

5/2000



HELSINGIN KAUPUNGIN

YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA

Yhdyskuntailman hiilimonoksidin vaikutus kuolleisuuteen ja sydäntautisairastavuuteen Helsingissä 1987 - 1995

Antti Pönkä ja Mikko Virtanen

Helsinki 2000



Antti Pönkä ja Mikko Virtanen

YHDYSKUNTAILMAN HIILIMONOKSIDIN VAIKUTUS KUOLLEISUUTEEN
JA SYDÄNTAUTISAIRASTAVUUTEEN HELSINGISSÄ 1987-1995

Helsingin kaupungin ympäristökeskus
Helsinki 2000

ISSN 1235-9718

ISBN 951-718-484-0

Painopaikka: Helsingin kaupungin hankintakeskus
Helsinki 2000

SISÄLLYSLUETTELO

YHTEENVETO.....	1
SAMMANDRAG.....	3
1. JOHDANTO	4
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	4
2.1. Ilman epäpuhtaudet.....	4
2.2. Sairastuvuustiedot.....	5
2.3. Tilastolliset menetelmät.....	6
3. TULOKSET	8
3.1. Ilman epäpuhtaudet ja säättekijät.....	8
3.2. Sairaalahoitoisuus ja monimuuttujamalli	8
3.2.1. Kaikki sydänsairaudet	8
3.2.2. Iskeemiset sydänsairaudet	9
3.2.3. Sydämen toiminnanvajavuus.....	10
3.2.4. Aivoverenkierron häiriöt	11
3.2.5. Umpisuolenlisäkkeen tulehdukset.....	11
3.3. Sairaalahoitoisuus ja yksimuuttujamalli	12
3.4. Kuolleisuus ja monimuuttujamalli	12
3.4.1. Kokonaiskuolleisuus	12
3.4.2. Kuolleisuus sydän- ja verisuonisairauksiin	13
3.4.3. Hengitystiesairaudet	14
3.4.4. Syövän aiheuttamat kuolemantapaukset.....	14
3.5. Kuolleisuus ja yksimuuttujamalli.....	14
4. POHDINTA	15
4.1. Kuolleisuus.....	15
4.2. Sairaalahoitoisuus.....	15
4.3. Johtopäätökset.....	15
LÄHDELUETTELO.....	18

Yhteenveto

Tutkimuksessa selvitettiin yhdyskuntailman hiilimonoksidipitoisuuksien yhteyttä eri syistä johtuvaan väestön kuolleisuuteen ja sydän- ja verisuonisairauksista johtuvien sairaalahoitojaksojen määriin Helsingissä. Sairastuvuustiedot kerättiin Helsingin yliopistollisesta keskussairaalaista ja Helsingin kaupunginsairaaloista ja kuolleisuustiedot Tilastokeskuksesta. Vertailu tehtiin päivittäisenä aikasarjatutkimuksena käyttäen Poisson regressioanalyysiä. Tutkimusjakso oli vuodet 1987-1995.

Tutkimusjaksona sydän- ja verisuonisairauksien vuoksi joutui äkillisesti poliklinikoiden kautta sairaalahoitoon 74 478 henkilöä. Heistä 30 483 otettiin sairaalaan iskeemisen sydänsairauden johdosta, joista 10 459 oli sydäninfarkteja. Sydämen äkillistä toiminnanvajavuutta sairasti 11 318 henkilöä ja aivoverenkiertohäiriöitä 15 129 henkilöä. Samana ajanjaksona eitäpaturmaisia kuolemantapauksia oli 38 232, joista sydän- ja verisuonisairaudet aiheuttivat 22 718 (59 %) tapausta, syöpä 10 174 (27 %) tapausta ja hengitystiesairaudet 3 652 (9,6 %) tapausta.

Hiilimonoksidipitoisuuksina käytettiin 24 -h keskiarvoja sekä kunkin vuorokauden korkeimpia 1 h - ja 8 h -pitoisuuksia. Vertailu sairastumiseen tai kuolemaan tehtiin saman vuorokauden kuluessa sekä 1, 2, 3 ja 4 vuorokauden viiveillä.

Korkeiden hiilimonoksidipitoisuuksien ja kokonaiskuolleisuuden sekä sydän- ja verisuonisairauksista johtuvan kuolleisuuden välillä todettiin merkitsevä yhteys, voimakkaimmin 3 vuorokauden viiveellä. Hengityselinsairauksista ja syövästä johtuvien kuolemien ja korkeiden hiilimonoksidipitoisuuksien välillä ei todettu yhteyttä. Kun yhdyskuntailman hiilimonoksidin vuorokausipitoisuus nousi 1 mg/m^3 , kokonaiskuolleisuusriski nousi 3,7 % ja sydän- ja verisuonisairauskuolleisuus 5,6 %.

Eri sydänsairauksista kaikkiaan ja erikseen iskeemisistä sydänsairauksista, sydäninfarktista ja sydämen toiminnanvajavuudesta aiheutuneet äkilliset sairaalahoitojaksot lisääntyivät hiilimonoksidipitoisuuksien noustessa. Yhteys todettiin samana päivänä ja oli suurempi yli 64-vuotiailla kuin nuoremmilla. Hiilimonoksidipitoisuuden vuorokausipitoisuuden noustessa 1 mg/m^3 , iskeemisten sydänsairauksien johdosta sairaalaan joutuneiden määrä lisääntyi 5,3 %, sydäninfarktien johdosta 7,6 % ja sydämen toiminnanvajavuuden johdosta 8,0 %. Aivoverenkiertohäiriöiden johdosta aiheutuneiden sairaalahoitojaksojen ja hiilimonoksidipitoisuuden välillä ei todettu merkitseviä yhteyksiä. Vertailusairautena käytetyn umpilisäkkeen tulehduksen ja hiilimonoksidipitoisuuksien välillä ei todettu yhteyksiä.

Yhdyskuntailman hiilimonoksidin haittavaikutukset todettiin nyt pienemmissä pitoisuuksissa kuin mitä on aiemmin maailmalta raportoitu. Haittoja todettiin pitoisuuksissa, jotka alittivat Maailman terveysjärjestön ohjearvot.

Miltei kaikki hengityskorkeudella esiintyvä yhdyskuntailman hiilimonoksidi on peräisin autojen pakokaasuista. Pitoisuuksia voitaisiin alentaa tehokkaimmin suosimalla autokannan uudistumista, koska uusien autojen hiilimonoksidipäästöt ovat huomattavasti pienemmät kuin vanhojen.

Vilkasliikenteisessä Töölön mittauspisteessä on jo nyt todettavissa hiilimonoksidipitoisuuden vuosikeskiarvon laskua. Vuonna 1988 vuosikeskiarvopitoisuus oli 1,6 ja vuonna 1995 1,0 mg/m³. Vuonna 1987 yhden tunnin vuorokausimaksimien keskiarvo oli 3,8 ja vuonna 1995 2,2 mg/m³. Ajoittain korkeita pitoisuuksia esiintyy yhä lyhytaikaisesti ja episoditilanteessa. Vuonna 1995 joulukuun savusumuepisodin aikana ylitettiin hiilimonoksidipitoisuuden ohjearvot.

