

## Työympäristön kemikaalien altistumismittaukset 2004–2007

Anja Saalo, Sinikka Vainiotalo, Mirja Kiilunen, Tapani Tuomi





Työterveyslaitos

# TYÖYMPÄRISTÖN KEMIKAALIEN ALTISTUMISMITTAUKSET 2004 – 2007

Anja Saalo, Sinikka Vainiotalo, Mirja Kiilunen, Tapani Tuomi

TYÖYMPÄRISTÖTUTKIMUKSEN  
RAPORTTISARJA 47

Tekninen toimitus

Mirja Kiilunen

Anja Saalo

Kansi

Arja Tarvainen

Kannen kuva

Mirja Kiilunen

TYÖTERVEYSLAITOS

Työympäristön kehittäminen

Kemialliset tekijät

Riskinarviointi- ja Biomonitorointi

Hyvät käytännöt ja osaaminen

Työolojen ja terveyden seuranta

Topeliuksenkatu 41 a A

00250 HELSINKI

Edita Prima Oy, 2010

Helsinki

ISBN 978-951-802-964-2

ISSN 1458-9311

## Sisällysluettelo

Esipuhe .....	7
Tiivistelmä .....	8
Aineisto ja mittausmenetelmät .....	9
Viitearvot .....	9
Tulokset .....	10
Ilman epäpuhtausmittaukset .....	10
Biologiset altistumismittaukset .....	11
Tulosten tarkastelu .....	11
Ilman epäpuhtausmittaukset .....	11
Biologiset altistumismittaukset .....	12
Johtopäätökset ja pidemmän aikavälin tarkastelu .....	12
Lyhenteet ja yksiköt.....	14
Yhteenvetokuvat ja -taulukot .....	15
Kuva 1. Työterveyslaitoksen tekemät ilman epäpuhtausmittaukset vuosina 1994–2007 .....	15
Taulukko 1. Työpaikkojen ilman epäpuhtausmittaukset vuosina 2004–2007 ..	16
Taulukko 2. Ilman epäpuhtausmittaukset vuosina 2004–2007 toimialan ja HTP- arvon perusteella .....	23
Taulukko 3. Biologiset altistumismittaukset vuosina 2004–2007 .....	25
Kuva 2. Yleisimmin mitattujen altisteiden (lukumäärä $\geq 100$ ) HTP-arvon ylitykset vuosina 2004–2007 .....	29
Kuva 3. Viitearvoylitysten osuus ilman epäpuhtauksien ja biomonitoroinnin mittaustuloksista vuosina 2004–2007 <sup>1</sup> .....	30
Ainekohtaiset kuvat ja taulukot .....	31
Alumiini .....	31
Ilmamittaukset .....	31
Alumiinin biologiset altistumismittaukset.....	32
Ammoniakki .....	33
Ilmamittaukset .....	33
Antimoni .....	34
Antimonin biologiset altistumismittaukset .....	34
Ilmamittaukset .....	34
Arseeni.....	35
Ilmamittaukset .....	35
Arseenin biologiset altistumismittaukset .....	36
Asbesti .....	37
Ilmamittaukset .....	37
Asetaldehydi .....	38
Ilmamittaukset .....	38
Asetoni.....	39
Ilmamittaukset .....	39
Bentseeni .....	40
Ilmamittaukset .....	40
Bentseenin biologiset altistumismittaukset .....	41
Bentso(a)pyreeni, hiukkaset .....	42
Ilmamittaukset .....	42
Butanoli.....	43
Ilmamittaukset .....	43
Butyyliasetaatti .....	44
Ilmamittaukset .....	44
Elohopea .....	45
Ilmamittaukset .....	45
Elohopean biologiset altistumismittaukset .....	46
Etanoli .....	48
Ilmamittaukset .....	48

Etyyliasettaatti .....	49
Ilmamittaukset .....	49
Etyylibentseeni .....	50
Ilmamittaukset .....	50
Etyylibentseenin biologiset altistumismittaukset .....	51
Fenoli .....	52
Ilmamittaukset .....	52
Fenolin biologiset altistumismittaukset .....	53
Fluori .....	54
Fluorin biologiset altistumismittaukset .....	54
Ilmamittaukset .....	54
Formaldehydi .....	55
Ilmamittaukset .....	55
Glutaarialdehydi .....	56
Ilmamittaukset .....	56
Hiilimonoksidi eli häkä .....	57
Ilmamittaukset .....	57
Hiilimonoksidin, dikloorimetaanin, metyleenijodidin biologiset altistumismittaukset .....	58
Hitsausuurut .....	59
Ilmamittaukset .....	59
Isosyanaatit .....	60
Ilmamittaukset .....	60
Isosyanaattien biologiset altistumismittaukset .....	61
Jauhöpöly .....	62
Ilmamittaukset .....	62
Kadmium .....	63
Ilmamittaukset .....	63
Kadmiumin biologiset altistumismittaukset .....	64
Koboltti .....	66
Ilmamittaukset .....	66
Koboltin biologiset altistumismittaukset .....	67
Kromi-(VI)-yhdisteet .....	68
Ilmamittaukset .....	68
Kromi ja sen (II, III)-yhdisteet .....	69
Ilmamittaukset .....	69
Kromin biologiset altistumismittaukset .....	70
Ksyleenit .....	71
Ilmamittaukset .....	71
Ksyleenin biologiset altistumismittaukset .....	72
Kupari .....	73
Ilmamittaukset .....	73
Kuparin biologiset altistumismittaukset .....	74
Kvartsi, alveolijae .....	75
Ilmamittaukset .....	75
Liutinaineiden yhteispitoisuus .....	77
Ilmamittaukset .....	77
Liutinbensiinit, joiden aromaattisten hiilivetyjen osuus < 1 % ja kiehumisväli 80–110 °C .....	79
Ilmamittaukset .....	79
Liutinbensiinit, joiden aromaattisten hiilivetyjen osuus 100 % ja kiehumisväli 110 °C– .....	80
Ilmamittaukset .....	80
Lyijy .....	81
Ilmamittaukset .....	81
Lyijyn biologiset altistumismittaukset .....	82

Mangaani.....	84
Ilmamittaukset .....	84
Mangaanin biologiset altistumismittaukset .....	85
Metanoli .....	86
Ilmamittaukset .....	86
Metanolin, muurahaishapon biologiset altistumismittaukset.....	87
1-Metoksi-2-propanoli eli propyleeniglykolimonometyylietteri .....	88
Ilmamittaukset .....	88
1-Metoksi-2-propyyliasettaatti eli propyleeniglykolimonometyylietteriasetaatti....	89
Ilmamittaukset .....	89
Metyylietyyliketoni eli 2-butanoni.....	90
Ilmamittaukset .....	90
Metyylietyyliketonin biologiset altistumismittaukset.....	91
Metyyli-isobutyryliketoni eli 4-metyyli-2-pentanoni .....	92
Ilmamittaukset .....	92
Naftaleeni, haihtuvat.....	93
Ilmamittaukset .....	93
Naftaleenin biologiset altistumismittaukset.....	94
Nikkeli.....	95
Ilmamittaukset .....	95
Nikkelin biologiset altistumismittaukset.....	96
Polyklooratut bifenyylit (PCB).....	97
Polykloorattujen bifenyylin biologiset altistumismittaukset.....	97
Ilmamittaukset .....	97
Propanoli .....	98
Ilmamittaukset .....	98
Puupöly.....	99
Ilmamittaukset .....	99
Pyreeni, hiukkaset .....	100
Ilmamittaukset .....	100
Pyreenin biologiset altistumismittaukset .....	101
Pyretroidit .....	102
Pyretroidien biologiset altistumismittaukset.....	102
Ilmamittaukset .....	102
Pöly, hengittävä jae .....	103
Ilmamittaukset .....	103
Rauta.....	105
Ilmamittaukset .....	105
Rikkihiili .....	106
Rikkihiilen biologiset altistumismittaukset .....	106
Ilmamittaukset .....	106
Sinkki .....	107
Ilmamittaukset .....	107
Sinkin biologiset altistumismittaukset.....	108
Styreeni .....	109
Ilmamittaukset .....	109
Styreenin biologiset altistumismittaukset .....	110
Syanidi.....	111
Syanidin biologiset altistumismittaukset.....	111
Ilmamittaukset .....	111
Tetrakloorieteeni (perkloorietyleeni).....	112
Ilmamittaukset .....	112
Tetrakloorieteenin biologiset altistumismittaukset .....	113
Tolueeni .....	114
Ilmamittaukset .....	114
Tolueenin biologiset altistumismittaukset.....	116

Typpioksiduuli eli ilokaasu.....	117
Ilmamittaukset .....	117
Typpioksiduulin biologiset altistumismittaukset.....	117
Öljysumu.....	118
Ilmamittaukset .....	118
Viitteet .....	119

## Esipuhe

Tämän tilastoraportin tarkoituksena on kuvata altistekohtaista ja toimialakohtaista kemikaalialtistumista suomalaisilla työpaikoilla vuosina 2004–2007. Työterveyslaitos (TTL) selvittää työympäristön haittatekijöitä sekä asiakkaiden tilaamina palvelutoimeksiantoina että tutkimushankkeissa. Altistumista kemiallisille tekijöille voidaan arvioida työhygieenisen mittaustiedon ja/tai biologisen monitoroinnin avulla. Tämän nyt käsillä olevan raportin materiaali on laajin suomalaisilta työpaikoilta kerätty viimeaikaista altistumista kuvaava mittaustieto. Myös kansainvälisessä vertailussa se on merkittävä työperäistä altistumista kuvaava otos.

Työterveyslaitoksella on toimipisteet kuudella paikkakunnalla (Helsinki, Tampere, Turku, Kuopio, Lappeenranta, Oulu), joissa kaikissa tehdään asiakkaiden tilaamia työhygieenisiä selvityksiä. Näissä tutkimuksissa mitattiin vuosina 2004–2007 noin 500 kemiallisen yhdisteen pitoisuutta työilmassa. Biomonitorointimenetelmät on noin 60 yhdisteelle tai yhdisteryhmälle. Raportointijakson aikana biomonitorointianalyysyjä tehtiin TTL:n Helsingin, Oulun, Kuopion ja Turun laboratorioissa.

Tähän julkaisuun on koottu työhygieenisten ilman epäpuhtausmittausten toimialakohittaiset yhteenvedot merkittävimpien altisteiden tuloksista. Lisäksi yhteenvetotaulukossa on esitetty valtaosa kaikista mittaustuloksista. Raporttiin on koottu myös biomonitoroinnin avulla työntekijöiden veri- tai virtsanäytteistä saadut tulokset vuosilta 2004–2007. Mukana on myös tutkimushankkeissa saadut biomonitorointitulokset poiketen vuosittaisesta biomonitoroinnin palveluanalytiikan tilastoinnista.

Käytetty aineisto on valikoitunutta käsittäen Työterveyslaitoksen kyseisenä aikavälinä toteuttamat mittaukset. Ilmamittausten osalta tulokset kuvaavat parhaiten tilannetta suurissa ja keskisuurissa yrityksissä, koska Työterveyslaitoksen työhygieenisten palveluiden tilauskannassa pienten (alle kymmenen työntekijän) yritysten osuus on vähäinen. Tutkimushankkeissa pienetkin yritykset voivat olla hyvin edustettuina, mutta niiden mittausten osuus kaikista mittauksista on arviolta alle 10 prosenttia. Biomonitoroinnissa tulosten edustavuutta työpaikan koon suhteen voidaan pitää hyvänä, sillä biomonitoroinnin asiakaskunta koostuu kaiken kokoisista työpaikoista.

Kiitämme raportin valmistumiseen myötävaikuttaneita henkilöitä: Ilpo Ahonen, Pirjo Heikkilä, Maija Heikkilä, Janne Koramo, Eila Länsimäki.

Helsingissä helmikuussa 2010

Tekijät



## Tiivistelmä

Työterveyslaitos (TTL) on koonnut tilastoraportin kemikaalialtistumisesta suomalaisilla työpaikoilla. Raportti on yhteenveto TTL:n tekemistä ilman epäpuhtausmittauksista ja biomonitorointianalyyseistä vuosina 2004–2007. Ilmasta mitattiin noin 500 altisteen pitoisuuksia mittausten kokonaismäärän ollessa noin 31 000. Biomonitoroinnissa tehtiin vuosittain 9 000 mittausta noin 60 eri altisteelle. Pääosa näytteistä oli teollisista työpaikoista.

Yli puolet kaikista ilmamittauksista kohdistui 45 yleisimpään altisteeseen. Yleispöly (erityisesti hengittävää jae), puupöly, liuotinhöyryt, isosyanaatit ja formaldehydi olivat mitatuimpia aineita. Biologisista näytteistä eniten mitattiin altistumista kromille, arseenille, alumiinille, lyijylle, nikkelille ja styreenille.

Valtaosaa kaikista ilman mittaustuloksista voitiin verrata työhygieeniseen ohjearvoon (HTP-arvot, 2007) ja näistä 6,2 % ylitti ohjearvon. Ylityksiä oli todettiin 2004–2007 hieman vähemmän (6,2 %) kuin aiempaan tarkastelujaksona 1999–2003 (7,7 %). Samanlainen tulosjakauma oli virtsasta ja verestä mitatuilla indikaattoriaineilla, jotka kuvastavat hengitysteiden ja ihon kautta tapahtuvaa kokonaisaltistumista: keskimäärin 6,5 % kaikista tuloksista ylitti biomonitoroinnin toimenpiderajan.

Suhteellisesti eniten HTP-arvon ylityksiä mitattiin kvartsille, jauhopölylle ja puupölylle. Myös mangaanin, styreenin ja typpioksiduulin HTP-arvot ylittyivät usein. Vastaavasti eniten toimenpiderajan ylityksiä todettiin styreeni-, ksyleeni-, häkä, arseeni- ja kromialtistumisen biomonitoroinnissa.

Yli kolmasosa kaikista ilmamittauksista tehtiin neljällä toimialalla: sahatavaran ja puutuotteiden valmistus, massan, paperin ja paperituotteiden valmistus, kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja tekokuitujen valmistus sekä metallituotteiden valmistus. Kuitenkin eniten HTP-arvon ylityksiä (11–15 %) mitattiin seuraavilla toimialoilla: ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus sekä mineraalien kaivuu (kvartsi), kulkuneuvojen valmistus (styreeni) sekä elintarvikkeiden ja juomien valmistus (jauhopöly). Suluissa on esitetty pääasiallinen ylitysten aiheuttaja.

Raportissa esitetyt keskimääräiset pitoisuustasot osoittavat, että kemikaalialtistuminen on edelleen merkittävää monilla työpaikoilla. Altisteiden pitoisuustasot ovat jonkin verran laskeneet viimeisten 15 vuoden aikana. Muutokset 2000-luvulla ovat kuitenkin tietokantamme mukaan aiempiin vuosikymmeniin verrattuna pienempiä. On myös huomioitava, että samalla työpaikalla altistutaan monasti usealle eri altisteelle. Kemikaalialtistumisen arviointi, seuranta ja torjunta tulevat jatkossakin olemaan tärkeimpiä työsuojelun osa-alueita suuressa osassa suomalaisia työpaikkoja.

## Aineisto ja mittausmenetelmät

Kemiallisiin työaltisteisiin lasketaan kuuluvaksi yleensä kaikki työssä tai työmenetelmässä käytettävät, esiintyvät tai muodostuvat aineet kemikaalien tai kemikaalien seosten lisäksi, kuten asbesti, eläinpeiteelit, jauhopöly ja puupöly. Toimistotyypin sisäilman ja bioaerosolien altisteita ei käsitellä tässä raportissa.

Raportin ilmamittausten tiedot on koottu TTL:n palvelulausunnoista ja TTL:n laboratoriodien LIMS-tietokannasta. Ilman epäpuhtauksien mittaustulokset kuvaavat näytteenottojakson keskiarvopitoisuutta. Näytteenottojakson pituus vaihtelee minuuteista kahdeksaan tuntiin. Suurimmaksi osaksi tulokset kuvaavat työpäivän mittaista altistumista ja ovat verrattavissa 8 h HTP-arvoihin. Joukossa on kuitenkin myös lyhytaikaista altistumista tai työpaikan yleisilman pitoisuuksia kuvaavia tuloksia. Raporttiaineiston suuren koon vuoksi näiden tulosten erottaminen muusta aineistosta ei ollut mahdollista.

Työn kesto ja käytetty mittausmenetelmä vaikuttavat mittausajan pituuteen. Esimerkiksi kvartsin alveolijakeen mittauksissa pyritään 8 tunnin näytteenkeräykseen, jotta saataisiin kerättyä riittävästi mitattavaa pölyjakeita.

Pölyaltistumisen mittaus tehdään nykyisin ns. IOM-keräimellä, jolla pyritään keräämään hiukkaskokojakaumaltaan samanlainen jae kuin mikä ihmisen hengityselimistöön kulkeutuu. Tämä hengittävän pölyn menetelmä kerää suurikokoisia (> 10 µm) hiukkasia enemmän kuin aiempi kokonaispölymittaus ja mittaustulokset voivat siis olla suurempia.

TTL:n työhygieenisten palvelujen tilaajat edustavat keskisuuria tai suuria työpaikkoja pienten työpaikkojen mittausten ollessa harvinaisempia. Myös suurten työpaikkojen osuus voi raportissa olla aliedustettu niiden oman mittaustoiminnan vuoksi.

Ilmamittausten osalta raportissa on esitetty altistustasojen vertailua varten yleisimpien altisteiden yhteenvetotulokset myös kahdelta aiemmalta seurantajaksolta 1994–1998 ja 1999–2003 (Heikkilä ja Saalo, 2005). Suoraa vertailua ei kuitenkaan voida tehdä, koska ei ole tiedossa, kuinka suuri osa mittauksista on tehty samoissa työpaikoissa. Myös mittausten vuosittaiset lukumäärät ja HTP-arvojen ylitykset aikavälillä 1994–2007 on esitetty (kuva 1).

Biomonitorointitulokset on koottu biomonitoroinnin LIMS-tietokannasta. Biomonitorointinäytteet tulevat yleensä työpaikkojen työterveyshuoltojen kautta edustaen kaiken kokoisia työpaikkoja. Osa tuloksista on saatu tutkimusprojekteista, joissa on tutkittu tietyillä työaloilla ja työpaikoilla tapahtuvaa altistumista tarkemmin. Työntekijöiden työtehtävät ovat tiedossa suuressa osassa näytteitä ja niitä on käytetty altistumisen luokittelussa. Biomonitorointituloksia ei ole tässä raportissa jaoteltu toimialojen mukaan. Tarkastelussa on mukana vain altistumista kuvaavat tulokset. Esimerkiksi ennen altistumisen alkamista otettujen näytteiden tulokset on poistettu aineistosta.

## Viitearvot

Tarkastelujakson 2004–2007 aikana osa aineiden ohjeraja-arvoista (HTP-arvot; haitalliseksi tunnetut pitoisuudet) muuttui valtaosan kuitenkin säilyessä ennallaan. Vuonna 2004 oli käytössä vuoden 2002 ohjeraja-arvot ja vuosina 2005–2006 vuonna 2005 julkaistut ohje-arvot ja viimeisenä vuonna vuoden 2007 ohje-arvot. Raportin ainekohtaisissa yhteenvedoissa on kerrottu, jos aineen HTP-arvo on muuttunut tarkastelujakson 2004–2007 aikana.

Tässä raportissa ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia on verrattu vuoden 2007 HTP-arvoihin. Vertailussa on käytetty 8 tunnin HTP-arvoja, jotka on esitetty taulukossa 1. Aineet, joille on vain lyhytaikainen 15 min HTP-arvo, on erikseen merkitty (taulukko 1).

Ainekohtaisissa yhteenvedoissa on myös aiempia tuloksia (1994–2003) verrattu vuoden 2007 HTP-arvoihin. Kaikille altisteille ei ole asetettu HTP-arvoa.

Biomonitorointituloksia verrataan vuonna 2007 voimassa olleeseen toimenpiderajaan ja altistumattomien viiterajaan (Kemikaalialtistuminen biomonitorointi. Näytteenotto-ohjeet 2007 - 2008). Nämä ovat Työterveyslaitoksen asettamia suositusarvoja. Kaikille mitatuille yhdisteille ei ole toimenpiderajaa. Lisäksi vuoden 2007 HTP-luettelossa on biologinen viiteraja-arvo etyylibentseenille, rikkihiilelle ja tolueenille sekä lakisäätäinen raja-arvo lyijylle. Tarkasteltujen aineiden kohdalle on lisätty nykyään voimassa olevat arvot, jos ne ovat muuttuneet tarkasteluajankohdasta. Veren lyijyaltistuminen arvioinnissa on käytetty Työterveyslaitoksen suositusarvoa 1,4 µmol/l, joka on myös vuoden 2009 HTP-luettelossa veren lyijyn raja-arvo.

## Tulokset

### Ilman epäpuhtausmittaukset

Ilmamittausten tuloksista valtaosa (93 %) on koottu yhteenvetotaulukkoon 1, jossa on esitetty altisteittain pitoisuuksien keskiarvot, mediaanit ja maksimi-arvot. Nämä tulokset edustavat 188 aineen tai aineryhmän mittauksia; aineittain mittausten lukumäärä vaihteli 25–1570. Loput 7 % tuloksista, joita ei ole erikseen taulukoitu, koostui 338 aineesta tai aineryhmästä. Näitä oli mitattu 1–24 kertaa.

Taulukkoon 2 on koottu kaikki mittaukset toimialakohtaisesti ryhmiteltynä. Ainekohtaisia histogrammikuvia ja toimialakohtaisia jakaumia on esitetty 51 altisteelle. Tuloksia on verrattu HTP-arvoihin, aina kun aineelle on ollut ohjeraja-arvo.

Työpaikan ilman epäpuhtauksista mitattiin eniten epäorgaanista pölyä, liuotinaineita, isosyanaatteja, formaldehydiä ja puupölyä. Asetoni, ksyleeni, tolueeni ja propanoli olivat mitatuimmat liuotinaineet. Epäorgaanisista yhdisteistä eniten oli mitattu kromia ja nikkeliä sekä niiden yhdisteitä. Ainekohtaisesti HTP-arvon ylityksiä oli paljon otsonilla (59 %), kvartsilla (47 %), jauhopölyllä (28 %) ja puupölyllä (19 %). Kvartsin osalta mittausten menetelmän ja ohjeraja-arvon muuttuminen tarkastelujakson aikana vaikutti tulokseen. Kobolttin (16 %), mangaanin (15 %), styreenin (14 %) ja typpioksiduulin (14 %) pitoisuudet ylittivät myös usein ohjeraja-arvon. Metyyliheksahydroftaalihiappoanhydridin HTP-ylitysten osuus (37 %) oli suuri, mutta mittaustulokset ei ole edustava, koska suurin osa mittauksista oli tehty yhdellä työpaikalla. Kuvassa 2 on esitetty yleisimmin mitattujen altisteiden (mittausten lkm  $\geq$  100) HTP-ylitysten osuus (%) kaikista mittauksista.

Eniten työhygieenisistä ilmamittauksista oli toimialoilla 20 (sahatavaran ja puutuotteiden valmistus), 21 (massan, paperin ja paperituotteiden valmistus), 28 (metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet) sekä 24 (kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko-kuitujen valmistus).

Kaikkiaan ainekohtaisia mittaustuloksia vuosina 2004–2007 oli noin 31 000, joista noin 23 800 mittaustulokselle oli käytettävissä vertailuarvo. Toimialoittain tarkasteltuna HTP-ylitysten osuus vaihteli 0–14,8 %. HTP-ylityksiä oli yli 10 % seuraavilla toimialoilla: tol 35 (muu kulkuneuvojen valmistus), tol 14 (muu mineraalien kaivu), tol 31 (muu sähkökoneiden ja -laitteiden valmistus), tol 15 (elintarvikkeiden ja juomien valmistus), tol 40 (sähkö-, kaas- ja lämpöhuolto) ja tol 26 (ei metallisten mineraalituotteiden valmistus). Viimeksimainitulla toimialalla ylitysten määrä oli myös lukumääräisesti suurin (171 kpl).

Toimialoilla 14 ja 26 HTP-arvon ylittivät erityisesti kvartsipitoisuudet, toimialalla 15 jauhopölyn, toimialalla 35 styreenin ja toimialalla 40 otsonin pitoisuudet. Lähinnä happoanhydridikovettimet aiheuttivat toimialan 31 HTP-ylitykset. Mittaukset oli tehty pääosin yhdellä työpaikalla.

## Biologiset altistumismittaukset

Vuosina 2004–2007 analysoitiin vuosittain keskimäärin 9 000 veri- tai virtsanäytettä. Eniten mitattiin altistumista kromille, epäorgaaniselle arseenille, alumiinille, lyijylle ja nikkelille. Orgaanisista yhdisteistä määrällisesti merkittävimpiä olivat styreeni ja PAH-altistumista kuvaavat näytteet.

Biomonitorointimäärittysten perusteella altistumistasoissa ei ole tapahtunut suuria muutoksia raportointijakson aikana. Toimenpiderajan ylityksiä todettiin erityisesti mitattaessa altistumista styreenille (30 %), ksyleenille (29 %), hiilimonoksidille (21 %), arseenille (14 %) ja kromille (12,6 %). Biomonitorointinäytteitä tulee myös pientyöpaikoista ja tulokset kuvaavatkin työntekijöiden yksilöllistä altistumista eri työtehtävissä. Eräillä altisteilla kuten kadmiumilla ja syanidilla tupakointi häiritsee huomattavasti työperäisen altistumisen määrittämistä ja normaaliväestön raja-arvoissa onkin asetettu tällöin eri viiterajat tupakoimattomille ja tupakoiville. Tupakointi on huomioitu tulostenkäsittelyssä myös altisteilla, joilla tiedetään olevan vaikutusta työssään altistumattoman väestön normaalipitoisuuteen.

## Tulosten tarkastelu

### Ilman epäpuhtausmittaukset

Taulukkoon 1 kootut tulokset edustivat 35 % mitatuista yhdisteistä/aineista, mutta vastasivat 93 % mittauksista. Mittaukset kohdentuivat tavallisimpiin altisteisiin siten, että 45 yleisimmin mitattua altistetta (mittausten lkm  $\geq$  150; aineet lihavoitu taulukossa 1) vastasi 58 % kaikista mittaustuloksista.

Vuosittaiset mittausten kokonaismäärät ja HTP-arvojen ylitykset mukaan lukien myös vuosien 1994–2003 mittaukset on esitetty kuvassa 1. Mittausten lukumäärä on viimeisimmän tarkastelujakson aikana noussut. Koska tilastointiin on otettu mukaan altisteita, joita ei sisällynyt aiempiin raportointijaksoihin, eivät viimeisimmän jakson luvut ole täysin vertailukelpoisia vuosiin 1994–2003 verrattuna.

Toimialakohtaisesti tarkasteltuna mittaukset painottuivat selkeästi teollisuuteen. Mekaaninen ja kemiallinen puunjalostusteollisuus, kemian teollisuus sekä metalli- ja konepajateollisuus kattoivat yli puolet mittauksista.

6,2 % niistä mittauksista, joita voitiin verrata ohjeraja-arvoihin, ylitti HTP-arvon (kuva 1, taulukko 2). Aiempana tarkastelujaksona (1994–2003) vastaava luku oli 7,7 % vaihdellen vuosittain 6–9 % (kuva 1). Korkeiden pitoisuuksien esiintyvyys ei tämän perusteella ole juuri laskenut. On kuitenkin huomioitava, että joidenkin merkittävien altisteiden HTP-arvot ovat laskeneet edelliseen vertailujaksoon nähden, jolloin vertailu tehtiin vuoden 2002 HTP-arvoihin. Esimerkiksi kvartsin, puupölyn, jauhopölyn, asbestin ja liuotinbenssiinien ohjeraja-arvot ovat muuttuneet vuoden 2002 jälkeen.

Tavallisin mitattu altiste oli hengittyvä pöly, jonka pitoisuutta on verrattu epäorgaanisen (vähätehoisen) pölyn HTP-arvoon. Tulostajakaumien tarkastelu osoitti, että vuosien 1999–2003 seurantajaksoon verrattuna nyt raportoitavat pitoisuudet olivat jonkin verran pienempiä.

Syöpävaarallisista altisteista eniten oli mitattu formaldehydiä, puupölyä, kvartsiä, asbestia ja kromi-(VI)-yhdisteitä. Asbestin ja kromin pitoisuuksissa ei ollut muutosta aiempaan seurantajaksoon 1994–2003. Sen sijaan formaldehydin ja puupölyn pitoisuuksissa oli todettavissa laskua. Kvartsin mittausten menetelmän muutos vaikeuttaa vertailua.

Herkistävistä yhdisteistä eniten mitattiin isosyanaatteja, formaldehydiä, happoanhydrideja ja jauhopölyä. Isosyanaattien mediaanipitoisuus on jonkin verran laskenut. Keräysmenetelmän vaihtumisen vuoksi jauhopölyn tulokset eivät ole suoraan vertailukelpoiset aiempaan seurantajaksoon, mutta tulokset viittaavat pitoisuustason laskuun.

Useat liuotinaineet (ksyleenit, tolueeni, asetoni, propanolit, butanolit, etanoli, butyyli-asettaatti, etyylibentseeni, metanoli, metyylietyyliketoni) kuuluvat eniten mitattuihin altisteisiin. Verrattuna edelliseen mittausjaksoon niiden keskipitoisuudessa on – metanolia lukuunottamatta – havaittavissa laskusuuntaus.

### Biologiset altistumismittaukset

Taulukkoon 3 on koottu kaikki biologiset altistumismittaukset, joita on vuosina 2004–2007 ollut vähintään kymmenen kappaletta. Jos altisteesta on noin 100 tai enemmän mittauksia, tulokset on käsitelty yksityiskohtaisesti. Metallityöntekijät (hiojat, hitsaajat, levysepät jne.) on suurin tutkittu työntekijäryhmä. Heitä työskentee lähes kaikilla toimialoilla. Sen sijaan osa mittauksista edustaa vain muutamaa työpaikkaa, kuten rikkihiilialtistuksen mittaus, jossa lähes kaikki näytteet ovat viskoosikuidun ja –kalvon valmistuksesta kahdelta työpaikalta.

Biomonitorointitulosten ja ilmamittausten tulosten vertaamiseksi viitearvojen ylitysten osuudet kaikista mittaustuloksista on esitetty kuvassa 3 niille tavallisimmille yhdisteille, joille on asetettu sekä HTP-arvo että toimenpideraja. Koska biomonitorointimittaukset kuvastavat myös ihon kautta altistumista, eivät ilma- ja biomonitorointimittaukset samoiltakaan työpaikoilta edellytä yhteneviä mittaustuloksia. Kuva 3 osoittaa kuitenkin, että useiden epäorgaanisten yhdisteiden (alumiini, arseeni, elohopea, koboltti, lyijy) viitearvon ylitysten osuudet ovat samaa suuruusluokkaa molemmilla mittaustavoilla. Sen sijaan esimerkiksi kadmiumin ja nikkelin ilma- ja biomonitorointitulokset poikkeavat selvästi toisistaan. Bentseeni-, tolueeni-, metanoli-, etyylibentseeni- ja fenolitulokset antavat altistumisesta samansuuntaisen kuvan. Myös styreenin tulokset kuvastavat samanlaista altistumista lujitemuovityöpaikoilla, sillä molemmilla mittaustavoilla todettiin paljon viitearvojen ylityksiä laminointityössä. Ksyleenialtistumiset olivat selvästi suurempia biologisten näytteiden perusteella, koska työntekijät olivat selkeässä ihokontaktissa liuottimen kanssa maalaus-, ruiskumaalaus- ja pintakäsittelytyössä.

### Johtopäätökset ja pidemmän aikavälin tarkastelu

Teollisuuden rakennemuutos, tekninen kehitys, lainsäädännön kehittäminen ja valvonta ovat aiempina vuosikymmeninä vähentäneet kemikaalialtistumista useilla aloilla. Monien yleisimpien altisteiden osalta altistumistasot ovat kuitenkin 2000-luvun vaihteen jälkeen vakiintuneet samalle, edelleen melko korkealle tasolle laskettuaan sitä ennen selvästi parin vuosikymmenen ajan (Anttila ym. 1992; Vainio ym. 2005). Esimerkkeiksi tästä käyvät formaldehydi vaneriteollisuudessa, puupöly, jauhopöly sekä isosyanaatit muun muassa automaalauksessa sekä metanolin ja liuotinbensiinien pitoisuudet eri toimialoilla. Sama pätee myös esimerkiksi kromi-(VI)-yhdisteisiin puikkohitsauksen vähentyessä ja nikkelyhdisteisiin nikkelin puhdistuksessa sekä kvartsiin rakennus- ja rakennustuoteollisuudessa. EU:n kvartsisopimus on kuitenkin viime vuosina lisännyt kvartsimittausten lukumäärää huomattavasti ja saattaa jatkossa myös johtaa altistumisen vähentymiseen.

Lyijylle altistuminen väheni 1990-luvulta merkittävästi, kun akkujen valmistus Suomessa loppui ja siirryttiin mm. lyijyttömiin polttoaineisiin ja ammuksiin. 2000-luvulla lyijyal-  
tistuminen on edelleen vähentynyt merkittävästi. Myös esimerkiksi fenolipitoisuudet liimojen ja pinnoitteiden valmistuksessa, liuotinaineiden yhteispitoisuudet sekä ksyleeni- ja häkäpitoisuudet eri toimialoilla ovat edelleen selvästi laskeneet. Liuotinaineiden kohdalla suojainten yleistynyt käyttö on vähentänyt altistumista muiden torjuntatoimien

ohella. 30 % ksyleenin ja styreenin biomonitorointinäytteistä osoitti kuitenkin liiallista altistumista näille aineille. Vastaavasti 21 % työntekijöistä altistui liialliselle häikäpitoisuudelle.

Työnantajan on tunnistettava työssä esiintyvien kemiallisten tekijöiden aiheuttamat vaarat ja arvioitava niistä työntekijöille aiheutuvat riskit. Lisäksi REACH-asetus asettaa lisävelvoitteita kemiallisten aineiden valmistajille, maahantuojille ja jatkokäyttäjille. Myös uudet tuotteet, tuotantoprosessit, kemikaalit ja työmenetelmät takaavat sen, että vuosittain tulee vastaan uusia altistumisen arviointia ja hallintatoimenpiteiden suunnittelua edellyttäviä tilanteita. Näitä ovat esimerkiksi materiaalien - kuten sähkö- ja elektroniikkaromun - kierrätys, ongelmajätteiden hävitys sekä nanoteknologian käyttö lisääntyvässä määrin monella toimialalla, muun muassa elektroniikka-, kosmetiikka-, lääke-, urheiluväline- ja vaatetusteollisuudessa. Altistumistiedon lisäksi nanohiukkasten terveysvaikutuksista tarvitaan lisää tietoa eikä niille, kuten pienhiukkasillekaan, ole Suomessa toistaiseksi asetettu työhygieenistä raja-arvoa.

Tämän tilastoraportin mukaan kemikaalialtistuminen on edelleen merkittävää monilla työpaikoilla. On lisäksi huomioitava, että monasti samalla työpaikalla altistutaan usealle yksittäiselle altisteelle ja usein myös monimutkaisille altisteseoksille, kuten hitsaushuuruille tai pakokaasuille. Näin ollen kemikaalialtistumisen arviointi, seuranta ja torjunta tulevat jatkossakin olemaan tärkeimpiä työsuojelun osa-alueita suuressa osassa suomalaisia työpaikkoja.

## Lyhenteet ja yksiköt

## Ilmapitoisuusyksiköt:

- mg/m<sup>3</sup> = milligrammaa kuutiometrissä
- µg/m<sup>3</sup> = mikrogrammaa kuutiometrissä
- ppm = miljoonasosa (part per million)
- k/cm<sup>3</sup> = kuitua kuutiosenttimetrissä
- EU/m<sup>3</sup> = endotoksiiniyksikköä kuutiometrissä (Endotoxin Unit)

## Biologisten näytteiden yksiköt:

- nmol/l = nanomoolia litraa kohden
- µmol/l = mikromoolia litraa kohden
- mmol/mol kreat. = millimoolia moolia kohden; kreatiniinikorjattu
- µmol/mol kreat. = mikromoolia moolia kohden; kreatiniinikorjattu

n = näytteiden lukumäärä

keskiarvo = aritmeettinen keskiarvo

mediaani = keskimäinen arvo

tol = toimiala

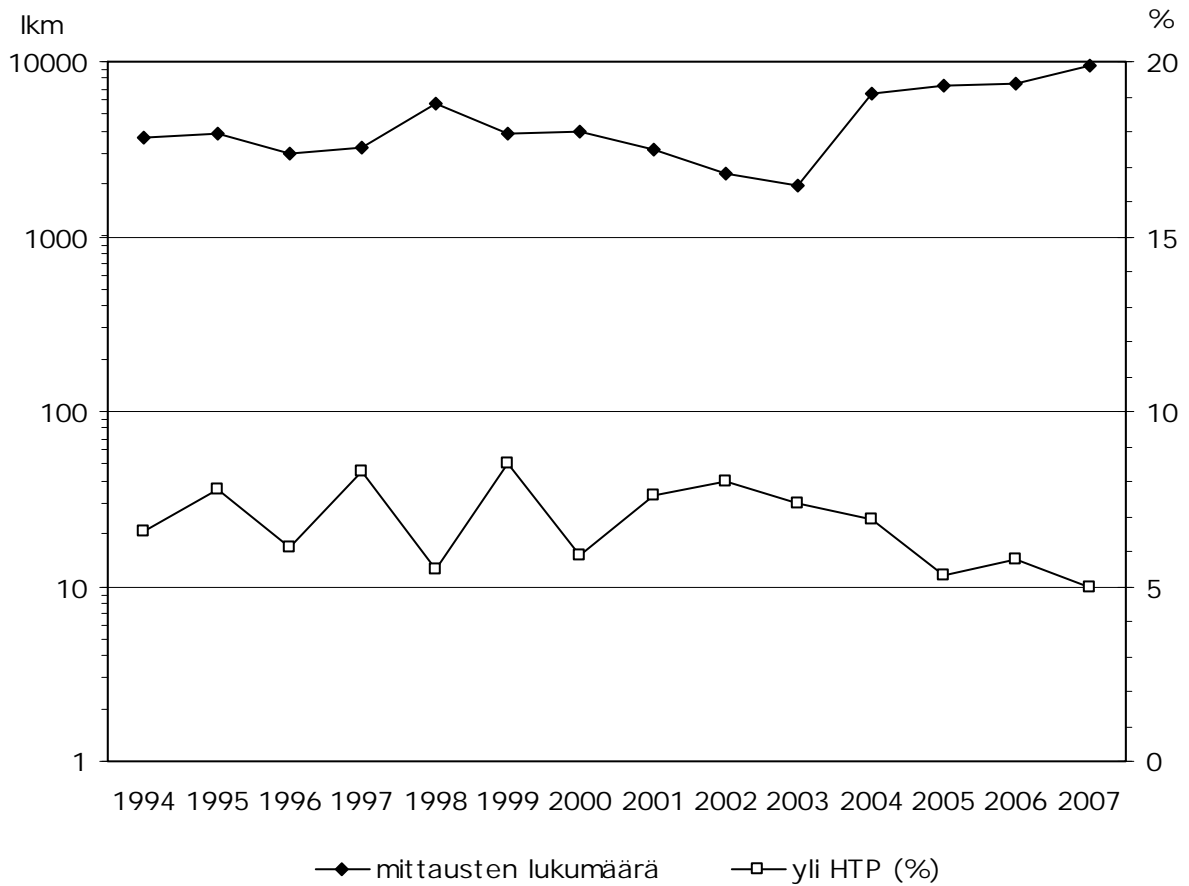
LIMS = Laboratory Information Management System

IOM-keräin = hengittyvän pölyn keräin (keräimen kehittäjä Institute of Occupational Medicine)

## Pitoisuusjakaumat altistekohtaisissa toimialataulukoissa:

- ≤10 = ≤ 10 % HTP-arvosta
- >10 = >10 - 50 % HTP-arvosta
- >50 = >50 - 100 % HTP-arvosta
- >100 = yli HTP-arvon

Yhteenvedot ja -taulukot



Kuva 1. Työterveyslaitoksen tekemät ilman epäpuhtausmittaukset vuosina 1994–2007

Altistekohtaisten mittausten kokonaismäärä ja HTP-arvon ylittäneiden mittaustulosten osuus. Viimeisimmällä seurantajaksolla em. luvut olivat 6 578/6,9 % (2004), 7 288/5,3 % (2005), 7 570/5,8 % (2006) ja 9 511/5 % (2007).



