

Yhdyskuntailman  
epäpuhtaudet ja  
krooninen  
keuhkoputkentulehdus



Kannen valokuva: Tero Pajukallio  
Tämä julkaisu on painettu sataprosenttiselle uusiopaperille.

Antti Pönkä ja Mikko Vuorinen

Yhdyskuntailman epäpuhtaudet  
ja  
krooninen keuhkoputkentulehdus

## SISÄLLYSLUETTELO

YHTEENVETO.....	1
SAMMANDRAG.....	3
JOHDANTO.....	5
AINEISTO JA MENETELMÄT.....	7
Ilman epäpuhtaudet.....	7
Sairastavuustiedot.....	7
Tilastolliset menetelmät.....	8
TULOKSET.....	10
Hoitojaksojen määrät.....	10
Ilman epäpuhtaudet ja lämpötila.....	11
Regressioanalyysin tulokset.....	14
POHDINTA.....	16
KIRJALLISUUTTA.....	19

## YHTEENVETO

Helsingin ympäristökeskuksessa selvitettiin vuosina 1987-1989 yhdyskuntailman saasteiden, lämpötilan ja kosteuden vaikutusta kroonisen keuhkoputkentulehduksen ja keuhkonlaajentuman oireiden esiintyvyyteen. Sairausindikaattorina käytettiin niiden osastohoitoa vaatineiden sairaalahoitajaksojen määriä, jotka aiheutuivat pääasiallisesti kroonisesta keuhkoputkentulehduksesta tai keuhkolaajentumasta. Erikseen tarkasteltiin päivystyspoliklinikan kautta hoitoon joutuneiden määriä. Aineistoon kuuluivat kaikki Helsingin kaupunginsairaaloissa ja Helsingin yliopistollisessa keskussairaalassa kyseisenä aikana hoidetut potilaat. Hoitajaksoja oli yhteensä 2 807.

Hoitoon otettujen määriä verrattiin saman vuorokauden ja edeltävien vuorokausien ilman epäpuhtaus- ja säämuuttujiin: rikkidioksidin, typpidioksidin, pölyn ja otsonin keskiarvopitoisuuksiin, keskilämpötilaan ja keskimääräiseen kosteuteen. Rikkidioksidin, typpidioksidin ja pölyn pitoisuudet laskettiin eri mittausasemien keskiarvoina. Mittauksista vastasi Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta.

Ilman epäpuhtauksien todettiin vaikuttavan päivystyspoliklinikoiden kautta sairaalaan kroonisen keuhkoputkentulehduksen tai keuhkonlaajentuman oireiden johdosta joutuneiden määriin, mutta ei kaikkien sairaalaan otettujen määriin. Rikkidioksidipitoisuuden ollessa korkea samana päivänä sairaalaan päivystyksenä otettujen alle 65-vuotiaiden lukumäärä lisääntyi merkitsevästi (suhteellinen riski 1.31 pitoisuuden noustessa 2.7-kertaiseksi) ja samoin uudelleen kolmen vuorokauden kuluttua korkeista pitoisuuksista (suhteellinen riski 1.34). Typpidioksidin vaikutus todettiin tilastollisesti merkitsevällä tasolla ainoastaan yli 64-vuotiailla, joilla sairaalaan joutuneiden määrä lisääntyi tilastollisesti merkitsevästi kuuden vuorokauden viiveellä (suhteellinen riski 1.31 pitoisuuden noustessa 2.7-kertaiseksi). Typpidioksidin pitoisuudella ei todettu merkitsevää yhteyttä sairaalahoitoon joutuneiden nuorempien potilaiden määriin, eikä pölyn tai otsonin pitoisuudella, suhteellisella kosteudella tai lämpötilalla minkään ikäisten määriin. Kesällä sairaalaan joutuneita oli vanhemmissa ikäryhmissä odotettua vähemmän.

Nyt tehdyssä tutkimuksessa todettiin ilman epäpuhtauksien lisäävän aikaisemmin oletettua matalammissa pitoisuuksissa kroonisen kehkoputkentulehduksen ja keuhkolaajentuman oireita. Mitatut epäpuhtauksien pitkäaikaiset keskiarvopitoisuudet ja vuorokausipitoisuuksien maksimit olivat suhteellisen matalia, rikkidioksidilla 19 ja 95 ug/m<sup>3</sup> ja typpidioksidilla 39 ja 170 ug/m<sup>3</sup>, mitkä alittavat yleisesti eri maissa asetetut ohjearvot. Pölypitoisuuden vuosikeskiarvo oli 76 ja vuorokausimaksimi 414 ug/m<sup>3</sup>, mitkä arvot ylittävät valtioneuvoston päätöksen mukaiset enimmäisohjearvon. Otsonin lyhytaikaispitoisuudet alittivat Maailman terveysjärjestön asettaman enimmäisohjearvon. Rikkidioksidin lyhytaikaisohjearvot eivät ylittäneet Maailman terveysjärjestön asettamia ohjearvoja; typpidioksidilla ylitys todettiin yhtenä päivänä.

Typenoksidipitoisuuksien voidaan katsoa kuvastavan liikenneperäisiä päästöjä ja rikkidioksidin energiantuotannon päästöjä, joita molempia tulisi pyrkiä edelleen vähentämään Helsingissä.

Tulokset osoittavat, että yhdyskuntailman saasteet aiheuttavat terveydellistä haittaa pitoisuuksissa, jotka alittavat maassamme asetetut enimmäisohjearvot. Tämän perusteella arvioituna vireilläoleva ohjearvojen tiukentaminen on perusteltua.

