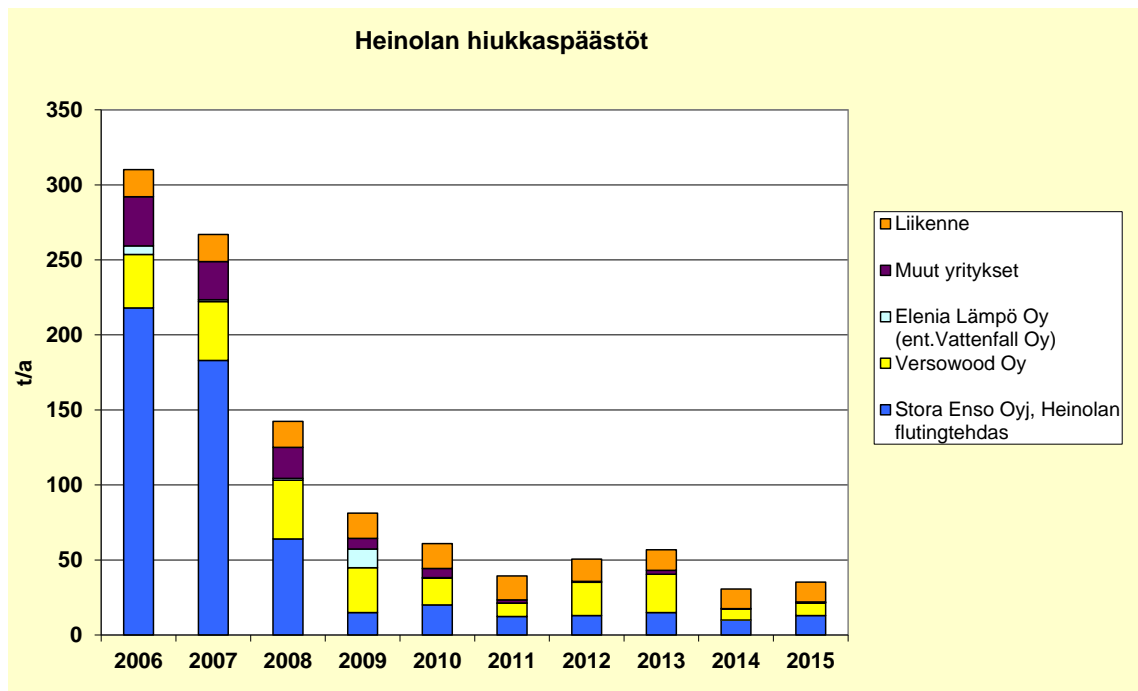
3.2 Heinolan ympäristölupavelvollisten laitosten päästöt

4

Seuraavassa on esitetty Heinolan kaupungin alueella vuonna 2015 toimineiden yritysten päästötietoja ko. vuodelta. Tiedot perustuvat alueen laitosten ja yritysten omiin ilmoituksiin. Päästöjen kannalta merkittävimmät yritykset Heinolassa vuonna 2014 olivat Stora Enso Oyj:n Heinolan Flutingtehdas, Adven (ent.Lahti Energia Oy), Kuusakoski Oy, Versowood Oy sekä Elenia Lämpö Oy. Hiukkas-, typenoksidi- ja rikkidioksidipäästöjä koskeissa tarkasteluissa ja vastaavissa pylväsdiagrammeissa on esitetty myös katu- ja tieliikenteen osuus koko Heinolan alueen päästöistä olettamalla liikenteen vuoden 2015 päästö LIISA 2012 järjestelmän v. 2014 päästön suuruiseksi.

Hiukkaset

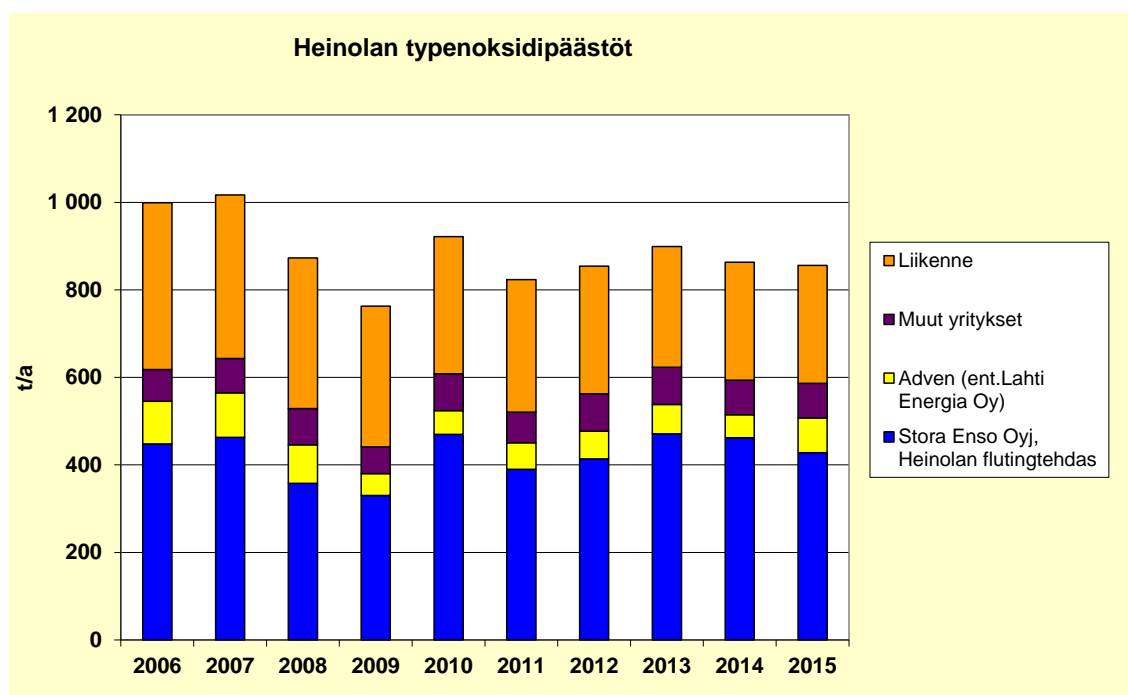
Heinolan suurimmat hiukkaspäästöt olivat vuonna 2015 peräisin teollisuudesta ja energiantuotannosta. Näiden lähteiden osuus hiukkasten kokonaispäästöistä (37 t/a) oli yhteensä 65 %. Muu osuus, 35 % hiukkaspäästöistä oli peräisin autoliikenteen suorista hiukkaspäästöistä. Kuvassa 4 on esitetty hiukkaspäästöt Heinolassa vuosina 2006–2015. Stora Enso Oyj:n Heinolan Flutingtehtaan hiukkaspäästöt ovat vähentyneet laitoksen päästöihin vaikuttaneiden investointien johdosta merkittävästi vuoden 2007 jälkeen. Teollisuuden hiukkaspäästöt olivat vuonna 2015 hieman edellisvuotta suuremmat.



Kuva 4. Heinolan hiukkaspäästöt päästölähteittäin vuosina 2006–2015.

Typen oksidit

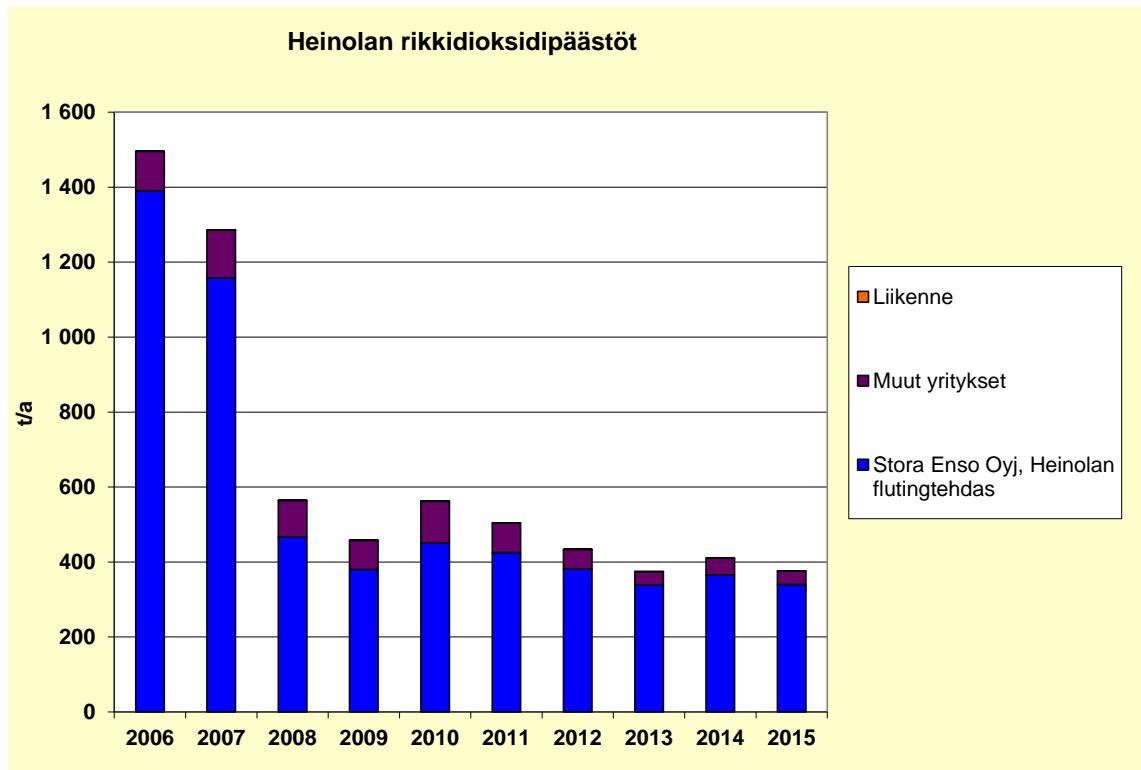
Heinolan vuoden 2015 typenoksidipäästöistä (856 t/a) teollisuus- ja energiantuotanto tuotti 69 % ja autoliikenteen osuus oli 31 %. Kuvassa 5 on esitetty typenoksidipäästöt Heinolassa vuosilta 2006–2015.



Kuva 5. Heinolan typenoksidipäästöt päästölähteittäin vuosina 2006–2015.

Rikkidioksidi

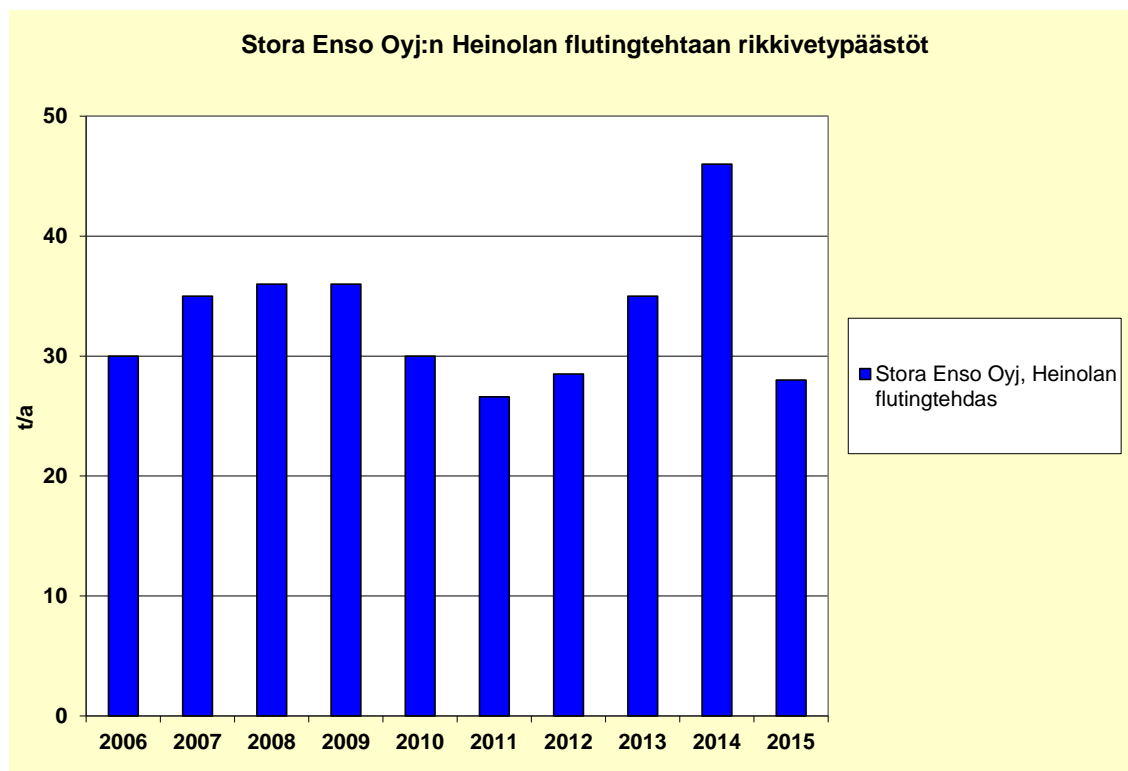
Heinolan rikkidioksidipäästöt olivat vuonna 2015 noin 376 tonnia, joka oli lähes yksinomaan peräisin teollisuudesta. Suurin yksittäinen rikkidioksidilähde oli Stora Enso Oyj:n Heinolan Flutingtehdas, jonka toiminnasta aiheutui 90 % kaikista rikkidioksidipäästöistä. Stora Enso Oyj:n Heinolan Flutingtehtaan rikkidioksidipäästöt alenivat vuoteen 2008 tultaessa merkittävästi tehtaan toimintaan vaikuttaneiden investointien johdosta. Kuvassa 6 on esitetty Heinolan rikkidioksidipäästöt vuosina 2006–2015. Vuonna 2015 autoliikenteen rikkidioksidipäästöjen osuus Heinolan kokonaispäästöistä oli vain 0,1 %.



Kuva 6. Heinolan rikkidioksidipäästöt päästölähteittäin vuosina 2006–2015. Liikenteen rikkidioksidipäästöt ovat olleet viime vuosina niin pienet, ettei niiden osuus erotu kuvan pylväissä.

Rikkivety

Heinolan rikkivetypäästöt olivat 28 tonnia vuonna 2015. Päästöt olivat kokonaisuudessaan peräisin Heinolan Flutingtehtaalta. Vuoden 2015 päästömäärä oli selvästi edellisvuosta pienempi. Heinolan flutingtehtaan rikkivetypäästöt olivat huipputasolla vuonna 1993 noin 170 t/a, josta päästöt ovat alentuneet hyvin merkittävästi. Kuvassa 7 on esitetty Stora Enso Oyj:n Heinolan Flutingtehtaan rikkivetypäästöt vuosina 2006–2015.



Kuva 7. Stora Enso Oyj:n Heinolan Flutingtehtaan rikkivetypäästöt vuosina 2006–2015.

4 HEINOLAN ILMANLAATUMITTAUSTEN TOTEUTUS

4.1 Heinolan ilmanlaadun tarkkailun tavoitteet

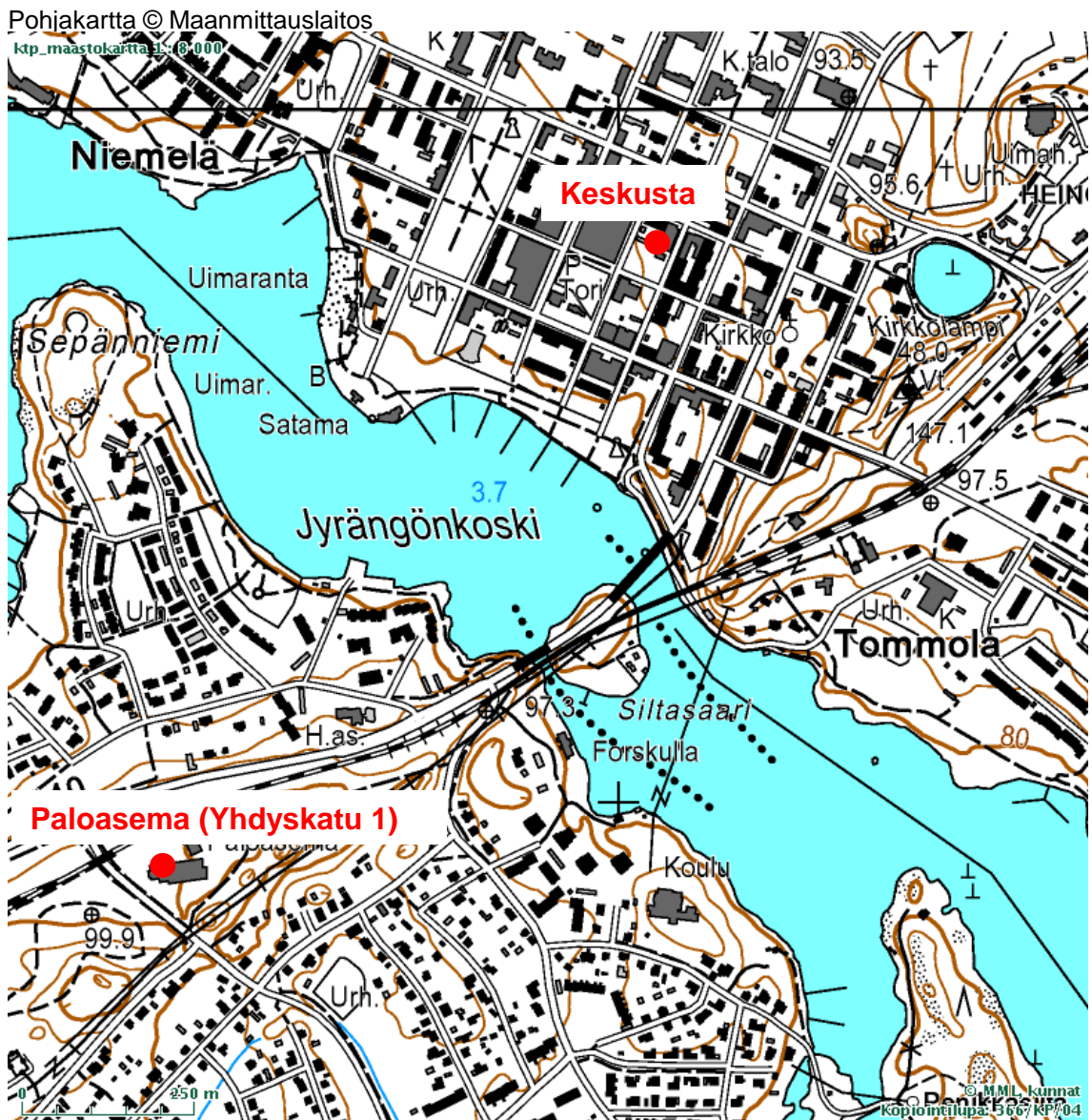
Heinolan ilmanlaadun tarkkailun tavoitteita ovat ilman epäpuhtauksille annettujen ohje- ja raja-arvojen valvonta, päästövähennysten ja muiden ilmansuojelutoimenpiteiden tehokkuuden ja vaikutusten selvittäminen sekä yleinen ilmanlaadun tilan seuranta. Tarkkailun tuloksia on mahdollista käyttää myös erilaisten ilmanlaadun parantavien toimien, kuten esimerkiksi keväisin esiintyvien pölyhaittojen torjunnan suunnitteluun. Ilmanlaadun seurannalla saadaan tietoja myös liikenteen, rakentamisen ja maankäytön suunnitteluun.

Tarkkailumittauksin saadaan reaaliaikaista tietoa Heinolan keskustan ilmanlaadusta ja voidaan selvittää useampien vuosien tulosaineistoista eri ilman epäpuhtauksien pitoisuuksien ajallista kehitystä. Mittaukset palvelevat osaltaan myös alueen teollisuus- ja energiantuotantolaitosten ympäristölupamääräysten toteutumisen valvontaa.

Keskeisiä ilmanlaadun tarkkailun tavoitteita ovat ilmanlaatutiedon tuottaminen viranomaisille ja yrityksille ilmansuojeluun liittyvien päätösten perusteeksi sekä kuntalaisille ja laajemmallekin yleisölle tapahtuvaa ilmanlaatutiedottamista varten. Heinolan ilmanlaatu- ja säämittausten tulokset sekä mittaustuloksista lasketut ilmanlaatuindeksin arvot ovat olleet vuoden 2010 alusta ajantasaisina ja historiatietoina julkisesti nähtävillä Heinolan kaupungin Internet-sivuilla.

4.2 Ilmanlaadun mittausasema ja sääasema

Ilmanlaatua mitattiin vuonna 2015 Heinolan Torikadulla torin tuntumassa sijaitseval- la mittausasemalla ja säätietoja Heinolan paloasemalla Yhdyskadulla. Mittausase- mien sijainti on esitetty karttakuvassa 8. Ilmanlaadun mittausaseman typen oksidi- en, haisevien rikkiyhdisteiden ja hengitettävien hiukkasten näytteenottopisteet si- jaitsivat noin 3 metrin korkeudella maanpinnasta. Säätietojen mittaus tapahtui palo- asemalla Yhdyskatu 1:ssä n. 10 m korkeudella maanpinnasta. Mittauspaikkojen sijaintia ja ympäristöä on havainnollistettu kuvissa 9 ja 10.



Kuva 8. Keskustan Torikadun ilmanlaadun mittausaseman sekä Paloaseman säämittausaseman (●) sijainnit Heinolassa



Kuva 9. Heinolan Keskustan Torikadun ilmanlaadun mittausasema.



Kuva 10. Heinolan Paloaseman (Yhdyskatu 1) säämittausasema.

4.3 Mitatut suureet ja mittausmenetelmät

Heinolan keskustan mittausaseman jatkuvatoimisilla automaattisilla analysointilaitteilla mitattiin typen oksidien (NO, NO₂ ja NO_x), haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) ja halkaisijaltaan alle 10 µm:n suuruisten ns. hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) pitoisuuksia. Näytteenotto tapahtui mittausaseman katolla olevista sondeista noin 3 metrin korkeudelta maanpinnasta. Taulukossa 1 on esitetty käytetyt mittausmenetelmät ja mittalaitteet.