Taulukko 1. Työpaikkojen ilman epäpuhtausmittaukset vuosina 2004–2007

Keskimääräiset pitoisuudet, suurin mitattu pitoisuus ja vertailu HTP-arvoon; taulukossa kaikki altisteet, joille mittauksia vähintään 25.

aine	lkm	keskiarvo	mediaani	maksimi	yksikkö	> 10–100 % HTP		> 100 % HTP		HTP
						lkm	%	lkm	%	
akroleiini	82	0,048	0,002	1,6	mg/m <sup>3</sup>	3	3,7	5	6,1	0,23 <sup>1</sup>
akryylinitrilli	65	0,71	0,01	38	mg/m <sup>3</sup>	0	0	2	3,1	4,4
alumiini <sup>2</sup>	219	0,46	0,06	13	mg/m <sup>3</sup>	62	28	13	5,9	1,5
ammoniakki	108	2,2	0,24	35	mg/m <sup>3</sup>	14	13	6	5,6	14
arseeni	82	0,018	0,00014	1,2	mg/m <sup>3</sup>	16	20	4	4,9	0,01
asbesti <sup>2</sup>	280	0,72	0,005	80	k/cm <sup>3</sup>	45	16	32	11	0,1
asetaldehydi <sup>2</sup>	225	0,23	0,021	17	mg/m <sup>3</sup>	2	0,9	0	0	46 <sup>1</sup>
asetofenoni	46	0,065	0,004	1,1	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	25
asetoni <sup>2</sup>	601	36	1,5	6040	mg/m <sup>3</sup>	34	5,7	2	0,3	1200
bentsaldehydi <sup>2</sup>	204	0,023	0,003	1,2	mg/m <sup>3</sup>	3	1,5	0	0	4,4
bentseeni	83	0,088	0,002	1,2	mg/m <sup>3</sup>	6	7,2	0	0	3,25
bentsyylialkoholi	37	0,027	0,007	0,38	mg/m <sup>3</sup>					
butaanit	58	17	1,0	100	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	1900
1,3-butadieeni	42	0,16	0,01	2,9	mg/m <sup>3</sup>	5	12	1	2,4	2,2
butanaali	108	0,19	0,004	10	mg/m <sup>3</sup>	1	0,9	0	0	74
butanolit <sup>2</sup>	532	9,9	1,6	848	mg/m <sup>3</sup>	50	9,4	3	0,6	150
2-butoksietanoli	80	0,53	0,005	7,7	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	98
butyyliakrylaatti	44	0,22	0,053	2,2	mg/m <sup>3</sup>	2	4,5	0	0	11
butyyliasettaatti <sup>2</sup>	490	15	3	236	mg/m <sup>3</sup>	26	5,3	0	0	720
dekaani	85	1,2	0,004	98	mg/m <sup>3</sup>					
dekametyylisyklopentasiloksaani	36	12	0,009	420	mg/m <sup>3</sup>					
dekanaali	83	0,062	0,005	3,2	mg/m <sup>3</sup>					
delta-kareeni <sup>2</sup>	235	4,8	0,17	117	mg/m <sup>3</sup>					
desfluraani	30	2,3	1,3	8,9	mg/m <sup>3</sup>	2	6,7	0	0	70
dietanoliamiini	31	0,019	0,003	0,189	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	2
dietyleeniglykolimonobutyylietteri	30	2,7	0,31	26	mg/m <sup>3</sup>	4	13	0	0	68
dietylietteri	25	290	18	4700	mg/m <sup>3</sup>	6	24	4	16	310

aine	lkm	keskiarvo	mediaani	maksimi	yksikkö	> 10–100 % HTP		> 100 % HTP		HTP
						lkm	%	lkm	%	
dimetyylidisulfidi	33	0,10	0,020	1	mg/m <sup>3</sup>					
dimetyylisulfidi	53	0,94	0,064	25	mg/m <sup>3</sup>					
dodekaani	92	0,032	0,004	0,59	mg/m <sup>3</sup>					
elohopea	50	0,0089	0,0027	0,12	mg/m <sup>3</sup>	15	30	2	4	0,05
endotoksiinit	141	910	12	74000	EU/m <sup>3</sup>					
etanoli <sup>2</sup>	527	50	6,3	6350	mg/m <sup>3</sup>	26	4,9	1	0,2	1900
etanoliamiini	49	0,036	0,02	0,18	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	2,5
etikkahappo	93	0,29	0,045	6,5	mg/m <sup>3</sup>	4	4,3	0	0	13
etyleenidikloridi (1,2-dikloorietaani)	27	5,5	2,1	21	mg/m <sup>3</sup>	7	26	12	44	4
etyyliasetatti <sup>2</sup>	322	51	2,9	1334	mg/m <sup>3</sup>	31	9,6	1	0,3	1100
etyylibentseeni <sup>2</sup>	482	6,9	0,7	1430	mg/m <sup>3</sup>	17	3,5	2	0,4	220
2-etyyliheksanoli	88	0,11	0,005	1	mg/m <sup>3</sup>					
fenoli <sup>2</sup>	215	0,28	0,04	3,9	mg/m <sup>3</sup>	21	9,8	0	0	8
fluorivety	46	0,81	0,013	23	mg/m <sup>3</sup>	7	15	3	6,5	1,5
formaldehydi <sup>2</sup>	719	0,13	0,05	6,7	mg/m <sup>3</sup>	354	49	46	6,4	0,37
fosforihappo	39	0,04	0,02	0,27	mg/m <sup>3</sup>	4	10	0	0	1
glutaarialdehydi (pentandiaali)	34	0,017	0,0013	0,18	mg/m <sup>3</sup>	4	12	0	0	0,42 <sup>1</sup>
n-heksaani	101	21	0,6	974	mg/m <sup>3</sup>	23	23	4	4,0	72
heksadekaani	34	0,012	0,002	0,20	mg/m <sup>3</sup>					
heksahydroftaalihappoanhydridi	56	0,028	0,0015	0,55	mg/m <sup>3</sup>	46	82	10	18	0,01
heksanaali <sup>2</sup>	212	4,1	0,013	230	mg/m <sup>3</sup>					
heptaani <sup>2</sup>	155	8,0	0,042	330	mg/m <sup>3</sup>	3	1,9	0	0	1200
hiilidioksidi	46	1420	1173	5295	mg/m <sup>3</sup>	36	78	0	0	9100
hiilimonoksidi <sup>2</sup>	372	16	2,9	378	mg/m <sup>3</sup>	123	33	33	8,9	35
hitaushuurut	54	2,4	0,72	21	mg/m <sup>3</sup>	29	54	5	9,3	5 <sup>3</sup>
hopea	52	0,0081	0,00003	0,26	mg/m <sup>3</sup>	1	1,9	2	3,8	0,1

aine	lkm	keskiarvo	mediaani	maksimi	yksikkö	> 10–100 % HTP		> 100 % HTP		HTP
						lkm	%	lkm	%	
isosyanaatit <sup>2</sup> , muut kuin alla	760	0,043	0,0001	5,9	mg/m <sup>3</sup>	58	7,6	45	5,9	0,035 <sup>1</sup>
fenyylimetyyli-isosyanaatti	46	0,0013	0,00014	0,015	mg/m <sup>3</sup>	2	4,3	0	0	0,1 <sup>1</sup>
metyyli-isosyanaatti	11	0,00077	0,00015	0,0023	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0,05 <sup>1</sup>
kadmium	46	0,017	0,0014	0,45	mg/m <sup>3</sup>	16	35	5	11	0,02
kapronihappo (heksaanihappo)	44	0,28	0,012	6,8	mg/m <sup>3</sup>					
kloori	50	0,14	0,028	1,6	mg/m <sup>3</sup>	8	16	2	4	1,5 <sup>1</sup>
kloorivety	74	0,35	0,020	17	mg/m <sup>3</sup>	3	4,1	1	1,4	7,6 <sup>1</sup>
kloroformi (trikloorimetaani)	61	6,5	0,38	196	mg/m <sup>3</sup>	7	12	5	8,2	10
koboltti	70	0,33	0,0014	20	mg/m <sup>3</sup>	13	19	11	16	0,05
kromi ja sen (II, III)-yhdisteet <sup>2</sup>	327	0,069	0,0069	6,6	mg/m <sup>3</sup>	56	17	6	1,8	0,5
kromi-(VI)-yhdisteet <sup>2</sup>	229	0,0067	0,0014	0,21	mg/m <sup>3</sup>	41	18	5	2,2	0,05
kromi ja sen yhdisteet (ei määritellyt)	46	0,035	0,005	0,44	mg/m <sup>3</sup>					
krotonaldehydi	75	0,006	0,002	0,17	mg/m <sup>3</sup>	3	4	0	0	0,29
ksyleenit <sup>2</sup>	836	18	0,70	6120	mg/m <sup>3</sup>	81	9,7	5	0,6	220
kupari ja sen yhdisteet	145	0,13	0,0057	8,2	mg/m <sup>3</sup>	7	4,8	2	1,4	1
kupari, huurut ja hienojakoinen kupari- ripöly	8	0,009	0,009	0,013	mg/m <sup>3</sup>	1	13	0	0	0,1
kvartsi	31	0,07	0,05	0,44	mg/m <sup>3</sup>					
kvartsi, alveolijae <sup>2</sup>	417	0,19	0,047	4,2	mg/m <sup>3</sup>	141	34	194	47	0,05
limoneeni <sup>2</sup>	202	1,6	0,06	32	mg/m <sup>3</sup>	5	2,5	0	0	140
liuotainaineiden yhteispitoisuus <sup>2</sup>	673	0,42	0,09	15		239	36	70	10	1
liuotinbensiini, aromaatteja 100 % kp 110- °C <sup>2</sup>	188	16	4	275	mg/m <sup>3</sup>	47	25	6	3,2	100
liuotinbensiini, aromaatteja 20 % kp 110-°C (mineraalitärpätti)	110	13	4	126	mg/m <sup>3</sup>	17	16	0	0	200
liuotinbensiini, aromaatteja < 1 % kp 110- °C	49	15	3	170	mg/m <sup>3</sup>	4	8,2	0	0	500
liuotinbensiini, aromaatteja < 1 % kp 60-90 °C	77	31	10	370	mg/m <sup>3</sup>	12	16	0	0	500
liuotinbensiini, aromaatteja < 1 % kp 80-110 °C <sup>2</sup>	212	72	6	2110	mg/m <sup>3</sup>	38	18	7	3,3	500

aine	lkm	keskiarvo	mediaani	maksimi	yksikkö	> 10–100 % HTP		> 100 % HTP		HTP
						lkm	%	lkm	%	
liuotinbensiini, aromaatteja > 25 %	33	7	4	93	mg/m <sup>3</sup>					
liuotinbensiinit	66	68	27	830	mg/m <sup>3</sup>					
lyijy <sup>2</sup>	164	0,018	0,006	0,21	mg/m <sup>3</sup>	47	29	7	4,3	0,1
mangaani	116	0,43	0,026	32	mg/m <sup>3</sup>	46	40	17	15	0,2
metanoli <sup>2</sup>	391	48	5,5	1200	mg/m <sup>3</sup>	53	14	19	4,9	270
2-metoksi-1-metyylietyyliasettaatti	31	4,6	2,3	32	mg/m <sup>3</sup>	1	3,2	0	0	270
1-metoksi-2-propanoli <sup>2</sup>	204	9,3	1,4	389	mg/m <sup>3</sup>	8	3,9	1	0,5	370
1-metoksi-2-propyyliasettaatti <sup>2</sup>	226	9,1	1,6	281	mg/m <sup>3</sup>	17	7,5	1	0,4	270
metyleenikloridi	90	93	6,5	1200	mg/m <sup>3</sup>	14	16	7	7,8	350
metyyli-isobutyryliketoni	120	2,8	0,4	80	mg/m <sup>3</sup>	7	5,8	0	0	80
metyylibentsaldehydit	53	0,007	0,0019	0,21	mg/m <sup>3</sup>					
metyylietyyliketoni <sup>2</sup>	312	6,8	0,6	216	mg/m <sup>3</sup>	16	5,1	0	0	300
metyyliheksahydroftaalihappoanhydridi	131	0,066	0,0042	3,67	mg/m <sup>3</sup>	73	56	48	37	0,01
metyylimerkaptaani	51	0,048	0,050	0,18	mg/m <sup>3</sup>	6	12	0	0	1
metyylimetakrylaatti	100	6,8	0,48	300	mg/m <sup>3</sup>	19	19	1	1	42
2-metyylipentaani	42	0,068	0,013	0,88	mg/m <sup>3</sup>					
N-metyylipyrrolidoni	45	3,3	2,0	31	mg/m <sup>3</sup>	11	24	0	0	40
metyylisykloheksaani	52	0,77	0,018	24	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	1600
metyylisyklopentaani	32	0,013	0,005	0,11	mg/m <sup>3</sup>					
mineraalikuidut	109	0,10	0,03	1,07	k/cm <sup>3</sup>					
mineraalivillat	77	0,04	0,01	0,53	k/cm <sup>3</sup>	6	7,8	0	0	1
muurahaishappo (metaanihappo)	59	4,5	0,08	170	mg/m <sup>3</sup>	10	17	2	3,4	5
natriumhydroksidi	53	0,40	0,04	3,6	mg/m <sup>3</sup>	11	21	3	5,7	2 <sup>1</sup>
nikkeli <sup>2</sup>	347	0,039	0,005	2,7	mg/m <sup>3</sup>	104	30	27	7,8	0,1
nonaanit	54	0,006	0,003	0,068	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	1100
nonanaali	91	0,091	0,006	6,0	mg/m <sup>3</sup>					
oktaanit	58	0,34	0,006	19	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	1400
oktanaali	51	0,008	0,002	0,15	mg/m <sup>3</sup>					
otsoni	64	0,43	0,19	9,0	mg/m <sup>3</sup>	24	38	38	59	0,1

aine	lkm	keskiarvo	mediaani	maksimi	yksikkö	> 10–100 % HTP		> 100 % HTP		HTP
						lkm	%	lkm	%	
PAH yhteispitoisuus, haihtuvat	25	52	1,1	346	µg/m <sup>3</sup>					
PAH yhteispitoisuus, hiukkaset	31	0,81	0,02	16	µg/m <sup>3</sup>					
antraseeni, haihtuvat	105	0,51	0,012	24	µg/m <sup>3</sup>					
antraseeni, hiukkaset	79	0,036	0,001	0,92	µg/m <sup>3</sup>					
asenafteni, haihtuvat	105	2,5	0,05	170	µg/m <sup>3</sup>					
asenafteni, hiukkaset	80	0,009	0,0005	0,3	µg/m <sup>3</sup>					
bentso(a)antraseeni, haihtuvat	105	0,018	0,005	0,25	µg/m <sup>3</sup>					
bentso(a)antraseeni, hiukkaset	79	0,0042	0,0005	0,1	µg/m <sup>3</sup>					
bentso(a)pyreeni, haihtuvat	105	0,017	0,005	0,25	µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	10
bentso(a)pyreeni, hiukkaset	81	0,031	0,005	1,1	µg/m <sup>3</sup>	1	1,2	0	0	10
bentso(b)fluoranteeni, haihtuvat	105	0,016	0,005	0,25	µg/m <sup>3</sup>					
bentso(b)fluoranteeni, hiukkaset	79	0,0098	0,0024	0,27	µg/m <sup>3</sup>					
bentso(ghi)peryleeni, haihtuvat	105	0,016	0,005	0,25	µg/m <sup>3</sup>					
bentso(ghi)peryleeni, hiukkaset	79	0,017	0,0026	0,34	µg/m <sup>3</sup>					
bentso(k)fluoranteeni, haihtuvat	105	0,016	0,005	0,25	µg/m <sup>3</sup>					
bentso(k)fluoranteeni, hiukkaset	79	0,0049	0,0015	0,1	µg/m <sup>3</sup>					
dibentso(ah)antraseeni, haihtuvat	105	0,016	0,005	0,25	µg/m <sup>3</sup>					
dibentso(ah)antraseeni, hiukkaset	79	0,0025	0,0005	0,03	µg/m <sup>3</sup>					
fenantreeni, haihtuvat	107	8,0	0,097	370	µg/m <sup>3</sup>					
fenantreeni, hiukkaset	82	0,38	0,0065	13	µg/m <sup>3</sup>					
fluoranteeni, haihtuvat	106	0,079	0,005	3,4	µg/m <sup>3</sup>					
fluoranteeni, hiukkaset	79	0,21	0,0062	4,5	µg/m <sup>3</sup>					
fluoreeni, haihtuvat	107	18	0,066	760	µg/m <sup>3</sup>					
fluoreeni, hiukkaset	79	0,066	0,001	3,2	µg/m <sup>3</sup>					
indeno(123cd)pyreeni, haihtuvat	105	0,016	0,005	0,25	µg/m <sup>3</sup>					
indeno(123cd)pyreeni, hiukkaset	79	0,0076	0,0011	0,16	µg/m <sup>3</sup>					
kryseeni, haihtuvat	105	0,018	0,005	0,25	µg/m <sup>3</sup>					
kryseeni, hiukkaset	79	0,011	0,0015	0,11	µg/m <sup>3</sup>					
naftaleeni, haihtuvat	136	174	2,1	4000	µg/m <sup>3</sup>	18	13	0	0	5000
naftaleeni, hiukkaset	80	0,064	0,0005	2,7	µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	5000
pyreeni, haihtuvat	106	0,046	0,005	1,8	µg/m <sup>3</sup>					
pyreeni, hiukkaset	79	0,18	0,006	3,4	µg/m <sup>3</sup>					

aine	lkm	keskiarvo	mediaani	maksimi	yksikkö	> 10–100 % HTP		> 100 % HTP		HTP
						lkm	%	lkm	%	
pentaanit	53	44	1,7	399	mg/m <sup>3</sup>	7	13	0	0	1500
pentadekaani	68	0,027	0,004	1,0	mg/m <sup>3</sup>					
pentametyyliheptaani	44	0,16	0,004	5,0	mg/m <sup>3</sup>					
pentanaali	130	2,3	0,009	90	mg/m <sup>3</sup>	6	4,6	0	0	110
pineeni <sup>2</sup>	476	8,6	0,23	522	mg/m <sup>3</sup>					
propanaali	90	0,016	0,0025	0,9	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	48
propanolit <sup>2</sup>	593	17	2	1240	mg/m <sup>3</sup>	47	7,9	2	0,3	500
propyleeniglykoli	85	1,1	0,017	46	mg/m <sup>3</sup>					
propyleeniglykolimonoetyylieetteri	60	19	7,8	105	mg/m <sup>3</sup>					
propyyliasetaatti	52	11	1,6	228	mg/m <sup>3</sup>	2	3,8	0	0	420
propyylibentseeni	31	4,2	0,5	29	mg/m <sup>3</sup>					
pöly, alveolijae <sup>2</sup>	279	0,63	0,10	45	mg/m <sup>3</sup>	23	8,2	3	1,1	10
pöly, hengittävää jae <sup>2</sup>	1570	5,6	1,2	607	mg/m <sup>3</sup>	683	44	164	10	10
pöly, hionta, ruostumaton teräs	25	2,6	2,6	10,1	mg/m <sup>3</sup>					
pöly, jauho	127	2,7	0,65	62	mg/m <sup>3</sup>	60	47	35	28	2
pöly, kokonaispöly <sup>2</sup>	1145	2,4	0,66	107	mg/m <sup>3</sup>	393	34	53	4,6	10
pöly, orgaaninen <sup>2</sup>	519	3,0	0,5	216	mg/m <sup>3</sup>	192	37	60	12	5
pöly, paperi	74	0,47	0,2	6,6	mg/m <sup>3</sup>	9	12	2	2,7	5
pöly, puu <sup>2</sup>	592	1,5	0,6	23	mg/m <sup>3</sup>	372	63	112	19	2
rauta	129	1,4	0,54	20	mg/m <sup>3</sup>	58	45	7	5,4	5
rikkidioksidi	56	0,22	0,13	1,0	mg/m <sup>3</sup>	15	27	0	0	2,7
rikkihappo	87	0,05	0,017	0,54	mg/m <sup>3</sup>	35	40	6	6,9	0,2
rikkivety	110	1,0	0,35	18	mg/m <sup>3</sup>	11	10	1	0,9	14
sevofluraani <sup>2</sup>	171	23	2,2	930	mg/m <sup>3</sup>	38	22	5	2,9	83
sinkki <sup>2</sup>	171	0,20	0,015	4,6	mg/m <sup>3</sup>	27	16	4	2,3	2
styreeni <sup>2</sup>	381	43	1,0	1426	mg/m <sup>3</sup>	78	20	52	14	86
syaanivety, sinihappo	25	0,67	0,056	7,9	mg/m <sup>3</sup>	3	12	0	0	11 <sup>1</sup>
sykloheksaani	60	55	0,016	695	mg/m <sup>3</sup>	8	13	0	0	1100
sykloheksanoni	58	2,8	0,006	151	mg/m <sup>3</sup>	0	0	1	1,7	41

aine	lkm	keskiarvo	mediaani	maksimi	yksikkö	> 10–100 % HTP		> 100 % HTP		HTP
						lkm	%	lkm	%	
talkki	122	2,4	0,85	30	mg/m <sup>3</sup>	58	48	14	12	5
terpeenit yhteensä	98	31	4,1	490	mg/m <sup>3</sup>					
tetradekaani	84	0,035	0,003	1,5	mg/m <sup>3</sup>					
tetrakloorietyleeni (perkloorietyleeni)	27	17	2,7	102	mg/m <sup>3</sup>	7	26	2	7,4	70
tolueeni <sup>2</sup>	773	17	0,86	617	mg/m <sup>3</sup>	81	11	18	2,3	190
tridekaani	51	0,062	0,006	1,4	mg/m <sup>3</sup>					
trietanoliamiinit	33	0,011	0,0016	0,14	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	5
trikloorietyleeni (trikloorieteeni)	43	16	3	192	mg/m <sup>3</sup>	12	28	4	9,3	50
trimetyyllibentseenit	143	7	1	104	mg/m <sup>3</sup>	26	18	1	0,7	100
typen oksidit (NxO)	46	3,8	0,28	60	ppm					
typen oksidit (NxO)	15	1,1	0,84	2,3	mg/m <sup>3</sup>					
typpidioksidi	131	1,0	0,19	38	mg/m <sup>3</sup>	30	23	3	2,3	5,7
typpihappo	71	0,15	0,02	3,1	mg/m <sup>3</sup>	7	9,9	2	2,8	1,3
typpimonoksidi	74	0,62	0,50	2,1	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	31
typpioksiduuli <sup>2</sup>	233	184	15	8216	mg/m <sup>3</sup>	74	32	33	14	180
tärpätti (pineenitärpätti)	31	50	5	680	mg/m <sup>3</sup>	6	19	2	6,5	140
undekaani	81	0,034	0,004	0,69	mg/m <sup>3</sup>					
vetyperoksidi	28	0,25	0,10	2,3	mg/m <sup>3</sup>	10	36	1	3,6	1,4
vinyyliasetaatti	34	0,14	0,09	0,79	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	36
VOC <sup>2</sup>	282	3,2	0,68	104	mg/m <sup>3</sup>					
wollastoniitti	127	1,7	0,25	20	k/cm <sup>3</sup>					
öljysumu <sup>2</sup>	165	0,41	0,075	10,5	mg/m <sup>3</sup>	18	11	3	1,2	5

<sup>1</sup> 15 minuutin HTP-arvo tai kattoarvo

<sup>2</sup> mittauksen lukumäärän suhteen merkittävimmät altisteet (näytteiden lkm ≥ 150) lihavoitu

<sup>3</sup> ei HTP-arvo; eräissä eurooppalaisissa maissa käytetty hitsausuurujen ohje-arvo

Taulukko 2. Ilman epäpuhtausmittaukset vuosina 2004–2007 toimialan ja HTP-arvon perusteella

tol	toimiala	mittausten lkm		>10–100 % HTP		>100 % HTP	
		kaikki	HTP-arvo asetettu	mittausten lkm	%	mittausten lkm	%
01	maatalous, riistatalous ja niihin liittyvät palvelut	78	34	2	5,9	2	5,9
02	metsätalous ja siihen liittyvät palvelut	5	5	2	40,0	3	60,0
13	metallimalmien louhinta	203	188	78	41,5	17	9,0
14	muu mineraalien kaivu	691	448	145	32,4	65	14,5
15	elintarvikkeiden ja juomien valmistus	286	265	80	30,2	35	13,2
17	tekstiilien valmistus	310	270	51	18,9	16	5,9
19	parkitseminen ja muu nahan valmistus; laukkujen ja jalkineiden valmistus	95	87	37	42,5	8	9,2
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	3015	2038	506	24,8	119	5,8
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	2698	1453	195	13,4	48	3,3
22	kustantaminen, painaminen ja tallenteiden jäljentäminen	702	560	100	17,9	16	2,9
23	koksin, öljytuotteiden ja ydinpolttoaineen valmistus	12	12	2	16,7	0	0,0
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja tekokuitujen valmistus	2609	2393	372	15,5	102	4,3
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	1979	1441	157	10,9	45	3,1
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	1909	1563	474	30,3	169	10,8
27	metallien jalostus	1351	1152	338	29,3	100	8,7
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	2692	2254	553	24,5	117	5,2
29	koneiden ja laitteiden valmistus	1816	1445	324	22,4	80	5,5
31	muu sähkökoneiden ja -laitteiden valmistus	380	329	121	36,8	46	14,0
32	radio-, televisio- ja tietoliikennevälineiden valmistus	381	291	53	18,2	17	5,8
33	lääkintäkojeiden, hienomekaanisten kojeiden ja optisten instrumenttien sekä kellojen valmistus	254	208	21	10,1	6	2,9
34	autojen ja perävaunujen valmistus	356	336	84	25,0	18	5,4
35	muu kulkuneuvojen valmistus	768	620	123	19,8	92	14,8
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	1368	1022	135	13,2	8	0,8
37	kierrätys	127	125	67	53,6	9	7,2



tol	toimiala	mittausten lkm		>10–100 % HTP		>100 % HTP	
		kaikki	HTP-arvo asetettu	mittausten lkm	%	mittausten lkm	%
40	sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto	357	196	31	15,8	23	11,7
45	rakentaminen	931	520	69	13,3	11	2,1
50	moottoriajoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto sekä polttoaineen vähittäismyynti	779	713	96	13,5	50	7,0
51	agentuuritoiminta ja tukkukauppa pl. moottoriajoneuvojen kauppa	94	67	17	25,4	1	1,5
52	vähittäiskauppa pl. moottoriajoneuvot; kotitaloustavaroiden korjaus	8	8	3	37,5	0	0,0
55	majoitus- ja ravitsemistoiminta	10	7	3	42,9	0	0,0
60	maaliikenne; putkijohtokuljetus	66	61	13	21,3	1	1,6
63	liikennettä palveleva toiminta ja matkatoimistot	72	33	8	24,2	0	0,0
64	posti- ja teleliikenne	22	22	2	9,1	0	0,0
66	vakuutustoiminta pl. pakollinen sosiaalivakuutus	28	10	0	0,0	0	0,0
67	rahoitusta palveleva toiminta	5	2	0	0,0	0	0,0
70	kiinteistöalan palvelut	4	4	2	50,0	0	0,0
71	kulkuneuvojen, koneiden ja laitteiden vuokraus ilman käyttäjää sekä kotitaloustavaroiden vuokraus	485	432	49	11,3	4	0,9
73	tutkimus ja kehittäminen	528	457	89	19,5	29	6,3
74	muu liike-elämää palveleva toiminta	222	179	15	8,4	3	1,7
75	julkinen hallinto ja maanpuolustus; pakollinen sosiaalivakuutus	372	178	29	16,3	7	3,9
80	koulutus	248	206	60	29,1	20	9,7
85	terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	994	867	164	18,9	49	5,7
90	ympäristöhuolto	1496	1198	133	11,1	17	1,4
92	virkestys-, kulttuuri- ja urheilutoiminta	116	98	25	25,5	6	6,1
93	muut palvelut	25	25	3	12,0	0	0,0
yhteensä / keskiarvoprosentti 7125 mittausta, joille ei HTP-vertailua		30947	23822	4831	22,2	1359	6,2

Taulukko 3. Biologiset altistumismittaukset vuosina 2004–2007

lkm &gt; 10 kpl.

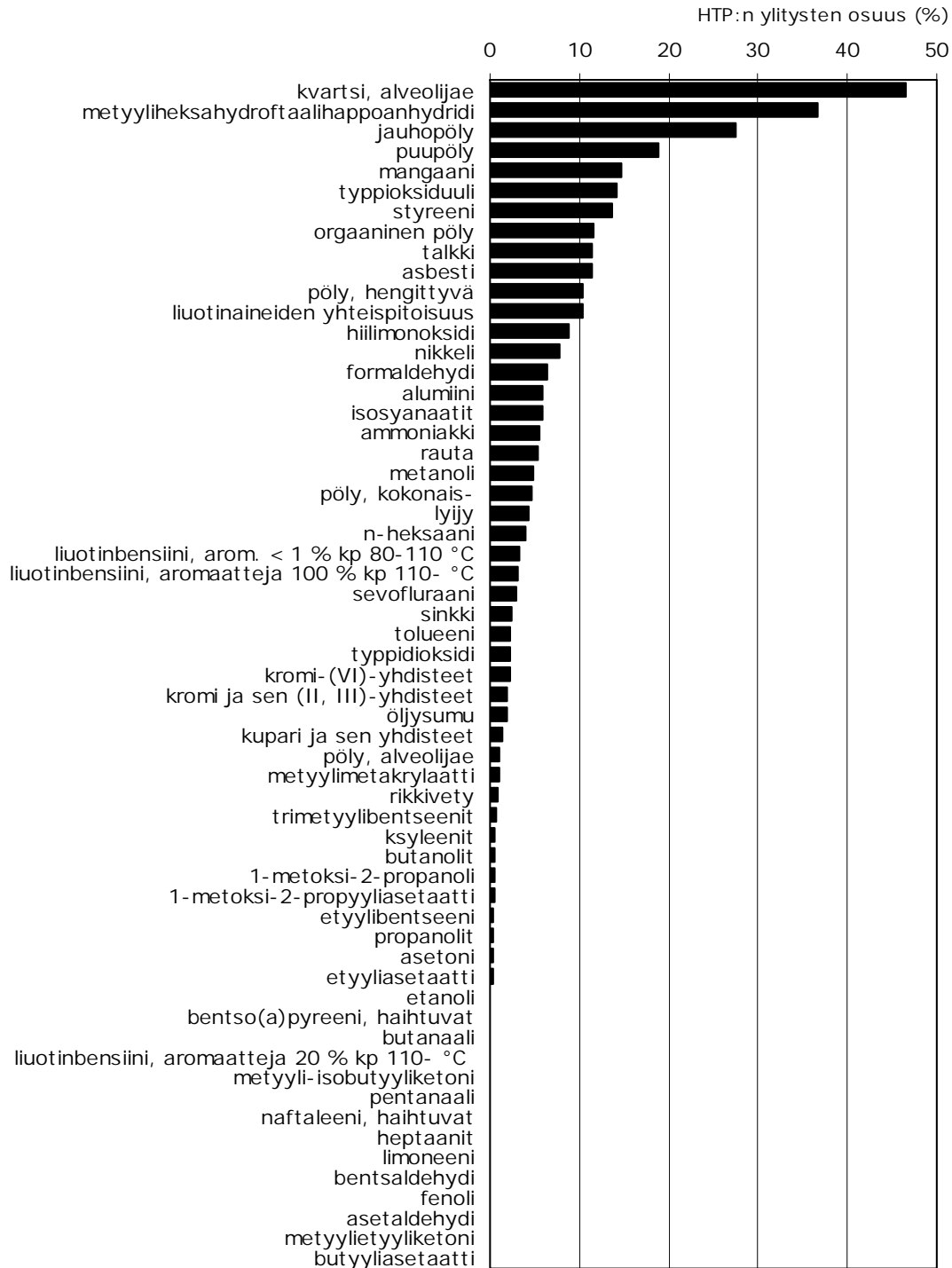
altiste	analyysi	tupa- kointi	lkm	keski- arvo	medi- aani	95 % piste	mak- simi	altistumattomien viiteraja*	toimenpideraja*
2-(2-metoksietoksi) etanoli	U-MEAa		87	2,3	2,0	5,0	11	0,5 mmol/mol kreat.	50 mmol/mol kreat.
2-butoksietanoli tai 2-butoksietyyliasettaatti	U-BAa		57	7,1	1,2	20,2	2006	0,5 mmol/mol kreat.	60 mmol/mol kreat.
2-etoksietanoli tai sen asettaatti	U-EAa		20	2,1	1,2	9,3	14	0,5 mmol/mol kreat.	20 mmol/mol kreat.
2-etyyliheksaanihappo	U-2-EHA		31	0,04	0,03	0,11	0,16	0,1 mmol/mol kreat.	Ei ole asetettu.
4,4'- metyleenidifenyyli- isosyanaatti (mdi)	U-MDIMDA		12	0,1	0,1	0,3	0,3	0,2 µmol/mol kreat.	1 µmol/mol kreat.
alkyyliilyijy	U-Pb		78	0,029	0,023	0,095	0,218	0,015 µmol/l	0,1 µmol/l
alumiini	U-Al		2164	1,5	0,6	5,7	27	0,6 µmol/l	6 µmol/l
alumiini	S-Al		160	0,2	0,1	0,5	3,6	0,1 µmol/l	Ei ole asetettu.
aniliini	U-Aniliini		18	3,2	0,03	36	36	0,05 µmol/l	10 µmol/l
antimoni	U-Sb		99	40	23	122	150	9 nmol/l	Ei ole asetettu.
arseeni	U-As-i		2711	46,0	32,3	120	1981	30 nmol/l	70 nmol/l
bentseeni	U-Mukon	kaikki	501	3,4	1,7	8,5	216	2 µmol/l	14 µmol/l
bentseeni		tup,-	263	2,2	1,4	5,8	26		
bentseeni		tup,+	141	3,9	1,9	6,9	216		
bentseeni	B-Bents	kaikki	37	4,3	1,7	17,9	21	5 nmol/l	50 nmol/l
bentseeni		tup,-	19	1,4	0,8	7,7	8		
bentseeni		tup,+	17	7,3	6,0	20,8	21		
beryllium	U-Be		20	2,8	1,4	15,8	25	15 nmol/l	Ei ole asetettu.
dityppioksidi, ilokaasu, typpioksiduuli	U-N2O		42	176	186	345	515	20 nmol/l	700 nmol/l
elohopea	B-Hg-i		484	16,7	6,3	37,2	3170	10 nmol/l	50 nmol/l
elohopea	U-Hg		520	40	20	155	380	20 nmol/l	140 nmol/l
etyyllibentseeni	U-Mandel		98	0,3	<0,1	1,4	3,2	0,2 mmol/l	5,2 mmol/l
fenoli	U-Fenol		231	0,14	0,08	0,45	1,6	0,15 mmol/l	1,3 mmoö/l

altiste	analyysi	tupa- kointi	lkm	keski- arvo	medi- aani	95 % piste	mak- simi	altistumattomien viiteraja*	toimenpideraja*
fluori	U-F		154	51	37	141	239	100 µmol/l	200 µmol/l (an), 300 µmol/l (in)
häkä, dikloorimetaani, metyleenijodidi	B-Hb-CO	kaikki	234	0,030	0,020	0,084	0,112	0,015 (=1,5%)	0,050 (=5,0%)
häkä, dikloorimetaani, metyleenijodidi		tup,-	150	0,025	0,017	0,061	0,09	0,015 (=1,5%)	0,050 (=5,0%)
häkä, dikloorimetaani, metyleenijodidi		tup,+	56	0,053	0,053	0,1	0,112	0,015 (=1,5%)	0,050 (=5,0%)
indium	S-In		15	0,1	<0,1	1,3	1,3	0,1 µg/l	Ei ole asetettu.
kadmium	B-Cd	kaikki	1008	8,4	4,6	27,7	93		
kadmium		tup,-	304	5,5	2,6	20,8	58	5 nmol/l	50 nmol/l
kadmium		tup,+	295	14,9	11,8	36,2	93	18 nmol/l	50 nmol/l
kadmium	U-Cd	kaikki	936	5,8	3,2	15,4	206		
kadmium		tup,-	515	6,1	2,8	14,7	206	5 nmol/l	40 nmol/l
kadmium		tup,+	323	5,7	4,1	16,6	81	10 nmol/l	40 nmol/l
koboltti	U-Co	kaikki	689	205	36	987	6278	40 nmol/l	600 nmol/l
koboltti		tup,-	341	196	31	993	2860		
koboltti		tup,+	279	252	55	1378	6278		
kromi ja sen yhdisteet	U-Cr		4607	0,05	0,02	0,19	2,1	0,01 µmol/l	0,01 µmol/l
ksyleeni	U-MetHipp		644	0,9	0,3	3,8	24	0,2 mmol/l isomeerien summa	5 mmol/l isomeerien summa
kupari	U-Cu		126	0,17	0,14	0,35	0,75	0,08-0,50 µmol/l	Ei ole asetettu.
lyijy	B-Pb		3039	0,4	0,2	1,4	6,0	0,3 µmol/l	1,4 µmol/l
mangaani	U-Mn		112	14	6	30	423	40 nmol/l	Ei ole asetettu.
mangaani	B-Mn		33	237	207	644	731	350 nmol/l	Ei ole asetettu.
metanoli, muurahaishappo	U-Formia		225	66	37	182	1044	70 mmol/mol kreat.	200 mmol/mol kreat.
metyleenibis (2-kloorianiliini)	U-MOCA		24	1,2	0,2	3,1	10	0,5 µmol/mol kreat.	15 µmol/mol kreat.
metyleenidianiliini	U-MDA		10	2,4	0,5	14	14	0,5 µmol/mol kreat.	5 µmol/mol kreat.
metyylietyyliketoni	U-MEK		15	1,1	0,7	3	3	1,5 µmol/l	20 µmol/l
metyyli-tert-butyylietteri (MTBE)	U-TBA		22	0,2	0,1	0,7	0,8	1 µmol/l	30 µmol/l
molybdeeni	U-Mo		84	470	419	987	1177	1340 nmol/l	Ei ole asetettu.

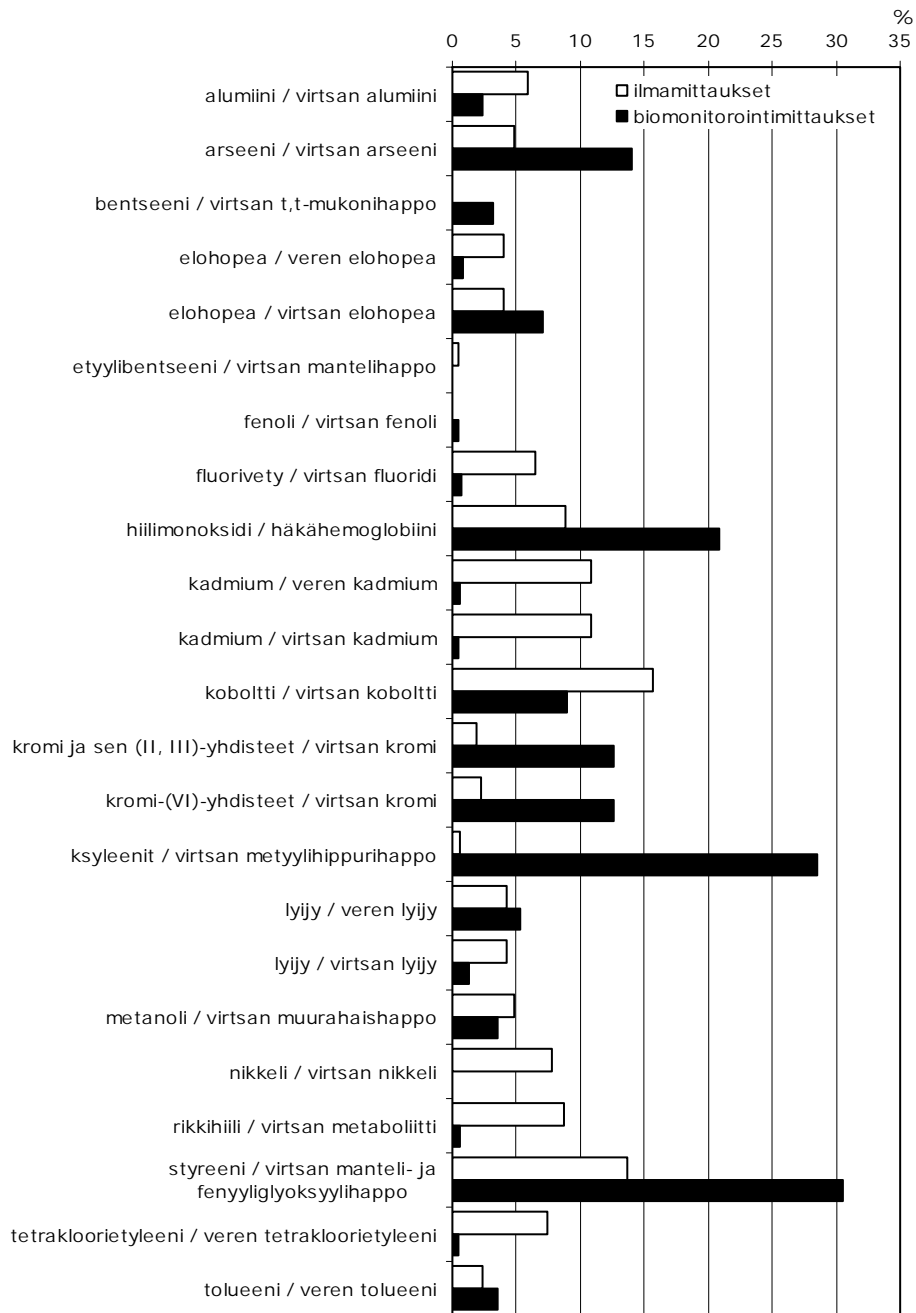
altiste	analyysi	tupa- kointi	lkm	keski- arvo	medi- aani	95 % piste	mak- simi	altistumattomien viiteraja*	toimenpideraja*
naftaleeni	U-Naftol	kaikki	574	222	72	667	9320		Ei ole asetettu.
naftaleeni		tup,-	358	142	48	515	6781	30 nmol/l	Ei ole asetettu.
naftaleeni		tup,+	152	356	203	784	9320	300 nmol/l	Ei ole asetettu.
n-heksaani	U-HD		48	0,3	0,2	1,5	2,5	0,5 mmol/mol kreat.	2 mmol/mol kreat.
nikkeli	U-Ni		2162	0,08	0,03	0,32	6,89	0,05 µmol/l	0,05 µmol/l
polyklooratut bifenyylivalmisteet	fS-PCB		959	1,0	0,7	2,6	14	3 µg/l (summa)	Ei ole asetettu.
propyleeniglykoli	U-Progly		29	8,9	5,7	30	50	3 mmol/mol kreat.	Ei ole asetettu.
pyreeni	U-Pyr	kaikki	1001	8,6	2,6	38	285	3,0 nmol/l	Ei ole asetettu.
pyreeni		tup,-	494	7,6	2,1	32	285		
pyreeni		tup,+	281	12	4,1	61	247		
riikkihiili	U-TTCA		993	0,2	0,1	0,8	3,5	0,3 mmol/mol kreat.	2,0 mmol/mol kreat.
sahahöyryt, terpeenit, alfa-pineeni	U-Verben		10	9,9	7,8	33	33	0,1 mmol/mol kreat.	20 mmol/mol kreat.
seleeni	U-Se		72	2,07	1,50	5,6	12,1	0,30 µmol/l	Ei ole asetettu.
sevofluraani	U-Sevo		48	2,6	3,0	4,4	5,2	1,5 nmol/l	30 nmol/l
sinkki	U-Zn		176	6,3	5,7	16	23	8-12 µmol/l	Ei ole asetettu.
styreeni	U-MaPGa		2396	1,3	0,7	4,5	18	0,2 µmol/l (yhteispitoisuus)	1,2 µmol/l (yhteispitoisuus)
syaanivetyhappo ja sen suolat	U-Tiosyan	kaikki	87	97	65	323	374	85 µmol/l (tupakoimattomat) 250 µmol/l (tupakoivat)	Ei ole asetettu.
syaanivetyhappo ja sen suolat		tup,-	57	70	61	142	240	85 µmol/l	Ei ole asetettu.
syaanivetyhappo ja sen suolat		tup,+	14	262	258	374	374	250 µmol/l	Ei ole asetettu.
syaanivetyhappo ja sen suolat	S-Tiosyan	kaikki	156	86	73	173	369	100 µmol/l (tupakoimattomat) 250 µmol/l (tupakoivat)	Ei ole asetettu.
syaanivetyhappo ja sen suolat		tup,-	55	61	53	117	195	100 µmol/l	Ei ole asetettu.
syaanivetyhappo ja sen suolat		tup,+	57	111	114	177	261	250 µmol/l	Ei ole asetettu.
synteettiset pyretroidit (sis,	U-PBa		163	2,7	0,4	12	38	1 mmol/mol kreat.	Ei ole asetettu.

altiste	analyysi	tupa- kointi	lkm	keski- arvo	medi- aani	95 % piste	mak- simi	altistumattomien viiteraja*	toimenpideraja*
fenoksibentsyyliiryhmän)									
tetrakloorieteeni	B-PerkIEt		234	0,19	0,13	0,65	1,5	0,1 µmol/l	1,2 µmol/l
tolueeni	B-Tolu	kaikki	334	230	96	861	2444	50 nmol/l	500 nmol/l
tolueeni		tup,-	175	196	40	771	1177		
tolueeni		tup,+	117	300	176	1147	2444		
trietyyliamiini	U-TEA		51	0,10	0,05	0,29	0,79	0,02 mmol/l	0,85 mmol/l
trikloorieteeni (trikloorietyleeni)	U-TCA		66	123,9	20,7	681,6	968	50 µmol/l	360 µmol/l
vanadiini	U-V		27	25,2	21,0	55,0	69	50 nmol/l	600 nmol/l

\*kreat. = kreatiniini



Kuva 2. Yleisimmin mitattujen altisteiden (lukumäärä  $\geq 100$ ) HTP-arvon ylitykset vuosina 2004–2007



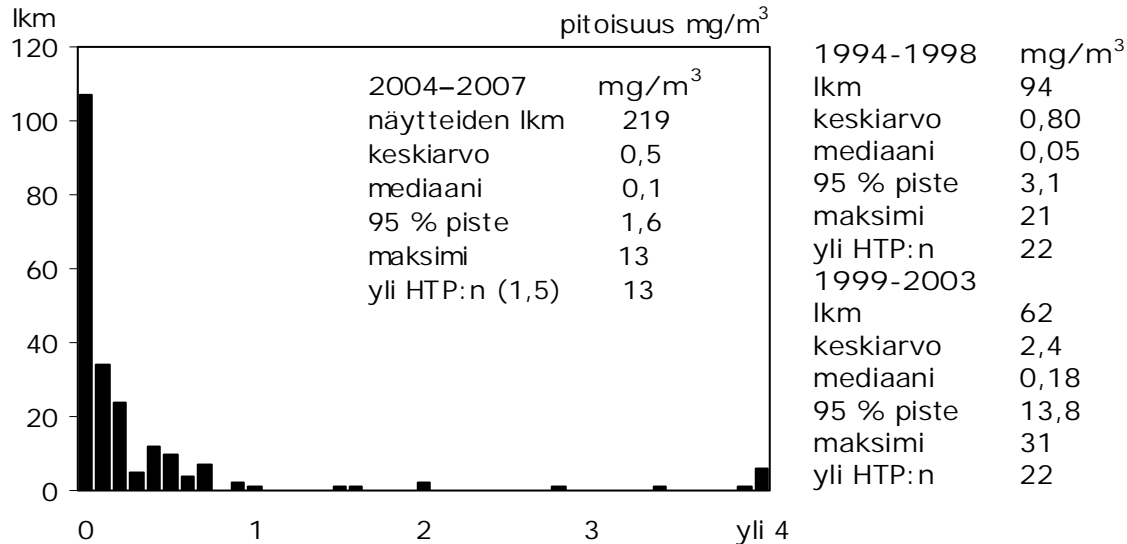
Kuva 3. Viitearvoylitysten osuus ilman epäpuhtauksien ja biomonitoirinnin mittaustuloksista vuosina 2004–2007<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ilmamittaukset ja biomonitoirintimittaukset edustavat kahta erillistä tulosaineistoa (kyseessä ei ole rinnakkaismittaukset samoista työpaikoista).

## Ainekohtaiset kuvat ja taulukot

## Alumiini

## Ilmamittaukset



Korkeita HTP-arvon ylittäviä pitoisuuksia mitattiin alumiinin hitsauksessa ja polttoleikkauksessa. Tässä raportissa vertailuarvona on käytetty alumiinin hitsaushuuruille asetettua HTP-arvoa (1,5 mg/m<sup>3</sup>), sillä alumiinimittausten valtaosa (151) koski hitsaushuuruja. Alumiinin liukoille yhdisteille, joiden HTP-arvo on 2 mg/m<sup>3</sup>, mittausten lukumäärä oli 66.

