

KUOPION YLIOPISTO

Ympäristötieteet
KUOPION YLIOPISTO
PL 1627
70211 Kuopio



UNIVERSITY OF KUOPIO

ILMANVAIHTOLAITOSTEN PUHDISTUKSEEN KÄYTETTÄVIEN TYÖ- VÄLINEIDEN PUHDISTUS JA KEMIKAALIEN TURVALLINEN KÄYTTÖ

Mika Jumpponen, Sirpa Kolari, Tuula Suontamo ja Pertti Pasanen

3/2005

KUOPION YLIOPISTON YMPÄRISTÖTIETEIDEN LAITOSTEN MONISTESARJA

THE UNIVERSITY OF KUOPIO
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCES
POB 1627, FIN-70211 KUOPIO, FINLAND

ISSN 0786-4728

LOPPURAPORTTI

ILMANVAIHTOLAITOSTEN PUHDISTUKSEEN KÄYTETTÄVIEN TYÖ- VÄLINEIDEN PUHDISTUS JA KEMIKAALIEN TURVALLINEN KÄYTTÖ

Mika Jumpponen¹, Sirpa Kolari¹, Tuula Suontamo² ja Pertti Pasanen¹

¹Kuopion yliopisto, ympäristötieteiden laitos

² Jyväskylän yliopisto, kemian laitos, Soveltavan kemian osasto

Julkaistu Työsuojelurahaston avustuksella

Julkaisija:
Kuopion yliopiston
ympäristötieteiden laitokset
PL 1627, 70211 KUOPIO

Julkaisun sarjan nimi ja tunnus
Kuopion yliopiston ympäristötieteiden
laitosten monistesarja 3/05
Julkaisuaika
Huhtikuu 2005

Tekijä(t) toimittaja Mika Jumpponen, Sirpa Kolari, Tuula Suontamo ja Pertti Pasanen	Tutkimuksen nimi ILMANVAIHTOLAITOSTEN PUHDISTUKSEEN KÄYTETTÄVIEN TYÖVÄLINEIDEN PUHDISTUS JA KEMIKAALIEN TURVALLINEN KÄYTTÖ Rahoittaja Työsuojelurahasto
<p>Julkaisun nimeke Ilmanvaihtolaitosten puhdistukseen käytettävien työvälineiden puhdistus ja kemikaalien turvallinen käyttö</p> <p>Tutkimuksessa selvitettiin ilmanvaihtolaitosten puhdistukseen käytettävien työvälineiden (harjakset ja kaapimet) puhdistuvuutta. Puhdistuvuuskokeita tehtiin sekä laboratorio-olosuhteissa että tutkimuskohteissa. Laboratoriokeissa työvälineet liittiin hampurilaisravintolan- ja lounaskeittiön rasvoilla. Työvälineet puhdistettiin tämän jälkeen tutkittavilla puhdistuskemikaaleilla. Puhdistuskemikaaleina käytettiin Heti Tehopesua, Teollisuuspesua, Sartek 2, Pandion ja Fain Biopower 100 mikroemulsio kemikaaleja. Testisarjaan sisällytettiin myös työvälineiden mekaaninen puhdistaminen ja mekaaninen puhdistus yhdistettynä vesipesuun.</p> <p>Laboratorioon tehtiin laitteisto, jolla voitiin määrittää työvaatteiden kemikaaliroiskeet. Lisäksi suunniteltiin tutkimuskohde käyttöön laitteisto, jolla on mahdollista määrittää työntekijän ihoaltistus käsistä. Menetelmä perustuu siihen, että ihoaltistusta tai roiskeita aiheuttavaan aineeseen lisätään fluoresoivaa ainetta ja altistuminen määritetään siten, että tutkittavat ihon/suojavaatteiden alueet kuvataan digitaalikameralla ultraviolettiloissa.</p> <p>Tutkimuskohteissa (2 kpl) selvitettiin laboratoriokeissa puhdistusteholtaan hyväksi havaitun kemikaalin (Heti Tehopesu) teho työvälineiden puhdistuksessa. Ihoaltistus määritettiin käsistä ja kemikaaliroiskeet työvaatteista. Myös ilmanvaihtolaitosten puhdistajien altistuminen haihtuville orgaanisille yhdisteille määritettiin. Lisäksi tarkasteltiin kemikaalien käyttöä, varastointia, säilytystä ja hävittämistä.</p> <p>Harjakset (valkea nailon harjas, vihreä nailon harjas ja tynex-harjas) puhdistuivat parhaiten tutkittavista rasvoista 5 % Heti Tehopesu kemikaalilla. 10 % kemikaalin käyttöliuos ei enää lisännyt puhdistuvuutta ja 0,5 % kemikaalin käyttöliuos osoittautui liian laimeaksi rasvan puhdistamiseen. Kuitenkin pitemmällä (yön yli) harjasten liuottamisella (0,5 % -liuos) harjakset puhdistuivat tutkittavista rasvoista hyvin (puhdistuvuus yli 70 %).</p> <p>Kaapimet puhdistuivat tutkittavista rasvoista parhaiten 5 % Sartek 2 kemikaalilla. 10 ja 20 % kemikaalin käyttöliuokset eivät parantaneet kaapimien puhdistuvuutta. Kaapimet puhdistuivat hyvin mm. Heti Tehopesun 10 % käyttöliuoksella ja Teollisuuspesun 10 % käyttöliuoksella. Tutkimuksessa havaittiin, että tutkimuskohteissa saavutettiin yhtä hyviä työvälineiden puhdistuvuustuloksia kuin laboratoriokeissakin.</p> <p>Ilmanvaihtolaitosten puhdistajien kemikaalien käytöstä johtuva ihoaltistuminen oli vähäistä. Käsien ihon altistuminen havaittiin kemikaalin käsittelyn aikana ainoastaan yhden kerran. Kemikaalialtistumisen syynä oli ilmanvaihtolaitosten puhdistajan käyttämä rikkonainen suojakäsine. Kemikaaliroiskeita havaittiin ainoastaan yhdessä työvaiheessa, jossa ilmanvaihtolaitoksen puhdistaja puhdisti harjaa suihkuttamalla siihen puhdistuskemikaalia. Kemikaaliroiskeiden määrä oli vähäistä. Lisäksi kemikaaleista peräisin olevia, kemikaalien käyttöturvallisuustiedotteen mukaisia, haitallisia yhdisteitä ei havaittu.</p>	
Avainsanat (asiasanat suomeksi) Ilmanvaihtolaitoksen puhdistaja, kemikaali, altistuminen, ihoaltistus, työväline, harjas, kaavin	Luokitus ja/tai indeksointi
ISSN ja avainnimeke 0786-4728	ISBN
Kokonaissivumäärä 62 Kieli Suomi	Hinta Luottamuksellisuus julkinen
Jakaja (nimi ja osoite) Marja-Leena Patronen Kuopion yliopisto/ympäristötieteiden laitos PL 1627, 70211 KUOPIO, puh. 017 - 163 156, fax. 017 - 163 191	Lisätietoja

Publisher:
University of Kuopio
Department of Environmental Sciences
POB 1627, 70211 KUOPIO

Publication series and number of publication
Kuopion yliopiston ympäristötieteiden
laitosten monistesarja 3/05
Date: April 2005

<p>Authors(s)</p> <p>Mika Jumpponen, Sirpa Kolari, Tuula Suontamo ja Pertti Pasanen</p>	<p>Name of project</p> <p>CLEANING OF VENTILATION SYSTEM USED CLEANING DEVICES AND SAFE USE OF CLEAN- ING CHEMICALS</p>
	<p>Financed by</p> <p>Työsuojelurahasto</p>
<p>Title</p> <p>Cleaning of ventilation system used cleaning devices and safe use of cleaning chemicals.</p>	
<p>Cleaning of ventilation system cleaning devices (bristle of cleaning brush and scraper) were examined in this study. Cleaning tests were made in laboratory and research sites. Cleaning devices were stained by two different greases (hamburger restaurant grease and lunch restaurant grease). After that cleaning devices were cleaned by research chemicals. Cleaning chemicals were: Heti Tehopesu, Teollisuuspesu, Sartek 2, Pandion and Fain Bio-power 100 microemulsion. There were also mechanical cleaning and mechanical cleaning and water wash included in a test series.</p> <p>A detection device was made so that chemical splashes on working clothes could be detected. Another detection device was also made for the detection of chemical exposure from hand skin. The method is based on detection of fluorescence colour of chemical in ultraviolet light from the hands and working clothes.</p> <p>Laboratory tests of cleaning brushes indicated that Heti Tehopesu is one of the best cleaning chemicals of grease. Cleaning efficiency of Heti Tehopesu was also tested in research sites. Hand skin exposure and chemical splashes on working clothes were monitored. Duct cleaners exposure to volatile organic compounds was also monitored. Chemical use, storing, preservation and decimating were examined in addition.</p> <p>Laboratory tests of cleaning brushes (white nylon brush, green nylon brush and tynex-brush) indicated that greased brushes were cleaned best by using 5 % Heti Tehopesu chemical. 10 % chemical solution did not increase cleaning. 0,5 % chemical solution was too tepid to clean brushes from the greases. Greased brushes cleaned over 70 % in 15 hour chemical dissolving.</p> <p>Greased scrapers were best cleaned by using 5 % Sartek 2 chemical. 10 % and 20 % chemical solutions did not increase cleaning. Greased scrapers were also cleaned good by using 10 % Heti Tehopesu chemical solution and 10 % chemical solution of Teollisuuspesu. Laboratory tested scraper cleanliness results were parallel to cleanliness results of research sites.</p> <p>Hand skin chemical exposure of ventilation duct cleaners was small. One hand of a ventilation duct cleaner was exposed during chemical use, because used gauntlet was worn out. Chemical splashes were detected from one working task in which a ventilation duct cleaner cleaned a brush by spraying chemical on it and spun it at the same time. Amount of chemical splashes was small. During the chemical use harmful compounds of volatile organic compounds were not detected.</p>	
<p>Keywords</p> <p>Ilmanvaihtolaitoksen puhdistaja, kemikaali, altistuminen, ihoaltistus, työväline, harjas, kaavin</p>	<p>Class (UDC)</p>
<p>ISSN ja avainnimeke</p> <p>0786-4728</p>	<p>ISBN</p>
<p>Pages 62</p> <p>Language Finnish</p>	<p>Price</p> <p>Restrictions Public</p>
<p>Distributor (name and address)</p> <p>Marja-Leena Patronen University of Kuopio, Department of Environmental Sciences PL 1627, 70211 KUOPIO puh. 017-163156, fax. 017-163191</p>	<p>Lisätietoja</p>

Esipuhe

Ilmanvaihtolaitosten puhdistajat käyttävät työssään erilaisia pesukemikaaleja ilmanvaihtojärjestelmien osien puhdistamiseen. Puhdistuskemikaaleilla puhdistetaan pääsääntöisesti ilmanvaihtokanavien venttiilejä, säleikköjä ja huuvia. Samoilla kemikaaleilla puhdistetaan myös esimerkiksi rasvakanavien puhdistamiseen käytetyt puhdistusvälineet. Työvälineiden puhdistamisen rasvaliasta on todettu olevan hankalaa. Yleensä puhdistusalan yritykset ovat päätyneet käyttämään tiettyjä puhdistuskemikaaleja omien puhdistuvuudesta saatujen kokemustensa ja suositusten perusteella.

Tässä tutkimuksessa selvitettiin ilmanvaihtojärjestelmien puhdistamiseen käytettävien työvälineiden puhdistukseen käytettävien puhdistusaineiden tehokkuutta. Tutkimus painottuu laboratoriokokeisiin, missä haluttiin löytää hyvä kemikaali rasvalian puhdistamiseen työvälineistä. Aineitten tehokkuutta ja puhdistustyöntekijöiden altistumista puhdistuskemikaaleille selvitettiin kenttäkokeissa.

Tutkimus toteutettiin Kuopion yliopiston ympäristötieteiden laitoksen, Jyväskylän yliopiston kemian laitoksen soveltavan kemian osaston ja yritysten yhteistyönä. Hankkeen koordinoinnista vastasi Kuopion yliopisto. Tutkijoiden lisäksi tutkimuksen toteuttamiseen osallistuivat laborantti Kaisa Raatikainen Kuopion yliopiston ympäristötieteiden laitokselta ja laboranttiharjoittelija Johanna Kalteinen Pohjois-Savon ammattiopistosta.

Kiitokset mukana olleille ilmanvaihtolaitteistojen puhdistusyriyksille ja heidän edustajilleen: Esa Karjalainen, (Nuohous- ja ilmastointipalvelu Karjalainen Esa Ky), Petteri Virranta (Virranta-yhtiöt), Aaro Seppälä (Total Air Quality Oy) ja Hannu Keinänen (Ilmastointipalvelu Piipputiimi Oy). Erityiskiitokset tutkija Vesa Asikaiselle rasva-analyysien ohjeistamisesta, suunnittelija Antti Vanteelle digitaalikuvi-analyysiohjelman käyttöoikeudesta ja analyysiohjelman käytön ohjauksesta. Kiitokset myös erikois-tutkija Milja Mäkiselle (TTL) merkkiaineartikkeleista ja merkkiaineesta.

Tutkimuksen rahoittaja oli Työsuojelurahasto (hanke 104344), jossa hankkeen valvojana toimi Riitta-Liisa Lappeteläinen.

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	9
2 KIRJALLISUUSKATSAUS	11
2.1 Kemikaalien vaarallisuus ja kemikaalilaki	11
2.2 Kemiallisten riskitekijöiden hallinta ja vähentäminen	12
2.3 Rasvanpoistokemikaaleilta suojautuminen, varastointi, säilytys ja hävitys	14
2.3.1 Rasvanpoistokemikaaleilta suojautuminen	14
2.3.2 Rasvanpoistokemikaalien varastointi ja säilytys	15
2.3.3 Rasvanpoistokemikaalien hävitys	16
2.4 Ihoaltistuksen määrittäminen	17
3 AINEISTO JA MENETELMÄT	18
3.1 Laboratoriokokeet	18
3.1.2 Esitestit hampurilaisravintolan- ja laitoskeittiön rasvoille	18
3.1.3 Harjasten pesutehokkuuden määrittäminen	19
3.1.4 Kaapimien pesutehokkuuden määrittäminen	23
3.1.5 Varppien pesutehokkuuden määrittäminen	25
3.1.6 Nailonlevyjen puhdistuvuuden määrittäminen ultraäänellä	25
3.1.7 Harjasten puhdistuvuuden määrittäminen ultraäänellä	25
3.1.8 Ihoaltistuksen määrittäminen	26
3.2 Kenttämittaukset	27
3.2.1 Harjakset	27
3.2.2 Kaapimet	28
3.2.3 Varpit	28
3.2.4 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)	29
3.4.5 Ihoaltistuksen määrittäminen	29
3.4.6 Liuotinaineiden varastointi, säilytys ja hävitys	30
4 TULOKSET	30
4.1 Laboratoriokokeiden esitestien tulokset	30
4.1.1 Hampurilaisravintolan rasvan uuttotehokkuuden ja näytteenottosaannon määrittäminen	30
4.1.2 Laitoskeittiön rasvan uuttotehokkuuden ja näytteenottosaannon määrittäminen	32
4.2 Harjasten puhdistuvuustulokset	33
4.2.1 Hampurilaisravintolan ja lounasravintolan rasva	33
4.3 Kaapimien puhdistuvuustulokset	37
4.4 Nailonlevyjen ja harjasten puhdistustulokset	38
4.5 Kenttämittausten tulokset	39
4.5.1 Harjasten puhdistuvuus	39
4.5.2 Kaapimien puhdistuvuus	41
4.5.3 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet	41
4.5.4 Kemikaalien säilytys, hävitys ja varastointi	42
4.5.5 Ihoaltistuminen käsistä	42
4.5.6 Kemikaaliroiskeiden määrittäminen suojavaatteista	43
5 TULOSTEN TARKASTELU	44
5.1 Harjasten puhdistuvuus hampurilaisravintolan rasvasta	44
5.2 Harjasten puhdistuvuus lounasravintolan rasvasta	47
5.3 Harjasten puhdistuvuus yön yli kemikaaliliuotuksen avulla	49

5.3.1 Hampurilaisravintolan rasvan puhdistuvuus harjaksista yön yli kemikaaliliuotuksella.....	50
5.3.2 Lounasravintolan rasvan puhdistuvuus harjaksista yön yli kemikaaliliuotuksella.....	51
5.4 Kaapimien puhdistuvuus hampurilaisravintolan rasvasta	52
5.5 Kaapimien puhdistuvuus lounasravintolan rasvasta	53
5.6 Nailonlevyjen puhdistuvuus ultraäänikäsittelyllä	53
5.7 Harjasten puhdistuvuus ultraäänikäsittelyllä	54
5.8 Kenttämittaukset	54
5.8.1 Harjasten puhdistuvuus	54
5.8.2 Kaapiminen puhdistuvuus.....	55
5.8.3 Ihoaltistuminen määrittäminen.....	56
5.8.4 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)	56
5.8.5 Kemikaalivaaroilta suojautuminen.....	57
5.8.6 Kemikaalien säilytys, varastointi ja hävitys.....	58
6 YHTEENVETO	59
7 LÄHTEET	62

1 JOHDANTO

Vuosina 2003-2004 selvitettiin ”Ilmanvaihtolaitosten epäpuhtaudet ja niille altistuminen puhdistustyössä” tutkimushankkeessa ilmanvaihtolaitosten puhdistajien työperäistä altistumista mineraalikuuduille, hiukkasille, mikrobeille ja haihtuville orgaanisille yhdisteille yhdeksässä erilaisessa puhdistuskohteessa kenttämittausten avulla. Lisäksi selvitettiin puhdistustyön työturvallisuutta ja suojautumiskäytäntöjä puhdistajille ja heidän työnjohtajilleen kohdistetun kyselyn avulla.

Työsuojelurahaston rahoittama tutkimus (hanke 102 372) osoitti, että ilmanvaihtojärjestelmien puhdistustoimenpiteet vaihtelevat puhdistuskohteen iv-järjestelmän, laitekannan ja esiintyvän lian mukaan. Taulukossa 1 on kuvattu järjestelmän eri komponenttien puhdistukseen käytettäviä menetelmiä (Kolari ym. 2004).

Taulukko 1. Ilmanvaihtojärjestelmän eri komponenttien puhdistukseen käytettävät menetelmät.

<i>Komponentti</i>	<i>Puhdistusmenetelmä</i>
Säleiköt, säätöpellit	Imurointi, paineilma, harjaus, tarvittaessa vesi ja pesuaine, rasvanpoistoaine
Tuloilmakoneen sisäpuoliset peltipinnat	Imurointi, tarvittaessa vesi ja desinfioiva pesuaine
Lämmöntalteenottolaitteet	Imurointi, paineilma, tarvittaessa vesi ja liuotinaine (esimerkiksi kylmärasvanpoistoaine)
Lämmityspatterit	Imurointi, paineilma, höyry, lämmin vesi
Puhaltimet	Harjaus, imurointi, vesi, alkaalinen pesuaine tai liuotinpesuaine
Kanavisto	Harjaus, alipaineistus, paineilmapuhallus, rasvakana- vissa kaavinta, liuotinainepesu
Säätö- ja palopellit ym.	Paineilma, tarvittaessa harjaus
Tulo- ja poistoilmaelimet	Imurointi, harjaus, paineilmapuhallus, vesipesu

Taulukosta nähdään, että useiden komponenttien puhdistuksessa on tarpeen käyttää mekaanisten menetelmien lisäksi myös vettä ja joko alkalista, liuotinpohjaista tai desinfioivaa pesuainetta. Puhdistajille ja heidän työnjohtajilleen kohdistettu kyselykin osoitti, että puolet puhdistajista käsitteli liuotin- ja puhdistusaineita työssään päivittäin. 80 % puhdistajista käytti niitä rasvasuodattimien puhdistukseen ja 72 % pääte-elimien puhdistamiseen. Puolet puhdistajista raportoi tietävänsä jonkin verran liuotin-, pesu- ja desinfiointiaineiden terveyshaitoista. Suurin osa (66 %) puhdistajista kertoi saavansa tietoa terveyshaitoista astian kyljestä ja noin 40 % sai tietoa työnantajalta ja muilta työtöve-

reilta. Vastauksista kävi kuitenkin ilmi, että liuottimien kanssa työskentely koettiin vaikeaksi tekijäksi puhdistustyössä.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa ohjeistusta ilmanvaihtolaitosten puhdistuksessa käytettävien työvälineiden puhdistamiseen sekä liuotin-, pesu- ja desinfiointiaineiden turvalliseen käyttöön. Lisäksi tavoitteena oli selvittää eri työvälineiden pesuun ja puhdistukseen tehokkaat ja käyttökelpoiset puhdistusmenetelmät, joita soveltamalla puhdistajien altistuminen pesu- ja puhdistusaineille vähenee. Tutkimus tuotti lähdemateriaalia työturvallisuusoppaaseen.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1 Kemikaalien vaarallisuus ja kemikaalilaki

Erilaisia kemiallisia yhdisteitä tunnetaan noin kuusi miljoonaa. Teollisessa käytössä näistä on työpaikoilla noin 100 000 erilaista kemiallista tuotetta. Useat kemikaalit ovat hyödyllisiä ja välttämättömiä teollisuudelle. Koska kemikaaleja käytetään varsin laajasti, näille on arvioitu altistuvan miljoona työntekijää (Nikunen 1989). Yksittäisellä työpaikalla voi olla käytettävänä kymmenestä sataan erilaista kemikaalia, joiden käsittelyn yhteydessä työpaikan ilmaan voi vapautua lukuisia haitallisia yhdisteitä (Rantanen 2003). Kemikaalien ominaisuudet ovat hyvin erilaisia. Kemikaalivaaran aiheutuminen ja vaaran luonne vaihtelevat käytettyjen kemikaalien ominaisuuksien, käyttömäärien ja käyttötavan mukaan. Kemikaalit voivat aiheuttaa vaaraa mm. terveydelle ja ympäristölle. Lisäksi joidenkin kemikaalien käyttöön voi liittyä palo- ja räjähdysvaara. Kemikaalien huolimattomasta ja välinpitämättömästä käytöstä aiheutuu ammattitauteja, ihotauteja ja työperäisiä sairauksia. Kemikaalien käyttö työpaikoilla voi aiheuttaa myös erilaisia onnettomuuksia pienestä tapaturmasta suuronnettomuuksiin (Pääkkönen 2003).