Typen oksidien (NO_x) mittaukset perustuvat EU:n referenssimenetelmään, joka on kuvattu standardissa EN 14211:2012. Ambient air quality – Standard method for the measurement of the concentration of nitrogen dioxide and nitrogen monoxide by chemiluminescence.

Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) mittaukset perustuvat CENin teknisen komitean CEN/TC 264 valmistelemaan tekniseen ohjeeseen FprCEN/TS 16450:2012 Ambient air – Automated measuring systems for the measurement of the concentration of particulate matter (PM₁₀/PM_{2.5}). PM₁₀/PM_{2.5}-hiukkasten gravimetrinen referenssimenetelmä on kuvattu standardissa EN 12341:2014. Ilmatieteen laitoksen käyttämien automaattisten hiukkanalysointilaitteiden antamien tulosten vastaavuus PM₁₀/PM_{2.5} gravimetrisiin referenssimenetelmiin on osoitettu tutkimuksessa *Walden et al., 2010*. Demonstration of the equivalence of PM_{2.5} and PM₁₀ measurement methods in Helsinki 2007-2008. Finnish Meteorological Institute, Studies 2010:3. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia mitattiin beetasäteilyn absorptioon ja valon sirontaan perustuvalla menetelmällä.

Haisevien rikkiyhdisteiden mittauksessa näytekaasu johdetaan konvertteriin, joka käsittelee rikkidioksidin (SO₂) erottimen (scrubberin) ja uunin. Rikkidioksidin erottimen sisältämä materiaali adsorboi näytekaasusta rikkidioksidimolekyylit. Erottimesta näytekaasu johdetaan uuniin, jossa yhdisteet hapetetaan korkeassa lämpötilassa (820–870 °C) rikkidioksidiksi. Muodostunut rikkidioksidi mitataan standardiin EN 14212:2012 (Ambient air quality – Standard method for the measurement of the concentration of sulphur dioxide by ultraviolet fluorescence) perustuvalla UV-fluoresenssimenetelmällä.

Heinolan paloasemalla havainnoitiin tuulen suuntaa ja nopeutta, ulkoilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta sekä ilmanpainetta Vaisalan WXT520-sääläheitinjärjestelmällä. Se edustaa uusinta säämittaustekniikkaa maailmassa. Tuulen suunnan ja nopeuden mittaus perustuu ultraäänen käyttöön havainnoinnissa ja muut sääparametrit mitataan Vaisalan kehittämällä anturitekniikoilla.

Ilmanlaadun ja sääparametrien mittaus tulokset kerättiin mittausasemilla mittausmikroille minuuttiarvoina, joista ne siirrettiin edelleen minuuttiarvoina langattomasti (3G) modeemiyhteyden kautta Ilmatieteen laitoksen palvelimelle raakadatatiokantaan ja siitä edelleen muihin tietokantoihin. Raakadatatiokannassa mittaus tulokset pysyvät aina muuttumattomina, jolloin alkuperäiset arvot ovat myöhemminkin tarvittaessa saatavilla. Minuuttiarvoista määritettiin tuntikeskiarvot ja vuorokausikeskiarvot. Mittaus tulokset korjattiin kalibroitulosten perusteella ja laitteiden toimintahäiriöistä johtuneet virheelliset arvot poistettiin. Mittauksia seurattiin kaukovalvontana Ilmatieteen laitokselta Helsingistä.

Taulukko 1. Heinolan ilmanlaadun mittauksissa käytetyt menetelmät ja laitteet.

Mitattava komponentti	Mittausmenetelmä	Mittalaite
Keskusta		
Typen oksidit	Kemiluminesenssi	TEI 42C
Hengitettävät hiukkaset	Beetasäteilyn absorptio + valon sironta	Thermo Model 5030 SHARP
Haisevat rikkiyhdisteet	UV-fluoresenssi+konverterri	Thermo TEI 43CtI
Paloasema		
Tuulen suunta ja nopeus, lämpötila, suhteellinen kosteus ja ilmanpaine		Vaisala WXT520

4.4 Kalibrointimenetelmät, laadunvarmistus ja laitehuollot

Heinolan ilmanlaadun tarkkailun laadunvarmennuksessa kiinnitettiin huomiota kalibrointien suorittamiseen, kalibrointien jäljitettävyyteen ja laitteiden toimintaan. Typen oksidien ja haisevien rikkiyhdisteiden mittalaitteiden kalibroinnit tehtiin monipistekalibroinnin (4–5 pitoisuutta) avulla. Mittausaineisto korjattiin matemaattisesti kalibrointitulosten perusteella. Kalibrointien yhteydessä tehtiin huollot ja näytteenottolinjojen tarkastukset.

Typen oksidien mittalaite kalibroidiin käyttäen typpimonoksidikaasua (NO), joka laimennettiin erillisen laimentimen avulla halutuille pitoisuustasoille. Kalibrointipisteet kattoivat pitoisuusalueen 0–1000 ppb. Laimentimena käytettiin kenttälaimenninta. Laimentimesta tuotettiin kalibrointipitoisuusarvot, jotka varmennettiin (kalibroidiin) ilmanlaatumittausten kansallisessa vertailulaboratoriossa Ilmatieteen laitoksella jäljitettävästi kalibroidulla typen oksidien analysaattorilla. Tällöin kenttälaimentimen tuottamien typpimonoksidin (NO) pitoisuuksien jäljitettävyyden siirtyi laboratorion oman jäljen kautta ainemäärään (mooli). Laimennuskaasuna käytettiin suodatettua ilmaa. Kaasunormaalina käytettiin typpimonoksidia (NO), jonka pitoisuus oli varmennettu myös erikseen Ilmatieteen laitoksen ilmanlaadun kalibrointilaboratoriossa. Laboratorio on Mittatekniikan keskuksen (FINAS) akkreditoima kalibrointilaboratorio K043. Kalibrointien perusteella Heinolan ilmanlaadun tarkkailun typen oksidien pitoisuusmittaukset on jäljitetty kansalliseen mittanormaaliin ja sitä kautta ainemäärään.

TRS-mittalaite kalibroidiin käyttäen rikkivetykaasua (H₂S), joka laimennettiin erillisen laimentimen avulla halutuille pitoisuustasoille. Kalibrointipisteet kattoivat pitoisuusalueen 0–100 ppb. Laimentimena käytettiin kenttälaimenninta. Laimentimesta tuotettiin kalibrointipitoisuusarvot, jotka varmennettiin (kalibroidiin) ilmanlaatumittausten kansallisessa vertailulaboratoriossa Ilmatieteen laitoksella jäljitettävästi kalibroidua rikkidioksidianalysointia vastaan. Laimennuskaasuna käytettiin suodatettua ilmaa. Kaasunormaalina käytettiin H₂S -permeaatioputkea.

Typen oksidien ja haisevien rikkiyhdisteiden mittalaitteet kalibroitiin tammikuussa, huhtikuussa, kesäkuussa ja syyskuussa 2015. Analysointilaitteiden näytteenottolinjat tarkistettiin ja analysointilaitteiden hiukkassuodattimet vaihdettiin kalibrointien yhteydessä. Hiukkasmittalaite kalibroitiin valmistajan ohjeiden mukaisesti ja sen inletit puhdistettiin kalibrointikäyntien yhteydessä.

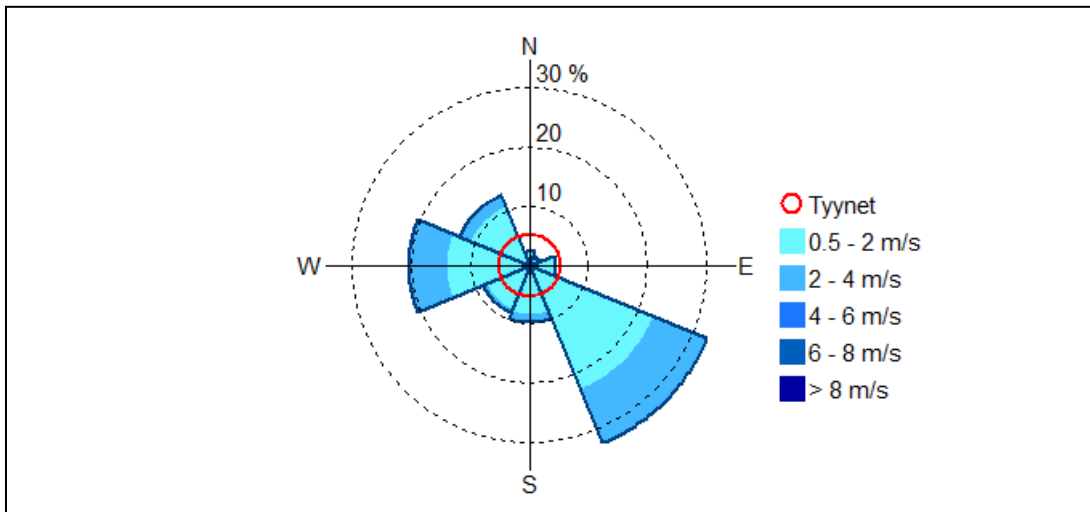
Mittausohjelman jumiutumisen vuoksi menetettiin kaikkien yhdisteiden mittausdata viikonlopuilta 2.1.–5.1. ja 16.5.–18.5. Muuten mittalaitteet toimivat hyvin ja laatutavoite koko vuoden aineiston vähimmäismäärälle saavutettiin. Raja-arvojen ylittymisen valvontaan käytettävissä mittauksissa aineiston vähimmäismäärä on 90 %, mikä ei kuitenkaan sisällä laitteiden säännöllisestä kalibroinnista tai normaalista kunnossapidosta aiheutuvaa tietohukkaa. Heinolan keskustan mittausasema ei kuulu minkään komponentin osalta raja-arvoa valvoviin mittausasemiin.

5 HEINOLAN SÄÄ VUONNA 2015

5.1 Heinolan tuulitiedot vuodelta 2015

Uudella paloasemalla Yhdyskatu 1:ssä tuulianturi sijaitsee n.10 m korkeudessa. Kuvassa 11 on esitetty Heinolan säämittausten tuuliruusu vuodelta 2015. Vallitseva tuulensuunta Heinolassa oli kaakko. Kuukausittaiset tuuliruusut on esitetty raportin liitekuviissa 1 ja 2 ja tuulen nopeuden tuntikeskiarvot koko vuodelta 2015 liitekuvasa 3.

Tuuliruusuksen keskipisteestä lähtevän janan pituus sektorin kehäviivalle vastaa ko. tuulisektorin tuulien prosentuaalista osuutta jakson tuulista. Tyynet tapaukset on kuvattu ympyrällä, jonka säteen pituus kertoo tyynien tilanteiden prosentuaalisen osuuden kaikista tuulihavainnoista. Tuuliruusuusta nähdään myös tuulten nopeusjakaumat tuulensuuntasektoreittain. Eri tuulennopeuksien prosentuaaliset osuudet saadaan vertaamalla sektoreiden kunkin nopeusluokan pituutta prosenttiasteikkoon.



Kuva 11. Tuuliruuusu Heinolan uudella Paloasemalla havaituista tuulista vuonna 2015.

5.2 Keskilämpötilat ja ilman kosteus Heinolassa vuonna 2015

Vuosi 2015 oli Suomessa mittaushistorian lämpimin. Vuosi oli ennätysellisen lämmin lähes koko maassa lähinnä Lappia lukuun ottamatta. Suhteessa lämpimintä oli helmi-maaliskuussa ja marras-joulukuussa, jolloin koko maan keskilämpötila oli 4–6 astetta tavanomaista korkeampi. Marras- ja joulukuussa rikottiin lämpöennätyksiä. Koko maan tasolla tarkasteltuna ainoastaan kesä- ja heinäkuu olivat keskimääräistä kylmempinä. Hellepäiviä oli vain noin puolet tavanomaisesta. Vuosi 2015 oli Lahden Launeella 1,5 astetta vertailukauden 1981–2010 vuosikeskiarvolämpötilaa korkeampi (*Ilmatieteen laitos, 2016a*).

Taulukko 2. Kuukauden keskilämpötilat vuonna 2015 Heinolan keskustassa ja Lahden Launeella (*Ilmatieteen laitos, 2016a*) sekä Lahden Launeella vertailukaudella 1981-2010 (*Pirinen, ym., 2012*). Yksikkö astetta Celsiusta.

	Heinola keskusta 2015	Lahti Laune 2015	Lahti Laune 1981-2010
Tammikuu	-4,1	-3,6	-6,4
Helmikuu	-0,8	-1,3	-7,0
Maaliskuu	1,2	0,6	-2,7
Huhtikuu	4,6	4,6	3,5
Toukokuu	9,5	9,1	10,1
Kesäkuu	13,3	12,7	14,4
Heinäkuu	15,9	15,2	17,2
Elokuu	17,2	15,4	15,1
Syyskuu	12,6	11,4	9,7
Lokakuu	5,3	3,6	4,6
Marraskuu	3,9	3,6	-0,6
Joulukuu	1,8	1,2	-4,5
	6,9	6,0	4,5

Heinolan keskustassa vuonna 2015 mitatut ulkoilman lämpötilan ja kosteuden tuntikeskiarvot on esitetty liitekuviissa 4 ja 5.

5.3 Säätekijöiden vaikutus ilman epäpuhtauksien leviämiseen

Ilmakehän tasapainotila määritellään lämpötilan pystyjakauman avulla vertaamalla vallitsevaa tilannetta neutraaliin tilaan, jossa lämpötila laskee ylöspäin mentäessä yhden celsiusasteen sataa metriä kohden. Kun lämpötila laskee tätä enemmän, nimitetään tasapainoa epävakaaksi eli labiiliksi. Kun taas lämpötila laskee vähemmän kuin neutraalissa tilanteessa, tila on vakaa, stabiili. Tasapainotilaan vaikuttavat muun muassa auringon säteily, tuuli ja maanpinnan laatu.

Stabiilisuustilan ollessa vakaa ilmakehän sekoittuminen on vähäistä. Jos tila on epävakaata, sekoittuminen on voimakasta ja ilmaan päästetyt epäpuhtaudet laimenevat nopeasti. Liikenteen päästöistä aiheutuvat maksimipitoisuudet esiintyvät yleensä stabiileissa tilanteissa. Stabiilit tilanteet ovat yleisimpiä yöllä ja talvella, ja maaseudulla niitä esiintyy useammin kuin kaupungeissa.

Ns. inversiotilanteessa lämpötila nousee korkeuden kasvaessa ja ilmakehän tila on erittäin stabiili. Maanpintainversiossa lämpötilan nousu alkaa maanpinnasta ulottuen muutamia satoja metrejä ylöspäin. Maanpintaa lähellä oleva kylmempi ilma jää sitä ylempänä olevan lämpimämmän ilman alle. Sekoittuminen maanpinnalta ylöspäin on heikkoa koko inversiokerroksessa. Tällöin erityisesti liikenteen päästöt leviävät ja laimenevat hyvin huonosti. Epäpuhtaudet kerääntyvät matalaan ilmakerrokseen päästölähteiden lähelle. Inversiokerroksessa tuuli on heikkoa ja vahvan inversion yhteydessä maanpintatasolla on tyynä. Tyynessä tilanteessa ilma ei kykene kuljettamaan päästöjä kauemmaksi lähteistä ja myös pystysuuntaiset liikkeet ovat rajoitetut inversion vaikutuksesta. Sen sijaan korkeista piipuista tulevat energiantuotannon ja teollisuuden päästöt saattavat purkautua matalien maanpintainversioiden yläpuolelle, jolloin ne eivät juuri vaikuta pitoisuuksiin lähellä maanpintaa lähialueellaan.

Yläinversiossa lämpötilan nousu alkaa maanpinnan yläpuolelta. Yläinversion vallitessa sekoittuminen korkeussuunnassa tiettyä rajaa ylemmäksi estyy. Matalan yläinversion tapauksessa pitoisuudet maanpinnalla saattavat olla korkeita. Jos kuitenkin yläinversion korkeus on useita satoja metrejä, sen vaikutus pitoisuuksiin lähellä maanpintaa on yleensä vähäinen kaupunkialueilla.

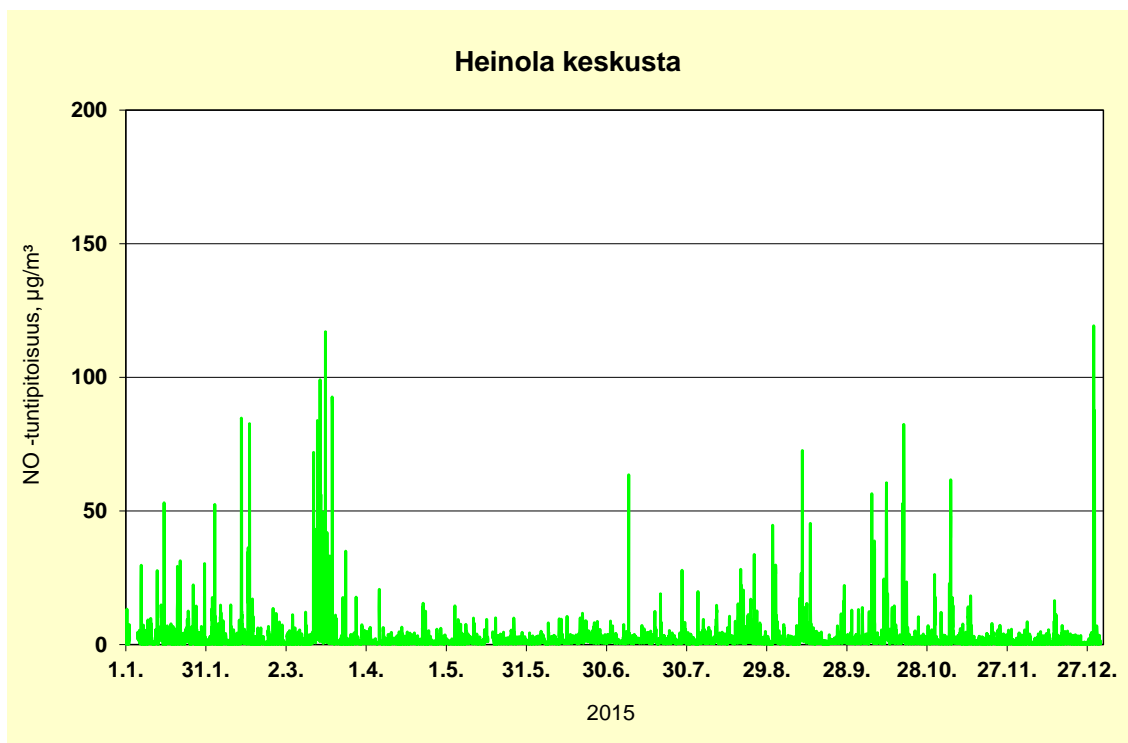
Korkeimmat pitoisuudet esiintyvät kaupunkialueilla useimmiten stabiileissa heikokuullisissa tilanteissa voimakkaan maanpintainversion vallitessa. Autoliikenne on haitallisin päästölähderyhmä korkeiden pitoisuuksien muodostumisen kannalta useimmissa maamme kaupungeissa. Liikenteen päästöjen osuus monista ilman epäpuhtauksien päästöistä on huomattava ja pakokaasut vapautuvat suoraan ihmisten hengityskorkeudelle.

6 HEINOLAN ILMANLAADUN MITTAUSTULOKSET VUODELTA 2015

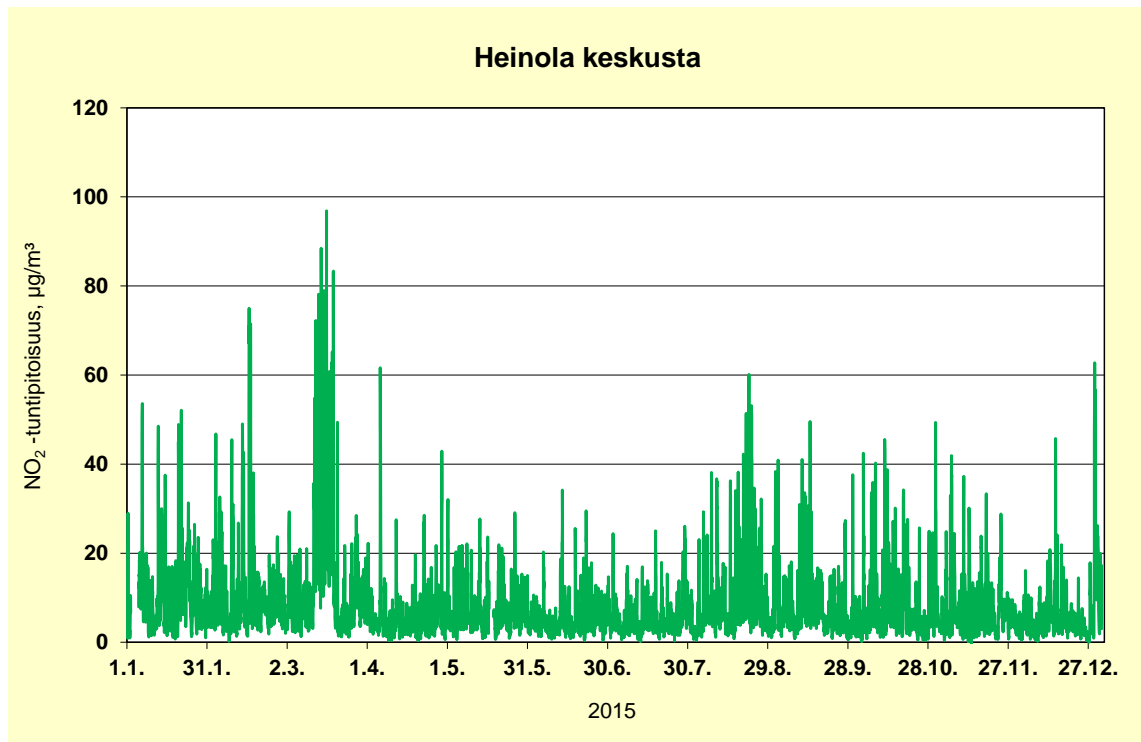
6.1 Mitatut pitoisuudet

Kuvissa 12–21 on esitetty vuonna 2015 Heinolan keskustassa mitattujen ilman epäpuhtauksien pitoisuuksien tuntikeskiarvot ja vuorokausikeskiarvot (typen oksidit ja haisevat rikkiyhdisteet lämpötilassa 20 °C, hengitettävät hiukkaset ulkoilman lämpötilassa).

