



ILMATIETEEN LAITOS

ILMANLAATUMITTAUKSET LAPPEENRANNAN NUIJAMAALLA VALTATIE 13 VARRELLA



Kuva: Jatta Salmi

Hengitettävät hiukkaset ja typen oksidit

ASiantuntijapalvelut
ILMANLAATU JA ENERGIA 2014

**ILMANLAATUMITTAUKSET
LAPPEENRANNAN NUIJAMAALLA
VALTATIENTEN 13 VARRELLA**

Hengitettävät hiukkaset ja typen oksidit

**Helena Saari
Birgitta Komppula
Risto Pesonen
Katja Lovén**

**ILMATIETEEN LAITOS
ASiantuntijapalvelut – Ilmanlaatu ja energia
Helsinki 12.6.2014**

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	5
2	TAUSTATIEDOT MITATUISTA ILMAN EPÄPUHTAUKSISTA	7
2.1	TYPEN OKSIDIT	7
2.2	HIUKKASET	8
3	ILMANLAATUMITTAUSTEN TOTEUTUS	11
3.1	ILMANLAADUN TARKKAILUN TAVOITTEET	11
3.2	MITTAUSASEMA	13
3.3	MITATUT SUUREET JA MITTAUSMENETELMÄT	14
3.4	KALIBROINTIMENETELMÄT, LAADUNVARMISTUS JA LAITEHUOLLOT	15
4	SÄÄTIEDOT	16
4.1	TUULITIEDOT HELMI-HUHTIKUUSSA 2014	16
4.2	KESKILÄMPÖTILAT JA SADEMÄÄRÄT HELMI-HUHTIKUUSSA 2014	17
4.3	SÄÄTEKIJÖIDEN VAIKUTUS ILMAN EPÄPUHTAUKSIEN LEVIÄMISEEN	19
5.1	MITATUT PITOISUUDET	20
5.2	ILMANLAADUN INDEKSI	21
6	ILMANLAADUN MITTAUSTULOSTEN TARKASTELU	23
6.1	PITOISUUKSIEN SUHDE OHJE- JA RAJA-ARVOIHIN	23
6.2	TUULEN SUUNNAN JA NOPEUDEN VAIKUTUS MITATTUIHIN PITOISUUKSIIN	26
6.3	PITOISUUKSIEN AJALLINEN VAIHTELU	27
6.4	PITOISUUKSIEN VERTAILUA	29
	<i>Typpidioksidi</i>	29
	<i>Hengitettävät hiukkaset</i>	32
7	YHTEENVETO	35
	VIITELUETTELO	37
	LIITEKUVAT	38

1 JOHDANTO

Kaakkois-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (myöh. ELY-keskus) tilasi Ilmatieteen laitokselta Nuijamaalla helmi-huhtikuussa 2014 toteutettavat ilmanlaatumittaukset. Tutkimuksessa mitattiin typen oksidien (NO_x) ja alle 10 mikrometrin kokoisten ns. hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia (PM_{10}) ajanjaksolla 1.2.–30.4.2014. Mittauspisteessä seurattiin myös säätilaa pitoisuusmittausten tulosten analysointia varten. Ilmanlaatumittausten avulla kartoitettiin valtatie 13 liikenteen päästöjen aiheuttamaa kuormitusta noin 1,5 kilometrin etäisyydellä Nuijamaan raja-asemasta. Ilmanlaadun mittausten avulla kartoitettiin Nuijamaan alueen ilmanlaadun nykytilannetta. Keväällä 2014 samanaikaisesti mittausten kanssa tarkasteltiin myös leviämismallilaskelmin VT13 lähiympäristön ilmanlaatua nykytilanteessa sekä verrattiin nykytilannetta ennustevuosien skenaarioihin (*Salmi ym., 2014*).

Selvitys on osa valtatie 13 Lappeenranta-Nuijamaa tieosan parantamisen ympäristövaikutusten arviointimenettelyä. YVA-menettelyn tavoitteena ja lähtökohtana on parantaa kansainvälisen rajaliikenteen ja paikallisen liikenteen sujuvuutta ja liikenneturvallisuutta sekä vähentää liikenteen ympäristölle aiheuttamia haitallisia vaikutuksia. Suunnittelun lähtökohtana on, että valtatiellä ei ole jatkossa rekkajonoja ja paikallisen sekä yhä kasvavan rajaliikenteen liikennetarpeet ovat sovitettu yhteen tienvarren maankäyttöödotusten ja -tarpeiden kanssa. Ympäristövaikutusten arvioinnissa tutkitaan kolmea vaihtoehtoa: vaihtoehto 0 on parannettu nykytilanne, vaihtoehdossa 1 valtatie 13 parannetaan korkeatasoiseksi ja laatutasoltaan yhtenäiseksi valtatieksi ja vaihtoehdossa 2 nykyiselle valtatielle tehdään järeäköjä toimenpiteitä, mutta tieosuudesta ei muodostu yhtenäistä korkeatasoista valtatieta (*Kaakkois-Suomen ELY-keskus, 2014*).

Tässä tutkimuksessa mitattuja typen oksidien ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia on verrattu kotimaisiin ohjearvoihin ja EU:n alueella voimassa oleviin raja-arvoihin. Lisäksi pitoisuustuloksia on verrattu Ilmatieteen laitoksen tausta-alueella sijaitsevalle Virolahden mittausasemalla ja Lappeenrannan kaupunkialueella mitattuihin pitoisuuksiin.

Tutkimuksen toteutukseen ovat Ilmatieteen laitoksella osallistuneet tutkijat Helena Saari ja Birgitta Komppula (tulosten käsittely ja raportointi), ryhmäpäällikkö Katja Lovén ja kehittämisspäällikkö Risto Pesonen (projektin suunnittelu ja johto) sekä suunnittelija Kaj Lindgren (mittaustekniikka, kenttätö ja laadunvarmistus).

Selitteet raportissa käytetyille tärkeimmille yksiköille ja lyhenteille:

Yksiköt:

μm	mikrometri = millimetrin tuhannesosa
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	mikrogrammaa (= gramman miljoonasosaa) kuutiometrissä ilmaa (pitoisuus)
$^\circ$	aste (tuulen suunta)
m/s	metriä sekunnissa (tuulen nopeus)
$^\circ\text{C}$	Celsiusaste (lämpötila)
atm	atmosfääri, paineen yksikkö, 1 atm = normaali-ilmakehän paine
K	Kelvinaste (lämpötila), 293 K = 20 $^\circ\text{C}$
kPa	kilopascal, paineen yksikkö, 101,3 kPa = 1 atm
ppb	parts per billion (miljardisosa) (pitoisuus)

Lyhenteet:

PM ₁₀	hengitettävät hiukkaset = alle 10 μm :n kokoiset hiukkaset
PM _{2,5}	pienhiukkaset = alle 2,5 μm :n kokoiset hiukkaset
TSP	<u>T</u> otal <u>S</u> uspended <u>P</u> articles = kokonaisleijumaan kuuluvat hiukkaset
NO	typpimonoksidi
NO ₂	typpidioksidi
NO _x	typen oksidit (typpimonoksidin ja typpidioksidin yhteismäärä ilmoitettuna typpidioksidina)
N	pohjoinen (tuulen suunta), kun tuulee pohjoisesta tuulen suunta on 0 $^\circ$ tai 360 $^\circ$
E	itä (tuulen suunta), kun tuulee idästä tuulen suunta on 90 $^\circ$
S	etelä (tuulen suunta), kun tuulee etelästä tuulen suunta on 180 $^\circ$
W	länsi (tuulen suunta), kun tuulee lännestä tuulen suunta on 270 $^\circ$

2 TAUSTATIETOA MITATUISTA ILMAN EPÄPUHTAUKSISTA

2.1 Typen oksidit

Typen yhdisteitä tulee 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 muuttuntatuotteilla on suoria kaasuvaiikutuksia terveyteen ja kasvillisuuteen. Ne muodostavat osan happamoittavasta ja rehevöittävästä kokonaistyyppilaskeumasta, ilmakeiiallisten reaktioiden kautta ne osallistuvat terveys- ja kasvillisuusvaiikutuksia 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 muuttuntareaktiot. Typpidioksidin pitoisuus kaupunki-ilmassa on yleensä paljon pienempi kuin typpimonoksidin pitoisuus. Ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot on annettu typpidioksidille, joka on terveyshaittojen kannalta tärkein typen oksidi. Myös sen muuttuntatuote typpihapoke (HNO_2) saattaa aiheuttaa terveydellistä haittaa.

Ulkoilmassa typen oksideille altistuminen on suurinta erilaisissa liikenneympäristöissä. Muita merkittäviä altistumisympäristöjä ovat sisätilat, joissa käytetään kaasuliesiä ja -lämmittimiä (asunnot, kesämökit 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 happeja.

Typpidioksidille herkimpiä väestöryhmiä ovat lapset ja astmaatikoit, joiden hengitysoireita ohjearvotason ylittävät 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, yskää ja limannousua.

Typenoksidipitoisuuden (kokonais- NO_x) tuntikeskiarvojen maksimit kohoavat maamme suurimpien kaupunkien vilkkaasti liikennöidyissä katukuiluissa ajoittain jopa yli 1000–1500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$:aan. Suurempien taajamien typen oksidien ilmakeiialle on ominaista, että otsoni kuluu loppuun muuttuntareaktioissa. 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 sekoittumiskerros on hyvin matala. Tällöin päästöjen sekoittuminen ja laimeneminen on heikkoa ja muun muassa auto-liikenteen päästöjen aiheuttamat pitoisuudet kohoavat epätavallisen korkeiksi.

Typpidioksidin tuntipitoisuudet kohoavat yli raja-arvotason ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) suurimpien kaupunkien vilkkaasti liikennöidyillä keskusta-alueilla muutamia kertoja vuodessa, esimerkiksi vuonna 2013 tällaisia tilanteita esiintyi Helsingissä ja Oulussa yhden tunnin ajan (*Ilmanlaatuportaali, 2014*). Ylitystunteja saa olla vuodessa 18 kpl, ennen kuin raja-arvo katsotaan ylittyneeksi. Typpidioksidipitoisuuksien tuli alittaa raja-arvot 1.1.2010 mennessä.

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 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.2 Hiukkaset

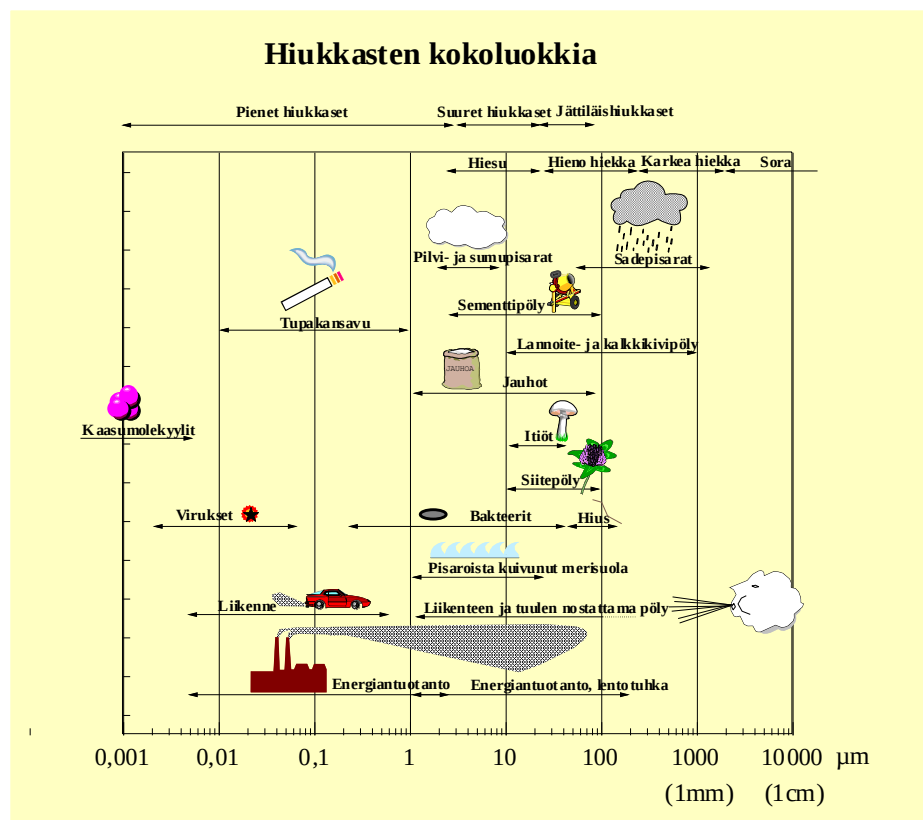
Hiukkaset ovat nykyisin typen oksidien ja selluntuotantopaikkakuntien haisevien rikkiyhdisteiden ohella merkittävin ilmanlaatuun vaikuttava tekijä maamme taajamissa. Hiukkaset ovat taajamissa peräisin suurelta osin liikenteen nostattamasta katupölystä eli epäsuorista päästöistä (ns. resuspensio). Hiukkaspitoisuuksia 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 terveysvaikutustutkimuksissa lisäävän syöpäriskiä ihmisissä.

Ulkoilman hiukkasten koko on eri tavoin yhteydessä niiden terveysvaikutuksiin. Kokonaisleijumalla tarkoitetaan pölyä, johon saattaa sisältyä kooltaan varsin suuriakin, halkaisijaltaan jopa kymmenien mikrometrien 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 ylähengitysteihin ja poistuvat terveillä henkilöillä melko tehokkaasti elimistöstä. Kokonaisleijumasta käytetään lyhennettä TSP, joka tulee sanoista Total Suspended Particles.

Terveysvaikutuksiltaan 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 hiiliyhdisteitä. Kokoluokassa 0,1–1 mikrometriä hiukkaset ovat pääasiassa kaukokulkeutunutta ainesta. Nämä hiukkaset edustavat suoria hiukkaspäästöjä tai ovat syntyneet kaasu-hiukkasmuuntuman 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.

Ilmavirtausten mukana kulkeutuvia suurimpia hiukkasia kutsutaan jättiläishiukkasiksi (engl. giant particles). Kirjallisuudessa suurten ja jättiläishiukkasten välinen raja on hiukan häilyvä, mutta hiukkasia, joiden aerodynaaminen halkaisija on yli 15–25 mikrometriä voitaneen kutsua jättiläishiukkasiksi. Ylärajana hiukkasille pidetään tavallisesti 100 mikrometriä. Hiukkasten kokoluokkia on havainnollistettu kuvassa 2.1.



Kuva 2.1.

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 jonkun tietyn alkuaineen tai muun merkkiaineen suhteen. Esimerkiksi vanadiinia ja nikkeliä tulee ilmakehään öljynpoltosta, kaliumia orgaanisen materiaalin poltosta ja arseenia, molybdeenä, 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 maaliskuun huhtikuussa 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 n. $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$:n hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvoja. Pienempienkin kaupunkien keskusta-alueilla hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvot voivat ylittää $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kaupunkien keskustojen ulkopuolellakin pitoisuudet ovat olleet yli $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuosikeskiarvoina (ILSE, 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 mittausverkkojen tulosten mukaan raja-arvotason ylityksiä esiintyi vuonna 2013 yhteensä noin 300. Yhdellä asemalla raja-arvotaso saa vuoden aikana ylittyä 35 kertaa ennen kuin raja-arvo virallisesti ylittyy (Ilmanlaatuportaali, 2014).

Ilmatieteen laitos on seurannut 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 vuo-

sikeskiarvopitoisuudet ovat olleet Virolahdella noin 5–9 µg/m³, Utössä noin 3–6 µg/m³ ja Pallaksen alueella noin 2–4 µg/m³.

Edellä esitetyssä tarkastelussa ovat mukana kaukokulkeutuneista päästöistä aiheutuneet, normaalista kohonneiden hiukkaspitoisuuksien tilanteet. Vuorokausiraja-arvotason ylittymiseen mahdollisesti vaikuttavia kaukokulkeumaepisodeja esiintyy yleisesti lähes vuosittain maaliskuussa ja satunnaisemmin tammi-helmikuussa ja elo-lokakuussa. Yhden episodin kesto voi vaihdella sen vaikutus-alueella alle tunnista useisiin päiviin. Arviolta noin puolet viime vuosien episodeista on johtunut Itä-Euroopan kulutuksista sekä maasto- ja metsäpaloista, joiden päästöt kohottavat hiukkaspitoisuuksia normaalista kaukokulkeumasta poikkeavalla tavalla. Tämänlaisia tilanteita on esiintynyt viime vuosina useasti, esimerkiksi Etelä-Suomessa heinäkuussa 2006 ja heinä-elokuussa 2010, jolloin Venäjän metsäpalojen savuja kulkeutui Suomeen useiden viikkojen aikana. Pääasiallisin syy hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvotason ylityksiin maassamme on kuitenkin liikenteen ja tuulen nostattama katupöly, josta aiheutuva hiukkaspitoisuustilanne on huonoin keväisin.

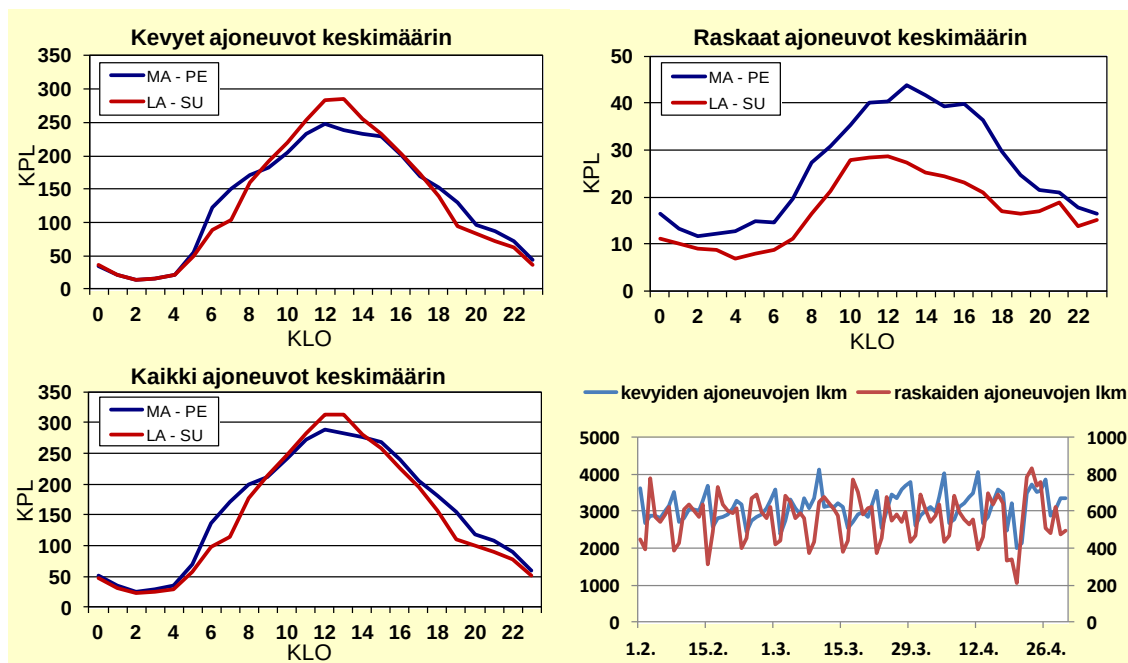
3 ILMANLAATUMITTAUSTEN TOTEUTUS

3.1 Ilmanlaadun tarkkailun tavoitteet

Mittausten tavoitteena oli kartoittaa ilmanlaatua valtatie 13 ympäristössä välillä Lappeenranta-Nuijamaa. Selvitys on osa ympäristövaikutusten arviointimenettelyä, jonka tavoitteena on parantaa kansainvälisen rajaliikenteen ja paikallisen liikenteen sujuvuutta ja liikenneturvallisuutta sekä vähentää liikenteen ympäristölle aiheuttamia haitallisia vaikutuksia (*Kaakkois-Suomen ELY-keskus, 2014*). Ilmatieteen laitos suoritti ilmanlaatumittauksia Nuijamaalla aikavälillä 1.2.–30.4.2014. Mittaukset suoritettiin talvi- ja kevätkausina, jolloin ilmanlaatu tyypillisesti heikkenee ilmanlaadun kannalta epäedullisten meteorologisten olosuhteiden vuoksi. Kevättalvi 2014 oli sääoloiltaan poikkeuksellisen leuto. Kylmiä pakkaspäiviä ja nille tyypillisiä inversiotilanteita, joissa etenkin typpidioksidin pitoisuudet tyypillisesti kohovat korkeiksi, ei mittausjaksolla juurikaan esiintynyt, joten mittausajanjakson olosuhteet eivät edusta keskimääräistä talvea, joka on huomioitava tuloksia tarkasteltaessa.

