



Työterveyslaitos | Arbetshälsöinstitutet
Finnish Institute of Occupational Health

Kadmiumaltistuminen Suomessa 2000–2014

BIOLOGISEN MONITOROINNIN TILASTO

Mirja Kiilunen





Työterveyslaitos

Kadmiumaltistuminen Suomessa 2000–2014

BIOLOGISEN MONITOROINNIN TILASTO

Mirja Kiilunen

Työterveyslaitos

Helsinki

Työterveyslaitos

PL 40

00251 Helsinki

www.ttl.fi

Toimitus: Mirja Kiilunen

Piirrokset: Mirja Kiilunen

Kansi: Ella Smeds

© 2016 Työterveyslaitos ja Mirja Kiilunen

Tämän teoksen osittainenkin kopiointi on tekijänoikeuslain (404/61, siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen) mukaisesti kielletty ilman asianmukaista lupaa.

ISBN 978-952-261-657-9 (nid.)

ISBN 978-952-261-656-2 (PDF)

Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy, Tampere, 2016

TIIVISTELMÄ

Tämän kirjan tiedot perustuvat Työterveyslaitoksella työperäisen altistumisen selvittämistä varten tulleisiin veren ja virtsan kadmiumnäytteisiin vuosina 2000–2014. Tänä aikana tehtiin 4 105 veren kadmiummittausta ja 3 682 virtsan kadmiummittausta. Veren ja virtsan kadmiummittaukset tehtiin samanaikaisesti 1 319 näytteestä.

Tulokset koodattiin Patentti- ja rekisterihallituksen sekä Verohallinnon yhteisessä yritystietojärjestelmässä työpaikan ilmoittamalle ensisijaiselle toimialalle. Toimialaluokitus perustuu vuoden 2008 toimialaluokitukseen TOL 2008 (Suomen virallinen tilasto SVT). Tässä kokoelmassa olevat tilastotiedot voivat poiketa aiemmin julkaistuista vuositilastoista, koska mukana on myös tutkimustarkoituksiin tehdyt altistumismittaukset.

Tulosten arvioinnissa käytettiin toimenpiderajoina 50 nmol/l veren kadmiumille sekä 20 nmol/l ja 40 nmol/l virtsan kadmiumille. Virtsan kadmiumin toimenpideraja on laskenut tarkastelujakson aikana 40 nmol/l puoleen 20 nmol/l. Altistumattomien viiterajoina käytettiin 5 nmol/l tupakoimattomien ja 18 nmol/l tupakoivien henkilöiden veren kadmiumille ja 5 nmol/l tupakoimattomien ja 10 nmol/l tupakoivien henkilöiden virtsan kadmiumille. Työterveyslaitos on asettanut kyseiset arvot perustuen suomalaisen väestön kadmiumin normaalipitoisuuksiin veressä ja virtsassa sekä kirjallisuuteen perustuvien tietojen perusteella kadmiumin terveyshaitoista. Näille arvoille on olemassa Työterveyslaitoksen julkaisemat perustelumuiot, jotka löytyvät laitoksen nettisivuilta.

Veren kadmiumin viiteraja tupakoimattomilla 5 nmol/l ylittyi 1 946 näytteessä (~47 % kaikista näytteistä). Tupakoivilla viiteraja 18 nmol/l ylittyi 536 näytteessä (~13 % kaikista näytteistä). Toimenpideraja 50 nmol/l ylittyi 23 näytteessä (~0,6 % kaikista näytteistä), joista kaksi oli tupakoimattomilta ja loput tupakoivilta.

Virtsan kadmiumin tupakoimattomien viiteraja 5 nmol/l ylittyi 1 137 näytteessä (~31 % kaikista näytteistä) ja tupakoivien 10 nmol/l 414 näytteessä (~11 % kaikista näytteistä). Toimenpideraja 20 nmol/l ylittyi 120 näytteessä (~3 % kaikista näytteistä) ja toimenpiderajan 40 nmol/l ylitti 54 näytettä.

Suurin mitattu veren kadmium pitoisuus oli 93 nmol/l, joka löytyi tupakoivalta 18–23-vuotiaalta henkilöltä. Hän työskenteli 'keraamisten talous- ja koriste-esineiden valmistuksessa' sulattajana. Virtsan korkein mitattu kadmiumpitoisuus oli 206 nmol/l miespuoliselta tupakoimattomalta henkilöltä, joka työskenteli 'työkalujen valmistuksessa' juotostyössä. Molemmat mittaukset olivat vuodelta 2004.

Keskimääräiset altistumistasot olivat veren kadmiumpitoisuuksien mediaani 4 nmol/l, keskiarvo 9 nmol/l ja 95-persentiili (95 % -piste, 95 %) 29 nmol/l ja virtsan kadmiumpitoisuuksien mediaani 3 nmol/l, keskiarvo 6 nmol/l ja 95-persentiili 15 nmol/l. Tupakoivien henkilöiden veren ja virtsan kadmiumpitoisuudet olivat keskimäärin korkeammat kuin

tupakoimattomien. Tämä ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä. Tuloksissa ei havaittu minkäänlaista kadmiumpitoisuuksien kasvua iän myötä huomioiden myös tupakointitottumukset.

Ilmoitettuja toimialaluokkia oli veren ja virtsan samanaikaisille kadmiummäärityksille kaikkiaan 42 kappaletta, veren kadmiummääritykselle 81 kappaletta ja virtsan kadmiummääritykselle 85 kappaletta. Suurimmat määrät näytteitä tuli toimialaluokista 38220 'ongelmajätteen käsittely, loppusijoitus ja hävittäminen' 1 579 kpl ja 38110 'tavanomaisen jätteen keruu' 657 kpl.

Veren kadmiummittausten perusteella eniten altistuttiin toimialoilla 'muussa rakennuspuusepäntuotteiden valmistuksessa', 'aseiden ja ammusten valmistuksessa', 'kuparin valmistuksessa', 'rakennuspaikan valmistelutöissä' ja 'työkalujen valmistuksessa'. Virtsan kadmiummittausten perusteella 'muu rakennuspuusepäntuotteiden valmistus', 'työkalujen valmistus' ja 'sähkömoottorien, generaattorien ja muuntajien valmistus' olivat altistavimmat toimialat.

Tulokset jaettiin työtehtävän ja työpaikan tiedon mukaan seuraaviin ryhmiin: asentajiin, elektroniikkaromun käsittelijöihin, hitsaajiin, huoltomiehiin, juottajiin, lasin valmistuksessa työskenteleviin, mekaanista metallintyöstöä tekeviin, ongelmajätteiden kanssa työskenteleviin, palomiehiin, pilaantuneen maamassan kanssa työskenteleviin, pintakäsittelijöihin, rakennusmiehiin ja valimossa työskenteleviin. Lisäksi koottiin kaksi ryhmää, joista toinen muodostuu lähinnä puolustusministeriön ja ulkoministeriön komennusmiehistä ja toinen jätteenkäsittelyssä työskentelevistä. Tällöin saatiin ryhmiin mukaan esimerkiksi työnjohtajat, esimiehet, apumiehet ja insinöörit. Useat henkilöt kuuluvat useampaan ryhmään kuten esimerkiksi kunnossapitotyöntekijät. Altistavimmat työtehtävät näistä olivat keskimäärin juotostyö, kiinteän metallin työstö, lasin valmistus ja valutyöt.

ABSTRACT

This book is based on the data of blood and urinary cadmium measurements of occupationally exposed workers who were biomonitored at the Finnish Institute of Occupational Health (FIOH) in 2000–2014. During this period, we took 4 105 measurements of blood cadmium and 3 682 measurements of urinary cadmium. A total of 1 319 blood and urinary cadmium measurements were carried out at the same time.

The results were coded according to the 2008 classification of the business information system of the Finnish Patent and Registration Office and the Tax Administration.

The statistical information in this collection may differ from the previously published annual statistics, because it also contains data on the biomonitoring carried out for research purposes.

For evaluating the results, we used the biological action limit (BAL) of 50 nmol/l for blood cadmium and that of 20 nmol/l and 40 nmol/l for urinary cadmium. The BAL halved from 40 nmol/l to 20 nmol/l during the study period. The blood cadmium reference limit (URL) of 5 nmol/l for non-smokers and 18 nmol/l for smokers and the urinary cadmium URL of 5 nmol/l for non-smokers and 10 nmol/l for smokers were used to separate the exposed workers. These guidelines are given by FIOH, and are based on the 95th percentile observed for Finns not exposed to this chemical at work (URL) and on the literary data on the health effects of cadmium exposure (BAL). The background documents are available on the FIOH's website.

The blood cadmium URL of 5 nmol/l was exceeded in 1 946 samples (~ 47% of all samples) and the smokers' URL of 18 nmol/l in 536 samples (~ 13% of all samples).

A total of 23 samples from workers exposed to cadmium (~ 0.6% of all samples) had a blood cadmium concentration that was over the BAL 50 nmol/l: two of these were non-smokers and the rest smokers.

The urinary cadmium URL of 5 nmol/l was exceeded in 1 137 samples (~ 31% of all samples) and the smokers' URL of 10 nmol/l in 414 samples (~ 11% of all samples). A total of 120 samples were over the BAL of 20 nmol/l and a total of 54 samples had a blood cadmium concentration of over 40 nmol/l.

The highest blood cadmium concentration was 93 nmol/l, which was found in an 18–23-year-old smoking worker. He worked as a melter in the 'manufacture of ceramic household and ornamental articles'. The highest urinary cadmium concentration was 206 nmol/l, found in a non-smoking male who worked as a solderer in the 'wholesale of tools and materials'. Both measurements were from 2004.

On average, the blood cadmium concentrations' median was 4 nmol/l, mean was 9 nmol/l, and 95 percentile 29 nmol/l. The urinary cadmium concentrations' median was 3 nmol/l, mean was 6 nmol/l, and 95 percentile 15 nmol/l. The blood and urinary cadmium concentrations of the smokers' were on average higher than those of non-smokers. This was not a significant difference. We failed to reveal any increase in the levels of cadmium, taking into account age and smoking habits.

Samples with both measurements at the same time came from 42 fields of work. Blood cadmium samples were from 81 fields, and urinary cadmium samples from 85. The largest amounts of samples were from the 'treatment and disposal of hazardous waste' - 1 579 samples and the 'treatment and disposal of non-hazardous waste' - 657 samples.

As regards the blood cadmium measurements the fields with the highest exposure were the 'manufacture of builders' carpentry and joinery', 'manufacture of weapons and ammunition', 'copper production', 'construction of residential and non-residential buildings', and the 'manufacture of tools'. As regards urinary cadmium measurements, the highest exposures were in the 'manufacture of builders' carpentry and joinery', the 'manufacture of tools' and the 'manufacture of electric motors, generators and transformers'.

The results were also divided into the following groups according to task and workplace: installers, handlers of electronic scrap, welders, maintenance workers, solderers, workers in the manufacture of glass, mechanics, treatment and disposal of hazard waste workers, firemen, those working with contaminated soil bulk, plating workers, construction workers and foundry workers.

Two other groups were composed: one of men seconded to the Ministry of Defence and the Ministry of Foreign Affairs, and the other of waste handling workers. This resulted in groups which contained, for example, managers, supervisors, assistants and engineers. Some individuals, such as maintenance workers belonged to several groups. As regards the cadmium measurements, the job groups with the greatest exposure were solderers, metal machining workers, and workers in the manufacture of glass and metal casting.

