

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Teknillinen tiedekunta

Ympäristötekniikan koulutusohjelma

DIPLOMITYÖ

ASBESTIN TUNNISTAMINEN KEINONENÄLLÄ

Tarkastajat:

Professori Esa Marttila

TkL Simo Hammo

Juha Leppänen

## **TIIVISTELMÄ**

Lappeenrannan teknillinen yliopisto  
Teknillinen tiedekunta  
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Leppänen, Juha

### **Asbestin tunnistaminen keinonenällä**

Diplomityö  
2010

55 sivua, 16 kuvaa, 4 taulukkoa ja 4 liitettä

Tarkastajat: Professori Esa Marttila  
TkL Simo Hammo

Hakusanat: asbesti, keinonenä, ioniliikkuvuusspektrometria  
Keywords: asbestos, artificial nose, ion mobility spectrometry

Asbesti on yleisnimike kuitumaisille silikaattimineraaleille. Sillä on monia hyviä ominaisuuksia. Siksi sitä on käytetty useisiin eri käyttötarkoituksiin jo yli 4 000 vuoden ajan. Sisäänhengitettynä asbesti aiheuttaa kuitenkin vakavia terveyshaittoja, mm. asbestoosia, keuhkosityöpää ja mesoteliomaa.

Vuosina 1918-1988 Suomessa käytettiin asbestia 300 000 tonnia. Yleisintä käyttö oli 1960-70-lukujen vaihteessa. Sairauksien viive altistumisesta on 10-40 vuotta. Sairauksien esiintyminen onkin nyt suurimmillaan. Suurin osa sairauksista on hyvänlaatuisia keuhkopussin paksuuntumia eli plakkeja. Vuosittain asbestin aiheuttamiin sairauksiin, etupäässä syöpiin, kuolee Suomessa noin 100 ihmistä. Yhteensä altistuneita arvellaan olevan 250 000. Heistä elossa on noin 50 000.

Vaarallisuutensa vuoksi asbestin käyttö on useissa maissa kielletty, mutta maailmalla sitä käytetään edelleen suuria määriä. Suomessa asbestin käyttöä rajoitettiin jo 1970-luvulla. Pieniä poikkeuksia lukuun ottamatta täyskielto tuli voimaan 1.1.1994.

Suomessa asbestia esiintyy edelleen vanhoissa rakennuksissa. Asbestipurkutyö on luvanvaraista. Asbestitöissä on huolehdittava siitä, että kukaan ei altistu asbestille. Asbestipitoisen materiaalin tunnistaminen silmämääräisesti on vaikeaa. Materiaali luokitellaan asbestipitoiseksi, jos siinä on asbestia yli 1 painoprosenttia tai jos sitä voidaan pölyävyytensä takia pitää vaarallisena. Asbestipitoisen materiaalin kartoituksessa voidaan käyttää rakennussuunnitelmia, vanhoja asiakirjoja kuten urakoitsijan laskuja sekä tuntemusta rakennusajan yleisistä rakennustavoista. Varmuus saadaan kuitenkin vain tutkimalla materiaali esimerkiksi laboratoriokokeissa.

Tässä diplomityössä on pyritty selvittämään, voidaanko asbesti tunnistaa ChemPro 100 -keinonenällä. Laite perustuu ioniliikkuvuusspektrometriaan eli eri yhdisteiden erilaiseen liikkuvuuteen kaasumaisessa väliaineessa. Menetelmä on nopea ja yksinkertainen. Tutkimusta varten hankittiin asbestipitoisia materiaaleja, joista saatuja tuloksia vertailtiin toisiinsa. Nykyiset asbestintunnistusmenetelmät ovat monimutkaisia ja hitaita. Jos keinonenä pystyttäisiin kouluttamaan tunnistamaan asbestimateriaali, helpottaisi se asbestikartoituksen tekemistä.

## **ABSTRACT**

Lappeenranta University of Technology  
Faculty of Technology  
Environmental Technology

Leppänen, Juha

### **Asbestos recognition by artificial nose**

Master's thesis  
2010

55 pages, 16 figures, 4 tables ja 4 appendices

Examiners: Professor Esa Marttila  
Lic. Sc. Simo Hammo

Keywords: asbestos, artificial nose, ion mobility spectrometry

Asbestos is a general designation for fibric silicate minerals. It has several good features and has been used for over 4 000 years for numerous purposes. When inhaled, it causes serious health hazards, for example asbestosis, lung cancer and mesothelioma.

300 000 tons of asbestos was used in Finland between 1918-1988. The use was most common when turning to 1970's. The delay of diseases is 10-40 years from the exposure. The diseases are at their peak at the moment. Most diseases are benignant pleural plaques. In Finland, some 100 people die annually of asbestos diseases, mostly in cancers. It is estimated that altogether 250 000 people have been exposed, of them about 50 000 are alive.

Because of its hazardousness asbestos is banned in many countries, but globally it is still used massively. The use of asbestos was first restricted in Finland in the 1970's. Excluding minor exceptions, a complete ban came into effect on January first in 1994.

In Finland, asbestos still exists in old buildings. The demolition of asbestos containing materials is permitted only for companies licensed for it. When working with asbestos, exposure of humans to asbestos must be prevented. Ocular recognition of asbestos containing material is difficult. Material is classified asbestos contained if it has content of over 1 percentage by weight, or it can be considered dangerous for its dusty nature. Building plans, old documents, such as constructor's bills, and common knowledge of construction methods at the relevant time can be used for locating asbestos containing materials. The only certain way of recognizing asbestos is to analyze a sample for example in laboratory examinations.

The aim of this study was to find out if asbestos can be recognized by the artificial nose ChemPro 100. The device is based on ion mobility spectrometry, in other words on the different mobility of different compounds in a gaseous medium. The method is fast and simple. Asbestos containing materials were analyzed in this study. The results were compared to each other. Existing asbestos recognition methods are complicated and time-consuming. If the artificial nose could be taught to recognize asbestos it would make asbestos recognition much easier.

## SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	4
1.1 Tutkimuksen tausta	4
1.2 Työn määrittely	8
1.3 Työn rakenne	9
2 KIRJALLISUUSKATSAUS	10
2.1 Mitä asbesti on?	10
2.2 Käyttökohteet	11
2.3 Korvaavat tuotteet	15
2.4 Asbestihaitat	17
2.4.1 Sairaudet	17
2.4.2 Asbestityössä olevien, aiemmin altistuneiden ja sairastuneiden seuranta	20
2.4.3 Ammattitaudin selvittäminen / toteaminen	26
2.4.4 Korvaukset	28
2.5 Asbestityöt	32
2.5.1 Asbestityön valmistelu	32
2.5.2 Asbestipurkutyön suorittaminen	35
2.6 Asbestikartoitus	38
2.7 Ilman asbestipitoisuuden seuranta	39
2.8 Ilman asbestipitoisuuden määrittäminen	39
3 ASBESTIN TUNNISTAMINEN KEINONENÄLLÄ	43
3.1 Kokeen kulku	44
3.2 Tiedon analysointi	46
4 JOHTOPÄÄTÖKSET	49
LÄHTEET	50
LIITTEET	

## LYHENTEET

ASA-rekisteri	Työterveyslaitoksen vuodesta 1979 lähtien sosiaali- ja terveysministeriön toimeksiannosta ylläpitämä rekisteri, jota pidetään ammatissaan syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille altistuvista henkilöistä
ILO	Kansainvälinen työjärjestö, International Latency Organization
IMS	Ion Mobility Spectrometry, ioniliikkuvuusspektrometria
LVQ	Learning Vector Quantization, oppiva vektorikvantisaatio
RPF	Retroperitoneaalinen fibroosi
UIP	User Interface Program, ohjelmisto tiedon vastaanottamista varten

## ALKUSANAT

Tämän diplomityön ideoijana ja kokeellisen osan ohjaajana toimi Aku Oksala (Turvallisuus- ja rakennusinsinööritoimisto A.Oksala). Asbestinäytteet lainasi Ismo Tanninen (I. Tanninen Oy). Tulosten analysoinnissa avusti Heikki Paakkanen. Työn ohjaajana ja tarkastajana toimi professori Esa Marttila Lappeenrannan teknillisestä yliopistosta. Toinen tarkastaja oli tekniikan lisensiaatti Simo Hammo Lappeenrannan teknillisestä yliopistosta. Heitä kaikkia haluan kiittää diplomityöni valmistumisesta.