## SAMMANDRAG

Vid Helsingfors miljöcentral utreddes åren 1987-1989 i vilken mån föroreningarna i utomhusluften, lufttemperaturen och luftfuktigheten framkallar symtom på kronisk bronkit och lungemfysem. Som sjukdomsindikator användes det antal vårdtillfällen på avdelning som huvudsakligen berodde på kronisk bronkit eller lungemfysem. Som separatgrupp studerades de som via akutmottagningarna intagits för vård. Undersökningsmaterialet bestod av samtliga vid Helsingfors stads sjukhus och Helsingfors universitetscentralsjukhus under nämnda tid vårdade patienter. Antalet vårdtillfällen uppgick till sammanlagt 2 807.

Antalet patienter som en viss dag togs in på sjukhus jämfördes med samma dygns luftförorenings- och vädervariabler, dvs. medelhalterna av svaveldioxid, kvävedioxid, damm och ozon, medeltemperaturen och den genomsnittliga luftfuktigheten. Svaveldioxid-, kvävedioxid- och dammhalterna räknades som medelvärde för de olika mätstationerna. För mätningarna svarade Huvudstadsregionens samarbetsdelegation.

Luftföroreningarna konstaterades påverka antalet patienter som via akutmottagningarna togs in på sjukhus, men inte det totala antalet intagna patienter. Då svaveldioxidhalten var hög noterades en markant ökning av det antal personer under 65 år som samma dag via akutmottagningarna blev intagna på sjukhus (den relativa risken 1,31 då halten steg till det 2,7-faldiga) och likaså på nytt efter tre dygn (den relativa risken 1,34). Kvävedioxideffekter konstaterades på statistiskt signifikant nivå endast hos personer över 64 år. För deras del kunde man statistiskt påvisa att antalet personer som intogs på sjukhus ökade sex dygn efter uppmätta höga värden (den relativa risken 1,31 då halterna steg till det 2,7-faldiga). För yngre personers del kunde inte noteras något signifikant samband mellan kvävedioxidhalter och antalet sjukhusintagna. Damm- och ozonhalterna, den relativa fuktigheten och temperaturen kunde inte heller sättas i samband med ett ökat antal intagna, något som gällde alla ålderskategorier. Färre till de äldre åldersklasserna hörande än väntat togs in på sjukhus sommartid.

Den nu utförda undersökningen gav vid handen att symtomen på kronisk bronkit och lungemfysem ökade vid lägre luftföroreningshalter än vad man tidigare antagit. De uppmätta långtidsmedelvärdena och dygnsmaximivärdena för luftföroreningar var relativt låga, för svaveldioxid 19 och 95  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  och för kvävedioxid 39 och 170  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dessa underskrider de riktvärden som allmänt gäller i olika länder. Årsmedelvärdet för dammhalten uppgick till 76 och dygnsmaximivärdet till 414  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , vilket överskrider de i statsrådets beslut angivna maximiriktvärdena. Korttidsvärdena för svaveldioxid överskred inte de av Världshälsoorganisationen satta riktvärdena; för kvävedioxidens vidkommande överskreds riktvärdena under en enda dag.

Kvävedioxidhalterna kan anses reflektera utsläppen från trafiken och svaveldioxidhalterna utsläppen från energiproduktionen. Bägge borde fås att minska i Helsingfors.



## JOHDANTO

Yhdyskuntailman epäpuhtauksien ja kylmyyden tiedetään lisäävän kroonisia keuhkosairauksia sairastavien potilaiden oireita. Tämä on todettu sekä kokeellisissa altistustilanteissa että epidemiologisissa tutkimuksissa. Samoin lasten hengitystieinfektioiden esiintyvyyttä pidetään herkkänä saasteindikaattorina.

Yhdyskuntailman rikki- ja typpidioksidin, leijuvaan pölyn, otsonin ja muiden oksidanttien sekä orgaanisten epäpuhtauksien samoin kuin sääolojen tiedetään vaikuttavan kroonisia obstruktiivisia keuhkosairauksia sairastavien potilaiden oireisiin. Näihin sairauksiin kuuluvat krooninen keuhkoputkentulehdus, keuhkolääjentyä ja astma. Kuitenkaan yksiselitteistä tietoa ei ole siitä, missä epäpuhtauspitoisuuksissa näiden sairauksien oireiden määrä väestössä alkaa epidemiologisesti todettavalla tasolla lisääntyä. Myöskin eri epäpuhtauksien yhteisvaikutukset, suhteelliset merkitykset ja yhteisvaikutukset muiden tekijöiden kuten kylmyyden kanssa tunnetaan puutteellisesti.

Ilman epäpuhtauspitoisuuksille on asetettu enimmäisohjearvoja, jotka perustuvat terveyshaittojen ehkäisemiseen. Arviot perustuvat lähinnä Maailman terveysjärjestön asiantuntijaryhmien yhteenvetoihin, jotka puolestaan perustuvat epidemiologisiin ja kliinisiin tutkimuksiin. Viime vuosina on käynyt ilmeiseksi, että eräät enimmäisohjearvot ovat korkeat ja oireita alkaa esiintyä jo enimmäisohjearvoja matalammissa pitoisuuksissa. Ilmeistä onkin, että varsinaisia kynnsarvoja ei voida asettaa, vaan oireilu alkaa vähitellen epäpuhtauksien pitoisuuksien kasvaessa. Asiaan vaikuttavia tekijöitä ovat mm. väestöryhmän herkkyys, eri epäpuhtaus- ja muiden tekijöiden yhteisvaikutukset sekä kylmyys.

