



Oulun ilmanlaatu

Mittaustulokset 2015

Julkaisu 3/2016

OULU | Oulun seudun
ympäristötoimi

Oulu Capital
of Northern
Scandinavia 

Sisälllys

JOHDANTO.....	1
TIIVISTELMÄ.....	2
ILMANLAADUN SEURANTAA KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ.....	3
MITTAUSTOIMINTA	4
SÄÄTIEDOT.....	5
HIUKKASET.....	6
HENGITETTÄVÄT HIUKKASET (PM ₁₀).....	7
TYPEN OKSIDIT.....	10
TYPPIDIOKSIDI.....	11
OTSONI (O ₃).....	13
HIILIMONOKSIDI	14
HAISEVIEN RIKKIYHDISTEIDEN KOKONAISMÄÄRÄ (TRS).....	15
RIKKIDIOKSIDI	17
ILMANLAATUINDEKSI.....	18
PÄÄSTÖT.....	19
LIITTEET.....	20

Oulun kaupunki
 Oulun seudun ympäristötoimi
 Julkaisu3/2016
 ISSN 2343-2977

JOHDANTO

Tässä raportissa on esitetty Oulun ilmanlaadun mittaustulokset sekä tiedot ilman epäpuhtauksien päästömääristä vuodelta 2015. Ilmanlaadun seuranta vuonna 2015 toteutettiin vuosia 2012 - 2016 koskevan Oulun ilmanlaadun seurantasopimuksen mukaisena. Tarkkailun kustannuksista ovat vastanneet Oulun kaupunki (Oulun seudun ympäristötoimi), Oulun Energia Oy, Stora Enso Oyj, Kemira Chemicals Oy, Tamminco Finland Oy, Laanilan Voima Oy, Arizona Chemical Oy, Paroc Oy Ab, Fermion Oy, Adven Oy, Lemminkäinen Infra Oy ja Oulun Satama Oy. Käytännön mittaustoiminnasta ja tarkkailuraportin laadinnasta on vastannut Oulun seudun ympäristötoimi.

Ajantasaista tietoa Oulun ilmanlaadusta on esillä Oulun seudun ympäristötoimen kotisivuilla: <http://www.ouka.fi/oulu/ymparisto-ja-luonto/ilmanlaatu> sekä Ilmatieteen laitoksen ylläpitämässä ilmanlaatuportaalissa: <http://www.ilmanlaatu.fi/>, jossa voi seurata koko Suomen ilmanlaatutilannetta. Portaaliin on koottu myös vuositilastot, jotka sisältävät keskeiset tiedot ilmansaasteiden pitoisuuksista Suomessa: http://www.ilmanlaatu.fi/tarkistetut_tulokset/vuositilastot/2014/vuosi_2014.php

Oulun kaupunki
 Oulun seudun ympäristötoimi
 PL 34
 90015 Oulun kaupunki

Lisätietoja:
 Heikki Orava
 p. 044 703 6762
 heikki.orava@ouka.fi

TIIVISTELMÄ

Merkittävimmät ilmanlaatuun vaikuttavat tekijät Oulussa ovat autoliikenne, teollisuus ja energiantuotanto. Autojen moottoritekniikan kehityksen myötä liikenteen päästöt ovat kääntyneet laskuun, mutta myönteistä kehitystä hidastaa lisääntyvät liikennemäärät. Liikenteen aiheuttamat häkäpitoisuudet ovat nykyisin alhaisia, mutta sen sijaan typpidioksidipitoisuudet ovat pienentyneet vain vähän. Kevätpölyaikaan hiukkaspitoisuudet ovat viime vuosina olleet aiempaa alhaisempia. Haisevat rikkiyhdisteet aiheuttavat ajoittain hajuhaittaa, vaikka niiden päästöt ovat viime vuosina olleet alhaisia.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksissa voidaan viime vuosina havaita myönteinen kehitys. Selkeimmin pitoisuudet ovat pienentyneet kevään katupölykaudella. Pitoisuuksien alenemiseen on vaikuttanut hiekoitushiekanpoistossa käytettyjen työmenetelmien kehittäminen ja pölypitoisuuksien kohotessa suoritettu pölynsidonta. Vuonna 2015 hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat viime vuosia pienempiä. Pitoisuuksia pienensi sateinen kevät ja kesä, mutta myös talviajan pitoisuudet olivat tavanomaista pienempiä. Raja-arvotason ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ylittäviä pitoisuuksia mitattiin sekä keskustassa että Pyykösjärvellä yksi.

Vuonna 2015 typpidioksidipitoisuudet olivat edellisen vuoden lailla vuoden alkupuoliskolla aikaisempia vuosia alhaisempia. Pitoisuuksia pienensivät lämpimät talvikaudet sekä sateinen kevät ja kesä. Mittausjaksolla vuodesta 1991 alkaen pitoisuuksissa voidaan havaita laskua, mihin on syynä autojen moottoritekniikan ja polttoaineneiden kehitys. Myönteistä kehitystä on hidastanut lisääntyneet liikennemäärät. Ohjearvoihin verrattuna pitoisuudet olivat korkeimmillaan keskustassa 76 % ja Pyykösjärvellä 54 % vuorokausiohjearvosta.

Vuonna 2015 otsonin Korkeimmat pitoisuudet olivat selkeästi pienempiä kuin edellisinä vuosina. Kuten typpidioksidin ja hiukkasten kohdalla pienempiin pitoisuuksiin oli syynä kevään ja kesän sateisuus. Otsonipitoisuudet vaihtelevat vuodenajan mukaan ja tyypillisesti ne ovat korkeimmillaan em. vuodenaikaan.

Nuottasaaren alueen päästöjen pienenemisen myötä haisevien rikkiyhdisteiden pitoisuudet ja hajuhaittaa kuvaavien hajutuntien määrät ovat Nokelan mittauksissa viime vuosina edelleen pienentyneet. Pitoisuudet voivat kuitenkin nykyisinkin kohota lyhytaikaisesti korkeiksi haisevien rikkiyhdisteiden talteenottoon liittyvissä häiriötilanteissa. Ohjearvoon verrattuna pitoisuudet olivat korkeimmillaan 6 % ohjearvosta (vuorokausiohjearvo $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Vuonna 2015 rikkidioksidipitoisuudet olivat syyskuuta lukuun ottamatta kahden edellisen vuoden lailla aiempia vuosia alhaisempia. Rikkidioksidipitoisuudet ovat Oulussa olleet alhaisia 1990-luvun alusta alkaen. 1980-luvun aikana pitoisuudet laskevat voimakkaasti, mihin oli syynä energiantuotannon keskittäminen, vähärikkisemmät polttoaineet, voimaloiden rikinpoisto ja teollisuuden prosessipäästöjen pieneneminen. Vuosina 1995 – 2012 pitoisuuksissa ei voida havaita vuosien välistä eroa, mutta vuodesta 2013 alkaen pitoisuudet pienenevät edelleen.

Vuonna 2015 ilmanlaatu oli Oulun keskustassa erittäin huono 5 tuntia, huono 16, välttävä 178 (2,0 % ajasta), tyydyttävä 1575 (18,0 %) ja hyvä 6870 tuntia (78,4 %). Asuntoalueilla ilmanlaatu oli erittäin huono 2 tuntia, huono 8, välttävä 71 (0,8 % ajasta), tyydyttävä 589 (6,7 %) ja hyvä 8081 tuntia (92,3 %). Sateisesta keväästä ja alkukesästä johtuen kevätpölykauden hiukkaspitoisuudet pysyivät alhaisina, minkä ansiosta hyvien ilmanlaatatuntien osuus oli edellisvuosia suurempi.

Vuonna 2015 Oulun yhteenlasketut rikkidioksidipäästöt olivat noin 1340 t, haisevien rikkiyhdisteiden päästöt 14 t, typpidioksidipäästöt 2850 t, hiukkaspäästöt 180 t, hiilivetypäästöt 330 t ja hiilimonoksidipäästöt 3870 t. Laitosten ilmoittamat ja liikenteestä peräisin olevat fossiilisten polttoaineiden hiilidioksidipäästöt olivat yhteensä noin 1 325 200 t. Oulun Energia Oy:n voimalaitosten osuus näistä oli 45 %, Stora Enso Oyj:n 20 %, Laanilan Voima Oy:n 10 % ja liikenteen 22 %. Biopolttoaineista peräisin olevat hiilidioksidipäästöt olivat noin 1 764 400 t, joista Stora Enso Oyj:n osuus oli 78 %, Oulun Energia Oy:n voimalaitosten 19 % ja Laanilan Voima Oy:n 3 %.

ILMANLAADUN SEURANTAA KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ

Ilmanlaadun seurannan perusteet ovat ympäristönsuojelulaisissa (527/2014), jonka mukaan kunnan on alueellaan huolehdittava paikallisten olojen edellyttämästä tarpeellisesta ympäristön tilan seurannasta. Toiminnanharjoittajan on oltava selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista, ympäristöriskeistä ja niiden hallinnasta sekä haitallisten vaikutusten vähentämismahdollisuuksista (selvilläolovelvollisuus). Tarpeelliset määräykset päästöjen rajoittamisesta sekä tarkkailusta ja valvonnasta annetaan ympäristöluvassa. Lupaviranomainen voi tarvittaessa määrätä useat luvanhaltijat yhdessä tarkkailemaan toimintojensa vaikutuksia. Seurantatiedot on julkistettava ja niistä on tiedotettava tarvittavassa laajuudessa.

Ympäristönsuojelulakia täydentävät säännökset sisältyvät valtioneuvoston asetukseen ilmanlaadusta (38/2011). Siinä säädetään ilmanlaadun seurannan järjestämisestä, seurannan laatutavoitteista, ilmanlaatutietojen raportoinnista sekä väestölle tiedottamisesta ja väestön varoittamisesta. Asetuksessa on annettu raja-arvot rikkidioksidille, typpidioksidille, hiilimonoksidille, bentseenille, lyijylle, hiukkasille, tavoitearvot otsonipitoisuudelle, varoituskynnykset rikkidioksidille ja typpidioksidille sekä tiedotuskynnys otsonipitoisuudelle.

Raja-arvot (taulukko 1) määrittelevät suurimmat hyväksyttävät ilman epäpuhtauksien pitoisuudet, joiden rajoissa pysymisestä ilmansuojelusta vastaavien viranomaisten tulee huolehtia käytettävissä olevin keinoin. Otsonin tavoitearvot ja pitkän ajan tavoitteet (taulukko 2) ovat otsonin syntymekanismien vuoksi luonteeltaan vähemmän sitovia, ja näihin tavoitteisiin pyritään ensisijaisesti kansainvälisin ja valtakunnallisin toimin.

Ilmanlaatua koskevaan sääntelykokonaisuuteen kuuluvat myös valtioneuvoston asetus ilmassa olevasta arseenista, kadmiumista, elohopeasta, nikkelistä ja polysyklisistä aromaattisista hiilivedyistä (164/2007) sekä valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvoista (480/1996).

Koko EU:n alueella voimassa olevien raja-arvojen rinnalla kansallisilla ohjearvoilla (taulukko 3) on edelleen merkitystä, erityisesti haisevien rikkiyhdisteiden osalta,

joille ei ole säädetty EU:n alueella raja-arvoa. Ilmanlaadun ohjearvot on tarkoitettu ensi sijassa ohjeeksi viranomaisille ja niillä ilmaistaan ilmansuojelutyön päämääriä ja ilmanlaadun tavoitteita. Niitä sovelletaan mm. alueidenkäytön, kaavoituksen, rakentamisen ja liikenteen suunnittelussa ja ne tulee ottaa huomioon ympäristölupaa koskevassa lupaharkinnassa.

Taulukko 1. Ilmanlaadun raja-arvot.

Aine	Keskiarvon laskenta-aika ¹⁾	Raja-arvo ²⁾ µg/m ³	Sallittujen ylitysten määrä kalenterivuodessa	Ajankohta, jolloin pitoisuuksien viimeistään tulee olla raja-arvoa pienemmät
Rikkidioksidi (SO ₂)	1 tunti 24 tuntia	350 125	24 3	voimassa "
Typpidioksidi (NO ₂)	1 tunti kalenterivuosi	200 40	18 -	" "
Hiilimonoksidi (CO)	8 tuntia ³⁾	10 000	-	"
Bentseeni (C ₆ H ₆)	kalenterivuosi	5	-	"
Lyijy (Pb)	kalenterivuosi	0,5	-	"
Hiukkaset (PM ₁₀)	24 tuntia kalenterivuosi	50 40	35 -	" "
Hiukkaset (PM _{2,5})	kalenterivuosi	25	-	"

¹⁾Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa on noudatettava liitteen 9 perusteita.

²⁾Kaasumaisilla yhdisteillä tulokset ilmaistaan 293 K lämpötilassa ja 101,3 kPa paineessa. Lyijyn ja hiukkasten tulokset ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa.

³⁾Vuorokauden korkein 8 tunnin keskiarvo, joka valitaan tarkastelemalla 8 tunnin liukuvia keskiarvoja. Kukin kahdeksan tunnin jakso osoitetaan sille päivälle, jona jakso päättyi.

Taulukko 2. Otsonin tavoitearvot.

Peruste	Keskiarvon laskenta-aika tai tunnusluku ¹⁾	Tavoitearvo vuodelle 2010 ²⁾	Pitkän ajan tavoite ²⁾
Terveyshaittojen ehkäiseminen ja vähentäminen	8 tuntia ³⁾	120 µg/m ³ joka saa ylittyä enintään 25 päivänä kalenterivuodessa kolmen vuoden keskiarvona	120 µg/m ³ kalenterivuoden aikana
Kasvillisuuden suojeleminen	AOT40 ⁴⁾	18 000 µg/m ³ h viiden vuoden keskiarvona	6000 µg/m ³ h

¹⁾ Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa on noudatettava liitteen 9 perusteita.

²⁾ Tulokset ilmaistaan 293 K lämpötilassa ja 101,3 kPa paineessa.

³⁾ Vuorokauden korkein 8 tunnin keskiarvo valitaan tarkastelemalla 8 tunnin liukuvia keskiarvoja. Kukin 8 tunnin jakso osoitetaan sille päivälle, jona se päättyy.

⁴⁾ AOT40 lasketaan 1.5.–31.7. välisen ajan tuntiarvoista, jotka mitataan klo 9.00 – 21.00 välisenä aikana Suomen normaaliaikaa, joka on klo 10.00 – 22.00 Suomen kesäaikaa.

Taulukko 3. Ilmanlaadun ohjearvot.

Aine	Ohjearvo (293 K, 101,3 kPa)	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
Hiukkaset, 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
Tavoitearvo rikkilaskeumalle		
Ilman epäpuhtauksista järvi- ja metsäekosysteemeissä aiheutuvien vaikutusten ehkäisemiseksi Suomen metsätalousalueilla keskimäärin on pitkän ajan tavoitteena, että rikkilaskeuman vuosiarvo ei rikkinä ylitä 0,3 g/m ² . Tavoitearvoon tulee pyrkiä kansainvälisin ja kansallisin toimin.		