Kiitos mummoille ruokahuollosta ja huolenpidosta. Kiitos läheisille avusta diplomityössä ja tuesta elämässä. Kiitos Konstalle hymystä. Kiitos Hannalle kaikesta.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Asbesti on ollut käytössä jo yli 4 000 vuoden ajan. Aikojen saatossa sitä on käytetty yli 3 000 erilaiseen käyttötarkoitukseen. Muinaissuomalaiset käyttivät sitä saviastioiden valmistusmateriaalina. (Ojala, Ulla 2007) Kun saveen sekoitettiin asbestia, saatiin ohutseinäisiä ja paremmin tulta kestäviä astioita (Ylö-Asbest Oy 2009). Faaraoiden aikaan asbestia käytettiin Egyptissä kuolinvaatteissa. Muinaisessa Roomassa siitä valmistettiin öljylamppuja. Teollisen vallankumouksen myötä asbestin käyttö alkoi yleistyä. Aluksi sitä käytettiin höyrykoneiden eristeenä. Englannista löytyy ensimmäinen asbestidiagnoosi jo vuodelta 1906. Keuhkosyövän ja asbestialtistumisen yhteyden ensihavainnot ovat vuodelta 1935. Asbesti on merkittävin aine, jolla on havaittu terveydellisiä haittavaikutuksia työelämässä. (Ojala, Ulla 2007)

Asbesti-sana tulee kreikan kielen sanasta asbestos, mikä tarkoittaa palamatonta. Asbesti on kuitumaisten silikaattimineraalien yleisnimitys. Nämä voidaan jakaa serpentiineihin ja amfibioleihin. Materiaali luokitellaan asbestipitoiseksi, jos siinä on asbestia yli 1 painoprosenttia. Helposti pölyävää materiaalia voidaan pitää vaarallisena, vaikka siinä olisi asbestia alle 1 painoprosenttia. (Suomen asbestiteknikka Oy 2009, s. 1)



KUVA 1. Asbestilajit (Pajunen, Tarja 2009, s. 2)

Asbestia on käytetty useisiin eri käyttötarkoituksiin sen monien hyvien ominaisuuksien ansiosta (ASBA ry 2009). Vuosina 1918–1988 käytettiin Suomessa 300 000 tonnia asbestia rakennusmateriaaleissa, koneissa, liikennevälineissä ja kuluttajatuotteissa (Vainio, Harri et al. 2005, s. 266). Asbestin on kuitenkin havaittu aiheuttavan vakavia terveyshaittoja ihmisille. Asbestialtistumisen on havaittu muun muassa lisäävän keuhkosyöpäriskiä huomattavasti (ASBA ry 2009). Monissa maissa sen käyttö on kielletty kokonaan, mutta maailman markkinoilla sitä liikkuu vielä suuria määriä. Vuosittain maailmassa tuotetaan edelleen yli kaksi miljoonaa tonnia asbestia, vaikka asbestin haitat tunnistettiin jo vuosikymmeniä sitten (Hengitysliitto Heli ry 2007, s. 2). Esimerkiksi Kanada vie Etelä-Amerikkaan ja Aasiaan vuosittain edelleen jopa n. 330 miljoonaa tonnia asbestia (ASBA ry 2009). Ranskassa asbestin käyttö kiellettiin vasta vuonna 1996. Edellisenä vuonna sitä käytettiin vielä lähes 50 000 tonnia. (Rissa, Kari 1996) Kehitysmaissa asbestin käyttö on jopa lisääntynyt 1900-luvun kolmella viimeisellä vuosikymmenellä. (ILO 2006)

Maailman suurimmat asbestin tuottajat ovat Venäjä, Kanada, Kazakstan, Kiina ja Brasilia (Giannasi, Fernanda & Pena, Paulo Gilvane Lopes 2003, s. 1).



KUVA 2. Avokaivos: Thetford Mines, Quebec, Kanada (Minnesota Department of Health 2009)



Suomessa asbestia ei ole tuotettu vuoden 1975 jälkeen. Tuusniemen Paakkilassa toimi asbestikaivos vuosina 1904–1975. Outokummun Maljasalmen kaivos oli toiminnassa vuosina 1943–1953. (GTK 2009)

Asbestin käyttöä rajoitettiin Suomessa jo 1970-luvulla (Hengitysliitto Heli ry 2007, s. 2). Vuonna 1976 tehtiin Suomessa ensimmäiset lainsäädännölliset rajoitukset asbestin käyttöön (Hengitysliitto Heli ry 2007, s. 5). Tällöin kiellettiin krokidoliitin käyttö ja asbestiruiskutukset (Suomen asbestiteknikka Oy 2009, s. 1). Luvanvaraiseksi asbestityö säädettiin vuonna 1988. Asbestityö edellyttää erityiskoulutusta. Vuodesta 1988 lähtien asbestin käyttö oli vähäistä (Hengitysliitto Heli ry 2007, s. 5), eikä Suomessa ole enää valmistettu asbestipitoisia rakennusalan tuotteita (Suomen asbestiteknikka Oy 2009, s. 1). Ulkomailta niitä tuotiin vielä tämänkin jälkeen (Suomen asbestiteknikka Oy 2009, s. 1). Asbestin ja asbestipitoisten tuotteiden valmistus ja maahantuonti on ollut kiellettyä 1. tammikuuta 1993 alkaen. Niiden myyminen ja käyttöönotto kiellettiin vuotta myöhemmin. Näihin kieltoihin on muutamia poikkeuksia. Muun muassa asbestin maahantuonti, valmistus, myynti ja käyttöönotto on sallittua tutkimustarkoituksissa. (Valtioneuvosto 1992) Käyttökielto astui voimaan koko EU:ssa vasta 2005. (Hengitysliitto Heli ry 2007, s. 2) Suomessa asbestia esiintyy edelleen erilaisissa rakennusmateriaaleissa vanhoissa rakennuksissa. Asbestituotteilla ei ole mitään uudelleenkäyttöä. Siksi rakennusten purkujätteet kuljetetaan kunnallisille kaatopaikoille. (Vainio, Harri et al. 2005, s. 266)



KUVA 3. Asbestin käyttö Suomessa vuosina 1925–1985. (Pajunen, Tarja 2009, s. 2)

Virossa asbestitöitä saa suorittaa kuka vain, sillä alalla ei siellä ole lisensointia. Siksi asbestikuiduille altistuvat siellä edelleen niin purkumiehet kuin sivullisetkin. Asbestikartoituksia ei juurikaan tehdä, vaikka vuonna 2000 astui voimaan viranomais määräys, joka velvoittaa tilaamaan asbestikartoituksen, jos siihen on aihetta. Työterveyslaitoksen tiimipäällikön Antti Tossavaisen mukaan Virossa eivät edes lääkärit välttämättä osaa diagnosoida asbestisairauksia. Asbestin aiheuttamia ammattisairauksia todetaankin vuosittain vain yksi. (Tekniikka & Talous 2007)

Asbesti aiheuttaa asbestoosia eli pölykeuhkoa, pahanlaatuista keuhkosityöpää, keuhkopussin tai vatsakalvon syöpää eli mesotelioomaa, retroperitoneaalista fibroosia sekä erilaisia keuhkopussinsairauksia (ASBA ry 2009).

Asbestin aiheuttamat sairaudet todetaan vasta pitkän viiveen jälkeen itse altistumisesta. Viive on jopa 10–40 vuotta. Nykyiset asbestisairaudet ovat seurausta menneiden vuosikymmenten asbestialtistumisesta. (Hengitysliitto Heli ry 2007, s. 2) Asbestin käyttö oli yleisintä 1960–70-luvun vaihteessa (Ympäristöministeriö 2007). Asbestisairauksien esiintyminen onkin juuri nyt suurimmillaan. Suurin osa sairauksista on onneksi hyvälaatuisia keuhkopussin paksuuntumia eli plakkeja. Asbestin aiheuttamiin ammattitauteihin kuolee

Suomessa vuosittain kuitenkin yli sata ihmistä. Syövät ovat suurin kuolemanaiheuttaja. Asbestisairauksien havaitsemiseksi ja haittojen minimoimiseksi on tärkeää seurata altistuneita ja havaita haitat mahdollisimman nopeasti. (Hengityслиitto Heli ry 2007, s. 2) Vuonna 1992 arvioitiin Suomessa olleen noin 200 000 työssään asbestille altistunutta (pitoisuus 2 kuitua/cm<sup>3</sup> vähintään 2 kuukauden ajan) (Työterveyslaitos 1992, s.78). Uusimpien arvioiden mukaan altistuneita olisi jopa 250 000 (ASBA ry 2009).