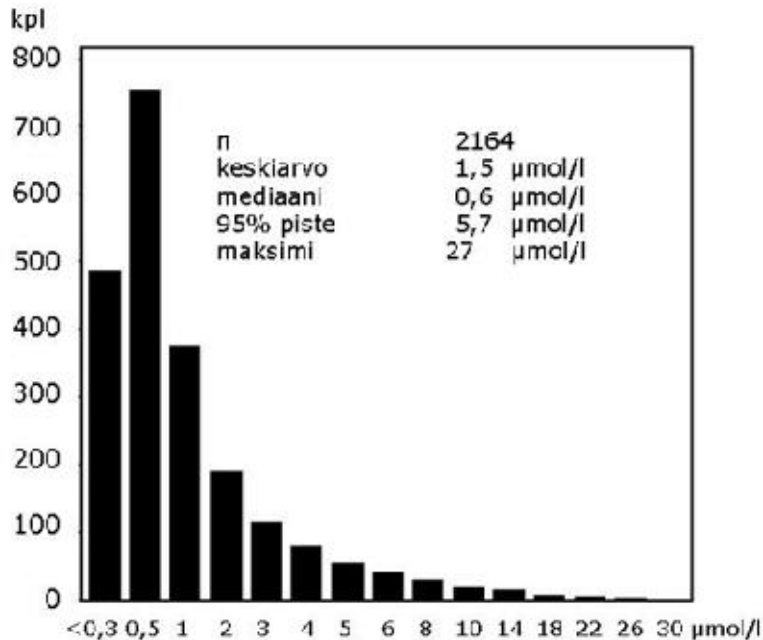
## Ilman alumiinimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07

tol	toimiala	lkm	% HTP (1,5 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
17	tekstiilien valmistus	7	7			
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	36	17	15	1	3
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko- kuitujen valmistus	7	7			
27	metallien jalostus	13	11	2		
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja lait- teet	39	28	5		6
29	koneiden ja laitteiden valmistus	73	45	26		2
31	muu sähkökoneiden ja -laitteiden valmistus	15	15			
33	lääkintäkojeiden, hienomekaanisten kojeiden ja optisten instrumenttien sekä kellojen val- mistus	3	3			
34	autojen ja perävaunujen valmistus	8	2	6		
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	2	1			1
37	kierrätys	10	2	5	2	1
51	agentuuritoiminta ja tukkukauppa pl. mootto- riajoneuvojen kauppa	3	3			
74	muu liike-elämää palveleva toiminta	1	1			
90	ympäristönhuolto	2	2			
	yhteensä	219	144	59	3	13
	%	100	66	27	1	6



Alumiinin biologiset altistumismittaukset

Virtsan alumiini, U-Al



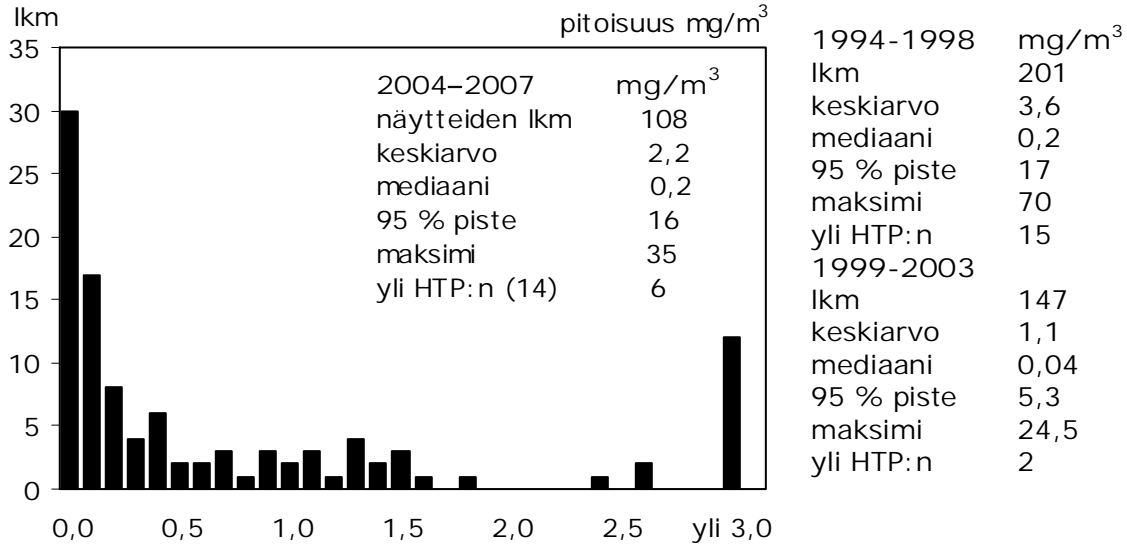
Altistumattomien viiteraja	0,6 µmol/l
Toimenpideraja	6,0 µmol/l

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 1734 kpl. Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. hitsaus-, hionta-, koneistustyössä, levysepän työssä, alumiinin sulatuksessa (valimotyö), erilaisissa asennustöissä, kertaajan, laitosmiehellä, laserleikkaajilla, metallimiehillä ja prosessinhoitajilla, siivouksessa ja maalauksessa ja veneenrakennuksessa.

Toimenpideraja ylittyi 51 henkilöllä asennus-, hitsaus- ja levysepän työssä, kertaajalla, koneenkäyttäjällä, kuljettajalla, laitoshoitajalla sekä työnjohtotehtävissä. Suurin mitattu pitoisuus oli 27 µmol/l.

Alumiinille on arvioitu altistuvan Suomessa >5000 työntekijää, pääasiassa hitsaus-, hionta- ja valimotyössä. Voimakkaimmin altistuneita olivat alumiinihitsaajat ja levysepät. Viimeisen vuosikymmenen aikana alumiinille altistuvien työntekijöiden määrässä ja altistumistasoissa ei ole tapahtunut olennaisia muutoksia.

Seerumin alumiinimittauksia altistumisen arvioimiseksi tehtiin 160 kpl. Altistumattoman viiterajan, 0,1 µmol/l, ylityksiä oli 60 henkilöllä. Näistä vain seitsemällä oli ilmoitettu työtehtävä: hitsaaja tai levyseppähitsaaja. Keskiarvopitoisuus oli 0,2 µmol/l, mediaani 0,1 µmol/l ja maksimi 3,6 µmol/l.

**Ammoniakki**
**Ilmamittaukset**


Korkeita ammoniakkipitoisuuksia mitattiin maalitehtaalla annostelun aikana, mutta työntekijät käyttivät tällöin hengityksensuojaimia. HTP-ylityksiä todettiin myös kompostintihallissa (tol 90).

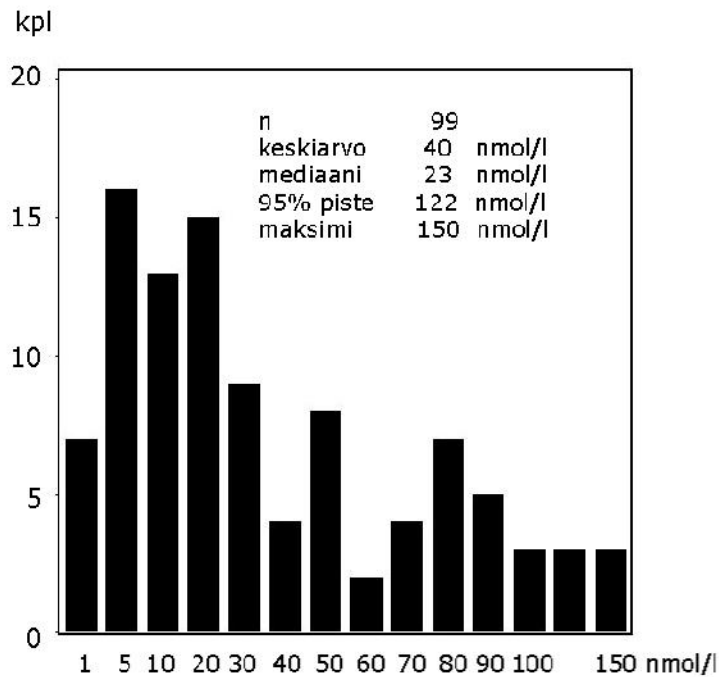
**Ilman ammoniakkimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (14 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
01	maatalous, riistatalous ja niihin liittyvät palvelut	2	2			
15	elintarvikkeiden ja juomien valmistus	2		2		
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	3	3			
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	27	22	4		1
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko-kuitujen valmistus	13	8	2		3
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	6	5	1		
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	3	3			
32	radio-, televisio- ja tietoliikennevälineiden valmistus	3	2	1		
40	sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto	2	2			
73	tutkimus ja kehittäminen	5	5			
85	terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	2	2			
90	ympäristönhuolto	38	32	4		2
92	virkestys-, kulttuuri- ja urheilutoiminta	2	2			
	yhteensä	108	88	14	0	6
	%	100	81	13	0	6

## Antimoni

### Antimonin biologiset altistumismittaukset

#### Virtsan antimoni, U-Sb



Altistumattomien viiteraja

9 nmol/l

Toimenpideraja

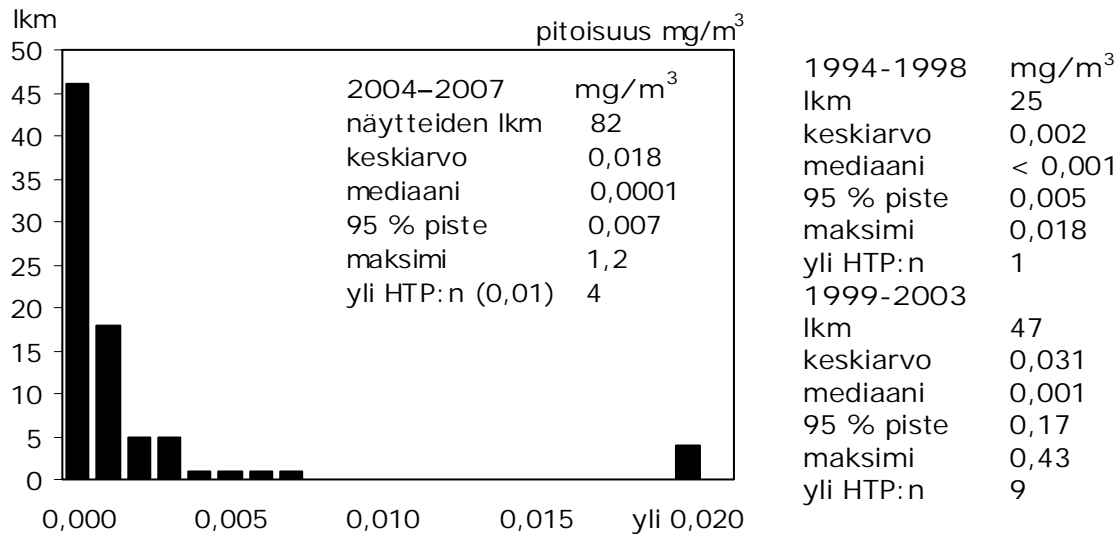
ei ole asetettu

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 42 henkilöllä. Altistumattomien viiteraja ylittyi väriillisen lasin valmistuksessa.

Antimonille altistuneiden määrä Suomessa on suhteellisen suuri, koska antimonia käytetään lyijyn ja tinan seostamiseen ja puolijohdetekniikassa infrapunadetektoreiden ja diodien valmistamisessa. seosmetalleissa esiintyy usein arseeni kanssa sulfidimalmeissa. Lisäksi sitä käytetään väriaineena emali-, lasi- ja posliiniteollisuudessa, jossa altistuneiden määräksi voidaan arvioida noin 600 henkilöä. Saastuneen maan työntekijät voivat altistua antimonille mm. ampumaratojen puhdistuksessa.

#### Ilmamittaukset

Vuosina 2004–07 työilman antimonipitoisuuksia on mitattu vain lasitavaran valmistuksessa (n = 15). Pitoisuudet vaihtelivat 0,0001–0,009 mg/m<sup>3</sup> (HTP-arvo = 0,5 mg/m<sup>3</sup>).

**Arseeni**
**Ilmamittaukset**


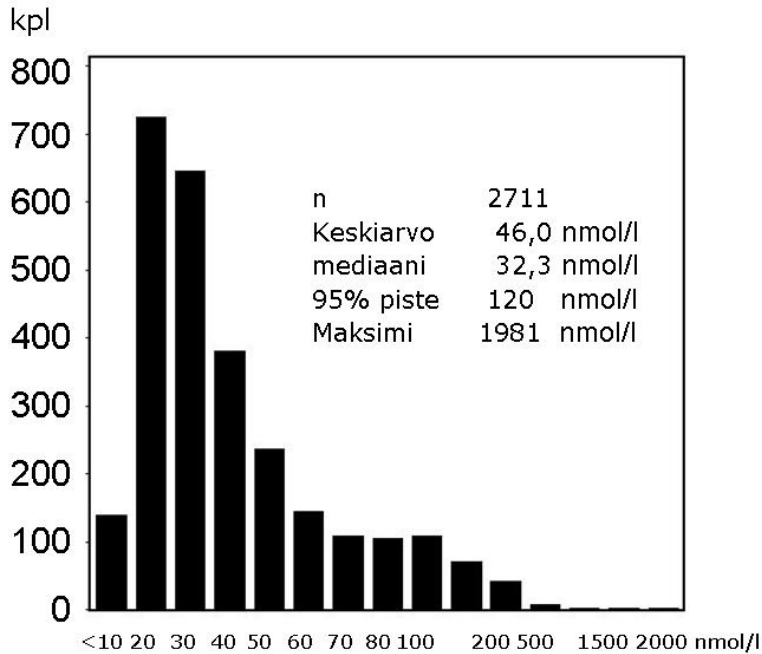
Arseenin HTP-arvon ylityksiä mitattiin yhdessä kohteessa puhdistus- ja huoltotöiden aikana.

**Ilman arseenimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (0,01 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
13	metallimalmien louhinta	9	8	1		
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	6	6			
32	radio-, televisio- ja tietoliikennevälineiden valmistus	7	2	1		4
45	rakentaminen	4	4			
90	ympäristönhuolto	56	42	12	2	
	yhteensä	82	62	14	2	4
	%	100	76	17	2	5

## Arseenin biologiset altistumismittaukset

### Virtsan epäorgaaninen arseeni, U-As-i



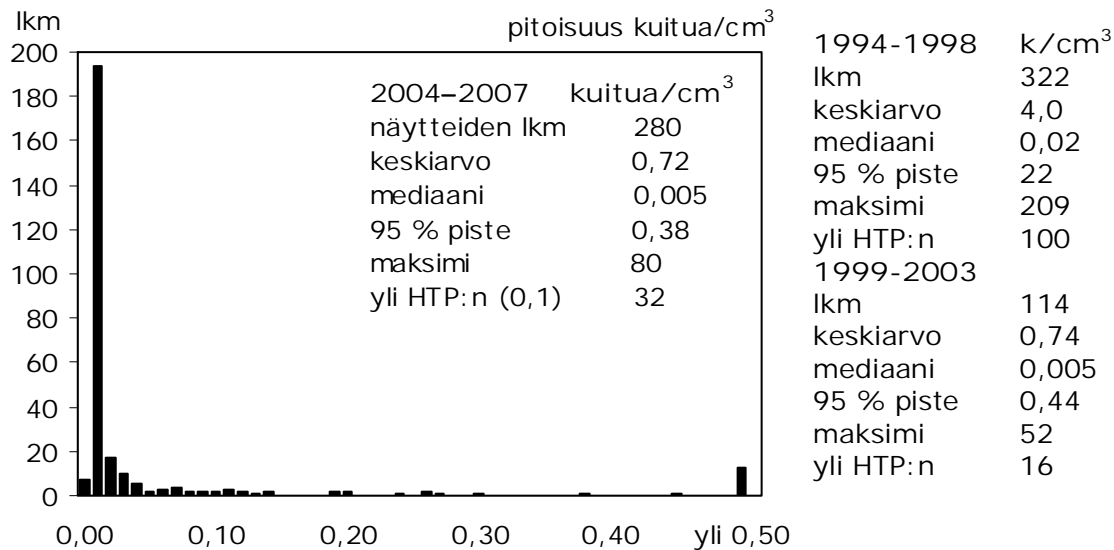
Altistumattomien viiteraja	30 nmol/l
Toimenpideraja	70 nmol/l
Raskauden aikana ei tule altistua arseenille	

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 1506 kpl. Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. kuparin, nikkelin ja sinkin tuotannossa, energiantuotantolaitteistojen korjauksessa, ongelmajätteiden käsittelyssä, saastuneen maan siirrossa ja käsittelyssä, puun painekyllästyksessä sekä arseeniseostettujen piikiekkojen ja puolijohteiden valmistuksessa.

Toimenpideraja ylittyi 358 henkilöllä 381 näytteessä: prosessi-, huolto- ja korjaustyössä metallien tuotannossa, elektronisten osien valmistuksessa, energiantuotantolaitteiston korjauksessa, ongelmajätteiden käsittelyssä, saastuneen maan käsittelyssä sekä puun kyllästyksessä, toimiala/työtehtävä ei ole tiedossa neljällä henkilöllä, joiden virtsan arseenipitoisuus ylitti toimenpiderajan.

Arseenille altistuu Suomessa noin 1600 työntekijää. Työn ulkopuolella altistumista epäorgaaniselle arseenille voi tapahtua arseenipitoisesta kaivo- ja porakaivovedestä, mutta ei ilmeisesti merkittävästi muusta ravinnosta.

Arseenialtistumisen tason lähes kymmenen vuotta jatkunut hidas nousu on kääntynyt laskuun v. 2007. Vuonna 2007 mitattu keskimääräinen pitoisuus pienentyi edellisestä vuodesta. Poikkeuksena kuitenkin ongelmajätteiden käsittely, jossa kyllästetyn (CCA) puun talteenotto ja hävittäminen on edelleen lisännyt altistumista arseenille.

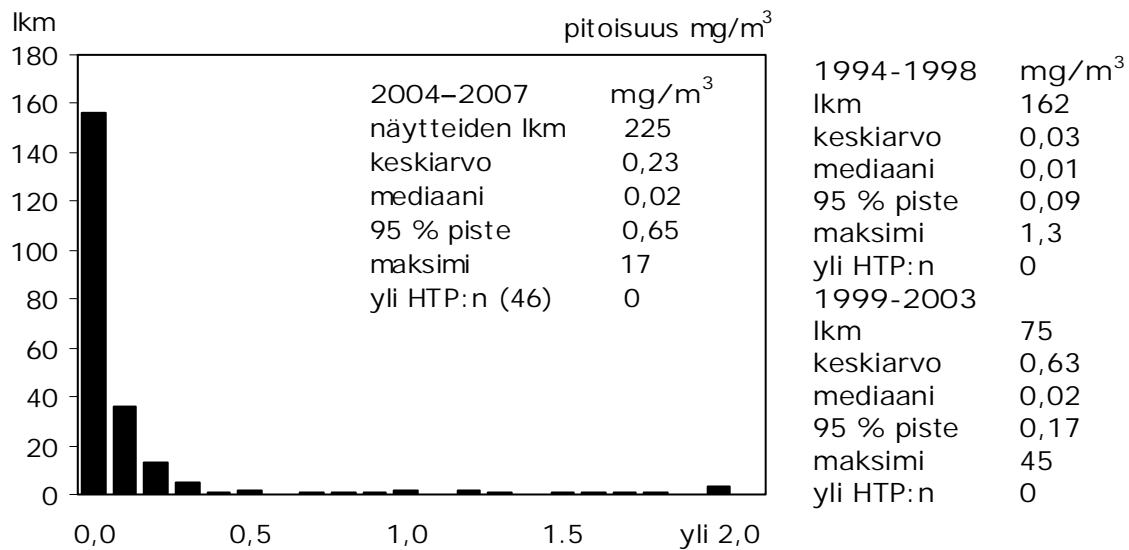
**Asbesti**
**Ilmamittaukset**


1994-1998	k/cm <sup>3</sup>
lkm	322
keskiarvo	4,0
mediaani	0,02
95 % piste	22
maksimi	209
yli HTP:n	100
1999-2003	
lkm	114
keskiarvo	0,74
mediaani	0,005
95 % piste	0,44
maksimi	52
yli HTP:n	16

Asbestille on vuonna 2006 asetettu sitova raja-arvo 0,1 kuitua/cm<sup>3</sup> (VNa 318/2006) (aiemmin 0,3 kuitua/cm<sup>3</sup>). Raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia mitattiin malmin rikastuksessa ja malminäytteiden murskauksessa ja jauhatuksessa. Myös ajoneuvojen jarruhuollossa ja rakennusten saneeraustyössä esiintyi raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia, mutta ne mitattiin hengityksensuojainten ulkopuolelta. Suurin tulos mitattiin yleisilmanäytteelle osastoinnin sisältä.

**Ilman asbestimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

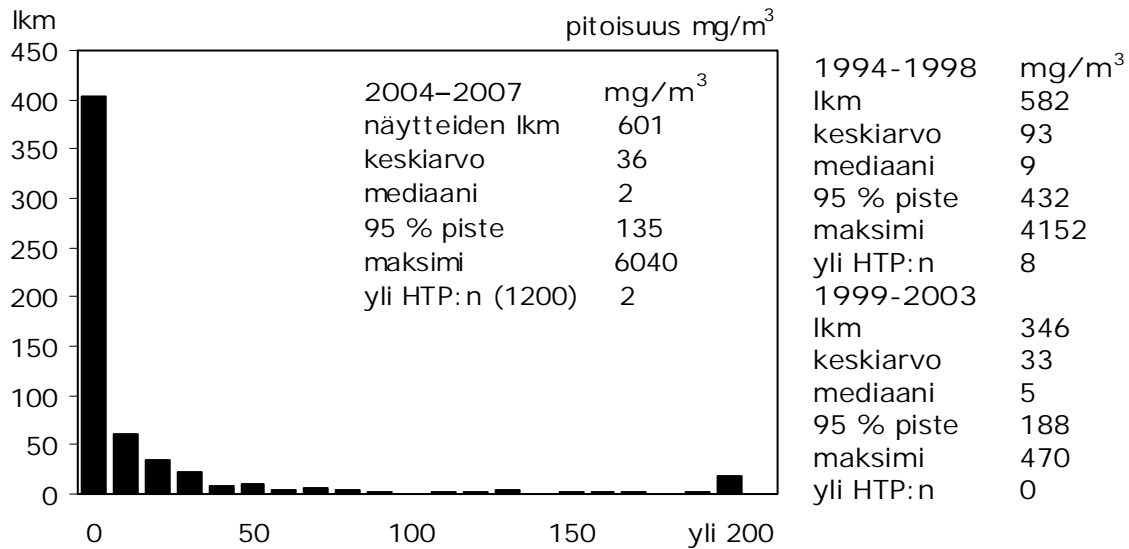
tol	toimiala	lkm	% HTP (0,1 kuitua/cm <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
13	metallimalmien louhinta	17	3	7	4	3
14	muu mineraalien kaivu	2	2			
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	4	4			
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	23	17	5	1	
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	2	2			
29	koneiden ja laitteiden valmistus	37	30		2	5
34	autojen ja perävaunujen valmistus	6	3	2	1	
45	rakentaminen	68	57	1		10
60	maaliikenne; putkijohtokuljetus	2	1			1
73	tutkimus ja kehittäminen	34	17	7	4	6
74	muu liike-elämää palveleva toiminta	7	6			1
75	julkinen hallinto ja maanpuolustus; pakollinen sosiaalivakuutus	40	29	7		4
80	koulutus	24	16	5	1	2
93	muut palvelut	14	14			
	yhteensä	280	201	34	13	32
	%	100	72	12	5	11

**Asetaldehydi**
**Ilmamittaukset**


Lähes kaikki mittaustulokset olivat alle 10 % HTP:stä.

**Ilman asetaldehydimitaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP <sub>15 min</sub> (46 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
15	elintarvikkeiden ja juomien valmistus	2	2			
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	57	55	2		
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	43	43			
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko-kuitujen valmistus	10	10			
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	20	20			
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	14	14			
27	metallien jalostus	3	3			
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	4	4			
29	koneiden ja laitteiden valmistus	2	2			
31	muu sähkökoneiden ja -laitteiden valmistus	3	3			
32	radio-, televisio- ja tietoliikennevälineiden valmistus	3	3			
34	autojen ja perävaunujen valmistus	2	2			
35	muu kulkuneuvojen valmistus	1	1			
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	26	26			
45	rakentaminen	2	2			
73	tutkimus ja kehittäminen	10	10			
74	muu liike-elämää palveleva toiminta	2	2			
80	koulutus	7	7			
85	terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	7	7			
90	ympäristönhuolto	7	7			
	yhteensä	225	223	2	0	0
	%	100	99	1	0	0

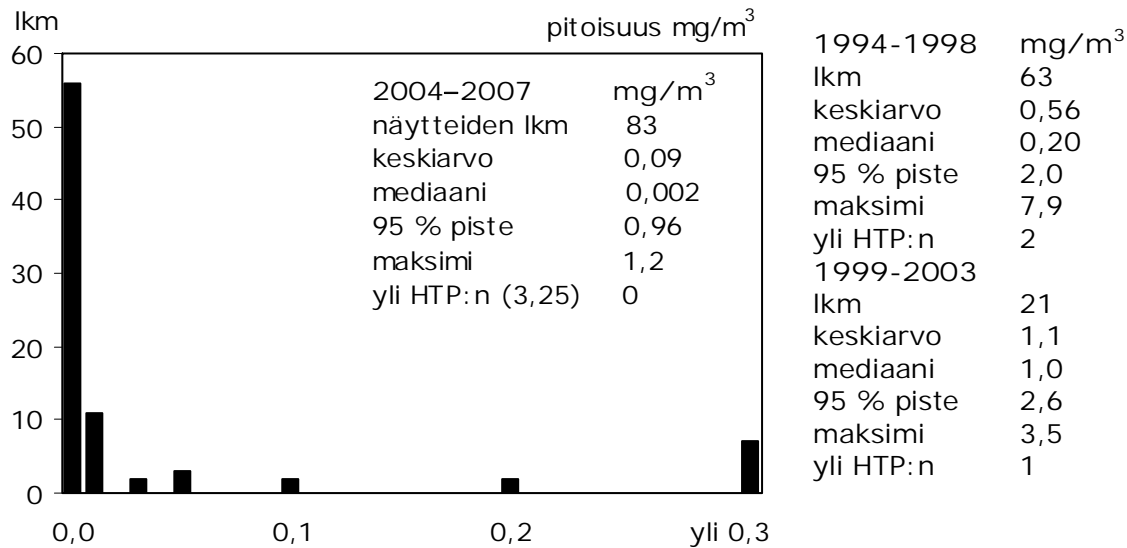
**Asetoni**
**Ilmamittaukset**


Suurin osa pitoisuuksista oli  $\leq 10$  % HTP-arvosta. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin painotyön pesuvaiheessa, liimauksen puhdistusvaiheessa sekä lääketeollisuudessa.

**I ilman asetonimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (1200 mg/m <sup>3</sup> )			
			$\leq 10$	$> 10$	$> 50$	$> 100$
17	tekstiilien valmistus	10	10			
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	42	40	2		
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	31	31			
22	kustantaminen, painaminen ja tallent. jälj.	25	20	3	1	1
24	kemikaalien, kem. tuott. ja tekokuitujen valm.	79	72	7		
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	73	64	9		
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	15	14	1		
28	metallituott. valmistus pl. koneet ja laitteet	27	27			
29	koneiden ja laitteiden valmistus	14	13		1	
31	muu sähkökoneiden ja -laitteiden valmistus	7	6	1		
34	autojen ja perävaunujen valmistus	11	11			
35	muu kulkuneuvojen valmistus	49	46	3		
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	31	29	2		
50	mootoriajoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto sekä polttoaineen vähittäismyynti	46	45	1		
71	kulkuneuvojen, koneiden ja laitteiden vuokraus ilman käyttäjää sekä kotitaloustavaroiden vuokraus	16	16			
73	tutkimus ja kehittäminen	21	18	2		1
80	koulutus	9	9			
85	terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	10	10			
90	ympäristönhuolto	34	33	1		
	muut toimialat	51	51			
	yhteensä	601	565	32	2	2
	%	100	94	5	0	0,3



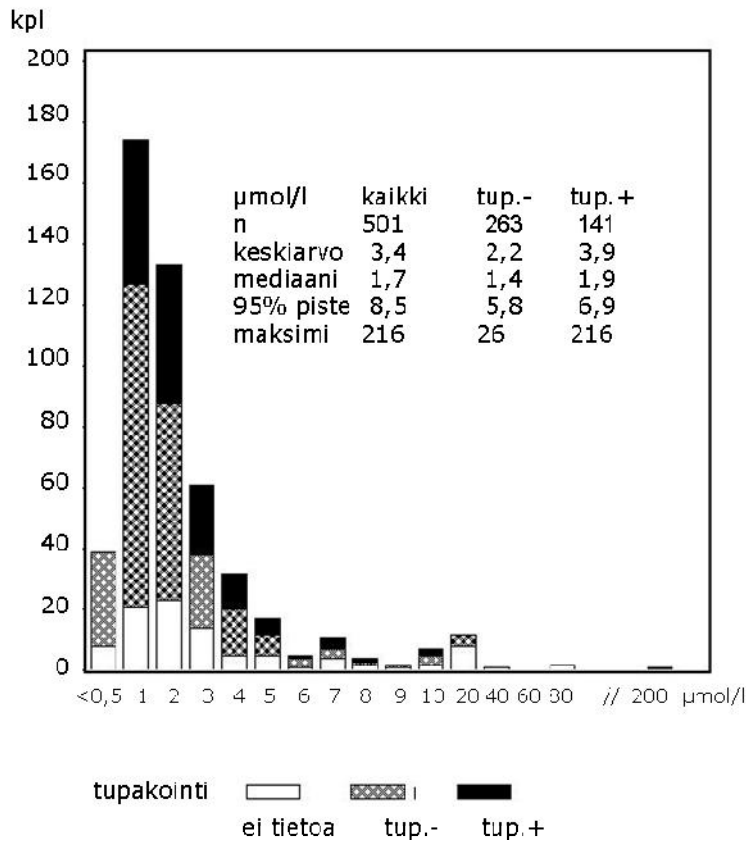
**Bentseeni**
**Ilmamittaukset**


Kaikki mitatut bentseenipitoisuudet olivat alle bentseenille asetetun sitovan raja-arvon ja 93 % mittaustuloksista oli alle 10 % tästä arvosta.

**Ilman bentseenimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	Ikm	% HTP (3,25 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
01	maatalous, riistatalous ja niihin liittyvät palvelut	2	2			
14	muu mineraalien kaivu	3	3			
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	7	7			
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	5	5			
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko- kuitujen valmistus	5	5			
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	18	18			
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	6	6			
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	5	5			
31	muu sähkökoneiden ja -laitteiden valmistus	2	2			
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	2	2			
45	rakentaminen	2	2			
50	mootoriajoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto sekä polttoaineen vähittäismyynti	3	1	2		
74	muu liike-elämää palveleva toiminta	2	1	1		
80	koulutus	2	2			
85	terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	4	4			
90	ympäristönhuolto	11	8	3		0
	muut toimialat	4	4			
	yhteensä	83	77	6	0	0
	%	100	93	7	0	0

## Bentseenin biologiset altistumismittaukset

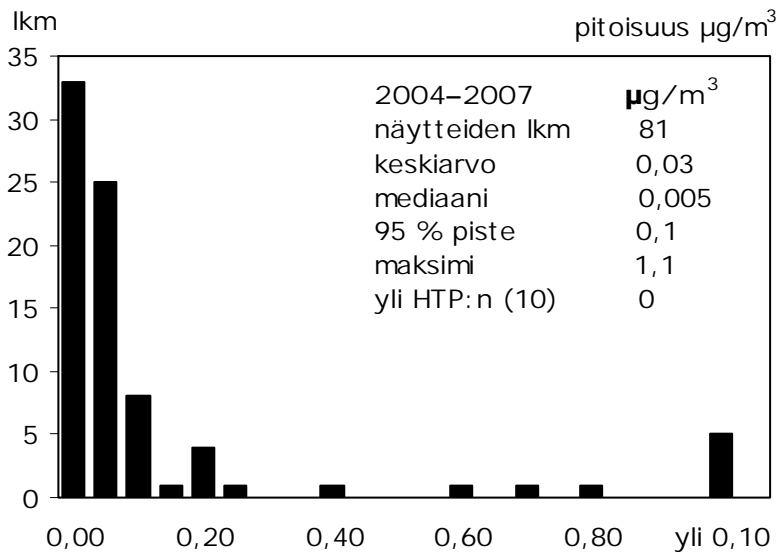
 Virtsan *trans,trans*-mukonihappo, U-MUKON


Altistumattomien viiteraja	0,5 µmol/l
Toimenpideraja	14 µmol/l
Raskauden aikana ei tule altistua bentseenille	

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 461 kpl. Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. asentajilla, automekaniikoilla, autonkuljettajilla, huolto- sekä louhintatyössä, palomiehillä, polttoainesäiliön puhdistuksessa, prosessimiehillä ja saastuneen maan käsittelyssä.

Toimenpideraja ylittyi 16 henkilöllä eri työtehtävissä öljynjalostusteollisuudessa ja saastuneen maan kanssa työskennellessä. Suurin ylitys oli onnettomuustilanteesta.

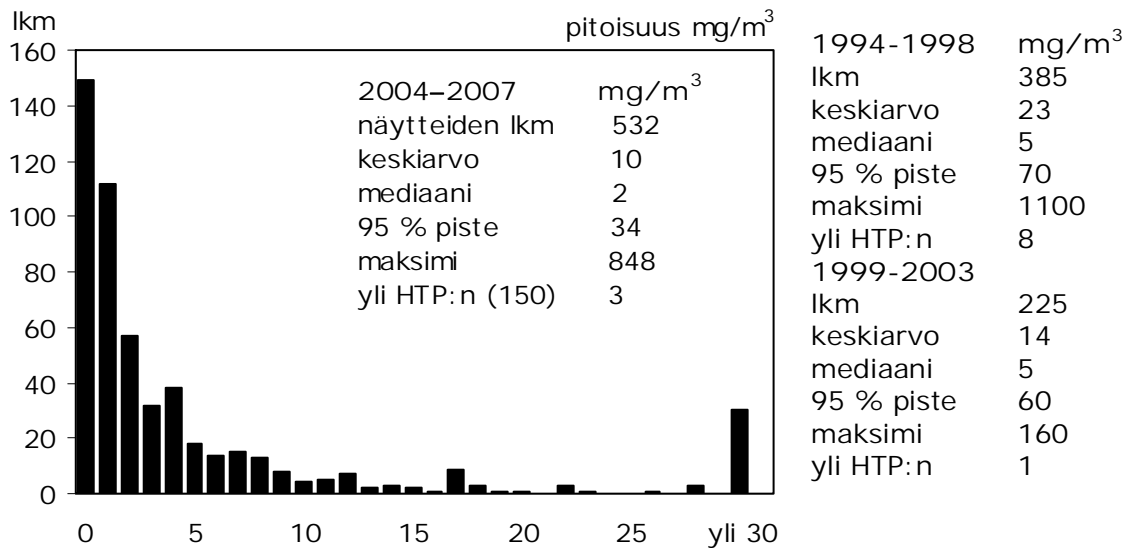
Bentseenille altistuu Suomessa noin 1200 työntekijää koksamoilla, bentseenin ja sen reaktiotuotteiden valmistuksessa, bensiinin valmistuksessa, lastauksessa ja kuljetuksessa, moottoreiden korjauksessa sekä laboratoriotöissä. Altistumisen taso on melko vakaata. Suuret altistukset ovat yksittäisiä öljynjalostukseen liittyvissä erityistehtävissä. Euroopan unioni on luokitellut bentseenin syöpää aiheuttavaksi (ryhmä 1, R45). Veren bentseeniä on käytetty myös altistumisen arviointiin. Näytteenottoon liittyvien ongelmien vuoksi sen käytöstä on kuitenkin luovuttu. Veren bentseenimittauksia tehtiin 37 kpl.

**Bentso(a)pyreeni, hiukkaset**
**Ilmamittaukset**


Bentso(a)pyreenin pitoisuuksia mitataan yleensä PAH-seosten (polysykliset aromaattiset hiilivedyt) komponenttina suodattimelle kerätystä hiukkasjakeesta. Yhtä lukuunottamatta tulokset olivat  $\leq 10$  % HTP-arvosta. Korkein pitoisuus mitattiin valimon sulatosta.

**Iltan bentso(a)pyreenimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

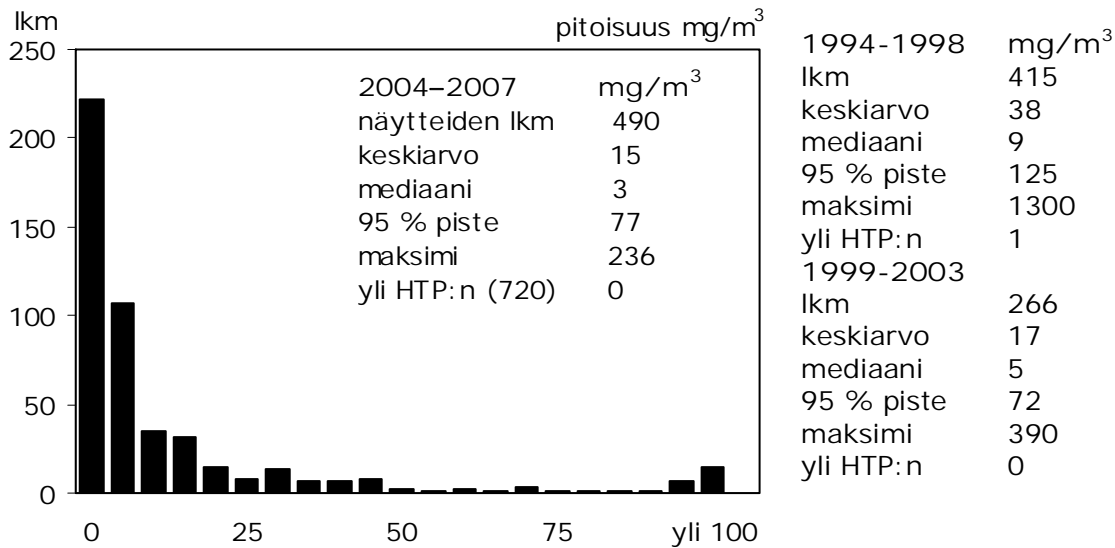
tol	toimiala	lkm	% HTP (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
			$\leq 10$	$> 10$	$> 50$	$> 100$
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	7	7			
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	29	29			
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	4	4			
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	4	4			
27	metallien jalostus	5	4	1		
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	4	4			
29	koneiden ja laitteiden valmistus	10	10			
40	sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto	2	2			
45	rakentaminen	8	8			
75	julkinen hallinto ja maanpuolustus; pakollinen sosiaalivakuutus	6	6			
90	ympäristöhuolto	2	2			
	yhteensä	81	80	1	0	0
	%	100	99	1	0	0

**Butanoli**
**Ilmamittaukset**


Butanolin (n-butanoli, 2-butanoli, isobutanoli) HTP-arvon ylittäneet pitoisuudet mitattiin maalauksen tai puhdistustyön aikana. Myös pitoisuudet 0,5–1xHTP mitattiin samoista töistä.

**Ilman butanolimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (150 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	61	51	10		
22	kustantaminen, painaminen ja tallenteiden jäljentäminen	23	23			
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko-kuitujen valmistus	71	64	6	1	
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	11	11			
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	15	9	5	1	
27	metallien jalostus	13	12	1	3	
28	metallituotteiden valm. pl. koneet ja laitteet	70	60	6	1	1
29	koneiden ja laitteiden valmistus	19	16	1		1
33	lääkintäkojeiden, hienomek. kojeiden ja optisten instrumenttien sekä kellojen valmistus	11	7	3		1
34	autojen ja perävaunujen valmistus	11	6	5		
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	75	71	4		
45	rakentaminen	36	36			
50	moottorijoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto sekä polttoaineen vähittäismyynti	16	16			
71	kulkuneuv., koneiden ja laitteiden vuokraus ilman käyttäjää sekä kotitaloustav. vuokraus	35	35			
90	ympäristönhuolto	29	27	2		
	muut toimialat	36	35	1		
	yhteensä	532	479	44	6	3
	%	100	90	8	1	1

**Butyyliasettaatti**
**Ilmamittaukset**


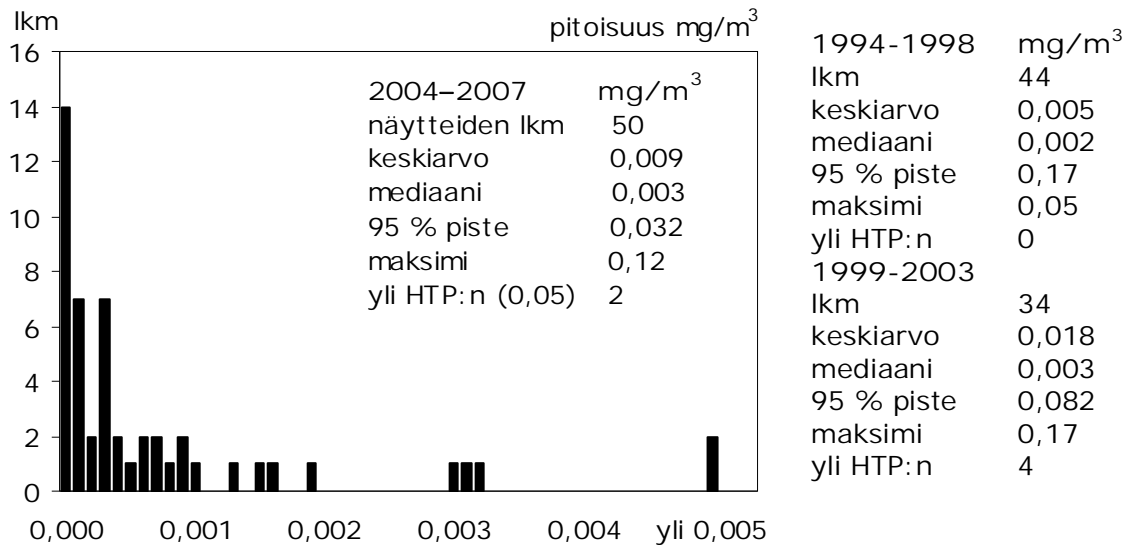
Kaikki mitatut butyyliasettaattipitoisuudet olivat alle HTP-arvon ja 95 % mittaustuloksista oli alle 10 % HTP-arvosta.

**I ilman butyyliasettaattimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (720 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
14	muu mineraalien kaivu	10	10			
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	65	58	7		
22	kustantaminen, painaminen ja tallenteiden jäljentäminen	20	15	5		
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko-kuitujen valmistus	69	69			
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	34	34			
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	12	11	1		
28	metallituott. valmistus pl. koneet ja laitteet	24	23	1		
29	koneiden ja laitteiden valmistus	17	15	2		
32	radio-, televisio- ja tietoliikennevääl. valmistus	5	5			
34	autojen ja perävaunujen valmistus	14	14			
35	muu kulkuneuvojen valmistus	7	7			
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	54	49	5		
45	rakentaminen	26	25	1		
50	mootoriajoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto sekä polttoaineen vähittäismyynti	62	59	3		
71	kulkuneuv., koneiden ja laitteiden vuokraus ilman käyttäjää sekä kotitaloustav. vuokraus	31	31			
80	koulutus	3	3			
90	ympäristönhuolto	29	28	1		
	muut toimialat	8	8			
	yhteensä	490	464	26	0	0
	%	100	95	5	0	0

## Elohopea

## Ilmamittaukset



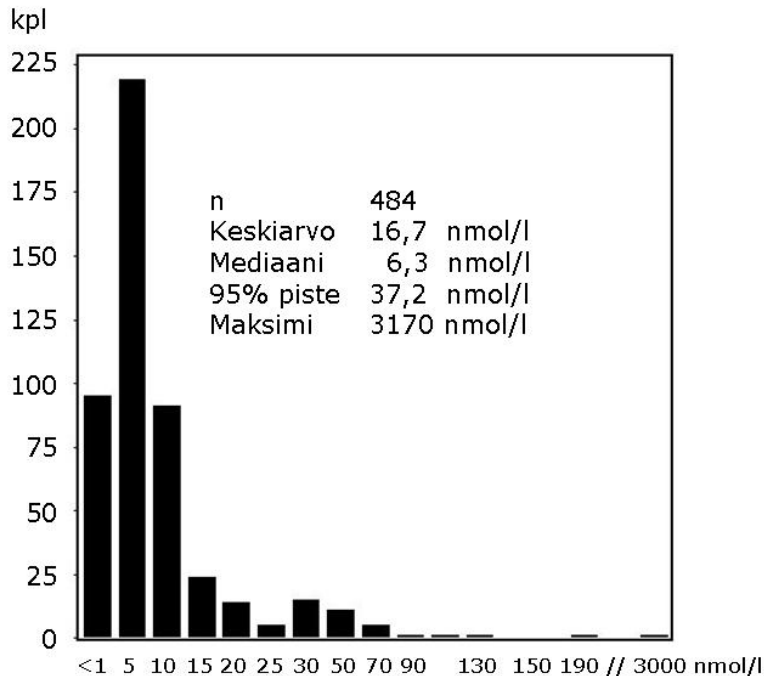
Korkeimmat pitoisuudet (> HTP:n tai > 50–100 % x HTP) mitattiin ongelmajätteiden käsittelyssä. Myös ammunassa (toimiala 75) todettiin korkeahkoja elohopeapitoisuuksia.

## Ilman elohopeamittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07

tol	toimiala	lkm	% HTP (0,05 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko-	12	4	7	1	
	kuitujen valmistus					
45	rakentaminen	2	2			
51	agentuuritoiminta ja tukkukauppa pl. mootto-	3	3			
	riajoneuvojen kauppa					
75	julkinen hallinto ja maanpuolustus; pakollinen	4		2	1	1
	sosiaalivakuutus					
90	ympäristöhuolto	29	24	3	1	1
	yhteensä	50	33	12	3	2
	%	100	66	24	6	4

Elohopean biologiset altistumismittaukset

Veren epäorgaaninen elohopea, B-Hg-i



Altistumattomien viiteraja	25 nmol/l
Toimenpideraja	90 nmol/l
Raskauden aikana ei tule ylittää viiterajaa	25 nmol/l

Viiterajat ovat muuttuneet 1.1.2009. Ne ovat altistumattomille 10 nmol/l ja toimenpideraja 50 nmol/l. Tuloksia on verrattu seuranta-ajan aikaisiin viiterajoihin.

