UNIVERSITY OF HELSINKI

https://helda.helsinki.fi

Helsingin Koulut - sisäilmaan liittyvän oireilun ja toksisuuden tutkimus : Loppuraportti Työsuojelurahastolle, hanke 111126: Investigation of ill Health Symptoms connected to Toxicity in School Buildings at Helsinki : Final Report, Finnish Work Environment Fund, project 111126

Salin, Pekka Johannes; Salin, Janne; Nelo, Katri; Salkinoja-Salonen, Mirja Sinikka

2012-03-14

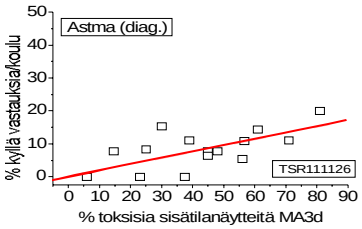
http://hdl.handle.net/10138/588024

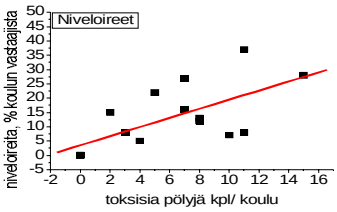
Salin, P J, Salin, J, Nelo, K & Salkinoja-Salonen, M S 2012, Helsingin Koulut - sisäilmaan liittyvän oireilun ja toksisuuden tutkimus : Loppuraportti Työsuojelurahastolle, hanke 111126. University of Helsinki, Department of food and environmental sciences, Helsinki University.

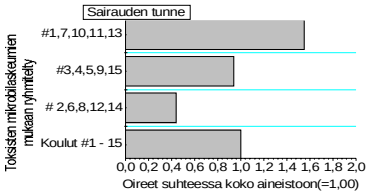
Downloaded from Helda, University of Helsinki institutional repository. https://helda.helsinki.fi
This is an electronic reprint of the original article.
This reprint may differ from the original in pagination and typographic detail.
Please cite the original version.

Helsingin koulut, - sisäilmaan liittyvän oireilun ja toksisuuden tutkimus

Loppuraportti TSR hanke 111126







Hankkeen toteuttajat:

InspectorSec Oy

Helsingin Yliopiston Elintarvike- ja ympäristötieteiden lts

Tulos hankkeesta TSR111126

Tässä hankkeessa tutkittiin toksisuuden suhteen 15 helsinkiläistä koulua, 971 sisätilanäytettä, ja saatiiin186 sairaus/oirekysymykseen kaikkiaan yli 70 000 vastausta. Tutkimus osoitti, että tutkimalla koulutilojen ilmassa leijuvaa ainesta on mahdollista saada selville näihin työtiloihin liittyvä terveyshaitta riski. Yksinkertainen mallas-agarmalja, asetettuna opettajan pöydälle oppitunnin aikana yhdeksi tunniksi, kertoi - laboratoriossa - oliko tuossa tilassa sellaista aerosolia, jolla on korrelaatio terveyshaittoihin. Myös koulujen työtiloista kerätyistä yläpintojen pölyistä mitattu toksisuus heijasti oireilun laatua ja määrää samoissa kouluissa.Työtiloja tutkittiin 403 kpl, ja kriteerit täyttäneitä oireselvitysvastauksia saatiin 382 koulujen henkilöstön jäseneltä. Yläpintapölyjen tutkimisessa on ongelma sen saatavuus: sitä voi samasta tilasta saada vain kerran lukukaudessa/ lukuvuodessa). Maljatekniikan etu on siinä, että maljan voi asettaa monitoroimaan luokktilan aerosolia vaikka joka päivä.

Tässä raportissa tuloksia on esitelty koulutasolla ja oireryhmätasolla, taulukoina ja graafisten kuvaajien avulla. Näistä tuloksista näkyy, että joukko terveyshaitta-oireryhmiä esiintyi sitä suuremmalla osalla vastaajista, mitä suuremman osuuden koulujen sisätilanäytteistä mittaus osoitti toksisiksi. Näkyvimmät korrelaatiot tutkituista 32 oireryhmästä havaittiin seuraavilla: kipu, niveloireet, sairauden tunne, neurologiset oireet, silmäoireet, yskä, hengitysoireet , astma, kurkun oireet. Lievemmin indikoituja oireryhmiä oli näiden lisäksi korvat ja kuulo, hajuaistin oireet, herkistyminen hajuille ym., ihon oireet ja pahoinvointi. Sensijaan psyyken oireille, ruuansulatuskanavan oireille, hormonihäiriöille, bakteeritulehduksille (antibioottikuurit), päänsärylle, atopialle ja allergialle, ei tässä tutkimuksessa havaittu yhteyttä sisätilanäytteiden toksisuuteen.

Datan yksityiskohtaiseen (yksittäisten oireiden tasolla ja työtilatasolla) analysointiin ei vielä ole saatu tarvittavia resursseja. Nyt käsillä olevan raportin tavoite on saada laajaan käyttöön ne tulokset, jotka ovat riittävän varmistetut perusteeksi toksisuusmittauksiin pohjautuvien menetelmien käyttöönotolle sisätiloihin liittyvän terveyshaittaoireilun dokumentointiin.

Raportin laadintaan osallistuneet:
Pekka J Salin
Janne T Salin
Katri Nelo
Mirja Salkinoja-Salonen (vast.)

Koottu 29 helmikuuta, 2012
tarkistettu 5.3.2012

Sisällys

0. Johdanto: Tulos hankkeesta TSR 111126
1. Tutkimuksen tavoite
2. Tutkimuksen toteuttaminen
3. Tutkimusmenetelmät
    3.1. Eettiset näkökohdat
    3.2. Näytteiden keruu, toksisuuden mittaus ja tulkinta
4. Tutkimuksen tuloksia
    4.1. Miten terveyshaitat korreloivat toksiinintuottajamikrobien prevalenssiin koulun sisäilmassa.
    4.2. Sisätilapölyjen toksisuuusmittausten käyttö tiloihin liittyvän ter veyshaittariskin tunnistamiseen
5. Johtopäätökset
6. Kiitokset
7. Lähdeviitteet

Taulukot

Taulu 1. TSR 111126 hankkeen tutkimusstrategiat
Taulu 2. Näytteen- ja oireenkeruutiedot (tiivistelmä)
Taulu 3A. Koulujen sisätilanäytteiden toksisuus ja henkilöstön terveyshaittaoireet
Taulu 3B. Koulupölyjen toksisuus ja henkilöstön terveyshaittaoireet

Kuvat

Kuvat 1 -24. Terveyshaittaoireryhmien ilmeneminen kouluissa joiden sisäilmassa oli vähiten, eniten tai keskivertomäärä toksiineja tuottavia mikrobeja
Kuvat 25 – 48. Eri terveyshaittaoireryhmien esiintyvyys koulujen henkilöstössä suhteutettuna toksisten laskeumamikrobikasvustojen osuuteen.
Kuvat 49 – 75. Terveyshaittaoireryhmien ilmeneminen kouluissa joissa oli vähiten, eniten tai keskivertomäärä toksisia yläpölyjä
Kuvat 76 – 89. Terveyshaittaoireryhmien esiintyvyys koulujen henkilöstössä suhteutettuna kouluista saatujen toksisten yläpölyjen määrään.

1. Tutkimuksen tavoite

Helsingin kaupungin Kiinteistöviraston Tilakeskus tilasi Työsuojelurahaston tuella tutkimuksen 15 koulun toksisuudesta ja kyselytutkimuksen koulujen sisätiloihin liittyväksi koetusta oireilusta. Tavoitteena oli löytää mittareita, joiden avulla:voitaisiin

- tunnistaa kiinteistöt, joissa on sisätilaoireilun riski, ennen henkilöstön vakavaa oireilua.
- arvioida kiinteistön sisäilmaan liittyvää saneeraus tarvetta
- saada suuntaa antavaa tietoa saneerauksen eniten tarpeessa olevista kiinteistön osakoko naisuuksista
- arvioida saneerauksella saavutettua tulosta ennen kiinteistön uudelleen käyttöön ottoa

2. Tutkimuksen toteuttaminen

Tutkimuksen suunnitteli ja toteutti konsortio, jonka osapuolet olivat Helsingin yliopiston Elintarvike- ja ympäristötieteiden laitos ja Inspector Sec Oy, yhteistyössä Helsingin kaupungin kiinteistöviraston tilakeskuksen kanssa.

Tutkimus toteutettiin kahdella erillisellä tiimillä. Toinen otti sisätilanäytteitä ja mittasi niiden toksisuudet solutoksikologisin menetelmin. Toinen tiimi valmisti kouluoloihin sovelletun terveyshaittaoirekyselyn ja keräsi sen avulla, koulujen rehtorien toimiessa välittäjinä, terveyshaittaoiretietoa samoista kouluista, joista tehtiin sisätilojen näytteenotto ja toksisuusmittaukset.

Koulut tutkimukseen valitsi Helsingin kaupungin kiinteistöviraston tilakeskus. Molempien tutkimus osíoiden suoritus tapahtui kaksoissokkoutettuna. Vasta tulosten valmistuttua koodit avattiin ja tulokset yhdistettiin. Molempien osioiden tulokset koottiin väliraporttiin, joka luovutettiin Helsingin kaupungin kiinteistöviraston tilakeskukselle 27.12.2011. (”Tutkimus sisätilapölyjen ja sisäilmassa esiintyvien mikrobien toksisuudesta ja terveyshaitoista Helsingin kouluissa. Väliraportti 2, TSR 111126 2, 70 sivua). Väliraportti 2 sisälsi kaikki tutkimuksessa saadut sisätilanäytteiden alkuperäistulokset ja pääosan terveyshaittaoirekyselyn tuloksista (274 vastaajaa). Tuolloin oli epäselvyyttä koulurakennusten piirustuksissa ja rakennuksissa itsessään merkityistä tilakoodeista, jotka eivät täsmänneet toisiinsa. Tämän jälkeen on selvitystä jatkettu. Tässä loppuraportissa on käytössä kaikkien, kriteerit täyttävien kyselyvastaajien tulokset (382 vastaajaa). Vain 80 vastaajan kyselytulokset jäivät lopullisesti käyttämättä, syystä että vastaaja ei täyttänyt hyväksyntäkynnykseksi asetettuja kriteerejä, jotka olivat:

- kyselylomakkeen olennaisiin kysymyksiin oli vastattu,
- vastaajan työtila tunnistettiin koulun tilaksi,
- vastaaja ilmoitti työskennelleensä tämän koulun työtiloissa lukuvuonna 2010-2011 vähintään 7 viikkotuntia,
- työpiste oli säilynyt samana koko lukuvuoden
- vastaaja ei ollut raskaana.

Tutkimuksen molempien osioiden strategiat käyvät ilmi Taulusta 1.
Tutkimuksen tuloksista on kirjoitettu 6-sivuinen tiivistelmä, joka on hyväksytty Sisäilmastoseminaarin 2012 julkaisuun ja josta seminaari ohjelmassa on esitelmä ”Sisätilanäytteiden toksisuus oli suurin kouluissa joista henkilöstö raportoi eniten terveyshaittoja”, Dipolissa (Otaniemi, Espoo) 14.3.2012, kirjoittajina PJ Salin, JT Salin, MA Andersson, T Holma, K Nelo, M Salkinoja-Salonen.

Taulu 1. TSR hankkeen 111126 tutkimusstrategiat

Koulut valitsi Helsingin Kaupungin kiinteistöviraston tilakeskus.
Kouluja oli 15, joista 10 ala-asteen koulua, 2 peruskoulua, 2 lukiota ja yksi yläaste ja lukio.
Koulujen rehtoreilta saatuihin, henkilöstön sähköposti-osoitteisiin toimitettiin kyselytiedosto toukokuussa 2011, kohdennettuna lukuvuoden 2010-11 tilanteeseen (ks. alla).

Kysymystyyppi	Kysymys-ten lkm	**Pyydetty vastausmuoto**
Terveyshaittoihin liittyvät:		
Pääkysymys (oireryhmä)	22	Kyllä / Ei
Nimetty yksittäinen oire	136	Kyllä / Ei; lisätarkennukset
Sairaudet	50	lääkärin diagnosoima /muu
Antibioottikuurit	1	montako kuuria lkv. 2010-11 aikana
Avoimet / tarkentavat kysymykset	26	vapaamuotoinen teksti / vastausvaihtoehdot
Koulutyöhön liittyvät		
Työuran pituus, työaika/vko	3	kokonais-, nykyisessä koulussa, viikkotunnit
Sairauslomat	3	kpl, kestot, syyt
Oman koulun sisäilmaongelmat	3	Kyllä / Ei, oma mielipide
Toimipaikka	4	Koulun nimi, omien työtilojen tilakoodit
Muut tiedot ja palautekysymykset	34	ikä, mies/nainen; tupakointi, raskaus,
		työpaikan vaihdokset
Kysymyksiä yhteensä	282	

Sisätilanäytteiden keruu ja toksisuuden tutkiminen: 403 työtilaa 15 koulussa.	
Sisätilapölyt, jokaisesta luokasta ja muusta työtilasta, kerättiin yläpinnoilta (1,4-3 m korkeudesta), mm lamppujen ja hyllykköjen päältä. Tehtiin etanoliuute pölystä.	Toksisuus mitattiin pölyuutteesta siittiötestillä, laimennosaskel =2, EC_{50} arvon määritys.
Kaksi laskeumamaljaa sijoitettiin opettajan pöydälle yhden tunnin ajaksi, ilman kantta ,koulutuntien aikana.	Maljat teipattiin umpeen, annettiin kasvaa 4-5 viikkoa huoeenlämmössä, muodostunut kasvusto uutettiin etanoliin, toksisuus määritettiin.
Toksisuus mitattiin siittiötestillä.	Laimennosaskel = 2, EC_{50} arvon määritys.

3. Tutkimusmenetelmät

3.1. Eettiset näkökohdat

Kaikkien koulujen ja yksittäisten työntekijöiden osallistuminen kyselyihin perustui vapaaehtoisuuteen ja ennen kyselyn täyttämistä tutkittavilta pyydettiin suostumus aineiston tieteelliseen käyttöön. Oirekyselyn täyttäjällä oli oikeus keskeyttää tutkimukseen osallistuminen. Vastaukset pyydettiin nimettöminä. Tutkimustuloksista luvattiin tiedottaa analyysin valmistuttua. Webropol Oy huolehti vastaajien henkilötietoturvasta.

Ennen tutkimuksen aloitusta pyydettiin Helsingin ja Uudenmaan Sairaanhoitopiirin Eettisen toimikunnan kantaa lausuntotarpeelle. Toimikuntasihteerin mukaan (17.1.2011) tutkimus ei ollut lain tarkoittama lääketieteellinen tutkimus, eikä näin ollen toimikunnan lausunnolle ollut tarvetta. Tutkimuslupapäätös OTJ 21.2.2011 § 3015 sisätilanäytteiden keräämiseen ja tutkimiseen saatiin Helsingin kaupungin Opetusvirastolta 21.2.2011.

3.2. Näytteiden keruu, toksisuuden mittaus ja tulkinta

Näytteiden keruuajankohdat ja olosuhteet käyvät ilmi Taulusta 2. Yläpölynäytteet kerättiin koulupäivän päättymisen jälkeen. Pölyistä tehtiin uutteet ja niiden toksisuus tutkittiin julkaistujen menetelmien mukaan (lähdeviitteet 1,3). Ennen pölynäytteiden keruuta tiloista mitattiin hiilidioksidipitoisuus, lämpötila ja ilmankosteus (CO_2, ppm, Vaisala OY M170).

Laskeumamaljoille kerättiin näytettä tunnin ajan koulupäivän aikana. Maljat teipattiin umpeen välittömästi näytteenoton jälkeen. Näin estettiin ristikontaminaatiot näytteenoton, kuljetusten ja myöhemmän kasvatuksen aikana. Maljoja kasvatettiin 4-6 viikkoa ja muodostuneen mikrobibiomassan toksisuus mitattiin etanoliin tehdyistä uutteista julkaistun menetelmän mukaisesti (Lähdeviite 1).

Kohteet sokkoutettiin siten, että laboratoriohenkilökunta ja näytteenottaja eivät tienneet, oliko työpisteessä oireiltu. Vastaavasti oirekyselyn täyttäjä ei tiennyt työpisteeseensä liittyvää toksisuutta. Pölynäytteet koodattiin siten, ettei niitä kyetty jäljittämään laboratoriossa mihinkään kouluun tai työpisteeseen. Toksisuus- ja oiredata koottiin omiksi tietokannoikseen. Kun näytteet oli tutkittu, näytekoodit avattiin (Lähdeviitteet 2,3).

Toksisuudet mitattiin sian siittiöitä koesoluina käyttäen. Menetelmä on kuvattu tarkasti julkaisussa Andersson ym., 2010 (Lähdeviite 1). Toksisuusdataa tulkittiin käyttäen viitearvona EC50 arvoa 12 µg /ml. Näyte, joka tätä pienempänä pitoisuutena aiheutti siittiöiden uintiliikkeen lakkaamisen yli 50% :ssa altistetuista soluista, katsottiin toksiseksi. Tämä viitearvo vastaa REACH lainsäädännön akuutin myrkyllisyyden kategorian 4 viitearvoa (ATE, “acute toxicity estimate” hengityselinten kautta altistutuuttaessa (Lähdeviite 4). Käyttämämme mittaustekniikan mittausepävarmuus (laimennosaskel = 2) aiheuttaa sen, että EC50 arvon määritystarkkuus on 10 µg/ml ± 35%.