Helsingissä on aikaisemmin tutkittu lasten ja aikuisten hengitystieinfektioiden esiintyvyyttä suhteessa ilman epäpuhtauksien esiintyvyyteen (1,2). Tällöin havaittiin kylmyyden poisvakioinnin jälkeenkin hengitystieinfektioiden määrän lisääntyvän korkeiden saastepitoisuuksien aikana, vaikka rikki- ja typpidioksidin pitoisuudet alittivat selvästi enimmäisohjearvot. Helsingissä on todettu myös alueittaisia, osittain rikkidioksidipitoisuuteen liittyviä, eroja lasten hengitystieinfektioissa (3).

Edelleen Helsingissä on aiemmin havaittu, että ilmansaasteiden aiheuttamien astmakohtausten määrä lisääntyy aiemmin tiedettyä matalammissa saastepitoisuuksissa (4,5).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää yhdyskuntailman suhteellisen matalien epäpuhtauspitoisuuksien sekä säätekijöiden vaikutusta kroonista keuhkoputkentulehdusta tai keuhkonlaajentumaa sairastavien potilaiden oireiden esiintyvyyteen. Erityisesti on haluttu selvittää vaikutusta taudin vaikeampiin muotoihin, jotka ovat johtaneet sairaalahoitoon. Tutkimuksessa on selvitetty sairauskohtausten esiintyvyyden suhdetta päivittäin ilman rikkidioksidi- ja typpidioksidi-, otsoni- ja pölypitoisuuksiin sekä lämpötilaan ja suhteelliseen kosteuteen.

## AINEISTO JA MENETELMÄT

### Ilman epäpuhtaudet

Tiedot epäpuhtauspitoisuuksista perustuvat Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunnan mittauksiin. Rikkidioksidia mitattiin viidellä automaattisella mittausasemalla kulometrisellä tekniikalla (Töölö, Kontula, Pakila, Vallila, Punavuori) ja typen oksideita kahdella asemalla (Töölö, Vallila) kemiluminesenssimenetelmällä. Otsonimittauksia tehtiin yhdellä asemalla (Töölö). Lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mitattiin Kalliossa. Leijuvien hiukkasten määrää mitattiin suurtehokeräimillä kuudessa mittauspisteessä kerättynä (Kaisaniemi, Vallila, Pakila, Kyläsaari, Erottaja, Kontula).

Vuonna 1987 typen oksidien päästöt Helsingissä olivat 18 100 t, josta liikenteen osuus oli 31 %, energiantuotannon 65 % ja teollisuuden 4 %. Rikkidioksidipäästöjen määrä oli 23 300 t, josta energiantuotannon osuus oli 90 %, teollisuuden 8 % ja liikenteen 2 %. Pienhiukkaspäästöjen määrä oli 2 700 t, josta energiantuotanto aiheutti 73 %, liikenne 23 % ja teollisuus 4 %. Päästölähteet ja päästökorkeus huomioonottaen typpidioksidia voidaan pitää liikennepäästöjen indikaattorina ja rikkidioksidia energiantuotannon päästöjen indikaattorina. Liikennepäästöjen osuus typpidioksidipitoisuudesta kaduilla hengityskorkeudella on Helsingissä 60-80% (6).

### Sairastavuustiedot

Sairastavuustiedot saatiin sairaaloiden tekemistä poistoilmoituksista, joista käy ilmi hoitajaksojen lukumäärä, sairaalahoidon syyt sekä hoidon ajankohta. Tiedot kerättiin vuodehoitajaksoista Helsingin yliopistollisesta keskussairaalaista ja Helsingin kaupunginsairaaloista vuosilta 1987 - 1989. Tässä selvityksessä on otettu huomioon ainoastaan ne tapaukset, joissa sairaalahoidon pääasiallinen syy oli krooninen keuhkoputkentulehdus tai keuhkonlaajentuma. Erikseen tarkastellaan niitä potilaita, jotka otettiin hoitoon päivystyspoliklinikoiden kautta.

Helsingissä käytännöllisesti katsoen kaikki poliklinikkatasoista ja vuodeosastotasois- ta hoitoa mainittujen sairauksien vuoksi tarvitsevat potilaat hoidetaan edellä mainituissa sairaaloissa. Päivystyspoliklinikoita ovat Helsingin yliopistollisen keskussairaalan päivystyspoliklinikka, Marian ja Malmin sairaaloiden poliklinikat sekä lasten kyseessä ollen Auroran sairaalan poliklinikka.

## Tilastolliset menetelmät

### Analyttiset menetelmät ja mallitus

Sairaalahoitoon joutuneiden potilaiden määrä päivää kohti on pieni eikä jakautuma noudata normaalijakautumaa. Tästä syystä analyysissä käytettiin Poisson regres- siota. Poisson regressiolla etsittiin malli, joka selitti mahdollisimman hyvin sairastavuusvaihtelun. Tämän jälkeen tarkistettiin, etteivät muut selittäjät (sää- tai saastemuuttujat) selittäneet tilastollisesti merkitsevästi vaihtelua sairastavuudessa.

Koska jokaiselta tutkimusjakson päivältä ei ollut mitattu selittäviä suureita, nämä arvioitiin käyttäen standardia regressiomenetelmää. Siinä kutakin saastemuuttujaa pidetään vuorollaan selitettävänä muuttujana ja puuttuvan arvon estimaatit saadaan tämän mallin ennusteista. Menetelmä ottaa huomioon aikamuuttujat ja muut saastemuuttujat. Koska mallissa on mukana eri aikamuuttujat vastaavat estimaatit hyvin läheisesti viikottaisia, kuukausittaisia ja vuosittaisia keskiarvoja.

Selittävinä tekijöinä mallissa käytettiin typpidioksidin, rikkidioksidin, otsonin ja pölyn pitoisuuksia, sekä muina selittävinä tekijöinä lämpötilaa ja ilman suhteellista kosteutta. Selittävät tekijät laskettiin vuorokausikeskiarvoina. Lämpötila ja suhteel- linen kosteus ilmoitettiin logaritmoimatta ja saastemuuttujat logaritmimuunnosta. Näin pyrittiin saamaan selittävistä tekijöistä mahdollisimman normaaliset jakau- tumat puuttuvien arvojen laskemista varten.