Vuonna 2004 arveltiin, että työssään asbestille altistuneita olisi ollut elossa 50000–60000. Vuonna 2006 korjausrakentamiseen liittyvää asbestipurkutyötä teki 500–1000 työntekijää. (Sauni, Riitta & Oksa, Panu 2006)

Asbesti ei ole vaaraksi ehjissä rakenteissa. Rakennuksia korjattaessa ja purettaessa pitäisi kuitenkin tietää, onko kohteessa asbestia. Asbestikartoitukset perustuvat muun muassa rakennuksen piirustuksiin. Usein ei tarkkoja tietoja käytetyistä rakennusmateriaaleista ole saatavilla. Arvioinnissa voidaan käyttää tietoa rakennus- ja saneerausajankohdasta ja sen aikaisesta yleisestä rakennustavasta ja käytetyistä rakennusmateriaaleista. Asbestia voidaan kartoittaa myös tutkimalla. Toistaiseksi ei kuitenkaan ole kehitetty nopeaa tapaa, jolla asbesti voitaisiin havaita pääsemättä käsiksi varsinaiseen asbestia sisältävään materiaaliin.

Yrityksillä, jotka tekevät asbestia sisältävien rakenteiden purku- tai korjaustöitä, täytyy olla kyseiseen työhön oikeuttava lupa. Tällaisissa töissä on huolehdittava työalueiden huolellisesta eristämisestä ja alipaineistuksesta. (Valvira 2009)

## 1.2 Työn määrittely

Tässä diplomityössä perehdytään asbestin aiheuttamiin haittoihin ja asbestitöihin. Työssä perehdytään nykyisiin asbestikartoitusmenetelmiin. Pohditaan, tarvitaanko ja voitaisiinko menetelmiä kehittää. Kokeellisesti pyritään selvittämään, voisiko asbestin läsnäolon havaita ilmasta keinononällä. Visiona on, että asbestikartoittaja

voisi kulkea tutkittavissa tiloissa kannettava keinonenä mukanaan ja laite ilmoittaisi reaaliaikaisesti, jos kyseisessä tilassa olisi merkkejä asbestista.

### 1.3 Työn rakenne

Luvussa kaksi käsitellään asbestin määrittämiä ja ominaisuuksia sekä käyttökohteita. Tutustutaan asbestihaittoihin. Perehdytään asbestitöihin ja asbestikartoitukseen.

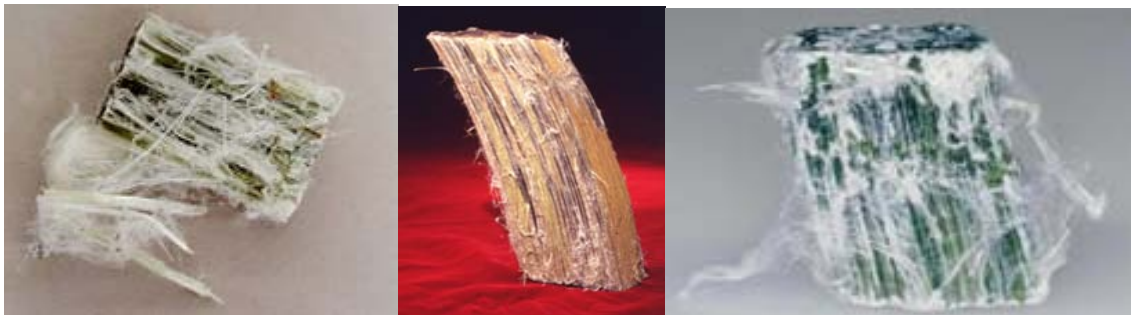
Luvussa kolme käsitellään laboratoriotutkimusta, jossa pyritään havaitsemaan asbesti keinonenän avulla.

Luvussa neljä analysoidaan saatuja tuloksia ja pohditaan asbestikartoituksen tulevaisuutta.

## 2 KIRJALLISUUSKATSAUS

### 2.1 Mitä asbesti on?

Asbesti on yleisnimi maaperäisille kuitumaisille silikaattimineraaleille (Ympäristöministeriö 2007). Jos hiukkasen pituuden suhde sen läpimittaan on vähintään 3:1, se katsotaan kuitumaiseksi (Valtioneuvosto 1994, 4 §). Asbestilaaduista yleisimpiä ovat krysotiili, krokidoliitti eli sininen asbesti, amosiitti ja antofylliitti. (Ympäristöministeriö 2007) Muita asbestilaatuja ovat aktinoliitti ja termoliitti. Asbestiksi luetaan myös erioniitti, joka on terveysvaikutuksiltaan kuitumaista asbestia vastaava silikaattimineraali. (Valtioneuvosto 1994, 4 §)



KUVA 4. Krysotiili, valkoinen asbesti; Amosiitti, ruskea asbesti; Krokidoliitti, sininen asbesti (Minnesota Department of Health 2009)

Asbestipitoista materiaalia työstettäessä vapautuu ilmaan erittäin hienojakoista pölyä, jossa on ohuita kuituja. Asbestikuidun läpimitta on 0,03–3,0  $\mu\text{m}$  ja pituus 5,0–250  $\mu\text{m}$ . Vaarallisimpina pidetään pienimpiä kuituja, joiden läpimitta on alle 1,0  $\mu\text{m}$  ja pituus alle 10  $\mu\text{m}$ . (Suomen asbestitekniikka Oy 2009, s. 2)

Työntekijän hengittämän ilman asbestikuitupitoisuuden on kahdeksan tunnin keskiarvona oltava alle 0,01 kuitua/ $\text{cm}^3$  (Valtioneuvosto 2006, 10 §). Kun verrataan työpaikan ilman asbestipitoisuutta laissa määrättyihin raja-arvoihin, huomioidaan vain sellaiset hengittävät kuitumaiset asbestihiukkaset, joiden pituus on vähintään 5 mikrometriä ja halkaisija enintään 3 mikrometriä (Valtioneuvosto 2006, 4 §).

## 2.2 Käyttökohteet

Asbestilla on useita hyviä ominaisuuksia, minkä takia sitä on aikanaan käytetty monissa eri tarkoituksissa. Se on palamatonta ja toimii hyvänä lämmön- ja sähköneristeenä. (Ympäristöministeriö 2007) Sen ominaisuuksiin kuuluu kemikaalien, etenkin happojen ja emästen, kestävyys sekä mekaaninen lujuus ja joustavuus (Työterveyslaitos 1992, s. 76). Emäksenkestävyytensä ansiosta sitä käytettiin myös suojaeristeenä betonia vastaan (Suomen asbestiteknikka Oy 2009, s. 1). Sillä on lisäksi hyvät akustiset ominaisuudet (Ympäristöministeriö 2007). Ruiskutettu asbesti on hyvä jälkikaiun vaimentaja (Suomen asbestiteknikka Oy 2009, s. 1). Se oli myös halpa materiaali. (Ympäristöministeriö 2007) Siksi sitä käytettiin muun muassa muovien täyteaineena (Suomen asbestiteknikka Oy 2009, s. 1). Rakenteiden palo-, ilmanvaihto-, lämpö- ja akustiikkaeristykseen käytettiin yleisesti asbestiruiskutuksia (Hengitysliitto Heli ry 2007, s. 5). Asbestilla on suuri ominaispinta. Siksi sitä käytettiin lämmönsiirtimissä käsiteltäessä hyvin kosteaa ilmaa. (Suomen asbestiteknikka Oy 2009, s. 1)



KUVA 5. Asbestipalohuopa (HSE 2009a)

Asbestia käytettiin muun muassa ruiskutetuissa eristeissä (katot ja ilmanvaihtokanavat), lämmöneristemassoissa (putket, kattilat ja varaajat),

asbestisementtituotteissa (seinä- ja kattolevyt, ilmanvaihtokanavat sekä vesi- ja viemäriputket), lattiamateriaaleissa (vinyylisasbestilaatat, joustovinyylimatot ja magnesiamaasalattiat), bitumituotteissa (liimat, huopakatteet, vedeneristysaineet ja bitumimaalit) sekä tasoitteissa, julkisivumaaaleissa, laattojen kiinnityslaasteissa ja asbestipahvissa. (Ympäristöministeriö 2007)