Kuvassa 3.1 on esitetty liikenteen keskimääräistä jakautumista vuorokauden sisällä erikseen arkena (ma – pe) ja viikonloppuna sekä vuorokautiset liikennemäärät mittauspisteen läheisyydessä sijaitsevassa liikennelaskentapistessä 547 Nuijamaa MP5 mittausjakson 1.2.–30.4.2014 aikana. Liikennelaskentapisteen keskimääräiset vuorokausiliikennemäärät olivat helmikuussa 3 575 ajoneuvoa/vrk, maaliskuussa 3 702 ajoneuvoa/vrk ja huhtikuussa 3 752 ajoneuvoa/vrk (*Tiira, 2014*). Vilkkaimmin liikennöity päivä oli 10.3.2014, jolloin liikennelaskentapisteen ohitti 4 773 autoa. Vilkkain raskaan liikenteen päivä oli 23.4.2014, jolloin mittauspisteen ohitti 830 raskasta ajoneuvoa. Venäjän ilmoitus TIR(Transport International Routier)-kuljetusten vastaanoton lopettamisesta Vaalimaan raja-asemalla 21.4.2014 nosti raskaan liikenteen vuorokausiliikennemäärän Nuijamaan liikennelaskentapistessä 22.–25.4. tasolle 740–830 raskasta ajoneuvoa/vrk, kun se keskimäärin mittausjaksolla oli

561 raskasta ajoneuvoa/vrk. TIR-kuljetukset nopeuttavat kansainvälistä tavaraliikennettä, sillä ne ohittavat normaalit tullimuodollisuudet.



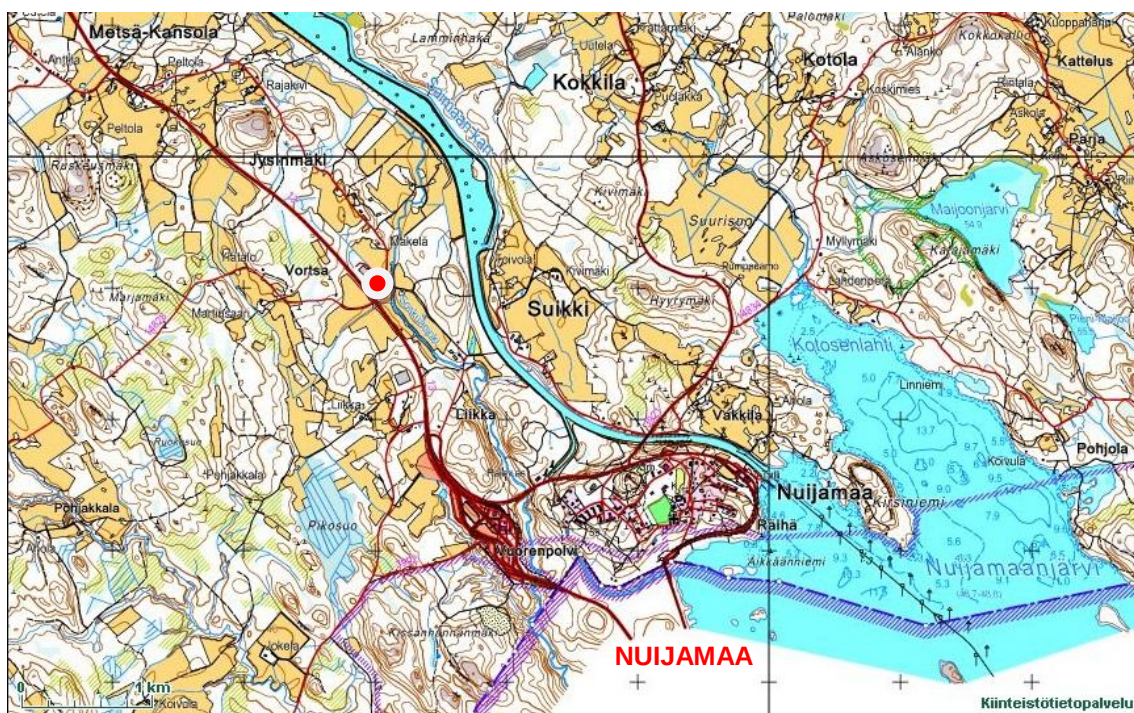
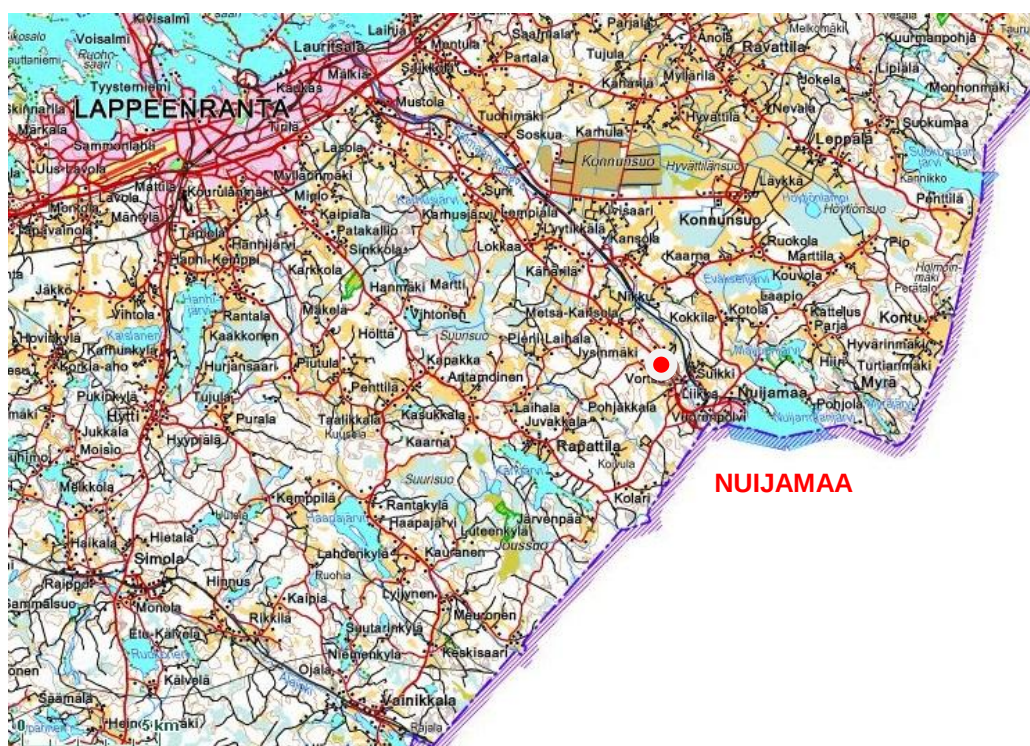
Kuva 3.1. Keskimääräinen liikennemäärä tunneittain sekä vuorokausiliikennemäärät liikennelaskentapisteessä 547 Nuijamaa MP5 jaksolla 1.2. – 30.4.2014 (Tiira, 2014).

3.2 Mittausasema

Ilmanlaatua seurattiin mittausasemalla, joka sijaitsi valtatie 13 läheisyydessä noin 1,5 kilometrin etäisyydellä Nuijamaan raja-asemasta ja noin 15 km etäisyydellä Lappeenrannan taajama-alueesta. Mittausasema sijaitsi tien pientareella n. 20 m etäisyydellä tien reunasta. Nuijamaantien (valtatie 13) ja Jysinmäentien risteykseen oli matkaa n. 50 m. Mittausaseman pohjois-koillispuolella sijaitsi Lapplandia Markettin pysäköintialue. Mittausasemalla seurattiin typen oksidien ja hengitettävien hiukasten pitoisuuksia. Mittausaseman sijaintia ja ympäristöä on havainnollistettu kuvissa 3.2. ja 3.3.



Kuva 3.2. Nuijamaan ilmanlaadun mittausasema.



Kuva 3.3. Nuijamaan (●) ilmanlaadun mittausaseman sijainti Lappeenrannassa lähellä Nuijamaan raja-asemaa.

3.3 Mitatut suureet ja mittausmenetelmät

Mittausasemalla mitattiin jatkuvatoimisilla automaattisilla analysaattoreilla typen oksidien (NO , NO_2 ja NO_x) ja halkaisijaltaan alle $10 \mu\text{m}$:n suuruisten ns. hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) pitoisuuksia. Näytteenotto tapahtui mittauskoppien katolla

olevista sondeista noin 4 metrin korkeudelta. Typen oksidien pitoisuusmäärittämisissä käytettiin kemiluminesenssiin perustuvaa määrittämenetelmää. Hengitettävien hiukkasten pitoisuutta mitattiin beetasäteilyn absorptioon ja valon sirontaan perustuvalla menetelmällä. Lisäksi mittausasemalla havainnoitiin tuulen suuntaa ja nopeutta sekä ulkoilman lämpötilaa, suhteellista kosteutta ja painetta. Myös säämittausanturin korkeus oli noin 4 metriä maanpinnan tasosta.

Taulukko 3.1. Nuijamaan ilmanlaadun mittauksissa käytetyt menetelmät ja laitteet.

Mitattava komponentti	Mittausmenetelmä	Mittalaite
Typen oksidit	Kemiluminesenssi	Horiba APNA 360
Hengitettävät hiukkaset	Beetasäteilyn absorptio + valon sironta	Thermo Model 5030 SHARP
Tuulen suunta ja nopeus, Lämpötila, suht.kosteus, ilmanpaine		Vaisala WXT

Typen oksidit (NO_x):

Mittaukset tehtiin seuraavan standardin mukaisesti: EN14211:2005. Ambient air quality- Standard method for the measurement of the concentration of nitrogen dioxide and nitrogen monoxide by chemiluminescence.

Hengitettävät hiukkaset (PM₁₀):

Mittaukset tehtiin seuraavan standardin mukaisesti: ISO 10473:2000 Ambient air – Measurement of the mass of particulate matter on a filter medium - Beta-ray absorption method.

Ilmanlaadun ja sääparametrien mittaustulokset kerättiin mittausasemalla minuuttiarvoina mittauksia ohjaavalle tietokoneelle, jolta ne siirrettiin edelleen minuuttiarvoina langattomasti (gprs) modeemiyhteyden kautta Ilmatieteen laitoksen palvelimelle raakadatietokantaan ja siitä edelleen muihin tietokantoihin. Raakadatietokannassa mittaustulokset pysyvät aina muuttumattomina, jolloin alkuperäiset arvot ovat myöhemminkin tarvittaessa saatavilla. Minuuttiarvoista määritettiin tuntikeskiarvot ja vuorokausikeskiarvot ja muut pidemmän jakson keskiarvot. Mittaustulokset korjattiin kalibrointitulosten perusteella ja laitteiden toimintahäiriöistä johtuneet virheelliset arvot poistettiin. Mittauksia seurattiin kaukovalvontana Ilmatieteen laitokselta Helsingistä.

3.4 Kalibrointimenetelmät, laadunvarmistus ja laitehuollot

Nuijamaan ilmanlaatumittausten toteutuksessa huomioitiin ilmanlaatuasetuksen (38/2011) mukaiset laatuvaatimukset. Laadunvarmennuksessa kiinnitettiin huomiota kalibrointien suorittamiseen, kalibrointien jäljitettävyyteen ja laitteiden toimintaan. Typen oksidien mittalaitteen kalibroinnit tehtiin monipistekalibroinnin (4–5 pitoisuutta) avulla. Kalibrointipisteet kattoivat pitoisuusalueen 0–1 000 ppb. Mittausaineisto korjattiin matemaattisesti kalibrointitulosten perusteella. Kalibrointien yhteydessä tehtiin laitehuollot ja näytteenottolinjojen puhdistukset.

Typen oksidien mittalaite kalibroitiin käyttäen typpimonoksidikaasua (NO), joka laimennettiin erillisen laimentimen avulla halutuille pitoisuustasoille. Laimentimena käytettiin kenttälaimenninta. Laimentimesta tuotettiin kalibrintipitoisuusarvot, jotka varmennettiin (kalibroitiin) ilmanlaatumittausten kansallisessa vertailulaboratoriossa jäljitettävästi kalibroitua typen oksidien analysaattoria vastaan. Kenttälaimentimen tuottamien typpimonoksidin (NO) pitoisuuksien jäljitettävyyden siirtyi laboratorion oman jäljen kautta ainemäärään (mooli). Laimennuskaasuna käytettiin suodatettua ilmaa. Kalibrintien perusteella typen oksidien pitoisuusmittaukset on jäljitetty kansalliseen mittanormaaliin ja sitä kautta ainemäärään. Ilmatieteen laitoksella sijaitseva kansallinen vertailulaboratorio on Mittatekniikan keskuksen (FINAS) akkreditoima kalibrointilaboratorio K043.

Typen oksidien mittalaite kalibroitiin mittausten alkaessa tammikuussa 2014. Typenoksidimittausten näytteenottolinjat tarkistettiin kalibrintien yhteydessä. Typen oksidien analysaattorien hiukkassuodattimet vaihdettiin kalibrintien yhteydessä. Hiukkasmittalaitteiden näytteenotto-sondit puhdistettiin mittausten aloituksen ja lopetuksen yhteydessä. Hiukkasmittalaitteet kalibroitiin valmistajan ohjeiden mukaisesti. Hiukkasmittaustulokset korjattiin vertailumittausten (Walden et al., 2010) mukaisilla ekvivalenttisuuskertoimilla.

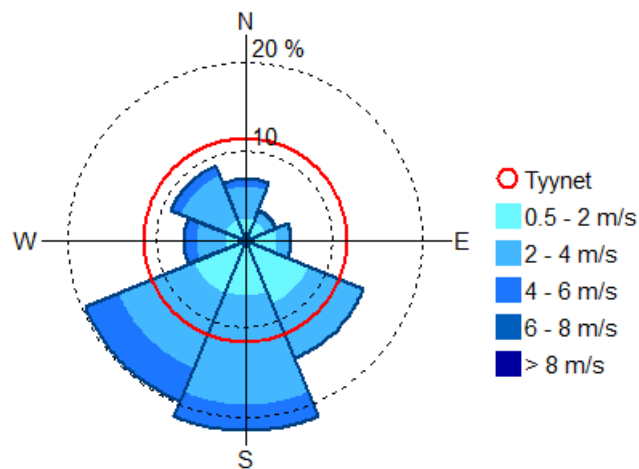
Typenoksidianalyysiaattorista rikkoonut pumpu 24.4.2014, joten mittaustulokset puuttuvat huhtikuun loppupäiviltä. Muuten typenoksidi- ja hiukkaspitoisuuksien mittalaitteet toimivat hyvin koko mittausjakson ja mitta-aineiston määrä ylitti ohje-vovertailuun vaadittavan aineiston vähimmäismäärän 75 % kaikkina kuukausina. Raja-arvojen ylittymisen valvontaan käytettävissä mittauksissa koko vuoden aineiston vähimmäismäärän laatuavoite on 90 % vuoden aikana, mikä ei kuitenkaan sillä laitteiden säännöllisestä kalibroinnista tai normaalista kunnossapidosta aiheutuva tietohukkaa.

4 SÄÄTIEDOT

4.1 Tuulitiedot helmi-huhtikuussa 2014

Kuvassa 4.1 on esitetty helmi-huhtikuun 2014 tuuliruusu Nuijamaan mitta-asemalta. Vallitsevat tuulensuunnat olivat Nuijamaan mitta-asemalla etelä ja lounas. Tyyniä tilanteita esiintyi yli 11 % ajasta. Nuijamaan mitta-asemalla mitatut tuulen nopeuden tuntikeskiarvot on esitetty liitekuvassa 9.

Tuuliruusu-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. Tuuliruusu- nähdään myös tuulten nopeus- ja kaumat tuulensuuntasektoreittain. Eri tuulennopeuksien prosentuaaliset osuudet saadaan vertaamalla sektoreiden kunkin nopeusluokan pituutta prosenttiasteikkoon.



Kuva 4.1. Tuuliruusu Nuijamaan mittausasemalla havaituista tuulista helmi-huhtikuussa 2014.

4.2 Keskilämpötilat ja sademäärät helmi-huhtikuussa 2014

Helmikuu oli maan eteläosassa harvinaisen lauha. Edellisen kerran lauhempi helmikuu on ollut vuonna 2008. Lauhoja helmikuuta on Etelä-Suomessa ollut myös vuosina 1989 ja 1974.

Maaliskuu oli koko maassa tavanomaista lauhempi. Näin lauha maaliskuu toistuu keskimäärin pari kertaa vuosisadassa. Maaliskuu oli poikkeuksellisen lauha kahdella ensimmäisellä viikolla ja jälleen viimeisellä viikolla, mutta kolmannella viikolla oli tavanomaista kylmempää.

Huhtikuu oli keskimääräistä lämpimämpi. Lämpimintä oli kuukauden loppupuolella 21. ja 22. päivänä, jolloin lämpötila kohosi maan etelä- ja keskiosassa paikoin 20 asteeseen.