Kemikaalien käytöstä syntyy kemikaalijätettä. Jos jätteitä ei hävitetä oikein, jäte voi joutua ympäristöön ja kuormittaa sitä tarpeettomasti aiheuttaen esimerkiksi maa-alueiden saastumista. Huolimattomasta kemikaalien käytöstä aiheutuneen maa-alueen saastuttaja voidaan velvoittaa puhdistamaan maa-alue, niin ettei siitä enää aiheudu vaaraa terveydelle tai ympäristölle (Kemikaalineuvottelukunta 1994). Useat kemikaalit kertyvät eliöihin ja ovat tämän takia myrkyllisiä niille (Pääkkönen 2003). Jos kemikaalit kertyvät eliöihin, kemikaalien pysyvyys ympäristössä voi olla hyvinkin pitkä kylmän ilmastomme takia (Nikunen 1989).

Kemikaalilaissa on annettu määräyksiä työpaikoilla käytettävistä kemikaaleista. Kemikaalilaki on asetettu siksi, että kemikaalien aiheuttamat terveys- ja ympäristöhaitat voitaisiin ehkäistä ja torjua. Kemikaalilaki velvoittaa kemikaalin valmistajia (toiminnan harjoittajia) luokittelemaan terveydelle ja ympäristölle vaaralliset kemikaalit. Lain mukaan kemikaalipakkaukset on varustettava vaaraa ja suojautumista osoittavilla merkinnoillä. Pakkausmerkintöjen tarkoitus on antaa kemikaalin käyttäjille tietoa kemikaalin

vaaraominaisuuksista (Kemikaalilaki 1989). Kemikaalien valmistajien on toimitettava käyttöturvallisuustiedotteet kemikaalien käyttäjälle kemikaalia ensimmäistä kertaa luovutettaessa (Valtioneuvoston asetus kemikaaliasetuksen muuttamisesta 2001/§18). Käyttöturvallisuustiedotteissa on kerrottu mm. tiedot kemikaalin valmistajasta, koostuksesta ja ominaisuuksista, vaaraa aiheuttavista aineosista, kemikaalivaaroista ja tarvittavista turvatoimista. Kuvassa 1 on esitetty kemikaaleista mahdollisesti aiheutuvien vaarojen torjumiseen ja hallintaan kehitetyt varoitusmerkit, niiden kirjaintunnukset ja varoitusmerkkien nimet (STM vaaralliset kemikaalit 2003). Työpaikoilla ei saa käyttää kemikaaleja, joiden käyttöturvallisuustiedotteet puuttuvat



Kuva 1. Varoitusmerkit, niiden kirjaintunnukset ja varoitusmerkkien nimet

2.2 Kemiallisten riskitekijöiden hallinta ja vähentäminen

Vastuu kemikaalien käytön turvallisuudesta ja suojainten käytöstä kuuluu ensisijaisesti työnantajalle (Kemikaalineuvottelukunta 1994). Jotta kemikaalien käytön turvallisuutta voitaisiin työpaikalla parantaa, on kemikaaliturvallisuuden tarkkailu oltava jatkuvaa. Yrityksessä pitää olla kemikaalitietojärjestelmä, jolla ylläpidetään yrityksessä käytettävien kemikaalien tiedot. Kemikaalitietojärjestelmään voidaan sisällyttää myös osio työolojen itsenäistä tarkkailua varten (Pääkkönen 2003).

Tärkein keino kemikaaliriskien vähentämisessä on kemikaalien käyttäjien, työntekijöiden ja kuluttajien valistaminen. Kemikaalien käyttäjien asenteisiin voidaan vaikuttaa siten, että tarjotaan työntekijöille tietoa kemikaaliriskeistä ja käyttötavasta selkeässä ja helppotajuisessa muodossa (Kemikaalineuvottelukunta 1994).

Jotta työympäristön kemiallisia haittoja voidaan torjua tehokkaasti, on tiedetään mitä kemikaaleja työpaikalla käytetään. Kemikaalin mahdolliset haittavaikutukset ihmiseen ja ympäristöön ja kemikaalin aiheuttama altistuminen on tunnettava riittävän hyvin. Haitallisten kemikaalien käyttöä ja kulutusta voidaan vähentää esimerkiksi vaarallisten aineiden tai prosessien korvaamisella turvallisemmalla vaihtoehdolla (Kemikaalineuvottelukunta 1994). On kuitenkin huomattava, että korvaavien aineiden käyttöön saattaa liittyä uusia vaaroja. Esimerkiksi pulverimateriaalit eivät sisällä liuottimia, mutta kuivuttuaan niistä voi muodostua työntekijää herkistäviä yhdisteitä (Pääkkönen 2003).

Tärkeimmät tekniset epäpuhtauksien torjuntamenetelmät yksittäisillä työpaikoilla ovat päästölähteen eristäminen työntekijästä ja ilmanvaihdon tehostaminen. Käsityövaiheiden (esimerkiksi käyttöliuoksen valmistus) päästöjen torjuntaan voidaan vaikuttaa siten, että tarvittavat liuokset valmistetaan erillisessä kohdepoistolla varustetussa tilassa vai yleisilmanvaihdon piirissä olevassa tilassa. Yleisilmanvaihdon merkitys on siinä, että sillä laimennetaan ja poistetaan "jäännösepäpuhtaudet" ja estetään epäpuhtauksien tarpeeton leviäminen muihin tiloihin (Pääkkönen 2003).

Työntekijä voi vähentää henkilökohtaista altistumistaan kemikaalivaaroille käyttämällä henkilökohtaisia suojaimia. Kemiallisten vaarojen torjunnassa tarvittavia suojaimia ovat suojakäsineet, suojalasit, kasvojen suojaimet, suojavaatteet, suojajalkineet ja hengityksen suojaimet. Työnjohdon ja työntekijöiden on perehdyttävä työssä tarvittavien suojainten valintaan, käyttöön, puhdistukseen ja huoltoon. Tällä varmistetaan se, että työpaikalla on käytössä riittävästi suojaimia ja niitä käytetään oikein (Pääkkönen 2003).

Jos henkilökohtaisia suojaimia ei käytetä, kemikaalia voi joutua iholle. Ihoaltistuminen aiheutuu usein kiinteän tai nestemäisen aineen joutuessa iholle. Jos kemikaali on saastuttanut esimerkiksi lavuaarin reunapinnan, pintojen koskettaminen voi johtaa ihoaltistumiseen. Myös kaasumaiset aineet voivat imeytyä ihon läpi. Ihon kautta imeytyminen voi olla merkittävin altistumistapa esimerkiksi liuotinaineille (Riikonen 2003).

Ihoaltistusta voidaan vähentää siten, että tunnetaan ja tiedostaa kemikaalit, jotka voivat aiheuttaa ihoaltistusta. Kemikaalien käsittelyssä on käytettävä sellaisia menetelmiä ja välineitä, että kemikaalia ei joudu iholle. Suojakäsineiden käyttö on tavallinen tapa käsi- en alueiden kemikaalialtistumisen vähentämisessä. Käytettävän suojakäsineiden materiaalin

tulee olla käsiteltävää ainetta kestävä, ehjä ja puhdas. Rikkinäinen, sisäpuolelta likainen tai liian lyhyt käsine voi lisätä ihoaltistusta kemikaalin joutuessa suojakäsineen sisään (Pääkkönen 2003).

2.3 Rasvanpoistokemikaaleilta suojautuminen, varastointi, säilytys ja hävitys

Tähän kappaleeseen on koottu tutkimuksessa mukana olleiden puhdistuskemikaalien käyttöturvallisuustiedotteista saatuja säilytys ja tuvallisuuohjeita.

2.3.1 Rasvanpoistokemikaaleilta suojautuminen

Sartek 2 on vahvasti emäksinen ja syövyttää laimentamattomana ihoa. Tuotteen käytössä on käytettävä henkilökohtaisia suojaimia, kuten suojalaseja ja suojakäsineitä. Myös suojaesiliinan käyttö on suositeltavaa kemikaalia käsiteltäessä. Aineen käsittelyn jälkeen kädet on pestävä huolellisesti. Syöminen ja juominen ovat kiellettyjä ainetta käsiteltäessä (Sartek 2 käyttöturvallisuustiedote 2003).

Heti Tehopesu on vahvasti emäksinen kemikaali, joka ärsyttää silmiä. Tuotteen käytössä on käytettävä tarvittaessa henkilökohtaisia suojaimia, kuten suojalaseja ja suojakäsineitä. Kemikaalia käsiteltäessä työntekijän iho on suojattava sopivaa suojaavaa vaateusta käyttäen. Hengityksen suojainta (A suodattimella varustettu suojain) tarvitaan silloin, kun kemikaalin käytössä muodostuu aerosolia tai sumua. Kun ainetta on käsitelty, kädet on pestävä ennen taukoja ja työpäivän jälkeen (Hetit Tehopesu käyttöturvallisuustiedote 2002).

Teollisuuspesu 1 on vahvasti emäksinen ja ärsyttävä liuos. Aineen ihokosketusta on vältettävä samoin kuin aineen pääsyä silmiin. Tuotteen käytössä on käytettävä tarvittaessa henkilökohtaisia suojaimia, kuten suojalaseja tai kasvonsuojusta (roiskevaaran torjunta), hengityksen suojainta (suodatinluokka P2), suojakäsineitä (PVC) ja kemikaalisuojahaalaria (roiskevaaran torjunta) (Teollisuuspesu 1 käyttöturvallisuustiedote 2001). Fain BioPower 100 on luonnon estereistä valmistettu mikroemulsio. Tuotetta ei ole luokiteltu vaaralliseksi ja kemikaalin yhdisteille ei ole asetettu haitalliseksi tunnettujen pi-

toisuuksien (HTP) arvoja. Tuote kuivattaa kuitenkin ihoa rasvaa poistavan ominaisuutensa ansiosta. Suojakäsineeksi soveltuvat vettä läpäisemättömät suojakäsineet. Suojalaseja tulee käyttää, jos epäillään aineen roiskumista silmiin. Ihon suojaamiseen riittää normaali työvaatetus (Fain BioPower 100 käyttöturvallisuustiedote 2003).

Pandion on kellertävä neste, joka sisältää entsyymejä. Tuotteen yhdisteille ei ole asetettu HTP-arvoja eikä muita raja-arvoja. Henkilökohtaiseen suojautumiseen aineen käsittelyn osalta ei ole annettu suojautumisohjeita. Roiskeet on kuitenkin huuhdeltava pois iholta vedellä. Kemikaalin tiivisteiden pitkäaikainen sisään hengittäminen voi aiheuttaa herkistymistä ja allergisia reaktioita herkällä henkilöllä (Pandion käyttöturvallisuustiedote 1999).

2.3.2 Rasvanpoistokemikaalien varastointi ja säilytys

Kemikaalilaki (744/1989) edellyttää, että kemikaalin käsittelyssä ja varastoinnissa on käytettävä sellaista huolellisuutta ja varovaisuutta, jota voidaan kohtuudella edellyttää ottaen huomioon kemikaalin määrän, vaarallisuuden ja käsittelyolosuhteet. Lisäksi Asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista (59/1999) määrittelee mm., että valmistus- ja käsittelylaitteistot, varastosäiliöt, putkistot ja niihin liittyvät laitteistot tulee mitoittaa, rakentaa ja sijoittaa siten sekä varustaa sellaisin suojaus- ja ohjausjärjestelmin sekä valvonta- ja varolaittein, että: laitteistojen käytöstä ei aiheudu välittömiä vahinkoja. Laiteaurion, käyttöhäiriön tai toimintavirheen sattuessa ulos pääsevän kemikaalin määrä jää mahdollisimman vähäiseksi ja se voidaan johtaa sellaiseen paikkaan tai käsitellä siten, että siitä aiheutuu mahdollisimman vähän vahinkoa. On myös varmistuttava siitä, että kemikaalit eivät sekoitu toisiinsa tavalla, josta voi aiheutua vaaraa kemikaalia tai sitä sisältävää tuotetta myöhemmin varastoitaessa tai käsiteltäessä. Lisäksi tulee huolehtia siitä, ettei kemikaalia joudu asiattomien haltuun.

Sartek 2-kemikaalia on säilytettävä lämpimässä varastointipaikassa, kemikaaliastiat tiiviisti suljettuina. Lisäksi kemikaali on säilytettävä erillään elintarvikkeista (Sartek 2 käyttöturvallisuustiedote 2003).

Heti Teho-kemikaalia on säilytettävä lämpimässä varastointipaikassa, kemikaaliastiat tiiviisti suljettuina. Tuote pilaantuu jäätyessään (Hetit Tehopesu käyttöturvallisuustiedote 2002).

Teollisuuspesu 1 on säilytettävä tiiviisti suljetussa alkuperäisastiassa. Tuotteen varastointilämpötila on 0-45 °C. Kemikaali säilyy avaamattomassa astiassa 3 vuotta (Teollisuuspesu 1 käyttöturvallisuustiedote 2001).

Fain BioPower 100-kemikaali on varastoitava lämpimässä yli viiden celsiusasteen lämpötilassa (Fain BioPower 100 käyttöturvallisuustiedote 2003).

Pandion-kemikaalia on säilytettävä viileässä ja kuivassa paikassa (Pandion käyttöturvallisuustiedote 1999).

2.3.3 Rasvanpoistokemikaalien hävitys

Pienet määrät Sartek 2-kemikaalia voidaan hävittää ensin neutraloimalla ja laimentamalla kemikaali ja sitten kaatamalla kemikaali viemäriin. Suurempien määrien hävitys paikallisten määräysten mukaan (kemikaalijäte kerätään talteen ja toimitetaan ongelmajätteisiin). (Sartek 2 käyttöturvallisuustiedote 2003).

Heti Tehopesu kemikaalin käyttöliuokset voidaan hävittää kaatamalla käyttöliuokset viemäriin. Suurempien määrien kohdalla on kysyttävä ohjeita paikalliselta viranomaiselta (kemikaalijäte kerätään talteen ja toimitetaan ongelmajätteisiin). (Hetit Tehopesu käyttöturvallisuustiedote 2002).

Teollisuuspesu 1-kemikaalin pienet määrät voidaan huuhdella esimerkiksi pinnoilta pois vedellä. Muutoin pienet ja suuret määrät kemikaalia imeytetään hiekkaan, maainekseen tai vastaavaan. Kemikaalin imeytysmateriaali kerätään talteen ja lähetetään hävitettäväksi (ongelmajäte) (Teollisuuspesu 1 käyttöturvallisuustiedote 2001).

Fain BioPower 100 ja Pandion kemikaalit on hävitettävä paikallisten viranomaismääräysten mukaisesti. Pienet määrät biologisesti hajoavaa ainetta voidaan hävittää viemäri-

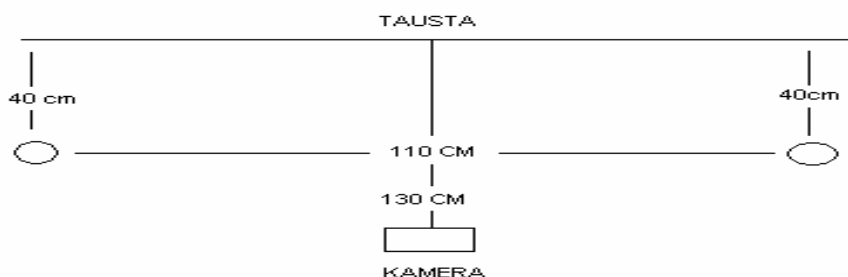
verkon kautta. Suuret määrät kemikaalijätettä varastoidaan ja toimitetaan ongelmajätteeneksi. (Pandion käyttöturvallisuustiedote 1999, Fain BioPower 100 käyttöturvallisuustiedote 2003).

2.4 Ihoaltistuksen määrittäminen

Ihoaltistuminen tapahtuu yleensä immersion, aerosolin tai pintakosketuksen vaikutuksesta. Immersiolla tarkoitetaan ihon kosketusta nesteen tai kiinteän aineen kanssa ja tästä syntyneitä altistumista. Iho voi altistua kemiallisen aineen aerosolin tai kaasun laskeutuessa iholle. Iho voi lisäksi altistua pintakosketuksena, eli silloin kun kosketaan kemikaalilla kontaminoitunutta pintaa (Vanne 2001).

Työntekijän ihoaltistuminen voidaan määrittää seuraavalla tavalla. Ihoa altistavaan kemikaaliin sekoitetaan fluoresoivaa merkkiainetta. Altistumisen aikana työntekijä käyttää sopivaa suojavaatetta. Altistumisen jälkeen suojavaatteet kuvataan ultraviolettivalossa ja saaduista kuvista kemikaalialtistuminen todetaan tietokoneohjelmalla (Vanne 2001).

Ihoaltistuksen määrittämiseen tarvittava laitteisto (kuva 2) koostuu digitaalikamerasta, kahdesta ultraviolettivalaisimesta sekä tietokoneella ajettavasta analyysiohjelmasta. Laitteistolla saadaan nopeasti analysoitua kohteen ihoaltistusta aiheuttavan kemikaalin määrä, peittopinta-ala sekä peittoprosentti (Vanne 2001).



Kuva 2. Ihoaltistuksen määrittämiseen tarvittava laitteisto. Tausta on mustaa heijastamatonta 100 % puuvillaista kangasta. Ihoaltistuskokeissa työntekijän työvaatteet (100 % puuvilla-asu, maalarin valkoinen) tutkitaan mustaa taustaa vasten. Digitaalikamera on sijoitettu 130 cm päähän taustakankaasta. Kaksi ultraviolettilamppua (Philips TLD 18W/08) on sijoitettu 40 cm päähän taustasta.

3 AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1 Laboratoriokokeet

Laboratoriokokeet aloitettiin ruuanvalmistuksessa syntyvän rasvan keräämisellä erilaisien kohteiden ilmanvaihtokanavistosta. Laboratoriokokeisiin valittiin kaksi rasvaa. Ensimmäinen rasva oli kerätty hampurilaisravintolan keittiön rasvahuuvan poistokanavasta ja toinen rasva laitoskeittiön keittiön rasvahuuvan poistokanavasta. Rasvanäytteet kerättiin molemmista kohteista puhtaisiin lasisiin lasikannella suljettaviin purkkeihin.

Rasvojen esitestit- ja puhdistuvuustestit tehtiin Öljynäytteiden analysointi infrapunaspektrofotometrisellä (IR) menetelmällä (Asikainen & Pasanen 2002a) ja Pintojen voiteluainejäämien näytteenotto suodatinimeytyksellä menetelmäohjeiden (Asikainen & Pasanen 2002b) mukaan. Menetelmä valittiin, koska IR- tekniikasta on saatu aikaisemmissä tutkimuksissa hyviä tuloksia erityisesti puhdistusaineiden rasvanpoistokyvyn määrittämisessä (Suontamo ym. 2003).

3.1.2 Esitestit hampurilaisravintolan- ja laitoskeittiön rasvoille

Tutkittaville rasvoilla määritettiin rasvanäytteiden analysoinnissa käytettävä analyysi-alue siten, että tutkittavien rasvojen rasvan spektrin piikit 2960 ja 2925 1/cm sisältyivät mahdollisimman täydellisesti analysointialueelle. Tämä ehto täyttyi kun analyysialueeksi valittiin analyysialue 2900-2890 1/cm.