Krysotiilia eli valkoista asbestia käytettiin kitkapinnoissa ja tiivisteissä sekä asbestisementtituotteissa, kuten mineriitti- ja lujalevyissä. Krokidoliittia eli sinistä asbestia käytettiin ruiskueristeenä etenkin palon- ja haponkestoja vaativissa kohteissa. Amosiittia eli ruskeaa asbestia sekoitettiin magnesiumkarbonaatin ja piimaan kanssa putkieristeissä ja lämpökattilaeristeissä. Antofylliittia käytettiin emäksen- tai haponkestävyyttä vaativissa tuotteissa kuten asbestipahveissa sekä sementti- ja eristemassoissa. Termoliitti ja aktinoliitti eivät esiinny puhtaina kaupallisissa tuotteissa. Niitä voi esiintyä epäpuhtauksina muissa asbestilaaduissa ja muissa mineraaleissa. (Suomen asbestitekniikka Oy 2009, s. 2)



KUVA 6. Asbestisementtikattolevy (HSE 2009b)

Vaikka asbestia ei ole enää käytetty 15 vuoteen, voi sille altistua edelleen korjaus- ja saneeraustyössä. (Hengityслиitto Heli ry 2007, s. 5) Lähes kaikissa 1950–1980-

luvuilla rakennetuissa taloissa on käytetty asbestia. Siksi kyseisen aikakauden rakennuksia remontoidessa on suojauduttava kunnollisin P3-luokan hengityssuojaimin. Purkutyökohde on eristettävä, jotta syntyvä asbestipöly ei pääse leviämään ympäröiviin tiloihin. Purkutyön jälkeen tilat on siivottava ja tuuletettava huolellisesti. (Hengityслиitto Heli ry 2007, s. 7) Vuonna 1992 arvioitiin Suomen rakennuksissa olevan yhteensä noin 200 000 tonnia asbestia (Työterveyslaitos 1992, s.77). Yleisintä altistuminen on ollut juuri rakennusalalla. 1980-luvun loppupuolelle saakka altistuminen oli suurta korjaus- ja saneeraustöissä, sillä työt tehtiin pölyämisestä välittämättä. Kevyttä asbestipölyä on levinnyt koko rakennukseen, minkä takia varsinaisten purkutöiden suorittajien lisäksi ovat altistuneet muutkin rakennuksessa työskennelleet. (Hengityслиitto Heli ry 2007, s. 5)

Asbestin käyttö rakennusmateriaaleissa aloitettiin 1920-luvulla (Ympäristöministeriö 2007). Laajinta se oli 1960–70-luvun vaihteessa, jolloin sitä käytettiin noin 12 000 t/vuosi. Vuoden 1985 kokonaiskulutus oli jo alle 3 000 tonnia ja vuoden 1989 noin 300 tonnia. (Työterveyslaitos 1992, s.76)

Telakoilla asbestipölyä levisi asbestiriskutuksien ja asbestipitoisten sisustuslevyjen työstön yhteydessä vuoteen 1977 asti. Tämä aiheutti altistumista kaikille varusteluvaiheessa mukana olleille työntekijöille. (Hengityслиitto Heli ry 2007, s. 6)

Asbestipitoisia tuotteita käytettiin yleisesti lämpöputkien ja kattiloiden eristämässä vuoteen 1973 asti. (Hengityслиitto Heli ry 2007, s. 5) Asbestin käyttö asbestituotteiden valmistuksessa lopetettiin vuonna 1988 (Hengityслиitto Heli ry 2007, s. 6). Altistuminen on ollut merkittävää koko asbestituotetehtaan alueella (Hengityслиitto Heli ry 2007, s. 6). Asbestisementtituotteita ovat olleet muun muassa Minerit, Vartti, Eternit ja Luja. Altistuminen on ollut suurta etenkin levyjä työstettäessä. (Hengityслиitto Heli ry 2007, s. 5) Vielä 1990-luvun alussa asbestia käytettiin kitkamateriaaleissa, asbestisementtiviljemäriputkissa ja tiivisteissä sekä teollisuudessa palonsuojateksteleinä ja tiivisteinä (Työterveyslaitos 1992, s.77).





KUVA 7. Putkieristeen asbestipitoinen pintakangas. (Ylö-Asbest Oy 2009)

Asbestia on käytetty muissakin kohteissa, kuten tiivisteissä, suodattimissa, teloissa ja erilaisten koneiden jarruissa kitkamateriaaleina. Nämä kohteet eivät kuitenkaan ole merkityksellisiä. Jarru- ja kytkinmateriaaleissa asbestia on käytetty yleisesti 1990-luvun alkupuolelle saakka. Henkilöautojen huolto- ja korjaustöissä on altistuminen ollut vähäisempää kuin raskaiden ajoneuvojen kanssa työskennellessä. Erityisesti altistumista on tapahtunut asbestimateriaalien, kuten jarruhihnojen, hiontatyössä. (Hengitysliitto Heli ry 2007, s. 6)

Ympäristöaltistuminen on ollut yleensä varsin pientä. Vähäistä altistumista on tapahtunut pääasiassa asbestituotetehtaiden läheisyydessä ja autojen jarrumateriaaleista irronneena. Kotioloissa altistuminen on tapahtunut yleensä pannuhuoneiden eristeitä asennettaessa tai purettaessa sekä asbestisementtilevyjä työstettäessä. (Hengitysliitto Heli ry 2007, s. 6) Kotialtistumisilla ei ole yleensä merkitystä asbestisairauksien kannalta, sillä altistumiset ovat olleet kertaluontoisia tai muuten lyhytaikaisia. (Hengitysliitto Heli ry 2007, s. 6–7) Saunan seinässä oleva asbestisementtilevy ei aiheuta merkittävää altistumista (Hengitysliitto Heli ry 2007, s. 7).

Asbestilla on monia hyviä ominaisuuksia. Siksi sitä on eri aikoina käytetty eri käyttökohteisiin.

TAULUKKO 1. Asbestin käyttökohteet. (Suomen asbestiteknikka Oy 2009, s. 3)

<u>Kohde</u>	<u>Arvioitu käyttöaika</u>
Kipsilaasti	1950-luku
Lämpö- ja äänieristeet	1950-luku
Akustinen solumuovieriste	1980-luku
Eristemastiksit	1960–1970-luvut
Julkisivulevyt	1910–1992
Ohutseinärappauslaastit	1961–1985
Julkisivujen rappauslaastit	1950-luku
Lämpökattilat	1970-luku
Asbestisementtiputket	1932–1992
<u>Eristysmassat</u>	<u>1950–1973</u>

### 2.3 Korvaavat tuotteet

Kaikkiin käyttötarkoituksiin on olemassa materiaaleja, joilla asbesti voidaan korvata. Materiaalia, joka korvaisi asbestin kaikissa sovelluksissa, ei kuitenkaan ole. Korvaavien aineiden terveellisyyttä tutkitaan laajamittaisesti. Niiden on todettu olevan turvallisempia kuin asbesti, mutta myös esimerkiksi mineraalivillat ja muutkin silikaattimineraalit kuin asbesti sisältävät hengitettäviä kuituja. Siksi niiden pölyävää työstöä on vältettävä. (Työterveyslaitos 1992, s.279)

Teräsrakenteita ja ilmanvaihtokanavia palonsuojattiin ennen ruiskutetulla asbestilla. Nykyään korvaavana tuotteena voidaan useimmiten käyttää mineraalivillaa tai sementtipitoista vermikuliittia. (Työterveyslaitos 1992, s.280) Mineraalivillojen kuidut ovat epäsäännöllisen kokoisia ja muotoisia. Pääsääntöisesti ne eivät ole hengittyviä, sillä ne ovat yli 20 µm paksuisia. Niillä ei ole pitkäaikaishaittoja. Poistumisaika elimistöstä on muutamia viikkoja tai kuukausia. Kuidut aiheuttavat kuitenkin ihon, silmien ja hengitysteiden ärsytystä. Sideaineena käytettävä fenoliformaldehydi on herkistävää. (Pajunen, Tarja 2009,

s. 2) Korvaavia aineita palonsuojalevyissä ja asbestipahveissa ovat keraamiset kuidut (muun muassa silikaattikuidut), kipsi tai selluloosa ja kalkkikivi (Työterveyslaitos 1992, s.280).