## Aikajakautumat ja ikäryhmät

Sairaalaan joutuneiden määrä vaihtelee pidemmissä sykleissä vuodenaikojen mukaan sekä lyhemmissä eri viikonpäivinä. Viikonloppuisin sairaalaan joutuineiden määrä oli pienempi kuin arkisin ja maanantaisin oli todettavissa lukumäärän nousu, joka suurelta osin selittynee viikonloppuna sairastuneiden viivytelyllä sairaalaan hakeutumisessa. Tämän päivittäisen vaihtelu otettiin huomioon analyysissä.

Sairaalaan joutuneiden määriä verrattiin saman päivän sää- ja saastetekijöihin sekä erikseen 1-7 vuorokauden viiveillä mahdollisen viivästyneen vaikutuksen havaitsemiseksi.

Vuodenaikavaihtelu otettiin huomioon käyttäen jakoa kesään, syksyyn, talveen ja kevääseen. Tällöin talvea käytettiin vertailukohteena, koska tapausten määrä oli tällöin suurin.

Sairauksien ja epäpuhtausparametrien aikarakenteen löytyminen varmistettiin laskemalla lopullisen mallin residuaalien autokorrelaatiot. Koska mainittuja sairauksia sairastavat ovat yleensä iäkkäitä, lopulliseen analyysiin otettiin ikäjaottelu kahteen ryhmään: 65-vuotta täyttäneet ja toisaalta tätä nuoremmat.

Koska Helsingin väkiluku ja väestön ikäjakauma säilyivät kolmen tutkimusvuoden aikana olennaisesti vakiona, laskelmien pohjana käytettiin sairaustapauksien lukumääriä eikä insidenssejä. Vuonna 1987 Helsingin väkiluku oli 488.604, vuonna 1988 491.148 ja vuonna 1989 491.777.

## TULOKSET

## Hoitojaksojen määrät

Yhteensä Helsingin sairaaloissa käytettiin kroonisen keuhkoputkentulehduksen ja keuhkonlaajentuman vuoksi vuodeosastoilla kolmen vuoden aikana 2 807 hoitojaksoa eli osastoille otettiin hoidettavaksi keskimäärin 2.57 potilasta vuorokaudessa (taulukko 1). Päivystyspoliklinikoiden kautta heistä otettiin sisään runsaat puolet, 1 466. Vuonna 1987 osastohoitojaksojen lukumäärä oli 970, seuraavana vuonna 944 ja vuonna 1989 893.

Taulukko 1. Kroonisesta keuhkoputkentulehduksesta tai keuhkonlaajentumasta aiheutuneiden hoitojaksojen määrä vuodeosastoilla Helsingissä 1987 - 1989

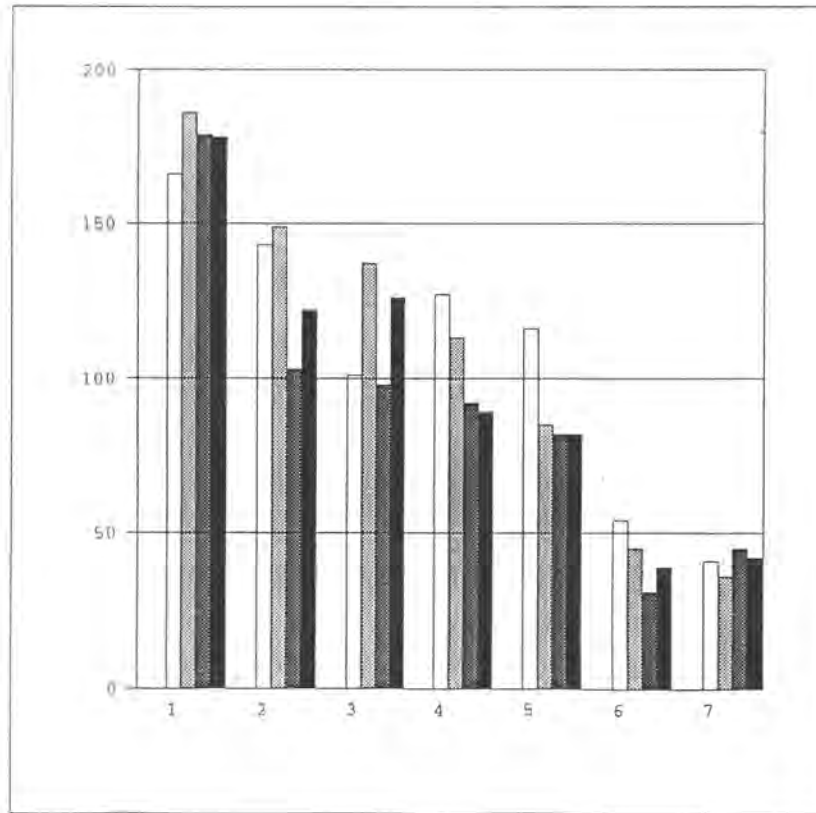
Tabell 1. Av kronisk bronkit eller lungemfysem förorsakade vårdtillfällen på bäddavdelningarna i Helsingfors 1987 - 1989

	Hoitojaksojen määrä Antal vård- tillfällen	Hoitoon ottojen määrä/vrk Antal intagna/ dygn
Yhteensä Sammanlagt	2 807	2.57
Päivystys- poliklinikan kautta hoitoon- otetut Via akutmot- tagningarna intagna	1 466	1.34

Sairaalahoitoon joutuneiden määrät vaihtelivat päivittäin ei- normaalilla tavalla. Sairaalahoitoon joutuneiden määrien jakautuma viikonpäivittäin eri vuodenaikoina on esitetty kuvassa 1. Eniten sairaalaanjoutumisia todettiin maanantaisin ja vähiten sunnuntaisin.