Tulosten tilastollinen analyysi tarkastelu ei sisälly tähän loppu raporttiin. Khi2-testillä lasketut p- arvot on näytetty TSR 111126 Väliraportissa 2. Yksittäisiä kyselyvastauksia oli yli yli 70 000 kpl (382×186, Taulu 1). Riippumattomia näytteitä tutkittiin toksisuuden suhteen 971 kpl (Taulu 2) . Toksisuusmäärityksiä (joista kaikista laimennossarjat) tehtiin 1609 kpl. Aineiston laajuuden takia tutkimuksen tekijät etsivät rahoitusta tutkimustulosten jatkokäsittelyä varten neuroverkko-analyysillä.

Hanke: Helsingin koulut, - sisäilmaan liittyvän oireilun ja toksisuuden tutkimus, TSR 111126

Taulu 2. Näytteen- ja oireenkeruutiedot (tiivistelmä)

Koulu #	Kerätyt näytteet														Oirekysely vastaajia ***
		Pölynäytteet								Mikrobilaskeumat **				Kaikki näyt-teet	
	pvm 2011	kellon aika	tilat, n=	Olosuhdemittaukset (tilojen keskiarvona)						pölyt *	pvm 2011	kellon aika	TSA maljat	MA maljat		
				CO_2, ppm		RH, %		◦C		n=			n=	n=	n=	hlö, n=
				sisä	ulko	sisä	ulko	sisä	ulko							
1	04.04	15-17	31	585*		30,5		24,5		22	10.05	08-14	35	36	93	49
2	03.04 04.04	16 - 19	26	457	407	22,3		24,1		17	31.05	9.30-10.50	34	30	81	40
3	24.05	15 -17.30	21	590	398	41,5	67	26,5	13,8	18	20.05	08-10.30	22	24	64	26
4	13.06	12.30-14	27							15	30.05	12-14.30	22	23	60	26
5	01.06 09.06	14 – 15 09 - 10	25	965 773		52,4		26,3	26,9	17	23.05	10.30 – 11.30	30	29	76	26
6	11.06	9.30-13.30	30			51,5				17	26.05	10.30-13.30	35	34	86	39
7	19.04	15 -20	29	439		19,8		25,4		21	18.05	09-12	24	30	75	37
8	12.04	15-17	12	420	388	24,9	28,8	35,4	16	10	10.05	12-14	16	16		12
9	15.03 17.03	15 - 20	27	435	361	21,1	59,5	23,2	0,1	18	15.05	10.30-12	22	24	64	16
10	03.06	14.30-15	22	479		34,5		25,6		20	01.06	10 – 11.30	22	16	58	19
11	20.04	14.30 – 18	26	416	409	20,8	38,2	25,7	21,7	21	11.05	08.30-10	18	23	62	18
12	05.04	15 - 19	19	473	396	30,5	55,9	23,3	5,2	11	09.05	09.30-12	16	16	43	16
13	18.04	15 –19.30	26	443	403	21,1	41,6	26,2	21,5	13	13.05	09-11.30	23	16	56	15
14	24.03	17 – 19.30	19	405	404	17,8	18,7	23,6	0,8	11	10.05	08.15-11.45	24	19	53	16
15	15.04	14.30- 19	34	406	394	25,8	21,3	26,5	24,2	23	19.05	08 – 12.30	29	33	85	27
yhteensä										254			348	369	971	382

*Luku tarkoittaa pölyjä joiden toksisuus mitattiin ja tulokset ovat tässä raportissa; ** Yhden tunnin sisäilmalaskeumat, joista kasvaneiden viljelmien toksisuus mitattiin ja tulokset ovat tässä raportissa; ***Tarkoittaa asetetut kriteerit täyttäneitä vastaajia 136 oirekysymykseen koskien lukuvuotta2010-11

Taulu 3A. Koulujen sisätilanäytteiden toksisuus ja henkilöstön terveyshaittaoireet

Toksiset mikrobilaskeumat*:	vähiten toksisia:		keskiryhmä		eniten toksisia:		kaikki koulut	
Koulujen lkm	5 koulua		5 koulua		5 koulua		15 koulua	
Koulujen koodit	#2,6,8,12,14		#3,4,5,9,15		#1,7,10,11,13		#1 - #15	
Laskeumanäytteitä, n	113		138		119		370	
Toksisia laskeumia*, n	30		56		76		162	
Toksisten laskeumien osuus, %	26,5		40,5		63,9		43,7	
Terveyshaittakyselyn tulokset:								
Vastaajat, n	123		121		138		382	
Kysytty 136 erillistä oiretta								
Oireryhmät (32 kpl):	Kyllä, n	%	Kyllä, n	%	Kyllä, n	%	Kyllä, n	%
Yleisoireet	51	41,5	63	52,1	74	53,6	188	49,2
Päänsärky	33	26,8	52	43,0	43	31,2	128	33,5
Väsymys	34	27,6	36	29,8	52	37,7	122	31,9
Sairauden tunne	11	8,9	23	19,0	43	31,2	77	20,2
Yleiskunnon lasku	16	13,0	19	15,7	34	24,6	69	18,1
Pahoinvointi	5	4,1	4	3,3	11	8,0	20	5,2
Nenäoireet	42	34,1	54	44,6	79	57,2	175	45,8
Kurkkuoireet	28	22,8	48	39,7	65	47,1	141	36,9
Silmäoireet	23	18,7	44	36,4	59	42,8	126	33,0
Univaikeudet	31	25,2	28	23,1	48	34,8	107	28,0
Ihon oireet	23	18,7	27	22,3	43	31,2	93	24,3
Yskä	17	13,8	28	23,1	42	30,4	87	22,8
Herkistyminen haju ym	25	20,3	23	19,0	41	29,7	89	23,3
Ruuansulatuskanavan oireet	27	22,0	23	19,0	37	26,8	87	22,8
Sydän ja verisuonioireet	15	12,2	21	17,4	28	20,3	64	16,8
Lämmönsäätelyn häiriöt	18	14,6	16	13,2	25	18,1	59	15,4
Korvat&Kuulo	16	13,0	13	10,7	27	19,6	56	14,7
Hajuaistin oireet	20	16,3	8	6,6	33	23,9	61	16,0
Niveloireet	8	6,5	15	12,4	31	22,5	54	14,1
Psyyken ongelmat	16	13,0	13	10,7	21	15,2	50	13,1
Tasapainoaisti	19	15,4	14	11,6	17	12,3	50	13,1
Hengitysvaikeudet	9	7,3	9	7,4	24	17,4	42	11,0
Näköaistin häiriöt	13	10,6	11	9,1	11	8,0	35	9,2
Aineenvaihd&hormonihäiriöt	14	11,4	15	12,4	15	10,9	39	10,2
Neurologiset	9	7,3	5	4,1	23	16,7	37	9,7
Kipu	6	4,9	5	4,1	16	*11,6*	27	7,1
Makuaistin häiriöt	4	3,3	4	3,3	6	4,3	14	3,7
Ihotunnon häiriöt	8	6,5	2	1,7	4	2,9	14	3,7
Allerginen nuha (diag)	16	13,0	18	14,9	21	15,2	55	14,4
Atopia	12	9,8	12	9,9	14	10,1	38	9,9
Astma (diag.)	4	3,3	12	9,9	17	12,3	33	8,6
Antibioottikuurit, lkm #	34	27,6	28	23,1	33	23,9	95	24,9
Kaikki oireryhmät yhteensä (ei antibiootit):			573		665		1004	

*Tässä taulussa näytetty toksisuus mitattiin 1 h laskeuman kasvustosta mallasagarilla, 3 d siittiötesti, viitearvo EC50 12 ug/ml

2012-02-20 Mirja Salkinoja-Salonen HY_EYT; Janne Salin OY & InspectorSec Oy, Pekka Salin , Katri Nelo InspectorSec Oy

TSR Hanke 111126/ Helsingin Yliopisto, InspectorSec Oy,Helsingin kaupungin kiinteistövirasto, 2011

4. Tutkimuksen tuloksia

4.1. Miten terveyshaitat korreloivat toksiinintuottajamikrobien prevalenssiin koulun sisäilmassa

15 koulua ryhmiteltiin kolmeksi viiden koulun joukoksi, jolloin kustakin ryhmästä saatiin tilastolliseen tarkasteluun riittävä määrä aerosolimaljoja (120 - 130 kpl) ja terveyshaittakyselyyn vastaajia (120 - 140) (Taulu 3A). Kaikkiaan tarkasteltiin 369 riippumattomasti kerätyn laskeumamikrobinäytteen toksisuusjakaumaa eri kouluissa. Koulut (Taulu 2) ryhmiteltiin sisätilanäytteiden toksisuuden perusteella kolmeen toksisuusryhmään (Taulu 3A).

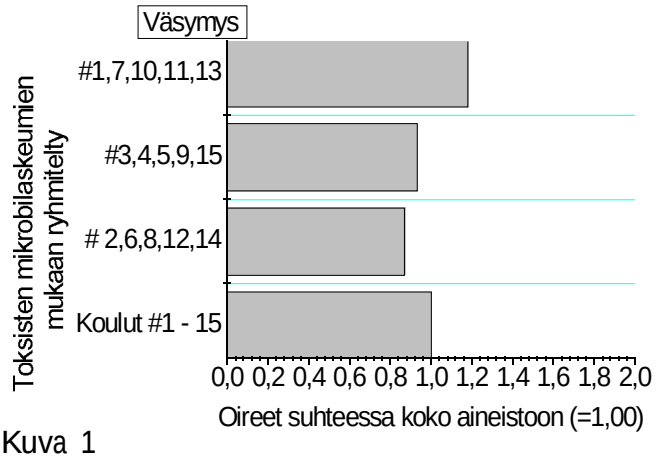
Kouluista #2,6,8,12,14 saatiin vähiten toksiset laskeumamikrobikasvustot: toksisia oli 30% tutkituista (113 kpl). Tähän verrattuna koulujen #1,7,10,11,13 laskeumamikrobimaljoista (119 kpl) reilusti kaksinkertainen osuus oli toksisia: 63,9%. Keskiryhmän (koulut #3,4,5,9,15) koulujen maljoista (137 kpl) 40,5% tuotti toksiineja.

Kun tarkastellaan Taulussa 3A terveyshaittaoireiden esiintyvyyttä samoissa viiden koulun ryhmissä, havaitaan että niistä kouluista, joiden sisäilmasta kertyi maljoille eniten toksisia mikrobikasvustoja (koulut # 1,7,10,11,13), henkilöstö (138 vastaajaa) raportoi vähintään kaksi kertaa useammin terveyshaittaoireita, verrattuna vähiten toksisia maljoja tuottaneisiin kouluin (koulut# 2,6,8,12,18; vastaajia 123). Näitä "ylimääräisiä" terveyshaittoja oli seuraavissa oireryhmissä: kurkun oireet, silmien oireet, yskä, sairauden tunne, niveloireet, korvien ja kuulon oireet, hajuaistin häiriöt, hengitysvaikeudet, neurologiset häiriöt, kipu ja astma (Taulu 3A) .

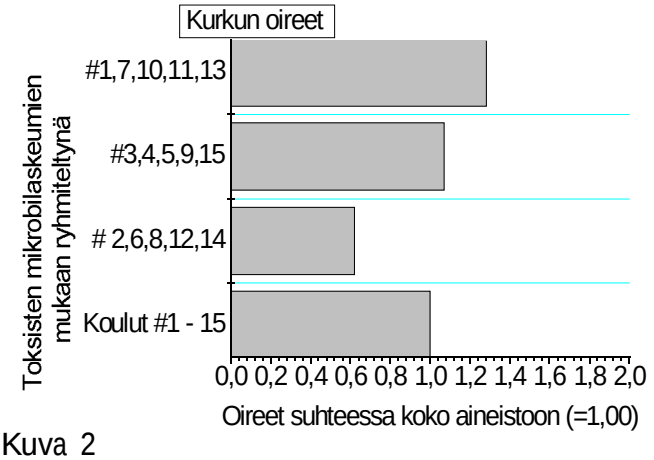
Tämän asian havainnollistamiseksi on kuvissa 1- 24 esitetty koulujen terveyshaittaoireiden esiintyvyys normalisoituna siten, että koko kouluaineiston (15 koulua, 382 vastaajaa) oireprevalenssi normalisoitiin =1.00. Kussakin kuvassa on neljä palkkia, joista alimpana on kaikkien 15 koulun keskiarvo (382 vastaajaa), normalisoituna arvoon 1,00. Sen yläpuolella on kouluryhmien tilannetta vastaavat palkit. Jos palkki on lyhempi kuin 1,00, niin se ilmaisee, että siinä kouluryhmässä oireiltiin vähemmän kuin kaikkien koulujen keskiarvo. Jos palkki on pidempi kuin 1,00, se tarkoittaa että k.o. kouluryhmässä oireilu on suurempaa kuin kaikkien koulujen keskiarvo.

Vähintään kaksinkertaisia eroja oireprevalensseissa alimman ja ylimmän toksisuuskategorian koulujen kesken nähdään kuvissa 2,3,4,9, 10,13,15,16,19,20, Niitä on yhteensä 10 oireryhmää: sairauden tunne, silmäoireet, yskä, niveloireet, korvat ja kuulo, hajuaistin oireet, hengitysvaikeudet, neurologiset häiriöt, astma ja kipu. Mittaustulokset osoittivat siis, että koulun sisäilmassa leijuva, toksiinintuottokykyisen mikrobiston sakeus, laskeumamaljoilla mitattuna, "ilmiantoi" koulun työtekijöiden kyselyvastauksissaan ilmoittamat terveyshaitat.

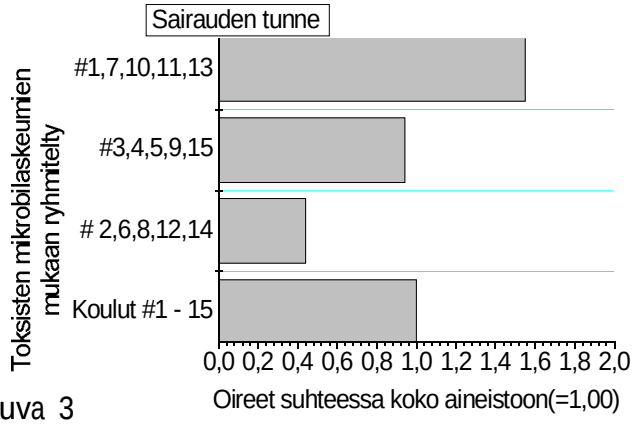
Kuvissa 25 – 48 on näytetty tulokset koulukohtaisina. Jokaisen koulun henkilöstön ilmoittama terveyshaitan prevalenssi (y-akselilla) on suhteutettu saman koulun laskeumamikrobien toksiinintuottoon (x-akselilla). Kaikissa kuvissa on 15 täplää = 15 koulua. Kuvissa 25-48 kukin täplä vastaa siis yhtä koulua.