SISÄLLYS

1	BIOMONITOROINTIMITTAUKSET.....	8
1.1	Altistusmittaukset verestä ja virtsasta.....	9
1.2	Altistumismittausten määrät ja pitoisuudet eri vuosina.....	9
1.3	Tupakoinnin vaikutus veren ja virtsan kadmiumpitoisuuksiin	11
1.4	län vaikutus veren ja virtsan kadmiumpitoisuuksiin	16
2	TYÖPAIKAT JA TOIMIALAT.....	24
3	TYÖTEHTÄVÄT.....	34
4	SAMANAIKAISET VEREN JA VIRTSAN KADMIUMMITTAUKSET.....	44
5	VIITERAJOJEN YLITYKSET	49

Lähteet57

1 BIOMONITOROINTIMITTAUKSET

Tämän kirjan tiedot perustuvat Työterveyslaitoksella työperäisen altistumisen selvittämistä varten tulleisiin veren ja virtsan kadmiumnäytteisiin vuosina 2000–2014. Tänä aikana tehtiin 4 105 veren kadmiummittausta ja 3 682 virtsan kadmiummittausta. Veren ja virtsan kadmiummittaukset tehtiin samanaikaisesti 1 319 näytteestä.

Näytteet luokiteltiin toimialoittain. Toimialaluokittelussa käytettiin yritys- ja yhteisötietojärjestelmää (YTJ), joka on Patentti- ja rekisterihallituksen ja Verohallinnon yhdessä ylläpitämä tieto- järjestelmä. Työpaikat ovat ilmoittaneet ensisijaisen toimialansa yritysrekisteriin. Tämä ilmoitettu toimiala liitettiin työpaikan näytteisiin. Toimialaluokitus perustuu vuoden 2008 toimialaluokitukseen TOL 2008 (Suomen virallinen tilasto SVT).

Suuri joukko yrityksistä oli lopettanut toimintansa tai sulautunut toisiin yrityksiin vuosien 2000–2014 aikana, joten toimiala pyrittiin hakemaan siltä ajankohdalta, jolloin näyte oli otettu. Yritysten näytteet yhdistettiin saman nimen alle, jos ne olivat sulautuneet toisiinsa tai käytössä oli yrityksen rinnakkaisnimi. Järjestely saattoi muuttaa joidenkin yritysten toimialan toiseksi, mutta yleensä ne olivat hyvin lähellä toisiaan. Osaan näytteistä ei pystytty liittämään mitään yritystietoa, koska ne olivat tulleet vain laboratorion läheteellä.

Työpaikkatietoja liitettiin näytteeseen käyttäen hyväksi samanaikaisesti tulleita näytteitä ja muita samasta laboratoriosta tulleita tietoja. Samoin työtehtäviä ja tupakointitietoja täydennettiin silloin, kun se oli mahdollista.

Tässä kokoelmassa olevat tilastotiedot voivat poiketa aiemmin julkaistuista vuositilastoista, koska mukana on myös tutkimustarkoituksiin tehdyt altistumismittaukset. Lisäksi näytteenottoajankohtia on varmistettu, jotta näyte kuvaisi todellista altistumista. Tilastollisiin laskuihin käytettiin SAS Enterprise Guide versio 6.1, 2013 SAS Institute Inc. USA -ohjelmaa.

Tulokset jaettiin työtehtävän ja työpaikan tiedon mukaan seuraaviin ryhmiin: asentajiin, elektroniikkaromun käsittelijöihin, hitsaajiin, huoltomiehiin, juottajiin, lasin valmistuksessa työskenteleviin, mekaanista metallintyöstöä tekeviin, ongelmajätteiden kanssa työskenteleviin, palomiehiin, pilaantuneen maamassan kanssa työskenteleviin, pintakäsittelijöihin, rakennusmiehiin ja valimossa työskenteleviin. Lisäksi koottiin kaksi ryhmää, joista toimen muodostui lähinnä puolustusministeriön ja ulkoministeriön komennusmiehistä ja toinen jätteenkäsittelyssä työskentelevistä.

Tulosten arvioinnissa käytettiin toimenpiderajoina 50 nmol/l veren kadmiumille sekä 20 nmol/l ja 40 nmol/l virtsan kadmiumille. Virtsan kadmiumin toimenpideraja on laskenut tarkastelujakson aikana 40 nmol/l puoleen 20 nmol/l. Altistumattomien viiterajoina käy-

tettiin 5 nmol/l tupakoimattomien ja 18 nmol/l tupakoivien henkilöiden veren kadmiumille ja 5 nmol/l tupakoimattomien ja 10 nmol/l tupakoivien henkilöiden virtsan kadmiumille. Työterveyslaitos on asettanut kyseiset arvot perustuen suomalaisen väestön kadmiumin normaalipitoisuuksiin veressä ja virtsassa sekä toimenpiderajat kirjallisuuteen perustuvien tietojen perusteella kadmiumin terveyshaitoista. Näille arvoille on olemassa Työterveyslaitoksen julkaisemat perustelumuiistiot, jotka löytyvät laitoksen nettisivuilta.

Suurin mitattu veren kadmiumipitoisuus oli 93 nmol/l, joka löytyi tupakoivalta henkilöltä. Virtsan korkein mitattu pitoisuus oli 206 nmol/l tupakoimattomalta henkilöltä.

Tulosten raportoinnissa on huomioiti tietosuojamääräykset siten, että yksittäisiä henkilöitä tai työpaikkoja ei voida tunnistaa tuloksista.

1.1 Altistusmittaukset verestä ja virtsasta

Vuosina 2000–2014 tehtiin yhteensä 4 105 veren kadmiumin (B-Cd) ja 3 682 virtsan kadmiumin (U-Cd) altistusmittausta. (Taulukko 1.)

Taulukko 1. Veren ja virtsan kadmiumipitoisuuksien näytemäärät, mediaanit, keskiarvot, 95 % -pisteet ja maksimi-arvot vuosina 2000–2014. E = tupakoimattomat, K = tupakoivat.

		nmol/l				
	Tupakointi	N	Md	ka.	95 %	maks.
B-Cd	Kaikki	4 105	4	9	29	93
	Puuttuva tieto	407	4	6	20	43
	E	2 024	2	4	14	56
	K	1 674	12	15	39	93
U-Cd	Kaikki	3 682	3	6	15	206
	Puuttuva tieto	289	3	4	11	46
	E	1 958	3	6	13	206
	K	1 435	4	7	17	120

1.2 Altistumismittausten määrät ja pitoisuudet eri vuosina

Taulukkoon 2 on koottu vuosittain tehtyjen veren ja virtsan kadmiummittausten sekä niiden näytteiden määrät, joista veri- ja virtsanäyte tuli samanaikaisesti. Taulukossa 3 on

veren ja virtsan kadmiumpitoisuudet vuosina 2000–2014. Mukana on kolme 16–17-vuotiasta ja kaksi henkilöä, joiden ikätieto puuttuu. Työtehtävän perusteella he työskentelivät altistavassa työssä.

Taulukko 2. Altistumismittausten lukumäärät vuosina 2000–2014.

Vuosi	N, B-Cd	N, U-Cd	N, B-U-Cd
2000	246	419	66
2001	257	332	193
2002	240	304	120
2003	278	287	103
2004	234	267	71
2005	261	244	69
2006	264	256	128
2007	303	266	123
2008	289	332	95
2009	242	205	50
2010	256	216	70
2011	349	160	77
2012	299	147	71
2013	315	131	41
2014	272	116	42
Yhteensä	4 105	3 682	1 319

Taulukko 3. Veren ja virtsan kadmiumpitoisuuksien näytemäärät, mediaanit, keskiarvot, 95 % -pisteet ja maksimi-arvot vuosittain vuosina 2000–2014.

Vuosi	Veren kadmium nmol/l					Virtsan kadmium nmol/l				
	N	Md	ka.	95 %	maks.	N	Md	ka.	95 %	maks.
2000	246	4	8	27	60	419	3	5	16	129
2001	257	4	7	22	49	332	4	6	15	88
2002	240	4	8	24	51	304	3	6	16	178
2003	278	3	7	22	47	287	3	6	16	164
2004	234	4	8	29	93	267	3	6	17	206
2005	261	5	9	29	73	244	3	6	17	102
2006	264	5	8	23	37	256	3	6	13	79
2007	303	5	8	25	51	266	4	6	15	98
2008	289	4	8	27	47	332	4	5	14	74
2009	242	4	7	21	43	205	3	4	9	44
2010	256	5	9	31	42	216	3	5	11	75
2011	349	8	13	44	73	160	3	8	40	79
2012	299	6	11	41	64	147	4	7	22	83
2013	315	4	8	28	45	131	4	7	17	80
2014	272	3	7	28	42	116	4	7	19	70

Veren ja virtsan kadmiumpitoisuudet vaihtelivat vuosittain, ja minkäänlaista suuntausta ei havaittu keskimääräisissä tuloksissa. Korkeimmat yksittäiset pitoisuudet olivat vuosina 2002–2005.

1.3 Tupakoinnin vaikutus veren ja virtsan kadmiumpitoisuuksiin

Henkilöiden tupakointitietoja täydennettiin saman henkilön muihin näytteisiin, jos samana vuonna oli tullut näyte, jossa tupakointitieto oli tai useampana vuonna oli tieto tupakoinnista, jolloin oletettiin henkilön tupakointitietojen olevan sama kaikkina mittaushetkinä. Jos henkilön tupakointitieto vaihtui tupakoijasta ei-tupakoijaksi, täydennyksissä

huomioitiin muutos. Vaikka peräkkäisinä päivinä otetuissa virtsan ja veren kadmiumnäytteissä oli eri tupakointitieto, tupakointitietoihin ei koskettu. Tällöin tupakoivien henkilöiden määrä oli 880 ja tupakoimattomien 1 271; 533 henkilön tupakointitieto puuttui.

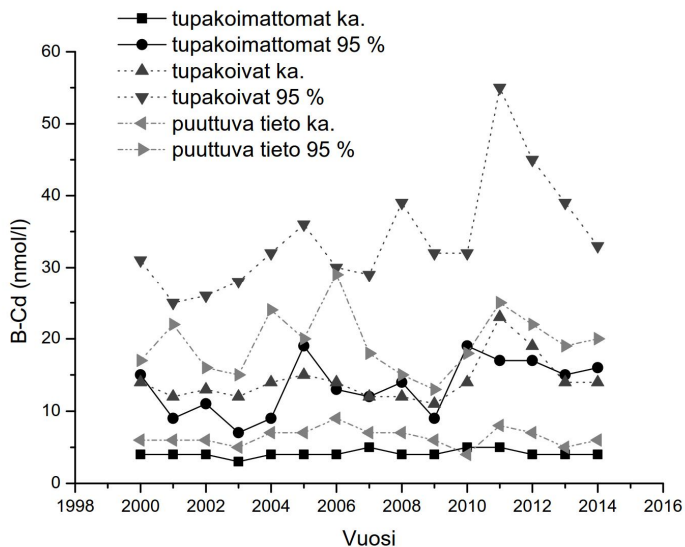
Taulukossa 4 on veren ja virtsan kadmiumpitoisuudet vuosina 2000–2014 jaoteltuina tupakoinnin mukaan. Kuvissa 1 ja 2 on esitetty veren ja virtsan kadmiumpitoisuuksien keskiarvot ja 95 % -pisteet vuosina 2000–2014. Tarkasteltaessa altistumistilanneetta tupakointitottumusten mukaan ei voida havaita minkäänlaista kasvavaa tai laskevaa suuntausta. Tupakoivien henkilöiden veren keskimääräinen pitoisuus ja 95-persentiili oli kuitenkin selvästi korkeampi kuin tupakoimattomilla tai ryhmässä jolta puuttuu tupakointitieto. Korkein yksittäinen veren kadmiumpitoisuus löytyi tupakoivilta, mutta korkein virtsan kadmiumpitoisuus oli tupakoimattomalla henkilöillä. Korkeita tupakoimattomien veren ja virtsan kadmiumpitoisuuksia on mitattu viime vuosina suhteessa enemmän kuin aiemmin. Tupakoimattomien ja tupakoivien veren ja virtsan kadmiumpitoisuuksien mediaanien ja keskiarvopitoisuuksien riippuvuutta eri vuosina testattiin T-testin pariteettitestillä. Merkitsevät erot havaittiin veren ja virtsan kadmiumpitoisuuksien mediaanien sekä veren kadmiumpitoisuuden keskiarvon välillä $p > 0,0001$. Virtsan kadmiumpitoisuuksien keskiarvojen jakaumat eivät eronneet tilastollisesti toisistaan. (Kuvat 1 ja 2.)