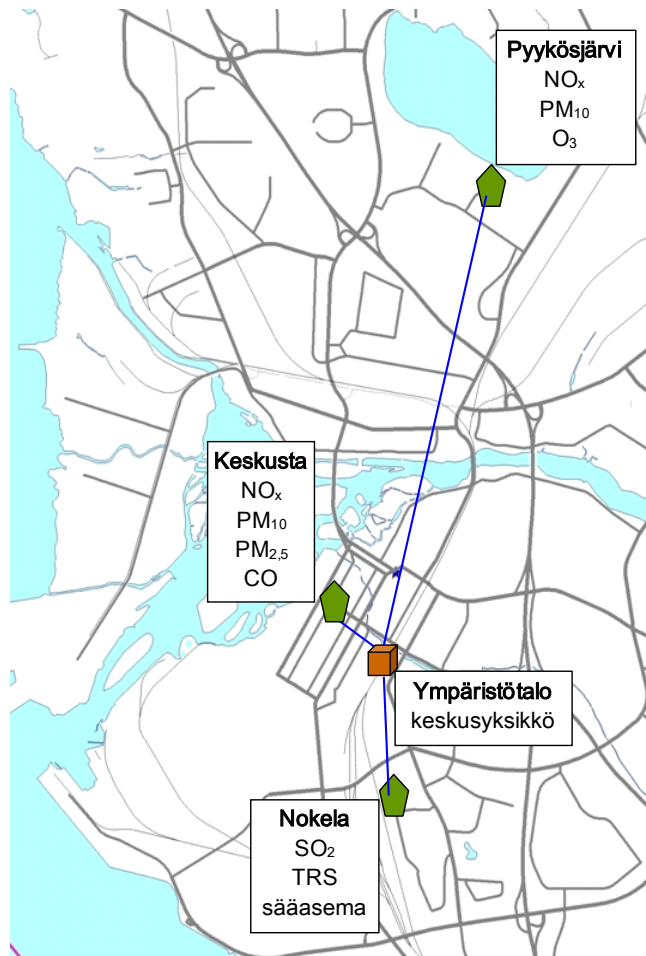
MITTAUSTOIMINTA

Ilmanlaadun automaattinen jatkuvatoiminen mittausverkosto käsitti vuonna 2015 keskusyksikön ja kolme mittausasemaa, joiden sijainti on esitetty kuvassa 1. Kaupungin **keskustassa** mitattiin typpidioksidi- (NO₂), typpimonoksidi- (NO), hiilimonoksidi- (CO) ja hiukkaspitoisuuksia (PM₁₀ sekä PM_{2,5}). **Nokelassa** mitattiin rikkidioksidia (SO₂) ja haisevien rikkiyhdisteiden kokonaismäärää (TRS) sekä säätietoja. **Pyykösjärvellä** mitattavat ilman epäpuhtaudet olivat typpidioksidi, typpimonoksidi, hiukkaset (PM₁₀) ja otsoni (O₃).

Nokelan mittausasema (SO₂ + TRS) on sijainnut nykyisellä paikallaan vuodesta 1979 lähtien. Säätietojen mittaus siirtyi kauppatorilta Nokelan mittausaseman yhteyteen vuonna 2010. Keskustassa on mitattu häkää vuodesta 1988, typen oksideja ja hengitettäviä hiukkasia (PM₁₀) vuodesta 1991 sekä pienhiukkasia (PM_{2,5}) vuodesta 2002 lähtien. Pyykösjärvellä mittaukset alkoivat vuonna 1991 (otsonimittaus 2007 alkaen).

Mittaustulokset ovat ohjearvoon verrannollisia vain, jos tulosten saatavuus vertailujaksolla on vähintään 75 %. Vuonna 2015 tulosten saatavuus kuukausittain tarkasteltuna oli alimmillaan 92,5 % (keskusta typen oksidit, heinäkuu).

Mittalaitteiden ohjaus sekä mittaustulosten keruu, käsittely ja osittain raportointi on hoidettu vuoden 2005 alusta alkaen Envieu2000 – ohjelmistokokonaisuudella. Mittausasema- ja laitetiedot sekä tulosten laadunvarmistus on esitetty tarkemmin liitteissä 4 ja 5.



Kuva 1. Oulun ilmanlaadun mittausverkosto vuonna 2015

SÄÄTIEDOT

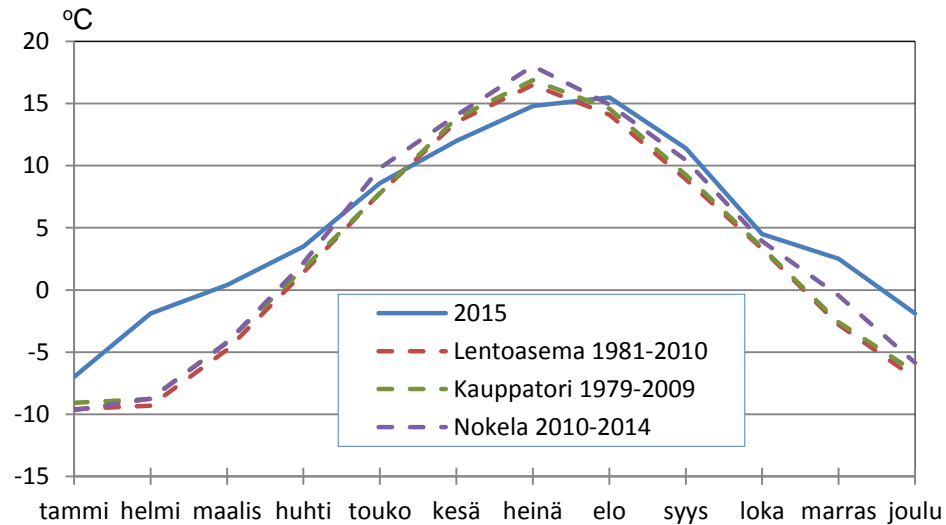
Ilman epäpuhtauksien leviämiseen ja esiintymiseen ilmassa vaikuttaa vallitseva säätilanne. Epäpuhtauksien pitoisuuksiin vaikuttavia keskeisiä säätekijöitä ovat lämpötila, tuuli ja sade.

Lämpötila

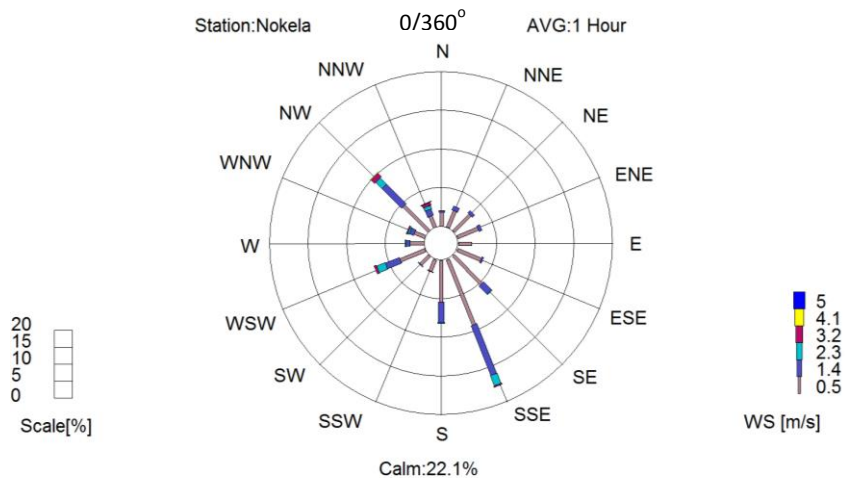
Taulukossa 4 on esitetty kuukauden keskilämpötilat Nokelassa vuonna 2015 ja vuosien 1979 – 2009 keskiarvo Oulun kauppatorilla sekä Oulunsalon lentoasemalla vertailujaksolla 1981 - 2010. Kuvassa 2 on edellisten lisäksi esitetty vuosien 2010 – 2014 keskiarvo Nokelassa. Vuoden 2015 keskilämpötila Nokelassa oli 5,2 °C eli selkeästi pitkän ajan keskiarvoja korkeampi. Selvästi keskimääräistä lämpimämpiä kuukausia olivat tammi-, helmi-, maaliskuu-, marras- ja joulukuu. Kesä- ja heinäkuu puolestaan olivat keskimääräistä kylmempiä.

Taulukko 4. Kuukauden keskilämpötilat v. 2015 Nokelassa ja vuosina 1979 - 2009 Oulun kauppatorilla sekä pitkäaikaiskeskiarvot vv. 1981 - 2010 Oulunsalon lentoasemalla.

Kuukausi	Nokela 2015	Kauppatori 1979 - 2009	Lentoasema 1981 – 2010
tammikuu	-7,0	-9,1	-9,6
helmikuu	-1,9	-8,8	-9,3
maaliskuu	0,4	-4,2	-4,8
huhtikuu	3,5	1,7	1,4
toukokuu	8,6	7,8	7,8
kesäkuu	12	13,8	13,5
heinäkuu	14,8	16,9	16,5
elokuu	15,5	14,6	14,1
syyskuu	11,4	9,2	8,9
lokakuu	4,5	3,4	3,3
marraskuu	2,5	-2,6	-2,8
joulukuu	-1,9	-6,6	-7,1
keskiarvo	5,2	3,0	2,7



Kuva 2. Kuukauden keskilämpötilat (°C) Nokelassa vuonna 2015 sekä vuosien 2010 - 2014 keskiarvo ja pitkäaikakeskiarvot vuosina 1979 - 2009 Oulun kauppatorilla sekä vuosina 1981 - 2010 Oulunsalon lentoasemalla.



Kuva 3. Tuulensuuntien osuudet ja tuulennopeuden jakautuminen eri nopeusluokkiin tuulensuunnittain Oulussa vuonna 2015 (Nokela). Yleisin tuulensuunta oli etelä-kaakko.

HIUKKASET

Kaupunkialueilla huomattavin vaikutus ilman hiukkasmääriin on liikenteellä. Suuri osa hiukkasista on peräisin liikenteen maasta nostattamasta katupölystä. Pöly sisältää lisäksi autojen pakokaasuista, energiantuotannosta, teollisuuden päästöistä sekä puun pienpoltosta peräisin olevia hiukkasia. Ongelmallisin aika hiukkasten suhteen on kevät, jolloin katujen hiekoitushiekka vapautuu lumen alta ja kadut alkavat kuivua. Keväistä pölyongelmaa pahentavat entisestään kuivat sääjaksot. Sade sen sijaan puhdistaa ilmaa tehokkaasti hiukkasista.

Kaiken kokoiset hiukkaset ovat haitallisia terveydelle. Suuret hiukkaset (halkaisija yli 10 μm) ovat pääosin katupölyä tai tuulen mukana kulkeutuvia maaperähiukkasia. Myös kasvien siitepölyt ovat suuria hiukkasia. Suuri osa katupölystä on ns. **hengitettäviä hiukkasia**, joiden halkaisija on alle 10 μm . Pienemmän kokonsa vuoksi ne voivat kulkeutua alempiin hengitysteihin. Alle 2,5 μm :n kokoisia hiukkasia kutsutaan **pienhiukkasiksi**. Pienhiukkaset ovat pääasiassa peräisin pakokaasuista, puunpoltosta ja kaukokulkeumasta. Pienen kokonsa vuoksi ne voivat kulkeutua ilmavirtausten mukana tuhansia kilometrejä. **Ultrapieniksi hiukkasiksi** kutsutaan alle 0,1 μm :n kokoisia hiukkasia. Taajamissa niiden päälähteitä ovat pakokaasut ja puun pienpoltto. Pienhiukkaset voivat kulkeutua keuhkorakkuloihin asti ja ultrapienet hiukkaset voivat edetä edelleen verenkiertoon.

Oulussa on mitattu hengitettäviä hiukkasia keskustan ja Pyykösjärven mittauspisteissä vuodesta 1991 alkaen sekä pienhiukkasia keskustan mittauspisteessä 2002 alkaen. Liitteessä 2 on esitetty hengitettävien hiukkasten sekä pienhiukkasten pitoisuudet kuukausittain vuonna 2015.

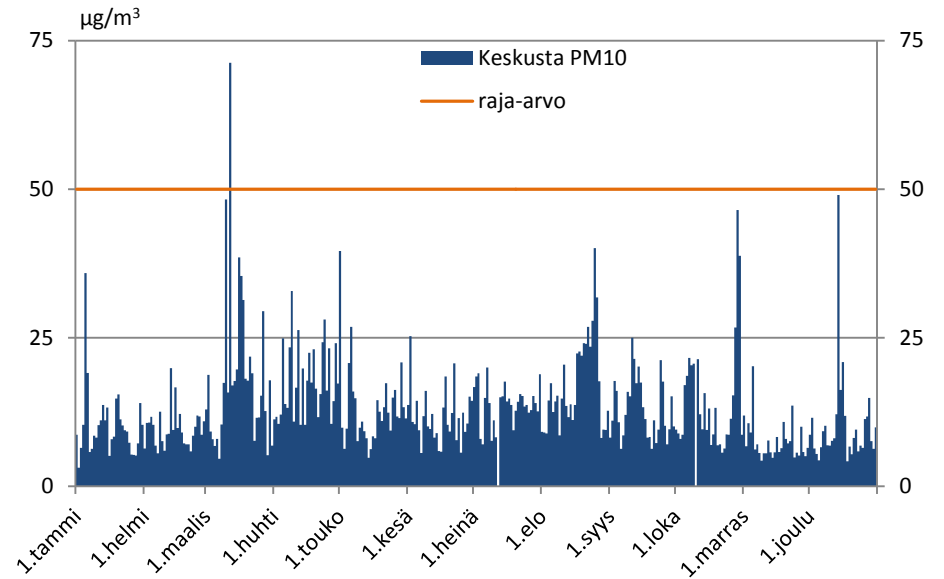
HENGITETTÄVÄT HIUKKASET (PM₁₀)

Pitoisuudet raja-arvoon verrattuna

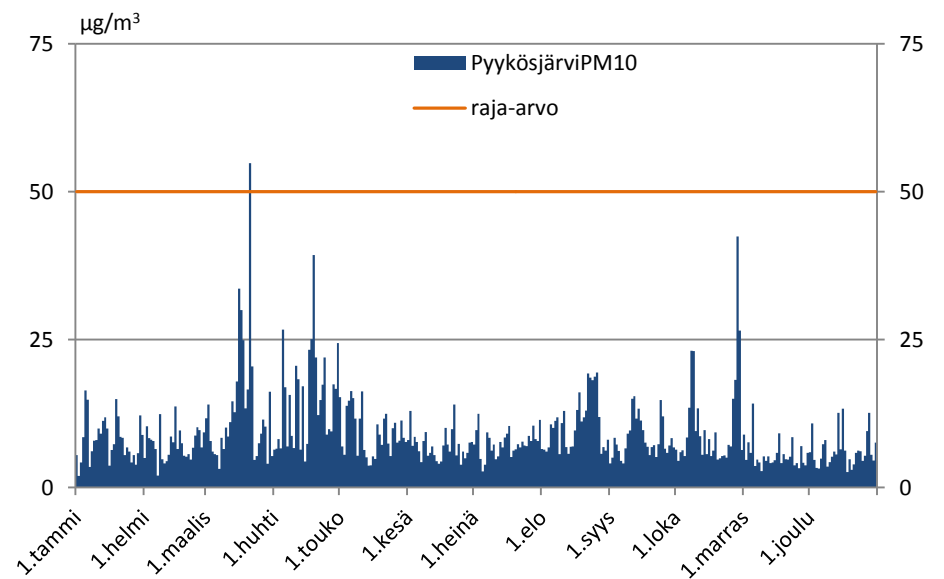
Vuonna 2015 mitattiin yli 50 µg/m³ vuorokausiarvoja keskustassa yksi ja yksi Pyykösjärvellä yksi. Raja-arvo hengitettävien hiukkasten vuorokausikeskiarvolle on 50 µg/m³ ja se sallii 35 ylitystä vuoden aikana. Taulukossa 5 on esitetty hengitettävien hiukkasten yli 50 µg/m³ vuorokausipitoisuuksien lukumäärät vuosina 2001 – 2015. Kuvassa 4 on esitetty PM₁₀-hiukkasten vuoden 2015 vuorokausikeskiarvot keskustassa ja kuvassa 5 Pyykösjärvellä. Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo keskustassa oli 16,3 µg/m³ ja Pyykösjärvellä 11,0 µg/m³. Vuosikeskiarvojen kehitys on esitetty kuvassa 6.