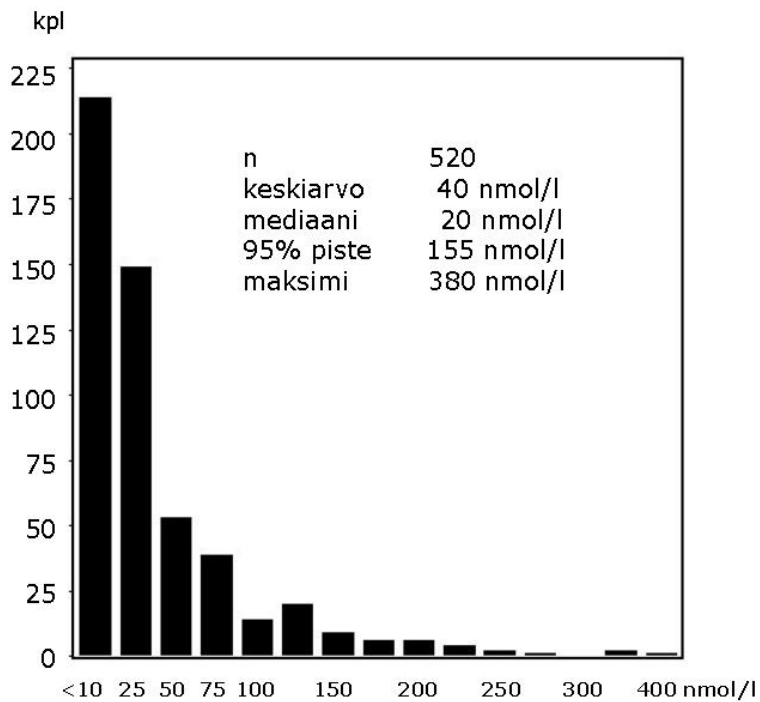
Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 39 kpl. Ylitykset tapahtuivat kloorialkaliteollisuuden prosessi-, huolto- ja asennustöissä, kennosalin purkutyössä sekä elohopean tislauksessa.

Toimenpideraja ylittyi 4 henkilöllä kloorialkalikennosalin huolto- ja purkutyössä.

Elohopealle voi altistua jatkuvasti Suomessa noin 200 työntekijää, lähinnä kloorialkaliteollisuudessa ja elohopeaa sisältävien lamppujen ja laitteiden romutuksessa sekä elohopean talteenotossa. Ajoittaista altistumista voi tapahtua myös teollisuuslaitosten purkutyössä sekä mittarien valmistuksessa ja huollossa. Muissa töissä altistuminen on vähäistä, mutta laitteiden rikkoutuminen ja vahinkotapaukset voivat aiheuttaa satunnaisesti altistumista.

Viimeisen kymmenen vuoden aikana elohopealle altistuneiden työntekijöiden määrä on vähentynyt ja vuosituhannen vaihteesta lähtien altistumisen taso on pienentynyt. Vuonna 2007 mitatut veren elohopeapitoisuudet olivat keskimäärin pienempiä kuin koskaan aikaisemmin.

Virtsan elohopea, U-Hg



Altistumattomien viiteraja	50 nmol/l
Toimenpideraja	250 nmol/l
Raskauden aikana ei tule ylittää viiterajaa	50 nmol/l

Viiterajat ovat muuttuneet 1.1.2009. Ne ovat altistumattomille 20 nmol/l ja toimenpideraja 140 nmol/l. Tuloksia on verrattu seuranta-ajan aikaisiin viiterajoihin.

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 120 kpl. Ylityksistä 113 tapahtui kloorialkaliteollisuuden prosessi-, huolto- ja asennustöissä sekä 9 loisteputkien murskauksessa ja elohopean talteenotossa. Kahdessa ei ollut tietoa toimialasta.

Toimenpideraja ylittyi 37 henkilöllä kloorialkaliteollisuudessa.

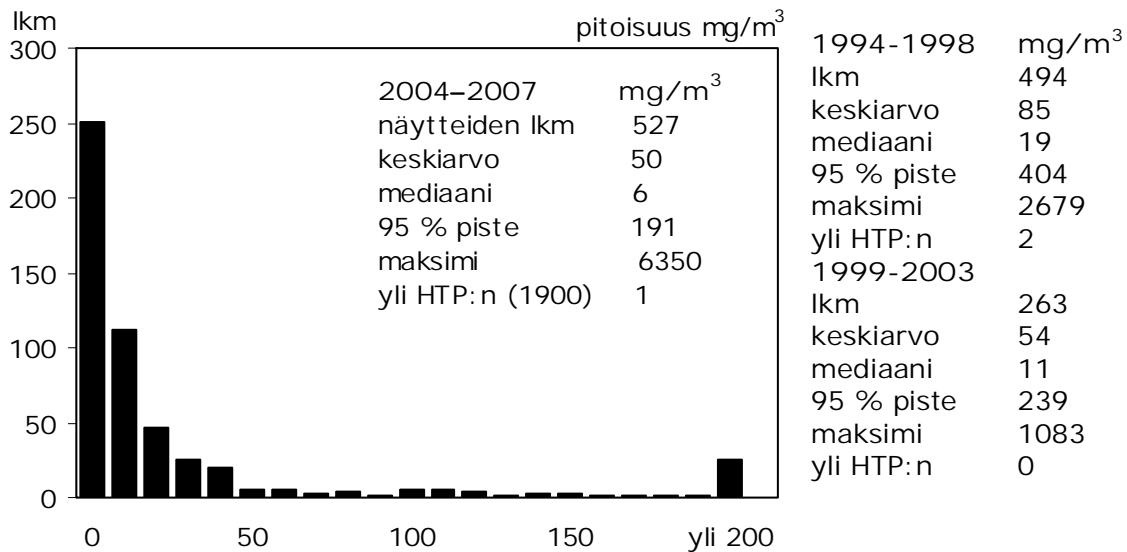
Elohopealle voi altistua jatkuvasti Suomessa noin 200 työntekijää, lähinnä kloorialkaliteollisuudessa ja metsäteollisuuslaitosten purkutyössä, elohopeaa sisältävien mittareiden valmistuksessa, lampujen ja laitteiden romutuksessa sekä elohopean talteenotossa.

Viimeisen kymmenen vuoden aikana elohopealle altistuneiden lukumäärä on jatkuvasti vähentynyt, ja altistumisen taso on pienentynyt vuosituhannen vaihteesta lähtien.



## Etanoli

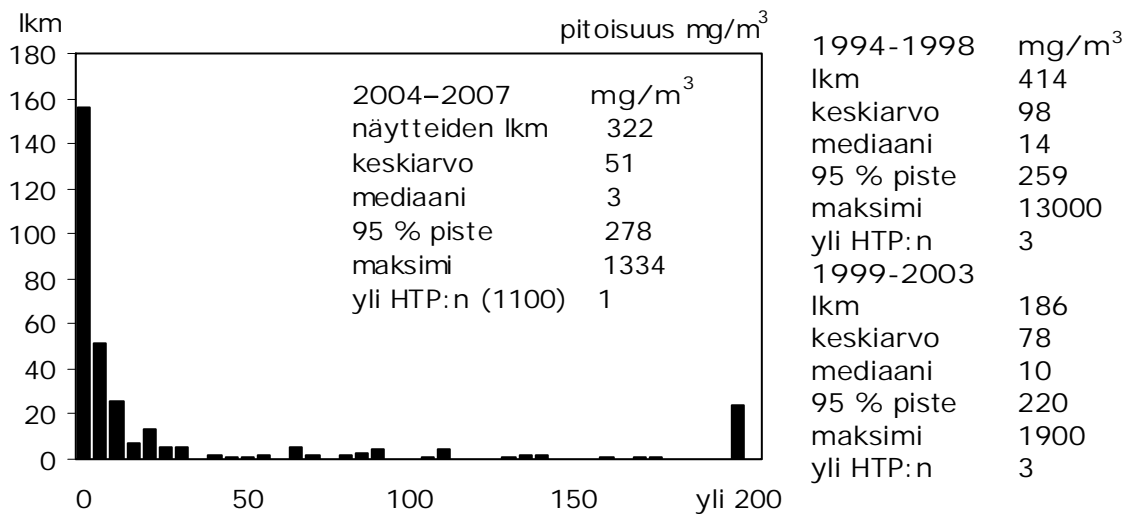
## Ilmamittaukset



Valtaosa mittaustuloksista (95 %) oli < 10 % HTP-arvosta. Korkeimmat etanolipitoisuudet (> HTP tai 50–100 % x HTP) mitattiin erilaisten pesu- ja puhdistustöiden yhteydessä.

## Ilman etanolimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07

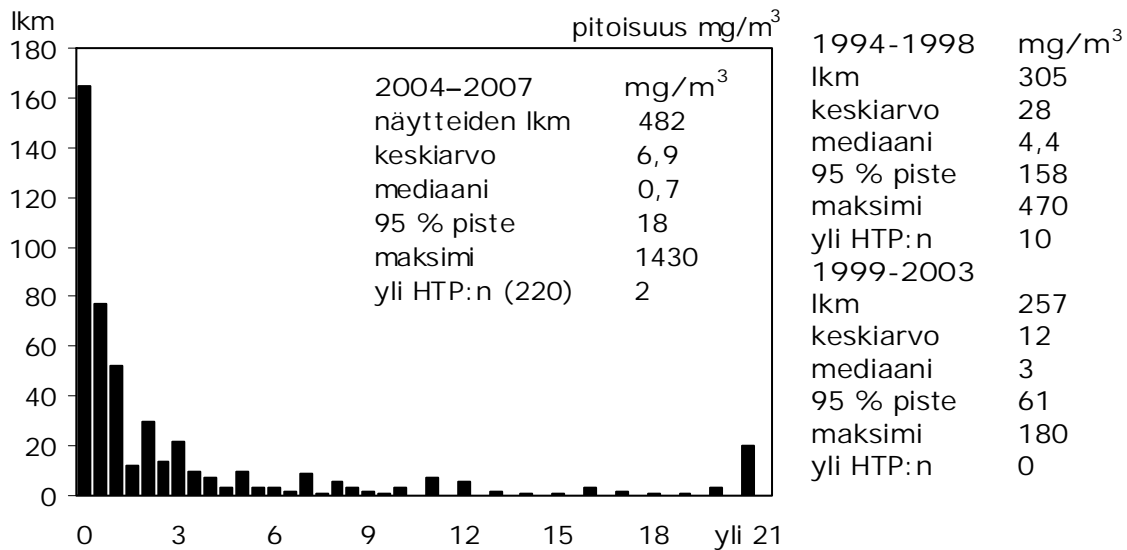
tol	toimiala	lkm	% HTP (1900 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	51	51			
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	47	42	5		
22	kustantaminen, painaminen ja tallent. jälj.	10	6	4		
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko-kuitujen valmistus	117	115	2		
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	37	34	3		
27	metallien jalostus	10	8	2		
28	metallituotteiden valm. pl. koneet ja laitteet	14	14			
29	koneiden ja laitteiden valmistus	6	6			
31	muu sähkökoneiden ja -laitteiden valmistus	6	6			
33	lääkintäkojeiden, hienomek. kojeiden ja optisten instrumenttien sekä kellojen valmistus	20	15	3	1	1
35	muu kulkuneuvojen valmistus	6	6			
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	37	37			
45	rakentaminen	22	22			
71	kulkuneuv., koneiden ja laitteiden vuokraus ilman käyttäjää sekä kotitaloustav. vuokraus	18	18			
73	tutkimus ja kehittäminen	22	18	4		
85	terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	40	38	1	1	
90	ympäristönhuolto	35	35			
	muut toimialat	26	26			
	yhteensä	527	500	24	2	1
	%	100	95	5	0	0,2

**Etyyliasettaatti**
**Ilmamittaukset**


90 % mittaustuloksista oli alle 10 % HTP-arvosta. HTP-arvon ylitys mitattiin painotyön aikana.

**Ilman etyyliasettaattimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (1100 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
14	muu mineraalien kaivu	5	5			
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	27	27			
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	11	5	4	1	1
22	kustantaminen, painaminen ja tallent. jälj.	25	25			
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko-kuitujen valmistus	43	34	6	3	
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	57	52	4	1	
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	5	5			
29	koneiden ja laitteiden valmistus	7	7			
34	autojen ja perävaunujen valmistus	8		6	2	
35	muu kulkuneuvojen valmistus	16	15	1		
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	19	19			
45	rakentaminen	7	7			
50	mootoriajoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto sekä polttoaineen vähittäismyynti	14	12	2		
71	kulkuneuv., koneiden ja laitteiden vuokraus ilman käyttäjää sekä kotitaloustav. vuokraus	27	27			
73	tutkimus ja kehittäminen	4	3	1		
90	ympäristöhuolto	26	26			
92	virkestys-, kulttuuri- ja urheilutoiminta	4	4			
	muut toimialat	17	17			
	yhteensä	322	290	24	7	1
	%	100	90	7	2	0,3

**Etylibentseeni**
**Ilmamittaukset**


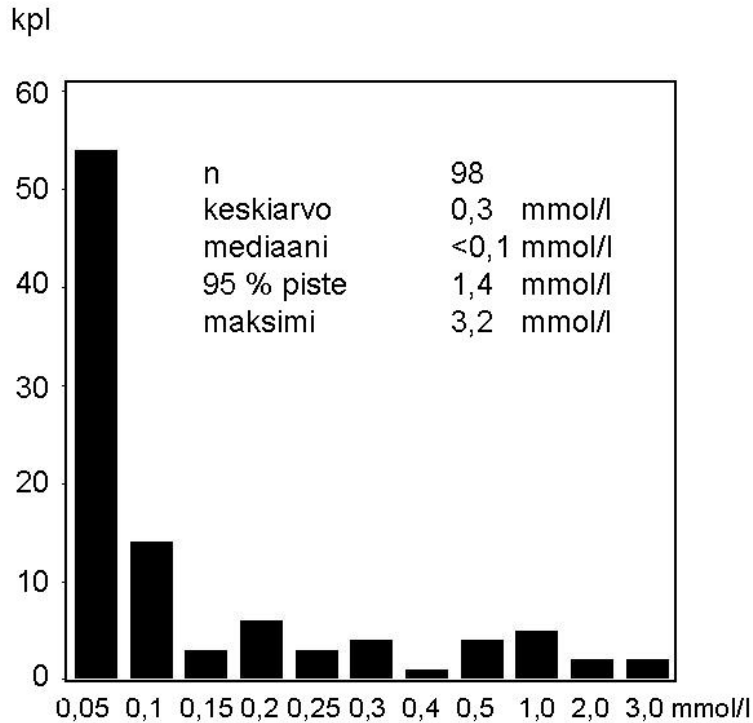
Valtaosa (96 %) tuloksista oli alle 10 % HTP-arvosta. HTP-ylitykset mitattiin maalaus-työn aikana.

**Ilman etylibentseenimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (220 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
14	muu mineraalien kaivu	6	6			
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	34	34			
22	kustantaminen, painaminen ja tallenteiden jäljentäminen	20	20			
24	kemikaalien, kem. tuott. ja tekokuitujen valm.	89	85	4		
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	16	16			
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	20	15	5		
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	57	50	6	1	
29	koneiden ja laitteiden valmistus	30	28	1	1	
31	muu sähkökoneiden ja -laitteiden valmistus	6	6			
34	autojen ja perävaunujen valmistus	17	17			
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	31	31			
45	rakentaminen	13	13			
50	mootoriajoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto sekä polttoaineen vähittäismyynti	44	44			
71	kulkuneuv., koneiden ja laitteiden vuokraus ilman käyttäjää sekä kotitaloustav. vuokraus	32	31	1		
73	tutkimus ja kehittäminen	5	5			
85	terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	18	18			
90	ympäristöhuolto	24	24			
	muut toimialat	20	20			
	yhteensä	482	463	17	0	2
	%	100	96	4	0	0,4

Etyylibentseenin biologiset altistumismittaukset

Virtsan mantelihappo, U-Mandel



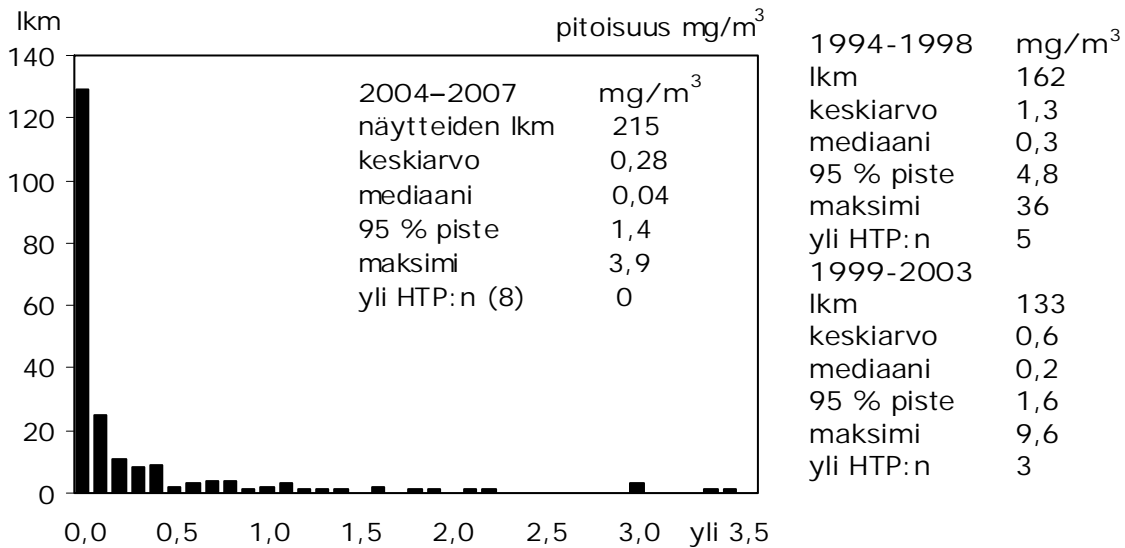
Altistumattomien viiteraja	0,2 mmol/l
Toimenpideraja	5,2 mmol/l
Toimenpideraja raskauden aikana	0,7 mmol/l

Toimenpideraja oli 15.3.2007 asti 3,2 mmol/l. Tulosten tarkastelussa on käytetty 1,3 mmol/l rajaa.

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 21 henkilöllä 22 näytteessä. Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. kalustajalla, kemistillä, kumi-muoviosien valmistuksessa, laminoinnissa, lujitemuovityössä ja maalareilla.

Toimenpiderajan ylityksiä ei ollut. Korkein mitattu pitoisuus oli 3,2 mmol/l muoviteollisuuden työntekijällä.

Useissa tapauksissa virtsan mantelihapon mittausta on käytetty styreenialtistumisen arviointiin. Tähän soveltuu kuitenkin paremmin virtsan manteli- ja fenyyloglyoksyylihapon mittaaminen.

**Fenoli**
**Ilmamittaukset**


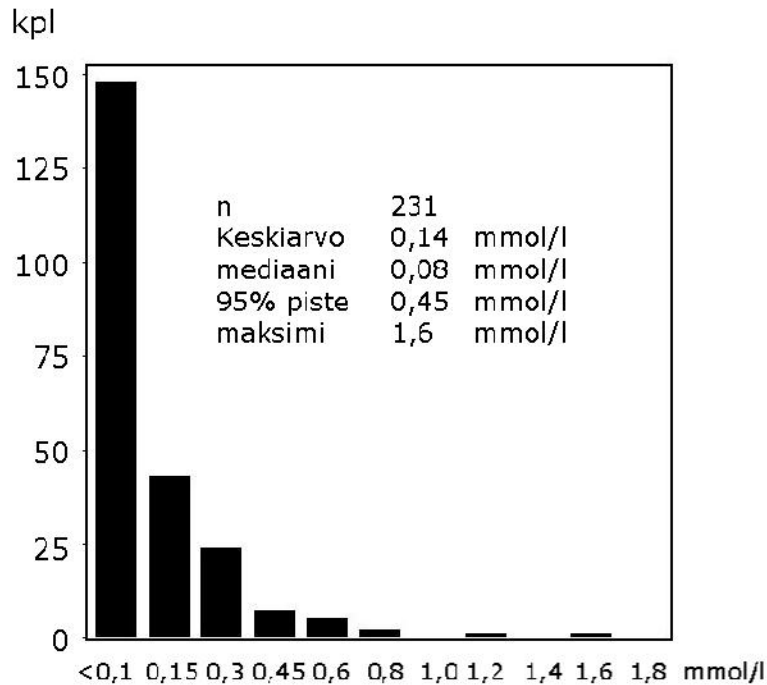
90 % tuloksista oli alle 10 % HTP-arvosta eikä HTP-ylityksiä todettu. Mittaukset painot-  
 tuivat liimojen ja pinnoitteiden valmistukseen ja käyttöön toimialoilla 20, 21 ja 24 (va-  
 nerin valmistus, paperin ja kartongin valmistus, liimojen ja hartsien valmistus).

**Ilman fenolimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (8 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
14	muu mineraalien kaivu	3	3			
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	28	28			
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	51	46	5		
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko- kuitujen valmistus	69	60	9		
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	14	12	2		
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	9	4	5		
27	metallien jalostus	17	17			
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja lait- teet	6	6			
29	koneiden ja laitteiden valmistus	3	3			
31	muu sähkökoneiden ja -laitteiden valmistus	2	2			
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	2	2			
40	sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto	2	2			
74	muu liike-elämää palveleva toiminta	2	2			
75	julkinen hallinto ja maanpuolustus; pakollinen sosiaalivakuutus	1	1			
80	koulutus	2	2			
85	terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	4	4			
	yhteensä	215	194	21	0	0
	%	100	90	10	0	0

Fenolin biologiset altistumismittaukset

Virtsan fenoli, U-Fenol



Altistumattomien viiteraja	0,15 mmol/l
Toimenpideraja	1,3 mmol/l
Toimenpideraja raskauden aikana	0,15 mmol/l

Toimenpideraja oli 15.3.2007 asti 3,2 mmol/l. Tulosten tarkastelussa on käytetty 1,3 mmol/l rajaa.

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 58 kpl. Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. eristystyössä ja kalusteteollisuudessa, latojilla, peltisepillä sekä vesilaitoksen töissä.

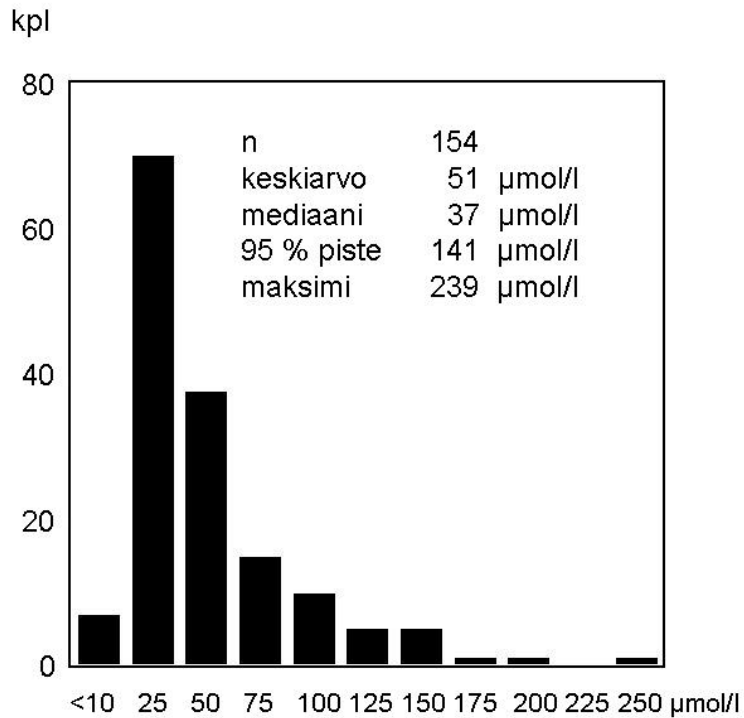
Toimenpideraja ylittyi yhdellä henkilöllä öljynjalostusteollisuuden prosessi- ja huolto-töissä.

Fenolin käyttökohteita ovat fenolihartsien, maalien, elintarvikkeiden lisäaineiden, räjähdysaineiden ja kumin valmistus. Altistumista tapahtuu fenolihartseja, maaleja ja liimoja käytettäessä. Fenolijohdoksia on puhdistusaineissa, tekstiilien ja nahan viimeistelyai-neissa, maataloustuotteissa.

Fluori

Fluorin biologiset altistumismittaukset

Virtsan fluoridi, U-F



Altistumattomien viiteraja  
Toimenpideraja

100 µmol/l  
200 µmol/l aamunäyte  
350 µmol/l iltanäyte

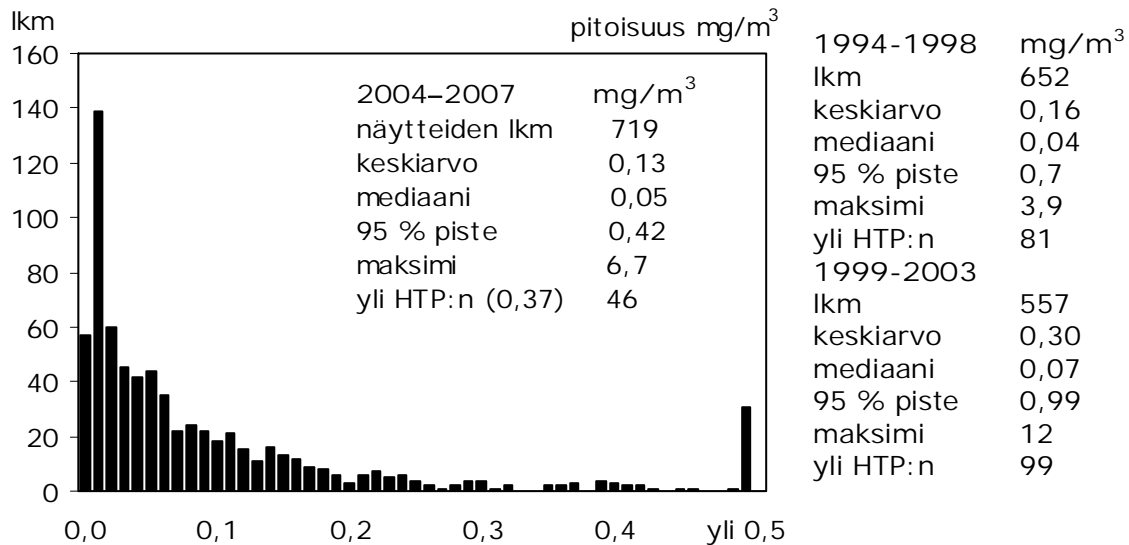
Altistumattomien viiteraja ylittyi 17 henkilöllä, joista 13 työskenteli peittaajana, kaksi hitsaajana ja yksi työntekijä rikastamolla. Yhden työtehtävästä ei ollut tietoa.

Toimenpideraja 200 µmol/l ylittyi yhdellä peittaajalla iltanäytteessä.

Fluoridille altistutaan käytettäessä fluorivetyhappoa peittaukseen sekä puikkohitsauksessa, jos käytettävän puikon pintakerroksessa on suoja-aineena fluoridia. Fluorivedylle, fluoridille altistuvien määrä on karkeasti arvioiden joitain satoja henkilöitä.

Ilmamittaukset

Fluorivetymittauksia tehtiin vuosina 2004–2007 46 kpl (Taulukko 1). Näistä kolmessa ylittyi HTP-arvo (1,5 mg/m<sup>3</sup>).

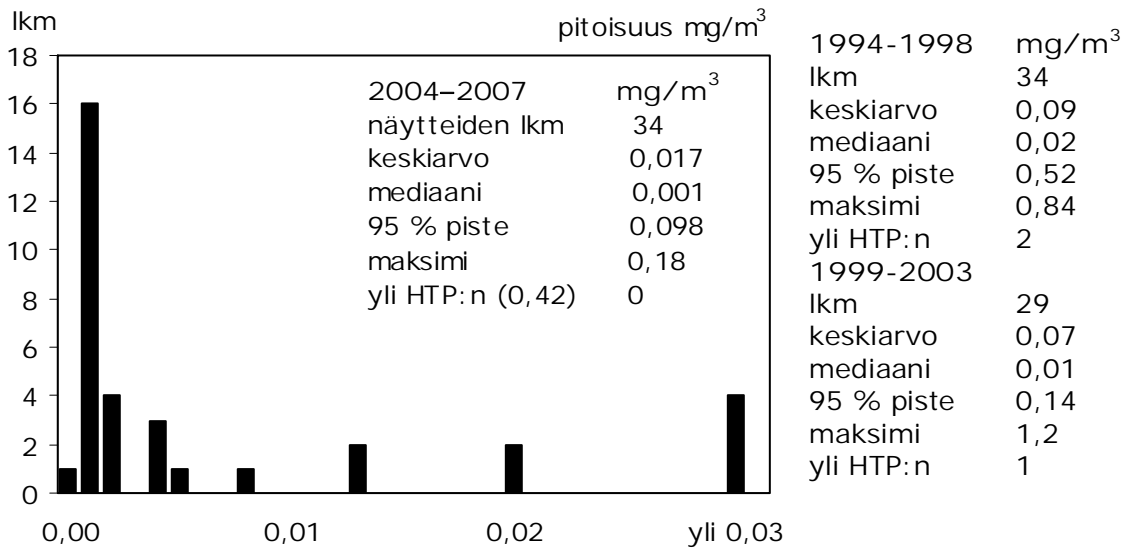
Formaldehydi  
 Ilmamittaukset


Formaldehydin HTP<sub>8h</sub> on 0,37 mg/m<sup>3</sup>, lisäksi sille on asetettu katto-arvo (1,2 mg/m<sup>3</sup>). 8 tunnin HTP-arvo ylittyi useissa töissä: hartsien ja liimojen valmistuksessa, pinnoituksessa, vanerin ja lastulevyn valmistuksessa, histologian ja patologian laboratoriossa sekä ruumiinavauksessa.

## Ilman formaldehydimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07

tol	toimiala	lkm	% HTP (0,37 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
17	tekstiilien valmistus	13	1	8	3	1
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	177	71	83	15	8
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	104	56	30	12	6
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko- kuitujen valmistus	113	32	56	9	16
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	32	29	2		1
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	45	29	12	2	2
27	metallien jalostus	43	10	28	4	1
28	metallituotteiden valm. pl. koneet ja laitteet	12	8	4		
29	koneiden ja laitteiden valmistus	17	2	11	3	1
31	muu sähkökoneiden ja -laitteiden valmistus	5	5			
32	radio-, televisio- ja tietoliikennevälineiden valmistus	3	2	1		
34	autojen ja perävaunujen valmistus	3	3			
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	58	13	39	6	
73	tutkimus ja kehittäminen	17	14	3		
80	koulutus	7	1	2	2	2
85	terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	49	22	15	4	8
90	ympäristönhuolto	7	7			
	muut toimialat	14	11	3		
	yhteensä	719	316	297	60	46
	%	100	44	41	8	6



**Glutaarialdehydi**
**Ilmamittaukset**


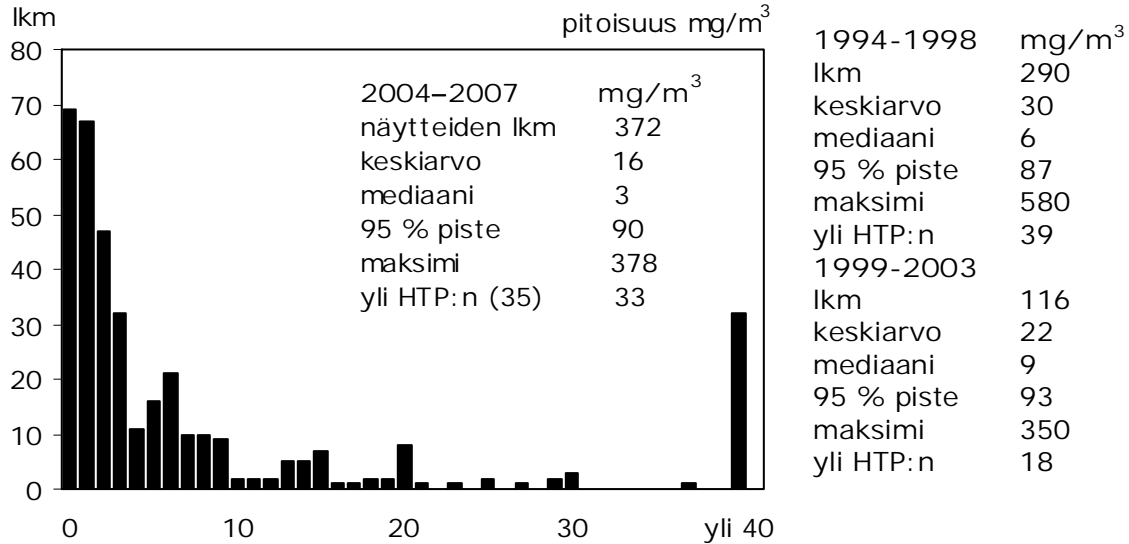
Glutaarialdehydin katto-arvon (0,42 mg/m<sup>3</sup>) ylittäviä pitoisuuksia ei todettu.

**Ilman glutaarialdehydimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (0,42 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	9	9			
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko-kuitujen valmistus	5	5			
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	8	8			
33	lääkintäkojeiden, hienomekaanisten kojeiden ja optisten instrumenttien sekä kellojen valmistus	2	2			
85	terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	10	6	4		
	yhteensä	34	30	4	0	0
	%	100	88	12	0	0

## Hiilimonoksidi eli häkä

## Ilmamittaukset



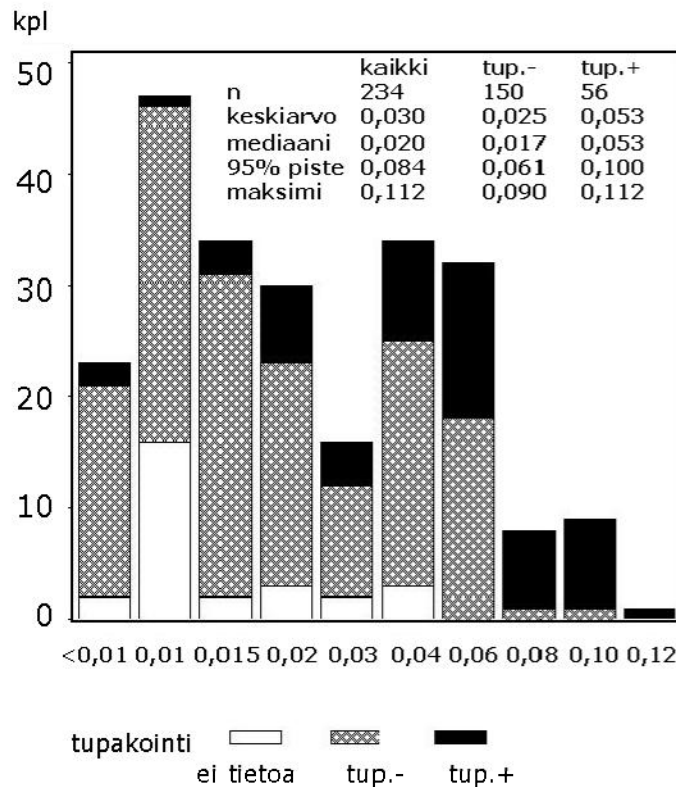
Korkeita yli HTP-arvon olevia häkäpitoisuuksia mitattiin rauta- ja teräsvalimoissa sekä pellettitehtaalla ja -varastoissa.

## Ilman hiilimonoksidimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07

tol	toimiala	lkm	% HTP (35 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
13	metallimalmien louhinta	11	5	6		
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	36	8	10	4	14
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	64	61	3		
23	koksin, öljytuotteiden ja ydinpolttoaineen valmistus	2	1	1		
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	3		3		
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	12	10	2		
27	metallien jalostus	61	6	28	14	13
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	52	34	14	2	2
29	koneiden ja laitteiden valmistus	33	17	15	1	
34	autojen ja perävaunujen valmistus	9	6	3		
35	muu kulkuneuvojen valmistus	4	4			
37	kierrätys	4	2	2		
40	sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto	11	9	2		
45	rakentaminen	9	7	2		
50	moottorijoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto sekä polttoaineen vähittäismyynti	3		3		
75	julkinen hallinto ja maanpuolustus; pakollinen sosiaalivakuutus	45	37	6		2
90	ympäristöhuolto	9	9			
92	virkestys-, kulttuuri- ja urheilutoiminta	4		1	1	2
	yhteensä	372	216	101	22	33
	%	100	58	27	6	9

Hiilimonoksidin, dikloorimetaanin, metyleenijodidin biologiset altistumismittaukset

Hemoglobiinin häkähemoglobiini, B-Hb-CO

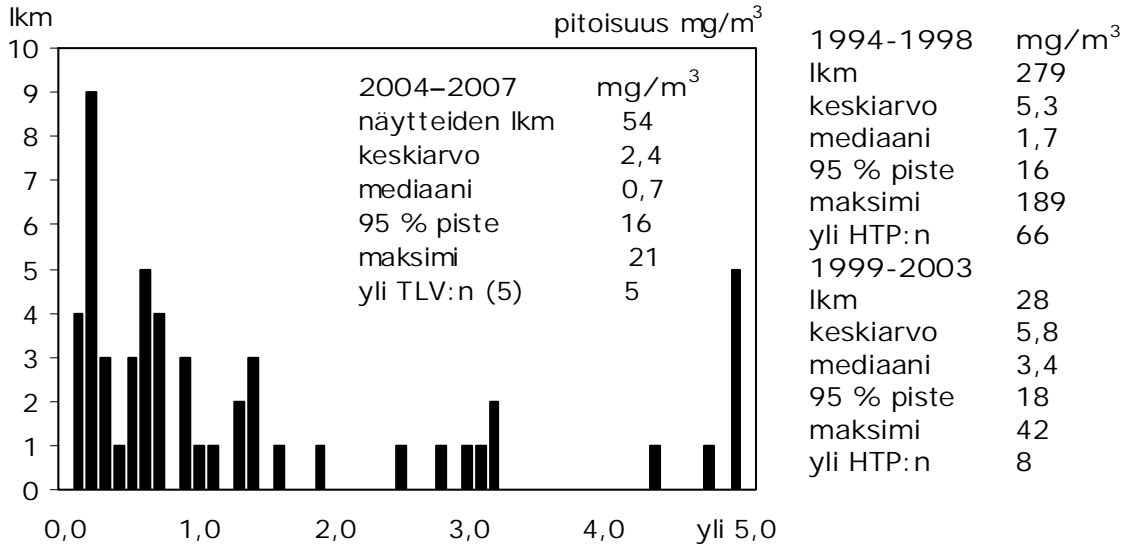


Altistumattomien viiteraja	0,015 (=1,5%)
Toimenpideraja	0,050 (=5,0%)
Toimenpideraja raskauden aikana	0,020 häkäaltistumisessa 0,015 dikloorimetaanialtistumisessa

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 142 kpl. Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. autonasennuksessa, autokatsastuksessa, maalareilla, prosessinhoitajilla ja valimotyössä.

Toimenpideraja ylittyi 49 henkilöllä mm. erilaisissa valimotyöissä ja autonasennuksessa.

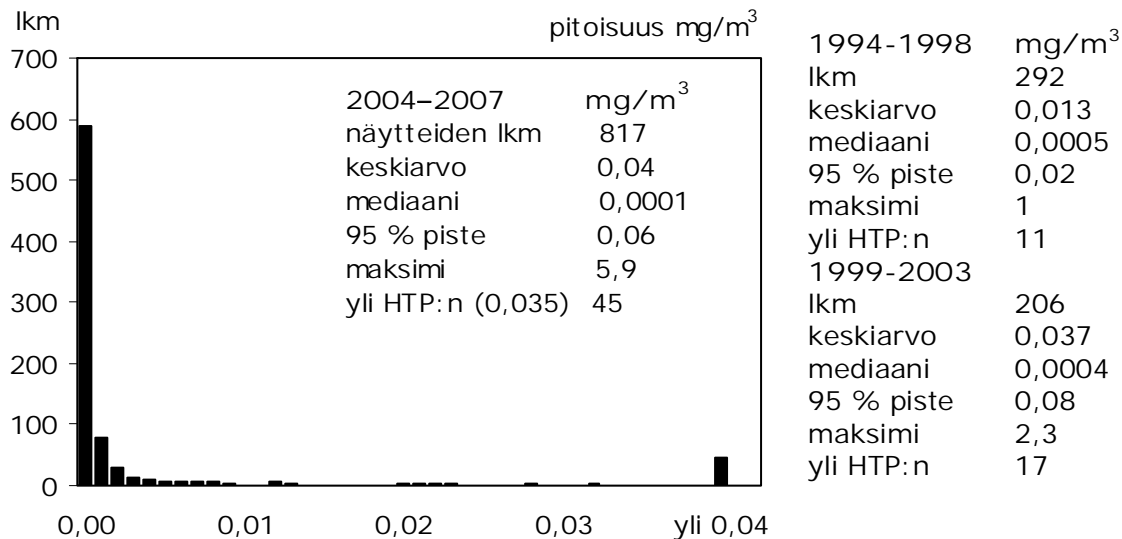
Näytteet ovat pääasiassa häkäaltistumisista.

**Hitsaushuurut**
**Ilmamittaukset**


Ryhmä sisältää ruostumattoman teräksen hitsaushuurut ja ne metallin hitsaushuurut, joita ei ole tarkemmin määritelty. Muiden tarkemmin määriteltyjen hitsaushuurujen (esim. alumiini, rauta) mittaustulokset sisältyvät ainekohtaisiin yhteenvetoihin. Suomessa hitsaushuuruille ei ole HTP-arvoa. Aiemmin ACGIH oli asettanut hitsaushuuruille TLV-arvon (5 mg/m<sup>3</sup>), mutta arvo poistui luettelosta vuonna 2004. Kyseinen raja-arvo on kuitenkin käytössä tietyissä Euroopan maissa ja sitä on käytetty tässä hitsaushuurujen vertailuarvona. Tämän vertailuarvon ylittäviä pitoisuuksia mitattiin raudan ja teräksen hitsauksessa (konepajateollisuus, metsäkoneiden valmistus, rakennustuotteiden valmistus).

**Ilman hitsaushuurumittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% TLV (5 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	1				1
27	metallien jalostus	4	3	1		
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	13	7	4	1	1
29	koneiden ja laitteiden valmistus	28	7	14	5	2
45	rakentaminen	5	3		1	1
80	koulutus	3		3		
	yhteensä	54	20	22	7	5
	%	100	37	41	13	9

**Isosyanaatit**
**Ilmamittaukset**


Isosyanaattien mittaustulokset on esitetty yhtenä kokonaisuutena. MDI (difenyylimeetaanidi-isosyanaatti) oli yleisimmin mitattu isosyanaatti, keskiarvopitoisuus oli 0,0012 mg/m<sup>3</sup> ja mediaani 0,000025 mg/m<sup>3</sup> (n = 242). Seuraavana olivat HDI (heksametyleenidi-isosyanaatti) (n= 185) ja HDI-trimeerit, TDI (tolueenidi-isosyanaatti), PHI (fenyylisoyanaatti) sekä IPDI (isoforonidi-isosyanaatti). HDI-pitoisuuksien keskiarvo oli 0,0013 mg/m<sup>3</sup> ja mediaani 0,002 mg/m<sup>3</sup>.

Isosyanaateille on asetettu yhteinen NCO-ryhmäkohtainen HTP<sub>15min</sub>-arvo 0,035 mg/m<sup>3</sup>. Arvo perustuu isosyanaattien ärsytysvaikutukseen eikä se suojaa herkistymiseltä. Lisäksi oma HTP<sub>15min</sub>-arvo on asetettu fenyylisoyanaatille (0,1 mg/m<sup>3</sup>) ja metyyliisoyanaatille (0,05 mg/m<sup>3</sup>).

Useimmat korkeat HTP-arvon ylittävät isosyanaattipitoisuudet (HDI, IPDI) on mitattu automaalausissa. Joitakin HTP-ylityksiä HDI-biureettitrimeerille on todettu myös muovituotteiden valmistuksesta. Alla olevasta taulukosta ilmenee, että isosyanaatteihin perustuvia tuotteita ja materiaaleja käytetään hyvin monilla toimialoilla. Rakennusalaalta altistumismittauksia on kuitenkin vähän, jos otetaan huomioon isosyanaattipitoisten tuotteiden käytön yleisyys rakentamisessa.