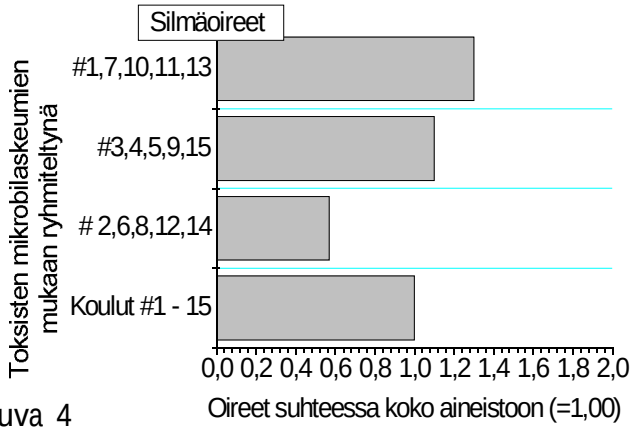
Kuva 1



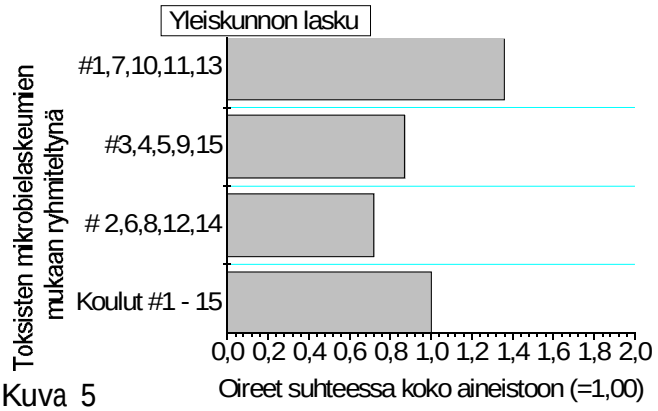
Kuva 2



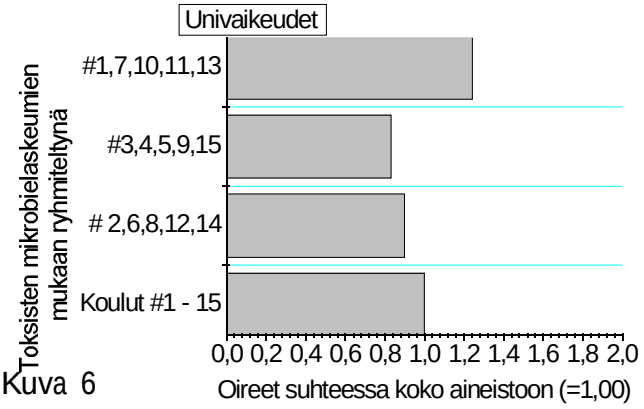
Kuva 3



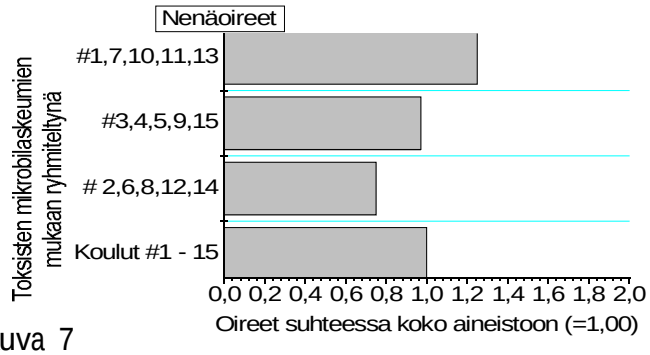
Kuva 4



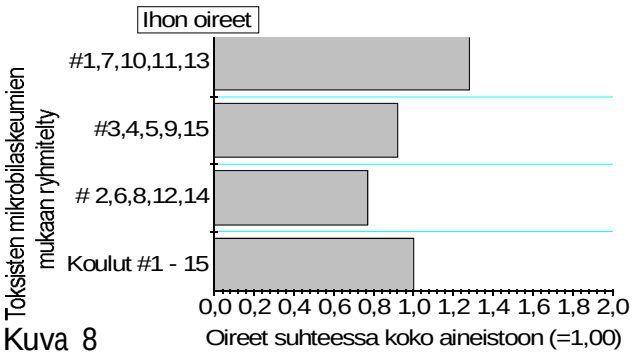
Kuva 5



Kuva 6

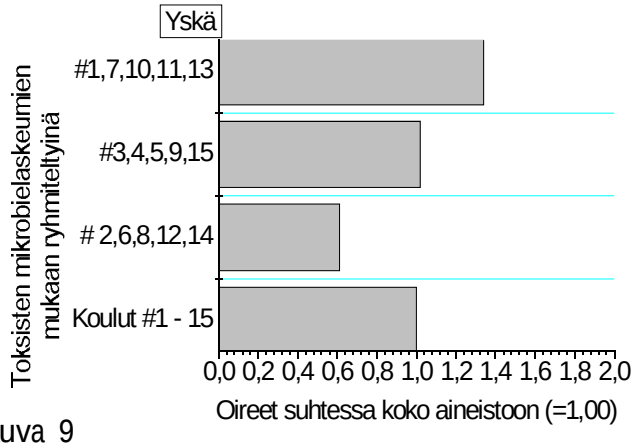


Kuva 7

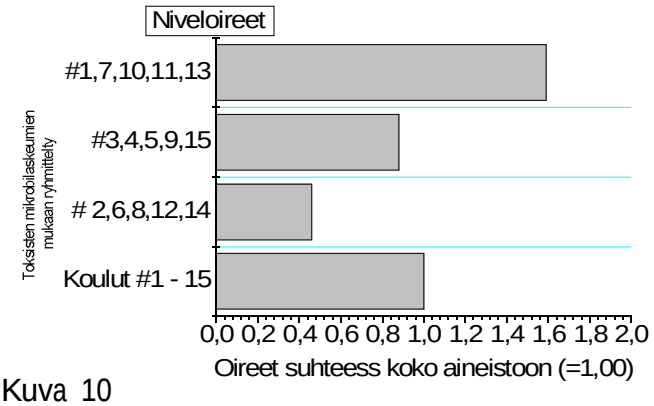


Kuva 8

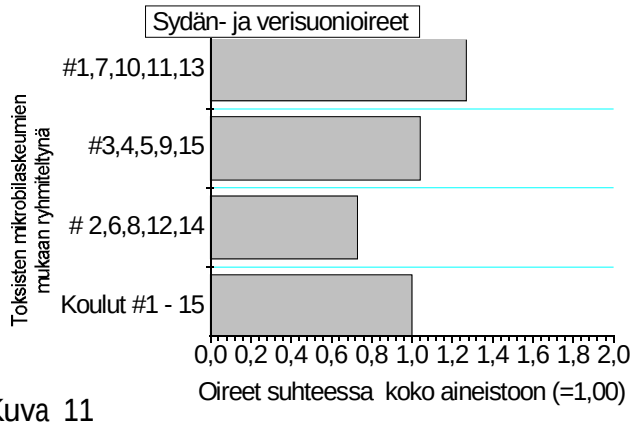
Kuvat 1- 8. Kuvat 1 - 8 näyttävät, miten terveyshaittaoireilua esiintyi kouluissa, joiden sisäilmasta löytyi vähän (=koulut #2,6,8,12,14) tai paljon (koulut # 1,7,10,11,13) toksiineja tuottavia mikrobeja, tai näiden ääripäiden välimaastoon jäänyt määrä (koulut #3,4,5,9,15). Kuva vertaa oireilun yli- tai aliesiintyvyyttä kaikkien koulujen (n=15, vastaajia 382) keskiarvoon, joka asetettu =1,00 .



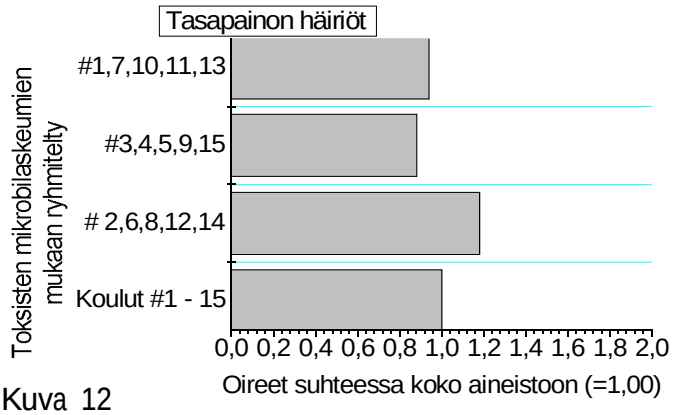
Kuva 9



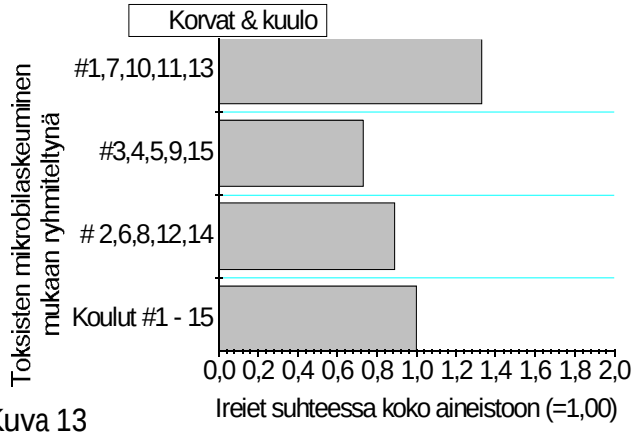
Kuva 10



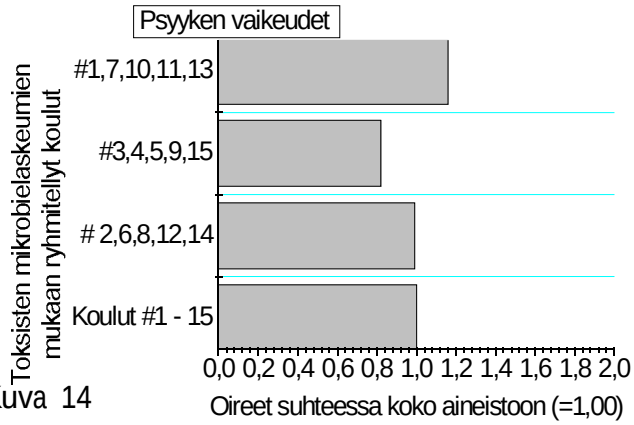
Kuva 11



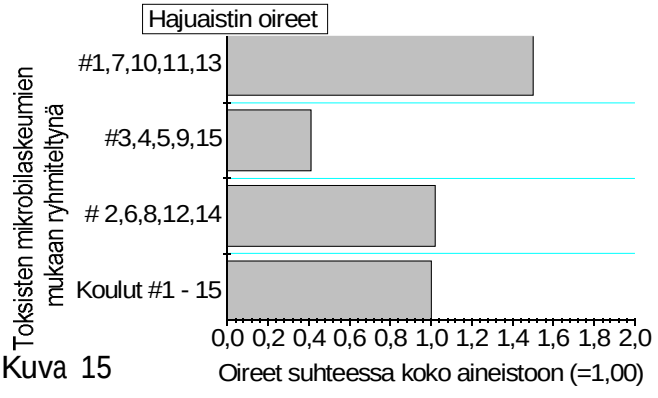
Kuva 12



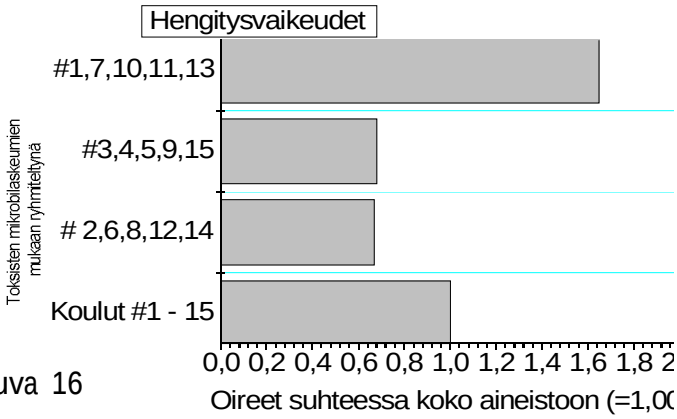
Kuva 13



Kuva 14

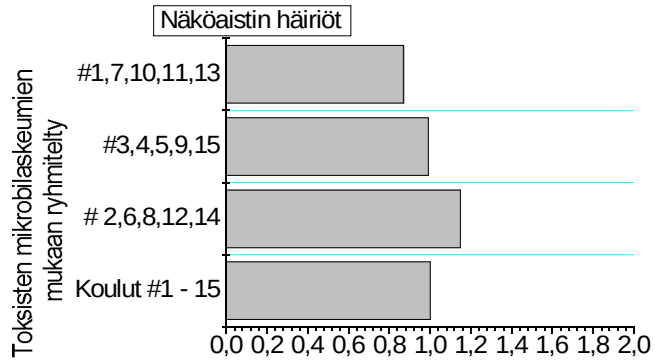


Kuva 15

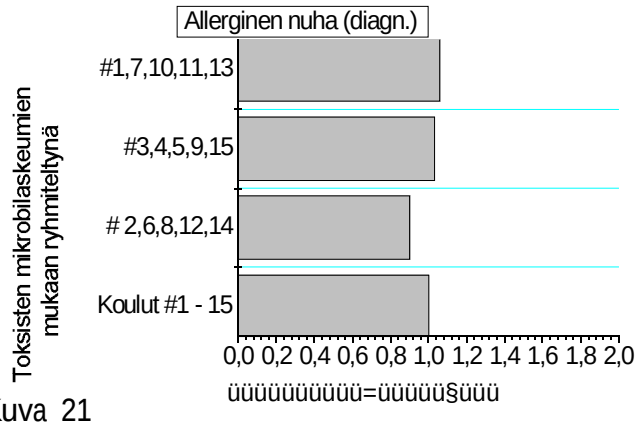


Kuva 16

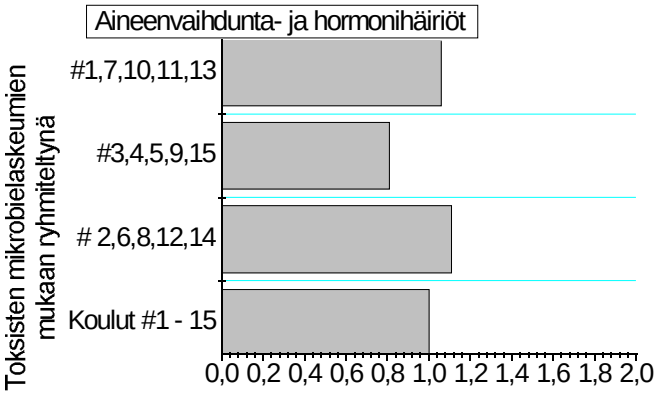
Kuvat 9- 16 näyttävät, miten terveyshaittaoireilua esiintyi kouluissa, joiden sisäilmasta löytyi vähän (=koulut #2,6,8,12,14) tai paljon (koulut # 1,7,10,11,13) toksiineja tuottavia mikrobeja, tai näiden ääripäiden välimaastoon jäänyt määrä (koulut #3,4,5,9,15). Kuva vertaa oireilun yli- tai aliesiintyvyyttä kaikkien koulujen (n=15, vastaajia 382) keskiarvoon, joka asetettu =1,00 .



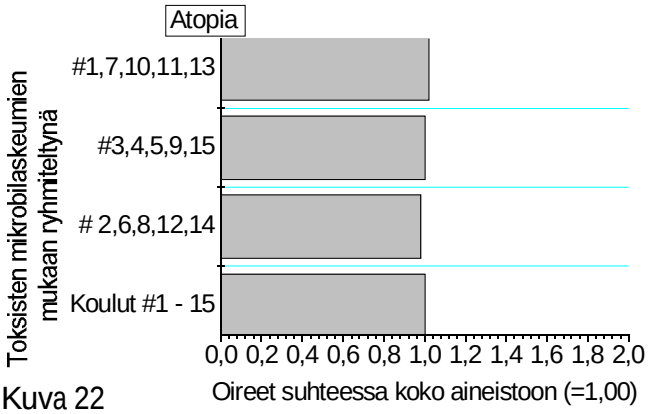
Kuva 17



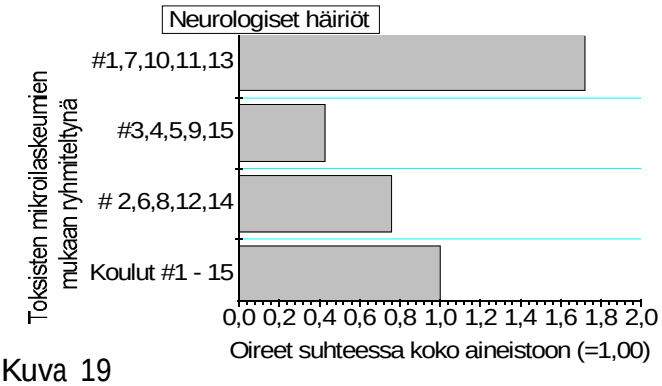
Kuva 21



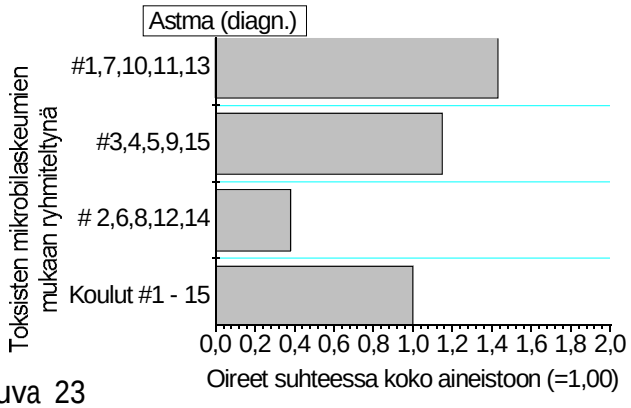
Kuva 18



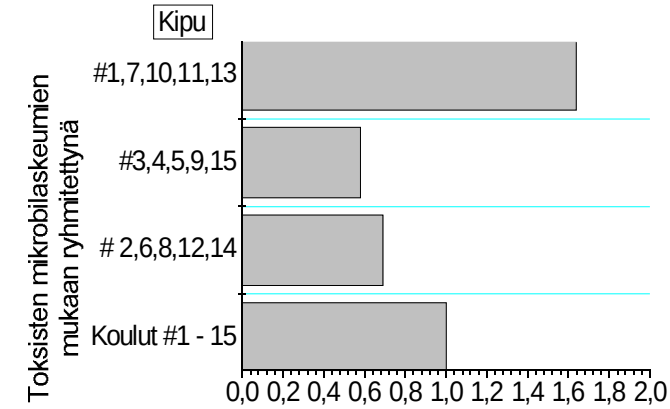
Kuva 22



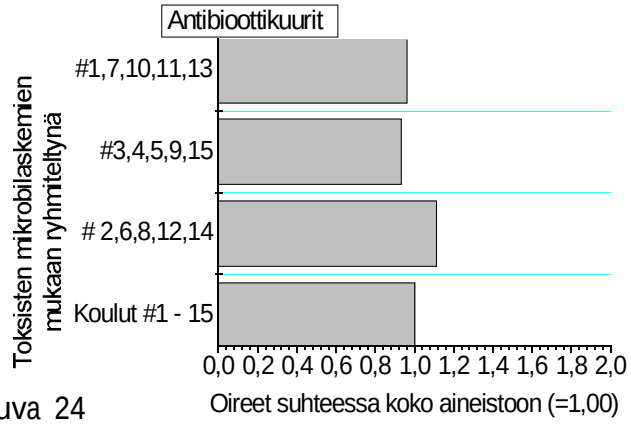
Kuva 19



Kuva 23



Kuva 20



Kuva 24

Kuvat 17- 24 näyttävät, miten terveyshaittaoireilua esiintyi kouluissa, joiden sisäilmasta löytyi vähän (=koulut #2,6,8,12,14) tai paljon (koulut # 1,7,10,11,13) toksiineja tuottavia mikrobeja, tai näiden ääripäiden välimaastoon jäänyt määrä (koulut #3,4,5,9,15). Kuva vertaa oireilun yli- tai aliesiintyvyyttä kaikkien koulujen (n=15; vastaajia 382) keskiarvoon, joka asetettu =1,00 .