Taulukko 5. PM₁₀-hiukkasten yli 50 µg/m³ vuorokausipitoisuuksien lukumäärä (kpl) vuosina 2001 – 2015.

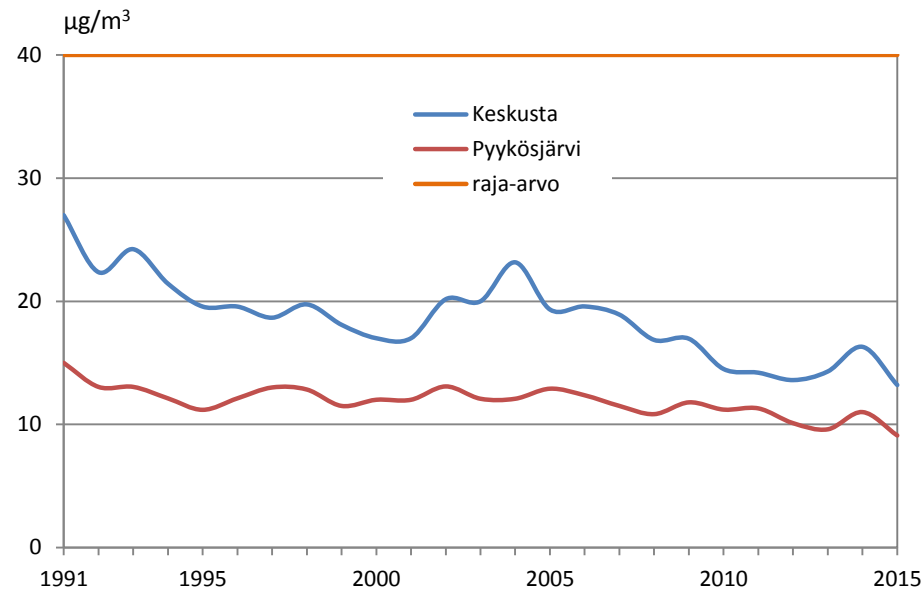
Vuosi	Keskusta	Pyykösjärvi
2001	10	1
2002	21	2
2003	10	0
2004	29	4
2005	9	2
2006	10	3
2007	11	3
2008	13	2
2009	4	2
2010	2	0
2011	4	1
2012	3	0
2013	3	1
2014	7	0
2015	1	1



Kuva 4. Hengitettävien hiukkasten vuorokausikeskiarvot keskustassa vuonna 2015.



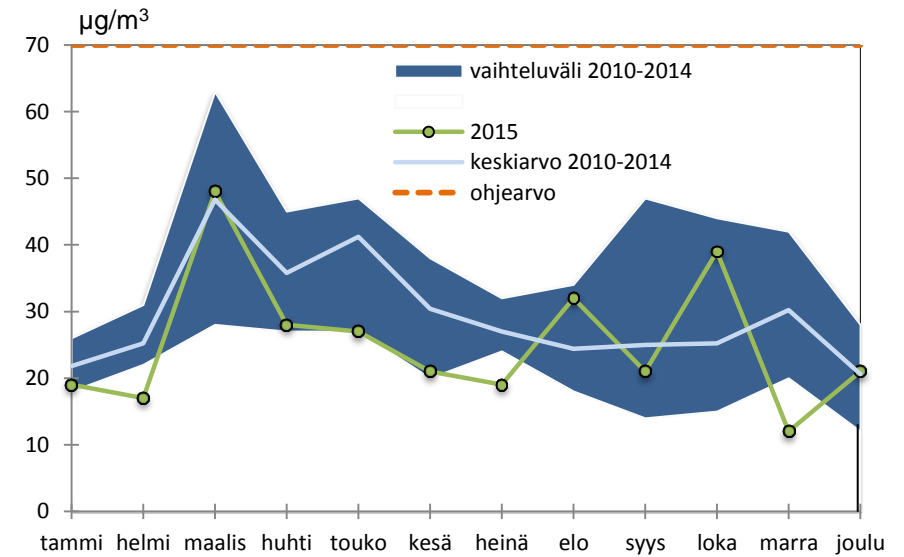
Kuva 5. Hengitettävien hiukkasten vuorokausikeskiarvot Pyykösjärvellä vuonna 2015.



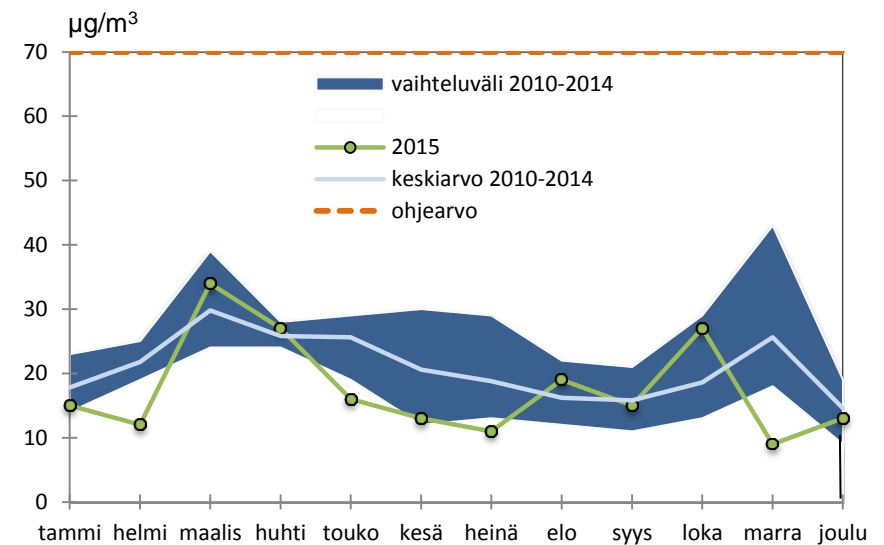
Kuva 6. Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvojen kehitys.

Pitoisuudet ohjearvoon verrattuna

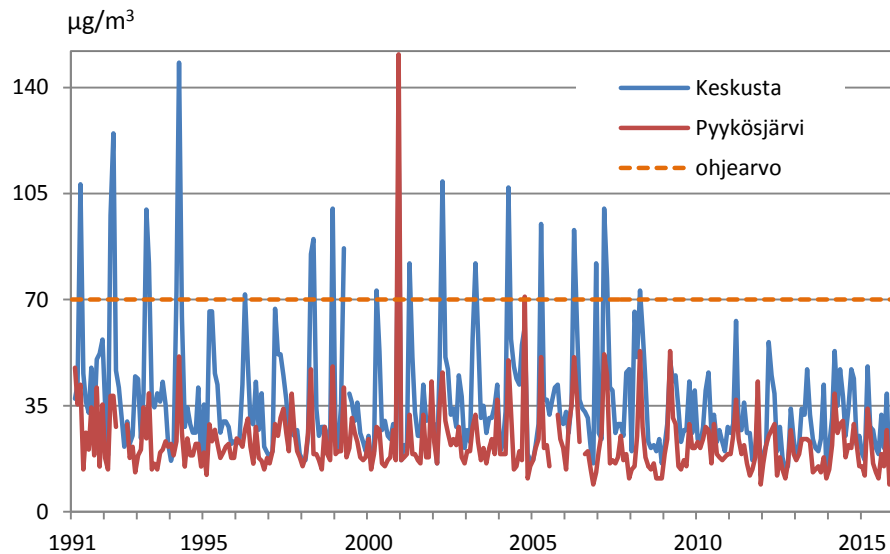
Hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvoon (kuukauden 2. korkein vuorokausiarvo) verrannolliset pitoisuudet vuonna 2015 vaihtelivat kuukausittain keskustassa välillä 12 - 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (17 - 69 % ohjearvosta) ja Pyykösjärvellä 9 - 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (13 - 49 %). Korkeimmat pitoisuudet mitattiin kevätpölyaikaan, mutta myös lokakuussa oli korkeita pitoisuuksia. Kuvissa 7 ja 8 on esitetty hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrannolliset vuorokausiarvot kuukausittain vuonna 2015 sekä niiden vaihteluväli vuosina 2009 – 2014. Kuvassa 9 on esitetty vuorokausiarvojen kehitys.



Kuva 7. PM10:n ohjearvoon verrannolliset vuorokausiarvot kuukausittain vuonna 2015 sekä niiden vaihteluväli vuosina 2010 - 2014 keskustassa.



Kuva 8. PM10:n ohjearvoon verrannolliset vuorokausiarvot kuukausittain vuonna 2015 sekä niiden vaihteluväli vuosina 2010 – 2014 Pyykösjärvellä.



Kuva 9. PM10:n ohjearvoon verrannollisten vuorokausiarvojen kehitys vuosina 1991 – 2015.

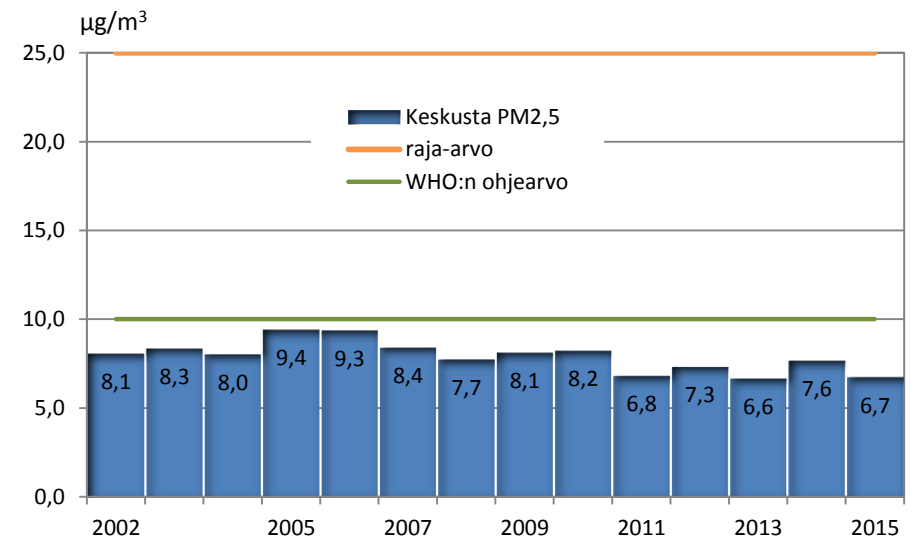
Yhteenveto hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksissa voidaan viime vuosina havaita myönteinen kehitys. Selkeimmin pitoisuudet ovat pienentyneet kevään katupölykaudella. Pitoisuuksien alenemiseen on vaikuttanut hiekoitushiekanpoistossa käytettyjen työmenetelmien kehittäminen ja pölypitoisuuksien kohotessa suoritettu pölynsidonta. Vuonna 2015 hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat viime vuosia pienempiä. Pitoisuuksia pienensi sateinen kevät ja kesä, mutta myös talviajan pitoisuudet olivat tavanomaista pienempiä. Ohjearvoon verrattuna pitoisuudet olivat korkeimmillaan keskustassa 69 % ja Pyykösjärvellä 49 % vuorokausiohjearvosta. Raja-arvotason (50 µg/m³) ylittäviä pitoisuuksia mitattiin sekä keskustassa että Pyykösjärvellä yksi.

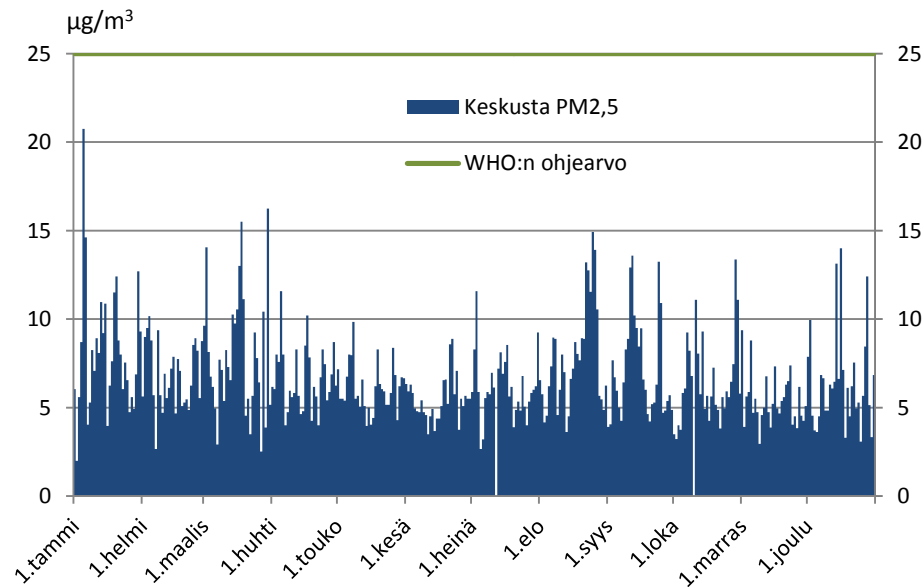
PIENHIUKKASET (PM_{2,5})

Vuonna 2015 pienhiukkasten vuosikeskiarvo Oulun keskustassa oli 6,7 µg/m³. EU:n alueella raja-arvo pienhiukkasten vuosipitoisuudelle on 25 µg/m³, joka ylittyy vain kaikkein saastuneimmilla alueilla Etelä-, Itä- ja Keski-Euroopassa. Maailman terveysjärjestö WHO on antanut pienhiukkaspitoisuudelle vuosiohjearvon 10 µg/m³. Vuosina 2002 - 2015 pienhiukkasten vuosikeskiarvo Oulun keskustassa on vaihdellut välillä 6,6 µg/m³ - 9,4 µg/m³. Kuvassa 10 on esitetty pienhiukkasten vuosikeskiarvot vuosina 2002–2015. Vuosipitoisuuksien voidaan havaita lievästi laskeneen vuodesta 2005 alkaen. Vastaava kehitys on todettu myös mm. pääkaupunkiseudulla.