Analysointialueen määrittelyn jälkeen rasvanäytteille ja liuotinaineelle määritettiin uutototehokkuus. Hampurilaisravintolan rasvasta tehtiin seitsemän näytteen liuosstandardisarja pitoisuusvälille 0-771,4 µg/ml. Näytteet analysoitiin infrapunaspektrofotometrillä (Shimadzu FTIR-8300 Fourier Transform Infrared Spectrophotometer). Liuosstandardien vasteita verrattiin saman vahvuisiin näytteisiin, joita tehtiin kaksi rinnakkaista näytettä kustakin pitoisuudesta ja joissa oli mukana näytteenotossa käytettävä näytteenotin. Uutototehokkuus laskettiin jokaiselle pitoisuudelle yhtälöllä 1.

$$T_{uutto} = \frac{\sum C_{uutto}}{C_{stand} * N} * 100\% \quad (1)$$

missä

C_{uutto} = näytteenotimesta uutettu rasvapitoisuus
 N = näytteiden lukumäärä
 C_{stand} = pitoisuus vertailuliouksessa

Seuraavaksi rasvanäytteille määritettiin näytteenoton saantotehokkuudet. Viisi 5*5cm kokoista sinkitystä kromatoidusta pellistä valmistettuja levyjä puhdistettiin näytteenotossa käytettävällä liuottimella tetrakloorietyleenillä (TCE). Jokainen levy asetettiin omalle puhtaalle lasiselle maljalle. Jokaisen levyn päälle lisättiin pieni tippa tutkittavaa rasvanäytettä ja rasvanäyte levitettiin linssipaperilla tasaiseksi kerrokseksi peltilevyn pinnalle. Peltilevyille jäänyt rasvanäyte uutettiin lisäämällä sen päälle viisi millilitraa käytettävää liuotinainetta ja otetaan pesuliuos talteen koeputkeen. Pelti nostettiin pois maljalta ja malja pestiin vielä kahdella millilitralla liuotinta. Myös toinen pesuliuos otettiin talteen samaan koeputkeen. Pesuliuosta ei konsentroidu vaan se analysoitiin sellaisenaan kuten varsinainen näyte.

Analyysituloksista laskettiin näytteenottotehokkuus yhtälöllä 2.

$$T_{näytteenotto} = \frac{\sum C_{näytei}}{\sum C_{pesui} + \sum C_{näytei}} * 100\% \quad (2)$$

missä

$C_{näytei}$ = näytteen i rasvapitoisuus
 C_{pesui} = pesuliuoksen i rasvapitoisuus

Rasvanäytteiden määrittämisrajana käytettiin arvoa, joka on kuusi kertaa nollanäytteiden keskihajonta ($\mu\text{g/ml}$).

3.1.3 Harjasten pesutehokkuuden määrittäminen

Puhdistuvuuden arviointitapoina käytettiin infrapunatekniikkaan perustuvaa analyysimenetelmää. Harjasten puhdistuvuutta hampurilaisravintolan- ja laitospölyn rasvoista

tutkittiin kolmesta erilaisesta ilmanvaihtokanavien puhdistukseen käytettävästä harjan harjaksesta. Harjasten materiaalitiedot on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Harjasten materiaalitiedot

Harja	Harjaksen materiaali	käyttötarkoitus
Tynex- yhdistelmäharja	Silikonikarbidilla käsitelty nailon 612 kuitu	mm. kiteytyneen rasvan poistaminen galvanoidusta IV-kanavasta
Nailon-yhdistelmäharja	Nailon 1,0/PP 0,80	Suorakaide- ja pyöreiden IV-kanavien puhdistukseen
Nailon-rasvaharja	Nailon 1,5	Rasvan poistaminen pyöreistä IV-kanavista

Harjaksen puhdistuvuuden tutkimisessa puhdistuskemikaaleina käytettiin kolmea (Heti Tehopesu, Teollisuuspesu ja Sartek 2) ilmanvaihtolaitosten puhdistajilla käytössä olevaa tuotteita ja uusia entsyymipohjaista tuotetta (Pandion) ja Fain Biopower mikroemulsiota. Puhdistuskemikaalien ominaisuudet on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Puhdistuskemikaalien ominaisuudet

Puhdistusaine	Käyttökohde	Tehoaine (vaikuttava aine)	Annostelu	HTP-arvot (8h) /muut raja-arvot
Heti Tehopesu	Likaisten pintojen peruspesu ja metalloitujen vahojen poisto. Tehokas rasvan, öljyn ja pinttyneen lian poistaja. Soveltuu käsi- ja konemenetelmiin, painepesu- tai yhdistelmäkoneisiin.	IT 5-15%, AT < 5% NMS 5-10% 2-Aminoetanolia < 5% 3natriumnitriiloasetatti 1-5 %	Kosteapyyhintä 10-50 ml /5 l, Yhdistelmäkoneet 10 -50 ml /5 l ja Vahanpoisto 20 -500 ml /5 l	2-Aminoetanoli 7,6 mg/m ³ Natriummetasilikaatti 10 mg/m ³
Teollisuuspesu 1	Soveltuu pesua sietävien rakennusten pintojen puhdistukseen. Poistaa mm. nokea rasvaa, niko-tiinia ja proteiinia.	Veteen liuotettua butyyliglykolia, trietanolamiinia, saippuaa, IT ja AT, NMS, natriumpolyfosfaattia	Runsas lika 1:10-20, normaali likaisuus 1:50	Butyyliglykoli 100 mg/m ³ . Trietanolamiini TLV 5 mg/m ³ (www lähde 2), 3,1 mg/m ³ (KTT)
Sartek 2	Tehokas ja liuotevapaa raskaan lian poistaja vettä ja emästä sietäville pinnoille. Soveltuu käsimenetelmiin, yhdistelmäkoneisiin ja painepesureihin	Natriumhydroksidi 2-5%, NTA-Na3 1-5%, Isotridecanol etoksy-laatti, 6-1-5 %,2-(2-Butoksietoksi)etanoli 5-15%	1: 25-100 (0,5-2 dl/5 l)	Natriumhydroksidi 2 mg/m ³ 2-(2-Butoksietoksi)etanoli MAK-arvo 100 mg/m ³ .
Pandion	Kosteiden tilojen puhdistus- ja desinfiointiaine.	Entsyymit	Tiiviste/käyttöliuokset	-
Fain Biopower mikroemulsio	Vaikean lian poisto esim . kuljetuskalusto, lattioiden /seinien/pintojen pesu.	AT 5-15%, IT < 5%, kompleksin muodostajia, synteettisiä rasvahappoestereitä ja emulgaattoreita	Normaali lika 1:5 - 1:30 Pinttynyt lika 1:0 - 1:5	-

IT =Ionittomia tensidejä, AT =Anionisia tensidejä ja NMS = Natriummetasilikaatti. MAK-arvo =Työpaikan maksimiraja-arvo. TLV= Threshold Limit Value. KTT = käyttöturvallisuustiedote.

Taulukossa 4. on esitetty puhdistuvuustesteissä käytettyjen kemikaalien käyttöliuosten vahvuudet, lämpötilat ja pH-arvot.

Taulukko 4. Puhdistuvuustesteissä käytettyjen kemikaalien liuosvahvuus, lämpötila ja pH.

Kemikaali	Liuosvahvuus (%)	Kemikaalin lämpötila °C	pH
Teollisuuspesu 1	2	22,1	11,5
Teollisuuspesu 1	5	22,1	11,9
Teollisuuspesu 1	10	22,1	12,1
Sartek 2	5	22,0	12,4
Sartek 2	10	22,0	12,7
Sartek 2	20	22,0	12,9
Pandion	1	22,1	7,6
Heti Tehopesu	0.5	21,9	11,5
Heti Tehopesu	5	21,9	12,3
Heti Tehopesu	10	21,9	12,6
Fain Biopower	20	21,9	8,2
Fain Biopower	60	21,9	8,3
Fain Biopower	100	21,9	8,3
Tislattu vesi	100	22,0	7,5

3.1.3.1 Harjasten puhdistus ja rasvaaminen

Harjasten liukeneminen rasva-analyysissä käytettävään liuottimeen (TCE) tutkittiin ennen harjasten puhdistuvuustestien aloittamista. Todettiin, että harjaksista ei liukene analyysialueella varsinaista rasva-analyysiä häiritseviä yhdisteitä (pitoisuudet alle määrittämissä rajan 27,8 mg/m²).

Lisäksi testattiin puhdistuskemikaalien aiheuttamat vasteet analyysialueella siten, että jokaisesta käytetystä puhdistuskemikaalista vahvimpien käyttöliuosten vasteet määritettiin. Puhdistuskemikaalien (Sartek 2, 20 % käyttöliuos, Heti Tehopesu, 10 % käyttöliuos ja Pandion 1 % käyttöliuos) vasteet olivat alle määrittämissä rajan (0,36 mg/m²), mutta Teollisuuspesu 10 % käyttöliuoksen (0,44 mg/m²) ja Fain Biopower 100 multiemulsion 100 % käyttöliuoksen (3,53 mg/m²) vasteet olivat määrittämissä rajan yläpuolella. Koska Fain Biopower 100 multiemulsion analyysiä häiritsevät piikit olivat niin suuria, kemikaali jätettiin pois puhdistuvuustesteistä. Teollisuuspesu otettiin mukaan jatkotutkimuksiin.

Edellä mainittujen esitestien jälkeen harjaksiin tehtiin 4 cm kohdalle merkki puukolla. Merkin tarkoitus on ilmoittaa mihin harjaksen rasvattava alue päättyy. Tämän jälkeen

harjakset puhdistettiin rasva-analyysissä käytettävällä liuottimella (TCE). Ennen rasvausta TCE haihdutettiin harjaksista.

Puhdistetut harjakset (kaksi rinnakkaista näytettä) ja käytettävät koeputket punnittiin ennen rasvausta (7 ml kimax-putki). Harjakset rasvattiin siten, että näyterasvat kuumentettiin koeputkessa ja harjakset kastettiin rasvaan yksitellen merkkiin asti. Harjaksista pyyhittiin ensin rasva pois käsipyyhepaperilla, harjakset laitettiin jo aikaisemmin punnittuihin koeputkiin, ja punnittiin uudelleen. Punnituksissa käytettiin mukana viittä laboratorionollanäytettä, joiden keskiarvon avulla korjattiin rasvanäytteiden punnitustulokset. Rasvan määrä (mg) näytteessä saadaan laskettua yhtälöllä 3.

$$m_{TOTrasva} = \left((m_{rasvattu harjas+koeputki} - m_{rasvaamaton harjas+koeputki}) * 1000 \right) - x_{5*LO} \quad (3)$$

missä

$m_{TOTrasva}$ = rasvan määrä (mg)

$m_{rasvattu harjas + koeputki}$ = rasvatun harjaksen ja koeputken massa (g)

$m_{rasvaamaton harjas+koeputki}$ = rasvaamattoman harjaksen ja koeputken massa (g)

x_{5*LO} = viiden laboratorionollan keskiarvo (g)

Rasvauksen jälkeen harjakset pestiin ensin 10 ml puhdistuskemikaalilla ravistelijassa (Ika-vibrax-VXR, Janka&Kynkel, Oriola, Helsinki) 5 minuutin ajan. Ensimmäisen kemikaalipesun jälkeen puhdistuskemikaali vaihdettiin tislattuun veteen (10 ml) ja pestiin ravistelijassa vielä 5 min. Koesarjassa oli mukana lisäksi näyte, joka pestiin kaksi kertaa ravistelijassa pelkällä vedellä ja näyte jota ei pesty. Pesujen jälkeen koeputkista valutettiin ylimääräinen pesuliuos pois ja näytteet laitettiin lämpökaappiin (Termaks, VVR, Helsinki) kahdeksi tunniksi (+ 55 °C) haihtumaan.

Haihdutuksen jälkeen rasva uutettiin näytteistä 7 millilitralla TCE:ä ja inkuboitii ultraäänihauteessa (Elma-Transsonic T470 H, Laborex Oy, Helsinki) yhden tunnin ajan. Näytteet ja nollanäytteet analysoitiin FTIR-8300-laitteella ja näytteiden öljypitoisuudet laskettiin seuraavasti.

Harjasten öljypitoisuus on laskettu yhtälöllä 4.

$$M = \frac{C}{A} * V * T_{näytteenotto} * 10000 \quad (4)$$

missä

C = näytteessä oleva öljypitoisuus (mg/ml)
V = näytteen tilavuus (7 ml)
A = näytteenottopinta-ala (25 cm²)
T_{näytteenotto} = näytteenotto näytteenottomenetelmän tehokkuus kyseiselle öljylle (%)

Rasvan massa harjaksen rasvatulla pinnalla on laskettu yhtälöllä 5.

$$m / a_{harjas} = \left(\frac{m_{TOTrasva}}{1000} \right) / A_{RH} \quad (5)$$

missä

m/a_{harjas} = rasvan massa harjaksen pinta-alaa kohden (g/m²)
m_{TOTrasva} = harjaksen punnituksesta saatu rasvan määrä (mg)
A_{RH} = harjaksen rasvattu pinta-ala

Harjasten puhdistuvuus on laskettu yhtälöllä 6.

$$P_{harjas} = \left(\frac{(m / a_{harjas} - M)}{m / a_{harjas}} \right) * 100 \quad (6)$$

missä

P_{harjas} = harjaksen puhdistuvuus (%)
m/a_{harjas} = rasvan massa harjaksen pinta-alaa kohden (g/m²)
M = harjaksen öljypitoisuus (g/m²)

3.1.4 Kaapimien pesutehokkuuden määrittäminen

Ennen harjasten puhdistamista rasva-analyysissä käytettävään liuottimeen (TCE) tutkitiin puhdistuvuustestattavien harjasten liukeneminen tähän liuottimeen. Todettiin, että

harjaksista ei liukene analyysialueella varsinaista rasva-analyysiä häiritseviä yhdisteitä (pitoisuudet alle määritysrajan 27,8 mg/m²).

Kaapimien puhdistuvuutta tutkittiin samoilla rasvoilla ja samoilla puhdistuskemikaaleilla kuin harjasten puhdistuvuuttakin. Kaapimien puhdistuvuuden tarkastelussa käytettiin kaavinmateriaalin tilalla 5 cm x 5 cm peltilevyjä. Peltilevyille tehtiin samanlaiset liuotuskokeet, kuin harjaksille ja todettiin, että peltilevyistä ei liukene analyysialueella esiintyviä rasva-analyysiä häiritseviä yhdisteitä (pitoisuudet alle määritysrajan 37,1 mg/m²). Peltilevyt punnittiin ja puhdistettiin ennen rasvausta TCE:llä ja liuotin haihdutettiin pelleiltä vetokaapissa yön aikana. Puhtaiden peltien toinen pinta rasvattiin seuraavana päivänä. Rasvauksen jälkeen pellillä ollut rasva levitettiin tasaiseksi kerrokseksi pellin pintaan. Tämän jälkeen pellit punnittiin.

Rasvatut peltien pinnat pestiin kemikaaleilla halkaisijaltaan 9 cm lasisissa petrimaljoissa. Kemikaalipesu tehtiin ravistelijassa siten, että 20 ml puhdistuskemikaalia laitettiin maljalle, jossa rasvattu peltilevy sijaitsi. Pesujen jälkeen peltilevyt pestiin ravistelijassa 20 ml tislattulla vedellä. Peltilevyt kuivattiin lämpökaapissa kuten harjaksetkin.

Kuivilta peltilevyiltä otettiin näyte suodatinimeytystekniikalla. Menetelmä perustuu siihen, rasvatun pellin päälle laitetaan puhdas näytesuodatin. Suodattimen pinnalle pipetoidaan tasaisesti 0,9 ml liuotinta (TCE). Suodattimen päälle laitetaan teflon kalvo ja näytesuodatinta painellaan varovasti teflonkalvon läpi. Teflon-kalvo irrotetaan varovasti suodattimesta ja suodatin siirretään puhtaaseen koeputkeen. Menetelmällä rasva saadaan siirrettyä kaapimen pinnalta näytteenottotehokkuuden sallimissa rajoissa suodattimelle.

Tämän jälkeen liuotin haihdutettiin 15 minuutin ajan typpivirrassa. Haihdutuksen jälkeen rasva uutettiin näytteistä 7 ml:lla TCE:ä ja inkuboitiin ultraäänihauteessa 1 tunti. Liuos ja näyte erotettiin tämän jälkeen sentrifugiputkiin. Näyteliuokset sentrifugoitiin 10 minuutin ajan 3000 rpm. Näytteet analysoitiin tämän jälkeen kuten harjasnäytteetkin.

3.1.5 Varppien pesutehokkuuden määrittäminen

Ennen varppien puhdistuvuuskokeita varppimateriaalin (4 cm pituinen varpin pala) liukeminen analyysissä käytettävään liuottimeen (TCE) testattiin tunnin, kolmen tunnin ja viiden tunnin liuotuskokeissa. Todettiin, että varppimateriaalin liuottamisen yhteydessä varpeista irtoaa rasva-analyysiä häiritseviä yhdisteitä niin paljon (597,4 - 959,5 mg/m²), että varppien puhdistuvuuden testaaminen tätä analyysimenetelmää käyttäen ei ole mahdollista (määritysraja 37.1 mg/m²).

3.1.6 Nailonlevyjen puhdistuvuuden määrittäminen ultraäänellä

Nailonlevyt (4kpl) pestiin siivoussimulaattorilla, jonka runko-osaan oli kiinnitetty pyöreä halkaisijaltaan 5 cm kokoinen ultraäänilähetin. Koko laatalle syötettiin ensin pinnan kasteleva ”kerros” puhdistusaineliuosta (yleispuhdistusaine, pH 8,5; annostelu 15 ml/1 l). Tämän jälkeen noin puolet laatasta kulki ultraäänianturin alitse ja takaisin yhteensä 4 kertaa. Ultraäänikäsittelyn jälkeen nailonlevytestissä pidettiin minuutin tauko, jotta puhdistusaineliuos ehtisi vaikuttaa rasvalikaan. Ultraäänen teho oli testien aikana 9,5 W. Vastaavaa testaussykliä toistettiin vielä 3 kertaa. Ultraäänen vaikutusaika rasvatulle pinnalle oli yhteensä n. 50 sekunnin ajan. Lopuksi laatat huuhdeltiin ionivaihdetulla vedellä ja valutettiin kuivaksi. Puhdistumisen arviointi tehtiin välittömästi silmämääräisesti tarkastelemalla. Laattoja tarkasteltiin myös konenäkösystemillä, josta saadut tulokset olivat hyvin samanlaiset kuin visuaaliset havainnot.

3.1.7 Harjasten puhdistuvuuden määrittäminen ultraäänellä

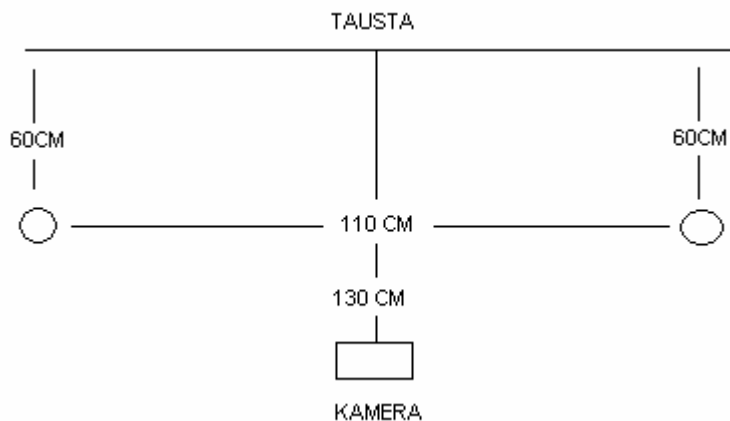
Harjasten puhdistuvuustestit tehtiin kolmelle harjakselle. Harjaksiin ei koskettu käsin. Kunkin harjastyypin toinen näyteputki täytettiin ionivaihdetulla vedellä ja toinen putki puhdistusaineliuksella (yleispuhdistusaine, pH 8,5; annostelu 15 ml/1 l). Putket laitettiin dekantterilasiin, joka täytettiin ionivaihdetulla vedellä niin, että vesi ulottui putkien korkin alapintaan saakka. Dekantterilasi asetettiin ultraäänikammioon, jossa oli ionivaihdettua vettä (22 °C) ja puhdistaminen tapahtui 150 W teholla. Ultraäänitestissä käytetyt ultraäänen vaikutusajat olivat 10 s, 20 s, 30 s ja 30 s (yhteensä 90 s). Ultraäänikäsittelyn jälkeen putket tyhjennettiin valuttamalla nesteet vähän kerrassaan pois ja puh-

distusaineliuosputket harjaksineen huuhdeltiin ionivaihdetulla vedellä. Puhdistumisen arviointi tehtiin välittömästi silmämääräisesti tarkastelemalla.

3.1.8 Ihoaltistuksen määrittäminen

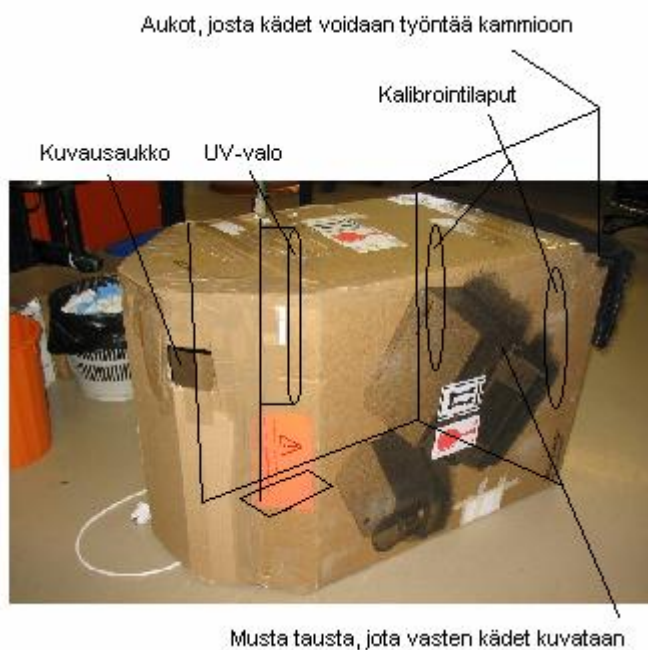
Vartalon ihon ja kemikaaliroskeiden aiheuttaman altistumisen arvioinnissa tarvittava laitteisto kasattiin laboratorioon. Laitteisto koostui mustasta taustakankaasta (100 % puuvillaa), digitaalikamerasta (Canon PowerShot A70), kahdesta ultraviolettivalaisimesta (Philips TLD 18W/08) sekä tietokoneella ajettavasta analyysiohjelmasta. Ultraviolettivalot sijoitettiin ohjeen (Vanne 2001) mukaan 40 cm päähän taustakankaasta. Laitteiston ja kuva-analyysin avulla määritettiin ensin kuvapinnan paikkakorjaus. Paikkakorjaus oli tehtävä kuvapinnalle, koska valaisimien ultraviolettivalon intensiteetti oli suuri kuvapinnan laidilla (valaisimien edessä). Kuva-analyysin perusteella havaittiin, että UV-valon intensiteetti kuvapinnalla on liian suuri (väri saturoituu) ja UV-lamppuja on siirrettävä etemmäs kuvapinnasta, jotta ihoaltistumisen määrittäminen on mahdollista.