Kuvista näkyy, että toksiinintuoton parina oireilutrendi oli nouseva ainakin seuraavien oireryhmien kohdalla: sairauden tunne (kuva 25), niveloireet (kuva 26), astma (kuva 27), hengitysvaikeudet (kuva 28), kivut (kuva 29), silmäoireet (kuva 30), neurologiset oireet (kuva 31), yskä (kuva 32), kurkun oireet (kuva 33). Kustakin koulusta mitattiin keskimäärin 25 laskeumamikrobimaljaa ja saatiin oirekyselyvastaukset keskimäärin 25 henkilöstön jäseneltä. Koulujen kokovaihteluista johtuen eri koulujen vastanneiden henkilöstön jäsenten lukumäärät vaihtelivat 12 - 49 vastannutta henkilöä / koulu (Taulu 2). Tämä aiheuttaa pienimmissä kouluissa tilastollista epävarmuutta.

Kuva 24 osoittaa, että antibioottikuurien lukumäärä oli keskiarvoltaan sama, riippumatta siitä, oliko koulujen sisätila aerosoleissa paljon vai vähän toksiinintuottokykyisiä mikrobeja. Kuva 48 osoittaa, että antibioottien tarve eri koulujen henkilöstöillä vaihteli paljon, mutta vaihtelu ei korreloinut sisätilamikrobiston toksiinintuottoon.

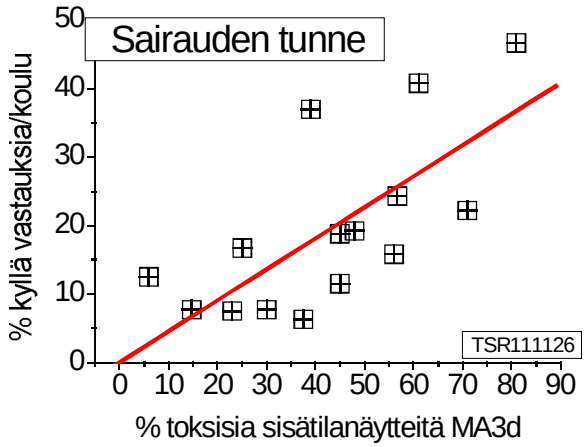
Muita oireryhmiä, joihin aerosolikasvustojen toksisuudella ei näytä olleen merkitystä, olivat ruuansulatuskanavan oireet (kuva 45), päänsärky (kuva 46) ja psyyken vaikeudet (kuvat 14, 42). Saadut tutkimustulokset osoittavat, että toksiinia tuottavien mikrobien leijuminen koulutilan ilmassa korreloi monen, mutta ei kaikkien tässä tutkittujen, rakennukseen mahdollisesti liittyvien terveyshaittojen kanssa.

Kuva 22 osoittaa, että atooppiset henkilöt eivät olleet yliedustettuina oirelevissa ryhmissä. Kuva 21 viittaa siihen, että allergisen nuhan sairastajat eivät olleet sen enemmän tai vähemmän herkkiä sisäilma-aerosolien toksiinin tuottajille kuin henkilöstöryhmät, joilla allergista nuhaa ei ollut. Kuva 47 näyttää, että atopia ei lisääntynyt kouluissa joissa sisäilma-aerosolit olivat toksisempia kuin muissa kouluissa.

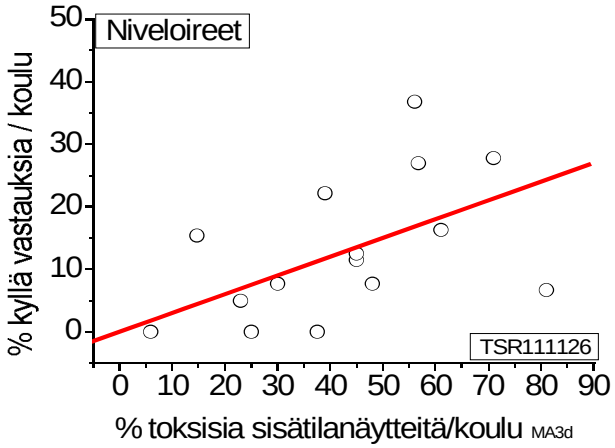
Edellä selostetut mittaukset tehtiin mallas-agaria käyttäen aerosolilaskeumien keruussa. Myös TSA agarilla (pH 7.3) tehtiin samanlaiset mittaukset (Taulu 2) , mutta sieltä löytyi harvempia korrelaatioita oireprevalenssin ja toksisuuden kesken (näitä kuvia ei ole tässä raportissa). Kasvustojen ulkomuodon perusteella voitiin arvioida, että osa TSA-maljoilla kasvaneista mikrobeista oli todennäköisesti peräisin ihmisestä itsestään. Tämä ei ole yllätys, kun ottaa huomioon että jokaisessa luokkatilassa oli laskeumanäytteen keruun aikana 25 – 35 ihmistä (opettaja ja koululaiset). – Näiden maljojen toksisuustulosten analysointia tarkennetaan jos saadaan mahdollisuus data-aineiston neuroverkko-analyysiin.

Tulokset osoittivat, että koulutiloissa tapahtuvaan, mahdollisesti toksiseen, altistukseen, liittyi monikirjoinen terveyshaittariski. Monioireisuus ei kuitenkaan ulottunut kaikkiin elimistön osiin. Tämän raportin sisältämä aineisto osoitti, että allergiset tai atooppiset taipumukset eivät aineistossa kytkeytyneet oireiluun (kuvat 21, 22, 47). Sama koskee ruuansulatuskanavan oireita (kuva 45), päänsärkyä (kuva 46), ja psyyken vaikeuksia (kuva 14) ja hormoni & aineenvaihduntahäiriöitä (kuva 18). Sitä, kuinka miten eri haitat ilmenevät samassa henkilössä (opettaja, työntekijä) ja miten tässä esitellyt tulokset heijastavat sitä, että eri henkilöt oireilevat kehon eri osilla, ei datankäsittelyn tässä vaiheessa ollut mahdollista tarkentaa.

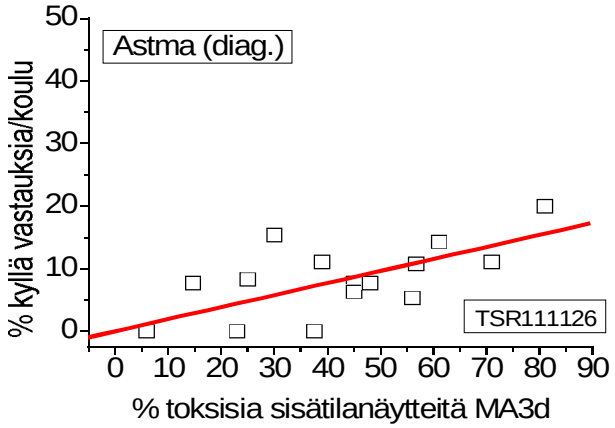
Saadut tutkimustulokset (kuvat 25 - 48) osoittavat, että toksiinia tuottavien mikrobien leijuminen koulutilan ilmassa korreloi terveyshaittaoireilun lisääntymisen kanssa myös yksittäisten koulujen kohdalla. Yksittäisten koulujen tarkastelussa kuitenkin tilastollinen epävarmuus jää suureksi, koska kustakin työtilasta (koululuokka, toimisto) oli käytettävissä vain yksi laskeuma-malja (yhteensä 369 maljaa, Taulu 2). Tulosten tilastollinen varmuus tilakohtaisen näytteen toksisuuden ja oiredatan välillä nousee merkitseväksi, kun päästään tarkastelemaan tätä koko kouluaineiston osalta, jolloin näytemäärät ja vastaajamäärät ovat suuria (yli 300 kumpikin). Tämä havaittiin kun tehtiin pilottilaskentaa muutamien oireryhmien kohdalla. Tämä tilastoanalyysityö odottaa jatkoresursseja tälle hankkeelle. Tavoitteena on julkaista tulokset tieteellisillä foorumeilla.



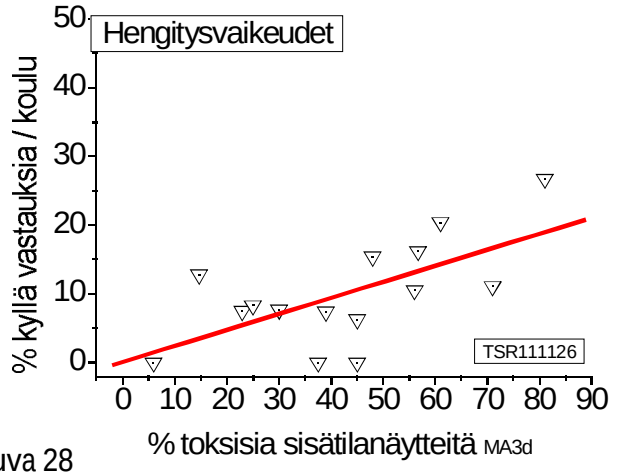
Kuva 25



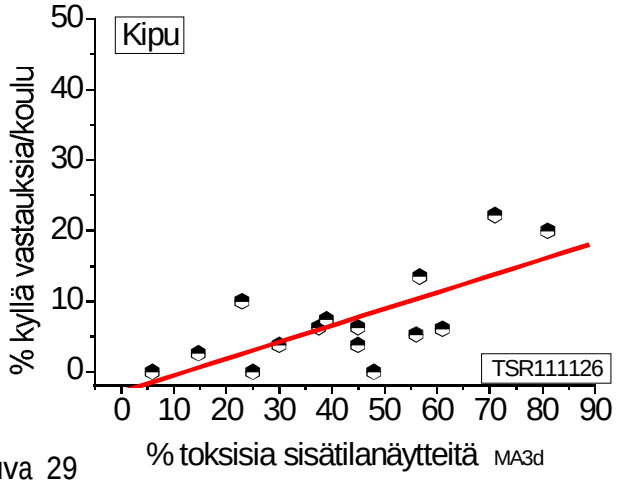
Kuva 26



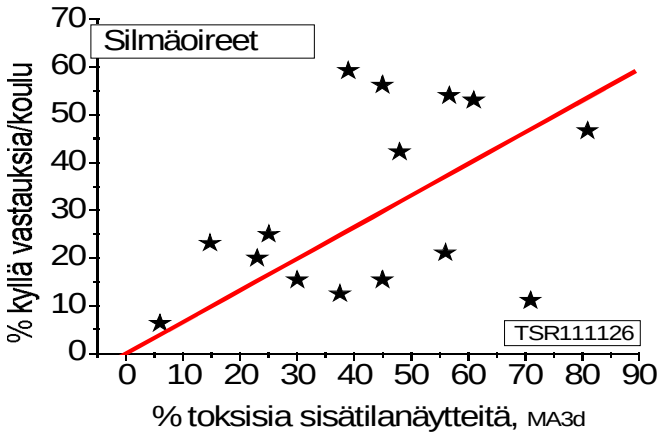
Kuva 27



Kuva 28

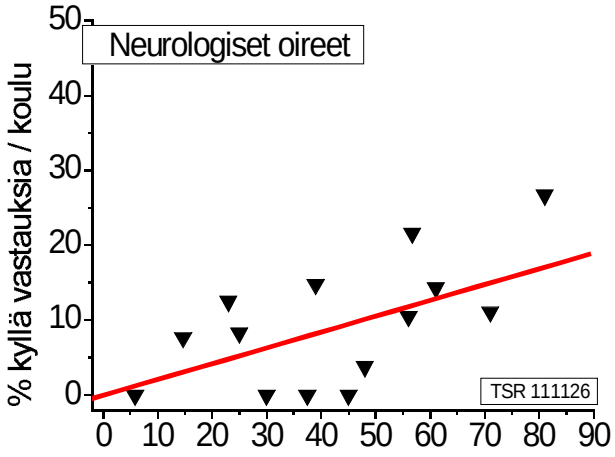


Kuva 29

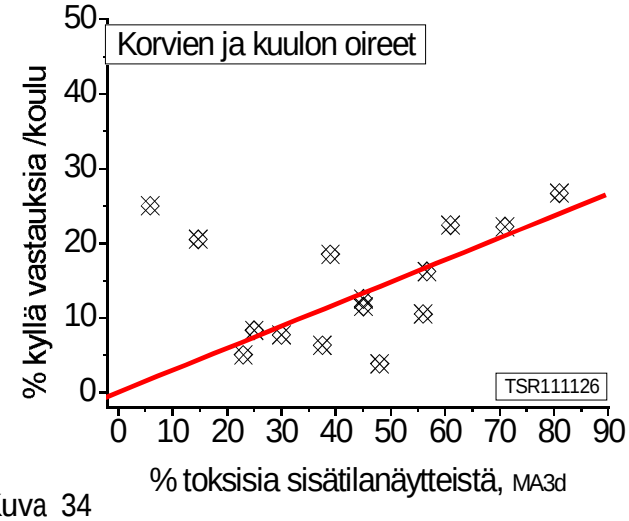


Kuva 30

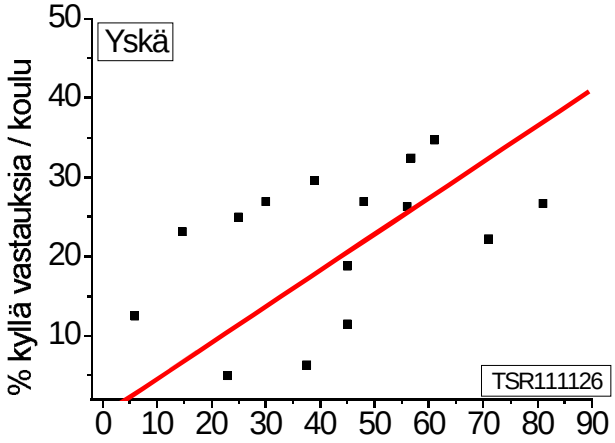
Kuvat 25 - 30 näyttävät esimerkkejä kuuden oireryhmän esiintyvyydestä koulujen henkilöstössä, suhteutettuna kunkin koulun näytteistä mitattuihin laskeumamikrobien ominaistoksisuuteen. Y-akseli ilmaisee kyseisen oireen prevalenssin koulun vastaajissa. Vastaajien oireilmoitusten kokonaismäärät kaikista saman kouluryhmän vastaajista lukumäärät löytyvät Tauluista 2 ja 3A. Kukin mittauspiste vastaa yhtä koulua. X-akseli ilmaisee kuinka suuri osuus k.o. koulun näytteistä oli ominaistoksisuudeltaan viitearvoa suurempia. Näytteitä otettiin 1 kpl /työtila, mittaustulos saatiin 369 työtilasta, eli keskimäärin 25 tilaa per koulu. Kriteerit täyttävä kyselyvastaus saatiin 382 vastaajalta (15 koulua), eli keskimäärin 25 vastaajaa koulua kohden. Punainen viiva on Origin- laskentaohjelmalla tehty lineaarinen sovitus mittauspisteisiin.