Taulukossa 4.1 on verrattu Nuijamaan mittausasemalla mitattuja lämpötilan kuukausikeskiarvoja Ilmatieteen laitoksen Lappeenrannan lentoaseman lämpötilahavaintoihin helmi-huhtikuussa 2014 ja vertailukaudella 1981-2010 (*Ilmatieteen laitos, 2014*). Nuijamaan mittausasemalla mitatut ulkoilman lämpötilan tuntikeskiarvot on esitetty liitekuvassa 10.

Taulukko 4.1. Kuukauden keskilämpötilat helmi-huhtikuussa 2014 Nuijamaan mittausasemalla ja Lappeenrannan lentoasemalla sekä vertailukauden 1981–2010 keskiarvo Lappeenrannan lentoasemalla (*Ilmatieteen laitos, 2014*).

Kuukausi	Keskilämpötila, °C		
	Lappeenranta Nuijamaa 2014	Lappeenrannan lentoasema 2014	Lappeenrannan lentoasema 1981–2010
Helmikuu	-0,9	-1,4	-7,8
Maaliskuu	0,9	0,8	-3,0
Huhtikuu	4,4	4,9	3,2

Lumensyvyys väheni helmikuun mittaan maan etelä- ja keskiosassa. Kuukauden lopulla maan etelä- ja länsiosassa lunta ei ollut maassa juuri lainkaan. Lumitilanne oli Oulusta Pohjois-Karjalaan ulottuvan linjan eteläpuolella rannikkoseutuja lukuun ottamatta poikkeuksellinen ja kymmenillä pitkäikäisillä havaintoasemilla lunta oli kuukauden vaihtuessa vähiten mittaushistorian aikana. Myös maaliskuu- ja huhtikuussa Keski- ja Etelä-Suomi oli lumeton.

Helmikuun sademäärät olivat suuressa osassa maata melko tavanomaisia vaihdellen välillä 20–60 mm. Maaliskuun sademäärä oli suurimmassa osassa maata 20–40 mm. Huhtikuussa Lappeenrannan alueella satoi normaalia niukemmin.

Taulukossa 4.2 on verrattu Nuijamaan mittausaseman läheisyydessä sijaitsevalla valtatie 13 Karhusjärven tiesääasemalla (*Liikennevirasto, 2014*) mitattuja kuukausisademääriä Ilmatieteen laitoksen Lappeenrannan Lepolan sääaseman kuukausisademääriin helmi-huhtikuussa 2014 (*Ilmatieteen laitos, 2014*) sekä vertailukauden 1981–2010 keskiarvoon Lappeenrannan lentoasemalta. Tiesääsemien anturit saatavat sää- ja keliolosuhteista johtuen likaantua huomattavasti enemmän kuin kauempana tiestä sijaitsevat anturit, vaikka ne on nostettu normaalia ylemmäksi. Sateen ja etenkin lumisateen mittaus on hyvin ongelmallista etenkin tieympäristössä, joten sadetietojen voimakkuus ja intensiteettiarvoihin tulee sen vuoksi suhtautua suuntaa antavasti.

Taulukko 4.2. Kuukausisademäärät helmi-huhtikuussa 2014 VT13 Karhusjärven tiesääasemalla (*Liikennevirasto, 2014*) ja Lappeenrannan Lepolassa sekä vertailukauden 1981–2010 keskiarvo Lappeenrannan lentoasemalla (*Ilmatieteen laitos, 2014*).

Kuukausi	Kuukausisademäärä, mm		
	Lappeenranta VT13 Karhusjärvi 2014	Lappeenranta Lepola 2014	Lappeenrannan lentoasema 1981–2010
Helmikuu	27,3	15,6	38
Maaliskuu	24,5	19,3	41
Huhtikuu	3,0	8,2	28

4.3 Säätekijöiden vaikutus ilman epäpuhtauksien leviämiseen

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

Stabiiliustilan ollessa vakaa ilmakehän sekoittuminen on vähäistä. Jos tila on epävakaa, sekoittuminen on voimakasta ja ilmaan päässeet 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 hajaantuvat hyvin huonosti. Epäpuhtaudet kerääntyvät matalaan ilmakerrokseen päästölähteiden lähelle. Inversiokerroksessa tuuli on heikkoa ja vahvan inversion yhteydessä maanpintatasolla on tyyntä. Tyyneessä tilanteessa ilma ei kykene kuljettamaan päästöjä kauemmaksi lähteistä ja myös pystysuuntaiset ilman 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 heikkotulaisissa tilanteissa voimakkaan maanpintainversion vallitessa. Autoliikenne on haitallisin päästölähderyhmä korkeiden pitoisuuksien muodostumisen kannalta useimmissa maamme kaupungeissa. Liikenteen päästöjen osuus monien ilman epäpuhtauksien päästöistä on huomattava ja pakokaasut pääsevät suoraan ihmisten hengityskorkeudelle.

Keväisin merkittävin ilmanlaatuhaittojen aiheuttaja on katupöly. Katupölyä syntyy, kun lumen sulavat keväällä ja talven aikana tien varsille kerääntynyt hiukkasmassa vapautuu ilmaan tuulen ja liikennevirtojen vaikutuksesta. Lumien sulamisvedet, sateet ja pölynsidonta suolaliuoksella hillitsevät keväistä pölyämistä. Sateet alentavat myös muina vuodenaikoina väliaikaisesti ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia ja puhdistavat hengitysilmaa.

5 ILMANLAADUN MITTAUSTULOKSET

5.1 Mitatut pitoisuudet

Nuijamaan mittausasemalla helmi-huhtikuussa 2014 mitatut typen oksidien ja hengitettävien hiukkasten pitoisuudet on esitetty taulukoissa 5.1–5.4 kuukausittaisina tuntipitoisuuksien ja vuorokausipitoisuuksien tilastosuureina.

Liitekuvilla 1–8 on esitetty 1.2. – 30.4.2014 Nuijamaalla mitattujen ilman epäpuh-
tauksien pitoisuuksien tunti- ja vuorokausikeskiarvot yksikössä $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (typen oksidit 20 °C, hengitettävät hiukkaset ulkoilman lämpötilassa). Liitekuvilla 9–10 on esitetty tuulen nopeuden ja ulkoilman lämpötilan tuntikeskiarvot mittausjaksolta.

Taulukko 5.1. Nuijamaalla mitatut typpimonoksidin (NO) pitoisuudet helmi-huhtikuussa 2014.

NO	helmikuu 2014	maaliskuu 2014	huhtikuu 2014
TUNTIARVOJEN			
lukumäärä	672	743	565
määrä (%)	100	99.9	78.5
keskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	6	5	4
99. %-piste ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	49	35	24
korkein arvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	93	54	35
VRK-ARVOJEN			
lukumäärä	28	31	23
2. kork. arvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	19	11	8
korkein arvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	20	12	8

Taulukko 5.2. Nuijamaalla mitatut typpidioksidin (NO_2) pitoisuudet helmi-huhtikuussa 2014.

NO_2	helmikuu 2014	maaliskuu 2014	huhtikuu 2014
TUNTIARVOJEN			
lukumäärä	672	743	565
määrä (%)	100	99.9	78.5
keskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	11	10	7
99. %-piste ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	44	39	34
korkein arvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	50	47	41
VRK-ARVOJEN			
lukumäärä	28	31	23
2. kork. arvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	23	19	14
korkein arvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	39	22	17

Taulukko 5.3. Nuijamaalla mitatut typen oksidien (NO_x) pitoisuudet helmi-huhtikuussa 2014.

NO_x	helmikuu 2014	maaliskuu 2014	huhtikuu 2014
TUNTIARVOJEN			
lukumäärä	672	743	565
määrä (%)	100	99.9	78.5
keskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	21	17	13
99. %-piste ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	108	81	73
korkein arvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	192	110	94
VRK-ARVOJEN			
lukumäärä	28	31	23
2. kork. arvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	54	34	26
korkein arvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	68	38	28

Taulukko 5.4. Nuijamaalla mitatut hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) pitoisuudet helmi-huhtikuussa 2014.

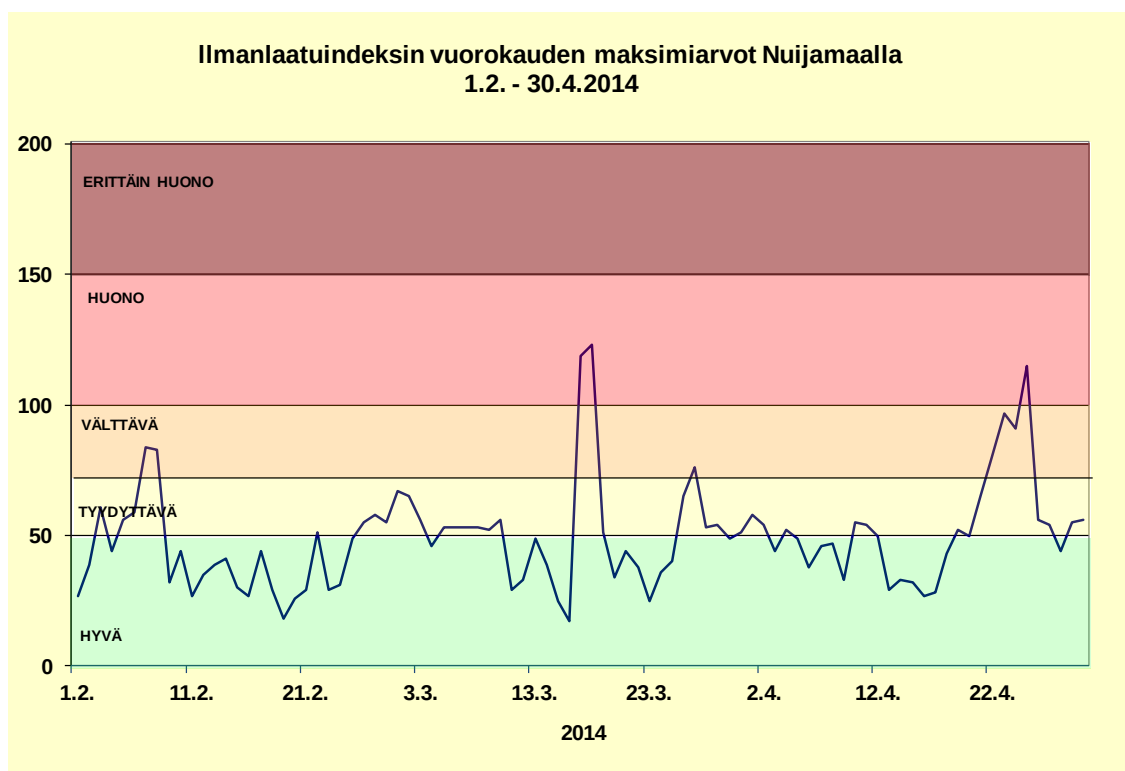
PM_{10}	helmikuu 2014	maaliskuu 2014	huhtikuu 2014
TUNTIARVOJEN			
lukumäärä	660	743	719
määrä (%)	98.2	99.9	99.9
keskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	13	15	17
99. %-piste ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	59	81	82
korkein arvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	68	146	130
VRK-ARVOJEN			
lukumäärä	27	31	30
2. kork. arvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	27	32	55
korkein arvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	41	51	69

Mittausjakson 1.2.–30.4.2014 keskiarvopitoisuudet Nuijamaalla olivat: typpimonoksidi (NO) $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, typpidioksidi (NO_2) $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, typen oksidit (kokonais- NO_x typpidioksidina ilmaistuna) $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja hengitettävät hiukkaset $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

5.2 Ilmanlaadun indeksi

Nuijamaalla mitattujen ilman epäpuhtauspitoisuuksien perusteella lasketaan ilmanlaadun indeksi, joka kuvaa vallitsevaa ilmanlaatuilannetta (hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono, erittäin huono). Indeksien laskentaan käytetään typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuuksia. Tunneittaiset indeksiarvot ja mitatut tuntipitoisuudet ovat olleet mittausten alusta lähtien nähtävillä mittausten [www-sivuilla reaaliaikaisesti](http://www.sivuilla.reaaliaikaisesti) ja historiatietoina. Lisätietoa ilmanlaatuindeksin määrittämisestä ja ilmansaasteiden terveysvaikutuksista on saatavilla ilmanlaatuportaalista: www.ilmanlaatu.fi/ilmansaasteet/indeksi/indeksi.php

Kuvassa 5.1 on esitetty yhteenveto vuorokauden maksimi-indeksi-arvoista Nuijamaalla ajanjaksolla 1.2.–30.4.2014. Tässä tarkastelussa mittauspäivän indeksi määräytyy ilmanlaadultaan huonoimman tunnin mukaan. Indeksillä ilmaistuna ilmanlaatu oli Nuijamaalla hyvää 54 %, tyydyttävää 36 % ja välttävää 7 % päivistä. Ilmanlaatu oli huonoa 3 päivänä (3 % päivistä). Ilmanlaatu heikkeni Nuijamaalla huonoksi 17. – 18.3.2014 hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vuoksi. Kevätpölytilanteissa talven aikana hienoksi jauhautunut hiekoitushiekka lumien sulettua pölyä ilmaan liikenteen ja tuulen aiheuttamien ilmavirtausten vaikutuksesta. Ilmanlaatu oli 17. – 18.3. huonoa myös Lappeenrannan kaupungin mittausasemilla hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien kohoamisen vuoksi. Nuijamaan mittausasemalla ilmanlaatu oli huonoa myös 25.4.2014, jolloin aamulla klo 6 – 7 välillä tyynessä tilanteessa hengitettävien hiukkasten pitoisuus nousi tasolle $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ilmeisesti liikenteen aiheuttamien ilmavirtausten nostattamana. Edellisenä päivänä vastaavan tasoisia tuntipitoisuuksia esiintyi ruuhka-aikana Lappeenrannan kaupungin mittausasemilla. Raja-arvotason $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittäviä pitoisuuksia mitattiin Nuijamaalla 18.3., 23.4. sekä 24.4. Raja-arvotaso saa ylittyä kalenterivuoden aikana yhteensä 35 kertaa. 23. – 24.4. olivat Nuijamalla jonkin verran vilkkaampia raskaan liikenteen päiviä Venäjän lopetettua TIR-kuljetusten vastaanoton Vaalimaan raja-asemalla.



Kuva 5.1. Vuorokauden suurimmat ilmanlaatuindeksin arvot Nuijamaalla helmikuuhikuussa 2014.

6 ILMANLAADUN MITTAUSTULOSTEN TARKASTELU

6.1 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 ennakolta 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 6.1).

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 vuoden 2011 alussa voimaan tulleessa ilmanlaatuasetuksessa (Vna 38/2011, ks. taulukko 6.2).

Ylemmällä arviointikynnyksellä tarkoitetaan ilman epäpuhtauden pitoisuutta, jota korkeammissa pitoisuuksissa jatkuvat mittaukset ovat ensisijainen ilmanlaadun seurantamenetelmä ja jota alemmissa pitoisuuksissa jatkuvien mittausten tarve on vähäisempi ja ilmanlaadun arvioinnissa voidaan käyttää jatkuvien mittausten ja mallintamistekniikoiden tai suuntaa-antavien mittausten yhdistelmää. *Alemmalla arviointikynnyksellä* tarkoitetaan ilman epäpuhtauden pitoisuutta, jota alemmissa pitoisuuksissa ilmanlaadun arvioimiseksi riittää, että seuranta-alueella käytetään yksinomaan suuntaa antavien mittausten, mallintamistekniikoiden, päästökartoitusten tai muiden vastaavien menetelmien perusteella. Ylemmän ja alemman arviointikynnyksen ylittyminen määritetään viiden edellisen vuoden pitoisuuksien perusteella. Arviointikynnyksen katsotaan ylittyneen, kun se on ylittynyt vähintään kolmena vuotena viidestä. Arviointikynnykset on määritelty ilmanlaatuasetuksessa (Vna 38/2011).

Ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoja ei sovelleta työpaikoilla eikä tehdasalueilla, sillä työpaikka-alueilla sovelletaan 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 6.1. Typpidioksidia ja hiukkasia koskevat ilmanlaadun ohjearvot terveyshaittojen ehkäisemiseksi (Vnp 480/1996).

Epäpuhtaus	Ohjearvo ¹⁾ µg/m ³	Tilastollinen määrittely
Typpidioksidi (NO ₂)	150 70	Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Kokonaisleijuma (TSP)	120 50	Vuoden vuorokausiarvojen 98. prosenttipiste Vuosikeskiarvo
Hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)	70	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo

¹⁾ 20 °C, 1 atm

Taulukko 6.2. Typpidioksidia ja hiukkasia koskevat ilmanlaadun raja-arvot terveyshaittojen ehkäisemiseksi (Vna 38/2011).

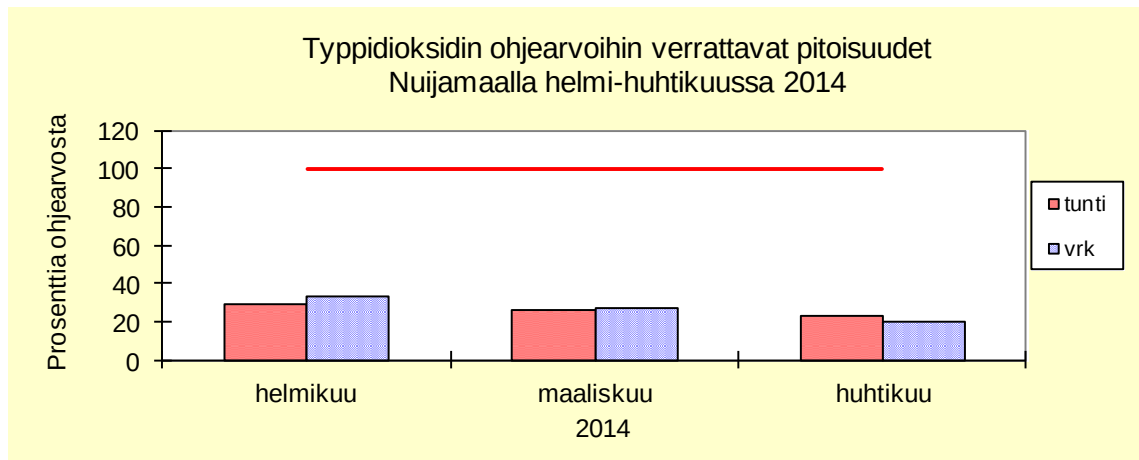
Epäpuhtaus	Keskiarvon laskenta-aika	Raja-arvo ¹⁾ µg/m ³	Sallittujen ylitysten määrä kalenterivuodessa (vertailujakso)
Typpidioksidi (NO ₂)	1 tunti	200	18
	kalenterivuosi	40	-
Hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)	24 tuntia	50	35
	kalenterivuosi	40	-
Pienhiukkaset (PM _{2,5})	kalenterivuosi	25	-

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

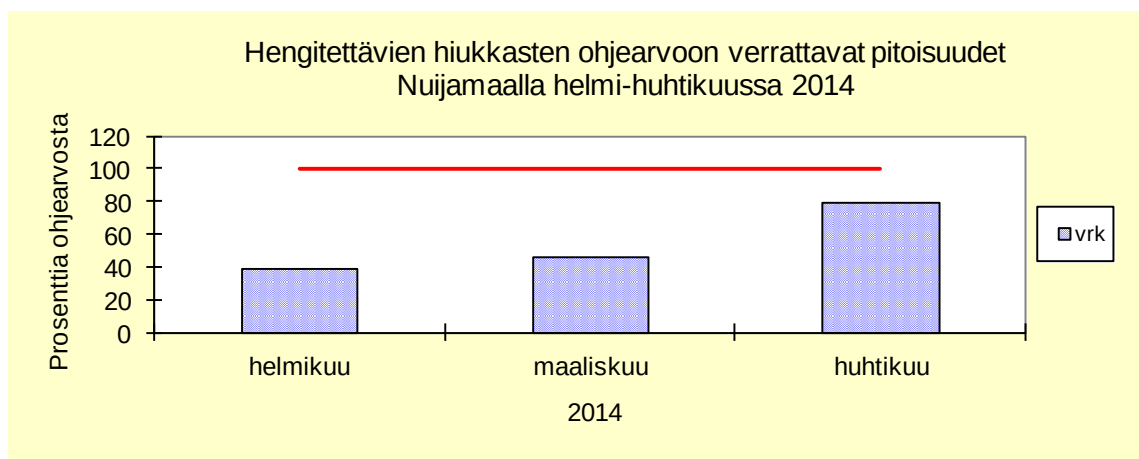
Taulukossa 6.3 ja kuvissa 6.1–6.2 on esitetty typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat pitoisuudet kuukausittain sekä ko. pitoisuuksien suhde ohjearvoihin Nuijamaalla helmi-huhtikuussa 2014.