UV-lamput siirrettiin 60 senttimetrin päähän kuvapinnasta ja paikkakorjaus määritettiin uudelleen. Havaittiin, että UV-valojen intensiteetti kuvapinnalla oli tasaisempi ja ihoaltistus voidaan nyt määrittää kyseisellä laitteistolla. Vartalon ihon altistumisen arvioinnissa käytetty laitteisto on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Vartalon ihon/roiskeiden aiheuttaman altistumisen määrittämiseen tarvittava laitteisto.

Käsien ihon altistumisen arviointiin tarvittava laitteisto kasattiin isoon pahvilaatikkoon. Laitteisto koostui mustasta taustakankaasta (100 % puuvillaa), digitaalikamerasta (Canon PowerShot A70), yhdestä ultraviolettivalaisimesta (Philips TLD 18W/08) sekä tietokoneella ajettavasta analyysiohjelmasta. Ultraviolettivalo sijoitettiin 50 cm päähän taustakankaasta. Yhden ultraviolettivalon intensiteetti oli riittävä käsien ihon altistumisen arvioimiseen ja liian suuren intensiteetin aiheuttamaa värien saturoitumista ei havaittu. Käsistä otettujen digitaalikuviin ja kuva-analyysin perusteella havaittiin, että laitteisto soveltuu käsien ihon altistumisen arviointiin. Mittauslaitteisto on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Käsien ihon altistumisen määrittämiseen tarvittava laitteisto.

3.2 Kenttämittaukset

3.2.1 Harjakset

Harjasnäytteitä otettiin sekä kenttämittauskohteen rasvakanavan puhdistuksen jälkeen rasvakanavan puhdistamiseen käytetystä harjasta, että silloin, kun ilmanvaihtolaitosten puhdistajat olivat puhdistaneet harjat. Harjasnäytteet laitettiin näytteille numeroituihin koeputkiin ja kuljetettiin laboratorioon tutkittavaksi. Nollanäytteenä kenttämittauskoh-

teissa oli viisi kappaletta liuottimella (TCE) puhdistettuja harjaksia. Nollanäytteet käsiteltiin kenttäkohteessa, kuten harjasnäytteet (ei kemikaalipesua).

Laboratoriossa harjakset mitattiin ja leikattiin 4cm mittaisiksi. Koeputket punnittiin tämän jälkeen harjaksineen ja rasva uutettiin harjasnäytteistä 7 ml:lla TCE:ä. Harjasnäytteet uutettiin tämän jälkeen ultraäänihauteessa (merkki malli) yhden tunnin ajan. Näytteet ja nollanäytteet analysoitiin FTIR-8300-laitteella (Asikainen & Pasanen 2002a). Näytteiden analysoimisen jälkeen näytteiden uuttoliuos kaadettiin pois ja putket jätettiin avonaisina vetokaappiin, jotta loppu liuotin haihtuisi. Koeputket ja harjakset punnittiin kahden vuorokauden päästä, kun liuotin oli haihtunut putkista, näytteiden rasvan massan selvittämiseksi. Näytteiden öljypitoisuudet laskettiin Excel-
taulukkolaskentaohjelmalla.

3.2.2 Kaapimet

Kaavinnäytteitä otettiin sekä kenttämittauskohteen rasvakanavan huuvan puhdistuksen jälkeen huuvan puhdistamiseen käytetystä kaapimesta ja, kun ilmanvaihtolaitosten puhdistajat olivat puhdistaneet kaapimen kemikaalia käyttämällä. Kaavinnäytteet otettiin suodatinimeytstekniikkaa käyttäen (Asikainen & Pasanen 2002b). Suodatinnäytteet laitettiin näytteille varattuihin numeroituihin koeputkiin ja kuljetettiin laboratorioon tutkittavaksi. Nollanäytteenä kenttämittauskohteissa yksi liuottimella (TCE) käsitelty suodatin. Nollanäyte käsiteltiin kenttäkohteessa, kuten kaavinnäytteet.

Rasva uutettiin liuottimella kaavinnäytteen suodattimesta ultraäänihauteessa yhden tunnin ajan. Näytteet ja nollanäytteet analysoitiin FTIR-8300-laitteella infrapunaspektrofotometrisellä (IR) menetelmällä (Asikainen & Pasanen 2002a). Näytteiden öljypitoisuudet laskettiin Excel-taulukkolaskentaohjelmalla.

3.2.3 Varpit

Varppinäytteitä ei kenttämittausjakson aikana otettu, koska laboratoriokokeissa oli aikaisemmin todettu, että varppimateriaalin liuottamisen yhteydessä varpeista irtoaa rasva-analyysiä häiritseviä yhdisteitä niin paljon, että varppien puhdistuvuuden testaami-

nen öljynäytteiden analysointi infrapunaspektrofotometrisellä (IR) (Asikainen & Pasanen 2002a) menetelmää käyttäen ei ole mahdollista.

3.2.4 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)

Haihtuvia orgaanisia yhdisteitä kerättiin sekä kiinteistä pisteistä että puhdistajien hengitysvyöhykkeeltä. Näytteenotto painottui puhdistustyövaiheisiin, joissa käytettiin kemikaaleja. VOC:it määritettiin Kuopion yliopiston Ympäristöiden laitoksen ”Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden määrittäminen ilmanäytteestä” menetelmän mukaan. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden näytteenotto-putket (adsorbentit) puhdistettiin ennen ilmanäytteen keräystä ATD400 termodesorptiolaitteistolla (15 min, 270 °C). Puhdistuksen jälkeen Tenax-putkiin vaihdettiin messinkiset teflonhelmillä varustetut Swagelok korkit ja putket laitettiin teräksiseen säilytysastiaan. Näytetilavuus vaihteli 1-3 litran välillä ja näytteenottoajat olivat 5-20 min näytteenottopumpun tilavuusvirrasta- ja työtilan aistinvaraisesta (haju) arviosta johtuen. Näytteenoton jälkeen Tenax - putkien kummatkin päät suljettiin ja näytteenkoodi, kuvaus näytteenottotilanteesta, tilavuusvirta ja näytteenottoaika merkittiin muistiin. Näytteet analysointiin yhden vuorokauden kuluttua näytteenottamisesta termodesorptio-kaasukromatografi-massaspektrometri-laitteistolla käyttäen SCAN-ajotekniikkaa.

Näytteiden hiilivetyypitoisuudet laskettiin ulkoisten standardien avulla. Kerätty näyte ja standardi analysoitiin samalla periaatteella ja näytteen pitoisuus selvitettiin vertaamalla tuloksia standardiin. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tulokset ilmoitettiin kokonaishiilivetyypitoisuuksina (TVOC, mg/m³). Näytteiden tuloksista tarkasteltiin myös puhdistuskemikaalien yhdisteiden HTP-pitoisuuksia.

3.4.5 Ihoaltistuksen määrittäminen

Vartalon ja käsien kautta tapahtuvaa puhdistusaineen aiheuttamaan ihoaltistusta arvioitiin kuva-analyysin avulla (Vanne 2001). Tutkittavaan puhdistusaineeseen (Hetu Tehopesu) lisättiin fluoresoivaa väriainetta (FWA Fiesta Solar Yellow 7, A-series, Swada, Lontoo) 0,2 % ja emulgointiainetta (Tamol NN 8906) 1,0 %. Rasvakanavan puhdistuksen jälkeen ilmanvaihtolaitosten puhdistajia pyydettiin pukeutumaan ihoaltistuksen

määrittämisessä käytettäviin tutkimushaalareihin (100 % puuvilla). Ilmanvaihtolaitoksen puhdistajat puhdistivat tutkimuskemikaalilla kenttäkohteessa likaantuneita rasvakanavan puhdistusvälineitä (kaapimet ja harjat). Puhdistusvälineiden puhdistamisen jälkeen työntekijöiden kädet kuvattiin (Canon PowerShot A70) "kenttäpimiössä" UV-valossa käsien ihoaltistumisen määrittämiseksi. Tutkimushaalarit kuljetettiin laboratorioon (pimiö), missä ne kuvattiin UV-valossa vartalon ihon kemikaalialtistumisen selvittämiseksi.

3.4.6 Liuotainaineiden varastointi, säilytys ja hävitys

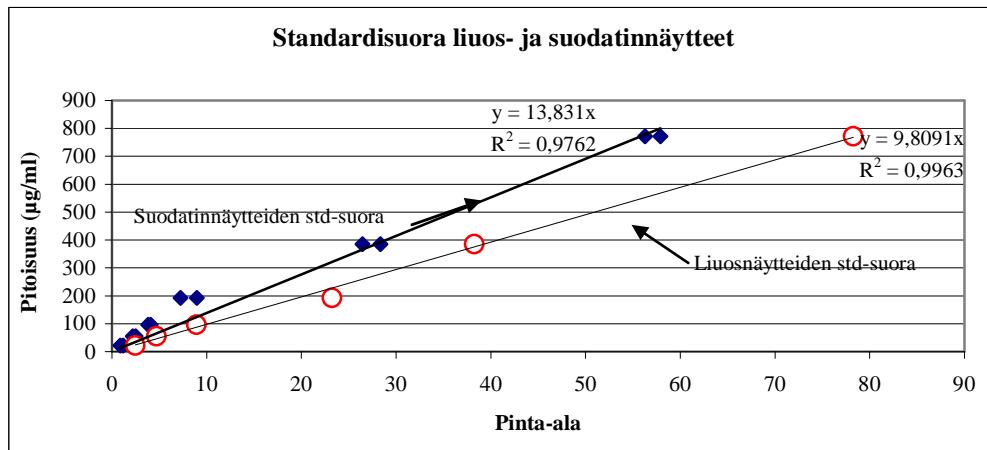
Ilmanvaihtolaitosten puhdistajilta kysyttiin mittauskohteessa puhdistusalan yrityksen antamia ohjeita koskien liuotainaineiden varastointia, säilyttämistä ja hävittämistä. Liuotainaineiden varastointi, säilytys ja hävitys todettiin puhdistusalan yrityksissä siten, että pyydettiin ilmanvaihtolaitoksen puhdistajaa käyttämään kemikaalia harjasten ja kaapimien puhdistamiseen ja hävittämään puhdistusliuoksen puhdistusalan yritysten antamien ohjeiden mukaan. Liuotainaineiden varastointi ja säilyttäminen dokumentoitiin ottamalla valokuvia liuotainaineiden varastoinnista ja säilyttämisestä.

4 TULOKSET

4.1 Laboratoriokokeiden esitestien tulokset

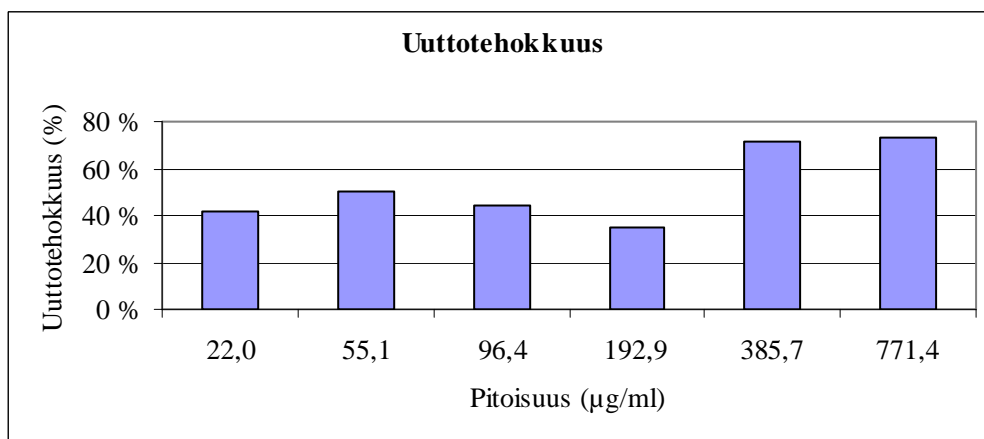
4.1.1 Hampurilaisravintolan rasvan uuttotehokkuuden ja näytteenotostaannon määrittäminen

Kuvassa 5 on esitetty liuos- ja suodatinstandardien standardisuorat.



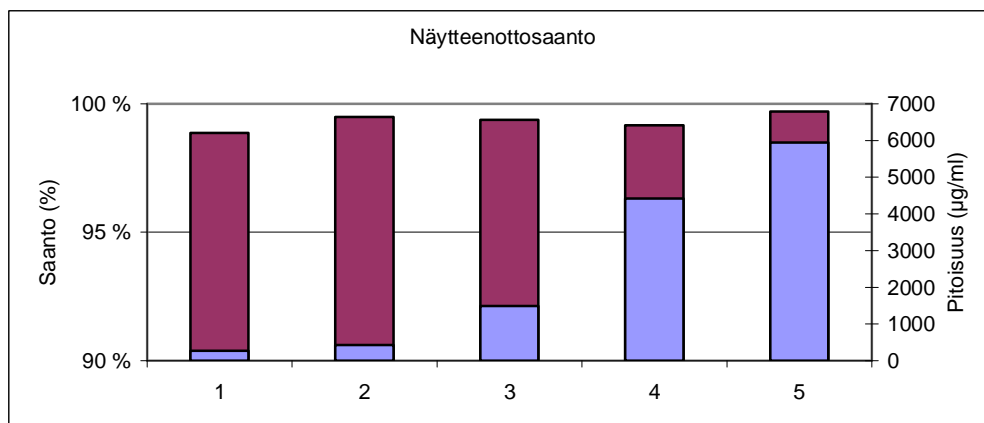
Kuva 5. Liuos- ja suodatinstandardien standardisuorat

Kuvassa 6 on esitetty rasvan uuttotehokkuus eri pitoisuusalueilla.



Kuva 6. Rasvan uuttotehokkuus.

Kuvassa 7 on esitetty rasvan näytteenoton saantotehokkuudet eri pitoisuusalueilla. Pitoisuuksia kuvaavat histogrammin alemmat pylvää.



Kuvassa 7 on esitetty rasvan näytteenoton saantotehokkuudet.

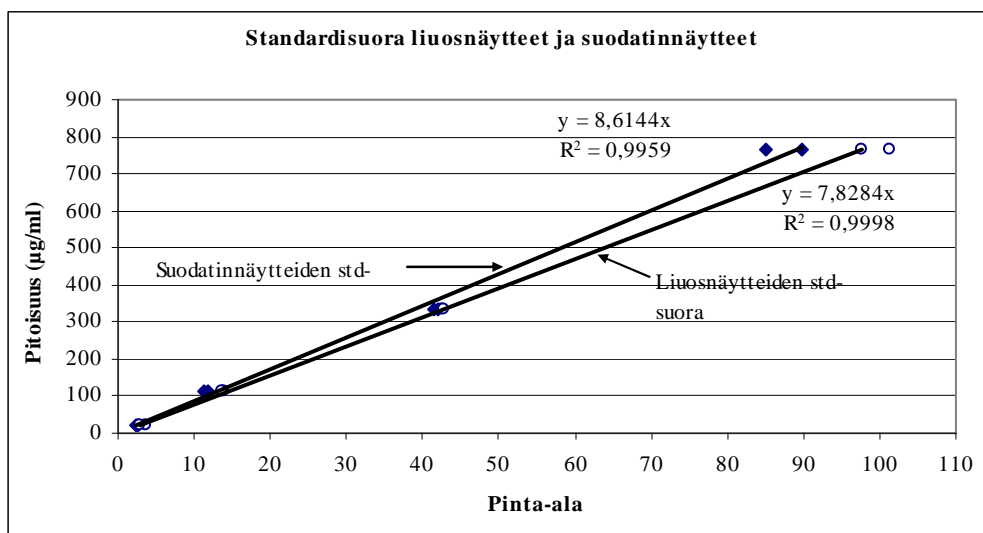
Taulukossa 5. on esitetty määrittysrajat liuos- ja suodatinnäytteille sekä harjaksille. Määrittysraja liuosnäytteille on laskettu kymmenen kenttänollanäytteet keskihajonnasta (6 * keskihajonta).

Taulukko 5. Määrittysrajat liuos- ja suodatinnäytteille sekä harjaksille.

Näyte	Määrittysraja (mg/m ²)	Määrittysraja (g/m ²)
Liuosnäytteet	17,8	
Suodatinnäytteet	37,1	
Vihreä nailon harjas		0,8
Valkea nailon harjas		0,2
Tynex harjas		0,3

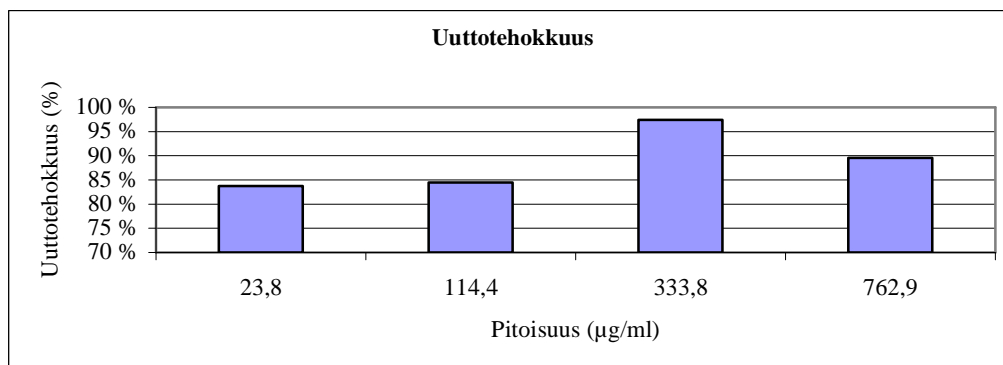
4.1.2 Laitoskeittiön rasvan uuttotehokkuuden ja näytteenottoosan määrittäminen

Kuvassa 8 on esitetty liuos- ja suodatinstandardien standardisuorat.



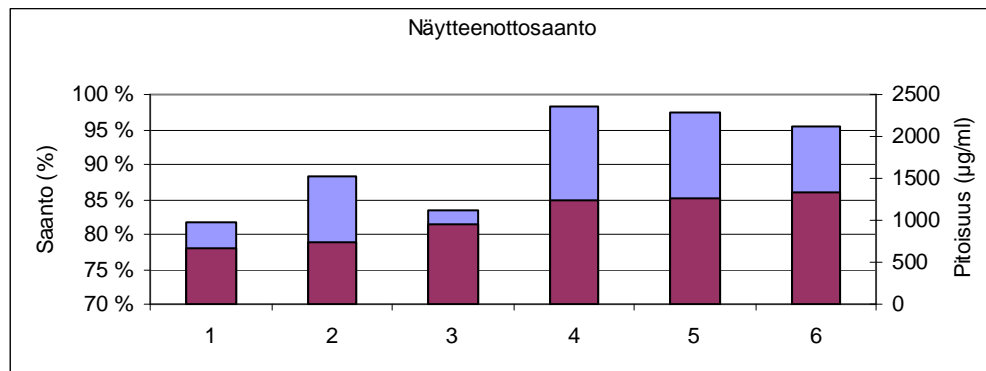
Kuva 8. Liuos- ja suodatinstandardien standardisuorat

Kuvassa 9 on esitetty rasvan uuttotehokkuus eri pitoisuusalueilla.



Kuva 9. Rasvan uuttotehokkuus.

Kuvassa 10 on esitetty rasvan näytteenoton saantotehokkuudet eri pitoisuusalueilla. Pitoisuuksia kuvaavat histogrammin alemmat pylvää.



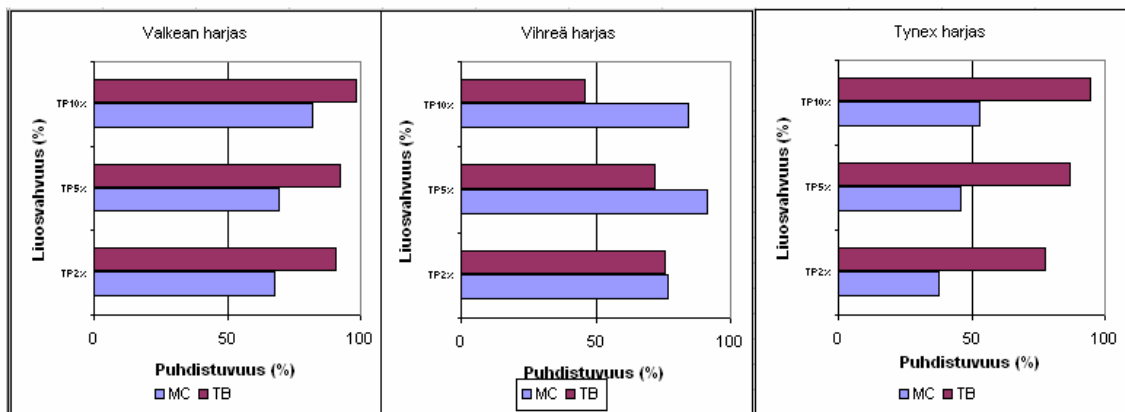
Kuvassa 10 on esitetty rasvan näytteenoton saantotehokkuudet.

