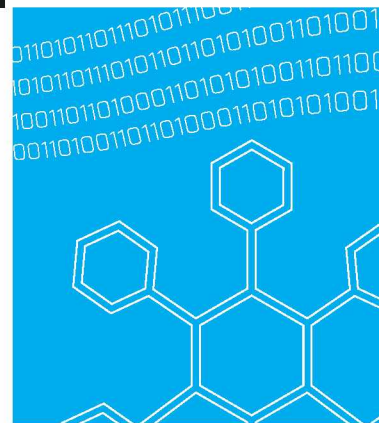




Kaupan alan työntekijän altistumisriski tuontitavaroista haihtuville kemikaaleille

Marja Pitkänen | Tuula Kajolinna | Ville Hinkka |
Anneli Kangas |



Kaupan alan työntekijän altistumisriski tuonti- tavaroista haihtuville kemikaaleille

Marja Pitkänen, Tuula Kajolinna & Ville Hinkka

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy

Anneli Kangas

Työterveyslaitos



ISBN 978-951-38-8582-3 (nid.)
ISBN 978-951-38-8581-6 (URL: <http://www.vtt.fi/julkaisut>)

VTT Technology 310

ISSN-L 2242-1211
ISSN 2242-1211 (Painettu)
ISSN 2242-122X (Verkkójulkaisu)
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-38-8581-6>

Copyright © VTT 2017

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy
PL 1000 (Tekniikantie 4 A, Espoo)
02044 VTT
Puh. 020 722 111, faksi 020 722 7001

Teknologiska forskningscentralen VTT Ab
PB 1000 (Teknikvägen 4 A, Esbo)
FI-02044 VTT
Tfn +358 20 722 111, telefax +358 20 722 7001

VTT Technical Research Centre of Finland Ltd
P.O. Box 1000 (Tekniikantie 4 A, Espoo)
FI-02044 VTT, Finland
Tel. +358 20 722 111, fax +358 20 722 7001

Alkusanat

Tässä raportissa kuvataan hankkeen ”Kaupan alan työntekijän altistumisriski tuontitavaroista haihtuville kemikaaleille” tuloksia. Hankkeen rahoittivat Työsuojelurahasto ja Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, Kaupan liitto ry, Inex Partners Oy, Keslog Oy, Lidl Suomi Ky ja Palvelualojen ammattiliitto PAM ry. Tutkimuksessa hyödynnettiin Gasmets Europe Oy:n ja Gasera Oy:n uusinta teknologiaa edustavia mittalaitteita. Tutkimuskohteen ilmatilaa mitattiin myös Environics Oy:n mittalaitteella. Helsingin Satama Oy, Satamaoperaattorit ry ja Tulli toivat projektiin uusinta tilastotietoa Suomeen saapuvista tavaravirroista. Projektin toteutti Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, ja sen kesto oli 1.1.2016–30.10.2017.

Projektin johtoryhmään kuuluivat:

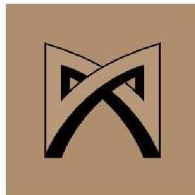
Terhi Kuljukka-Rabb, Kaupan liitto ry
Erika Kähärä, Palvelualojen ammattiliitto PAM
Anne-Marie Kurka, Työsuojelurahasto
Juha Teivaala, Inex Partners Oy
Kati Kilpeläinen, Keslog Oy
Anssi Ihatsu, Lidl Suomi Ky
Jari Koskela, Tulli
Tero Hinttaniemi, Helsingin Satama Oy
Markku Hakala, Satamaoperaattorit ry
Antti Heikkilä ja Kristian Hentelä, Gasmets Europe Oy
Jaakko Lehtinen, Gasera Oy
Kristian Salminen, VTT
Marja Pitkänen, VTT

Johtoryhmän työskentelyä olivat seuraamassa seuraavat edustajat: Anne Suominen, Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskus Brahea ja Jyrki Vähätalo, Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi.

Projektin kokeelliset jaksot, joissa tutkittiin kuljetuskonttien ilmatilan laatua ja lastista haihtuvia yhdisteitä, toteutettiin pääkaupunkiseudulla touko-kesäkuussa 2016 käyttötavaroiden logistiikkakeskuksessa ja osa tavarataloissa, sekä loka-marraskuussa 2016 ja maaliskuussa 2017 samassa logistiikkakeskuksessa. Työntekijöi-

den altistumista tutkittiin konttien purkamisen ja tutkittavien tavaraerien käsittelyn aikana myös hengitysvyöhykkeeltä tehtävillä mittauksilla, jotka toteutti Työterveyslaitos (TTL). Tutkimuksen tekijät haluavat kiittää mittauskohteen tarjonnutta yhteistyökumppanina ollutta yritystä mahdollisuudesta tehdä tutkimukset sen toimitusketjussa sekä sen henkilökuntaa kaikesta avusta, jota saimme mittausten aikana. Kiitämme johtoryhmää aktiivisesta osallistumisesta projektityöhön.

Espoo 18.10.2017
Kirjoittajat



Työsuojelurahasto
Arbetarskyddsfonden
The Finnish Work Environment Fund

Sisältö

Alkusanat.....	3
1. Johdanto	7
2. Tavoite.....	8
3. Rajaukset.....	9
4. Yleistä konteissa esiintyvistä kaasuista ja niihin liittyvän riskin tarkastelusta.....	10
5. Tuontitavaroiden liikkuminen Suomessa	16
5.1 Yleistä konteista	16
5.2 Konttien käyttö kaupan alan tuonnissa.....	17
5.3 Kaupan alan konttien liikkuminen Suomessa	18
5.4 Kontin Suomeen saattamisen edellyttämät vaiheet	25
6. Konttien ilmatilassa esiintyneiden pitoisuuksien määrittäminen.....	27
6.1 Mittausmenetelmät	27
6.2 Kohteen kuvaus.....	29
6.3 Rajaukset.....	32
6.4 Tulokset	32
6.4.1 Kontti 1. Miesten ja naisten rantasandaaleja	34
6.4.2 Kontti 2. Lasten alusvaatteita.....	37
6.4.3 Kontti 3. Lasten vesipyssyjä	38
6.4.4 Kontti 4. Naisten hihattomia paitoja.....	39
6.4.5 Kontti 5. Teräskattiloita.....	39
6.4.6 Kontti 6. Liinavaatteita	40
6.4.7 Kontti 7. Vauvojen pehmoleluja ja helistimiä.....	41
6.4.8 Kontti 8. Sekalaista tavaraa.....	42
6.4.9 Kontti 9. Kenkiä ja pääsiäiskoristeita.....	42
6.4.10 Kontti 10. Sandaaleja.....	43
6.4.11 Kontti 11. Lasten vaatteita	44
6.4.12 Kontti 12. Makuupusseja	44
6.4.13 Kontti 13. Pöytätuulettimia.....	45
6.4.14 Kontti 14. Nokkakärryjä ja kottikärryjen rengassettejä.....	46

6.4.15 Havaintoja tutkimukseen valittujen konttien ulkopuolelta.....	47
6.5 Tulosten tarkastelu	47
6.6 Johtopäätökset pitoisuusmittauksista.....	55
6.7 Yhteenveto pitoisuusmittauksista.....	56
7. Altistumisriskien arviointi logistiikkaketjun eri osissa.....	58
7.1 Olosuhteet ja menetelmät	58
7.2 Vertailuarvot.....	59
7.3 Altistusmittaustulokset	60
7.3.1 Konttien tyhjennys keskusvarastossa.....	60
7.3.2 Logistiikkaketjun työvaiheet seurattujen konttien osalta	62
7.4 Yhteenveto altistusmittauksista	65
8. Yhteenveto ja johtopäätökset	66
Lähdeviitteet	69

Liitteet

Liite A. Konttikohtaiset pitoisuusmittaustulokset

Tiivistelmä

Abstract

1. Johdanto

Kuljetuskonttien sisältämiä kaasumaisia yhdisteitä, konttikaasuja, on tutkittu eri puolilla maailmaa. Konttien kaasufaasien on todettu sisältävän tuholaisien ja hyönteisten torjunnassa käytettyjä torjunta- ja desinfiointiaineita, ns. kaasutusaineita, mutta myös lastista haihtuvia teollisuuskaasuja. Nykyisin konttien kaasupitoisuuksia mitataan Suomessa useissa terminaaleissa konttien purun yhteydessä, mutta monitoroinnille ei ole vielä olemassa harmonisoitua tapaa. Kontin purkamisen jälkeen kaasupitoisuuksia ei tällä hetkellä seurata logistiikkaketjussa.

Logistiikkaketjussa kuljetuskontteja ja tavarayksiköitä (laatikot, pussit, jne.) käsittelee Suomessa tuhansia henkilöitä eri rooleissa; lastin purkajat, varastotyöntekijät, tullitarkastajat, kuljetusliikkeiden edustajat ja vähittäiskaupan työntekijät. Kaupan alan työntekijät voivatkin altistua kaasutusaineille ja tuontitavaroista haihtuville kemikaaleille kuljetuskonttien lastin purun yhteydessä, varastokäsittelyn aikana, kuorma-autoon lastauksen aikana ja kaupassa pakkausten avauksen yhteydessä. Määrällisesti työntekijöitä on eniten lastien purkamis- ja varastointitoiminnoissa, jolloin työskentelypaikka on tyypillisesti jakelukeskusten terminaaleissa. Terminaaleista tavarat kuljetetaan mahdollisimman nopeasti vähittäiskauppoihin, jolloin tavaralaatikkoja purkavat työntekijät voivat myös altistua.

Kuljetuskonttien sisältämiä kaasutusaineita ja lastista haihtuvia yhdisteitä ja niiden esiintyvyyttä tutkittiin vuosina 2014–2015 toteutetussa Työsuojelurahaston ja VTT:n rahoittamassa projektissa ”Työturvallisuutta vaarantavien kaasujen riskienhallintakeinojen tunnistaminen tavarankuljetuskonteissa” (Kajolinna ym. 2016a). Tutkimuksessa tarkasteltiin kansainvälisissä julkaisuissa raportoituja merikuljetuskonttien kaasupitoisuuksia ja havaittiin 17 ainetta, joiden määrä kontin ilmatilassa ylitti kriteerinä käytetyn työhygieenisen raja-arvon. Tutkimusta jatkettiin sosiaali- ja terveysministeriön osarahoittamassa ja Turun yliopiston Brahea-keskuksen Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksen hallinnoimassa KONKARI¹-hankkeessa (www.konttikaasu.fi). Havaituista yhdisteistä osa oli torjunta- ja/tai desinfiointiaineita, osa erilaisia teollisuuskemikaaleja. Tässä julkaisussa esitely projekti on jatkoa edellä mainituille projekteille.

¹ Kansallinen toimintamalli ja työturvallisuusohjeistus tavarankuljetuskonttien sekä maantuntuvarastoinnin kaasuriskeihin varautumiseen

2. Tavoite

Tämän tutkimuksen tavoitteena on arvioida kaupan alan työntekijöiden altistumisriskiä tuontitavaroista haihtuville kemikaaleille ja tunnistaa ne logistiikkaketjun vaiheet, joissa henkilöiden riski altistua on suuri. Projektin tutkimuksellinen tavoite on ymmärtää paremmin henkilöstön ja ympäristön kannalta oleellimmat riskit liittyen eri tavararyhmien kuljetusyksiköissä esiintyviin kaasuihin. Projektissa tuotettiin uutta tietoa kaupan alan työntekijöiden altistuksesta ja altistuksen aiheuttajista konttiliikenteessä Suomessa. Kun ymmärretään enemmän altistusta aiheuttavista kemikaaleista ja niiden käyttäytymisestä logistiikkaketjun eri vaiheissa, voidaan niiltä suojautua.

Tavoitteen saavuttamiseksi projektissa mitattiin ennalta valittujen kuljetuskonttien ja tavarayksiköiden ilmatilassa esiintyviä haihtuvia yhdisteitä. Tapauksissa, joissa havaittiin korkeita pitoisuuksia, seurattiin yksittäisten tavarayksiköiden matkaa läpi kuljetusketjun ja mitattiin kaasupitoisuudet kuljetusketjun eri vaiheissa. Mittausten tavoitteena on suuntaa-antavasti määrittää Suomeen saapuvien kuljetuskonttien sisältämien tavarayksiköiden kaasupitoisuuksia eri tavararyhmissä.

3. Rajaukset

Tässä tutkimuksessa on keskitytty laivalla saapuneissa kuljetuskonteissa esiintyviin aineisiin, niiden pitoisuuksiin ja niiden mahdollisesti aiheuttamiin altistuksiin kaupan alan logistiikkaketjussa. Kuorma-autolla tai junalla saapuvien konttien tarkastelu ei sisällynyt tutkimukseen. Raportissa on esitetty tässä tutkimuksessa mitatut pitoisuus- ja altistustulokset, muita tietoja, esimerkiksi työntekijöiden mahdollisista altistustapauksista, ei ole koottu.

Mittausten kohteena olleet tavarakontit valittiin etukäteen lastitietojen perusteella, yrittäen saada tutkimuskohteeksi sellaisia kontteja, joissa saattaisi olla mitattavia pitoisuuksia haitallisia aineita. Tutkittuja kontteja ei ollut lastikirjan tai muun ilmoituksen, esim. kontin seinään kiinnitetyn varoituksen, mukaan käsitelty kaasutusaineilla.

4. Yleistä konteissa esiintyvistä kaasuista ja niihin liittyvän riskin tarkastelusta

Työturvallisuuslain mukaisesti (Työturvallisuuslaki 738/2002) työpaikoilla on järjestelmällisesti selvitettävä työntekijöiden turvallisuudelle ja terveydelle aiheutuvat vaarat ja merkitys työntekijöiden terveydelle ja turvallisuudelle on arvioitava, jos niitä ei suoraan voida poistaa. Kemialliset tekijät mainitaan erikseen. Niiden osalta on myös huomioitava kansalliset asetukset, jotka edellyttävät mm. altistumisen tason, tyypin ja keston sekä ilman epäpuhtauksien raja-arvojen huomioimista arvioitaessa työssä esiintyvien kemiallisten tekijöiden riskejä (valtionneuvoston asetus 715/2001). Suomessa Sosiaali- ja terveysministeriö on vahvistanut osalle kemikaaleista haitallisiksi tunnetut pitoisuudet eli HTP-arvot (STM 2016). Ne ovat sosiaali- ja terveysministeriön arvioita hengitysilman pienimmistä pitoisuuksista, jotka voivat aiheuttaa haittaa tai vaaraa työntekijöiden turvallisuudelle tai terveydelle. HTP-arvot on huomioitava työilman puhtauden ja työntekijöiden työperäisen kemikaalialtistumisen arvioinnissa. HTP-arvoja on annettu 8 tunnin keskipitoisuuksina ja/tai 15 minuutin lyhytaikaista altistumista kuvaavina pitoisuuksina.

Eri maiden viranomaiset soveltavat työhygieniaan ja akuutin kemikaalipäästön aiheuttaman väestön terveysriskin arviointiin hieman eri tavoin määriteltyjä raja-arvoja. Näitä ovat mm. USA:ssa sovellettavat TLV (threshold limit value), TWA (time weighted average) ja STEL (short-term exposure limit) -arvot, Alankomaissa käytetty MAC (maximum allowable concentration) -arvot ja Saksassa MAK (Maximale Arbeitsplatz-Konzentration) -arvot (tarkemmin ks. Pitkänen ym. 2015). Kemikaalin aiheuttaman vaaran vakavuus, kemikaalin akuutti ja/tai krooninen myrkyllisyys, on siis tiedossa. Riskin suuruuden määrittämiseksi oleellista on kemikaalin vaaraominaisuuksien lisäksi altistumisen määrä ja todennäköisyys, joiden suuruuden selvittäminen voi vaatia mittauksia.

Yleisimmät kansainvälisessä kaupassa käytettävät kaasutusaineet ovat erittäin myrkyllisiä (Wagstaffe ym. 2012), osa niistä vaikuttaa keskushermostoon, kuten etyleenidikloridi, fosfiini, metyylibromidi ja sulfurylidifluoridi, ja/tai aiheuttaa hengitysoireita (Baur ym. 2010, New Zealand Customs Services 2012), osa niistä on luokiteltu syöpävaaralliseksi, mutageenisiksi ja genotoksisiksi (Suidman ym. 2010, Preisser ym. 2011, Preisser ym. 2012, TTL 2012a).

Kuljetuskonttien sisältämiä kaasumaisia yhdisteitä, konttikaasuja, on tutkittu eri puolilla maailmaa. Konttien kaasufaasien on todettu sisältävän tuholaisen ja hyönteisten torjunnassa käytettyjä torjunta- ja desinfiointiaineita, ns. kaasutusaineita, mutta myös lastista haihtuvia teollisuuskaasuja, kuten ihmisille haitallista bentseeniä, tolueneja ja formaldehydiä, pitoisuuksissa, jotka voivat ylittää ko. aineiden työhygieeniset raja-arvot (Svedberg & Johanson 2017, New Zealand Customs Services 2012, Wagestaffe ym. 2012, Mück & Stock 2012, Baur ym. 2010, Frost 2010, Kanerva 2010, Luyts 2010, de Groot 2007, Baur ym. 2006). Kuljetuskonteissa ja/tai kuljetettavissa tuotteissa esiintyvien kemikaalien lähde on usein tuntematon. Ne voivat olla peräisin kontin desinfioinnissa käytetystä kaasutusaineesta, jäämiä kontin puhdistuksesta tai kuljetettavista tuotteista ollen peräisin niiden raaka-aineista tai valmistusprosessista (Budnik ym. 2017).

Suomessa kuljetuskonttien sisältämiä kaasutusaineita ja lastista haihtuvia yhdisteitä ovat tutkineet mm. Kanerva (2010) ja Häkkinen & Posti (2013). Turun yliopiston selvityksen mukaan peräti 70 % konteista sisältää joko ainakin yhtä desinfiointikaasua tai muita teollisuuskemikaalia yli haitalliseksi tunnettujen pitoisuuksien (Häkkinen & Posti 2013). Myös Pedersen ym. (2014) ovat arvioineet vaarallisia, mahdollisesti terveyttä vaarantavia kemikaaleja sisältävien konttien määrän suureksi (5-50 %). Artikkelissaan Heikkilä (viitattu 4.10.2017) viittaa Alankomaissa ja Saksassa tehtyihin tutkimuksiin, joissa haitallisia pitoisuuksia sisältävien konttien määräksi arvioitiin noin 20 %. Kuljetuskonttien sisältämiä kaasutusaineita ja lastista haihtuvia aineita ja niiden esiintyvyyttä on selvitetty myös vuosina 2014 - 2015 toteutetussa Työsuojelurahaston ja VTT:n rahoittamassa projektissa "Työturvallisuutta vaarantavien kaasujen riskienhallintakeinojen tunnistaminen tavarankuljetuskonteissa" (Kajolinna ym. 2016a, Pitkänen ym. 2015, Kajolinna & Roine 2015, Kajolinna & Pellikka 2015).

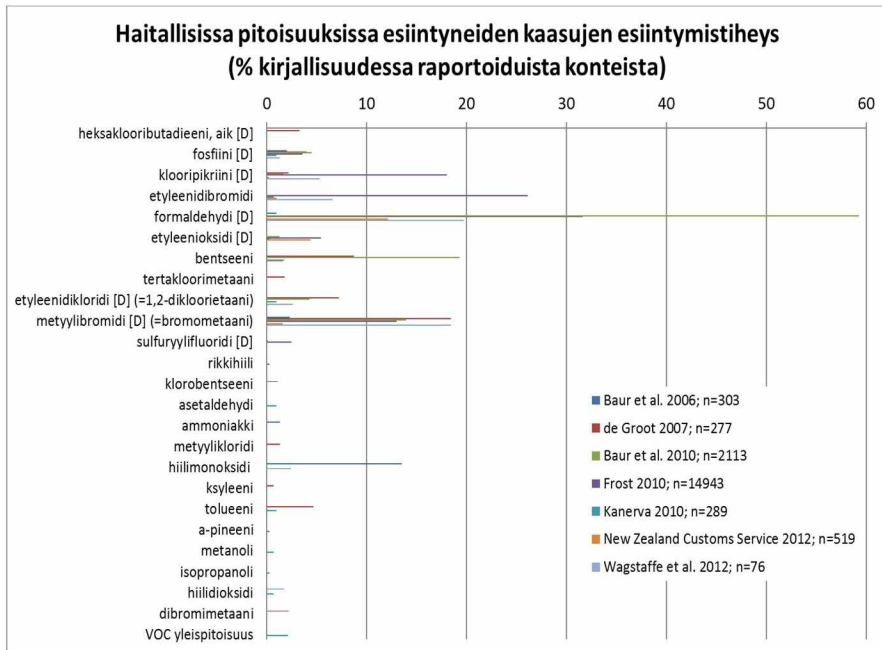
Sosiaali- ja terveysministeriön osarahoittamassa ja Turun yliopiston Braheakeskuksen Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksen hallinnoimassa "KONKARI"-projektissa mitattiin logistiikkakeskuksen tavaroiden vastaanotossa suljetuista kuljetuskonteista torjunta-aineena käytetyn metyylibromidin, formaldehydin ja muiden lastista haihtuvien kemikaalien ja arvioitiin työntekijöiden altistumista konttien tyhjentämisen aikana työntekijöiden hengitysvyöhykkeeltä kerätyistä näytteistä (Kangas & Liukkonen 2016). Tutkitut kontit (5 kpl) sisälsivät kenkiä, vaatteita ja toimistokalusteita. Yhdessä tutkituista konteista oli merkintä metyylibromidikäsittelystä. Torjunta-aineena käytettävää, EU:ssa kiellettyä metyylibromidia ei konteista havaittu. Tutkimuksessa suurimmat haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet (VOC) havaittiin suljetuissa kenkiä sisältäneissä konteissa, joista kahdessa liuottimien laskennallinen yhteisvaikutus ylitti HTP_{8h} -arvot. Yksittäisistä yhdisteistä toluenin pitoisuus ylitti sille asetetun HTP_{8h} -arvon ja oli n. 30 % sen HTP_{15min} -arvosta. Suurin formaldehydipitoisuus (26 % HTP_{8h} -arvosta ja 8 % HTP_{15min} -arvosta) mitattiin suljetusta, satulatuoleja sisältäneestä kalustekontista. Vaikka mitattujen yhdisteiden pitoisuudet suljetuissa konteissa olivat suuria, kont-

tien tyhjennyksen aikana purkajien hengitysvyöhykkeeltä mitatut pitoisuudet olivat tasolla, jolla on epätodennäköistä, että altistava pitoisuus ylittää vastaavan HTP-arvon (Kangas & Liukkonen 2016). Kirjoittajat kuitenkin korostavat sitä, että koska konteissa havaittiin myös syöpävaaraa aiheuttavia yhdisteistä, kuten 1,2-dikloorietaani ja formaldehydi, altistuminen on pyrittävä pitämään niin pienenä kuin mahdollista. Tutkimuksessa suositeltiin hengityssuojaimen käyttöä aina kontteja avatessa: yhdessä purkajan hengitysvyöhykkeeltä otetussa näytteessä havaittiin hetkellinen korkea VOC-pitoisuus tyhjennyksen alkuvaiheessa, vaikka se laski nopeasti kontin avaamisen jälkeen. Lisäksi raportissa suositellaan, että raskaana olevat eivät osallistu konttien tyhjennykseen, kontin avaamisen ja purkamisen aloittamiseen väliin jätetään riittävän pitkä aika ja että tarvittaessa käytetään hengityssuojainta (Kangas & Liukkonen 2016). KONKARI-hankkeessa tuotettiin myös käytännönläheiset työskentelyohjeet kuljetuskonttien käsittelijöille altistumisriskien vähentämiseksi (konttikaasu.fi). Näissä tutkimuksissa keskityttiin kuljetuskonteissa Suomeen saapumisen ja kontin purkamisen aikana esiintyviin konttikaasuihin.

Tällä hetkellä on vain vähän tutkimuksia siitä, kuinka usein logistiikkaketjun tai kaupan alan työntekijät voivat altistua kaasutusaineille tai lastista vapautuville haitallisille aineille. Kansainvälisten tutkimuksien perusteella tiedetään, että kaasutusaineet ja haitalliset teollisuuskemikaalit eivät ole ongelma vain kuljetuskonttien sisällä vaan niitä vapautuu myös kuljetettavista tuotteista (Preisser ym. 2011, Preisser ym. 2012, Kloth ym. 2014, Roberts ym. 2014, Baur ym. 2010, Baur ym. 2014, Baur ym. 2015, Knol ym. 2005, Budnik ym. 2010, Budnik ym. 2017). Peisser ym. 2012 arvion mukaan vuonna 2011 pelkästään Hampurin satamaan saapui noin 135 000 konttia, joihin oli pidähtynyt haitallisia pitoisuuksia eri kaasutusaineita tai myrkyllisiä kemikaaleja. Suurin osa mahdollisesti kontaminoituneista konteista kuljetettiin edelleen ja avattiin logistiikka alan tai työntekijöiden tai tulliviranomaisen toimesta tai ne jätettiin odottamaan kuljettamista määränpäähänsä.

Aiemmassa Työsuojelurahaston ja VTT:n tutkimuksessa (Kajolinna ym. 2016a) todettiin, että vaarallisuuden, esiintymistiheyden ja työhygieenisten raja-arvojen ylittymisen vuoksi olisi erittäin tärkeää pystyä mittaamaan luotettavasti 18 konteissa kirjallisuustietojen perusteella todettua ainetta. Kaasujen esiintymistiheystarkastelua päivitettiin kesällä 2016. Tiedot koottiin seitsemästä raportista (Baur ym. 2006, de Groot 2007, Baur ym. 2010, Frost 2010, Kanerva 2010, New Zealand Customs Service 2012, Wagstaffe ym. 2012), joissa on raportoitu yhteensä 18520 kuljetuskontin mittaustulokset. Tarkastelussa mukana olleissa tutkimuksissa havaittiin yhteensä 24 ainetta, joiden määrä kontin ilmatilassa ylitti kriteerinä käytetyn työhygieenisen raja-arvon (Kajolinna ym. 2016b). Havaituista yhdisteistä yhdeksän oli torjunta- ja/tai desinfiointiaineita, loput 15 yhdistettä olivat erilaisia teollisuuskemikaaleja. Referoiduissa tutkimuksissa konteissa havaittiin useimmin formaldehydiä. Seuraavaksi eniten oli havaintoja metyylibromidista. Näitä molempia käytetään torjunta-aineena. Lisäksi formaldehydiä käytetään yleisesti teollisuuskemikaalina mm. liimoissa ja tekstiilien viimeistelyssä. Myös etyleenidibromidia ja bentseeniä havaittiin konteissa usein, samoin kuin torjunta-aineena käytettävää

klooripikriiniä. Vaikka fosfiini ei erotu korkeana pitoisuutena kuvassa 1, merkittävä on, että sen esiintymisestä oli raportoitu melkein kaikissa referoiduissa tutkimuksissa. Myös torjunta-aineena käytettävän etyleenidikloridin esiintymisestä oli useita mainintoja. Osalla yhdisteistä työhygieeninen arvo ylittyi vain satunnaisesti kuten hiilidisulfidilla, ksyleenillä, α -pineenillä ja isopropanolilla.



[D] = Konttien kaasutukseen käytettävä aine

Kuva 1. Työhygieeniset raja-arvot ylittäneiden kaasupitoisuuksien esiintyminen kuljetuskonteissa. Data sisältää yhteensä 18520 kuljetuskontin mittaustulokset. (Kajolinna ym. 2016b).

Peisser ym. (2012) osoittivat, että logistiikka alan työntekijöiden lisäksi myös kaupan alan työntekijät, ja jopa kuluttajat, voivat altistua haitallisille aineille. He raportoivat pysyviä neurologisia oireita saaneista varastomiehistä (altistus etyleenidikloridille koneenosia sisältäneen kontin purun aikana), vakavasti sairastuneesta tekstiilituotteiden myyntikunnostajasta (altistus silityksen aikana) ja sairastumisen johtaneesta tavaroiden kontaminoitumisesta metyylibromidilla merikuljetuksen aikana. Vuosina 2006–2010 Peisser ym. (2011) tutkivat mahdollisia kaasutusaineiden aiheuttamia myrkytystapauksia (yhteensä 42 potilasta) erilaisin laboratoriotutkimuksin, mm. verinäytteistä. Epäilyistä myrkytystapauksista n. 60 % varmistui tutkimuksessa kaasutusaineen aiheuttamaksi. Suurimmassa osassa todetuista altistustapauksista (yli 70 %) altistus oli tapahtunut konttien avaamisen ja lastin purkamisen yhteydessä, mutta myös kaasutusaineen kontaminoima pakkausma-

teriaali aiheutti tavaratalon työntekijöiden altistumista. Työntekijöiden todettiin altistuneen myös tekstiilien myyntikunnostuksen (siilytys) aikana.

Kloth ym. (2014) tutkivat vuosina 2010–2012 keskikokoisen elektroniikkakomponentteja maahantuovan yrityksen varastotiloissa tapahtuneista, toistuvista myrkytyspäilyistä potilaiden verinäytteistä. Biomonitorointitulosten tarkastelun perusteella kolmen potilaan myrkytys kuudesta voitiin varmistaa. Myös kliinisten tutkimusten tulokset vahvistivat tulosta. Tulosta vahvistaa myös se, että kolme muuta henkilöä olivat altistuneita henkilöitä vähemmän suorassa kosketuksessa purkamista odottavien tuotteiden kanssa.

Yhteenvedossaan julkaistuista tutkimuksista Baur ym. (2014) raportoivat tuotteista vapautuvien aineiden puoliintumisaikojen vaihtelevan minuuteista kuukausiin riippuen haitallisen aineen ominaisuuksista, sen pitoisuudesta, lämpötilasta, tuotteen materiaalista ja pakkausmateriaalin tiivyydestä ja reaktiivisuudesta. Knol ym. (2005) mittasi kaasutusaineilla käsitellyistä tuotteista (yhteensä 21 eri tavaryhmää) kaasutusaineiden vapautumista ajan funktiona. Myös tässä tutkimuksessa pitoisuuden puoliintumiseen kuluva aika vaihteli muutamasta tunnista useisiin kuukausiin riippuen tarkasteltavasta kaasutusaineesta, absorboivasta materiaalista ja emissionopeudesta.

Kaikki kontteihin lisättävät, lastia suojaavat ja vieraslajien maanosasta toiseen siirtymistä estävät kaasutusaineet, muodostavat turvallisuusriskin, paitsi satamien henkilökunnalle ja konttien tyhjennyksestä vastaavalle henkilöstölle myös herkille kuluttajille. Jotta tietoisuutta ja relevanttia tietoa konttien turvallisuudesta voitaisiin parantaa Baur ym. (2015) näkevät, että tarvitaan kattavaa tietoa kemikaalien aiheuttamista riskeistä, olemassa olevien säädösten ja ohjeiden laajempaa noudattamista, säännöllistä maailmanlaajuisia viranomaisvalvontaa liitettynä pakotteisiin tapauksissa, joissa ohjeita ei ole noudatettu. Lisäksi tarvitaan entistä tarkempia lastikirjoja, varoitusmerkintöjä ja muita dokumentteja, joissa määritellään mahdolliset vaaratekijät tavaroiden purkamisen aikana. Tutkimuksessa raportoitu esimerkiksi Kiinasta osoittaa, että käytäntöihin voidaan vaikuttaa: Euroopan maiden lisättyä metyylibromiditarkastuksia, Kiinan valtion omistamassa yrityksessä on siirrytty enenevässä määrin puulavojen kemikaalikäsittelystä lämpökäsittelyyn. Baur ym. (2015) toivovatkin, että tiukemmat säädökset vähentäisivät myrkyllisten aineiden käyttöä ja siten parantaisivat työntekijöiden terveyttä ja turvallisuutta.