Taulukko 6.3. Typpidioksidin (NO₂) ja hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) ohjearvoihin verrattavat pitoisuudet kuukausittain sekä näiden suhde ohjearvoihin Nuijamaalla helmi-huhtikuussa 2014.

Nuijamaa 2014	NO ₂ tunti		NO ₂ vrk		PM ₁₀ vrk	
	99 %-piste (µg/m ³)	% ohje-arvosta	2. suurin vrk (µg/m ³)	% ohje-arvosta	2. suurin vrk (µg/m ³)	% ohje-arvosta
Helmikuu	44	29	23	33	27	39
Maaliskuu	39	26	19	27	32	46
Huhtikuu	34	23	14	20	55	79
Ohjearvo	150		70		70	



Kuva 6.1. Typpidioksidin (NO_2) ohjearvoon verrattavat pitoisuudet suhteessa ohjearvoon Nuijamaalla helmi-huhtikuussa 2014. 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 6.2. Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) vuorokausiohjearvoon verrattavat pitoisuudet suhteessa ohjearvoon Nuijamaalla helmi-huhtikuussa 2014. 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 Nuijamaalla ajanjaksolla helmi-huhtikuu 2014. Ohjearvoihin verrannolliset typpidioksidin tuntipitoisuudet vaihtelivat välillä 23–29 % ohjearvosta. Vuorokausipitoisuudet vaihtelivat välillä 20–33 % ohjearvosta. Suurimmat typpidioksidin ohjearvoihin verrattavat pitoisuudet mitattiin helmikuussa.

Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat pitoisuudet olivat Nuijamaalla 39–79 % vuorokausiohjearvosta. Ohjearvoon verrannolliset pitoisuudet olivat suurimmillaan huhtikuussa.

Ilmanlaadun raja-arvoja verrataan kalenterivuoden aikana mitattuihin pitoisuuksiin. Nuijamaalla helmi-huhtikuussa 2014 mitattuja pitoisuuksia voidaan siten verrata vain suuntaa antavasti ilmanlaadun raja-arvoihin.

Nuijamaalla helmi-huhtikuussa mitatut typpidioksidipitoisuudet eivät ylittäneet ilmanlaatuasetuksessa annettuja raja-arvoja. Tuntiraja-arvotaso $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ei ylittynyt kertaakaan, kun ylityksiä sallitaan 18 kpl kalenterivuodessa. Yhdeksänneksitoista suurin tuntiarvo oli $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli 20 % raja-arvosta. Mittausajanjakson typpidioksidipitoisuuden keskiarvo oli $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli 23 % raja-arvosta $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuorokausiraja-arvon taso, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ylittyi 3 kertaa, kun sallittujen ylitysten määrä on 35 kpl kalenterivuodessa. 36. suurin vuorokausiarvo oli $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli 26 % raja-arvosta. Mittausajanjakson hengitettävien hiukkasten pitoisuuden keskiarvo oli $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli 38 % raja-arvosta.

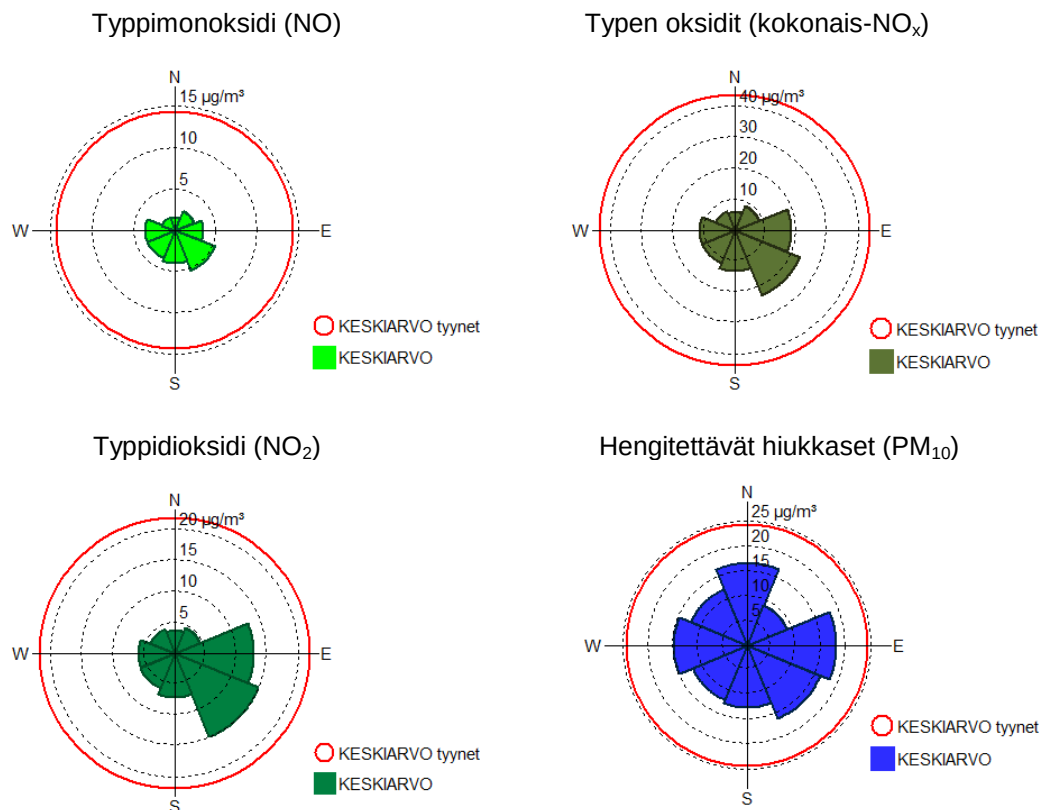
6.2 Tuulen suunnan ja nopeuden vaikutus mitattuihin pitoisuuksiin

Kuvassa 6.3 on havainnollistettu tuulen suunnan ja nopeuden vaikutusta Nuijamaan typen oksidien ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin ns. saasteruusujen avulla. Saasteruusuu kuvaa tuntipitoisuuksien arvoja eri tuulensuunnilla. Saasteruusun 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.

Typen oksidien 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 tapahtuvat maanpinnan läheisyydestä ja usein myös niiden sekoittumis- ja laimenemisympäristö on katuja reunustavien rakennusten vuoksi rajoitettu. Tällaisissa olosuhteissa liikenteestä aiheutuvien epäpuhtauksien pitoisuudet nousevat korkeiksi tyynen tai heikotuulisen sään aikana ja erityisesti ns. inversiotilanteissa ilmakehän pystysuuntaisen lämpötilajakauman estäessä tai rajoittaessa epäpuhtauksien laimenemistä myös pystysuunnassa.

Typen oksidien tuntipitoisuuksien keskiarvot olivat Nuijamaalla helmi-huhtikuussa 2014 suurimmillaan tyynellä säällä. Pakokaasujen typenoksidipäästöt ovat pääasiassa typpimonoksidia (NO), joka hapettuu muun muassa otsonin vaikutuksesta typpidioksidiksi (NO₂). Typpimonoksidipitoisuudet kuvastavat siten paremmin mitauspisteen lähialueen liikenteestä aiheutuvaa kuormitusta. Typpidioksidipitoisuuksiin vaikuttavat myös kauempana sijaitsevat lähteet.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksissa on yksittäisten päästölähteiden vaikutusta yleensä vaikeampi erottaa kuin typen oksideilla. Vuodenaika, liikenne, kaukokulkeuma, pölyäminen ja meteorologiset tekijät vaikuttavat pitoisuuksiin voimakkaasti. Myös hengitettävien hiukkasten pitoisuuskeskiarvot olivat Nuijamaalla suurimmillaan tyynellä säällä.



Kuva 6.3. Typpimonoksidin, typen oksidien, typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuuksien keskiarvot eri tuulensuunnilla ja tynellä säällä Nuijamaalla helmi-huhtikuussa 2014.

6.3 Pitoisuuksien ajallinen vaihtelu

Kuvassa 6.4 on tarkasteltu typpimonoksidin, typpidioksidin ja typen oksidien kokonaismäärän ja hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuuksien keskimääräistä vaihtelua Nuijamaalla kellonajan mukaan erikseen arkipäivisin (maanantai-perjantai) ja viikonloppuisin (lauantai-sunnuntai).

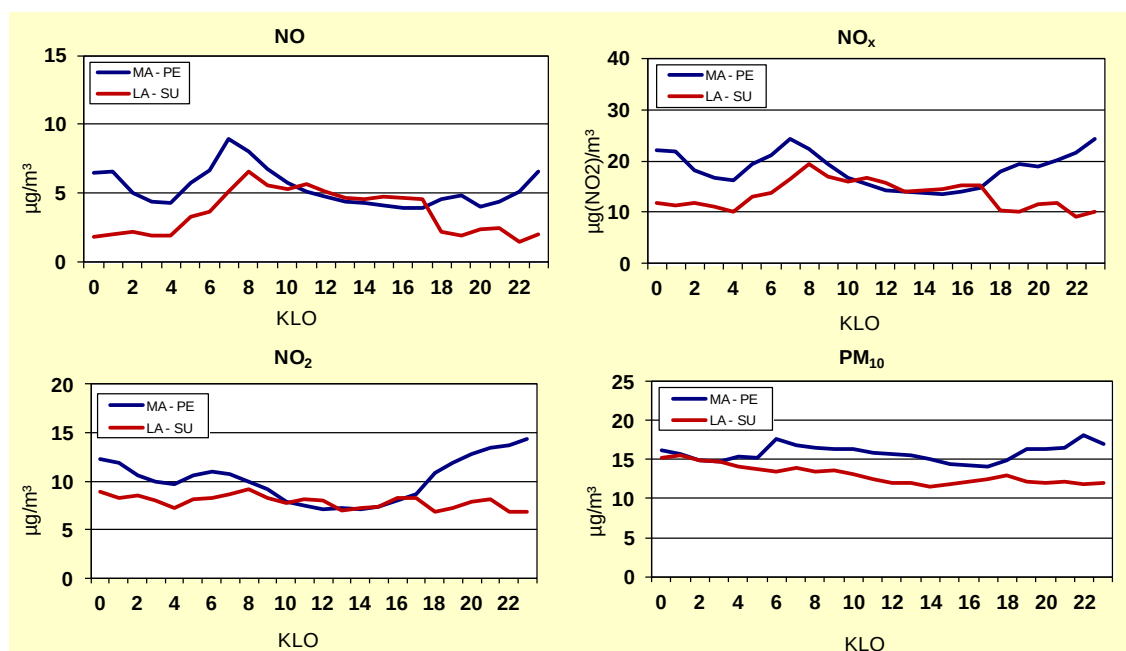
Typen oksidien tuntipitoisuuksien vuorokausivaihtelussa havaitaan tutkimuspisteessä selvästi liikenteen päästöjen vaikutus. Vaikutus näkyi parhaiten typpimonoksidin pitoisuuksissa. Arkipäivisin pitoisuudet olivat pieniä aamuyön tunteina, esimerkiksi typpimonoksidipitoisuus luokkaa $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Korkeimmat pitoisuudet havaittiin aamuisin klo 6–7, kun liikennemäärät alkavat kasvamaan, mutta tuulen nopeudet ovat vielä alhaisia. Päivällä sekoittuminen on tehokkaampaa, jolloin liikennemäärien lisääntyminen ei enää kohota pitoisuuksia. Viikonloppuisin typen oksidien pitoisuudet olivat keskipäivän tunteja lukuun ottamatta arkipäivisin havaittuja matalampia ja aamun pitoisuushuippu siirtyi tuntia myöhemmäksi.

Hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuudet vaihtelivat jonkin verran typen oksidien pitoisuuksista poikkeavasti. Arkisin hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat korkeimmillaan aamuisin klo 6–7 aikaan sekä illalla klo 21–22. Pitoisuudet kohosivat

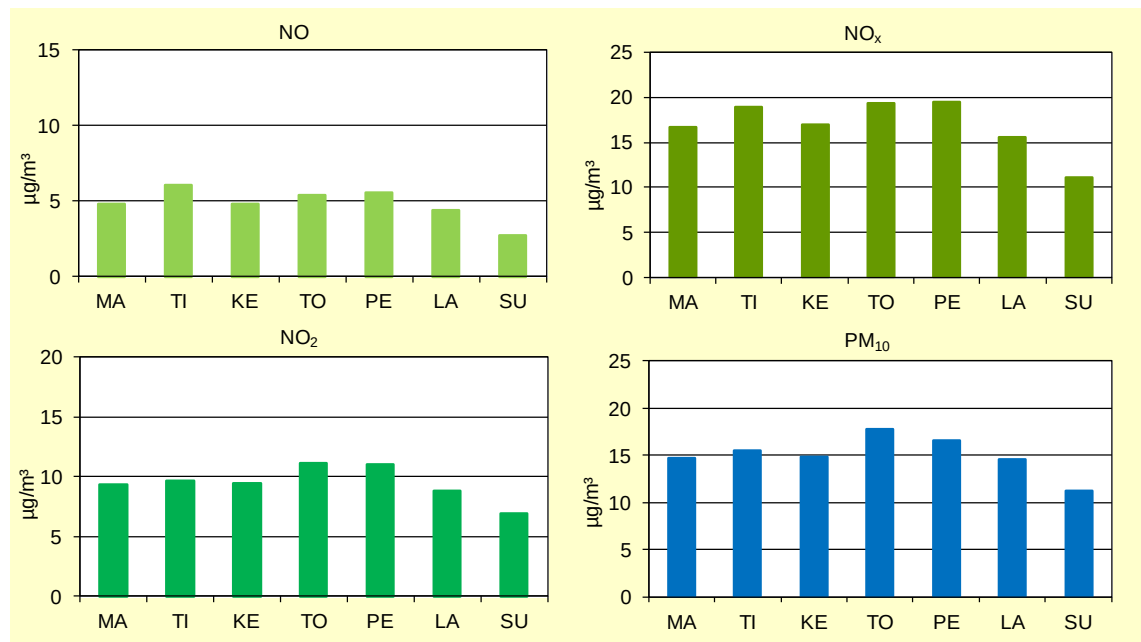
keskimäärin tasolle $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Viikonloppuisin hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat pääosin arkipäivien tasoa alempia. Kuitenkin viikonloppuisin aamuöisin hiukkaspitoisuudet olivat arkipäivien arvojen tasolla.

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.

Viikonpäivittäin tarkasteltuna sekä typen oksidien että hiukkaspitoisuuksien keskimääräinen pitoisuustaso vaihteli niin, että lauantaisin ja sunnuntaisin pitoisuudet olivat jonkin verran matalampia kuin arkipäivisin (ks. kuva 6.5).



Kuva 6.4. Typpimonoksidin (NO), typen oksidien kokonaismäärän (NO_x), typpidioksidin (NO_2) ja hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) tuntipitoisuuksien keskiarvot kellonajan mukaan arkipäivisin (ma - pe) ja viikonloppuisin (la - su) Nuijamaalla helmi-huhtikuussa 2014.



Kuva 6.5. Typpimonoksidin (NO), typen oksidien kokonaismäärän (NO_x), typpidioksidin (NO₂) ja hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) vuorokausipitoisuuksien keskiarvot viikonpäivän mukaan Nuijamaalla helmi-huhtikuussa 2014.