Taulukko 4. Veren ja virtsan kadmiumpitoisuuksien näytemäärät, mediaanit, keskiarvot, 95 % -pisteet ja maksimi-arvot vuosina 2000–2014 jaoteltuina tupakoinnin mukaan. E= tupakoimaton, K= tupakoiva, tyhjä sarake = puuttuva tieto.

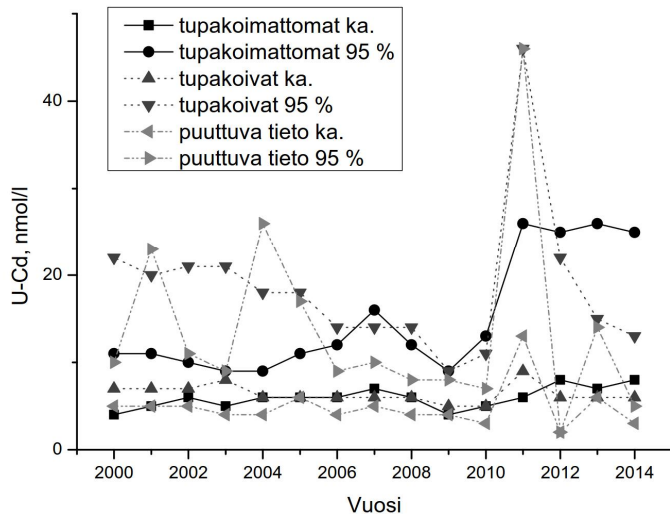
Vuosi	Tupakointi	B-Cd nmol/l					U-Cd nmol/l				
		N	Md	ka.	95 %	maks.	N	Md.	ka.	95 %	maks.
2000		60	4	6	17	34	45	4	5	10	16
2000	E	95	2	4	15	39	197	3	4	11	129
2000	K	91	13	14	31	60	177	4	7	22	93
2001		16	4	6	22	22	16	3	5	23	23
2001	E	135	3	4	9	49	183	3	5	11	88
2001	K	106	10	12	25	47	133	5	7	20	62
2002		18	3	6	16	16	21	3	5	11	35
2002	E	118	2	4	11	49	151	3	6	10	178
2002	K	104	12	13	26	51	132	4	7	21	72

Vuosi	Tupa- kointi	B-Cd nmol/l					U-Cd nmol/l				
		N	Md	ka.	95 %	maks.	N	Md.	ka.	95 %	maks.
2003		37	3	5	15	17	37	3	4	9	16
2003	E	130	2	3	7	47	137	3	5	9	164
2003	K	111	10	12	28	43	113	5	8	21	120
2004		13	4	7	24	24	17	2	4	26	26
2004	E	116	2	4	9	53	147	2	6	9	206
2004	K	105	11	14	32	93	103	4	6	18	81
2005		11	4	7	20	20	14	5	6	17	17
2005	E	134	2	4	19	49	142	3	6	11	102
2005	K	116	12	15	36	73	88	4	6	18	41
2006		13	5	9	29	29	14	2	4	9	9
2006	E	148	3	4	13	20	148	3	6	12	79
2006	K	103	12	14	30	37	94	4	6	14	40
2007		17	5	7	18	18	21	4	5	10	14
2007	E	164	2	5	12	43	145	4	7	16	98
2007	K	122	10	12	29	51	100	5	6	14	21
2008		26	4	7	15	28	36	3	4	8	9
2008	E	144	2	4	14	30	164	3	6	12	74
2008	K	119	9	12	39	47	132	4	6	14	30
2009		20	4	6	13	13	17	4	4	8	8
2009	E	127	3	4	9	37	123	3	4	9	44
2009	K	95	9	11	32	43	65	4	5	9	14
2010		20	2	4	18	20	14	3	3	7	7
2010	E	121	2	5	19	40	115	3	5	13	75

Vuosi	Tupa- kointi	B-Cd nmol/l					U-Cd nmol/l				
		N	Md	ka.	95 %	maks.	N	Md.	ka.	95 %	maks.
2010	K	115	12	14	32	42	87	3	5	11	40
2011		47	3	8	25	28	5	5	13	46	46
2011	E	141	2	5	17	49	90	3	6	26	69
2011	K	161	19	23	55	73	65	4	9	46	79
2012		25	4	7	22	31	14	1	2	2	2
2012	E	140	2	4	17	56	73	4	8	25	83
2012	K	134	15	19	45	64	60	4	6	22	48
2013		57	3	5	19	43	8	4	6	14	14
2013	E	149	2	4	15	33	75	3	7	26	80
2013	K	109	12	14	39	45	48	5	6	15	17
2014		27	2	6	20	40	10	2	3	5	5
2014	E	162	2	4	16	35	68	4	8	25	70
2014	K	83	11	14	33	42	38	4	6	13	18



Kuva 1. Veren kadmiumpitoisuuksien keskiarvot, 95 % -pisteet ja maksimi-arvot vuosina 2000–2014 jaoteltuina tupakoinnin mukaan.



Kuva 2. Virtsan kadmiumpitoisuuksien keskiarvot, 95 % -pisteet ja maksimi-arvot vuosina 2000–2014 jaoteltuina tupakoinnin mukaan.

1.4 Iän vaikutus veren ja virtsan kadmiumpitoisuuksiin

Kadmiumin on osoitettu kertyvän elimistöön iän myötä (Nordberg ym. 2015). Henkilöiden ikä laskettiin näytteenottohetkellä ja tulokset lajiteltiin seuraavasti ikäryhmiin: alle 18 v., 18–23 v., 24–29 v., 30–35v., 36–40v., 41–45 v., 46–50 v., 51–55 v., 56–60 v., 61–65 v., 66–70 v., 71–75 v., 76–80 v., yli 80 vuotiaat.

Alle 18-vuotiaiden ja ryhmissä 12–13 olevien henkilöiden määrä oli alle 5. Heidän tulokset jätettiin tarkastelun ulkopuolelle. Tarkasteluun otettiin mukaan 66–70 vuotiaiden ryhmä, koska he olivat mukana työelämässä ja henkilöiden määrä oli merkittävä. (Taulukko 5.) Tuloksissa ei havaittu minkäänlaista kadmiumpitoisuuksien kasvua iän myötä. Tulokset jaoteltiin myös iän ja tupakointitottumusten mukaisesti. Taulukoissa 6 ja 7 on esitetty veren keskiarvopitoisuudet ikäryhmittäin tupakoivilla ja tupakoimattomilla vuosina 2000–2014. Taulukoissa 8 ja 9 on koottu veren keskiarvopitoisuudet ikäryhmittäin tupakoivilla ja tupakoimattomilla vuosina 2000–2014. Niiden ryhmien tulokset jätettiin pois, jos mittauspisteitä oli alle 5. Näissäkään tupakoinnin mukaan erotelluissa tuloksissa ei havaittu minkäänlaista kadmiumpitoisuuden nousua iän mukaan yhdelläkään ikäryhmällä.

Taulukko 5. Veren ja virtsan kadmiumpitoisuuksien näytemäärät, mediaanit, keskiarvot, 95 % -pisteet ja maksimi-arvot vuosina 2000–2014 jaoteltuina henkilöiden ikäryhmän mukaan.

Ikäryhmä	B-Cd nmol/l					U-Cd nmol/l				
	N	Md	ka.	95 %	maks.	N	Md	ka.	95 %	maks.
18–23	157	5	8	27	93	196	2	3	5	9
24–29	505	5	9	29	73	492	2	3	7	62
30–35	703	4	9	28	59	579	3	4	10	53
36–40	595	5	10	39	62	480	3	5	11	75
41–45	580	4	8	26	64	474	3	6	13	129
46–50	489	4	9	35	53	459	4	9	23	206
51–55	500	4	7	21	44	502	5	8	21	98
56–60	383	4	9	35	73	363	5	9	23	80
61–65	155	4	7	24	43	130	6	8	24	62
66–70	20	3	4	10	10	2			1	1

Taulukko 6. Tupakoimattomien veren kadmiumpitoisuuksien näytemäärät, mediaanit, keskiarvot, 95 % -pisteet ja maksimi-arvot vuosina 2000–2014 jaoteltuina henkilöiden ikäryhmän mukaan.

Veren kadmium, nmol/l, tupakoimattomat																		
Ikä	24–30 v.		31–35 v.		36–40 v.		41–45 v.		46–50 v.		51–55 v.		55–60 v.		61–65 v.		66–70 v.	
Vuosi	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %
2000			2	5	4	15	4	18	5	39	5	16	4	12	3	5		
2001			3	5	3	9	2	5	3	7	10	49	4	12	4	6		
2002			4	28	3	11	2	4	2	5	10	49	4	8	4	8		
2003			2	7	2	6	2	5	3	21	7	46	2	4	3	5		
2004			2	3	3	11	3	5	2	7	11	53	3	10	3	6	3	5
2005	2	5	3	14	4	12	3	8	2	4	12	49	4	9	5	19	4	7
2006			2	4	5	15	6	20	3	12	2	5	5	10	5	16	4	8
2007			3	10	3	10	5	13	4	41	4	30	6	12	5	10	3	6
2008			4	18	2	7	3	8	5	14	4	27	6	25	3	10	2	3
2009			3	8	4	13	4	9	4	8	3	8	5	22	4	10		
2010	3	12	7	31	3	11	6	32	2	4	2	7	8	40	4	13	2	4
2011			5	20	5	26	6	44	4	10	2	4	4	21	6	35		

Veren kadmium, nmol/l, tupakoimattomat																		
Ikä	24–30 v.		31–35 v.		36–40 v.		41–45 v.		46–50 v.		51–55 v.		55–60 v.		61–65 v.		66–70 v.	
	Vuosi	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	
2012			4	18	4	13	6	31	5	27	3	10	2	4	6	24	2	4
2013	2	4	5	21	3	14	7	33	4	8	2	5	3	19	7	21	3	10
2014	2	5	3	13	4	17	6	26	5	16	3	9	2	5	6	35	6	28

Taulukko 7. Tupakoivien veren kadmiumpitoisuuksien näytemäärät, mediaanit, keskiarvot, 95 % -pisteet ja maksimiarvot vuosina 2000–2014 jaoteltuina henkilöiden ikäryhmän mukaan.