Sammandrag

Undersökningens syfte var att utreda sambandet mellan å ena sidan kolmonoxidhalten i luften i samhället, å andra sidan sjukhusvård och dödlighet av olika orsaker i Helsingfors. Jämförelsen företogs i form av en daglig tidsserieundersökning med Poissons regressanalys. Undersökningsperioden var åren 1987-1995.

Under den undersökta perioden fördes 74 478 patienter med hjärt- och kärlsjukdomar brådskande via poliklinikerna till sjukhusvård. Av dem intogs 30 483 personer på grund av ischemiska hjärtsjukdomar, 10 459 av dessa var hjärtinfarkt. Av plötslig hjärtsvikt led 11 318 personer och av cirkulationsstörningar i hjärnan 15 129 personer. Under samma period var antalet dödsfall som inte var förorsakade av olycksfall 38 232, därav på grund av hjärt- och kärlsjukdomar 22 718 fall (59 %), av cancer 10 174 fall (27 %) och av sjukdomar i andningsorganen 3 652 fall (9,6 %).

Som värden på kolmonoxidhalterna användes dygnsmedelvärden samt de högsta halterna varje dygn under entimmes- och åttatimmarsperioder. Jämförelserna gjordes under det dygn som mätningen skett samt med senareläggningar på 1, 2 och 3 dygn.

Mellan höga kolmonoxidhalter och det totala antalet dödsfall samt dödligheten i hjärt- och kärlsjukdomar konstaterades en signifikant korrelation, som starkast med 3 dygns fördröjning. Det konstaterades inte en korrelation mellan dödligheten till följd av sjukdomar i andningsorganen och cancer och höga kolmonoxidhalter. Då 24 h kolmonoxidhalten steg med 1 mg/m^3 , det totala antalet dödsfall steg 3,7 % ja dödligheten i hjärt- och kärlsjukdomar 5,6 %.

När sjukhusvårdsperioderna på grund av hjärtsjukdomar betraktades som en enhetlig grupp eller separat ischemiska hjärtsjukdomar, hjärtinfarkt och hjärtinsufficiens, kunde signifikant samband med höga kolmonoxidhalter observeras. Då 24 h kolmonoxidhalten steg med 1 mg/m^3 , sjukhusvårdsperioderna på grund av hjärtinfarkt 7,6 % och på grund av hjärtinsufficiens 8,0 %. Inga signifikanta samband kunde konstateras mellan sjukhusvårdsperioderna på grund av sjukdomar i hjärnans blodcirkulation och kolmonoxidhalterna. Inte heller påträffades några samband mellan kolmonoxid och referenssjukdomen blindtarmsinflammation.

Nästan hela förekomsten av kolmonoxid på andningshöjd i samhället har sitt ursprung i bilavgaser. Halterna kunde sänkas med effektivare stimulansåtgärder för en förnyelse av bilbeståndet, eftersom nya bilars utsläpp av kolmonoxid är avsevärt mindre än äldre bilars.

Vid mätstationen i Tölö, på en plats med stark trafik, har man redan nu kunnat konstatera en nedgång i det årliga genomsnittet för kolmonoxidhaltens del. År 1988 var medelhalten för hela året $1,6 \text{ mg/m}^3$ och år 1995 $1,0 \text{ mg/m}^3$. År 1987 var snittvärdet för den timme under dygnet som hade de högsta föroreningsvärdena $3,8 \text{ mg/m}^3$ och år 1995 $2,2 \text{ mg/m}^3$. Tidvis förekommer det fortfarande höga halter, men kortvarigt och under speciella förhållanden. Under smogperioden i december 1995 överskreds riktvärdena för kolmonoxidhalten.

1. Johdanto

Hiilimonoksidia lukuunottamatta yhdyskuntailman epäpuhtauksien vaikutukset väestön terveydentilaan Helsingissä tunnetaan hyvin. Hiukkaspitoisuuden ja otsonipitoisuuden nousun on todettu lisäävän kuolleisuutta sydän- ja verisuonitauteihin ja hiukkaspitoisuuden nousun lisäksi kokonaiskuolleisuutta (1). Hiukkasten ja typenoksidien pitoisuuden lisääntyminen lisää sydän- ja verisuonisairauksien oireiden esiintyvyyttä (2). Lisäksi kohonneet epäpuhtaudet lisäävät astmaa ja kroonista keuhkosairautta sairastavien oireita sekä lasten hengitystieinfektioita ja koululaisten sairauspoissaolojen määriä (3,4,5,6,7).

Pohjois-Amerikasta on raportoitu yhdyskuntailman hiilimonoksiditasojen olevan yhteydessä sydämen toiminnanvajavuuden vuoksi sairaalaan joutuneiden määriin (8,9,10,11,12) tai toisaalta kaikkien eri sydänperäisten syiden vuoksi sairaalan joutuneiden määriin (13,14). Kahdessa tutkimuksessa on todettu yhteys myös kuolleisuuden ja yhdyskuntailman hiilimonoksidipitoisuuden välillä (15,16), kun taas kolmessa muussa tutkimuksessa yhteyttä ei ole todettu (17,18,19).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää, nyt ensimmäistä kertaa laajasti maassamme, onko yhdyskuntailman hiilimonoksidilla Helsingissä ollut yhteys eri syistä johtuvan kuolleisuuden tai sairaalahoitojen kanssa vuosina 1987-1995.

2. Aineisto ja menetelmät

2.1. Ilman epäpuhtaudet

Tiedot yhdyskuntailman epäpuhtauspitoisuuksista perustuvat Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunnan (YTV) mittauksiin. Hiilimonoksidia on mitattu tutkimusjaksolla Helsingissä kahdella asemalla. Asemat sijaitsevat vilkasliikenteisten katujen varsilla. Mittauskorkeus on 4 m. Vallilan mittausasema ohitse kulkevan Hämeentien keskimääräinen liikennemäärä on 16 000 autoa vrk:ssa ja läheisyydessä sijaitsevan Sturenkadun ja Mäkelänkadun 20 000 ja 25 000 autoa vrk:ssa. Töölön mittausasema sijaitsee risteyksessä, jossa katujen automäärät vrk:ssa ovat 14 000, 18 000, 19 000 ja 24 000. Yhdyskuntailman hiilimonoksidi on peräisin miltei yksinomaan liikenteen pakokaasuista.

Hiilimonoksidi-indikaattoreina pidettiin vuorokausikeskipitoisuuksia (24 h), vuorokauden 8 tunnin maksimipitoisuuksia (8 h) ja vuorokauden yhden tunnin maksimipitoisuuksia (1 h).

2.2. Sairastuvuustiedot

Sairastuvuustiedot saatiin sairaaloiden tekemistä poistoilmoituksista, joista käy ilmi hoitajaksojen lukumäärä, sairaalahoidon syyt sekä hoidon ajankohta. Tiedot kerättiin Helsingin yliopistollisesta keskussairaalaista ja Helsingin kaupungin sairaaloista vuosilta 1987-1995. Tutkimukseen otettiin mukaan ainoastaan ne potilaat, jotka otettiin hoitoon äkillisten oireiden johdosta päivystyspoliklinikan kautta. Helsingissä käytännöllisesti katsoen kaikki poliklinikkatasoista ja vuodeosastotasosta hoitoa mainittujen sairauksien vuoksi tarvitsevat potilaat hoidetaan edellämainituissa sairaaloissa.