Tuoreessa tutkimuksessaan Budnik ym. (2017) tutkivat myrkyllisten kaasumaisten kemikaalien vapautumista 2010–2014 Hampuriin laivatuista konteista ja tuotteista käyttäen massaspektrometriin liitettyä kaasukromatografiaa. Kuljetuskonttien ilmanäytteiden (yhteensä 2027) bentseeni- ja 1,2-dikloorietaanipitoisuudet mitattiin ja tuloksia verrattiin voimassa oleviin REL-arvoihin, ja laivatuista tuotteista tutkittiin niistä vapautuvia yhdisteitä. Lisäksi tutkittiin kokeellisesti kontaminoiduista pakkausmateriaaleista ja tekstiileistä ajan funktiona vapautuvia aineita. Kontit olivat kontaminoituneet sekä bentseenillä että 1,2-dikloorietaanilla; jopa bentseenin

keskiarvopitoisuus ylitti REL-arvon. REL-pitoisuutta suurempia tolueenijäämiä havaittiin suurimmassa osassa konteista. Noin 50 % kenkiä sisältäneissä konteissa 1,2-dikloorietaanin pitoisuus saavutti REL-arvon. Laboratoriokokeessa 1,2-dikloorietaanin vapautuminen kaasutusaineella kontaminoidusta tuotteesta kesti useita kuukausia. Tulosten perusteella Budnik ym. (2017) päättelivät, että laiva-tuista tuotteista, jos ne ovat kontaminoituneet myrkyllisillä teollisuuskemikaaleilla, voi vapautua pitkän aikaa haitallisia haihtuvia yhdisteitä sisäilmaan.

Suomessa konttien kaasupitoisuuksia mitataan nykyisin useissa terminaaleissa konttien tyhjentämisen yhteydessä, mutta monitoroinnille ei ole vielä olemassa harmonisoitua tapaa. Kontin tyhjentämisen jälkeen tavaralaatikoista vapautuvia kaasupitoisuuksia ei tällä hetkellä seurata logistiikkaketjussa. Oletettavaa on, että konteissa esiintyvät kaasupitoisuudet alenevat jakeluun liittyvän logistiikkaketjun aikana, mutta tutkittua tietoa ei ole ollut saatavilla. Logistiikkaketjussa kuljetuskontteja ja tavarayksiköitä (laatikot, pussit jne.) käsittelee Suomessa tuhansia henkilöitä eri rooleissa; lastin purkajat, varastotyöntekijät, tullitarkastajat, kuljetusliikkeiden edustajat ja vähittäiskaupan työntekijät. Kaupan alan työntekijät voivatkin altistua kaasutusaineille ja tuontitavaroista haihtuville kemikaaleille kuljetuskonttien lastin purun yhteydessä, varastokäsittelyn aikana, kuorma-autoon lastauksen aikana ja kaupassa pakkausten avauksen yhteydessä.

Pakkausten ollessa kiinni pitoisuuksien aleneminen on hidasta, koska silloin kaasujen haihtumiseen vaikuttaa vain diffuusio. Diffuusionopeuteen vaikuttavat mm. käytetyt pakkausmateriaalit ja pakkausratkaisu, vapaan kaasutilan tilavuus, pakkausten kerrostuneisuus kuljetuksen ja varastoinnin aikana sekä ilman vaihtuvuus pakkauksen ulkopuolella. Myös pakkausten käsittelytavat logistiikkaketjun eri vaiheissa voivat vaikuttaa haitallisten aineiden vapautumiseen tuotteista. Esimerkiksi tekstiilit pakataan tyypillisesti muovipusseihin ja pussit edelleen pahvilaatikoon, jotka voidaan viedä avaamattomana kauppaan, tai ne voidaan avata terminaaleissa ja lajitella pussit rullakoihin odottamaan kuljetusta vähittäiskauppaan. Käsittelytapa voi siis vaikuttaa altistumisriskin jakautumiseen eri käsittelijäryhmien kesken. Oletettavaa on, että ainakin osa yksikköpakkauksessa olevista haihtuvista yhdisteistä haihtuu logistiikkaketjun ja varastokäsittelyn aikana, mutta on mahdollista, että niiden pitoisuus voi ylittää työhygieenisen raja-arvon vielä lastin saavut-tua määränpäänä olevaan vähittäiskauppaan. Kaupan alan työntekijät voivat siten altistua vaarallisille konttikaasuille vielä varastokäsittelyn aikana ja kaupassa pakkausten avauksen yhteydessä.

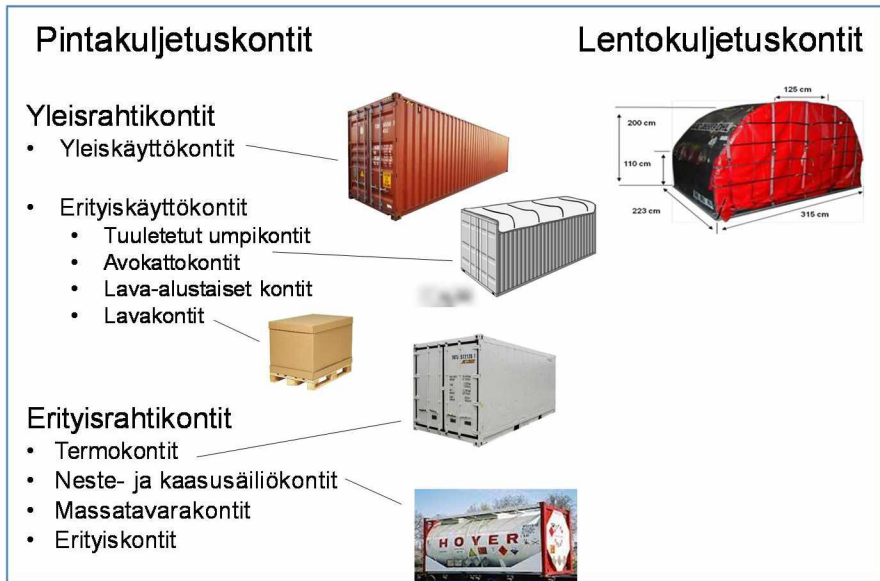
5. Tuontitavaroiden liikkuminen Suomessa

Tutkimuksessa tarkastellaan kaupan alan logistiikkaketjua konteissa kuljetettavien tuotteiden osalta.

5.1 Yleistä konteista

Logistiikassa kontti tarkoittaa standardoitua tavarankuljetusyksikköä, jota voidaan siirtää kuljetusvälineestä toiseen ilman sisällön uudelleenlastausta. Kontit valmistetaan useimmiten teräksestä tai alumiinista ja niitä käytetään maantie-, rautatie-, lento- ja merikuljetuksissa. Kontit on suunniteltu pinottaviksi, helposti siirrettäviksi ja helposti kuljetusvälineeseen kiinnitettäviksi. Yleisin konttityyppi on kansainvälisen standardisoimisjärjestön (ISO) määrittelemä ja luokittelema ISO-kontti. Se on maailmanlaajuisesti käytetyin ja massatuotannosta johtuen halpa kuljetusyksikkö.

Konteja on monenlaisia ja -kokoisia. Yleisimmät käytössä olevat kontit ovat pituudeltaan 20 tai 40 jalkaa (noin 6 tai 12 metriä). Konttien leveys on useimmiten 8 jalkaa (2,4 metriä) ja yleisin korkeus 8,5 jalkaa (2,6 metriä). Konttiliikenteen perusmittayksikkö on TEU (twenty foot equivalent unit eli tavallinen kontti), joka nimensä mukaisesti vastaa yhden 20 jalan kontin tilavuutta. Erilaisia kuljetettavia tuotteita varten on erilaisia kontteja. Standardit SFS-ISO 4417, SFS-ISO 830 ja SFS-EN 283 jakavat kontit seuraavasti (Kuva 2). Kontit jaetaan pintakuljetuskontteihin ja lentokontteihin. Pintakuljetuskontit puolestaan jaetaan yleisrahtikontteihin ja erityisrahtikontteihin. Tässä jaossa yleisrahtikontti on yleisnimitys niille konttityypeille, jotka eivät ole erityisrahtikontteja. Yleiskäyttökontti on puolestaan yleisin konttityyppi. Se on umpinainen, kiinteäseinäinen ja -kattoinen kontti, joka suojaa sisältönsä säältä ja jonka ovet ovat tavallisesti toisessa päässä. Muita yleisrahtikontteja nimitetään erityiskäyttökonteiksi. Yleisimmät erityiskäyttökonttityypit ovat tuuletetut umpikontit, avokattokontit, lava-alustaiset kontit sekä lavakontit. Erityisrahtikonttityyppenä ovat puolestaan termokontit, neste- ja kaasusäiliökontit, massatavarakontit sekä erityiskontit.



Kuva 2. Konttien jaottelu SFS-ISO 4417, SFS-ISO 830 ja SFS-EN 283 -standardien mukaisesti sekä esimerkkejä muutamista konttityypeistä.

Alla on esitetty tarkennuksia tiettyihin kaupan alalla käytettäviin konttityyppisiin:

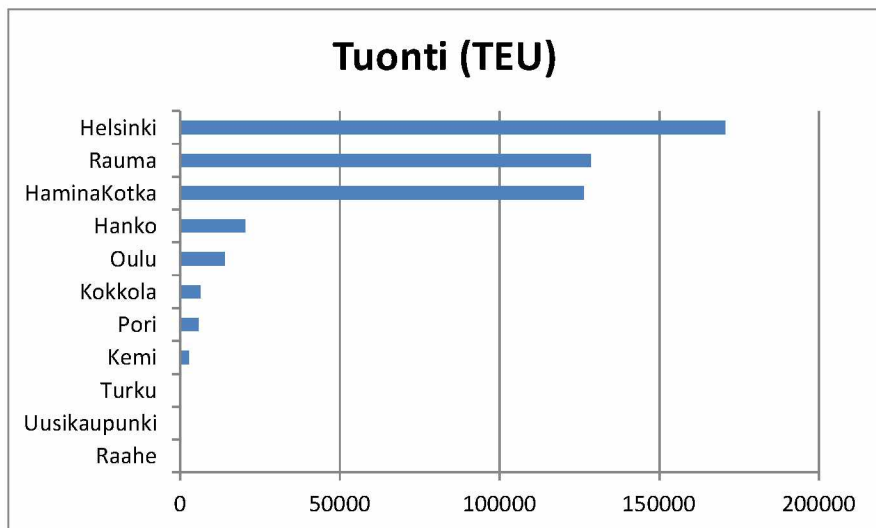
- Tuuletusaukollinen tai tuuletettu kontti on muuten kuin yleiskäyttökontti, mutta siinä ilma voi vaihtua sisätilan ja ulkoilman välillä.
- Avokattoinen kontti on avattavaa tai poistettavaa kattoa lukuun ottamatta yleiskäyttökontin kaltainen. Sen katto voi myös olla kankainen tai lujite-muovinen. Sitä käytetään lähinnä sellaisten tavaroiden, jotka eivät mahdu kontin ovista, kuljetuksissa.
- Termokontti eli lämpöeristetty kontti varustetaan tavallisesti jäädyttimellä (jäähdytyskontti, kylmäkontti, pakastekontti), lämmittimellä (lämmitettävä kontti, lämpökontti) tai molemmilla. Termokontit voidaan vielä ryhmitellä sen mukaan, millaista jäähdytys- tai lämmityslaitetta niissä käytetään.

5.2 Konttien käyttö kaupan alan tuonnissa

Eriyisesti kappaletavarassa, joita on valtaosa kuluttajille myytävistä tuotteista, kontti on hyvä tapa kuljettaa tavaroita pitkiä matkoja, koska se on helppo siirtää kulkuneuvosta toiseen, ja etenkin merikuljetuksissa kontteja voidaan pinota korkeisiin pinoihin, jolloin yksikin laiva pystyy kuljettamaan huomattavan määrän kontteja.

Valtaosa Suomeen Euroopan ulkopuolelta kauppoihin tulevista valmiista tuotteista tuodaan konteissa Suomeen. Kontit lastataan lähtömaan satamassa suuriin valtamerialaivoihin, jotka kuljettavat kontit Pohjois-Euroopan suuriin satamiin, kuten Antwerpeniin, Rotterdamiin tai Hampuriin. Näissä satamissa kontit siirretään pienempiin Itämerellä kulkeviin laivoihin, jotka tuovat kontit Suomeen. Sen sijaan Suomesta ja muualta Euroopasta peräisin olevat tuotteet kuljetetaan tavallisesti rekkojen kyydissä.

Suomeen tuotiin 291 467 kuormattua konttia vuonna 2014 (Lähde: Tulli 2016a). Näistä tuli Helsinkiin 105 500 konttia (Tulli 2016b) ja 177 000 TEU:ta (Satamaliitto 2016). Muita merkittäviä konttisatamia Suomessa ovat Rauma ja HaminaKotka. Kaupan tuonti keskittyy Helsinkiin, koska valtakunnalliset jakelukeskukset sijaitsevat pääkaupunkiseudulla. Tämän pystyy myös toteamaan vertaamalla Helsingin sataman tilastoja ja Tullin tilastoja kaupan alan tuotteiden tullinimikkeiden osalta. Kuvassa 3 näkyy, mihin Suomen satamiin kontteja saapuu ja kuinka paljon.



Kuva 3. Suomen eri satamiin tuodut kontit vuonna 2014 (Tulli 2016b).

5.3 Kaupan alan konttien liikkuminen Suomessa

Suomessa tulli tilastoi vuosittain Suomeen tuotavia tavaramääriä. Tilastoinnissa käytetään ns. yhdistettyä nimikkeistöä (CN), joka perustuu Harmonisoituun järjestelmään (Harmonized Commodity Description and Coding System, World Customs Organisation, WCO) ja jota käytetään EU:ssa sekä tariffioinnissa että tilastoinnissa. Yhdistetyn nimikkeistön n. 10 000 tavaranimikettä ovat käytössä sekä sisä- että ulkokaupan tilastoinnissa. (Tullin internetsivu: http://www.tulli.fi/fi/suomen_tulli/ulkomaankauppatilastot/luokitukset/index.jsp)

Tullin tilastoissa on esitetty, kuinka monta kiloa mitäkin tavaranimikettä on tuotu Suomeen konteissa. Kun tiedetään (esim. Helsingin sataman tilastojen perusteella), että Suomeen saapuvan 20 jalan kontin sisällön paino on keskimäärin noin 10000 kg, saadaan karkea arvio siitä, montako konttia tiettyä tullinimekettä on tuotu Suomeen. Kun vielä Tullin tilastoista tehtävää hakua tarkennetaan niin, että huomioidaan vain valtamerten takaa tuodut kontit (overseas), joita on hyvin suuri osa konteista, saadaan arvio, että Suomeen saapuu vuosittain noin 40 000 elintarvike- ja käyttötavarakonttia. Valtaosa näistä konteista sisältää elintarvikkeita. Muut suurimmat tavaryhmit ovat rakennustarvikkeet, taloustavarat, tekstiilit, kumituotteet, pienkoneet, huonekalut ja vaatteet. Kuvassa 4 näkyvät Suomeen tuotavat kaupan alan tuotteita sisältävät kontit lajiteltuna tullinimikkeittäin.



Kuva 4. Muilta mantereilta (overseas) lähtöisin olevat elintarvikkeiden ja käyttövaran tuontikontit (Tulli 2016b).

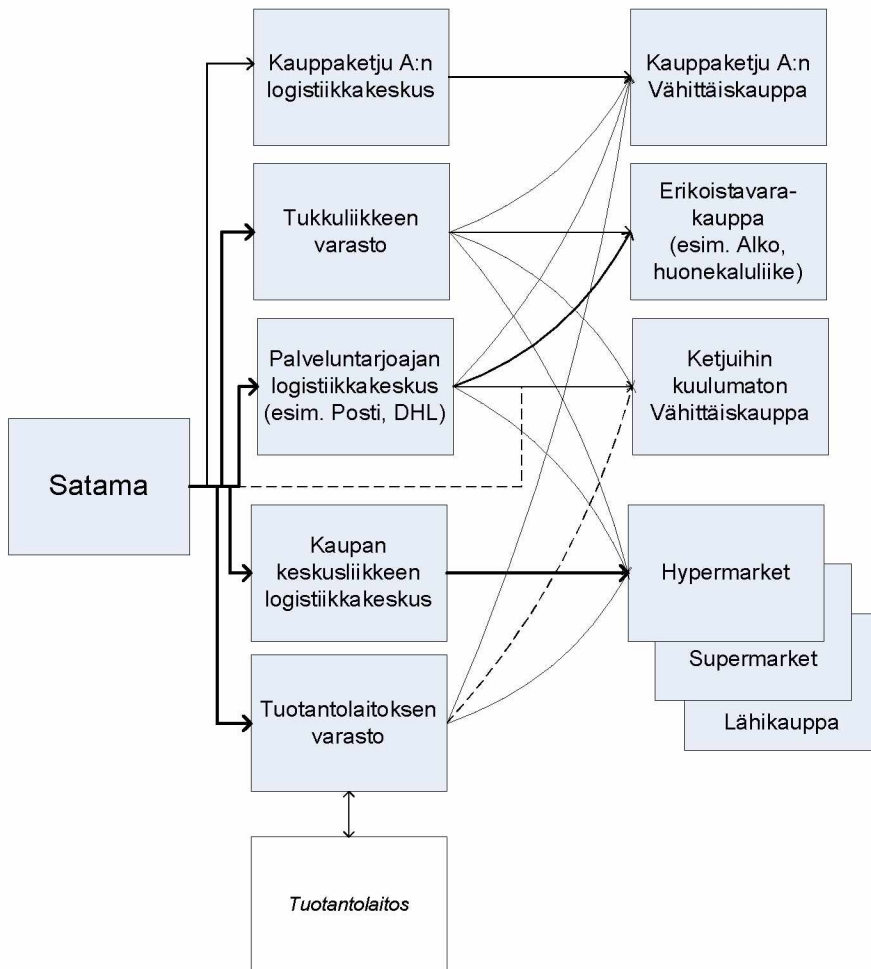
Satamasta kontit pyritään toimittamaan eteenpäin mahdollisimman nopeasti. Kontteja ei avata satamassa muuten kuin poikkeustapauksissa kuten silloin, kun Tulli haluaa tarkistaa kontin sisällön tai jos kontti on vaurioitunut kuljetuksessa. Vähittäiskauppaan toimitettavat kontit päätyvät lähinnä seuraaviin paikkoihin avattavaksi:

- Kaupan keskusliikkeen varasto
- Muu kauppaketjun varasto
- Tukkukaupan varasto
- Logistiikan palveluntarjoajan (Posti, DHL jne.) varasto
- Valmistajien oma maahantuonti
- Suora tuonti kauppoihin

Merkittävä osa elintarvikkeita ja muita päivittäistavaroita sisältävistä konteista otetaan vastaan kaupan keskusliikkeiden varastoissa. Niissä on yleensä erillinen alue saapuvien konttien vastaanottoon ja purkuun. Erityisesti sähkötuotteiden osalta kontit kuljetetaan alan tukkukauppojen varastoihin. Etenkin vaatteissa, jalkineissa ja huonekaluissa, alan yritykset ovat useimmiten ulkoistaneet varastoinnin logistiikan palveluntarjoajalle kuten Postille tai DHL:lle, jolloin näitä tuotteita sisältävät kontit kuljetetaan palveluntarjoajan varastoihin avattavaksi. Ne erikoistavaraketjut, jotka eivät ole ulkoistaneet varastointiaan, ottavat kontit vastaan omassa keskusvarastossaan.

Suurin osa kaikista konteista kuljetetaan satamasta valmistavalle teollisuudelle. Nämä kontit sisältävät lähinnä teollisuuden käyttämiä raaka-aineita. Vastaavasti osa konteista, joiden sisältöä myydään myös sellaisenaan kaupassa (esim. hedelmät), päättyy suurien teollisuusyritysten raaka-aineeksi. Tämän lisäksi on tuotteita, jotka on teetetty ulkomailla, mutta jotka toimitetaan satamasta valmistavalle teollisuudelle tämän valmistuotevarastoon varastoitavaksi ennen tuotteiden toimitamista kauppaan täydentämään kotimaassa valmistettujen tuotteiden valikoimaa. Monissa tapauksissa itse tuote on teetetty ulkomailla, mutta teollisuusyritys pakkaa sen kuluttajapakkauksiin.

Edellä mainittujen logistiikkaan keskittyneiden toimijoiden lisäksi on havaittu erityistapauksia, joissa avaamaton kontti on toimitettu suoraan vähittäiskauppaan, koska koko kontin sisältö on tarkoitus myydä kyseisessä myymälässä. Kuva 5 esittää yksinkertaistetusti konttitavaran liikkeitä kaupan alan merkittävimpien konttitavaroita käsittelevien toimijoiden välillä. Yksittäisiä poikkeustapauksia lukuun ottamatta kontti avataan ja puretaan satamaa seuraavan toimijan tiloissa. Näitä toimijoita tarkastellessa kannattaa huomioida, että kuvassa näkyy vain fyysisen tavarankulun liike, mutta lähetyksen sijainti ei kerro tuotteiden omistajaa. Esimerkiksi palveluntarjoajat harvoin omistavat missään vaiheessa käsittelemäänsä tavaraa, jolloin heillä on monesti puutteellinen tieto käsittelemästään tavarasta. Joskus esimerkiksi palveluntarjoajan varaston pihalle ajaa rekka, jonka saapumisesta ei ollut tietoa etukäteen ja jonka kuljettaja ilmoittautuu toimistoon paperiset rahtikirjat kädessään. Puutteellinen tieto puolestaan vaikuttaa merkittävästi palveluntarjoajan kykyyn arvioida etukäteen kontin sisältöä ja sen avaamiseen sisältyviä riskejä.



Kuva 5. Yksinkertaistettu kuva konttitavaran liikkumisesta kaupan alan keskeisimpien toimijoiden välillä.

Taulukko 1 tarkastelee kontin liikkeitä tavararyhmien näkökulmasta eli sitä, mitkä ovat tyypillisimmät paikat, jonne kontit kuljetetaan satamasta avattavaksi.

Taulukko 1. Konttien avaamispaikat merkittävimpien tuoteryhmien osalta.

Tavararyhmät	Missä kontit avataan?
Elintarvikkeet	Merkittävä osa konteista päätyy kaupan keskusliikkeiden logistiikkakeskuksiin avattavaksi. Osa konteista päätyy elintarviketeollisuuteen raaka-aineiksi tai myyntipakkauksiin pakattavaksi. Joissakin tuotteissa tuontitavara täydentää kotimaassa valmistettavaa valikoimaa, jolloin valmistava teollisuus toimii samalla maahantuojana.
Rakennustarvikkeet ym. rautakauppatuotteet	Suurin osa tuotteista tulee teknisen tukkukaupan yrityksille. Suurimmilla alan toimijoilla on oma logistiikkakeskus. Yleisesti teknisen kaupan tuotteiden ja palveluiden arvosta 90 % menee rakennusosalalle ja teollisuuteen ja vain 10 % käsittää kuluttajatuotteita. Konttitavarassa kuluttajatuotteiden osuus lienee kuitenkin hieman suurempi. Suomen merkittävin rautakauppaketju on ulkoistanut tuotteidensa varastoinnin Postille.
Taloustavarat	Kaupan keskusliikkeet tuovat taloustavaransa pääosin omiin varastoihinsa. Sen sijaan monet taloustavaroita maahantuovat yritykset ovat ulkoistaneet varastonsa. Suomessa on kuitenkin joitakin merkittäviä taloustavaroita valmistavia yrityksiä, joilla on tuotantoa myös mm. Aasiassa ja oma keskusvarasto Suomessa, jolloin heillä on myös konttituotantoa.
Juomat	Suuri osa juomista on Alkon tuomaa. Valmiit myyntituotteet päätyvät Postin palveluvarastoon, pakkaamattomat tuotteet tuotantolaitoksiin pakattavaksi. Myös muu panimoteollisuus tuo suurissa erissä ulkomailta juomia Suomessa pulloitettavaksi. Alkon lisäksi on myös pienempiä juomien maahantuojia, joilla on myös omia varastoja. Osa juomista päätyy teollisuudelle raaka-aineeksi.
Kankaat, tekstiilit, vaatteet, jalkineet ym.	Kankaista ja tekstiileistä iso osa menee valmistavalle teollisuudelle joko raaka-aineeksi tai toimitettavaksi eteenpäin muille asiakkaille. Hyvin suuri osa vaate- ja tekstiilialaan erikoistuneista kaupaketuista on ulkoistanut logistiikkansa esim. Postille tai DHL:lle, mutta silti osalla ketjuista on oma keskusvarasto. Sen sijaan valtaosa marketeissa ja tavarataloissa myytävistä tuotteista käsitellään kaupan omissa varastoissa.
Pienkoneet ja -laitteet, elektroniikka ym.	Suurin osa Aasiasta Suomeen tuodusta elektroniikasta tuodaan konteissa johonkin muualla Euroopassa sijaitsevaan varastoon, josta niitä toimitetaan rekoilla Suomeen tilausten mukaan. Se pieni osa ryhmän tuotteista, joka tuodaan kontilla Suomeen asti, päätyy lähinnä teknisen kaupan keskusvarastoihin tai joissakin tapauksissa logistiikan palveluntarjoajan varastoihin. Esim. kaupan keskusliikkeet eivät itse tuo näitä tuotteita Suomeen, vaan hankkivat ne maahantuojien kautta.
Huonekalut	Suurin osa Suomeen konteilla tuotavista huonekaluista päätyy logistiikan palveluntarjoajan varastoon (esim. Posti, LGT Logistics). Osa keskusliikkeistä ja huonekaluliikkeistä käsittelee huonekaluja omassa varastossaan.

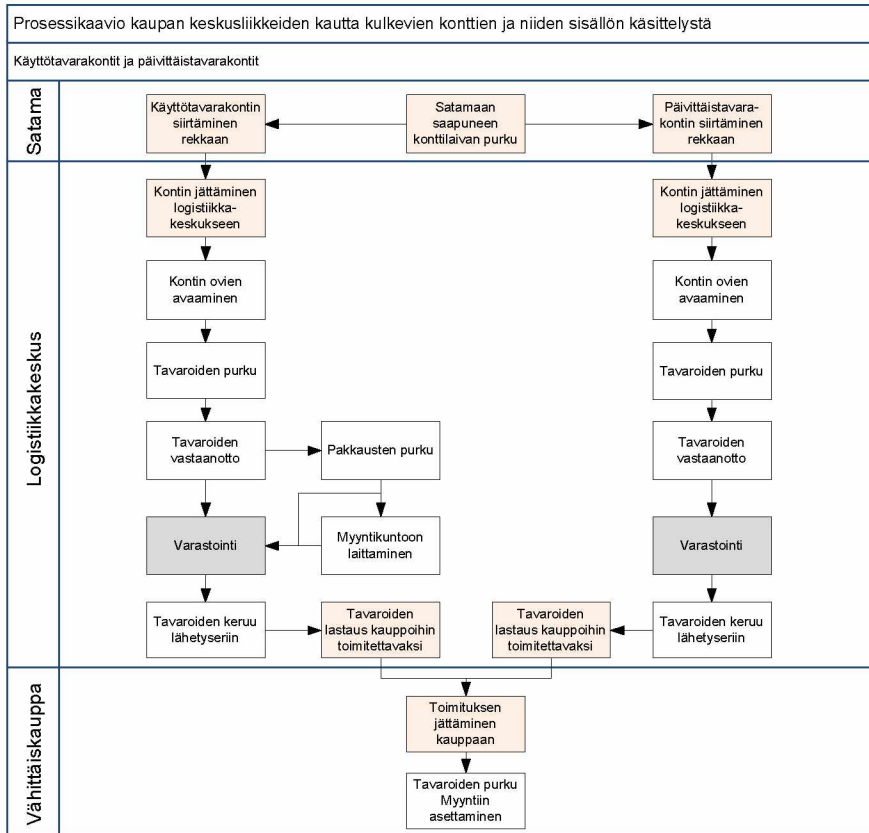
Kontin saapuessa logistiikkakeskukseen tai muuhun varastoon se avataan vastaanottokuittausten jälkeen. Monissa varastoissa konttien avaamisessa ja purkamisessa käytetään apuna vuokratyöntekijöitä ja joissakin varastoissa tämä työvaihe on kokonaan ulkoistettu henkilöstönvuokrausyritykselle kuten Baronalle. Mikäli

konttikaasujen mahdollisuus on huomioitu, kontit avataan avoimessa ja hyvin tuulettuvassa tilassa mitaten avaamisen yhteydessä kontissa mahdollisesti olevien kaasujen pitoisuuksia suoraan osoittavilla suuntaa-antavilla mittalaitteilla, kuten PID, LEL tms. Riittävän tuulettamisen jälkeen kontin sisältö siirretään sopiviin käsittely-yksiköihin (kolleihin), esim. kuormalavoille tai muovilaatikoihin. Riippuen tavaroiden pakkaamisesta konttiin tässä yhteydessä saattaa olla tarve poistaa joitakin ulompia pakkausmuoveja. Tämän jälkeen käsittely-yksiköissä olevat tuotteet siirretään joko varastoon varastopaikoille, suoraan lähtevien terminaaliin – mikäli kontin sisällölle on valmiiksi määritetty vastaanottaja – tai ne ohjataan erilliseen käsittelyprosessiin myyntikuntoon saattamiseksi.

Edellä mainituista prosesseista tavallisin on tuotteen ohjaaminen varastopaikoille. Myyntikuntoon saattaminen puolestaan liittyy tiettyihin tuotteisiin kuten vaatteisiin ja jalkineisiin, missä vaatteita saatetaan esim. silittää tai niihin voidaan ommella isokokoisia nappeja, jotka aiheuttaisivat ryppyjä tms. tuotteiden ollessa pakattuna tiiviisti konteissa. Lisäksi tuotteisiin voidaan kiinnittää tässä prosessin osassa esim. hintalappuja tai varashälyttimeä. Myyntikuntoon laittamisen jälkeen tuotteet siirretään tavallisesti varastoon. Niin sanottu cross-docking eli saapuvien kuormien yhdistäminen suoraan lähteviin kuormiin on konttitavaroiden kohdalla varsin harvinaista. Erityisesti valtamerien takaa tulevat kontit sisältävät tuotteita, jotka on epätarkan kuljetusaikataulun vuoksi pitänyt tilata saapuvaksi selkeästi etukäteen (1-2 kk) ennen tuotteiden ajateltua myyntiajankohtaa. Niinpä konttitavara on yleensä luonteeltaan sellaista, että sitä saapuu kerralla suurempi erä, ja se joko myydään vähitellen tai toimitetaan myöhemmin koittavan sesongin alkaessa myymälöihin. Toki tässäkin on poikkeuksia, etenkin silloin kun kyseessä on uutuustuote tai kaupoista loppunut tuote, jolle olisi vielä kysyntää.

Riippumatta siitä, onko kyseessä keskusliikkeen tai kauppaketjun varasto tai logistiikan palveluntarjoajan ylläpitämä varasto, prosessit ovat varsin samankaltaisia. Usein vain automaatioaste vaihtelee. Periaatteena on, että tuotteet kerätään varastopaikoilta myymälöihin lähteviin toimituksiin. Myymälöittäin kerätyt toimitukset pakataan rekkoihin, jotka puolestaan toimittavat ne joko suoraan myymälöihin tai johonkin paikallisterminaaliin, jossa ne siirretään seuraavaan rekkaan tai jakeluauttoon. Etenkin elintarviketuolella toimituksen kohde voi myymälän sijaan olla esim. ravintola tai jokin muu suurempia määriä tuotteita tarvitseva taho. Sellaisiin paikkoihin, joihin menee kerralla suuri määrä tuotteita, esim. useita rullakoita, tuotteet järjestetään niin, että niiden purkaminen on mahdollisimman nopeaa; esim. suureen kauppaan menevät rullakot on parhaimmillaan pakattu niin, että tuotteet ovat rullakossa samassa järjestyksessä kuin kaupan hyllyt, jolloin tyhjennyksessä ei tarvitse siirtää rullakkoa edestakaisin. Vastaanottajittain pakatut toimitukset sisältävät tavallisesti tuotteita eri lähteistä, jolloin alun perin konteissa tulleet tuotteet ovat yleensä vain osa tätä toimitusta. Mutta mikäli tuotteet on onnistuttu pakkaamaan esim. rullakoittain toimivaan järjestykseen, yhdessä rullakossa on tällöin samalle osastolle päätyviä tuotteita, jolloin voidaan olettaa, että konteista peräisin olevat tavarat keskittyvät tiettyihin rullakoihin.