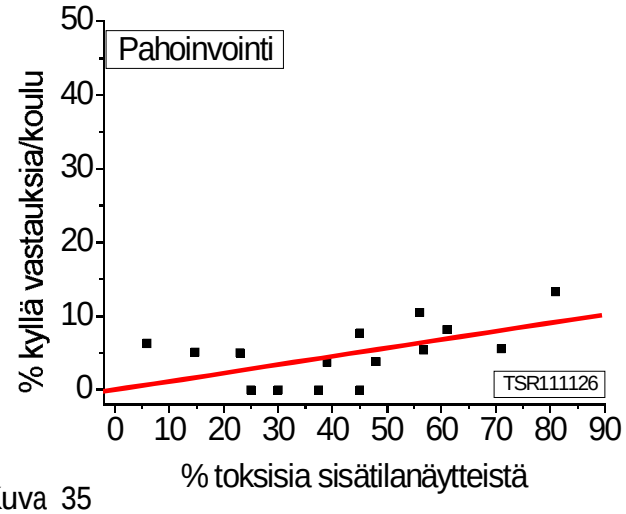
Kuva 31



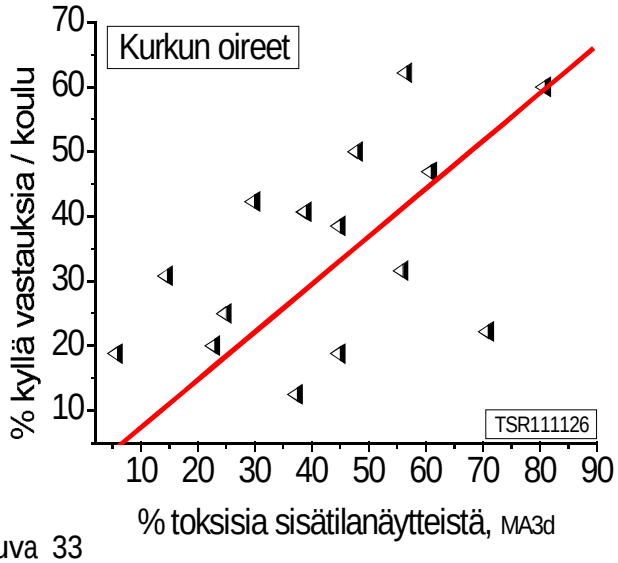
Kuva 34



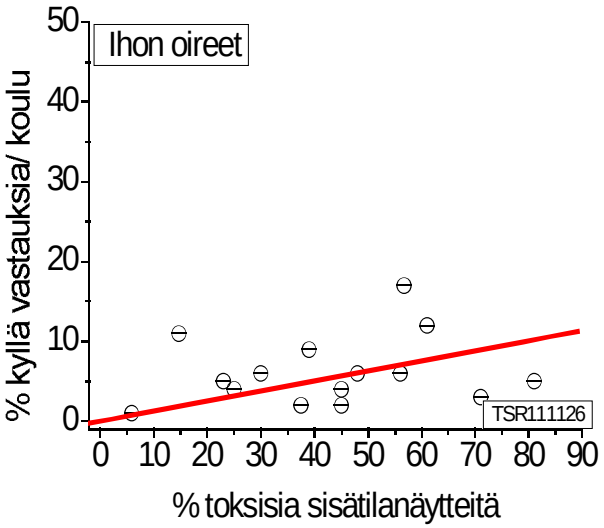
Kuva 32



Kuva 35

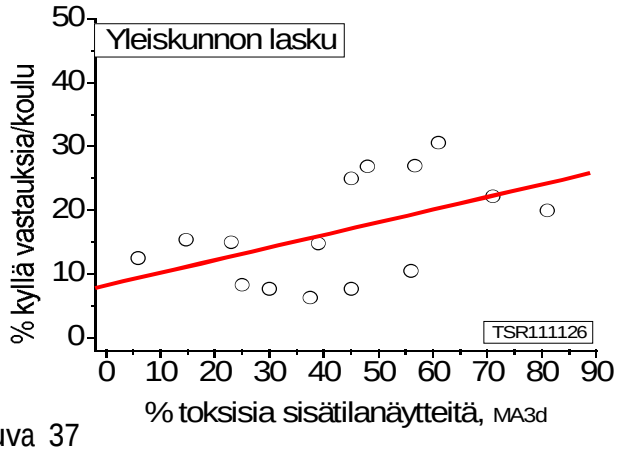


Kuva 33

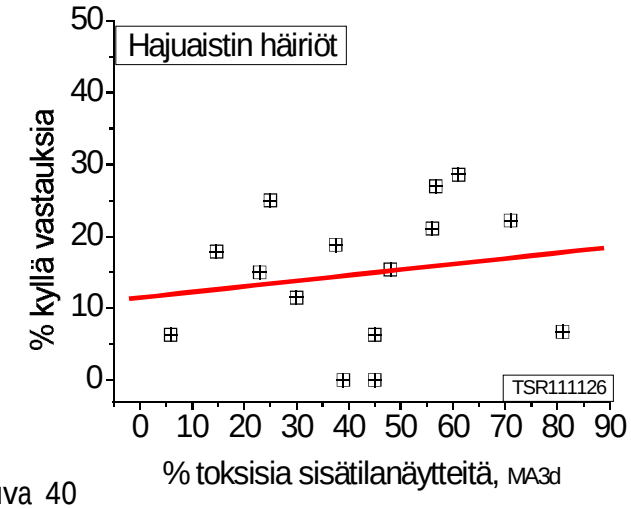


Kuva 36

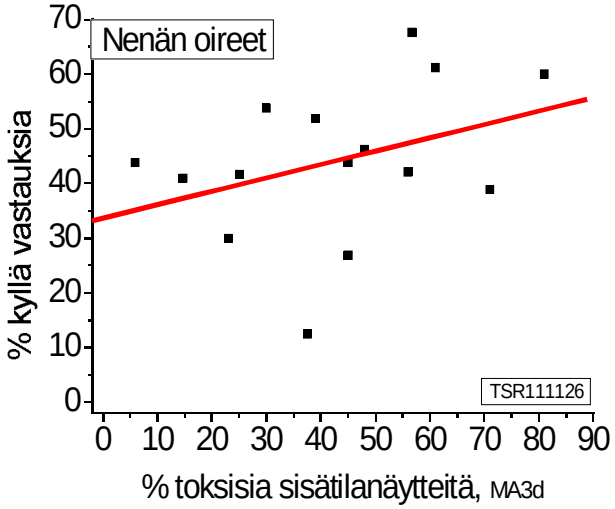
Kuvat 31 - 36 näyttävät esimerkkejä kuuden oireryhmän esiintyvyydestä koulujen henkilöstössä, suhteutettuna kunkin koulun näytteistä mitattuihin laskeumamikrobien ominaistoksisuuksiin. Y-akseli ilmaisee kyseisen oireen prevalenssin koulun vastaajissa. Vastaajien oireilmoitusten kokonaismäärät kaikista saman kouluryhmän vastaajista lukumäärät löytyvät Tauluista 2 ja 3A. Kukin mittauspiste vastaa yhtä koulua. X-akseli ilmaisee kuinka suuri osuus k.o. koulun näytteistä oli ominaistoksisuudeltaan viitearvoa suurempia. Näytteitä otettiin 1 kpl /työtila, mittaustulos saatiin 369 työtilasta, eli keskimäärin 25 tilaa per koulu. Kriteerit täyttävä kyselyvastaus saatiin 382 vastaajalta (15 koulua), eli keskimäärin 25 vastaajaa koulua kohden. Punainen viiva on Origin- laskentaohjelmalla tehty lineaarinen sovitus mittauspisteisiin.



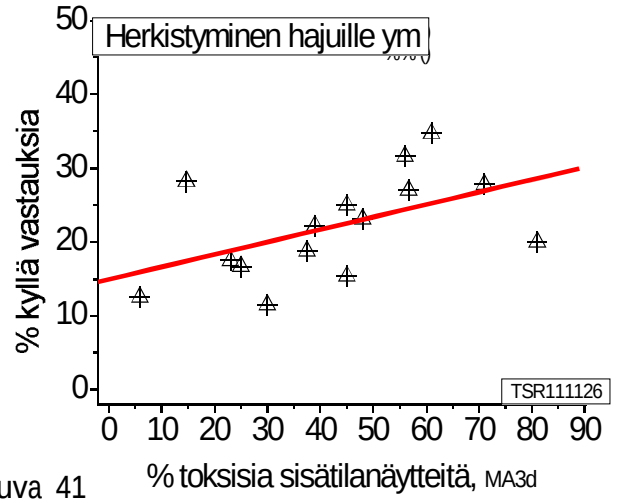
Kuva 37



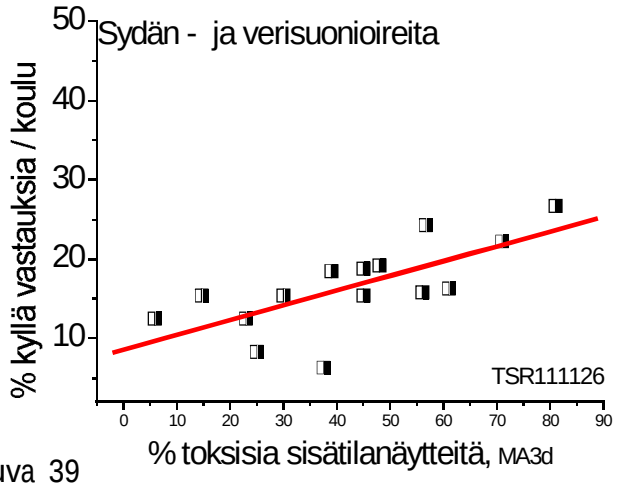
Kuva 40



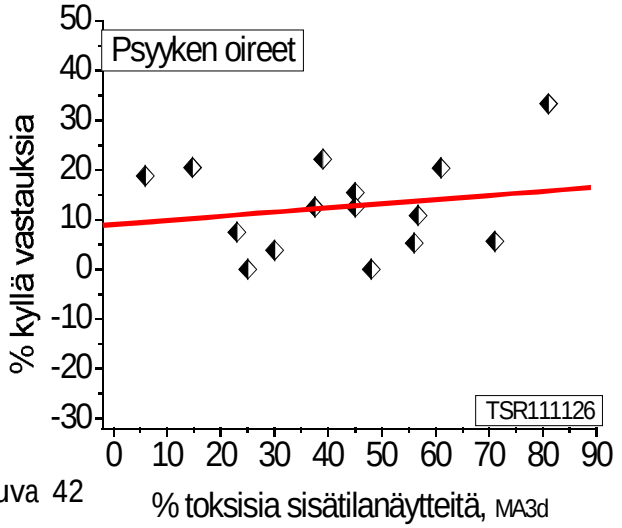
Kuva 38



Kuva 41

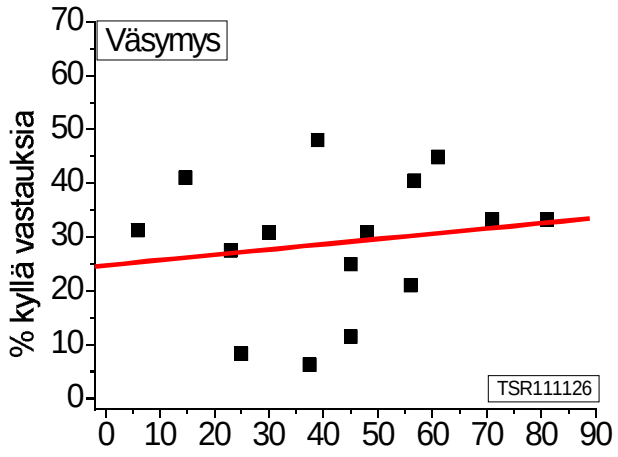


Kuva 39

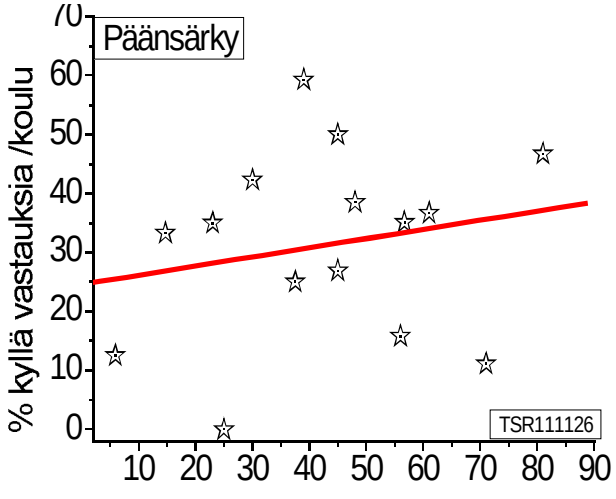


Kuva 42

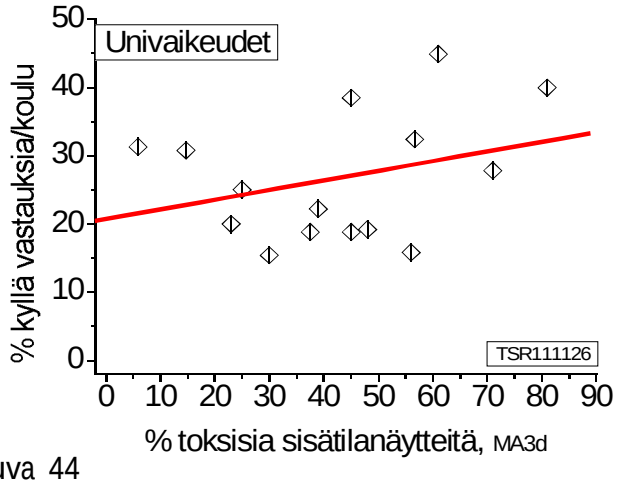
Kuvat 37- 42 näyttävät esimerkkejä kuuden oireryhmän esiintyvyydestä koulujen henkilöstössä, suhteutettuna kunkin koulun näytteistä mitattuihin laskeumamikrobien ominaistoksisuuteen. Y-akseli ilmaisee kyseisen oireen prevalenssin koulun vastaajissa. Vastaajien oireilmoitusten kokonaismäärät kaikista saman kouluryhmän vastaajista lukumäärät löytyvät Tauluista 2 ja 3A. Kukin mittauspiste vastaa yhtä koulua. X-akseli ilmaisee kuinka suuri osuus k.o. koulun näytteistä oli ominaistoksisuudeltaan viitearvoa suurempia. Näytteitä otettiin 1 kpl /työtila, mittaustulos saatiin 369 työtilasta, eli keskimäärin 25 tilaa per koulu. Kriteerit täyttävä kyselyvastaus saatiin 382 vastaajalta (15 koulua), eli keskimäärin 25 vastaajaa koulua kohden. Punainen viiva on Origin- laskentaohjelmalla tehty lineaarinen sovitus mittauspisteisiin.



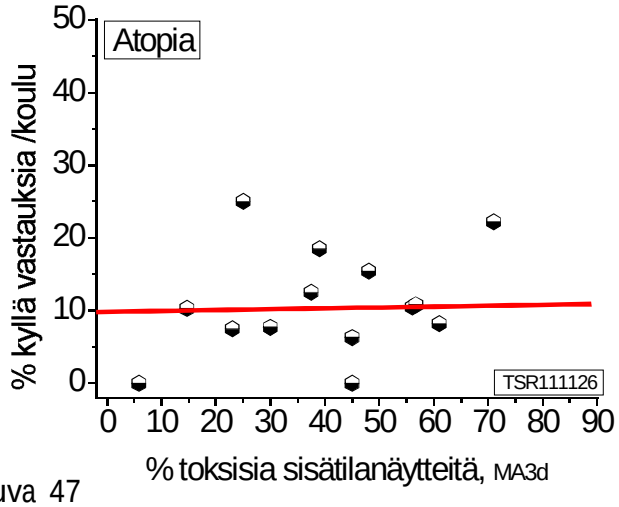
Kuva 43



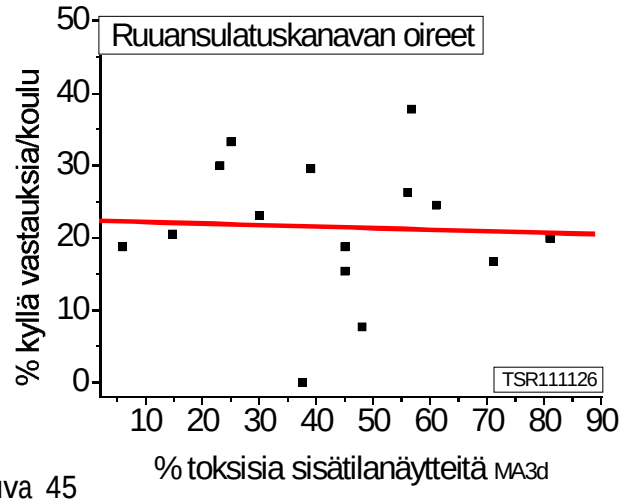
Kuva 46



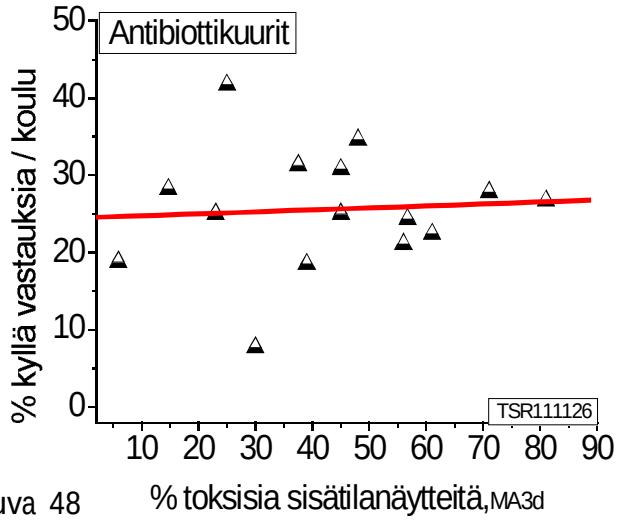
Kuva 44



Kuva 47



Kuva 45



Kuva 48

Kuvat 43 -48 näyttävät esimerkkejä kuuden oireryhmän esiintyvyydestä koulujen henkilöstössä, suhteutettuna kunkin koulun näytteistä mitattuihin laskeumamikrobien ominaistoksisuuteen. Y-akseli ilmaisee kyseisen oireen prevalenssin koulun vastaajissa. Vastaajien oireilmoitusten kokonaismäärät kaikista saman kouluryhmän vastaajista lukumäärät löytyvät Tauluista 2 ja 3A. Kukin mittauspiste vastaa yhtä koulua. X-akseli ilmaisee kuinka suuri osuus k.o. koulun näytteistä oli ominaistoksisuudeltaan viitearvoa suurempia. Näytteitä otettiin 1 kpl /työtila, mittaustulos saatiin 369 työtilasta, eli keskimäärin 25 tilaa per koulu. Kriteerit täyttävä kyselyvastaus saatiin 382 vastaajalta (15 koulua), eli keskimäärin 25 vastaajaa koulua kohden. Punainen viiva on Origin- laskentaohjelmalla tehty lineaarinen sovitus mittauspisteisiin.