4.2 Harjasten puhdistuvuustulokset

4.2.1 Hampurilaisravintolan ja lounasravintolan rasva

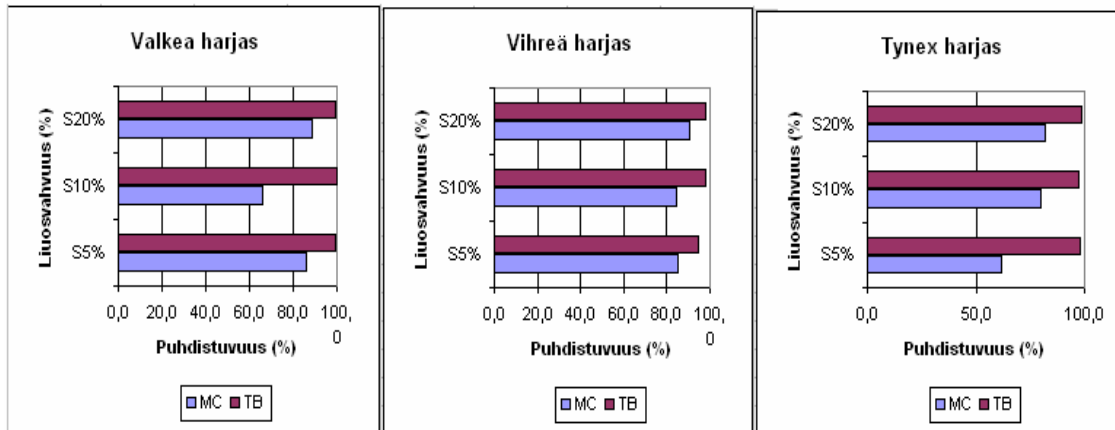
Kuvissa 11-16 on esitetty hampurilaisravintolan (MC) ja lounasravintolan (TB) rasvojen puhdistuvuustulokset kolmesta erilaisesta rasvakanavan puhdistukseen käytettävästä harjaksesta. Puhdistuvuustestit on tehty neljällä eri kemikaalilla. Testisarjaan on sisällytetty lisäksi harjaksen mekaaninen puhdistus (PH) ja harjaksen mekaaninen puhdistus yhdistettynä vesipesuun.

Kuvassa 11 on esitetty harjasten puhdistuvuus hampurilaisravintolan (MC) ja lounasravintolan (TB) rasvoista Teollisuuspesu-kemikaalia käyttämällä.



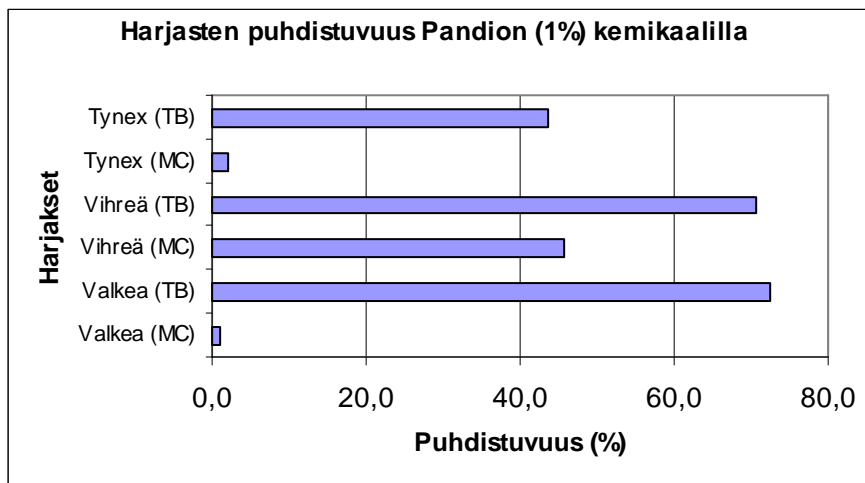
Kuva 11. Harjasten puhdistuvuus Teollisuuspesu-kemikaalilla.

Kuvassa 12 on esitetty harjasten puhdistuvuus hampurilaisravintolan (MC) ja lounasravintolan (TB) rasvoista Sartek 2-kemikaalia käyttämällä.



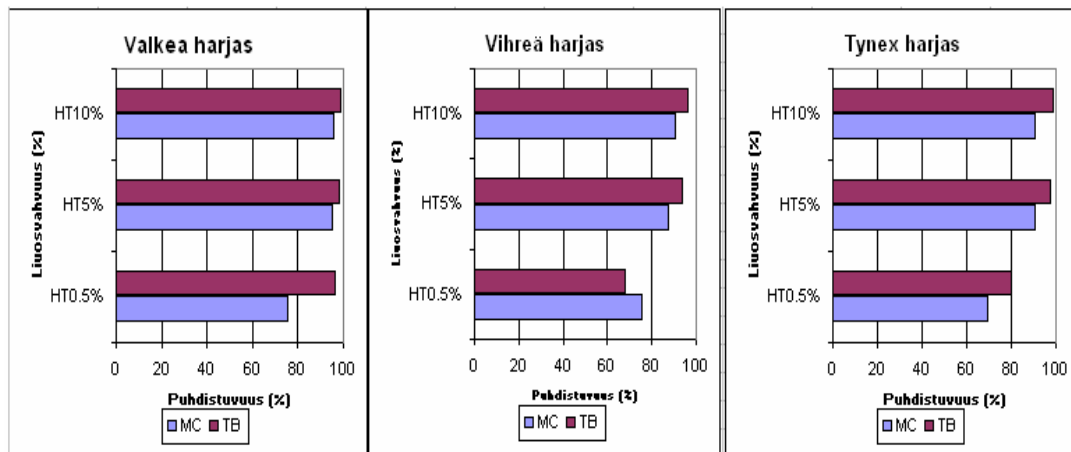
Kuva 12. Harjasten puhdistuvuus Sartek 2-kemikaalilla.

Kuvassa 13 on esitetty harjasten puhdistuvuus hampurilaisravintolan (MC) ja lounasravintolan (TB) rasvoista Pandion 1-kemikaalia käyttämällä.



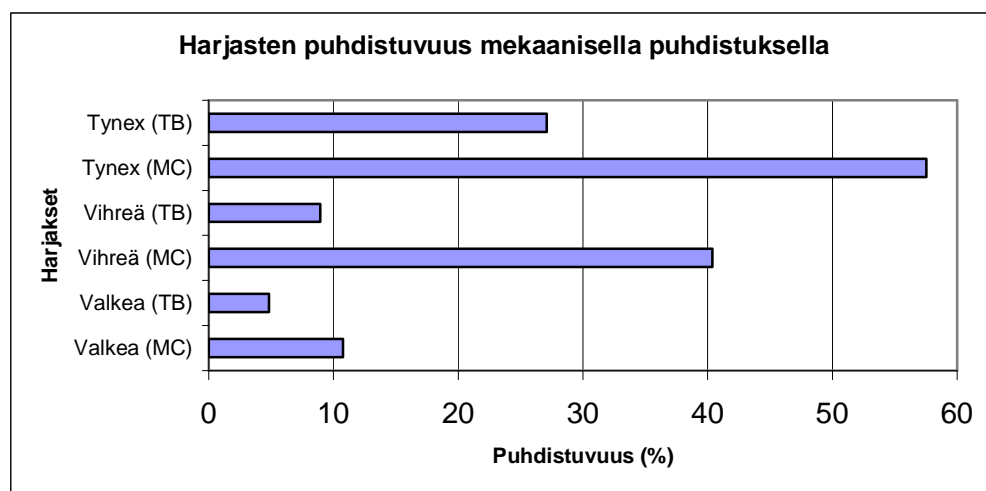
Kuva 13. Harjasten puhdistuvuus Pandion 1-kemikaalilla.

Kuvassa 14 on esitetty harjasten puhdistuvuus hampurilaisravintolan (MC) ja lounasravintolan (TB) rasvoista Heti Tehopesu kemikaalia käyttämällä.



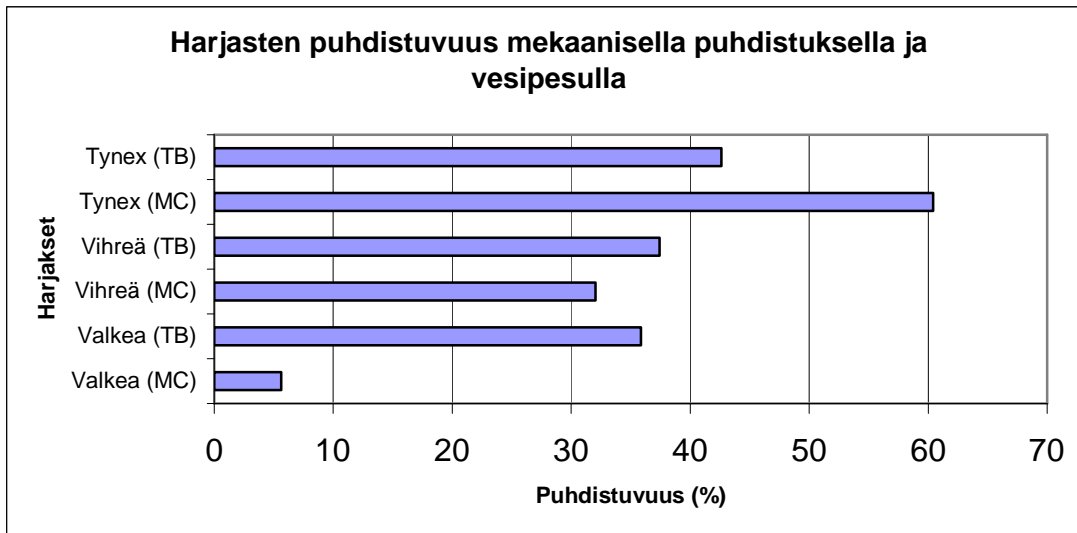
Kuva 14. Harjasten puhdistuvuus Heti Tehopesu-kemikaalilla.

Kuvassa 15 on esitetty harjasten puhdistuvuus hampurilaisravintolan (MC) ja lounasravintolan (TB) rasvoista mekaanista puhdistusta käyttämällä.



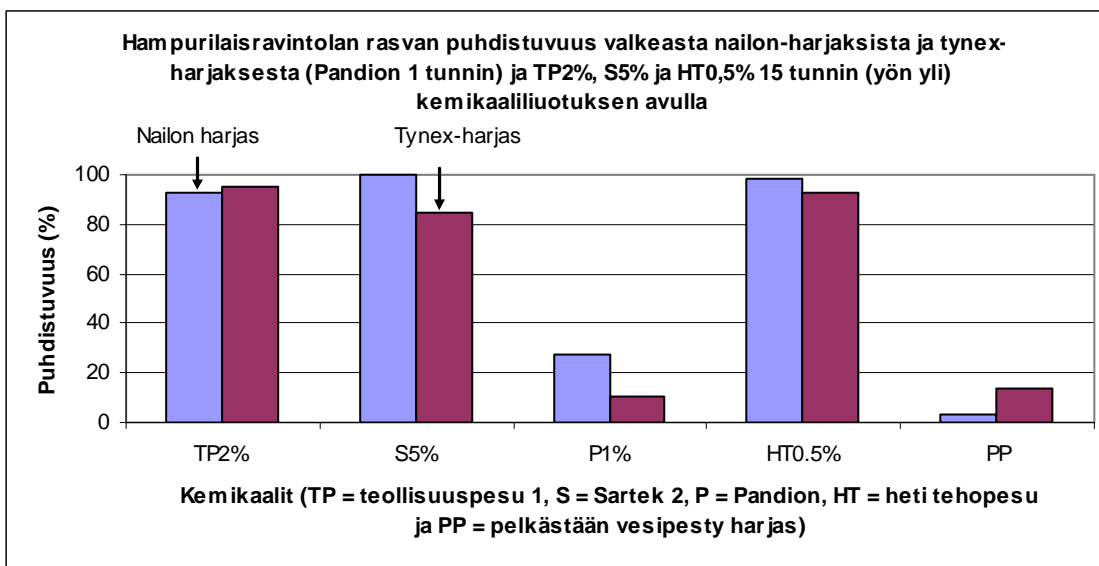
Kuva 15. Harjasten puhdistuvuus mekaanisella puhdistuksella.

Kuvassa 16 on esitetty harjasten puhdistuvuus hampurilaisravintolan (MC) ja lounasravintolan (TB) rasvoista mekaanista puhdistusta ja vesipesua käyttämällä.



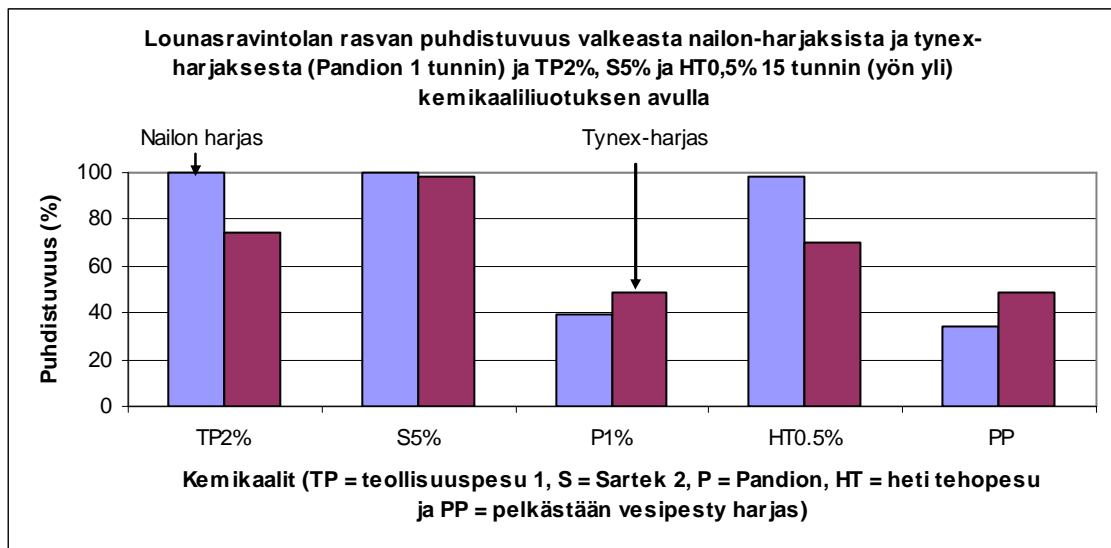
Kuva 16. Harjasten puhdistuvuus mekaanisella puhdistuksella ja vesipesulla.

Kuvassa 17 on esitetty hampurilaisravintolan rasvan kemikaaliliuotuksen (yön yli) puhdistuvuustulokset valkeasta nailonharjaksista ja tynex-harjaksista.



Kuva 17. Hampurilaisravintolan rasvan kemikaaliliuotuksen (yön yli) puhdistuvuustulokset.

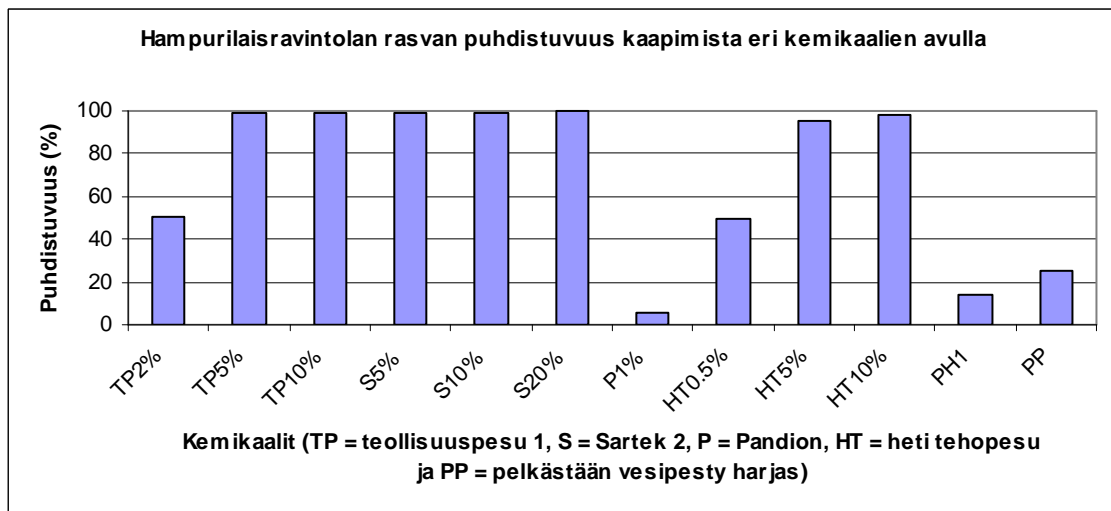
Kuvassa 18. on esitetty lounasravintolan rasvan kemikaaliliuotuksen (yön yli) puhdistuvuustulokset valkeasta nailonharjaksista ja tynex-harjaksista.



Kuva 18. Lounasravintolan rasvan kemikaaliliuotuksen (yön yli) puhdistuvuustulokset.

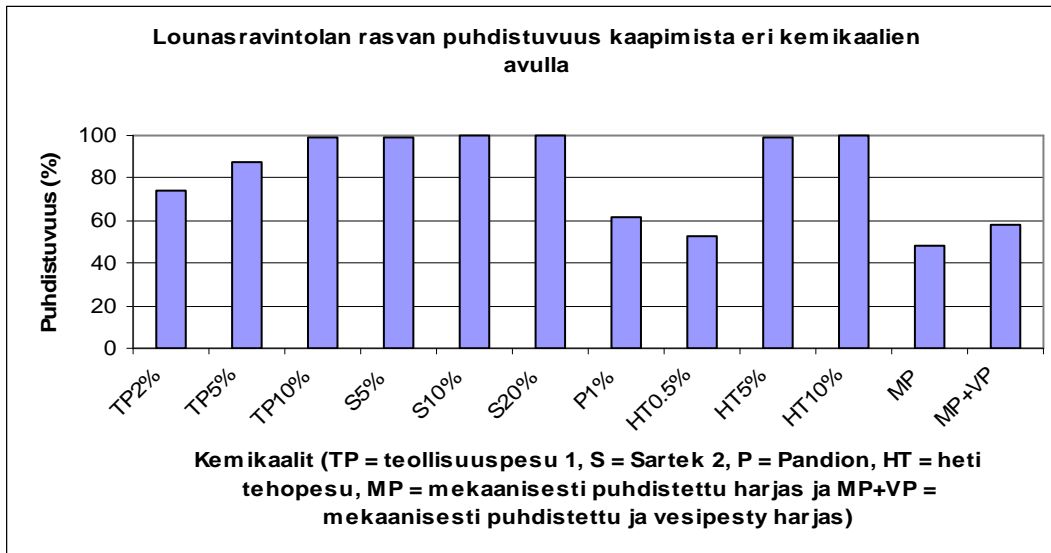
4.3 Kaapimien puhdistuvuustulokset

Kuvassa 19 on esitetty rasvakanavien rasvan mekaaniseen irrottamiseen käytettävien kaapimien puhdistuvuustulokset hampurilaisravintolan rasvasta.



Kuva 19. Kaapimien puhdistuvuustulokset hampurilaisravintolan rasvasta.

Kuvassa 20 on esitetty rasvakanavien rasvan mekaaniseen irrottamiseen käytettävien kaapimien puhdistuvuustulokset lounasravintolan rasvasta.



Kuva 20. Kaapimien puhdistuvuustulokset lounasravintolan rasvasta.

4.4 Nailonlevyjen ja harjasten puhdistustulokset

Taulukossa 6 on esitetty nailonlevyjen puhdistuvuustulokset hampurilaisravintolan ja lounasravintolan rasvoista. Puhdistuvuutta on arvioitu sekä silmämääräisesti että kokenäön avulla.

Taulukko 6. Nailonlevyjen puhdistuvuustulokset.

Näytenumero	Näytteet selite	Puhdistuvuustulos
1	Hampurilaisravintolan rasvalla liattu levy	Ei havaittavaa puhdistumista
2	Hampurilaisravintolan rasvalla liattu levy	Ei havaittavaa puhdistumista
3	Lounasravintolan rasvalla liattu levy	Puhdistui hyvin
4	Lounasravintolan rasvalla liattu levy	Puhdistui hyvin

Taulukossa 7 on esitetty harjasten puhdistuvuustulokset hampurilaisravintolan ja lounasravintolan rasvoista. Puhdistuvuutta arvioitiin silmämääräisesti.