Sairaalassa hoidetut potilaat luokiteltiin kansainvälisen tautiluokituksen (ICD-9) mukaan seuraaviin ryhmiin: verenkiertoelinten sairaudet (Dgnrot 390-458), iskeemiset sydänsairaudet (410-414), sydäninfarkti (410), sydämen toiminnanvajaus (427) ja aivoverisuonten taudit (430-438). Vertailusairautena käytettiin umpilisäketulehduksen (540-543) esiintyvyyttä.

Kaikkiaan tutkimusjakson aikana akuutteja sairaalahoitajaksoja oli kaikkien sydänsairauksien johdosta 74 478 (joista alle 65-vuotiailla 19 612 ja tätä vanhemmilla 54 866), iskeemisten sydänsairauksien johdosta 30 483 jaksoa (joista alle 65-vuotiailla 7 112 ja tätä vanhemmilla 23 371), sydäninfarktin johdosta 10 459 jaksoa (joista alle 65-vuotiailla 2 562 ja tätä vanhemmilla 7 897), sydämen toiminnanvajauksen johdosta 15 129 jaksoa (alle 65-vuotiailla 3 152 ja tätä vanhemmilla 11 977) ja umpilisäketulehduksen johdosta 6 443 jaksoa (alle 65-vuotiailla 6 044 jaksoa ja tätä vanhemmilla 399 jaksoa) (Taulukko 1).

Kuolleisuustiedot saatiin Tilastokeskuksen tiedostoista. Kuolleisuuden syyt ryhmiteltiin seuraavasti: kaikki ei-tapaturmaiset kuolemat, sydän- ja verisuonisairauksien, hengitystiesairauksien ja syöpien aiheuttamat kuolemat.

Tutkimusjaksona kuoli, tapaturmaiset kuolemat poislukien, 38 232 henkilöä. Sydänsairauksien johdosta kuoli yhteensä 22 718 henkilöä (eli 59 % ei-tapaturmaisista kuolemista), iskeemiseen sydänsairauteen menehtyi 8 051 henkilöä ja ei-iskeemiseen 14 667 henkilöä. Kasvaimien aiheuttamia kuolemantapauksia oli 10 174 (27 %) ja hengitystiesairauksien aiheuttamia 3 652 (9,6 %).

Taulukko 1. Kuolemien ja sairaalahoitajaksojen kokonaismäärät ja päivittäiset määrät persenttileineen.

	Yhteensä	KA/vrk	5 %	10 %	25 %	50 %	75 %	90 %	95 %
Kuolleisuus									
Kokonaiskuolleisuus	38232	11.6	6	7.0	9	11	14	16	18
Sydän- ja verisuonitaudit	22718	6.9	3	3.6	5	7	9	10.4	12
Hengityselimistön taudit	3652	1.1	0	0.0	0	1	2	3.0	3
Kasvaimet	10174	3.1	1	1.0	2	3	4	5.0	6
Sairaalahoitajakset									
Iskeemiset sydänsairaudet									
- kaikki	30483	9.3	4	5.0	7	9	11	14.0	15
- nuoret	7112	2.2	0	0.0	1	2	3	0	5
- vanhat	23371	7.1	2	3.0	5	7	9	11.0	13
Sydäninfarkti									
- kaikki	10459	3.2	1	1.0	2	3	4	6.0	7
- nuoret	2562	0.8	0	0.0	0	1	1	2.0	2
- vanhat	7897	2.4	0	1.0	1	2	3	5.0	5
Sydämen toiminnanvajaus	11318	3.4	0	1.0	2	3	5	6.0	7
Aivoverisuonisairaudet	15129	4.6	1	2.0	3	4	6	8.0	9
Umpilisäketulehdus	6443	2.0	0	0.0	1	2	3	4.0	5

2.3. Tilastolliset menetelmät

Päivittäin sairaalaan joutuneiden määrät eivät ole normaalisti jakaantuneita vaan jakautumat ovat vinoja siten, että niiden keskiarvo on matala ja oikea häntä on pitkä. Tällaisissa aineistossa on tapana käyttää Poisson regressiota (20). Näin tehtiin myös tässä aineistossa.

Sairaalaan joutuneiden määrä vaihtelee pidemmissä sykleissä vuodenaikojen mukaan sekä lyhyemmissä eri viikonpäivinä. Viikonloppuisin sairaalaan joutuneiden määrä on pienempi kuin arkisin ja maanantaina oli todettavissa lukumäärän nousu, joka suurelta osin selittynee viikonloppuna sairastuneiden viivyttelyllä sairaalaan hakeutumisessa. Tämä päivittäinen vaihtelu otettiin huomioon analyyseissä. Pitkäaikaisia syklejä analysoitiin ns. B-splineillä (21,22). Eri asteisia splinejä kokeiltiin, ja kaikissa tässä esitetyissä analyyseissä päädyttiin käyttämään kymmenasteisia splinejä.

Sekä sää- että saastemuuttujissa oli puuttuvaa tietoa osasta päivistä. Tämän ongelman ratkaisemiseksi käytettiin moni-imputaatiota (23). Kutakin saaste- tai säämuuttujaa selitettiin eri aika- yms. muuttujilla, ja saatua mallia käytettiin uusien arvojen simuloimiseksi. Käyttämällä suurta simulointivarianssia tässä esitettyjen tulosten pitäisi olla melko konservatiivisia, so. menetelmä pidentää luottamusvälejä.

Säämuuttujat (lämpötila ja suhteellinen kosteus) otettiin malliin ensin. Koska varsinkin lämpötilan vaikutus on luonnostaan ei-lineaarinen, käytettiin myös sen mallinnuksessa b-splinejä, tässä viisi-asteisia. Sään vaikutus otettiin huomioon 0-4:n päivän viiveillä, eli mallissa oli samaan aikaan mukana neljän viimeisimmän päivän tiedot.

Saastemuuttujia käytettiin muuttumattomina, viiveillä 0-4 vrk mahdollisen viivästyneen vaikutuksen toteamiseksi. Malleina käytettiin monimuuttujamalleja ja yksimuuttujamalleja. Monimuuttujamalleissa selvitettävänä tekijöinä käytettiin hiilimonoksidia, typpidioksidia, rikkidioksidia, pienhiukkasia (PM_{10}) ja otsonia ja yksimuuttujamallissa hiilimonoksidia. Lisä-analyysyjä tehtiin myös muuttelemalla perusmalleja. Näillä ei kuitenkaan näyttänyt olevan vaikutusta.

Sairauksien ja epäpuhtausparametrien aikarakenteen löytyminen varmistettiin laskemalla lopullisen mallin residuaalien autokorrelaatiot.

Riskisuhteet on laskettu vastaamaan 1 mg/m^3 pitoisuusmuutosta.

Koska mainittuja sairauksia sairastavat ovat yleensä iäkkäitä, analyysiin otettiin ikäjaottelu jaolla: 65-vuotta täyttäneet ja toisaalta tätä nuoremmat.

Vuonna 1987 Helsingin väkiluku oli 488 604, vuonna 1991 497 542 ja vuonna 1995 515 765.

3. TULOKSET

3.1. Ilman epäpuhtaudet ja säätekijät

Ilman epäpuhtauksien ja säätekijöiden keskiarvot ja persentiilit on esitetty taulukossa 2. Hiilimonoksidin vuorokausikeskiarvojen keskiarvo oli 0.87 mg/m³.