Asbestikankaat, -narut ja -punokset korvataan palonsuojauksessa ja lämmöneristyksessä lähinnä lasikuidulla sekä keraamisilla kuiduilla (lasi- ja kivivilla). Putkistojen ja varaajien lämmöneristysmassojen sijaan käytetään enimmäkseen mineraalivillatuotteita. Polyuretaanieristystä käytetään paljon varaajissa. Akustiikkalevyissä voidaan käyttää selluloosavahvisteista sementtiä tai kipsiä. Yleensä niissäkin käytetään kuitenkin mineraalivillaa. (Työterveyslaitos 1992, s.280)

Muun muassa muovimatoissa ja -laatoissa, kiinnityslaasteissa, maaleissa ja silotteissa on asbestia käytetty lujitteena ja täyteaineena. Sitä on käytetty myös juoksettavana aineena. Asbestipahvia on käytetty alkalisuojana emäksistä betonilattiaa vasten joustovinyylimattojen alapinnassa. Nykyään niissä käytetään lasikuitua. Vinyylilaatoissa käytetään kvartsia. Maaleissa lisäaineena voidaan käyttää esimerkiksi talkki-, polyamidi-, tai lasivillakuituja, kvartsia tai kalsiumkarbonaattia. Esimerkiksi mittaritaulujen taustoissa käytetään sähköneristykseen silikaatti- tai selluloosamenttilevyjä. Selluloosalevyjä voidaan käyttää myös tuulensuojana. (Työterveyslaitos 1992, s.280)

Jarru- ja kytkinmateriaalien kitkamateriaaleissa asbesti on korvattu muilla kuiduilla tai ns. puolimetallivalmisteilla. Hyvien kitkaominaisuuksien saamiseksi käytetään useamman kuidun seosta. Asbestin korvaamiseen käytetään kuiduista mineraalikuituja (lasikuitu ja wollastoniitti), orgaanisia kuituja (aramidi) sekä hiili- ja teräskuituja. (Työterveyslaitos 1992, s.280)

Teollisuuden asbestitiivisteet korvataan käyttökohteen vaatimusten mukaan sopivimmalla materiaalilla. Asbestinarujen ja -punosten korvaamiseen käytetään lasi-, aramidi-, teflon,- tai graniittikuituja. Näiden lisäksi tasotiivisteissä voidaan käyttää keraamisia kuituja. Korvaavat materiaalit ovat asbestia kalliimpia mutta monilta ominaisuuksiltaan parempia. (Työterveyslaitos 1992, s.280)

Krysotiili-asbestia on käytetty tulelta ja kuumuudelta suojaaviin käsineisiin, suojavaatteisiin ja hitsaussuojiiin. Se on korvattu lasikuiduilla, keraamisilla kuiduilla, hiilikuiduilla sekä lämpöä kestäväillä aramidi-, ja teflonkuiduilla. (Työterveyslaitos 1992, s.281)

## 2.4 Asbestihaitat

Asbestista ei aiheudu terveyshaittoja silloin, kun se on tiukasti sitoutunut asbestia sisältävään materiaaliin. Terveydelle haitallista asbestimateriaali on, kun siitä irtoaa asbestikuituja hengitettävään ilmaan. (Valvira 2009) Kuituja vapautuu helpommin ruiskutus- ja eristemassoista kuin asbestisementti- ja muovituotteista, joissa asbestikuidut ovat sideaineeseen sitoutuneita. Siksi ne aiheuttavat terveydelle suuremman haitan. (Ympäristöministeriö 2007) Asbestia käsiteltäessä siitä leviää ympäröivään ilmaan hienopölyä ja ohuita asbestikuituja. Sisään hengitetyn ilman mukana ne kulkeutuvat ja kerääntyvät keuhkoihin. Kuidut ovat ohuita. Niiden läpimitta on vain 0,03–3 µm. (Valvira 2009)

Asbesti on materiaali, joka ei hajoa biologisesti. Sisään hengitetyn ilman mukana se tunkeutuu keuhkorakkuloihin ja ruumiinonteloihin. Imusuonten välityksellä se leviää hengitysteiden ulkopuolelle. Asbestikuidut asettuvat kudoksiin ja saavat aikaan kroonisen tulehdusreaktion ja aktivoivat siten solujen kasvua. Asbesti aiheuttaa myös happiradikaalien muodostusta sekä kromosomimuutoksia ja mutaatioita. (Ojala, Ulla 2007)

### 2.4.1 Sairaudet

Asbestin on todettu aiheuttavan erilaisia muutoksia keuhkopussissa. Yleisimmät muutokset ovat ulomman keuhkopussinkalvon (plarietaalipleura) paksuuntumia, joilla ei yleensä ole havaittu olevan vaikutusta keuhkojen toimintaan. (Hengityслиitto Heli ry 2007, s. 2)

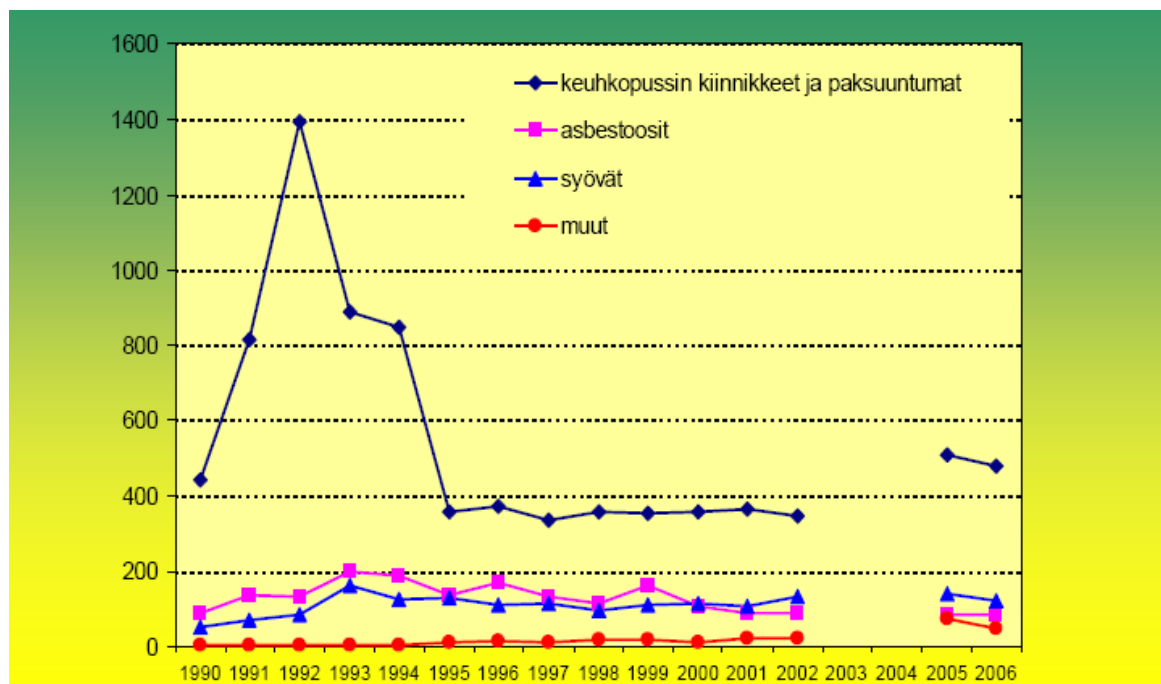
Muutokset voivat aiheuttaa myös kiinnikkeitä sisempään keuhkopussin kalvoon (viskeraalipleura). Jos kiinnikkeitä syntyy paljon, voi niillä olla keuhkojen toimintaan huomattavaakin merkitystä. Muutokset keuhkopussissa ovat selvästi yleisempiä kuin asbestoosi tai syövät. Ne voivat olla seurausta suhteellisen pienestä altistumisesta, joka on saatu kymmeniä vuosia aiemmin. Keuhkopussin muutokset eivät toimi syövän esiasteina. (Hengityслиitto Heli ry 2007, s. 3)

Asbestoosi eli asbestipölykeuhko on perinteinen asbestisairaus. Laaja-alaista sidekudosisää eli fibroosia kehittyy molemmin puolin keuhkojen alaosaan keuhkokudokseen. (Hengityслиitto Heli ry 2007, s. 3)

Asbesti ei aiheuta välitöntä sairastumista, vaan sairastumisen viive voi olla jopa vuosikymmeniä. Eri sairauksien viiveet ovat yleensä noin:

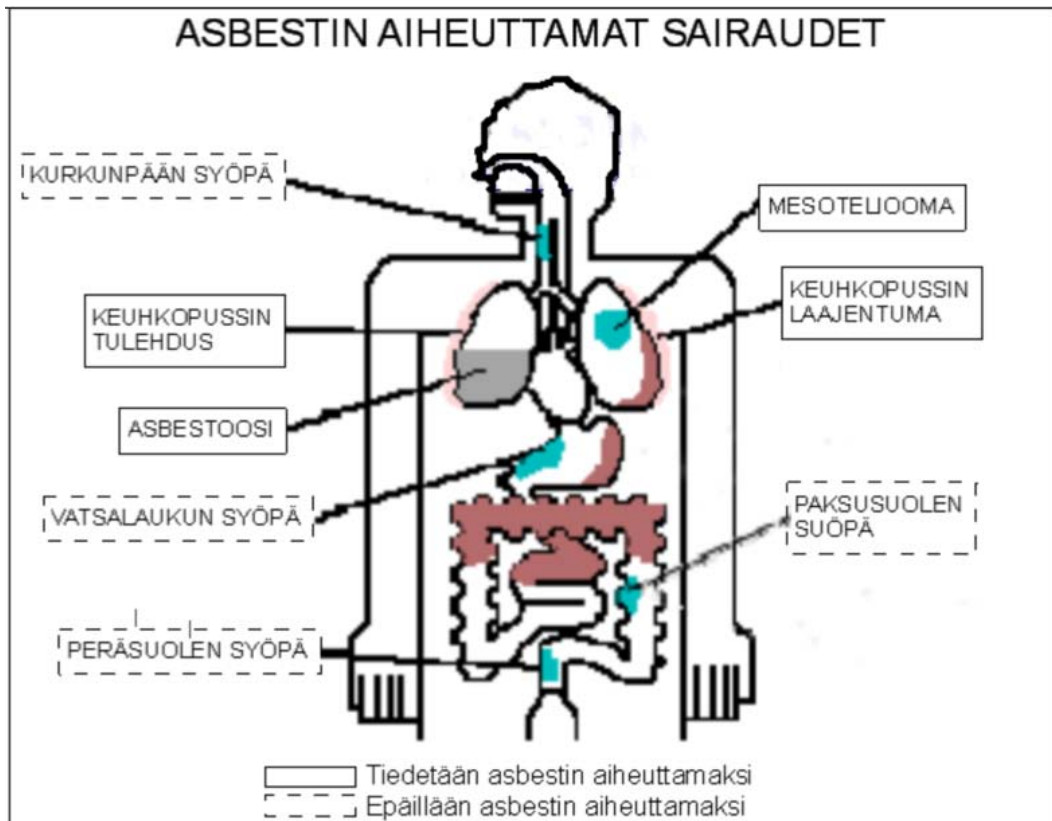
- keuhkosyöpä 10–50 vuotta
- asbestoosi 20–40 vuotta
- mesoteliooma 30–40 vuotta.

(Suomen asbestiteknikka Oy 2009, s. 2)



KUVA 8. Asbestisairaudet vuosina 1990–2006 (vuosien 2003–2004 tiedot puuttuvat) (Työterveyslaitos 2008) (Pajunen, Tarja 2009, s. 4)

Altistumisesta voi seurata myös muita keuhkopussin sairauksia, kuten keuhkopussin tulehdus, plakit ja kalkkeumat sekä keuhkopussin sidekudosmuutos. Altistuneilla on havaittu lisäksi lisääntyneitä riskiä sairastua kurkunpään ja ruoansulatuskanavan syöpiin. (Riala, Riitta 1991, s. 6)



KUVA 9. Asbestin aiheuttamat sairaudet (Suomen asbestiteknikka Oy 2009, s. 3)

Asbestialtistumisella on havaittu yhteys retroperitoneaaliseen fibroosiin (RPF). RPF on harvinainen sairaus, jossa vatsakalvon takaiseen tilaan kehittyvä tulehduksellinen sidokudosmassa, joka alkaa painaa virtsanjohtimia. (Uibu, Toomas 2009, s. 13; Sauni, Riitta & Oksa, Panu 2006) Yli kymmenen kuituvuoden asbestialtistumisen on havaittu lisäävän RPF:n riskin lähes 9-kertaiseksi. (Uibu, Toomas 2009, s. 13) Imunesteen mukana asbestikuidut päätyvät vatsan alueelle. Siellä ne voivat aiheuttaa sekä vatsakalvon mesoteliomaa että RPF:a (Uibu, Toomas 2009, s. 14). Sairaus edellyttää usein leikkaushoitoa. (Sauni, Riitta & Oksa, Panu 2006)

## 2.4.2 Asbestityössä olevien, aiemmin altistuneiden ja sairastuneiden seuranta

Kansainvälisen työjärjestön ILO:n arvion mukaan maailmassa kuolee vuosittain 100 000 ihmistä työperäisen asbestialtistumisen aiheuttamiin sairauksiin (ILO 2006). Näistä 60 000 on keuhkosyöpiä, 30 000 mesoteliomia ja 10 000 asbestoosia (Työterveyslaitos 2006).

Yhdistyneessä kuningaskunnassa arvioidaan kuolevan noin 4000 ihmistä asbestin aiheuttamiin sairauksiin vuosittain (HSE 2009c). Vuonna 2004 luvun arvioitiin olevan 3000 (OSHA 2004).

Arvioiden mukaan Suomessa on 200 000 asbestille altistunutta henkilöä. Heistä noin 10 000 on havaittu sairastavan asbestista aiheutunutta ammattitautia. Sairauksiin, etupäässä syöpiin, kuolee vuosittain noin sata henkilöä. (Hengitysliitto Heli ry 2009) Kaikkia kuolemaan johtavia ammattitauteja on Tapaturmavakuutuslaitosten liiton mukaan vuosittain niin ikään noin sata (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 2009). Näin ollen asbesti on pääasiallinen kuolemaan johtavien ammattitautien aiheuttaja.

TAULUKKO 2. Kuolemaan johtaneet työtapaturmat ja ammattitaudit vuosina 1996–2006 (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 2009)

Sattumis- vuosi	Yhteensä	Vahinkoluokka			
		Työpaikka	Työmatka	Ammattitauti	Ei tiedossa
1996	155	47	24	84	0
1997	194	57	22	115	0
1998	212	58	24	130	0
1999	190	42	32	116	0
2000	176	43	39	94	0
2001	180	44	42	94	0
2002	167	35	28	104	0
2003	155	41	22	92	0
2004	171	43	20	108	0
2005	189	51	30	108	0
2006	167	46	16	105	0

Toisin kuin monia muita ammattisairauksia, asbestisairauksien pahenemista ei voida estää lääketieteellisin keinoin. Sairaudet ilmenevät vasta useiden vuosien

päästä itse altistumisesta, joten altistumiseenkaan ei enää voida vaikuttaa. (Sauni, Riitta & Oksa, Panu 2006)

Työterveyslaitos pitää sosiaali- ja terveysministeriön toimeksiannosta rekisteriä syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille ammatissaan altistuvista henkilöistä (ASA-rekisteri). Rekisteriä on pidetty yllä vuodesta 1979. (Saalo, Anja et al. 2008, s. 3)

Työterveyslaitos lähettää esitäytetyt ASA-lomakkeet edellisenä vuonna ASA-rekisteriin ilmoitetuille työosastoille. Työnantajan on täytettävä ASA-lomakkeet vuosittain ja lähetettävä ne Työterveyslaitokseen maaliskuun loppuun mennessä. Lomakkeissa ilmoitetaan työpaikalla käytetyt syöpäsairauden vaaraa aiheuttavat aineet, niiden määrät sekä niille altistuneet henkilöt. Altistuneeksi katsotaan henkilö, joka on käsitellyt ainetta tai muutoin altistunut tekijälle merkittävän osan työajastaan vähintään 20 työpäivänä vuodessa. Lisäksi ilmoitetaan lyhytaikaisesti epätavallisen suuresti altistuneet työntekijät. Tällainen altistuminen voi johtua onnettomuudesta, tuotantohäiriöstä, poikkeuksellisesta työvaiheesta tai muusta vastaavasta syystä. Työntekijä voi altistua syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville tekijöille useassa työpaikassa, jolloin hänet ilmoitetaan ASA-rekisteriin kaikista näistä työpaikoista. Siksi työntekijöiden lukumäärät eri taulukoissa ja kuvissa voivat poiketa toisistaan. (Saalo, Anja et al. 2008, s. 81)

ASA-rekisteriin ilmoitettiin vuonna 2002 yhteensä 1 875 asbestille altistunutta työntekijää. Heistä noin 750 toimi koneiden ja ajoneuvojen korjauksessa (asentajat, koneenhoitajat ja koneistajat) ja 600 rakennusalalla (eristäjät, putkiasentajat, kirvesmiehet). (Vainio, Harri et al. 2005, s. 268) Yhteensä asbestille merkittävästi altistuneita työntekijöitä arvellaan olevan yli 200000. Altistuneista 50000–60000 on edelleen elossa. Heistä 9000:lla on todettu asbestisairaus. Arvioiden mukaan asbestisairauksien määrä on Suomessa nyt huipussaan. (Ojala, Ulla 2007)