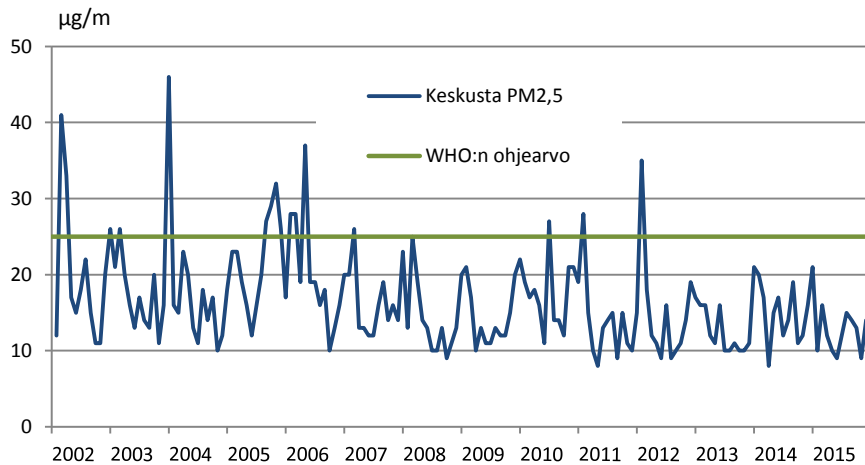
WHO:n ohjearvo vuorokausipitoisuudelle on 25 µg/m³. Korkein vuorokausipitoisuus keskustassa vuonna 2015 oli 21 µg/m³. Kuvassa 11 on esitetty pienhiukkasten vuorokausikeskiarvot keskustan mittauspisteessä vuonna 2015 ja kuvassa 12 on korkeimmat vuorokausiarvot kuukausittain vuosina 2002 – 2015. Kuvassa näkyvät korkeimmat pitoisuudet ovat peräisin kaukokulkeumasta muuten paitsi vuoden 2004 pitoisuuspiikki, joka aiheutui uudenvuoden ilotulituksesta.



Kuva 10. Pienhiukkasten vuosikeskiarvojen kehitys.



Kuva 11. Pienhiukkasten vuorokausikeskiarvot keskustassa vuonna 2015.



Kuva 12. Pienhiukkasten korkeimmat vuorokausikeskiarvot kuukausittain vuosina 2002 – 2015 Oulun keskustassa.

TYPEN OKSIDIT

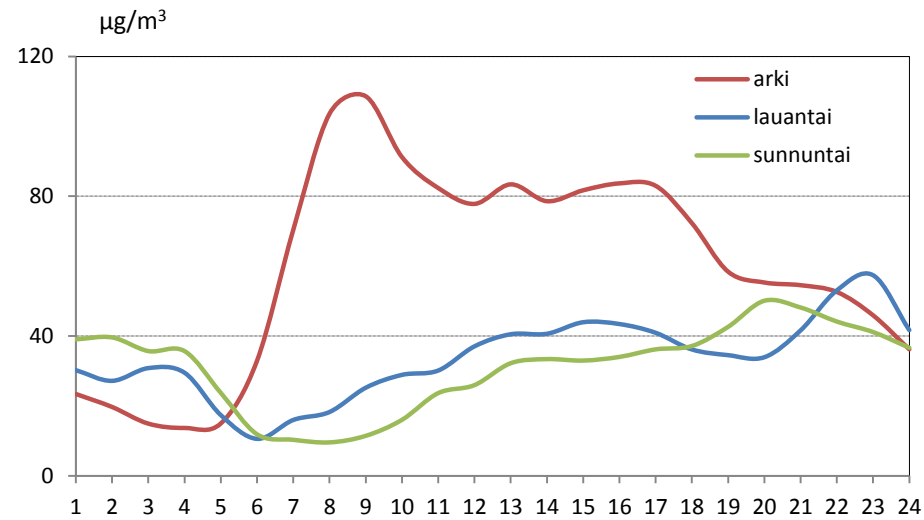
Ulkoilmassa esiintyy typen oksideja useina eri yhdisteinä, joista taajamien ilmanlaadun kannalta tärkeimmät ovat typpidioksidi (NO_2) ja typpimonoksidi (NO). Näistä käytetään yhteisnimitystä typenoksidit (NO_x). Terveysvaikutusten kannalta typpidioksidi on selvästi typpimonoksidia merkittävämpi. Suoria kasvillisuusvaurioita aiheuttavat sekä typpidioksidi että typpimonoksidi.

Merkittävimmät typenoksidien päästölähteet Oulussa ovat energiantuotanto ja liikenne. Liikenteen osuus kokonaispäästöistä on alle puolet. Maanpintatasolla typenoksidipitoisuuksia aiheuttavat kuitenkin lähes pelkästään liikenteen päästöt, jotka purkautuvat suoraan hengityskorkeudelle.

Päästöissä typenoksidit ovat pääasiassa typpimonoksidina, joka ulkoilmassa nopeasti hapettuu otsonin (O_3) kanssa reagoidessaan typpidioksidiksi. Vilkaassa liikenneympäristössä NO -päästöjen määrä on suuri ja otsoni kuluu hapetusreaktiossa loppuun rajoittaen näin syntyvän NO_2 :n määrää. Vaikka liikenteen kokonaistypenoksidipäästöt ovat katalysaattoreiden yleistymisen myötä voimakkaasti laskeneet riittää NO :ta yhä NO_2 :n muodostamiseen, eikä NO_2 -pitoisuuksien ole voitu todeta laskeneen kokonaistypenoksidipäästöjen laskun mukana.

Typenoksidien (NO_x) vuorokausivaihtelu

Typenoksidien pitoisuudet eri vuorokauden aikoina kuvastavat hyvin liikenteen rytmisiä. Vuorokausijakaumassa (kuva 13) voidaan havaita selvä ero arkipäivien ja viikonloppun välillä. Arkisin NO_x -pitoisuudet alkavat keskustassa nousta kello 6 jälkeen ja korkeimmat pitoisuudet mitataan aamuruuhkan aikaan. Viikonloppuisin pitoisuudet ovat korkeimmillaan iltapäivällä ja illalla.



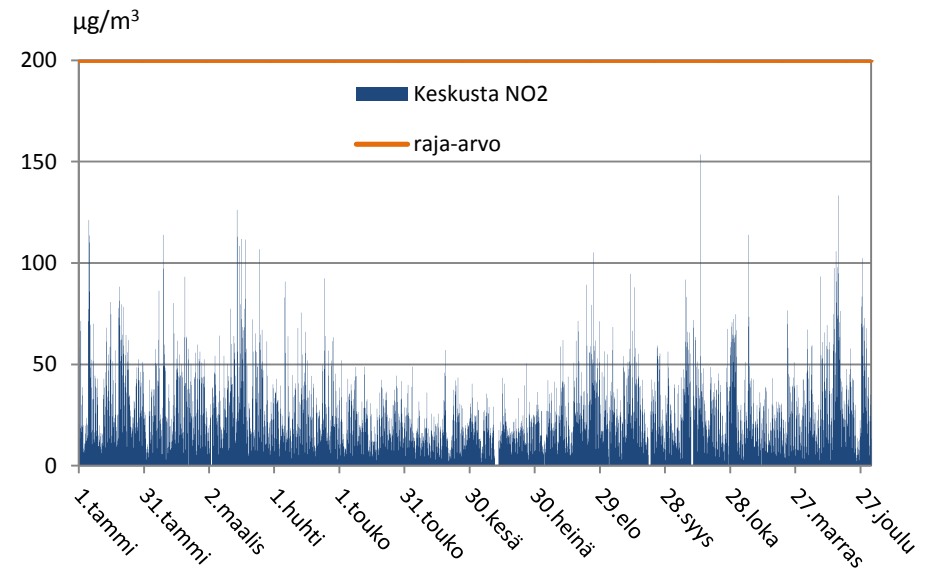
Kuva 13. Typpenoksidien (NOx) vuorokausivaihtelu keskustassa vuonna 2015.

TYPPIDIOKSIDI

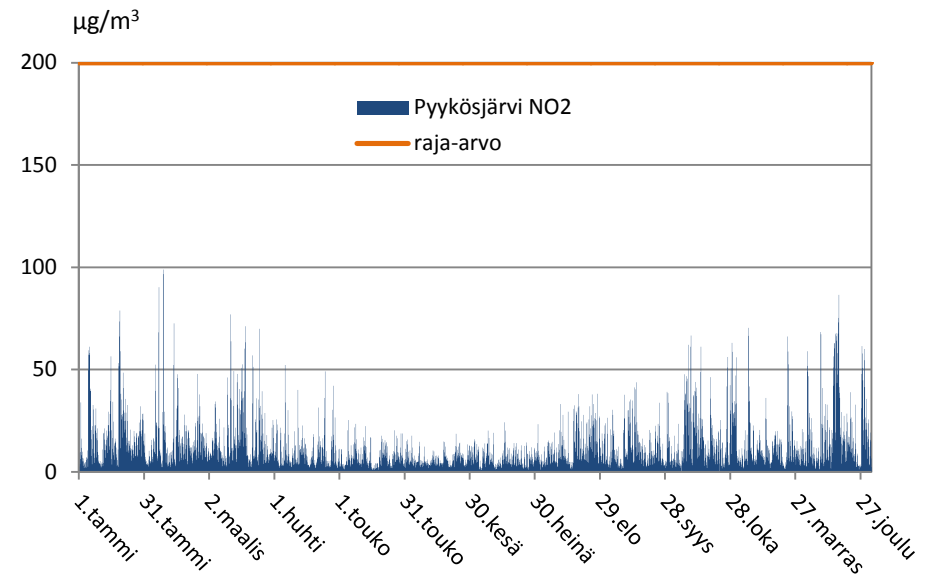
Liitteessä 1 on esitetty typpidioksidin tunti- ja vuorokausiohjearvoihin verrannolliset tunnusluvut, kuukausikeskiarvot sekä pitoisuuksien maksimi-arvot kuukausittain keskustan ja Pyykösjärven mittauspisteissä vuonna 2015.

Pitoisuudet raja-arvoon verrattuna

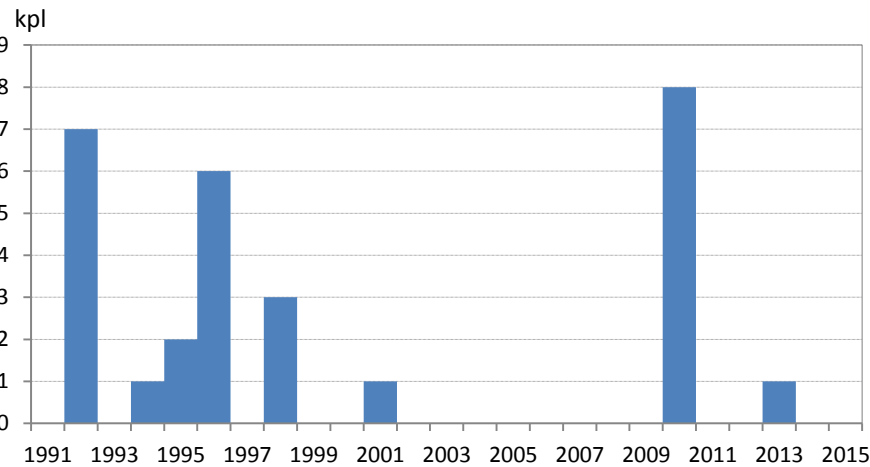
Typpidioksidin tuntiraja-arvo ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sallii ylityksiä 18 tuntia vuodessa. Vuonna 2015 keskustassa korkein tuntipitoisuus oli $154 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja 19. korkein $107 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kuvassa 14 on esitetty typpidioksidin tuntikeskiarvot vuonna 2015 keskustassa ja kuvassa 15 Pyykösjärvellä. Kuvassa 16 on esitetty yli $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tuntipitoisuuksien määrä vuosittain keskustassa vuodesta 1991 lähtien. Pyykösjärvellä ei ole mitattu yli $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittäviä pitoisuuksia. Vuonna 2015 korkein tuntipitoisuus Pyykösjärvellä oli $99 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Raja-arvo typpidioksidin vuosikeskiarvolle on $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuonna 2015 typpidioksidin vuosikeskiarvo keskustassa oli $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Pyykösjärvellä $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kuvassa 17 on esitetty typpidioksidin vuosikeskiarvojen kehitys.



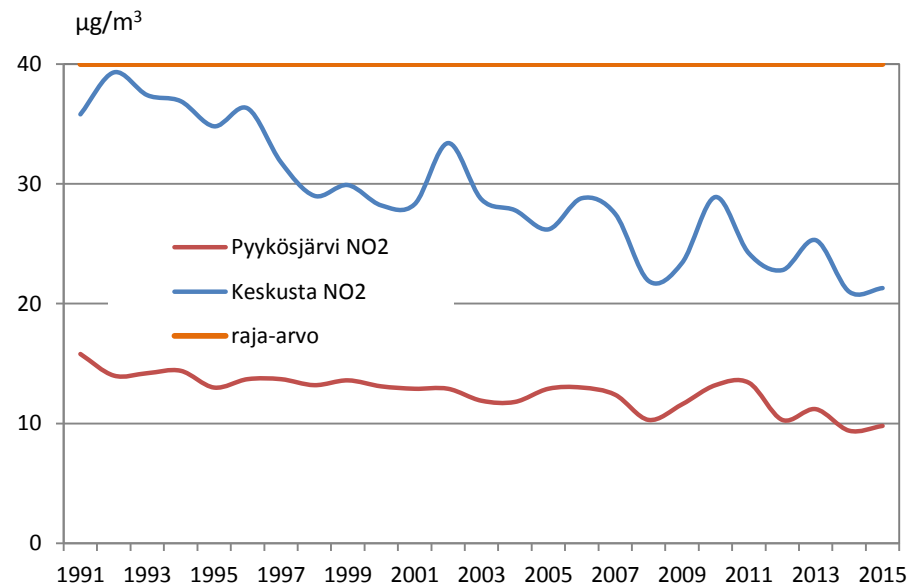
Kuva 14. Typpidioksidin tuntikeskiarvot vuonna 2015 Oulun keskustassa.



Kuva 15. Typpidioksidin tuntikeskiarvot vuonna 2016 Oulun Pyykösjärvellä.



Kuva 16. Typpidioksidin yli $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittävien pitoisuuksien lukumäärä keskustassa vuodesta 1991 alkaen.