Taulukko 2. Yhdyskuntailman epäpuhtauksien pitoisuudet, lämpötila ja suhteellinen kosteus Helsingissä 1987 - 1995.

	KA	5 %	10 %	25 %	50 %	75 %	90 %	95 %
Lämpötila	5.3	-7.9	-4.5	-0.2	4.6	12.1	15.9	18.0
Suht. kosteus	81.4	56.8	64.4	75.4	83.9	89.8	94.1	96.8
PM10	34.8	13.1	15.4	20.8	30.2	43.6	60.0	72.4
NO ₂	39.7	19.0	22.7	9.3	37.5	48.0	59.4	67.1
SO ₂	13.3	1.9	2.5	4.5	9.2	17.7	29.0	37.8
O ₃	25.9	3.4	6.1	2.6	23.2	37.1	49.6	55.9
CO-24 h	0.87	0.35	0.44	0.58	0.79	1.07	1.42	1.65
CO-8 h	1.41	0.55	0.66	0.90	1.25	1.73	2.31	2.73
CO-1 h	2.16	0.70	0.90	1.30	1.90	2.69	3.70	4.50

Tutkimusjakson aikana hiilimonoksidin pitkäaikaispitoisuuksien trendi oli laskeva. Vuonna 1987 pitkäaikaiskeskiarvo oli 1,6 mg/m³ ja 1995 1,0 mg/m³. Lyhytaikaisissa korkeissa pitoisuuksissa selvää muutosta ei havaittu.

3.2. Sairaalahoitoisuus ja monimuuttujamalli

3.2.1. Kaikki sydänsairaudet

Hiilimonoksidipitoisuudet olivat tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä kaikkien sydänsairauksien aiheuttamien hoitajaksojen määriin, kun kaikenikäiset otettiin huomioon (saman päivän riskisuhde RR 1.047, 95 % luottamusväli 1.025-1.069; neljän päivän kumulatiivinen merkitsevyystaso P<0,000). Riskisuhde oli suurin käytettäessä arvioinnissa hiilimonoksidipitoisuuden vuorokausikeskiarvoa (RR 1.047), seuraavaksi suurin käytettäessä 8 tunnin korkeinta pitoisuutta (RR 1.019, 95% luottamusväli 1.008-1.031) ja pienin käytettäessä yhden tunnin korkeinta pitoisuutta (RR 1.010, 95 % luottamusväli 1.004-1.016). Nuoremmassa ikäryhmässä erikseen tarkasteltaessa yhteys ei ollut tilastollisesti merkitsevä,

kun taas vanhemmassa oli (vuorokausikeskiarvoa käytettäessä saman päivän RR 1.053, 95 % luottamusväli 1.020-1.087, P=0.002).

3.2.2. Iskeemiset sydänsairaudet

Tarkasteltaessa erikseen iskeemisistä sydänsairauksista (Dgnro 410-414) johtuvia sairaalahoitojaksoja yhteyksiä todettiin hiilimonoksidipitoisuuksien ja koko väestöryhmän sekä erikseen vanhemman väestöryhmän sairaalahoitoisuuden välillä (Taulukko 3). Hiilimonoksidipitoisuuden vuorokausikeskiarvon noustessa iskeemisistä sydänsairauksista aiheutuvat sairaalajakset lisääntyivät jo saman vuorokauden kuluessa. Kuten taulukossa on esitetty, riskisuhde oli suurin käytettäessä arvioinnissa vuorokausikeskipitoisuutta (RR 1.053, 95 % luottamusväli 1.020-1.087), seuraavaksi suurin käytettäessä 8 tunnin korkeinta pitoisuutta (RR 1.023, 95 % luottamusväli 1.005-1.041) ja vähäisin käytettäessä kriteerinä yhden tunnin korkeinta pitoisuutta (RR 1.013, 95 % luottamusväli 1.003-1.023). Arvioitaessa 4 vrk:n hiilimonoksidipitoisuuden kumulatiivisen vaikutuksen merkitsevyyttä, vuorokausikeskiarvoja käytettäessä merkitsevyytaso P oli 0.002 ja 8 sekä 1 tunnin korkeimpia pitoisuuksia käytettäessä 0.003.

Käytettäessä sairausindikaattorina yksinomaan sydäninfarkteista aiheutuvien äkillisten sairaalahoitojaksojen määriä tilastollisesti merkitsevä yhteys todettiin kun molempia ikäryhmiä tarkasteltiin yhdessä ja käytettäessä hiilimonoksidipitoisuuksien vuorokausikeskiarvoja. Vaikutus oli selvin saman vuorokauden kuluessa. Yhteys oli jälleen suurin käytettäessä vuorokausikeskiarvoa kriteerinä (RR 1.076, 95 % luottamusväli 1.020-1.135; kumulatiivinen P 0.030). (Taulukko 4).

Nuoria ja vanhoja erikseen tarkasteltaessa yhteys ei ollut enää tilastollisesti merkitsevä lukuunottamatta nuoremmassa ikäryhmässä saman vuorokauden yhteyttä vuorokausikeskiarvoja käytettäessä (RR 1.144, 95 % luottamusväli 1.028-1.273).

Taulukko 3. Yhdyskuntailman hiilimonoksidipitoisuuden ja iskeemisistä sydänsairauksista (Dgnro 410-414) johtuvien sairaalahoitojen yhteys, kaiken ikäiset huomioitu analyysissä. Monimuuttujamalli.

Hiilimonoksidisuure	Viive (vrk)	RR	95 % luottamusväli		Kumulatiivinen P-arvo
24 h keskiarvo	0	1.053	1.020	1.087	0.002
	1	1.033	0.997	1.070	
	2	0.984	0.948	1.020	
	3	0.989	0.954	1.025	
	4	0.990	0.957	1.024	

8 h maksimi	0	1.023	1.005	1.041	0.003
	1	1.023	1.004	1.042	
	2	0.991	0.972	1.010	
	3	0.994	0.976	1.013	
	4	0.996	0.978	1.014	
1 h maksimi	0	1.013	1.003	1.023	0.003
	1	1.013	1.002	1.023	
	2	0.993	0.983	1.004	
	3	0.997	0.987	1.008	
	4	0.994	0.984	1.004	

Taulukko 4. Yhdyskunta-ilmaston hiilimonoksidipitoisuuden ja sydäninfarktista (Dgnro 410) johtuvien sairaalahoitojen yhteys, kaikki ikäryhmät. Monimuuttujamalli.

Hiilimonoksidi-suure	Viive (vrk)	RR	95 % luottamusväli		Kumulatiivinen P-arvo
24 h keskiarvo	0	1.076	1.020	1.135	0.030
	1	1.021	0.964	1.082	
	2	1.014	0.956	1.075	
	3	1.011	0.953	1.073	
	4	0.965	0.910	1.024	
8 h maksimi	0	1.032	1.002	1.062	0.057
	1	1.022	0.991	1.053	
	2	1.004	0.973	1.036	
	3	1.005	0.975	1.037	
	4	0.983	0.953	1.013	
1 h maksimi	0	1.015	0.999	1.032	0.256
	1	1.009	0.992	1.026	
	2	1.001	0.984	1.019	
	3	1.000	0.983	1.017	
	4	0.992	0.975	1.009	

3.2.3. Sydämen toiminnanvajavuus

Arvioitaessa sydämen toiminnanvajavuudesta johtuvien sairaalahoitajaksojen yhteyttä hiilimonoksidipitoisuuteen merkittävä yhteys todettiin samana päivänä korkeiden pitoisuuksien kanssa, kun kaiken ikäiset potilaat olivat arvioissa mukana ja hiilimonoksidi-indikaattori oli vuorokausikeskiarvopitoisuus (RR 1.080, 95 % luottamusväli 1.024-1.140) tai 8 tunnin maksimipitoisuus (RR 1.037, 95 % luottamusväli 1.008-1.068). Vähäisin yhteys todettiin käytettäessä

indikaattorina 1 tunnin maksimipitoisuutta (Taulukko 5). Neljän vuorokauden kumulatiivinen P arvo ei kuitenkaan ollut merkisevällä tasolla.