Veren kadmium, nmol/l, tupakoivat																		
Ikä	24–30 v.		31–35 v.		36–40 v.		41–45 v.		46–50 v.		51–55 v.		55–60 v.		61–65 v.		66–70 v.	
	Vuosi	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	
2000	14	27	12	22	13	21	14	33	17	60	12	28	16	30	22	41		
2001			14	47	9	18	13	28	8	18	9	19	13	25	13	26	15	27
2002			13	39	13	24	13	29	14	51	13	23	10	18	18	36	13	24
2003			12	38	12	23	12	28	12	43	10	18	10	19	16	28	11	25
2004	24	93	12	39	15	45	13	27	12	32	12	46			15	29		

Veren kadmium, nmol/l, tupakoivat

Ikä	24–30 v.		31–35 v.		36–40 v.		41–45 v.		46–50 v.		51–55 v.		55–60 v.		61–65 v.		66–70 v.	
	Vuosi	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	
2005			24	73	12	30	12	32	14	26	8	21	14	27	24	37		
2006			16	37	16	27	13	32	14	36			11	22	22	30	12	22
2007	11	20	14	30	13	31	13	40	11	20	7	17	11	21	17	51		
2008	11	40	8	27	14	33	10	23	17	40	9	21	9	17	22	47	14	22
2009	14	39	13	32	12	38	11	17	11	32	11	43	9	11	8	13		
2010	11	22	15	32	14	31	17	42	14	35	13	34	12	20	10	17		
2011			16	31	25	58	29	60	17	33	21	39	20	44	35	73		
2012			15	29	19	49	26	49	20	64	15	35	13	35	18	40		
2013			13	39	16	41	12	39	13	44	18	42	9	17	19	45		
2014			13	32	15	42	16	30	14	31	14	39	12	24	16	37		

Taulukko 8. Tupakoimattomien virtsan kadmiumpitoisuuksien näytemäärät, mediaanit, keskiarvot, 95 % -pisteet ja maksimiarvot vuosina 2000–2014 jaoteltuina henkilöiden ikäryhmän mukaan.

Virtsan kadmium, nmol/l, tupakoimattomat																		
Ikä	24–30 v.		31–35 v.		36–40 v.		41–45 v.		46–50 v.		51–55 v.		55–60 v.		61–65 v.		66–70 v.	
Vuosi	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %
2000	2	4	2	5	3	5	3	8	9	68	7	14	6	15	7	18		
2001	2	5	2	4	3	5	3	5	5	11	11	71	6	14	5	13	4	5
2002	3	5	2	5	2	8	3	7	3	6	16	86	6	16	5	11	3	3
2003	2	2	2	5	3	11	3	6	3	7	14	106	5	10	4	8	4	5
2004	1	2	2	4	3	4	3	8	3	5	23	152	3	14	4	7	3	5
2005	2	2	2	6	3	6	3	5	3	10	22	102	5	16	6	21	4	10
2006	1	2	2	3	3	10	10	75	3	5	5	17	10	70	6	25	6	14
2007	3	5	4	15	4	28	6	21	5	15	10	81	13	68	6	14	7	11
2008	3	4	2	3	4	9	4	11	3	8	6	20	11	63	6	15	5	12
2009	2	2	2	3	3	4	3	5	4	12	5	23	7	44	4	8	5	9
2010	3	9	3	7	3	11	4	11	3	6	3	9	12	75	5	23	5	10
2011	1	2	4	19	3	13	4	7	3	8	3	6	12	58	10	69	5	11
2012	1	1	4	11	8	53	10	25	13	83	4	7	6	18	13	55	5	6

Virtsan kadmium, nmol/l, tupakoimattomat																		
Ikä	24–30 v.		31–35 v.		36–40 v.		41–45 v.		46–50 v.		51–55 v.		55–60 v.		61–65 v.		66–70 v.	
	Vuosi	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.
2013	.	.	2	6	4	16	9	26	7	22	3	7	8	40	25	80	5	6
2014	2	4	3	6	5	13	12	40	7	21	4	8	11	30	18	70	16	16

Taulukko 9. Tupakoivien virtsan kadmiumpitoisuuksien näytemäärät, mediaanit, keskiarvot, 95 % -pisteet ja maksimiarvot vuosina 2000–2014 jaoteltuina henkilöiden ikäryhmän mukaan.

Veren kadmium, nmol/l, tupakoivat																		
Ikä	24–30 v.		31–35 v.		36–40 v.		41–45 v.		46–50 v.		51–55 v.		55–60 v.		61–65 v.		66–70 v.	
	Vuosi	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.
2000	2	5	3	5	16	4	9	5	16	4	9	14	22	93	10	19	16	46
2001			3	5	13	5	10	5	13	5	10	71	7	14	9	24	9	23
2002			3	4	8	4	7	4	8	4	7	86	11	72	9	21	9	16
2003			3	4	8	5	16	4	8	5	16	106	13	46	7	16	9	19
2004			3	4	6	5	17	4	6	5	17	152	7	44	10	81	8	24
2005			3	4	8	4	6	4	8	4	6	102	4	10	4	8	8	17

Veren kadmium, nmol/l, tupakoivat

Ikä	24–30 v.		31–35 v.		36–40 v.		41–45 v.		46–50 v.		51–55 v.		55–60 v.		61–65 v.		66–70 v.	
	Vuosi	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	ka.	95 %	
2006			5	5	10	4	9	5	10	4	9	17	4	8			9	40
2007	3	6	5	5	14	5	13	5	14	5	13	81	6	14	4	5	8	21
2008	3	7	5	4	8	4	13	4	8	4	13	20	6	14	5	14	7	14
2009			3	4	7	4	7	4	7	4	7	23	7	11	5	9	5	11
2010			4	3	7	4	7	3	7	4	7	9	4	13	5	8	5	6
2011			11	4	7	6	15	4	7	6	15	6	5	8	6	23		
2012			5	7	25	6	19	7	25	6	19	7	4	7	6	12		
2013					14	5	8	4	14	5	8	7	7	13	7	12	6	9
2014					12	9	18	5	12	9	18	8	7	13	5	13		

Miesten ja naisten altistumisessa ei havaittu tilastollisia eroja, vaikka suurimmat pitoisuudet löytyivät miehiltä. Tutkittujen miesten määrä oli kymmenkertainen verrattuna tutkittujen naisten määrään. (Taulukko 10.)

Taulukko 10. Veren ja virtsan kadmiumpitoisuuksien näytemäärät, mediaanit, keskiarvot, 95 % -pisteet ja maksimi-arvot jaoteltuina sukupuolen mukaan. M = mies, N = nainen, E= tupakoimaton, K= tupakoiva, tyhjä sarake = puuttuva tieto.

Suku- puoli	Tupakointi	Veren kadmium nmol/l				Virtsan kadmium nmol/l					
		N	Md	ka.	95 %	maks.	N	Md	ka.	95 %	maks.
M		299	4	7	20	43	253	3	4	11	35
M	E	1772	2	4	15	56	1690	3	6	15	206
M	K	1557	12	15	38	93	1317	4	7	18	120
N		108	3	5	17	29	36	3	4	5	46
N	E	252	2	3	6	21	268	3	3	7	18
N	K	117	10	14	43	62	118	5	6	14	62

2 TYÖPAIKAT JA TOIMIALAT

Näytteitä tuli 214:sta eri yrityksestä. Veren kadmiumnäytteitä tuli 130:sta ja virtsan kadmiumnäytteitä 167 yrityksestä. Molemmat määritykset tehtiin 59 yrityksen työntekijöistä. Taulukkoon 11 on koottu tutkittujen yritysten määrä eri vuosina ja analyseittain.

Taulukko 11. Tutkittujen työpaikkojen määrä vuosina 2000–2014.

Vuosi	N, B-Cd	N, U-Cd	N, B-Cd U-Cd
2000	24	31	12
2001	24	41	17
2002	26	40	15
2003	35	46	17
2004	25	35	15
2005	23	33	14
2006	18	30	10
2007	33	38	20
2008	30	42	14
2009	25	32	9
2010	24	35	9
2011	25	28	9
2012	32	29	9
2013	21	27	9
2014	21	23	7

Työpaikat luokiteltiin toimialaluokituksen mukaisesti (TOL 2008). Käytössä oleva luokitus perustuu tilastoalan yleisluokitukseen TOL 2002, joka on käytössä sekä julkisen hallinnon että yksityisen sektorin tietojärjestelmissä. (Taulukko 12.)

Taulukko 12. TOL 2002 -pääluokkataso.

Luokitusavain	Toimiala	Pääluokka
A	Maatalous, riistatalous ja metsätalous	01-02
B	Kalatalous	05
C	Kaivostoiminta ja louhinta	10-14
CA	Energiamineraalien kaivu	10-12
CB	Malmien ja mineraalien kaivu pl. energiamineraalit	13-14
D	Teollisuus	15-37
DA	Elintarvikkeiden, juomien ja tupakan valmistus	15-16
DB	Tekstiilien ja tekstiilituotteiden valmistus	17-18
DC	Nahan ja nahkatuotteiden valmistus	19
DD	Sahatavaran ja puutuotteiden valmistus	20
DE	Massan, paperin ja paperituotteiden valmistus; kustantaminen ja painaminen	21-22
DF	Koksin, öljytuotteiden ja ydinpolttoaineen valmistus	23
DG	Kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja tekokuitujen valmistus	24
DH	Kumi- ja muovituotteiden valmistus	25
DI	Ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	26

Luokitusavain	Toimiala	Pääluokka
DJ	Metallien jalostus ja metallituotteiden valmistus	27–28
DK	Koneiden ja laitteiden valmistus	29
DL	Elektroniikka- ja sähkötuotteiden valmistus	30–33
DM	Kulkuneuvojen valmistus	34–35
DN	Muu valmistus	36–37
E	Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	40–41
F	Rakentaminen	45
G	Tukku- ja vähittäiskauppa; moottoriajoneuvojen sekä henkilökohtaisten esineiden ja kotitalousesineiden korjaus	50–52
H	Majoitus- ja ravitsemistoiminta	55
I	Kuljetus, varastointi ja tietoliikenne	60–64
J	Rahoitustoiminta	65–67
K	Kiinteistö-, vuokraus- ja tutkimuspalvelut; liike-elämän palvelut	70–74
L	Julkinen hallinto ja maanpuolustus; pakollinen sosiaalivakuutus	75
M	Koulutus	80
N	Terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	85

Luokitusavain	Toimiala	Pääluokka
O	Muut yhteiskunnalliset ja henkilökohtaiset palvelut	90–93
P	Työnantajakotitaloudet sekä kotitalouksien itse tuottamat tavarat ja palvelut omaan käyttöön	95–97
Q	Kansainväliset järjestöt ja ulkomaiset edustustot	98
X	Toimiala tuntematon	99

Toimialaluokittelussa käytetty yritys- ja yhteisötietojärjestelmän (YTJ), toimialaluokitus 2008, ei ollut yksiselitteinen, koska yritykset olivat sulautuneet ja jakautuneet useaan kertaan tarkasteluajana. Samoin yrityksen nimi oli saattanut muuttua rinnakkaisnimeksi. Luokittelu kuitenkin pyrittiin tekemään niin, että se kuvasi parhaiten työtehtäviä. Osa yrityksistä oli suuria konserneja, ja silloin luokitus tehtiin päätoimialan mukaan. Tällaisia päätoimialoja olivat esimerkiksi 'julkinen yleishallinto' (B-Cd 2 kpl, U-Cd, 270 kpl) ja 'työvoiman vuokraus' (B-Cd ja U-Cd 9 kpl).

Ilmoitettuja toimialaluokkia oli veren ja virtsan samanaikaisille kadmiummäärytyksille kaikkiaan 42 kappaletta, veren kadmiummäärytykselle 81 kappaletta ja virtsan kadmiummäärytykselle 85 kappaletta. Suurimmat määrät näytteitä tuli toimialaluokista 38220 'ongelmajätteen käsittely, loppusijoitus ja hävittäminen' 1 579 kpl ja 38110 'tavanomaisen jätteen keruu' 657 kpl.

Taulukoissa 13 ja 14 on koottu veren kadmium- ja virtsan kadmiumpitoisuudet toimialoittain niiltä toimialoilta, joilla oli vähintään 5 mittausta vuosina 2000–2014.

Eniten altistuttiin veren kadmiummittausten perusteella 16239 'muussa rakennuspuusepäntuotteiden valmistuksessa', 25400 'aseiden ja ammusten valmistuksessa', 24440 'kuparin valmistuksessa', 43120 'rakennuspaikan valmistelutöissä' ja 28620 'työkalujen valmistuksessa'. Virtsan kadmiummittausten perusteella 16239 'muu rakennuspuusepäntuotteiden valmistus', 28620 'työkalujen valmistus' ja 27110 'sähkömoottorien, generaattorien ja muuntajien valmistus' olivat altistavimmat toimialat.