4.2. Sisätilapölyjen toksisuusmittausten käyttö tiloihiin liittyvän terveyshaittariskin ilmiantajana

Kaikista tämän hankkeen tutkimuskohteena olleista kouluista kerättiin pöly- tai pyyhintänäytteet (Taulu 2). Ne kerättiin yläpinnoilta (ei lattiapölyä), lähinnä lamppujen varjostimien päältä ja hyllypinnoilta. Pölyjen toksisuus määritettiin pölyuutteesta, ilman viljelyvaihetta. Menetelmä on aiemmin on kuvattu (Lähdeviite 1) . Joistakin kouluista oli vaikea tai mahdoton saada riittävää pölynäytettä toksisuusmittaukseen. Nämä tilat lienee siivottu ennen näytteenottokierrosta, joka tehtiin huhti-toukokuun aikana 2011. Riittävä määrä yläpölyä saatiin 254 luokka- ja muusta koulutilasta (Taulu 2, Taulu 3B). Pölyjen toksisuus tutkittiin siittiötestillä. Nämä primääritulokset on raportoitu TSR 111126 Väliraportissa 2 (27.12.2011).

Sisätilapölyjen toksisuuden viitearvona pidettiin samaa kuin aerosoliviljelmien, eli EC50 ≤ 12 µg/ml (ks. kohta 3.2.). Saatiin 254 pölyä, näistä 91 kpl eli 36% oli toksisia. Riittävän tilastollisuuden saavuttamiseksi kouluja tarkasteltiin kolmena ryhmänä (Taulu 3B): Vähiten toksiset koulut, joiden pölyistä 0-4 kpl / koulu oli toksisia (koulut #2,4,6,8,12,14), eniten toksiset (koulut # 5,10,11,13), joiden pölyistä toksisia oli 10-15 kpl / koulu, ja keskiryhmä (koulut # 1,3,7,9,15), joiden pölystä 5- 9 kpl / koulu oli toksisia (Taulu 3B).

Toksiinintuottajamikrobiien esiintyvyyteen verrttuna (kohta 4.1., taulu 3A), tässä pölyjen lukumäärään perustuvassa ryhmittelyssä (Taulu 3B) alimpaan (=vähiten toksisia pölyjä) ryhmään kategoriaan oli keskiryhmästä siirtynyt yksi koulu (#4) . Vastaavasti ylimmästä (= eniten toksisia pölyjä) ryhmästä yksi koulu (#7) siirtynyt keski - ryhmään. Vastaajaryhmät muotoutuivat nyt siten, että alimmassa ja keskiryhmässä oli eniten vastaajia (149 ja 155) ja ylimmässä vastaavasti vähemmän (78 vastaajaa). Alimmassa ryhmässä oli toksisia pölyjä niin vähän (alle 5 kpl / koulu), ettei muunlainen ryhmittely ollut mielekäs.

Tauluun 3B on tiivistetty näiden kolmen kouluryhmän toksisuusdata ja kyselyvastauksilla saatu oireryhmädata. Kouluryhmien oireryhmäprevalensseja verrattiin kaikkien koulujen (n= 15, vastaajia 382) oireprevalensseihin. Tätä havainnollistettiin palkkidiagrammein, jotka on koottu kuviin 49 – 76. Ne on tehty samalla periaatteella kuin aersolikasvustojen ja oireiden palkkidiagrammit (kuvat 1-24).

Kuvia 49- 76 tarkastellessa havaitaan, että kun koulusta löytyi toksisiksi luokiteltavia pölyjä vähintään 10 kpl/koulu, niin henkilöstö ilmoitti oireilua kipuna (kuva 69), nivelissä (kuva 61), sairauden tunteena (kuva 50), ja neurologisin oirein (kuva 70). Näitä oireryhmiä raportointiin yli kaksinkertainen verrattuna kouluihin, joista toksisia pölyjä löytyi alle 5 kpl / koulu. Myös astman (diagn.) esiintyvyys oli kaksinkertainen.

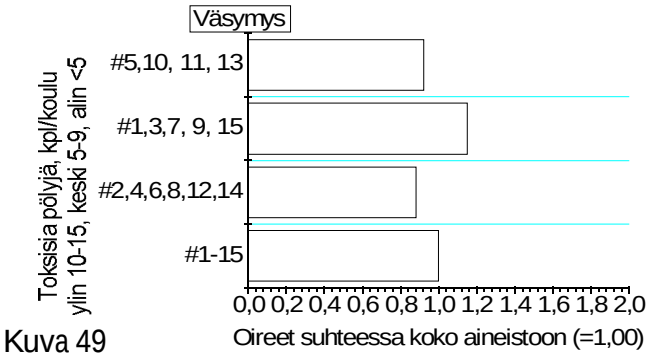
Taulu 3B, Koulupölyjen toksisuus ja henkilöstön terveyshaittaoireet

Sisätilapölyjen toksisuus*	vähiten		keskiryhmä		eniten		kaikki koulut	
	toksisia yläpölyjä				toksisia yläpölyjä			
Koulut #	2,4,6,8,12,14		#1, 3, 7, 9, 15		#5,10, 11, 13		pölyt yhteensä	
Yläpölyjä saatu, kpl	81		102		71		254	
Yläpölyistä toksisia, kpl	9		35		47		91	
Toksiset yläpölyt, kpl/koulu	< 5		5 - 9		10 - 15		0 - 15	
Terveyshaittakyselyn tulokset:	**n**	**%**	**n**	**%**	n	%	n	%
Vastaajat	149	39,0	155	40,6	78	20,4	382	100 %
Kysytty 136 erillistä oiretta								
Vastauksia kyllä/ei:	Kyllä		Kyllä		Kyllä		Kyllä	
Oireryhmät (32 kpl):	n	%	n	%	n	%	n	%
Yleisoireet	63	42	92	59	33	42	188	49
Päänsärky	44	30	62	40	22	28	128	34
Väsymys	42	28	57	37	23	29	122	32
Sairauden tunne	13	9	45	29	19	24	77	20
Yleiskunnon lasku	18	12	35	23	16	21	69	18
Pahoinvointi	5	3	9	6	6	8	20	5
Nenäoireet	56	38	83	54	36	46	175	46
Kurkkuoireet	39	26	70	45	32	41	141	37
Silmäoireet	27	18	75	48	24	31	126	33
Univaikeudet	35	23	53	34	19	24	107	28
Ihon oireet	29	19	44	28	20	26	93	24
Yskä	24	16	43	28	20	26	87	23
Herkistyminen haju ym	28	19	41	26	20	26	89	23
Ruuansulatuskanavan oireet	23	15	41	26	13	17	77	20
Sydän ja verisuonioireet	19	13	29	19	16	21	64	17
Lämmönsäätelyn häiriöt	21	14	25	16	13	17	59	15
Korvat&Kuulo	18	12	27	17	13	17	58	15
Hajuaistin oireet	23	15	25	16	13	17	61	16
Niveloireet	10	7	29	19	15	19	54	14
Psyyken ongelmat	17	11	26	17	7	9	50	13
Tasapainoaisti	22	15	22	14	6	8	50	13
Hengitysvaikeudet	11	7	19	12	12	15	42	11
Näköaistin häiriöt	13	9	17	11	5	6	35	9
Aineenvaihd&hormonihäiriöt	16	11	15	10	8	10	39	10
Neurologiset	9	6	19	12	9	12	37	10
Kipu	7	5	12	8	8	10	27	7
Makuaistin häiriöt	4	3	7	5	3	4	14	4
Ihotunnon häiriöt	8	5	6	4	0	0	14	4
Allerginen nuha (diag)	21	14	25	16	9	12	55	14
Atopia	14	9	14	9	10	13	38	10
Astma (diag.)	8	5	17	11	8	10	33	9
Antibioottikuurit, lkm #	36	24	37	24	22	28	95	25
Kaikki oireryhmät yhteensä (ei	687		1084		458		2229	584

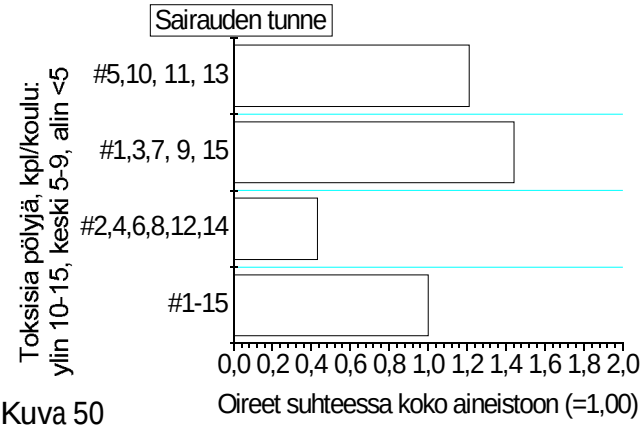
*Tässä taulukossa näytetty toksisuus mitattiin yläpinnoille laskeutuneesta pölystä, 3 d altistus, siittiötesti, viitearvo: EC50 = 1

2012-02-20 Mirja Salkinoja-Salonen HY_EYT; Janne Salin OY & InspectorSec Oy, Pekka Salin , Katri Nelo InspectorSec Oy

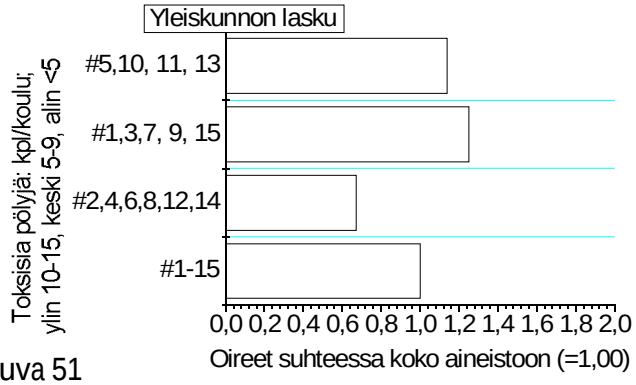
TSR Hanke 111126/ Helsingin Yliopisto, InspectorSec Oy,Helsingin kaupungin kiinteistövirasto, 2011



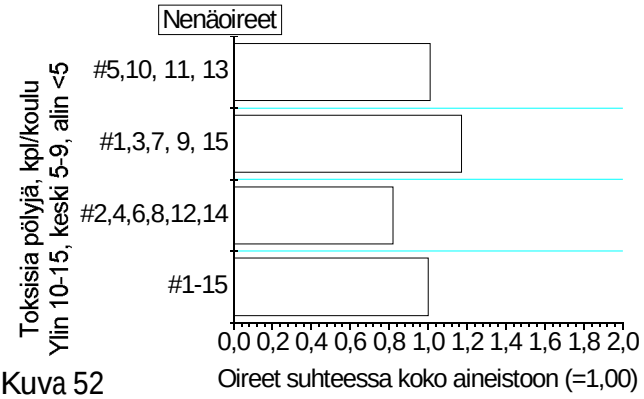
Kuva 49



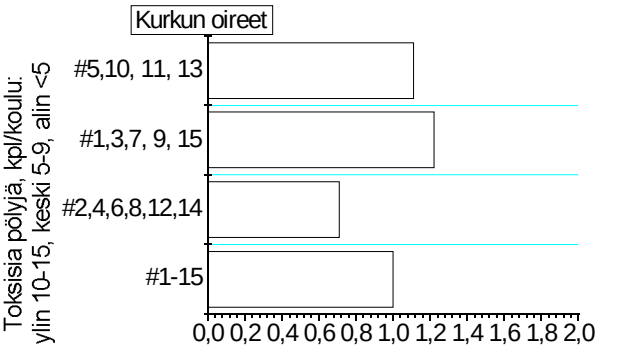
Kuva 50



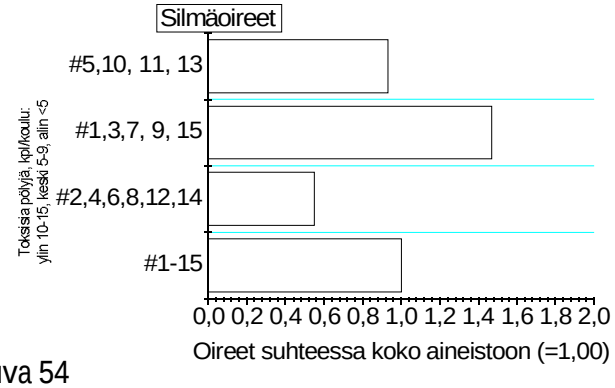
Kuva 51



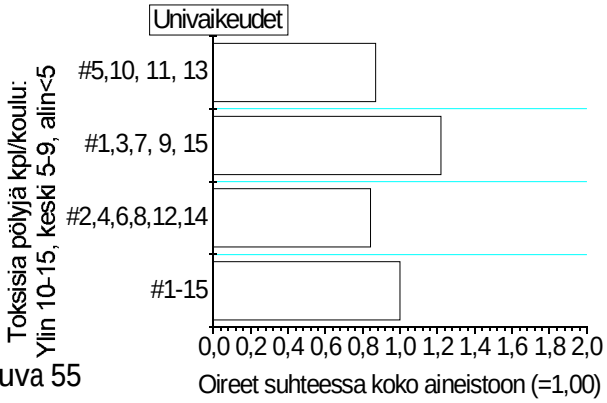
Kuva 52



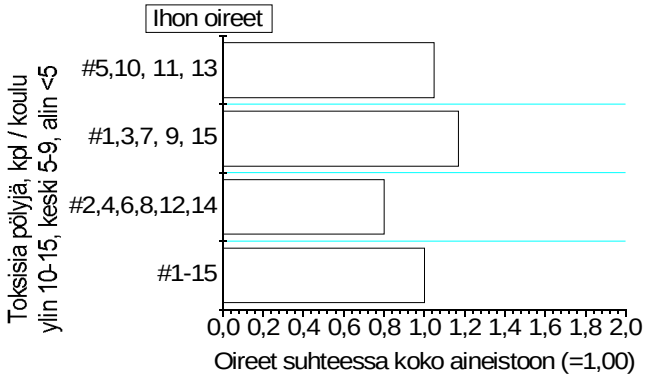
Kuva 53



Kuva 54

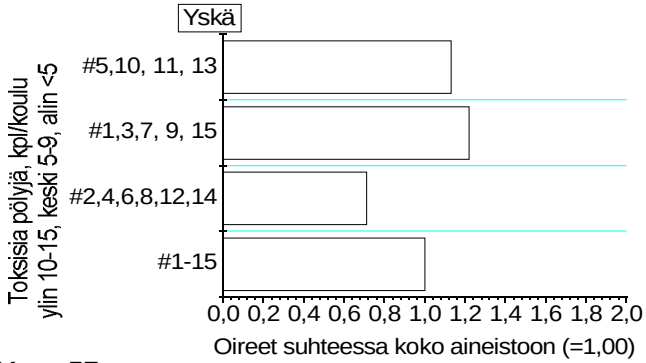


Kuva 55

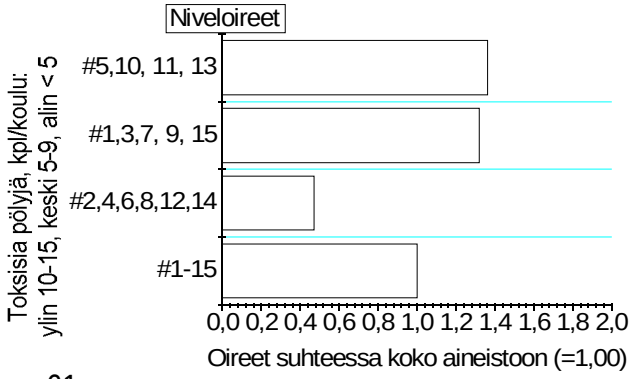


Kuva 56

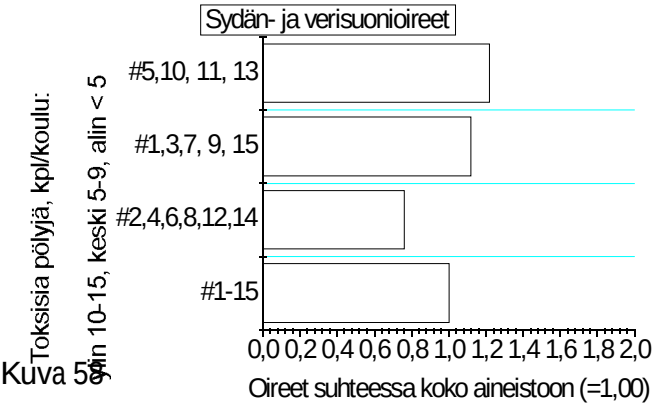
Kuvat 49 - 56 näyttävät, miten terveyshaittaoireilua esiintyi kouluissa,j joista kerätyt yläpölyt olivat toksisia vain vähäisessä määrin (0-4 kpl / koulu, koulut #2,6,8,12,14), suuremmassa määrän (5-10 kpl / koulu, koulut #3,4,5,9,15) tai eniten (10-15 kpl / koulu, koulut #1,7,10,11,13). Kuva vertaa oireilun yli- tai aliesiintyvyyttä kaikkien koulujen (n=15, vastaajia 382) keskiarvoon, joka normalisoitiin arvoon 1,0.