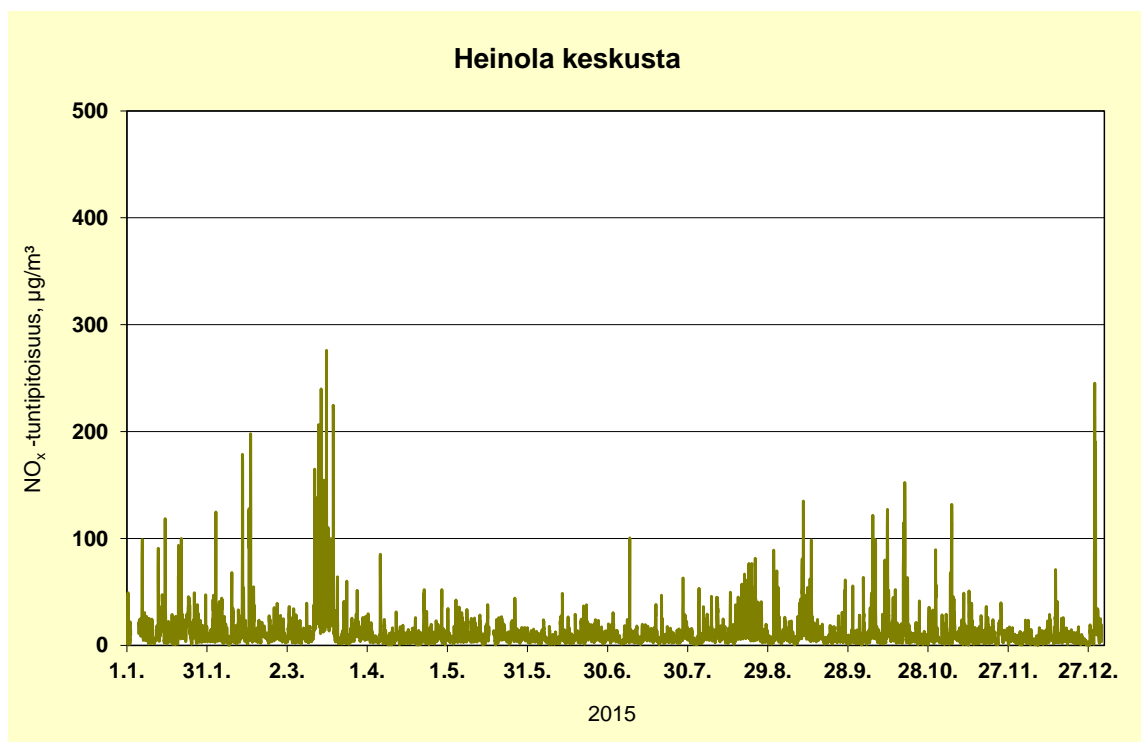
Heinolan keskustan ilmanlaadun tarkkailupisteessä vuonna 2015 mitatut typen oksidien, haisevien rikkiyhdisteiden sekä hengitettävien hiukkasten pitoisuudet on esitetty taulukoissa 3–7 kuukausittaisina tuntipitoisuuksien ja vuorokausipitoisuuksien tilastosuureina.



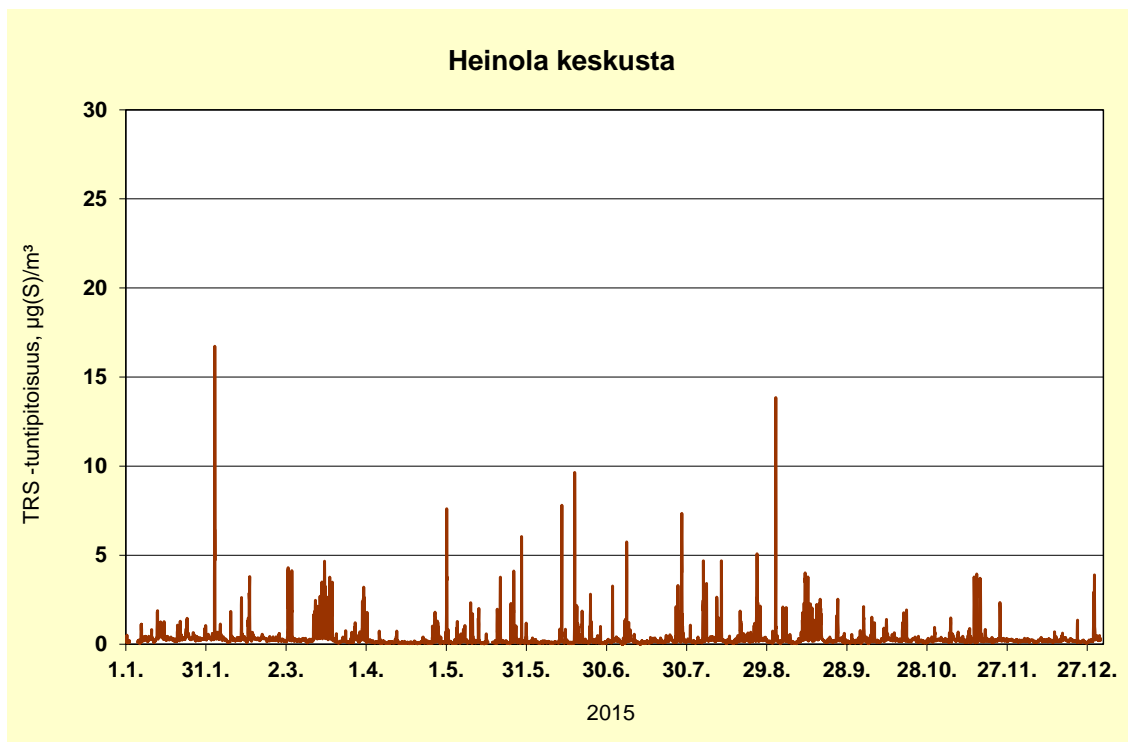
Kuva 12. Typpimonoksidin (NO) tuntipitoisuudet (µg/m³) Heinolassa vuonna 2015.



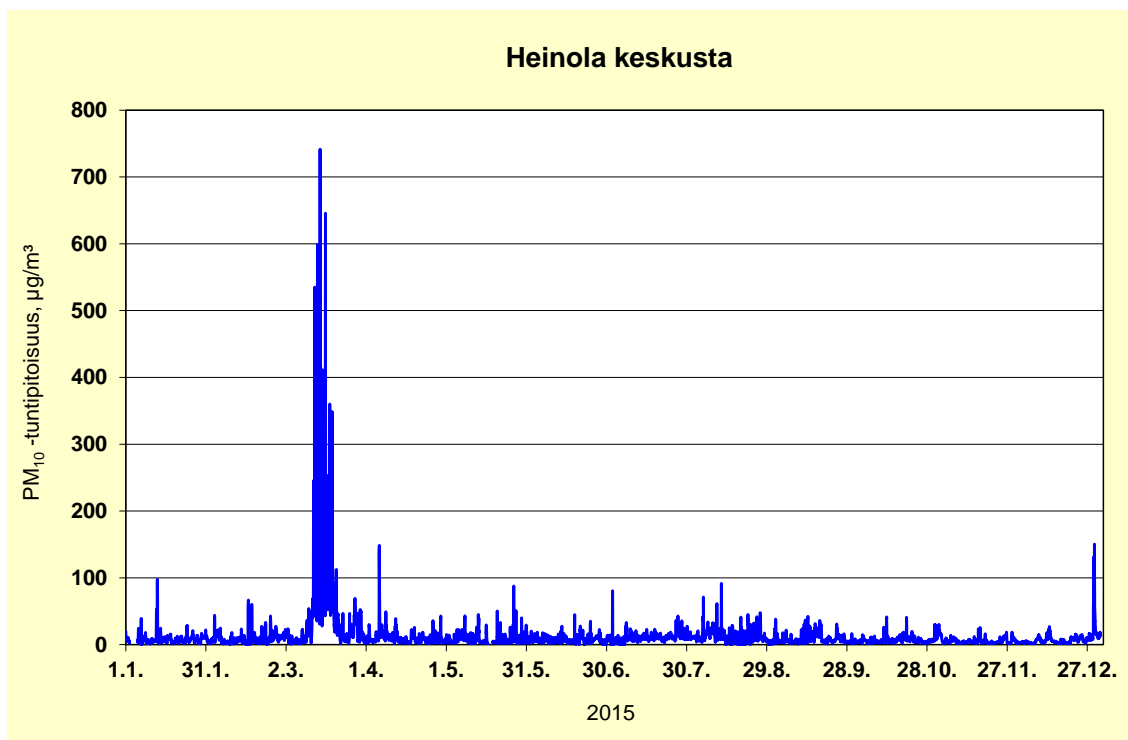
Kuva 13. Typpidioksidin (NO_2) tuntipitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Heinolassa vuonna 2015.



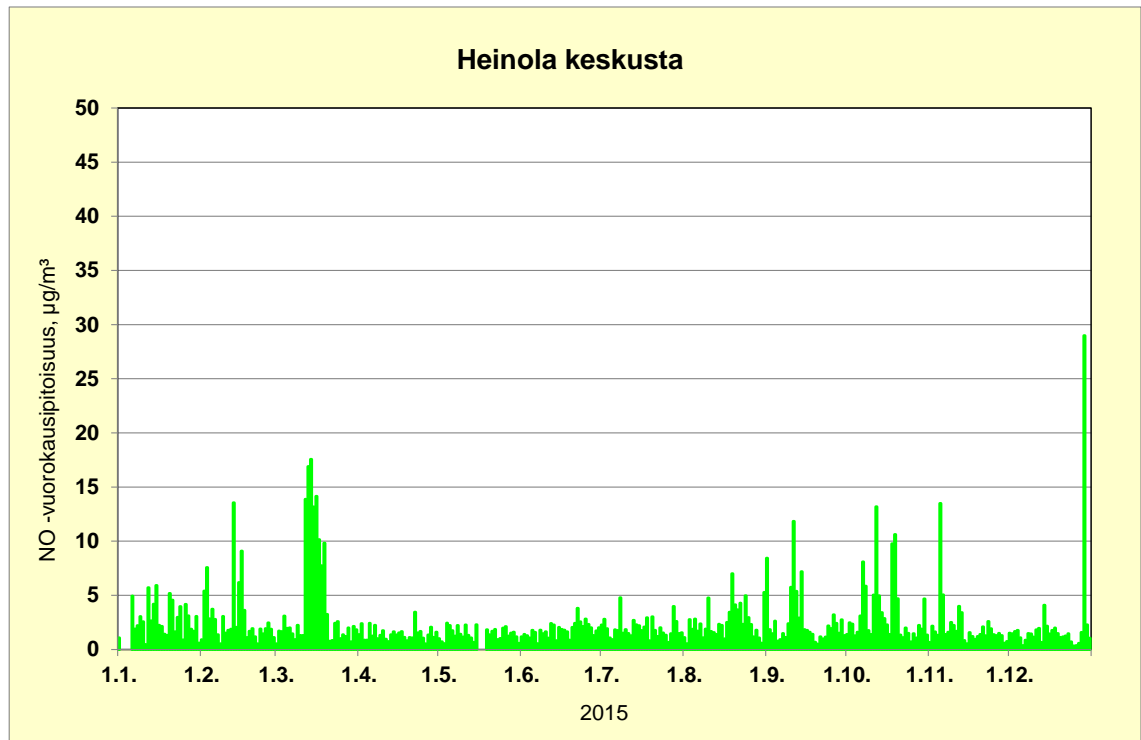
Kuva 14. Typen oksidien (NO_x) tuntipitoisuudet ($\mu\text{g}(\text{NO}_2)/\text{m}^3$) Heinolassa vuonna 2015.



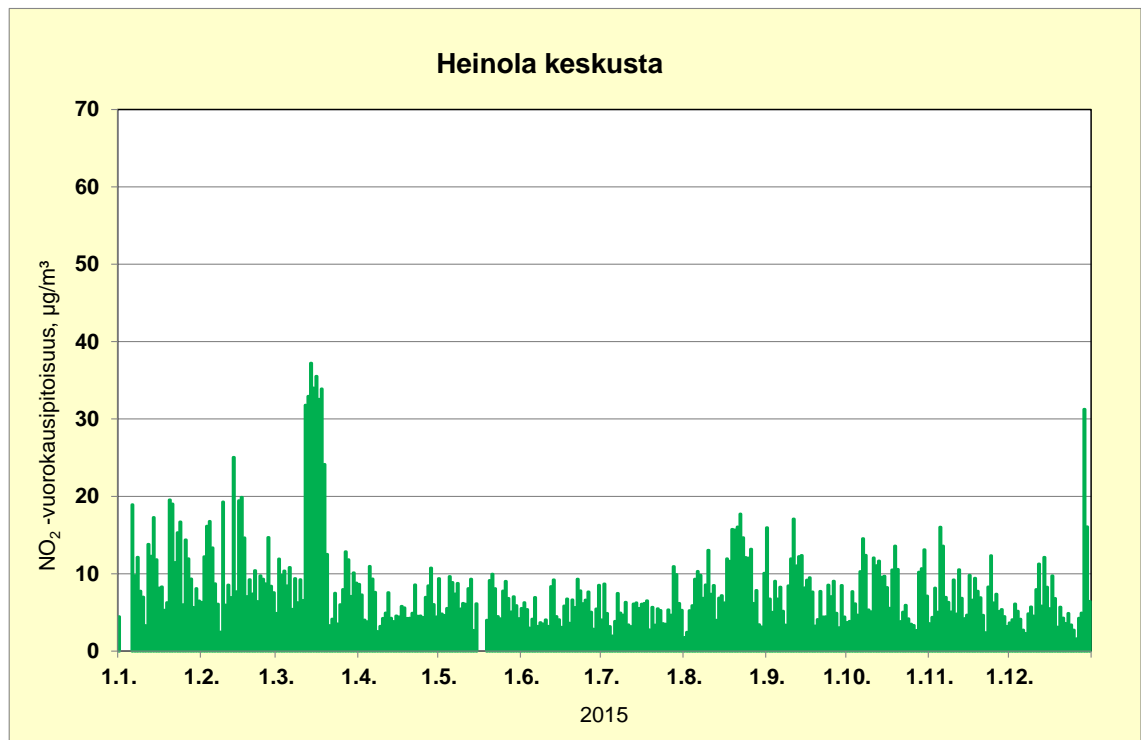
Kuva 15. Haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) tuntipitoisuudet ($\mu\text{g}(\text{S})/\text{m}^3$) Heinolassa vuonna 2015.



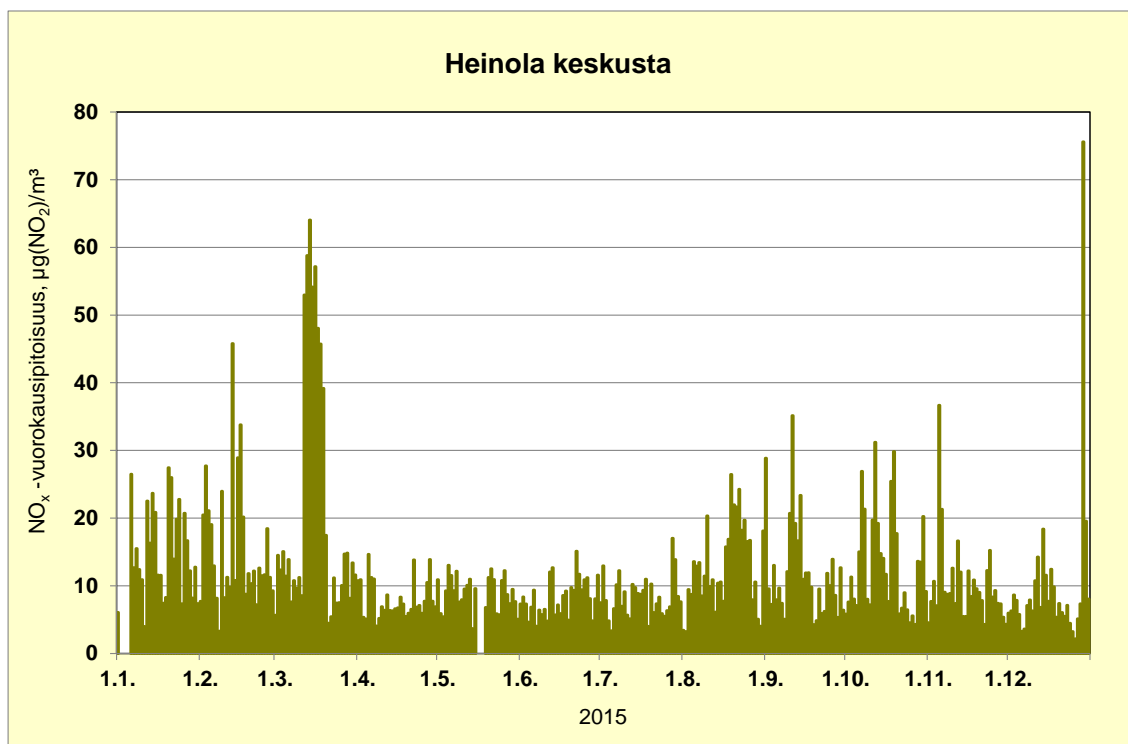
Kuva 16. Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) tuntipitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Heinolassa vuonna 2015.



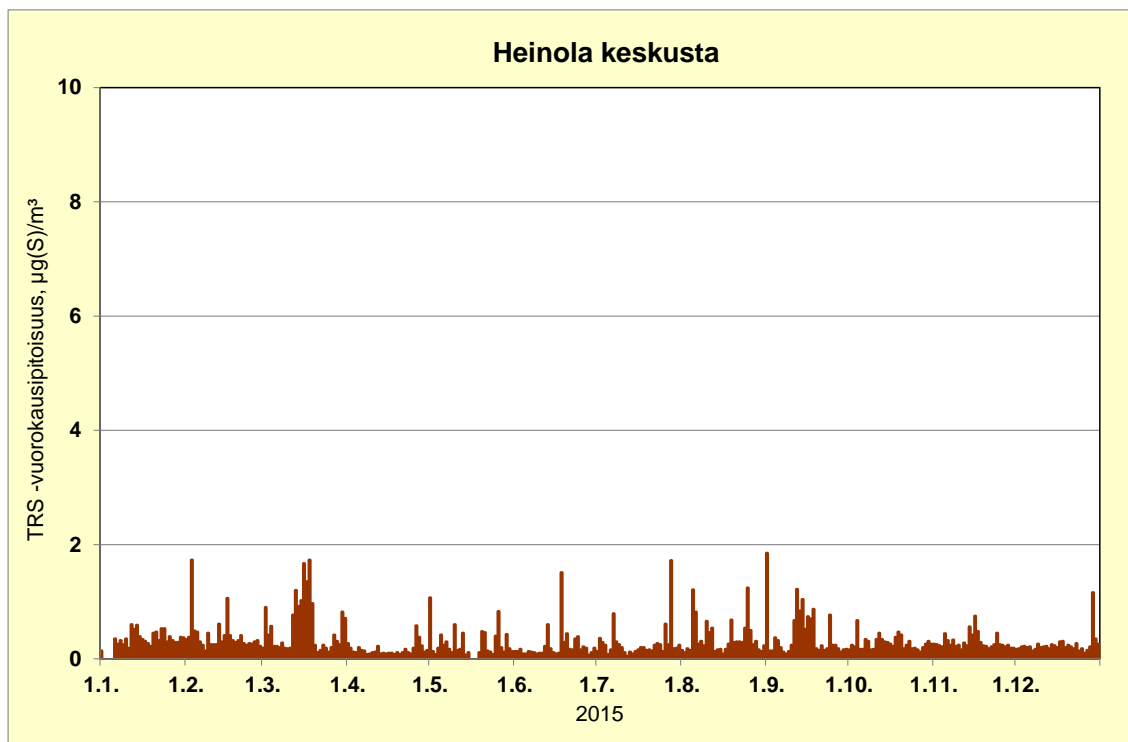
Kuva 17. Typpimonoksidin (NO) vuorokausipitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Heinolassa vuonna 2015.