Taulukko 13. Veren kadmiumpitoisuuksien näytemäärät, mediaanit, keskiarvot, 95 % -pisteet ja maksimiarvot toimialoittain niiltä toimialoilta, joilla oli vähintään 5 mittausta vuosina 2000–2014.

Toimiala	Veren kadmium nmol/l				
	N	Md	ka.	95 %	maks.
Aseiden ja ammusten valmistus	8	37	37	45	45
Asuin- ja muiden rakennusten rakentaminen	25	3	6	14	31
Julkinen yleishallinto	83	3	5	17	25
Keraamisten talous- ja koriste-esineiden valmistus	358	9	13	31	93
Kiinteistöjen siivous	7	9	12	33	33
Kuparin valmistus	31	33	30	44	49
Laboratoriotutkimukset	63	3	5	17	28

Toimiala	Veren kadmium nmol/l				
	N	Md	ka.	95 %	maks.
Lajiteltujen materiaalien kierrätys	19	7	12	43	43
Langallisen verkon hallinta ja palvelut	11	3	5	14	14
Liha- ja siipikarjatuotteiden valmistus	11	2	2	3	3
Lyijyn, sinkin ja tinan valmistus	383	7	12	38	64
Lämpö-, ääni- ja värinäeristeiden asennus	6	6	7	15	15
Lääkäriasemat, yksityislääkärit ja vastaavat erikoislääkäripalvelut	35	3	6	19	24
Maa- ja vesirakentamisen tekninen palvelu	8	2	2	3	3
Maanpuolustus	23	2	5	20	23
Maaperän ja vesistöjen kunnostus ja muut ympäristöhuoltopalvelut	133	3	6	16	36
Metallien käsittely ja päällystäminen	29	6	8	18	39
Metallirakenteiden ja niiden osien valmistus	6	18	18	36	36
Muiden erikoiskoneiden korjaus ja huolto	11	5	6	13	13
Muiden välituotteiden tukkukauppa	10	9	9	15	15
Muovilevyjen, -kalvojen, -putkien ja -profiilien valmistus	41	5	7	18	34
Muu jätehuolto	7	2	3	7	7
Muu luonnontieteellinen tutkimus ja kehittäminen	5	4	4	9	9
Muu muualla luokittelematon erikoistunut rakennustoiminta	39	3	10	67	73
Muu muualla luokittelematon maa- ja vesirakentaminen	21	10	11	16	24
Muu rakennuspuusepäntuotteiden valmistus	11	40	38	49	49
Muu tekninen palvelu	79	5	8	25	33

Toimiala	Veren kadmium nmol/l				
	N	Md	ka.	95 %	maks.
Muu terveyspalvelu	15	4	9	43	43
Muuta kaivostoimintaa ja louhintaa palveleva toiminta	28	2	5	21	39
Ongelmajätteen käsittely, loppusijoitus ja hävittäminen	1581	3	7	22	62
Optisen alan tukkukauppa	7	17	14	18	18
Paperi-, kartonki- ja pahviteollisuuden koneiden valmistus	9	3	4	7	7
Paperin, kartongin ja pahvin valmistus	27	3	6	19	24
Putkien, profiiliputkien ja niihin liittyvien tarvikkeiden valmistus teräksestä	7	7	7	14	14
Rakennuspaikan valmistelutyöt	31	22	22	44	47
Rautateiden ja metrolinjojen rakentaminen	17	2	3	15	15
Romujen purkaminen	13	5	7	15	15
Sähkön jakelu	14	2	3	8	8
Tavanomaisen jätteen keruu	661	4	8	27	59
Tavanomaisen jätteen käsittely ja loppusijoitus	15	10	9	20	20
Teiden ja moottoriteiden rakentaminen	38	3	6	18	21
Terveystieteiden ja sosiaaliturvan hallinto	5	8	7	11	11
Tieliikenteen tavarankuljetus	25	6	8	20	39
Työkalu- ja tarviketukkukauppa	9	12	13	23	23
Työkalujen valmistus	53	20	25	53	60
Työvoiman vuokraus	9	6	6	16	16
Varsinaiset sairaalapaalvelut	18	4	6	21	21
Yhdyskuntasuunnittelu	5	2	2	3	3

Taulukko 14. Virtsan kadmiumpitoisuuksien näytemäärät, mediaanit, keskiarvot, 95 % -pisteet ja maksimiarvot toimialoitain niiltä toimialoilta, joilla oli vähintään 5 mittausta vuosina 2000–2014.

Toimiala	Virtsan kadmium nmol/l				
	N	Md	ka.	95 %	maks.
Asuin- ja muiden rakennusten rakentaminen	40	2	2	6	7
Ilma- ja avaruusalusten korjaus ja huolto	143	3	5	15	40
Jalokivikorujen ja muiden kultasepäntuotteiden valmistus	13	6	7	19	19
Julkinen yleishallinto	270	3	3	6	33
Kaukolämmön ja -kylmän erillistuotanto ja jakelu	7	2	1	2	2
Keraamisten talous- ja koriste-esineiden valmistus	345	7	9	23	83
Kiinteistöjen siivous	5	2	4	10	10
Kuparin valmistus	68	4	5	12	13
Laboratoriotutkimukset	26	3	3	5	8
Lajiteltujen materiaalien kierrätys	30	3	3	5	5
Lastinkäsittely	11	2	2	4	4
Lyijyn, sinkin ja tinan valmistus	282	5	8	23	62
Lääkäriasemat, yksityislääkärit ja vastaavat erikoislääkäripalvelut	25	2	4	11	17
Maa- ja vesirakentamisen tekninen palvelu	103	4	5	14	19
Maanpuolustus	19	3	3	6	6
Maaperän ja vesistöjen kunnostus ja muut ympäristöhuoltopalvelut	108	3	3	9	14
Metallien käsittely ja päällystäminen	45	4	5	12	14
Metallirakenteiden ja niiden osien valmistus	26	3	4	11	11
Mittaus-, testaus- ja navigointivälineiden ja -laitteiden valmistus	12	3	5	26	26

Toimiala	Virtsan kadmium nmol/l				
	N	Md	ka.	95 %	maks.
Moottoriajoneuvojen valmistus	5	7	7	11	11
Muiden erikoiskoneiden korjaus ja huolto	7	4	6	21	21
Muiden väli tuotteiden tukkukauppa	7	3	3	6	6
Muu luonnontieteellinen tutkimus ja kehittäminen	11	3	3	5	5
Muu muualla luokittelematon erikoistunut rakennustoiminta	28	3	3	7	8
Muu muualla luokittelematon maa- ja vesirakentaminen	9	4	6	14	14
Muu rakennuspuusepäntuotteiden valmistus	16	66	55	98	98
Muu tekninen palvelu	63	4	4	8	10
Muu terveyspalvelu	34	4	5	10	18
Ongelmajätteen käsittely, loppusijoitus ja hävittäminen	1201	3	4	10	35
Paperi-, kartonki- ja pahviteollisuuden koneiden valmistus	9	5	6	17	17
Paperin, kartongin ja pahvin valmistus	22	2	3	5	7
Putkien, profiiliputkien ja niihin liittyvien tarvikkeiden valmistus teräksestä	6	3	3	4	4
Rakennuspaikan valmistelutyöt	8	5	5	8	8
Rautateiden ja metrolinjojen rakentaminen	32	3	3	10	10
Romujen purkaminen	52	3	4	8	9
Sähköasennus	6	4	4	5	5
Sähkömoottorien, generaattorien ja muuntajien valmistus	7	13	12	19	19
Tavanomaisen jätteen keruu	165	3	4	8	48

Toimiala	Virtsan kadmium nmol/l				
	N	Md	ka.	95 %	maks.
Tavanomaisen jätteen käsittely ja loppusijoitus	82	3	5	15	26
Teiden ja moottoriteiden rakentaminen	76	3	3	6	8
Terveystieteiden ja sosiaaliturvan hallinto	22	4	4	10	10
Tieliikenteen tavarankuljetus	23	4	5	16	25
Työkalu- ja tarviketukkukauppa	8	6	6	11	11
Työkalujen valmistus	104	17	34	120	206
Työvoiman vuokraus	9	4	5	9	9
Varsinaiset sairaalapaikalliset	20	7	7	17	19
Yksityiset turvallisuuspalvelut	7	4	4	5	5

3 TYÖTEHTÄVÄT

Työtehtäviä on ilmoitettu rekisteriin vaihtelevasti. Jos samalla henkilöllä oli sama työpaikka ja työtehtävä oli useammassa näytteessä ilmoitettu esimerkiksi hiojaksi, täydennettiin työtehtävätieta myös muille näytteille. Samalla katsottiin myös työpaikan muiden työntekijöiden tehtäviä, etteivät ne olleet muuttuneet kyseessä olevana aikana. Työtehtävien kirjoitusasu yhtenäistettiin esim. terän hioja, terän hionta, terämies, kovametalliterien hionta jne. terämieheksi. Kaikkiaan kadmiumille altistuneita työskenteli 269 työtehtävässä. Työtehtävätieta puuttui 425 verinäytteestä ja 387 virtsanäytteestä.

Eniten tutkittuja työntekijöitä työskenteli autonkuljettajina (saastunut maa, ongelmajätteet), huoltomiehinä, juottajina, kunnossapidossa, laborantteina, laitost vastaanotossa (erilaisten jätteiden vastaanotto), lasinpuhaltajina, ongelmajätteiden käsittelijöinä, polttolaitoksella (erilaisten jätteiden hävitys), prosessimiehinä, SER-jätteiden lajittelussa, sulettajina (metallit, lasimassat) ja varastomiehinä. Työtehtävät lajiteltiin työn altistumisen samankaltaisuuden ja työnantajan mukaan suuremmiksi ryhmiksi. Tällöin saatiin ryhmiin mukaan esimerkiksi työnjohtajat, esimiehet, apumiehet, insinöörit. Tällaisia ryhmiä (yleisimmät nimikkeet listattu) muodostettiin seuraavasti:

- Hitsaustyö: hitsaaja, laserleikkaaja, levyseppä, plasmaleikkaaja, polttoleikkaaja.
- Juottamisen kanssa työskentelevät (juotostyö): akkuhuolto, asentaja, asettaja, automekaanikko, elektroniikkatyöt, graafinen kaivertaja, hopeaseppä, juottaja, koneasentaja, kultaseppä, laiteasentaja, mekaanikko, metalliasentaja, moottoriasentaja, putkiasentaja, sähköasentaja, sähkökorjaamo, teroittaja, terämies.
- Jätteiden ja ongelmajätteiden kanssa työskentelevät (jäteala): jäteaseman hoitaja, jätevoimala, kivihiilituhka, konttien pesu, polttolaitos, sekoitusaseman hoito, terminaalityöntekijä, vaaralliset jätteet, vastaanotto. Työpaikkakohtaiset näytteet tarkistettiin poistamalla kaikki sellaiset työntekijät, joilla oli ilmoitettu lisämääränä saastuneen tai pilaantuneen maan kanssa työskentelevät.
- Kiinteän/metallin työstö: hioja, jauhatus, koneistaja, napittaja, puhdistaja, puhdistamo, puhdistus, rikastamo, rikastemies, rikasteryhmässä, sorvaaja huomioiden kiinteän materiaalin kanssa työskentelevät.
- Kunnossapito: huoltomies, korjaamo, kunnossapito.
- Ulkomaankomennuksilla olleet henkilöt (KV-komennus) kuten upseerit ja opettajat.
- Lasiteollisuuden työntekijät (lasinvalmistus) kuten puhaltajat, kantajat, prässimiehet ja hiojat, jotka työskentelevät lasiteollisuudessa.