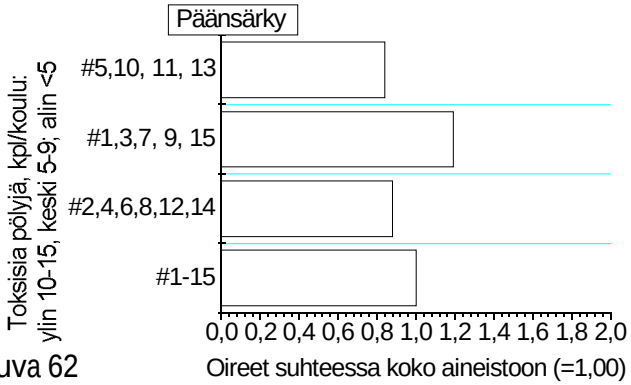
Kuva 57



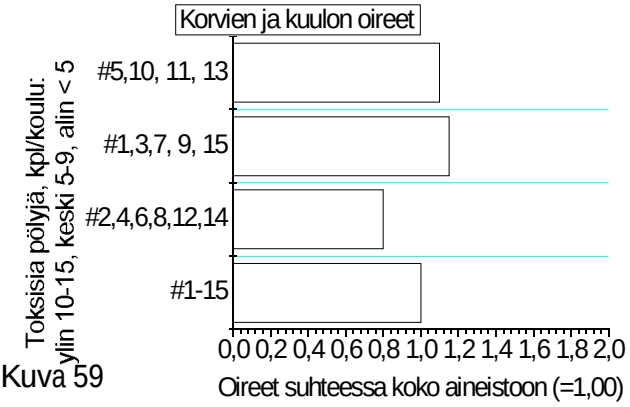
Kuva 61



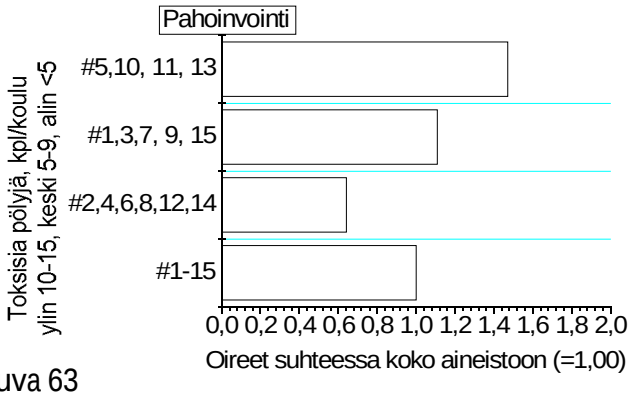
Kuva 58



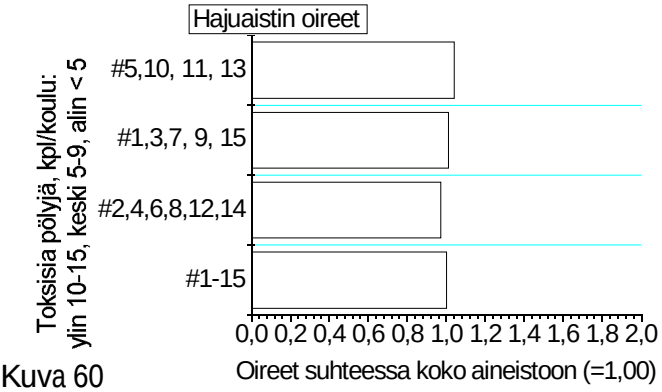
Kuva 62



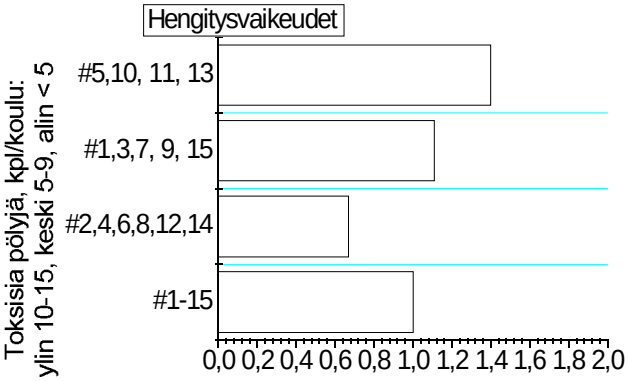
Kuva 59



Kuva 63

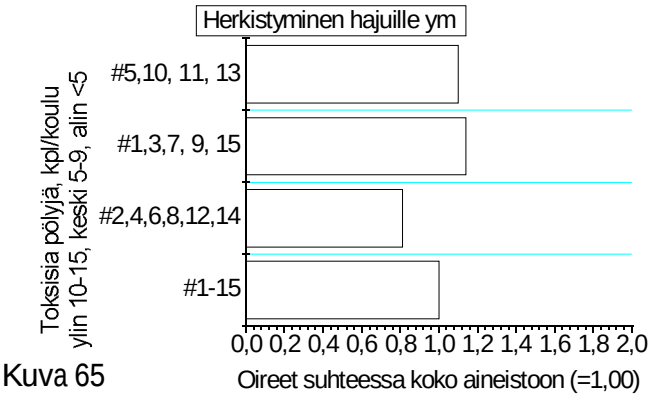


Kuva 60

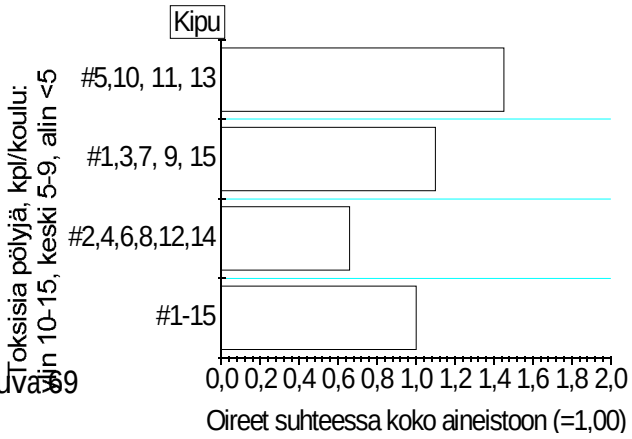


Kuva 64

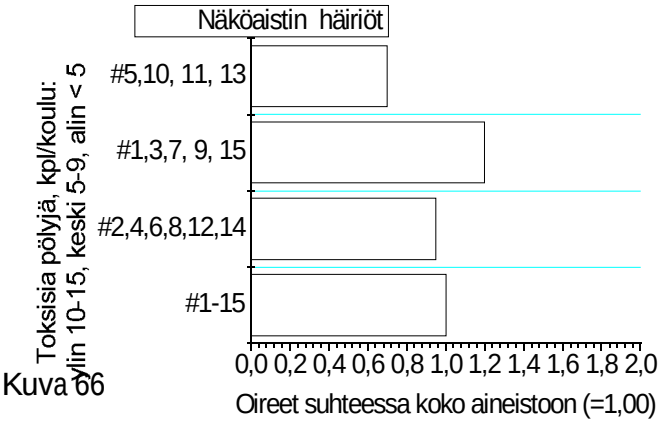
Kuvat 57 - 64 näyttävät, miten terveyshaittaoireilua esiintyi kouluissa, j joista kerätyt yläpölyt sisälsivät toksisia pölyjä vain vähäisen määrän (0-4 kpl / koulu, koulut #2,6,8,12,14), suuremman määrän (5-10 kpl / koulu, koulut #3,4,5,9,15) tai eniten (10-15 kpl / koulu, koulut #1,7,10,11,13). Kuva vertaa oireilun yli- tai aliesiintyvyyttä kaikkien koulujen (n=15, vastaajia 382) keskiarvoon, joka normalisoitiin arvoon 1,0.



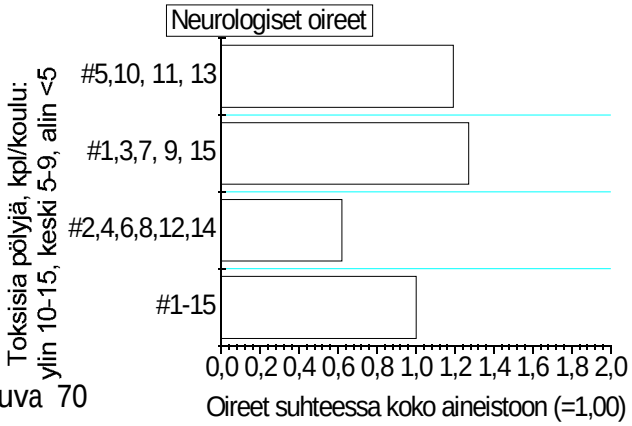
Kuva 65



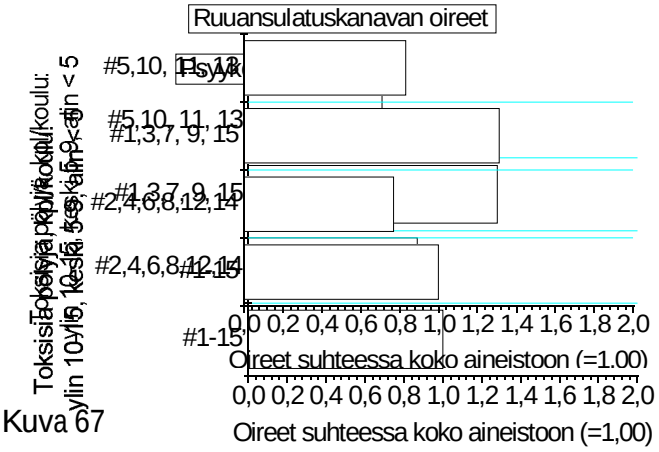
Kuva 69



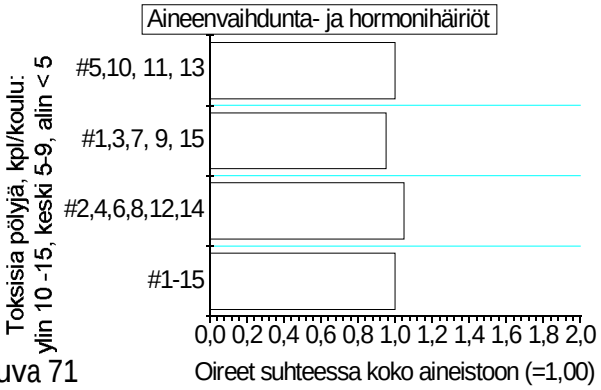
Kuva 66



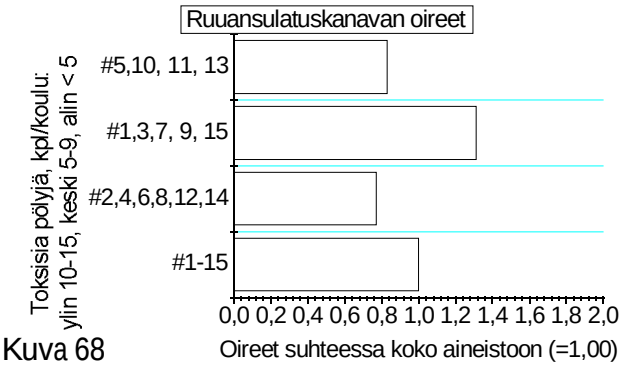
Kuva 70



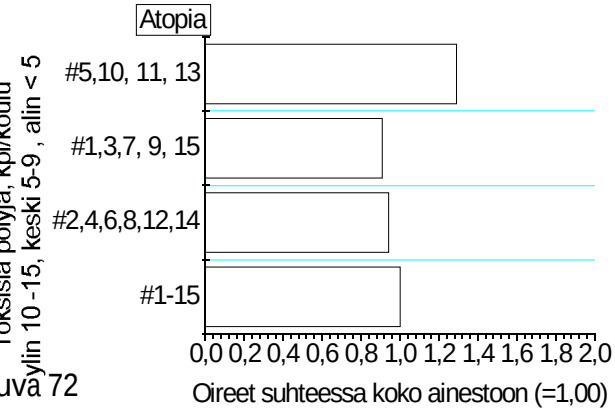
Kuva 67



Kuva 71

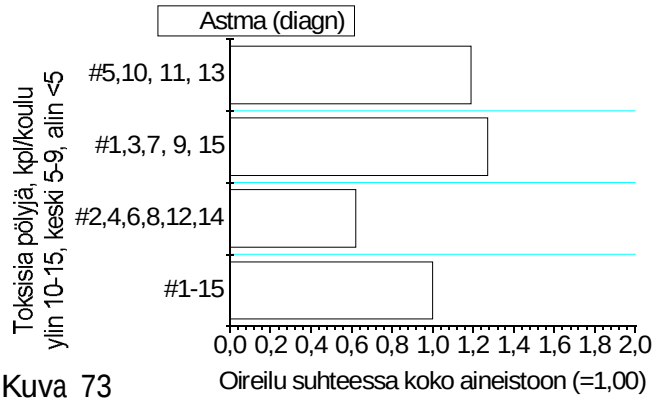


Kuva 68

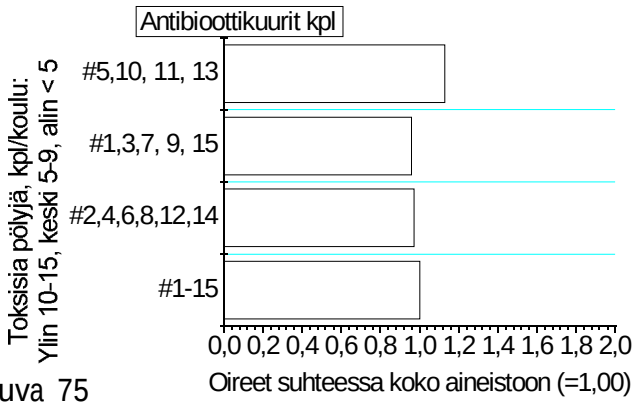


Kuva 72

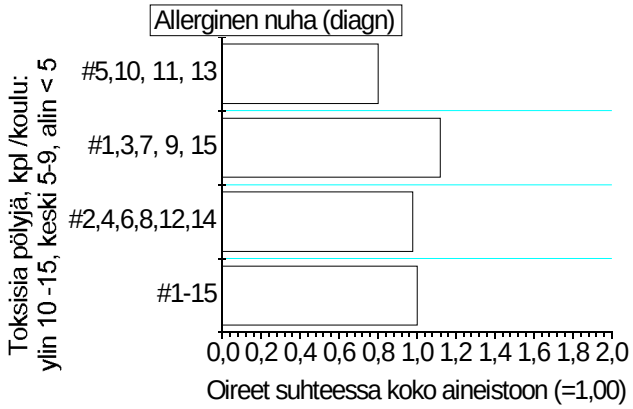
Kuvat 65 - 72 näyttävät, miten terveyshaittaoireilua esiintyi kouluissa, joista kerätyt yläpölyt sisälsivät toksisia pölyjä vain vähäisen määrän (0-4 kpl / koullu, koulut #2,6,8,12,14), suuremman määrän (5-10 kpl / koulu, koulut #3,4,5,9,15)) tai eniten (10-15 kpl / koulu, koulut #1,7,10,11,13). Kuva vertaa oireilun yli- tai aliesiintyvyyttä kaikkien koulujen (n=15, vastaajia 382) keskiarvoon, joka normalisoitiin arvoon 1,0.