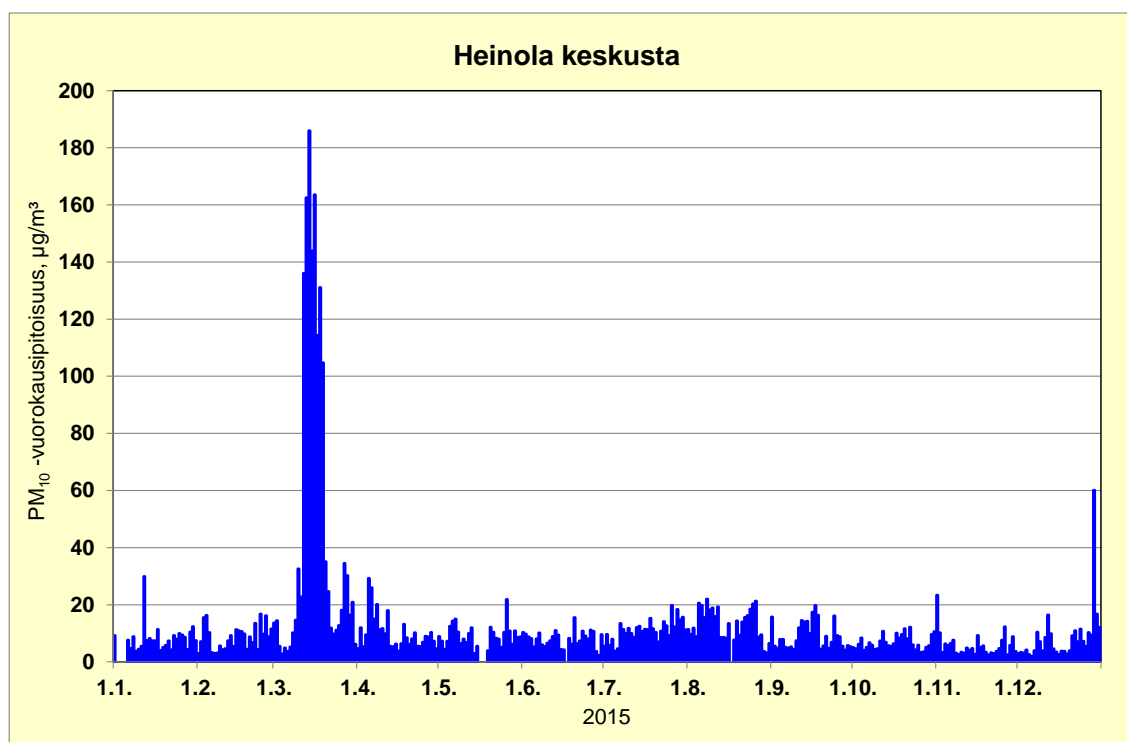
Kuva 18. Typpidioksidin (NO₂) vuorokausipitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Heinolassa vuonna 2015.



Kuva 19. Typen oksidien (NO_x) vuorokausipitoisuudet ($\mu\text{g}(\text{NO}_2)/\text{m}^3$) Heinolassa vuonna 2015.



Kuva 20. Haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) vuorokausipitoisuudet ($\mu\text{g}(\text{S})/\text{m}^3$) Heinolassa vuonna 2015.



Kuva 21. Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) vuorokausipitoisuudet (µg/m³) Heinolassa vuonna 2015.

Taulukko 3. Heinolan keskustassa mitatut typpimonoksidin (NO) pitoisuudet vuonna 2015.

NO (µg/m ³)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TUNTIARVOJEN												
lukumäärä	671	672	743	716	704	715	744	744	712	744	720	744
määrä (%)	90.2	100	99.9	99.4	94.6	99.3	100	100	98.9	100	100	100
keskiarvo	3	3	5	1	2	2	2	3	3	3	2	2
99. %-piste	25	35	57	7	8	9	8	19	27	49	18	28
korkein arvo	53	85	117	21	15	12	64	45	73	82	62	119
VRK-ARVOJEN												
lukumäärä	27	28	31	30	28	30	31	31	30	31	30	31
2. korkein arvo	6	9	17	2	2	3	4	5	8	11	5	4
korkein arvo	6	14	18	3	2	4	5	7	12	13	14	29

Taulukko 4. Heinolan keskustassa mitatut typpidioksidin (NO₂) pitoisuudet vuonna 2015.

NO ₂ (µg/m ³)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TUNTIARVOJEN												
lukumäärä	671	672	743	716	704	715	744	744	712	744	720	744
määrä (%)	90.2	100	99.9	99.4	94.6	99.3	100	100	98.9	100	100	100
keskiarvo	11	11	15	6	7	6	5	9	8	8	7	7
99. %-piste	45	49	75	29	22	23	21	42	34	39	33	47
korkein arvo	54	75	97	62	32	34	26	60	50	49	42	63
VRK-ARVOJEN												
lukumäärä	27	28	31	30	28	30	31	31	30	31	30	31
2. korkein arvo	19	20	36	11	10	9	10	16	16	14	14	16
korkein arvo	20	25	37	11	10	9	11	18	17	15	16	31

Taulukko 5. Heinolan keskustassa mitatut typen oksidien (kokonais-NO_x) pitoisuudet vuonna 2015.

NO _x (µg(NO ₂)/m ³)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TUNTIARVOJEN												
lukumäärä	671	672	743	716	704	715	744	744	712	744	720	744
määrä (%)	90.2	100	99.9	99.4	94.6	99.3	100	100	98.9	100	100	100
keskiarvo	15	16	22	8	9	8	8	13	12	13	10	10
99. %-piste	81	118	162	37	33	30	31	64	65	106	51	90
korkein arvo	119	198	276	85	44	49	101	89	135	152	132	245
VRK-ARVOJEN												
lukumäärä	27	28	31	30	28	30	31	31	30	31	30	31
2. korkein arvo	26	34	59	14	13	13	14	24	29	30	21	20
korkein arvo	27	46	64	15	13	15	17	26	35	31	37	76

Taulukko 6. Heinolan keskustassa mitatut haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) pitoisuudet vuonna 2015.

TRS (µg(S)/m ³)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TUNTIARVOJEN												
lukumäärä	671	672	743	716	704	715	744	744	717	744	720	744
määrä (%)	90.2	100	99.9	99.4	94.6	99.3	100	100	99.6	100	100	100
keskiarvo	0.4	0.4	0.5	0.2	0.3	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2
99. %-piste	1.3	2.6	3.5	1.0	3.5	2.1	3.3	2.7	3.5	1.4	2.3	1.5
korkein arvo	1.9	16.7	4.7	1.8	7.6	9.6	7.4	5.1	13.9	2.1	4.0	3.9
VRK-ARVOJEN												
lukumäärä	27.0	28.0	31.0	30.0	28.0	30.0	31.0	31.0	30.0	31.0	30.0	31.0
2. korkein arvo	0.6	1.1	1.7	0.4	0.8	0.6	0.8	1.2	1.2	0.5	0.6	0.4
korkein arvo	0.6	1.7	1.7	0.6	1.1	1.5	1.7	1.2	1.9	0.7	0.8	1.2

Taulukko 7. Heinolan keskustassa mitatut hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) pitoisuudet vuonna 2015.

PM ₁₀ (µg/m ³)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TUNTIARVOJEN												
lukumäärä	674	672	743	719	704	706	744	737	720	744	720	744
määrä (%)	90.6	100	99.9	99.9	94.6	98.1	100	99.1	100	100	100	100
keskiarvo	8	9	49	10	9	8	11	13	9	7	6	8
99. %-piste	43	43	420	49	41	26	33	45	32	28	26	77
korkein arvo	98	67	741	148	88	45	81	92	42	41	30	150
VRK-ARVOJEN												
lukumäärä	27	28	31	30	28	29	31	30	30	31	30	31
2. korkein arvo	12	16	164	26	15	11	18	21	17	12	12	17
korkein arvo	30	17	186	29	22	15	20	22	20	12	23	60

Mitattujen ilman epäpuhtauksien pitoisuuksien vuosikeskiarvot vuonna 2015 olivat seuraavat: typpimonoksidi (NO) 3 µg/m³, typpidioksidi (NO₂) 8 µg/m³, typen oksidit (kokonais-NO_x) 12 µg/m³ typpidioksidina ilmaistuna, haisevat rikkiyhdisteet (TRS) 0,3 µg/m³ rikkinä ilmaistuna ja hengitettävät hiukkaset 12 µg/m³.

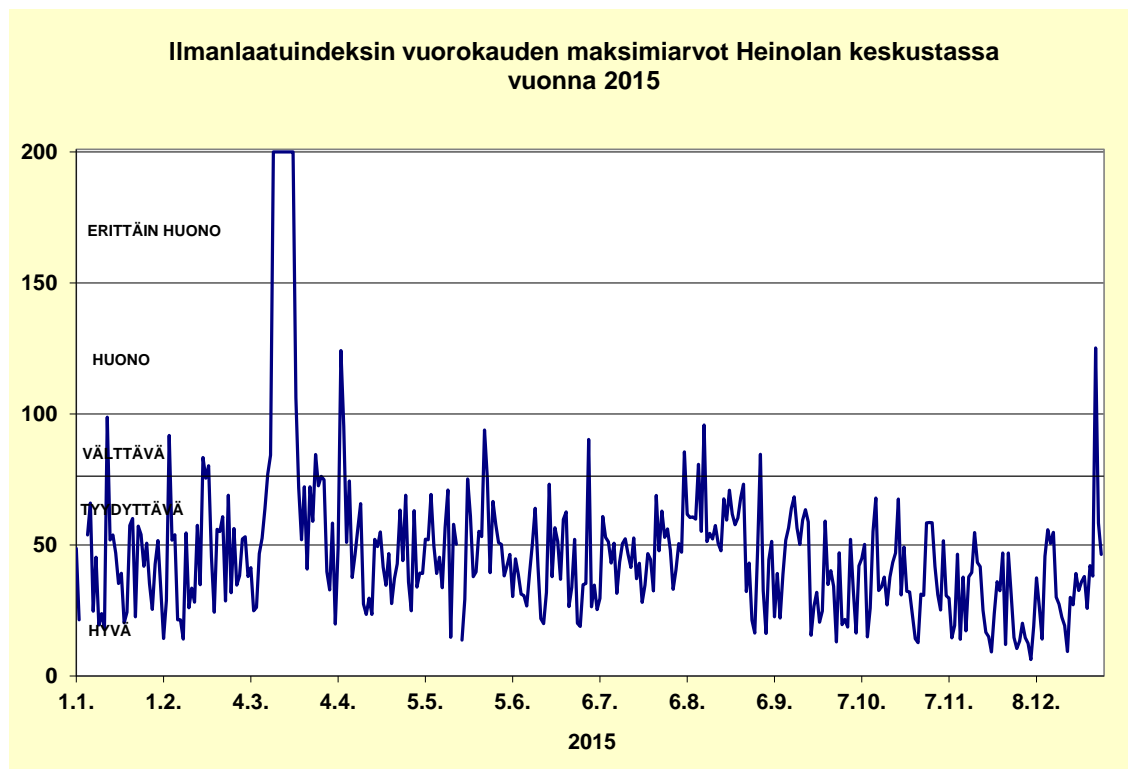
6.2 Ilmanlaatuindeksi

Heinolan keskustassa mitattujen ilman epäpuhtauspitoisuuksien perusteella laskettiin ilmanlaatuindeksi, joka kuvaa vallitsevaa ilmanlaatuilannetta asteikolla hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono, erittäin huono. Indeksien laskentaan käytettiin typpidioksidin, haisevien rikkiyhdisteiden ja hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuuksia. Tunneittaiset indeksiarvot ja mitatut tuntipitoisuudet olivat vuonna 2015 nähtävillä Heinolan kaupungin www-sivuilla reaaliaikaisesti ja historiatietoina.

Kuvassa 22 on esitetty yhteenveto vuoden 2015 vuorokauden maksimi-indeksiarvoista. Indeksillä ilmaistuna ilmanlaatu oli hyvää 61 %, tyydyttävää 31 % ja välttävää 5 % päivistä. Ilmanlaatu oli huono tai erittäin huono 11 päivänä (3 % päivistä). Tässä tarkastelussa mittauspäivän indeksi määräytyy ilmanlaadultaan huonoimman tunnin mukaan. Huonon ja erittäin huonon ilmanlaadun aiheuttajana olivat hengitettävien hiukkasten korkeat pitoisuudet. Ilmanlaadultaan huonot päivät ajoittuivat kahden päivän lukuunottamatta maaliskuun puolivälistä maaliskuun loppuun kestäneelle kevätpölykaudelle. Kevätpölytilanteissa talven aikana hienoksi jauhautunut hiekko-tushiekka pölyää ilmaan lumien sulettua liikenteen ja tuulen aiheuttamien ilmavirtausten vaikutuksesta. Ilmanlaatu heikkeni erittäin huonoksi myös 5.4 ja 29.12. korkeiden hiukkaspitoisuuksien vuoksi.

Ilmanlaadun indeksiarvojen laskenta perustuu mitattujen ilman epäpuhtauspitoisuuksien tarkasteluihin suhteessa ko. aineiden terveysvaikutusperusteisiin ohjeistuspitoisuuksiin. Tästä syystä haisevien rikkiyhdisteiden aiheuttamat ilmanlaatuvaikutukset kuvautuvat indeksiarvoissa vain mahdollisten terveysvaikutusten osalta.

Heinolan Flutingtehtaan rikkivetypäästöt aiheuttivat vuonna 2015 ajoittain kaupungin alueella ihmisten viihtyvyyteen vaikuttaneita hajuhaittoja ja huononsivat ilmanlaatua muiden ilmanlaatuun vaikuttaneiden tekijöiden lisäksi. Näistä hajutilanteista on tehty raporttiin erillinen tarkastelu kappaleen 7.4. lopussa.



Kuva 22. Vuorokauden suurimmat ilmanlaatuindeksin arvot Heinolan keskustassa vuonna 2015.

7 MITTAUSTULOSTEN TARKASTELU

7.1 Pitoisuuksien suhde ohje- ja raja-arvoihin

Ohjearvot ovat ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia, joiden alittaminen on tavoitteenä. Ohjearvoilla esitetään riittävän hyvän ilmanlaadun tavoitteet. Ohjearvot eivät ole sitovia, mutta niitä sovelletaan maankäytön ja liikenteen suunnittelussa, rakentamisen muussa ohjauksessa sekä ilman pilaantumisen vaaraa aiheuttavien toimintojen sijoittamisessa ja lupakäsittelyssä. Ohjearvojen ylittyminen on pyrittävä estämään ennakoitua ja pitkällä aikavälillä alueilla, joilla ilmanlaatu on tai saattaa toistuvasti olla huonompi kuin ohjearvo edellyttäisi. Ilmanlaadun ohjearvot on määritelty valtioneuvoston päätöksessä ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvosta (Vnp 480/1996, ks. taulukko 8).

Raja-arvot ovat ilman epäpuhtauden pitoisuuksia, jotka on alitettava määräajassa. Kun raja-arvo on alitettu, sitä ei enää saa ylittää. Raja-arvot ovat sitovia. Raja-arvon ylittyessä on kunnan ryhdyttävä ympäristönsuojelulain mukaisiin toimiin ja laadittava ilmansuojelusuunnitelma ilmanlaadun parantamiseksi ja raja-arvon ylitysten estämiseksi. Tällaisia toimia voivat olla esimerkiksi määräykset liikenteen tai päästöjen rajoittamisesta. Ilmanlaadun raja-arvot on määritelty ilmanlaatuasetuksessa (*Vna 38/2011*, ks. taulukko 9).

Ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoja ei sovelleta työpaikoilla eikä tehdasalueilla, sillä työpaikka-alueilla käytetään omia työterveyttä ja työturvallisuutta koskevia säännöksiä. Raja-arvojen noudattamista ei myöskään arvioida liikenneväylillä eikä alueilla, jonne yleisöllä ei ole vapaata pääsyä ja joilla ei ole pysyvää asutusta.

Taulukko 8. Ilmanlaadun ohjearvot terveyshaittojen ehkäisemiseksi (*Vnp 480/96*).

Epäpuhtaus	Ohjearvo (20 °C, 1 atm)	Tilastollinen määrittely
Hiilimonoksidi (CO)	20 mg/m ³ 8 mg/m ³	Tuntiarvo Tuntiarvojen liukuva 8 tunnin keskiarvo
Typpidioksidi (NO ₂)	150 µg/m ³ 70 µg/m ³	Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Rikkidioksidi (SO ₂)	250 µg/m ³ 80 µg/m ³	Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Kokonaisleijuma (TSP)	120 µg/m ³ 50 µg/m ³	Vuoden vuorokausiarvojen 98. prosenttipiste Vuosikeskiarvo
Hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)	70 µg/m ³	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Haisevien rikkiyhdisteiden kokonaismäärä (TRS)	10 µg/m ³	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo, TRS ilmoitetaan rikkinä

Taulukko 9. Ilmanlaadun raja-arvot terveyshaittojen ehkäisemiseksi (Vna 38/2011).

Aine	Keskiarvon laskenta-aika	Raja-arvo ¹⁾ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sallittujen ylitysten määrä kalenteri-vuodessa (vertailujakso)	Ajankohta, josta lähtien raja-arvot ovat olleet voimassa
Rikkidioksidi (SO_2)	1 tunti	350	24	1.1.2005
	24 tuntia	125	3	1.1.2005
Typpidioksidi (NO_2)	1 tunti	200	18	1.1.2010
	kalenterivuosi	40	-	1.1.2010
Hengitettävät hiukkaset (PM_{10})	24 tuntia	50	35	1.1.2005
	kalenterivuosi	40	-	1.1.2005
Pienhiukkaset ($\text{PM}_{2,5}$)	kalenterivuosi	25	-	1.1.2010
Lyijy (Pb)	kalenterivuosi	0,5	-	15.8.2001
Hiilimonoksidi (CO)	8 tuntia ²⁾	10 000	-	1.1.2005
Bentseeni (C_6H_6)	kalenterivuosi	5	-	1.1.2010

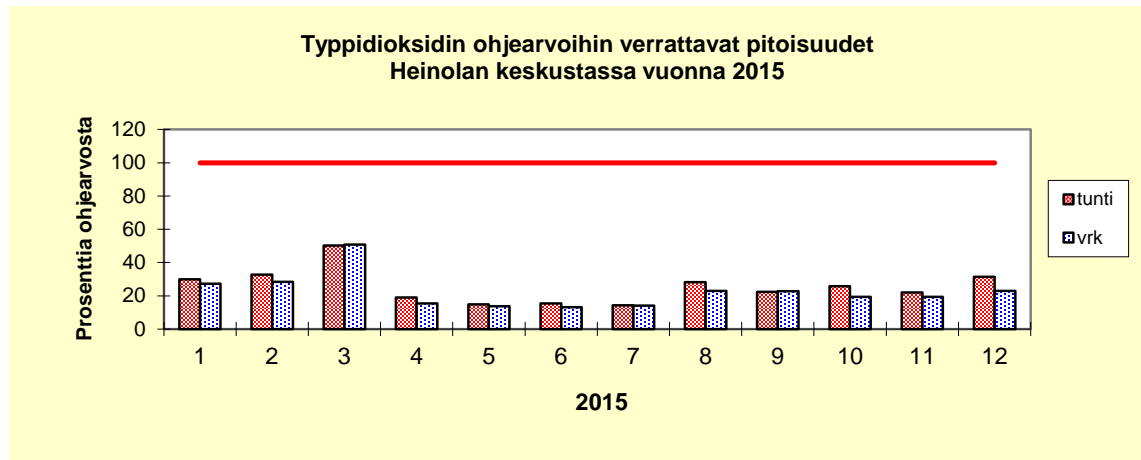
1) Kaasumaisilla yhdisteillä tulokset ilmaistaan 293 K lämpötilassa ja 101,3 kPa paineessa. Lyijyn ja hiukkasten tulokset ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa.

2) Vuorokauden korkein 8 tunnin keskiarvo, joka valitaan tarkastelemalla 8 tunnin liukuvia keskiarvoja. Kukin kahdeksan tunnin jakso osoitetaan sille päivälle, jona jakso päättyy.

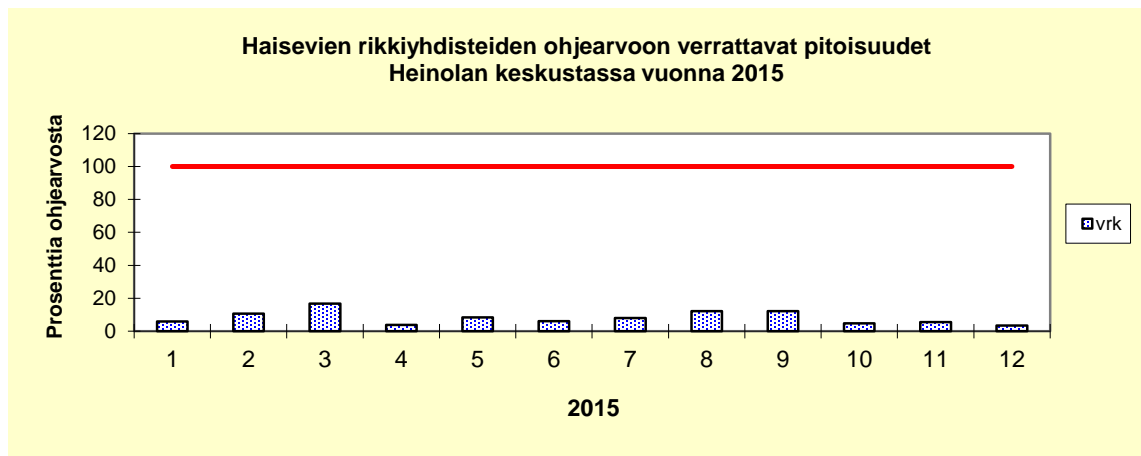
Taulukossa 10 ja kuvissa 23–25 on esitetty typpidioksidin, haisevien rikkiyhdisteiden ja hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat pitoisuudet kuukausittain sekä ko. pitoisuuksien suhde ohjearvoon Heinolan keskustassa vuonna 2015. HUOM! Kun pitoisuuden suhde ohjearvoon on 100 %, on ohjearvoon verrannollinen pitoisuus yhtä suuri kuin ohjearvo. Jos prosenttiluku on yli 100, on ohjearvo ylittynyt.

Taulukko 10. Typpidioksidin (NO_2), haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) ja hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) ohjearvoihin verrattavat pitoisuudet kuukausittain sekä näiden suhde ohjearvoihin Heinolan keskustan mittauspisteessä vuonna 2015.