- Liukoisille yhdisteille altistuvat: cd-piirin hoitaja, cd-piirin purku, kemikaalityö, kromaaja, kuivaamonhoitaja, liuospuhdistamo, liuottaja, pakkaaja, pesijä, pintakäsittelijä, sinkitys, suodattaja huomioiden liukoisten yhdisteiden kanssa työskentelevät.
- Maalaustyö: automaalari, hiekkapuhallus, maalari, pinnoittaja, ruiskumaalaja. Pinnoituksesta poistettiin elektrolyyttisesti tehtävä työ.
- Palomiehet: palokalustonhoitaja, palomies, palopäällikkö, sammutusmies
- Maaperän puhdistuksessa ja kunnostuksessa työskentelevät (pilaantuneen maan työt): autonkuljettaja, kaivinkoneenkuljettaja, kenttävalvoja, koneenkuljettaja, kuljettaja, kunnostustyö, maanmittaus, maanpuhdistus, maansiirto, maanvalvoja, maanäytetutkija, maaperäkunnostus, maaperätutkimus, mittaus työ, näytteenottaja, pumppuauton kuljettaja, raivaamistyön johtaja, työmaavalvoja, ympäristöasiantuntija, huomioiden työskentely pilaantuneen maan kanssa.
- Rakennustyö: rakennusinsinööri, rakennusmestari, rakennusmies, rakennustyöt, raudoittaja, remonttimies.
- Elektroniikkaromun kanssa työskentelevät (SER-työ): SER, kierrätys, lajittelija, linjamies, näyttöjen purku, purkutyö huomioiden kierrätykseen erikoistuneet yritykset.
- Sulatto ja valimoissa työskentelevät, sulan metallin kanssa työskentelevät (valu työt): metallisulatus, metallityö, muotinvalaja, sulattaja, säteilysuojien teko, uunimies, valaja, valimo huomioiden valimot työpaikkoina.

Työntekijä saattoi kuulua useampaan ryhmään esimerkkinä kunnossapitotyöntekijät. Taulukossa 15 on koottu veren ja virtsan kadmiumpitoisuudet ylläolevien ryhmien mukaan ja lisäksi joidenkin ryhmien työtehtäväkohtaisia tuloksia niistä työtehtävistä, joissa oli 10 tai enemmän mittausta vuosien 2000–2014 aikana.

Taulukkoon 16 on koottu veren ja virtsan kadmiumpitoisuudet työtehtävän mukaan riippumatta altistumislähteestä niistä työtehtävistä, joita oli yli 10 kpl. Tuloksista jätettiin pois myös ne työtehtävät, jotka olisi selkeästi kohdistuneet yhteen yksittäiseen yritykseen.

Taulukko 15. Veren kadmiumpitoisuuksien näytemäärät, mediaanit, keskiarvot, 95 % -pisteet ja maksimi-arvot työtehtävoryhmien ja niiden suurempien työtehtävien mukaan, joissa oli vähintään 10 mittausta vuosina 2000–2014.

Työntekijäryhmä	Työtehtävä	Veren kadmium nmol/l					Virtsan kadmium nmol/l				
		N	Md	ka.	95 %	maks.	N	Md	ka.	95 %	maks.
Hitsaustyö		15	6	9	24	24	32	5	6	14	16
	Hitsaaja	13	6	10	24	24	29	5	6	14	16
Juotostyö		323	5	11	43	60	432	4	13	72	206
Jäteala		2223	4	7	22	62	1393	3	4	10	48
	Astiapuhdistus	11	8	8	14	14	5				
	Autonkuljettaja	252	6	9	27	48	56	3	4	9	14
	Kemikaalien käsittely	64	9	9	23	26	39	2	3	6	7
	Jäteaseman hoitaja	15	3	5	17	17	3				
	Jätevoimala	45	3	5	10	16	34	3	3	8	8
	Kuljettaja	27	4	8	30	33	20	3	3	8	10
	Kunnossapito	247	3	8	26	37	216	3	3	7	10
	Laborantti	110	2	3	10	16	83	3	3	7	12

Työntekijäryhmä	Työtehtävä	Veren kadmium nmol/l					Virtsan kadmium nmol/l				
		N	Md	ka.	95 %	maks.	N	Md	ka.	95 %	maks.
	Laitosmies	27	2	7	24	28	17	3	4	7	7
	Laitosvastaanotto	213	7	10	36	62	160	4	5	13	21
	Lajittelija	17	3	6	15	15	3				
	Liuosvastaanotto	15	6	9	20	20	15	3	3	9	9
	Muu	142	3	6	22	57	96	3	3	8	13
	Ongelmajäte	93	4	5	12	18	55	3	4	11	12
	Polttolaitos	270	4	6	16	23	205	3	4	11	18
	Prosessimies	59	3	9	39	43	46	3	3	7	8
	Sähkökorjaamo	33	3	3	8	10	24	3	4	9	12
	Tuotanto-operaattori	10	2	5	15	15	0				
	Tuotantotyöntekijä	40	7	7	15	19	12	2	2	5	5
	Työnjohtaja	46	2	8	49	59	12	2	2	5	5
	Varastomies	109	6	8	21	32	39	3	4	14	26
	Puuttuva tieto	217	3	6	20	43	157	3	5	16	35
	Kiinteän/metallin työstö	117	18	20	47	64	74	5	9	40	79

Työntekijäryhmä	Työtehtävä	Veren kadmium nmol/l					Virtsan kadmium nmol/l				
		N	Md	ka.	95 %	maks.	N	Md	ka.	95 %	maks.
Kunnossapito		410	5	10	30	41	368	3	5	16	62
	Huoltomies	133	12	14	35	41	125	5	8	26	62
	Kunnossapito	275	3	7	25	37	241	3	3	7	11
KV-komennus		23	2	5	20	23	210	2	3	5	33
Lasinvalmistus		307	9	13	33	93	294	7	9	25	83
Liukoisille yhdisteille altistuvat		68	5	8	27	36	83	4	6	15	40
Maalaustyö		27	6	9	31	39	31	5	5	12	13
Palomiehet		72	3	5	18	25	5	3	4	6	6
Pilaantuneen maan työt		271	3	8	23	48	420	3	4	11	25
Rakennustyö		10	4	7	33	33	33	3	3	6	10
Elektroniikkaromun käsittely (SER)		171	6	8	27	43	235	3	4	11	26
Valutyöt		408	7	12	38	64	410	5	7	21	62

Taulukko 16. Veren ja virtsan kadmiumpitoisuuksien näytemäärät, mediaanit, keskiarvot, 95 % -pisteet ja maksimiarvot työtehtävien mukaan, joissa oli vähintään 10 mittausta joko verestä tai virtsasta vuosina 2000–2014.

Työtehtävä	Veren kadmium nmol/l					Virtsan kadmium nmol/l				
	N	Md	ka.	95 %	maks.	N	Md	ka.	95 %	maks.
Akkuhuolto	2					33	3	4	13	17
Asentaja	57	3	10	39	45	69	3	4	13	26
Astiapuhdistus	11	8	8	14	14	5	6	7	12	12
Autonkuljettaja	314	5	9	27	48	94	3	4	12	16
Kuparin sulatus	1					17	5	5	9	9
Elektroniikkatyöt	13	7	14	43	43	12	3	3	6	6
Hiekkapuhallus	11	10	9	18	18	11	5	5	13	13
Hioja	9					19	13	20	79	79
Hitsaaja	13	6	10	24	24	29	5	6	14	16
Huoltomies	133	12	14	35	41	125	5	8	26	62
Juottaja	76	18	23	51	60	121	16	34	102	206
Jäteaseman hoitaja	17	3	7	20	20	3				
Jätevoimala	46	3	5	11	16	35	3	3	8	8
Kaivinkoneenkuljettaja	21	10	11	23	24	39	3	5	15	25

Työtehtävä	Veren kadmium nmol/l					Virtsan kadmium nmol/l				
	N	Md	ka.	95 %	maks.	N	Md	ka.	95 %	maks.
Kirvesmies	0					10	3	3	5	5
Kokki	0					10	2	2	5	5
Koneasentaja	106	5	8	29	40	73	5	7	21	23
Koneenhoitaja	21	15	16	28	32	21	11	9	16	19
Koneenkuljettaja	9					11	4	5	11	11
Koneistaja	8					14	3	5	13	13
Kromaaja	29	5	8	21	34	0				
Kuljettaja	45	2	6	26	33	46	3	3	5	10
Kultaseppä	1					12	4	5	15	15
Kunnossapito	275	3	7	25	37	241	3	3	7	11
Kunnostustyö	1					35	3	5	11	13
Käytönvalvoja	13	3	5	14	14	5				
Laborantti	127	2	3	10	16	116	3	4	7	19
Laitosmies	44	5	8	24	28	43	3	6	21	33
Laitosvastaanotto	218	7	10	36	62	168	4	5	13	21

Työtehtävä	Veren kadmium nmol/l					Virtsan kadmium nmol/l				
	N	Md	ka.	95 %	maks.	N	Md	ka.	95 %	maks.
Lajittelija	26	3	6	15	15	11	3	4	7	7
Lasinpuhaltaja	122	7	9	25	51	127	6	8	19	62
Liuosvastaanotto	15	6	9	20	20	15	3	3	9	9
Maalari	11	3	8	39	39	14	5	5	12	12
Maansiirto	4					15	3	3	5	5
Materiaalikäsittelijä	7					23	3	5	7	28
MuotINVALAJA	15	5	7	29	29	50	4	4	8	10
Muu	150	3	6	22	57	98	3	3	8	13
Muurari	10	18	28	73	73	8				
Mänkimies	46	5	13	49	56	41	6	7	14	30
Näytteenottaja	3					36	3	3	5	11
Ongelmajätteiden hävitys	65	9	9	23	26	40	2	3	6	7
Ongelmajätetyö	94	4	5	12	18	55	3	4	11	12
Opiskelija	0					33	2	2	4	5
Pakkaaja	14	3	4	8	8	4				

Työtehtävä	Veren kadmium nmol/l					Virtsan kadmium nmol/l				
	N	Md	ka.	95 %	maks.	N	Md	ka.	95 %	maks.
Pilaantuneen maan työt	62	3	4	14	16	49	3	3	7	9
Pintakäsittelijä	1					56	4	6	18	40
Poliisi	0					12	3	4	14	14
Polttolaitos	270	4	6	16	23	205	3	4	11	18
Prosessimies	142	4	9	36	47	109	4	4	11	21
Puhdistamotyö	16	18	25	64	64	9				
Valupuhdistus	30	24	25	44	47					
Rakennusmies	7					27	3	3	6	6
Rikastemies	21	2	3	8	9	9				
Sairaanhoitaja	0					10	3	2	3	3
Sammutusmies	72	3	5	18	25	0				
Sekoitusaseman hoito	0					28	9	10	17	19
Elektroniikkaromun käsittely (SER)	90	6	8	23	36	69	3	4	9	14
Sorvaaja	15	38	36	49	49	6				

Työtehtävä	Veren kadmium nmol/l					Virtsan kadmium nmol/l				
	N	Md	ka.	95 %	maks.	N	Md	ka.	95 %	maks.
Sulattaja	133	14	17	33	93	125	8	11	28	83
Sähköasentaja	20	2	3	11	15	47	3	3	9	10
Sähkökorjaamo	33	3	3	8	10	24	3	4	9	12
Teroittaja	0					11	5	5	12	12
Toimistotyö	9					10	3	4	9	9
Tuotanto-operaattori	10	2	5	15	15	0				
Tuotantotyöntekijä	45	7	7	15	19	14	2	2	5	5
Työnjohtaja	88	2	8	31	59	51	3	4	10	12
Valaja	33	8	20	55	58	31	3	6	19	24
Varastomies	109	6	8	21	32	41	3	4	13	26
Vartija	9					16	3	3	7	7
Puuttuva tieto	425	3	6	20	43	387	3	4	11	35

4 SAMANAIKAISET VEREN JA VIRTSAN KADMIUMMITTAUKSET

Veren ja virtsan kadmiummittaukset tehtiin samanaikaisesti 1 319 näytteestä ja 618 henkilöstä. Näytteitä tuli 42 toimialalta.