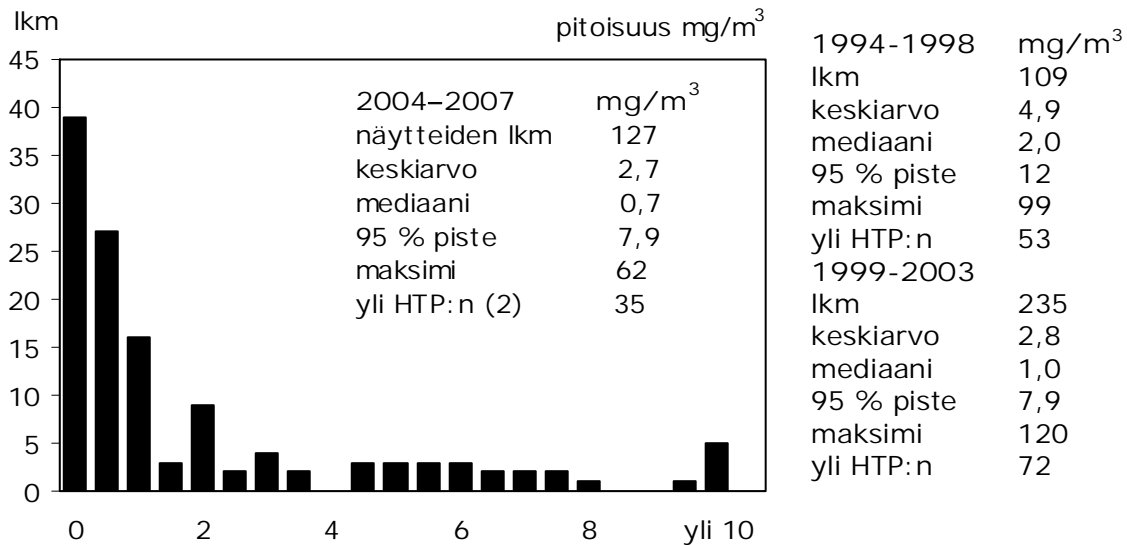
**Ilman isosyanaattimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (0,035 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
17	tekstiilien valmistus	38	38			
19	parkitseminen ja muu nahan valmistus; laukujen ja jalkineiden valmistus	17	14	2		1
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	23	21	2		
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	30	30			
22	kustantaminen, painaminen ja tallenteiden jäljentäminen	27	26	1		
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko-kuitujen valmistus	25	25			
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	201	186	7	7	1
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	40	39	1		

tol	toimiala	lkm	% HTP (0,035 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
27	metallien jalostus	11	11			
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	51	37	6	2	6
29	koneiden ja laitteiden valmistus	50	49			1
32	radio-, televisio- ja tietoliikennevälineiden valmistus	4	2		2	
33	lääkintäkojeiden, hienomekaanisten kojeiden ja optisten instrumenttien sekä kellojen valmistus	15	10	5		
34	autojen ja perävaunujen valmistus	2	2			
35	muu kulkuneuvojen valmistus	81	73	5		3
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	6	6			
45	rakentaminen	4	3	1		
50	mootoriajoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto sekä polttoaineen vähittäismyynti	176	122	16	5	33
74	muu liike-elämää palveleva toiminta	8	7	1		
85	terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	8	8			
	yhteensä	817	709	47	16	45
	%	100	87	6	2	6

#### Isosyanaattien biologiset altistumismittaukset

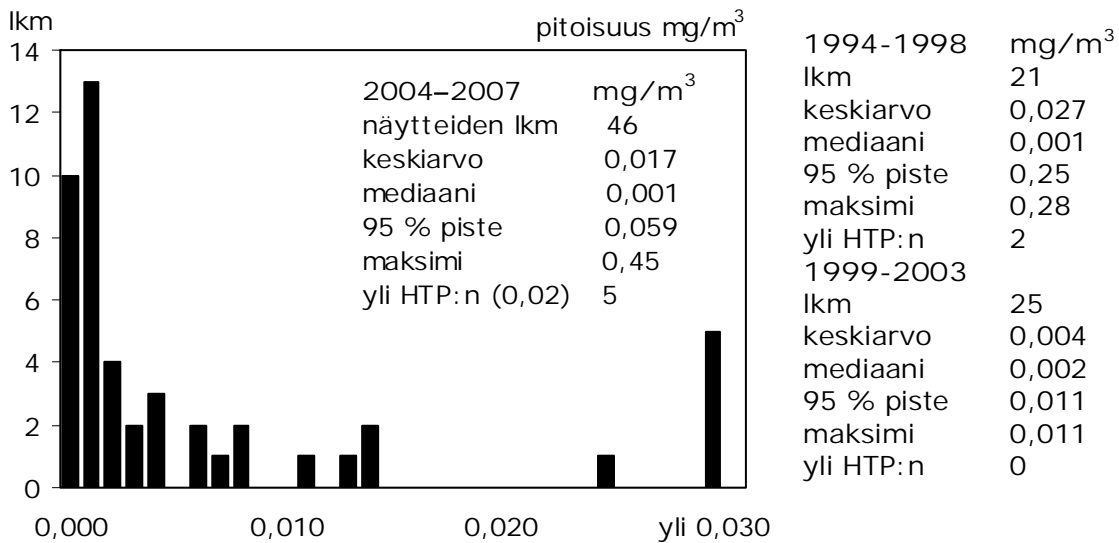
Isosyanaattialtistumista voidaan tutkia myös biomonitoroinnin avulla mittaamalla TDI:n tai MDI:n metaboliitteja virtsasta. Altistumattomien viiteraja on 0,2 µmol/mol kreatiniinia ja toimenpideraja 1 µmol/mol kreatiniinia. Vuonna 2007 näytteiden lukumäärä oli 14 (U-MDIMDA ja U-TDIMDA) (taulukko 3).

**Jauhopöly**
**Ilmamittaukset**


Jauhopölylle asetettiin HTP-arvo (2 mg/m<sup>3</sup>) vuonna 2007. HTP-arvon ylittäviä jauhopölypitoisuuksia mitattiin jauhojen valmistuksen eri vaiheissa (jauhaminen, säkitys, varastotyö, siivous) sekä leipomotyössä (esimerkiksi taikinanteossa). Tulosten vertailua aiempiin mittausjaksoihin vaikeuttaa keräysmenetelmässä tapahtuneet muutokset. Vuosina 2004–2007 jauhopöly mitattiin yleensä hengittyvänä jakeena, kun taas vuosina 1994–1998 käytettiin kokonaispölyn keräysmenetelmää ja vuosina 1999–2003 molempia menetelmiä. Hengittyvän jakeen mittaus tuottaa usein suurempia tuloksia, sillä menetelmä kerää enemmän suurempia (> 10 µm) hiukkasia.

**Ilman jauhopölymittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (2 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
15	elintarvikkeiden ja juomien valmistus	119	29	41	17	32
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	6	1	2		3
75	julkinen hallinto ja maanpuolustus; pakollinen sosiaalivakuutus	2	2			
	yhteensä	127	32	43	17	35
	%	100	25	34	13	28

**Kadmium**
**Ilmamittaukset**


Kadmiumin ja sen yhdisteiden HTP-arvo on ilmoitettu kadmiumille (Cd). HTP-arvon ylittäviä kadmiumpitoisuuksia mitattiin lasitavaran valmistuksessa.

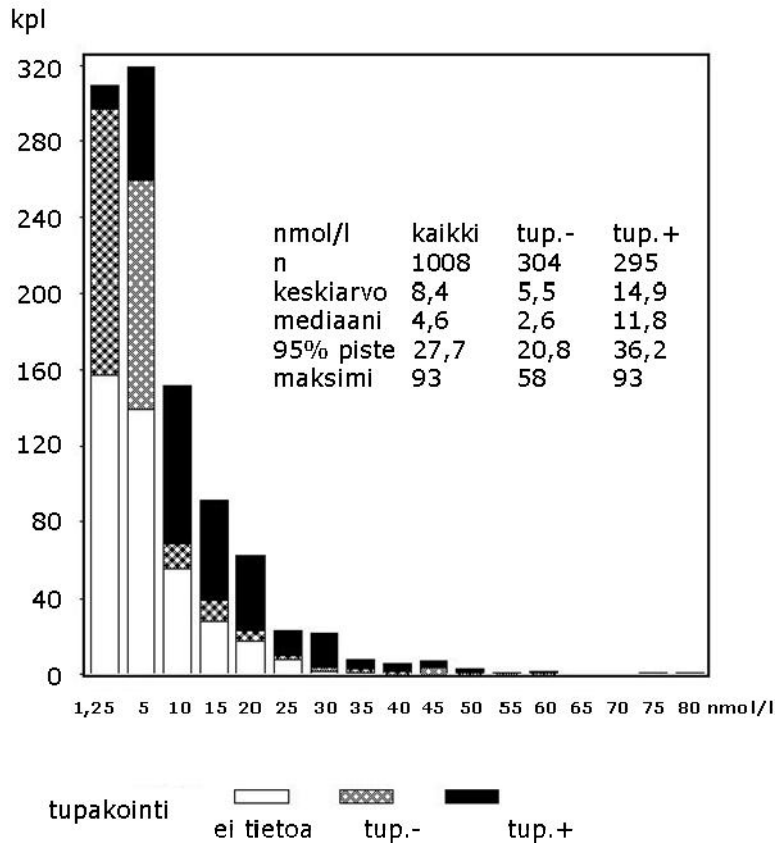
**Ilman kadmiummittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (0,02 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	15	6	3	1	5
35	muu kulkuneuvojen valmistus	1	1			
37	kierrätys	11	6	5		
51	agentuuritoiminta ja tukkukauppa pl. moottoriajoneuvojen kauppa	3		2	1	
90	ympäristönhuolto	16	12	2	2	
	yhteensä	46	25	12	4	5
	%	100	54	26	9	11



Kadmiumin biologiset altistumismittaukset

Veren kadmium, B-Cd



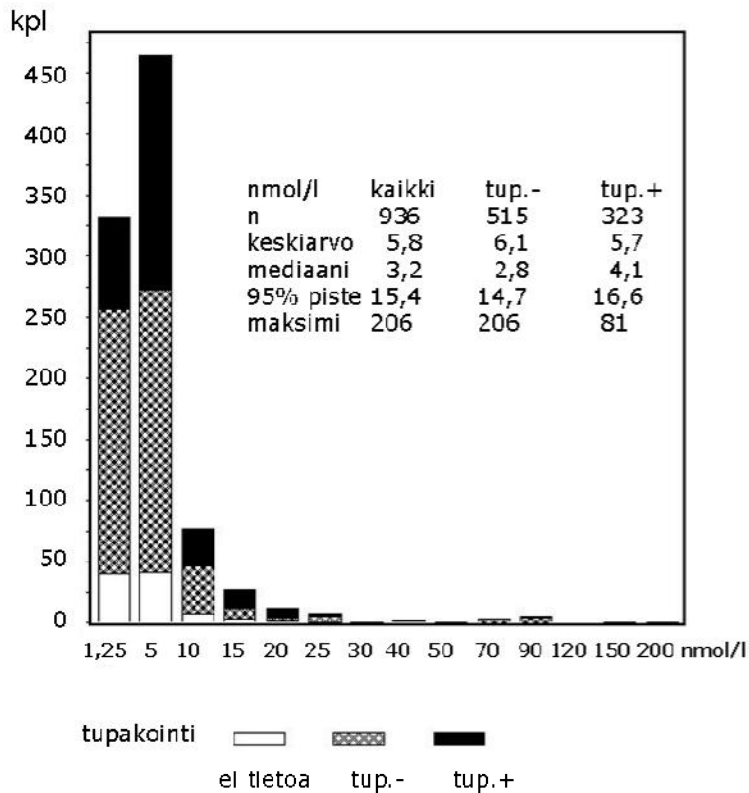
Altistumattomien viiteraja	5 nmol/l tupakoimattomat 18 nmol/l tupakoivat
Toimenpideraja	50 nmol/l
Raskauden aikana ei tule altistua kadmiumille	

Altistumattomien viiterajan 5 nmol/l ylityksiä mitattiin 486 kpl. Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. autonkuljetuksessa, huoltotöissä, juotostöissä, kultasepän töissä, saastuneen maan kunnostuksessa, ongelmajätteidenkuljetuksessa, pintakäsittelyssä, prosessityöntekijöillä, rakennustöissä, lasinvalmistuksessa ja opetuksessa.

Toimenpideraja ylittyi 6 mittauksessa: kovametallijuotossa ja lasinsulatuksessa.

Kadmiumille altistuu Suomessa noin 1200 henkilöä. Altistuneista tupakoijilla oli korkeimmat pitoisuudet. Keskimääräinen altistumistaso on pysynyt vakaana viime vuosina, vaikka yksittäiset korkeat altistumiset ovat lisääntyneet.

Virtsan kadmium, U-Cd



Altistumattomien viiteraja	5 nmol/l tupakoimattomat 10 nmol/l tupakoivat
Toimenpideraja <sup>1</sup>	50 nmol/l
Raskauden aikana ei tule altistua kadmiumille	

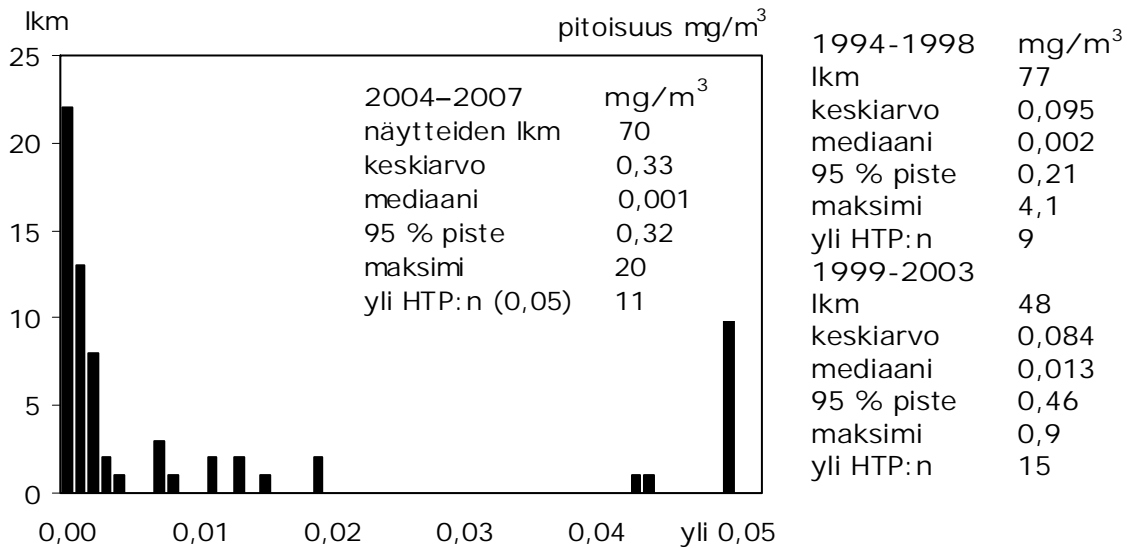
<sup>1</sup> Vuoden 2009 alusta lähtien toimenpideraja on 40 nmol/l.

Altistumattomien viiterajan 5 nmol/l (tupakoimattomat) ylityksiä mitattiin 256 kpl, joista 117 oli tupakoimattomilta ja 116 tupakoivilta. Tupakoivien viiteraja 10 nmol/l ylittyi 86 näytteessä, joista 41 oli tupakoimattomilta ja 36 tupakoivilta henkilöiltä. Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. asennustöissä, hionnassa, huoltotöissä, juotostöissä, kullatasepöntöissä, laboratoriotöissä, pintakäsittelyssä, saastuneen maan käsittelyssä ja kuormauksessa, lasiteollisuudessa, valu- ja varastotöissä.

Toimenpideraja ylittyi neljällä henkilöllä.

Kadmiumille altistuu Suomessa noin 1200 henkilöä.

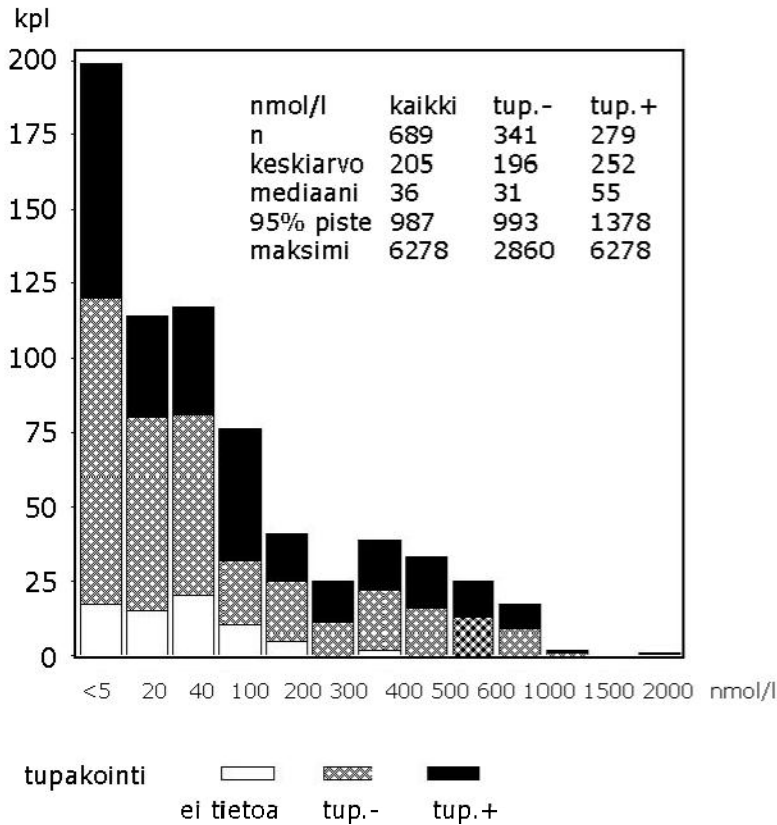
Altistuneista tupakoijilla oli korkeimmat pitoisuudet. Keskimääräinen altistumistaso on pysynyt vakaana viime vuosina, vaikka yksittäiset korkeat altistumiset ovat lisääntyneet. Korkeat pitoisuudet ovat yleensä samoilla henkilöillä.

**Koboltti**
**Ilmamittaukset**


HTP-arvon ylittäviä kobolttin ilmapitoisuuksia mitattiin metallien jalostuksessa ja metallituotteiden valmistuksessa.

**Ilman kobolttimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (0,05 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	3	3			
27	metallien jalostus	10		5	1	4
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	27	22	4		1
29	koneiden ja laitteiden valmistus	17	11	2	1	3
32	radio-, televisio- ja tietoliikennevälineiden valmistus	2				2
33	lääkintäkojeiden, hienomekaanisten kojeiden ja optisten instrumenttien sekä kellojen valmistus	3	2			1
35	muu kulkuneuvojen valmistus	7	7			
37	kierrätys	1	1			
	yhteensä	70	46	11	2	11
	%	100	66	16	3	16

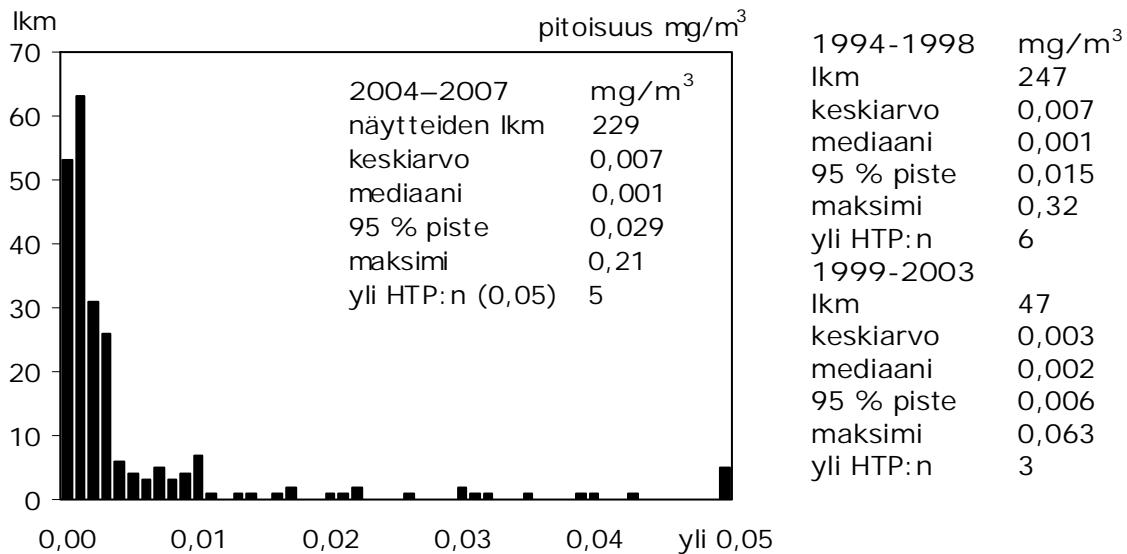
**Koboltin biologiset altistumismittaukset**
**Virtsan koboltti, U-Co**


Altistumattomien viiteraja	40 nmol/
Toimenpideraja	600 nmol/l
Raskauden aikana ei tule altistua koboltille	

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 327 kpl. Näistä oli 146 tupakoimattomilta ja 150 tupakoivilta henkilöiltä. Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. asentajilla, hiojilla/hitsaajilla, juottajilla, laitos- ja kunnossapitomiehillä, laboranteilla, laitosmiehillä, metalliruiskuttajilla, pinnoittajilla, koboltin puhdistuksessa ja kobolttituotteiden valmistuksessa, terähiojilla ja terämiehillä.

Toimenpideraja ylittyi 50 henkilöllä 62 näytteessä: hiojilla, kaivertajilla, koneistajilla, laitosmiehillä, kobolttikemikaalien valmistuksessa ja pakkauksessa, pintakäsittelyssä ja teroittajilla.

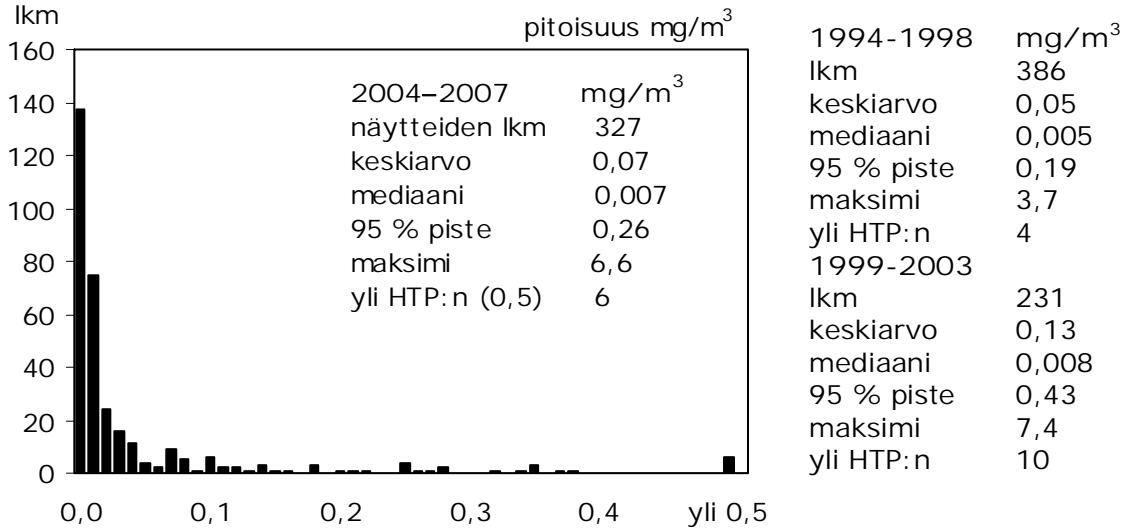
Koboltille altistuu Suomessa noin 1500 henkilöä. Koboltille altistuneiden altistumistasot kasvoivat hieman neljän vuoden aikana. Suurimmat yksittäiset altistumiset ovat pienentyneet viimeisinä vuosina.

**Kromi-(VI)-yhdisteet**
**Ilmamittaukset**


Kuudenarvoisen kromin yhdisteiden (kromaattien) HTP-arvo (0,05 mg/m<sup>3</sup>) on asetettu kromaattiryhmälle (CrO<sub>4</sub>). HTP-ylityksiä mitattiin ruostumattoman teräksen hitsauksen ja metallin pinnoituksen aikana.

**Ilman kromi-(VI)-mittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (0,05 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	3	1	2		
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	3	1		1	1
27	metallien jalostus	45	45			
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	102	73	19	7	3
29	koneiden ja laitteiden valmistus	55	46	8	1	
31	muu sähkökoneiden ja -laitteiden valmistus	1	1			
34	autojen ja perävaunujen valmistus	5	2	2		1
35	muu kulkuneuvojen valmistus	6	5	1		
45	rakentaminen	3	3			
51	agentuuritoiminta ja tukkukauppa pl. moottoriajoneuvojen kauppa	3	3			
90	ympäristönhuolto	3	3			
	yhteensä	229	183	32	9	5
	%	100	80	14	4	2

**Kromi ja sen (II, III)-yhdisteet**
**Ilmamittaukset**


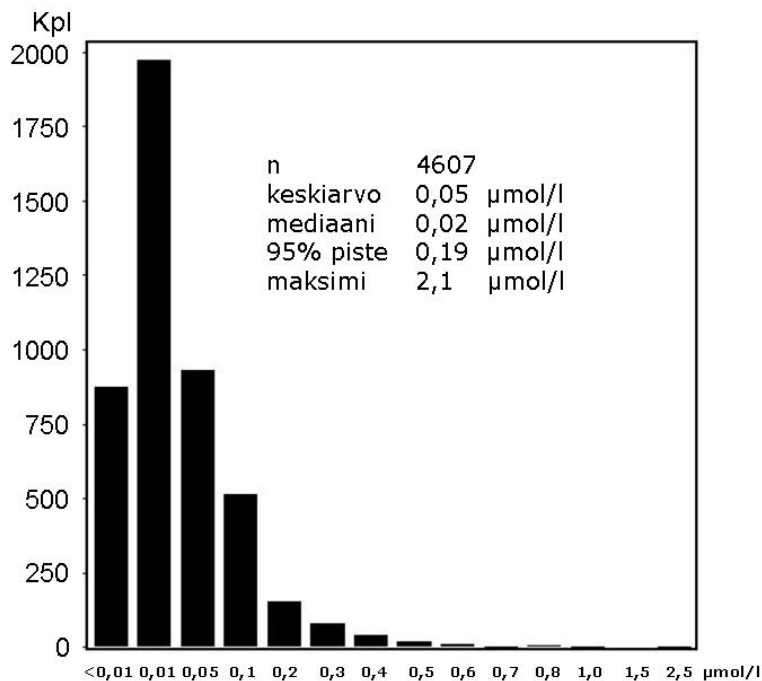
Kromin ja sen kahden- ja kolmenarvoisten yhdisteiden HTP-arvo on ilmoitettu kromina (Cr). HTP-ylityksiä mitattiin metallin hitsauksen aikana.

Ilman kromin ja sen (II, III)-yhdisteiden mittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07

tol	toimiala	lkm	% HTP (0,5 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	8	8			
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	1	1			
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko-kuitujen valmistus	3	3			
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	3	1	2		
27	metallien jalostus	67	61	6		
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	115	87	21	5	2
29	koneiden ja laitteiden valmistus	87	63	15	5	4
31	muu sähkökoneiden ja -laitteiden valmistus	1	1			
32	radio-, televisio- ja tietoliikennevälineiden valmistus	3	3			
33	lääkintäkojeiden, hienomekaanisten kojeiden ja optisten instrumenttien sekä kellojen valmistus	3	3			
34	autojen ja perävaunujen valmistus	1	1			
35	muu kulkuneuvojen valmistus	10	9		1	
45	rakentaminen	3	2	1		
60	maaliikenne; putkijohtokuljetus	3	3			
74	muu liike-elämää palveleva toiminta	3	3			
90	ympäristönhuolto	16	16			
	yhteensä	327	265	45	11	6
	%	100	81	14	3	2

## Kromin biologiset altistumismittaukset

### Virtsan kromi, U-Cr



Altistumattomien viiteraja	0,01 µmol/l
Toimenpideraja <sup>1</sup>	0,10 µmol/l pintakäsittelijät 0,60 µmol/l ruostumattoman teräksen puikkohitsaajat
Suositusarvo <sup>1</sup>	0,30 µmol/l ruostumattoman teräksen suojakaasuhitsaajat

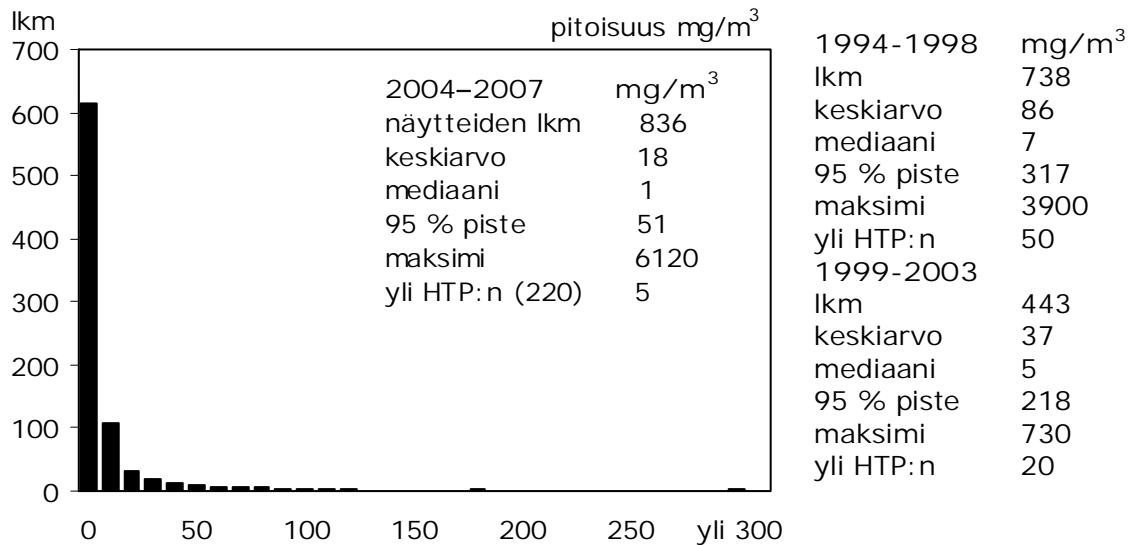
Raskauden aikana ei tule altistua kromille

<sup>1</sup> Vuoden 2009 alusta lähtien toimenpideraja on 0,01 µmol/l.

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 2801 kpl. Altistumattomien viiteraja ylittyi metalliteollisuuden eri tehtävissä.

Toimenpideraja 0,10 µmol/l ylittyi 582 näytteessä. Henkilöistä 19 työskenteli kromaajina tai pintakäsittelijöinä. Suojakaasuhitsaajien suositusarvo ylittyi 114 näytteessä 94 henkilöllä, jotka työskentelivät hiojana, hitsaajina, levyseppähitsaajina, kromaajina, pelitiseppänä ja polttoleikkaajina. Toimenpideraja 0,60 ylittyi 15 henkilöllä hitsauksessa, levyseppähitsaajantöissä, hionnassa ja pinnoituksessa.

Kromille altistuu Suomessa noin 27 000 henkilöä. Pitoisuudet ovat pysyneet vakaina koko tarkastelujakson ajan.

**Ksyleenit**
**Ilmamittaukset**


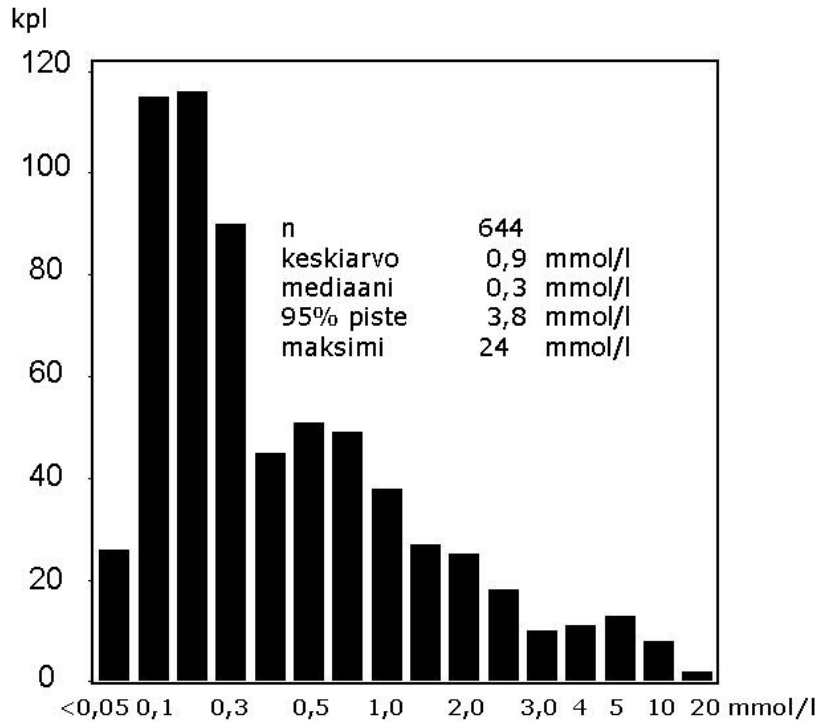
90 % tuloksista oli alle 10 % HTP-arvosta. Ksyleenin HTP-arvo ylittyi metallin maalauksessa konepajateollisuudessa.

**Ilman ksyleenimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (220 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
14	muu mineraalien kaivu	18	18			
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	77	75	2		
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	9	9			
22	kustantaminen, painaminen ja tallent. jälj.	37	37			
24	kemikaalien, kem. tuott. ja tekokuitujen valm.	101	79	20	2	
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	75	75			
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	35	28	3	4	
28	metallituotteiden valm. pl. koneet ja laitteet	82	68	7	3	4
29	koneiden ja laitteiden valmistus	47	43	2	1	1
33	lääkintäkojeiden, hienomek. kojeiden ja optisten instrumenttien sekä kellojen valmistus	9	9			
34	autojen ja perävaunujen valmistus	19	15	4		
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	68	65	3		
45	rakentaminen	21	12	9		
50	mootoriajoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto sekä polttoaineen vähittäismyynti	59	54	5		
71	kulkuneuv., koneiden ja laitteiden vuokraus ilman käyttäjää sekä kotitaloustav. vuokraus	33	26	7		
85	terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	48	48			
90	ympäristöhuolto	43	38	5		
	muut toimialat	55	51	4		
	yhteensä	836	750	71	10	5
	%	100	90	8	1	1



Ksyleenin biologiset altistumismittaukset  
Virtsan metyylihippuurihappo, U-MetHipp

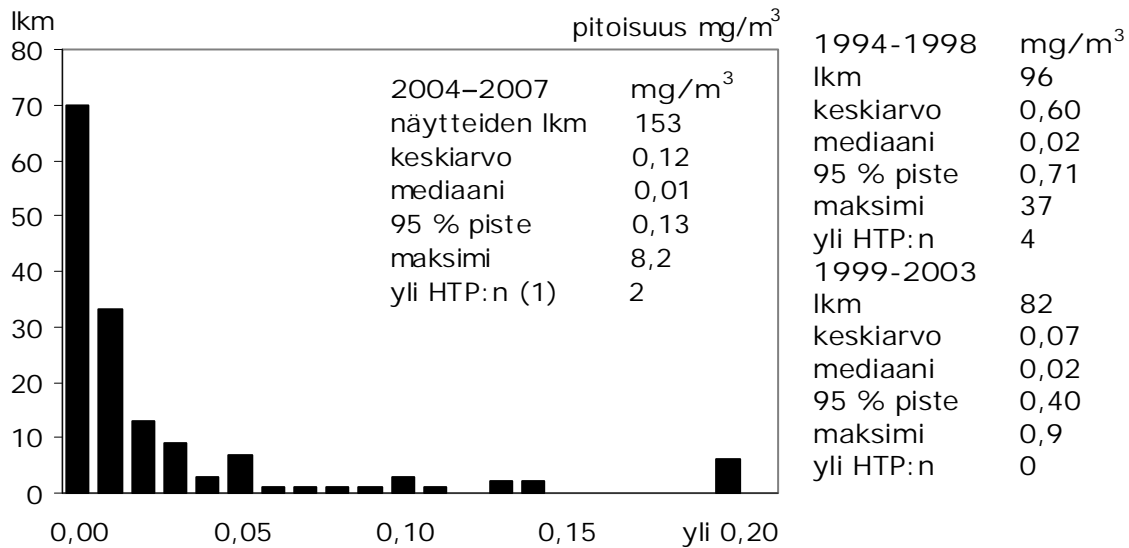


Altistumattomien viiteraja	0,2 mmol/l
Toimenpideraja	5 mmol/l
Toimenpideraja raskauden aikana	0,7 mmol/l

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 412 kpl. Altistumattomien viiteraja ylittyi pääasiassa maalaustyössä, pintakäsittelijöillä sekä maalin värjääjillä ja purkittajilla.

Toimenpideraja ylittyi 132 henkilöllä 184 näytteessä. Toimenpideraja ylittyi maalauksessa, ruiskumaalauksessa ja pintakäsittelyssä.

Ksyleeni on hyvin haihtuva liuotainaine, joten altistuminen tapahtuu pääsääntöisesti hengitysteitse. Tietyissä töissä, kuten pintakäsittelyssä, ihoaltistuminen voi kuitenkin näytellä merkittävää osaa kokonaisaltistumisesta.

**Kupari**
**Ilmamittaukset**


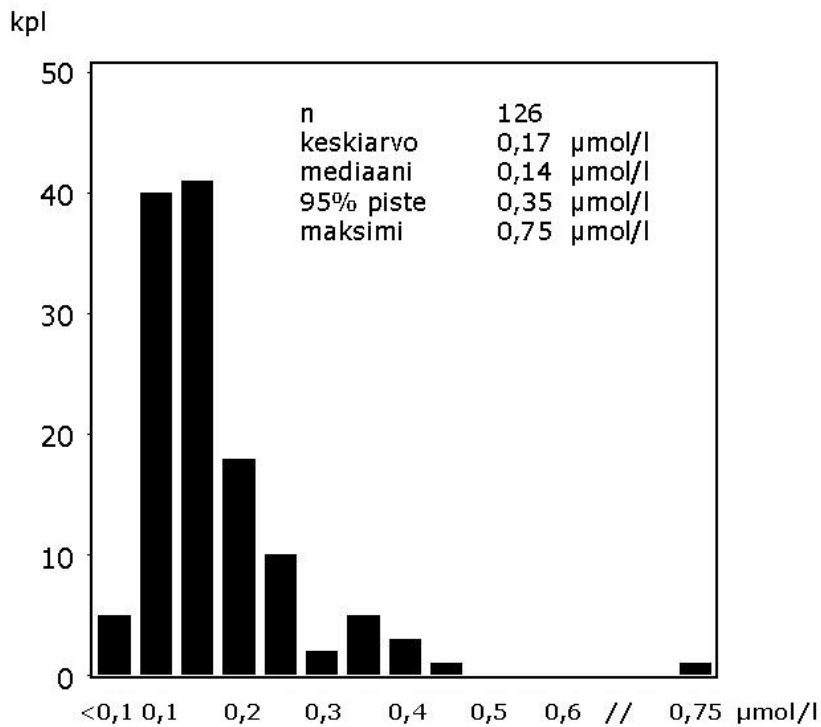
Kuparille ja sen yhdisteille HTP-arvo on 1 mg/m<sup>3</sup>. Tämä arvo ylittyi kuparin hionnassa (tol 29 ja 34). Kupari voi olla myös huuruna tai hienojakoisena pölynä (esim. toimialat 27 ja 37), jolloin sen HTP-arvo on 0,1 mg/m<sup>3</sup>. Kuparihuurunäytteitä oli 8 kpl ja niiden pitoisuudet olivat 0,007–0,013 mg/m<sup>3</sup> eli pitoisuudet jäivät siis alle HTP-arvon.

**Kuparimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (1mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
13	metallimalmien louhinta	15	13	2		
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	6	6			
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	1	1			
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	2		1	1	
27	metallien jalostus	47	45	2		
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	11	9	2		
29	koneiden ja laitteiden valmistus	6	5			1
31	muu sähkökoneiden ja -laitteiden valmistus	4	4			
32	radio-, televisio- ja tietoliikennevälineiden valmistus	8	8			
34	autojen ja perävaunujen valmistus	3	2			1
37	kierrätys	10	9	1		
45	rakentaminen	19	19			
74	muu liike-elämää palveleva toiminta	15	15			
90	ympäristönhuolto	6	6			
	yhteensä	153	142	8	1	2
	%	100	93	5	1	1

Kuparin biologiset altistumismittaukset

Virtsan kupari, U-Cu



Altistumattomien viiterajat	0,08 - 0,50 µmol/l
Toimenpideraja*	Ei ole asetettu

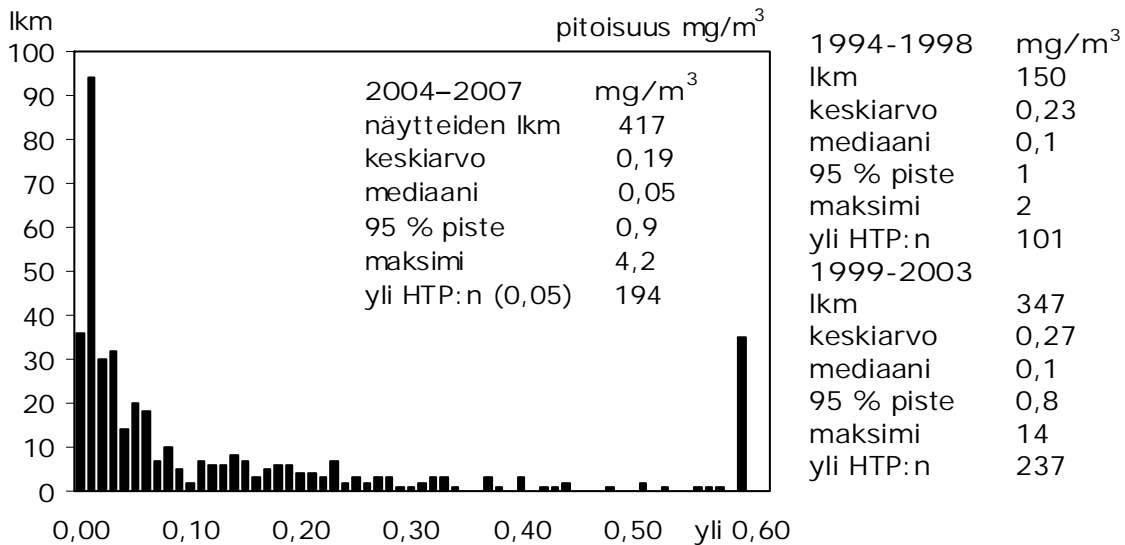
Viiterajavälin alarajan 0,08 µmol/l ylityksiä mitattiin 119 kpl. Altistumattomien viiterajavälin alaraja ylittyi mm. hitsaus-, hionta-, juotostyössä sekä eri työtehtävissä kuten koneistajalla, kyllästäjillä ja kyllästämön eri työtehtävissä, putki- ja sähköasentajilla, saastuneen maan käsittelijöillä ja valimotyössä.

Altistumattomien viiterajavälin yläraja ylittyi yhdellä valimotyöntekijällä ja korkein mitattu pitoisuus oli 0,75 µmol/l.

Kuparille altistuminen työssä oli virtsan kuparimittausten perusteella vähäistä.

## Kvartsi, alveolijae

## Ilmamittaukset



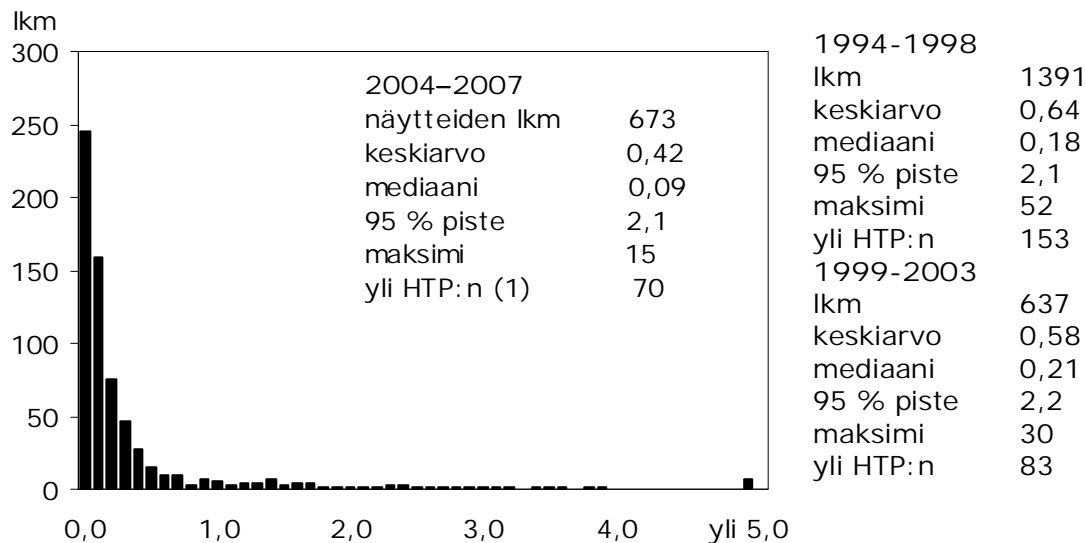
Alveolijakeisen kvartsin (piidioksidi) HTP<sub>8h</sub> muuttui vuonna 2007 arvoon 0,05 mg/m<sup>3</sup> (aiemmin 0,2 mg/m<sup>3</sup>). Vuosina 2004–2007 kvartsin alveolijakeen pitoisuutta on mitattu kahdella menetelmällä: jakson alussa nestesedimentaatioon ja röntgendiffraktioon perustuvalla menetelmällä ja jakson loppupuolella pääosin infrapuna-spektroskooppisesti sykronin tai ns. vaahtomuovikeräimen avulla suodattimelle kerätystä alveolijakeisesta pölystä. Leikkauspisteellä D50 ilmaistaan eri hiukkasfraktioiden rajat. Leikkauspisteessä tulee kerätyksi 50 % hiukkasista kyseisestä fraktiosta. Nestesedimentaatiolla erotetun fraktion leikkauspiste on 5 µm ja alveolijakeen vastaavasti 4 µm (EN 481). Siksi vertailututkimusten perusteella jälkimmäisellä menetelmällä saadaan pienempiä mittaustuloksia ja tulosten välisen eron riippuessa kuitenkin pölyn laadusta.