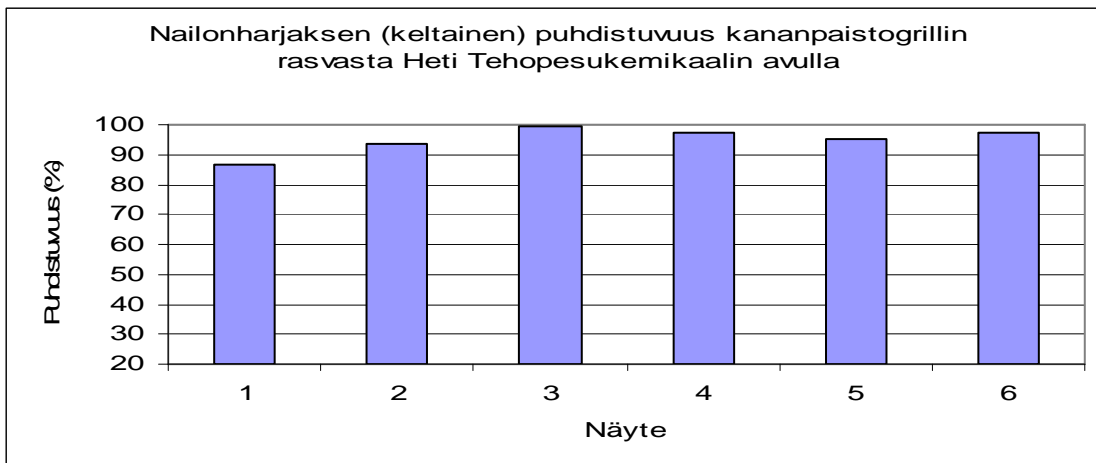
Taulukko 7. Harjasten puhdistuvuustulokset.

Näyte- numero	Näytteet selite	Harjasten puhdistuvuustulos
1	Hampurilaisravintolan rasvalla liattu vihreä nailon harjas 1-1	Ei puhdistu kokonaan/puhdistui huonosti
2	Hampurilaisravintolan rasvalla liattu vihreä nailon harjas 1-2	Ei puhdistu kokonaan/puhdistui huonosti
3	Hampurilaisravintolan rasvalla liattu Tynex-harjas 1-1	Ei puhdistu kokonaan/puhdistui huonosti
4	Hampurilaisravintolan liattu Tynex-harjas 1-2	Ei puhdistu kokonaan/puhdistui huonosti
5	Hampurilaisravintolan rasvalla liattu valkea nailon harjas 1-1	Ei puhdistu kokonaan/puhdistui huonosti
6	Hampurilaisravintolan rasvalla liattu valkea nailon harjas 1-2	Ei puhdistu kokonaan/puhdistui huonosti
7	Lounasravintolan rasvalla liattu vihreä nailon harjas 1-1	Harjas puhdistui hyvin
8	Lounasravintolan rasvalla liattu vihreä nailon harjas 1-2	Harjas puhdistui hyvin
9	Lounasravintolan rasvalla liattu Tynex-harjas 1-1	Harjas puhdistui hyvin
10	Lounasravintolan rasvalla liattu Tynex-harjas 1-2	Harjas puhdistui hyvin
11	Lounasravintolan rasvalla liattu valkea nailon harjas 1-1	Harjas puhdistui hyvin
12	Lounasravintolan rasvalla liattu valkea nailon harjas 1-2	Harjas puhdistui hyvin

4.5 Kenttämittausten tulokset

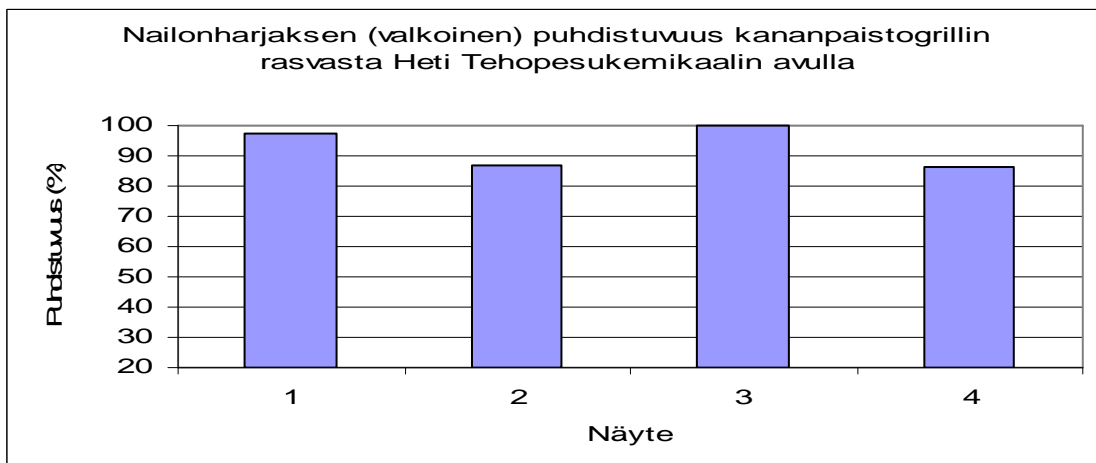
4.5.1 Harjasten puhdistuvuus

Kuvassa 21 on esitetty keltaisen nailonharjaksen puhdistuvuus kananpaistogrillin rasvasta. Harjasnäytteet otettiin (tutkimuskohde 1) harjasta, jolla oli harjattu kananpaistogrillin kanavaa grillin rasvahuuvalta eteenpäin. Harja oli puhdistettu puhdistusalan yrityksen rutiinien mukaan.



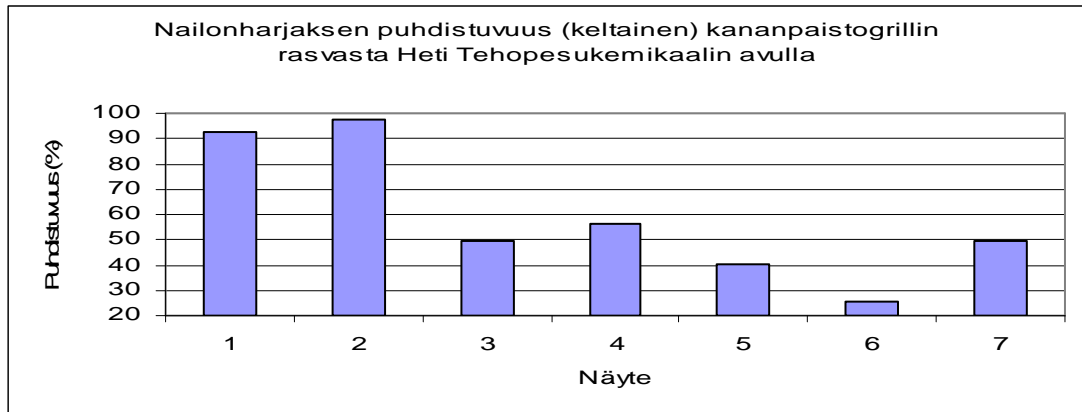
Kuva 21. Keltaisen nailonharjaksen puhdistuvuus kananpaistogrillin rasvasta.

Kuvassa 22 on esitetty valkoisen nailonharjaksen puhdistuvuus kananpaistogrillin rasvasta. Harjasnäytteet otettiin harjasta, jolla oli harjattu kananpaistogrillin kanavaa grillin rasvahuuvalta eteenpäin.



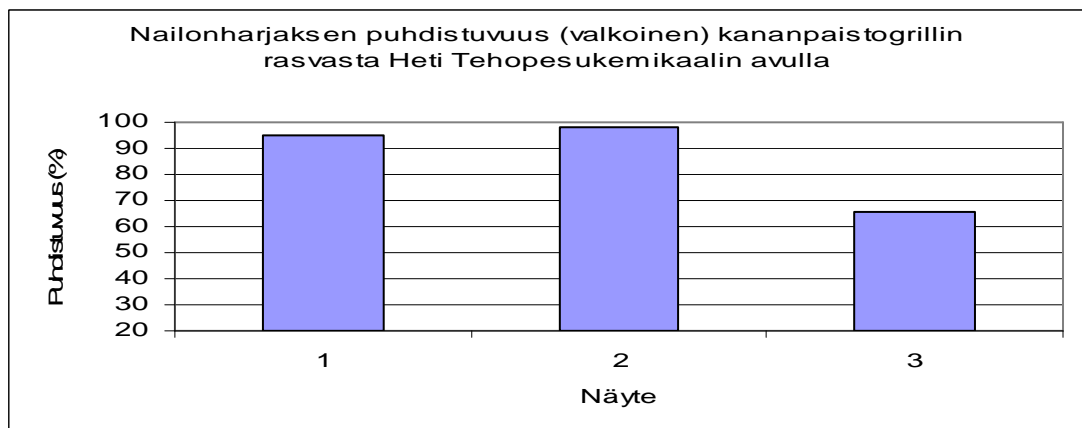
Kuva 22. Valkoisen nailonharjaksen puhdistuvuus kananpaistogrillin rasvasta

Kuvassa 23 on esitetty keltaisen nailonharjaksen puhdistuvuus kananpaistogrillin rasvasta. Harjasnäytteet otettiin harjasta, jolla oli harjattu kananpaistogrillin kanavaa eteenpäin (2 krs.) rasvahuuvasta.



Kuva 23. Keltaisen nailonharjaksen puhdistuvuus kananpaistogrillin rasvasta

Kuvassa 24. on esitetty valkoisen nailonharjaksen puhdistuvuus kananpaistogrillin rasvasta. Harjasnäytteet otettiin harjasta, jolla oli harjattu kananpaistogrillin kanavaa etempänä (2 krs.) rasvahuuvasta.



Kuva 24. Valkoisen nailonharjaksen puhdistuvuus kananpaistogrillin rasvasta

4.5.2 Kaapimien puhdistuvuus

Tutkimuskohteesta 1. otettiin yksi näyte kananpaistogrillin pellin puhdistamiseen käytetystä kaapimesta. Kananpaistogrillin rasvan puhdistuvuus kaapimen pinnalta oli 99,7 %. Kaapimen puhdistamiseen käytettiin Heti Tehopesu kemikaalia.

4.5.3 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet

Taulukossa 8. on esitetty ilmanvaihtolaitosten puhdistajien työvaiheiden aikainen altistuminen haihtuville orgaanisille yhdisteille ja puhdistajien suojautuminen kemikaaleilta

kemikaalien käsittelyn aikana (tutkimuskohde 1). Tulokset on ilmoitettu kokonaishiilivetyypitoisuuksina (TVOC) mg/m³.

Taulukko 8. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet eri työvaiheissa ja kemikaaleilta suojautuminen.

Näyte	Työvaihe	TVOC-pitoisuus (mg/m ³)	Puhdistajan suojautuminen
1	Kiinteän mittauspisteen näyte (14.3.2005) harjan ja kaapimen liotuksen aikana	1,98	-
2	Kiinteän mittauspisteen näyte (14.3.2005) varpin puhdistaminen pesuaineeseen kostutetulla liinalla	7,17	2
3	Kiinteän mittauspisteen näyte (14.3.2005) harjan ja varpin kemikaalipesun ja vesipesun jälkeen	2,35	2
4	Hengitysvyöhykenäyte (14.3.2005) rasvan poistohuuvan pellin pesusta harjaamisesta	5,50	4
5	Hengitysvyöhykenäyte (15.3.2005) harjan pesun aikana	1,37	2
6	Kiinteän mittauspisteen näyte (15.3.2005) harjan ja kaapimen pesun aikana (hallin ilmaa)	0,02	-
7	Hengitysvyöhykenäyte (15.3.2005) varpin puhdistamisesta pesuaineeseen kostutetulla liinalla pyyhkimällä	4,31	2

Puhdistaja käytti työvaiheen aikana 1. hengityksen suojainta, 2. suojakäsineitä, 3 suojalaseja ja 4. puhdistaja ei käyttänyt henkilökohtaisia suojaimia.

4.5.4 Kemikaalien säilytys, hävitys ja varastointi

Taulukossa 9. on esitetty kemikaalien säilytys, varastointi, hävitys ja käyttöturvallisuustiedotteiden saatavuus tutkimuskohteissa.

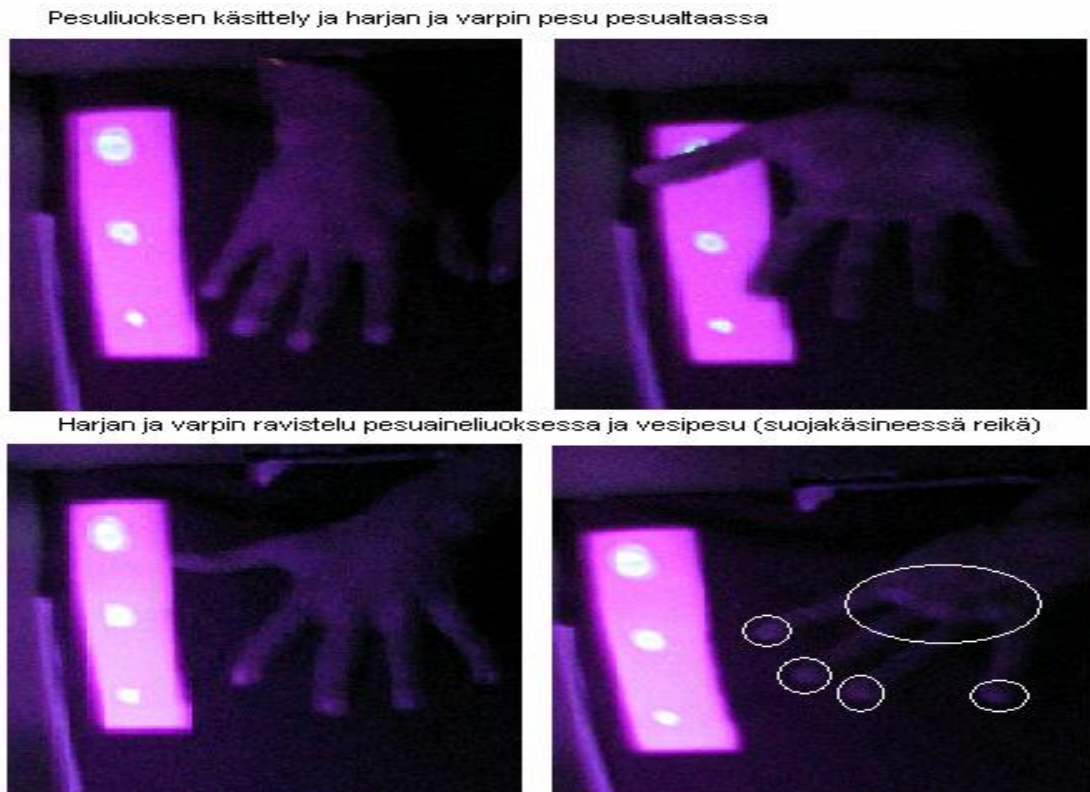
Taulukko 9. Kemikaalien säilytys, varastointi, hävitys ja käyttöturvallisuustiedotteet tutkimuskohteissa.

Tutkimuskohde	kemikaalien säilytys	kemikaalien varastointi	kemikaalien hävitys	kemikaalien käyttöturvallisuustiedotteet (KTT)
1	avohylly/lattia	avohylly	viemäriin	Ei KTT:a paperiversioina. Viitteenä työpaikan kansiossa internet-osoite, mistä KTT:t kuitenkin tarvittaessa löytyvät
2	avohylly/lattia	erillisessä huoneessa, missä IV-puhdistukseen käytettävät työvälineet puhdistetaan	viemäriin	KTT:t paperiversioina erillisessä mapissa jokaisesta työpaikalla käytettävästä kemikaalista. KTT:n käyttö IV-puhdistajalle tuttua (on toimittanut kemikaalitietoa puhdistettaviin kohteisiin).

4.5.5 Ihoaltistuminen käsistä

Kuvissa 25-28 on esitetty kelikaalin käytöstä johtuva käsien ihon kemikaalialtistuminen. Käsien ihon altistumista kemikaalille (Heti Tehopesu) tutkittiin ensimmäisessä

tutkimuskohteessa 30 digitaalikuva ja tutkimuskohteessa 21 kuvasta. Ihoaltistuminen kemikaalille havaittiin yhdestä kuvasta (tutkimuskohde 1), jossa ihon altistumiskohtat on ympyröity.



Kuvat 25-28. Ihoaltistuksen määrittämien käsistä.

4.5.6 Kemikaaliroiskeiden määrittäminen suojavaatteista

Suojavaatteen kemikaaliroiskeet (tutkimuskohde 1.) määritettiin kemikaalin (Heti Te-hopesu) käytön jälkeen työntekijän päällä olleesta maalarin valkeasta takista. Kemikaalia ei roiskunut työntekijän käyttämälle suojavaatteelle (kuva 29).

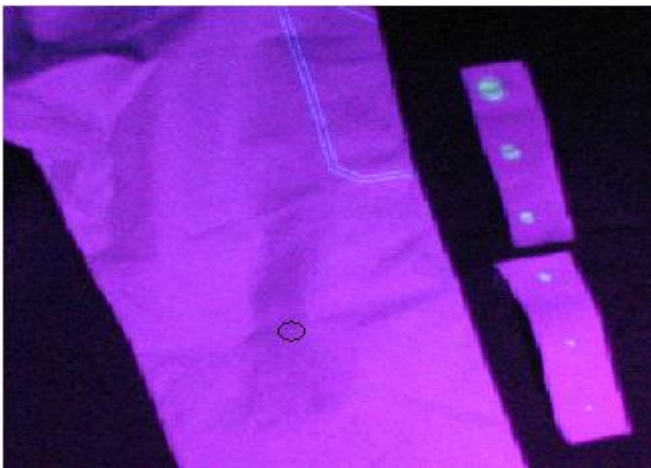


Kuva 29. Kemikaaliroiskeiden määrittäminen suojavaatteesta.

Suojavaatteen kemikaaliroiskeet (tutkimuskohde 2.) määritettiin kemikaalin (Heti Tehopesu) käytön jälkeen työntekijän päällä olleesta maalarin valkeasta takista ja housuista. Kemikaaliroiskeita havaittiin takin etupuolella (kuva 30.) sekä housujen lahkeissa (kuva 31).



Kuva 30. Kemikaaliroiskeiden määrittäminen suojavaatteesta. Suojavaatteen kemikaaliroiskealue on ympyröity.



Kuva 31. Kemikaaliroiskeiden määrittäminen suojavaatteesta. Suojavaatteen kemikaaliroiskealue on ympyröity.

5 TULOSTEN TARKASTELU

5.1 Harjasten puhdistuvuus hampurilaisravintolan rasvasta

Valkea nailonharjas puhdistui hampurilaisravintolan rasvasta puhdistuvuustesteissä parhaiten Heti Tehopesu kemikaalilla. Kemikaalin 5 prosenttinen käyttöliuos puhdisti (harjaksen puhdistuvuus 95 %) valkean harjaksen lähes yhtä hyvin kuin 10 prosenttinen

käyttöliuos (harjaksen puhdistuvuus 96 %). Kemikaalin 0,5 prosenttinen käyttöliuos puhdisti harjaksen 74 prosenttisesti.

Valkea nailonharjas puhdistui hyvin myös Sartek 2-kemikaalilla. Harjaksen puhdistuvuus oli parasta kemikaalin 20 prosenttisella käyttöliuoksella (89 %) ja heikointa kemikaalin 10 prosenttisella käyttöliuoksella (66 %). Puhdistuvuustestien perusteella kemikaalin 5 prosenttinen käyttöliuos puhdisti harjaksen (puhdistuvuus 86 %) rasvasta lähes yhtä hyvin kuin kemikaalin 20 prosenttinen käyttöliuoskin.

Teollisuuspesua käytettäessä valkean nailonharjaksen puhdistamiseen tarvitaan hyvän puhdistuvuuden saavuttamiseen testien mukaan 10 prosenttinen käyttöliuos. Harjaksen puhdistuvuus tällä kemikaalin käyttöliuoksella oli testeissä 82 prosenttia. Puhdistuvuus laimeimmilla käyttöliuoksilla oli selvästi matalampi (2 % käyttöliuoksen puhdistuvuus 68 % ja 5 % käyttöliuoksen 70 %).

Entsyyattinen puhdistuskemikaali Pandion puhdisti valkean nailonharjaksen kemikaaleista huonoiten (puhdistuvuus 1 %). Huonon puhdistuvuuden syynä on se, että kemikaali ei ole ennättänyt vaikuttaa testisarjassa rasvaa puhdistavasti. Käyttöohjeen mukaan kemikaali vaatii toimiakseen yhden tunnin liuotuksen.

Valkean nailonharjaksen mekaaninen puhdistaminen pyyhkimällä harjasta paperilla puhdisti harjaksen rasvasta 11 prosenttisesti. Kun harjaksen rasvaa yritettiin poistaa pyyhkimisen jälkeen tislattulla vedellä, harjaksen puhdistuvuus ei parantunut. Harjaksen mekaaninen pyyhintä ja vesipesu puhdistivat harjaksen rasvasta 6 prosenttisesti. Hampurilaisravintolan rasvan puhdistamiseen valkeasta nailonharjaksesta tarvitaan harjaksen kemikaalipesua.

Vihreä nailonharjas puhdistui hampurilaisravintolan rasvasta puhdistuvuustesteissä kokonaisuutena parhaiten Sartek 2 kemikaalilla. Kemikaalin 20 prosenttinen käyttöliuos puhdisti rasvan harjaksesta 91 prosenttisesti. Puhdistuvuus oli kemikaalin laimeimmilla pitoisuuksilla lähes yhtä hyvä (5 % käyttöliuoksen puhdistuvuus 85 % ja 10 % käyttöliuoksen 84 %).