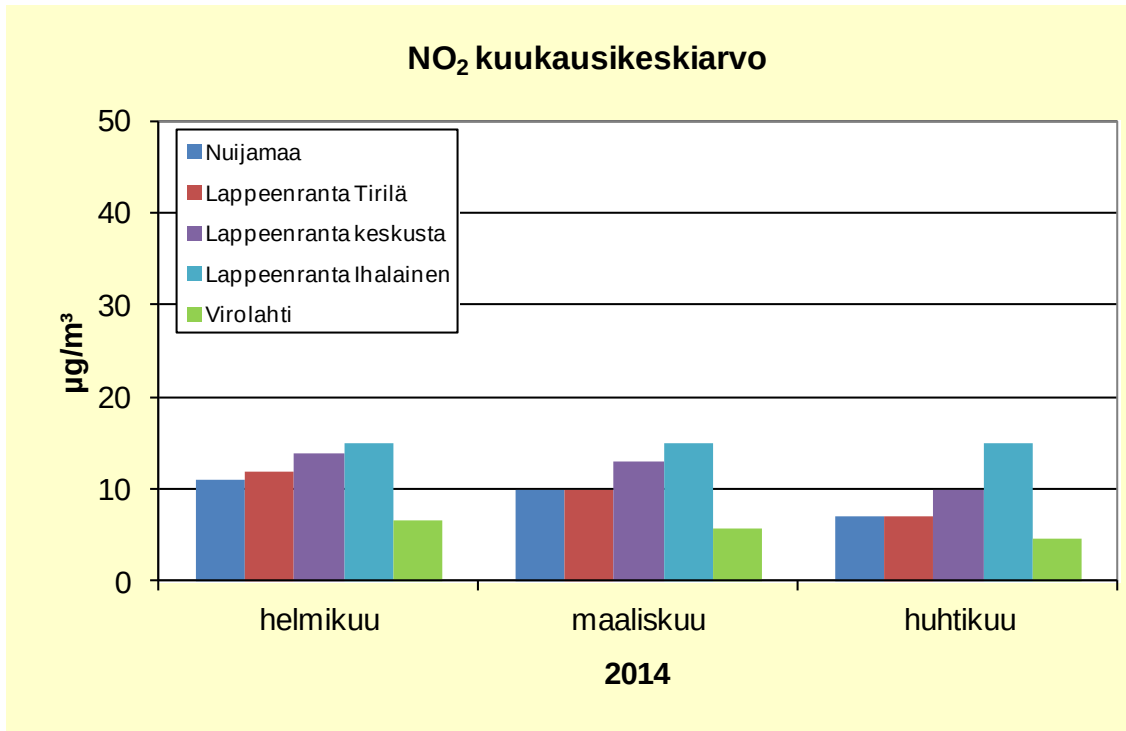
6.4 Pitoisuuksien vertailua

Typpidioksidi

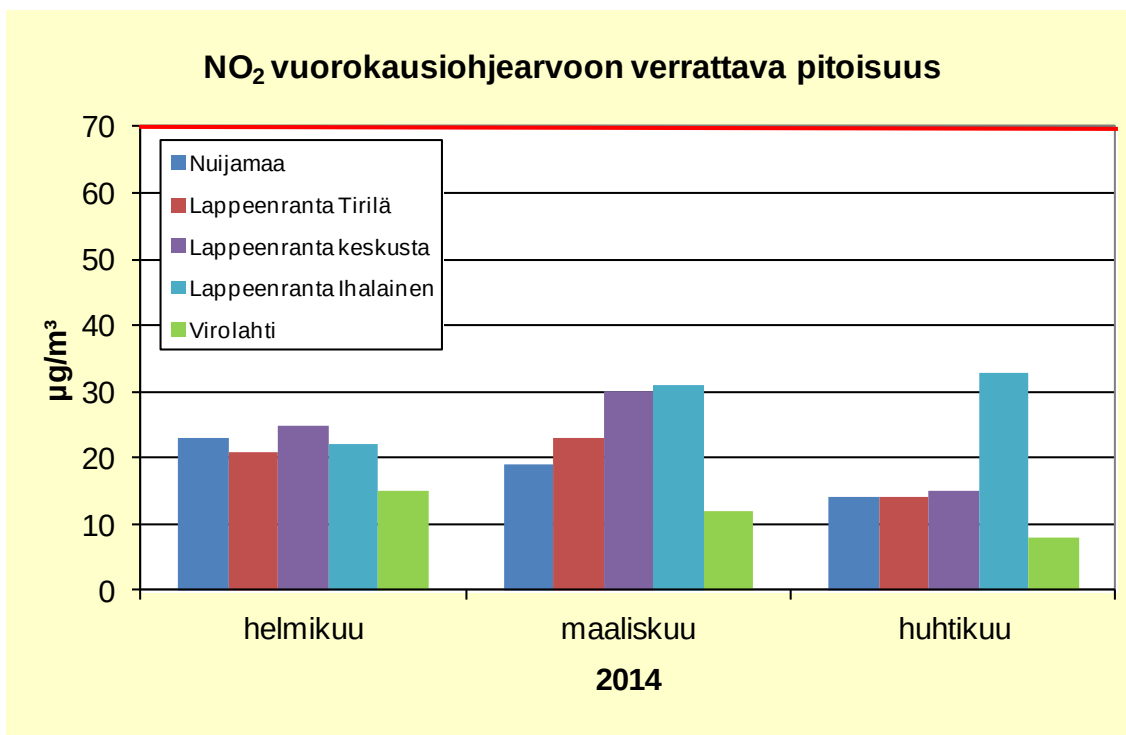
Typpidioksidin pitoisuuksia mitataan Suomessa yli 50 mittausasemalla. Typpidioksidin mittausasemista noin puolet sijaitsee liikenneympäristöissä. Lappeenrannan kaupungin alueella typpidioksidia mitataan Imatran mittausverkon toimesta kolmessa mittauspisteessä: keskustassa, Ihalaisessa, ja Tirilässä. Lappeenrannan mittausasemista Keskusta 4 on tyypiltään liikenneasema. Ihalainen ja Tirilä ovat ns. teollisuusasemia, joilla seurataan puunjalostusteollisuuden päästövaikutuksia. Kuitenkin esimerkiksi valtatie 6 lähellä sijaitsevalla Ihalaisen mittausasemalla tärkein päästölähde on tieliikenne. Ilmatieteen laitoksen lähin tausta-asema on Virolahden mittausasema, joka edustaa puhdasta maaseututausta-aluetta itärajalla.

Kuvissa 6.6 - 6.8 on esitetty typpidioksidipitoisuuden kuukausikeskiarvot sekä tunti- ja vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet helmi-huhtikuussa 2014 Nuijamaalla, Lappeenrannan kaupungin alueella (*Imatran kaupunki, 2014*) sekä Ilmatieteen laitoksen Virolahden tausta-asemalla. Kuvassa 6.9. on vielä esitetty typpidioksidin vuorokausipitoisuudet helmi-huhtikuussa vuonna 2014 Nuijamaalla, Lappeenrannan kaupungin alueella sekä Virolahdella.

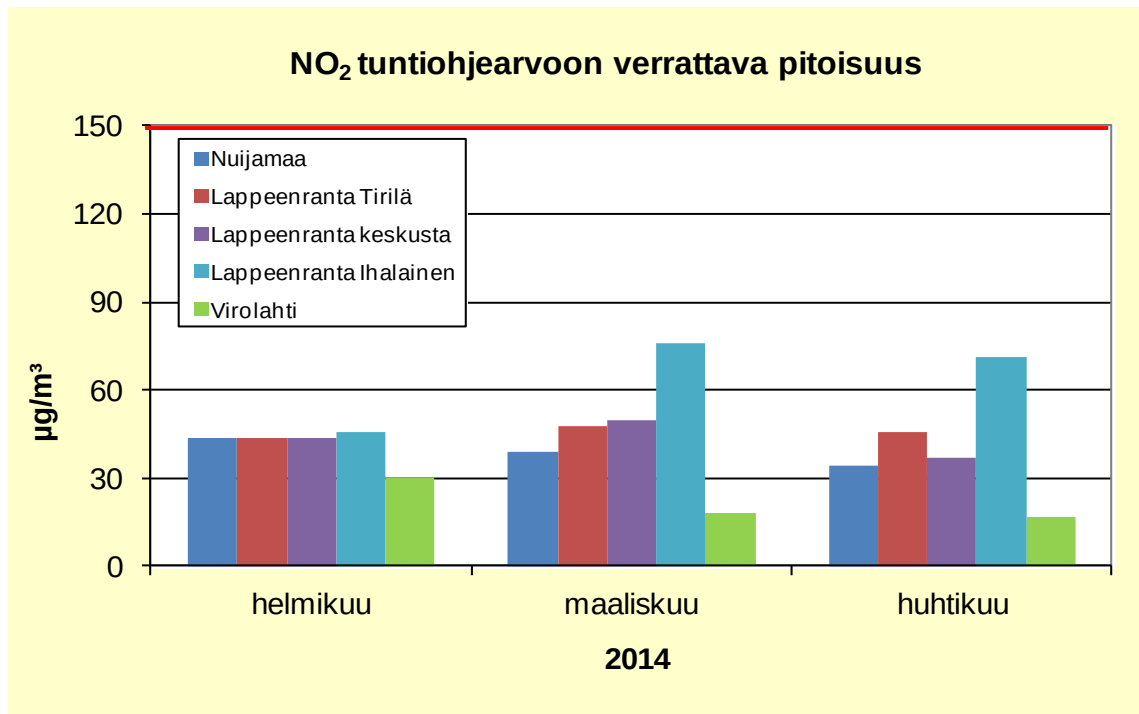
Nuijamaalla typpidioksidipitoisuudet olivat kuukausikeskiarvoina ja vuorokausiohjeeseen verrannollisina pitoisuuksina matalampia kuin Lappeenrannan keskustassa ja Ihalaisessa ja samalla tasolla Lappeenrannan Tirilässä mitattujen kanssa. Typpidioksidipitoisuuden vuorokausi- ja tuntiohjearvot alittuivat kaikilla asemilla helmi-huhtikuussa 2014.



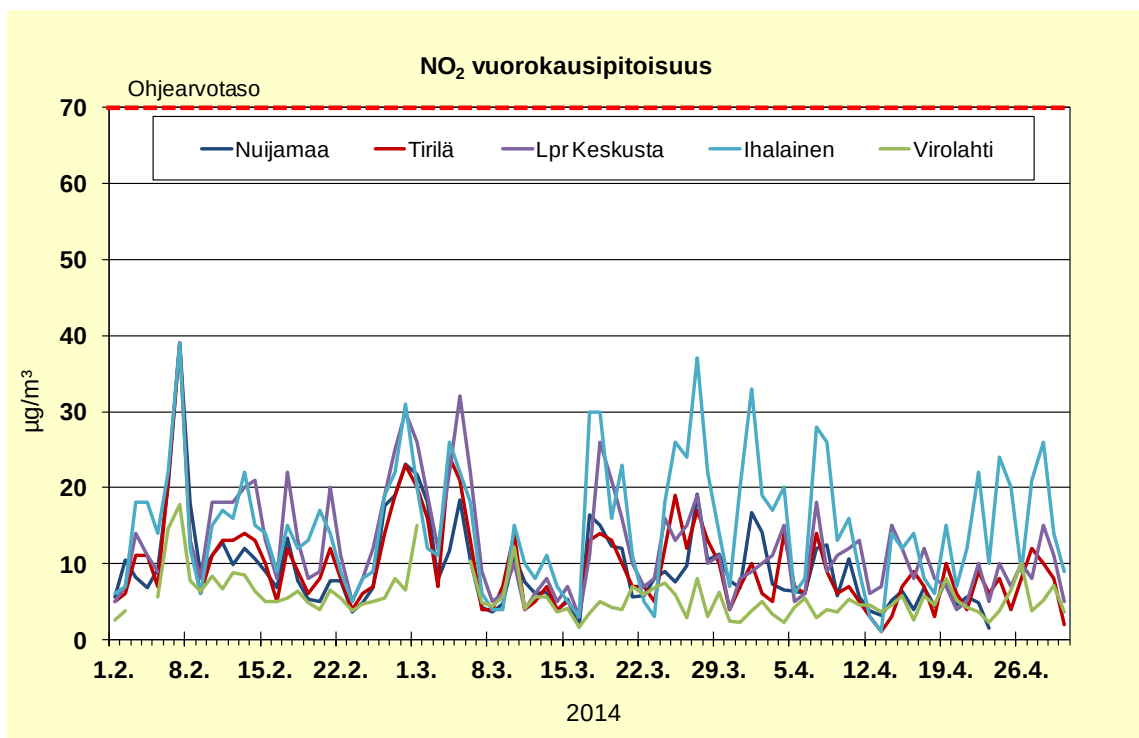
Kuva 6.6. Typpidioksidipitoisuuden kuukausikeskiarvot helmi-huhtikuussa 2014 Nuijamaalla, Lappeenrannan kaupungin alueella (*Imatran kaupunki, 2014*) sekä Virolahdella.



Kuva 6.7. Typpidioksidipitoisuuden vuorokausiohjearvoon verrattavat pitoisuudet helmi-huhtikuussa vuonna 2014 Nuijamaalla, Lappeenrannan kaupungin alueella (*Imatran kaupunki, 2014*) sekä Virolahdella. Ohjearvotaso, 70 µg/m³, on merkitty kuvaan punaisella vaakaviivalla.



Kuva 6.8. Typpidioksidipitoisuuden tuntiohjearvoon verrattavat pitoisuudet helmihuhtikuussa 2014 Nuijamaalla, Lappeenrannan kaupungin alueella (*Imatran kaupunki, 2014*) sekä Virolahdella. Ohjearvotaso, 150 µg/m³, on merkitty kuvaan punaisella vaakaviivalla.



Kuva 6.9. Typpidioksidin vuorokausipitoisuudet helmi-huhtikuussa vuonna 2014 Nuijamaalla, Lappeenrannan kaupungin alueella (*Imatran kaupunki, 2014*) sekä Virolahdella. Ohjearvotaso, 70 µg/m³, on merkitty kuvaan punaisella katkoviivalla.

Hengitettävät hiukkaset

Lappeenrannan kaupungin alueella hengitettäviä hiukkasia mitataan Imatran mittausverkon toimesta kolmessa mittauspisteessä: keskustassa, Ihalaisessa ja Lauritsalassa. Lappeenrannan mittausasemista Keskusta 4 on tyypiltään liikenneasema. Ihalainen ja Lauritsala ovat ns. teollisuusasemia, joilla seurataan puunjalostusteollisuuden päästövaikutuksia. Kuitenkin esimerkiksi valtatie 6 lähellä sijaitsevalla Ihalaisen mittausasemalla tärkein päästölähde on tieliikenne. Ilmatieteen laitoksen lähin tausta-asema on Virolahden mittausasema, joka edustaa puhdasta maaseututausta-aluetta itärajalla.

Kuvissa 6.10 ja 6.11 on esitetty hengitettävien hiukkasten pitoisuuden kuukausikeskiarvot ja ohjearvoon verrattavat pitoisuudet helmi-huhtikuussa 2014 Nuijamaalla, Lappeenrannan kaupungin alueella keskustassa, Ihalaisessa ja Lauritsalassa (*Imatran kaupunki, 2014*) sekä Ilmatieteen laitoksen Virolahden mittausasemalla. Kuvassa 6.12 on vielä esitetty hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudet helmi-huhtikuussa vuonna 2014 Nuijamaalla, Lappeenrannan kaupungin alueella sekä Virolahdella.

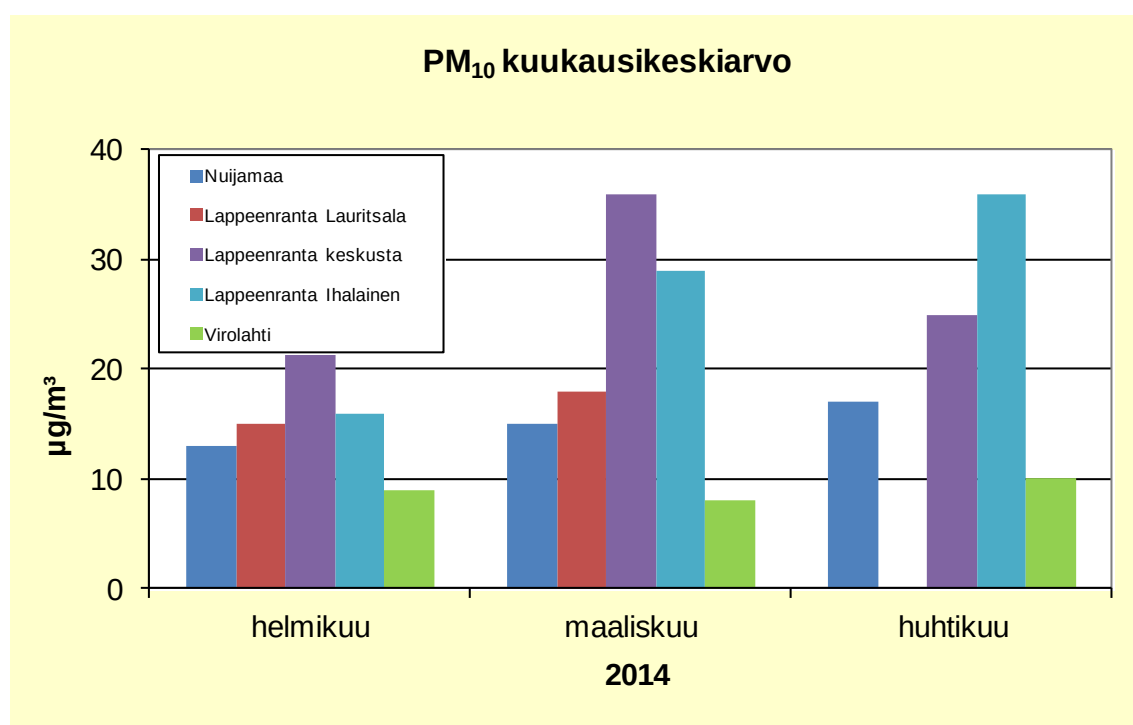
Ihalaisessa ja Lauritsalassa mittalaitteena on TEOM 1400a, jonka mittausperiaate on värähtelevä mikrovaaka ja Virolahden tausta-asemalla ja Lappeenrannan keskustassa betasäteilyn vaimenemiseen perustuva Eberline. Tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia, varsinkin kun Imatran kaupungilla ei ole ollut hiukkasmittaus tulosten käsittelyssä käytössä vertailumittausten mukaisia ekvivalenttisuuskorjauksia.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuorokausiohjearvo ylittyi maaliskuussa 2014 Lappeenrannan keskustan, Ihalaisen ja Lauritsalan mittausasemilla sekä huhtikuussa 2014 Ihalaisen mittausasemalla. Nuijamaalla hiukkaspitoisuudet olivat sekä ohjearvoon verrannollisina pitoisuuksina että kuukausikeskiarvoina huhtikuuta lukuun ottamatta pienempiä kuin Lappeenrannan kaupunkialueen mittausasemilla. Huhtikuussa 2014 Nuijamaan mittausaseman hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrannollinen pitoisuus oli suurempi kuin Lappeenrannan keskustan mittausaseman vastaava pitoisuusarvo, mutta pienempi kuitenkin kuin Ihalaisen mittausasemalla. Kaupunkien keskusta-alueiden kadut puhdistetaan keväisin tehokkaasti hiekoitushiekasta, mutta valtateillä puhdistusta tehdään lähinnä siltakohteissa ja muualla vain erityistarpeesta, kuten esim. sora- tai turvelastista pudonneen/irronneen materiaalin takia.