Kuva 1. Sairaalahoitoon joutuneiden määrät viikonpäivittäin (maanantai = 1) eri vuodenaikoina, järjestys talvesta alkaen.

Bild 1. Antalet på sjukhus intagna enligt veckodag (måndag = 1) under de olika årstiderna, börjande från vintern.



### Ilman epäpuhtaudet ja lämpötila

Kolmen vuoden aikana ilman rikkidioksidin keskiarvopitoisuus oli  $19.2 \text{ ug/m}^3$ . Vuonna 1987 pitoisuus oli keskimäärin  $21.6 \text{ ug/m}^3$ , seuraavana vuonna  $21.2 \text{ ug/m}^3$  ja vuonna 1989  $14.8 \text{ ug/m}^3$  (taulukot 2 ja 3). Typpidioksidin kolmen vuoden keskiarvopitoisuus oli  $38.6 \text{ ug/m}^3$  ja eri vuosina  $44.2$ ,  $36.0$  ja  $35.7 \text{ ug/m}^3$ . Pölyn kolmen vuoden keskiarvopitoisuus oli  $76.3 \text{ ug/m}^3$ , ja eri vuosina  $74.0$ ,  $81.6$  ja  $73.2 \text{ ug/m}^3$ .

Otsonin keskiarvopitoisuus oli  $22.0 \text{ ug/m}^3$ . Suurin 8 tunnin arvo oli  $78 \text{ ug/m}^3$  aamuyhdeksästä laskettuna ja suurin tunti-arvo  $133 \text{ ug/m}^3$ . Keskilämpötila oli  $4.7^\circ\text{C}$  ja keskimääräinen ilman suhteellinen kosteus  $82.9\%$ .

Taulukko 2. Ilman epäpuhtauksien ja säämuuttujien vuorokausikeskiarvojen keskiluvut Helsingissä 1987 - 1989

Tabell 2. Genomsnittet för luftföroreningarnas och vädervariablernas dygnsmedelvärden i Helsingfors 1987 - 1989

	Keskiarvo Medel- värde	Keski- hajonta Standard- avvikelse	Maksimi Maximi- värde
Rikkidioksidi (ug/m <sup>3</sup> )	19.2	12.6	95
Svaveldioxid			
Typpidioksidi (ug/m <sup>3</sup> )	38.6	16.3	170
Kvävedioxid			
Otsoni (ug/m <sup>3</sup> )	22.0	13.1	90
Ozon			
Pöly (ug/m <sup>3</sup> )	76.3	51.6	414
Partiklar			
Keskilämpötila (°C)	+4.7	9.2	+26
Medeltemperatur			
Suhteellinen kosteus (%)	82.9	12.0	100
Relativ luftfuktighet			



Taulukossa 3 on esitetty ilman epäpuhtauksien arvojen jakautuma kvartiileittain sekä 98% persentiili. Neljäsosana kaikista mittauspäivistä rikkidioksidipitoisuus ylitti  $23.6 \text{ ug/m}^3$ , typpidioksidipitoisuus  $46.7 \text{ ug/m}^3$  ja pölypitoisuus  $94.4 \text{ ug/m}^3$ .

Taulukko 3. Ilman epäpuhtauksien vuorokausikeskiarvopitoisuudet vuosina 1987-1989 kvartiileittain ja 98% persentiili.

Tabell 3. Luftföroreningshalterna åren 1987 - 1989 per kvartiler och 98 % percentil.

	25%	50%	75%	98%
Rikkidioksidi	1.0	16.6	23.6	58.1
Svaveldioxid				
Typpidioksidi	27.8	36.3	46.7	83.2
Kvävedioxid				
Otsoni	12.2	22.6	30.0	53.6
Ozon				
Pöly	42.1	65.6	94.4	237.7
Partiklar				

Taulukossa 4 on esitetty ilman epäpuhtauksien, lämpötilojen, suhteellisen kosteuden ja tuulen nopeuden keskiarvot eri vuosina.

Taulukko 4. Ilman epäpuhtauksien ja säämuuttujien vuorokausikeskiarvot Helsingissä vuosina 1987 - 1989.

Tabell 4. Dagnsmedelvärdena för luftföroreningar och vädervariabler i Helsingfors åren 1987-1989.

	1987	1988	1989
Rikkidioksidi ( $\text{ug/m}^3$ )	21.6	21.2	14.8
Svaveldioxid			
Typpidioksidi ( $\text{ug/m}^3$ )	44.2	36.0	35.7
Kvävedioxid			
Otsoni ( $\text{ug/m}^3$ )	23.1	26.2	17.1
Ozon			
Pöly ( $\text{ug/m}^3$ )	74.0	81.6	73.2
Partiklar			
Keskilämpötila ( $^{\circ}\text{C}$ )	+3.2	+4.8	+6.1
Medeltemperatur			
Suhteellinen kosteus (%)	87.5	82.7	80.8
Relativ luftfuktighet			

## Regressioanalyysin tulokset

Kun tarkasteltiin kaikkien sairaalahoitojaksojen yhteyttä ilman epäpuhtauksiin päivittäin, tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ei havaittu. Sensijaan päivystyspoli-klinkoiden kautta hoitoon joutuneiden määrä oli yhteydessä ilmansaasteisiin.