Suomalaiset yritykset ovat vuodesta 2007 lähtien laajalti sitoutuneet noudattamaan eurooppalaista sopimusta "Työntekijöiden työterveyden suojelusta kiteisen piidioksidin ja sitä sisältävien tuotteiden oikean käsittelyn ja käytön avulla" ([www.nepsi.eu](http://www.nepsi.eu)). Suomen uusi HTP<sub>8h</sub>-arvo ja vuodesta 2007 käytetty infrapunaspektroskooppinen menetelmä yhdistettynä alveolijakeen keräykseen vastaa eurooppalaista käytäntöä ja varmistaa tulosten vertailukelpoisuuden ja eurooppalaisen kvartsisopimuksen edellyttämän altistuksen arvioinnin suomalaisilla työpaikoilla.

Lähes puolet mittaustuloksista ylitti nykyisen HTP-arvon. Korkeita merkittävästi yli HTP-arvon olevia kvartsipitoisuuksia mitattiin kaivos- ja louhintatöissä (tol 14), valimoissa (tol 27), lasitehtaalla ja kattohuovan valmistuksessa. Myös betonituotteiden valmistuksessa mitattiin selkeitä HTP-arvon ylityksiä. Tulokset osoittavat, että EU:n kvartsisopimuksen mukainen käytäntö edellyttää monissa yrityksissä pölynhallintakeinojen kehittämistä ja niihin liittyviä investointeja.

## Ilman kvartsimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07

tol	toimiala	lkm	% HTP (0,05 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
13	metallimalmien louhinta	9			1	8
14	muu mineraalien kaivu	61	7	12	6	36
15	elintarvikkeiden ja juomien valmistus	6	5	1		
17	tekstiilien valmistus	16		1	2	13
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko- kuitujen valmistus	23	11	3	7	2
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	167	18	33	30	86
27	metallien jalostus	115	26	39	14	36
28	metallituotteiden valm. pl. koneet ja laitteet	2	2			
29	koneiden ja laitteiden valmistus	5				5
37	kierrätys	7	1	1	2	3
40	sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto	3				3
45	rakentaminen	1		1		
73	tutkimus ja kehittäminen	2				2
	yhteensä	417	70	91	62	194
	%	100	17	22	15	47

**Liutainaineiden yhteispitoisuus**
**Ilmamittaukset**


Johtuen liutainaineiden samantyyppisistä haittavaikutuksista, voidaan liutainaineseosten haitallisuutta arvioida laskemalla yhteen yksittäisten aineiden pitoisuusosuudet niiden HTP-arvosta:  $C_{8h} = C_1/HTP1 + C_2/HTP2 + \dots C_i/HTP_i$ . Seoksen HTP-arvo ylittyy, jos HTP-osuuksien summa  $\geq 1$ . Raja-arvon ylityksiä mitattiin lujitemuovityöpaikoilla (styreeni, asetoni), lääketeollisuudessa, metallin maalauksessa ja ruiskumaalauksessa sekä betoni tuotteiden valmistuksessa. Suojainten yleistynyt käyttö liutintyössä (esim. lääketeollisuus, lujitemuovityö) vähentää kuitenkin merkittävästi altistumista.

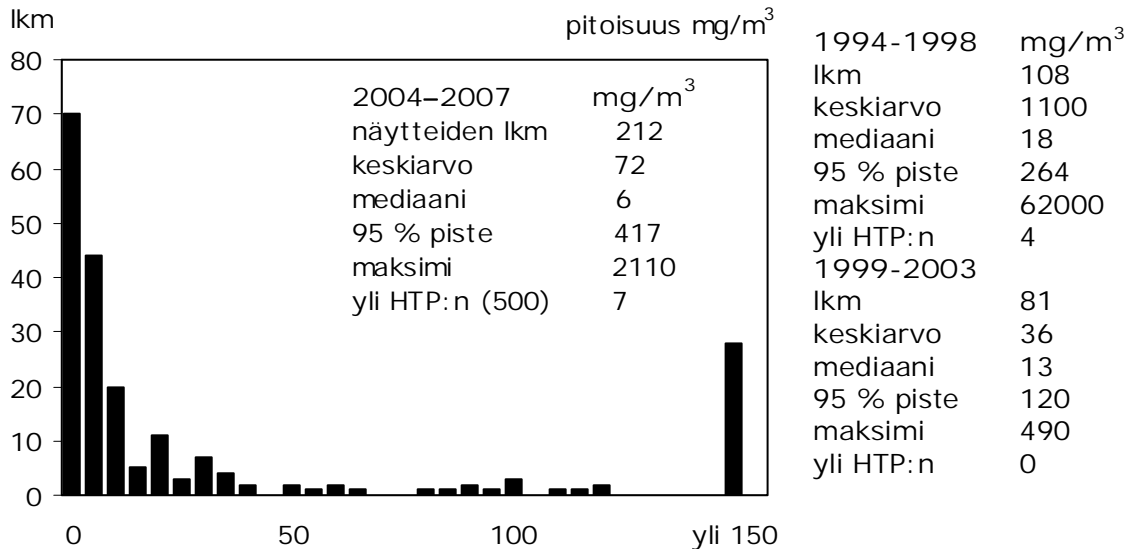
Ilman liutainaineiden yhteispitoisuuden mittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07

tol	toimiala	lkm	% HTP (1)			
			≤10	>10	>50	>100
14	muu mineraalien kaivu	2		2		
15	elintarvikkeiden ja juomien valmistus	5	5			
17	tekstiilien valmistus	21	19	2		
19	parkitseminen ja muu nahan valmistus; laukujen ja jalkineiden valmistus	17	6	9	1	1
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	42	25	15	2	
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	23	13	9		1
22	kustantaminen, painaminen ja tallenteiden jäljentäminen	34	15	18	1	
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko-kuitujen valmistus	113	78	23	3	9
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	84	35	28	7	14
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	29	5	13	4	7
27	metallien jalostus	5	5			
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	32	17	8	3	4
29	koneiden ja laitteiden valmistus	27	17	7	1	2

tol	toimiala	lkm	% HTP (1)			
			≤10	>10	>50	>100
31	muu sähkökoneiden ja -laitteiden valmistus	2	2			
32	radio-, televisio- ja tietoliikennevälineiden valmistus	20	11	9		
33	lääkintäkojeiden, hienomekaanisten kojeiden ja optisten instrumenttien sekä kellojen valmistus	7	5		2	
34	autojen ja perävaunujen valmistus	7	3			4
35	muu kulkuneuvojen valmistus	35	10	5	1	19
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	29	20	7	1	1
45	rakentaminen	18	4	12	2	
50	moottoriajoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto sekä polttoaineen vähittäismyynti	3	2	1		
71	kulkuneuvojen, koneiden ja laitteiden vuokraus ilman käyttäjää sekä kotitaloustavaroiden vuokraus	26	5	17	3	1
73	tutkimus ja kehittäminen	31	15	9	3	4
75	julkinen hallinto ja maanpuolustus; pakollinen sosiaalivakuutus	5	5			
85	terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	23	21	2		
90	ympäristöhuolto	30	18	7	2	3
92	virkestys-, kulttuuri- ja urheilutoiminta	3	1	2		
	yhteensä	673	362	205	36	70
	%	100	54	30	5	10

Liutiinbensiinit, joiden aromaattisten hiilivetyjen osuus < 1 % ja kiehumisväli 80–110 °C

Ilmamittaukset



Liutiinbensiinien luokitteluperusteet ja HTP-arvot muuttuivat vuonna 2007. Vertailuarvona on tässä käytetty ryhmien 1 ja 5 HTP-arvoa 500 mg/m<sup>3</sup>. Näille ryhmille aromaattipitoisuus on < 1 % ja heksaanipitoisuus < 5 %. HTP-arvon ylittäviä pitoisuuksia todettiin liimaustyössä (ajoneuvojen verhoilu; jalkineiden valmistus).

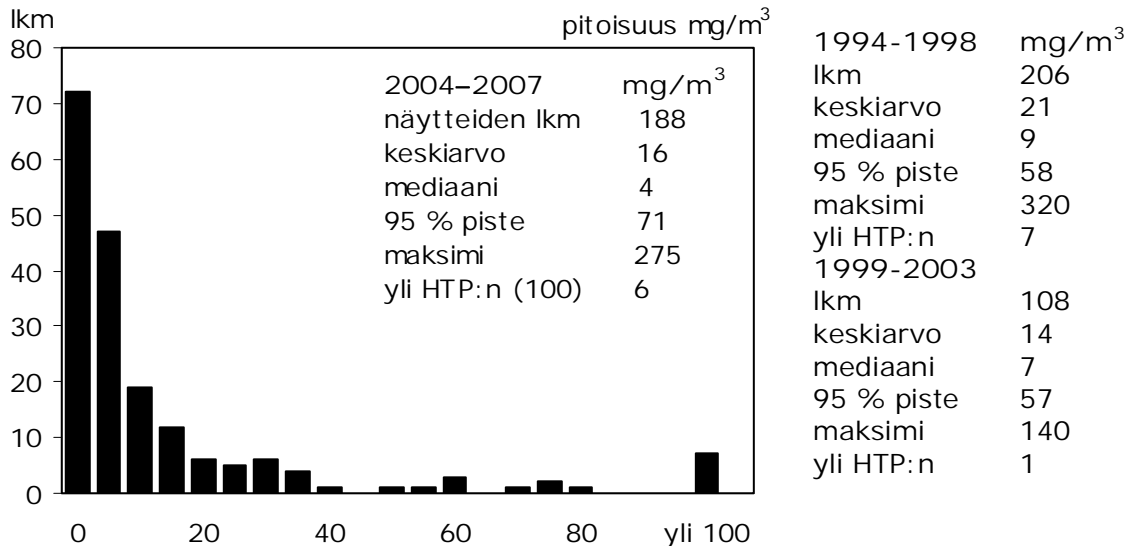
Ilman liutiinbensiinien (aromaattiset hiilivedyt < 1 %, kiehumisväli 80–110 °C) mittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07

tol	toimiala	lkm	% HTP (500 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
19	parkitseminen ja muu nahan valmistus; laukujen ja jalkineiden valmistus	9		4	3	2
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	4	4			
22	kustantaminen, painaminen ja tallenteiden jäljentäminen	10	10			
24	kemikaalien, kem. tuott. ja tekokuitujen valm.	23	22	1		
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	20	15	5		
28	metallituotteiden valm. pl. koneet ja laitteet	12	11		1	
29	koneiden ja laitteiden valmistus	14	8	5	1	
34	autojen ja perävaunujen valmistus	13	5	2	3	3
35	muu kulkuneuvojen valmistus	18	17		1	
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	12	7	5		
50	mootoriajoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto sekä polttoaineen vähittäismyynti	22	13	6	1	2
71	kulkuneuv., koneiden ja laitteiden vuokraus ilman käyttäjää sekä kotitaloustav. vuokraus	25	25			
90	ympäristöhuolto	21	21			
92	virkistys-, kulttuuri- ja urheilutoiminta	4	4			
	muut toimialat	5	5			
	yhteensä	212	167	28	10	7
	%	100	79	13	5	3



Liutotinbensiinit, joiden aromaattisten hiilivetyjen osuus 100 % ja kiehumisväli 110 °C–

Ilmamittaukset



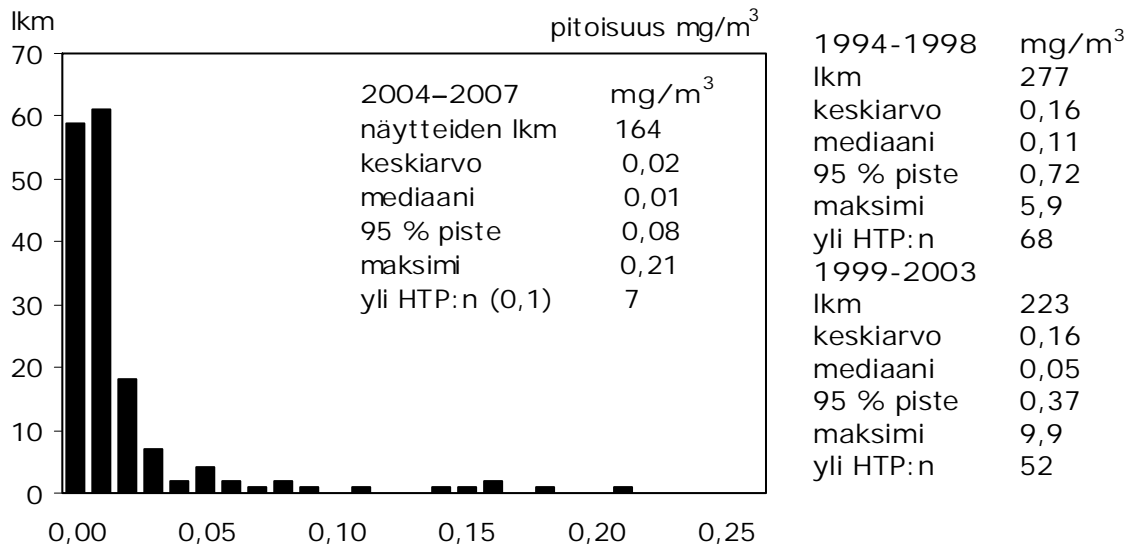
Liutotinbensiinien luokitteluperusteet ja HTP-arvot muuttuivat vuonna 2007. Vertailuarvona on tässä käytetty ryhmän 3 (aromaattipitoisuus > 25 %) HTP-arvoa 100 mg/m<sup>3</sup>. HTP-arvon ylittäviä pitoisuuksia mitattiin metallin maalauksessa ja seripainossa.

Ilman liutotinbensiinien (aromaattiset hiilivedyt 100 %, kiehumisväli 110 °C–) mittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07

tol	toimiala	lkm	% HTP (100 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	6	6			
22	kustantaminen, painaminen ja tallenteiden jäljentäminen	18	6	10	2	
24	kemikaalien, kem. tuott. ja tekokuitujen valm.	24	19	5		
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	9	7	2		
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	17	6	2	6	3
27	metallien jalostus	7	6	1		
28	metallituotteiden valm. pl. koneet ja laitteet	38	26	9	1	2
29	koneiden ja laitteiden valmistus	9	7	1		1
32	radio-, televisio- ja tietoliikennevääl. valmistus	5	3	2		
34	autojen ja perävaunujen valmistus	4	4			
35	muu kulkuneuvojen valmistus	2		2		
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	12	11	1		
45	rakentaminen	5	5			
50	mootoriajoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto sekä polttoaineen vähittäismyynti	28	24	4		
75	julkinen hallinto ja maanpuolustus; pakollinen sosiaalivakuutus	2	2			
80	koulutus	2	2			
	yhteensä	188	134	39	9	6
	%	100	71	21	5	3

## Lyijy

## Ilmamittaukset



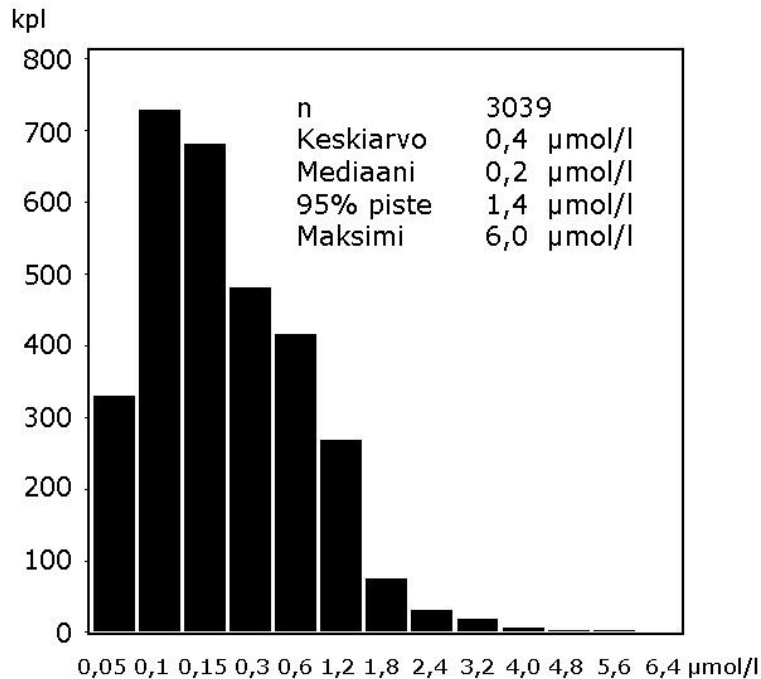
Lyijylle on asetettu sitova raja-arvo 0,1 mg/m<sup>3</sup>. Raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia mitattiin muovituotteiden valmistuksessa, kierrätyksessä, tutkimusnäytteiden jauhatuksessa ja metallien jalostuksessa.

## Ilman lyijymittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07

tol	toimiala	lkm	% HTP (0,1 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
13	metallimalmien louhinta	15	15			
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	14	10	2		2
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	5	2	3		
27	metallien jalostus	10		5	4	1
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	10	5	5		
29	koneiden ja laitteiden valmistus	5	4	1		
32	radio-, televisio- ja tietoliikennevälineiden valmistus	9	9			
34	autojen ja perävaunujen valmistus	10	7	1	2	
35	muu kulkuneuvojen valmistus	1	1			
37	kierrätys	17	7	9		1
45	rakentaminen	19	15	4		
51	agentuuritoiminta ja tukkukauppa pl. moottoriajoneuvojen kauppa	3	2		1	
71	kulkuneuvojen, koneiden ja laitteiden vuokraus ilman käyttäjää sekä kotitaloustavaroiden vuokraus	2	1		1	
73	tutkimus ja kehittäminen	8	5	1		2
74	muu liike-elämää palveleva toiminta	17	12	4		1
90	ympäristönhuolto	19	15	4		
	yhteensä	164	110	39	8	7
	%	100	67	24	5	4

## Lyijyn biologiset altistumismittaukset

## Veren lyijy, B-Pb



Altistumattomien viiteraja	0,3 µmol/l
Toimenpideraja	1,4 µmol/l *
Raskauden aikana ei tule ylittää viiterajaa	0,3 µmol/l

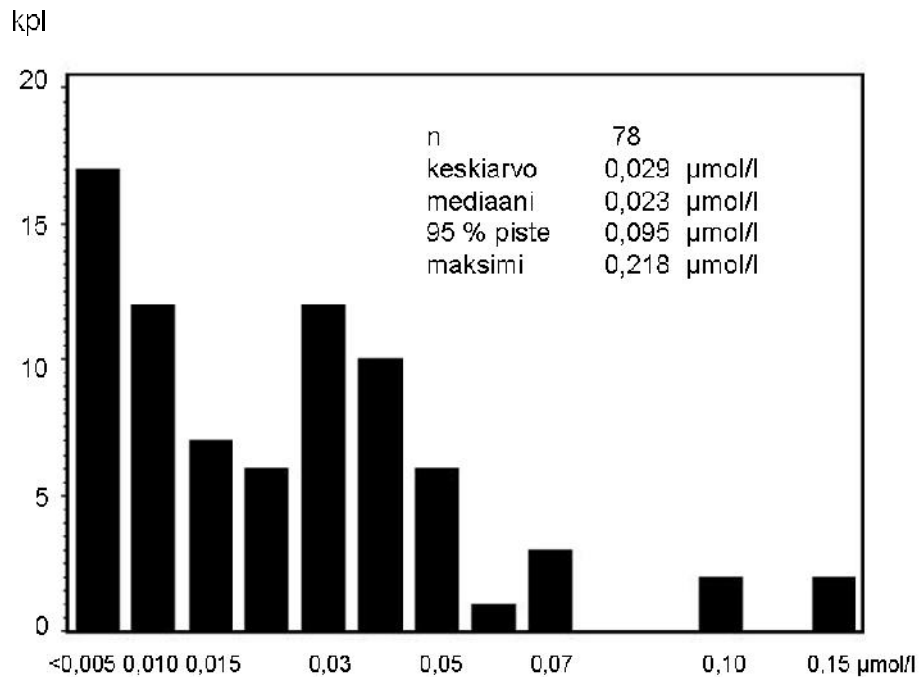
\*Toimenpideraja on muuttunut vuoden 2007 alusta. Tarkastelu on tehty tämän rajan mukaisesti.

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 2246 kpl. Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. sorvaajilla, valimotyöntekijöillä, valajilla ja sulattajilla, saastuneen maan käsittelyssä, ampumaradalla, lasiteollisuudessa, lentokonemekaanikoilla, huoltomiehillä, asentajilla, varastomiehillä, laitosmiehillä sekä työnjohtotehtävissä.

Toimenpideraja ylittyi 160 näytteessä mm. asennustöissä, ampumaradalla ja sorvauksessa ja erilaisissa töissä valimossa.

Lyijylle altistuu Suomessa noin 4500 työntekijää. Altistuneiden määrä on vähentynyt merkittävästi viimeisen kymmenen vuoden aikana. Voimakkaimmin altistuneita ovat valimotyöntekijät, sulatto- ja sulatusuunityöntekijät sekä hitsaajat ja kaasunleikkaajat. Valtioneuvoston päätöksen mukaan työntekijää, jonka veren lyijypitoisuus ylittää 2,4 µmol/l, ei saa käyttää työssä, jossa altistutaan lyijylle. Jos työpaikalla yhdenkin työntekijän veren lyijypitoisuus ylittää 1,9 µmol/l, työnantajan tulee kiinnittää erityistä huomiota lyijyn mahdollisesti aiheuttamiin terveyshaittoihin. Useissa tutkimuksissa on todettu lieviä keskushermostovaikutuksia veren lyijypitoisuuden ylittäessä 1,4 µmol/l. Työterveyslaitos pitää tätä pitoisuutta toimenpiderajana. Valtioneuvoston asetuksen 1335/2004 mukaan lyijyn ja sen johdannaisten voidaan arvioida vaarantavan äidin tai sikiön terveyden. Täten niille ei tule altistua raskauden aikana eli veren lyijypitoisuus ei saa ylittää altistumattomien viiterajaa 0,3 µmol/l.

## Virtsan lyijy, U-Pb

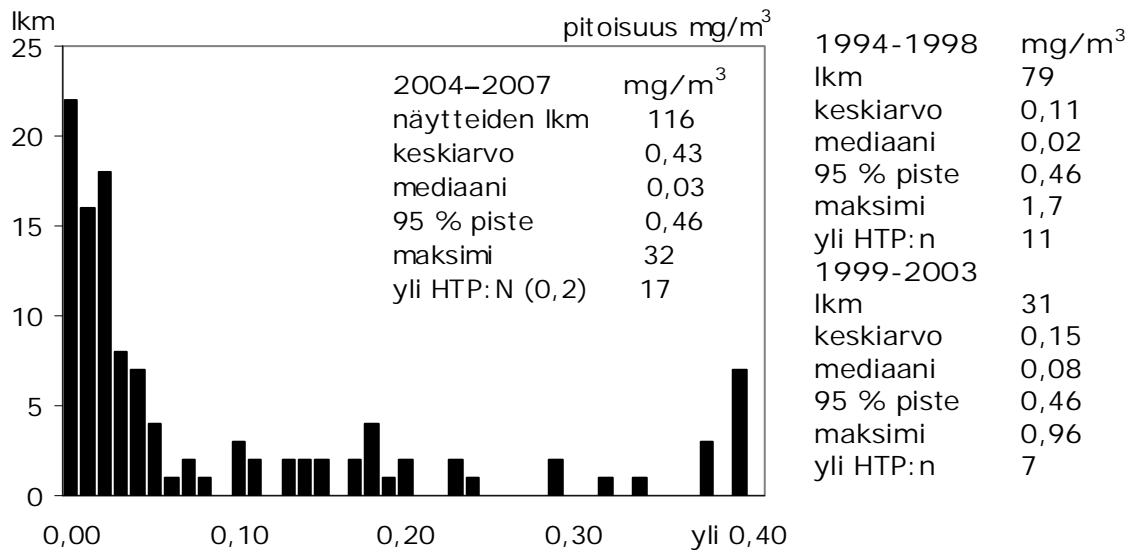


Altistumattomien viiteraja	0,015 µmol/l
Toimenpideraja	0,1 µmol/l
Raskauden aikana ei tule ylittää viiterajaa	0,015 µmol/l

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 44 kpl. Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. autokorjaamotyössä, hitsauksessa, maalauksessa, laboratoriotyössä, lasinvalmistuksen eri tehtävissä, saastuneenmaan käsittelyssä ja kuormauksessa, säiliön puhdistuksessa ja silkkipainajalla.

Toimenpideraja ylittyi yhdessä näytteessä saastuneen maan käsittelyssä.

Virtsan lyijymittausta käytetään lähinnä alkyylilyijyaltistumisen arvioimisessa.

**Mangaani**
**Ilmamittaukset**


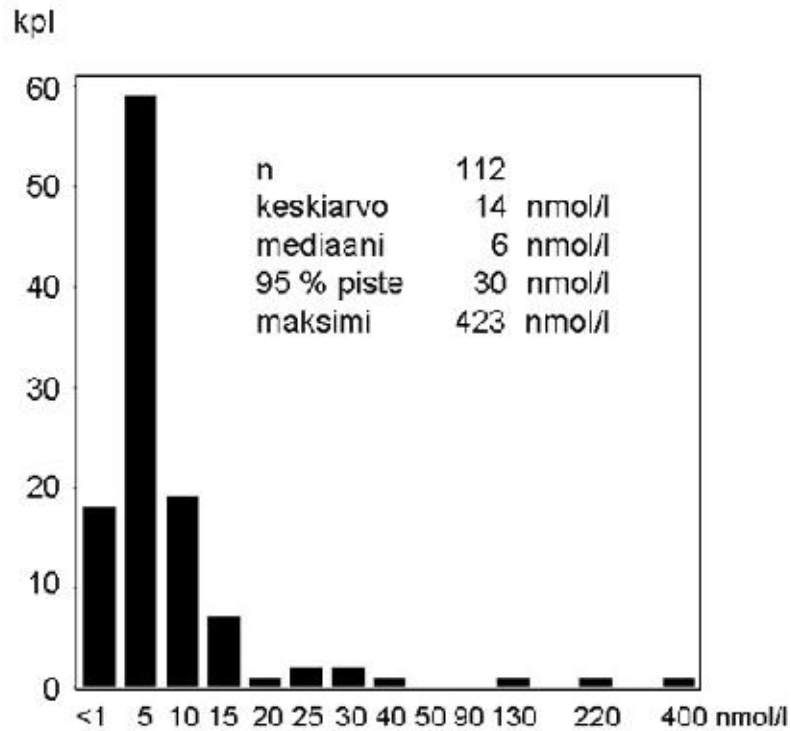
HTP-arvon ylittäviä mangaanipitoisuuksia mitattiin metalli- ja konepajateoliisuudessa hitsauksessa ja polttoleikkauksessa sekä valimon puhdistamossa.

**I ilman mangaanimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (0,2 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	3	3			
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	3		2	1	
27	metallien jalostus	37	14	14	6	3
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	44	18	13	8	5
29	koneiden ja laitteiden valmistus	20	13	2	1	4
35	muu kulkuneuvojen valmistus	6			1	5
60	maaliikenne; putkijohtokuljetus	3	3			
	yhteensä	116	51	31	17	17
	%	100	44	27	15	15

Mangaanin biologiset altistumismittaukset

Virtsan mangaani, U-Mn

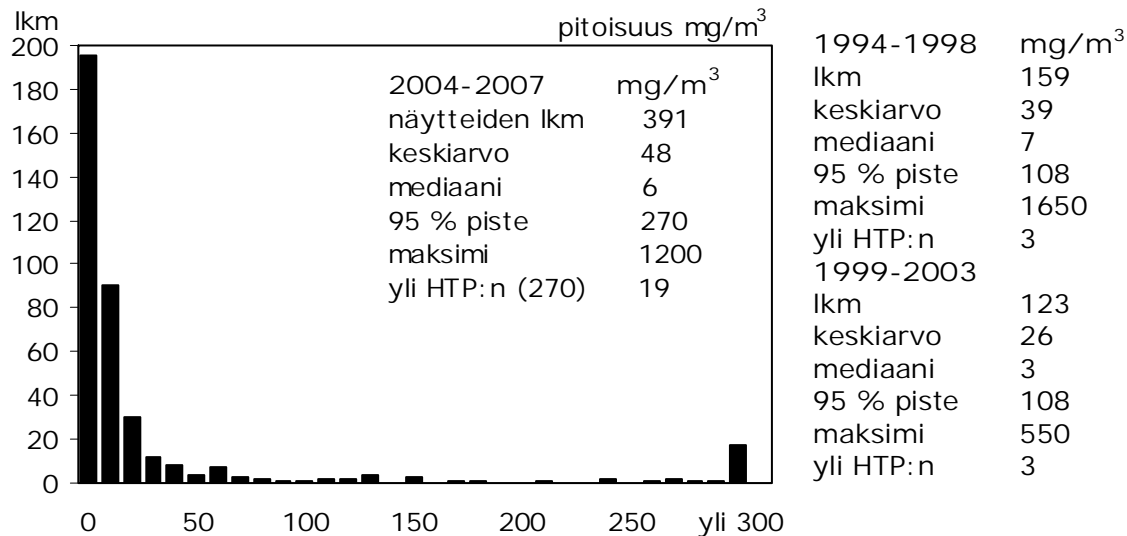


Altistumattomien viiteraja  
Toimenpideraja

40 nmol/l  
ei ole asetettu.  
Mangaaniteräksen hitsauksessa  
ja alkaliparistojen tuotannossa  
työtekijöiden keskimääräiset  
mangaanipitoisuudet ovat olleet  
alle 50 nmol/l.

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 3 kpl, jotka kaikki ylittivät yli 100 nmol/l. Työntekijät altistuivat hitsaustyössä.

Mangaania on seosyhdisteenä erilaisissa metalliseoksissa.

**Metanoli**
**Ilmamittaukset**


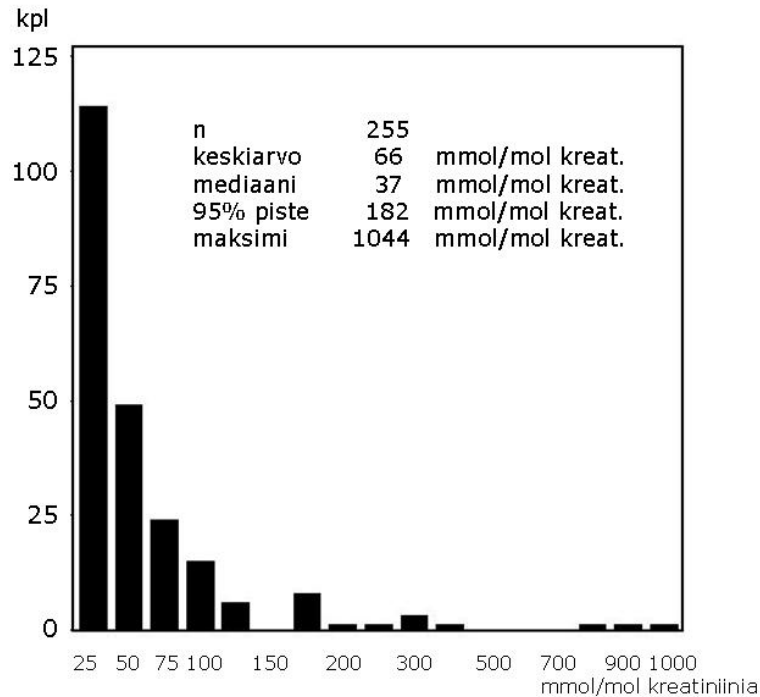
HTP-arvon ylityksiä mitattiin lääketehtaalla, jäteveden puhdistamolla huoltotyössä, lasinpesunesteiden valmistuksessa ja ajoneuvojen varusteiden vähittäiskaupassa.

**Iltan metanolimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (270 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
17	tekstiilien valmistus	1	1			
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	56	48	8		
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	81	73	6	2	
22	kustantaminen, painaminen ja tall. jäljentäm.	1	1			
23	koksin, öljytuott. ja ydinpolttoaineen valm.	1	1			
24	kemikaalien, kem. tuott. ja tekokuitujen valm.	115	87	16	6	6
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	2	2			
27	metallien jalostus	3	3			
32	radio-, televisio- ja tietoliikennevääl. valmistus	1	1			
50	mootoriajoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto sekä polttoaineen vähittäismyynti	13		1	1	11
51	agentuuritoiminta ja tukkukauppa	11	8	2	1	
52	vähittäiskauppa; kotitaloustavaroiden korjaus	3	3			
60	maaliikenne; putkijohtokuljetus	31	28	3		
63	liikennettä palveleva toim. ja matkatoimistot	19	14	4	1	
64	posti- ja teleliikenne	9	8	1		
73	tutkimus ja kehittäminen	12	11	1		
74	muu liike-elämää palveleva toiminta	1	1			
85	terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	18	16	2		
90	ympäristöhuolto	1	1			2
92	virkestys-, kulttuuri- ja urheilutoiminta	56	48	8		
	yhteensä	391	317	44	11	19
	%	100	81	11	3	5

Metanolin, muurahaishapon biologiset altistumismittaukset

Virtsan muurahaishappo, U-Formia



Altistumattomien viiteraja  
Toimenpideraja

70 mmol/mol kreatiniinia  
200 mmol/mol kreatiniinia

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 52 kpl. Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. laboratoriotyössä.

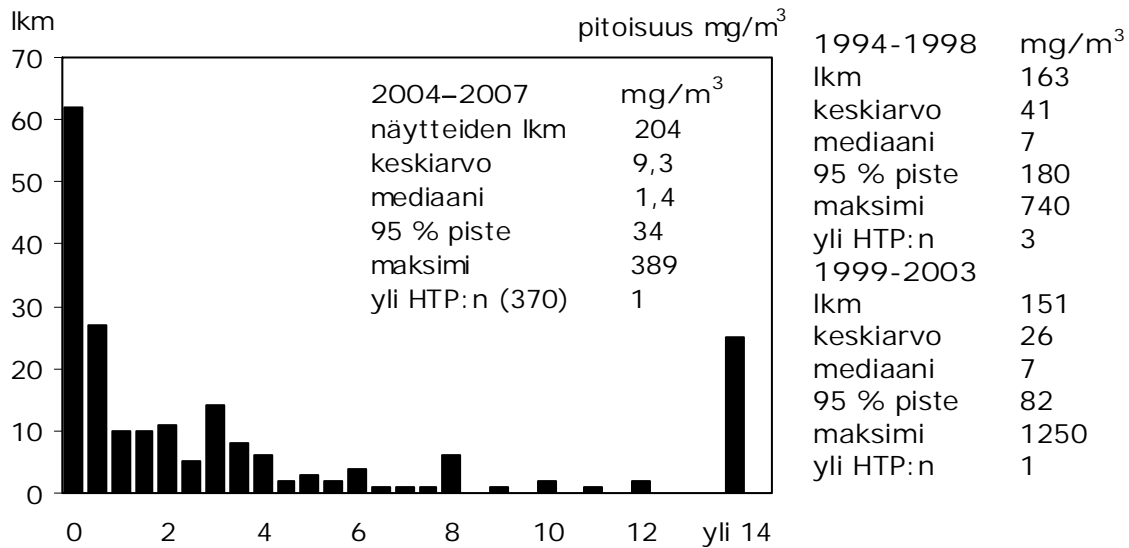
Toimenpideraja ylityksiä oli 9 kpl.

Metanoli imeytyy erittäin hyvin ihon läpi ja ihon suojaukseen kannattaa kiinnittää erityistä huomiota. Suojakäsineiden sopivuus kannattaa tarkastaa ennen metanolityöhön lähtemistä.



## 1-Metoksi-2-propanoli eli propyleeniglykolimonometyylietteri

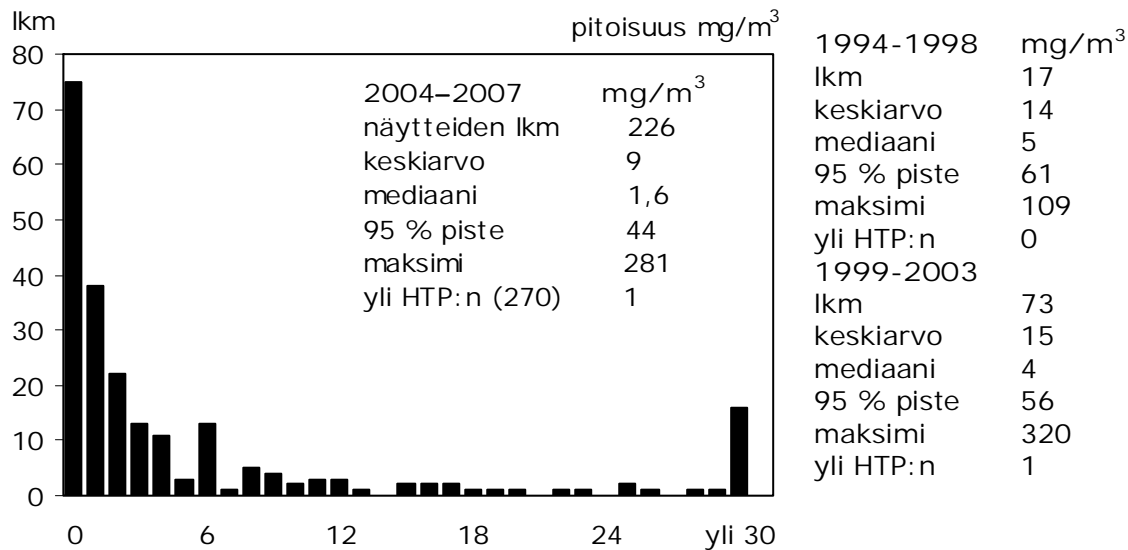
## Ilmamittaukset



96 % tuloksista oli alle 10 % HTP-arvosta. HTP-tasoinen tulos mitattiin painosta lakkaamisen aikana ja 0,75 x HTP-arvosta maalaustyöstä.

## Ilman metoksiopropanolimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07

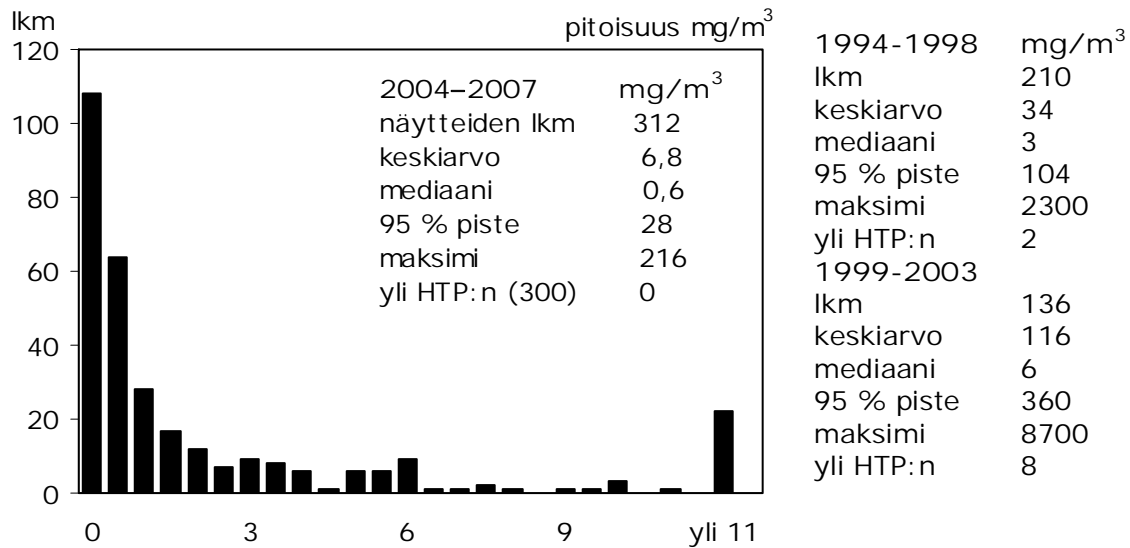
tol	toimiala	lkm	% HTP (370 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
14	muu mineraalien kaivu	6	6			
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	31	31			
22	kustantaminen, painaminen ja tallent. jälj.	14	13			1
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko-kuitujen valmistus	34	34			
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	12	12			
27	metallien jalostus	8	8			
28	metallituotteiden valm. pl. koneet ja laitteet	23	19	4		
29	koneiden ja laitteiden valmistus	6	5		1	
32	radio-, televisio- ja tietoliikennevääl. valmistus	14	14			
34	autojen ja perävaunujen valmistus	6	3	3		
35	muu kulkuneuvojen valmistus	4	4			
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	12	12			
45	rakentaminen	4	4			
50	moottorijoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto sekä polttoaineen vähittäismyynti	6	6			
63	liikennettä palveleva toiminta; matkatoimistot	3	3			
85	terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	5	5			
90	ympäristöhuolto	9	9			
14	muu mineraalien kaivu	6	6			
	muut toimialat	5	5			
	yhteensä	204	195	7	1	1
	%	100	96	3	0	0,5

1-Metoksi-2-propyyliasettaatti eli propyleeniglykolimonometyylietteriasetaatti  
 Ilmamittaukset


92 % tuloksista oli alle 10 % HTP-arvosta. HTP-arvo ylittyi metallipainossa seulan pesun aikana ja 0,7 x HTP:n pitoisuus mitattiin maalaustyössä.

Ilman 1-metoksi-2-propyyliasettaattimittaukset toimialoittain ja pitoisuusja-kauma 2004–07

tol	toimiala	lkm	% HTP (270 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
14	muu mineraalien kaivu	6	6			
17	tekstiilien valmistus	17	16	1		
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	8	8			
22	kustantaminen, painaminen ja tallent.jälj.	22	15	6		1
24	kemikaalien, kem. tuott. ja tekokuitujen valm.	39	39			
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	6	6			
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	4	4			
28	metallituotteiden valm. pl. koneet ja laitteet	24	23	1		
29	koneiden ja laitteiden valmistus	5	5			
32	radio-, televisio- ja tietoliikenneväl. valmistus	10	10			
35	muu kulkuneuvojen valmistus	9	9			
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	8	7	1		
45	rakentaminen	8	4	3	1	
50	mootoriajoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto sekä polttoaineen vähittäismyynti	27	23	4		
71	kulkuneuv., koneiden ja laitteiden vuokraus ilman käyttäjää sekä kotitaloustav. vuokraus	18	18			
90	ympäristöhuolto	6	6			
92	virkestys-, kulttuuri- ja urheilutoiminta	3	3			
	muut toimialat	6	6			
	yhteensä	226	208	16	1	1
	%	100	92	7	0,4	0,4

**Metyylietyyliketoni eli 2-butanoni**
**I Imamittaukset**


Metyylietyyliketonille on asetettu vain 15 min HTP-arvo. Valtaosa (95 %) tuloksista oli alle 10 % HTP-arvosta. 0,5–1 x HTP -tasoisia pitoisuuksia mitattiin maalitehtaalla ja lentokoneiden kokoonpanossa sekä jätteenkäsittelylaitoksella (suojaimen ulkopuolelta).

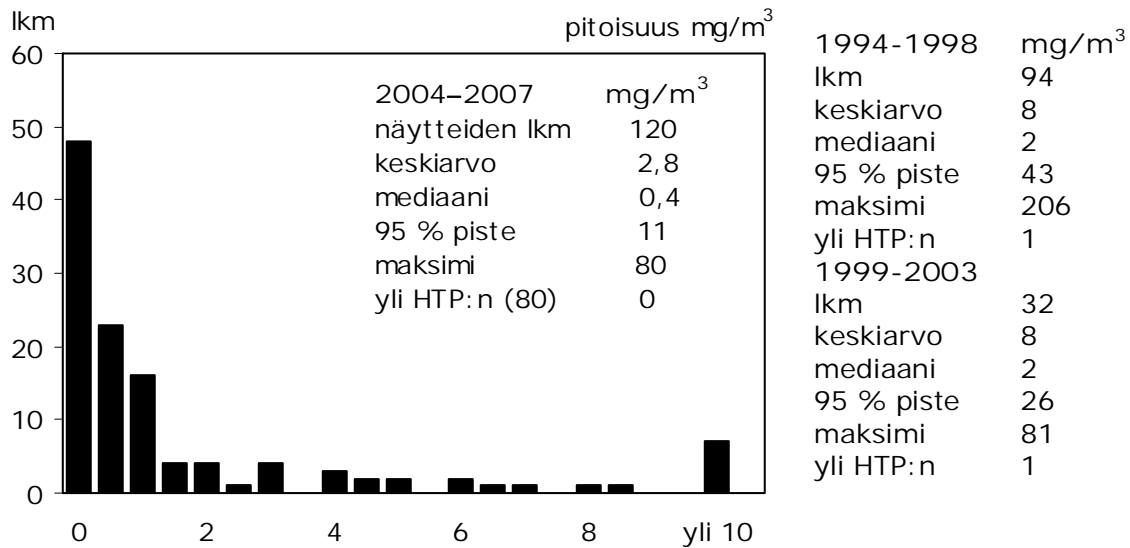
**I Ilman 2-butanonimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP <sub>15 min</sub> (300 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
01	maatalous, riistatalous ja niihin liittyvät palvelut	5	5			01
17	tekstiilien valmistus	3	3			17
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	5	5			20
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	26	26			21
22	kustantaminen, painaminen ja tallenteiden jäljentäminen	21	20	1		22
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko-kuitujen valmistus	81	75	5	1	24
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	18	17	1		25
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	10	10			26
27	metallien jalostus	3	3			27
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	14	14			28
29	koneiden ja laitteiden valmistus	9	8	1		29
31	muu sähkökoneiden ja -laitteiden valmistus	1	1			31
32	radio-, televisio- ja tietoliikennevälineiden valmistus	9	8	1		32
33	lääkintäkojeiden, hienomekaanisten kojeiden ja optisten instrumenttien sekä kellojen valmistus	5	4	1		33
34	autojen ja perävaunujen valmistus	3	2	1		34
35	muu kulkuneuvojen valmistus	31	29	1	1	35

tol	toimiala	lkm	% HTP <sub>15 min</sub> (300 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	19	19			36
45	rakentaminen	4	4			45
50	mootoriajoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto sekä polttoaineen vähittäismyynti	3	3			50
71	kulkuneuvojen, koneiden ja laitteiden vuokraus ilman käyttäjää sekä kotitaloustavaroiden vuokraus	15	15			71
80	koulutus	3	3			80
85	terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	1	1			85
90	ympäristönhuolto	23	21		2	90
	yhteensä	312	296	12	4	0
	%	100	95	4	1	0

#### Metyylietyyliketonin biologiset altistumismittaukset

Metyylietyyliketonia mitattiin 2004–2007 välisenä aikana 15 henkilöstä. Keskiarvopitoisuus oli 1,1 µmol/l, mediaani 0,7 µmol/l ja maksimipitoisuus 3 µmol/l. Altistumattomien viiteraja on 1,5 µmol/l ja toimenpideraja 20 µmol/l. Raskauden aikana toimenpiderajana käytetään 3,5 µmol/l.