Kuva 6 esittää prosessikaavion kaupan keskusliikkeiden kautta kulkevien konttien ja niiden sisällön käsittelystä. Kuvassa oranssilla taustavärillä kuvatut toiminnot liittyvät konttien tai tavarakerien kuljetuksiin, joissa tavarakeriä ei varsinaisesti käsitellä. Harmaalla taustavärillä on kuvattu tavarakerien varastointia, jolloin tavaroita ei käsitellä ollenkaan. Valkoisella taustavärillä kuvatut toiminnot tehdään henkilökunnan toimesta, jolloin myös altistuminen on mahdollista.



Kuva 6. Prosessikaavio kaupan keskusliikkeiden kautta kulkevien konttien ja niiden sisällön käsittelystä.

Verkkokauppa on vaikuttanut toistaiseksi varsin vähän kaupan alan konttien kulkuun Suomessa, sillä suomalaisten alan toimijoiden toimintamallina on tähän asti ollut pääosin verkkokaupan yhdistäminen olemassa oleviin jakelukanaviin. Yleensä verkkokaupan tuotteet kerätään esim. keskusvarastolta, jolloin niistä tulee vain normaalia myymälätoimitusta pienempi toimitus. Lisäksi asiakkaat hakevat monesti verkosta tilatut ostokset myymälästä, jolloin verkkokauppatilaukset kulkevat erikseen pakattuina muiden myymälätoimitusten mukana. Monessa paikassa

verkkokaupasta tilatut tuotteet kerätään myymälöistä, jolloin verkkokaupasta tilatut tuotteet käyvät läpi Kuvan 6 prosessit. Ulkomaisista verkkokaupoista tilatut tuotteet puolestaan tulevat Suomeen posti- tms. toimituksina.

5.4 Kontin Suomeen saattamisen edellyttämät vaiheet

Kontin fyysistä liikkumista seuraamalla sen päätyminen Suomessa oikeaan kohteeseen on varsin suoraviivaista: Lähetys pakataan konttiin alkuperämaassa tehtaalla tai logistiikkakeskuksessa. Tämän jälkeen kontti siirretään satamaan ja lastataan Eurooppaan lähtevään laivaan. Lähtöpaikasta riippuen kontti saapuu 2-6 viikon päästä Pohjois-Euroopan suureen satamaan, kuten Rotterdamiin tai Hampuriin, jossa se siirretään Itämerellä kulkevaan pienempään laivaan. Kontti puretaan laivasta todennäköisesti Vuosaarella, josta se kuljetetaan rekalla logistiikkakeskukseen avattavaksi.

Sen ymmärtämiseksi, miksi tieto kontin sisällöstä ja ennen kaikkea suoraan sisältöön liittymättömistä tekijöistä, kuten kontin mahdollisesta kaasutuksesta, ei kulje, on hyvä tarkastella kontin Suomeen saamisen edellyttämiä työvaiheita ja osapuolia.

Aluksi lähetyksen sisältämät tuotteet ovat hankittu alkuperämaasta. Kaupan keskusliikkeillä on omia ostajia, joilla on periaatteessa mahdollisuus päästä paikan päälle hoitamaan asioita ja tekemään laatu- ym. tarkastuksia logistiikkaketjun alkupäähän. Pienemmät toimijat puolestaan käyttävät ulkopuolisia välittäjiä tai agenteja sopimaan hankintaan liittyvistä käytännön asioista kuten valmistuspai- kasta ja hankittavien tuotteiden laadusta. Lähetysmaassa toimiva yritystä edusta- va henkilö joko itse hankkii yhteistyökumppanit, jotka huolehtivat kontin hankin- nasta, kuljetuksesta satamaan, erilaisten lupakaavakkeiden täyttamisestä jne., tai sitten hän sopii valmistajan kanssa näiden asioiden hoitamisesta.

Kontin kuljettamisesta Suomeen voi puolestaan vastata joko lähettäjämaassa oleva toimija tai Suomessa oleva vastaanottaja. Kummassakin tapauksessa kulje- tussopimus tehdään tavallisesti huolintaliikkeen kanssa. Huolintaliike puolestaan hankkii kontille paikan laivoista ja vastaa siitä, että konttiin liittyvät paperityöt kuten tulliselvitykset tulevat hoidettua. Laivapaikan hankinta saattaa puolestaan olla useamman toimijan ketju, jossa esim. jollakin logistiikkaoperaattorilla on tietty kiintiö jonkin tietyn varustamon laivoissa ja tämä operaattori myy eteenpäin kiintiötään silloin kun se ei itse tarvitse kaikkea sitä. Koska Suomeen tulevat kontit muodostavat hyvin pienen osan mannertenvälisestä konttiliikenteestä, ei ole kus- tannustehokasta varata erillistä kiintiötä laivoista Suomeen meneville konteille vaan tilanteen mukaan hakea paikka sellaisesta laivasta jossa on tilaa. Tämä puolestaan pakottaa tekemään kompromisseja aikataulun suhteen, jolloin konttia pakatessa lähtömaassa ei voi vielä tietää milloin se on perillä vastaanottajalla Suomessa.

Suomessa tavallisesti huolintaliike järjestää myös kontin kuljetuksen satamasta logistiikkakeskukseen. Tässäkin käytetään ulkopuolisia kuljetusliikkeitä ja ihanne-tapauksessa kontti saadaan lastattua osaksi vientikontteja satamaan vievän tyhjän rekan paluumatkalle. Koska kontti on kulkenut toimijalta toiselle osana isompia kokonaisuuksia ja joiden aikataulut muuttuvat matkan varrella, voi tulla tilanteita, jossa konttia käsittelevällä taholla ei ole tarkkaa tietoa sisällöstä tai konttia käsittelevä taho saa kontin käsiteltäväksi hyvin lyhyellä varoitusajalla. Tämän vuoksi etenkin palveluvarastossa vastaanotettavat kontit voivat olla haaste tiedonkululle, koska konttien sisältö ja tämän seurauksena paras tieto sisällöstä on palveluvaraston asiakkaan omistuksessa. Jos asiakas on puolestaan pieni toimija, se on sisällön lastaamisen ja kuljetuksen suhteen ollut täysin muiden toimijoiden varassa, ja pienistä volyymeista johtuen asiakkaan lähetystä on ehkä hoidettu aina silloin kun isommilta asiakkailta on jäänyt aikaa ja kuljetuksissa on ollut tilaa.

Lisäksi konttien kuljetuksessa yleinen käsitys on, että varmaa tietoa kontin sisällöstä ei ole välttämättä kenelläkään. Kontin lastaajalla on paras tieto sisällöstä, mutta hänkin on voinut pakata konttiin suljettuja laatikoita, jolloin edes lastaaja ei voi olla varma mitä on pakannut. Rahtikirjoihin on merkitty joitakin tullinimikkeitä, mutta nämä ovat monesti sen verran yleisluontoisia, että ne voivat kattaa hyvinkin monenlaisia tuotteita. Konttia käsittelevät kuljetusliikkeet tai ahtausyritykset eivät välttämättä edes halua tietää kontin sisältöä, jollei kontti sisällä erikseen määriteltyjä vaarallisia aineita, koska tieto sisällöstä lisää kontin katoamisriskiä. Näin konttia avaavan pitää varautua siihen, että hänellä ei ole kaikkea oleellista tietoa kontin alkuperästä ja sisällöstä tai kontissa voi olla ihan jotakin muuta kuin mitä on tilattu.

6. Konttien ilmatilassa esiintyneiden pitoisuuksien määrittäminen

Tässä luvussa on esitetty tavaraeristä mitattuja kaasupitoisuuksia ja niiden muutoksia logistiikkaketjussa. Tutkimus toteutettiin yhteistyössä kaupan alan toimijoiden kanssa tiloissa, joissa normaalisti käsitellään kuljetuskonteista purettuja tavarayksiköitä. Mittausmenetelminä käytettiin maailmalla yleisesti konttimittauksissa käytettäviä mittalaitteita ja käsimitareita, joilla pyrittiin havaitsemaan haitallisiksi tunnettujen pitoisuuksien (HTP_{15min} ja HTP_{8h}) mahdollinen ylittyminen konteissa tai tavaraerissä.

6.1 Mittausmenetelmät

Mittausmenetelminä olivat FTIR (Fourier Transform Infrared), käsimittari ja värimuunnosputket fosfiinille ja metyylibromidille. Testauskäytössä mittauksissa oli myös kaksi muuta käsimittaria ja PAS-IR (Photoacoustic Infrared).

FTIR-monikomponenttianalysaattorilla (Gasmeter Dx4040) voidaan määrittää jopa 50 kaasun pitoisuus samanaikaisesti. FTIR-menetelmällä voidaan analysoida infra-puna-alueella absorboivia aineita, joten FTIR-menetelmällä saadaan hyvin laaja ja kattava näkemys konteissa ja tavarayksiköissä esiintyvistä kaasuista. Menetelmällä ei kuitenkaan pystytä analysoimaan kaikkia tämän projektin kannalta oleellisia kaasuja tarvittavan pienissä pitoisuuksissa, kuten fosfiinia alle 0,2 ppm:n pitoisuudessa. Mittausmenetelmistä ja niiden soveltuvuudesta konttimittauksiin on raportoitu tarkemmin julkaisussa Kajolinna ja muut (2015).

Käsimitareissa kaasumaisten aineiden analysointi perustuu yleensä sähkökemiallisiin kennoihin. Käsimittari MX6 iBRID on yleiskäyttöinen laite, johon voi liittää erilaisia mittauskennoja. VTT:n laitteessa on mittauskennot hapelle, fosfiinille, räjähdysherkille kaasuille (LEL) ja fotoionisaatiodekettori (PID). Happipitoisuuden mittausalue on 0-21 til-%. Fosfiinin mittausalue on 0-5 ppm 0,01 ppm:n resoluutiolla. LEL-mittaus (Lower Explosion Limit) kertoo mahdollisten räjähdysherkkien kaasujen pitoisuuden suhteutettuna metaanin alempaan räjähdyspitoisuuteen, eli

tulos (%) tarkoittaa prosenttia alimmasta räjähdysrajasta. Kontin ilmatilan mittauksissa oli välillä käytössä yhteistyökumppanin iBRID MX6-käsimittari, jossa oli mittauskennot PID, LEL, NH₃ ja O₂.

PID-mittaus on indikaatiivinen mittaus. Sillä voidaan havaita kaikki komponentit, joiden ionisaatioenergia on $\leq 10,6$ eV, kuten orgaaniset hiilivedyt ja pelkistyneitä rikkiyhdisteitä, mutta niitä ei voi erotella toisistaan. PID-mittaus antaa tuloksena ppm-arvoja, mutta kyseinen arvo ei kerro suoraan minkään aineen pitoisuutta näytekäasussa, vaan se on vain kalibroitu näyttämään ppm:iä käyttäen jonkin tietyn aineen vastetta. Näissä mittauksissa käytetyt laitteet oli kalibroitu isobutyleenin vasteella, joka on hyvin yleinen tapa.

Fosfiini- ja metyylibromidipitoisuuden määrittäminen tehtiin kertakäyttöisillä Dräger-ilmaisinputkilla käyttäen käsikäyttöistä imupumppua. Fosfiinille käytettiin ilmaisinputkea "fosfiini 0,01/a", jonka määrittämisarvo on 0,1–1 ppm. Metyylibromidille puolestaan käytettiin ilmaisinputkea "metyylibromidi 0,2/a", minkä määrittämisarvo on 0,2–8 ppm. Ristikkäisvaikutuksista eri kaasujen kanssa ei ole tarkkaa tietoa.

Touko- ja kesäkuussa vuonna 2016 käytettävissä oli myös BW Technologies – GasAlertMicro 5 -sarjan käsimittari. Laitteessa on mittauskennot hapelle, hiilimonoksidille, rikkivedylle, ja räjähtäville kaasuille (LEL) sekä fotoionisaatiodektektori (PID).

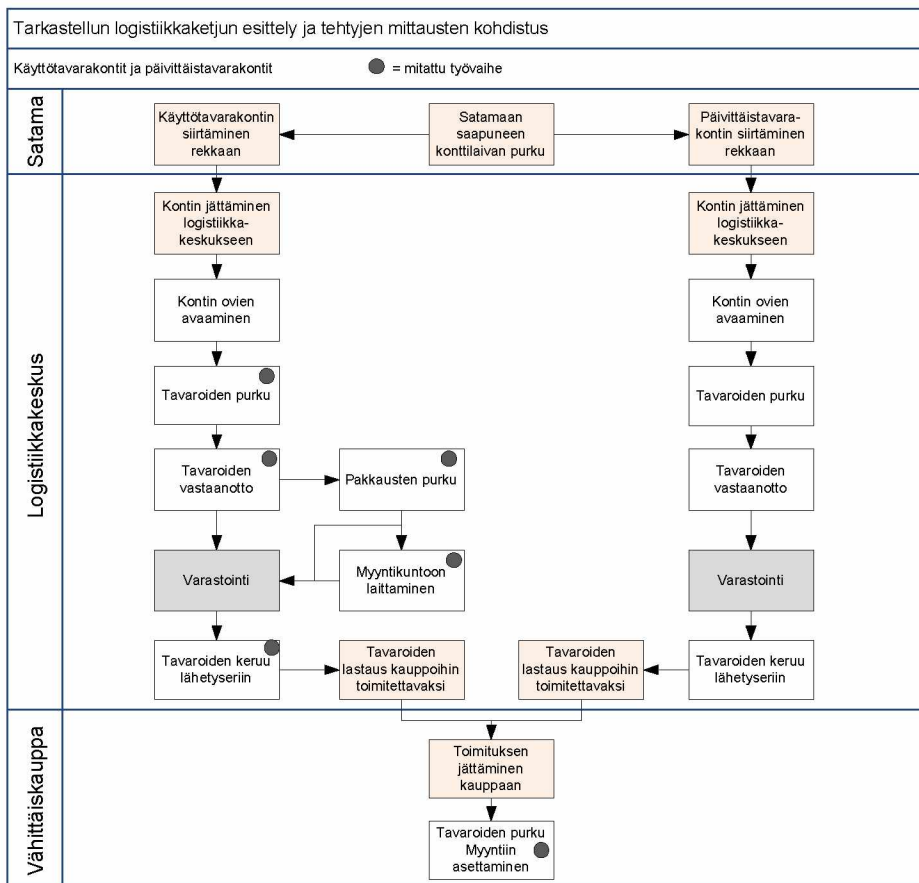
Lokakuun ja maaliskuun 2016 mittauksissa testilaitteena oli mukana Environics Oy:n ChemPro100i-käsimittari. Laitteessa on ioniliikkuvuuteen perustuvan massaspektrometrin (IMS) lisäksi useita puolijohdeantureita. Laite mittaa samalla myös lämpötilaa, ilmanpainetta, kosteutta ja virtausta. Laitteesta saatu tulos on indeksilukema, joka ilmaisee ionisoituvien kaasujen suhteellista pitoisuusmuutosta puhtaaseen ilmaan verrattuna.

Lokakuun ja maaliskuun 2016 mittauksissa testilaitteena oli mukana Gasera Oy:n IRON-monikomponenttianalysointilaitte. Laite, jossa mittausperiaatteena on infrapuna- ja fotoakustinen spektrometria (PAS), oli tuolloin kehitysvaiheessa. Syksyn mittausjakson aikana laitteen antamia tuloksia ei teknisistä syistä voitu kuitenkaan hyödyntää. Keväällä 2017 mittalaitte oli mukana osassa mittauksia, ja konteista 13 sekä 14 oli laitteella havaittu mitattavia pitoisuuksia. Valmistajan tietojen perusteella mittalaitte pystyy mittaamaan samanaikaisesti 49 yhdistettä. Mittalaitteen havainnointijana on tulosten käsittelyssä käytetty 5 ppm:ää, joten vain sen pitoisuuden ylittävät pitoisuudet on huomioitu tässä raportissa.

6.2 Kohteen kuvaus

Tarkasteltavat kontit ja tavarayksiköt valittiin lastikirjamerkintöjen perusteella. Mitattavaksi valittiin lastit, joissa kirjallisuustietojen tai yrityksen omavalvonnan perusteella oli kohonnut todennäköisyys esiintyä haitallisia aineita. Mittauksia tehtiin useista logistiikkaketjun kohdista, jotta saatiin tietoa pitoisuuksien muutoksista tavarayksiköiden eri käsittelyvaiheissa.

Kuvassa 7 on esitetty yleisesti logistiikkaketju ja mittauksiin valitut työvaiheet. Kuvassa oranssilla taustaväriä kuvatut toiminnot liittyvät konttien tai tavaeraerien kuljetuksiin, joissa tavaeraeriä ei varsinaisesti käsitellä. Harmaalla taustaväriä on kuvattu tavaeraerien varastointia, jolloin tavaroita ei käsitellä ollenkaan. Valkoisella taustaväriä kuvatut toiminnot tehdään henkilökunnan toimesta, jolloin myös altistuminen on mahdollista.



Kuva 7. Kaavio tarkastelun kohteena olleesta logistiikkaketjusta ja mittauksiin valitut työvaiheet.

Mittauksia tehtiin kuudessa eri työvaiheessa; konttien purkamisessa, tavaroiden vastaanotossa, uudelleenpakkauksessa, tavaroiden myyntikuntoon laittamisessa, lähetyseriin keräyksessä ja kaupassa tavaroiden myyntiin laitossa. Yleisesti ottaen käyttötavaroiden logistiikkaketjut noudattelevat kuvassa 7 esitettyä reittiä, mutta jokaisella keskusliikkeellä ja tavaroiden maahantuojuilla on eroja logistiikkaketjuis- saan. Toimintojen tarkemmat esittelyt ja mittauspaikat on esitetty seuraavissa kappaleissa.

Tavaroiden purku kontista

Käyttötavaroiden purku kontista tapahtui pääkaupunkiseudun logistiikkakeskuk- sessa. Konttien purkamisessa noudatettiin yrityksen työturvallisuuskäytäntöjä, mutta osa työvaiheista toteutettiin normaaleista käytännöistä poiketen. Poikkeavia käytäntöjä olivat kontin avaaminen vasta mittauksen alkaessa ja yrityksen mittauk- sissa haitalliseksi luokitellun lastin purkamisen välittömästi kontin avaamisen jäl- keen ilman erillistä tuuletusaikaa. Normaalikäytännön mukaisesti yrityksessä ava- taan kontti ennen lastauslaiturille jättämistä, joten tyypillisesti kontti tuulettuu usei- ta tunteja ennen lastin purkamista. Yrityksessä luokiteltiin kontti haitalliseksi, jos heidän käsimitarilla tehtävässä omavalvonnassa esim. PID-arvo ylitti lukeman 5 ppm. Pitoisuuden ylittyessä kontin tuulettumista olisi yrityksen ohjeiden mukaan tullut jatkaa ja purkamisen olisi voitu aloittaa arvojen laskettua.

Tarkasteltavien konttien kaasupitoisuudet mitattiin oven raosta ennen kontin avaamista raottamalla kontin ovea pari senttiä ja työntämällä metalliputki kontin sisälle tavaroiden väliin tai mahdollisimman kauas ovenraosta välttämällä näytekaa- sun laimenemista. Tavaroiden purkamisen kontista tapahtui yleensä kahden tai kolmen henkilön ryhmissä, joista vähintään yksi henkilö oli kontissa nostamassa tavarayksiköitä trukkilavalle. Lavat siirrettiin trukin avulla purkualueelle odottamaan vastaanottoa, jonka jälkeen ne siirrettiin varastoon tai uudelleenpakkaukseen. Yrityksen omavalvonnan, ja VTT:n pitoisuusmittaustulosten perusteella, päätettiin käyttää purkamisen aikana henkilökohtaisia suojaimia, esimerkiksi kontti 1 purettiin hengityssuojainten kanssa. Työvaiheen aikana tehtiin purkuun osallistuneiden henkilöiden hengitysvyöhykkeeltä altistusmittaukset. Tavaroiden purkamisen jäl- keen mitattiin vastaanottotilassa tavaraerien sisällä olevia kaasupitoisuuksia sa- moilla mittausmenetelmillä kuin kontin purkamisen aikana.

Tavaran vastaanotto

Vastaanotossa jokaisesta tavarayksiköstä ja -laadusta avattiin yksi pakkaus, sekä mitattiin yksittäisen myyntiyksikön koko ja paino. Tavarayksiköllä tarkoitetaan tässä pakkausta, johon myyntiyksiköt oli pakattu (esim. pähvilaatikko, jossa oli 6 kenkäparia). Myyntiyksiköllä tarkoitetaan vastaavasti esimerkiksi yhtä kenkäparia. Joissakin tapauksissa tavarayksikkö oli suoraan myyntiyksikkö (esim. pähvilaatik- koon pakattu pöytätuuletin). Tietojen perusteella tavarayksiköt ohjattiin vastaan- otosta joko varastoon tai uudelleenpakkaukseen.

Uudelleenpakkaus

Uudelleenpakkauksessa lähetyspakkaus avattiin, poistettiin alkuperäisistä kuljetuspakkauksista, ja tavarat pakattiin uudelleen muovisiin varastolaatikoihin. Jokaiseen varastolaatikkoon pakattiin varastojärjestelmän ilmoittama määrä tavaroita. Esimerkiksi kontin 1 pienikokoisia kenkiä pakattiin käsin noin 20 paria jokaiseen varastolaatikkoon.

Myyntikuntoon laittaminen

Myyntikuntoon laittamisessa tavarayksiköt avattiin ja tuotteisiin lisättiin hintalappu ja muut tarvittavat merkinnät (esim. hälyttimet) ja osa tavaroista kiinnitettiin henkareihin (esim. housut). Työn kaikki vaiheet tehtiin käsin ja käsiteltäväksi tuli pääasiassa kaikki samassa kontissa saapuneet tavarat. Suurin osa työpisteelle saapuneesta tavarasta tuli uudelleenpakkauksen kautta, muutaman päivän viiveellä. Myyntikuntoon laittamisen jälkeen myyntikunnostetut myyntiyksiköt siirtyivät hihnalla takaisin varastoinnin puolelle. Myynti- tai tavarayksiköiden kaasupitoisuudet mitattiin juuri ennen myyntikunnostettavan yksikön avaamista.

Varastointi ja tavarakeräys lähetyseriin

Lavavarastoinnissa tavarayksiköt vietiin trukilla varastohallin hyllystölle ennalta määriteltyyn paikkaan. Ne tavarat, jotka ohjattiin tavaroiden vastaanotosta uudelleenpakkaukseen, varastoitiin suljetussa automaattivarastossa. Lavavarastossa tavaroiden keruu kauppakohtaisiin lähetyseriin tapahtui keräämällä tavarat lavoille tai rullakoihin, joita liikuteltiin trukeilla. Tavaroiden keruu rullakoihin tapahtui käsin. Keruun jälkeen rullakot sidottiin tavaroiden suojaamiseksi muovikelmulla käsin. Suojauksen jälkeen rullakko siirrettiin lähtöalueelle odottamaan kuorma-autoon lastausta. Altistumismittauksia tehtiin keruuhenkilöiltä noin puolentoista tunnin ajalta, ympäröivän ilman kaasupitoisuusmittauksia ei kerättävistä tavaroista tehty. *Automaattivarastossa* keräys tapahtui erillisessä työpisteessä, jossa varastolaatikoista kerättiin tarvittava määrä tuotteita kauppaan lähteviin laatikoihin (lähetysyksikkö). Kerääminen varastolaatikoista tapahtui käsin. Kauppoihin lähetettävät tavaralaatikat menivät hihnaa pitkin lähetysalueelle kuljetuslavoille tai rullakoihin pakattaviksi.

Tavaroiden purku lähetysyksiköstä ja myyntiin asettaminen

Vähittäiskauppaan saapuneet tavarayksiköt purettiin käsin lavoilta tai rullakoista joko kaupan takavarastossa tai ne purettiin suoraan kaupan hyllyille. Mittauksia suoritettiin ennen purkamista rullakosta ja mahdollisuuksien mukaan seurattavan tavarayksikön sisältä.

6.3 Rajaukset

Mittauksissa tarkasteltiin ennalta valittuja kontteja, jotka sisälsivät tekstiilejä, kenkiä, sähkölaitteita, muoviovia, kumia, metallia tai sekalaista tavaraa. Mittauksissa ei tarkasteltu elintarvikekontteja eikä kovapuusta tehtyjä ulkokalusteita. Kirjallisuustietojen perusteella kovapuukalusteet oli ennen mittausten aloittamista valittu yhdeksi mittauskohteeksi, mutta mittausjaksojen aikana niitä ei saapunut mittausta-paikaksi valittuun terminaaliin. Tarkastelun ulkopuolelle rajattiin myös perävau-nuissa maahan saapuvat lastit, vaikka niitä käsitellään logistiikkakeskuksissa samalla tavalla.

Käytetyt mittausmenetelmät pyrittiin valitsemaan niin, että niillä pystytään mittaamaan mahdollisimman monia aineita haitallisiksi tiedettyinä pitoisuuksina. Tällä hetkellä markkinoilla ei ole sellaisia mittalaitteita, joilla voitaisiin määrittää kaikki mahdolliset aineet haitallisissa pitoisuuksissa. Sen takia mittauksissa oli käytetty useita eri mittausmenetelmiä ja niissäkin on painotettu laitteisiin, joilla on mahdollisimman alhainen määritysraja tutkittaville aineille. Vaikka määritysrajat olivatkin melko alhaiset (fosfiinille 0,1 ppm:n tasoa, muille 1–2 ppm:n tasoa), niin täytyy muistaa, että konteissa on voinut olla sellaisia aineita, joita käytetyt mittalaitteet eivät pystyneet havaitsemaan.

6.4 Tulokset

Tutkimuksen aikana seurattiin mittauksin yhteensä 14 kontin sisältämien tavaroiden logistiikkaketjua. Mitatut kontit ja niiden tiedot on esitetty taulukossa 2. Konttien tiedoista on esitetty purkupäivämäärä, mitatut käsittelyvaiheet, kontin numero, sisältämän tavaran kuvaus, lastin tilavuus, lähtömaa ja satama.

Taulukko 2. Tutkittujen konttien perustiedot ja mitatut käsittelyvaiheet.

Kontti nro	Päivämäärä	Mitatut käsittelyvaiheet	Numero	Kontin sisältö	Tilavuus (m ³)	Lähtömaa ja satama
1	4.5.2016	purku, vastaanotto, uudelleenpakkaus	UACU338596-3	sandaalit	25,134	Kiina, Xiamen
	6.5.2016	myyntikunnostus				
	22.6.2016	keräily				
	23.6.2016	kaupassa myyntiin asettaminen				
2	9.5.2016	purku	MEDU376334-9	alusasut	14	Intia, Tuticorin
3	12.5.2016	purku	UACU353648-1	vesipyssyt	69,03	Kiina, Hong Kong
4	4.10.2016	purku	FCIU391440-0	vaatteita	20,592	Kiina, Hong Kong
5	7.10.2016	purku	MAEU625504-8	kattiloita	44,039	Kiina, Yantian (Hong Kong)
6	14.10.2016	purku, uudelleenpakkaus	CAXU692759-7	liinavaatteita	25,84	Pakistan, Karachi
7	24.10.2016	purku	UESU517399-0	pehmoleluja, helistimiä	65,616	Kiina, Hong Kong
8	25.10.2016	purku	MEDU877888-7	mattoja, astioita, kenkiä	49,99	Intia, Mumbai
9	14.3.2017	purku	MSCU58506-7	kenkiä, pääsiäiskoristeita	43,74	Kiina, Ningbo
10	14.3.2017	purku	MSKU643717-0	sandaaleja	46,68	Kiina, Ningbo
11	16.3.2017	purku	MSKU757096-8	lastenvaatteita	24,178	Kiina, Shanghai
12	16.3.2017	purku	BMOU690147-7	makuupusseja ja teltoja	67,43	Kiina, Ningbo
13	21.3.2017	purku	PONU081112-7	tuulettimia	30,3	Kiina, Yantian (Hong Kong)
14	21.3.2017	purku	MRKU260315-7	nokkakärkyjä, rengasettejä	67	Kiina, Qingdao

Konttikohtaiset mittaustulokset on esitetty liitteessä A.

6.4.1 Kontti 1. Miesten ja naisten rantasandaaleja

Kontin lastina oli rahtikirjojen mukaisesti naisten ja miesten rantasandaaleja.

6.4.1.1 Kontti 1 – Tuotteiden käsittely ja mittauspisteet

Kontin 1 purkamiseen osallistui kaksi henkilöä (kuva 8). VTT teki mittauksia mitta-uslaitteillaan kontin ovenraosta mitaten kontin ilmatilaa ennen kontin purkamisen aloittamista.

Kontin purkamisen aikana käytettävissä oli luvussa 5.3 esitettyjen mittaussmenetelmien lisäksi myös yhteistyökumppanin iBRID MX6-käsimitari, jossa oli mittauskennot PID, LEL, NH₃ ja O₂. Työntekijöiden altistumista hengitysvyöhykkeeltä ja kaasupitoisuuksia mitattiin koko purkutapahtuman ajan lukuun ottamatta FTIR-mittausta, joka ei ollut mahdollista kontin purkamisen aikana teknisen häiriön vuoksi. Noin puoli tuntia purkamisen aloittamisen jälkeen laatikoiden sisältä mitat-tuja FTIR-pitoisuuksia on tässä raportissa käsitelty purkamishetken pitoisuuksina.

Vastaanotossa työntekijä avasi yhden laatikon kutakin sandaalilaatua ja tarkistaa tuotteiden vastaavan rahtikirjan merkintöjä sekä mittaa tuotteiden ulkomitat. Lastina oli sandaaleja, jotka oli pakattu pahvilaatikoihin, joissa jokaisessa oli 12 paria sandaaleja, jokainen sandaalipari omassa muovipussissaan. Laatikossa olevien kaasujen pitoisuudet mitattiin juuri ennen sen avaamista pahvilaatikkoon tehdyn reiän läpi.

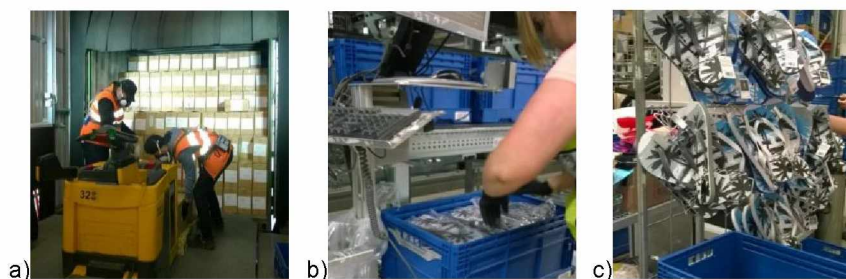
Uudelleenpakkauksessa työntekijä avasi pahvilaatikon ja siirsi muovisiin varastolaatikoihin noin 20 sandaaliparia sandaalien koosta riippuen. Avaamattomien pahvilaatikoiden kaasupitoisuudet mitattiin ennen laatikoiden avaamista ja tuotteiden uudelleenpakkaukselta. Lisäksi pitoisuus mitattiin avatussa laatikossa olleen muovipussin sisältä.

Myyntikunnostuksessa kaksi vuorokautta kontin purkamisen, tuotteiden vastaanoton ja uudelleenpakkauksen jälkeen sandaalipari otettiin muovipussista pois, tarkastettiin ja laitettiin takaisin. Pusseissa mahdollisesti olleet roskat poistettiin. Avaamattomista muovipusseista mitattiin kaasupitoisuudet ennen pussien avaamista. Myös varastolaatikon sisältä ennen laatikon tyhjentämistä tehtiin kaasumittauksia. Mittaustulokset on esitetty liitteessä A sivuilla 1–2.

Kauppaan toimitettava myyntiyksikkö kerättiin työntekijän toimesta 49 vuorokautta kontin purkamisen jälkeen. Tavarayksikön suuruus oli noin 50 sandaaliparia, jotka

oli kerätty kolmeen laatikkoon. Avaamattomista pusseista ja varastolaatikon sisältä mitattiin kaasupitoisuudet ennen keräystä.

Myyntiin asettaminen tehtiin keräilyä seuraavana päivänä eli 50 vuorokautta kontin purkamisen jälkeen. Sandaalit otettiin pois muovipussista ja ripustettiin roikkumaan kenkähenkariin. Ripustetut sandaalit vietiin myymälään kenkäosastolle. Avaamattomasta pussista mitattiin kaasupitoisuudet ennen muovipussin poistamista. Myös varastolaatikon sisältä tehtiin kaasumittauksia. Työskentelyilman pitoisuutta mitattiin ripustimiin laittamisen yhteydessä.