Kun rikkidioksidipitoisuus oli korkea, sairaalaan joutuneiden määrä lisääntyi samana päivänä (suhteellinen riski 1.31-kertainen; 95%-luottamusväli 1.01-1.70;  $p=0.039$ ), mutta ainoastaan alle 65-vuotiailla. Edellämainittu suhteellinen riski samoin kuin muualla tässä tutkimuksessa esitetty riskisuhde on laskettu epäpuhtauspitoisuuden 2.7-kertaista nousua kohti; tämä johtuu siitä, että regressioanalyysissä on käytetty muuttujien logaritmoituja arvoja. Edellämainittu suhteellinen riskin lisääntyminen merkitsee sitä, että rikkidioksidipitoisuuden noustessa  $10 \text{ ug/m}^3$  kroonista keuhkoputkentulehdusta ja keuhkonlaajentumaa sairastavia otettiin sairaalaan 10.6% enemmän. Toinen huippu sairaalaanotoissa tapahtui 3 päivän viiveellä (suhteellinen riski 1.39-kertainen; 95% luottamusväli 1.05-1.86;  $p=0.021$ ).

Kun typpidioksidipitoisuus oli korkea yli 64-vuotiaiden sairaalaanotot lisääntyivät seuraavana päivänä ja edelleen sitä seuraavana päivänä laskien tämän jälkeen, kunnes tilastollisesti merkitsevä toinen huippu oli 6 päivän viiveellä (suhteellinen riski 1.31-kertainen; 95% luottamusväli 1.03-1.66;  $p=0.022$ ).

Yli 64-vuotiailla riski joutua sairaalaan oli kesällä pienempi (suhteellinen riski 0.80-kertainen; 95% luottamusväli 0.67-0.96;  $p=0.015$ ) kuin talvella, kun analyysissä oli suljettu pois saasteiden, lämpötilan ja kosteuden osuus.

Taulukko 5. Poisson regressioanalyysin tulokset. Suhteellinen riski on laskettu 2.7 kertaista pitoisuustason nousua vastaavaksi.

Tabell 5. Resultat av poissonregressionsanalysen. Den relativa risken har beräknats så att den motsvarar en 2,7-faldig ökning av halterna.

Parametri	Suhteellinen riski 95 %:n luottamusvälein	
	alle 65-vuotiaat	yli 64-vuotiaat
	Den relativa risken med 95%:s konfidensintervaller	
	personer under 65 år	personer över 65 år
<b>Vuodenaika</b>		
<b>Årstim</b>		
Talvi	1,0	1,0
Vinter		
Kevät	0.99 (0.75-1.30)	0.98 (0.82-1.17)
Vår		
Kesä	1.10 (0.78-1.54)	0.80 (0.67-0.96)*
Sommar		
Syksy	1.20 (0.87-1.64)	0.86 (0.72-1.02)
Höst		
<b>SO<sub>2</sub></b>		
LSO <sub>2</sub> LO	1.31 (1.01-1.70)**	
LSO <sub>2</sub> L1	0.96 (0.73-1.27)	
LSO <sub>2</sub> L2	0.78 (0.59-1.03)	
LSO <sub>2</sub> L3	1.39 (1.05-1.86)***	
LSO <sub>2</sub> L4	0.89 (0.68-1.16)	
LSO <sub>2</sub> L5	1.28 (0.97-1.70)	
LSO <sub>2</sub> L6	0.91 (0.69-1.20)	
LSO <sub>2</sub> L7	1.09 (0.84-1.40)	
<b>NO<sub>2</sub></b>		
LNO <sub>2</sub> LO		0.87 (0.71-1.07)
LNO <sub>2</sub> L1		1.07 (0.86-1.33)
LNO <sub>2</sub> L2		1.16 (0.93-1.46)
LNO <sub>2</sub> L3		1.08 (0.86-1.35)
LNO <sub>2</sub> L4		0.94 (0.76-1.18)
LNO <sub>2</sub> L5		0.90 (0.72-1.12)
LNO <sub>2</sub> L6		1.31 (1.03-1.66)#
LNO <sub>2</sub> L7		0.82 (0.67-1.01)

\* P=0.015, \*\* P=0.039, \*\*\* P=0.021, # P= 0.022

LO= riski samana päivänä, L1= riski yhden päivän viiveellä jne.

L0= risk samma dag, L1= risk efter en dag osv.

## POHDINTA

Aiemmissä longitudinaalisissa tutkimuksissa ei ole selvitetty yksityiskohtaisesti yhdyskuntailman saasteiden ja kroonista keuhkoputkentulehdusta tai keuhkonlaajentumaa sairastavien potilaiden oireiden pahenemisen yhteyttä. Toisaalta useissa tutkimuksissa on selvitetty joko astmapotilaiden sairaalahoitoisuuden lisääntymistä tai yleisesti kroonista obstruktiivista keuhkosairautta sairastavien sairastavuuden lisääntymistä, jolloin astmaa, kroonista keuhkoputkentulehdusta ja keuhkonlaajentumaa sairastavat on kaikki ryhmitelty samaan kategoriaan (5,7,8,9,10).

Useissa edellä mainituissa tutkimuksissa on havaittu leijuvan pölyn ja sairaalahoitoisuuden välillä yhteyksiä. Toisaalta eräissä tutkimuksissa tällaista yhteyttä ei ole voitu vahvistaa (8,11).

Otsonin on todettu liittyvän kroonista obstruktiivista keuhkosairautta sairastavien lisääntyneisiin oireisiin. Tätä koskevia tutkimuksia on julkaistu Kanadasta ja Yhdysvalloista (12,13). Korkeat otsonipitoisuudet, 3-5 kertaa korkeammat kuin nyt todetut, lisäävät sekä astman että keuhkoputkentulehduksen vuoksi sairaalaan joutuvien määrää. Kuitenkaan niissä pitoisuuksissa, jollaisia tutkimusjaksona Helsingissä mitattiin, tällaisia vaikutuksia ei ole todettu.