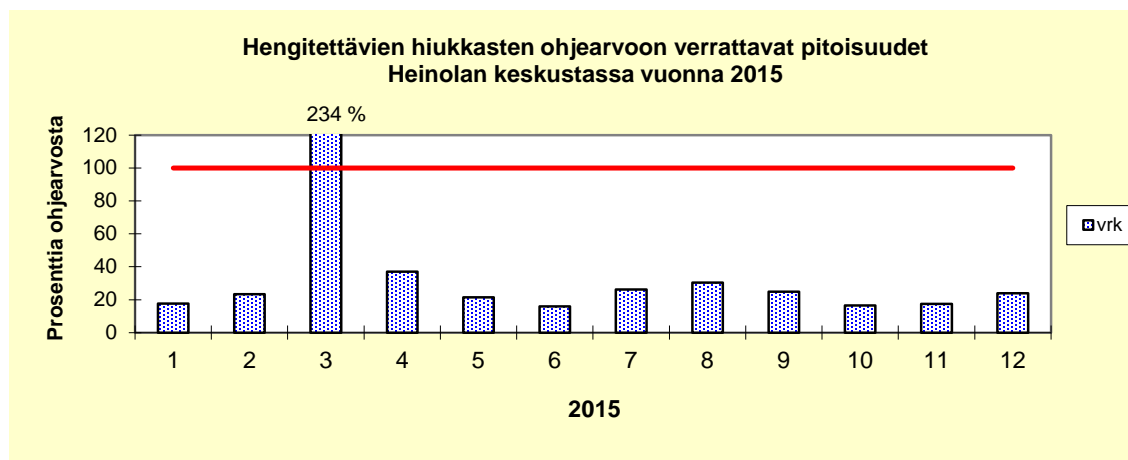
Heinola, 2015	NO_2 tunti		NO_2 vrk		TRS		PM_{10} vrk	
	99 %-piste ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% ohjearvosta	2. suurin vrk ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% ohjearvosta	2. suurin vrk ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% ohjearvosta	2. suurin vrk ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% ohjearvosta
Tammikuu	45	30	19	27	0.6	6	12	18
Helmikuu	49	33	20	28	1.1	11	16	23
Maaliskuu	75	50	36	51	1.7	17	164	234
Huhtikuu	29	19	11	15	0.4	4	26	37
Toukokuu	22	15	10	14	0.8	8	15	21
Kesäkuu	23	15	9	13	0.6	6	11	16
Heinäkuu	21	14	10	14	0.8	8	18	26
Elokuu	42	28	16	23	1.2	12	21	30
Syyskuu	34	22	16	23	1.2	12	17	25
Lokakuu	39	26	14	19	0.5	5	12	17
Marraskuu	33	22	14	19	0.6	6	12	18
Joulukuu	47	31	16	23	0.4	4	17	24
Ohjearvo	150		70		10		70	



Kuva 23. Typpidioksidin (NO_2) ohjearvoon verrattavat pitoisuudet suhteessa ohjearvoon Heinolan keskustassa vuonna 2015. Typpidioksidipitoisuuden tuntiohjearvo on $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja vuorokausiohjearvo $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nämä ovat kuvan ohjearvotasoja = 100 % ohjearvosta.



Kuva 24. Haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) ohjearvoon verrattavat pitoisuudet suhteessa ohjearvoon Heinolan keskustassa vuonna 2015. Haisevien rikkiyhdisteiden vuorokausiohjearvo on $10 \mu\text{g}(\text{S})/\text{m}^3$ = kuvan ohjearvotaso = 100 % ohjearvosta.



Kuva 25. Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) ohjearvoon verrattavat pitoisuudet suhteessa ohjearvoon Heinolan keskustassa vuonna 2015. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuorokausiohjearvo on $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ = kuvan ohjearvotaso = 100 % ohjearvosta. Pitoisuudet on ilmaistu ulkoilman lämpötilassa.

Typpidioksidin pitoisuudet alittivat ohjearvot Heinolan keskustassa vuonna 2015. Ohjearvoihin verrannolliset typpidioksidin tuntipitoisuudet vaihtelivat välillä 14–50 % ohjearvosta. Vuorokausipitoisuudet vaihtelivat välillä 13–51 % ohjearvosta. Suurimmat typpidioksidin tunti- ja vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet mitattiin maaliskuussa. Heinolassa vuonna 2015 mitatut typpidioksidipitoisuudet eivät ylittäneet raja-arvoja. Yhdeksänneksitoista suurin tuntiarvo oli $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli 34 % raja-arvosta. Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli 20 % raja-arvosta $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Haisevien rikkiyhdisteiden pitoisuuden vuosikeskiarvo oli vuonna 2015 Heinolan keskustassa $0,3 \mu\text{g}(\text{S})/\text{m}^3$. Suurin tuntipitoisuus, $17 \mu\text{g}(\text{S})/\text{m}^3$, mitattiin helmikuun 3. päivänä ja korkein vuorokausipitoisuus $1,9 \mu\text{g}(\text{S})/\text{m}^3$ syyskuun 1. päivänä. Vuorokausiohjearvoon $10 \mu\text{g}(\text{S})/\text{m}^3$ verrattavat pitoisuudet vaihtelivat vuonna 2015 välillä $0,4$ – $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja olivat siten 4–17 % ohjearvosta.

Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat pitoisuudet olivat 16–234 % vuorokausiohjearvosta. Hiukkaspitoisuudet olivat korkeimmillaan maaliskuussa, jolloin vuorokausiohjearvo ylittyi. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuorokausiraja-arvon taso, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ylittyi 9 kertaa vuonna 2015, kun sallittujen ylitysten määrä on 35 kertaa kalenterivuodessa. 36. suurin vuorokausiarvo oli $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli 36 % raja-arvosta. Vuosiraja-arvoon, $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, verrattava vuosikeskiarvo oli $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli 30 % raja-arvosta.

7.2 Tuulen suunnan ja nopeuden vaikutus mitattuihin pitoisuuksiin

Kuvassa 26 on havainnollistettu tuulen suunnan ja nopeuden vaikutusta Heinolan keskustassa mitattuihin typen oksidien, haisevien rikkiyhdisteiden ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin ns. pitoisuusruusujen avulla. Pitoisuusruusu kuvaa tuntipitoisuuksien arvoja eri tuulensuunnilla. Ruusun keskipisteestä lähtevän janan pituus

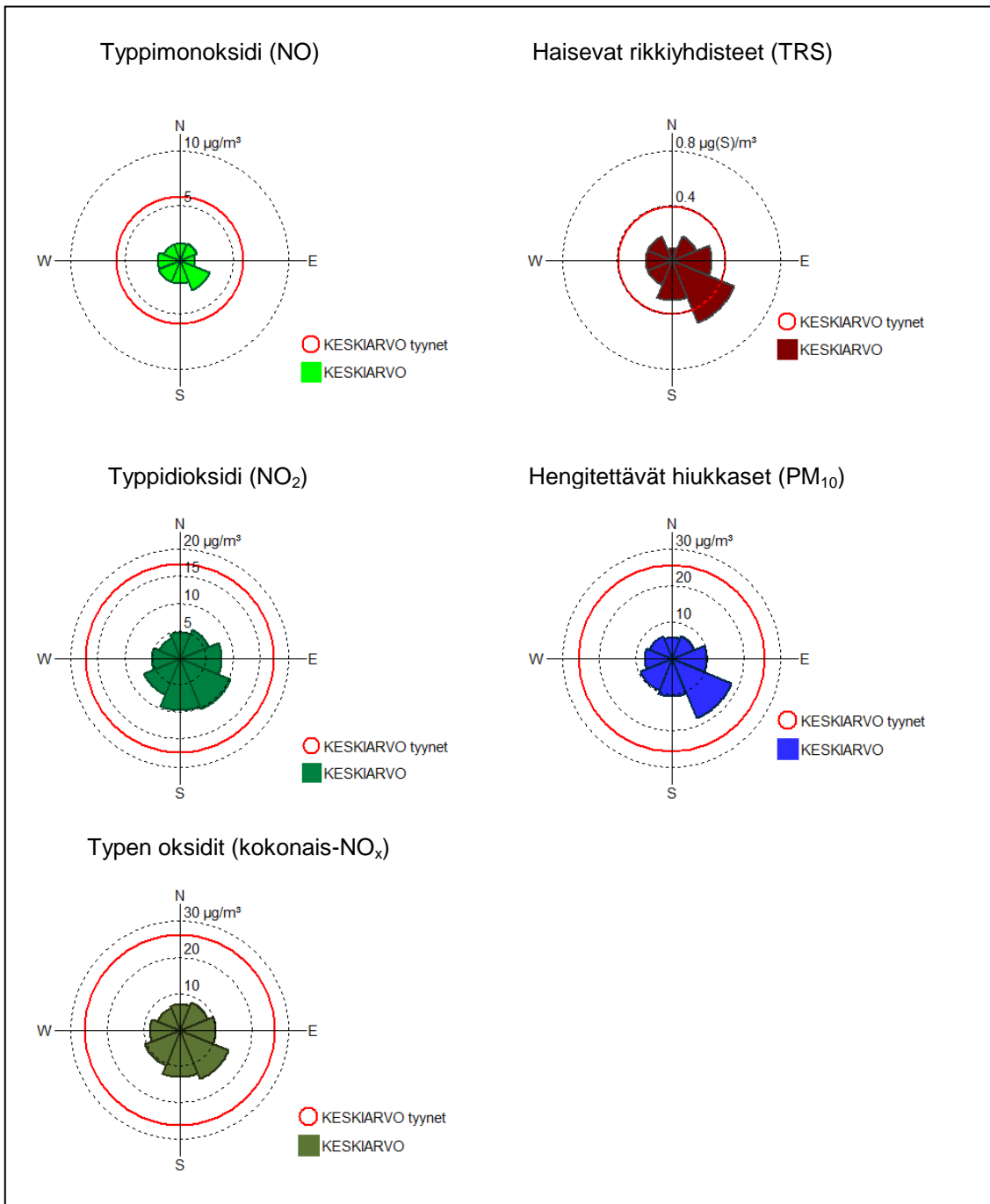
sektorin kehäviivalle vastaa epäpuhtauden tuntipitoisuuksien arvoa ko. tuulisektorissa. Tyynellä säällä havaittujen tuntipitoisuuksien arvo on esitetty ympyrällä, jonka säteen pituus kuvaa pitoisuuden arvoa. Kuvissa esitettyjen koko vuoden 2015 tilannetta kuvaavien pitoisuusruusujen tuuliaineistona on käytetty Heinolan uudella Paloasemalla mitattuja tuulihavaintoja (vrt. kuva 11).

Typen oksidien ja hiukkasten pitoisuuksiin vaikuttavat sekä kiinteiden pistelähteiden päästöt että liikenteen päästöt. Liikenneväylien läheisyydessä liikenteen päästöt hallitsevat, sillä pistelähteiden päästöt tulevat ulkoilmaan yleensä korkeista piipuista ja ehtivät sekoittua ja laimentua ennen maanpintatasoa. Liikenteen päästöt vapautuvat maanpinnan läheisyydestä ja usein myös sekoittumisympäristö on katuja reunustavien rakennusten vuoksi rajoitettu. Tällaisissa olosuhteissa liikenteestä aiheutuvien epäpuhtauksien pitoisuudet nousevat korkeiksi tyynen tai heikkotuulisen sään aikana ja erityisesti ns. inversio-tilanteissa ilmakehän pystysuuntaisen lämpötilajakautuksen estäessä tai rajoittaessa epäpuhtauksien laimenemistä myös pystysuunnassa.

Typen oksidien ja hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuuksien keskiarvot olivat Heinolan keskustassa vuonna 2015 suurimmillaan tyynellä säällä (ks. kuva 26).

Haisevat rikkiyhdisteet ovat peräisin yleensä pääasiassa teollisuudesta, jätekeskuksista ja jätevesien käsittelystä. Heinolan seudulla merkittävin haisevien rikkiyhdisteiden päästölähde on Stora Enso Oyj:n Heinolan Flutingtehdas, joka sijaitsee Heinolan keskustan mittauspisteestä noin 4 km kaakkoon. Haisevien rikkiyhdisteiden tuntipitoisuuksien keskiarvot olivat Heinolan keskustassa vuonna 2015 suurimmillaan kaakon puoleisilla tuulilla.

Mittauspisteestä n. 2 km kaakkoon sijaitsee myös Heinolan kaupungin jätevedenpuhdistamo. Pelkästä jätevedenpuhdistamon toiminnasta syntyy vain vähäisiä hajuja, lähinnä jäteveden esikäsittelystä ja lietteen kuivauksesta sekä jätteiden kuljetuksesta (*Ramboll, 2013*). Lietteen kompostointitoiminta puhdistamon yhteydessä lopui keväällä 2007, minkä jälkeen myös hajuhaitat ja -valitukset ovat tiettävästi loppuneet. Hajupäästöjen mittauksia tai asukkaista koostuvia hajuraateja ei ole toteutettu vuosina 2009–2012, joten hajupäästöjen tarkkailutuloksia ei ole olemassa.



Kuva 26. Typpimonoksidin, typpidioksidin, typen oksidien, haisevien rikkiyhdisteiden ja hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuuksien keskiarvot eri tuulensuunnilla ja tyynellä säällä Heinolan keskustan mittausasemalla vuonna 2015.

7.3 Pitoisuuksien ajallinen vaihtelu

Kuvassa 27 on tarkasteltu typpimonoksidin, typpidioksidin, typen oksidien kokonaisuuden, haisevien rikkiyhdisteiden sekä hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuuksien keskimääräistä vaihtelua Heinolassa vuorokauden ajan mukaan erikseen arkipäivisin (maanantai–perjantai) ja viikonloppuisin (lauantai–sunnuntai).

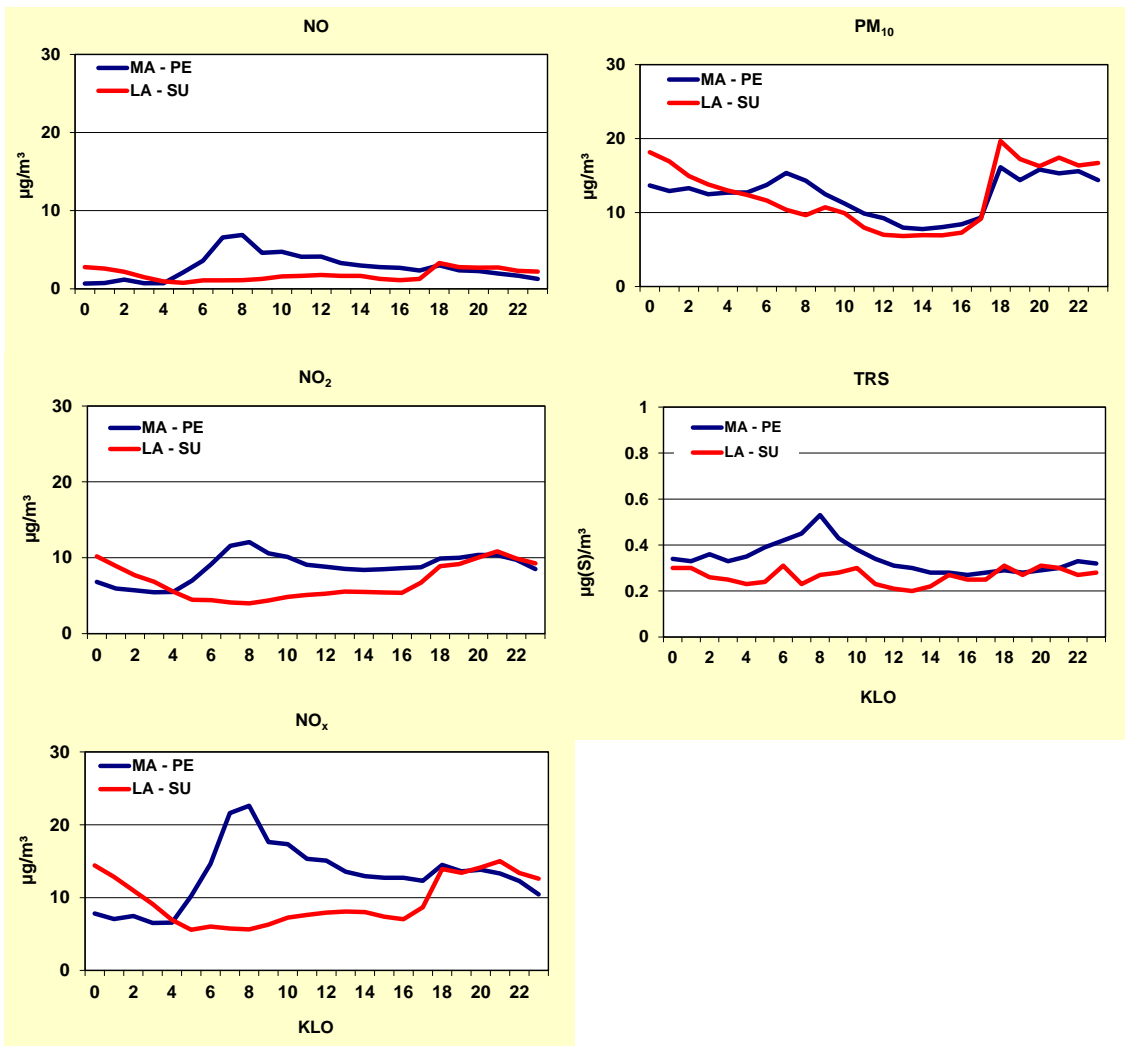
Typen oksidien tuntipitoisuuksien vuoden 2015 vuorokausivaihtelussa havaittiin selvästi liikenteen päästöjen vaikutus. Arkipäivisin pitoisuudet olivat pienimmillään aamuyön tunteina, esimerkiksi typpidioksidipitoisuus oli keskimäärin vain noin $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pitoisuudet kasvoivat nopeasti siten, että pitoisuushuippu saavutettiin liikenteen aamuruuhkan aikaan. Viikonloppuisin typen oksidien pitoisuudet olivat aamuyön tunteja lukuun ottamatta arkipäivisin havaittuja pitoisuuksia matalampia ja aamun pitoisuushuippu puuttui.

Hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuudet vaihtelivat jonkin verran typen oksidien pitoisuuksista poikkeavasti. Viikonloppuisin pitoisuudet olivat arkipäivien tasoa alempia, paitsi aamuyön ja iltayön tunteina jopa hieman arkipäivien arvoja korkeampia.

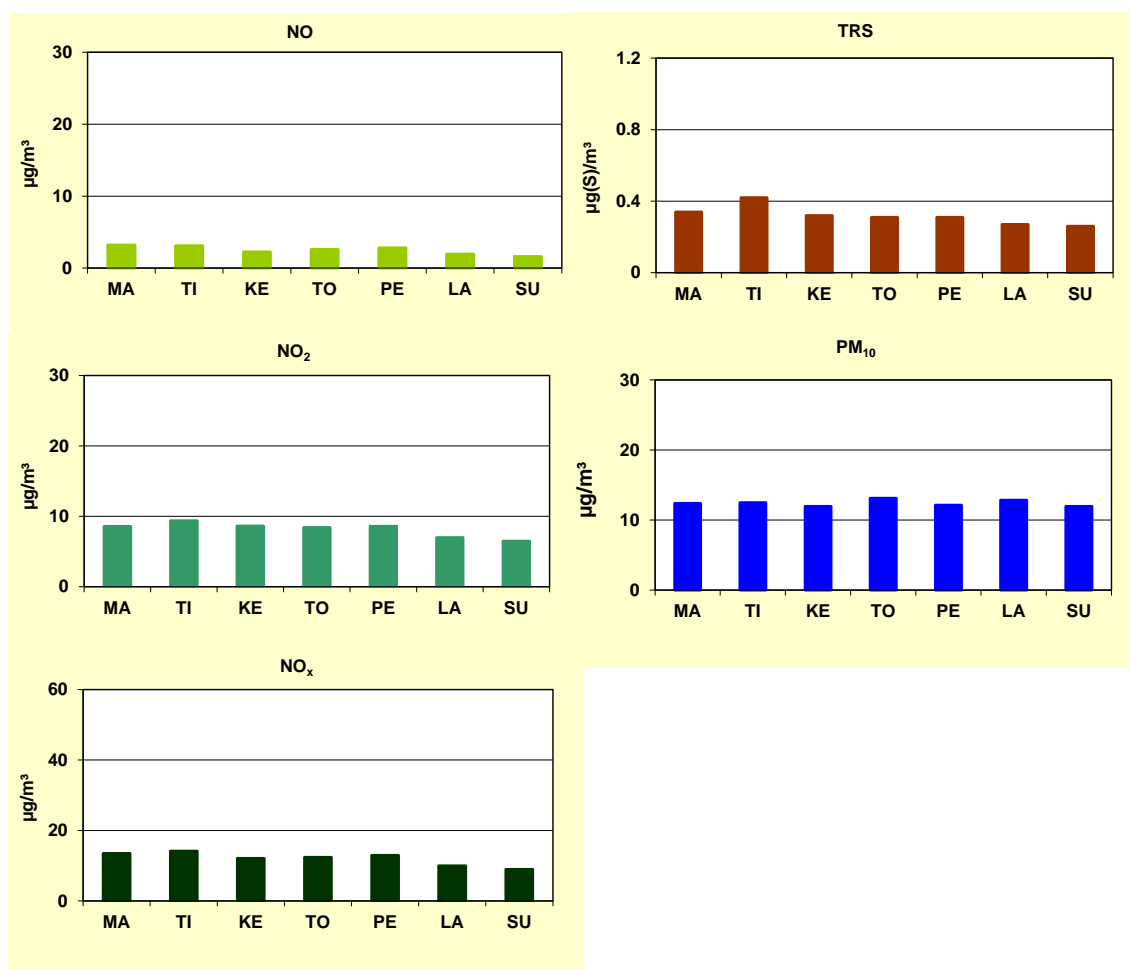
Hiukkaspitoisuuden vuorokaudenaikaisvaihtelu poikkeaa taajamien liikenneympäristöissä yleensä jonkin verran kaasumaisten yhdisteiden, kuten typen oksidien, pitoisuusvaihtelusta. Hiukkaspitoisuuksiin vaikuttavat pakokaasuissa olevien hiukkasten lisäksi tuulen ja liikenteen maanpinnasta ilmaan nostattamat suuret ja pienet hiukkaset, joiden määrää säätelevät muun muassa liikenteen vilkkaus ja nopeus, tuulen nopeus, maan- ja kadunpinnan kosteus ja sateisuus.