Kuva 8. Kontin 1 purkaminen (a), uudelleenpakkaus (b) ja kaupassa myyntiin asettaminen (c).

6.4.1.2 Kontti 1 – Mittaustulokset

Pitoisuusmittauksia tehtiin useista eri kohteista, joten tuloksia on käsitelty seuraavissa alaluvuissa mittauskohteittain.

6.4.1.2.1 Kontin ilmatilasta tehdyt mittaukset

Kontissa 1 havaittiin hapen, kosteuden ja hiilidioksidin lisäksi ammoniakkia noin 60 ppm:n pitoisuudessa. Kontin ilmatilasta ennen kontin avaamista pystyttiin mittaamaan ammoniakki yhteistyökumppanin käsimittarilla.

6.4.1.2.2 Laatikoiden sisältä tehdyt mittaukset

Laatikoissa muovipussien ulkopuolelta mitatut ammoniakkipitoisuudet olivat vastaanotossa ja uudelleenpakkauksessa noin 60 ppm, myyntikunnostuksessa 6 ppm, myyntiyksikön keräilyssä 3 ppm ja kaupassa ennen myyntiin asettamista 1 ppm.

6.4.1.2.3 Sandaalipussien sisältä mitatut pitoisuudet

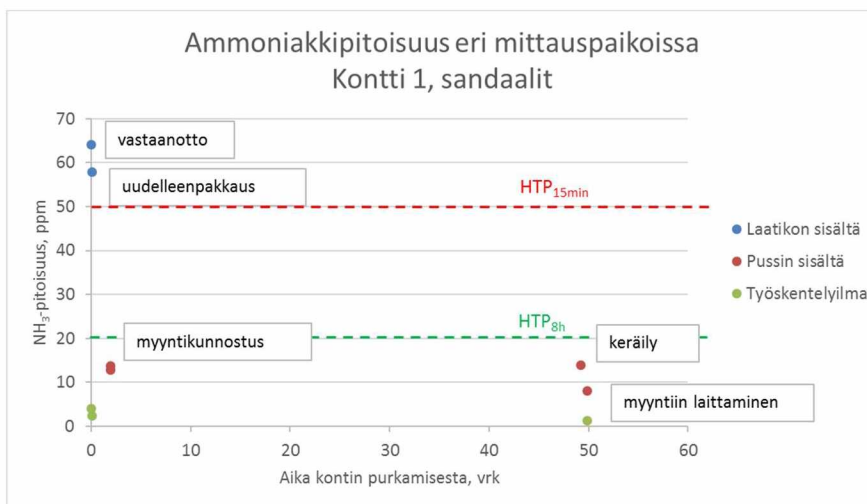
Sandaalipussien sisällä havaittavia pitoisuuksia ammoniakkia esiintyi koko seuranta-ajan (50 vrk). Yhteistyökumppanin käsimittarin ammoniakkikenno näytti kontin

purkamisen yhteydessä yhteneviä pitoisuuksia FTIR-tulosten kanssa. Lisäksi käsimittareiden PID-arvot erosivat taustapitoisuudesta kertoen normaalista huoneilmasta poikkeavia yhdisteitä.

Kontin purkamisen, vastaanoton ja uudelleenpakkaamisen aikana sandaalipussien sisällä ammoniakkipitoisuudet olivat noin 60 ppm. Tällöin myös PID reagoi sandaalipussien sisällä olevaan kaasuun indikoiden sen sisältävän normaalista huoneilmasta poikkeavia yhdisteitä (PID-arvot olivat välillä 10–21 ppm). Myyntikunnostuksessa kaksi vuorokautta myöhemmin sandaalien muovipussin sisältä mitatut ammoniakkipitoisuudet olivat noin 13 ppm, ja PID-arvot välillä 3–17 ppm.

Myyntiyksikön keräyksessä, 49 vrk kontin purkamisen jälkeen, sandaalipussin ammoniakkipitoisuus oli edelleen noin 10 ppm, ja PID-arvo oli noin 5 ppm. Kaupassa ennen muovipussien poistoa ammoniakkipitoisuus sandaalipussien sisällä oli 10 ppm:ä. PID-arvot eivät olleet enää koholla sandaalipussien sisältä mitattuna.

Kuvassa 9 on esitetty eri työvaiheissa mitatut ammoniakkipitoisuudet laatikon sisältä, sandaalipussien sisältä ja työskentelyilmasta. Kuvaan on myös merkitty ammoniakkin HTP_{15min}- ja HTP_{8h}-pitoisuudet.



Kuva 9. Kontin 1 eri työvaiheissa mitatut ammoniakkipitoisuudet.

6.4.1.2.4 Työpisteen ilmatilasta tehdyt mittaukset

Kaasupitoisuuksia mitattiin myös työpisteiden ilmatilasta. Työpisteen ilmatilan mittaus kertoo hetkellisen pitoisuustiedon, eikä se suoraan kerro työntekijän altistuksesta, mutta työpisteen ilmatilan mittaus kuvastaa käsiteltävästä tavarasta vapautuvien aineiden leviämistä ympäröivään ilmaan. Vastaanotossa lavojen

välissä työpisteen ilmatilasta mitattu ammoniakkipitoisuus oli 4 ppm ja vastaavasti uudelleenpakkauksessa työpisteen ilmassa oli ammoniakkia 2 ppm. Myyntikun-
nostuksessa ja keräyksessä työntekijöiden työpisteiden ilmasta ei havaittu ammo-
niakkia eikä kohonneita PID-arvoja. Kaupassa ennen myyntiin asettamista työpis-
teen ilmassa laatikoita purettaessa oli ammoniakkipitoisuus 1 ppm, mutta PID ei
havainnut poikkeamaa ympäristön ilman koostumuksessa.

6.4.1.3 Kontti 1 – Yhteenvedo mittaustuloksista

Yhteenvedona kontin 1 mittauksista voitiin havaita seuraavia asioita; Verrattaessa
sandaalipussien sisältä logistiikkaketjun eri vaiheissa mitattuja ammoniakkipitoi-
suuksia työhygienian raja-arvoihin (HTP-arvot), voidaan todeta kontin ilmatilan ja
vastaanotossa pahvilaatikoiden ammoniakkipitoisuuksien (noin 60 ppm) ylittäneen
HTP_{15min}-arvon (50 ppm) ja HTP_{8h}-arvon (20 ppm). Uudelleenpakkauksen jälkeen
sandaalien muovipusseissa esiintyneet noin 10 ppm:n ammoniakkipitoisuudet (n.
10 ppm) eivät ylittäneet HTP-arvoja. Työpisteiden ilmatilasta FTIR:llä mitatut am-
moniakkipitoisuudet olivat kaikki alle 5 ppm, vaikkakin aiheuttivat työpisteille sel-
vää hajua. Ammoniakin haistaminen vaihtelee suuresti väestössä ja hajukynnys-
tiedoksi on määritelty pitoisuusväli 5–50 ppm (TTL 2017).

6.4.2 Kontti 2. Lasten alusvaatteita

Kontissa oli lasten alusvaatteita, lähetysmaa oli Intia. Alushousut oli pakattu pahvi-
laatikoihin, joissa jokaisessa oli noin 60 muovipussia kolmen alushousun lajitelmia.
VTT teki mittauksia mittauslaitteillaan kontin ovenraosta mitaten kontin ilmatilaa
ennen kontin purkamisen alkamista. Myös vastaanottotilaan puretuista laatikoista
yhden laatikon sisällä olevan ilma analysoitiin ja siinä olevien haihtuvien aineiden
pitoisuudet mitattiin. Kuvassa 10 on esitetty kontin purkua.



Kuva 10. Kontin 2 purkua 9.5.2016.

Tässä kontissa kontin ilmatilan kaasupitoisuudet samoin kuin laatikon sisältä mitatut pitoisuudet olivat niin pieniä, ettei tavarayksikön pitoisuuksia logistiikkaketjun seuraavissa vaiheissa ollut järkevää mitata. Mittaustulokset on esitetty liitteessä A sivulla 3.

6.4.3 Kontti 3. Lasten vesipyssyjä

Kontissa oli lasten muovisia vesipyssyjä, lähetysmaana oli Kiina. Muoviset vesipyssyt oli pakattu pahvilaatikoihin, joissa jokaisessa oli 4 vesipyssyä. VTT teki mittauksia mittausseläitteillä kontin ovenraosta mitaten kontin ilmatilaa ennen kontin purkamisen alkamista ja sen aikana. Vastaanoton jälkeen vesipyssyalaatikat koottiin kuljetuslavalle ja käärittiin muovikelmuun. Vastaanottoilaan puretusta ja kelmuteetusta laatikkolavasta FTIR:llä mitattiin haihtuvien yhdisteiden pitoisuudet myös kelmuun käärittyjen laatikoiden välistä. Kuvassa 11 on kontti 3 ennen purkamisen aloittamista.



Kuva 11. Kontti 3 ennen purkamisen aloittamista 12.5.2016.

Kontin kaasupitoisuudet ja laatikon sisältä mitatut pitoisuudet olivat niin pieniä, ettei tavarayksikön pitoisuuksia logistiikkaketjun seuraavissa vaiheissa kannattanut mitata. Mittaustulokset on esitetty liitteessä A sivulla 4.

6.4.4 Kontti 4. Naisten hihattomia paitoja

Kontissa oli naisten paitoja, lähetyksena oli Hongkong. Paidat oli pakattu kaksinkertaisiin muovipusseihin. Yhdessä pahvilaatikossa oli koosta riippuen noin 30–45 muovipussia. VTT teki mittauksia mittauslaitteillaan kontin ovenraosta mitaten kontin ilmatilaa ennen kontin purkamisen alkamista, ja vastaanottotilassa vaatepussin sisältä ennen vastaanoton alkua. Kuvassa 12 on kontti 4 ennen purkamisen aloittamista.



Kuva 12. Kontti 4 ennen purkamisen aloittamista 4.10.2016.

Vastaanottotilaan puretuista laatikoista ja niiden sisällä olevista muovipusseista FTIR-mittauksissa havaittiin metyylibromidia. FTIR-tuloksen perusteella metyylibromidin pitoisuus muovipussin sisällä oli noin 5 ppm. Koska FTIR:n herkkyys metyylibromidille on heikko ja tiedetään FTIR:n määrittämissä rajoissa metyylibromidille olevan vain muutamia ppm:iä, niin metyylibromidin esiintyminen muovipussin sisällä tarkasteltiin indikaatioputkella. Indikaatioputkella voidaan havaita 0,2 ppm ylittävät metyylibromidipitoisuudet. Indikaatioputkella ei saatu viitteitä metyylibromidin esiintymisestä, joten FTIR-tulos on todennäköisesti virheellinen (ns. väärä positiivinen).

Kontin kaasupitoisuudet ja laatikon sisältä mitatut pitoisuudet olivat niin pieniä, ettei tavarayksikön pitoisuuksia logistiikkaketjun seuraavissa vaiheissa ollut järkevää mitata. Mittaustulokset on esitetty liitteessä A sivulla 5.

6.4.5 Kontti 5. Teräskattiloita

Kontissa oli kattiloita, lähetyksena oli Hong Kong. Kattilat oli pakattu muovipusseihin pakattuna pahvilaatikoihin. Yhdessä pahvilaatikossa oli kattilan koosta riippuen 4–6 kattilaa. VTT teki mittauksia mittauslaitteillaan kontin ovenraosta mitaten kontin ilmatilaa ennen kontin purkamisen alkamista. Kuvassa 13 on esitetty kontin purkamista.



Kuva 13. Kontin 5 purkamista 7.10.2016.

Kontin kaasupitoisuudet ja laatikon sisältä mitatut pitoisuudet olivat niin pieniä, ettei tavarayksikön pitoisuuksia logistiikkaketjun seuraavissa vaiheissa ollut järkevää mitata. Mittaustulokset on esitetty liitteessä A sivulla 6.

6.4.6 Kontti 6. Liinavaatteita

Kontissa oli liinavaatteita ja lähetysmaa oli Pakistan. Liinavaatteet (pussilakanasetit) oli pakattu muovipaketeissa pahvilaatikoihin. Yhdessä pahvilaatikossa oli 6 pussilakanasettiä. VTT teki mittauksia mittauslaitteillaan kontin ovenraosta mitaten kontin ilmatilaa ennen kontin purkamisen alkamista, purkamisen aikana vastaanottotilassa laatikon sisältä ja uudelleenpakkauksessa laatikon sisältä sekä työpisteen ilmatilasta.

Kontin ilmatilasta ja laatikoiden sisältä tehdyissä mittauksissa havaittiin metanolia (noin 20 ppm). Kontin purkamisen jälkeen tavarayksikkö ohjattiin uudelleenpakkaukseen, missä pahvilaatikon sisältä mitattu metanolipitoisuus oli noin 10 ppm. Kontissa ja laatikoiden sisältä mitatut metanolipitoisuudet eivät ylittäneet metanolin HTP_{15min}-arvoa (250 ppm) tai HTP_{8h}-arvoa (200 ppm).

Uudelleenpakkauksessa työntekijä avasi pahvilaatikon ja pakkasi muovisiin varastolaatikoihin kuusi pussilakanasettiä. Työpisteen ilmatilasta, pahvilaatikoiden välissä olevasta tilasta ja avaamattomien pahvilaatikoiden kaasupitoisuudet mitattiin uudelleenpakkauksipisteessä. Uudelleenpakkauksen työpisteen ilmatilasta mitattu pitoisuus oli noin 1 ppm. Kuvassa 14 on esitetty kontin purkamista ja lastina olleiden tuotteiden uudelleenpakkauksista.



Kuva 14. Kontin 6 purkamista (a) ja uudelleenpakkausta (b) 14.10.2016.

Mittaustulokset on esitetty liitteessä A sivulla 7.

6.4.7 Kontti 7. Vauvojen pehmoleluja ja helistimiä

Kontissa oli pehmoleluja ja helistimiä, lähetysmaana oli Hongkong. Tavarat oli pakattu pahvilaatikoihin. Yhdessä pahvilaatikossa oli tavarasta riippuen 4–6 lelua. VTT teki mittauksia mittauslaitteillaan kontin ovenraosta mitaten kontin ilmatilaa ennen kontin purkamisen alkamista ja vastaanottotilassa laatikoiden sisältä. Kuvassa 15 on esitetty kontin purkamista.



Kuva 15. Kontin 7 purkamista 24.10.2016.

Kontin kaasupitoisuudet ja laatikon sisältä mitatut pitoisuudet olivat niin pieniä, ettei tavarayksikön pitoisuuksia logistiikkaketjun seuraavissa vaiheissa ollut järkevää mitata. Mittaustulokset on esitetty liitteessä A sivulla 8.

6.4.8 Kontti 8. Sekalaista tavaraa

Kontissa oli sekalaista tavaraa, lähetysmaana oli Intia. Lastina oli koiran ruokakuppeja noin 3 m^3 , kynttilänjalkoja $4,5 \text{ m}^3$, mattoja $28,8 \text{ m}^3$, miesten puolikenkiä $11,4 \text{ m}^3$ ja keittiötekstiilejä $3,1 \text{ m}^3$. Matot oli pakattu tekstiilipunossäkkeihin ja muut tavarat muovipussiin pakattuna pahvilaatikoihin. VTT teki mittauksia mittauslaitteillaan kontin ovenraosta mitaten kontin ilmatilaa ennen kontin purkamisen alkamista ja sen aikana kontissa kenkälaatikoista. Myös kahdesta mattolavasta tehtiin mittauksia ennen vastaanoton alkamista. Kuvassa 16 on esitetty mattolastin purkamista ja kenkälaatikoiden mittaamista ennen purkamista.



a)



b)

Kuvat 16. Kontin 8 mattolastin purkamista (a) ja kenkälaatikoiden mittausta (b) 25.10.2016.

Kontin kaasupitoisuudet ja laatikon sisältä mitatut pitoisuudet olivat niin pieniä, ettei tavarayksikön pitoisuuksia logistiikkaketjun seuraavissa vaiheissa ollut järkevää mitata. Mittaustulokset on esitetty liitteessä A sivulla 9.

6.4.9 Kontti 9. Kenkiä ja pääsiäiskoristeita

Kontissa oli miesten kenkiä $23,9 \text{ m}^3$ ja pääsiäiskoristeita $19,9 \text{ m}^3$. Lähetysmaa oli Kiina. Tavarat oli pakattu pahvilaatikoihin. VTT teki mittauksia mittauslaitteillaan kontin ovenraosta mitaten kontin ilmatilaa ennen kontin purkamisen alkamista ja vastaanottotilassa laatikoiden sisältä. Kuvassa 17 on esitetty kontin purkamista.



Kuva 17. Kontin 9 purkamista 14.3.2017.

Kontin kaasupitoisuudet ja laatikoiden sisältä mitatut pitoisuudet olivat niin pieniä, ettei tavarayksikön pitoisuuksia logistiikkaketjun seuraavissa vaiheissa ollut järkevää mitata. Mittaustulokset on esitetty liitteessä A sivulla 10.

6.4.10 Kontti 10. Sandaaleja

Kontissa oli sandaaleja ja lähetyksmäana oli Kiina. Sandaalit oli pakattu pahvilaatikoihin ja yhdessä pahvilaatikossa oli sandaalien koosta riippuen noin 12 sandaali-paria. VTT teki mittauksia mittauslaitteillaan kontin ovenraosta mitaten kontin ilmatilaa ennen kontin purkamisen alkamista ja vastaanottotilassa laatikon sisältä. Kuvassa 18 on esitetty kontin purkamista.



Kuva 18. Kontin 10 purkamista 14.3.2017.

Kontin kaasupitoisuudet ja laatikoiden sisältä mitatut pitoisuudet olivat niin pieniä, ettei tavarayksikön pitoisuuksia logistiikkaketjun seuraavissa vaiheissa ollut järkevää mitata. Mittaustulokset on esitetty liitteessä A sivulla 11.

6.4.11 Kontti 11. Lasten vaatteita

Kontissa oli lasten vaatteita, lähtömaana oli Kiina. Vaatteet oli pakattu muovipusseissa pahvilaatikoihin. VTT teki mittauksia mittauslaitteillaan kontin ovenraosta mitaten kontin ilmatilaa ennen kontin purkamisen alkamista ja vastaanottotilassa laatikon sisältä. Kuvassa 19 on esitetty kontti ennen purkamista.



Kuva 19. Kontti 11 ennen purkamista 16.3.2017.

Kontin kaasupitoisuudet ja laatikoiden sisältä mitatut pitoisuudet olivat niin pieniä, ettei tavarayksikön pitoisuuksia logistiikkaketjun seuraavissa vaiheissa ollut järkevää mitata. Mittaustulokset on esitetty liitteessä A sivulla 12.

6.4.12 Kontti 12. Makuupusseja

Kontissa oli makuupusseja ja lähetysmaana oli Kiina. Makuupussit oli pakattu pahvilaatikoihin, ja yhdessä pahvilaatikossa oli kuusi makuupussia. VTT teki mittauksia mittauslaitteillaan kontin ovenraosta mitaten kontin ilmatilaa ennen kontin purkamisen alkamista. Kuvassa 20 on esitetty kontin purkamista.



Kuva 20. Kontin 12 purkamista 16.3.2017.

Kontin kaasupitoisuudet ja laatikoiden sisältä mitatut pitoisuudet olivat niin pieniä, ettei tavarayksikön pitoisuuksia logistiikkaketjun seuraavissa vaiheissa ollut järkevää mitata. Mittaustulokset on esitetty liitteessä A sivulla 13.

6.4.13 Kontti 13. Pöytätuulettimia

Kontissa oli pöytätuulettimia, lähetyksmaa oli Hongkong. Tuulettimet oli pakattu pahvilaatikoihin. VTT teki mittauksia mittauslaitteillaan kontin ovenraosta mitaten kontin ilmatilaa ennen kontin purkamisen alkamista. Kuvassa 21 on esitetty kontin purkamista.



Kuva 21. Kontin 13 purkamista 21.3.2017.

Kontin kaasupitoisuudet sisältä mitatut pitoisuudet olivat niin pieniä, ettei tavarayksikön pitoisuuksia logistiikkaketjun seuraavissa vaiheissa ollut järkevää mitata. Testikäytössä olleen IRON-mittalaitteen tulokset saatiin mittausten jälkeen, joissa oli havaittu kohonneita pitoisuuksia kuudelle yhdisteelle, joita on tarkasteltu enemmän luvussa "Tulosten tarkastelu". Mittaustulokset on esitetty liitteessä A sivulla 14.

6.4.14 Kontti 14. Nokkakärriä ja kottikärriä rengasettejä

Kontissa oli nokkakärriä ja rengasettejä, lähetysmaa oli Kiina. Nokkakärriä oli pakattu muovipusseihin ja kottikärriä rengasetteihin. VTT teki mittauksia mittaustulosten kontin ovenraosta mitaten kontin ilmatilaa ennen kontin purkamisen alkamista ja sen aikana vastaanottotilassa pakkauksista. Kuvassa 22 on esitetty rengasettien purkamista ja nokkakärriälastin purkamista.



Kuvat 22. Kontin 14 rengasettien (a) ja nokkakärriälastin (b) purkamista 21.3.2017.

Kontissa ja pakkausten sisältä mitattiin vähän kohonneita PID-arvoja, mutta FTIR ei havainnut kohonneita pitoisuuksia. Kontin kaasupitoisuudet ja laatikoiden sisältä mitatut pitoisuudet olivat niin pieniä, ettei tavarayksikön pitoisuuksia logistiikkaketjun seuraavissa vaiheissa ollut järkevää mitata. Testikäytössä olleen IRON-mittalaitteen tulokset kontin sisäilmasta ja laatikon sisältä saatiin mittausten jälkeen. Tuloksissa oli havaittu kohonneita pitoisuuksia kuudelle yhdisteelle, joita on tarkasteltu enemmän luvussa 6.5 Tulosten tarkastelu. Mittaustulokset on esitetty liitteessä A sivulla 15.

6.4.15 Havaintoja tutkimukseen valittujen konttien ulkopuolelta

Mittauspaikkana toimineeseen yritykseen oli saapunut supppauslautoja sisältävä kontti, jossa kukin lauta oli pakattu pahvilaatikkoon. Yrityksessä on selvästi määritellyt toimintatavat konttien purkamiseen ja tavaraerien vastaanottoon liittyen. Supppauslautoja sisältävästä kontissa oli ei-spesifisellä käsimitarilla (PID-kenno) havaittu toimenpiderajan ylittävä pitoisuus haihtuvia yhdisteitä. Kontti oli yrityksen toimintaohjeen mukaisesti jätetty tuulettumaan vuorokaudeksi. Tämän jälkeen haihtuvien yhdisteiden määrä oli laskenut toimenpiderajan alle, ja kontti oli purettu vastaanottoon. Kun tutkimukseen valitun kontin mittauksia tultiin suorittamaan, supppauslautaerä oli vielä vastaanotossa haisten edelleen voimakkaasti, jolloin myös tästä erästä haihtuvat yhdisteet päätettiin analysoida pakkauksen sisältä FTIR:llä ja käsimitareilla. Pakkauksessa havaittiin neljää ihmisille haitallista orgaanista yhdistettä tolueenia, asetonia, etyyliasetattia ja 2-butanonia, joille kaikille on määritetty HTP-arvo (taulukko 3). Käsimitarilla havaittiin kohonneita mittaus tuloksia PID- ja LEL-kennoilla, joista PID-kennon vaste meni yli sen mittausalueen (2000 ppm). Tavarayksikköä ei seurattu logistiikkaketjussa, koska lastin purkamisen aikaisia altistusmittauksia ei pystytty enää jälkikäteen tekemään ja näin ollen seurantatuloksilla ei olisi ollut vertailukohtaa.

Taulukko 3. Supppauslautapakkausten sisältä käsimitarilla mitattuja PID-, LEL-pitoisuuksia sekä FTIR:llä mitattuja haitallisten orgaanisten yhdisteiden pitoisuuksia (16.3.2017) ja ChemPro:n tulosindeksi. Taulukossa on esitetty myös yhdisteille asetetut HTP-arvot.

Yhdiste	Mittaus tulos, ppm	HTP _{15min} , ppm	HTP _{8h} , ppm
Tolueeni	409	100	25
Asetoni	477 ppm	630 ppm	500 ppm
Etyyliasetatti	36 ppm	500 ppm	300 ppm
MEK (2-Butanoni)	330 ppm	100 ppm	-
PID	yli 2000 ppm		
LEL	12 %		
ChemPro100i, indeksi	180		

Tarkasteltaessa supppauslautalaatikoiden tuloksia voidaan todeta, että vaikka laatikoiden ulkopuolella ei havaittu kohonneita pitoisuuksia (yrityksen omavalvonta), laatikoiden sisällä esiintyi haitallisia pitoisuuksia orgaanisia yhdisteitä.

6.5 Tulosten tarkastelu

Tutkimuksessa tutkittiin yhteensä neljätoista tavarankuljetuskonttia. Tutkittavat kontit valittiin esitietojen (esim. lastikirjamerkinä kaasutusaineen käytöstä) ja kontissa olevan lastin perusteella siten, että mittauksiin valikoituisi kontteja ja/tai tuotteita, joissa haihtuvien yhdisteiden pitoisuudet ovat keskimääräistä suurempia.

Valinnassa käytettiin apuna kirjallisuudessa raportoituja havaintoja tuoteryhmistä, joiden yhteydessä kaasumaisia aineita on esiintynyt suurina pitoisuuksina merikuljetuskonteissa, kuten kengät ja kalusteet (Baur 2010). Lähtötietoina käytettiin myös kaupan alan toimijan omavalvonnan mittaustuloksia, joista on Suomessa kokemuksia noin parin vuoden ajalta ja siten paikallisia tilastoja.

Tutkimusjaksojen (yht. 3 kpl) aikana mittauspaikkana toimineeseen yritykseen ei saapunut yhtään konttia, jossa lastikirjan tai muun ilmoituksen, esim. kontin seinään kiinnitetyn varoituksen, mukaan olisi käytetty kaasutusaineita. Kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO, International Maritime Organization) ohjeiden mukaan kaikki kaasutetut kontit on merkittävä selvästi, myös tuuletetut (IMO 2010).

Tutkituista 14 kontista kahdessa havaittiin mitattavia pitoisuuksia ihmisille haitallisia aineita; sandaaleja sisältänyt kontti ja liinavaatteita sisältänyt kontti.

Sandaaleja sisältävässä kontissa (kontti 1) ja pahvilaatikoissa vastaanottoalueella havaittiin ammoniakkipitoisuuksien (noin 60 ppm) ylittäneen HTP_{15min} -arvon (50 ppm) ja HTP_{8h} -arvon (20 ppm). Uudelleenpakkauksen jälkeen sandaalien muovipusseissa esiintyneet noin 10 ppm:n ammoniakkipitoisuudet (n. 10 ppm) eivät ylittäneet HTP -arvoja. Havaitut ammoniakkipitoisuudet olivat suuria pakkauksen sisällä, mutta pitoisuus laimeni työpisteen ilmatilaan nopeasti (pakkauksessa 60 ppm, työpisteenilmatilassa olkapään kohdalla 4 ppm). Yleisiä huomioita työpisteiden sijoittelussa oli, että ne sijaitsivat korkeassa tilassa ja ilmanvaihto oli tehokasta, jolloin ilmaan vapautuessaan pitoisuudet laimenivat nopeasti.

Liinavaatteita sisältävässä kontissa (kontti 6) ja laatikoiden sisällä havaittiin metanolia noin 20 ppm. Kontin purkamisen jälkeen tavarayksikkö ohjattiin uudelleenpakkaukseen, missä pahvilaatikon sisältä mitattu metanolipitoisuus oli noin 10 ppm. Kontissa ja laatikoiden sisältä mitatut metanolipitoisuudet eivät ylittäneet metanolin HTP_{15min} -arvoa (250 ppm) tai HTP_{8h} -arvoa (200 ppm). Uudelleenpakkauksen työpisteen ilmatilasta mitattu pitoisuus oli noin 1 ppm.

Haitallisia aineita löydettiin n. 14 %:sta tutkituista konteista (2/14 konttia). Suuremmassa otannassa ja valittaessa kontit satunnaisesti, haitallisia aineita sisältävien konttien prosenttiosuus voi olla tässä tutkimuksessa saatua pienempi, koska kontit valittiin mittauksiin hyödyntäen erilaisia taustatietoja (lastikirjamerkinnot, tieteelliset julkaisut) pyrkien saamaan mittauksiin kontteja, joissa on kohonnut todennäköisyys haittuvien yhdisteiden esiintymiselle. Toisaalta taustatietojen perusteella valituksi eivät tulleet suppuslautapakkaukset, joissa esiintyi runsaasti tolueneja, asetonit ja etyyliasettaattia.

Tutkimusjaksojen aikana kaasupitoisuuksia mitattiin useilla eri mittalaitteilla, joilla oli erilainen toimintaperiaate eli joiden kyky havaita ja mitata pitoisuuksia oli erilainen. Myös laitteiden käytettävyys ja tulosten tulkinta poikkesivat toisistaan melko paljon, joten havaittuja mittaustuloksia tarkastellaan yhdessä ja mittalaittekohtaisesti.

sesti. Taulukossa 4 on esitetty ne kontit, joissa havaittiin PID-arvojen kohoamista, FTIR:llä havaitut ainepitoisuudet (määritysraja noin 1 ppm) ja ChemPro 100i-laitteen tulosindeksi. FTIR-tulosten hiilidioksidi- ja metaanipitoisuuksia ei ole esitetty taulukossa 4, koska niiden pitoisuudet eivät poikenneet ilman pitoisuuksista. Tulosten tarkastelu on tehty mittalaitteittain taulukon 4 arvojen perusteella.

Taulukko 4. Havaitut ainepitoisuudet ja perustasosta poikenneet mittaustulokset.

Kontin nro ja mittauskohde	PID-arvo (ppm)	Muut kennot (ppm)	FTIR:ssä havaittuja aineita (ppm)	ChemPro 100i, tulosindeksi	Gasera IRON
1, kontin sisäilma ja laatikon sisästä	noin 10	NH ₃ 10-75 CO 7-19	- 1,2-dikloorietaani 1,5 ja 3,1 - *metanoli 1,3 – 2,5 - *ammoniakki 14 – 64 - ***metyylibromidi 1,9 - etyylibentseeni 1,4 - kosteus 0,7 – 1 til-%	Laite ei mukana mittauksissa	Laite ei mukana mittauksissa
1, uudelleenpakkaus ja keräily	1 - 4,5	Ei NH ₃ -kennoa mukana	- *ammoniakki 3 – 14 - kosteus 0,7 til-%		
2	0		- tolueni 1,4 - asetaldehydi 1,4 - kosteus 0,8 til-%		
3	3,5 ja 1,7		- *metanoli 1,8 - 2,3 - kosteus 0,7- 0,9 til-%		
4	0		- kosteus 0,1 til-%	17 - 28	
5	0		- kosteus 0 til-%	11	
6	0,4		- hiilimonoksidi (häkä) 3 - *metanoli 15,4 - propaani 1,1 - kosteus 0 til-%	15	#
7, kontin sisäilma	0		- tolueni 1,9 - ***metyylibromidi 3,9 - rikkihiili 1,5 - propaani 4,9 - isopentaani 1,5 - propeeni 2,4 - kosteus 0 til-%	15	#
7, pehmokirjalaitikko	0		- propaani 1,8 - kosteus 0,1 til-%	85	#

Kontti nro ja mittauskohde	PID-arvo (ppm)	Muut kennot (ppm)	FTIR:ssä havaittuja aineita (ppm)	ChemPro 100i, tulosindeksi	Gasera IRON
8	0		- 1,2-dikloorietaani 2,8 - kosteus 0 til-%	15 - 30	#
9	0		- ***metylibromidi 1,5 - kosteus 0,1 til-%	38 - 50	Laite ei mukana mittauksissa
10	2,2		- ***metylibromidi 1,5 - **fosfiini 1,4 - kosteus 0,4 til-%	41	
11	0		- tolueni 2,9 - kosteus 0,8 til-%	37	#
12	1,6		- tolueni 2 - kosteus 0,5 til-%	20	#
13	0		- kosteus 0,5 til-%	10	- kosteus 0,9 til-% - metaani 26 - asetoni 17 - tolueni 19 - butanoni 15 - m-ksyleeni 5
14, kontin sisäilma	2		- kosteus 0,5 til-%	50	- kosteus 1 til-% - metaani 27 - asetoni 24 - tolueni 25 - butanoni 20 - propaani 9
14, laatikko	10		- kosteus 0,7 til-%	51	- kosteus 0,6 til-% - metaani 13 - asetoni 5 - tolueni 8 - butanoni 5 - propaani 6

* PID-kenno ei reagoi ammoniakkiin eikä metanoliin, koska niiden ionisointi vaatii enemmän energiaa kuin käytössä olleiden PID-kennojen ionisointienergia on (10,6 eV). Toisaalta, jos ammoniakki ja/tai metanoli ovat osittain ionisoituneet, voivat ne näkyä PID-mittauksessa.