Typpidioksidin vaikutusta kroonista keuhkoputkentulehdusta, keuhkonlaajentumaa ja astmaa sairastavien oireisiin ei tunneta hyvin. Vancouverissa Bates ym. (8) havaitsivat, että sairaalaan joutuvien astmapotilaiden määrä ei korreloinut typpidioksidiarvoihin, kun näiden päivittäinen yhden tunnin maksimi eri viikonpäivinä oli 63-86 ug/m<sup>3</sup>. Barcelonassa Sunyer ym. (9) eivät myöskään todenneet yhteyttä typpi- ja otsonipitoisuudella ja kroonisen obstruktiivisen keuhkosairauden johdosta sairaalaan joutuneiden määrien välillä. Keskimääräinen yhden tunnin maksimityppidioksidipitoisuus oli 124 ug/m<sup>3</sup>, otsonipitoisuus 63 ug/m<sup>3</sup> ja rikkidioksidipitoisuus 142 ug/m<sup>3</sup>, jotka ovat selvästi korkeampia arvoja, kun mitä nyt Helsingissä todettiin.

Useissa tutkimuksissa on selvitetty rikkidioksidin ja leijuvien hiukkasten vaikutusta astman tai kaikkien kroonisten obstruktiivisten keuhkosairauksien oireiden pahenemiseen. Kaliforniassa Euler ym. (14) havaitsivat kroonista obstruktiivista keuhkosairautta sairastavien oireiden lisääntyvän kun rikkidioksidipitoisuus oli yli  $104 \text{ ug/m}^3$  ja hiukkasten samanaikaisesti yli  $200 \text{ ug/m}^3$ . Krakovassa (15) on havaittu, että krooniset keuhko-oireet ovat yleisempiä kaupungin keskustassa kuin laita-alueilla. Keskustan rikkidioksidipitoisuudet olivat tämän tutkimuksen mukaan keskimäärin 114 ja hiukkaspitoisuudet  $180 \text{ ug/m}^3$  ja laitakaupungin 53 ja  $109 \text{ ug/m}^3$ . Batesin (8) mukaan astmaa sairastavien poliklinikkakäynnit lisääntyvät jo edellä mainittuja pitoisuuksia alemmissa rikkidioksidipitoisuuksissa Vancouverissa.

Tutkimuksemme mukaan rikki- ja typpidioksidin nousua seurasi sairaalaan joutuneiden määrän nousu 1-3 vuorokauden viiveellä. Sen lisäksi todettiin typpidioksidipitoisuuden nousua seuraavan toinen sairaalahoitoisuuden huippu 6 vuorokauden viiveellä. On mahdollista, että ensimmäinen huippu johtuu suorasta ärsytyksestä kun taas toinen sekundäärisesti infektiosta.

Maailman terveysjärjestö on asettanut typpidioksidin vuorokausienimmäisohjearvoksi  $150 \text{ ug/m}^3$  ja rikkidioksidille  $125 \text{ ug/m}^3$  (16). Näitä arvoja ei ylitetty tutkimuksen kolmen vuoden jaksona Helsingissä lukuunottamatta yhden päivän typpidioksidipitoisuutta. Myöskin mitatut rikkidioksidin pitkäaikaispitoisuudet alittivat selvästi Maailman terveysjärjestön enimmäisohjearvon; typpidioksidille tällaista ei ole tietojen puutteellisuudesta johtuen asetettu. Ruotsissa typpidioksidin talviajan enimmäisohjearvo on  $50 \text{ ug/m}^3$ ; nyt tehdyssä tutkimuksessa koko vuoden keskiarvo oli  $39 \text{ ug/m}^3$ . Neljännesvuosittain tarkasteltuna korkeimmat typpidioksidit todettiin maaliskokuussa, jolloin Töölön ja Vallilan asemien vuorokausipitoisuuksien keskiarvo oli  $40,9 \text{ ug/m}^3$ . Otsonin korkein tuntiarvo oli  $133 \text{ ug/m}^3$ , mikä alittaa Maailman terveysjärjestön asettaman enimmäisohjearvon  $150\text{-}200 \text{ ug/m}^3$ .

Ympäristöministeriön asettama työryhmä on ehdottanut ilmanlaadun ohjearvojen tiukentamista maassamme. Typpidioksidin vuorokausienimmäispitoisuudeksi esitetään  $70 \text{ ug/m}^3$  siten, että enintään yksi ylitys kuukausittain sallittaisiin. Tämän esityksen ylittäviä pitoisuuksia todetaan Helsingin keskustassa. Rikkidioksidin

enimmäisvuorokausiarvoksi esitetään vastaavasti 80 ug/m<sup>3</sup>. Myöskin tämä arvo ylitettiin eräillä asemilla tutkimusajankohtana. Hiukkaspitoisuudet ylittävät kokonaisleijumana mitattuna sekä nykyiset että esitetyt uudet ohjearvot. Tutkimuksemme perusteella uusien ohjearvojen asettamiseen tulee terveydellisin perustein arvioituna suhtautua myönteisesti.