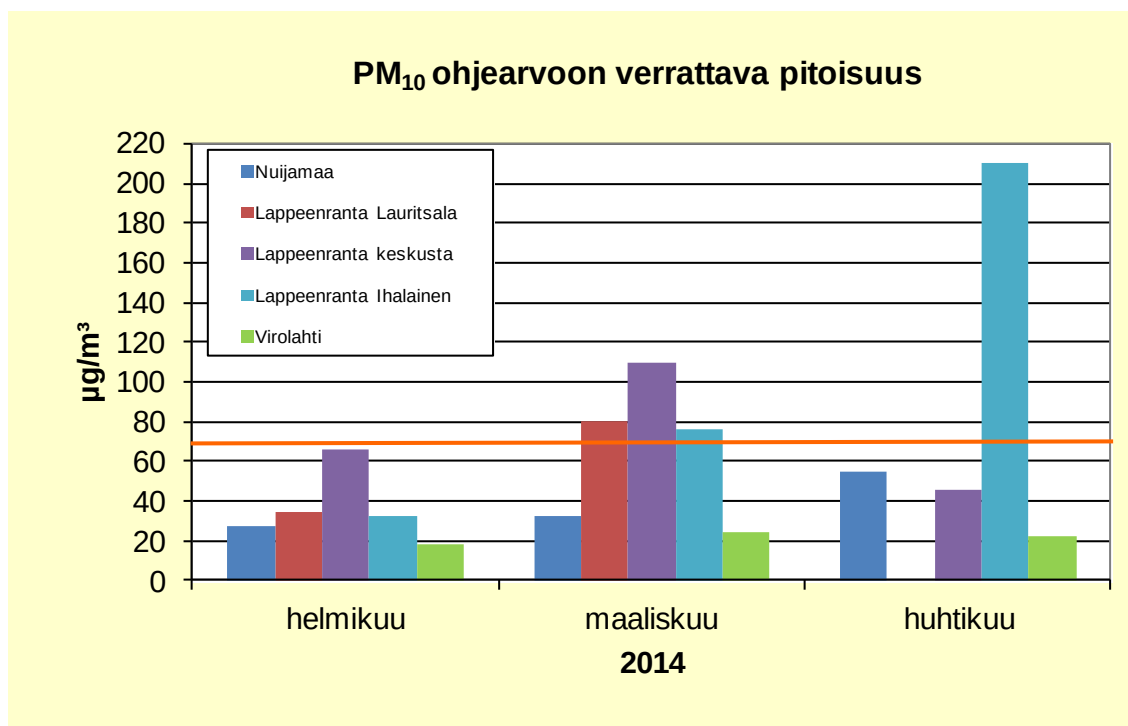
Nuijamaan mittauspisteessä hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudet ylittivät 23. – 24.4.2014 molempina päivinä $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kyseiset päivät olivat Nuijamalla jonkin verran vilkkaampia raskaan liikenteen päiviä Venäjän lopetettua TIR-kuljetusten vastaanoton Vaalimaan raja-asemalla. Kyseisinä päivinä tuulen suunta vaihteli lounaan ja pohjoisen välillä ja 24.4. vastaisena yönä ja aamulla oli tyynä. Pitoisuuksien kohoamiseen ovat tällöin vaikuttaneet valtatie liikenne ja sen nostattama pöly sekä osittain myös liikennöinti mittauspisteen pohjois-koillispuolella sijainneella Lapplandia Marketin pysäköintialueella. Raskas liikenne vaikuttaa hiukkaspitoisuuksiin voimakkaammin paitsi huomattavasti suuremmilla suorilla hiukkaspäästöillä, myös nostattamalla enemmän pölyä tien pinnasta kuin kevyempi liikenne.

Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuus ylitti $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ myös 18.3.2014, jolloin korkeimmat tuntipitoisuudet mitattiin aamuyöllä tyynessä tilanteessa lämpötilan laskettua edellisiltana alle -10 asteeseen.

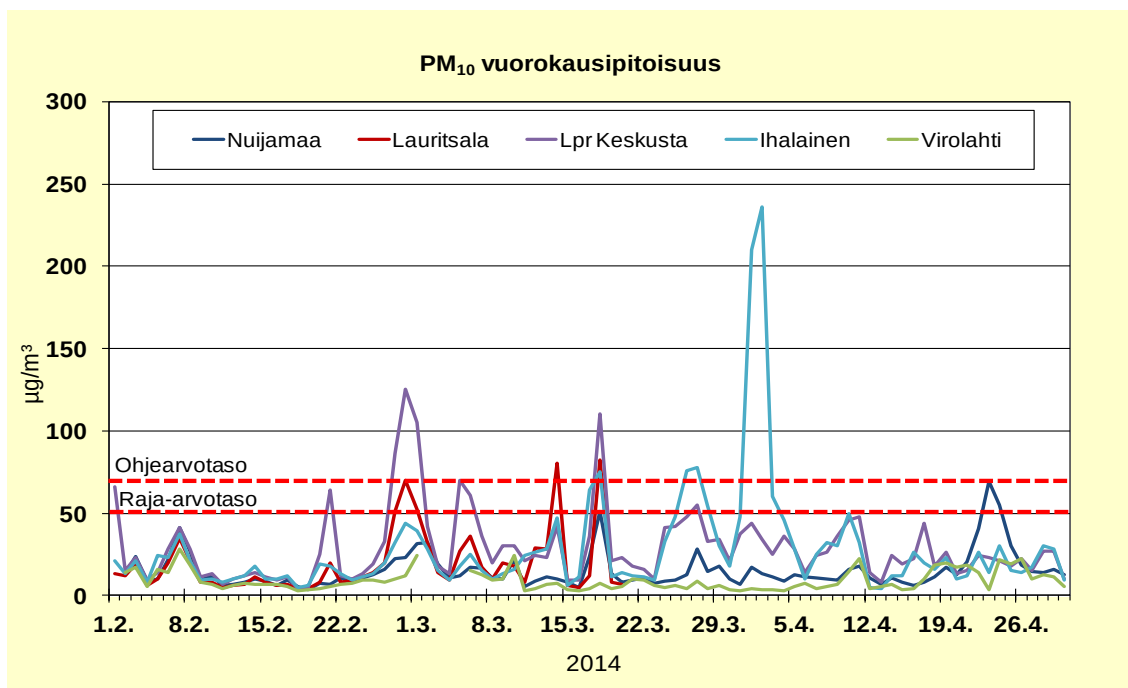
Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuorokausiohjearvon ylitykset ovat yleisiä maamme taajamissa kevätkuukausina, jolloin hiukkaspitoisuudet ovat tyypillisesti suurimmillaan. Teille ja kaduille kerääntynyt hiekoitushiekka jauhautuu talven aikana hienoksi pölyksi ja toisaalta nastarenkaat kuluttavat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



Kuva 6.10. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden kuukausikeskiarvot helmi-huhtikuussa 2014 Nuijamaalla, Lappeenrannan kaupungin alueella (*Imatran kaupunki, 2014*) sekä Virolahdella.



Kuva 6.11. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvoon verrattavat pitoisuudet helmi-huhtikuussa 2014 Nuijamaalla, Lappeenrannan kaupungin alueella (*Imatran kaupunki, 2014*) sekä. Ohjearvotaso, 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, on merkitty kuvaan punaisella vaakaviivalla.



Kuva 6.12. Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudet helmi-huhtikuussa vuonna 2014 Nuijamaalla, Lappeenrannan kaupungin alueella (*Imatran kaupunki, 2014*) sekä Virolahdella. Raja-arvotaso 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja ohjearvotaso 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ on merkitty kuvaan punaisella katkoviivalla.

7 YHTEENVETO

Ilmatieteen laitos suoritti ilmanlaatumittauksia Nuijamaalla ajanjaksolla 30.1.–30.4.2014 osana valtatie 13 Lappeenranta-Nuijamaa -hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettelyä. Mittausasema sijaitsi valtatie 13 varrella, 1,5 kilometrin etäisyydellä Nuijamaan raja-asemasta. Mittausasemalla mitattiin ulkoilmasta typen oksidien ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia sekä ko. pitoisuustulosten tulkintaa varten säätietoja (tuulen suunta ja nopeus, ulkoilman lämpötila, suhteellinen kosteus, ilmanpaine). Mittaustuloksia pystyi seuraamaan myös Internet-sivustolta, jolla esitettiin reaaliaikaisesti typenoksidi- ja hiukkaspitoisuuksien sekä säätietojen lisäksi ilmanlaatua kuvaavan ilmanlaatuindeksin arvot.

Nuijamaalla mitatut typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuudet eivät ylittäneet kotimaisia ilmanlaadun ohjearvoja. Ohjearvoihin verrannolliset typpidioksidin tuntipitoisuudet vaihtelivat välillä 23–29 % ohjearvosta. Vuorokausipitoisuudet vaihtelivat välillä 20–33 % ohjearvosta. Suurimmat typpidioksidin ohjearvoihin verrattavat pitoisuudet mitattiin helmikuussa.

Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat pitoisuudet olivat 39–79 % vuorokausiohjearvosta. Ohjearvoon verrannolliset pitoisuudet olivat suurimmillaan huhtikuussa.

Ilmanlaadun raja-arvoja verrataan kalenterivuoden aikana mitattuihin pitoisuuksiin. Nuijamaalla helmi-huhtikuussa 2014 mitattuja pitoisuuksia voidaan siten verrata vain suuntaa antavasti ilmanlaadun raja-arvoihin. Nuijamaalla helmi-huhtikuussa mitatut typpidioksidipitoisuudet eivät ylittäneet ilmanlaatuasetuksessa annettuja raja-arvoja. Tuntiraja-arvotaso $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ei ylittynyt kertaakaan, kun ylityksiä sallitaan 18 kpl kalenterivuodessa. Yhdeksänneksitoista suurin tunti-arvo oli $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli 20 % raja-arvosta. Mittausajanjakson typpidioksidipitoisuuden keskiarvo oli $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli 23 % raja-arvosta $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuorokausiraja-arvon taso, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ylittyi 3 kertaa, kun sallittujen ylitysten määrä on 35 kpl kalenterivuodessa. 36. suurin vuorokausiarvo oli $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli 26 % raja-arvosta. Mittausajanjakson hengitettävien hiukkasten pitoisuuden keskiarvo oli $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli 38 % raja-arvosta.

Mitattujen ilman epäpuhtauspitoisuuksien perusteella lasketaan ilmanlaadun indeksi, joka kuvaa vallitsevaa ilmanlaatutilannetta (hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono, erittäin huono). Indeksien laskentaan käytettiin typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuuksia. Tunneittaiset indeksiarvot ja mitatut tuntipitoisuudet ovat olleet mittausten alusta lähtien nähtävillä mittausten [www-sivuilla](http://www.sivuilla) reaaliaikaisesti ja historiatietoina. Indeksillä ilmaistuna ilmanlaatu oli Nuijamaalla hyvää 54 %, tyydyttävää 36 % ja välttävää 7 % päivistä. Ilmanlaatu oli huonoa 3 päivänä (3 % päivistä). Huonon ilmanlaadun aiheuttajana olivat hengitettävät hiukkaset lähinnä maaliskuun kevätpölytilanteissa.

Nuijamaalla mitattuja pitoisuuksia verrattiin Ilmatieteen laitoksen Virolahden taustasemalla ja Lappeenrannan kaupungin ilmanlaadun mittausasemilla mitattuihin vastaavan ajan pitoisuuksiin. Typpidioksidipitoisuudet olivat Nuijamaalla kuukausikeskiarvoina ja vuorokausiohjearvoon verrannollisina pitoisuuksina matalampia kuin Lappeenrannan keskustassa ja Ihalaisessa ja samalla tasolla Lappeenrannan Tiri-

lässä mitattujen kanssa. Nuijamaalla hiukkaspitoisuudet olivat sekä ohjearvoon verrannollisina pitoisuuksina että kuukausikeskiarvoina huhtikuuta lukuun ottamatta pienempiä kuin Lappeenrannan kaupunkialueen mittausasemilla. Virolahden tausta-aseman typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuuksiin verrattuna Nuijamaan pitoisuudet olivat selvästi korkeampia.

Nuijamaan ilmanlaatumittaukset suoritettiin talvi- ja kevätkaukausina, jolloin ilmanlaatu tyypillisesti heikkenee ilmanlaadun kannalta epäedullisten meteorologisten olosuhteiden vuoksi. Kevättalvi 2014 oli kuitenkin poikkeuksellisen leuto, eikä pitkiä tyyniä pakkasjaksoja esiintynyt, jolloin ilmanlaatu olisi heikentynyt sääolosuhteiden vuoksi. Selvityksessä esitetyt tulokset eivät siten edusta keskimääräistä talvea. Varsinkin typpidioksidipitoisuudet olivat normaalia alhaisemmalla tasolla.

VIITELUETTELO

Ilmanlaatuportaali, 2014. Ilmatieteen laitoksen ylläpitämä palvelu, josta on saatavilla mittaustiedot ja historiatietoja pitoisuuksista lähes kaikilta Suomen ilmanlaadun seuranta-aseilta: www.ilmanlaatu.fi

Ilmatieteen laitos, 2014. Ilmastokatsaukset tammi-huhtikuu 2014. Ilmatieteen laitos, Ilmastokeskus, Helsinki.

ILSE, 2014. Ilmatieteen laitoksen ilmanlaadun seurannan tietojärjestelmä.

Imatran kaupunki, 2014. Lappeenrannan ilmanlaadun mittausasemien tulokset helmi-huhtikuussa 2014.

Kaakkois-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus), 2014. Yhteysviranomaisen lausunto ympäristövaikutusten arviointiohjelmasta, Valtatie 13 Lappeenranta-Nuijamaa. Lausunto 6.3.2014.

Liikennevirasto, 2014. Sademäärän kuukausikeskiarvot VT13 Nuijamaa tiesäähavaintoasemalta helmi-huhtikuussa 2014.

Salmi, J., Kauhaniemi, M. ja Lovén, K., 2014. Ilmanlaatuselvitys. Liikenteen typenoksidi- ja hiukkaspäästöjen leviämismallinnus valtatie 13 varrella välillä Lappeenranta-Nuijamaa. Ilmatieteen laitos, Asiantuntijapalvelut, Ilmanlaatu ja energia.

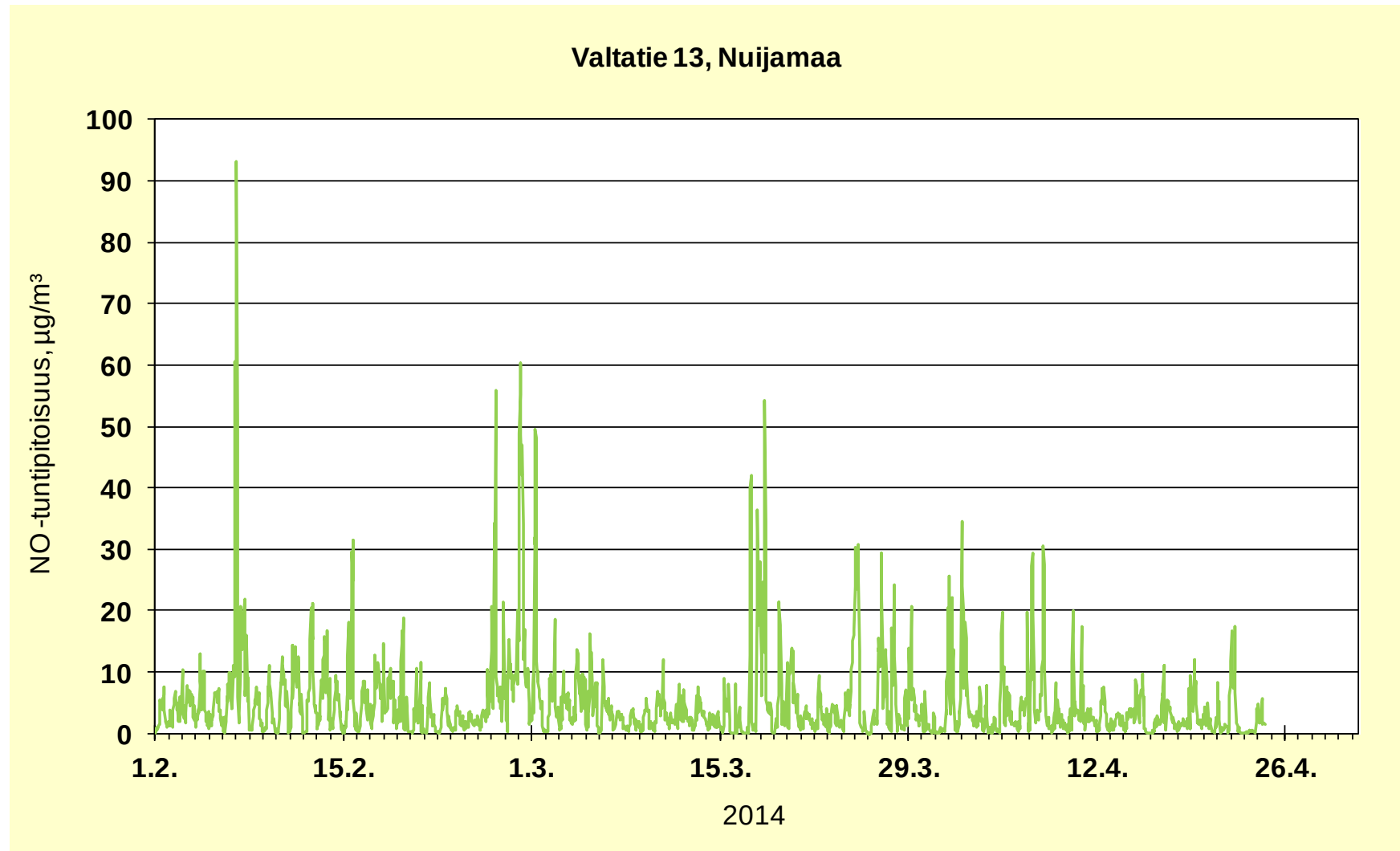
Tiira, 2014. Liikenneviraston tietopalvelujärjestelmä, Tiira-raportointiportaali. <https://extranet.liikennevirasto.fi>

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

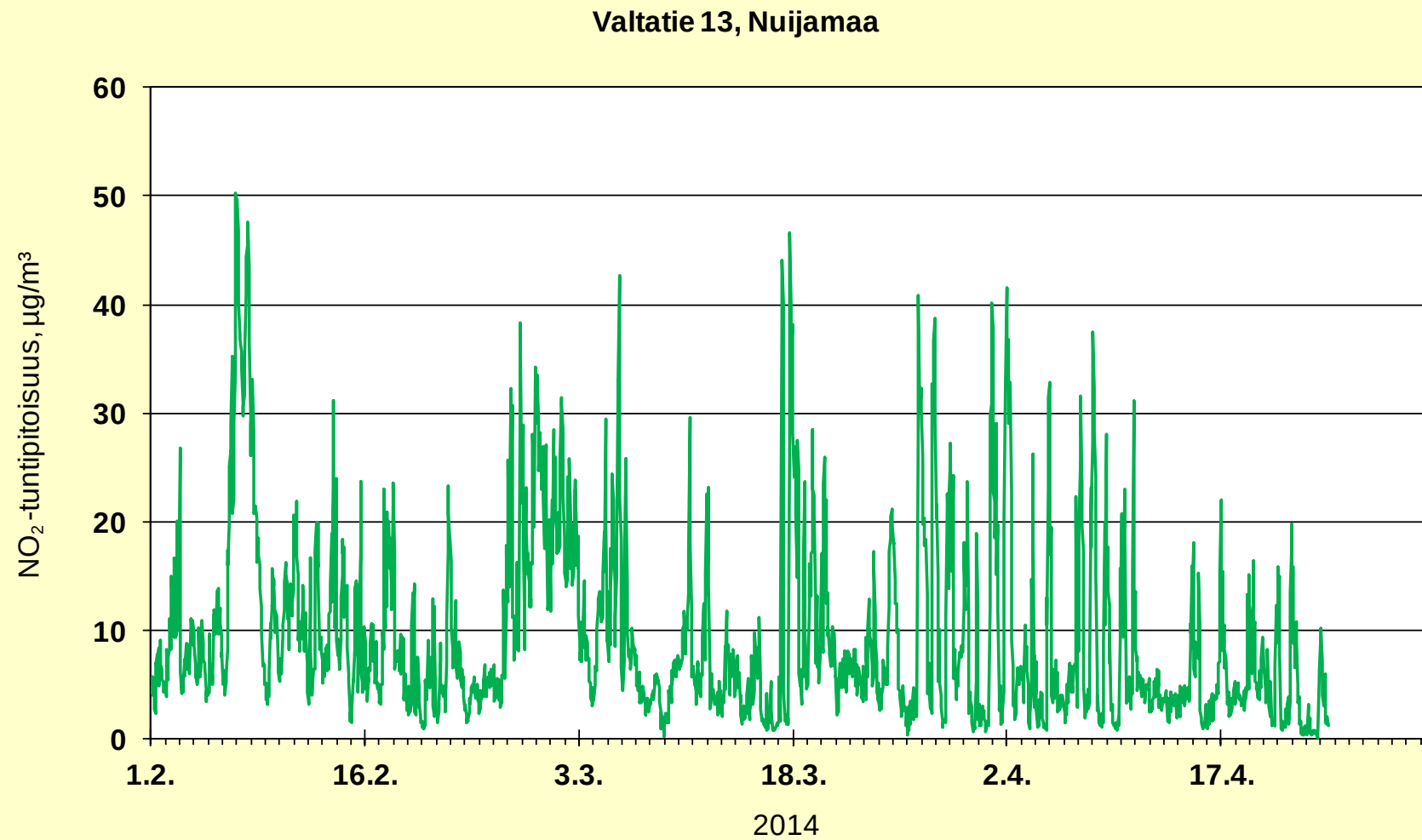
Vnp 480/96. Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvosta. Annettu Helsingissä 19.6.1996.