Tilanne oli samanlainen tarkasteltaessa erikseen vanhempaa ikäryhmää, kun taas nuoremmilla yhteys ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

Taulukko 5. Yhdyskuntailman hiilimonoksidipitoisuuden ja sydämen toiminnanvajavuudesta johtuvien sairaalahoitojen yhteys, kaikki ikäryhmät. Monimuuttujamalli.

Hiilimonoksidi- suure	Viive (vrk)	RR	95 % luottamusväli		Kumulatiivinen P-arvo
24 h keskiarvo	0	1.080	1.024	1.140	0.070
	1	0.958	0.903	1.017	
	2	1.042	0.983	1.105	
	3	0.988	0.929	1.051	
	4	0.994	0.939	1.051	
8 h maksimi	0	1.037	1.008	1.068	0.054
	1	0.974	0.944	1.006	
	2	1.029	0.998	1.062	
	3	1.001	0.969	1.033	
	4	0.989	0.960	1.019	
1 h maksimi	0	1.015	0.999	1.031	0.353
	1	0.991	0.974	1.008	
	2	1.011	0.993	1.029	
	3	1.001	0.984	1.020	
	4	0.996	0.980	1.013	

3.2.4. Aivoverenkierron häiriöt

Aivoverenkierron häiriöistä johtuvien sairaalahoitojen määrien ja hiilimonoksidipitoisuuksien välillä ei todettu yhteyksiä.

3.2.5. Umpisuolenlisäkkeen tulehdukset

Hiilimonoksidipitoisuuksien ja umpisuolenlisäkkeen tulehduksista aiheutuneiden sairaalahoitajaksojen määrien välillä ei todettu yhteyksiä. Tätä sairautta pidettiin tutkimuksessa vertailusairautena.

3.3. Sairaalahoitaisuus ja yksimuuttujamalli

Käytettäessä mallia, jossa ainoana selittäväna saastemuuttujana oli hiilimonoksidi, yhteydet sairauksiin olivat selvemmat kuin monimuuttujamallissa. Tämä johtuu muiden saasteiden samansuuntaisesta vaikutuksesta.

3.4. Kuolleisuus ja monimuuttujamalli

3.4.1. Kokonaiskuolleisuus

Kokonaiskuolleisuus oli tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä yhdyskuntailman hiilimonoksidipitoisuuteen. Vaikutus näkyy 3 vuorokauden viiveellä (Taulukko 6). Kuolemanriski on suurin käytettäessä hiilimonoksidiparametrinä vuorokausikeskiarvoa (RR 1.037, 95 % luottamusväli 1.006-1.068), seuraavaksi suurin käytettäessä 8 tunnin vuorokausimaksimia (RR=1.019, 95 % luottamusväli 1.003-1.035) ja pienin käytettäessä vuorokauden 1 tunnin maksimipitoisuutta (RR 1.012, 95 % luottamusväli 1.003-1.021).

Neljän vuorokauden kumulatiivinen kuolleisuusriski oli tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä hiilimonoksidipitoisuuteen käytettäessä vuorokausikeskiarvopitoisuuksia tai 8 tunnin korkeimpia arvoja tasolla $P=0.003$ ja käytettäessä 1 tunnin korkeimpia arvoja tasolla $P=0.023$.

Taulukko 6. Yhdyskuntailman hiilimonoksidin ja kokonaiskuolleisuuden yhteys, kaikki ikäryhmät. Monimuuttujamalli.

Hiilimonoksidi-suure	Viive (vrk)	RR	95 % luottamusväli		Kumulatiivinen P-arvo
24 h keskiarvo	0	0.954	0.926	0.982	0.003
	1	1.010	0.980	1.041	
	2	0.972	0.943	1.002	
	3	1.037	1.006	1.068	
	4	0.991	0.962	1.020	
8 h maksimi	0	0.975	0.960	0.991	0.003
	1	1.002	0.986	1.019	
	2	0.985	0.969	1.001	
	3	1.019	1.003	1.035	
	4	0.995	0.980	1.010	

1 h maksimi	0	0.991	0.982	1.000	0.023
	1	0.999	0.990	1.009	
	2	0.993	0.984	1.001	
	3	1.012	1.003	1.021	
	4	0.996	0.987	1.004	

3.4.2. Kuolleisuus sydän- ja verisuonisairauksiin

Kokonaiskuolleisuuden lisääntyminen hiilimonoksidipitoisuuden seurauksena selittyy lähinnä sydän- ja verisuonisairauksien aiheuttamien kuolemantapausten lisääntymisellä. Vaikutus on selkein 3 vuorokauden viiveellä (Taulukko 7). Hiilimonoksidi-indikaattoreista korkeimman riskin (RR 1.056, 95 % luottamusväli 1.017-1.097) antaa jälleen vuorokausikeskiarvo ja seuraavaksi korkeimman vuorokauden 8 tunnin maksimi (RR 1.029, 95 % luottamusväli 1.009-1.050) ja pienimmän riskin antaa vuorokauden 1 h maksimi (RR 1.018, 95 % luottamusväli 1.006-1.029).

Neljän vuorokauden kumulatiivinen keskiarvo oli tilastollisesti lähes merkitsevässä yhteydessä hiilimonoksidipitoisuuteen käytettäessä vuorokausikeskiarvopitoisuuksia tasolla $P=0.011$ ja merkitsevällä tasolla käytettäessä 8 ja 1 tunnin korkeimpia pitoisuuksia ($P= 0.005$ ja 0.006).

Taulukko 7. Yhdyskuntailman hiilimonoksidin ja sydän- ja verisairauksista johtuvan kuolleisuuden yhteys. Monimuuttujamalli.

Hiilimonoksidi-suure	Viive (vrk)	RR	95 % luottamusväli		Kumulatiivinen P-arvo
24 h keskiarvo	0	0.952	0.916	0.989	0.011
	1	1.012	0.974	1.053	
	2	0.970	0.933	1.008	
	3	1.056	1.017	1.097	
	4	0.976	0.940	1.014	
8 h maksimi	0	0.974	0.954	0.994	0.005
	1	1.000	0.979	1.021	
	2	0.983	0.963	1.004	
	3	1.029	1.009	1.050	
	4	0.988	0.969	1.008	
1 h maksimi	0	0.988	0.977	0.999	0.006
	1	0.997	0.985	1.009	
	2	0.993	0.982	1.005	
	3	1.018	1.006	1.029	
	4	0.991	0.979	1.002	

Tarkasteltaessa erikseen iskeemisten ja ei-iskeemisten sydänsairauksien aiheuttamaa kuolleisuutta ja hiilimonoksidipitoisuuksia, tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä ei todettu neljän päivän kumulatiivisessa arvioissa, mutta kylläkin 3 päivän viiveellä pelkästään tätä vuorokautta arvioitaessa, kun hiilimonoksidi-indikaattorina oli vuorokausiakeskipitoisuus tai 8 tunnin korkein pitoisuus.