## KIRJALLISUUTTA

1. Pönkä A. Ilman epäpuhtauksien terveyshaitat Helsingissä II. Vaikutus hengitystieinfektioihin ja poissaoloihin. Helsingin kaupungin terveystieteiden raportteja, sarja A, raportti 33/1988.
2. Pönkä A. Absenteeism and respiratory disease among children and adults in Helsinki in relation to low-level air pollution and temperature. *Environ Res* 1990; 52: 34-36.
3. Pönkä A, Salminen E, Nurmi T, Nykyri E. Yhdyskuntailman rikkidioksidin ja typpidioksidin vaikutus päiväkotilasten sairastavuuteen. Helsingin kaupungin terveystieteiden raportteja. Sarja A, raportti 46/1990.
4. Pönkä A. Ilman epäpuhtauksien ja säättekijöiden vaikutus astmasairastavuuteen Helsingissä. Helsingin kaupungin terveystieteiden raportteja, sarja A, raportti 49/1990.
5. Pönkä A. Asthma and low level air pollution in Helsinki. *Arch Environ Health* 1991; 46: 262-270.
6. Malkki M. Typen oksidit pääkaupunkiseudun ilmassa 1986-VIII/1988. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C. 1989:2.
7. Goldstein JF, Weinstein AL. Air pollution and asthma: Effects of exposure to short-term sulfur dioxide peaks. *Environ Res* 1986;40:332-345.
8. Bates DV, Baker-Andersson M, Sizto R. Asthma attack periodicity: A study of hospital emergency visits in Vancouver. *Environ Res* 1990;51:51-70.
9. Sunyer J, Anto JM, Murillo C, Saez M. Effects of urban air pollution on emergency room admissions for chronic obstructive pulmonary diseases. *Am J Epidemiol* 1991;134:277-286.

10. Schwartz J, Slater D, Larson TV, Pierson WE, Koenig JQ. Particulate air pollution and hospital emergency visits for asthma in Seattle. *Am Rev Respir Dis* 1993; painossa.
11. Samet JM, Speizer FE, Bishop Y, Spengler JD, Ferris BG Jr. The relationship between air pollution and emergency room visits in an industrial community. *J Air Poll Control Assoc* 1981;31:236-240.
12. Bates DV, Sitzo R. Hospital admissions and air pollutants in Southern Ontario: The summer acid haze effect. *Environ Res* 1987;43:317-331.
13. Cody RP, Weisel CP, Birnbaum G, Lioy PJ. The effect of ozone associated with summertime photochemical smog on the frequency of asthma visits to hospital emergency departments. *Environ Res* 1992;58:184-194.
14. Euler GL, Abbey DE, Hodgkin JE, Magie AR. Chronic obstructive pulmonary disease symptom effects of long-term cumulative exposure to ambient levels of total suspended particulates and sulfur dioxide in California Seventh-Day Adventist residents. *Arch Environ Health* 1987;42:213-222.
15. Jedrychowski W, Krzyzanowski M. Ventilatory lung function and chronic chest symptoms among the inhabitants of urban areas with various levels of acid aerosols: Prospective study in Cracow. *Environ Health Perspect* 1989; 79:101-107.
16. World Health Organization. Air Quality Guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European series no 23, WHO, Copenhagen.



HELSINGIN KAUPUNKI  
YMPÄRISTÖKESKUS  
Helsinginkatu 24  
00530 HELSINKI

KUVAILULEHTI

Tekijä(t) Antti Pönkä ja Mikko Virtanen		
Nimike Yhdyskuntailman epäpuhtaudet ja krooninen keuhkoputkentulehdus		
Julkaisija (virasto tai laitos) Helsingin kaupungin ympäristökeskus	Julkaisuaika 1993	Sivumäärä, liitteet 20
Sarjan nimike Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja		Osanumero 12/93
ISSN-numero 1235-9718	Kieli	
ISBN-numero 951-772-412-8	Koko teos fin	Tiivistelmä fin, swe
Taulukot		
Kuvatekstit		
Avainsanat ilman epäpuhtaudet, krooninen keuhkoputkentulehdus, keuhkonlaajentuma		
UDK		
Lisätietoja: Antti Pönkä, Helsingin kaupungin ympäristökeskus, ympäristöterveysyksikkö, Helsinginkatu 24, 00530 Helsinki, puh. 7099 2427		



---

## HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1992

1. Helsinki-Malmin lentoaseman lentomeluselvitys
2. Radonmittaukset Helsingissä
3. Hajuyhdisteitä päästävien laitosten haitta-alueet Helsingissä
4. Kolme näkökulmaa kaupunkiliikenteeseen
5. Selvitys Helsingin kaupungin rakennusviraston Veräjämäen keskusvaraston maaperästä ja pohjavedestä
6. Melutilanne Helsingissä - seurantaraportti
7. Helsingin meluntorjuntaohjelma 1994 - 1998
8. Haihtuvat orgaaniset yhdisteet sisäilmassa
9. Varautuminen kemikaalionnettomuuksiin
10. Helsingin uimarantavesien laatu 1985 - 1992

## HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1993

1. Selvitys Pohjois-Hermannin ja Toukolan alueilla tehdyistä maaperätutkimuksista
2. Eräiden Suomen vesilaitosten verkostoveden mikrobiologinen laatu
3. Keuhkosityövän ilmaantuvuus Helsingissä 1975 - 1986 ja ilman epäpuhtauksien vaikutukset
4. Tuoreen kalan aistinvarainen ja mikrobiologinen laatu
5. Maaperähygieeniset tutkimukset Helsingissä
6. Leipomonäytteiden hygieeninen taso helsinkiläisissä leipomoissa vuosina 1989 - 1991
7. Helsingin kaupungin työntekijät ja kestävä kehitys
8. Vaarallisten aineiden onnettomuudet Helsingissä vuosina 1990 - 1992
9. Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuonna 1992
10. Katsaus Helsingin ympäristön tilaan 1993
11. Helsingin jätteenkäsittelyalueet
12. Yhdyskuntailman epäpuhtaudet ja krooninen keuhkoputkentulehdus

### Julkaisujen tilaus:

ympäristökeskuksen tiedotus

Helsinginkatu 24, 00530 HELSINKI

puh. 7099 2815, fax 7099 2245

ISSN 1235-9718

ISBN 951-772-412-8

---