Taulukoissa 17 on koottu veren ja virtsan kadmiumpitoisuudet tupakointitottumusten ja edellisen kappaleen ryhmäjaon mukaisesti sekä joidenkin ryhmien työtehtäväkohtaisia tuloksia niistä työntekijöistä, joita oli 10 tai enemmän vuosien 2000–2014 aikana.

Korkeimmat yksittäiset veren kadmiumpitoisuudet, 93 nmol/l, todettiin tupakoivilla henkilöillä, kun taas korkein virtsan kadmiumpitoisuus, 206 nmol/l, mitattiin tupakoimattomalta juotostyötä tehneeltä henkilöltä.

Keskimäärin suurimmat altistumiset niin veren kuin virtsan kadmiumpitoisuuksien perusteella olivat juottajilla sekä kunnossapidon ja valimoiden huoltomiehillä.

Taulukossa 18 on koottu veren ja virtsan kadmiumpitoisuudet toimialoittain niiltä toimialoilta, joilla tehtiin samanaikaisesti kymmenen tai enemmän veren ja virtsan kadmiummittauksia vuosina 2000–2014. Korkeimmat yksittäiset virtsan kadmiumpitoisuudet mitattiin 'keraamisten talous- ja koriste-esineiden valmistuksessa', 'muussa rakennuspuusepäntuotteiden valmistuksessa' ja 'työkalujen valmistuksessa'. Vastaavasti korkeimmat veren kadmiumpitoisuudet löytyivät edellisten lisäksi 'lyijyn, sinkin ja tinan valmistuksessa'. Keskimäärin korkeimmat altistumistasot olivat samoilla aloilla, mutta veressä 'lajiteltujen materiaalien kierrätys' nousi merkittäväksi altistavaksi toimialaksi.

Taulukko 17. Veren ja virtsan kadmiumpitoisuuksien näytemäärät, mediaanit, keskiarvot, 95 % -pisteet ja maksimiarvot tupakoinnin, työtehtävryhmien ja niiden suurempien työtehtävien mukaan, joissa oli vähintään 10 mittausta vuosina 2000–2014 ja joista tuli samanaikaisesti veren ja virtsan kadmiummääritys. E = tupakoimaton, K= tupakoiva

Ryhmä/työtehtävä	Veren kadmium nmol/l				Virtsan kadmium nmol/l				
	N	Md	ka.	95 %	maks.	Md	ka.	95 %	maks.
Kaikki	1 319	7	10	32	93	4	8	21	206
Tupakointi									
Puuttuva tieto	44	5	7	16	28	5	7	23	46
E	675	3	6	21	56	4	8	22	206
K	600	13	15	38	93	5	8	21	120
Juotostyö	161	7	14	46	60	5	19	89	206
• juottaja	58	18	23	49	60	18	43	164	206
• koneasentaja	64	5	9	29	39	5	7	21	23
• sähköasentaja	14	3	4	15	15	4	4	10	10
Lasinvalmistus	270	9	13	33	93	7	10	25	83
Maalarit	21	6	10	31	39	5	6	12	13
Pintakäsittely	18	4	6	36	36	6	7	17	17

Ryhmä/työtehtävä	Veren kadmium nmol/l				Virtsan kadmium nmol/l				
	N	Md	ka.	95 %	maks.	Md	ka.	95 %	maks.
Pilaantuneen maan työt	64	3	7	23	33	3	5	13	16
• autonkuljettaja	32	8	10	25	33	4	5	14	16
• kuljettaja	12	2	2	4	4	3	3	5	5
Kunnossapito	188	8	11	32	41	4	6	22	62
• huoltomies	90	14	15	37	41	5	10	30	62
• kunnossapito	96	4	7	26	32	3	4	6	10
Elektroniikkaromun käsittely (SER)	61	7	10	36	43	3	4	10	11
• SER-käsittelijät	27	6	8	22	36	3	4	9	11
Valimotyöt	259	7	11	33	55	5	7	22	62
• autonkuljettaja	10	16	14	33	33	7	7	16	16
• huoltomies	83	15	16	37	41	5	10	30	62
• koneasentaja	59	5	9	31	39	5	7	21	23
• prosessimies	28	8	11	41	47	4	4	6	9
• valaja	15	6	11	55	55	9	9	24	24
• valunpuhdistus	30	5	9	42	49	5	7	25	46

Taulukko 18. Veren ja virtsan kadmiumpitoisuuksien näytemäärät, mediaanit, keskiarvot, 95 % -pisteet ja maksimiarvot toimialoittain, joissa oli vähintään 10 mitausta vuosina 2000–2014 ja joista tuli samanaikaisesti veren ja virtsan kadmiummääritys.

Toimiala	Veren kadmium nmol/l					Virtsan kadmium nmol/l				
	N	Md	ka.	95 %	maks.	Md	ka.	95 %	maks.	
Asuin- ja muiden rakennusten rakentaminen	11	2	4	9	9	2	2	3	3	
Keraamisten talous- ja koriste-esineiden valmistus	315	9	13	31	93	7	9	22	83	
Lajiteltujen materiaalien kierrätys	12	8	16	43	43	3	3	5	5	
Lyijyn, sinkin ja tinan valmistus	251	7	11	33	55	5	7	22	62	
Maaperän ja vesistöjen kunnostus ja muut ympäristöhuoltopalvelut (39000)	44	4	6	15	36	3	4	9	14	
Metallien käsittely ja päällystäminen	21	6	9	18	39	5	6	12	13	
Muu muualla luokittelematon erikoistunut rakennustoiminta	13	2	7	43	43	3	3	7	7	
Muu rakennuspuusepäntuotteiden valmistus	10	41	38	49	49	69	65	98	98	
Muu tekninen palvelu	38	5	7	18	32	4	4	7	8	
Ongelmajätteen käsittely, loppusijoitus ja hävittäminen	381	3	7	23	45	3	4	11	35	
Rautateiden ja metrolinjoiden rakentaminen	13	2	3	15	15	4	4	10	10	
Tavanomaisen jätteen keruu	56	7	10	25	59	3	4	8	48	

Toimiala	Veren kadmium nmol/l					Virtsan kadmium nmol/l			
	N	Md	ka.	95 %	maks.	Md	ka.	95 %	maks.
Työkalujen valmistus	40	19	23	51	60	20	47	171	206

5 VIITERAJOJEN YLITYKSET

Tuloksista katsottiin Työterveyslaitoksen asettamien raja-arvojen ylitykset. Veren kadmiumille on asetettu kolme raja-arvoa: altistumattoman tupakoimattoman väestön viiteraja 5 nmol/l ja altistumattoman tupakoivan väestön 18 nmol/l. Lisäksi on asetettu toimenpideraja 50 nmol/l, jota ei tulisi ylittää työssä.

Virtsan kadmiumilla on vastaavasti asetettu altistumattoman tupakoimattoman väestön viiteraja 5 nmol/l ja altistumattoman tupakoivan väestön 10 nmol/l. Toimenpiderajana käytetään nykyään 20 nmol/l, mutta aiemmin toimenpideraja oli 40 nmol/l, joten tarkastelu tehtiin kumpaakin toimenpiderajaa vasten.

Veren kadmiumpitoisuuksista 1 948 näytteen pitoisuus (~47 % kaikista näytteistä) ylitti 5 nmol/l tupakoimattomien henkilöiden altistumattomien viiterajan ja heistä 360 oli tupakoimattomia. Tupakoivan altistumattomien viiterajan 18 nmol/l ylittyi 536 näytteessä (~13 % kaikista näytteistä) ja heistä tupakoimattomia oli 63 kpl ja tupakoivia 449 kpl. Toimenpideraja 50 nmol/l ylittyi 23 näytteessä (~0,6 % kaikista näytteistä), joista kaksi oli tupakoimattomilta ja loput tupakoivilta.

Virtsan tupakoimattomien viiteraja 5 nmol/l ylittyi 1 137 näytteessä (~31 % kaikista näytteistä) ja tupakoivien 10 nmol/l 414 näytteessä (~11 % kaikista näytteistä), joista 168 tuli tupakoimattomilta. Toimenpideraja 20 nmol/l ylittyi 120 näytteessä (~3 % kaikista näytteistä) ja toimenpiderajan 40 nmol/l ylitti 54 näytettä. (Taulukko 19.)

Tarkasteltaessa ylityksiä toimialoittain yli 50 nmol/l veren kadmiumpitoisuuksia havaittiin 'henkilöautojen ja kevyiden moottoriajoneuvojen vähittäiskaupassa, keraamisten talous- ja koriste-esineiden valmistuksessa, 'lyijyn, sinkin ja tinan valmistuksessa', 'muussa muualla luokittelemattomassa erikoistuneessa rakennustoiminnassa, 'ongelmajätteiden käsittelyssä, loppusijoituksessa ja hävittämisessä', 'tavanomaisen jätteen keruussa' sekä 'työkalujen valmistuksessa'. Altistavimmat työtehtävät olivat automekaanikko, juottaja, jätteiden vastaanottaja, lasin valmistuksen tehtävät, muurari, puhdistamotyöntekijä, sulattaja, työnjohtaja ja valaja. Kaikilla toimialoilla ja työtehtävissä näytemäärät olivat alle 10 kpl. Työntekijöiden iän perusteella ylityksiä esiintyi 18–50- ja 56–60-vuotiailla. Suurimmat pitoisuudet löytyivät nuorimmasta ikäryhmästä 18–23-vuotiaat.

Yli 18 nmol/l veren kadmiumpitoisuuksia löytyi 38 eri toimialalta. (Taulukko 20.) Näytteet tulivat 55 työtehtävästä. Eniten näytteitä tuli asentajilta, autonkuljettajilta, huoltomiehiltä, koneasentajilta, kunnossapitotyöntekijöiltä, ongelmajätteiden vastaanotossa työskenteleviltä, lasiteollisuuden työntekijöiltä, prosessityöntekijöiltä, sorvaajilta, sulattajilta, työnjohtajilta sekä valajilta ja valun puhdistuksessa työskenteleviltä.

Taulukko 19. Veren ja virtsan kadmiumpitoisuuksien näytemäärät, mediaanit, keskiarvot, 95 % -pisteet ja maksimi-arvot näytteistä, jotka ylittivät jonkun raja-arvon vuosina 2000–2014. Poikkeuksellisesti on annettu pitoisuudet myös alle 10 näytettä ryhmässä olevista pitoisuuksista. E = tupakoimaton, K = tupakoiva.