Walden, J., Hillamo, R., Aurela, M., Mäkelä, T. ja Laurila, S., 2010. Demonstration of the Equivalence of PM_{2.5} and PM₁₀. Measurement Methods in Helsinki 2007-2008. Tutkimuksia 2010:3. Ilmatieteen laitos, Helsinki.

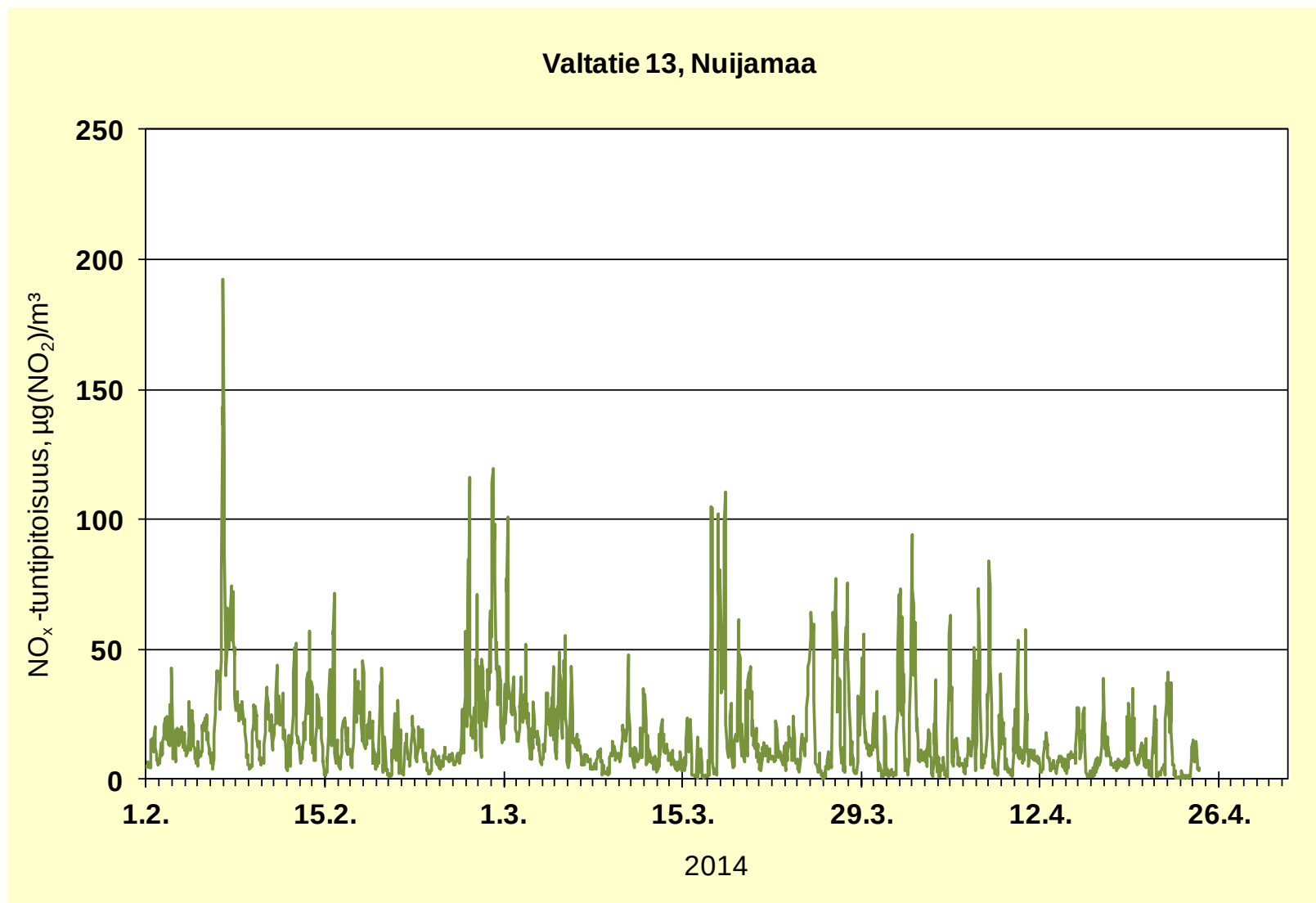
LIITEKUVAT



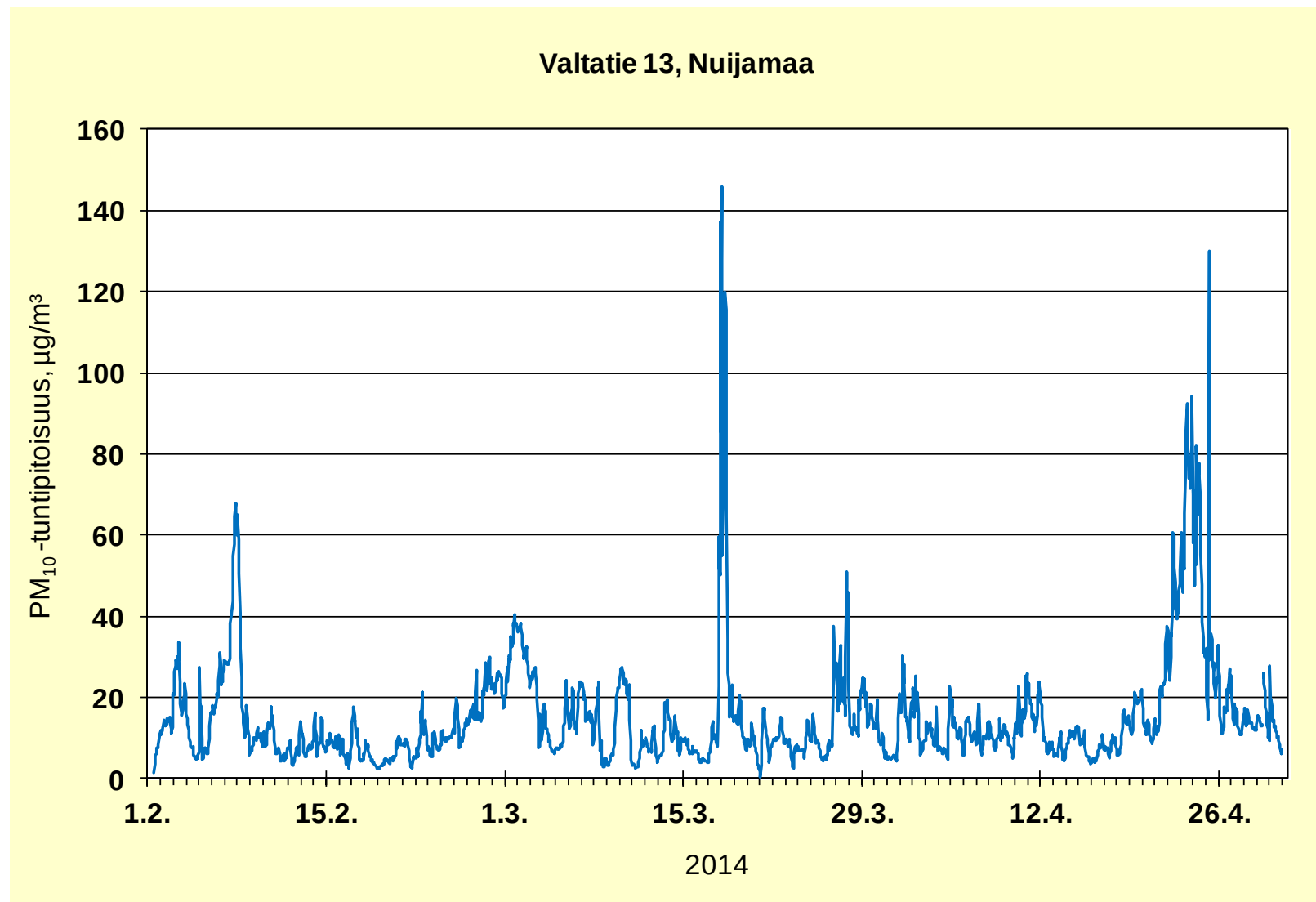
Liitekuva 1. Typpimonoksidin (NO) tuntipitoisuudet Nuijamaalla 1.2. – 30.4.2014.



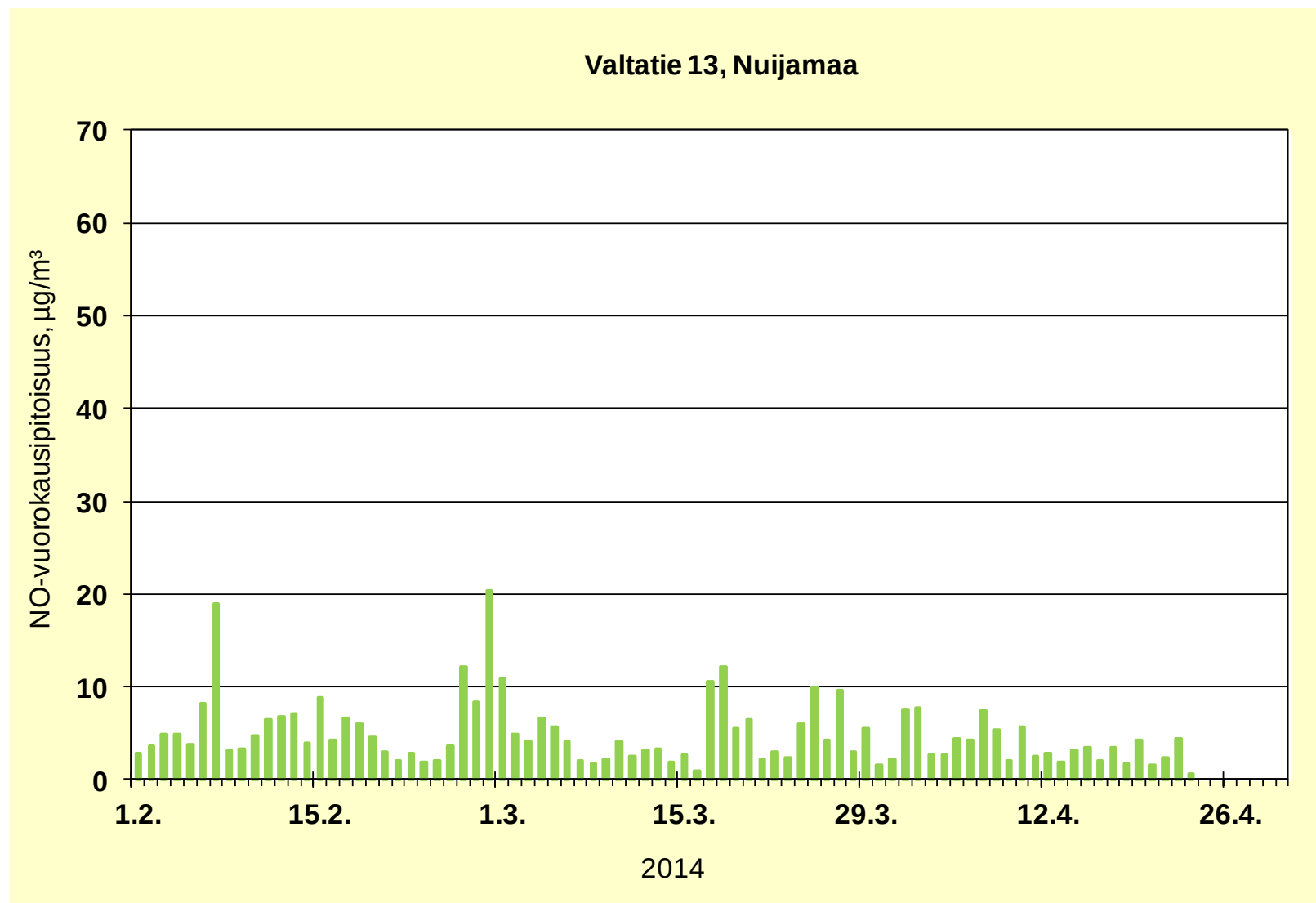
Liitekuva 2. Typpidioksidin (NO₂) tuntipitoisuudet Nuijamalla 1.2. – 30.4.2014.



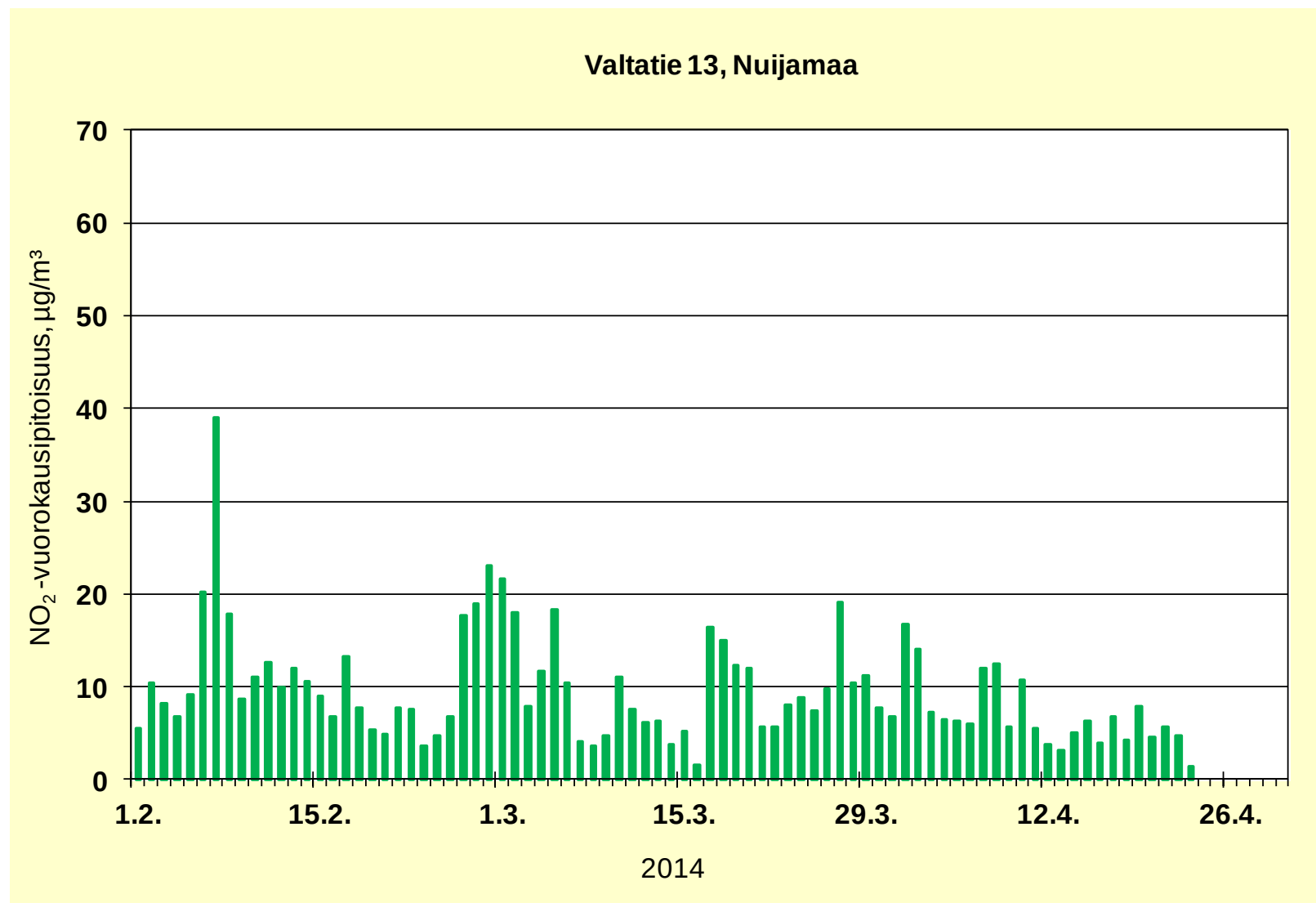
Liitekuva 3. Typen oksidien (NO_x) tuntipitoisuudet Nuijamaalla 1.2. – 30.4.2014.