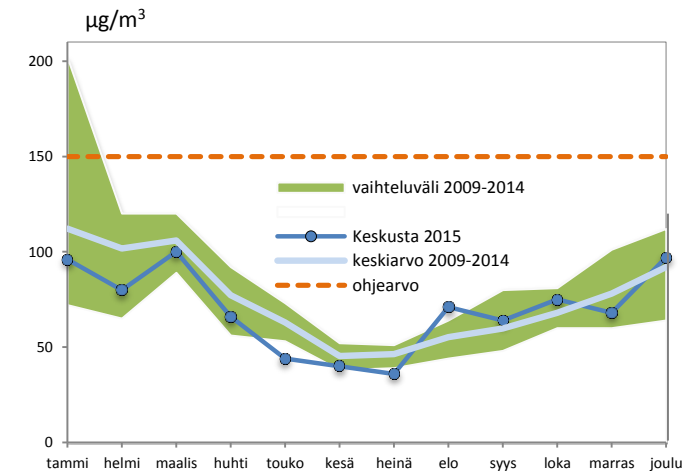
Kuva 17 Typpidioksidin vuosikeskiarvojen kehitys.

Pitoisuudet ohjearvoihin verrattuna

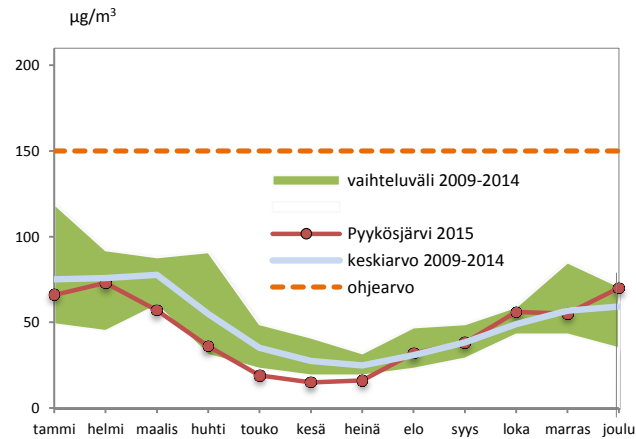
Kuvissa 18 ja 19 on esitetty typpidioksidin tuntiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet kuukausittain vuonna 2015 sekä niiden vaihteluväli ja keskiarvo vuosina 2009 - 2014. Tuntiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet vaihtelivat kuukausittain keskustassa välillä $36 - 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 - 67 % ohjearvosta) ja Pyykösjärvellä välillä $15 - 73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (10 - 49 % ohjearvosta).

Kuvissa 20 ja 21 on esitetty typpidioksidin vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet kuukausittain vuonna 2015 sekä niiden vaihteluväli ja keskiarvo vuosina 2009 - 2014. Vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet vaihtelivat kuukausittain keskustassa välillä $20 - 53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (29 - 76 % ohjearvosta) ja Pyykösjärvellä välillä $9 - 38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (11 - 54 % ohjearvosta).

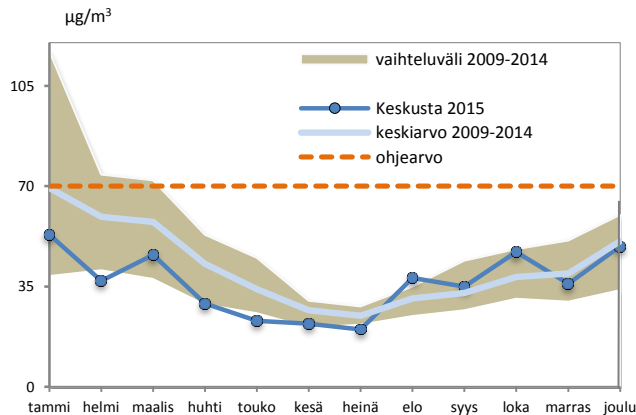
Kuva 18. Typpidioksidin tuntiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet vuonna 2015 sekä niiden vaihteluväli vuosina 2009- 2014 keskustassa.



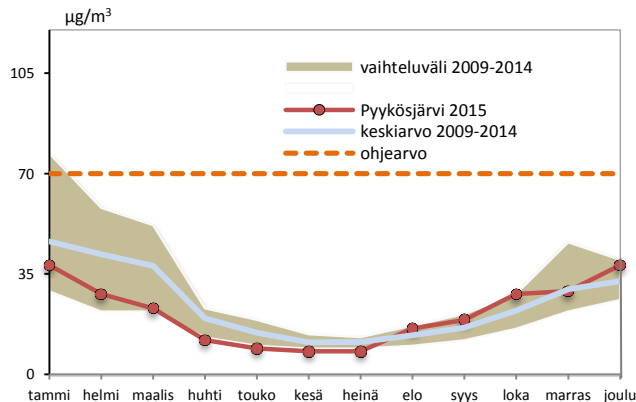
Kuva 19. Typpidioksidin tuntiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet vuonna 2015 sekä niiden vaihteluväli vuosina 2009-2014 Pyykösjärvellä.



Kuva 20. Typpidioksidin vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet vuonna 2015 sekä niiden vaihteluväli vuosina 2009-2014 keskustassa.



Kuva 21. Typpidioksidin vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet vuonna 2015 sekä niiden vaihteluväli vuosina 2009-2014 Pyykösjärvellä.



Yhteenveto typpidioksidipitoisuuksista

Vuonna 2015 typpidioksidipitoisuudet olivat edellisen vuoden lailla vuoden alkupuoliskolla aikaisempia vuosia alhaisempia. Pitoisuuksia pienensivät lämpimät talvikuu-kaudet sekä sateinen kevät ja kesä. Mittausjaksolla vuodesta 1991 alkaen pitoisuuksissa voidaan havaita laskua, mihin on syynä autojen moottoritekniikan ja polttoaineneiden kehitys. Myönteistä kehitystä on hidastanut lisääntyneet liikennemäärät. Ohjearvoihin verrattuna pitoisuudet olivat korkeimmillaan keskustassa 76 % ja Pyykösjärvellä 54 % vuorokausiohjearvosta. Typpidioksidin vuosikeskiarvo keskustassa oli $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Pyykösjärvellä $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tuntiraja-arvotasoa ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ei vuonna 2015 ylitetty. Korkein tuntiarvo keskustassa oli $154 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Pyykösjärvellä $99 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

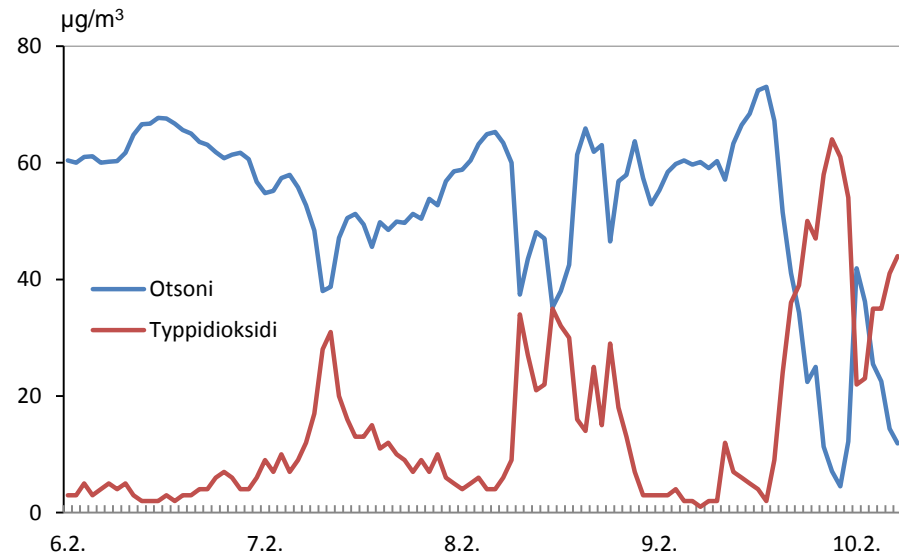
OTSONI (O₃)

Otsonia ei ole päästöissä, vaan sitä muodostuu auringonvalon vaikutuksesta hapen, typen oksidien ja hiilivetyjen välisissä reaktioissa. Otsonia myös kaukokulkeutuu Suomeen Keski- ja Etelä-Euroopasta, missä olosuhteet sen muodostumiselle ovat otollisemmat. Otsonin taustapitoisuus on luonnostaan suuri ja sitä esiintyy ilmassa vaikka auringonvaloa ei olisi tarjolla. Maanpintatasolla otsoni on haitallista kasveille ja ihmisen terveydelle. Yläilmakehässä otsonia on selvästi enemmän kuin alailmakehässä ja sen muodostumismekanismi on erilainen. Yläilmakehän otsoni puolestaan suojaa elämää estämällä vaarallisen UV-säteilyn pääsyn maanpinnalle.

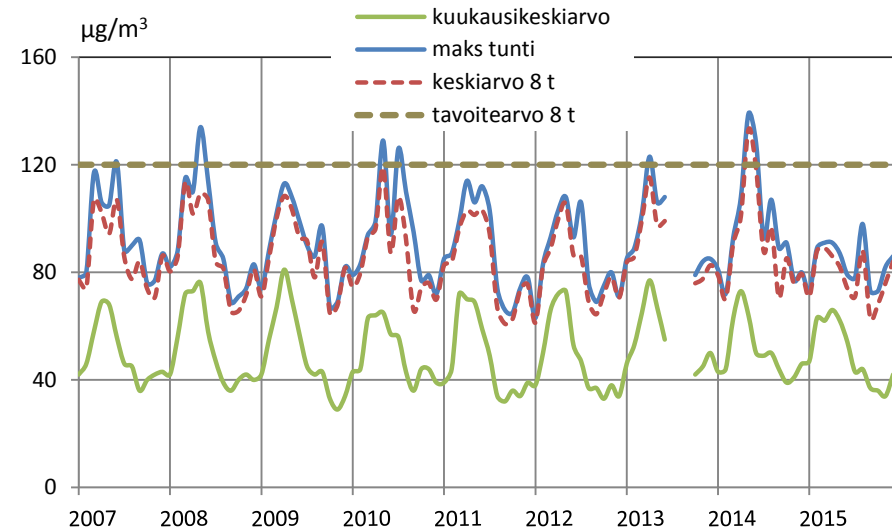
Kaupunkien keskustoissa otsonia on vähemmän kuin esikaupunkialueilla ja maaseudulla, koska otsoni reagoi nopeasti muiden ilmansaasteiden kanssa. Otsonin reagoidessa liikenteen typpimonoksidipäästöjen kanssa syntyy terveydelle haitallista typpidioksidia. Kun typpidioksidia syntyy, niin otsonia poistuu ilmassa. Kuvassa 22 on esitetty esimerkki otsoni- ja typpidioksidipitoisuuksien keskinäisestä riippuvuudesta.

Pitoisuudet tavoitearvoihin verrattuna

Vuonna 2015 otsonin vuorokauden korkein liukuva kahdeksan tunnin keskiarvo Pyykösjärvellä oli $89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja korkein tuntiarvo $98 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Korkeimmat pitoisuudet olivat selkeästi pienempiä kuin edellisinä vuosina. Otsonipitoisuudet ovat tyypillisesti korkeimmillaan keväällä ja alkukesällä. Vuonna 2015 em. vuodenaika oli sateinen, mistä johtuen pitoisuudet jäivät tavanomaista pienemmiksi. Otsonin tavoitearvo on $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja se sallii ylityksiä 25 päivänä kalenterivuodessa. Pitkän ajan tavoitearvo otsonille on kahdeksan tunnin keskiarvo $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ilman ylityksiä. Mittausjaksolla vuodesta 2007 alkaen pitkän ajan tavoite ylitettiin vuonna 2014. Liitteessä 2 on esitetty otsonin tunnusluvut vuonna 2015 ja kuvassa 23 vuosina 2007 – 2015. Mitatut pitoisuudet ovat olleet hieman alhaisempia kuin Etelä-Suomen kaupungeissa mitatut.



Kuva 22. Esimerkki otsoni- ja typpidioksidipitoisuuksien keskinäisestä riippuvuudesta (Pyykösjärvi, helmikuu 2012).

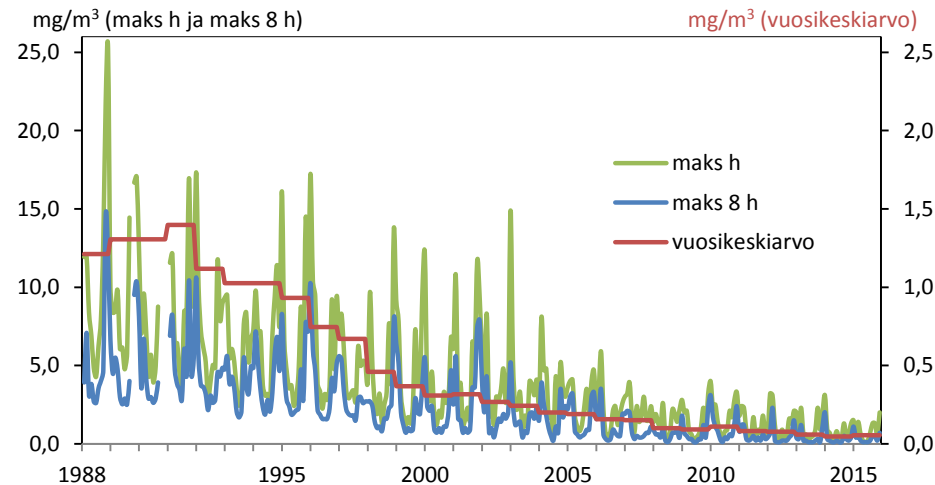


Kuva 23. Otsonin kuukausikeskiarvot, korkeimmat 8 tunnin arvot sekä korkeimmat tuntiarvot Pyykösjärvellä vuosina 2007 - 2015.

HIILIMONOKSIDI

Liikenteen häkä eli hiilimonoksidipäästöt (CO) ovat autojen moottoritekniikan sekä polttoaineiden kehittymisen myötä laskeneet huomattavasti. Tämä näkyy pitoisuuksien voimakkaana laskuna, eikä hiilimonoksidilla nykyisin ole juurikaan vaikutusta ilmanlaatuun. Tämän johdosta hiilimonoksidimittaukset on Suomessa viime vuosina lopetettu lähes kokonaan. Oulun keskustassa mittaus lopetettiin vuoden 2015 lopussa.

Vuoden 2015 vuosikeskiarvo ($0,054 \text{ mg}/\text{m}^3$) on vain noin 4 % vuoden 1991 vuosikeskiarvosta ($1,4 \text{ mg}/\text{m}^3$). Vuonna 2015 pitoisuudet olivat korkeimmillaan 11 % raja-arvosta, 14 % kahdeksan tunnin ohjearvosta ja 8 % tuntiohjearvosta. Kuvassa 24 on esitetty hiilimonoksidin vuosikeskiarvon sekä kuukauden korkeimpien tuntiarvojen ja kahdeksan tunnin keskiarvojen kehitys keskustan mittauspisteessä vuosina 1988 – 2015. Liitteessä 2 on esitetty keskustan mittauspisteen häkäpitoisuudet kuukausittain vuonna 2015.