3.4.3. Hengitystiesairaudet

Hengitystiesairauksia aiheuttavat kuolemantapaukset ja korkea hiilimonoksidipitoisuus eivät olleet tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä toisiinsa.

3.4.4. Syövän aiheuttamat kuolemantapaukset

Syöpien aiheuttamat kuolemantapaukset ja korkea hiilimonoksidipitoisuus eivät olleet tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä toisiinsa.

3.5. Kuolleisuus ja yksimuuttujamalli

Sairaalahoitaisuudesta poiketen hiilimonoksidin vaikutus ei poikennut kuolleisuuteen yhtä suuresti yksi- ja monimuuttujamalleissa.

4. Pohdinta

4.1. Kuolleisuus

Tutkimuksemme osoitti yhdyskuntailman korkeiden hiilimonoksidipitoisuuksien olevan merkittävästi yhteydessä lisääntyneen kuolleisuuden kanssa, yhtäpitävästi kahden aikaisemman, Torontossa ja Los Angelesin alueella ja tehdyn tutkimuksen kanssa (15,16). Näissä tutkimuksissa hiilimonoksidipitoisuudet olivat kuitenkin korkeammat kuin nyt Helsingissä. Helsingissä hiilimonoksidipitoisuudet olivat koko jakson keskiarvona $0,9 \text{ mg/m}^3$ ja keskimääräinen 1 h maksimipitoisuus oli $2,2 \text{ mg/m}^3$. Torontossa tutkimusjakson keskimääräinen hiilimonoksidipitoisuus oli $1,4 \text{ mg/m}^3$ ja Los Angelesissa keskimääräinen 1 h maksimipitoisuus oli $5,4 \text{ mg/m}^3$. Selvin yhteys hiilimonoksidipitoisuuden ja kuolleisuuden välille havaittiin tapahtuvan viiveellä, kuten Burnett ym. (15) havaitsivat myös Torontossa. Siellä selkein yhteys kuolleisuuteen oli hiilimonoksidin liukuvalla 2 vrk:n keskiarvolla.

Sao Paulossa, Ateenassa ja Amsterdamissa tehdyissä tutkimuksissa yhteyksiä ei todettu kuolleisuuden ja yhdyskuntailman hiilimonoksidipitoisuuksien välillä, mutta näissä tutkimuksissa ei raportoitu yhteyksiä kuin enintään 2 vrk:n viiveellä.

Burnett ym. (15) tutkivat ilmansaasteiden vaikutusta kuolleisuuteen Torontossa vuosina 1980-1994. He totesivat aikasarjamenetelmällä päivittäisen kuolleisuuden olevan yhteydessä hiilimonoksidin, typpidioksidin, rikkidioksidin ja hiukkasten pitoisuuteen. Kuitenkin muista saasteista riippumaton merkittävä vaikutus todettiin ainoastaan hiilimonoksidilla ja hiukkasilla. Hiilimonoksidi selitti 4,7 % kuolleisuudesta (95 %:n luottamusväli 3.4-6.1 %) ja kokonaishiukkaspitoisuus 1,0 % (95 %:n luottamusväli 0.2-1.9 %). Hiilimonoksidin vaikutus voitiin todeta eri vuoden aikoina ja eri ikäryhmissä. Samaten vaikutus todettiin sekä sydänsairauksista johtuviin kuolemantapauksiin että muihin kuolemantapauksiin.

4.2. Sairalahoitoisuus

Kaikkien sydänsairauksien ja erikseen iskeemisten sydänsairauksien aiheuttamien sairaalahoitajaksojen ja hiilimonoksidipitoisuuden yhteys oli tutkimuksemme mukaan tilastollisesti merkittävä. Tutkimuksemme osoitti myös, että sairaalahoitoisuus sydänsairauksien johdosta lisääntyy nopeasti hiilimonoksidipitoisuuden noustessa. Sensijaan kuolleisuus nousee selvimmin vasta 3 vrk:n viiveellä. Tämä ero on luonnollista, koska sairauden kehittyminen kuolemaan johtavaksi vie aikansa.

Iskeemistä sydänsairautta sairastavilla hiilimonoksidipitoisuuden vuorokausikeskiarvon yhteys sairastavuuteen oli suurempi kuin 8 h maksimipitoisuuden, joka puolestaan oli suurempi kuin 1 h maksimipitoisuuksien yhteys. Ainakin osittain tämän selittää hiilimonoksidin kumulatiivinen vaikutus sen sitoutuessa verisolujen hemoglobiiniin.

Myös sydämen toiminnanvajavuus ja sairaalahoitoisuus olivat tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä, kuten myös viidessä aiemmassa tutkimuksessa (8,9,10,11,12). Nyt yhteys todettiin aiempaa matalammissa pitoisuuksissa.

Schwartz ja Morris tutkivat vuosina 1986-1989 ilmansaasteiden vaikutusta iskeemisen sydänsairauden aiheuttamiin sairaalahoitoihin vanhuksilla Detroitissa (10). Hiukkaspitoisuuden nousu lisäsi merkittävästi riskiä joutua iskeemisen sydänsairauden johdosta sairaalaan kun taas rikkidioksidilla, hiilimonoksidilla ja otsonilla ei ollut muista saasteista riippumatonta vaikutusta. Hiilimonoksidin keskimääräinen pitoisuus oli $2,7 \text{ mg/m}^3$ ja 90 % persentiili $4,3 \text{ mg/m}^3$. Sensijaan sekä hiukkasilla (PM_{10}) että hiilimonoksidilla oli toisistaan riippumaton vaikutus sydämen toiminnanvajavuudesta aiheutuviin sairaalahoitajaksoihin, kun analysointiin käytettiin nämä kaksi saastetta käsittävää mallia (CO:n suhteen RR 1.022, 95 % luottamusväli 1.010-1.034, $P=0.000$).

Morris ym. (8) totesivat seitsemässä suuressa Yhdysvaltain kaupungissa, Los Angelesissa, Chicagossa, Philadelphiassa, New Yorkissa, Detroitissa, Houstonissa ja Milwaukeeessa, että hiilimonoksidipitoisuus oli yhteydessä sairaalaan sydämen toiminnanvajavuuden vuoksi joutuneiden henkilöiden päivittäiseen määrään. Tämä voitiin todeta sekä yhden saasteen että monen saasteen malleissa, kun oli otettu huomioon lämpötilan, vuodenajan ja viikonpäivien vaikutukset. Hiilimonoksidin lisääntyessä 11.5 mg/m^3 riski joutua sydämen toiminnanvajavuuden johdosta sairaalaan lisääntyi vaihdellen New Yorkin 10 %:sta Los Angelesin 37 %:iin. Hiilimonoksidin keskimääräiset vuorokausipitoisuudet kaupungeissa vaihtelivat New Yorkin 6.4:sta Milwaukeeen $2,1 \text{ mg/m}^3$:aan. Tutkijat arvioivat, että kyseisissä seitsemässä kaupungissa 5,7 % kaikista sairaalaan johtaneista sydämen toiminnanvajavuuden pahenemisesta on luettavissa hiilimonoksidin tiliin.