	Tupa- kointi	N	Md	nmol/l		
				ka.	95 %	maks.
B-Cd yli 50 nmol/l		23	58	60	73	93
	E	2	55	55	56	56
	K	21	58	60	73	93
B-Cd yli 18 nmol/l		538	26	29	49	93
	Puuttuva tieto	26	24	25	40	43
	E	63	30	32	49	56
	K	449	26	29	49	93
B-Cd yli 5 nmol/l		1 948	12	16	39	93
	Puuttuva tieto	151	12	13	27	43
	E	360	9	13	39	56
	K	1437	13	16	39	93
U-Cd yli 40nmol/l		54	70	76	164	206
	Puuttuva tieto	1	46	46	46	46
	E	36	74	83	178	206
	K	17	51	62	120	120

	Tupa- kointi	nmol/l				
		N	Md	ka.	95 %	maks.
U-Cd yli 20 nmol/l		120	34	48	111	206
	Puuttuva tieto	4	30	33	46	46
	E	60	54	60	158	206
	K	56	25	36	89	120
U-Cd yli 10 nmol/l		414	14	23	75	206
	Puuttuva tieto	18	15	18	46	46
	E	168	15	30	88	206
	K	228	14	19	46	120
U-Cd yli 5 nmol/l		1137	8	13	40	206
	Puuttuva tieto	61	8	10	23	46
	E	484	8	15	63	206
	K	592	8	12	25	120

Taulukko 20. Veren kadmiumpitoisuuksien näytemäärät, mediaanit, keskiarvot, 95 % -pisteet ja maksimiarvot näytteistä, jotka ylittivät 18 nmol/l raja-arvon vuosina 2000–2014 toimialoittain, joilla oli 10 tai useampia mitauksia.

Toimiala	N	Md	ka.	95 %	maks.
Keraamisten talous- ja koriste-esineiden valmistus	85	26	29	51	93
Kuparin valmistus	27	34	33	44	49
Lyijyn, sinkin ja tinan valmistus	90	27	30	54	64

Toimiala	N	Md	ka.	95 %	maks.
Muu rakennuspuusepäntuotteiden valmistus	10	43	42	49	49
Ongelmajätteen käsittely, loppusijoitus ja hävittäminen	129	23	26	45	62
Rakennuspaikan valmistelutyöt	20	32	31	45	47
Tavanomaisen jätteen keruu	71	26	29	48	59
Työkalujen valmistus	31	38	36	58	60

Virtsan kadmiumpitoisuuden 40 nmol/l ylityksiä mitattiin 'keraamisten talous- ja koriste-esineiden valmistuksessa', 'lyijyn, sinkin ja tinan valmistuksessa', 'muiden rakennuspuusepäntuotteiden valmistuksessa', 'tavanomaisen jätteen keruussa' ja 'työkalujen valmistuksessa'. Näillä toimialoilla työskenteli hiojia, huoltomiehiä, juottajia, lasityöntekijöitä, siivoojia ja sulattajia. Nykyinen toimenpideraja, 20 nmol/l, ylittyi lisäksi 'ilma- ja avaruus-alusten korjauksessa ja huollossa', 'julkisessa yleishallinnossa', 'mittaus-, testaus- ja navigointivälineiden ja -laitteiden valmistuksessa', 'muiden erikoiskoneiden korjauksessa ja huollossa', muualla luokittelemattomien yleiskäyttöön tarkoitettujen koneiden valmistuksessa', 'ongelmajätteen käsittelyssä, loppusijoituksessa ja hävittämisessä', 'tavanomaisen jätteen käsittelyssä ja loppusijoituksessa' ja 'tieliikenteen tavarankuljetuksessa'. Näillä toimialoilla työskenteli edellä mainittujen lisäksi asentajia, koneenkuljettajia ja -asentajia, laitosmiehiä, ongelmajätteiden ja muiden materiaalien käsittelijöitä, pintakäsittelijöitä, prosessimiehiä, puhdistajia, varasto- ja komennusmiehiä. Taulukossa 21 on koottu toimialoittain virtsan kadmiumpitoisuuksien ylitysten (20 nmol/l) näytemäärät, mediaanit, keskiarvot, 95 % -pisteet ja maksimi-arvot vuosilta 2000–2014, joissa näytteiden määrä oli vähintään 10 kpl. Työntekijöiden iän perusteella ylityksiä esiintyi 24–65-vuotiailla. Suurimmat pitoisuudet löytyivät ikäryhmästä 46–50-vuotiaat.

Taulukko 19. Virtsan kadmiumpitoisuuksien näytemäärät, mediaanit, keskiarvot, 95 % -pisteet ja maksimiarvot näytteistä, jotka ylittivät 20 nmol/l toimenpiderajan vuosina 2000–2014 ja joiden näytemäärä oli yli 10.

Toimiala	N	Md	ka.	95 %	maks.
Keraamisten talous- ja koriste-esineiden valmistus	25	26	34	75	83
Lyijyn, sinkin ja tinan valmistus	22	24	28	46	62
Muu rakennuspuusepäntuotteiden valmistus	12	70	71	98	98
Työkalujen valmistus	45	55	67	164	206

Tarkasteltaessa veren kadmiumpitoisuuksien ylistysten määriä ja pitoisuuksia vuositasolla voidaan havaita, että viime vuosina ylityksiä ei ole ollut ja eniten niitä on ollut vuonna 2012. Vastaavasti virtsan kadmiumpitoisuuden 20 nmol/l toimenpiderajan ylityksiä löytyy edelleen, mutta niiden määrä on laskenut vuosituhannen alusta. Vuonna 2011 ja vuosituhannen alkuvuosina ylityksiä on yli 10 kpl vuosittain. (Taulukot 20, 21 ja 22).

Taulukko 20. Veren kadmiumpitoisuuksien näytemäärät, mediaanit, keskiarvot, 95 % -pisteet ja maksimiarvot näytteistä, jotka ylittivät veren kadmiumpitoisuuden 50 nmol/l tai virtsan kadmiumpitoisuuden 20 nmol/l vuosittain vuosina 2000–2014. Poikkeuksellisesti on annettu pitoisuudet myös alle 10 näytettä ryhmässä olevista.

Veren kadmium nmol/l					
Vuosi	N	Md	ka.	95 %	maks.
2000	2	59	59	60	60
2002	1	51	51	51	51
2004	2	73	73	93	93
2005	2	65	65	73	73
2007	1	51	51	51	51
2011	12	57	58	73	73
2012	3	57	59	64	64

Taulukko 21. Virtsan kadmiumpitoisuuksien näytemäärät, mediaanit, keskiarvot, 95 % -pisteet ja maksimiarvot näytteistä, jotka ylittivät veren kadmiumpitoisuuden 50 nmol/l tai virtsan kadmiumpitoisuuden 20 nmol/l vuosittain vuosina 2000–2014. Poikkeuksellisesti on annettu pitoisuudet myös alle 10 näytettä ryhmässä olevista.

Virtsan kadmium nmol/l					
Vuosi	N	Md	ka.	95 %	maks.
2000	13	28	45	129	129
2001	11	26	37	88	88
2002	11	35	52	178	178
2003	9	43	58	164	164
2004	9	44	70	206	206
2005	10	32	50	102	102
2006	6	55	52	79	79
2007	8	27	46	98	98
2008	6	40	44	74	74
2009	2	33	33	44	44
2010	4	47	48	75	75
2011	12	49	49	79	79
2012	8	36	42	83	83
2013	6	33	44	80	80
2014	5	30	37	70	70

Taulukko 22. Veren ja virtsan kadmiumpitoisuuksien näytemäärät, mediaanit, keskiarvot, 95 % -pisteet ja maksimi-arvot näytteistä, jotka ylittivät jonkun raja-arvon vuosina 2000–2014 ja joista tuli samanaikaisesti veren ja virtsan kadmiummääritys. Poikkeuksellisesti on annettu pitoisuudet myös alle 10 näytettä ryhmässä olevista.

Veren kadmium nmol/l						
Pitoisuus	Tupakointi	N	Md	ka.	95 %	maks.
yli 5 nmol/l	Kaikki	763	13	16	39	93
	puuttuva tieto	23	12	12	23	28
	E	208	10	14	42	56
	K	532	14	17	39	93
yli 18 nmol/l	Kaikki	217	27	30	49	93
	puuttuva tieto	2	26	26	28	28
	E	42	30	33	49	56
	K	173	25	29	49	93
yli 50 nmol/l	Kaikki	10	57	61	93	93
	E	2	55	55	56	56
	K	8	58	62	93	93
Virtsan kadmium nmol/l						
Pitoisuus	Tupakointi	N	Md	ka.	95 %	maks.
Yli 5 nmol/l	Kaikki	581	8	14	46	206
	puuttuva tieto	21	7	12	35	46
	E	253	8	17	75	206
	K	307	8	12	25	120

Virtsan kadmium nmol/l						
Pitoisuus	Tupakointi	N	Md	ka.	95 %	maks.
Yli10 nmol/l	Kaikki	232	15	26	83	206
	Puuttuva tieto	7	17	24	46	46
	E	102	15	32	98	206
	K	123	14	20	46	120
Yli nmol/l	20 Kaikki	78	32	50	152	206
	Puuttuva tieto	3	35	35	46	46
	E	37	55	67	178	206
	K	38	24	34	89	120
yli nmol/l	40 Kaikki	35	70	80	178	206
	Puuttuva tieto	1	46	46	46	46
	E	24	77	88	178	206
	K	10	55	63	120	120

LÄHTEET

Biomonitorointi www.ttl.fi/biomonitorointi

HTP-arvot 2014. Haitallisiksi tunnetut pitoisuudet. Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisu 2014:2. Julkaisuarkisto Julkari [viitattu: 15.2.2016].

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-3479-5%20> ISSN 1797-9854

Nordberg, G F., Nogawa, K., Nordberg, M. 2014. Cadmium. Teoksessa: Friberg, L., Nordberg, G., Norberg, M. (toim.) Handbook on metal Toxicology. Vol. II, Burlington: Academic Press. S. 667-716. ISBN 978-0-12-398293-3

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus haitallisiksi tunnetuista pitoisuuksista (268/2014).

Tilastokeskuksen luokitukset. Helsinki: Tilastokeskus

[viitattu: 16.7.2015]. https://www.stat.fi/tk/tt//luokitukset/toimiala_02_index.htm |

Toimialaluokitus TOL 2002. Helsinki: Tilastokeskus, Virsta Virtual Statistics

[viitattu: 16.7.2015]. <https://www.stat.fi/virsta/taloust/01/07/>

Toimialaluokitus TOL 2008. Suomen virallinen tilasto (SVT): Yritystukitilasto [verkköjulkaisu]. ISSN = 1798-3355. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 15.2.2016].

http://www.stat.fi/til/yrtt/yrtt_2010-03-18_luo_001.html

Valtion säädöstietopankki Finlex

[viitattu: 4.2.2016]. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140268>

Kirjan tiedot perustuvat Työterveyslaitoksella työperäisen altistumisen selvittämistä varten tulleisiin veren ja virtsan kadmiumnäytteisiin vuosina 2000–2014. Tänä aikana tehtiin 4 105 veren kadmiummittausta ja 3 682 virtsan kadmiummittausta. Tuloksia luokiteltiin toimialaluokituksen, työtehtävän ja työtehtäväryhmien perusteella esimerkiksi elektroniikkaromun käsittelijöihin, ongelmajätteiden käsittelijöihin ja valimossa työskenteleviin.

Keskimääräiset altistumistasot olivat veren kadmiumpitoisuuksille mediaani 4 nmol/l ja keskiarvo 9 nmol/l ja virtsan kadmiumpitoisuuksille mediaani 3 nmol/l ja keskiarvo 6 nmol/l. Tupakoivien henkilöiden veren ja virtsan kadmiumpitoisuudet olivat keskimäärin korkeammat kuin tupakoimattomien, mikä ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevää. Tuloksissa ei havaittu minkäänlaista kadmiumpitoisuuksien kasvua iän myötä huomioiden myös tupakointitottumukset.

Veren kadmiumin toimenpideraja 50 nmol/l ylittyi 0,6 % näytteistä ja virtsan kadmiumin toimenpideraja 20 nmol/l ylittyi 3 % näytteistä.

Työterveyslaitos
Arbetshälsainstitutet
Finnish Institute of Occupational Health

PL 40, 00251 Helsinki

www.ttl.fi

ISBN 978-952-261-657-9 (nid.)

ISBN 978-952-261-656-2 (PDF)