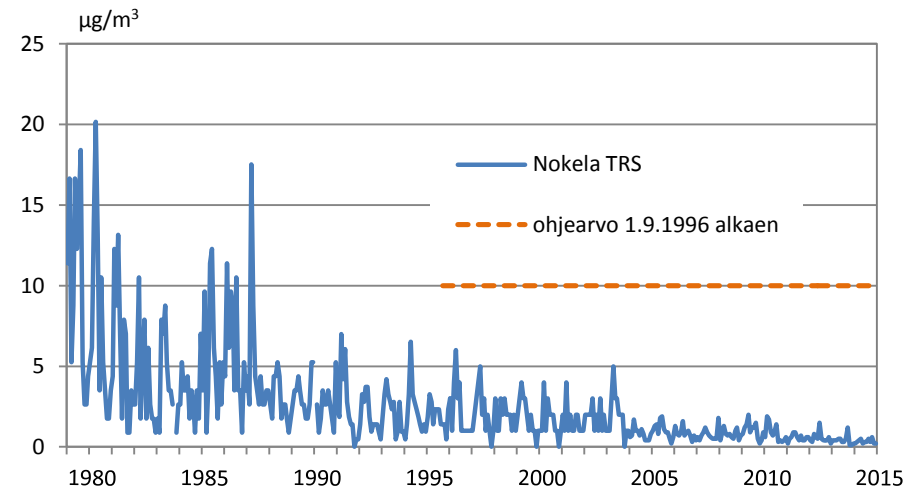
Kuva 24. Hiilimonoksidin korkeimpien tuntiarvojen, korkeimpien kahdeksan tunnin arvojen sekä vuosikeskiarvon kehitys Oulun keskustassa vuosina 1988 – 2015.

HAISEVIEN RIKKIYHDISTEIDEN KOKONAISMÄÄRÄ (TRS)

Nokelassa vuonna 2015 mitattujen haisevien rikkiyhdisteiden vuorokausiohjearvoon verrannolliset tunnusluvut sekä pitoisuuksien maksimiarvot kuukausittain on esitetty liitteessä 1.

Pitoisuudet ohjearvoon verrattuna

Vuonna 2015 ohjearvoon verrannolliset kuukauden toiseksi korkeimmat vuorokausikeskiarvot vaihtelivat kuukausittain välillä 0,2 – 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2 - 6 % ohjearvosta). Kuvassa 25 on esitetty haisevien rikkiyhdisteiden ohjearvoon verrannollisten pitoisuuksien kehitys vuosina 1980 – 2015 Nokelassa. Nykyisen ohjearvotason ylittäviä pitoisuuksia voidaan havaita ennen Nuottasaaren sellutehtaan saneerausta syksyllä 1988.

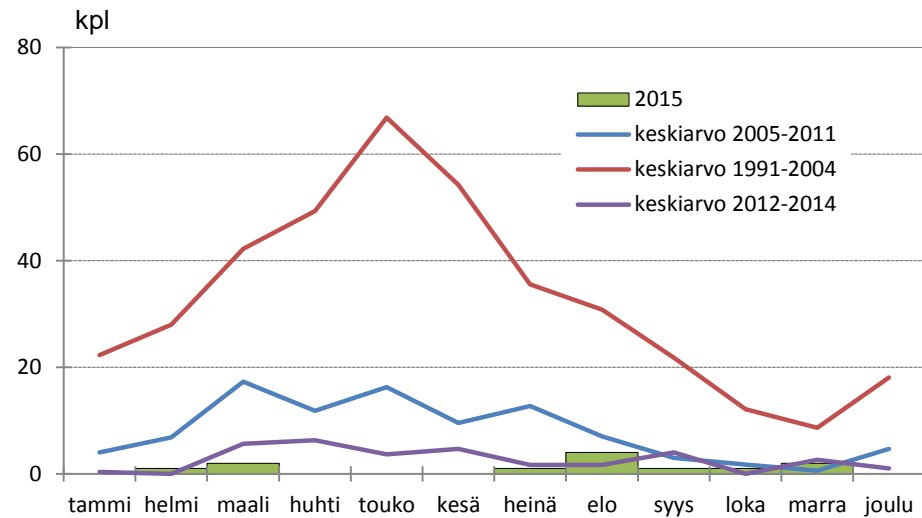


Kuva 25. TRS-yhdisteiden kuukauden toiseksi korkeimpien vuorokausiarvojen kehitys Nokelassa vuosina 1980 - 2015.

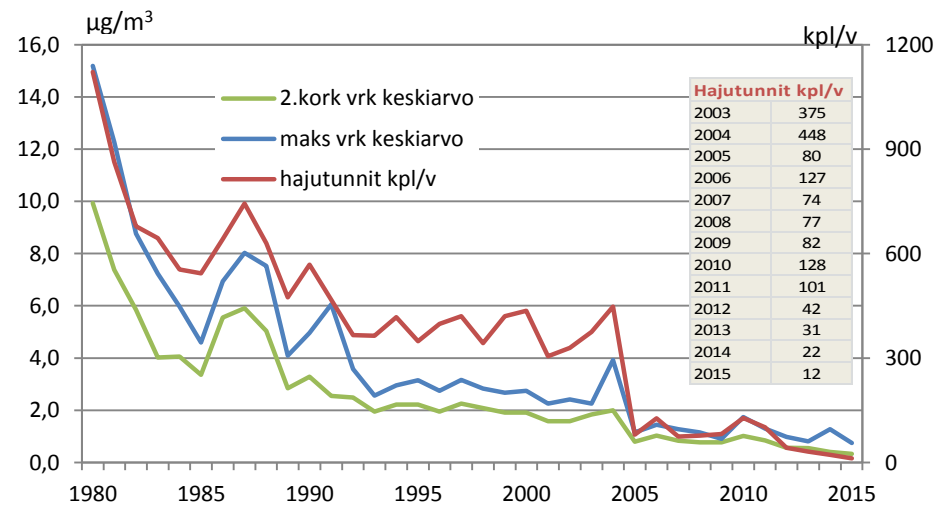
Nokelassa hajuhaittaa on esiintynyt keskimäärin eniten keväällä ja alkukesällä, koska lännenpuoleiset merituulet ovat tällöin vallitsevia ja tuovat hajut kaupunkiin. Kuvassa 26 on tarkasteltu hajuhaitan esiintymistiheyttä kuukausittain hajutuntien (tuntikeskiarvo vähintään 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) lukumäärän avulla. Vuonna 2015 hajutunteja oli eniten elokuussa. Yhteensä hajutunteja vuonna 2015 oli 12.

TRS-yhdisteiden pitoisuuksien kehitys

Haisevien rikkiyhdisteiden pitoisuudet ovat pienentyneet seuraten teollisuuden päästövähennystoimenpiteitä. Nuottasaaren sellutehtaan saneerauksen jälkeen vuonna 1988 pitoisuudet laskivat noin puoleen aiemmasta. Pitoisuuksien pieneminen jatkui syksyllä 2004 Stora Enso Oyj:n hajukaasupäästöjen vähentämiseen kohdistuneiden investointien myötä. Vuodesta 2012 alkaen Stora Enso Oy:n ja Arizona Chemical Oy:n päästövähennysten myötä pitoisuuksien voidaan todeta edelleen pienentyneen. Kuvassa 27 TRS-yhdisteiden pitoisuuksien kehitystä on kuvattu laskeamalla ohjearvoon verrannollisten kuukauden toiseksi korkeimpien vuorokausiarvojen keskiarvo vuosittain. Mukana on myös kuukauden korkeimpien vuorokausiarvojen keskiarvot sekä hajutuntien määrä vuosittain.



Kuva 26. Hajutuntien (tunti ka \geq 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) lukumäärä kuukausittain vuonna 2015 sekä vuosien 2012 – 2014, 2005 - 2011 ja 1991 - 2004 keskiarvo Nokelassa.



Kuva 27. TRS-yhdisteiden kuukauden toiseksi korkeimpien ja korkeimpien vuorokausiarvojen keskiarvot sekä hajutuntien määrä vuosittain Nokelassa.

TRS-pitoisuudet Pyykösjärvellä

Pyykösjärven mittausasemalla käynnistyi toukokuussa 2015 Oulun jätehuollon kustantamana selvitys haisevien rikkiyhdisteiden pitoisuuksista liittyen Ruskon jätekeskuksen toimintaan. Selvitys perustuu jätekeskuksen ympäristöluvan tarkkailumääräykseen. TRS-mittaukseen liittyen Pyykösjärvellä käynnistyi myös säätietojen mittaus. Mittaukset on yhdistetty Oulun ilmanlaadun mittaus- ja raportointijärjestelmään.

Alustavissa tuloksissa Pyykösjärvellä esiintyi kohonneita TRS-pitoisuuksia, jotka sijoituivat pääasiassa jaksolle 1.7. - 15.10.2015. Tuulen suunnan perusteella tarkasteltuna Pyykösjärven kohonneet TRS-pitoisuudet ovat mittausasemaan nähden peräisin pääasiassa kaakosta ja koillisesta.

Yhteenveto haisevien rikkiyhdisteiden pitoisuuksista

Nuottasaaren alueen päästöjen pienenemisen myötä haisevien rikkiyhdisteiden pitoisuudet ja hajuhaittaa kuvaavien hajutuntien määrät ovat Nokelan mittauksissa viime vuosina edelleen pienentyneet. Pitoisuudet voivat kuitenkin nykyisinkin kohota lyhytaikaisesti korkeiksi haisevien rikkiyhdisteiden talteenottoon liittyvissä häiriötilanteissa. Ohjearvoon verrattuna pitoisuudet olivat korkeimmillaan 6 % ohjearvosta (vuorokausiohjearvo 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Pyykösjärvellä toukokuussa 2015 käynnistyneessä TRS-mittauksessa tuli esille kohonneita pitoisuuksia, jotka ajoittuivat pääasiassa jaksolle 1.7. – 15.10.2015. Tuulen suunnan perusteella tarkasteltuna kohonneet pitoisuudet ovat mittausasemaan nähden peräisin pääasiassa kaakosta ja koillisesta.

RIKKIDIOKSIDI

Liitteessä 1 on esitetty Nokelassa vuonna 2015 mitatut rikkidioksidin (SO_2) tunti- ja vuorokausiohjearvoihin verrannolliset tunnusluvut, kuukausikeskiarvot sekä pitoisuuksien maksimiarvot kuukausittain.

Pitoisuudet raja-arvoihin verrattuna

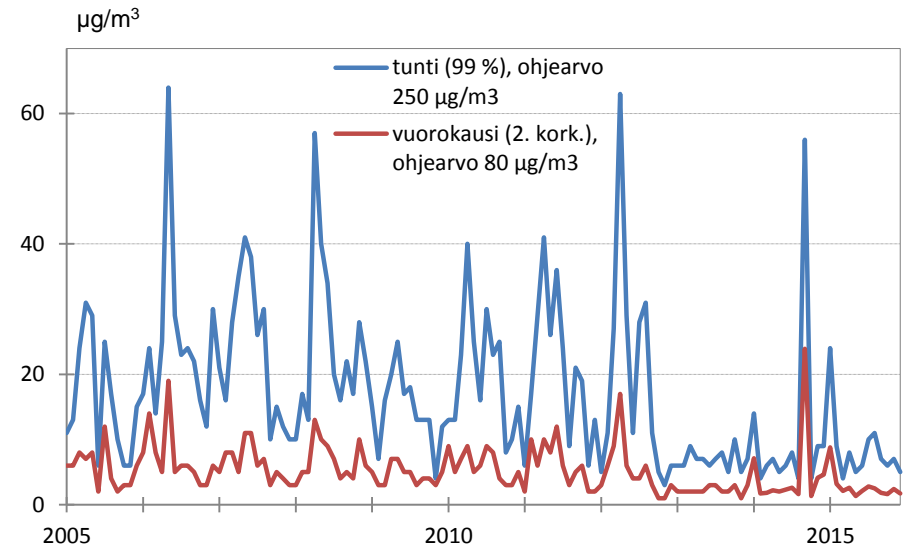
Korkein rikkidioksidin tuntikeskiarvo Nokelassa vuonna 2015 oli $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja 25. korkein $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Rikkidioksidin tuntiraja-arvo on $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Raja-arvo ylittyy, jos yli $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tuntipitoisuuksia mitataan yli 24 kpl kalenterivuoden aikana. Korkein vuorokausikeskiarvo oli $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja 4. korkein $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (raja-arvo $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sallittujen ylitysten määrä kalenterivuoden aikana on 3).

Pitoisuudet ohjearvoihin verrattuna

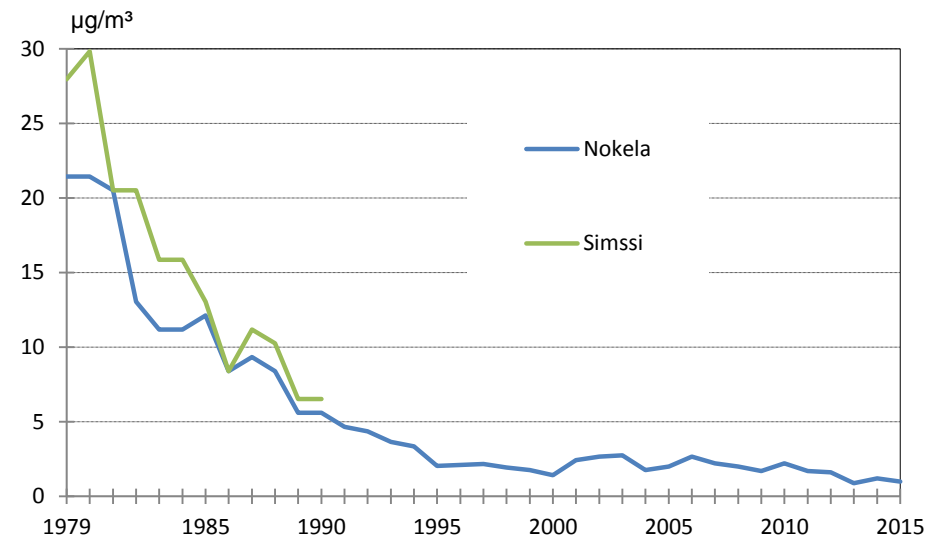
Tuntiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet vaihtelivat Nokelassa kuukausittain välillä $5 - 24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2 – 10 % ohjearvosta). Vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet vaihtelivat välillä $1,6 - 8,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (12 – 11 % ohjearvosta). Kuvassa 28 on esitetty tunti- ja vuorokausiohjearvoon verrannollisten pitoisuuksien kehitys vuosina 2005 - 2015. Vuosikeskiarvo Nokelassa oli $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kuvassa 29 on esitetty rikkidioksidin vuosikeskiarvojen kehitys vuosina 1979 - 2015.