Haisevien rikkiyhdisteiden pitoisuuksissa oli nähtävissä samankaltaista vaihtelua kuin typen oksideillakin. Haisevia rikkiyhdisteitä voi vapautua jonkin verran katalysaattoreista, mutta aamuisin myös heikkotuuliset olosuhteet vaikuttavat pitoisuuksien kohoamiseen, kun ilman epäpuhtaudet eivät tyynellä säällä pääse laimenemaan.

Viikonpäivittäin tarkasteltuna typen oksidien ja haisevien rikkiyhdisteiden keskimääräinen pitoisuustaso vaihteli niin, että viikonloppuisin pitoisuudet olivat jonkin verran matalampia kuin arkipäivisin (ks. kuva 28). Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksissa ei ollut samanlaista vaihtelua.



Kuva 27. Typpimonoksidin (NO), typpidioksidin (NO₂), typen oksidien kokonaismäärän (NO_x), haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) ja hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) tuntipitoisuuksien keskiarvot kellonajan mukaan arkipäivisin (ma-pe) ja viikonloppuisin (la-su) Heinolassa vuonna 2015.

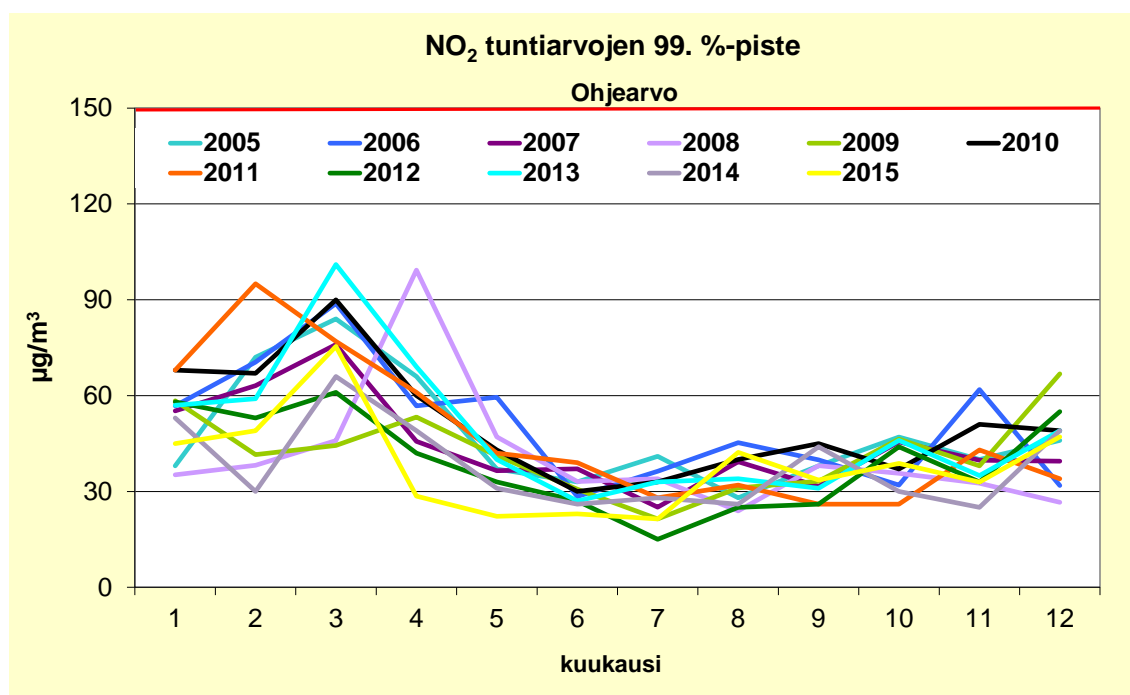


Kuva 28. Typpimonoksidin (NO), typpidioksidin (NO₂), typen oksidien kokonaismäärän (NO_x), haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) ja hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) vuorokausipitoisuuksien keskiarvot viikonpäivän mukaan Heinolassa vuonna 2015.

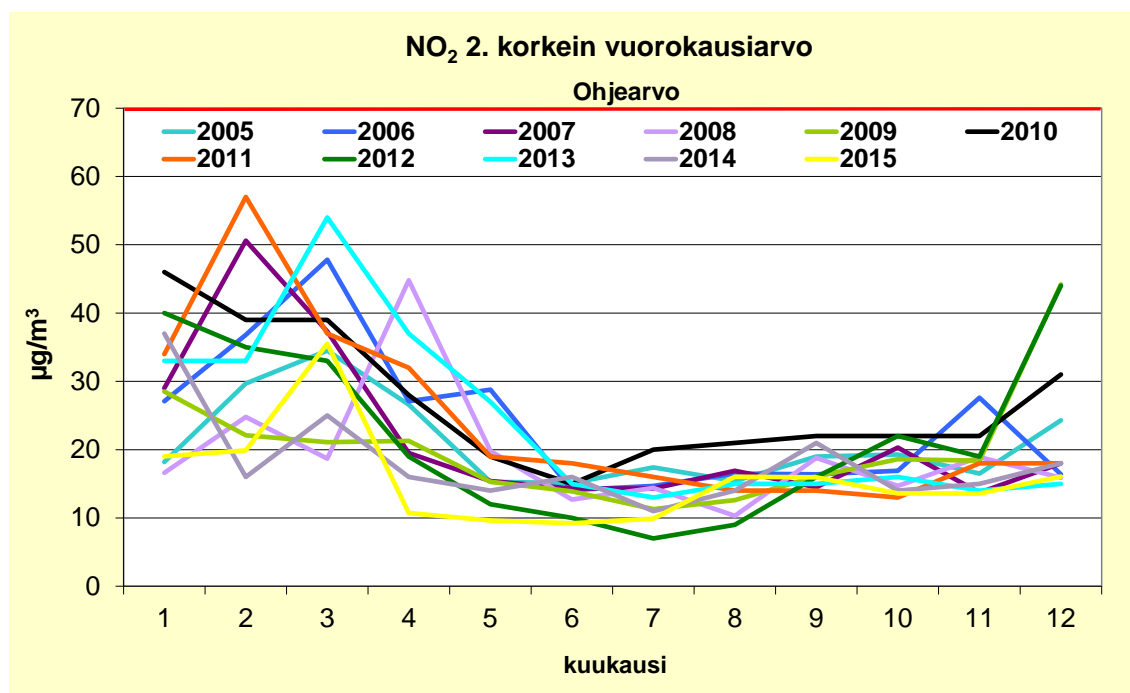
7.4 Tulosten vertailua aiempiin mittauksiin ja muun maan tilanteeseen

Typpidioksidi

Heinolassa typpidioksidin ohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet ovat vaihdelleet vuosien 2005–2015 välillä melko vähän (kuvat 29 ja 30). Korkeimmat ohjearvoihin verrattavat pitoisuudet esiintyvät talvikuukausina ja pitoisuustasojen vuosittaisiin vaihteluihin vaikuttavat lähinnä talven sääolosuhteet. Typpidioksidin tuntiohjearvoon verrattavat pitoisuudet ovat vaihdelleet Heinolan keskustassa vuosina 2005–2015 välillä 15–101 µg/m³ ja vuorokausiohjearvoon verrattavat pitoisuudet välillä 7–57 µg/m³. Typpidioksidipitoisuuden ohje- ja raja-arvot ovat alittuneet Heinolassa kaikkina em. vuosina. Vuosikeskiarvo on ollut Heinolan keskustassa 8–15 µg/m³ vuosina 2005–2015 (kuva 31). Vuonna 2015 mitattiin ajanjakson pienin typpidioksidin vuosikeskiarvopitoisuus.



Kuva 29. Typpidioksidin tuntiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet Heinolan keskustassa vuosina 2005–2015.



Kuva 30. Typpidioksidin vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet Heinolan keskustassa vuosina 2005–2015.



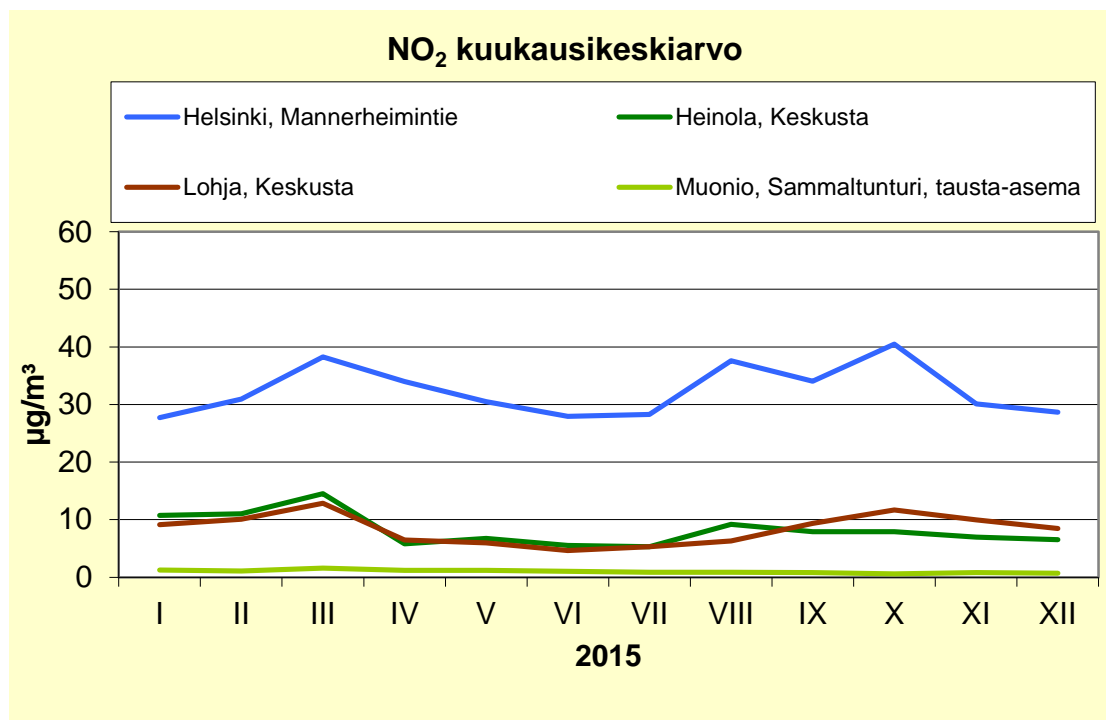
Kuva 31. Typpidioksidin vuosiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet Heinolan keskustassa vuosina 2005–2015.

Typpidioksidin pitoisuuksia mitataan Suomessa yli 50 mittausasemalla. Typpidioksidin mittausasemista noin puolet sijaitsee liikenneympäristöissä. Kuvissa 32 ja 33 on esitetty typpidioksidipitoisuuden kuukausikeskiarvot ja vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet vuodelta 2015 Helsingin ja Lohjan keskustassa (HSY, 2016) ja Heinolan keskustassa sekä Ilmatieteen laitoksen Lapin Pallaksen alueella sijaitsevalla Sammaltunturin tausta-asemalla (Ilmatieteen laitos, 2016b).

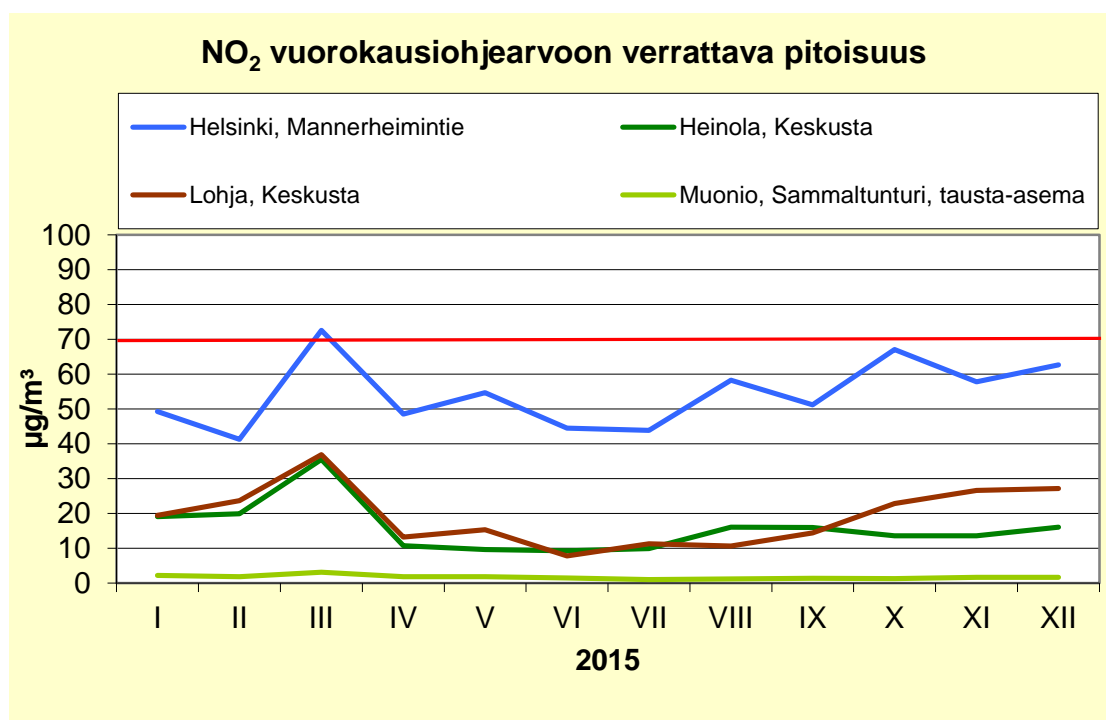
Helsingin keskustan mittauspiste sijaitsee Mannerheimintie 5:ssä. Tällä ilmanlaadun seuranta-asemalla mitatut pitoisuudet edustavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat Helsingin keskustassa vilkasliikenteisten katujen varsilla liikkeessään. Lohjan keskustan mittausasema on ns. kaupunkitausta-asema, kuten Heinolan keskustan asemakin. Sammaltunturin asema edustaa puhdasta maaseututaustaa.

Typpidioksidipitoisuuden vuorokausiohjearvo ylittyi vuonna 2015 Mannerheimintien mittausasemalla maaliskuussa. Muilla kaupunkiasemilla suurimmat vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet mitattiin myös maaliskuussa ja pitoisuudet olivat tällöin korkeimmillaan 51–104 % typpidioksidin vuorokausiohjearvosta.

Typpidioksidipitoisuudet Heinolan keskustassa olivat samantasoisia kuin Lohjan keskustassa.



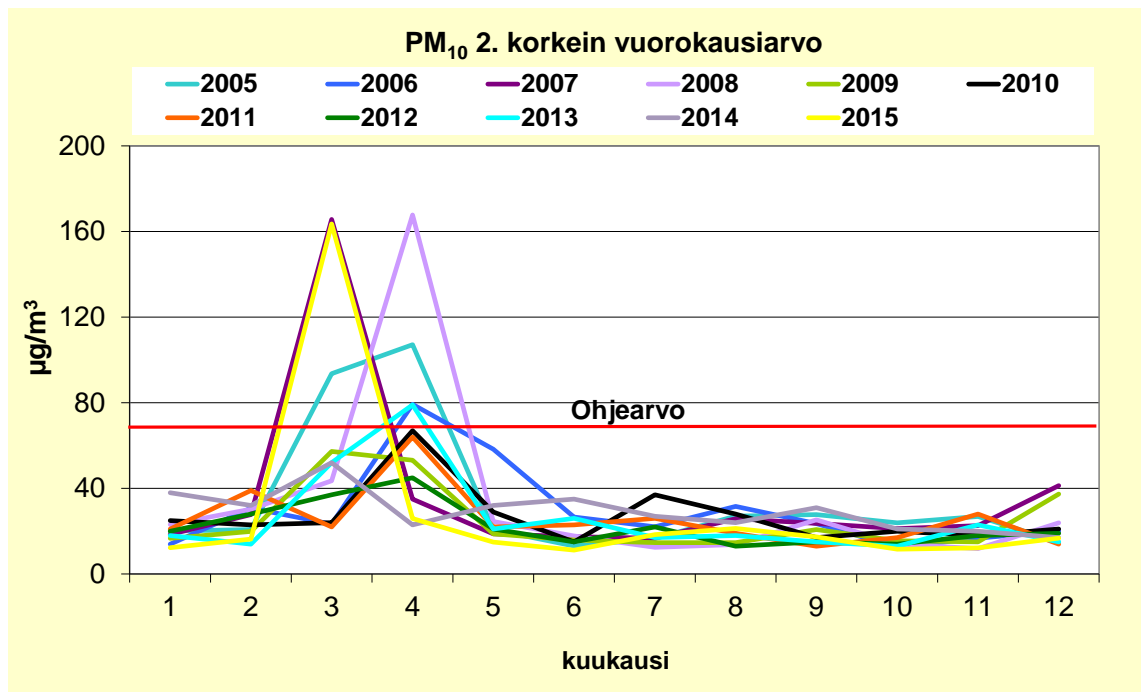
Kuva 32. Typpidioksidipitoisuuden kuukausikeskiarvot vuodelta 2015 Helsingissä ja Lohjalla (HSY, 2016) sekä Heinolassa ja Ilmatieteen laitoksen Sammaltunturin tausta-aseamalla (Ilmatieteen laitos, 2016b).



Kuva 33. Typpidioksidipitoisuuden vuorokausiohjearvoon verrattavat pitoisuudet vuodelta 2015 Helsingissä ja Lohjalla (HSY, 2016) sekä Heinolassa ja Ilmatieteen laitoksen Sammaltunturin tausta-aseamalla (Ilmatieteen laitos, 2016b). Ohjearvotaso, 70 µg/m³, on merkitty kuvaan punaisella vaakaviivalla.

Hengitettävät hiukkaset

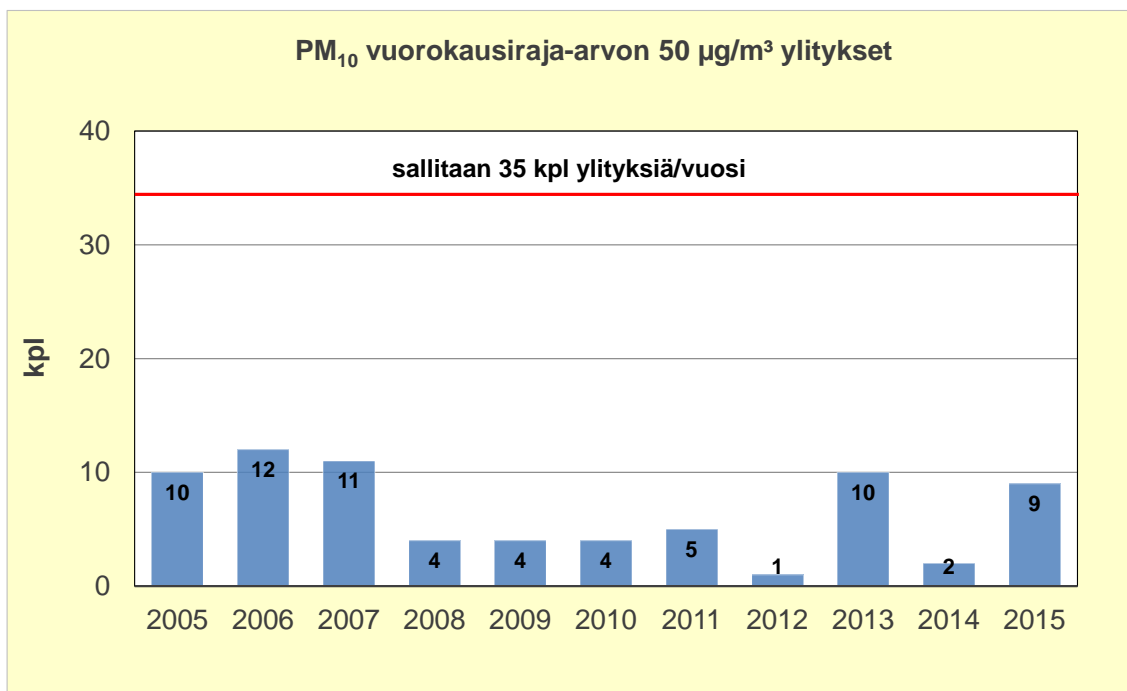
Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuorokausiohjarvo on ylittynyt Heinolassa vuonna 2005 maalis- ja huhtikuussa, vuonna 2006, 2008 ja 2013 huhtikuussa ja vuonna 2007 maaliskuussa. Vuosina 2009–2012 ja 2014 ohjarvo ei ole ylittynyt. Vuonna 2015 ohjarvo ylittyi maaliskuussa. Vuorokausiohjarvoon verrattavat pitoisuudet ovat vaihdelleet Heinolan keskustassa vuosina 2005–2015 välillä 11–168 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuva 34). Vuosikeskiarvo on ollut Heinolan keskustassa 11–15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vuosina 2005–2015 (kuva 35). Raja-arvotason, 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ylittäviä vuorokausipitoisuuksia oli 9 kpl vuonna 2015 (kuva 36). Aikaisempina vuosina ylityksiä on ollut 1–12 kpl vuodessa. Ylityksiä saa raja-arvomäärittelyjen mukaan olla korkeintaan 35 kpl vuodessa.



Kuva 34. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjarvoon verrannolliset pitoisuudet Heinolan keskustassa vuosina 2005–2015.



Kuva 35. Hengitettävien hiukkasten vuosiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet Heinolan keskustassa vuosina 2005–2015.