** Fosfiinin esiintymistä ei pystytty vahvistamaan indikaatioputkilla, joten FTIR:n fosfiinipitoisuus lienee niin sanottu "väärä positiivinen" tulos.

*** Metylibromin esiintymistä ei pystytty vahvistamaan indikaatioputki-mittauksella, joten todennäköisesti FTIR:n metylibromidipitoisuus on niin sanottu 'väärä positiivinen' tulos.

Testattu laite oli mukana mittauksissa, mutta tuloksia ei ole saatavissa.

6.5.1.1 Käsimittarin tulokset

VTT:n iBRID-käsimittalaitteessa oli mittauskennot fosfiinille (PH₃), hapelle (O₂), räjähdysherkille kaasuille (LEL) ja fotoionisoituville kaasuille (PID). Yhteistyökumppanin vastaavassa iBRID MX6-käsimittarissa fosfiinikennon tilalla oli kenno ammoniakille (NH₃). Testikäytössä ollut BW Technologies – GasAlertMicro 5 -sarjan käsimittarissa oli mittauskennot hapelle (O₂), hiilimonoksidille (CO), rikkivedylle (H₂S), räjähtäville kaasuille (LEL) ja fotoionisaatiodektektori (PID).

Fosfiinin havaitsemiseen tarkoitettu mittauskenno ei reagoanut mittauksen aikana kertaakaan, eikä fosfiinia havaittu muilla mittausmenetelmillä, eli indikaatioputkilla ja FTIR-laitteella. FTIR-laite antoi yhden kerran kohonneen fosfiinituloksen, mutta sillekään ei saatu vahvistusta muilla menetelmillä. Joten ei ole syytä epäillä fosfiinikennon reagoineen virheellisesti muihin kaasuihin antavan niin sanottuja ”vääriä positiivisia” fosfiinituloksia.

Happimittaustulokset konteista ja tavarapakkauksista osoittivat happipitoisuuden vastanneen kaikissa mittauksissa ilman happipitoisuutta eli noin 21 til-%. Happipitoisuutta mittaavia kennoja oli muissakin käytetyissä käsimittareissa, ja ne kaikki osoittivat vastaavia mittaustuloksia.

Ammoniakkipitoisuuden mittaus kontista 1 yhteistyökumppanin iBRID-käsimittarilla vastasi melko hyvin FTIR-laitteen mittaamaa ammoniakkipitoisuutta, pitoisuusero oli noin 70 ppm:n pitoisuudessa vain noin kymmenen ppm:ä.

BW Technologiesin rikkivetykenno ei reagoanut mittauksen aikana kertaakaan, mutta mittauksissa ei havaittu rikkivetyä muillakaan käytössä olleilla mittausmenetelmällä, joten rikkivetykennon toiminnasta ei voida tehdä johtopäätöksiä. Aikaisemmissa selvityksissä (Pitkänen ym. 2015, Kajolinn ym. 2016a) ei ole mainintoja rikkivedyn esiintymisestä, vaikka sen mittaamista kuljetuskonteista suositellaankin Alankomaissa annetuissa ohjeissa.

Räjähdysherkkien kaasujen suhteelliseen mittaamiseen käytetty LEL-kenno ei näissä mittauksissa reagoanut kertaakaan. Suppauslautalaatikossa olleet kaasupitoisuudet saivat LEL-mittauksen nousemaan tasolle 12 % alimmasta räjähdysrajapitoisuudesta. Kyseisestä laatikosta mitattiin FTIR:llä satojen ppm:ien tolueeni-, aseton- ja butanonipitoisuuksia sekä suuria PID-arvoja, joten LEL-kennon vaste oli samassa linjassa muiden mittaustulosten kanssa.

Orgaanisten aineiden ja rikkijyhdisteiden mittaamiseen soveltuva PID-kenno reagoi kuuden kontin mittauksissa (43 % tutkituista konteista).

Tarkasteltaessa taulukon 4 mittaustuloksia voidaan todeta, että PID-kenno reagoi kuudessa kontissa johonkin kontissa esiintyvään kaasuun, mutta kaikissa tapauksissa ei voida päätellä mihin yhdisteeseen PID-kenno reagoi, sillä FTIR-tulokset

olivat monissa tapauksissa lähellä määritysrajaa, eli noin 1 ppm:n tasolla. Tässä oleellisimpia havaintoja PID-kennon tuloksista:

- Kontin 1 tapauksessa PID-kenno reagoi todennäköisesti 1,2-dikloorietaaniin ja ehkä osittain suurehkoon ammoniakkipitoisuuteen.
- Kontin 12 tapauksessa PID-kenno reagoi todennäköisesti tolueeniin.
- Kontin 7 tapauksessa PID- ja ChemPro-laitteet eivät reagoineet lainkaan, vaikka FTIR:n havaitsi tolueenia, metyylibromidia, rikkihiiltä, propaania ja propeenaa.
- Konttien 3, 6, 10 ja 14 tapauksissa saatujen tulosten perusteella ei voi arvioida niitä aineita, joihin PID-kenno on mahdollisesti reagoanut.
- Kontissa 11 oli FTIR:n tulosten mukaan tolueenia noin 3 ppm, mikä on FTIR:n määritysrajalla, ja PID ei reagoanut ollenkaan. Myös kontissa 12 havaittiin FTIR:llä kaksi ppm:ää tolueenia, jolloin PID-arvo oli 1,6 ppm. Saatujen tulosten perusteella ei voi arvioida esiintykö konteissa tolueenia, eikä voida arvioida niitä aineita, joihin PID-kenno on mahdollisesti reagoanut. Tolueenin HTP_{8h} on 25 ppm ja HTP_{15min} 100 ppm.
- Kontin 14 kumituotteiden kohdalla ei voi arvioida niitä aineita, joihin PID-kenno on mahdollisesti reagoanut, koska FTIR:n tuloksissa ei ollut havaittavissa yli määritysrajan olevia pitoisuuksia.
- Kontin 6 metanolipitoisuus ei näkynyt PID-mittauksissa, mutta laitteessa ei myöskään ollut käytössä metanolille tarkoitettua kennoa.

Johtopäätöksenä käsimitareiden käytöstä näissä testeissä voidaan todeta

- PID-kenno reagoi pieniinkin pitoisuuksiin, mikä turvallisuuskannalta on hyvä asia. Toisaalta alhaiset tolueenipitoisuudet aiheuttivat ristiriitaisen tuloksen, koska toisella kertaa PID-kenno reagoi ja toisella kerralla ei reagoanut.
- PID-arvo ei kerro esiintyvän aineen todellista pitoisuutta, vaan suhteellista pitoisuutta kalibrointiaineeseen
- Käsimitareita voidaan käyttää indikaatiiviseen mittaukseen arvioitaessa turvallisuutta
- Näiden mittausten perusteella käsimitarissa olisi hyvä olla kennot ainakin hapelle, ammoniakille, PID, LEL, ja fosfiinille, mutta olisi hyvä harkita myös kennoja hiilimonoksidille ja alkoholeille.
- Käytettävyyden ja mittausten luotettavuuden kannalta sondin rakenne olisi hyvä olla monireikäinen, jolloin sondin tukkeutumisvaara vähenisi selvästi

6.5.1.2 Indikaatioputkilla mittaus

Värimuunnokseen perustuvia indikaatioputkia käytettiin fosfiinille (määritysraja 0,1 ppm ja metyylibromidille 0,2 ppm), koska haluttiin varmistaa kyseiset pitoisuusmitaukset monilla eri menetelmillä. Moneen menetelmään päädyttiin, koska fosfiinin työhygieeninen HTP_{15min}-pitoisuus on 0,2 ppm, joka oli alle FTIR:n määritysrajan ja käsimitarin fosfiinikennon toiminnasta ei ollut spesifisyystietoja. Metyylibromidin

kohdalla tilanne oli vastaava. Näissä mittauksissa indikaatioputkilla ei havaittu fosfiinia tai metyylibromidia mitatuista konteista.

Johtopäätöksiä indikaatioputkien käytöstä näissä testeissä

- Indikaatioputkia on helppo käyttää, mutta ne ovat kertakäyttöisiä ja niiden värimuunnoksiin on monia häiritseviä komponentteja
- Jokaiselle mitattavalle kaasulle tulisi olla oma indikaatioputki, joten putkia ja aikaa kuluisi paljon, jos kontteja mitattaisiin pelkästään niillä
- Indikaatioputket sopivat lähinnä muiden mittaustapojen tueksi.

6.5.1.3 FTIR-mittaus

FTIR-mittauksissa käytettiin mittalaittevalmistajan toimittamaa analysointiohjelmaa, jolla pystytään tunnistamaan ja kvantitoimaan 50 eri yhdistettä. Mittausmenetelmän määrittämisrajat ovat kaikille yhdisteille noin 1 ppm, mutta joidenkin aineiden kohdalla määrittämisraja on suurempi, esimerkiksi metyylibromidille määrittämisraja on noin 5 ppm.

Tarkasteltaessa taulukon 4 mittaustuloksia voidaan todeta, että ilmassa esiintyvien hiilidioksidin, metaanin ja kosteuden lisäksi 13 eri ainetta ylitti määrittämisrajan. Taulukossa 5 on listattu havaitut yhdisteet, kuinka monessa kontissa niitä havaittiin ja osuus mitatuista konteista ($n=14$ kpl).

Taulukko 5. FTIR-mittauksissa yli 1 ppm:n pitoisuuksissa havaitut yhdisteet, konttien lukumäärä ja konttien osuus ($n = 14$ kpl).

	Aine	Konttien lukumäärä, kpl	Osuus konteista, %
1	1,2-dikloorietaani	2	14
2	Metanoli	3	21
3	Ammoniakki	1	7
4	Metyylibromidi*	4	29
5	Etyylibentseeni	1	7
6	Tolueeni	4	29
7	Asetaldehydi	1	7
8	Hiilimonoksidi (häkä)	1	7
9	Propaani	2	14
10	Rikkihiili	1	7
11	Isopentaani	1	7
12	Propeeni	1	7
13	Fosfiini*	1	7

*) epäily, jota ei pystytty vahvistamaan

Taulukoista 4 ja 5 havaitaan, että

- Metyyli-bromidia havaittiin neljästä kontista, mutta indikaatioputkilla ei havaittu esiintyvän metyylibromidia, joten voidaan todeta FTIR-mittaustulokset metyylibromidin osalta virheellisiksi
- Myös fosfiinia havaittiin yhdestä kontista 1,4 ppm:n pitoisuus, mutta indikaatioputkilla ei havaittu esiintyvän fosfiinia, joten voidaan todeta FTIR-mittaustulokset fosfiinin osalta virheellisiksi
- Kontin 7 mittaustuloksissa on useita orgaanisia aineita ja rikkihiiltä. PID-arvo 0 ppm ja ChemPro-laitteen alhainen tulos eivät korreloi FTIR-tulosten kanssa
- Kontin 14 mittauksissa FTIR ei havainnut mitään, kuitenkin PID-arvo oli 2 ja 10 ppm, ChemPro:n indeksi noin 50. FTIR-laitteen tulos ei siten korreloinut muiden mittausten kanssa.

Johtopäätöksiä FTIR-laitteen käytöstä näissä testeissä

- Metyyli-bromidin ja fosfiinin mittaustulokset olivat todennäköisesti virheellisesti positiivisia tuloksia, koska niiden esiintymistä ei pystytty todentamaan FTIR:ää herkemmällä indikaatioputkilla. FTIR:llä havaitut metyylibromidi- ja fosfiinipitoisuudet tulee varmentaa toisella FTIR:ää herkemmällä mittausten menetelmällä, esim. sähkökemiallisilla kennoilla tai indikaatioputkilla
- FTIR-laitetta voidaan käyttää arvioitaessa konttien turvallisuutta, kuitenkin pitää muistaa, että laite ei näe "kaikkia mahdollisia haitallisia aineita riittävän pieninä pitoisuuksina", vaan se analysoi ennalta määriteltyjä yhdisteitä määrittämissä ylittävissä pitoisuuksissa.
- Vääriä positiivisia voi esiintyä erityisesti pienillä, määrittämissä tuntumassa olevilla pitoisuuksilla
- Laitetta on melko helppo käyttää, analysointi tapahtuu automaattisesti

6.5.1.4 ChemPro 100i-laitteen mittaukset

ChemPro 100i-laitteen tuloksena on indeksiluku, joka on laskennallinen tulos ioniliikkuvuusdetektorin ja kuuden sähkökemiallisen kennon vasteista. Lisäksi laite mittaa lämpötilaa, suhteellista kosteutta, ilmanpainetta ja virtausnopeutta.

Taulukosta 4 havaitaan, että

- Kontit (4,5,9 ja 13): ChemPro-laitteen tulosindeksi vaihteli välillä 10-50, mutta kohonneita kaasupitoisuuksia ei havaittu PID- ja FTIR-mittauksissa.
- Kontista 6 FTIR:llä havaittua metanolia ChemPro-laite ei todennäköisesti havainnut, koska indeksi oli vain 15.
- Kontti 7 ChemPro-laitteen tulosindeksit (15 ja 85) eivät korreloi muiden mittausten kanssa.

- Kosteuspitoisuuden muutokset eivät näyttäisi vaikuttavan indeksiin. ChemPro-laite kompensoi automaattisesti tulostaan suhteellisen kosteuden ja paineen mittauksilla.

Johtopäätöksiä ChemPro 100i -laitteen käytöstä näissä testeissä

- Laite on helppokäyttöinen, mutta tämän tutkimuksen käyttökokemusten perusteella sen soveltuvuudesta tavarayksiköistä haihtuvien yhdisteiden seurantaan ei voida tehdä johtopäätöksiä.

6.5.1.5 Testikäytössä ollut Gasera IRON -protolaite

Laite oli kenttäkäytössä helppo valmistella mittausvalmiuteen. Koska laite oli prototyyppi, se ei antanut heti mitään tulosta, vaan datat lähetettiin valmistajalle analysoitavaksi. Mittaustuloksia saatiin konttien 13 ja 14 mittauksista. Verrattaessa mittaustuloksia FTIR:n tuloksiin, voidaan havaita IRON-protolaitteen havainneen mittauksissa viittä orgaanista yhdistettä 5-27 ppm:n pitoisuuksissa. Kyseisiä yhdisteitä ei havaittu FTIR-mittauksissa.

6.6 Johtopäätökset pitoisuusmittauksista

Johtopäätöksinä tehdyistä mittauksista voidaan todeta, että

- konttiliikenteessä esiintyy sellaisia kontteja, joiden kaasupitoisuudet ovat haitallisella pitoisuustasolla. Näissä mittauksissa sandaalilastissa olleessa kontissa oli ammoniakkia yli työhygieenisten HTP_{15min}- ja HTP_{8h}-arvon ylittäviä pitoisuuksia.
- Haitallisia pitoisuuksia sisältävien konttien määrää tai esiintymistiheyttä ei voida arvioida näiden mittausten perusteella, mutta tulokset osoittavat niitä olevan liikenteessä.
- Konttien kaasuturvallisuuteen tulee kiinnittää työpaikoilla huomiota, varsinkin avaamisen ja purkamisen yhteydessä.
- Ainepitoisuudet laskivat kontin purkamisen jälkeen melko nopeasti, mutta jos lastin materiaaleista haihtuu aineita, voi selvästi havaittavia pitoisuuksia esiintyä vähittäiskauppaan asti.
- Mittausmenetelmistä ei voida selvästi suositella yksittäisiä laitteita, vaan mittaukset tulee tehdä useilla eri mittausmenetelmillä.
- Indikatiiviseen (suuntaa-antavaan) mittaukseen voidaan käyttää käsimitareita, joissa on useita erilaisia kennoja. Käsimitarissa olisi hyvä olla kennot ainakin hapelle, ammoniakille, PID, LEL ja fosfiinille. Lisäksi olisi hyvä olla myös kennoja hiilimonoksidille (häkä) ja alkoholille. PID-kenno vaikutti reagoivan pieniinkin pitoisuuksiin, vaikkakin mittauksissa saatiin ristikkäisiä tuloksia pienien toluenipitoisuuksien kanssa. PID-kennoja käytettäessä tulee aina huomioida, että PID-arvo ei kerro esiintyvän aineen todellista pitoisuutta, vaan se on suuntaa antava mittaustulos.

- Indikaatioputkien käyttö kaasupitoisuuksien mittaamisessa on helppoa, mutta ne ovat kertakäyttöisiä ja niiden värimuunnoksiin on monia häiritseviä komponentteja. Lisäksi jokaiselle mitattavalle kaasulle tulisi olla oma indikaatioputki, joten indikaatioputket sopivat lähinnä muiden mittauksetapojen tueksi.
- FTIR-laitetta voidaan käyttää arvioitaessa konttien turvallisuutta, kuitenkin pitää muistaa, että laite ei näe "kaikkea mahdollista", vaan se analysoi ennalta määritellyjä komponentteja määritysrajan ylittävinä pitoisuuksina.
- Tässä tutkimuksessa ei tarkasteltu Euroopan sisäliikenteen kontteja ja tavanaeriä.

Mittausten perusteella voidaan tehdä seuraavia ehdotuksia:

- Tieto purkamistilanteesta tehdyistä mittaustuloksista tulisi liittää tavarerien mukana kulkeväksi seuraaviin tavarantoiminnan käsittelyvaiheisiin ja kontin puhdistukseen.
- Konttien kaasuturvallisuuden seurantaan pitäisi olla selvä prosessi ja kattavasti saatavilla mittausmenetelmiä.
- Mittaukset tulee tehdä useilla eri mittausmenetelmillä. Esimerkiksi metyylibromidin ja fosfiinin mittaus on hyvä tehdä FTIR:n lisäksi myös jollain toisella mittausmenetelmällä.

6.7 Yhteenveto pitoisuusmittauksista

Kaupan alan työntekijät voivat altistua kaasutusaineille tai lastista vapautuville haitallisille aineille, mutta siitä, kuinka usein altistumista voi tapahtua, on vain vähän tutkimuksia. Riittämätön tieto voi johtaa kaupan alan työntekijöiden altistumiseen haitallisille pitoisuuksille haihtuvia aineita. Yleisimmät kansainvälisissä kuljetuksissa käytettävät kaasutusaineet ovat erittäin myrkyllisiä, osa niistä vaikuttaa keskushermostoon, osa niistä on luokiteltu syöpävaaralliseksi, mutageenisiksi ja genotoksisiksi. Lisäksi lastista voi haihtua haitallisia pitoisuuksia esimerkiksi liuotinaineita.

Kaupan alan työntekijät voivat altistua tuontitavaroista haihtuville kemikaaleille kuljetuskonttien lastin purkamisen yhteydessä, varastokäsittelyn aikana, kuormautoon lastauksen aikana ja kaupassa pakkausten avauksen ja myymälään esillepanon yhteydessä. Kaasupitoisuuksia pyritään nykyään monitoroimaan useissa terminaaleissa konttien purun yhteydessä käyttäen indikaatiivisia käsittäreitä, mutta monitoroinnille ei ole vielä olemassa harmonisoitua tapaa.

Mittauksilla saatiin tietoa kaasujen esiintymisestä ja vapautumisesta tavarayksiköistä käsittelyprosessin eri vaiheissa. Tietoa työntekijän tehtäväkohtaisesta altistumisesta saatiin hengitysvyöhykkeeltä tehdyillä mittauksilla, joita käsitellään seuraavassa kappaleessa.

Tässä tutkimuksessa mitattiin ennalta valittujen kuljetuskonttien ilmatilassa esiintyviä haihtuvia yhdisteitä ja seurattiin yksittäisten kuljetusyksiköiden matkaa kuljetusketjun läpi lastin purkamisesta vähittäiskauppaan asti. Tavoitteena oli määrittää Suomeen saapuneiden kuljetuskonttien sisältämien tavarayksiköiden konttikaasupitoisuuksia eri tavararyhmissä. Mittauksissa mittausten menetelminä olivat infrapuna-analysointilaitteisto (Gasmeter FTIR), käsimittari iBRID MX6 ja Dräger-värimuunnosputket fosfiinille ja metyylibromidille. Testilaitteina oli osassa mittauksia käsimittari GasAlertMicro 5, käsimittari ChemPro 100i ja infrapuna-analysointilaitteisto Gasera IRON.

Mittauksissa pyrittiin saamaan tietoa a) kaasujen vapautumisesta tavarayksiköistä käsittelyprosessin eri vaiheissa, b) työntekijän tehtäväkohtaisesta altistumisesta hengitysvyöhykkeeltä tehtävin mittauksin, c) yleisesti keskusliikkeillä käytössä olevan orgaanisia kaasuja ilmaisevan PID-mittaustuloksien vertailu muiden mittausten menetelmien tuloksiin ja altistumisen riskiin tilanteissa, joissa kuljetuskontista on havaittu PID:llä jotain kaasua, d) mittaustuloksia ennalta profiloituista kuljetuskontteista ja yksiköistä.

Mittauksin seurattiin 14 kontin sisältämien tavaroiden logistiikkaketjua. Tarkastelluista konteista viisi sisälsi tekstiilejä, kolme kenkiä, kolme muovi- tai kumituotteita, yksi sähkölaitteita, yksi metallituotteita ja yksi sekalaista tavaraa. Kahdesta kontista havaittiin selvästi kohonneita kaasupitoisuuksia; sandaalilastia seurattiin vähittäiskauppaan asti ammoniakkipitoisuuden takia ja liinavaatteita seurattiin metanolipitoisuuden takia uudelleenpakkaukseen asti, eli kunnes liinavaatelaatikot oli avattu ja tyhjennetty. Sandaalikontin ilmatilan ja pahvilaatikoiden ammoniakkipitoisuus (noin 60 ppm) ylitti ammoniakin työhygieeniset pitoisuudet (HTP_{15min} 50 ppm ja HTP_{8h} 20 ppm) tavarantoimituksen vastaanotossa ja uudelleenpakkauksessa. Liinavaatekontissa oli kohonnut metanolipitoisuus (noin 20 ppm), mutta se ei ylittänyt työhygieenisia pitoisuuksia (HTP_{15min} 250 ppm ja HTP_{8h} 200 ppm).

7. Altistumisriskien arviointi logistiikkaketjun eri osissa

Työntekijöiden hengitysvyöhykkeeltä mitattiin kaasupitoisuuksia hengitysteitse tapahtuvan altistumisen arvioimiseksi konttien ja sen sisältämien tavaroiden eri käsittelyvaiheisiin liittyvien työvaiheiden aikana. Tutkitut työvaiheet olivat merikuljetuskontin tyhjennys varastoon, tavarantoimituksen vastaanotto, uudelleenpakkaus, myyntikunnostus ja tavarantoimituksen keräys varastosta vähittäiskauppoja varten. Lisäksi työntekijän altistumista tutkittiin tavaroiden hyllytyksessä vähittäiskaupassa. Työvaiheet on kuvattu yksityiskohtaisesti kappaleessa (6.2. Kohteen kuvaus).

Työterveyslaitos teki altistumiseen liittyvät mittaukset ja arvioi tulosten perusteella työntekijän altistumisen tasoa kyseisen työtehtävän aikana.

7.1 Olosuhteet ja menetelmät

Altistumisen arvioimiseksi työntekijöiden hengitysvyöhykkeiltä mitattiin työvaiheiden aikana formaldehydin, metyylibromidin, liuotainaineiden ja erilaisten haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuksia (TVOC-alueen yhdisteet). Työvaiheet kestivät noin 0,5–2,5 h.

Tutkitut kontit olivat samoja kuin ilmatilan pitoisuusmittauksissa ja sisälsivät kenkiä, vaatteita, leluja, astioita, liinavaatteita, mattoja, somistustavaroita, makuupusseja, tuulettimia ja kottikärryjä. Konttien yksityiskohtaiset tiedot on esitetty kappaleen 6.4 taulukossa 2.

Työntekijän hengitysvyöhykkeeltä mitatut ilmanäytteet analysoitiin Työterveyslaitoksen akkreditoitussa testustauslaboratoriossa T013 (FINAS-akkreditointipalvelu, EN ISO/IEC 17025). Käytetyt menetelmät esitetään taulukossa 6.

Taulukko 6. Työterveyslaitoksen altistusmittausten mittausmenetelmät.

Altiste	Näytteenkeräin/mittari	Analyysimenetelmä	Viite
Formaldehydi	DNPH-silikapatruuna	Nestekromatografia	TY01-TY-011
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)	Termodesorptioputki, Tenax	Kaasukromatografia-massaspektrometria	AR1204-TY-031
Metyyliibromidi	Adsorbenttiputki	Kaasukromatografia	Soveltaen AR2303-TY-006
Orgaaniset liuotimet	Adsorbenttiputki	kaasukromatografia	AR2303-TY-006

TVOC-pitoisuus määritettiin toluenin vasteina ISO 16000-6 -standardin mukaisesti ja tulokset ovat semikvantitatiivisia. TVOC-kokonaispitoisuudella tarkoitetaan haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, joilla on huoneenlämpötilassa merkittävä höyrynpaine ja yhdisteiden kiehumispisteet ovat noin 50–260 °C.

Työntekijöiden hengitysvyöhykkeiltä mitattiin myös suoraan osoittavilla fotoionisaatiodektoreilla (ppbRAE 3000 tai MiniRAE 2000, RAE Systems Inc.) VOC-pitoisuuden vaihtelua.

7.2 Vertailuarvot

Sosiaali- ja terveysministeriö on vahvistanut osalle kemikaaleista haitallisiksi tunnetut pitoisuudet eli HTP-arvot (STM 2016). Ne ovat sosiaali- ja terveysministeriön arvioita hengitysilman pienimmistä pitoisuuksista, jotka voivat aiheuttaa haittaa tai vaaraa työntekijöiden turvallisuudelle tai terveydelle. HTP-arvot on huomioitava työilman puhtauden ja työntekijöiden työperäisen kemikaalialtistumisen arvioinnissa. Osalle tutkituista yhdisteistä on asetettu joko 8 tunnin ja/tai 15 minuutin haitalliseksi tunnettu pitoisuusarvo. Nämä arvot on huomioitu tulosten tarkastelussa ja altistumisen arvioinnissa. Myös monialtistuminen on huomioitu niiden yhdisteiden osalta, joilla on sama fysiologinen vaikutustapa, kuten esimerkiksi liuotinaineilla, joiden HTP-arvot on asetettu niiden samankaltaisten hermostollisten oireiden takia.

TVOC-yhdisteiden kokonaispitoisuudelle ei ole annettu Suomessa omaa HTP-arvoa. Myöskään WHO ei aseta TVOC-pitoisuuksille terveysperusteisia viitearvoja. Kirjallisuudesta löytyy kuitenkin viitteitä teollisuusilman viihtyvyys ja terveyshaittoihin liittyen, joiden mukaan hajuhaitat ja lievät ärsytystyyppiset oireet ovat mahdollisia keskimääräisen TVOC-pitoisuuden ollessa 0,3–3 mg/m³ (300–3000 µg/m³) (Työterveyslaitos 2012b).

7.3 Altistusmittaustulokset

Altistumisen arvioimiseksi hengitysvyöhykkeen mittaustuloksia verrattiin HTP_{8h} -arvoihin, vaikka näytteenottoaika ja työvaiheen kesto poikkesivat kahdeksasta tunnista. Altistuminen arvioitiin siten, että työntekijä altistuisi kaasupitoisuuksiltaan suurinta konttia vastaavalle purkutyön aikaiselle pitoisuudelle koko työpäivän ajan (8 h).

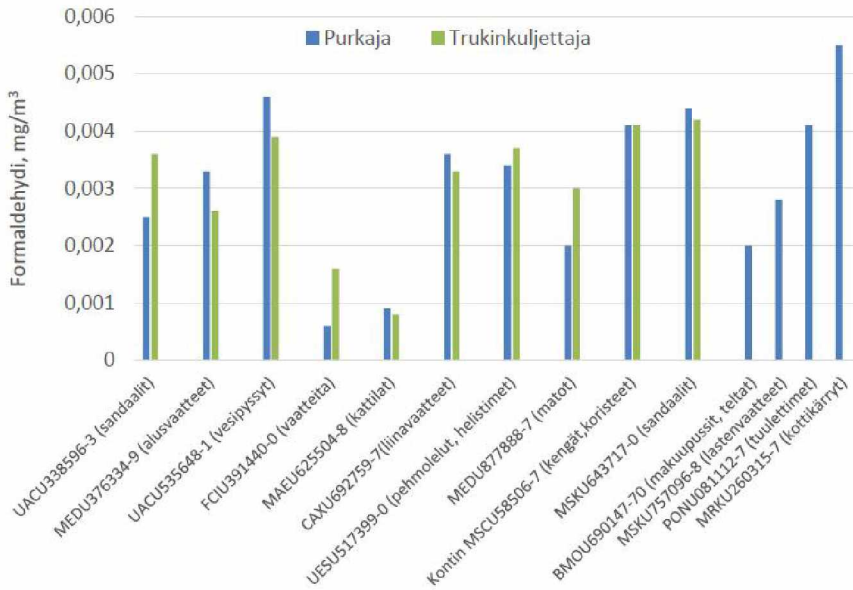
7.3.1 Konttien tyhjennys keskusvarastossa

Kontin tyhjennyksessä työntekijät (purkajat) työskentelivät kontin sisällä. He nostivat ns. ”lemppasivat” pahviset tavaralaatikat puiselle lavalle, joka kuljetettiin trukilla varastohalliin. Varastohallissa trukinkuljettaja kelmutti lavan. Kontin tyhjentämiseen osallistui 2–3 varastotyöntekijää. Työntekijöiden määrästä riippuen joinain mittauspäivinä myös trukinkuljettaja lemppassi laatikoita kontissa.

Työvaiheen aikana ei todettu metyylibromidia työntekijöiden hengitysvyöhykkeeltä tehdyissä pitoisuusmittauksissa.

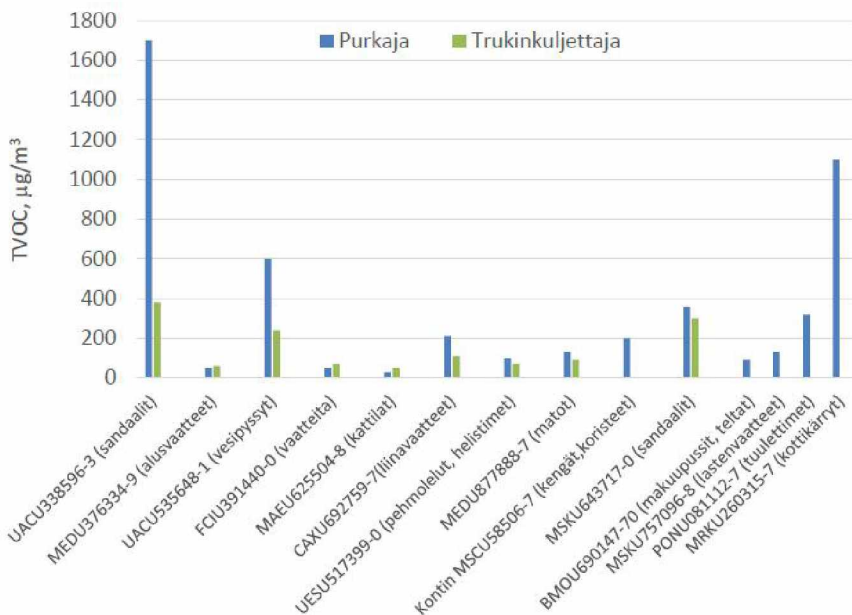
Suurin liuotainepitoisuus mitattiin kenkiä ja pääsiäiskoristeita sisältäneestä kontista, jolloin kontin tyhjentäjän hengitysvyöhykkeellä asetonitriilipitoisuus oli $4,6 \text{ mg/m}^3$. Mitattu pitoisuus oli 14 % HTP_{8h} -arvosta (34 mg/m^3). Muita konttien tyhjentämisen aikana todettuja yhdisteitä olivat ksyleeni, tolueeni, syklopentaani ja metanoli. Liuotainaineita tarkasteltaessa ja arvioitaessa niiden haitallisuutta, on huomioitava että yhdisteet, joilla on sama vaikutustapa katsotaan olevan summautuvia (STM 2016). Huomioiden aineiden yhteisvaikutus olivat mitatut liuotainepitoisuudet konttien tyhjentämisen aikana välillä alle 0,1–14 % HTP_{8h} -arvosta.