**Metyyli-isobutyryliketoni eli 4-metyyli-2-pentanoni**
**Ilmamittaukset**


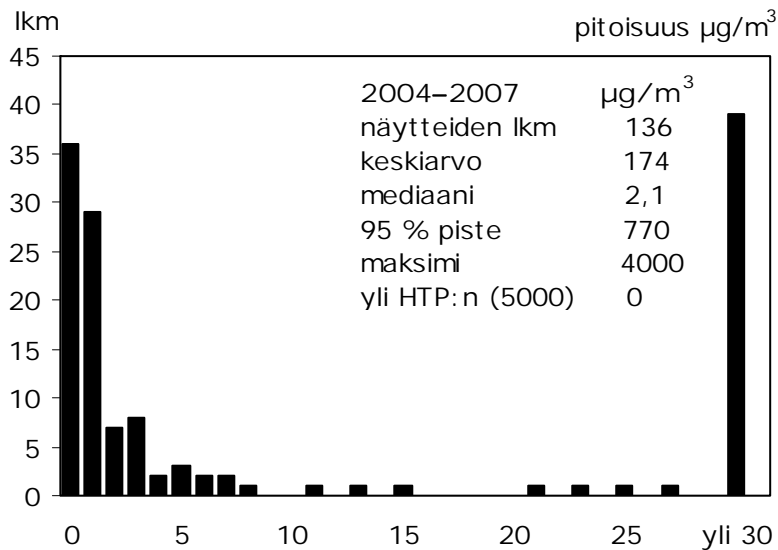
Metyyli-isobutyryliketonin (4-metyyli-2-pentanonin) tuloksista 93 % oli alle 10 % HTP-arvosta. HTP-pitoisuutta vastaava tulos mitattiin liimauksesta (tol 29).

**I ilman metyyli-isobutyryliketonimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (80 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
14	muu mineraalien kaivu	5	5			
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	10	10			
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	1	1			
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko-kuitujen valmistus	20	18	2		
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	18	18			
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	2	2			
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	21	16	5		
29	koneiden ja laitteiden valmistus	4	3		1	
35	muu kulkuneuvojen valmistus	3	3			
45	rakentaminen	1	1			
50	mootoriajoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto sekä polttoaineen vähittäismyynti	15	15			
66	vakuutustoiminta pl. pakollinen sosiaalivakuutus	2	2			
73	tutkimus ja kehittäminen	2	2			
80	koulutus	1	1			
85	terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	2	2			
90	ympäristönhuolto	13	13			
	yhteensä	120	112	7	1	0
	%	100	93	6	1	0

## Naftaleeni, haihtuvat

## Ilmamittaukset



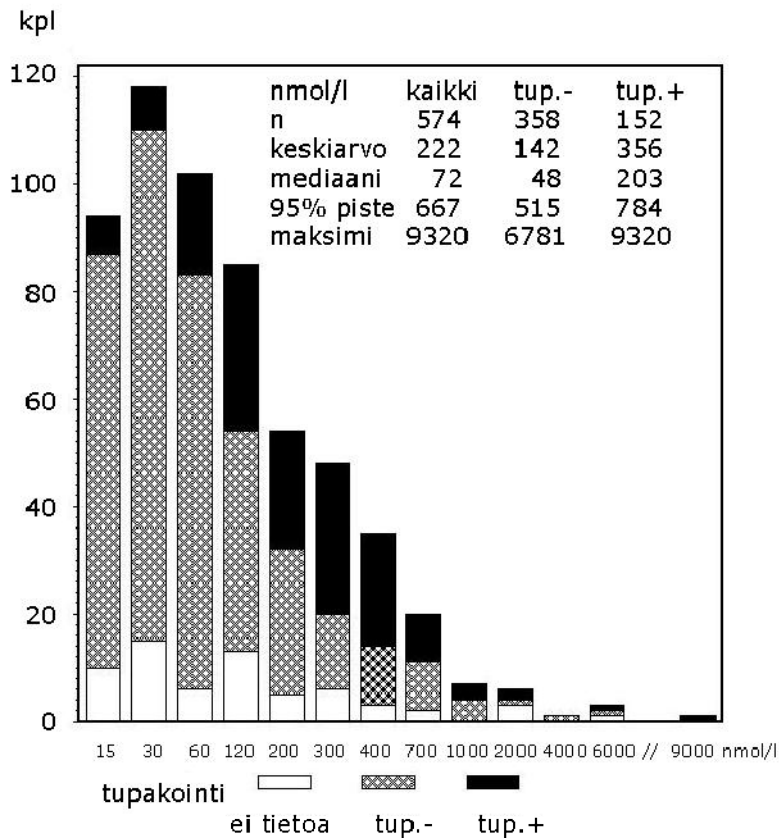
Naftaleenia mitataan tavallisesti yhtenä komponenttina PAH-seosten (polysykliset aromaattiset hiilivedyt) haihtuvasta jakeesta. 90 % mittaustuloksista oli alle 10 % HTP-arvosta. Korkein pitoisuus (0,8 x HTP) mitattiin kyllästämössä. 0,1-0,5 x HTP-tasoisia pitoisuuksia esiintyi kyllästämössä, ratakiskojen hitsauksessa ja kokoonpanossa, antennien valmistuksessa (liuottimen osana) sekä yhdessä näytteessä purkutyössä rakennusalalla.

## Ilman naftaleenimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07

tol	toimiala	lkm	% HTP (5000 µg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
17	tekstiilien valmistus	2	2			
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	16	10	5	1	
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	21	21			
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	4	4			
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	9	9			
27	metallien jalostus	7	7			
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	8	8			
29	koneiden ja laitteiden valmistus	8	8			
32	radio-, televisio- ja tietoliikennevälineiden valmistus	12	5	7		
35	muu kulkuneuvojen valmistus	10	10			
45	rakentaminen	23	22	1		
60	maaliikenne; putkijohtokuljetus	5	1	4		
74	muu liike-elämää palveleva toiminta	1	1			
	yhteensä	136	118	17	1	0
	%	100	87	13	1	0

Naftaleenin biologiset altistumismittaukset

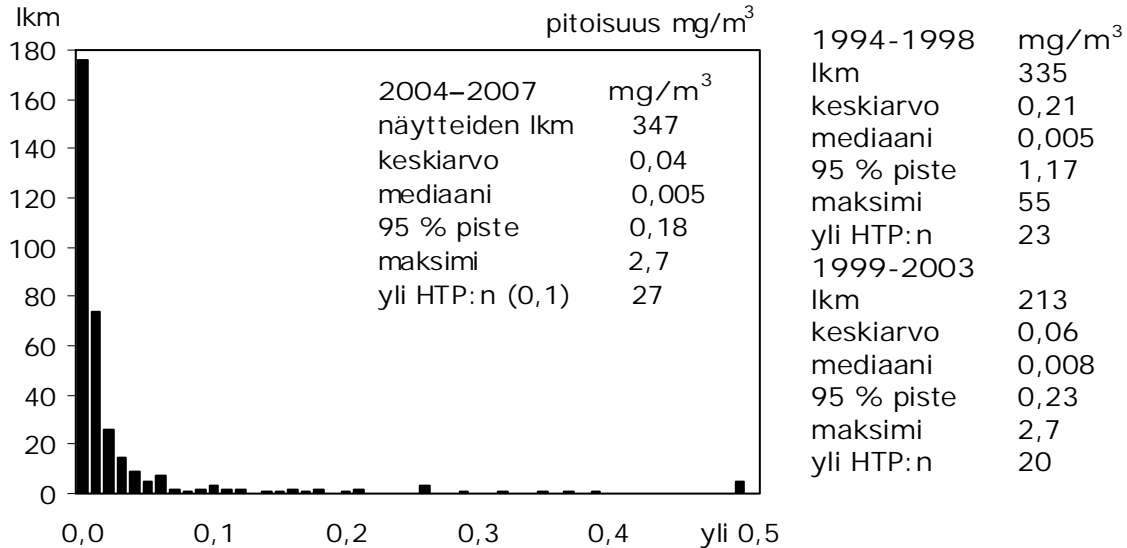
Virtsan naftoli, U-Naftol



Altistumattomien viiteraja	30 nmol/l tupakoimattomat
Toimenpideraja	300 nmol/l tupakoivat
Raskauden aikana ei tule altistua PAH-seoksille	ei ole asetettu

Altistumattomien viiterajan (30 nmol/l) ylityksiä mitattiin 430 kpl. Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. ajoneuvojen koekäytössä, asfaltti-, kyllästys- ja sulatustyössä, erilaisissa purkutöissä, lentokonemekaanikoilla, polttoainesäiliön huoltotöissä, ratapölkkyjen kunnostus- ja käsittelytöissä ja saastuneen maan käsittelyssä.

Suurimmat pitoisuudet mitattiin kyllästys-, säiliö- ja siivoustöissä. Suurin mitattua arvo oli 9320 nmol/l siivoustöissä. Naftaleeni on merkittävä haihtuva ainesosa PAH-seoksissa, mm. kivihiilitervassa, kreosoottijälessä ja asfalttimassoissa. Tulokset on raportoitu vain iltanäytteistä.

**Nikkeli**
**Ilmamittaukset**


Nikkelin HTP-arvo on 1 mg/m<sup>3</sup> ja nikkelyhdisteiden 0,1 mg/m<sup>3</sup>. Hitsauksessa syntyy nikkelyhdisteitä, mutta koska myös metallin työstössä katsotaan syntyvän nikkelyhdisteitä nikkelimetallipölyn lisäksi, on tässä käytetty vertailuarvona nikkelyhdisteiden HTP-arvoa. Tämän arvon ylittäviä pitoisuuksia mitattiin pääasiassa hitsaustyössä metallituotteiden valmistuksessa esim. konepajateollisuudessa, kulkuneuvojen valmistuksessa ja aseteollisuudessa. Myös metallin valussa, hionnassa ja pinnoituksessa mitattiin HTP-ylityksiä.

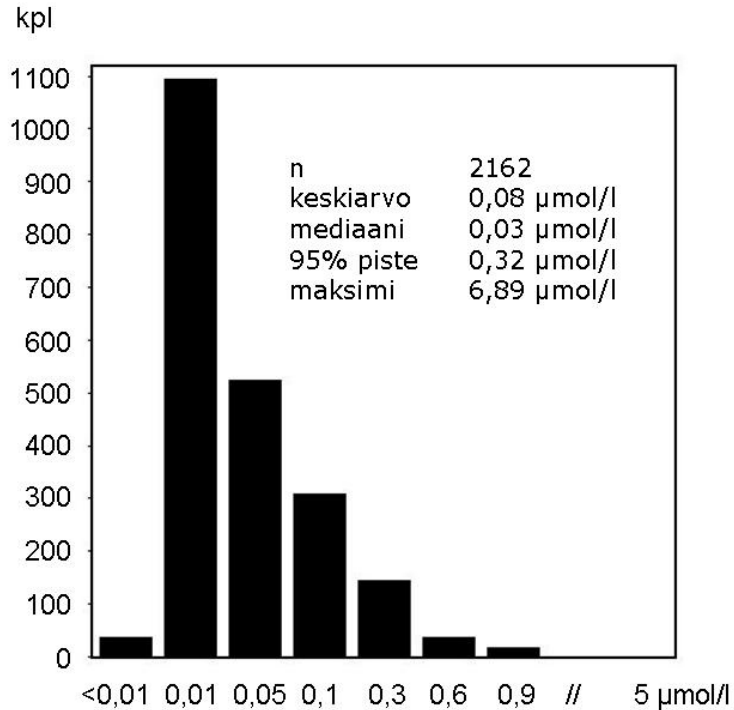
**Ilman nikkelimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (0,1 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
14	muu mineraalien kaivu	4	4			
15	elintarvikkeiden ja juomien valmistus	3	2	1		
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	3	3			
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	3	1	2		
27	metallien jalostus	59	37	20		2
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	133	67	47	9	10
29	koneiden ja laitteiden valmistus	77	46	12	7	12
31	muu sähkökoneiden ja -laitteiden valmistus	1	1			
32	radio-, televisio- ja tietoliikennevälineiden valmistus	13	13			
34	autojen ja perävaunujen valmistus	9	5	1	1	2
35	muu kulkuneuvojen valmistus	11	8	2		1
37	kierrätys	1	1			
45	rakentaminen	3	2	1		
74	muu liike-elämää palveleva toiminta	3	3			
90	ympäristönhuolto	24	22	2		
	yhteensä	347	215	88	17	27
	%	100	62	25	5	8



Nikkelin biologiset altistumismittaukset

Virtsan nikkeli, U-Ni



Altistumattomien viiteraja <sup>1</sup>	0,06 µmol/l
Toimenpideraja <sup>1</sup>	1,3 µmol/l altistuttaessa liu- koisille nikkeliyhdisteille
Suositusarvo ruostumattoman teräksen suoja- kaasuhitsaajille <sup>1</sup>	0,3 µmol/l
Raskauden aikana ei tule altistua nikkelille	

<sup>1</sup> Vuoden 2009 alusta lähtien sekä altistumattomien viiteraja että toimenpideraja on 0,05 µmol/l.

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 594 kpl. Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. lähinnä ruostumattoman teräksen asennus-, eristys-, hapotus-, hionta-, hitsaus-, huolto-, laboratorio-, levyseppähitsaajan ja plasmaleikkaajan töissä; pintakäsittelyn ja nikkelin puhdistuksen ja nikkeli tuotteiden valmistuksen eri vaiheissa.

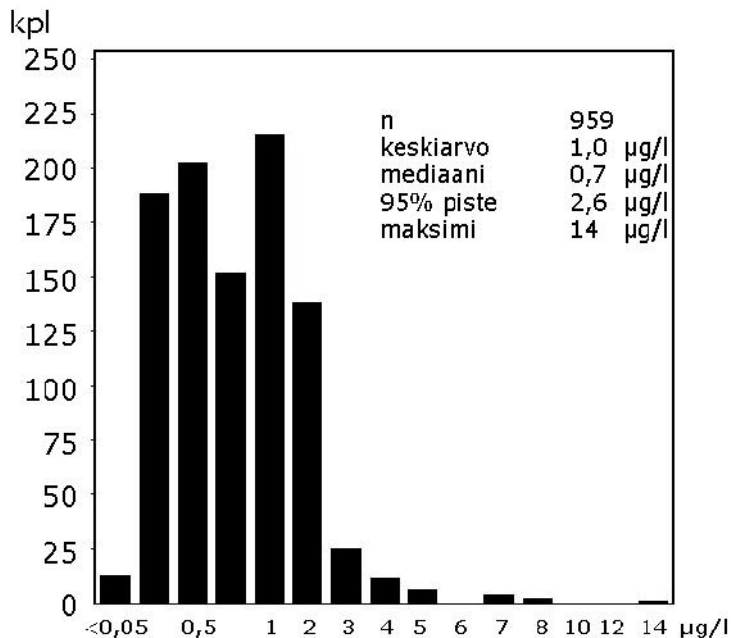
Toimenpideraja 1,3 µmol/l ylittyi kahdella henkilöllä, jotka työskentelivät nikkelin puhdistuksessa. Niukkaliukoisille nikkeliyhdisteille asetettu toimenpideraja 0,3 µmol/l ylittyi 81 henkilöllä, joista yksikään ei ollut hitsaaja.

Nikkelille altistuu Suomessa noin 29 000 henkilöä.

Polyklooratut bifenyylit (PCB)

Polykloorattujen bifenyyliden biologiset altistumismittaukset

Seerumin polyklooratut bifenyylit, fS-PCB



Altistumattomien viiteraja

Toimenpideraja

Raskauden aikana ei tule altistua PCB:lle

PCB-yhdisteiden summa 3 µg/l

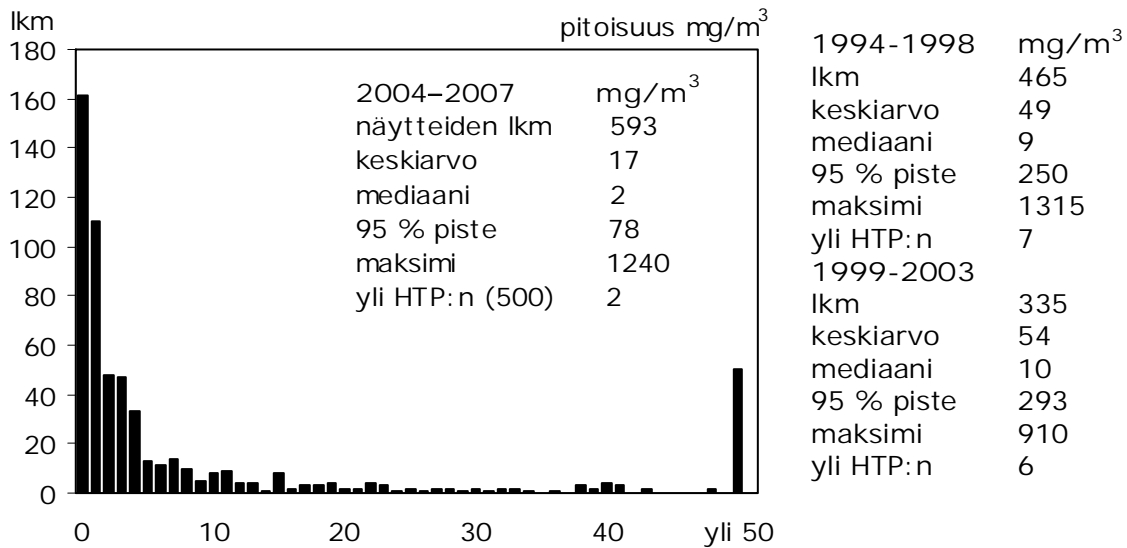
ei ole asetettu

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 34 kpl. Altistumattomien viiteraja ylittyi 37 henkilöllä ongelmajätteen ja saastuneen maan käsittelyssä sekä elementtisaumaus-työssä.

PCB-yhdisteet ovat kemiallisesti pysyviä, kertyvät elimistöön pitkäaikaisessa altistumisessa ja poistuvat hitaasti. Niiden käyttö on kielletty Suomessa v.1990 lähtien. PCB:lle voi silti altistua mm. ongelmajätteen käsittelyssä, remontoinnissa ja saastuneiden maa-alueiden puhdistuksessa.

Ilmamittaukset

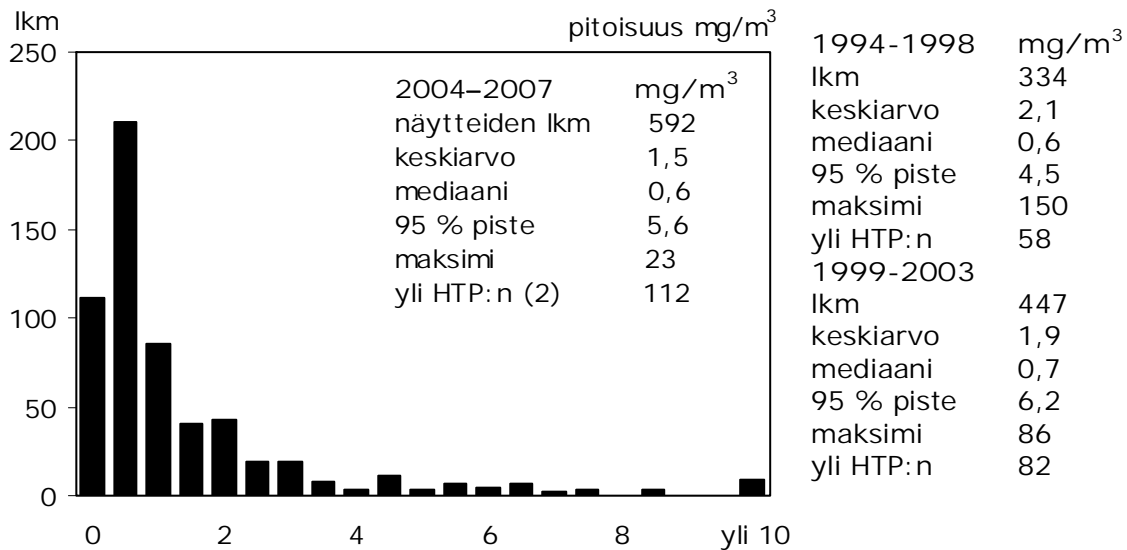
PCB:n ilmapitoisuuksia mitattiin vuosina 2004–2007 kahdessa kohteessa maaperän kunnostustyömaalla (n = 8). Pitoisuudet olivat hyvin pieniä, yleensä alle määräysrajan (< 0,001 mg/m<sup>3</sup>). HTP-arvo on 0,5 mg/m<sup>3</sup>.

**Propanoli**
**Ilmamittaukset**


Propanolin (n-propanoli, isopropanoli) mittaustuloksista 92 % oli alle 10 % HTP-arvosta. HTP-ylitykset mitattiin lääketeollisuudessa sekä liuotinpesun yhteydessä.

**Ilman propanolimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (500 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	39	39			
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	18	17	1		
22	kustantaminen, painaminen ja tallent. jälj.	68	56	12		
24	kemikaalien, kem. tuott. ja tekokuitujen valm.	99	93	6		
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	61	53	7		1
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	38	28	10		
28	metallituotteiden valm. pl. koneet ja laitteet	23	23			
29	koneiden ja laitteiden valmistus	18	18			
32	radio-, televisio- ja tietoliikennevääl. valmistus	19	16	3		
35	muu kulkuneuvojen valmistus	7	7			
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	46	46			
45	rakentaminen	7	7			
50	mootoriajoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto sekä polttoaineen vähittäismyynti	13	12	1		
71	kulkuneuv., koneiden ja laitteiden vuokraus ilman käyttäjää sekä kotitaloustav. vuokraus	23	23			
73	tutkimus ja kehittäminen	18	12	4	1	1
85	terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	8	8			
90	ympäristöhuolto	55	55			
	muut toimialat	33	31	2		
	yhteensä	593	544	46	1	2
	%	100	92	8	0	0,3

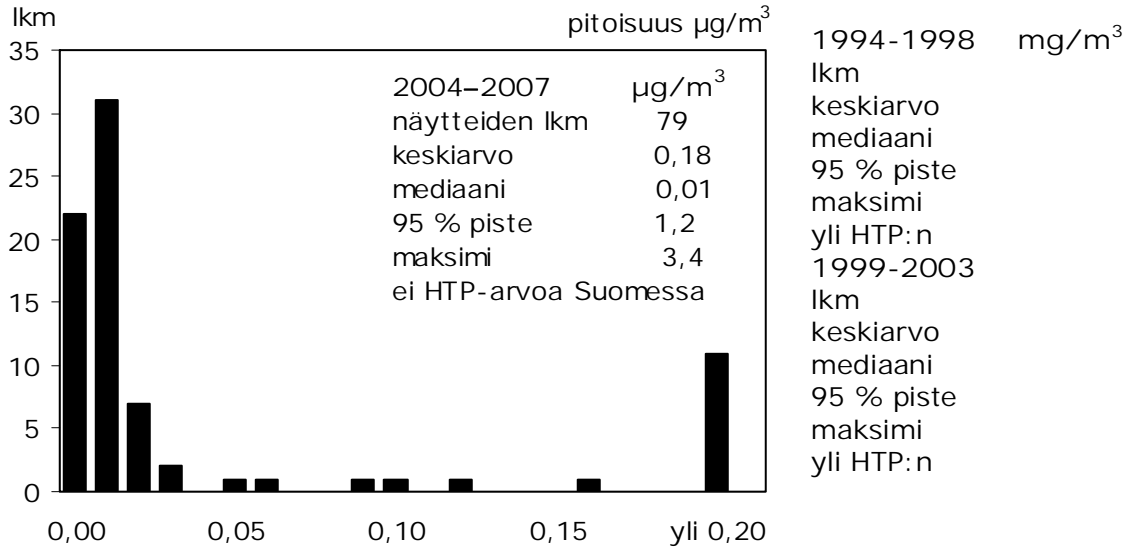
**Puupöly**
**Ilmamittaukset**


Puupölyä mitataan nykyään hengittyvänä pölynä, jolloin tulokset ovat noin kaksinkertaisia verrattuna vastaaviin kokonaispölynä mitattuihin pitoisuuksiin. Aiempana tarkastelujaksona 1999–2003 puupölyä mitattiin sekä hengittyvänä että kokonaispölynä. Jos verrataan v. 2004–2007 tuloksia aiempiin, on vertailuarvona vuosille 1999–2003 käytettävä hengittyvän puupölyn keskiarvopitoisuutta, joka oli 2,3 mg/m<sup>3</sup> (mediaani 1,1 mg/m<sup>3</sup>).

Puupölylle asetettiin oma HTP-arvo (2 mg/m<sup>3</sup>) vuonna 2007, aiemmin sovellettiin orgaanisen pölyn HTP-arvoa 5 mg/m<sup>3</sup>. Lisäksi uusilla ja uudistetuilla laitoksilla sovelletaan arvoa 1 mg/m<sup>3</sup>. Eniten mittauksia ja HTP-ylityksiä oli sahatavaran ja puutuotteiden valmistuksessa (tol 20). Mittausten lukumäärään nähden eniten HTP-ylityksiä oli koulujen puutyöluokissa (26 %).

**Iltan puupölymittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (2 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
02	metsätalous ja siihen liittyvät palvelut	5		1	1	3
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	450	76	211	79	84
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	28	11	15	1	1
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	6		1	1	4
27	metallien jalostus	1				1
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	28	5	16	6	1
40	sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto	4	1	3		
75	julkinen hallinto ja maanpuolustus; pakollinen sosiaalivakuutus	2	1	1		
80	koulutus	61	9	27	9	16
85	terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	4		1	1	2
92	virkestys-, kulttuuri- ja urheilutoiminta	3		1	2	
	yhteensä	592	103	277	100	112
	%	100	17	47	17	19

**Pyreeni, hiukkaset**
**Ilmamittaukset**


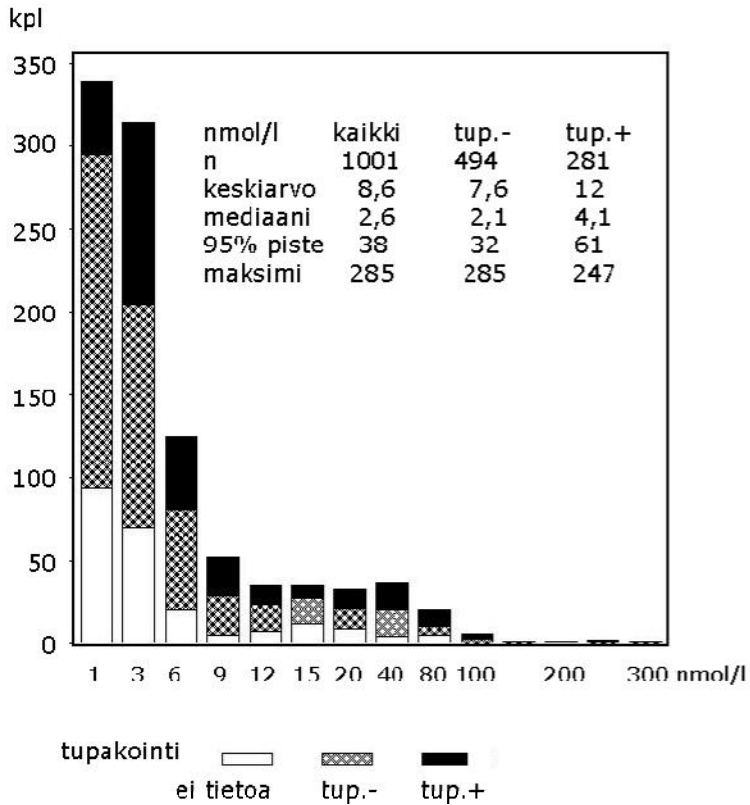
Pyreeni on ilmaan vaikeasti haihtuva PAH-yhdiste (polysyklinen aromaattinen hiilivety), joka esiintyy ilmassa lähinnä hiukkasjakeessa (näytteenkeräys suodattimelle). Aineelle ei ole HTP-arvoa. Korkein pyreenipitoisuus mitattiin kumin vulkanoinnissa. Kokonaisaltistumista pyreenille (lähinnä ilman ja ihon kautta) käytetään PAH-altistumisen mittarina ja tällöin mitataan virtsasta pyreenin aineenvaihduntatuotteen 1-pyrenolin pitoisuus.

**Ilman pyreenimittaukset toimialoittain 2004–07**

tol	toimiala	lkm
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	7
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	29
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	4
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	4
27	metallien jalostus	3
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	4
29	koneiden ja laitteiden valmistus	10
40	sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto	2
45	rakentaminen	8
75	julkinen hallinto ja maanpuolustus; pakollinen sosiaalivakuutus	6
90	ympäristöhuolto	2
	<b>yhteensä</b>	<b>79</b>

## Pyreenin biologiset altistumismittaukset

## Virtsan 1-pyrenoli, U-Pyr



Altistumattomien viiteraja

3,0 nmol/l

Toimenpideraja

ei ole asetettu

Raskauden aikana ei tule altistua PAH-seoksille

Altistumattomien viiterajan ylityksiä oli 455 kpl. Viiteraja ylittyi mm. koksaaamotyössä, kreosoottikyllästyksessä, ongelmajätteiden ja saastuneen maan siirrossa ja käsittelyssä, metallien valussa, vesieristeen purkutyössä, johtoasennuksessa kreosootilla kyllästettyihin pylväisiin sekä tulipalon sammutuksessa.

Suurin mitattu pitoisuus oli johtoasennustöissä todettu 285 nmol/l. PAH-yhdisteet imeytyvät elimistöön merkittävästi myös iholta, jonka kautta suurimmat altistumiset tapahtuvat.

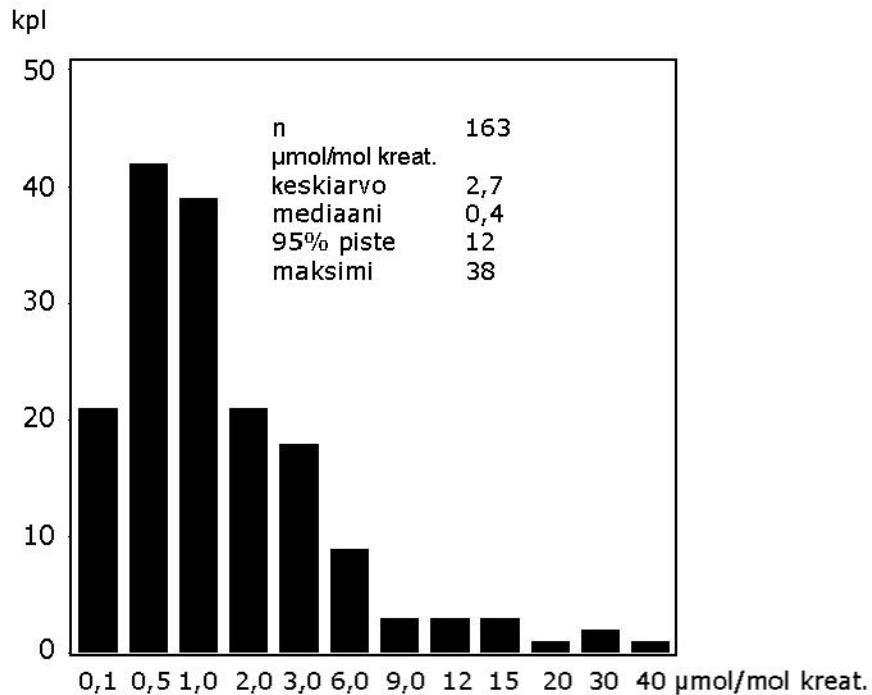
Tupakointi lisää virtsan 1-pyrenolipitoisuutta noin 1-3 nmo/l.

## Pyretroidit

Fenoksibentsyyli­ryhmän sisältävät synteettiset pyretroidit: alfa-sypermetriini, deltametriini, esfenvaleraatti, fenvaleraatti, lambda-syhalotriini, permetriini, sypermetriini, tau­fluvalinaatti

Pyretroidien biologiset altistumismittaukset

Virtsan fenoksibentsoehappo, U-PBA



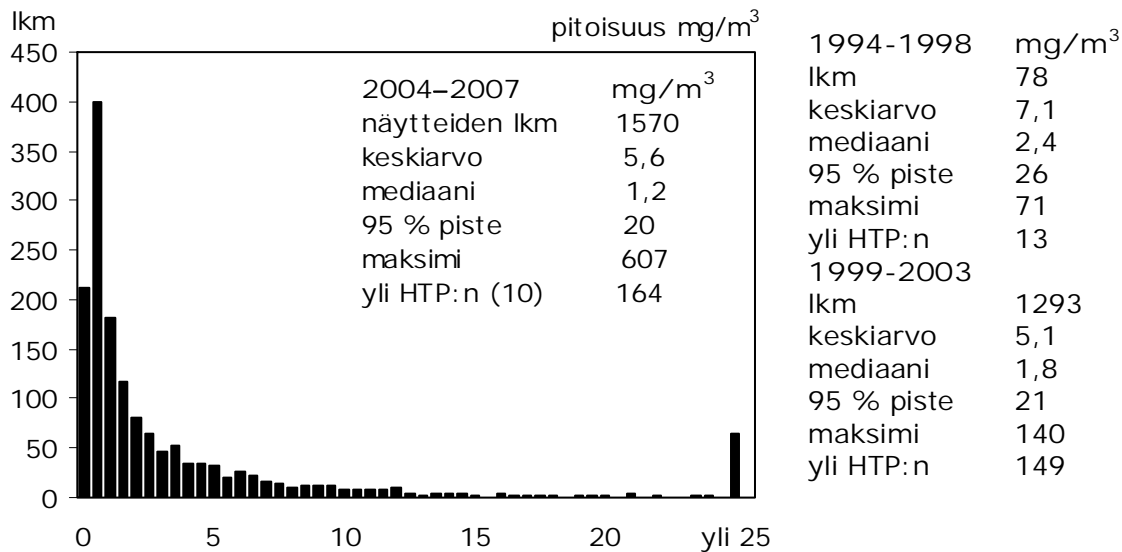
Altistumattomien viiteraja  
Toimenpideraja

1 µmol/mol kreatiniinia  
ei ole asetettu

Altistumattomien viiterajan ylittyi 38 henkilöllä 73 näytteessä. Viiteraja ylittyi altistuttaessa tuholai­storjuntatyössä.

## Ilmamittaukset

Pyretroidien ilmamittauksia ei tehty 2004–07.

**Pöly, hengittyvä jae**
**Ilmamittaukset**


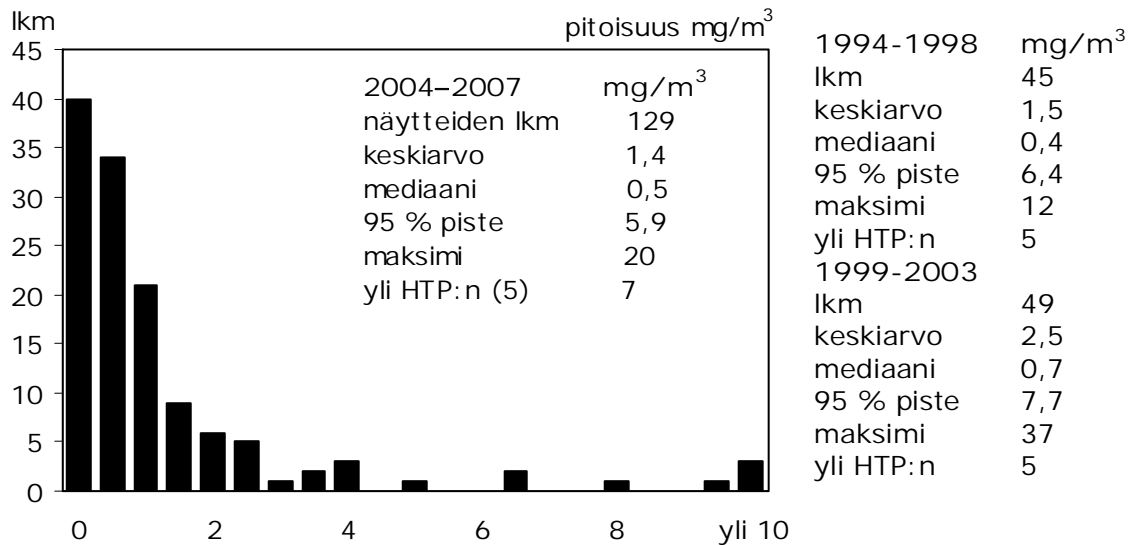
Hengittyvän pölyn mittausmenetelmässä pyritään keräämään hiukkaskokojakaumaltaan samanlainen pölyjake kuin ilmasta kulkeutuu ihmisen hengityselimistöön. Pölyn mittaus-tuloksia on verrattu epäorgaanisen (vähätehoisen) pölyn HTP-arvoon, jonka ylittäviä pitoisuuksia mitattiin useilla toimialoilla ja työpaikoilla. Tyypillisiä tällaisia työaloja olivat kaivos- ja louhintatyö, valimot, hitsaus, sementin ja betonituotteiden valmistus. Suurin pitoisuus mitattiin työntekijän hengitysvyöhykkeeltä säkkien tyhjennyksessä (mittausai-ka noin 10 minuuttia).

**Ilman hengittyvän pölyn mittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (10 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
13	metallimalmien louhinta	28	6	17	4	1
14	muu mineraalien kaivu	82	14	48	13	7
15	elintarvikkeiden ja juomien valmistus	3	2	1		
17	tekstiilien valmistus	17	10	5	1	1
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	43	25	12	1	5
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	30	21	6	1	2
22	kustantaminen, painaminen ja tallenteiden jäljentäminen	12	10	1	1	
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko-kuitujen valmistus	160	78	36	23	23
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	14	10	4		
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	239	85	91	37	26
27	metallien jalostus	110	49	31	13	17
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja lait-teet	270	127	72	33	38
29	koneiden ja laitteiden valmistus	184	84	70	10	20
31	muu sähkökoneiden ja -laitteiden valmistus	18	13	5		
32	radio-, televisio- ja tietoliikennevälineiden valmistus	12	7	4		1



tol	toimiala	lkm	% HTP (10 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
33	lääkintäkojeiden, hienomekaanisten kojeiden ja optisten instrumenttien sekä kellojen valmistus	12	8	4		
34	autojen ja perävaunujen valmistus	39	28	6	4	1
35	muu kulkuneuvojen valmistus	33	9	16	2	6
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	5	2	2		1
37	kierrätys	35	8	17	6	4
40	sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto	14	4	6	3	1
45	rakentaminen	28	19	9		
50	moottoriajoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto sekä polttoaineen vähittäismyynti	20	7	9	3	1
51	agentuuritoiminta ja tukkukauppa pl. moottoriajoneuvojen kauppa	3	1	2		
52	vähittäiskauppa pl. moottoriajoneuvot; kotitaloustavaroiden korjaus	5	2	3		
60	maaliikenne; putkijohtokuljetus	3		3		
71	kulkuneuvojen, koneiden ja laitteiden vuokraus ilman käyttäjää sekä kotitaloustavaroiden vuokraus	2				2
73	tutkimus ja kehittäminen	29	8	15	3	3
74	muu liike-elämää palveleva toiminta	22	15	5	1	1
75	julkinen hallinto ja maanpuolustus; pakollinen sosiaalivakuutus	6	6			
80	koulutus	8	3	3	2	
90	ympäristönhuolto	77	60	13	2	2
92	virkestys-, kulttuuri- ja urheilutoiminta	6	2	2	1	1
93	muut palvelut	1		1		
	yhteensä	1570	723	519	164	164
	%	100	46	33	10	10

**Rauta**
**Ilmamittaukset**


Rautaoksidin ja rautahuurujen HTP-arvo on 5 mg/m<sup>3</sup>. Lisäksi raudan liukoisille suoloille on HTP-arvo 1 mg/m<sup>3</sup>. Molemmat on ilmoitettu rautana (Fe). Tässä raportissa vertailuarvona on käytetty huurujen HTP-arvoa, joka ylittyi hitsaustyössä toimialoilla 28 ja 29.

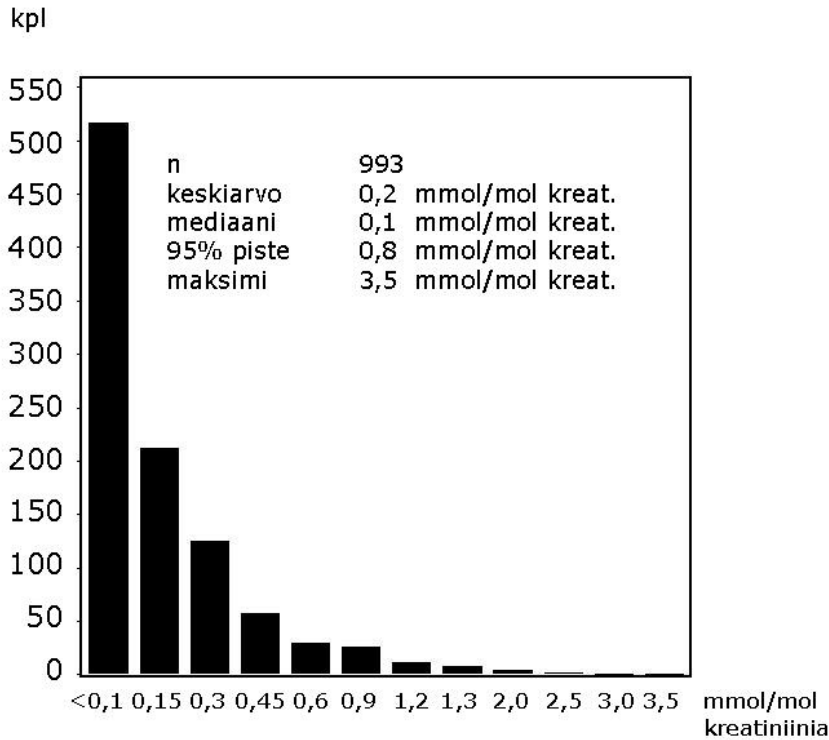
**Ilman rautapölymittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (5 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
13	metallimalmien louhinta	15	8	7		
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	3	3			
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	6	6			
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	3	2	1		
27	metallien jalostus	24	16	8		
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	48	17	21	6	4
29	koneiden ja laitteiden valmistus	13	5	2	3	3
35	muu kulkuneuvojen valmistus	8	2	5	1	
60	maaliikenne; putkijohtokuljetus	3	2	1		
92	virkestys-, kulttuuri- ja urheilutoiminta	6	3	2	1	
	yhteensä	129	64	47	11	7
	%	100	50	36	9	6

## Rikkihiili

### Rikkihiilen biologiset altistumismittaukset

#### Virtsan 2-tiotiatsolidiini-4-karboksyylihappo, U-TTCA



Altistumattomien viiteraja	0,3 mmol/mol kreatiniinia
Toimenpideraja	2,0 mmol/mol kreatiniinia
Raskauden aikana ei tule altistua rikkihiilelle	

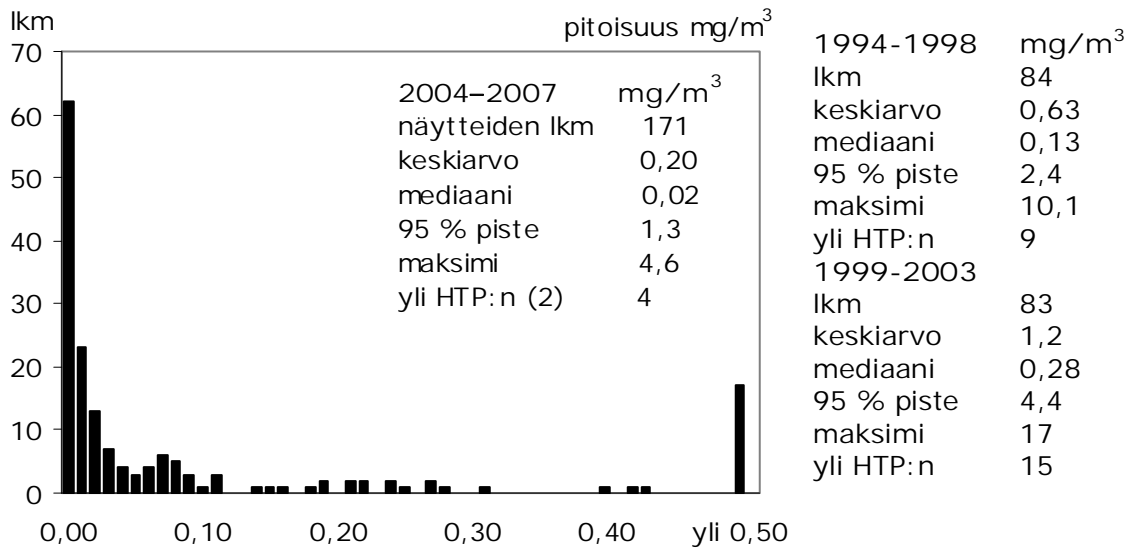
Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 181 kpl. Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. asentajilla, hitsaus- ja huoltotöissä, laboranteilla, koneen- ja prosessinhoitajilla, kuivaajilla ja erilaisissa tarkastustehtävissä.