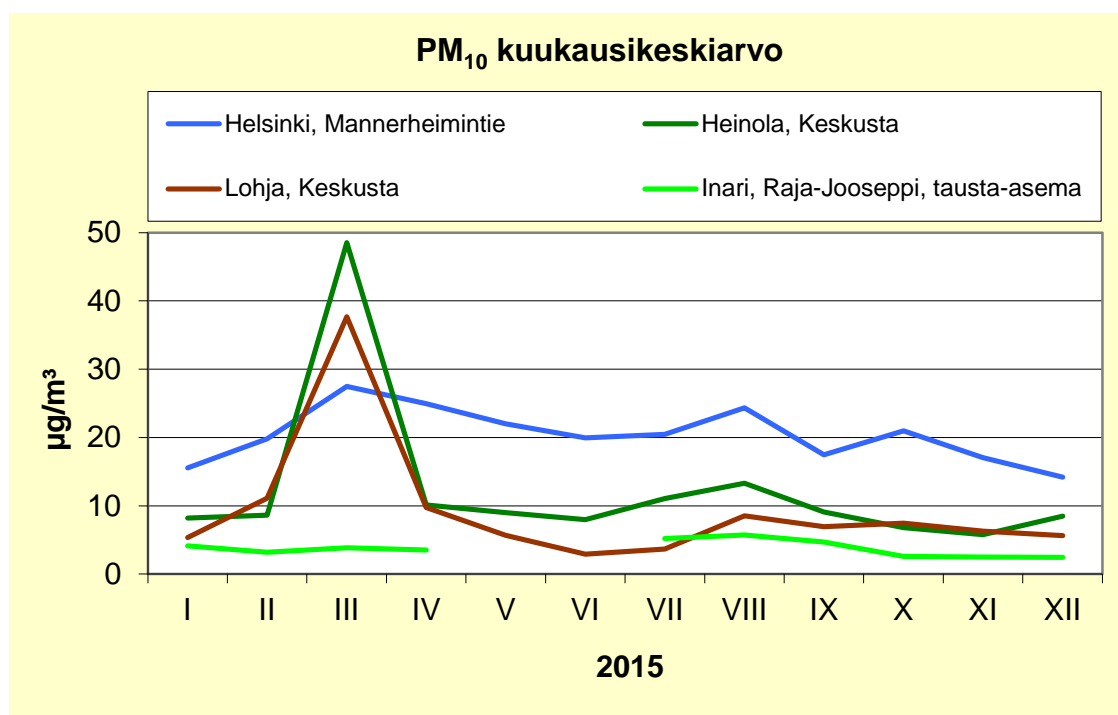


Kuva 36. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuorokausiraja-arvotason ylitykset Heinolan keskustassa vuosina 2005–2015.

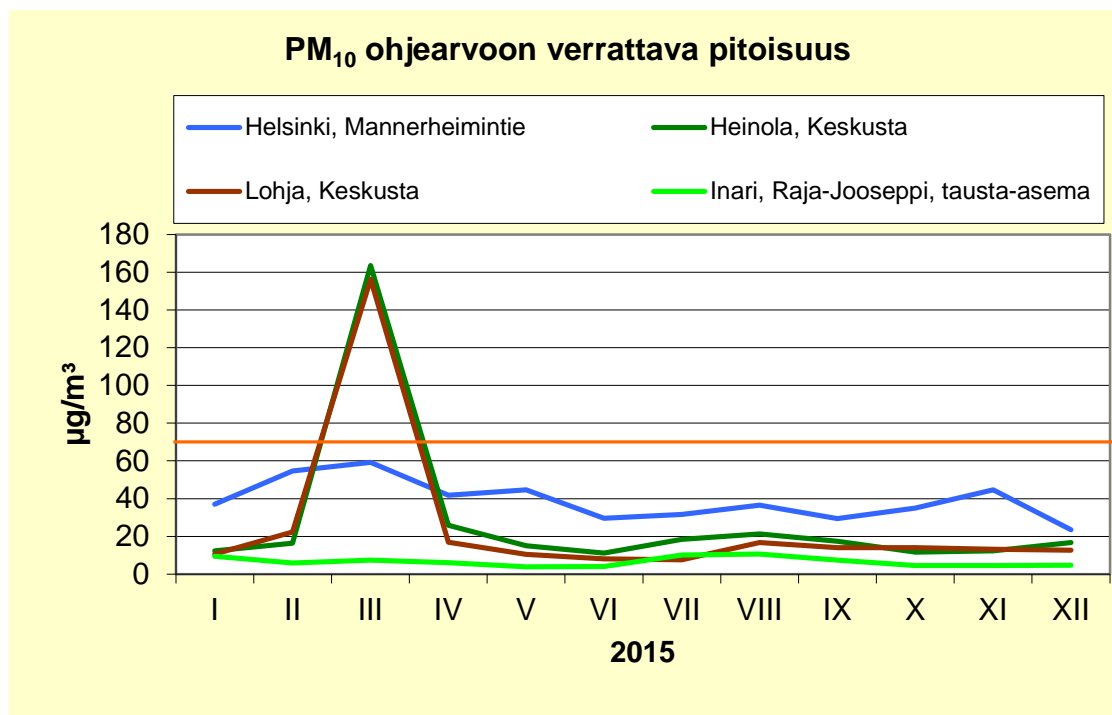
Kuvissa 37 ja 38 on esitetty hengitettävien hiukkasten pitoisuuden kuukausikeskiarvot ja ohjearvoon verrattavat pitoisuudet vuodelta 2015 Helsingin ja Lohjan keskustassa (HSY, 2016) sekä Heinolan keskustassa ja Inarissa sijaitsevan Ilmatieteen laitoksen Raja-Joosepin tausta-aseamalla (Ilmatieteen laitos, 2016b).

Pitoisuudet vaihtelivat kaupunkimittausasemilla korkeimmillaan maaliskuussa 85–234 %:iin hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvosta ja vuorokausiohjearvo ylittyi Heinolassa ja Lohjalla. Hiukkaspitoisuudet olivat Heinolassa pääosin samantasoisia tai hieman korkeampia kuin Lohjalla.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuorokausiohjearvon ylitykset ovat hyvin yleisiä maamme taajamissa kevätkuukausina, jolloin hiukkaspitoisuudet ovat tyypillisesti suurimmillaan. Teille ja kaduille kerääntynyt hiekoitushiekka jauhautuu talven aikana hienoksi pölyksi ja toisaalta nastarenkaat kuluttavat katujen ja teiden pintoja. Keväällä, kun lumi sulaa ja tiet kuivuvat, pöly nousee ilmaan lähinnä liikenteen ja tuulen aiheuttamien ilmapvirtausten vaikutuksesta.



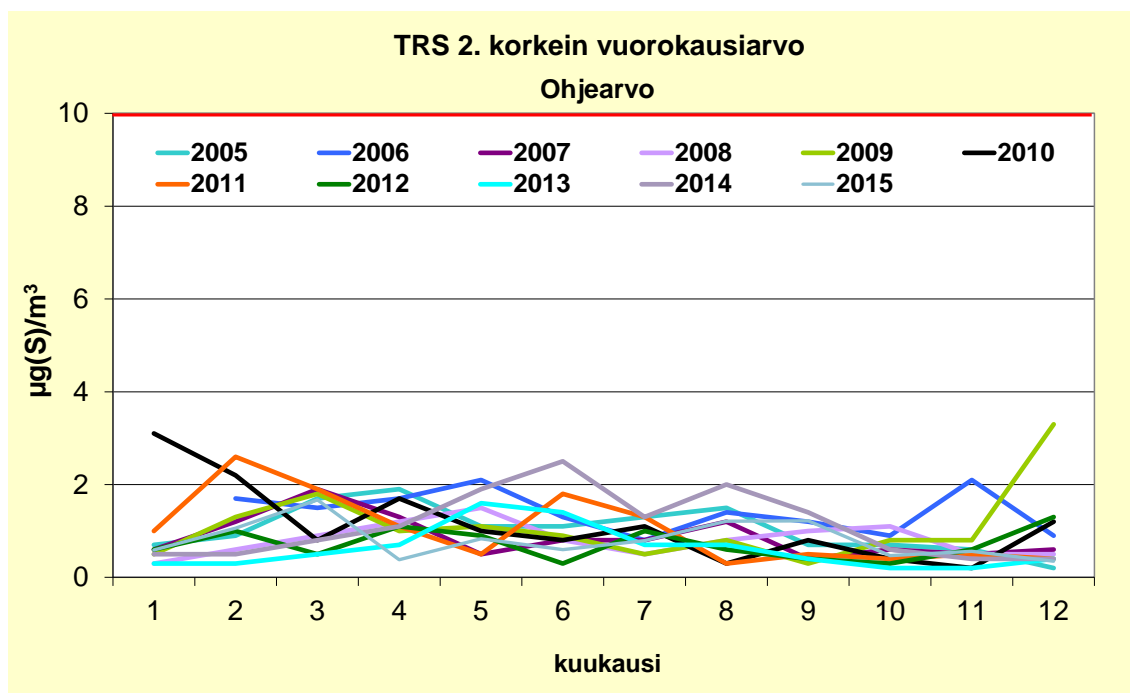
Kuva 37. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden kuukausikeskiarvot vuodelta 2015 Helsingissä ja Lohjalla (HSY; 2016) sekä Heinolassa ja Ilmatieteen laitoksen Raja-Joosepin tausta-aseamalla (Ilmatieteen laitos, 2016b).



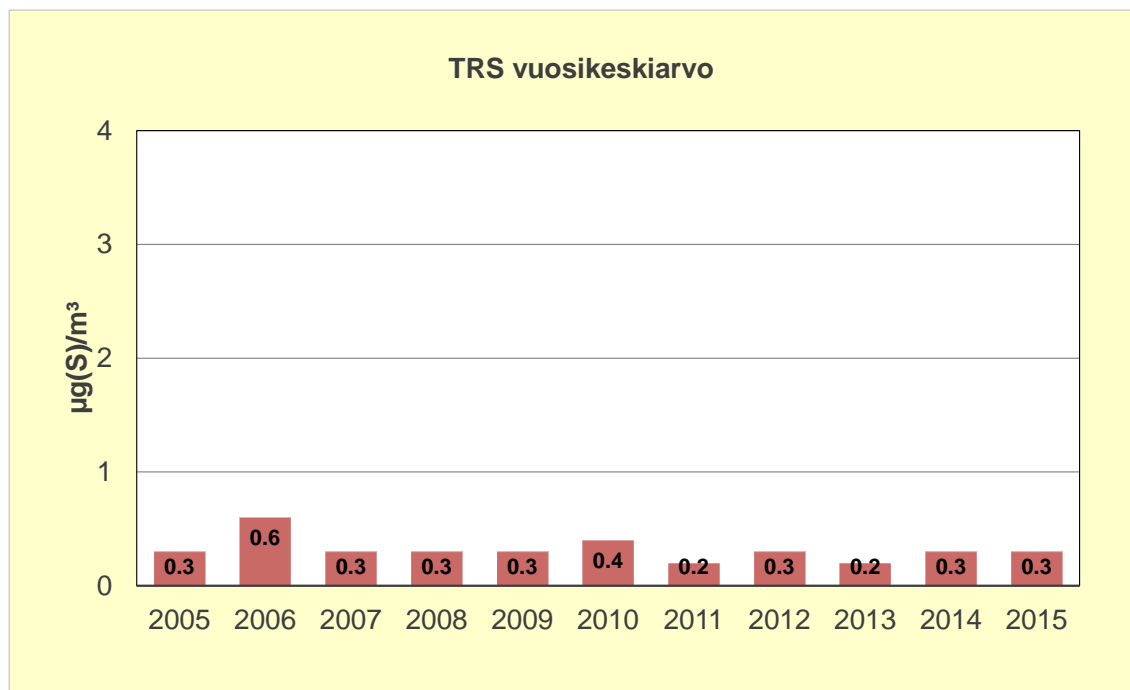
Kuva 38. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvoon verrattavat pitoisuudet vuodelta 2015 Helsingissä ja Lohjalla (*HSY; 2016*) sekä Heinolassa ja Ilmatieteen laitoksen Raja-Joosepin tausta-asemalla (*Ilmatieteen laitos, 2016b*). Ohjearvotaso, 70 µg/m³, on merkitty kuvaan punaisella vaakaviivalla.

Haisevat rikkiyhdisteet

Haisevien rikkiyhdisteiden pitoisuuden vuorokausiohjearvo ei ole ylittynyt Heinolassa vuosina 2005–2015 kertaakaan. Vuorokausiohjearvoon verrattavat pitoisuudet ovat Heinolan keskustassa vaihdelleet välillä 0,2–3,3 µg(S)/m³ vuosina 2005–2015 (kuva 39). Vuosikeskiarvo Heinolan keskustassa on ollut vuosina 2005–2015 välillä 0,2–0,6 µg(S)/m³ (kuva 40).



Kuva 39. Haisevien rikkiyhdisteiden vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet Heinolan keskustassa vuosina 2005–2015.



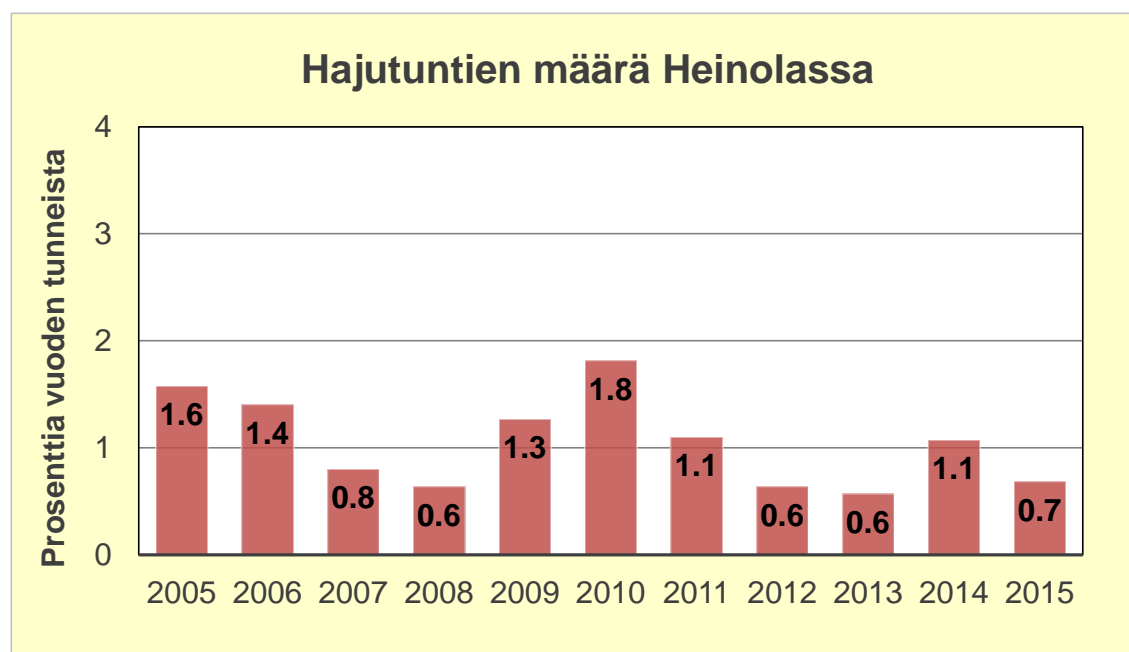
Kuva 40. Haisevien rikkiyhdisteiden pitoisuuden vuosikeskiarvot Heinolan keskustassa vuosina 2005–2015.

Heinolan keskustassa mitattuja haisevien rikkiyhdisteiden tuntipitoisuuksia tarkastelemalla voidaan tilastollisesti arvioida, että vuonna 2015 olisi esiintynyt yhden tunnin kestoista tunnistettavaa hajua noin 0,7 % mittausjakson tunneista ja että hajutunteja olisi ollut 60 kpl. Tässä tarkastelussa on oletettu, että rikkivety aiheuttaa tunnistettavaa hajua pitoisuustasolla noin 3–5 µg(S)/m³ ja melko voimakasta tunnistettavissa olevaa hajua, kun pitoisuus on yli 6 µg(S)/m³. Heinolan keskustan haisevien rikkiyhdisteiden tuntipitoisuudet olivat vuonna 2015 noin 94 % ajasta alle 1 µg(S)/m³.

Taulukossa 11 on esitetty TRS-tuntipitoisuuksien osuus eri pitoisuusluokissa ja kuvassa 41 hajutuntien (pitoisuus ≥ 3 µg(S)/m³) määrä Heinolassa vuosina 2005–2015 prosentteina vuoden tunneista. Koko mittausjakson luvut eivät ole täysin vertailukelpoisia keskenään, sillä maaliskuusta 2010 lähtien pitoisuusmittauksissa on ollut käytössä herkempi mittalaite.

Taulukko 11. TRS-tuntipitoisuuksien osuus eri pitoisuusluokissa Heinolassa vuosina 2005–2015 prosentteina vuoden tunneista.

Pitoisuus µg(S)/m ³	2005 %	2006 %	2007 %	2008 %	2009 %	2010 %	2011 %	2012 %	2013 %	2014 %	2015 %
< 1	74,8	68,2	87,7	90,9	89,4	85,9	94,5	95,9	96,6	94,0	93,7
1 - 2	13,7	10,8	3,6	2,1	3,5	6,8	2,6	2,3	1,5	2,8	3,2
2 - 3	2,2	1,7	0,9	0,6	0,9	2,8	0,9	0,9	0,6	1,0	1,0
≥ 3	1,6	1,4	0,8	0,6	1,3	1,8	1,1	0,6	0,6	1,1	0,7
puuttavia	7,7	17,8	7,0	5,7	5,0	2,7	0,9	0,3	0,8	1,1	1,4



Kuva 41. Hajutuntien (pitoisuus ≥ 3 µg(S)/m³) määrä Heinolassa vuosina 2005–2015 prosentteina vuoden tunneista .

8 YHTEENVETO

Vuonna 2015 Heinolan ilmanlaadun tarkkailusta on vastannut Ilmatieteen laitos. Heinolan keskustassa sijaitsevalla mittausasemalla mitattiin ulkoilmasta typen oksidien, haisevien rikkiyhdisteiden ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia.

Heinolan kaupungin ilmanlaadun tarkkailun rahoitukseen ovat vuonna 2015 osallistuneet: Heinolan kaupungin ympäristötoimi, Stora Enso Oyj Heinolan Flutingtehdas, Adven Oy (ent. Lahti Energia Oy), Kuusakoski Oy, Versowood Oy, Elenia Lämpö Oy ja Suomen Kuitulevy Oy.

Vuonna 2015 Heinolan kaupungin ympäristölupavelvollisten laitosten kokonaispäästöt olivat 376 tonnia rikkidioksidia, 586 tonnia typpidioksidia ja 24 tonnia hiukkasia.

Heinolassa vuonna 2015 mitatut typpidioksidipitoisuudet eivät ylittäneet ohjearvoja. Ohjearvoihin verrannolliset typpidioksidin tuntipitoisuudet vaihtelivat välillä 14–50 % ohjearvosta. Vuorokausipitoisuudet vaihtelivat välillä 13–51 % ohjearvosta. Suurimmat typpidioksidin tunti- ja vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet mitattiin maaliskuussa. Haisevien rikkiyhdisteiden pitoisuudet eivät myöskään ylittäneet ohjearvoa. Vuorokausiohjearvoon $10 \mu\text{g(S)}/\text{m}^3$ verrattavat pitoisuudet vaihtelivat vuonna 2015 välillä $0,4\text{--}1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja olivat siten 4–17 % ohjearvosta. Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat pitoisuudet olivat 16–234 % vuorokausiohjearvosta. Hiukkaspitoisuudet olivat korkeimmillaan maaliskuussa, jolloin vuorokausiohjearvo ylittyi.

Heinolassa vuonna 2015 mitatut typpidioksidipitoisuudet eivät ylittäneet raja-arvoja. Yhdeksänneksitoista suurin tuntiarvo oli $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli 34 % raja-arvosta. Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli 20 % raja-arvosta $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Myöskään hengitettävien hiukkasten pitoisuudet eivät Heinolassa vuonna 2015 ylittäneet raja-arvoja. Vuosikeskiarvo oli $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli 30 % raja-arvosta. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuorokausiraja-arvon taso, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ylittyi yhdeksän kertaa vuonna 2015, kun sallittujen ylitysten määrä kalenterivuodessa on 35 kpl. 36. suurin vuorokausiarvo $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oli 36 % raja-arvosta.

Heinolassa mitatuista typpidioksidin, haisevien rikkiyhdisteiden ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista lasketaan ns. ilmanlaatuindeksi, joka kuvaa vallitsevaa ilmanlaatuilannetta viisiportaisella asteikolla (hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono, erittäin huono). Indeksillä ilmaistuna ilmanlaatu oli hyvää 61 %, tyydyttävää 31 % ja välttävää 5 % päivistä. Ilmanlaatu oli huono tai erittäin huono 11 päivänä (3 % päivistä). Tässä tarkastelussa mittauspäivän indeksi määräytyy ilmanlaadultaan huonoimman tunnin mukaan. Huonon ja erittäin huonon ilmanlaadun aiheuttajana olivat hengitettävien hiukkasten korkeat pitoisuudet. Huonon ilmanlaadun päivät ajoittuivat kahta päivää lukuunottamatta maaliskuun puolivälistä maaliskuun loppuun kestäneelle kevätpölykaudelle. Kevätpölytilanteissa talven aikana hienoksi jauhautunut hiekoitushiekka pölyää ilmaan lumien sulettua liikenteen ja tuulen aiheuttamien ilmapirtausten vaikutuksesta. Ilmanlaatu heikkeni erittäin huonoksi myös 5.4 ja 29.12. korkeiden hiukkaspitoisuuksien vuoksi.

Lisäksi Heinolan kaupungin keskustassa esiintyi Heinolan Flutingtehtaan päästöistä johtuvia ihmisten viihtyvyyteen vaikuttaneita hajuhaittoja vuonna 2015 noin 60 hajutunnin aikana. Hajutunniksi on arvioitu sellaiset tunnit, jolloin mitattu TRS-pitoisuus oli $\geq 3 \mu\text{g(S)}/\text{m}^3$.

Heinolan keskusta-alueella mitattuihin typen oksidien ja hiukkasten pitoisuuksiin vaikuttivat voimakkaimmin autoliikenteen päästöt. Pistelähteiden päästöjen vaikutus näkyy lähinnä vain haisevien rikkiyhdisteiden pitoisuuksissa.