Yhteenveto rikkidioksidipitoisuuksista

Vuonna 2015 rikkidioksidipitoisuudet olivat syyskuuta lukuun ottamatta kahden edellisen vuoden lailla aiempia vuosia alhaisempia. Rikkidioksidipitoisuudet ovat Oulussa olleet alhaisia 1990-luvun alusta alkaen. 1980-luvun aikana pitoisuudet lasivat voimakkaasti, mihin oli syynä energiantuotannon keskittäminen, vähärikkisemmät polttoaineet, voimaloiden rikinpoisto ja teollisuuden prosessipäästöjen pieneminen. Vuosina 1995 – 2012 pitoisuuksissa ei voida havaita vuosien välistä eroa. Vuonna 2013 pitoisuudet pienenevät edelleen Arizona Chemical Oy:n raakatärpätin tislauksen loppumisen myötä.



Kuva 28. Rikkidioksidin tunti- ja vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet kuukausittain Nokelassa vuosina 1991 - 2015.



Kuva 29. Rikkidioksidin vuosikeskiarvojen kehitys Oulussa vuosina 1979 - 2015.

ILMANLAATUINDEKSI

Ilmanlaatuindeksi on tarkoitettu ajantasaiseen ilmanlaadusta tiedottamiseen. Indeksillä avulla yksinkertaistetaan eri ilmansaasteiden pitoisuudet lyhyeksi sanalliseksi arvioksi. Ilmanlaatu jaotellaan viiteen luokkaan: hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono ja erittäin huono. Ilmanlaatuindeksi lasketaan tunneittain ja se kuvaa ilmanlaatua suhteutettuna ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin.

Oulun keskusta-alueen ilmanlaatua kuvaava indeksi lasketaan keskustan mittaustuloksista. Pyykösjärven mittaustulokset määrittävät asuntoalueiden indeksin. Taulukossa 6 on esitetty indeksin määrittely.

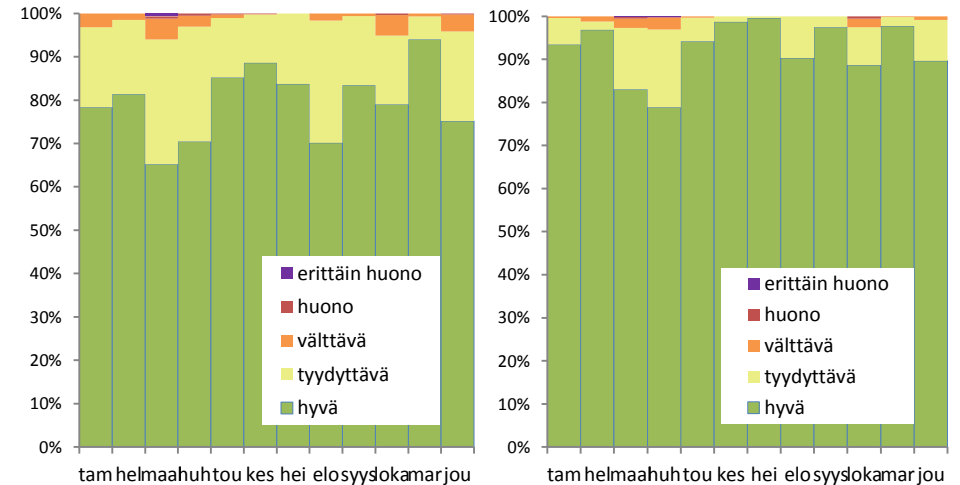
Vuonna 2015 ilmanlaatu oli Oulun keskustassa erittäin huono 5 tuntia, huono 16, välttävä 178 (2,0 % ajasta), tyydyttävä 1575 (18,0 %) ja hyvä 6870 tuntia (78,4 %). Laskentatunteja oli yhteensä 98,7 % vuoden tunneista (kuva 30). Asuntoalueilla ilmanlaatu oli erittäin huono 2 tuntia, huono 8, välttävä 71 (0,8 % ajasta), tyydyttävä 589 (6,7 %) ja hyvä 8081 tuntia (92,3 %). Laskentatuntien kattavuus oli 99,9 % vuoden tunneista (kuva 31). Sateisesta keväästä ja alkukesästä johtuen kevätpölykauden hiukkaspitoisuudet pysyivät alhaisina, minkä ansiosta hyvien ilmanlaatu-tuntien osuus oli edellisvuosia suurempi.

Suurin osa huonoista ilmanlaatu-tilanteista oli hiukkasten aiheuttamia. Taulukossa 7 on esitetty ilmanlaadun jakautuminen ilmanlaatu- luokkiin tunneittain vuosina 2007 – 2015.

Taulukko 6. Ilmanlaatuindeksin määrittely

(lisätieto: <http://www.ilmanlaatu.fi/ilmansaasteet/indeksi/indeksi.php>).

Indeksi	Ilmanlaatu	Terveyshaitat	Muut haitat
0 - 50	HYVÄ	ei todettuja	lieviä luontovaikutuksia pitkällä aikavälillä
51 - 75	TYYDYTTÄVÄ	hyvin epätodennäköisiä	lieviä luontovaikutuksia pitkällä aikavälillä
76 - 100	VÄLTÄVÄ	epätodennäköisiä	selviä kasvillisuus- ja materiaali-vaikutuksia pitkällä aikavälillä
101 - 150	HUONO	mahdollisia herkillä yksilöillä	selviä kasvillisuus- ja materiaali-vaikutuksia pitkällä aikavälillä
151 -	ERITTÄIN HUONO	mahdollisia herkillä väestöryhmillä	selviä kasvillisuus- ja materiaali-vaikutuksia pitkällä aikavälillä



Kuva 30. Ilmanlaadun jakautuminen eri ilmanlaatu- luokkiin kuukausittain Oulun keskustassa vuonna 2015.

Kuva 31. Ilmanlaadun jakautuminen eri ilmanlaatu- luokkiin kuukausittain asunto- alueilla vuonna 2015.

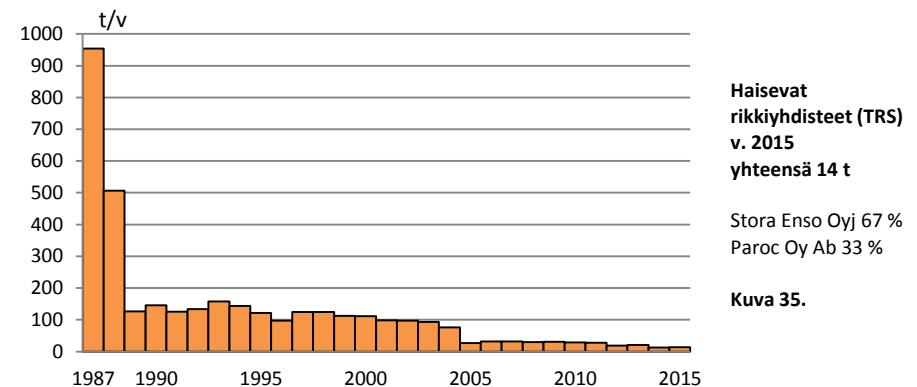
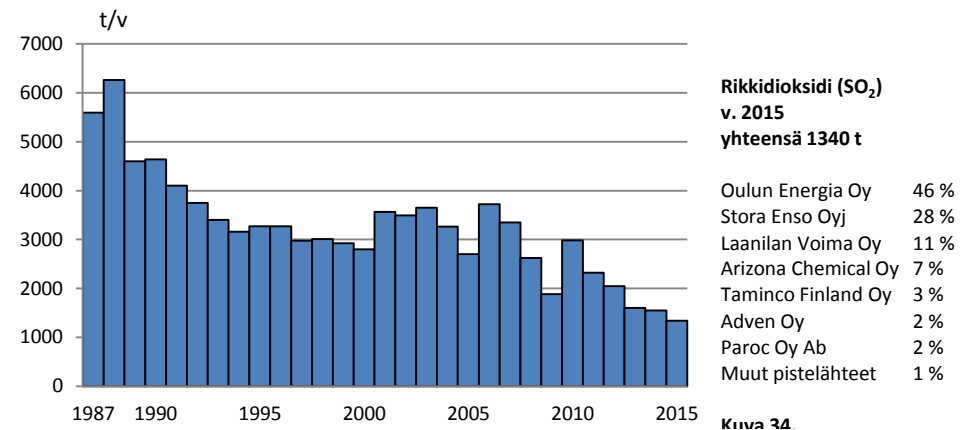
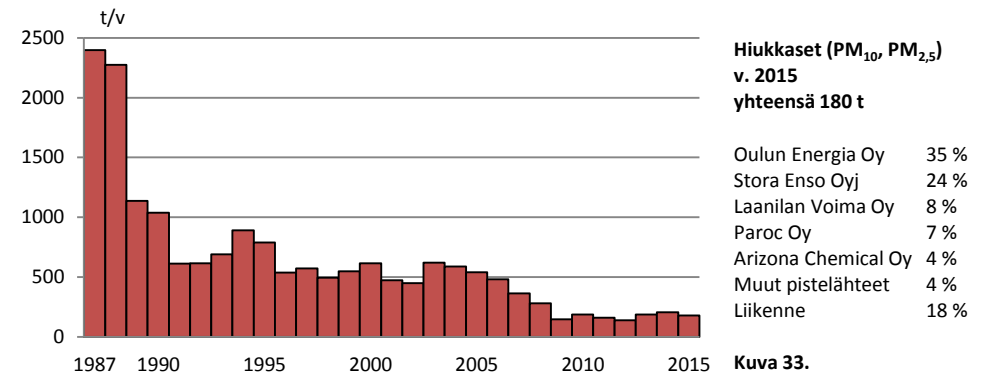
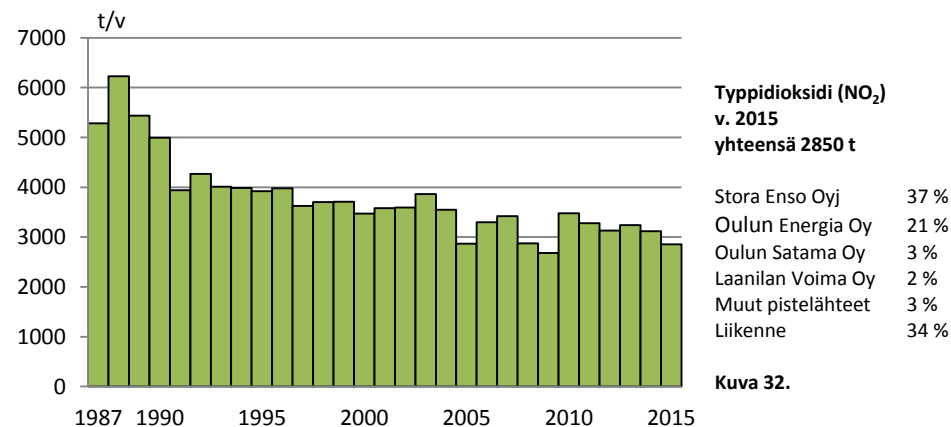
Taulukko 7. Ilmanlaadun jakautuminen ilmanlaatu- luokkiin tunneittain vuosina 2007 – 2014.

	hyvä		tyydyttävä		välttävä		huono		erittäin huono	
	kes- kusta	asunto- alue	kes- kusta	asunto- alue	kes- kusta	asunto- alue	kes- kusta	asunto- alue	kes- kusta	asunto- alue
2007	5546	7663	2595	953	498	101	58	18	18	3
2008	6189	7920	2094	743	430	100	66	11	1	0
2009	5981	7703	2316	900	366	124	45	10	3	0
2010	5978	7684	2273	927	445	129	33	2	8	0
2011	6465	7749	1971	786	294	109	20	7	3	2
2012	6787	8098	1729	609	223	62	32	8	0	0
2013	6212	7968	2133	714	361	70	33	6	1	1
2014	6286	7734	2081	866	339	81	31	11	1	0
2015	6870	8081	1575	589	178	71	16	8	5	2

PÄÄSTÖT

Oulun yhteenlasketut ilman epäpuhtauspäästöt ovat viime vuosina vaihdelleet suhteellisen vähän. Teollisuuden päästömäärissä esiintyvä vaihtelu on aiheutunut osin markkinatilanteen aiheuttamista tuotantotasomuutoksista. Kuvissa 32 – 35 on esitetty Oulun yhteenlasketettujen **typpidioksidi-, hiukkas-, rikkidioksidi- ja haisevien rikkiyhdisteiden** päästöjen kehitys vuosina 1987 – 2015 sekä niiden jakautuminen eri päästölähteiden kesken vuonna 2015. Liikenteen hiukkaspäästöissä ovat mukana suoraan pakokaasuista peräisin olevat hiukkaset, mutta ei liikenteen katujen pinnalta nostattama pöly. Tarkat tiedot ilmanepäpuhtauspäästöistä Oulussa vuonna 2015 on esitetty liitteessä 3.

Liikenteen **hiilivetyypäästöt** olivat 235 t ja laitosten yhteensä noin 90 t. Laitosten ilmoittamat ja liikenteestä peräisin olevat fossiilisten polttoaineiden **hiilidioksidi-päästöt** Oulussa vuonna 2015 olivat yhteensä 1 325 200 t. Oulun Energian voimalaitosten osuus päästöistä oli 45 %, Stora Enso Oyj:n 20 %, Laanilan Voima Oy:n 10 % ja liikenteen 22 %. Biopolttoaineista peräisin olevat hiilidioksidipäästöt olivat 1 764 400 t, joista Stora Enso Oyj:n osuus oli 78 %, Oulun Energia Oy:n voimalaitosten 19 % ja Laanilan Voima Oy:n 3 %.