Formaldehydipitoisuudet konttien tyhjennyksessä vaihtelivat välillä alle 0,001–0,006 mg/m^3 . Mitatut pitoisuudet olivat pieniä ja selvästi alle formaldehydin HTP_{8h} -arvon. Suurin formaldehydipitoisuus mitattiin kottikärryjä ja rengassettejä sisältäneen kontin tyhjentämisen aikana, jolloin pitoisuus työntekijän hengitysvyöhykkeellä oli 2 % formaldehydin HTP_{8h} -arvosta ($0,37 \text{ mg/m}^3$). Kuvassa 23 esitetään formaldehydipitoisuudet purkajan sekä trukinkuljettajan hengitysvyöhykkeellä konttien tyhjentämisen aikana.



Kuva 23. Formaldehydipitoisuuden vaihtelu konttien tyhjennyksen aikana purkajan ja trukinkuljettajan hengitysvyöhykkeellä. Pitoisuuksissa ei ollut merkittävää eroa, vaikka trukin kuljettaja työskenteli vähemmän aikaa kontissa. Mitatut pitoisuudet olivat alle formaldehydin HTP_{8h}-arvon (0,37 mg/m³).

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet (TVOC-yhdisteet) vaihtelivat kontin tyhjentämisessä välillä 0,03–1,7 mg/m³ (30–1700 µg/m³). Suurin TVOC-pitoisuus mitattiin sandaalikontin tyhjentäneen purkajan hengitysvyöhykkeeltä. TVOC-pitoisuudet konttien tyhjennyksen aikana purkajan ja trukinkuljettajan hengitysvyöhykkeellä esitetään kuvassa 24. Verrattaessa työvaiheita keskenään kontin tyhjentäjän hengitysvyöhykkeeltä mitatut kaasupitoisuudet olivat ajoittain suuremmat kuin trukinkuljettajalta mitatut, sillä trukinkuljettaja työskenteli myös kontin ulkopuolella, mikä lyhensi kontissa työskentelyaikaa.



Kuva 24. TVOC-pitoisuuden vaihtelu kontin tyhjennyksessä purkajan ja trukinkuljettajan hengitysvyöhykkeillä (huomioi Y-akselin yksikkö). Kirjallisuudessa on raportoitu teollisuusilman hajuhaittojen ja lievien ärsytystyyppisen oireiden olevan mahdollisia keskimääräisen TVOC-pitoisuuden ollessa 300–3000 µg/m³ (Työterveyslaitos 2012b).

7.3.2 Logistiikkaketjun työvaiheet seurattujen konttien osalta

Kontin tyhjennyksen jälkeen keskusvarastolle tulleet tavarat tarkastettiin vastaanotossa. Vastaanoton jälkeen sandaaleita sisältäneet pahvilaatikot siirrettiin uudelleenpakkaukseen, jossa työntekijä avasi pahvilaatikon ja tyhjensi sandaalipussit automaattiselle pakkauslinjalle. Pakkauslinjalta sandaalipussit siirtyivät eteenpäin myyntikunnostukseen. Myyntikunnostustyövaiheessa sandaalipussit avattiin, sandaalien kuntoa tarkasteltiin ja pussi suljettiin uudelleen. Myyntikunnostuksesta sandaalit siirtyivät varastoon, josta ne myöhemmin kerättiin vähittäiskauppaan vietävään kuormaun.

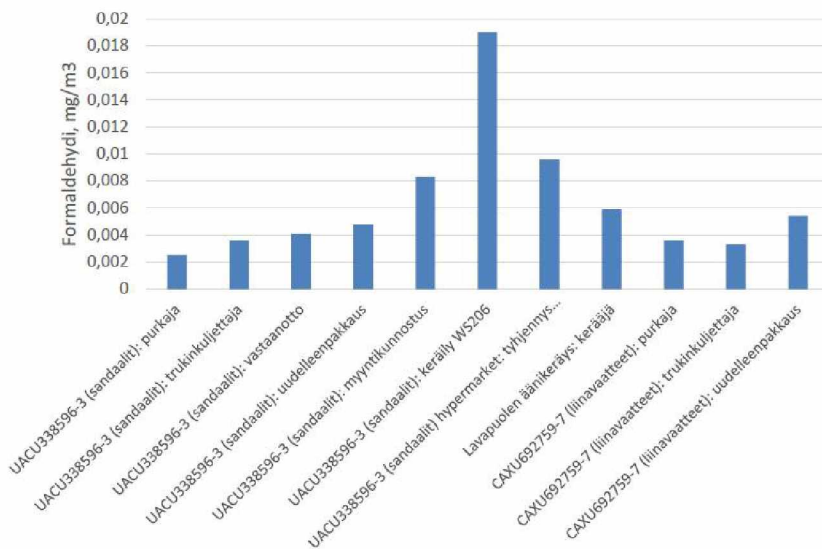
Tarkasteltaessa eri työvaiheissa mitattuja pitoisuuksia, olivat tolueni- ja ksyleenipitoisuudet sandaalikontin tyhjennyksen aikana purkajan hengitysvyöhykkeellä 0,5 mg/m³. Huomioitaessa aineiden yhteisvaikutus, oli mitattu pitoisuus 0,8 % liuotainaineiden HTP_{9h}-arvosta. Muissa työvaiheissa trukinkuljettajan, tavarantoimittajan, uudelleenpakkaajan ja myyntikunnostajan hengitysvyöhykkeillä tolueni- ja ksyleenipitoisuus oli 0,2 mg/m³. Keräiltäessä sandaalit keskusvarastolta vähittäiskauppaan varten 49 päivää sandaalien varastolle vastaanoton jälkeen tolueniä oli

todettavissa vain TVOC-analyyseissä. Kaupassa sandaalien hyllytyksessä toleenista todettiin enää vain jäämiä.

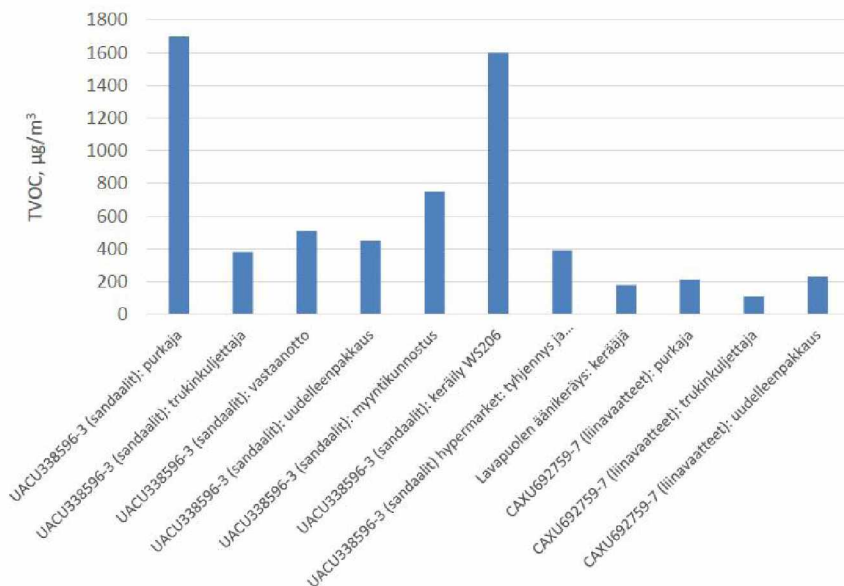
Fotoionisaatiodetektorilla (PID) seurattu haihtuvien orgaanisten yhdisteiden suuntaa antava pitoisuuden muutos vaihteli kontin tyhjentämisen ja muiden seurattujen työvaiheiden aikana. Suurimmat pitoisuudet mitattiin sandaalikontin tyhjentämisen aikana, jolloin PID-arvo vaihteli välillä 0-5 ppm, ollen keskimäärin 2,5 ppm. Saman sandaalikontin tavaroiden uudelleenpakkauksessa PID-arvo oli keskimäärin 0,5 ppm, mutta pitoisuus vaihteli hetkittäin 2,5 ppm:ään asti. Sandaalien myyntikunnostuksessa ei ollut havaittavissa pitoisuuden vaihteluita, pitoisuuden ollessa keskimäärin 0,5 ppm.

Liinavaatekontin ilmatilasta ja laatikoiden sisältä tehdyissä mittauksissa havaittiin metanolia noin 20 ppm (kts. 6.4.6 Kontti 6. Liinavaatteita). Liinavaatekontin purkamisen aikana tyhjentäjän hengitysvyöhykkeeltä mitattiin metanolipitoisuus 2,3 mg/m³ (1,6 ppm), joka on noin 1 % HTP_{8h}-arvosta (270 mg/m³). Trukinkuljettajalla ja uudelleenpakkauksessa metanolia ei enää todettu.

Työvaiheiden aikana mitatut formaldehydipitoisuudet esitetään kuvassa 25. Suurin formaldehydipitoisuus mitattiin sandaalien keräilystä. Mitattu pitoisuus oli 5 % formaldehydin HTP_{8h}-arvosta. Pienin formaldehydipitoisuus mitattiin sandaalikontin tyhjennyksessä purkajan hengitysvyöhykkeeltä. Työvaiheiden aikana mitatut TVOC-pitoisuudet esitetään kuvassa 26. Suurimmat TVOC-pitoisuudet mitattiin sandaalikontin tyhjentämisen aikana ja keräilystä. Pienin pitoisuus puolestaan mitattiin liinavaatekontin tyhjennyksessä trukinkuljettajan hengitysvyöhykkeeltä. Sandaaleiden myyntikunnostuksessa, jossa yksittäiset sandaalipussit avattiin, mitattiin hieman suurempia kaasupitoisuuksia kuin tavaran vastaanottajan, uudelleenpakkaajan ja trukinkuljettajan hengitysvyöhykkeeltä sandaalien käsittelyn aikana.



Kuva 25. Formaldehydipitoisuus logistiikkaketjun eri työvaiheissa. Suurin pitoisuus mitattiin keskusvarastolla sandaalien keräilystä ja pienin sandaalikontin tyhjennyksen aikana. Työvaiheiden aikana mitatut pitoisuudet olivat pieniä ja alle formaldehydin HTP_{8h}-arvon työvaiheiden aikana.



Kuva 26. TVOC-pitoisuus logistiikkaketjun eri työvaiheissa. Suurin pitoisuus mitattiin keskusvarastolla sandaalikontin tyhjennyksen aikana purkajan hengitysvyöhykkeeltä. Pienin TVOC-pitoisuus mitattiin liinavaatekantin tyhjennyksessä trukinkuljettajan hengitysvyöhykkeeltä.

7.4 Yhteenveto altistusmittauksista

Logistiikkaketjun eri työvaiheissa voidaan altistua hengitysteitse kuljetuskontin lastista haihtuville kaasupitoisuuksille, joiden laatu ja määrä riippuvat lastista. Tässä selvityksessä työvaiheita tutkittiin 14 eri kontin tyhjennykseen liittyvissä työvaiheissa. Kirjallisuudessa esiintynyttä konttien kaasutusaineena käytettyä, EU:n alueella kiellettyä (erityistarkastelu kriittisissä käyttötarkoituksissa), metyyli-bromidia ei todettu mitatuissa työvaiheissa. Eri työvaiheiden aikana suurimmat liuotainepitoisuudet mitattiin kenkiä ja pääsiäiskoristeita sisältäneen kontin tyhjennyksessä, jolloin pitoisuus oli 14 % HTP_{8h}-arvosta. Suurin formaldehydipitoisuus, joka oli 5 % formaldehydin HTP_{8h}-arvosta, mitattiin keskusvarastossa sandaalien keräilystä. Sen pitoisuus oli myös selvästi alle STM:n asettaman ohjearvon, jota työympäristön formaldehydipitoisuus ei saa raskauden aikana ylittää (STM 2003).

Tässä tutkimuksessa logistiikkaketjussa seurattiin sandaalikontin osalta kaasupitoisuuksien muutosta työntekijöiden hengitysvyöhykkeellä eri työvaiheissa. Työvaiheiden aikana mitatut kaasupitoisuudet olivat pieniä ja selvästi alle yhdisteiden HTP_{8h}-arvon. Vaikka tässä tutkimuksessa mitatut pitoisuudet olivat pieniä, on jo työtä suunniteltaessa tärkeää huomioida, että pitoisuudet vaihtelevat riippuen kontin sisällöstä. Esimerkiksi sandaaleja sisältäneen kontin tyhjennyksen aikana mitatuilla pitoisuuksilla on kirjallisuuden mukaan hajuhaittojen ja lievien ärsytystyyppisten oireiden esiintyminen mahdollista. Konteissa myös esiintyi pieniä määriä syöpävaarallisia ja herkistäviä yhdisteitä, joiden kohdalla altistuminen on pyrittävä pitämään niin pienenä kuin se teknistaloudellisesti on mahdollista ja ilmanvaihdon merkitys työpisteillä korostuukin. Tehokkaan ilmanvaihdon lisäksi konttien tuulettaminen ja pitoisuuden mittaaminen ennen tyhjennystyön aloittamista on mahdollinen riskinhallintakeino altistumisen vähentämiseksi. Altistumista kontin kaasuille voidaan myös vähentää hengityksensuojaimen käytöllä, mutta tässä on huomioitava varastotyön fyysinen kuormittavuus sekä soveltuvan suodatinyhdistelmän valinta.

Tieteellisesti perusteltua turvallista raja-arvoa raskaudenaikaisen työskentelyn liuotinpitoisuuksille ei voida antaa ja yleensä työskentelyä liuottimien kanssa pidetään turvallisena, jos pitoisuudet eivät ylitä 10 % HTP-tasosta. Raskaana olevien ei myöskään tule työssään altistua perimää vaurioittaville tai syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille (Taskinen ym. 2006). Raskaana olevien työntekijöiden työtä suunniteltaessa tuleekin huomioida merikuljetuskontin sisällä työskentely, jossa yhdisteet ja niiden pitoisuudet vaihtelevat lastista riippuen, ja voivat ylittää ns. turvallisen rajan.

8. Yhteenveto ja johtopäätökset

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että konttiliikenteessä voi esiintyä kontteja ja tavarayksiköitä, joiden kaasupitoisuudet ovat haitallisella pitoisuustasolla. Kemiakaalialtistuksen kannalta riskialttiimmiksi työvaiheiksi tässä tutkimuksessa osoitettiin kontin purku ja pakkauksien avaaminen. Työvaiheita, joissa työntekijöiden altistuminen on mahdollista, tunnistettiin eniten logistiikkakeskuksen prosesseista, mutta altistuminen on mahdollista myös vähittäiskaupassa kuljetuspakkauksen tyhjennyksen ja tuotteiden myyntiin asettamisen aikana.

Suurimmassa osassa tähän tutkimukseen valituista konteista ei havaittu haitallisia aineita haitallisissa pitoisuuksissa. Tutkituista 14 kontista 86 %:ssa haitallisten aineiden pitoisuudet olivat pieniä/merkityksettömiä HTP-arvoihin verrattuna. Noin 7 % konteista (1 kpl) sisälsi haitallista ainetta, tässä tapauksessa ammoniakkia, yli kyseisen aineen haitalliseksi tunnettujen pitoisuuksien (HTP_{15min} ja HTP_{8h}). Lisäksi yhdestä kontista mitattiin metanolipitoisuus, joka oli noin 10 % metanolin HTP_{8h}-arvosta. Kontin tyhjentäjän hengitysvyöhykkeeltä mitattu metanolipitoisuus oli kuitenkin vain 1 % metanolin HTP_{8h}-arvosta. Eli tässä tapauksessa purkaja altistui pitoisuudelle, joka oli n. 10 % kontin sisältä ennen avaamista mitatusta pitoisuudesta. Purkajan altistumisesta ammoniakille kontin purun aikana ei ole tietoa, koska ammoniakki ei sisällynyt työntekijän hengitysvyöhykkeeltä seurattavien aineiden joukkoon.

On huomattava, että haitallisia pitoisuuksia sisältävien konttien esiintymistiheyttä ei voi arvioida tämän tutkimuksen perusteella, mutta tulos osoittaa, että niitä esiintyy. Siitä kertoo myös tavaravastaanotossa, tutkimuksessa mukana olleiden konttien lisäksi, sattumalta havaittu suppauslautaerä. Laatikoista, joihin suppauslautat oli pakattu, mitattiin vielä lastin purkamisen jälkeen tolueenia, asetonia ja butanonia HTP-arvot ylittävissä pitoisuuksissa (mittausmenetelmä FTIR). Myös käsikäyttöiset PID-, LEL- ja ChemPro-laitteet ilmoittivat suurista kaasupitoisuuksista. Konttia oli tuuletettu työpaikan toimintaohjeen mukaan vuorokauden ajan ennen lastin purkamista, mutta pakkauksien sisällä edellä mainittujen haitallisten aineiden pitoisuudet olivat edelleen suuria.

Yleensä aineiden pitoisuudet laskivat kontin purkamisen jälkeen melko nopeasti, mutta jos lastin materiaaleista haihtuu haitallisia aineita, voi selvästi havaittavia pitoisuuksia esiintyä vähittäiskauppaan asti, kuten näissä mittauksissa havaittiin ammoniakkin kohdalla käyneen. Myös pakkausmateriaalit vaikuttavat lastin sisältämien/lastista haihtuvien aineiden pidättymiseen pakkausratkaisun eri kerroksiin tai vaihtoehtoisesti haihtuvien yhdisteiden vapautumiseen logistiikkaketjun eri vaiheissa. Laboratoriossa tehtyjen laatikkomittausten perusteella tiedetään, että pakkausmateriaaleina yleisesti käytettävät polyeteeni (PE) ja aaltopahvista valmistetut kuljetuspakkaukset eivät pidätä tolueenia vaan sen pitoisuus kuljetusyksikössä tasaantuu helposti. Sen sijaan tutkitut PE-muovit pidättivät hyvin metanolia.

Vaikka konteissa ja tavarayksiköissä havaitaan haitallisella pitoisuustasolla olevia kaasupitoisuuksia, tutkituissa työvaiheissa työntekijöiden hengitysvyöhykkeeltä mitatut kaasupitoisuudet olivat pieniä ja alle yhdisteiden HTP-arvojen. Konttien kaasupitoisuudet vaihtelivat lastista riippuen ja jopa pieniä määriä myös syöpävaa-rallisia ja herkistäviä yhdisteitä oli todettavissa. Tämä tuleekin ottaa huomioon työpaikalla työtä suunniteltaessa.

Tutkimuksen tulosten perusteella työturvallisuuden varmistamiseksi konttien ja tavarayksiköiden turvalliseen käsittelyyn tulee kiinnittää työpaikoilla huomiota, varsinkin kontin avaamisen ja purkamisen yhteydessä. Konttien ja tavararierin kaasuturvallisuuden seurantaan työpaikoilla pitäisi olla selvä prosessi ja saatavilla riittävän kattavat mittausmenetelmät. Kontin ilmatilan koostumus tulisi mitata ennen kontin avaamista tuuletustarpeen selvittämiseksi, mutta myös tuuletuksen jälkeen varmistamaan tuuletuksen riittävyys. Mikään tutkimuksessa mukana olleista kenttäkäyttöön soveltuvasta mittausmenetelmästä ei näyttäisi yksin riittävän havaitsemaan ja määrittämään kaikkia konteissa ja kuljetusyksiköissä mahdollisesti esiintyviä yhdisteitä riittävän pieninä pitoisuuksina, joten useiden eri mittausmenetelmien käyttö konttien ilmatilan mittauksissa näyttää välttämättömältä.

Konttien tuulettaminen ennen tyhjennystyön aloittamista on mahdollinen riskinhal-lintakeino työntekijöiden altistumisen vähentämiseksi. Altistumista kontissa esiin-tyville kaasuille voidaan myös vähentää hengityksensuojaimen käytöllä.

Tieto kaasupitoisuuksien esiintymisestä kontissa ja/tai tavarayksikössä pitäisi kulkea logistiikkaketjussa seuraavaan työvaiheeseen, jossa työntekijän altistumi-nen on mahdollista. Tällöin tavarayksikön käsittelyssä mahdollisesti edelleen esiin-tyvät kaasumaiset aineet voidaan ottaa huomioon tavarayksikön käsittelyssä esi-merkiksi lisämittausten avulla ja ilmanvaihtoa parantamalla, tarvittaessa myös henkilökohtaisten suojainten käytöllä. Suojainvalinnoista on kerrottu edellisen tutkimusprojektin julkaisussa (Kajolinna ym. 2016a).

Ilmanvaihdon merkitys työpisteissä korostuu mittaustulosten ja sen mahdollisuu-den perusteella, että konteissa ja tavararierissä sekä ihmisiä altistavat aineet että niiden pitoisuudet voivat vaihdella kontista ja tavarayksiköstä toiseen. Työpisteen

mitoitus (esim. ilmatilan korkeus) yhdessä ilmanvaihdon tehokkuuden kanssa vaikuttaa tavarayksiköstä vapautuvien aineiden laimenemiseen työpisteen ilmatilaan, esimerkiksi pitoisuuksien laimeneminen on heikkoa erityisesti, jos työpiste on ahdas ja suljettu.

Kemikaaliriskiä sisältävien konttien tunnistaminen on hankalaa. Sekä kansainvälisten tutkimusten että logistiikka-alan toimijoilta saatujen tietojen perusteella konttien merkinnät ovat puutteellisia, myös kansainvälisten sopimusten edellyttämien kaasutusainekäsittelyjen osalta. Teollisuuskaasujen esiintymisen ennakointi on käytännössä mahdotonta, sillä pieninä pitoisuuksina niille ei ole merkintävaatimuksia (Kajolinn ym. 2016a). Tällä hetkellä ei myöskään ole saatavilla kenttäkäyttöön soveltuvia laitteita, jotka pystyisivät mittaamaan kaikkia konteissa ja tavaraerissä esiintyviä haitallisia aineita riittävän pienissä pitoisuuksissa. Tämän vuoksi mittaamiseen joudutaan käyttämään rinnakkain useita eri menetelmiä. Yhtenä tulevaisuuden ratkaisuna konttien kaasupitoisuuksien mittaamiseen Kajolinn ym. (2016a) ehdottivat keskitettyä mittausratkaisua konttien kaasupitoisuuksien mittaamiseen. Toteutuessaan se voisi tulevaisuudessa tarjota ratkaisun myös logistiikkakeskusten mittaustarpeisiin. Myös koko logistiikkaketjun sisäisen tiedonvaihdon parantaminen, aina tavarantoimittajasta konttia sen eri vaiheissa käsittelevien toimijoiden kautta vähittäiskauppaan saakka, voisi merkittävästi lisätä konttien parissa työskentelevien henkilöiden turvallisuutta koko toimitusketjun osalta.

Lähdeviitteet

- Baur X, Budnik L T, Zhao Z, Bratveit M, Djurhuus R, Verschoor L, Rubino F M, Colosio C, Jepsen J R. 2015. Health risks in international container and bulk cargo transport due to volatile toxic compounds. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology* 10:19. DOI 10.1186/s12995-015-0059-4
- Baur X, Horneland A-M, Fischer A, Stahlmann R, Budnik L T. 2014. How to handle import containers safely. *Int Marit Health* 2014; 65, 3: 142–157. DOI: 10.5603/IMH.2014.0029
- Baur X, Poschadel B, Budnik L T. 2010. High frequency of fumigants and other toxic gases in imported freight containers – an underestimated occupational and community health risk. *Occup Environ Med* 2010; 67:207-212. doi:10.1136/oem.2008.043893
- Baur X, Yu F, Poschadel B, Veldman W, Knol-de Vos T. 2006. Health risks by bromomethane and other toxic gases in import cargo ship containers. *Internat. Marit. Health*, 2006, 57, pp. 1 – 4.
- Budnik LT, Austel N, Gadau S, Kloth S, Schubert J, Jungnickel H, Luch A. 2017. Experimental outgassing of toxic chemicals to simulate the characteristics of hazards tainting globally shipped products. *PLoS ONE* 12(5): e0177363. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177363>
- Budnik LT, Fahrenholtz S, Kloth S, Baur X. 2010. Halogenated hydrocarbon pesticides and other volatile organic contaminants provide analytical challenges in global trading. *J. Environ. Monit.* 12, 936-942.
- de Groot G. M. 2007. Trend analysis of harmful gases in shipping containers (summary). RIVM letter report 20070151 IMD. National Institute for Public Health and the Environment. 7 p. Viitattu 4.10.2017: <http://rivm.openrepository.com/rivm/bitstream/10029/13396/1/609321002.pdf>
- Frost C. 2010. Safety in Sea Container Examination - The Australian Experience. WCO Technology and Innovation Forum. Cairo, Egypt: World Customs Organization.
- Häkkinen J, Posti A. 2013. Tuontikonttien desifointi kaasuttamalla – terveystarve logistiikkaketjun työntekijöille. Turun Yliopiston Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksen julkaisu B193. Turku. 32 s.

- Heikkilä A. Gas analysis improves container safety. Port Technology International. Port Technology International, Container handling. Edition 57. Viitattu 4.10.2017: www.porttechnology.org
- IMO 2010. International Maritime Organization. Revised recommendations on the safe use of pesticides in ships applicable to fumigation of cargo transport units. Ref. T3/1.01, MSC. 1/Circ. 1361. 27.5.2010, Annex 11 p.
- Kajolinna T ja Roine J. 2015. Kuljetuskonttien tuulettumisaikojen mittaukset. Tutkimusraportti VTT-R- 04957-15, 40 s.
- Kajolinna T, Pellikka T. 2015. Kuljetuskonttikaasujen mittausmenetelmät. Tutkimusraportti VTT-R-01420-15, 26 s.
- Kajolinna T, Pitkänen M, Pellikka T ja Roine J. 2016a. Perusteita kuljetuskonteissa esiintyvien kaasujen turvalliseen käsittelyyn. VTT Technology 246. 72 s.
- Kajolinna T, Pitkänen M, Pellikka T. 2016b. Gas risk in freight container handling. A poster presentation in Safety 2016 - from research to implementation, 12th World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion, 18 – 21 September 2016, Tampere, Finland. Injury Prevention. BMJ Group. Vol. 22 (2016) No: 2, Pages 584
- Kanerva H. 2010. Kaupallisten mobiiliteknikoiden soveltuvuudesta joidenkin myrkyllisten kaasutusaineiden ja VOC-yhdisteiden analysointiin rahtikonteista. Pro Gradu –tutkielma. Orgaanisen kemian laboratorio, Kemian laitos, Helsingin yliopisto. 31.5.2010.
- Kangas A, Liukkonen T. 2016. LAUSUNTO TYÖHYG-2016-315185. KONKARI-hanke: Työhygieeninen selvitys logistiikkakeskuksessa merikuljetuskonttien tyhjennystyövaiheessa. Tiivistelmä. Työterveyslaitos, Helsinki. 40 s. Viitattu 4.10.2017: www.konttikaasu.fi
- Kangas A, Liukkonen T. 2017. LAUSUNTO TYHYG-2017-332349. Kaupan alan työntekijöiden altistuminen konttikaasuille; mittausraportti. Työterveyslaitos, Helsinki. 111 s. Julkaisematon.
- Kloth S, Baur X, Göen T, Budnik L T. 2014. Accidental exposure to gas emissions from transit goods treated for pest control. Environmental Health 13:110. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-13-110>.
- Knol T, Broekman M H, van Putten E M, Uiterwijk J W, Ramlal M R, Bloemen H J T. 2005. The release of pesticides from container goods. RIVM Report 609021033/2005, VROM Inspectorate, Netherlands, 57 p. Viitattu 4.10.2017: <http://www.rivm.nl/dsresource?objectid=04bbe3d7-2d39-436e-9b67-8b7a65fa511a&type=org&disposition=inline>

- Luyts L. 2010. Security of import containers: Practical experiences at Benelux terminals. A presentation in International Workshop: toxic gases and vapours in cargo. Don't get caught by surprise. Brussels, Nov 23, 2010.
- Mück O, Stock A. 2012. Occupational safety in import containers containing fumigants, other gases and volatile substances: Practical experiences. Navarro S, Banks H J, Jayas D S, Bell C H, Noyes R T, Ferizli A G, Emekci M, Isikber A A, Alagusundaram K, [Eds.] Proc 9th. Int. Conf. on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, Antalya, Turkey. 15 – 19 October 2012, ARBER Professional Congress Services, Turkey pp: 193-197.
- New Zealand Customs Services, 2012. Report on the outcomes of the fumigant risk study. 15 p. Viitattu 4.10.2017: <http://www.airmatters.co.nz/wp-content/uploads/2015/04/report-on-the-fumigant-risk-study-external.pdf>
- Pedersen R N F, Jepsen J R, Ádám B (2014). Regulation and practice of workers' protection from chemical exposures during container handling. Journal of Occupational Medicine and Toxicology 9:33. doi:10.1186/s12995-014-0033-6.
- Peisser A M, Budnik L T, Baur X. 2012. Health effects due to fumigated freight containers and goods: how to detect, how to act. Int Marit Health; 63, 3: 133–139.
- Peisser A M, Budnik L T, Hampel E, Baur X. 2011. Surprises perilous: Toxic health hazards for employees unloading fumigated shipping containers. Science of the Total Environment 409: 3106-3113. Viitattu 4.10.2017: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.04.053>
- Pitkänen M, Kajolinna T, Wemberg A, 2015. Kuljetuskonttien sisältämien kaasumaisten aineiden aineominaisuudet ja esiintyminen. VTT-R-03144-15. VTT.
- Roberts J, Landeg-Cox C, Russell J. 2014. Use of fumigants in the transport of goods by sea – health impact. Chemical Hazards and Poisons Report, September 2014, 73-76.
- Satamaliitto, 2016. Kuukausitilastot. Viitattu 15.6.2016: <http://www.satamaliitto.fi/fin/tilastot/kuukausitilastot/?stats=monthly&T=0>
- STM 2013. Sosiaali- ja terveysministeriö. Asumisterveysohje - Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät. Sosiaali- ja tervysministeriön oppaita 2003:1. Helsinki 2003. Viitattu: 4.10.2017: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/71398>

- STM 2016. Sosiaali- ja terveysministeriö. HTP-arvot 2016. Haitallisiksi tunnetut pitoisuudet. Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 2016:8. Helsinki 2016. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-3792-5>
- Suidman, D. (ed.); Houweling, F.; Bonewit, J. 2010. Handbook Toxic Gases and Vapours in Cargo. Netherlands: NT Publishers B.V. 143 s.
- Svedberg U, Johanson G. 2013. Work Inside Ocean Freight Containers—Personal Exposure to Off-Gassing Chemicals. *Ann. Occup. Hyg.*, Vol. 57, No. 9, pp. 1128–1137. doi:10.1093/annhyg/met033
- Svedberg U, Johanson G. 2017. Occurrence of Fumigants and Hazardous Off-gassing Chemicals in Shipping Containers Arriving in Sweden. *Annals of Work Exposures and Health*, 2017, Vol. 61, No. 2, 195–206. doi: 10.1093/annweh/wxw022.
- Taskinen H, Lindbohm M-L, Frilander H. Ohjeet vaaran arvioimisesta erityisäitiysvapaan tarvetta harkittaessa. Työterveyslaitos, Helsinki 2006. Viitattu 4.10.2017: <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201504225419>
- TTL 2012a. Työterveyslaitos. Kansainväliset kemikaalikortit –tietokanta. WHO:n International Programme on Chemical Safety (IPCS) ja EU. <http://kappa.ttl.fi/kemikaalikortit/>
- TTL 2012b. Työterveyslaitos. Tavoitetaso TY-01-2012 Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuden (TVOC) tavoitetasot teollisten työympäristöjen yleisilmassa. Helsinki, 11 s. Viitattu 4.10.2017: <https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/12/TVOC-tavoitetasot.pdf>
- TTL 2017. Työterveyslaitos. OVA-ohjeet: Käyttäjän opas. Viitattu 4.10.2017: <http://www.ttl.fi/ova/index.html>
- Tulli 2016a. Ulkomaankaupan tilastot. Viitattu 5.6.2016: <http://tulli.fi/tilastot>
- Tulli 2016b. ULJAS-tietokanta, 2016. Ulkomaankauppätietojen hakupalvelu. Viitattu 20.5.2016: <http://uljas.tulli.fi/>
- Työturvallisuuslaki 738/2002. Helsinki 23.8.2002. Viimeksi muutettu 17.6.2016. Viitattu: 4.10.2017: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>
- Valtioneuvoston asetus 715/2001. Valtioneuvoston asetus kemiallisista tekijöistä työssä. Helsinki 9.8.2001. Viimeksi muutettu 13.5.2015. Viitattu: 4.10.2017: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010715>

Wagstaffe M, Prezant B, Keer S, Brewer N, Douwes J, McGlothlin J, Scharp M. 2012. Hazard Surveillance: Residual Chemicals in Shipping Containers. Safe work of Australia, 101 p. Viitattu 4.10.2017: <https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/1702/hazard-surveillance-residual-chemicals-shipping-containers.pdf>

Liite A. Konttikohtaiset pitoisuusmittaustulokset

Kontti 1. Miesten ja naisten sandaaleja; purku, vastaanotto ja uudelleenpakkaus.