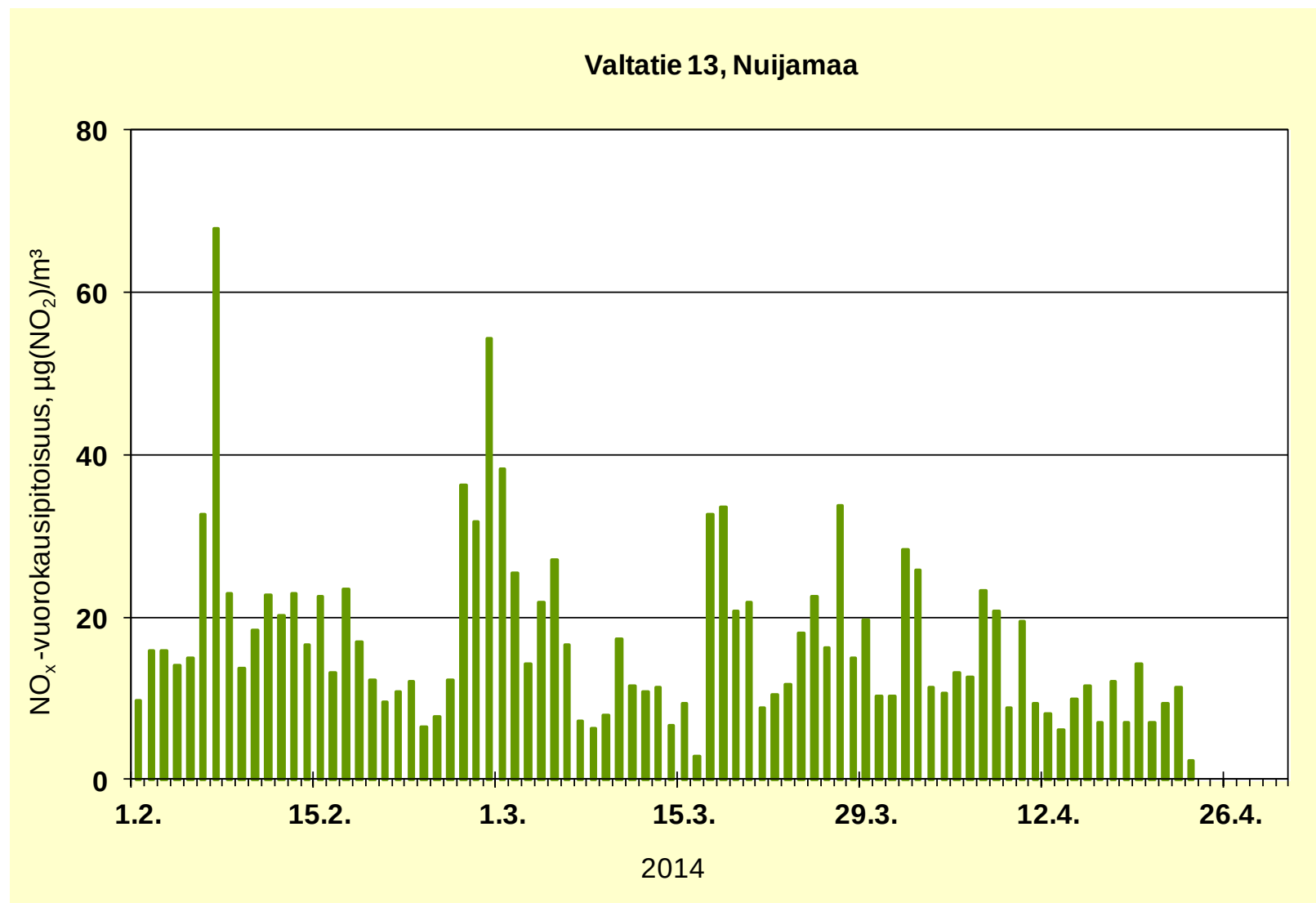
Liitekuva 4. Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) tuntipitoisuudet Nuijamaalla 1.2. – 30.4.2014.



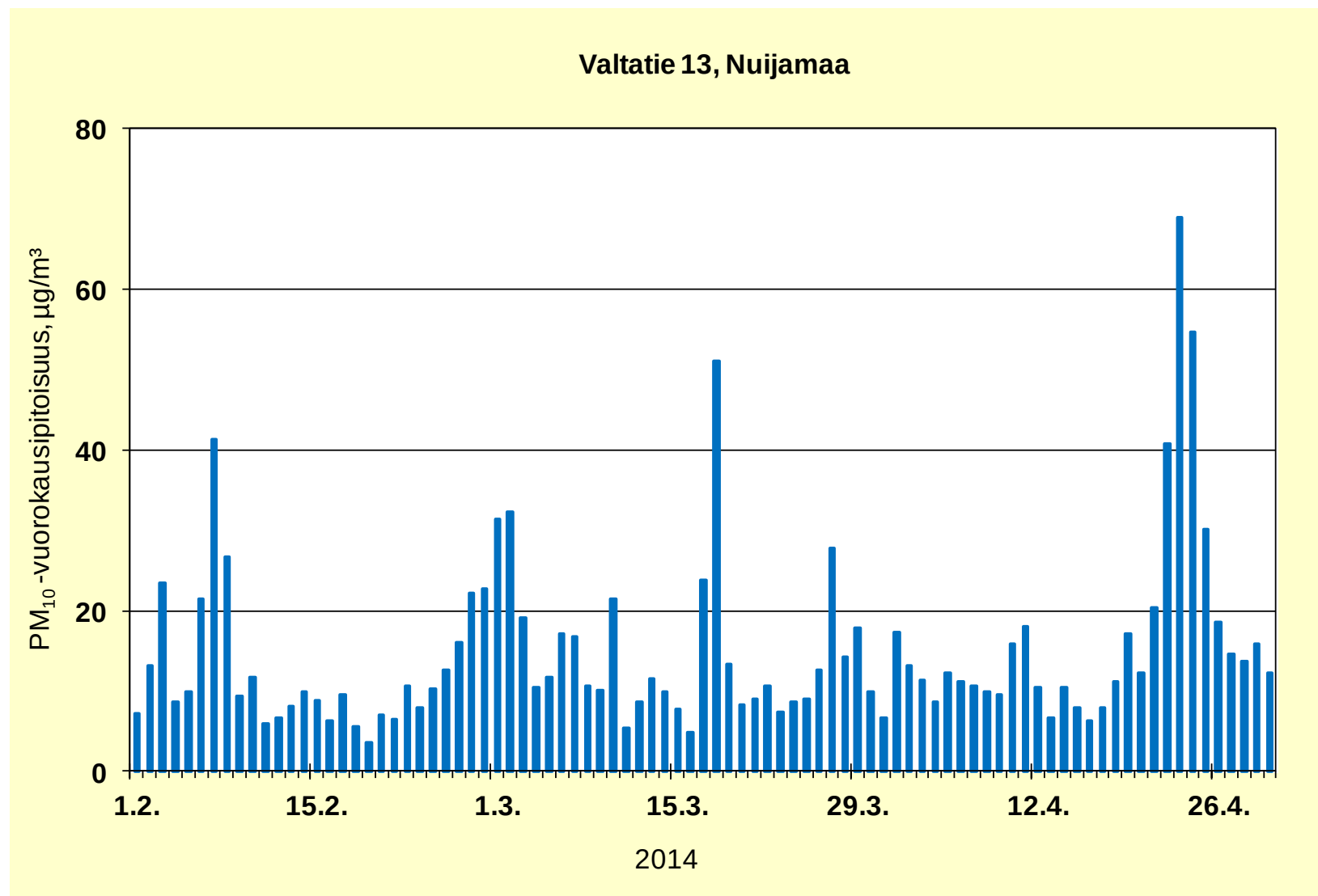
Liitekuva 5. Typpimonoksidin (NO) vuorokausipitoisuudet Nuijamaalla 1.2. – 30.4.2014.



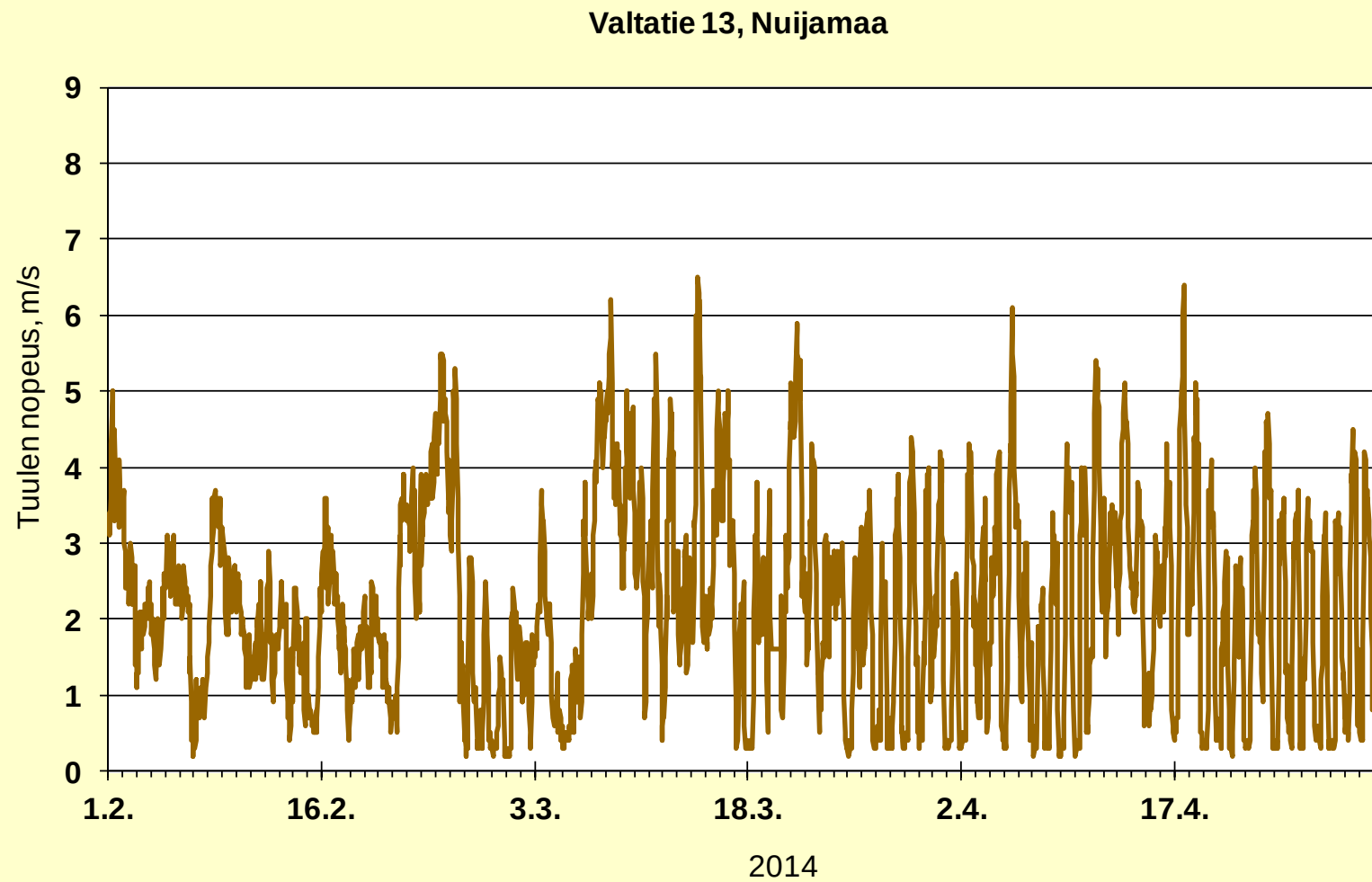
Liitekuva 6. Typpidioksidin (NO₂) vuorokausipitoisuudet Nuijamaalla 1.2. – 30.4.2014.



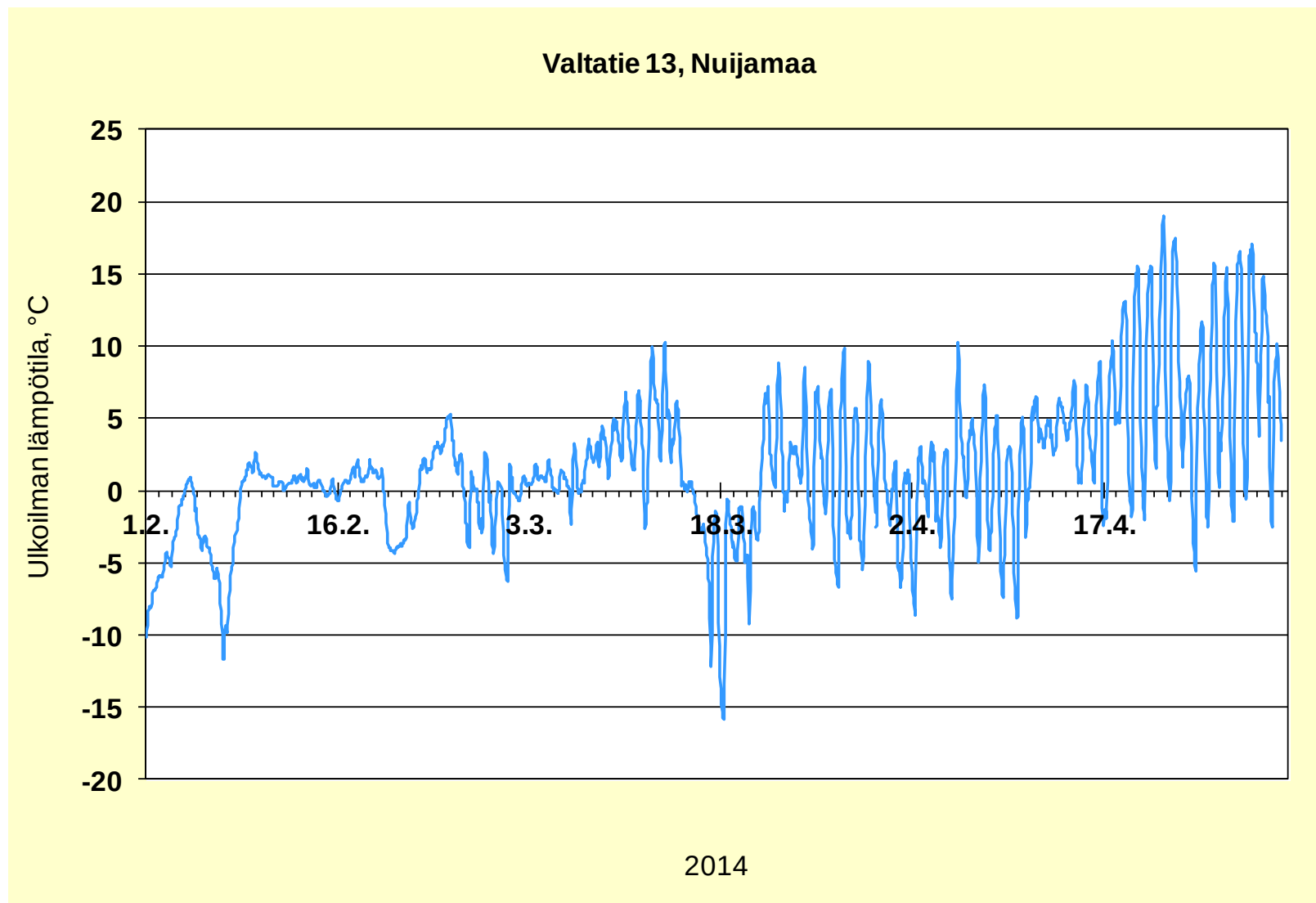
Liitekuva 7. Typen oksidien (NO_x) vuorokausipitoisuudet Nuijamaalla 1.2. – 30.4.2014.



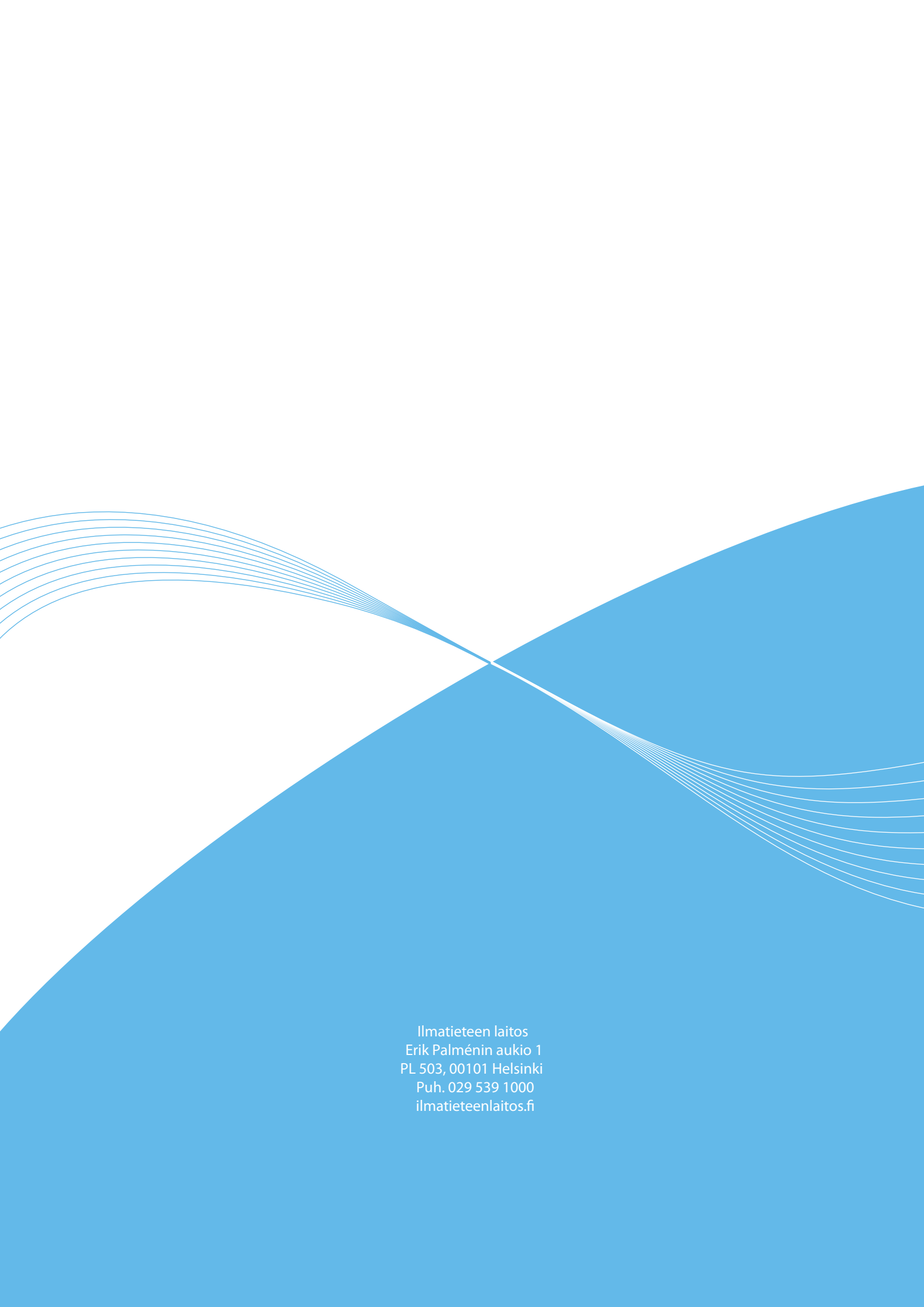
Liitekuva 8. Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) vuorokausipitoisuudet Nuijamaalla 1.2. – 30.4.2014.



Liitekuva 9. Tuulen nopeuden tunti-arvot Nuijamaalla 1.2. – 30.4.2014.



Liitekuva 10. Ulkoilman lämpötilan tuntiarvot Nuijamaalla 1.2. – 30.4.2014.

The background features a large, solid blue area at the bottom, which transitions into a white area at the top. A series of thin, blue, wavy lines curve across the middle of the page, creating a sense of movement and depth. These lines appear to be part of a larger, continuous wave pattern that spans the width of the image.

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