Kaikki menneinä vuosikymmeninä rakennuksilla työskennelleet henkilöt ovat altistuneet asbestille jossain määrin. Pahimmin ovat altistuneet eristäjät,



putkimiehet, kirvesmiehet ja apumiehet, mutta rakennusmestariin eivät ole siltä välttyneet. Asbestipölyä on levinnyt koko rakennukseen, sillä se on hienojakoista ja kevyttä. Aina liikuttaessa sitä on noussut lattialta ilmaan. (Hengitysliitto Heli ry 2007, s. 5)

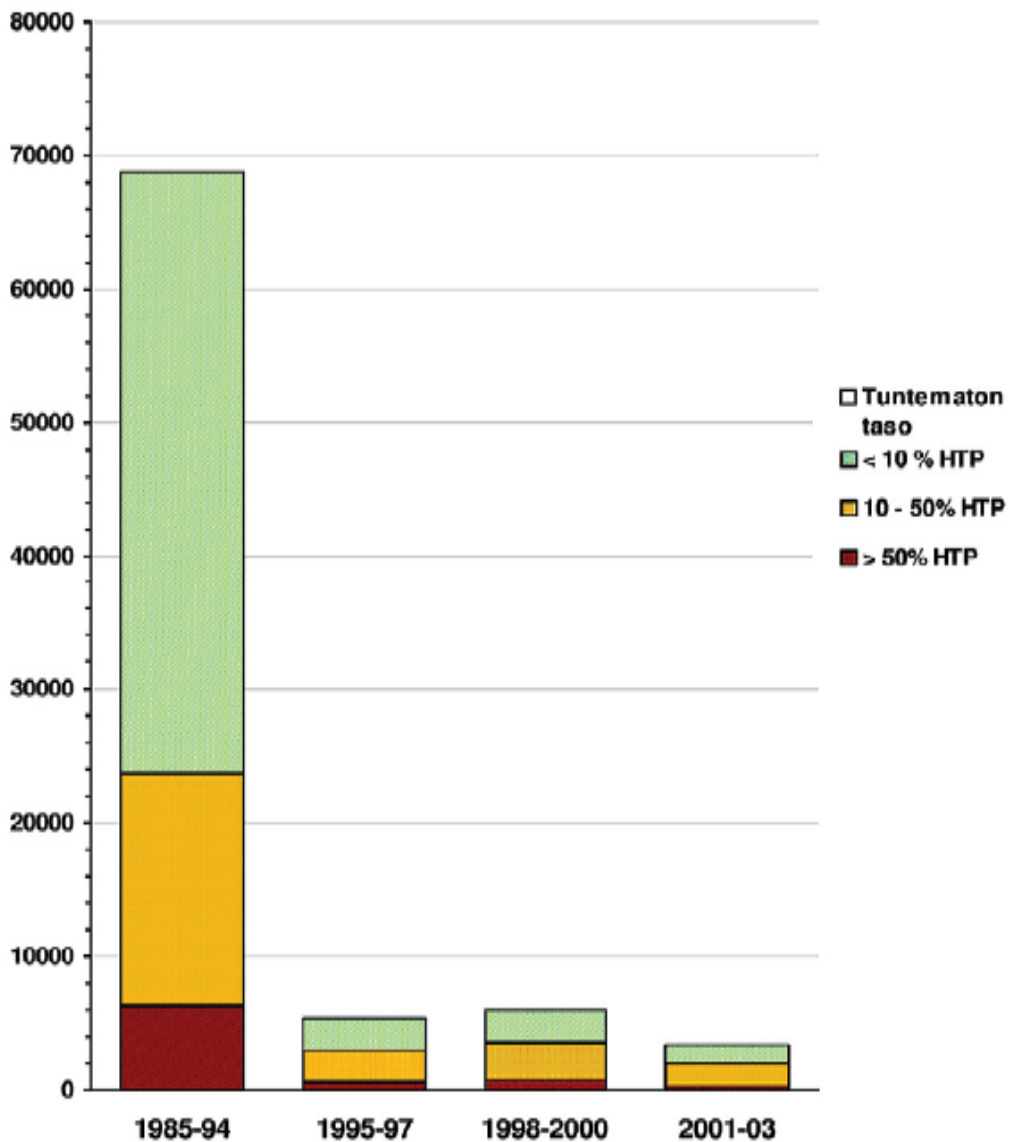
TAULUKKO 3. Asbestille eri ammateissa altistuneet vuonna 2002 (Saalo, Anja et al. 2004, s. 60)

	miehet	naiset	yht.
mootoriajoneuvojen ja työkoneiden asentajat ja korjaajat	486	2	488
muut rakennustyöntekijät ja -korjaajat ym.	237	1	238
sotilaat	169	2	171
putkiasentajat	102	0	102
sähkölaitteiden asentajat ja korjaajat	72	0	72
maatalous- ja teollisuuskoneasentajat ja -korjaajat	70	0	70
rakennustyöntekijät	49	6	55
koneenasettajat ja koneistajat	52	0	52
laborantit ym.	11	37	48
kirvesmiehet	48	0	48
muut	495	55	550
<b>yhteensä</b>	<b>1 791</b>	<b>103</b>	<b>1 894</b>

TAULUKKO 4. Asbestille eri toimialoilla altistuneet vuonna 2002 (Saalo, Anja et al. 2004, s. 10–25)

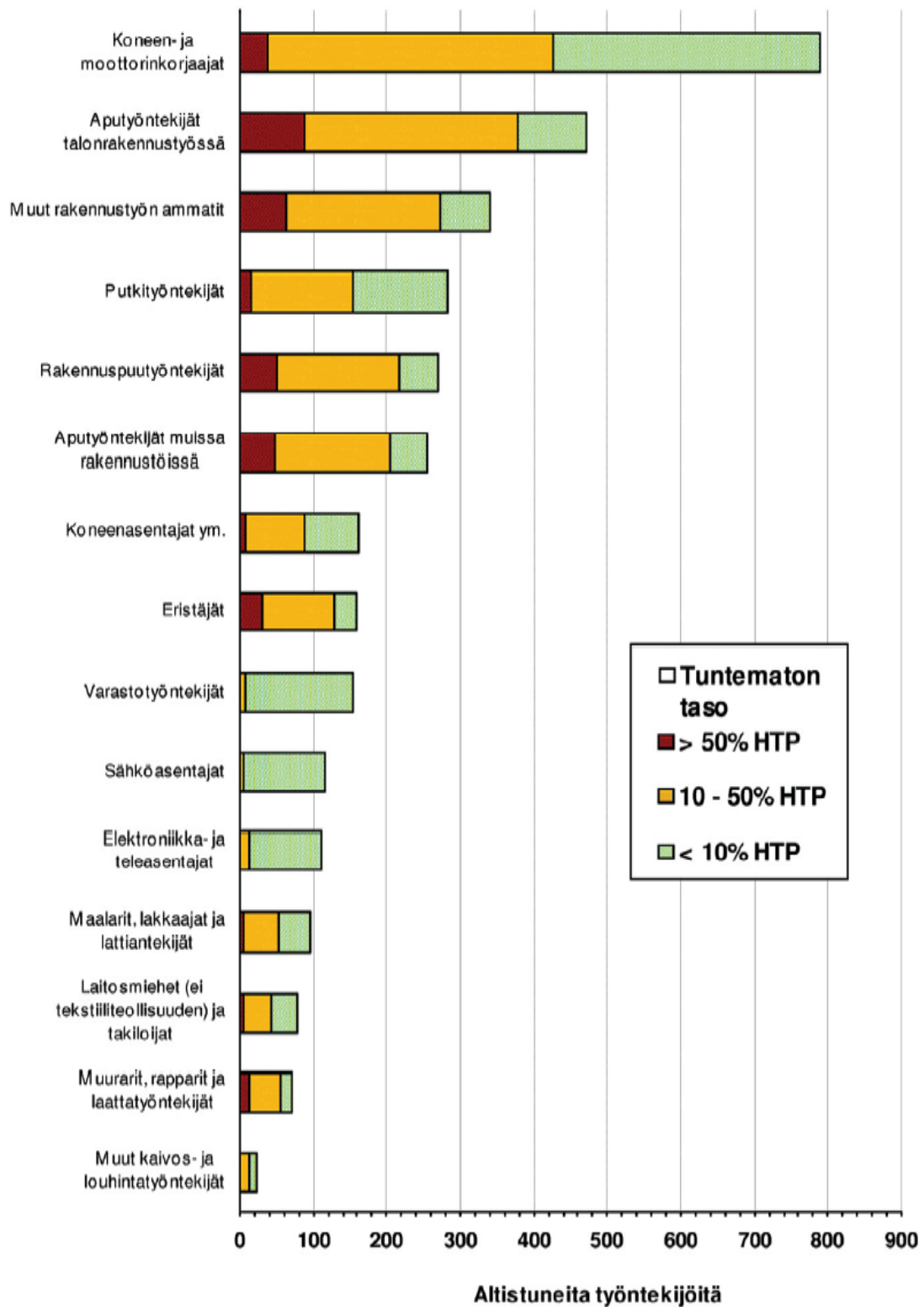
TOIMIALA	miehet	naiset	yht.
rakentaminen	543	14	557
mootoriajoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto sekä polttoaineen vähittäismyynti	375	4	379
agentuuritoiminta ja tukkukauppa pois lukien mootoriajoneuvojen kauppa	1	0	1
sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto	189	20	209
liikennettä palveleva toiminta ja matkatoimistot	68	3	71
maaliikenne; putkijohtokuljetus	4	0	4
posti- ja teleliikenne	2	0	2
tutkimus ja kehittäminen	29	51	80
kiinteistöalan palvelut	36	3	39
muu liike-elämää palveleva toiminta	88	2	90
julkinen hallinto ja maanpuolustus; pakollinen sosiaalivakuutus	273	2	275
koulutus	29	0	29
terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	22	2	24
ympäristöhuolto	5	0	5
metallien jalostus	42	1	43
metallimalmien louhinta	13	0	13
koneiden ja laitteiden valmistus	20	1	21
autojen ja perävaunujen valmistus	18	0	18
muu kulkuneuvojen valmistus	9	0	9
metallituotteiden valmistus pois lukien koneet ja laitteet	4	0	4
massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	6	0	6
kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja tekokuitujen valmistus	5	0	5
ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	5	0	5
puutavaran, puutuotteiden sekä korkki- ja punontatuotteiden valmistus	4	0	4
koksin, öljytuotteiden ja ydinpolttoaineen valmistus	1	0	1
<b>yhteensä</b>	<b>1791</b>	<b>103</b>	<b>1894</b>