Hengittävien hiukkasten (PM₁₀) pitoisuudet Oulussa v. 2015 (µg/m³)

Keskusta	keskiarvo	2. korkein vuoro- kausiarvo	korkein vuoro- kausiarvo	99 %:n tun- tiarvo	korkein tun- tiarvo
tammikuu	10	19	36	54	77
helmikuu	10	17	20	29	39
maaliskuu	19	48	71	116	442
huhtikuu	18	28	33	79	143
toukokuu	13	27	40	58	157
kesäkuu	12	21	25	37	125
heinäkuu	14	19	20	34	41
elokuu	17	32	40	52	74
syyskuu	13	21	25	38	61
lokakuu	15	39	47	82	110
marraskuu	8	12	20	23	91
joulukuu	10	21	49	69	176
Pyykösjärvi					
tammikuu	8	15	16	26	41
helmikuu	7	12	14	19	38
maaliskuu	13	34	55	78	218
huhtikuu	15	27	39	74	333
toukokuu	9	16	16	36	54
kesäkuu	7	13	14	22	35
heinäkuu	7	11	12	18	29
elokuu	11	19	20	33	47
syyskuu	8	15	15	25	36
lokakuu	11	27	42	82	121
marraskuu	5	9	14	18	93
joulukuu	6	13	13	25	41

Pienhiukkasten (PM_{2,5}) pitoisuudet Oulussa v. 2015 (µg/m³)

Keskusta	keskiarvo	2. korkein vuoro- rokausiarvo	korkein vuoro- kausiarvo	99 %:n tun- tiarvo	korkein tun- tiarvo
tammikuu	8	15	21	32	50
helmikuu	7	9	10	13	27
maaliskuu	8	15	16	24	32
huhtikuu	7	10	12	17	24
toukokuu	6	8	10	12	16
kesäkuu	5	9	9	12	16
heinäkuu	6	9	12	14	18
elokuu	8	14	15	23	30
syyskuu	7	13	14	24	36
lokakuu	6	11	13	23	34
marraskuu	5	9	9	12	23
joulukuu	6	13	14	25	56

Hiilimonoksidipitoisuudet (CO) Oulussa v. 2015 (mg/m³)

Keskusta	kes- kiarvo	korkein 8 tunnin arvo	korkein tuntiarvo
tammikuu	0,09	1,1	1,5
helmikuu	0,06	0,4	0,7
maaliskuu	0,07	0,5	1,4
huhtikuu	0,04	0,2	0,6
toukokuu	0,04	0,1	0,2
kesäkuu	0,03	0,1	0,1
heinäkuu	0,03	0,1	0,2
elokuu	0,04	0,2	0,7
syyskuu	0,06	0,5	1,3
lokakuu	0,07	0,5	1,3
marraskuu	0,05	0,2	0,6
joulukuu	0,07	0,7	2,0

Otsonipitoisuudet (O₃) Oulussa v. 2015 (µg/m³)

Pyykösjärvi	korkein 8 tunnin arvo	korkein tuntiarvo
47	71	73
63	88	89
62	89	91
66	86	91
62	82	87
54	74	79
43	71	78
44	88	98
37	63	73
36	68	73
34	76	82
42	84	86

Typpiidioksidipitoisuudet (NO₂) Oulussa v. 2015 (µg/m³)

Keskusta	keskiarvo	2.korkein vuoro- rokausiarvo	korkein vuoro- kausiarvo	99 %:n tun- tiarvo	korkein tun- tiarvo
tammikuu	28	53	71	96	121
helmikuu	24	37	38	80	114
maaliskuu	26	46	47	100	126
huhtikuu	20	29	33	66	92
toukokuu	16	23	26	44	52
kesäkuu	13	22	28	40	57
heinäkuu	14	20	22	36	51
elokuu	21	38	43	71	105
syyskuu	22	35	43	64	95
lokakuu	26	47	49	75	154
marraskuu	18	36	48	68	114
joulukuu	28	49	68	97	133
Pyykösjärvi					
Tammikuu	14	38	45	66	79
helmikuu	12	28	28	73	99
maaliskuu	13	23	26	57	77
huhtikuu	7	12	14	36	52
toukokuu	5	9	9	19	25
kesäkuu	5	8	9	15	19
heinäkuu	5	8	9	16	24
elokuu	9	16	17	32	38
syyskuu	9	19	21	38	44
lokakuu	14	28	30	56	67
marraskuu	9	29	31	55	70
joulukuu	16	38	55	70	87

Rikkidioksidipitoisuudet (SO₂) Oulussa v. 2015 (µg/m³)

Nokela	keskiarvo	2.korkein vuoro- rokausiarvo	korkein vuoro- kausiarvo	99 %:n tun- tiarvo	korkein tuntiarvo
tammikuu	2,4	8,8	9,6	24	42
helmikuu	0,8	3,2	5,3	9	14
maaliskuu	0,7	2,1	2,3	4	9
huhtikuu	1,1	2,6	3,1	8	12
toukokuu	0,6	1,3	1,5	5	6
kesäkuu	0,9	2,1	2,4	6	10
heinäkuu	1,1	2,8	3,2	10	17
elokuu	1,1	2,5	2,8	11	21
syyskuu	0,7	1,8	2,2	7	12
lokakuu	0,7	1,6	1,8	6	11
marraskuu	0,8	2,4	3,9	7	11
joulukuu	0,7	1,7	2,7	5	11

Haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) pitoisuudet Oulussa v. 2015 (µg/m³, S)

Nokela	2.korkein vuoro- rokausiarvo	korkein vuoro- kausiarvo	99 %:n tun- tiarvo	korkein tun- tiarvo
tammikuu	0,2	0,5	0,8	1,9
helmikuu	0,3	1,0	0,8	19,0
maaliskuu	0,4	0,5	1,4	5,6
huhtikuu	0,5	0,5	1,4	2,9
toukokuu	0,2	0,2	0,5	1,0
kesäkuu	0,3	0,4	0,9	2,9
heinäkuu	0,3	0,5	0,9	11,1
elokuu	0,5	1,8	1,6	29,2
syyskuu	0,3	0,3	0,8	6,0
lokakuu	0,6	0,6	1,6	4,1
marraskuu	0,2	2,4	0,4	37,2
joulukuu	0,2	0,3	0,5	0,8

LIITE 3

Ilman epäpuhtauspäästöt Oulussa vuonna 2015 (tonnia vuodessa)

	Hiukkaset	SO ₂	NO _x ¹⁾	TRS ²⁾	NM VOC	CO ₂ (Fos) ³⁾	CO ₂ (Bio) ⁴⁾	CO
	(t/a)	(t/a)	(t/a)	(t/a)	(t/a)	(t/a)	(t/a)	(t/a)
Laanilan Voima Oy	14,6	142,9	68,6		3,7	134665	56358	100,7
Kemira Chemicals Oy					0,4			
Taminco Finland Oy		36,5						
Oulun Energia Oy (yht.)	62,2	620,5	590,4			591583	332814	20,9
Toppilan voimalaitokset	58,0	551,0	460,0		14,7	518232	274105	
Laanilan Ekovoimalaitos	0,1	0,7	108,5		14,3	58006	56504	20,9
Limingantullin lämpökeskus	0,6	12,1	4,1			2383		
Vasaraperän lämpökeskus	0,5	18,4	5,6			3419		
Pateniemen lämpökeskus	0,1	2,3	0,8			4598		
OYS:n lämpökeskus	2,6	20,3	6,4			1920	2205	
Oulunsuun lämpökeskus	0,40	15,6	4,9			2835		
Laanilan lämpökeskus	0,0	0,0	0,20			189		
Stora Enso Oyj	43,0	371,0	1068,0	9,3	1,8	260347	1370159	
Arizona Chemical Oy	6,8	90,0	49,7	0,10		15809	0	
Nuottasaaren tehdasalueen laitokset yht.	49,8	461,0	1117,7	9,4	1,8	276156	1370159	
Paroc Oy Ab	13,4	32,4	14,9	4,1	12,2	13135	1187	1890
Lemminkäinen Infra Oy	2,4	10,7	5,1			2511		
Adven Oy (yht.)	3,1	31,6	19,1			5694	3894	
LK-117	2,15	26,3	11,7			4147		
LK-210	1,0	5,3	7,4			1548	3894	
Fermion Oy					3,6			
Oy Teboil Ab, Vihreäsaaren varasto					?			
North European Oil Trade Oy, Vihreäsaaren varasto					?			
Oulun Satama Oy	1,5	3,1	79,5		4,9	4476,3		9,4
Pölkky Oy					33,2			
Lupavelvolliset yhteensä	147	1339	1895	13,5	89	1028220	1764412	2021
Muut pistelähteet (VAHTI)								
Pistelähteet yhteensä	147	1339	1839	13,5	89	1028220	1764412	2021
Liikenne ⁵⁾	32,2	1,3	956,3		234,7	296937		1844
Yhteensä 2015	179	1340	2852	13,5	323	1325157	1764412	3865
Vuoden 2014 päästöt	206	1549	3111	12,2	563	1334226	1705715	5823
Vuoden 2013 päästöt	188	1599	3240	21,1	572	1446059	1773499	5718
Vuoden 2012 päästöt	138	2047	3132	18,7	448	1480304	1727654	4719
Vuoden 2011 päästöt	162	2319	3278	28	456	1595864	1685745	4881
Vuoden 2010 päästöt	187	2983	3478	28	386	1779111	1625791	4181
Vuoden 2009 päästöt	148	1882	2680	31	339	1377137	1562563	4158
Vuoden 2008 päästöt	281	2621	2875	30	444	1752921	1395078	5073
Vuoden 2007 päästöt	364	3287	3421	32	600	2060718	1385139	5861
Vuoden 2006 päästöt	548	3773	3398	32	561	2167079	1268241	6109
Vuoden 2005 päästöt	607	2751	2966	27	570	1709707	1239061	5678
Vuoden 2004 päästöt	644	3382	3660	76	683	2028526	1616671	6142
Vuoden 2003 päästöt	677	3763	3940	93	653	2231806	1526427	6053
Vuoden 2002 päästöt	505	3608	3674	97	797	2101004	1482764	6930
Vuoden 2001 päästöt	564	3681	4104	98	790	2190434	1352933	6110
Vuoden 2000 päästöt	702	2914	4028	111	852	1613963		6504
Vuoden 1999 päästöt	630	3040	4224	112	878	1641075		6713
Vuoden 1998 päästöt	569	3123	4098	124	951	1745965		8219
Vuoden 1997 päästöt	641	3091	3949	125	955	1821810		7805
Vuoden 1996 päästöt	606	3376	4284	97	1010	1719593		7787
Vuoden 1995 päästöt	857	3378	4201	121	1030	1382302		7684

¹⁾ typpiidioksidina (NO₂) ²⁾ rikkiniä (S) ³⁾ Fossiilista polttoaineista peräisin oleva ⁴⁾ Biopolttoaineista peräisin ⁵⁾ Lähde: LIISA 2014 laskentamalli

LIITE 4

Tulosten laadun varmistus

Analysaattoreille on laadittu laitekohtaiset huolto- ja kalibrointisuunnitelmat. Kaasu-analysaattoreille suoritettiin v. 2015 kalibrointeja 5 - 7 kpl laitekohtaisen tarpeen mukaan. Lisäksi NO_x-analysaattoreille tehtiin mittausstandardin edellyttämä lineaarisuustestaus. Kalibroinnit suoritetaan kaasulaimennukseen perustuvalla kalibraattorilla. Kalibraattorilla tuotettuja pitoisuuksia verrattiin 11.2. ja 16.9.2015 konsultin pitoisuuksiin. Konsultin pitoisuudet määritetään kaksi kertaa vuodessa Ilmatieteen laitoksen kalibrointilaboratoriossa. Hiukkasanalysaattoreiden virtaukset kalibroitiin kahdesti ja mikrovaat kerran.

Ilmanlaadunmittausohjelma (ENVIDAS) suorittaa automaattisesti analysaattoreiden (lukuun ottamatta hiukkas- ja CO-analysaattoreita) nolla- ja aluetason tarkistuksen kerran vuorokaudessa. SO₂-, NO_x- ja TRS-analysaattoreiden alueen tarkistus tapahtuu permeaatioputkikalibraattorilla. NO_x-analysaattorin alueen tarkistukseen käytetään NO₂-putkea ja TRS-analysaattorin tarkistukseen H₂S-putkea.

Analysaattoreiden toimintaa seurattiin päivittäin ENVIEW-ohjelmiston avulla. Viikoittain analysaattoreiden huoltoseuranta-arvot kirjataan mittausasemilla laitekohtaiseen kirjanpitoon. Toimistolla sijaitsevaan huoltopäiväkirjaan kirjataan lisäksi kaikki havaitut mittaustuloksiin vaikuttavat tekijät (havaitut häiriöt, tehdyt korjaukset ja huollot, häiriötekijät mittausasemien ympäristössä jne.). Analysaattoreiden kalibroinneista tallennetaan erikseen kalibrointipöytäkirjat. Erilaisista laitehäiriöistä ja kalibroinneista johtuvat virheelliset mittaustulokset poistetaan tai korjataan tarvittaessa päivittäin ja viimeistään kuukauden vaihtuessa.

Mittaustulokset ovat ohjearvoon verrannollisia vain, jos tulosten saatavuus vertailujaksolla on vähintään 75 %. Vuonna 2015 tulosten saatavuus kuukausittain tarkasteltuna oli alimmillaan 92,5 % (keskusta NO_x, heinäkuu).

LIITE 5

Mittausasema- ja laitetiedot.

Aseman nimi:	KESKUSTA
Osoite:	Saaristonkatu 14
Mittausparametrit:	NO ₂ , NO, NO _x , CO, hiukkaset PM ₁₀ ja PM _{2,5}
Koordinaatit:	(°N) 65.00997; (°E) 25.47132
Näytteenottokorkeus:	maanpinnasta NO _x ja CO ₃ m, hiukkaset 4 m, merenpinnasta +5 m
Ympäristö:	keskikaupunki, vilkas liikenne
Merkitykselliset pistelähteet:	liikennemäärä 50 m:n säteellä 10 000 ajoneuvoa/vrk
Mittauslaitteet:	Mittausmenetelmä:
Environnement AC32M	NO _x kemiluminesenssi
Monitor Labs 9830	CO IR-absorptio
Teom 1405 (ulkoilman paine ja lämpötila)	PM ₁₀ inertiamikrovaaka
Teom 1405 (ulkoilman paine ja lämpötila)	PM _{2,5} inertiamikrovaaka



Aseman nimi:	NOKELA
Osoite:	Kiskotie 24
Mittausparametrit:	SO ₂ , TRS
Koordinaatit:	(°N) 64.99473; (°E) 25.47926
Näytteenottokorkeus:	maanpinnasta 3 m, merenpinnasta +8 m
Ympäristö:	esikaupunki, asuntoalue
Merkitykselliset pistelähteet:	Nuottasaaren tehdasalueen laitokset
Mittauslaitteet:	Mittausmenetelmä:
Teledyne API T100	SO ₂ UV-fluoresenssi
Thermo 43i TL	
+Thermal Oxidizer Model 1000 TRS	UV-fluoresenssi



Aseman nimi:	SÄÄASEMA
Osoite:	Nokela, Kiskotie 24 (Nokelan aseman katolla)
Mittausparametrit:	tuulen suunta ja nopeus, ilman lämpötila, suhteellinen kosteus, sademäärä, ilmanpaine
Näytteenottokorkeus:	maanpinnasta 6 m, merenpinnasta + 8 m
Mittauslaitteet:	Vaisala WXT 520

Aseman nimi:	PYYKÖSJÄRVI	
Osoite:	Lahntie 1	
Mittausparametrit:	NO ₂ , NO, NO _x , hiukkaset PM ₁₀ , O ₃	
Koordinaatit:	(°N) 65.04338; (°E) 25.4979	
Näytteenottokorkeus:	maanpinnasta 4 m, merenpinnasta +18 m	
Ympäristö:	esikaupunki, asuntoalue	
Merkitykselliset pistelähteet:	Laanilan Voima Oy, Paroc Oy Ab, Toppilan voimalaitokset	
Mittauslaitteet:	Mittausmenetelmä:	
Environnement AC32M	NO _x	kemiluminesenssi
Teom 1400A	PM ₁₀	inertiamikrovaaka
API	O ₃	UV-absorptio