VIITELUETTELO

HELSINGIN SEUDUN YMPÄRISTÖPALVELUT -KUNTAYHTYMÄ, HSY, 2016. Tiedot Helsingin Mannerheimintiellä ja Lohjan keskustassa vuonna 2015 mitatuista typen oksidien ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista.

ILMANLAATUPORTAALI, 2016. Ilmatieteen laitoksen ylläpitämä palvelu, josta on saatavilla mittaustiedot ja historiatietoja pitoisuuksista lähes kaikilta Suomen ilmanlaadun seuranta-asemilta: www.ilmanlaatu.fi

ILMATIETEEN LAITOS, 2016a. Ilmastokatsaus -lehti. Joulukuu 2015. Ilmastokatsaus on luettavissa myös [www-osoitteessa http://ilmatieteenlaitos.fi/ilmastokatsaus-lehti](http://ilmatieteenlaitos.fi/ilmastokatsaus-lehti)

ILMATIETEEN LAITOS, 2016b. Tiedot Sammaltunturin tausta-aseamalla vuonna 2015 mitatuista typen oksidien pitoisuuksista ja Raja-Joosepin tausta-aseamalla vuonna 2015 mitatuista hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista.

KOMPPULA, B., ANTTILA, P, VESTENIUS, M., SALMI, T., ja LOVÉN, K., 2014. Ilmanlaadun seurantarpeen arviointi. Ilmatieteen laitos, Asiantuntijapalvelut, Ilmanlaatu ja energia.

PIRINEN, P., SIMOLA, H., AALTO, J., KAUKORANTA, J-P., KARLSSON, P. ja RUUHELA, R., 2012. Tilastoja Suomen ilmastosta 1981-2010. Ilmatieteen laitos, raportteja No. 2012:1. Helsinki.

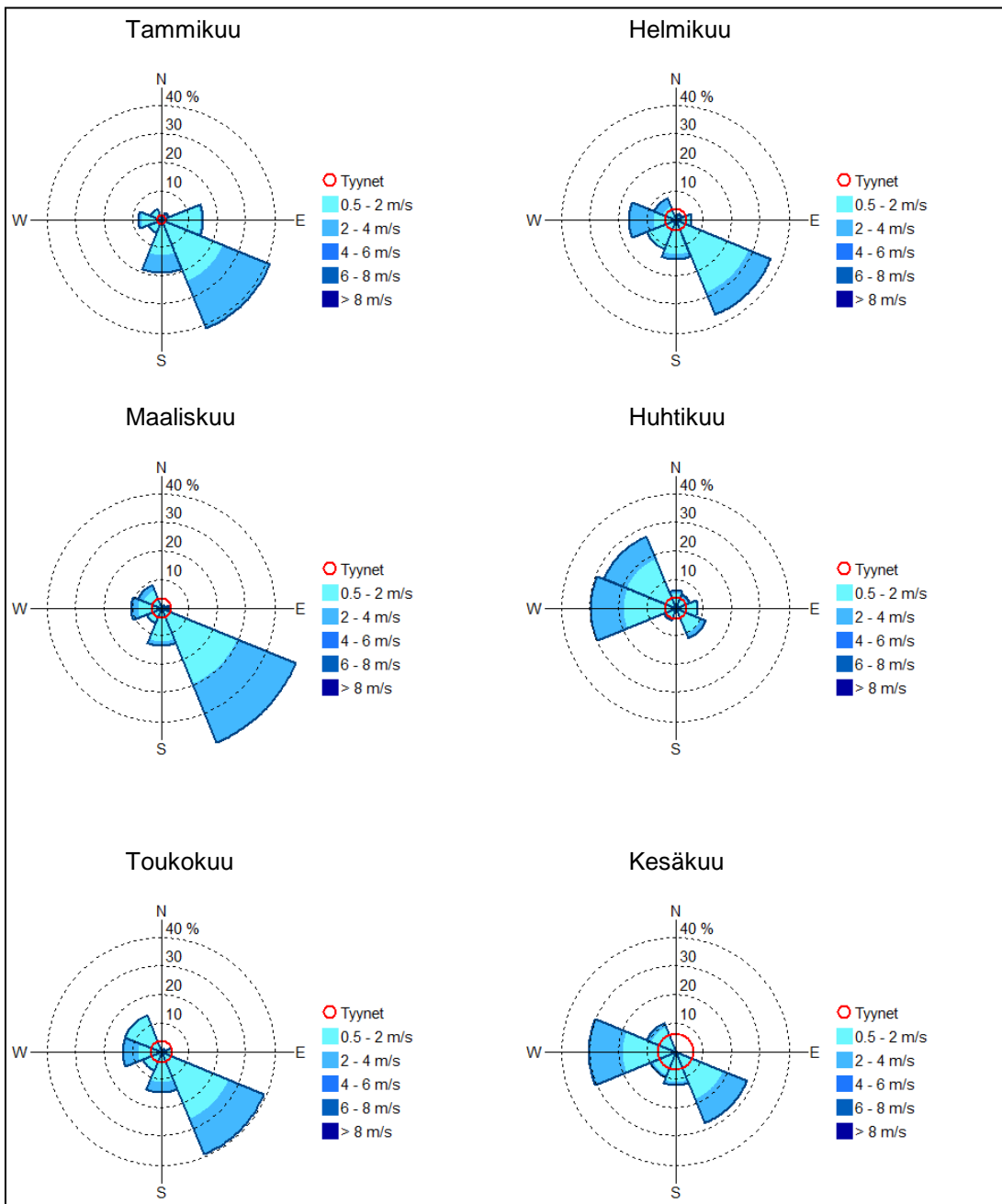
RAMBOLL, 2013. Heinolan jätevedenpuhdistamo, Ympäristölupahakemuksen täydennysasiakirjat.

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

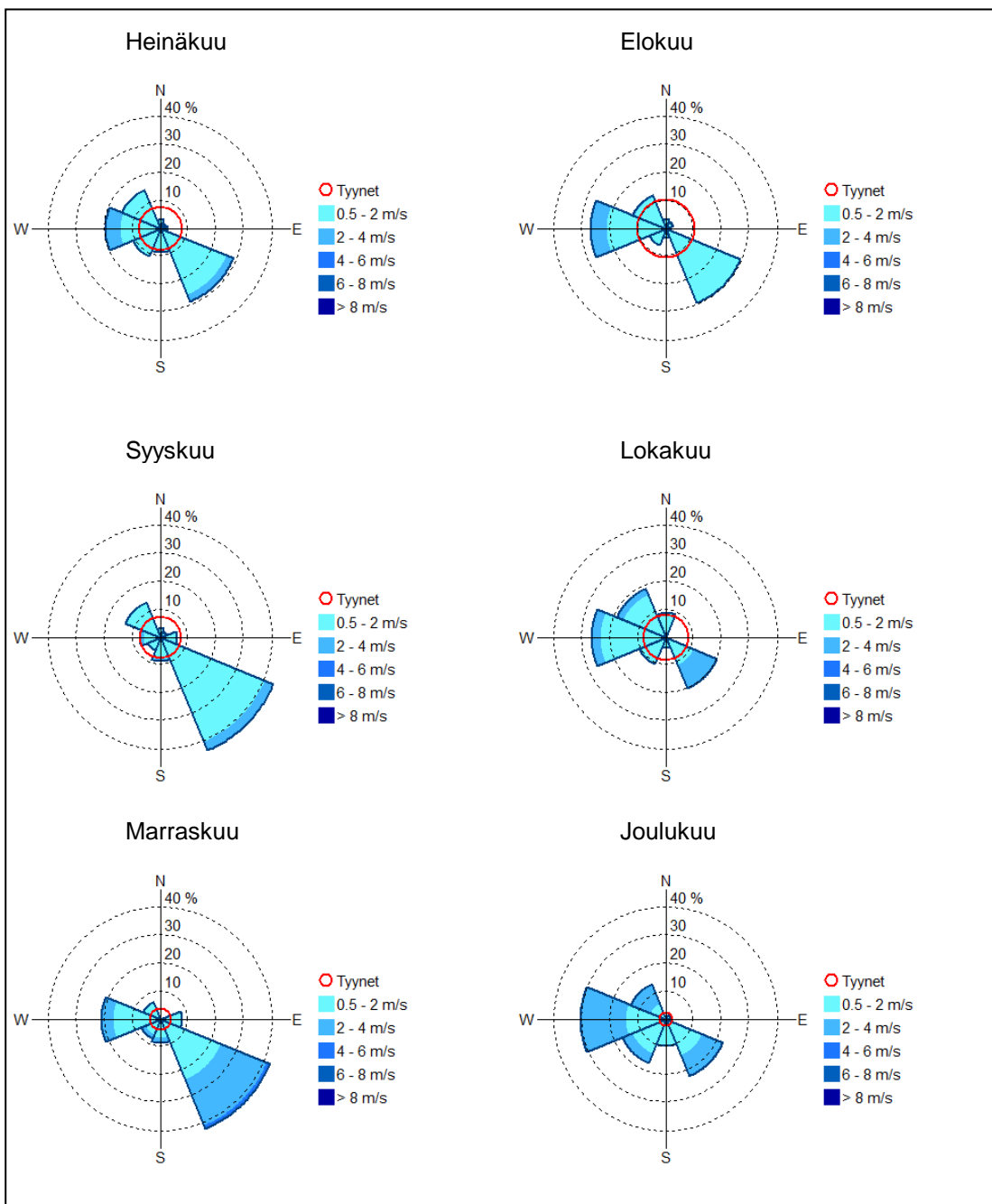
Vnp 480/96. Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvosta. Annettu Helsingissä 19.6.1996.

VTT LIISA 2012. Teknologian tutkimuskeskuksen ylläpitämä palvelu Suomen liikenteen päästöistä.

LIITEKUVAT

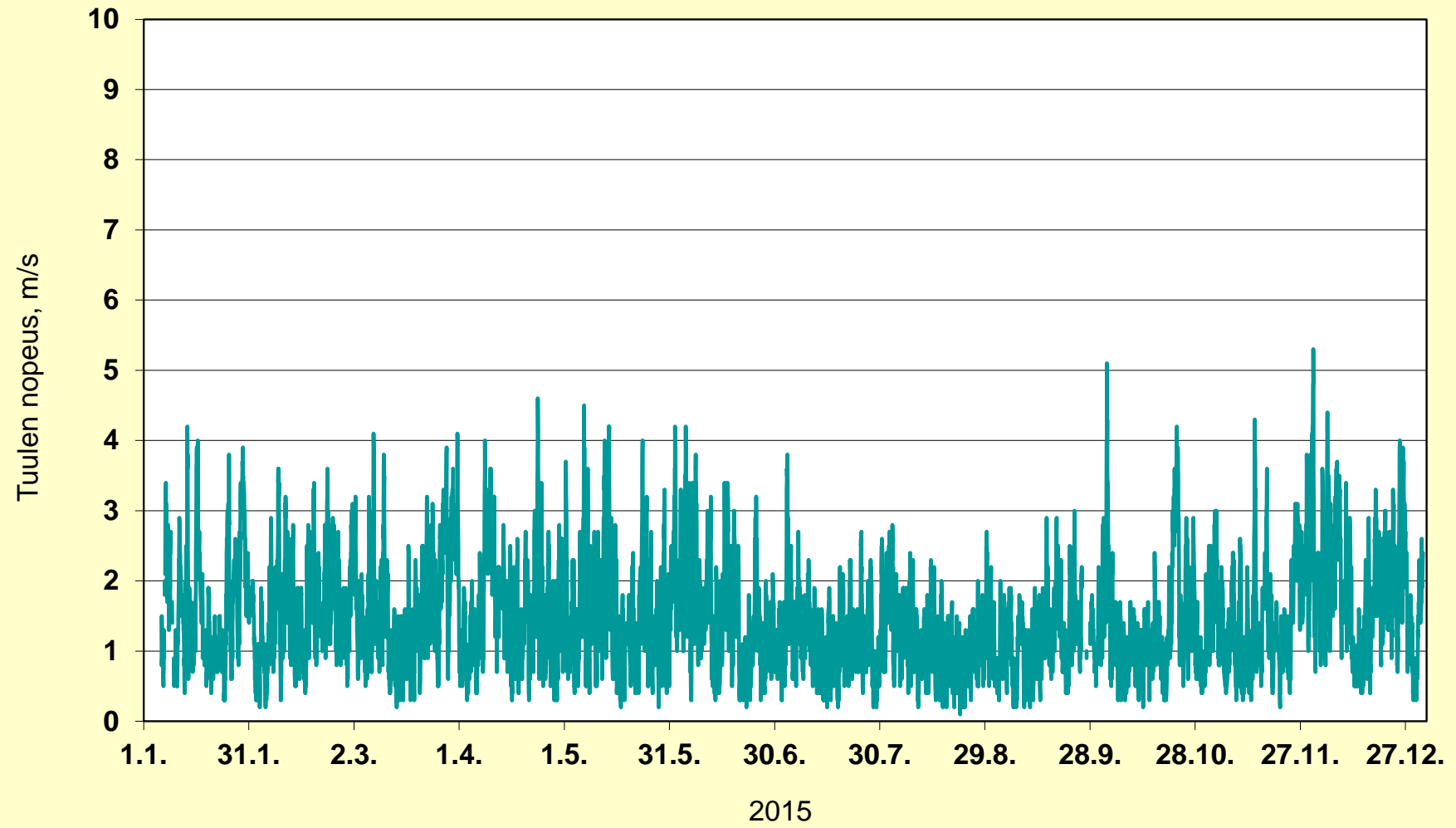


Liitekuva 1. Kuukausittaiset tuuliruusut Heinolan Paloasemalla havaituista tuulista jaksolta tammi–kesäkuu 2015.



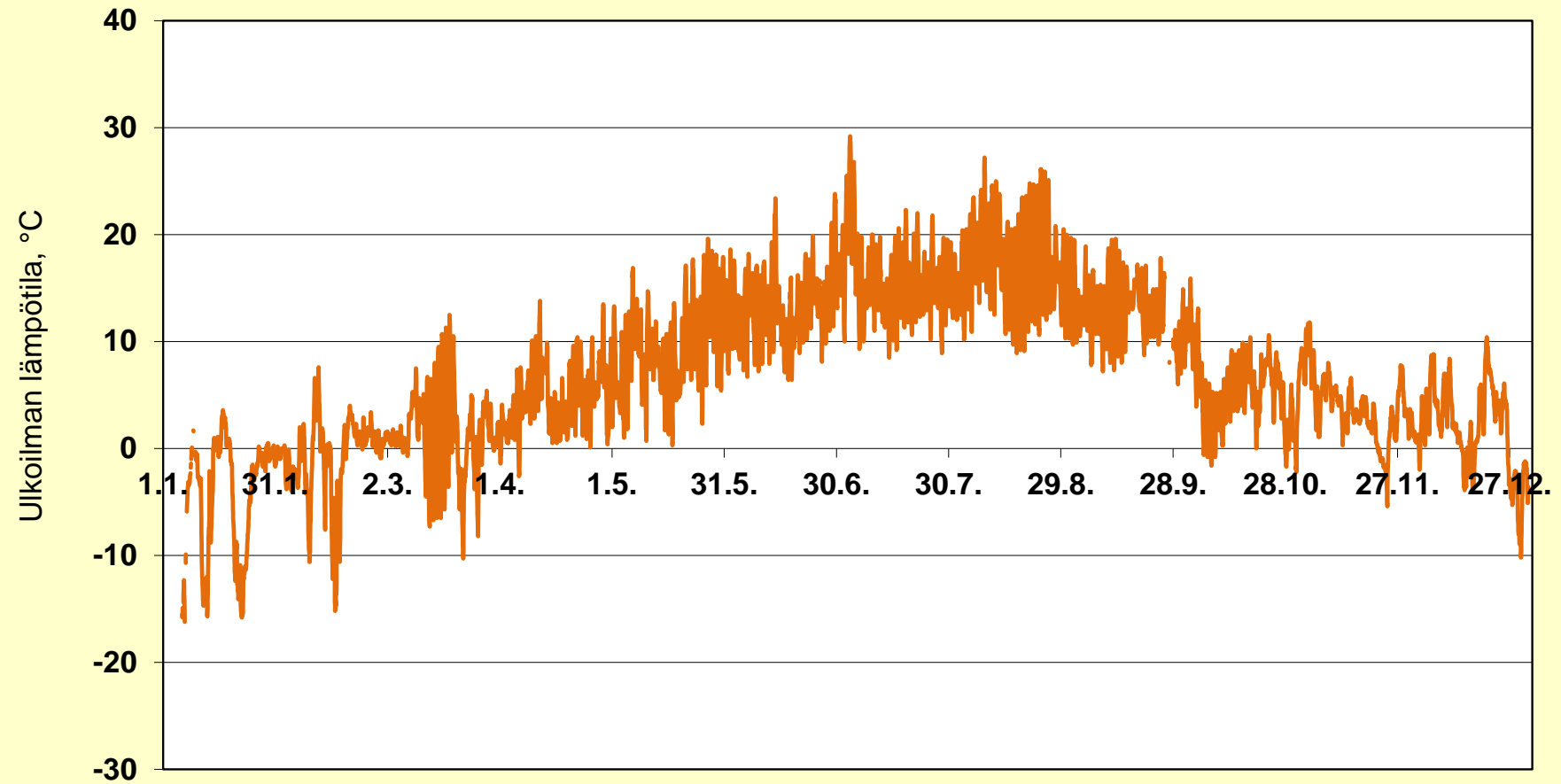
Liitekuva 2. Kuukausittaiset tuuliruusut Heinolan Paloasemalla havaituista tuulista jaksolta heinä–marraskuu 2015.

Heinola Paloasema



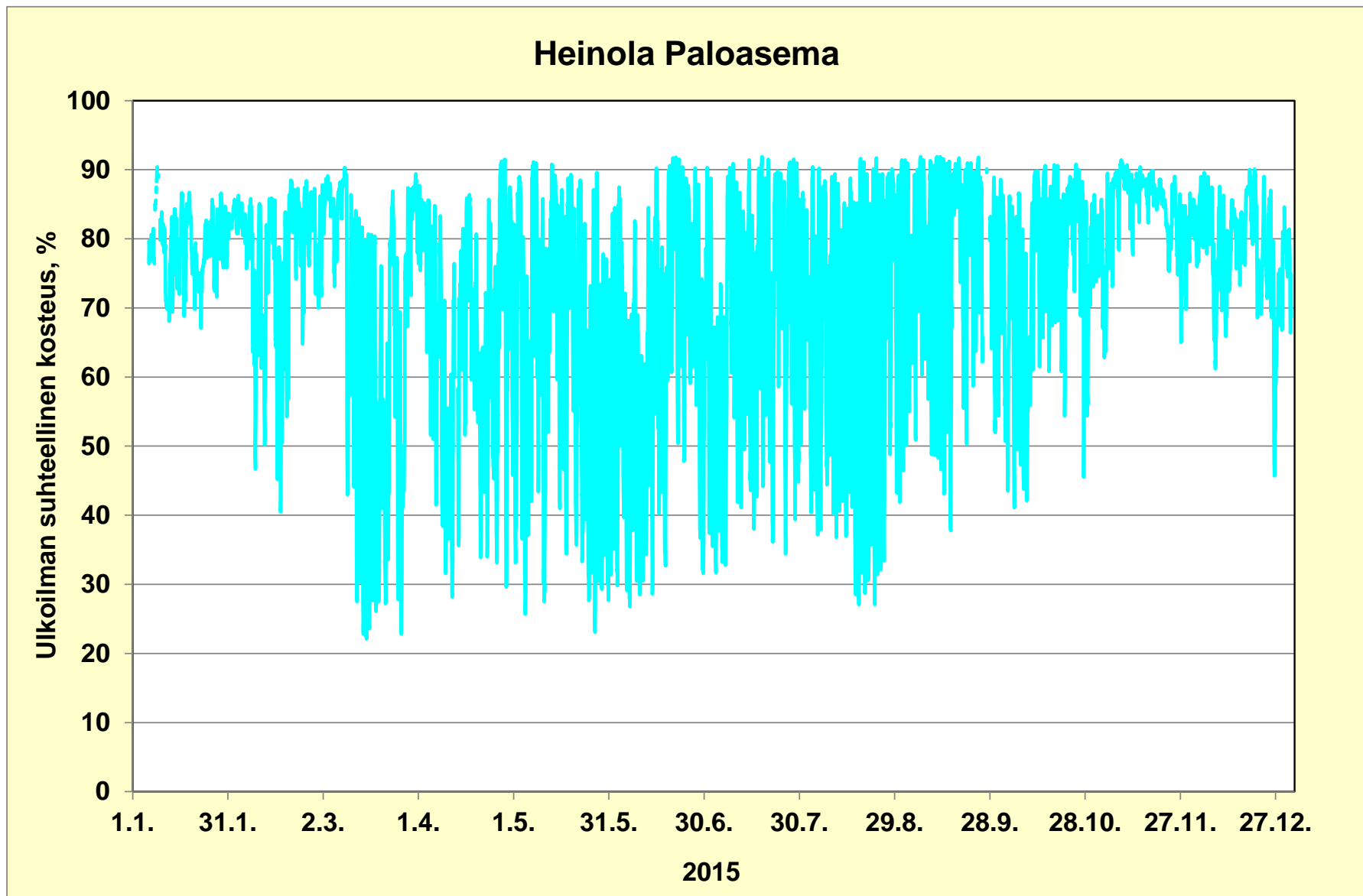
Liitekuva 3. Tuulen nopeuden tuntiarvot Heinolassa vuonna 2015.

Heinola Paloasema



2015

Liitekuva 4. Ulkoilman lämpötilan tunti-arvot Heinolassa vuonna 2015.



Liitekuva 5. Ulkoilman suhteellisen kosteuden tunti-arvot Heinolassa vuonna 2015.



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

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

WWW.ILMATIETEENLAITOS.FI