Burnett ym. (9) tutkivat hiilimonoksidipitoisuuksien suhdetta sydämen toiminnanvajavuudesta aiheutuneisiin vanhusten sairaalahoitajaksoihin 10 kanadalaisessa kaupungissa vuosina 1981-1991. Yhteys ulkoilman hiilimonoksidin oli tilastollisesti merkitsevä, kun taas yhteyttä ei todettu typpidioksiidi-, rikkidioksiidi- ja otsonipitoisuuteen. Hiilimonoksidipitoisuus ilmoitettiin vuorokauden yhden tunnin maksimipitoisuutena, jonka keskiarvo vaihteli eri kaupungeissa $1,8\text{-}3,8 \text{ mg/m}^3$. Yhteys oli selvin samana päivänä.

Morris ja Naumova (11) tutkivat aikasarja-analyysillä hiilimonoksidipitoisuuden suhdetta sydämen toiminnanvajauksesta johtuviin sairaalaan- joutuneisiin yli 64-vuotiailla vuosina 1986-1989 Chicagossa. Analyysissä käytettiin vuorokauden korkeinta yhden tunnin hiilimonoksidipitoisuutta. Yhteys oli tilastollisesti merkitsevä sekä yhden saastemuuttujan mallissa (RR 1.09, 95 % luottamusväli 1.06-1.12), että monen saastemuuttujan mallissa (RR 1.08, 95 % luottamusväli 1.03-1.12). Kylmyyden havaittiin lisäävän hiilimonoksidin haitallisuutta. Keskimääräinen hiilimonoksidin vuorokausipitoisuus oli $2,9 \text{ mg/m}^3$.

4.3. Johtopäätökset

Johtopäätöksenä tutkimuksestamme voidaan todeta, että terveyshaittojen johdosta yhdyskuntailman häkäpitoisuutta pitäisi alentaa Helsingissä. Tehokkaimmin tähän päästään autokannan uudistamista nopeuttamalla.

Vilkasliikenteisessä Töölön mittauspisteessä on jo nyt todettavissa hiilimonoksidipitoisuuden vuosikeskiarvon laskua. Vuonna 1988 vuosikeskiarvopitoisuus oli 1.6 ja vuonna 1995 1.0 mg/m³. Vuonna 1987 yhden tunnin vuorokausimaksimien keskiarvo oli 3,8 ja vuonna 1995 2,2 mg/m³. Ajoittain korkeita pitoisuuksia esiintyy yhä lyhytaikaisesti ja episoditilanteessa. Vuonna 1995 joulukuun savusumuepisodin aikana ylitettiin hiilimonoksidipitoisuuden ohjearvot.

Eurooppalaisittain korkeasta ajoneuvokantamme keskimääräisestä iästä, yli 10 vuotta, seuraa suuret hiilimonoksidipäästöt, samoin kuin muiden yhdisteiden, typenoksidien, hiukkasten ja hiilivetyjen päästöt.

Lähdeluettelo

1. Pönkä A, Virtanen M. Mortality and air pollution in Helsinki. *Arch Environ Health* 1998;53:281-286.
2. Pönkä A, Virtanen M. Low-level air pollution and hospital admissions for cardio vascular diseases in Helsinki. *Am J Public Health* 1996;86:1273-1280.
3. Pönkä A. Asthma and low level air pollution in Helsinki. *Arch Environ Health* 1991;46:262-269.
4. 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.
5. Pönkä A, Virtanen M. Chronic bronchitis and low level air pollution in Helsinki. *Environ Res* 1994;65:207-217.
6. Pönkä A, Virtanen M. Ilmansaasteiden vaikutus poissaoloihin ja hengitystieinfektioihin Helsingissä 1987-1991. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 16/94.
7. Pönkä A, Virtanen M. Yhdyskuntailman epäpuhtaudet ja krooninen keuhkoputkentulehdus. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 12/93.
8. Morris RD, Naumova ED, Munasinghe RL. Ambient air pollution and hospitalization for congestive heart failure among elderly people in seven large US Cities. *Am J Public Health* 1995;85:1361-1365.
9. Burnett RT, Dales RE, Brook JR, Raizenne ME, Krewski D. Association between ambient carbon monoxide levels and hospitalizations for congestive heart failure in the elderly in 10 Canadian cities. *Epidemiology* 1997;8:162-167.
10. Schwartz J, Morris R. Air pollution and hospital admissions for cardiovascular disease in Detroit, Michigan. *Am J Epidemiol* 1995;142:23-35.
11. Morris RD, Naumova EN. Carbon monoxide and hospital admissions for congestive heart failure: evidence of an increased effect at low temperatures. *Environ Health Perspect* 1998;106:649-653.
12. Burnett RT, Smith-Doiron M, Stieb D, Cakmak S, Brook JR. Effects of particulate and gaseous air pollution on cardiorespiratory hospitalizations. *Arch Environ Health* 1999;54:130-138.
13. Schwartz J. Air pollution and hospital admissions for cardiovascular disease in Tuscon. *Epidemiology* 1997;8:371-377.

14. Schwartz J. Air pollution and hospital admissions for heart disease in eight U.S. counties. *Epidemiology* 1999;10:17-22.
15. Burnett RT, Cakmak S, Raizenne ME, Stieb D, Vincent R, ym. The association between ambient carbon monoxide levels and daily mortality in Toronto, Canada. *Air Waste Manage Assoc* 1998;48:689-700.
16. Kinney PL, Ito K, Thurston GD. A sensitivity analysis of mortality/PM₁₀ associations in Los Angeles, *Inhal Toxiol* 1995;7: 59-69.
17. Touloumi G, Pocock SJ, Katsoyanni K, Trichopoulos D. Short-term effects of air pollution on daily mortality in Athens: a time-series analysis. *Int J Epidemiol* 1994;23:957-967.
18. Saldiva PHN, Pope CA, III, Schwartz J, Dockery DW, Lichtenfels AJ, Salge JM, Barone I, Bohm GM. Air pollution and mortality in elderly people: A time series study in Sao Paulo, Brazil. *Arch Environ Health* 1995;50:159-163.
19. Verhoeff AP, Hock G, Schwartz J, van Wijnen. Air pollution and daily mortality in Amsterdam. *Epidemiology* 1996;7:225-230.
20. McCullag P, Nelder JA. *Generalized Linear Models* 2 nd ed. Chapman & Hall, London, 1989.
21. Hastie TJ, Tibshirani R. *Generalized Additive Models*. Chapman &, Hall, London, 1990.
22. Chambers JM, Hastie TJ. *Statiscal Models S* Chapman & Hall, London, 1991.
23. Little RJA, Rubin DB. *Statiscal analysis with missing data*. John Wiley and Sons, New York, 1987.