	Pvm	Klo	Kontin purku			Vastaanotto		Uudelleenpakkaus, vupa	
			4.5.2016 8:02 - 8:25	4.5.2016 8:25	4.5.2016 9:16	4.5.2016 10:47	4.5.2016 10:53	4.5.2016 12:53-14:05	4.5.2016 13:36
	Kaasu / Kohteen kuvaus	Pitoisuusyksikkö	Kontissa tavaroiden välistä	Kontin ilmatila	Kontissa tavaroiden välistä	Avaamatto-man laatikon sisältä	Työntekijän työskentely- ilma	Avaamatto-man laatikon sisältä	Työntekijän työskentely- ilma
Ilmaisinputket	PH ₃		ei havaittu	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	ei havaittu	e.m.
	MeBr		ei havaittu	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	ei havaittu	e.m.
iBRID	PID	ppm	1,1	0,3	3,4	3,6	e.m.	0,6	e.m.
	PH ₃	ppm	0,00	0,00	0,00	0,00	e.m.	0,00	e.m.
	O ₂	til-%	21,1	21	20,9	21,2	e.m.	21,2	e.m.
	LEL	%	0	0	0	0	e.m.	0	e.m.
BW	PID	ppm	10-16	1-5	16	13	e.m.	10	e.m.
	H ₂ S	ppm	0	0	0	0	e.m.	0	e.m.
	O ₂	til-%	20,9	20,9	20,9	20,9	e.m.	20,9	e.m.
	CO	ppm	7-19	0	9	0	e.m.	0	e.m.
	LEL	%	0	0	0	0	e.m.	0	e.m.
iBRID (Inex)	PID	ppm	10	e.m.	10	21	e.m.	13	e.m.
	NH ₃	ppm	50	e.m.	53	75	e.m.	65	e.m.
	O ₂	til-%	20,9	e.m.	20,9	20,9	e.m.	20,9	e.m.
	LEL %	%	0	e.m.	0	0	e.m.	0	e.m.
FTIR	Water vapor	til-%	e.m.	e.m.	e.m.	0,9	0,7	1,0	0,7
	Carbon dioxide	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	456	380	485	538
	Carbon Monoxide	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,2	0,0	0,5	0,0
	Nitrous Oxide	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,3	0,2	0,3	0,4
	Methane	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	1,8	1,8	1,9	1,9
	Nitrogen monoxide	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	1,1	0,2	0,0	0,0
	Ammonia	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	64,1	4,0	57,9	2,4
	Formaldehyde	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,0	0,4	0,0	0,0
	Ethylene Oxide	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,2	0,2	0,1	0,2
	Benzene	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,4	0,1	0,5	0,3
	Toluene	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,9	0,6	1,7	1,1
	Ethyl benzene	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,8	0,3	0,7	0,7
	M-Xylene	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,5	0,5	0,2	0,0
	O-Xylene	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,8	0,5	0,9	0,0
	P-Xylene	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,7	0,1	0,9	0,6
	Methyl bromide	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,0	0,2	0,0	1,2
	1,2-Dichloroethane	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	3,1	0,1	1,5	0,0
	Chloropicrin	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,1	0,1	0,0	0,0
	Styrene	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,5	0,8	0,1	0,1
	Phosphine	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,0	0,3	0,0	0,7
	Sulfuryl fluoride	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,1	0,0	0,0	0,0
	Hydrogen Cyanide	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,1	0,0	0,0	0,0
	Carbon Disulfide	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,2	0,0	0,4	0,0
	Acetone	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,2	0,2	0,0	0,1
	Dichloromethane	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,0	0,1	0,4	0,5
	Ethane	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,0	0,0	0,9	0,0
	Propane	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,0	0,0	0,0	0,0
	Butane	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,0	0,0	0,0	0,7
	Hexane	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,0	0,1	0,1	0,1
	Octane	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,1	0,0	0,0	0,0
	Isopentane	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,4	0,1	0,2	0,0
	Ethylene	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,3	0,1	0,0	0,0
	Propene	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,0	0,8	0,3	1,3
	Cyclohexane	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,0	0,0	0,0	0,0
	Alfa-pinene	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,0	0,0	0,0	0,0
	Beta-pinene	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,2	0,0	0,0	0,0
	Delta3-carene	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,0	0,1	0,0	0,2
	Limonene	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,0	0,1	0,0	0,1
	Formic acid	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,0	0,0	0,0	0,1
	Acetic acid	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,0	0,1	0,0	0,0
Methyl acetate	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,0	0,0	0,0	0,0	
Ethyl acetate	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,0	0,0	0,0	0,0	
2-Butoxyethyl acetate	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,1	0,0	0,1	0,0	
Dimethoxy methane	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,0	0,0	0,0	0,1	
Acetaldehyde	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	1,0	0,6	0,8	0,6	
Methyl ethyl ketone	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,7	0,0	0,0	0,0	
Methanol	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	2,5	0,3	1,3	0,5	
Ethanol	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,0	0,1	0,0	0,0	
Isopropanol	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,0	0,2	0,1	0,2	
Ethylene dibromide	ppm	e.m.	e.m.	e.m.	0,0	0,0	0,0	0,1	

e.m. = ei mitattu

ei havaittu = mitattu, mutta ei havaittu värimuunnosta

Kontti 1. Miesten ja naisten sandaaleja; myyntikunnostus, keräily ja myyntiin asettaminen.

	Pvm	Myyntikunnostus			Keräily		Myyntiin laittaminen		
		6.5.2016 8:55-9:05	6.5.2016 9:15	6.5.2016 9:35	22.6.2016 15:10-37	22.6.2016 15:13-12	23.6.2016 8:08:46	23.6.2016 8:18:32	23.6.2016 8:26:26
	Klo								
	Kaasu / Kohteen kuvaus	Avaamattoman sandaalipussin sisältä, 2 kpl	Myyntikunnostamattoman laatikon sisältä	Avaamattoman sandaalipussin sisältä	Varastolaatikon sisältä	Avaamattoman sandaalipussin sisältä	Käsittelemätömän laatikon sisältä	Avaamattoman sandaalipussin sisältä	Työntekijän työskentely- ilma
Ilmaisinputket	PH ₃	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.
	MeBr	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.
iBRID	PID	10-17	1	2,9	2,4	4,5	0,0	e.m.	e.m.
	PH ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	e.m.	e.m.
	O ₂	21	21	21,2	21,1	20,9	21,0	e.m.	e.m.
	LEL	0	0	0	0	0	0	e.m.	e.m.
BW	PID	8-13	1	2	0	0	0	e.m.	e.m.
	H ₂ S	0	0	0	0	0	0	e.m.	e.m.
	O ₂	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	e.m.	e.m.
	CO	0	0	0	0	0	0	e.m.	e.m.
	LEL	0	0	0	0	0	0	e.m.	e.m.
iBRID (Inex)	PID	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.
	NH ₃	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.
	O ₂	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.
	LEL %	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.
FTIR	Water vapor	0,7	0,7	0,7	1,3	1,4	0,8	1,0	0,9
	Carbon dioxide	471	520	439	424	772	590	608	846
	Carbon Monoxide	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Nitrous Oxide	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
	Methane	1,6	1,7	1,8	1,9	1,8	2,0	2,1	2,1
	Nitrogen monoxide	0,0	0,0	0,0	0,8	4,3	0,0	3,2	3,2
	Ammonia	13,7	5,7	12,9	3,4	13,9	0,7	8,1	1,3
	Formaldehyde	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ethylene Oxide	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Benzene	0,4	0,6	0,4	0,6	0,6	0,4	0,2	0,2
	Toluene	0,8	0,7	0,3	0,5	0,3	0,1	0,8	0,6
	Ethyl benzene	1,4	0,1	0,9	0,0	0,2	0,4	0,1	0,2
	M-Xylene	1,1	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	O-Xylene	0,9	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	P-Xylene	0,7	0,8	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Methyl bromide	1,9	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0
	1,2-Dichloroethane	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	2,9	2,5
	Chloropicrin	0,0	0,0	0,0	0,8	0,6	0,5	0,5	0,4
	Styrene	0,4	0,1	0,5	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0
	Phosphine	1,1	1,1	0,9	0,3	0,0	0,1	0,7	0,9
	Sulfuryl fluoride	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,1	0,0
	Hydrogen Cyanide	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,5	0,1
	Carbon Disulfide	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Acetone	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	1,2	1,3
	Dichloromethane	0,6	0,1	0,0	0,2	1,2	0,7	2,4	0,7
	Ethane	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
	Propane	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	0,1	0,0
	Butane	0,0	0,3	0,0	0,1	0,6	0,0	0,0	0,1
	Hexane	0,2	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,1	0,1
	Octane	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	Isopentane	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1
	Ethylene	0,6	0,3	0,3	0,9	0,5	0,2	0,8	0,9
	Propene	0,0	0,0	0,0	0,6	1,2	0,0	0,7	0,3
	Cyclohexane	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	Alfa-pinene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Beta-pinene	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1
	Delta3-carene	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
	Limonene	0,3	0,1	0,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1
	Formic acid	0,1	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
	Acetic acid	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
	Methyl acetate	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Ethyl acetate	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	2-Butoxyethyl acetate	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Dimethoxy methane	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Acetaldehyde	1,1	1,3	0,6	0,5	0,5	0,3	0,3	0,2
	Methyl ethyl ketone	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,6
	Methanol	0,5	0,3	0,0	0,4	0,0	0,6	0,5	0,4
Ethanol	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	0,0	0,7	
Isopropanol	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	
Ethylene dibromide	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
e.m. = ei mitattu									
ei havaittu = mitattu, mutta ei havaittu värimuunnosta									

Kontti 2. Lasten alusvaatteita, VTT:n pitoisuusmittaustulokset.

	Pvm	Klo	Kontin purku		Vastaanotto
			9.5.2016	9.5.2016	9.5.2016
			7:45-8	8:20	8:30
	Kaasu / Kohteen kuvaus	Pitoisuusyksikkö	Kontissa tavaroiden välistä	Kontissa tavaroiden välistä	Avaamattoman laatikon sisältä
Ilmaisinpaketit	PH ₃		ei havaittu	e.m.	e.m.
	MeBr		ei havaittu	e.m.	e.m.
iBRID	PID	ppm	0,0	0,0	0,0
	PH ₃	ppm	0,00	0,00	0,00
	O ₂	til-%	21,1	21,1	21,2
	LEL	%	0	0	0
BW	PID	ppm	0	0	0
	H ₂ S	ppm	0	0	0
	O ₂	til-%	20,9	20,9	20,9
	CO	ppm	0	0	0
	LEL	%	0	0	0
FTIR	Water vapor	til-%	0,8	0,7	0,9
	Carbon dioxide	ppm	366	439	462
	Carbon Monoxide	ppm	0,0	0,2	0,2
	Nitrous Oxide	ppm	0,2	0,3	0,3
	Methane	ppm	1,5	1,8	1,8
	Nitrogen monoxide	ppm	0,0	0,0	0,0
	Ammonia	ppm	0,3	0,1	0,0
	Formaldehyde	ppm	0,0	0,0	0,0
	Ethylene Oxide	ppm	0,1	0,1	0,0
	Benzene	ppm	0,5	0,6	0,3
	Toluene	ppm	1,4	0,7	0,0
	Ethyl benzene	ppm	0,0	0,2	0,7
	M-Xylene	ppm	0,5	1,3	0,0
	O-Xylene	ppm	0,0	0,6	0,0
	P-Xylene	ppm	0,2	0,0	0,4
	Methyl bromide	ppm	0,0	1,1	0,0
	1,2-Dichloroethane	ppm	0,0	0,0	0,0
	Chloropicrin	ppm	0,0	0,1	0,0
	Styrene	ppm	0,3	0,0	0,9
	Phosphine	ppm	0,0	0,3	0,3
	Sulfuryl fluoride	ppm	0,0	0,0	0,0
	Hydrogen Cyanide	ppm	0,0	0,0	0,0
	Carbon Disulfide	ppm	0,2	0,9	0,5
	Acetone	ppm	0,2	0,1	0,0
	Dichloromethane	ppm	0,3	0,3	0,0
	Ethane	ppm	0,0	0,0	0,0
	Propane	ppm	0,0	0,0	0,0
	Butane	ppm	0,0	0,0	0,2
	Hexane	ppm	0,0	0,0	0,0
	Octane	ppm	0,0	0,0	0,0
	Isopentane	ppm	0,0	0,0	0,0
	Ethylene	ppm	0,3	0,4	0,4
	Propene	ppm	0,0	0,0	0,0
	Cyclohexane	ppm	0,0	0,0	0,0
	Alfa-pinene	ppm	0,0	0,0	0,0
	Beta-pinene	ppm	0,0	0,0	0,0
	Delta3-carene	ppm	0,4	0,3	0,1
	Limonene	ppm	0,1	0,1	0,0
	Formic acid	ppm	0,0	0,0	0,0
	Acetic acid	ppm	0,0	0,0	0,0
	Methyl acetate	ppm	0,0	0,0	0,0
	Ethyl acetate	ppm	0,0	0,0	0,0
	2-Butoxyethyl acetate	ppm	0,0	0,0	0,0
	Dimethoxy methane	ppm	0,0	0,0	0,0
	Acetaldehyde	ppm	1,4	1,0	0,9
	Methyl ethyl ketone	ppm	0,0	0,0	0,0
	Methanol	ppm	0,7	0,7	1,2
Ethanol	ppm	0,0	0,0	0,0	
Isopropanol	ppm	0,0	0,0	0,0	
Ethylene dibromide	ppm	0,1	0,1	0,0	
e.m. = ei mitattu					
ei havaittu = mitattu, mutta ei havaittu värimuunnosta					

Kontti 3. Lasten vesipyssyjä pahvilaatikoissa, VTT:n pitoisuusmittaustulokset.

	Pvm	Klo	Kontin purku		Vastaanotto
			12.5.2016	12.5.2016	12.5.2016
			7:40-8	9:10	8:15
	Kaasu / Kohteen kuvaus	Pitoisuus-yksikkö	Kontissa tavaroiden välistä	Kontissa tavaroiden välistä	Kelmutettujen laatikoiden välistä
Ilmainsinputket	PH ₃	ppm	ei havaittu	e.m.	e.m.
	MeBr	ppm	ei havaittu	e.m.	e.m.
iBRID	PID	ppm	3,5	1,7	0,9
	PH ₃	ppm	0,00	0,00	0,00
	O ₂	til-%	21,1	21,1	21,1
	LEL	%	0	0	0
BW	PID	ppm	1	0	0
	H ₂ S	ppm	0	0	0
	O ₂	til-%	20,9	20,9	20,9
	CO	ppm	0	0	0
	LEL	%	0	0	0
FTIR	Water vapor	til-%	0,7	0,9	1,0
	Carbon dioxide	ppm	396	603	447
	Carbon Monoxide	ppm	0,6	0,4	0,0
	Nitrous Oxide	ppm	0,2	0,3	0,2
	Methane	ppm	1,7	1,7	1,6
	Nitrogen monoxide	ppm	0,0	0,0	0,4
	Ammonia	ppm	0,3	0,2	0,2
	Formaldehyde	ppm	0,1	0,0	0,0
	Ethylene Oxide	ppm	0,1	0,0	0,1
	Benzene	ppm	0,5	0,1	0,6
	Toluene	ppm	1,0	0,0	0,0
	Ethyl benzene	ppm	0,4	0,2	0,4
	M-Xylene	ppm	0,0	1,2	0,4
	O-Xylene	ppm	0,4	0,5	0,4
	P-Xylene	ppm	0,1	0,2	0,7
	Methyl bromide	ppm	0,0	0,0	0,0
	1,2-Dichloroethane	ppm	0,0	0,0	0,0
	Chloropicrin	ppm	0,2	0,0	0,2
	Styrene	ppm	0,3	0,9	0,5
	Phosphine	ppm	0,0	0,4	0,0
	Sulfuryl fluoride	ppm	0,0	0,0	0,0
	Hydrogen Cyanide	ppm	0,0	0,0	0,0
	Carbon Disulfide	ppm	0,0	0,4	0,3
	Acetone	ppm	0,1	0,0	0,0
	Dichloromethane	ppm	0,3	0,2	0,3
	Ethane	ppm	0,0	0,0	0,0
	Propane	ppm	0,0	0,0	0,0
	Butane	ppm	0,0	0,0	0,0
	Hexane	ppm	0,2	0,0	0,0
	Octane	ppm	0,0	0,0	0,0
	Isopentane	ppm	0,0	0,0	0,0
	Ethylene	ppm	0,3	0,4	0,4
	Propene	ppm	0,0	0,0	0,0
	Cyclohexane	ppm	0,1	0,0	0,0
	Alfa-pinene	ppm	0,0	0,0	0,1
	Beta-pinene	ppm	0,0	0,0	0,0
	Delta3-carene	ppm	0,4	0,2	0,3
	Limonene	ppm	0,2	0,1	0,2
	Formic acid	ppm	0,0	0,0	0,0
	Acetic acid	ppm	0,1	0,0	0,0
Methyl acetate	ppm	0,1	0,0	0,0	
Ethyl acetate	ppm	0,1	0,0	0,0	
2-Butoxyethyl acetate	ppm	0,0	0,0	0,0	
Dimethoxy methane	ppm	0,1	0,0	0,0	
Acetaldehyde	ppm	0,9	0,9	1,1	
Methyl ethyl ketone	ppm	0,0	0,0	0,0	
Methanol	ppm	2,3	1,8	1,0	
Ethanol	ppm	0,0	0,0	0,0	
Isopropanol	ppm	0,6	0,0	0,0	
Ethylene dibromide	ppm	0,0	0,0	0,0	
e.m. = ei mitattu					
ei havaittu = mitattu, mutta ei havaittu värimuunnosta					

Kontti 4. Naisten hihattomia paitoja, VTT:n pitoisuusmittaustulokset.

			Kontin purku		Vastaanotto
			4.10.2016	4.10.2016	4.10.2016
	Pvm		8:10-8:25	9:20	10:15-10:30
	Klo				
	Kaasu / Kohteen kuvaus	Pitoisuusyksikkö	Kontissa tavaroiden välistä	Laatikon sisältä	Vaatepussin sisältä
Ilmaisinputket	PH ₃	ppm	ei havaittu	e.m.	e.m.
	MeBr	ppm	ei havaittu	e.m.	ei havaittu
iBRID	PID	ppm	0,0	0,0	0,0
	PH ₃	ppm	0,00	0,00	0,00
	O ₂	til-%	20,9	21	21,1
	LEL	%	-2	-3	-3
ChemPro 100i	IMS+MOSH	index	28	20	17
FTIR	Water vapor	til-%	-0,1	0,1	0,1
	Carbon dioxide	ppm	4	19	38
	Carbon Monoxide	ppm	0,4	0,0	0,0
	Nitrous Oxide	ppm	0,0	0,0	0,0
	Methane	ppm	0,0	0,2	0,1
	Nitrogen monoxide	ppm	0,0	1,0	0,6
	Ammonia	ppm	0,0	0,1	0,1
	Formaldehyde	ppm	0,1	0,0	0,0
	Ethylene Oxide	ppm	0,0	0,1	0,0
	Benzene	ppm	0,0	0,2	0,1
	Toluene	ppm	0,2	0,9	0,9
	Ethyl benzene	ppm	0,0	0,2	0,4
	M-Xylene	ppm	0,1	0,5	0,7
	O-Xylene	ppm	0,0	0,2	0,0
	P-Xylene	ppm	0,0	0,0	0,2
	Methyl bromide	ppm	0,0	1,0	4,7
	1,2-Dichloroethane	ppm	0,7	0,0	0,0
	Chloropicrin	ppm	0,0	0,1	0,2
	Styrene	ppm	0,0	0,0	0,0
	Phosphine	ppm	0,0	0,3	0,3
	Sulfuryl fluoride	ppm	0,0	0,1	0,0
	Hydrogen Cyanide	ppm	0,1	0,0	0,0
	Carbon Disulfide	ppm	0,0	0,0	0,0
	Acetone	ppm	0,2	0,1	0,0
	Dichloromethane	ppm	0,0	0,1	0,5
	Ethane	ppm	0,2	0,0	0,0
	Propane	ppm	0,4	0,0	0,0
	Butane	ppm	0,0	0,0	0,0
	Hexane	ppm	0,0	0,0	0,2
	Octane	ppm	0,1	0,2	0,0
	Isopentane	ppm	0,0	0,0	0,3
	Ethylene	ppm	0,0	0,1	0,3
	Propene	ppm	0,0	1,3	0,6
	Cyclohexane	ppm	0,1	0,0	0,0
	Alfa-pinene	ppm	0,0	0,0	0,0
	Beta-pinene	ppm	0,0	0,0	0,0
	Delta3-carene	ppm	0,1	0,0	0,2
	Limonene	ppm	0,0	0,0	0,0
	Formic acid	ppm	0,0	0,0	0,0
	Acetic acid	ppm	0,1	0,0	0,0
	Methyl acetate	ppm	0,0	0,0	0,0
	Ethyl acetate	ppm	0,0	0,0	0,0
	2-Butoxyethyl acetate	ppm	0,0	0,0	0,0
Dimethoxy methane	ppm	0,0	0,0	0,0	
Acetaldehyde	ppm	0,0	0,5	0,9	
Methyl ethyl ketone	ppm	0,0	0,0	0,0	
Methanol	ppm	0,6	0,5	1,1	
Ethanol	ppm	0,1	0,0	0,0	
Isopropanol	ppm	0,0	0,0	0,1	
Ethylene dibromide	ppm	0,1	0,0	0,0	
	e.m. = ei mitattu				
	ei havaittu = mitattu, mutta ei havaittu värimuunnosta				

Kontti 5. Kattiloita, VTT:n pitoisuusmittaustulokset.

			Ennen purkua
	Pvm		7.10.2016
	Klo		7:50-8:00
	Kaasu / Kohteen kuvaus	Pitoisuus- yksikkö	Kontissa tavaroiden välistä
Ilmaisinputket	PH ₃	ppm	ei havaittu
	MeBr	ppm	ei havaittu
iBRID	PID	ppm	0,0
	PH ₃	ppm	0,00
	O ₂	til-%	21,1
	LEL	%	0
ChemPro 100i	IMS+MOSH	index	11
FTIR	Water vapor	til-%	-0,2
	Carbon dioxide	ppm	-2
	Carbon Monoxide	ppm	0,9
	Nitrous Oxide	ppm	0,1
	Methane	ppm	0,1
	Nitrogen monoxide	ppm	0,0
	Ammonia	ppm	0,0
	Formaldehyde	ppm	0,0
	Ethylene Oxide	ppm	0,1
	Benzene	ppm	0,0
	Toluene	ppm	0,2
	Ethyl benzene	ppm	0,2
	M-Xylene	ppm	0,0
	O-Xylene	ppm	0,0
	P-Xylene	ppm	0,0
	Methyl bromide	ppm	0,5
	1,2-Dichloroethane	ppm	0,3
	Chloropicrin	ppm	0,0
	Styrene	ppm	0,0
	Phosphine	ppm	0,0
	Sulfuryl fluoride	ppm	0,0
	Hydrogen Cyanide	ppm	0,0
	Carbon Disulfide	ppm	0,4
	Acetone	ppm	0,0
	Dichloromethane	ppm	0,0
	Ethane	ppm	1,2
	Propane	ppm	0,0
	Butane	ppm	0,2
	Hexane	ppm	0,0
	Octane	ppm	0,0
	Isopentane	ppm	0,0
	Ethylene	ppm	0,0
	Propene	ppm	0,0
	Cyclohexane	ppm	0,0
	Alfa-pinene	ppm	0,2
	Beta-pinene	ppm	0,0
	Delta3-carene	ppm	0,0
	Limonene	ppm	0,0
	Formic acid	ppm	0,1
	Acetic acid	ppm	0,1
	Methyl acetate	ppm	0,0
	Ethyl acetate	ppm	0,0
	2-Butoxyethyl acetate	ppm	0,1
Dimethoxy methane	ppm	0,1	
Acetaldehyde	ppm	0,0	
Methyl ethyl ketone	ppm	0,5	
Methanol	ppm	0,0	
Ethanol	ppm	0,1	
Isopropanol	ppm	0,0	
Ethylene dibromide	ppm	0,0	
	e. m. = ei mitattu		
	ei havaittu = mitattu, mutta ei havaittu värimuunnosta		

Kontti 6. Liinavaatteita, VTT:n mittaustulokset.

			Ennen purkua	Purku	Uudelleenpakkaus	Uudelleenpakkaus	Uudelleenpakkaus
	Pvm		14.10.2016	14.10.2016	14.10.2016	14.10.2016	14.10.2016
	Klo		7:45-8:05	8:20	11:30	12:30	11:40
	Kaasu / Kohteen kuvaus	Pitoisuus-yksikkö	Kontissa oven raosta	Vastaanotto-alueella laatikon sisältä	Uudelleen pakkauksessa, laatikon sisältä	Uudelleen pakkauksessa, laatikoiden välissä	Uudelleen pakkauksessa, työskentelyilma
Ilmaisinputket	PH ₃	ppm	ei havaittu	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.
	MeBr	ppm	ei havaittu	e.m.	e.m.	e.m.	e.m.
IBRID	PID	ppm	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
	PH ₃	ppm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	O ₂	til-%	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2
	LEL	%	0	0	0	0	0
ChemPro 100i	IMS+MOSH	index	15	11	27	9	6
FTIR	Water vapor	til-%	-0,1	0,0	0,2	0,2	0,1
	Carbon dioxide	ppm	-44	49	29	28	59
	Carbon Monoxide	ppm	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Nitrous Oxide	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Methane	ppm	0,0	0,1	0,4	0,3	0,3
	Nitrogen monoxide	ppm	0,0	0,8	1,5	1,3	0,7
	Ammonia	ppm	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2
	Formaldehyde	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Ethylene Oxide	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Benzene	ppm	0,0	0,0	0,3	0,3	0,2
	Toluene	ppm	0,0	0,5	1,4	0,5	0,3
	Ethyl benzene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M-Xylene	ppm	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	O-Xylene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	P-Xylene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Methyl bromide	ppm	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
	1,2-Dichloroethane	ppm	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
	Chloropicrin	ppm	0,0	0,2	0,4	0,3	0,3
	Styrene	ppm	0,0	0,0	0,3	0,4	0,1
	Phosphine	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
	Sulfuryl fluoride	ppm	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0
	Hydrogen Cyanide	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Carbon Disulfide	ppm	0,5	0,4	0,0	0,2	0,1
	Acetone	ppm	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	Dichloromethane	ppm	0,3	0,4	1,2	1,0	0,0
	Ethane	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Propane	ppm	1,1	0,8	0,0	0,0	0,0
	Butane	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Hexane	ppm	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	Octane	ppm	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	Isopentane	ppm	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ethylene	ppm	0,1	0,5	1,1	0,6	0,3
	Propene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cyclohexane	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Alfa-pinene	ppm	0,1	0,0	0,1	0,2	0,0
	Beta-pinene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Delta3-carene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2
	Limonene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Formic acid	ppm	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2
	Acetic acid	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Methyl acetate	ppm	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
	Ethyl acetate	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2-Butoxyethyl acetate	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Dimethoxy methane	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Acetaldehyde	ppm	0,0	0,0	1,1	0,9	0,0	
Methyl ethyl ketone	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	
Methanol	ppm	15,4	17,7	9,8	5,5	1,3	
Ethanol	ppm	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	
Isopropanol	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Ethylene dibromide	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
e.m. = ei mitattu							
ei havaittu = mitattu, mutta ei havaittu värimuunnosta							

Kontti 7. Vauvojen pehmoleluja ja helistimiä, VTT:n mittaustulokset.

			Ennen purkua	Laatikko 1, helistin	Laatikko 2, lelukaari	Laatikko 3, pehmokirja
	Pvm		24.10.2016	24.10.2016	24.10.2016	24.10.2016
	Klo		8:00	8:26	8:34	8:47
	Kaasu / Kohteen kuvaus	Pitoisuus- yksikkö	Kontissa oven raosta	Vastaanotto- alueella laatikon sisältä	Vastaanotto- alueella laatikon sisältä	Vastaanotto- alueella laatikon sisältä
Ilmaisinputket	PH ₃	ppm	ei havaittu	e.m.	e.m.	e.m.
	MeBr	ppm	ei havaittu	e.m.	e.m.	e.m.
iBRID	PID	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	PH ₃	ppm	0,00	0,00	0,00	0,00
	O ₂	til-%	21,1	21,1	21	21,1
	LEL	%	0	0	0	0
ChemPro 100i	IMS+MOSH	index	15	10	20	85
FTIR	Water vapor	til-%	-0,1	0,0	0,2	0,1
	Carbon dioxide	ppm	1,6	16,7	36,7	16,3
	Carbon Monoxide	ppm	0,7	1,4	0,0	0,2
	Nitrous Oxide	ppm	0,1	0,4	0,0	0,4
	Methane	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Nitrogen monoxide	ppm	0,0	0,0	0,0	0,7
	Ammonia	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Formaldehyde	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ethylene Oxide	ppm	0,4	0,0	0,0	0,0
	Benzene	ppm	0,8	0,1	0,6	0,3
	Toluene	ppm	1,9	0,0	0,0	0,0
	Ethyl benzene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	M-Xylene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	O-Xylene	ppm	0,7	0,0	0,0	0,0
	P-Xylene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Methyl bromide	ppm	3,9	0,0	0,0	0,0
	1,2-Dichloroethane	ppm	0,0	0,0	0,4	0,0
	Chloropicrin	ppm	0,0	0,0	0,2	0,1
	Styrene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Phosphine	ppm	0,0	0,0	0,0	0,8
	Sulfuryl fluoride	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Hydrogen Cyanide	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Carbon Disulfide	ppm	1,5	0,4	0,2	1,1
	Acetone	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Dichloromethane	ppm	0,1	0,0	0,8	0,0
	Ethane	ppm	0,0	0,0	0,7	0,0
	Propane	ppm	4,9	1,2	2,9	1,8
	Butane	ppm	0,0	0,3	0,0	0,2
	Hexane	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Octane	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Isopentane	ppm	1,5	0,7	1,4	0,9
	Ethylene	ppm	0,2	0,3	0,7	0,6
	Propene	ppm	2,4	0,6	1,0	0,5
	Cyclohexane	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Alfa-pinene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Beta-pinene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Delta3-carene	ppm	0,0	0,0	0,2	0,0
	Limonene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Formic acid	ppm	0,0	0,1	0,1	0,2
	Acetic acid	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Methyl acetate	ppm	0,0	0,0	0,0	0,1
	Ethyl acetate	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	2-Butoxyethyl acetate	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
Dimethoxy methane	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	
Acetaldehyde	ppm	0,0	0,5	1,5	0,6	
Methyl ethyl ketone	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	
Methanol	ppm	0,3	0,5	1,0	1,0	
Ethanol	ppm	0,0	0,0	0,0	0,1	
Isopropanol	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	
Ethylene dibromide	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	
e.m. = ei mitattu						
ei havaittu = mitattu, mutta ei havaittu värimuunnosta						

Kontti 8. Mattoja, astioita ja kenkiä. VTT:n mittaustulokset.