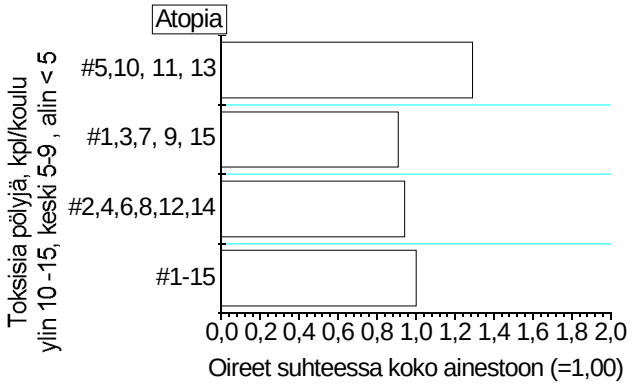
Kuva 73



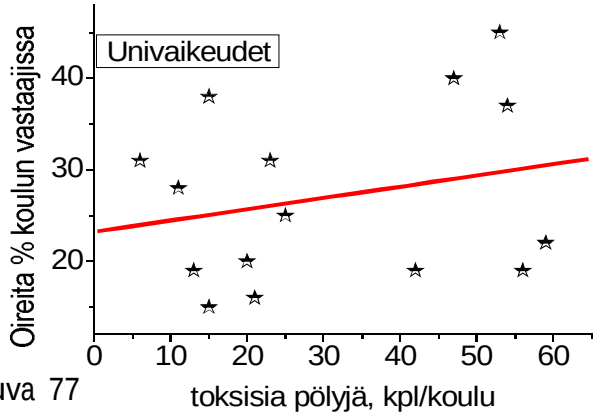
Kuva 75



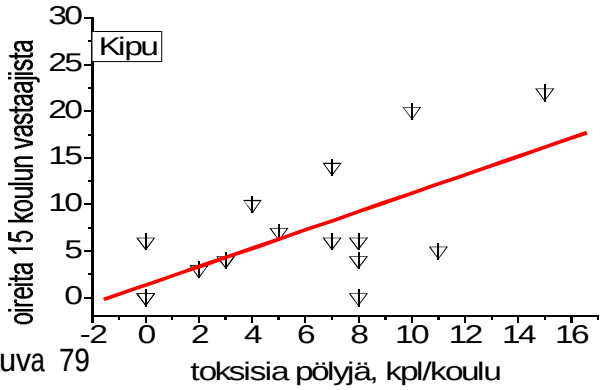
Kuva 74



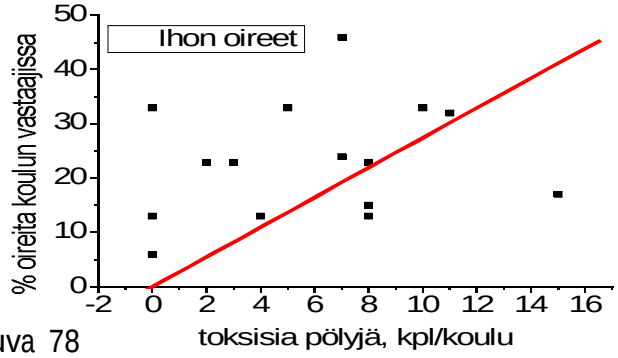
Kuva 76



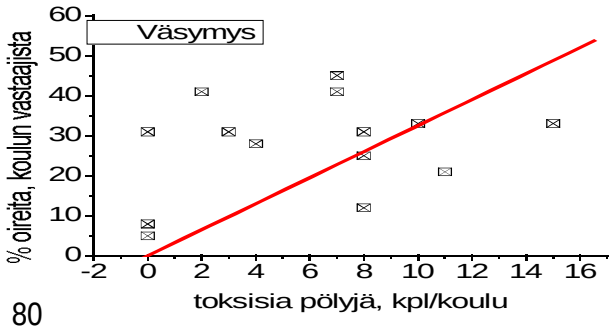
Kuva 77



Kuva 79

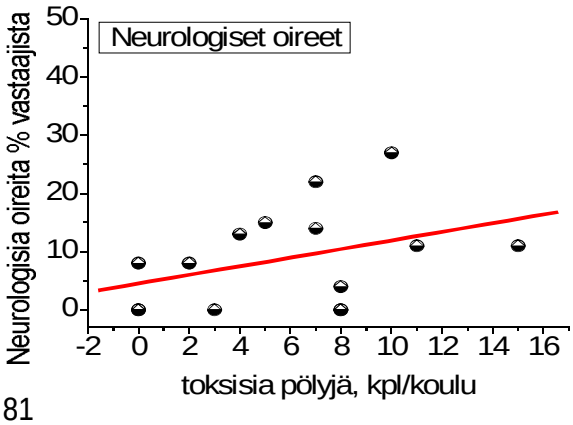


Kuva 78

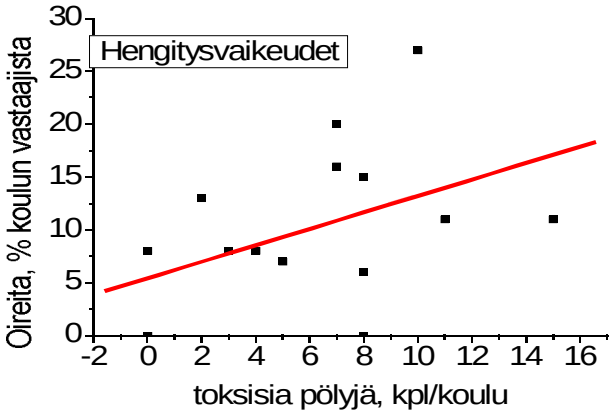


Kuva 80

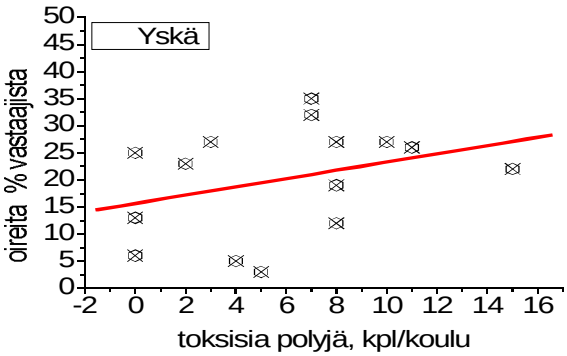
Kuvat 73 -80 näyttävät esimerkkejä kuuden oireryhmän esiintyvyydestä koulujen henkilöstössä, suhteutettuna kunkin koulun toksisten yläpölynäytteiden määriin. Y-akseli ilmaisee kyseisen oireen prevalenssin koulun vastaajissa. Vastaajien oireilmoitusten kokonaismäärät kaikista saman kouluryhmän vastaajista lukumäärät löytyvät Tauluista 2 ja 3B. Kukin mittauspiste vastaa yhtä koulua. X-akseli ilmaisee kuinka monta k.o. koulun näytteistä oli ominaistoksisuudeltaan viitearvoa suurempia. Näytteitä otettiin 1 kpl /työtila, mittaustulos saatiin 254 työtilasta, eli keskimäärin 17 tilaa per koulu. Kriteerit täyttävä kyselyvastaus saatiin 382 vastaajalta (15 koulua), eli keskimäärin 25 vastaajaa koulua kohden. Punainen viiva on Origin- laskentaohjelmalla tehty lineaarinen sovitus mittauspisteisiin.



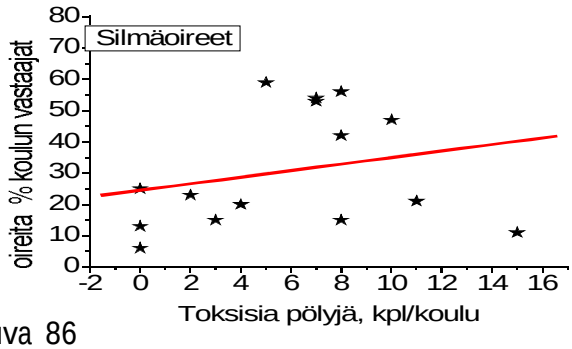
Kuva 81



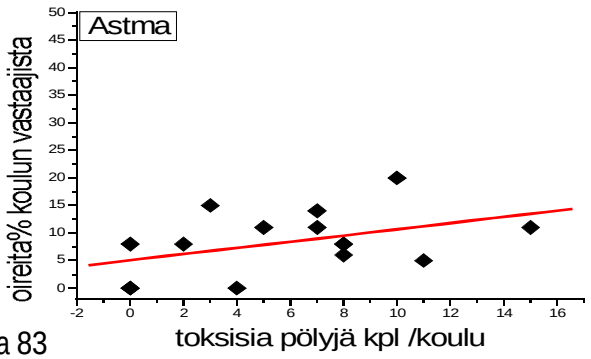
Kuva 85



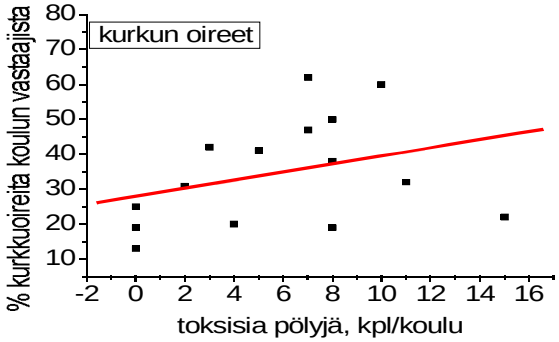
Kuva 82



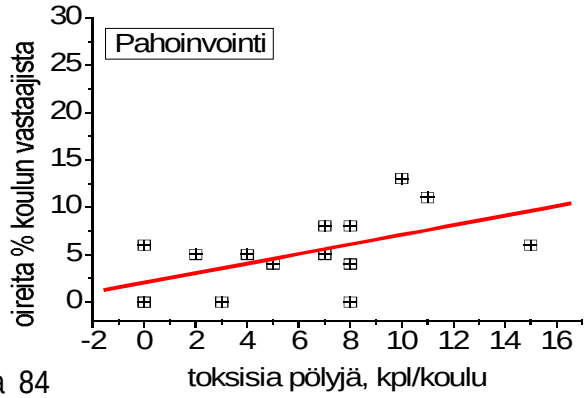
Kuva 86



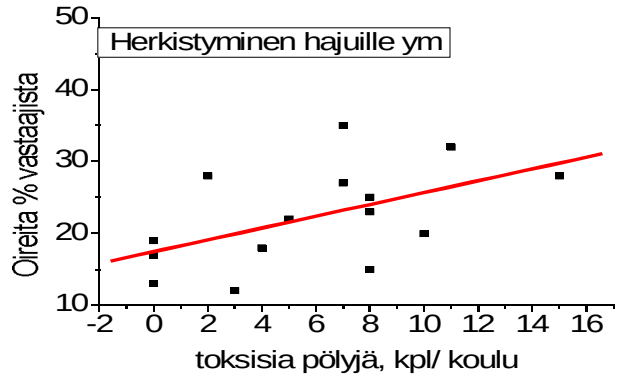
Kuva 83



Kuva 87

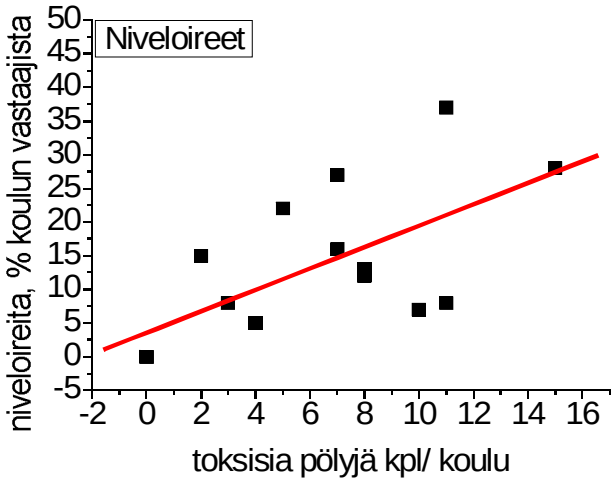


Kuva 84



Kuva 88

Kuvat 81 - 88 näyttävät esimerkkejä kuuden oireryhmän esiintyvyydestä koulujen henkilöstössä, suhteutettuna kunkin koulun toksisten yläpölynäytteiden määriin. Y-akseli ilmaisee kyseisen oireen prevalenssin koulun vastaajissa. Vastaajien oireilmoitusten kokonaismäärät kaikista saman kouluryhmän vastaajista lukumäärät löytyvät Tauluista 2 ja 3B. Kukin mittauspiste vastaa yhtä koulua. X-akseli ilmaisee kuinka monta k.o. koulun pölynäytteistä oli ominaist- oksisuudeltaan viitearvoa suurempia. Näytteitä otettiin 1 kpl /työtila, mittaustulos saatiin 254 työtilasta, eli keskimäärin 17 tilaa per koulu. Kriteerit täyttävä kyselyvastaus saatiin 382 vastaajalta (15 koulua), eli keskimäärin 25 vastaajaa koulua kohden. Punainen viiva on Origin- laskentaohjelmalla tehty lineaarinen sovitus mittauspisteisiin.



Kuva 89

Kuva 89 näyttää niveloireiden esiintyvyyden eri koulujen henkilöistössä, suhteutettuna kunkin koulun toksisten yläpölyjen lukumäärään. Y-akseli ilmaisee kyseisen oireen prevalenssin koulun vastaajissa. Vastaajien oireilmoitusten kokonaismäärät kaikista saman kouluryhmän vastaajista lukumäärät löytyvät Tauluista 2 ja 3B. Kukin mittauspiste vastaa yhtä koulua. X-akseli ilmaisee kuinka monta k.o. koulun pölynäytteistä oli ominaistoksisuudeltaan viitearvoa suurempia. Näytteitä otettiin 1 kpl /työtila, mittaustulos saatiin 254 työtilasta, eli keskimäärin 17 tilaa per koulu. Kriteerit täyttävä kyselyvastaus saatiin 382 vastaajalta (15 koulua), eli keskimäärin 25 vastaajaa koulua kohden. Punainen viiva on Origin- laskentaohjelmalla tehty lineaarinen sovitus mittauspisteisiin.

Kuvista 49-76 näkyy myös se, että toksisten ylätilapölyjen esiintyvyyteen ei liittynyt päänsärkyä, atopiaa, allergiaa eikä antibioottikuurien käytön lisääntynyttä tarvetta (kuvat 62, 72, 74, 75) Tässäkin suhteessa tilanne on siis sama kuin kouluissa tarkasteltuna toksiinituottajamikrobien prevalenssi ryhmittelyperusteena (kuvat 14, 21, 22,24).

Kuvat 76 - 89 näyttävät tulokset koulukohtaisesta tarkastelusta. Näissä kuvissa on 15 täplää ja kukin täplä vastaa yhtä koulua. Kuvien 76 - 89 aineistot perustuvat 382 oirekyselyvastaukseen ja 254 pölyn toksisuuden mittaukseen. Siten huomattava osa oirekyselyvastaajia (382 vastaajaa 254 pölylle) , s.o. 128 “ylimääräistä” vastaajaa, oli tiloista, joista ei ollut käytettävissä toksisuuden mittaukseen riittävää yläpölyä. Käytettävissä olleiden pölyjen kohdentaminen vastaajien tiloihin on resurssipulan vuoksi vielä keskeneräinen. Muutamille oireryhmille on 5.3.2012 mennessä voitu tehdä pareittainen vertailu (= koulutilan yläpölyn toksisuus vs. saman tilan työntekijän oirekyselyvastaus). Vetosuhteiden (Odds ratio, OR) laskenta osoitti, että vastaajien ilmoittamat oireryhmät kipu, sairauden tunne, ja niveloireet korreloituivat korkeilla OR arvoilla 1,7 - 3,1 yläpölyjen toksisuuteen (viitearvona EC50 12 µg/ml). Myös kuvista 76 - 89 näkee selvästi suunnan, että toksisten pölyjen lukumäärän / koulu noustessa henkilöstön ilmoittamat terveyshaittaoireet kasvoivat samojen oireryhmien kohdalla kuin laskeumamaljojen toksisuus vertailussa (kuvat 25 - 48): kipu (kuva 79), silmäoireet (kuva 86), niveloireet (kuva 89), hengitysoireet (kuva 85), neurologiset oireet (kuva 81), kurkun oireet (kuva 87).

5. Johtopäätökset

Kun Helsingin koulujen sisätilanäytteiden toksisuutta tutkittiin siittiötestillä, viitearvona EC50 < 12 µg/ml, havaittiin, että:

1. Henkilöstön kokemien terveyshaittaoireiden määrä Helsingin koulujen henkilöstöllä korreloi positiivisesti koulujen sísätilanäytteiden toksisuuteen.
2. Terveyshaittaoireiden nousua havaittiin kun toksisten pölyjen tai toksiinia (mallasagarilla) tuottavien laskeumamikrobikasvustojen osuus koulun työtiloista otetuissa näytteissä ylitti 30%. Henkilöstö koki terveyshaittaoireiden nousun erityisesti kipuina, sairauden tunteena, silmäoireina, niveloireina, neurologisina oireina, yskänä. Silmä- ja niveloireiden, yskän, ja sairauden tunteen prevalenssi oli 20 - 50%

niiden koulujen henkilöstössä, joissa suuri osuus (>50%) sisätilanäytteistä oli toksisia.
3. Astmaa (diagn.) ja hengitysvaikeuksia raportoitiin 2-3 × yleisemmin kouluista, joista löytyi toksisia pölyjä ja / tai toksiineja tuottavia mikrobiaerosoleja yli kolmasosassa näytteistä verrattuna kouluihin, joissa näitä löytyi alle 20%.
4. Terveyshaittaoireet olivat yleisimpiä kouluissa, joiden useasta (>4) eri tilasta kerätyt pölyt olivat toksisia.
5. Sisäilmanäytteiden toksisuudella EI havaittu yhteyttä seuraavien terveyshaittaoireiden prevalenssiin Helsingin koulujen henkilöstössä: päänsärky, psyyken vaikeudet, allerginen nuha, atopia, ruuansulatuskanavan oireet, aineenvaihdunta- ja hormonihäiriöt ja antibioottikuurien tarve.

6. Kiitokset

Tekijäryhmä kiittää Helsingin kaupungin kiinteistövirastoa tämän tutkimuksen tilaamisesta tutkimuskonsortioltamme. Rahoituksesta kiitämme Helsingin Kaupungin Kiinteistövirastoa ja Työsuojelurahastoa (TSR hanke 111126). Kiitämme kiinteistöpäällikkö Sari Hildeniä ja projektijohtaja Jari Sivulaa tutkimuksen mahdollistamisesta, toimitusjohtaja Risto Salinia hankkeen organisoinnista ja Työsuojelurahaston asiamies Ilkka Tahvanaista aktiivisuudesta hankkeen valvojana. Kaikkia kiitämme hyvistä ja hyödyllisistä työmaakokouksista.

7. Lähdeviitteet

1. Andersson, M.A. Mikkola, R., Rasimus, S., Hoornstra, D., Salin, P., Rahkila, R., Heikkinen, M., Mattila, S., Peltola, J., Kalso, S, Salkinoja-Salonen, M., 2010. Boar spermatozoa as a biosensor for detecting toxic substances in indoor dust and aerosols. Toxicology in Vitro, 24, 2041-2052.

2. TSR 111126. Tutkimus sisätilapölyjen ja sisäilmassa esiintyvien mikrobien toksisuudesta ja terveyshaitoista Helsingin kouluissa. 70 sivua. Väliraportti 2. Ajalta 1.5.2012 – 30.10.2011. (Toimitettu tilaajalle, Helsingin kaupungin kiinteistöviraston tilatoimisto, 27.12.2011.) Raportin valmisti tutkimuskonsortio InspectorSec Oy ja Helsingin Yliopiston Elintarvike- ja ympäristötieteiden laitos.

3. Pekka J . Salin, Janne T., Salin, Maria A. Andersson, Tuomas Holma, Katri Nelo, Mirja Salkinoja-Salonen. 2012. Sisätilanäytteiden toksisuus oli suurin kouluissa joista henkilöstö raportoi eniten terveyshaittoja. Sisäilmastoseminaari esitelmä, Dipoli, 14.3.2012. Julkaistaan: Sisäilmastoseminaari, SIY Raportti Vol. 30, Aalto Yliopisto, Espoo. 6 sivua.

4. Verkko osoitteet
http://www.echa.europa.eu/reach_en.asp
http://echa.europa.eu/cip_en.asp).