KUVAILULEHTI/ PRESENTATIONSBLAD/ DOCUMENTATION PAGE

Tekijä(t)/Författare/Author(s)

Antti Pönkä, Mikko Virtanen

Nimike/Publikation/Title of publication

*Yhdyskuntailman hiilimonoksidin vaikutus kuolleisuuteen ja sydäntautisairastuvuuteen Helsingissä 1987-1995**Påverkan av kolmonoxid i utomshusluften på dödligheten och sjukvårdsperioderna på grund av hjärtsjukdomar i Helsingfors 1987 - 1995*

Julkaisija/Utgivare/Published by

*Helsingin kaupungin ympäristökeskus
Helsingfors stads miljöcentral
City of Helsinki Environment Centre*

Julkaisuaika/Utgivningsår/Publication year

2000

Sivumäärä/Sidantal/Pages

19

Liitteet/Bilagor/Appendices

-

Sarjan nimike/Seriens namn/Series (key title)

*Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja
Helsingfors stads miljöcentralens publikationer
Publications by City of Helsinki Environment Centre*

Numero/Nummer/No.

5/2000

ISSN

1235-9718

ISBN

951-718-484-0

Kieli/Språk/Language

Koko teos/Hela verket/The work in full

fin

Yhteenvedo/Sammandrag/Summary

fin, swe

Taulukot/Tabeller/Tables

fin

Kuvatekstit/Bildtexter/Captions

fin

Avainsanat/Nyckelord/Keywords

*hiilimonoksidi, yhdyskuntailma, kuolleisuus, sydäntaudit
kolmonoxid, utomshusluften, dödlighet, hjärtsjukdomar*

Lisätietoja/Närmare upplysningar/Further information

*Antti Pönkä, puh./tfn/Tel. +358-9-7312 2710, e-mail antti.ponka@ymk.hel.fi
Helsingin kaupungin ympäristökeskus, Helsinginkatu 24, 00530 Helsinki*

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1998

1. **Pakkala T, Tiainen J, Pitkänen M.** Helsingin lintuatlas. Pesimälinnusto 1996 - 97
2. **Vuori T (toim.)** Katsaus Helsingin ympäristön tilaan 1998
3. **Mikkola-Roos M, Oesch T.** Viikki-Vanhankaupunginlahti. Ekologinen tila, kunnostus- ja hoitosuunnitelma
4. **Pesonen L (toim.)** Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuonna 1997
5. **Pönkä A, Suari S, Hämäläinen M-R, Janatuinen P, Mattila K, Holopainen M.** Kaupunkilaisten näkemys ympäristöterveydenhuollon merkityksestä ja järjestämisestä Helsingissä
6. **Ruth O.** Mätäjoki - nimeään parempi. Kaupunkipuron virtaama, aineskuljetus ja veden laatu sekä valuma-alueen virkistyskäyttö
7. **Ketola T.** Veden laatu ja ainekuljetus Mellunkylänpurossa, Itä-Helsingissä
8. **Levonen L, Kurto A, Seimola T.** Helsingiläisten Harakka
9. **Partanen T, Ahonen S, Aminoff I, Haglund B, Jämsen P, Siltanen I, Weber T, Pönkä A.** Päiväkoti-ikäisten lasten ravinnonsaanti päiväkodissa ja kotona
10. **Pyy V, Lyly O.** PCB elementtitalojen saumaussmassoissa ja pihojen maaperässä
11. **Viljanen M, Kettunen A-V, Makkonen M, Kangas R, Järnefelt P.** Rakenneratkaisut ja sisäilman laatu. 1990-luvun asuinkeuhkotutkimus
12. **Pellikka K, Viljamaa H.** Eläinplankton Helsingin merialueella 1969 - 1996
13. **Pönkä A, Pitkälä A, Aminoff I, Kalso S.** Jauheliinan laatu helsinkiläisissä vähittäismyymälöissä
14. **Kuhmonen A, Aminoff I, Pitkälä A, Raussi V, Niiranen M.** Silakkajalosteet Helsingin Silakkamarkkinoilla 1986 - 1997
15. **Pyrylä R.** Saastuneen maa-alueen kunnostuskustannukset
16. **Koskimies P.** Östersundomin lintuvesien linnusto ja suojelu
17. **Koskimies P.** Östersundomin lintuvesien käyttö- ja hoitosuunnitelma

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1999

1. **Pönkä A, Pitkälä A, Kalso S, Niiranen M.** Savusilakan ja savusiian mikrobiologinen ja aistinvarainen laatu Helsingissä vuosina 1995 - 1998
2. **Lyly O.** Sisäilman VOC-arvot. Ehdotus sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden viitearvoiksi
3. **Korpinen P, Silfverberg K.** The State of the Environment in Helsinki. Summary Report
4. **Haapanen E.** Menneisyyden Helsingin eläimet. Pääkaupungin nisäkkäät, matelijat ja sammakkoeläimet arkistolähteissä vuosina 1850 - 1980
5. **Lehtimäki M.** Internet osallistumisen välineenä. Helsingin paikallisagenda 21-prosessin Internet-osallistumisen analyysi
6. **Jalonen P (toim.)** Helsingin kaupungin ympäristöohjelma 1999 - 2002
7. **Jalonen P (red.)** Helsingfors stads miljöprogram 1999 - 2002
8. **Pietilä H.** Helsingin eläinatl. Nisäkkäät, matelijat ja sammakkoeläimet
9. **Piilo T.** Pohjaveden pilaantumiskäsit Helsingissä. Vuosaaren, Kallahden, Tatturiharjun ja Vartiokylänlahden pohjavesialueet
10. **Ranta E-L.** Helsingin viljelyspalsta-alueiden raskasmetallipitoisuudet
11. **Niiranen J.** Sisäilman laatu ja asukkaiden oireet nuorissa asunnoissa
12. **Pönkä A, Lindström P-C, Pitkälä A, Kalso S, Rantti P, Turkkonen T.** Pintahygieniatutkimusmenetelmien soveltuvuus elintarvikehuoneistojen seurantaan
13. **Suominen P, Rantti P, Blomqvist R, Aronen K, Pitkälä A, Pönkä A.** Helsingin tarjoilukioskeissa ja katukeittiöissä tarjottavien ruokien mikrobiologinen laatu sekä hygieeniset olosuhteet vuonna 1998
14. **Tikkanen P, Savola T, Pönkä A.** Biogeeniset amiinit tonnikalassa ja soijakastikkeissa
15. **Salla A.** Maaperän haitta-aineiden taustapitoisuudet Helsingissä. Eraiden alkuaineiden ja orgaanisten yhdisteryhmien luontaisten ja ilmaperäisten pitoisuuksien summat Helsingin maaperän pintakerroksissa

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 2000

1. **Kemikaalionnettomuustyöryhmä.** Vaarallisten aineiden onnettomuuksiin varautuminen
2. **Hiltunen K.** Sisäilman ammoniakki suomalaisissa asunnoissa
3. **Paavola T, Huotari H, Pönkä A, Kalso S.** Riisin ja lihan hygieeninen laatu Helsingin aasialaisissa ravintoloissa
4. **Pellikka K, Viljamaa H.** Alg@line-seurantatutkimus Helsingin merialueella vuonna 1999
5. **Pönkä A, Virtanen M.** Yhdyskuntailman hiilimonoksidin vaikutus kuolleisuuteen ja sydäntautisairastavuuteen Helsingissä 1987-1995

Julkaisujen tilaus: Helsingin kaupungin ympäristökeskus, neuvonta
 Helsinginkatu 24, 00530 Helsinki, puh. 7312 2730, fax 7312 2235, sähköposti ymk@ymk.hel.fi