			Ennen purkua	Kääritty mattolava	Käärimätön mattolava	Kenkälaatikko
	Pvm		25.10.2016	25.10.2016	25.10.2016	25.10.2016
	Klo		7:52	9:17	10:12	10:21
	Kaasu / Kohteen kuvaus	Pitoisuus-yksikkö	Kontissa oven raosta	Vastaanotto-alueella mattorullien välistä	Vastaanotto-alueella mattorullien välistä	Kontissa laatikon sisältä
Ilmaisinputket	PH ₃	ppm	ei havaittu	e.m.	e.m.	e.m.
	MeBr	ppm	ei havaittu	e.m.	e.m.	e.m.
iBRID	PID	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	PH ₃	ppm	0,00	0,00	0,00	0,00
	O ₂	til-%	21,1	21,1	21,1	21,1
	LEL	%	0	0	0	0
	ChemPro 100i FTIR	IMS+MOSH	index	30	30	15
	Water vapor	til-%	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
	Carbon dioxide	ppm	12,5	59,2	16,1	54,0
	Carbon Monoxide	ppm	0,6	0,5	0,2	0,5
	Nitrous Oxide	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Methane	ppm	0,1	0,1	0,2	0,4
	Nitrogen monoxide	ppm	0,0	0,0	0,5	0,0
	Ammonia	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Formaldehyde	ppm	0,0	0,0	0,1	0,0
	Ethylene Oxide	ppm	0,1	0,0	0,0	0,2
	Benzene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Toluene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ethyl benzene	ppm	0,1	0,0	0,0	0,2
	M-Xylene	ppm	0,2	0,7	0,7	0,0
	O-Xylene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	P-Xylene	ppm	0,3	0,3	0,0	0,0
	Methyl bromide	ppm	0,0	0,0	0,0	0,8
	1,2-Dichloroethane	ppm	0,9	0,3	0,4	2,8
	Chloropicrin	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Styrene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Phosphine	ppm	0,5	0,0	0,0	0,0
	Sulfuryl fluoride	ppm	0,0	0,0	0,1	0,0
	Hydrogen Cyanide	ppm	0,1	0,1	0,1	0,2
	Carbon Disulfide	ppm	0,2	0,0	0,0	0,0
	Acetone	ppm	0,2	0,2	0,3	0,0
	Dichloromethane	ppm	0,4	0,0	0,2	0,7
	Ethane	ppm	0,5	0,0	0,5	0,3
	Propane	ppm	0,0	0,0	0,0	0,5
	Butane	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Hexane	ppm	0,2	0,0	0,0	0,0
	Octane	ppm	0,2	0,0	0,0	0,0
	Isopentane	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ethylene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Propene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cyclohexane	ppm	0,2	0,3	0,4	0,1
	Alfa-pinene	ppm	0,2	0,7	1,0	0,0
	Beta-pinene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,2
	Delta3-carene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Limonene	ppm	0,1	0,0	0,0	0,2
	Formic acid	ppm	0,1	0,2	0,2	0,0
	Acetic acid	ppm	0,1	0,2	0,1	0,0
	Methyl acetate	ppm	0,6	0,0	0,0	0,0
	Ethyl acetate	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	2-Butoxyethyl acetate	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Dimethoxy methane	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Acetaldehyde	ppm	0,0	0,0	0,5	0,0
	Methyl ethyl ketone	ppm	0,0	1,0	1,4	1,4
	Methanol	ppm	0,0	0,0	0,0	0,7
	Ethanol	ppm	0,2	0,0	0,0	0,8
	Isopropanol	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ethylene dibromide	ppm	0,1	0,0	0,1	0,0
	e.m. = ei mitattu					
	ei havaittu = mitattu, mutta ei havaittu värimuunnosta					

Kontti 9. Kenkiä ja pääsiäiskoristeita, VTT:n mittaustulokset.

			Ennen purkua	Kenkälaatikko 1	Kenkälaatikko 2	Koristelaatikko
	Pvm		14.3.2017	14.3.2017	14.3.2017	14.3.2017
	Klo		8:43	10:08	10:16	11:54
	Kaasu / Kohteen kuvaus	Pitoisuusyksikkö	Kontissa oven raosta	Vastaanotto-alueella laatikon sisältä	Vastaanotto-alueella laatikon sisältä	Vastaanotto-alueella laatikon sisältä
Ilmaisinputket	PH ₃	ppm	ei havaittu	e.m.	e.m.	e.m.
	MeBr	ppm	ei havaittu	e.m.	e.m.	e.m.
iBRID	PID	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	PH ₃	ppm	0,00	0,00	0,00	0,00
	O ₂	til-%	20,9	20,9	20,9	21
	LEL	%	0	0	0	0
ChemPro 100i	IMS+MOSH	index	50	45	47	38
FTIR	Water vapor	til-%	0,4	0,7	0,8	0,9
	Carbon dioxide	ppm	388	506	436	540
	Carbon Monoxide	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Nitrous Oxide	ppm	0,3	0,2	0,2	0,3
	Methane	ppm	2,0	2,0	2,0	1,8
	Nitrogen monoxide	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ammonia	ppm	0,1	0,1	0,2	0,0
	Formaldehyde	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ethylene Oxide	ppm	0,1	0,2	0,4	0,0
	Benzene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Toluene	ppm	0,0	0,2	0,0	0,0
	Ethyl benzene	ppm	0,5	0,3	0,7	0,1
	M-Xylene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,4
	O-Xylene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	P-Xylene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Methyl bromide	ppm	0,7	0,8	1,5	0,8
	1,2-Dichloroethane	ppm	0,7	1,0	1,1	1,0
	Chloropicrin	ppm	0,0	0,0	0,0	0,1
	Styrene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Phosphine	ppm	0,2	1,0	0,8	1,0
	Sulfuryl fluoride	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Hydrogen Cyanide	ppm	0,0	0,1	0,0	0,2
	Carbon Disulfide	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Acetone	ppm	0,1	0,2	0,0	0,2
	Dichloromethane	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ethane	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Propane	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Butane	ppm	0,0	0,0	0,0	0,3
	Hexane	ppm	0,0	0,0	0,1	0,0
	Octane	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Isopentane	ppm	0,2	0,0	0,2	0,0
	Ethylene	ppm	0,0	0,1	0,0	0,0
	Propene	ppm	0,3	0,2	0,0	0,7
	Cyclohexane	ppm	0,0	0,0	0,0	0,1
	Alfa-pinene	ppm	0,0	0,0	0,1	0,0
	Beta-pinene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Delta3-carene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Limonene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Formic acid	ppm	0,0	0,0	0,2	0,2
	Acetic acid	ppm	0,3	0,3	0,2	0,1
	Methyl acetate	ppm	0,1	0,1	0,1	0,0
Ethyl acetate	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	
2-Butoxyethyl acetate	ppm	0,0	0,1	0,1	0,1	
Dimethoxy methane	ppm	0,1	0,1	0,1	0,0	
Acetaldehyde	ppm	0,1	0,3	0,2	0,1	
Methyl ethyl ketone	ppm	0,3	0,0	0,0	0,5	
Methanol	ppm	0,3	0,8	0,7	0,7	
Ethanol	ppm	0,3	0,3	0,6	0,3	
Isopropanol	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	
Ethylene dibromide	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	
e.m. = ei mitattu						
ei havaittu = mitattu, mutta ei havaittu värimuunnosta						

Kontti 10. Sandaaleja, VTT:n mittaustulokset

			Ennen purkua	Laatikko
	Pvm		14.3.2017	14.3.2017
	Klo		11:36	12:43
	Kaasu / Kohteen kuvaus	Pitoisuus- yksikkö	Kontissa oven raosta	Vastaanotto- alueella laatikon sisältä
Ilmaisinputket	PH ₃	ppm	ei havaittu	e.m.
	MeBr	ppm	ei havaittu	e.m.
iBRID	PID	ppm	2,2	1,0
	PH ₃	ppm	0,00	0,00
	O ₂	til-%	20,9	21
	LEL	%	0	0
ChemPro 100i	IMS+MOSH	index	41	40
FTIR	Water vapor	til-%	0,4	0,7
	Carbon dioxide	ppm	411	466
	Carbon Monoxide	ppm	0,0	0,0
	Nitrous Oxide	ppm	0,3	0,2
	Methane	ppm	2,1	1,9
	Nitrogen monoxide	ppm	0,0	0,0
	Ammonia	ppm	0,1	0,1
	Formaldehyde	ppm	0,0	0,0
	Ethylene Oxide	ppm	0,1	0,2
	Benzene	ppm	0,0	0,0
	Toluene	ppm	0,5	0,0
	Ethyl benzene	ppm	0,4	0,6
	M-Xylene	ppm	0,0	0,0
	O-Xylene	ppm	0,0	0,0
	P-Xylene	ppm	0,0	0,0
	Methyl bromide	ppm	1,5	1,1
	1,2-Dichloroethane	ppm	1,2	0,0
	Chloropicrin	ppm	0,0	0,0
	Styrene	ppm	0,0	0,0
	Phosphine	ppm	1,4	0,5
	Sulfuryl fluoride	ppm	0,0	0,0
	Hydrogen Cyanide	ppm	0,0	0,0
	Carbon Disulfide	ppm	0,0	0,0
	Acetone	ppm	0,2	0,5
	Dichloromethane	ppm	0,0	0,0
	Ethane	ppm	0,0	0,0
	Propane	ppm	0,0	0,1
	Butane	ppm	0,0	0,2
	Hexane	ppm	0,0	0,0
	Octane	ppm	0,0	0,0
	Isopentane	ppm	0,0	0,0
	Ethylene	ppm	0,0	0,0
	Propene	ppm	0,0	0,1
	Cyclohexane	ppm	0,0	0,0
	Alfa-pinene	ppm	0,0	0,0
	Beta-pinene	ppm	0,0	0,0
	Delta3-carene	ppm	0,0	0,0
	Limonene	ppm	0,0	0,0
	Formic acid	ppm	0,2	0,2
	Acetic acid	ppm	0,2	0,2
	Methyl acetate	ppm	0,0	0,0
	Ethyl acetate	ppm	0,0	0,0
	2-Butoxyethyl acetate	ppm	0,0	0,1
Dimethoxy methane	ppm	0,1	0,0	
Acetaldehyde	ppm	0,1	0,2	
Methyl ethyl ketone	ppm	0,3	0,0	
Methanol	ppm	0,4	0,6	
Ethanol	ppm	0,0	0,6	
Isopropanol	ppm	0,0	0,0	
Ethylene dibromide	ppm	0,0	0,0	
e.m. = ei mitattu				
ei havaittu = mitattu, mutta ei havaittu värimuunnosta				

Kontti 11. Lastenvaatteita, VTT:n mittaustulokset.

			Ennen purkua	Laatikko
	Pvm		16.3.2017	16.3.2017
	Klo		8:23	10:56
	Kaasu / Kohteen kuvaus	Pitoisuus- yksikkö	Kontissa oven raosta	Vastaanotto- alueella laatikon sisältä
Ilmaisinputket	PH ₃	ppm	ei havaittu	e.m.
	MeBr	ppm	ei havaittu	e.m.
iBRID	PID	ppm	-0,4	-0,4
	PH ₃	ppm	0,00	0,00
	O ₂	til-%	21,1	20,9
	LEL	%	0	0
ChemPro 100i	IMS+MOSH	index	12	37
FTIR	Water vapor	til-%	0,4	0,8
	Carbon dioxide	ppm	394	410
	Carbon Monoxide	ppm	0,0	0,0
	Nitrous Oxide	ppm	0,2	0,2
	Methane	ppm	2,0	2,0
	Nitrogen monoxide	ppm	1,1	1,5
	Ammonia	ppm	0,0	0,0
	Formaldehyde	ppm	0,3	0,2
	Ethylene Oxide	ppm	0,1	0,3
	Benzene	ppm	0,0	0,0
	Toluene	ppm	0,0	2,9
	Ethyl benzene	ppm	0,3	0,4
	M-Xylene	ppm	0,0	0,0
	O-Xylene	ppm	0,0	0,0
	P-Xylene	ppm	0,0	0,0
	Methyl bromide	ppm	0,5	1,1
	1,2-Dichloroethane	ppm	0,0	0,0
	Chloropicrin	ppm	0,3	0,1
	Styrene	ppm	0,0	0,0
	Phosphine	ppm	0,1	0,3
	Sulfuryl fluoride	ppm	0,1	0,0
	Hydrogen Cyanide	ppm	0,0	0,1
	Carbon Disulfide	ppm	0,0	0,0
	Acetone	ppm	0,2	1,1
	Dichloromethane	ppm	0,4	0,3
	Ethane	ppm	0,0	0,0
	Propane	ppm	0,0	0,0
	Butane	ppm	0,0	0,0
	Hexane	ppm	0,0	0,1
	Octane	ppm	0,0	0,0
	Isopentane	ppm	0,0	0,0
	Ethylene	ppm	0,4	0,1
	Propene	ppm	0,0	0,3
	Cyclohexane	ppm	0,0	0,0
	Alfa-pinene	ppm	0,0	0,0
	Beta-pinene	ppm	0,0	0,1
	Delta3-carene	ppm	0,0	0,0
	Limonene	ppm	0,0	0,0
	Formic acid	ppm	0,0	0,0
	Acetic acid	ppm	0,0	0,0
Methyl acetate	ppm	0,0	0,0	
Ethyl acetate	ppm	0,0	0,1	
2-Butoxyethyl acetate	ppm	0,0	0,1	
Dimethoxy methane	ppm	0,0	0,0	
Acetaldehyde	ppm	0,0	0,0	
Methyl ethyl ketone	ppm	0,0	0,3	
Methanol	ppm	0,2	0,2	
Ethanol	ppm	0,2	0,0	
Isopropanol	ppm	0,0	0,0	
Ethylene dibromide	ppm	0,0	0,0	
	e.m. = ei mitattu			
	ei havaittu = mitattu, mutta ei havaittu värimuunnosta			

Kontti 12. Makuupusseja, VTT:n mittaustulokset.

			Ennen purkua
	Pvm		16.3.2017
	Klo		10:31
	Kaasu / Kohteen kuvaus	Pitoisuus- yksikkö	Kontissa oven raosta
Ilmaisinputket	PH ₃	ppm	ei havaittu
	MeBr	ppm	ei havaittu
iBRID	PID	ppm	1,6
	PH ₃	ppm	0,00
	O ₂	til-%	21,1
	LEL	%	0
ChemPro 100i	IMS+MOSH	index	20
FTIR	Water vapor	til-%	0,5
	Carbon dioxide	ppm	394
	Carbon Monoxide	ppm	0,0
	Nitrous Oxide	ppm	0,2
	Methane	ppm	2,0
	Nitrogen monoxide	ppm	1,2
	Ammonia	ppm	0,1
	Formaldehyde	ppm	0,0
	Ethylene Oxide	ppm	0,2
	Benzene	ppm	0,0
	Toluene	ppm	2,0
	Ethyl benzene	ppm	0,5
	M-Xylene	ppm	0,0
	O-Xylene	ppm	0,0
	P-Xylene	ppm	0,0
	Methyl bromide	ppm	0,4
	1,2-Dichloroethane	ppm	0,0
	Chloropicrin	ppm	0,1
	Styrene	ppm	0,0
	Phosphine	ppm	0,0
	Sulfuryl fluoride	ppm	0,0
	Hydrogen Cyanide	ppm	0,1
	Carbon Disulfide	ppm	0,0
	Acetone	ppm	0,5
	Dichloromethane	ppm	0,3
	Ethane	ppm	0,0
	Propane	ppm	0,1
	Butane	ppm	0,0
	Hexane	ppm	0,0
	Octane	ppm	0,0
	Isopentane	ppm	0,0
	Ethylene	ppm	0,2
	Propene	ppm	0,2
	Cyclohexane	ppm	0,0
	Alfa-pinene	ppm	0,0
	Beta-pinene	ppm	0,1
	Delta3-carene	ppm	0,0
	Limonene	ppm	0,0
	Formic acid	ppm	0,0
	Acetic acid	ppm	0,1
	Methyl acetate	ppm	0,0
	Ethyl acetate	ppm	0,1
	2-Butoxyethyl acetate	ppm	0,0
	Dimethoxy methane	ppm	0,0
	Acetaldehyde	ppm	0,0
	Methyl ethyl ketone	ppm	0,4
	Methanol	ppm	0,5
Ethanol	ppm	0,0	
Isopropanol	ppm	0,0	
Ethylene dibromide	ppm	0,1	
e.m. = ei mitattu			
ei havaittu = mitattu, mutta ei havaittu värimuunnosta			

Kontti 13. Tuulettimia, VTT:n mittaustulokset.

			Ennen purkua
	Pvm		21.3.2017
	Klo		7:56
	Kaasu / Kohteen kuvaus	Pitoisuus- yksikkö	Kontissa oven raosta
Ilmaisinputket	PH ₃	ppm	ei havaittu
	MeBr	ppm	ei havaittu
iBRID	PID	ppm	0,0
	PH ₃	ppm	0,00
	O ₂	til-%	20,9
	LEL	%	0
ChemPro 100i	IMS+MOSH	index	10
Gasera IRON	Water vapor	til-%	0,9
	Methane	ppm	26
	Acetone	ppm	17
	Toluene	ppm	19
	2-Butanone	ppm	15
	M-Xylene	ppm	5
FTIR	Water vapor	til-%	0,5
	Carbon dioxide	ppm	403
	Carbon Monoxide	ppm	0,3
	Nitrous Oxide	ppm	0,3
	Methane	ppm	2,0
	Nitrogen monoxide	ppm	0,0
	Ammonia	ppm	0,1
	Formaldehyde	ppm	0,0
	Ethylene Oxide	ppm	0,0
	Benzene	ppm	0,1
	Toluene	ppm	0,8
	Ethyl benzene	ppm	0,3
	M-Xylene	ppm	0,0
	O-Xylene	ppm	0,0
	P-Xylene	ppm	0,0
	Methyl bromide	ppm	0,7
	1,2-Dichloroethane	ppm	0,0
	Chloropicrin	ppm	0,0
	Styrene	ppm	0,1
	Phosphine	ppm	0,8
	Sulfuryl fluoride	ppm	0,0
	Hydrogen Cyanide	ppm	0,0
	Carbon Disulfide	ppm	0,4
	Acetone	ppm	0,5
	Dichloromethane	ppm	0,9
	Ethane	ppm	0,0
	Propane	ppm	0,0
	Butane	ppm	0,0
	Hexane	ppm	0,0
	Octane	ppm	0,0
	Isopentane	ppm	0,0
	Ethylene	ppm	0,2
	Propene	ppm	0,0
	Cyclohexane	ppm	0,0
	Alfa-pinene	ppm	0,0
	Beta-pinene	ppm	0,0
	Delta3-carene	ppm	0,0
	Limonene	ppm	0,0
	Formic acid	ppm	0,0
	Acetic acid	ppm	0,0
	Methyl acetate	ppm	0,0
	Ethyl acetate	ppm	0,0
	2-Butoxyethyl acetate	ppm	0,0
	Dimethoxy methane	ppm	0,0
	Acetaldehyde	ppm	0,0
	Methyl ethyl ketone	ppm	0,0
	Methanol	ppm	0,3
Ethanol	ppm	0,0	
Isopropanol	ppm	0,0	
Ethylene dibromide	ppm	0,0	
	e.m. = ei mitattu		
	ei havaittu = mitattu, mutta ei havaittu värimuunnosta		

Kontti 14. Nokkakärryjä ja rengasettejä, VTT:n mittaustulokset.

			Ennen purkua	Ennen purkua, välistä	Ennen purkua, laatikko	Pussin sisältä
			21.3.2017	21.3.2017	21.3.2017	21.3.2017
			8:30	8:51	8:54	10:21
	Kaasu / Kohteen kuvaus	Pitoisuus-yksikkö	Kontissa oven raosta	Kontissa rengasetti-laatikoiden välistä	Kontissa rengasetti-laatikon sisältä	Vastaanotto-alueella nokkakärrypussin sisältä
Ilmaisinpaket	PH ₃	ppm	ei havaittu	e.m.	e.m.	e.m.
	MeBr	ppm	ei havaittu	e.m.	e.m.	e.m.
iBRID	PID	ppm	e.m.	2,0	2,0	10,0
	PH ₃	ppm	0,00	0,00	0,00	0,00
	O ₂	til-%	20,9	20,9	20,9	20,9
	LEL	%	0	0	0	0
ChemPro 100i	IMS+MOSH	index	50	e.m.	38	51
Gäsera IRON	Water vapor	til-%	1	e.m.	0,6	e.m.
	Methane	ppm	27	e.m.	13	e.m.
	Acetone	ppm	24	e.m.	5	e.m.
	Toluene	ppm	25	e.m.	8	e.m.
	2-Butanone	ppm	20	e.m.	5	e.m.
	Propane	ppm	9	e.m.	6	e.m.
FTIR	Water vapor	til-%	0,5	0,5	0,6	0,7
	Carbon dioxide	ppm	394	394	455	394
	Carbon Monoxide	ppm	0,2	0,0	0,0	0,4
	Nitrous Oxide	ppm	0,3	0,3	0,3	0,3
	Methane	ppm	2,1	1,9	2,1	2,0
	Nitrogen monoxide	ppm	0,5	0,7	0,9	0,0
	Ammonia	ppm	0,0	0,0	0,1	0,1
	Formaldehyde	ppm	0,0	0,2	0,3	0,4
	Ethylene Oxide	ppm	0,1	0,1	0,3	0,1
	Benzene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Toluene	ppm	0,2	0,8	0,7	0,5
	Ethyl benzene	ppm	0,4	0,4	0,5	0,0
	M-Xylene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	O-Xylene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	P-Xylene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Methyl bromide	ppm	0,3	0,0	0,0	0,0
	1,2-Dichloroethane	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Chloropicrin	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Styrene	ppm	0,1	0,2	0,0	0,1
	Phosphine	ppm	0,5	0,5	0,2	0,8
	Sulfuryl fluoride	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Hydrogen Cyanide	ppm	0,2	0,1	0,1	0,2
	Carbon Disulfide	ppm	0,3	0,0	0,0	0,4
	Acetone	ppm	0,4	0,2	0,2	0,1
	Dichloromethane	ppm	0,7	0,4	0,5	0,3
	Ethane	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
	Propane	ppm	0,0	0,2	0,0	0,0
	Butane	ppm	0,3	0,1	0,0	0,0
	Hexane	ppm	0,6	0,1	0,2	0,4
	Octane	ppm	0,1	0,0	0,0	0,0
	Isopentane	ppm	0,1	0,2	0,1	0,2
	Ethylene	ppm	0,0	0,1	0,2	0,2
	Propene	ppm	0,3	0,2	0,1	0,0
	Cyclohexane	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0
Alfa-pinene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	
Beta-pinene	ppm	0,1	0,1	0,1	0,1	
Delta3-carene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	
Limonene	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	
Formic acid	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	
Acetic acid	ppm	0,0	0,1	0,0	0,0	
Methyl acetate	ppm	0,0	0,0	0,0	0,1	
Ethyl acetate	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	
2-Butoxyethyl acetate	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	
Dimethoxy methane	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	
Acetaldehyde	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	
Methyl ethyl ketone	ppm	0,5	0,0	0,0	0,1	
Methanol	ppm	0,5	0,4	0,1	0,2	
Ethanol	ppm	0,0	0,0	0,0	0,3	
Isopropanol	ppm	0,0	0,0	0,0	0,1	
Ethylene dibromide	ppm	0,0	0,0	0,0	0,0	

e.m. = ei mitattu

ei havaittu = mitattu, mutta ei havaittu värimuunnosta

Nimeke	Kaupan alan työntekijän altistumisriski tuontitavaroista haihtuville kemikaaleille
Tekijä(t)	Marja Pitkänen, Tuula Kajolinna, Ville Hinkka & Anneli Kangas
Tiivistelmä	<p>Työsuojelurahaston, Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n, Kaupan liitto ry:n ja kaupan alan toimijoiden rahoittamassa tutkimuksessa selvitettiin kaupan alan työntekijöiden altistumista tuontitavaroista haihtuville, haitallisille aineille logistiikkaketjun eri vaiheissa. Vuonna 2016 Suomeen tuotiin n. 250 000 merikuljetuskonttia. Näistä n. 40 % tuli Helsinkiin, josta jakelukeskukset jakelivat tuotteet eri puolille Suomea. Suurimmassa osassa, lähes 90 %:ssa tutkituista konteista ei havaittu haitallisia pitoisuuksia, mutta tulokset osoittivat, että logistiikkaketjussa liikkuu myös kontteja ja tavaraeriä, joiden ilmatilan pitoisuudet ovat haitallisella tasolla. Kemikaaleille altistumisen kannalta riskialteimpia työvaiheita olivat kontin purku ja pakkauksien avaaminen. Jakelukeskuksen prosesseissa on eniten työvaiheita, joissa altistuminen on mahdollista, mutta altistumista voi tapahtua myös vähittäiskaupassa. Vaikka konteissa ja tavarayksiköissä havaittiin haitallisia määriä kemikaaleja, työntekijöiden hengitysvyöhykkeeltä mitatut pitoisuudet olivat alle haitallisiksi tunnettujen pitoisuuksien.</p> <p>Haihtuvat aineet ja niiden määrät vaihtelevat kontista ja tavaraerästä toiseen. Tämän vuoksi konttien ja tavarayksiköiden turvalliseen käsittelyyn työpaikoilla pitäisi olla selvä ohjeistus, joka sisältää konttien mahdollisen tuulettamisen ja pitoisuuden mittauksen riittävän kattavilla mittausmenetelmillä ennen tyhjennystyön aloittamista, avoimet työskentelytilat ja hyvän ilmanvaihdon eri työpisteissä. Tieto havaituista haitallisista aineista tulisi välittää myös seuraavaan työvaiheeseen, jossa altistuminen on mahdollista. Näin tavarayksikössä mahdollisesti edelleen olevat haitalliset aineet voidaan ottaa huomioon käsittelyssä, kuten lisämittaukset, ilmanvaihdon parantaminen ja henkilökohtaisten suojainten käyttö. Tiedonkulun parantaminen läpi koko kansainvälisen toimitusketjun auttaisi pitämään työntekijöiden altistumisen haitallisille pitoisuuksille niin pienenä kuin mahdollista.</p>
ISBN, ISSN, URN	ISBN 978-951-38-8582-3 (nid.) ISBN 978-951-38-8581-6 (URL: http://www.vtt.fi/julkaisut) ISSN-L 2242-1211 ISSN 2242-1211 (Painettu) ISSN 2242-122X (Verkojulkaisu) http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-38-8581-6
Julkaisu-aika	Lokakuu 2017
Kieli	Suomi, englanninkielinen tiivistelmä
Sivumäärä	73 s. + liitt. 15 s.
Projektin nimi	Kaupan alan työntekijän altistumisriski tuontitavaroista haihtuville kemikaaleille
Rahoittajat	Työsuojelurahasto ja Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, Kaupan liitto ry, Inex Partners Oy, Keslog Oy, Lidl Suomi Ky ja Palvelualojen ammattiliitto PAM ry
Avainsanat	haihtuvat orgaaniset yhdisteet, altistuminen, työntekijät, kontit, tavaraliikenne, vähittäiskauppa
Julkaisija	Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy PL 1000, 02044 VTT, puh. 020 722 111

Title	Potential exposure of workers in Finnish retail trade value chain to harmful volatile compounds existing in airspaces of freight containers and imported goods
Author(s)	Marja Pitkänen, Tuula Kajolinna, Ville Hinkka & Anneli Kangas
Abstract	<p>Exposure of workers was studied in the research financed by the Finnish Work Environment Fund, VTT Technical Research Centre of Finland Ltd, Finnish Commerce Federation and actors in the Finnish retail trade value chain. In 2016, in total 250 000 containers were imported in Finland; 40% of them were transported via the port of Helsinki and delivered around the Finland by national logistics companies. Main part (near 90%) of the studied containers was free of toxic compounds in harmful concentrations. However, the results showed that in the logistic value chain also containers and goods with airspace concentrations exceeding the occupational hygiene limits exist. Related to chemical exposure of workers, unloading the container and opening the transport boxes of imported goods seemed to be most risky. Most of the working phases where potential exposure can be happen were found in the distribution centre; however, the exposure may happen in retail shops too. Although the high concentrations in the airspaces of containers and the package units, all the concentrations measured in the workers' respiratory zone were below the occupational hygiene limits. Existence of hazardous substances will vary from a freight container, or a lot, to another. Therefore, at the workplaces clear guidelines should be defined for handling the containers and imported goods safely. Instructions should include, at least, ventilation procedures for the freight containers, ensuring the absence of toxic substances using reliable measurement methods before their unloading, roomy working spaces and good ventilation. Information of the occurrence of the toxic substances must be delivered along the value chain to the next phase where workers' exposure can be happen, so that the additional safety actions can be applied. Improved information flow of the harmful substances, existing in containers and lots, through the global retail trade value chain will help to decrease the workers' exposure.</p>
ISBN, ISSN, URN	ISBN 978-951-38-8582-3 (Soft back ed.) ISBN 978-951-38-8581-6 (URL: http://www.vttresearch.com/impact/publications) ISSN-L 2242-1211 ISSN 2242-1211 (Print) ISSN 2242-122X (Online) http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-38-8581-6
Date	October 2017
Language	Finnish, English abstract
Pages	73 p. + app. 15 p.
Name of the project	Potential exposure of workers in Finnish retail trade value chain to harmful volatile compounds existing in airspaces of freight containers and imported goods
Commissioned by	the Finnish Work Environment Fund, VTT Technical Research Centre of Finland Ltd, Finnish Commerce Federation, Inex Partners Ltd, Keslog Ltd, Lidl Finland LP and Service Union United PAM
Keywords	volatile organic compounds, exposure, employees, freight containers, goods traffic, retail trade
Publisher	VTT Technical Research Centre of Finland Ltd P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland, Tel. 020 722 111

Kaupan alan työntekijän altistumisriski tuontitavaroista haihtuville kemikaaleille

Työsuojelurahaston, Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n, Kaupan liitto ry:n ja kaupan alan toimijoiden rahoittamassa tutkimuksessa saatiin uutta tietoa kaupan alan työntekijöiden mahdollisesta altistumisesta tuontitavaroista haihtuville haitallisille aineille logistiikkaketjun eri vaiheissa. Suurimmassa osassa, lähes 90 %:ssa tutkituista konteista ei havaittu haitallisia pitoisuuksia, mutta tulokset osoittivat, että logistiikkaketjussa liikkuu myös kontteja ja tavaraeriä, joiden ilmatilan pitoisuudet ovat haitallisella tasolla.

Kemikaaleille altistumisen kannalta riskialteimpia työvaiheita olivat kontin purku ja pakkauksien avaaminen. Näitä työvaiheita on eniten jakelukeskuksissa, mutta altistuminen on mahdollista myös vähittäiskaupassa kuljetuspakkausten tyhjennyksen ja tuotteiden myyntiin asettamisen aikana. Vaikka konteissa ja tavarayksiköissä havaittiin haitallisia pitoisuuksia, työntekijöiden hengitysvyöhykkeeltä mitatut pitoisuudet olivat pieniä, alle yhdisteiden HTP-arvojen.

ISBN 978-951-38-8582-3 (nid.)
ISBN 978-951-38-8581-6 (URL: <http://www.vtt.fi/julkaisut>)
ISSN-L 2242-1211
ISSN 2242-1211 (Painettu)
ISSN 2242-122X (Verkkójulkaisu)
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-38-8581-6>



Työsuojelurahasto
Arbetskyddsfonden
The Finnish Work Environment Fund