Heti Tehopesua käytettäessä vihreä harjas puhdistui testeissä hyvin 5- ja 10 prosenttisillä kemikaalin käyttöliuoksilla. Harjaksen rasvan puhdistuvuudet näille olivat 87 % ja 91 %. 0,5 prosenttinen käyttöliuos puhdisti harjaksen 76 prosenttisesti hampurilaisravintolan rasvasta.

Vihreän harjaksen osalta paras yksittäinen rasvan puhdistavuus (91 %) saavutettiin puhdistuvuustesteissä Teollisuuspesun 5 prosenttisella käyttöliuoksella. Harjaksen puhdistavuus ei enää parantunut, kun harjas puhdistettiin 10 prosenttisella käyttöliuoksella (84 %). Laimeimman käyttöliuoksen pesuteho oli 77 %.

Entsyaattinen puhdistusaine puhdisti vihreän harjaksen hampurilaisravintolan rasvasta 46 prosenttisesti. Entsyaattisen puhdistusaineen puhdistavuus oli hiukan parempi kuin pelkkä mekaaninen puhdistus ja mekaaninen puhdistus ja vesipesu. Mekaaninen harjaksen puhdistaminen puhdisti rasvaa 40 prosenttisesti ja mekaaninen puhdistus yhdistettynä vesipesuun 32 prosenttisesti.

Tynex-harjas puhdistui hampurilaisravintolan rasvasta puhdistuvuustesteissä parhaiten Heti Tehopesu kemikaalilla. Paras puhdistuvuustulos (91 %) saavutettiin kemikaalin 10 % käyttöliuoksella. Kuitenkin 5 % käyttöliuos puhdisti harjaksen lähes yhtä hyvin (puhdistavuus 91 %). 0,5 % käyttöliuoksen puhdistavuus oli selvästi heikompi ja puhdistavuudeksi saatiin testeissä 69 %.

Sartek 2-kemikaalin puhdistavuus oli 10 % ja 20 % käyttöliuoksilla 80 % ja 82 %. Laimeimman käyttöliuoksen (5%) puhdistavuus oli 62 %. Hyvään rasvan puhdistavuuteen (80 %) päästiin vain kemikaalin vahvimmalla käyttöliuoksella.

Teollisuuspesun 10 % käyttöliuos puhdisti Tynex-harjasta 53 %. Muilla käyttöliuoksilla (2 %, puhdistavuus 38 ja 5 %, puhdistavuus 46 %) puhdistavuus jäi alle 50 prosenttia.

Kemikaaleista heikoin puhdistavuus oli testien mukaan entsyymaattisella puhdistusaineella. Kemikaalin puhdistusteho oli 2 %.

Mekaaninen harjaksen puhdistaminen puhdisti rasvaa Tynex-harjaksesta 58 prosenttisesti ja mekaaninen puhdistus yhdistettynä vesipesuun 60 prosenttisesti.

5.2 Harjasten puhdistuvuus lounasravintolan rasvasta

Harjasten puhdistuvuus lounasravintolan rasvasta oli pääsääntöisesti parempaa kuin harjasten puhdistuvuus hampurilaisravintolan rasvasta. Lounasravintolan rasvan puhdistuvuuteen vaikuttaa mm. se, että rasva on juoksevampaa kuin hampurilaisravintolan rasva ja sitä ei kiinnity harjaksen pintaan niin suuria määriä kuin hampurilaisravintolan rasvaa.

Valkea nailonharjas puhdistui lounasravintolan rasvasta puhdistuvuustesteissä parhaiten Sartek 2 kemikaalilla. Puhdistuvuudet olivat erinomaisia kemikaalin kaikilla testatuilla pitoisuuksilla. Puhdistuvuudet vaihtelivat 99-100 prosentin välillä. 5 % käyttöliuos puhdisti harjaksen 99 prosenttisesti ja valkea harjaksen puhdistamisessa ei saavuteta enää lisähyötyä kemikaalin vahvemmilla käyttöliuoksilla.

Heti Tehopesu puhdisti valkean harjaksen erinomaisesti. Puhdistuvuustulokset olivat 0,5 % käyttöliuoksella 96 %, 5 % käyttöliuoksella 98 % ja 10 % käyttöliuoksella 99 %.

Teollisuuspesun puhdistavuus oli myös erinomainen (yli 90 %). Puhdistuvuustulokset olivat 2 % käyttöliuoksella 91 %, 5 % käyttöliuoksella 93 % ja 10 % käyttöliuoksella 98 %. Testien mukaan puhdistuskemikaalin kyky poistaa harjaksista rasvaa parani, kun käyttöliuoksen vahvuutta lisättiin. Sama suuntaus näkyy myös Heti Tehopesu kemikaalin kohdalla.

Entsyyattinen kemikaali puhdisti lounasravintolan rasvaa harjaksista 72 %. Puhdistuvuustulosta voidaan pitää hyvänä, jos tulosta verrataan vastaavaan hampurilaisravintolan puhdistuvuustulokseen 1 %.

Mekaaninen harjaksen puhdistaminen poisti lounasravintolan rasvaa valkeasta harjaksista 5 prosenttia ja mekaaninen puhdistus yhdessä vesipesun kanssa 36 prosenttisesti. Harjaksen puhdistumisen parantuminen vesipesulla viittaa siihen, että lounasravintolan rasvassa, jokin rasvan faasi liukenee ainakin osittain veteen. Hampurilaisravintolan rasvassa ei ole nähtävissä samanlaista veteen liukenemistä.

Vihreä harjas puhdistui lounasravintolan rasvasta parhaiten Sartek 2 kemikaalilla. Harjaksen puhdistuvuus oli testisarjassa kaikkia testilaimennoksia käyttämällä erinomaista. Sartek 2 kemikaalin 10- ja 20 % liuokset puhdistivat rasvaa yhtä hyvin 98 prosenttisesti. Kemikaalin 5 prosenttisen käyttöliuoksen puhdistavuus oli 94 %.

Heti tehopesu kemikaalilla päästiin myös erinomaiseen rasvan puhdistavuuteen. 10 prosenttinen kemikaalin käyttöliuos puhdisti lounasravintolan rasvaa vihreästä harjaksesta 96 prosenttia, 5 prosenttisen käyttöliuoksen puhdistavuus oli 94 % ja 0,5 prosenttisen joks selvästi huonompi 68 %.

Teollisuuspesu puhdisti vihreää harjasta rasvasta parhaiten laimeimmalla käyttöliuoksella (76 %). Puhdistuvuus ei enää parantunut, kun liuosvahvuutta kasvatettiin. Kemikaalin 5 prosenttinen käyttöliuos puhdisti rasvaa 72 prosenttia ja 10 prosenttinen käyttöliuos enää 46 %. Teollisuuspesun kohdalla puhdistuvuustuloksen erosivat muista kemikaaleista ja hampurilaisravintolan rasvasta siinä, että paras puhdistuvuustulos saavutettiin laimeimmalla kemikaalin käyttöliuoksella. Muiden kemikaalien kohdalla rasvan puhdistuvuus paranee, kun kemikaalin liuosvahvuutta lisätään.

Pandion puhdisti rasvaa harjaksesta 71 %. Puhdistavuutta voidaan pitää hyvänä, jos kemikaalin puhdistavuutta verrataan esimerkiksi teollisuuspesun puhdistuvuustuloksiin.

Mekaaninen harjaksen puhdistaminen poisti rasvaa vihreän harjaksen pinnasta 9 prosenttia. Harjaksen mekaaninen puhdistaminen ja vesipesu puhdistivat harjasta paremmin ja rasvan puhdistuvuudeksi saatiin 37 %.

Tynex-harjas puhdistui yleisesti ottaen erinomaisesti. Rasvan puhdistuvuus oli parasta Sartek 2 kemikaalilla. Jo 5 prosenttisen kemikaalin käyttöliuoksen rasvan puhdistavuus harjaksesta oli 98 %. 10 % käyttöliuoksen puhdistavuus oli 98 % ja 20 % käyttöliuoksen 99 %. Erinomainen harjaksen puhdistuvuus saavutetaan testisarjan perusteella jo kemikaalin laimeimmalla käyttöliuoksella ja puhdistusliuoksen vahvuuden lisääminen ei tuo merkittävää parannusta rasvan puhdistavuuteen.

Heti tehopesu puhdisti tynex-harjaksen rasvasta parhaiten 10 % käyttöliuoksella (99 %). 5 prosenttisen kemikaalin puhdistusteho oli lähes yhtä hyvä (98 %). Laimeimman käyt-

töliuksen puhdistusteho oli 80,2 %. Tynex-harjaksen erinomainen puhdistuvuus saavutetaan Heti tehopesua käyttäen kemikaalin 5 prosenttisella käyttöliuoksella.

Teollisuuspesun 10 % käyttöliuos puhdisti tynex-harjakset lounasravintolan rasvasta 94 prosenttisesti. 5 % käyttöliuksen puhdistusteho oli hyvä ja harjaksen puhdistuvuuden arvoksi saatiin 87 %. 2 % käyttöliuos puhdisti harjaksen 78 prosenttisesti. Erinomaiseen harjaksen puhdistamiseen tarvitaan Teollisuuspesun 10 % käyttöliuosta.

Pandion-kemikaalin rasvan puhdistuskyky tynex-harjakselta oli testien mukaan 44 %. Tynex-harjas puhdistui kemikaalilla huonoiten muihin harjaksiin verrattuna. Kuitenkin mekaanisella puhdistuksella tynex-harjas puhdistui harjaksista parhaiten 27 prosenttisesti samoin kuin mekaanisella puhdistuksella ja pesulla 43 prosenttisesti.

Lounasravintolan rasva ei testisarjan perusteella jää kiinni harjaksien pintaan yhtä tiukasti kuin hampurilaisravintolan rasva. Tämä johtopäätös voidaan havaita Tynex-harjasten pääsääntöisesti hyvänä ja erinomaisena puhdistuvuutena. Harjaksen pintarakenteen vuoksi hampurilaisravintolan rasva tarttui kiinni tynex-harjaksen kaarevaan pintaan. Lounasravintolan rasvan kohdalla harjaksen pintarakenteella ei ollut testien mukaan niin suurta vaikutusta.

5.3 Harjasten puhdistuvuus yön yli kemikaaliliuotuksen avulla

Harjasten puhdistuvuutta tarkasteltiin projektissa myös yön yli kemikaaliliuotuksen avulla. Harjaksista liuotus testeihin otettiin mukaan valkoinen nailon harjas ja tynex-harjas. Harjasten puhdistuvuutta haluttiin tarkastella tällaisen testisarjan avulla siksi, että yön yli kemikaaliliuotus on käytetty menetelmä harjojen puhdistuksessa ilmanvaihtolaitosten puhdistusta tarjoavissa yrityksissä.

Yön yli kemikaaliliuotus testisarjaan otettiin mukaan kemikaaleista Teollisuuspesu (2 %), Sartek (5 %), Heti tehopesu ja vedessä liotus. Pandion-kemikaalille tehtiin yhden tunnin liuotus, koska kemikaalin käyttötiedoissa oli mainittu yhden tunnin liuotuksen riittävän puhdistavan vaikutuksen aikaan saamiseen.

Ainoastaan kemikaalien laimeimmat käyttöliuokset testattiin, koska aikaisemmin oli saatu jo hyvä kuva kemikaalien puhdistavuudesta lyhyemmällä ajalla ja laimeimpien kemikaalien puhdistavuus ennakoi hyvää puhdistavuutta pitemmällä liuotusajalla.

5.3.1 Hampurilaisravintolan rasvan puhdistuvuus harjaksista yön yli kemikaaliliuotuksella

Hampurilaisravintolan rasva puhdistui valkeasta harjaksista parhaiten 5 % Sartek 2 kemikaalilla yön yli liuotuksen avulla. Harjaksen puhdistuvuustulokseksi saatiin n. 100 %. 0,5 % Heti tehopesu puhdisti valkoisen harjaksen lähes yhtä hyvin (98 %) ja teollisuuspesun (2 %) puhdistavuus oli myös erinomainen (93 %).

Yhden tunnin liuotus Pandion kemikaalilla ei puhdistanut valkeaa nailon harjasta kovinkaan hyvin. Kemikaalin puhdistusteho oli 27 %. Näyttää siltä, Pandion kemikaali ei puhdistaa harjasta tarpeeksi hyvin, jotta sitä voitaisiin huoletta käyttää harjasten puhdistamiseen.

Rasva ei yön yli liuotustestin perusteella lähde irti harjaksista mekaanisen puhdistuksen ja vedessä liuotuksen avulla. Mekaanisen puhdistuksen ja vesipesun puhdistavuudeksi saatiin nailon harjakselle 3 %.

Tynex-harjas puhdistui myös erinomaisesti yön yli kemikaaliliuotuksen avulla. Paras rasvan puhdistaja oli Teollisuuspesu 1., joka poisti rasvan tynex-harjaksen pinnalta 95 prosenttisesti. Heti tehopesu poisti rasvaa harjaksen pinnalta 93 % ja Sartek 2 84 prosenttisesti.

Pandion puhdisti tynex-harjaksen rasvasta 10 prosenttisesti, mikä on suurin piirtein samaa luokkaa kuin puhdistuvuus mekaanisella puhdistuksella ja yön yli vedessä harjasta liuottamalla (puhdistuvuus 14 %).

Tynex-harjasten puhdistuvuus oli heikompaa kuin valkean nailon harjaksen. Syynä tähän voi olla se, että harjasten pintarakenne on erilainen ja rasva ei irtoa kemikaalikäsit-

telyllä sahalaitaisesta tynex-harjaksesta niin helposti kuin sileästä valkeasta nailonharjaksesta.

Testitulosten perusteella voidaan sanoa, että harjaksia voidaan puhdistaa hampurilaisravintolan rasvasta erinomaisesti yön yli (15 tuntia) kemikaaliliuotuksella. Lisäksi liotuksen avulla voidaan vähentää kemikaalien kokonaisaltistusta.

5.3.2 Lounasravintolan rasvan puhdistuvuus harjaksista yön yli kemikaaliliuotuksella

Lounasravintolan rasva puhdistui harjaksista yön yli liuotuksen aikana paremmin kuin hampurilaisravintolan rasva. Kemikaalien puhdistavuudet olivat pääsääntöisesti erinomaisia. Valkea nailon harjas puhdistui parhaiten Sartek 2 -kemikaalilla, jonka rasvan poistokyky oli testien mukaan 99,9 %. Rasvan poistokyky oli samaa luokkaa myös Teollisuuspesulla, jonka rasvanpoistotehokkuus oli 99,8 %. Heti tehopesukemikaalin rasvanpoistokyky oli 98,7 %.

Pandion poisti rasvaa valkeasta harjaksesta 39 %. Puhdistusteholtaan sama taso saavutettiin mekaanisella puhdistuksella ja harjaksen yön yli vedessä liuotuksella (34 %).

Tynex-harjas puhdistui parhaiten lounasravintolan rasvasta Sartek 2 kemikaalilla. Rasvan puhdistuvuudeksi saatiin 99 %. Tynex-harjaksen kohdalla muilla testisarjan puhdistuskemikaaleilla liuotuksen avulla ei päästy enää harjaksen hyvään puhdistuvuuteen. Teollisuuspesu puhdisti harjaksen rasvasta 75 % ja Heti tehopesu 70 %.

Pandion poisti rasvaa tynex-harjaksesta 49 %. Puhdistusteholtaan täsmälleen sama taso saavutettiin mekaanisella puhdistuksella ja harjaksen yön yli vedessä liuotuksella.

Lounasravintolan rasva saatiin poistettua testatuista harjaksista parhaiten Sartek 2 kemikaalilla. Muilla testatuilla puhdistuskemikaaleilla ei saavutettu erinomaista harjaksen puhdistuvuutta lounasravintolan rasvasta.

Yön yli liuotuksen (15 h) avulla voidaan harjaksia puhdistaa hampurilaisravintolan ja lounasravintolan tyyppisistä rasvoista parhaiten liuottamalla rasvakanavan puhdistus-harjaa Sartek 2 kemikaalissa yön yli ja pesemällä sitten kemikaali pois harjasten pinnalta vedellä. Kemikaalikustannuksissa säästetään, kun liuotuksessa voidaan käyttää laimeita käyttöliuoksia. Samalla puhdistuskemikaalien kemikaalialtistuminen vähenee, kun laimeimmista kemikaaleista ei haihdu niin suuria määriä kemikaaleja ilmaan.

5.4 Kaapimien puhdistuvuus hampurilaisravintolan rasvasta

Hampurilaisravintolan rasva irtosi kaapimien pinnalta parhaiten Sartek 2 kemikaalilla. Kaapimien puhdistuvuudet olivat kemikaalin 5 % käyttöliuoksella 99,2 %, 10 % käyttöliuoksella 99,0 % ja 20 % käyttöliuoksella 99,7 %. Laimeimman käyttöliuoksen puhdistava vaikutus on niin suuri, että vahvempia käyttöliuoksia ei testien mukaan tarvita hampurilaisravintolan rasvan puhdistamiseen kaapimista.

Teollisuuspesulla saatiin myös erinomaisia puhdistuvuustuloksia. Kemikaalin 10 % käyttöliuosta käyttämällä rasva irtosi kaapimien pinnalta 99,2 prosenttisesti. 5 % käyttöliuos puhdisti kaapimen 98,9 % ja 2 % käyttöliuos 51 %. Kaapimen erinomaiseen puhdistamiseen tarvitaan testien mukaan kemikaalin 5 % käyttöliuosta.

Heti tehopesu 10 % käyttöliuos puhdisti kaapimet 98 prosenttisesti hampurilaisravintolan rasvasta. 5 % käyttöliuoksen puhdistusteho oli 95 % ja 0,5 % 50 %. Heti tehopesua käytettäessä havaitaan samanlainen puhdistustehon aleneminen kuin Teollisuuspesua käytettäessä. Hyvin laimeilla käyttöliuoksilla ei saavuteta edes hyvää kaapimien puhdistuvuutta.

Pandion puhdisti kaapimen pinnan 6 prosenttisesti rasvasta. Mekaaninen kaapimien puhdistaminen poisti (14 %) kaapimien pinnasta enemmän rasvaa kuin Pandionilla pesu. Mekaaninen pesu ja vesipesu yhdessä paransivat rasvan irtoamista kaapimien pinnalta ja puhdistustehoksi saatiin 26 %.

5.5 Kaapimien puhdistuvuus lounasravintolan rasvasta

Lounasravintolan rasva irtosi kaapimien pinnalta parhaiten Sartek 2 kemikaalilla. Kaapimien puhdistuvuudet olivat kemikaalin 5 % käyttöliuoksella 99,2 %, 10 % käyttöliuoksella 99,6 % ja 20 % käyttöliuoksella 99,8 %. Laimeimman käyttöliuoksen puhdistava vaikutus on niin suuri, että vahvempia käyttöliuoksia ei testien mukaan tarvita lounasravintolan rasvan puhdistamiseen kaapimista.

Teollisuuspesulla saatiin hyviä ja erinomaisia puhdistuvuustuloksia. Kemikaalin 10 % käyttöliuosta käyttämällä rasva irtosi kaapimien pinnalta 99 prosenttisesti. 5 % käyttöliuos puhdisti kaapimen 87 % ja 2 % käyttöliuos 74 %. Kaapimen erinomaiseen puhdistamiseen tarvitaan testien mukaan kemikaalin 10 % käyttöliuosta.

Heti tehopesu 10 % käyttöliuos puhdisti kaapimet 99 prosenttisesti lounasravintolan rasvasta. 5 % käyttöliuoksen puhdistusteho oli 95 % ja 0,5 % 52 %. Heti tehopesua käytettäessä havaitaan samanlainen puhdistustehon aleneminen kuin Teollisuuspesua käytettäessä. Hyvin laimeilla (0,5 %) Heti Tehopesun käyttöliuoksilla ei saavuteta edes hyvää kaapimien puhdistuvuutta.

Pandion puhdisti kaapimen pinnan 62 prosenttisesti rasvasta. Mekaaninen kaapimien puhdistaminen 48 % ja mekaaninen pesu ja vesipesu yhdessä 58 %. Lounasravintolan rasva irtosi kaapimien pinnalta paremmin Pandion-pesulla kuin mekaanisella pesulla. Hampurilaisravintolan rasvalla puhdistusteho edellä mainituissa tapauksissa oli parempi mekaanisella puhdistamisella.

5.6 Nailonlevyjen puhdistuvuus ultraäänikäsittelyllä

Hampurilaisrasvalla liatut nailonlaatat eivät puhdistuneet kulkiessaan ultraäänianturin alitse edestakaisin 50 sekunnin ajan. Syynä on mm. se, että laatan pinnalle muodostunut ”vesipatja” jää melko ohueksi ja kavitaatio on silloin vähäisempää. Kun ultraäänikäsittelyä jatkettiin niin, että nailonlevyä pidettiin paikallaan anturin alla yhden minuutin ajan, puhdistumista tapahtui ympyränmuotoisen anturin ulkoreunan myötäisesti ja rasvaan tuli puolikkaan anturin muotoinen puhdistumisjälki. Kyseinen epäsymmetrisyys

johtunee siitä, että laatalle syötetty vesi ei muodostanut tasaista ”vesipatjaa” ultraäänilähttimen alapuolelle.