Toimenpiderajan ylityksiä oli kuudella henkilöllä, jotka kaikki työskentelivät viskoosikuidun tai -kalvon valmistuksessa.

Rikkihiilelle altistuu Suomessa noin 250 henkilöä. Virtsan 2-tiotiatsolidiini-4-karboksyylihappopitoisuuden biologinen toimenpideraja-arvo on Sosiaali- ja terveysministeriön asettama (STM asetus 109/2005 ja 557/2009).

#### Ilmamittaukset

Rikkihiilimittauksia tehtiin 23 kpl vuosina 2004–2007. Suurimmat ilmapitoisuudet mitattiin tekokuitujen valmistuksessa; pitoisuudet vaihtelivat 3–43 mg/m<sup>3</sup>. Muut mittaustulokset olivat pieniä (0,0005–0,01 mg/m<sup>3</sup>). HTP-arvo on 16 mg/m<sup>3</sup>.

**Sinkki**
**Ilmamittaukset**


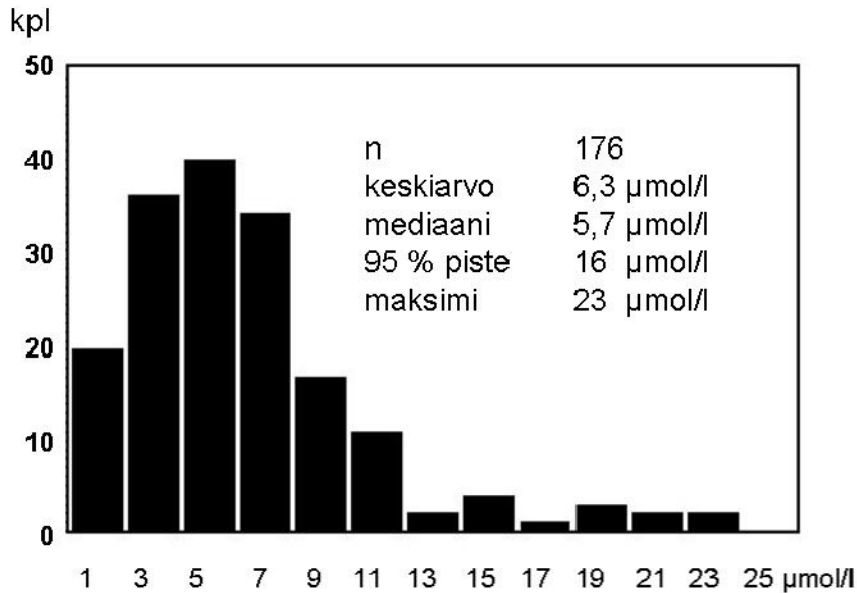
Sinkkioksidin huuruille vuonna 2007 asetettu HTP-arvo on 2 mg/m<sup>3</sup> (aiemmin 5 mg/m<sup>3</sup>). HTP-arvo ylittyi naulatehtaalla. Sinkkikloridin huurujen HTP-arvo on 1 mg/m<sup>3</sup>.

**Ilman sinkkimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (2 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
13	metallimalmien louhinta	15	10	5		
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	6	6			
27	metallien jalostus	20	14	5	1	
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	37	22	7	4	4
29	koneiden ja laitteiden valmistus	14	14			
31	muu sähkökoneiden ja -laitteiden valmistus	13	11	2		
34	autojen ja perävaunujen valmistus	13	12	1		
35	muu kulkuneuvojen valmistus	8	6	1	1	
45	rakentaminen	19	19			
74	muu liike-elämää palveleva toiminta	18	18			
90	ympäristönhuolto	8	8			
	yhteensä	171	140	21	6	4
	%	100	82	12	4	2

## Sinkin biologiset altistumismittaukset

## Virtsan sinkki, U-Zn

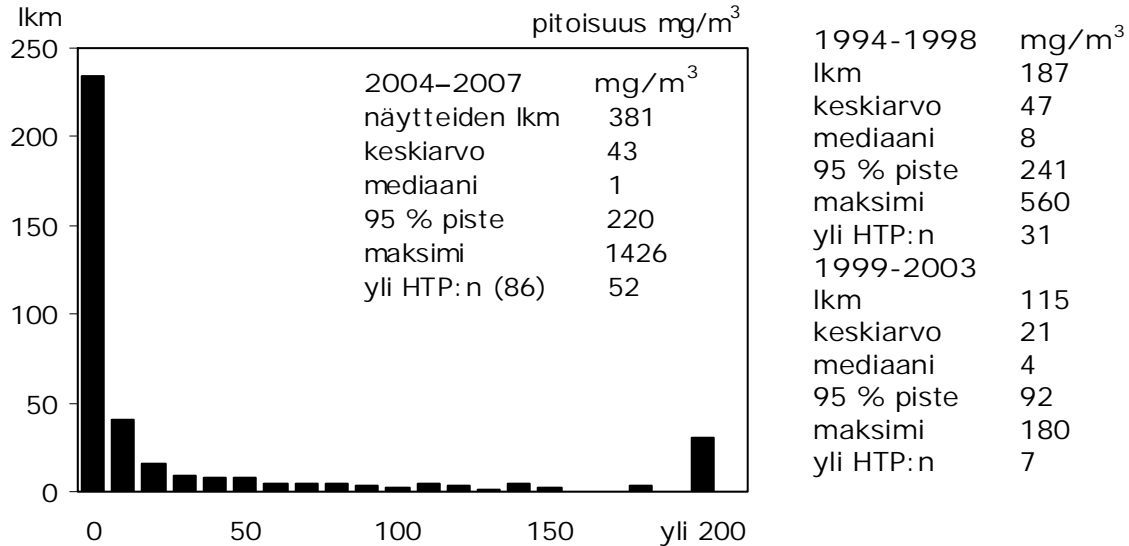


Altistumattomien viiteraja	8 - 12 µmol/l
Toimenpideraja	ei ole asetettu

Altistumattomien viiterajavälin ylityksiä mitattiin 16 kpl. Altistumattomien viiterajaväli ylittyi asentajalla, hitsaajalla, huoltomiehellä, kaapelityöntekijöillä, lasinpuhaltajilla, maalarilla ja sulattaja.

Työssä altistutaan tavallisimmin sinkkioksidihuuruille ja sinkkisulfaatile. Sinkkiyhdisteet ovat pölynä mm. maalin pigmenteissä ja käsiteltäessä oksidipulveria. Sinkin valmistuksessa altistuu sinkkisulfaatile noin 500 työntekijää Suomessa. Työperäisen altistumisen ei ole varmuudella osoitettu johtavan selvään sinkkipitoisuuden kohoamiseen virtsassa. Sinkkiyhdisteiden käyttöön liittyy usein altistumista myös muille aineille, kuten arseenille, kadmiumille, lyijylle ja elohopealle.

Joissain tapauksissa paastoplasman sinkkipitoisuutta on käytetty altistumisen arvioimiseen. Tällaisia näytteitä vuosien 2004 - 2007 aikana oli 4 kpl ja kaikki olivat normaali-alueella.

**Styreeni**
**Ilmamittaukset**


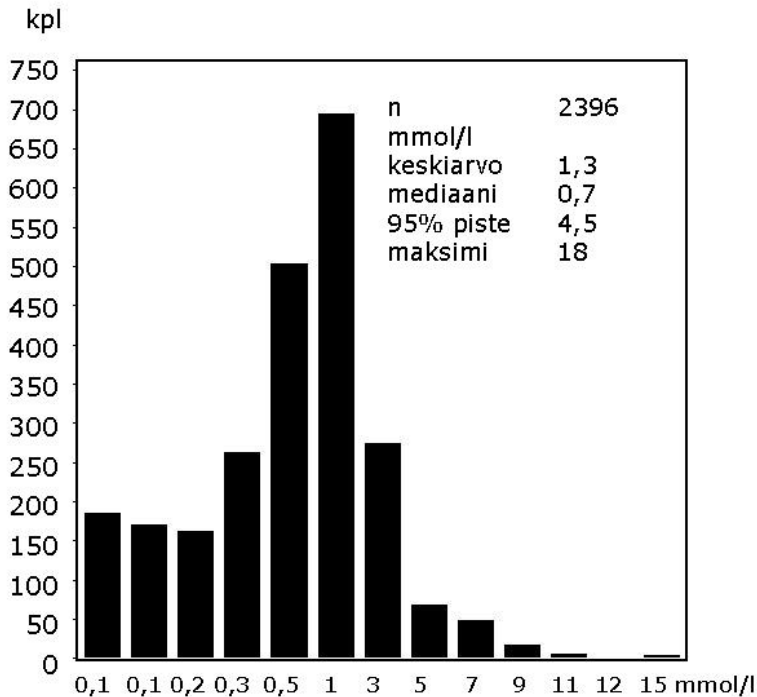
Korkeat HTP-arvon ylittäneet styreenipitoisuudet mitattiin lujitemuovituotteiden valmistuksessa laminoinnin aikana. Toimialalla 35 veneiden valmistuksessa kolmasosa mittauksista oli yli HTP-arvon. Suuri osa työntekijöistä käytti kuitenkin hengityksen-suojaimia laminoitityön aikana.

**Ilman styreenimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (86 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
14	muu mineraalien kaivu	6	6			
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	7	7			
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	16	16			
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko-kuitujen valmistus	76	75	1		
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	57	35	9	5	8
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	8	8			
27	metallien jalostus	4	4			
28	metallituotteiden valm. pl. koneet ja laitteet	8	7		1	
29	koneiden ja laitteiden valmistus	3	3			
34	autojen ja perävaunujen valmistus	4	4			
35	muu kulkuneuvojen valmistus	130	32	38	16	44
40	sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto	3	3			
50	mootoriajoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto sekä polttoaineen vähittäismyynti	11	8	3		
71	kulkuneuv., koneiden ja laitteiden vuokraus ilman käyttäjää sekä kotitaloustav. vuokraus	27	23	4		
73	tutkimus ja kehittäminen	9	9			
90	ympäristöhuolto	5	5			
	muut toimialat	7	6	1		
	yhteensä	381	251	56	22	52
	%	100	66	15	6	14

Styreenin biologiset altistumismittaukset

Virtsan manteli- ja fenyyli glyoksyylihappo, U-MAPGA



Altistumattomien viiteraja	0,2 mmol/l
Toimenpideraja	1,2 mmol/l
Toimenpideraja raskauden aikana	0,3 mmol/l

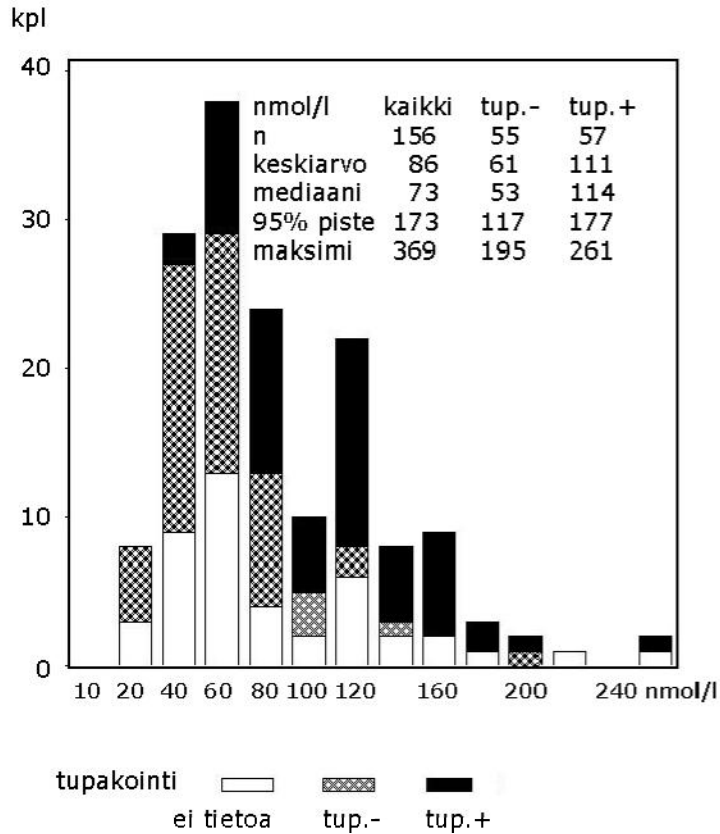
Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 1964 kpl. Altistumattomien viiteraja ylittyi lujitemuovityössä, laminoijilla ja muissa laivanrakennustöissä. Lisäksi altistumisia tavattiin kiinteistönhuollossa ja korjauksessa, laboratoriotyössä, maalauksessa ja puusepäntöissä.

Toimenpideraja ylittyi 276 henkilöllä 732 näytteessä laminointi ja lujitemuovityössä. Tämä on 30 % kaikista näytteistä. Laminointivaiheessa polyesterihartseja käytettäessä noin 10 % styreenistä haihtuu ilmaan. Käsi- ja ruiskulaminoijien keskimääräinen styreenille altistuminen ylittää usein HTP-pitoisuuden. Kun polystyreeniä työstetään kestomuoviraaka-aineena, siitä irtautuu styreeniä vain hyvin vähän.

**Syanidi**

## Syanidin biologiset altistumismittaukset

## Seerumin tiosyanaatti, S-Tiosyan, S-SCN



Altistumattomien viiteraja (tupakoimattomat)	100 nmol/l
Altistumattomien viiteraja (tupakoivat)	250 nmol/l
Toimenpideraja	Ei ole asetettu.

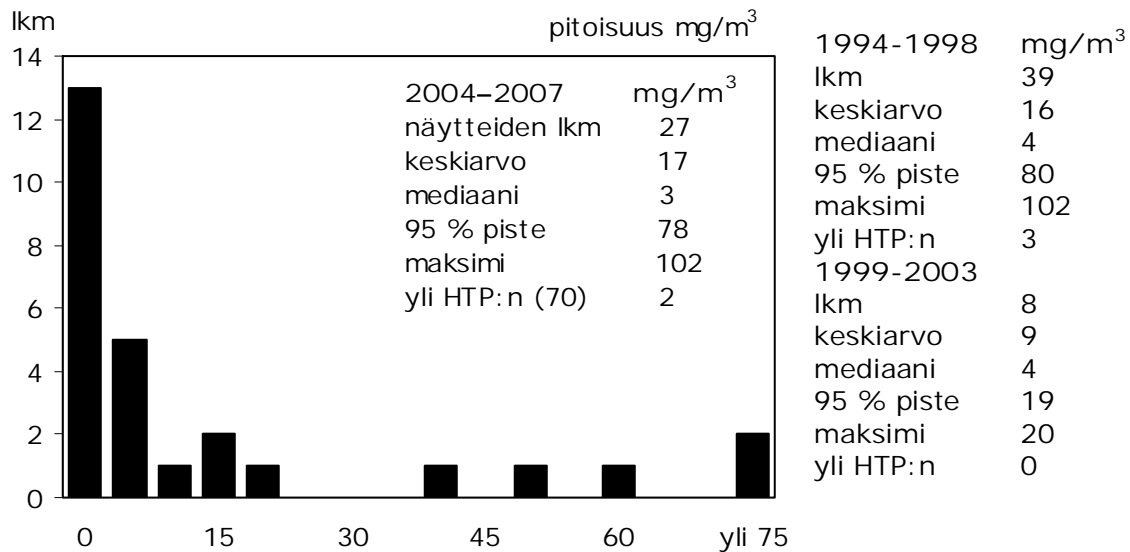
Altistumattomien viiterajan (tupakoimattomat) ylityksiä mitattiin 54 kpl. Näistä 6 näyttöä oli tupakoimattomilta ja 33 tupakoivilta. Suurin osa heistä työskenteli pintakäsittelijöinä, mutta myös karkaisijoina ja saastuneen maan kanssa. Kahdessa näytteessä ylittyi 250 nmol/l pitoisuus, joista toinen oli tupakoiva pintakäsittelijä. Toisen työtehtävistä ja tupakoinnista ei ollut tietoa.

Virtsan tiosyanaattimittausta käytetään myös syanidialtistumisen arviointiin. Tällöin henkilöstä otetaan parinäytteet ennen työn alkua ja sen päätyttyä. Työpäivän jälkeisiä näytteitä oli kaikkiaan 87 kpl. Näistä 25 ylitti altistumattomien viiterajan 85 nmol/l (tupakoimattomat). Tupakoimattomia oli 11 kpl ja 14 tupakoivaa. Seitsemällä tupakoivalla pintakäsittelijällä ylittyi 250 nmol/l tupakoivien altistumattomien viiteraja.

**Ilmamittaukset**

Epäorgaanisten syanidien pitoisuuksista työilmassa on vähän mittauksia (n=8). Kaikki mitatut pitoisuudet (elektroniikkateollisuus, metallien pintakäsittely) jäivät alle määrittäysrajojen (<0,02 - <0,06 mg/m<sup>3</sup>). HTP-arvo on 5 mg/m<sup>3</sup>.



**Tetrakloorieteeni (perkloorietyleeni)**
**Ilmamittaukset**


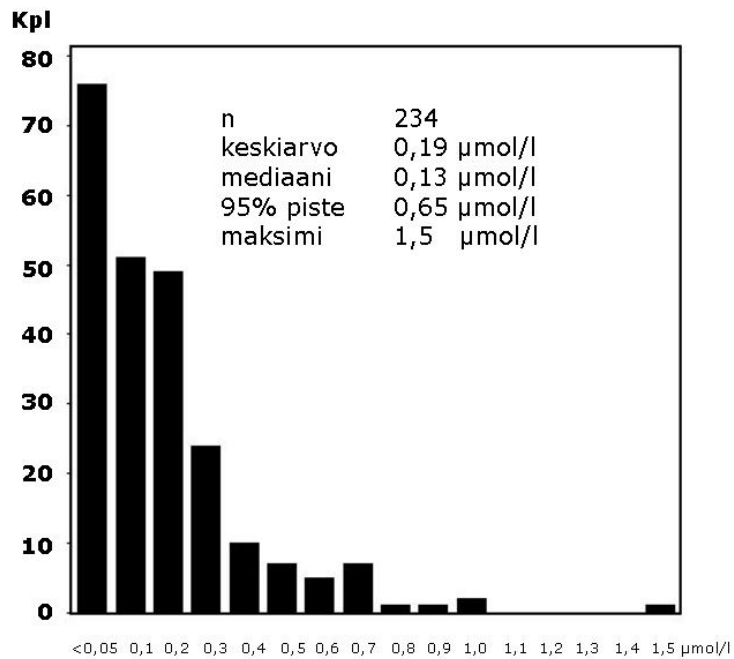
Tetrakloorieteenin eli perkloorietyleenin HTP-arvon ylittäviä pitoisuuksia mitattiin turkismuokkaamossa.

**Ilman tetrakloorieteenimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (70 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
19	parkitseminen ja muu nahan valmistus; laukujen ja jalkineiden valmistus	4			2	2
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko-kuitujen valmistus	1	1			
74	muu liike-elämää palveleva toiminta	1	1			
90	ympäristönhuolto	12	9	3		
93	muut palvelut	9	7		2	
	yhteensä	27	18	3	4	2
	%	100	67	11	15	7

Tetrakloorieteenin biologiset altistumismittaukset

Veren tetrakloorieteeni, B-PerkIET

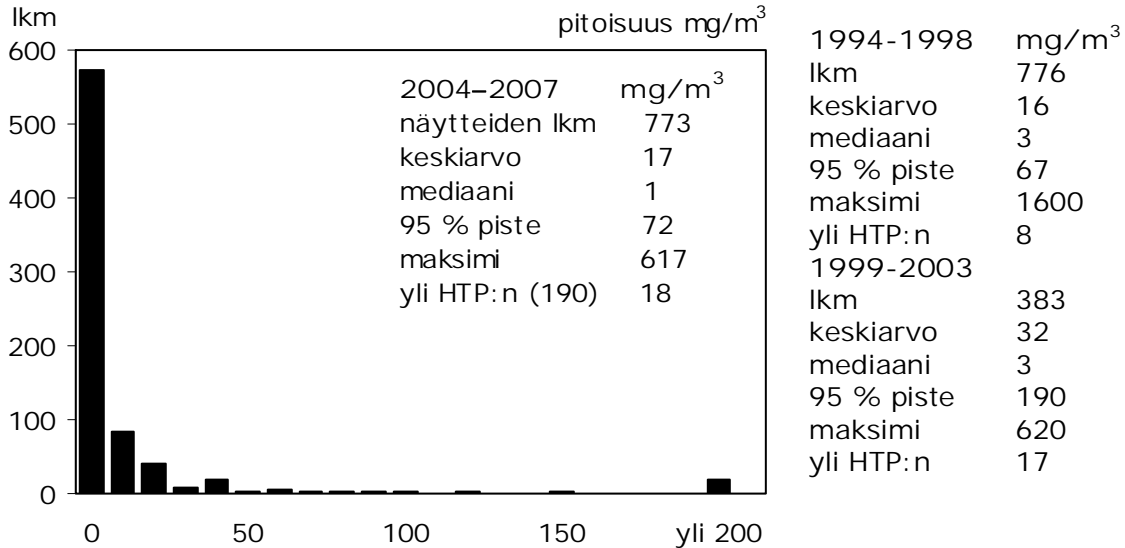


Altistumattomien viiteraja	0,1 µmol/l
Toimenpideraja	1,2 µmol/l
Toimenpideraja raskauden aikana	0,1 µmol/l

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 132 kpl. Altistumattomien viiteraja ylittyi pesulatyöntekijöillä ja pesukoneiden huoltotöissä.

Toimenpiderajan ylityksiä oli yksi tahranpoistossa pesulassa.

Suurin osa analysoiduista näytteistä tuli pesulatyöntekijöiltä.

**Tolueeni**
**Ilmamittaukset**


HTP-arvon ylittäneitä tolueenipitoisuuksia mitattiin maalaus- ja liimaustyön yhteydessä, yleensä pesu- ja puhdistusvaiheessa (tol 36, 50) sekä syväpainossa (tol 22).

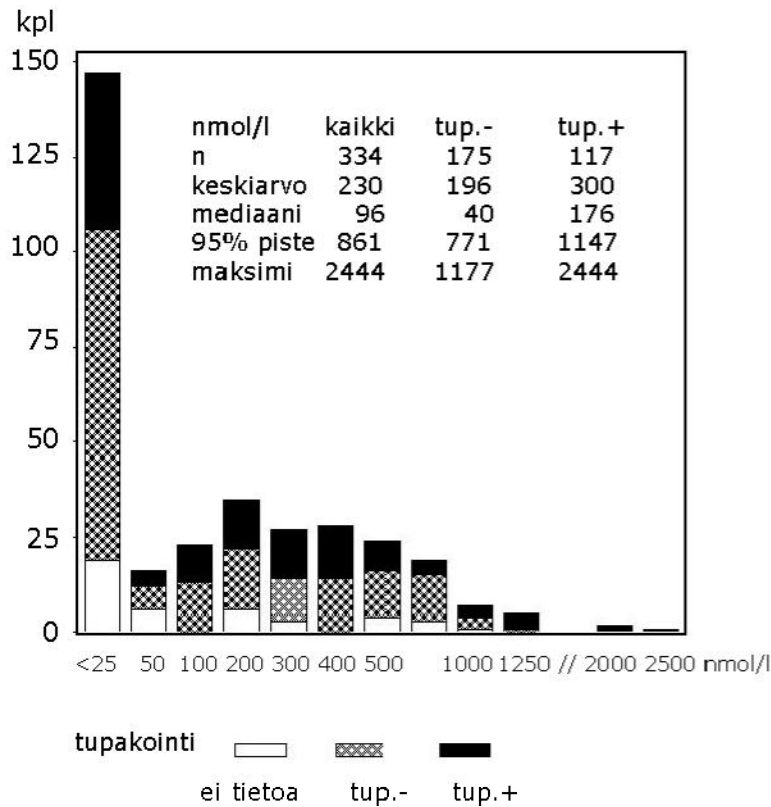
**Tolueenimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (190 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
01	maatalous, riistatalous ja niihin liittyvät palvelut	2	2			
14	muu mineraalien kaivu	6	6			
15	elintarvikkeiden ja juomien valmistus	1	1			
17	tekstiilien valmistus	1	1			
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	58	57	1		
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	9	9			
22	kustantaminen, painaminen ja tallenteiden jäljentäminen	41	20	6	3	12
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko- kuitujen valmistus	104	100	4		
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	62	56	4	2	
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	38	26	6	5	1
27	metallien jalostus	10	10			
28	metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet	57	51	6		
29	koneiden ja laitteiden valmistus	24	22	2		
31	muu sähkökoneiden ja -laitteiden valmistus	4	4			
32	radio-, televisio- ja tietoliikennevälineiden valmistus	4	4			
33	lääkintäkojeiden, hienomekaanisten kojeiden ja optisten instrumenttien sekä kellojen valmistus	6	6			

tol	toimiala	lkm	% HTP (190 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
34	autojen ja perävaunujen valmistus	15	14			1
35	muu kulkuneuvojen valmistus	12	9	3		
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	53	47	4		2
40	sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto	4	4			
45	rakentaminen	32	25	7		
50	mootoriajoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto sekä polttoaineen vähittäismyynti	65	52	9	3	1
51	agentuuritoiminta ja tukkukauppa pl. moottoriajoneuvojen kauppa	2	2			
66	vakuutustoiminta pl. pakollinen sosiaalivakuutus	4	4			
67	rahoitusta palveleva toiminta	1	1			
71	kulkuneuvojen, koneiden ja laitteiden vuokraus ilman käyttäjää sekä kotitaloustavaroiden vuokraus	32	28	4		
73	tutkimus ja kehittäminen	37	33	3	1	
74	muu liike-elämää palveleva toiminta	9	8	1		
75	julkinen hallinto ja maanpuolustus; pakollinen sosiaalivakuutus	1	1			
80	koulutus	3	2	1		
85	terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	13	12	1		
90	ympäristönhuolto	63	57	5		1
	yhteensä	773	674	67	14	18
	%	100	87	9	2	2

## Tolueenin biologiset altistumismittaukset

## Veren tolueeni, B-Tolu



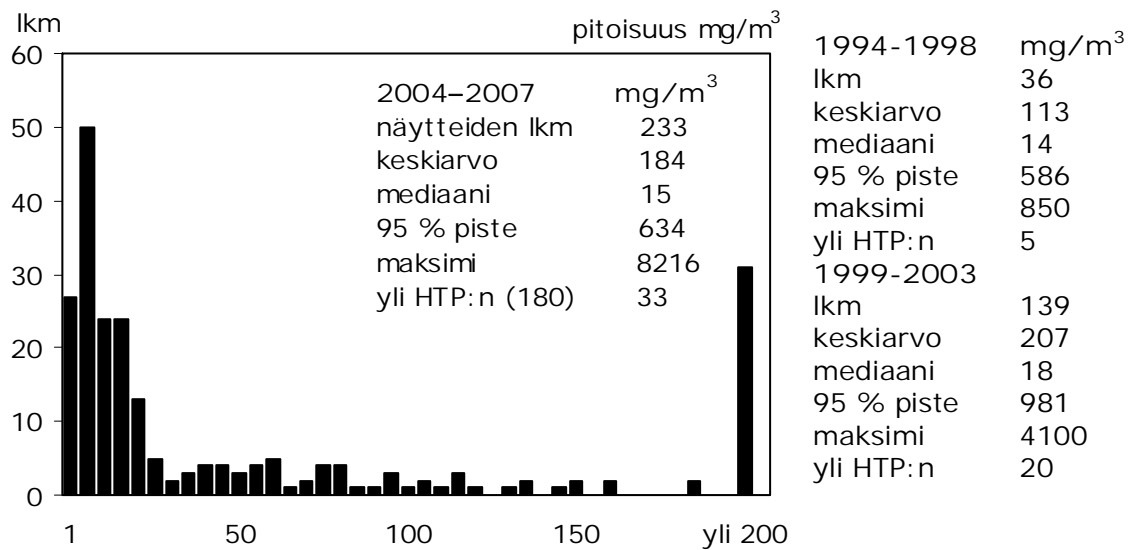
Altistumattomien viiteraja	50 nmol/l
Toimenpideraja <sup>1</sup>	1000 nmol/l
Toimenpideraja raskauden aikana	150 nmol/l

<sup>1</sup> Vuoden 2009 alusta lähtien toimenpideraja on 500 nmol/l STM asetus 557/2009). Tulokset käsitelty vanhan toimenpiderajan 1000 nmol/l mukaan STM asetus 795/2007).

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 178 kpl. Altistumattomien viiteraja ylittyi painajien, syväpainajien ja muiden painotyöntekijöiden työssä sekä värien sekoitus ja maalaustöissä.

Toimenpiderajan ylityksiä oli 12 henkilöllä, jotka kaikki työskentelivät painotaloissa painajina, pesijöinä tai silkkipainajina.

Orgaanisena liuottimena tolueenia käytetään laajalti. Sitä esiintyy mm. painoväreissä, maaleissa, lakoissa, liimoissa, puhdistus- ja moottoripolttoaineissa. Tolueenia käytetään myös mm. lääkeaineiden ja räjähdysaineiden valmistuksessa sekä metallituotteiden ja ajoneuvojen valmistuksessa.

**Typpioksiduuli eli ilokaasu**
**Ilmamittaukset**


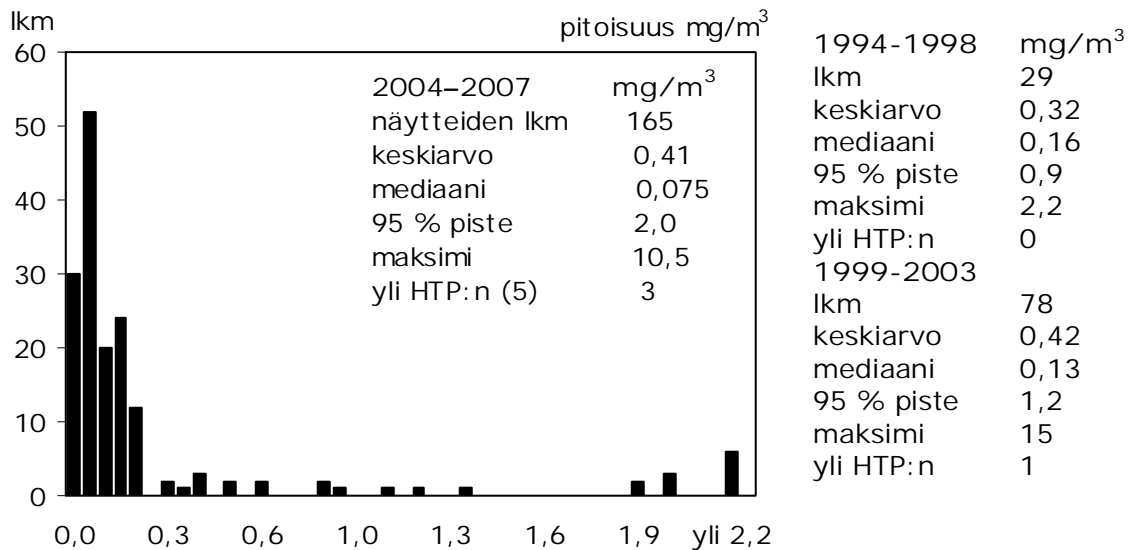
Typpioksiduulin eli ilokaasun korkeita yli HTP-arvon olevia pitoisuuksia mitattiin sairaaloissa ja hammashoitoloissa.

**I ilman typpioksiduulimittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (180 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
33	lääkintäkojeiden, hienomekaanisten kojeiden ja optisten instrumenttien sekä kellojen valmistus	3	3			
85	terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	230	123	55	19	33
	yhteensä	233	126	55	19	33
	%	100	54	24	8	14

**Typpioksiduulin biologiset altistumismittaukset**

Virtsan typpioksiduulimittauksia tehtiin 42 kpl. Altistumisen keskiarvo oli 176 nmol/l, mediaani 186 nmol/l ja maksimipitoisuus 515 nmol/l. Altistumattomien viiteraja on 20 nmol/l ja toimenpideraja 700 nmol/l.

**Öljysumu**
**Ilmamittaukset**


HTP-arvon ylityksiä syntyi sumutettaessa muottiin öljyä lasitehdastyössä.

**Ilman öljysumumittaukset toimialoittain ja pitoisuusjakauma 2004–07**

tol	toimiala	lkm	% HTP (5 mg/m <sup>3</sup> )			
			≤10	>10	>50	>100
20	sahatavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus pl. huonekalut	2	2			
21	massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	2	2			
23	koksin, öljytuotteiden ja ydinpolttoaineen valmistus	7	6	1		
24	kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja teko-kuitujen valmistus	12	12			
25	kumi- ja muovituotteiden valmistus	4	4			
26	ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	10	4	4		2
27	metallien jalostus	8	7	1		
28	metallituotteiden valm. pl. koneet ja laitteet	66	61	5		
29	koneiden ja laitteiden valmistus	22	22			
31	muu sähkökoneiden ja -laitteiden valmistus	4	4			
32	radio-, televisio- ja tietoliikenneväl. valmistus	3	2	1		
33	lääkintäkojeiden, hienomek. kojeiden ja optisten instrumenttien sekä kellojen valm.	3	3			
36	huonekalujen valmistus; muu valmistus	3	3			
40	sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto	4	4			
45	rakentaminen	2	2			
75	julk. hallinto ja maanpuol.; pak. sos.vakuutus	1	1			
85	terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	1	1			
90	ympäristöhuolto	3	3			
92	virkestys-, kulttuuri- ja urheilutoiminta	8	1	4	2	1
	yhteensä	165	144	16	2	3
	%	100	87	10	1	2

## Viitteet

Anttila A, Jaakkola J, Tossavainen A, Vainio H, Työperäinen kemikaalialtistuminen Suomessa. Yhteenveto. Altisteet työssä 34. Työterveyslaitos, Työsuojelurahasto, Helsinki 1992.

EN 481: Workplace atmospheres - size fraction definitions for measurement of airborne particles. CEN 1993.

Heikkilä P, Saalo A, Työpaikkojen ilman epäpuhtausmittaukset 1994–2003. Työympäristötutkimuksen raporttisarja. Työterveyslaitos, Helsinki, 2005.

HTP-arvot 2007. Haitallisiksi tunnetut pitoisuudet. Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisu 2007:4. Sosiaali- ja terveysministeriö, Helsinki 2007.

Kemikaalialtistumisen Biomonitorointi. Näytteenotto-ohjeet 2004, 2005, 2006, 2007-2008, 2009-2010. Työterveyslaitos, Helsinki.

Toimialaluokitus TOL 2002. Käsikirjoja 4. Tilastokeskus, Helsinki, 2002.

Vainio H, Liesivuori J, Lehtola M ym., Kemikaalit ja työ. Selvitys työympäristön kemikaaliriskeistä. Työterveyslaitos, Helsinki, 2005.



## Työympäristötutkimuksen raporttisarjassa ilmestyneet:

1. Hongisto V, Helenius R, Lindgren M: Kaksinkertaisen seinärakenteen ääneneristävyys – laboratoriotutkimus. Helsinki 2002.
2. Hongisto V: Monikerroksisen seinärakenteen ilmaääneneristävyuden ennustemalli. Helsinki 2003.
3. Työhygienian koulutuspäivät 2003. (Imatra 20.–21.5.2003.) 2003.
4. Kaarlela A, Jokitulppo J, Keskinen E, Hongisto V: Toimistojen ääniympäristökysely – menetelmän kehitys. 2003.
5. 6th European Seminar on Personal Equipment Seminar Report. Ed. Eero Korhonen. Helsinki 2003.
6. Petra Larm, Jukka Keränen, Valtteri Hongisto: Avotoimistojen akustiikka. Helsinki 2004.
7. Työhygienian koulutuspäivät 2004. (Helsinki 25.-26.5.2004.) Toim. Mirja Kiilunen. Helsinki 2004.
8. Valkeapää A, Anttonen H, Niskanen J: Liike- ja palvelurakennuksien tuulikaappien vedontorjunta. Helsinki 2004.
9. Kaarlela A, Jokitulppo J, Helenius R, Keskinen E, Hongisto V: Meluhaitat toimistotyössä – pilottitutkimus. Helsinki 2004.
10. Toppila E, Laitinen H, Starck J, Pyykkö I: Klassinen musiikki ja kuulonsuojelu. Saatavilla myös pdf-versio ([www.ttl.fi](http://www.ttl.fi) >Aihesivut > Työhygenia > Melu > Tiedonlähteet). 2004.
11. Hirvonen A, Kiilunen M, Valkonen S: Biologisen monitoroinnin palveluanalytiikan vuositilasto 2003. 2004.
12. Heikkilä P, Saalo A, Soosaar A: Työpaikkojen ilman epäpuhtausmittaukset 1994–2003. 2005.
13. Työhygienian koulutuspäivät 2005. (Tampere 15.–16.6.2005.) Toim. Starck J ja Laitinen R. 2005.
14. Maila Hietanen, Patrick von Nandelstadh, Tommi Alanko: Sähkömagneettiset kentät työympäristössä. Opaskirja työntekijöiden altistumisen arvioimiseksi. 2005.
15. Biologisen monitoroinnin palveluanalytiikan vuositilasto 2004. Helsinki 2005.
16. Elo A-R, Korhonen E, Starck J (Eds.): 7th European Seminar on Personal Protective Equipment. Seminar report. (Work Environment Research Report Series nro 16.) Helsinki 2005. Saatavilla myös pdf-verkkoversio [www-wvu.fi](http://www-wvu.fi) sivuilla.
17. Puuntyöstöpölyn hallinnan kehittäminen (FineWood). Lappeenrannan aluetyöterveyslaitos, Fysiikan osasto ja VTT Tuotteet ja tuotanto. 2005.
18. Hautalampi T, Henriks-Eckerman M-L, Engström K, Koskela H, Saarinen P & Välimaa J: Kemikaalialtistumisen rajoittaminen automaalaamoissa. Työterveyslaitos, Turku 2006.

19. Alanko T, Hietanen M, von Nandelstadh P: Työntekijöiden altistuminen tukiasemien radiotaajuisille kentille. Työterveyslaitos, Helsinki 2006.
20. Niemelä R: Virtual 4D. Loppuraportti. Työterveyslaitos, Helsinki 2006.
21. Valkonen S: Biologisen monitoroinnin palveluanalytiikan vuositilasto 2005. Työterveyslaitos, Helsinki 2006.
22. Larm P, Hakala J, Hongisto V: Sound insulation of Finnish building boards. (Work Environment Research Report Series 22.) Finnish Institute of Occupational Health, Helsinki, Finland 2006.
23. Hongisto V, Keränen J, Larm P, Oliva D: Työtilan ääniympäristön havainnollistaminen, Virtual Space 4D ääniympäristöosion loppuraportti. Työterveyslaitos, Helsinki 2006.
24. Liesivuori J, Naumanen P, Aromaa E, Pääkkönen R, Starck J, Kauppinen T, Savolainen K: Muuttuva työympäristö – visio vuoteen 2015. Työterveyslaitos, Helsinki 2006. (+nettiversio)
25. Aitio A, Hakala E, Kiilunen M, Laitinen J, Mikkola J ja Valkonen S: Biologisen monitoroinnin palveluanalytiikan vuositilasto 2006, Helsinki 2007.
26. Romppanen V, Sulander J: Hyvintointi koulutyössä ja opiskelussa. Helsinki 2007.
27. Mäki Susanna (Ed): 8th European seminar on Personal Protective Equipment. 27-29.3.2007 in Saariselkä, Lapland, Finland  
+ Netti-pdf
28. Liesivuori J, Naumanen P: Visioita alueellisen työhyvinvoinnin ja työterveyden edistämisestä. Helsinki 2007.
29. Nurminen M, Norppa H: Metallisen kromin ja kolmiarvoisten kromiyhdisteiden ammatillinen syöpävaara. Helsinki 2008.
30. Räikkönen, T: Työelämä murtuvan aallon harjalla - mitä on tapahtumassa työhyvinvoinnin edellytyksille?, Helsinki 2008 (+nettiversio)
31. Kasvio A, Nikkilä R, Moilanen L, Virtanen S: Työ murroksessa -kyselyn aineistoraportti. Helsinki 2008. (+nettiversio)
32. Ahonen Ilpo & Liukkonen Tuula: Pellettivarastojen ilman epäpuhtaudet ja niiden aiheuttamien vaarojen ehkäiseminen. Työympäristötutkimuksen raporttisarja 32. Työterveyslaitos, Helsinki 2008. (Myös PDF-versio.)
33. Janhonen Minna, Laitinen Heikki, 3T-ratkaisut Oy: Pienyritysten kehittämishanke Mäntsälässä - hankearviointi. Työterveyslaitos, Helsinki 2008.
34. Alanko Tommi, Tolvanen Tuomas, Hietanen Maila: Mastotyöntekijöiden altistuminen radiotaajuuskentille. Työterveyslaitos, Helsinki 2008. (Myös PDF-versio)
35. Hakala, Erkki, Kiilunen Mirja, Santonen Tiina, Mikkola Jouni: Biologinen monitorointi vuositilasto 2007. Työterveyslaitos, Helsinki 2008. (Myös PDF-versio)

36. von Bonsdorff Monika, E., Janhonen Minna, Vanhala Sinikka, Husman Päivi, Ylöstalo Pekka, Seitsamo Jorma, Nykyri Erkki: Henkilöstön työkyky ja yrityksen menestyminen vuosina 1997 - 2007 - tutkimus metalliteollisuudessa ja vähittäiskaupan alalla. Työterveyslaitos, Helsinki 2009. (Myös PDF-versio)
37. Hongisto Valtteri, Hägglom Henna: MAKSI hankkeen loppuraportti - Toimistojen mallinnettu ja koettu sisäympäristö. Työterveyslaitos, Helsinki 2009.
38. Mäki Susanna: 9th European seminar on Personal Protective Equipment. 29-31.1.2008 in Spa Hotel Levitunturi, Levi, Finland. Työterveyslaitos, Helsinki 2009. (Myös PDF-versio nettiin)
39. Saarinen Pekka: Ilmastoinnin virtausäänen laskenta. Työterveyslaitos, Helsinki 2009.
40. Hägglom Henna, Koskela Hannu: Toimiston ilmapirtaukset ja lämpöolot jäähdytys-palkkijärjestelmässä. Työterveyslaitos, Helsinki 2009.
41. Oliva D, Hägglom H, Hongisto V: Sound absorption coefficient multi-layered materials - an experimental study (in english). Work Environment Report Series, Finnish Institute of Occupational Health, Helsinki 2009.
42. Laine Tarja, Peurala Marjatta, Rautio Maria, Manninen Pirjo: Asiakasorganisaatioiden työterveyshuollon toimintasuunnitelmien arviointi ja kehittäminen, Helsinki 2009. (myös pdf-versio)
43. Kandolin Irja, Tilev Kristina, Lindström Kari, Vartia Maarit ja Ketola Ritva: Palvelu-alojen työolot ja hyvinvointi, Helsinki 2009.
44. Kasvio Antti, Nikkilä Riku, Räikkönen Timo: Work and its future as viewed by Finnish citizens and experts, Helsinki 2009.
45. Kiilunen, Mirja, Mikkola, Jouni, Santonen Tiina: Biologinen monitorointi, Vuositilasto 2008. Helsinki 2009. (Myös PDF-versio nettiin)
46. Pesonen, Sanna, Lindström, Pia, Meyer-Arnold, Marianne, Rautio, Maria, Manninen, Pirjo, Kämäräinen, Markku, Mäenpää-Moilanen, Eija, Ylikoski, Matti: Työterveyshuollon pätevöittävä koulutuksen vaikuttavuus Työterveyslaitoksella, Helsinki 2009. (Myös PDF-versio nettiin)
47. Saalo, Anja, Vainiontalo, Sinikka, Kiilunen, Mirja, Tuomi, Tapani: Työympäristön kemikaalien altistumismittaukset 2004–2007. Helsinki 2010. (Myös PDF-versio nettiin)

TYÖYMPÄRISTÖTUTKIMUKSEN RAPORTTISARJA 47

Työterveyslaitos 2010

Työympäristön kemikaalien altistumismittaukset 2004–2007

TYÖTERVEYSLAITOS  
Työympäristön kehittäminen  
Kemialliset tekijät  
Riskinarviointi- ja Biomonitorointi  
Hyvät käytännöt ja osaaminen  
Työolojen ja terveyden seuranta  
Topeliuksenkatu 41 a A  
00250 HELSINKI

Raportin tilaukset  
kemia@ttl.fi

[www.ttl.fi](http://www.ttl.fi)

Kirja: ISBN 978-951-802-964-2  
ISSN 1458-9311  
PDF: ISBN 978-951-802-965-9

Kannen kuva: Mirja Kiihinen