Lounasravintolan rasva puhdistui nailonlaatoista erittäin hyvin ultraäänikäsittelyllä.

5.7 Harjasten puhdistuvuus ultraäänikäsittelyllä

Lounasravintolan rasvalla liatut harjakset alkoivat puhdistua heti 10 sekunnin ultraäänikäsittelyn jälkeen. Kaikissa koeputkissa olevien rasvattujen harjasten rasva irtosi harjaksista nesteeseen. Puhdistumista tapahtui sekä vedellä että puhdistusaineliuksella täytetyissä putkissa silmämääräisesti havainnoiden yhtä paljon. Kun ultraäänikäsittelyä jatkettiin, puhdistuminen lisääntyi ja koeputken neste/rasvaseos muuttui maitomaiseksi.

Hampurilaisravintolan rasvalla liatut harjakset alkoivat puhdistua kaikista harjastyypeistä vasta 60 sekunnin ultraäänikäsittelyn jälkeen. Harjasten rasvatut pinnat eivät kuitenkaan puhdistuneet kokonaan. Vedellä täytetyissä putkissa olevista harjaksista irtosi rasvaa, vaikka ensin näytti siltä, ettei ultraäänikäsittely tehnyt niihin mitään vaikutusta. Vedellä käsiteltyä hampurilaisravintolan rasvalla rasvattua harjasta käsiteltiin vielä 90 sekunnin ajan ultraäänellä, jolloin hampurilaisravintolan rasva irtosi harjaksen pinnalta pois huomattavasti enemmän kuin vastaavasta harjaksesta puhdistusaineliuosta käyttämällä.

Kummassakaan ultraäänitestissä (levyt ja harjakset) ei ultraäänikäsittelyä jatkettu niin kauan, että kaikki rasva olisi lähtenyt näyttemateriaaleita. Testeillä haluttiin nähdä ultraäänikäsittelyn vaikutus vaikean rasvalian poistossa.

5.8 Kenttämittaukset

5.8.1 Harjasten puhdistuvuus

Keltaiset nailonharjakset (rasvahuuvalta lähtevän kanavan harjaus) puhdistuivat erinomaisesti (87-99 %) rasvasta (nestemäinen). Harjasten puhdistuvuuden keskiarvo oli 95

% . Harjakset puhdistettiin siten, että lavuaariin laitettiin ensin n. 10 l kuumaa vettä, 400ml Heti tehopesua (4 %-liuos) ja puhdistettava yhdistelmäharja ja kaavin. Harjaa liuotettiin lavuaarissa 15 min ajan, jonka jälkeen todettiin että rasva ei lähde harjaksista irti tarpeeksi hyvin. Ilmanvaihtolaitoksen puhdistaja lisäsi liuosvahvuutta siten, että kaatoi Heti Tehopesupurkista lisää kemikaalia altaaseen (15-20 %-liuos). Harja jätettiin altaaseen vielä 15 min. Tämän jälkeen harjaa ravistettiin altaassa (30 s) ja lopuksi pestiin vedellä.

Valkoiset nailonharjakset (harjakset otettu samasta harjasta kuin edellä mainitut keltaiset harjakset) puhdistuivat erinomaisesti (86,3-99,9 %) rasvasta. Harjasten puhdistuvuuden keskiarvo oli 93 %.

Keltaiset nailonharjakset (rasvahuuvalta lähtevän kanavan harjaus (2 krs)) puhdistuivat tyydyttävästi (26-97 %) kiinteästä rasvasta. Harjasten puhdistuvuuden keskiarvo oli 59 %. Harjakset puhdistettiin siten, että lavuaariin laitettiin ensin n. 10 l kuumaa vettä, 200 ml Heti tehopesua (10 %-liuos), n. 11 Meta TK 123-kemikaalia ja puhdistettava yhdistelmäharja. Puhdistusliuoksen pH oli 11,5. Harjaa liuotettiin lavuaarissa 20 min ajan, jonka jälkeen harjaa ravistettiin altaassa (30 s) ja lopuksi pestiin vedellä.

Valkoiset nailonharjakset (harjakset otettu samasta harjasta kuin edellä mainitut keltaiset harjakset) puhdistuivat hyvin (66-98 %) rasvaliasta. Harjasten puhdistuvuuden keskiarvo oli 86 %.

Kenttämittauksissa Heti Tehopesulla (5-10 % liuokset) saatiin aikaan yhtä hyviä puhdistuvuustuloksia kuin laboratoriokeissa (95-99 %). Puhdistuvuus ei ollut enää yhtä hyvä, kun Heti Tehopesun osuutta vähennettiin ja puhdistusliuokseen lisättiin Meta TK 123 -kemikaalia.

5.8.2 Kaapiminen puhdistuvuus

Kaapimien puhdistuvuutta rasvasta tarkasteltiin kenttämittausten aikana vain yhdestä kaapimesta tutkimuskohteessa 1, koska tutkimuskohteissa rasvakanavien puhdistamiseen käytettiin ainoastaan yhtä kaavinta mittausjakson aikana. Kaavin puhdistettiin ras-

vahuuvalta lähtevän kanavan harjauksessa käytetyn harjan kanssa samassa puhdistusliuoksessa. Kaavin puhdistui rasvasta erittäin hyvin (99,7 %).

Kenttämittauksissa Heti Tehopesulla (5-10 % liuokset) saatiin aikaan yhtä hyviä puhdistuvuustuloksia kuin laboratorionkokeissa (95,0-99,6 %).

5.8.3 Ihoaltistuminen määrittäminen

Käsien ihon altistumista käytettäville kemikaaleille havaittiin ainoastaan yhdestä kuvasta. Käsien ihon kemikaalialtistumisen syy oli se, että ilmanvaihtolaitoksen puhdistajan käyttämässä suojakäsineessä oli reikä. Ilmanvaihtolaitoksen puhdistaja ei tarkastanut suojakäsineiden kuntoa ennen kemikaalikäsittelyn alkamista.

Käsien ihon altistumisen arviointia vaikeutti ihon "luonnollinen" fluoresoiva väri UV-valossa. Tämän takia kämmenen alueen kemikaalin peittoaluetta ei voitu määrittää. On mahdollista, että pieniä kemikaalijäämiä ei havaittu ihon fluoresoivasta väristä johtuen. Menetelmä näyttääkin toimivan paremmin kemikaaliroiskeiden havainnointiin valkoisista puuvillaisista työvaatteista.

Kemikaaliroiskeita havaittiin tutkimuskohteessa 2 harhojen kemikaalipesun yhteydessä. Harjojen puhdistaminen tapahtui työvaiheen aikana lavuaarissa. Harjojen päälle sumutettiin puhdistuskemikaalia ja harjaa pyöritettiin altaassa samanaikaisesti. Puhdistettavan harjan halkaisija oli niin suuri, että siinä ollut kemikaali levisi työntekijän päällä olleeseen suojavaatteeseen.

5.8.4 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet olivat hengitysvyöhykkeeltä otetuissa 1,4-5,5 mg/m³ ja kiinteissä mittauspisteissä 0,02-7,2 mg/m³. Suurin kiinteän mittauspisteen TVOC-pitoisuus (7,2 mg/m³) mitattiin työvaiheessa, jossa ilmanvaihtolaitoksen puhdistaja puhdisti varppia pesuaineella (Ekosol) kostutetulla liinalla pyyhkimällä. Vastaavasta työvaiheesta otetun hengitysvyöhykkeen näytteen TVOC-pitoisuus oli 4,3 mg/m³. Hengitysvyöhykkeeltä mitattu suurin TVOC-pitoisuus (5,5 mg/m³) mi-

tattiin työvaiheesta, jossa ilmanvaihtolaitoksen puhdistaja puhdisti kemikaalilla ja harjaten (Ekosol) kananpaistogrillin huuvan peltiä. Edellä mainituissa TVOC-näytteissä suurin yksittäinen mitattu yhdiste oli Ekosol kemikaalissa hajusteena oleva terpeenidlimoneeni, jonka määrä TVOC-pitoisuudesta oli 82-86 %. Ekosol-kemikaali on biologisesti hajoava ja ei sisällä kemikaalitiedotteen mukaan myrkyllisiä tai haitalliseksi tunnettuja yhdisteitä (www-lähde 1).

Harjan ja varpin puhdistuksen aikaiset TVOC-pitoisuudet olivat pesun aikana 1,4 mg/m³, liotuksen aikana 2,0 mg/m³ ja 2,4 mg/m³ pesun jälkeen. Mittausten perusteella voidaan todeta, että pesuaineesta vapautuu pesun aikana yhdisteitä puhdistustilaan (helli) ja pesun jälkeen pitoisuudet kasvavat (tiettyyn rajaan asti), jos puhdistuskemikaaliliuosta ei hävitetä heti pesun jälkeen. Käyttöturvallisuustiedotteen mukaisia haitalliseksi tunnettuja yhdisteitä (natriummetasilikaatti ja 2-aminoetanol) ei harjan ja varpin puhdistuksen aikana mitatuista näytteistä löytynyt.

5.8.5 Kemikaalivaaroilta suojautuminen

Ilmanvaihtolaitosten puhdistamiseen käytettävien työvälineiden puhdistuksen aikana ilmanvaihtolaitosten puhdistajat käyttivät suojakäsineitä tutkimuskohteessa 1. Ilmanvaihtolaitosten puhdistajat eivät todenneet suojakäsineiden kuntoa ennen kemikaalien käyttöä. Kuvassa 32. on esitetty ilmanvaihtolaitosten puhdistajan käyttämä suojakäsine varpin ja harjan kemikaalipesun aikana Iholle kemikaalista tapahtuva kemikaalialtistuminen on suuri, jos suojakäsineitä ei vaihdeta heti uuteen ja käsiä pestä heti.



Kuva 32. Rikkonaiset suojakäsineet eivät suojaa työntekijää kemikaalien vaaroilta.

Tutkimuskohteessa 2 ilmanvaihtolaitosten puhdistaja käytti työvälineiden puhdistuksen aikana ehjiä suojakäsineitä. Ilmanvaihtolaitosten puhdistaja tiesi myös kemikaalille altistavimmista työvaiheista ja oli tietoinen, miten kemikaaleilta suojaudutaan.

Tutkimuskohteessa 2 työntekijöiden suojautuminen työssä syntyville epäpuhtauksille oli otettu hyvin huomioon. Ilmanvaihtolaitosten puhdistajille oli varattu mm. kertakäyttöisiä hengityksen suojaimia, puolinaamareita ja raitisilmanaamareita, erilaisia suojakäsineitä ja kuulon suojaimia.

5.8.6 Kemikaalien säilytys, varastointi ja hävitys

Ilmanvaihtolaitosten puhdistukseen käytettäviä kemikaaleja säilytettiin ja varastointiin tutkimuskohteessa 1 pääasiassa hallin reunassa olevassa hyllykössä (kuva 33.). Erillistä kemikaalivarastoa kemikaalien säilytykseen ei ollut.

Kemikaalien oikea hävittäminen ei ole mahdollista, jos kaikista käytettävistä kemikaaleista ei ole käyttöturvallisuustiedotteita. Tutkimuskohteessa kemikaalien käyttöturvallisuustiedotteisiin oli viitattu internet-osoitteella. On ensiarvoisen tärkeää, että käyttöturvallisuustiedotteet löytyvät paperiversioina työpaikalta ja työntekijät tietävät mistä ne löytyvät tarvittaessa nopeastikin.

Ilmanvaihtolaitoksen puhdistuksessa käytettävät kemikaalilaimennokset hävitettiin yrityksessä laskemalla kemikaalilaimennos viemäriin.



Kuva 33. Avonainen hylly kahvihuoneen vieressä ei ole oikea paikka kemikaalien säilytykseen.

Ilmanvaihtolaitosten puhdistukseen käytettäviä kemikaaleja säilytettiin ja varastointiin tutkimuskohteessa 2 erillisessä huoneessa, jossa oli myös lavuaari kemikaalijätteiden hävittämiseen viemäriverkon kautta. Kemikaalit oli sijoitettu tilaan hyllylle ja lattialle. Erillistä kemikaalivarastoa kemikaalien säilytykseen ei tutkimuskohteessa ollut.

Ilmanvaihtolaitosten puhdistamiseen käytettävistä kemikaaleista oli käyttöturvallisuustiedotteet olemassa erillisessä mapissa. Kemikaalit hävitetään yrityksessä johtamalla kemikaalijäte laimennettuna viemäriverkkoon.

6 YHTEENVETO

Tutkimuksessa tuotettiin ohjeistusta ilmanvaihtolaitosten puhdistuksessa käytettävien työvälineiden puhdistamiseen sekä liuotin-, pesu- ja desinfiointiaineiden turvalliseen käyttöön. Tutkimuksessa havaittiin, että työvälineitä voidaan puhdistaa rasvaliasta erittäin hyvin, kun käytetään rasvalian puhdistamiseen oikeanlaisia puhdistustapoja ja kemikaaleja. Tutkimuksessa havaittiin myös se, että harjaksen pintarakenteella on keskeinen vaikutus harjaksien puhdistuvuuteen.

Rasvakanavien puhdistamiseen tulisi käyttää sellaisia puhdistusharjoja, joiden harjakset ovat sileitä. Jos harjaksissa on mutkia (esimerkiksi tynex-harjakset) tai harjakset ovat kuluneet, rosoiset tai kaksikärkiset, rasvan puhdistaminen työvälineistä vaikeutuu. Varsinkin lähes kiinteä rasva jää kiinni näihin työvälineiden uurteisiin. Juoksevamman rasvan (lounasravintolan rasva) puhdistuvuus oli tutkimuksen mukaan samaa luokkaa uurteisessa harjaksessa (tynex).

Rasvalika voidaan puhdistaa parhaiten kaikista tutkittavista harjaksista ja kaapimista käyttämällä tutkimuksessa olleista kemikaaleista Heti Tehopesun 5 % puhdistusliuosta. Sileiden harjasten ja kaapimien puhdistamiseen voidaan käyttää myös Sartek 2 20 % kemikaalia. Rasvan puhdistaminen harjaksista ja kaapimista voidaan toteuttaa esimerkiksi siten, että työvälineet esipuhdistetaan rasvasta pyyhkimällä ensin rasva niistä rät-

tiin. Tämän jälkeen työvälineitä liotetaan puhdistusaineliuoksessa 1-15 h (yön yli) rasvalian määrästä riippuen. Liotuksen jälkeen työvälinettä ravistellaan kemikaaliliuoksessa ja huuhdellaan vedellä. Työvälineet voidaan tämän jälkeen jättää kuivamaan esimerkiksi pahvin päälle tai kuivata kuivausrätillä. Työvälineiden puhdistamiseen käytettävät liuottimet hävitetään kemikaalien käyttöturvallisuustiedotteiden mukaan tai paikallisen viranomaisen ohjeiden mukaan. Biologisesti hajoavien kemikaalien käytön etuna onkin se, että kemikaalijäämät voidaan hävittää viemäriverkon kautta, kun kemikaali on ensin laimennettu. Ei biologisesti hajoavia kemikaaleja käytettäessä kemikaalijäte olisi kerättävä talteen ja hävitettävä ongelmajätteenä (paikallisen viranomaisen ohjeiden mukaan).

Rasvan puhdistumista harjaksista voidaan tehostaa ultraäänellä, jolloin harjas saadaan puhtaaksi jo miedoilla (heikosti emäksisillä ja liuotinvapailta) puhdistusaineilla. Ultraäänien tehoa lisäämällä saadaan puhdistumista aikaan harjaksissa myös pelkällä vedellä, mutta puhdistusaineliuos nopeuttaa rasvan irtoamista.

Työvälineiden puhdistamisen aikana on kiinnitettävä huomiota siihen, että suojaudutaan kemikaalilta. Kemikaalia käsiteltäessä on käytettävä suojakäsineitä, jotka soveltuvat kemikaalin käsittelyyn ja suojakäsineiden eheys on tarkastettava ennen kemikaalin käsittelyä esimerkiksi venyttämällä suojakäsineitä.

Työvälineiden puhdistamiseen tulisi myös varata oma tila, joka olisi ilmastoitu (huuva lavuaarin yläpuolella), tällöin kemikaalille ja sen sumulle ei altistuttaisi tai altistuminen olisi vähäisempää. Työvälineiden puhdistamiseen tarvittavat kemikaalit voitaisiin myös tehdä huuvan alla, niin kemikaalien haitalliset yhdisteet eivät leviäisi koko työtilaan.

Roiskeilta voidaan suojautua parhaiten siten, että käytetään työvälineiden pesun ja kemikaalien käsittelyn aikana roiskeilta suojaavia työvaatteita. Kemikaalisuojapuku suojaa esimerkiksi ihon kautta vaikuttavilta terveydelle haitallisilta kemikaaleilta.

Ilmanvaihtolaitosten puhdistamiseen käytettävät kemikaalit tulisi säilyttää ja varastoida erilliseen kuivaan ja lämpimään paikkaan esimerkiksi työvälineiden puhdistuspaikan läheisyyteen. Kemikaalit tulisi säilyttää ainoastaan niissä pakkauksissa missä kemikaalit on toimitettu, tällöin tiedetään varmasti mistä kemikaalista on kulloinkin kyse. Jos kemikaaleja käytetään puhdistuksen yhteydessä puhdistuskohteessa, kemikaalit olisi lisäk-

si merkittävä puhdistusalan yrityksen tarralla, johon on kirjoitettu puhdistusalan yritys ja yrityksen yhteystiedot.

7 LÄHTEET

Asikainen, V. & Pasanen, P. 2002a. Öljynäytteiden analysointi infrapunaspektrofotometrisellä (IR) menetelmällä. Liite 4: Ilmanvaihtotuotteiden puhtaustestausohjeessa (versio 2.0) 8 sivua.

Asikainen, V. & Pasanen, P. 2002b. Pintojen voiteluainejäämien näytteenotto suodatimeyksellä. Liite 3: Ilmanvaihtotuotteiden puhtaustestausohjeessa (versio 2.0) 6 sivua.

Fain BioPower 100 käyttöturvallisuustiedote. 2003. Oy Fainted Ltd, Salo.

Heti Tehopesu käyttöturvallisuustiedote. 2002. Berner osakeyhtiö, Facotek-osasto. Helsinki.

Kauppa- ja teollisuusministeriön asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista (59/1999). Helsinki.

Kemikaalilaki (744/1989). Sosiaali- ja terveysministeriö. Helsinki.

Kemikaalien aiheuttamien riskien vähentämishjelma. Kemikaalineuvottelukunta. Chemas Oy, Helsinki 1994.

Kolari, S., Jumpponen, M., Hyvärinen, M., Luoma, M., Merikoski, R., & Pasanen, P. 2004. Ilmanvaihtolaitosten epäpuhtaudet ja niille altistuminen puhdistustyössä. Kuopion yliopiston ympäristötieteiden monistesarja 4/2004. Kuopio. 72 s. + liitteet 28s.

Kuopion yliopisto. Ympäristöiden laitos, Sisäilma- ja työhygienian laboratorio. Menetelmäohje: Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden määrittäminen ilmanäytteestä. STL.29, versio 3.

Nikunen, E. 1989. Kemikalisoitumisen ympäristövaikutukset. Toimittanut Nikari, A. Ympäristöalan ammattijärjestö YAJ Ry. Helsinki.

Pandion käyttöturvallisuustiedote. 1999. Oy Biosal Ltd, Jyväskylä.

Pääkkönen, R. ja Rantanen, S. 2003. Työympäristön kemiallisten ja fysikaalisten riskien arviointi ja hallinta. Työterveyslaitoksen julkaisu. Kirjapaino Oma Oy. Jyväskylä.

Rantanen, S. 2003. Työsuojelun perusteet. 6. Työpaikan työhygieniset tekijät. Työterveyslaitos, Helsinki s. 112-135.

Riikonen, E., Kämäräinen, M., Lappalainen, J., Oksa, P., Pääkkönen, R., Rantanen, S., Saarela, K.L. ja Sillanpää, J. 2003. Työsuojelun perusteet. Työterveyslaitoksen julkaisu. Kirjapaino Oy. Vammala.

Sartek 2 käyttöturvallisuustiedote. 2003. Kiiltoclean Oy. Tampere

Suontamo, T., Alén, R., Roiko-Jokela, V., Salo, H. & Järvinen E. 2003. Puhdistusaineiden kemiallisen pesutehon testauskäytännön kehittäminen. Sisäilmastoseminaari 2003, SIY raportti 19. s. 321- 326.

Teollisuuspesu 1 käyttöturvallisuustiedote. 2001. A. Seppälä. Total Quality Oy. Helsinki.

Vaaralliset kemikaalit. 2003. Sosiaali- ja terveysministeriö, työsuojeluosasto. Tampere 2003.

Valtioneuvoston asetus kemikaaliasetuksen muuttamisesta. 555/2001. Helsinki.

Vanne, A. 2001. Torjunta-aineen ihokontaminaation arviointi floresenssimerkkiaineen avulla. Pro gradu –tutkielma. Luonnontieteiden ja ympäristötieteiden tiedekunta, Sovelletun fysiikan laitos. 51 s.

www-lähde 1. http://ekochem.pl/supplies/ekosol_d.htm (23.2.2005)

www-lähde 2. <http://www.jtbaker.com/msds/englishhtml/T5291.htm> (11.3.2005)