## Altistuneita työntekijöitä



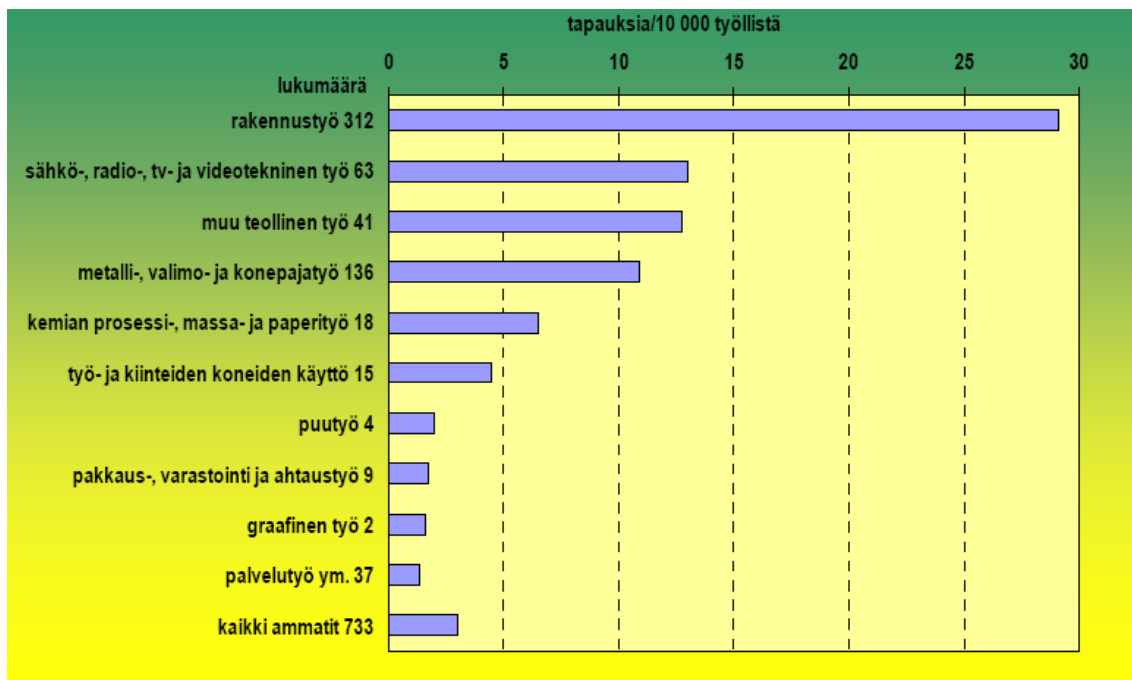
Lähde: Työterveyslaitoksen  
FINJEM-altistumistietojärjestelmä

KUVA 10. Altistuminen asbestille ajanjaksoittain vuosina 1985–2003 (kaikki ammatit) (Vainio, Harri et al. 2005, s. 267)



Lähde: Työterveyslaitoksen  
FINJEM-aitistumistietojärjestelmä

KUVA 11. Altistuminen asbestille ammateittain vuosina 2001–2003 (Vainio, Harri et al. 2005, s. 267)



KUVA 12. Asbestisairaudet keskeisissä ammattiryhmissä v. 2006 (Työterveyslaitos 2008)  
(Pajunen, Tarja 2009, s. 4)

#### 2.4.3 Ammattitaudin selvittäminen / toteaminen

Asbestille altistuneiden terveyden seurannasta säädetään työterveyshuoltolaissa (1383/2001) ja sen nojalla annetuissa asetuksissa. Seurannan on oltava pitkäkestoista, sillä asbestin aiheuttamat haitat voidaan usein havaita vasta vuosien päästä altistumisen alkamisesta.

Työntekijälle, joka on aloittamassa asbestipurkutyön, on tehtävä työterveystarkastus ennen altistavan työn alkua (Hengitysliitto Heli ry 2007, s. 7). Alkutarkastuksessa selvitetään, onko työntekijä sopiva asbestityöhön. Selvitettäviä asioita ovat ainakin tupakointitavat sekä aikaisempi asbestipölyaltistus ja terveydentila. Työntekijää on tiedotettava asbestipölyn ja tupakoinnin aiheuttamista terveysvaaroista. (Työsuojeluhallitus 1989) Normaalin lääkärintarkastuksen lisäksi tehdään keuhkojen toimintakokeet (spirometria ja diffuusiokapasiteetti) ja keuhkojen röntgenkuvaus (Sauni, Riitta & Oksa, Panu 2006). Lisäksi kiinnitetään huomiota yleiseen suorituskykyyn. Työntekijän on pystyttävä käyttämään hengityksensuojainta myös fyysisesti kuormittavassa

työssä. (Työsuojeluhallitus 1989) Työntekijää, jolla on alttius saada terveystaitta asbestipölylle altistavasta työstä, ei saa käyttää tällaiseen työhön. Erityistä harkintaa on käytettävä arvioitaessa tupakoijien sopivuutta työhön. (Työsuojeluhallitus 1989)

Asbestille altistuneille on suoritettava määräaikaistarkastus kolmen vuoden välein. Määräaikaistarkastus on pääosin samankaltainen kuin alkutarkastus. Siinä on lisäksi selvitettävä kumulatiivinen asbestialtistuminen ensimmäisestä altistumisesta lähtien. (Työsuojeluhallitus 1989) Jotta pystytään erottamaan muut keuhkosairaudet ja niiden aiheuttamat haitat asbestisairauksista, tarvitaan keuhkosairauksien ja keuhkojen toimintakokeiden tulosten tulkinnan asiantuntemusta. (Sauni, Riitta & Oksa, Panu 2006) Jos epäillään asbestoosia tai sen etenemistä ja keuhkojen toimintakokeiden tulokset huononevat, suositellaan, että otetaan lisäksi ohutleiketietokonetomografiakuvat. Potilas lähetetään jatkotutkimuksiin keuhkosairauksien poliklinikalle, jos keuhkoröntgenkuvassa havaitaan muutos, joka voisi viitata alkavaan keuhkosityöpään. (Sauni, Riitta & Oksa, Panu 2006)

Lääkärintarkastuksista on tehtävä asianmukainen kirjallinen lausunto, joka on annettava työnantajalle. Työturvallisuutta valvovan viranomaisen ja tämän avuksi määrätyn asiantuntijan on saatava nähdä tämä lausunto niin halutessaan. (Työsuojeluhallitus 1989)

Suomen ratifioimat ILO:n yleissopimukset nro 139 ja 162 velvoittavat järjestämään seurantatarkastuksia työssään asbestille altistuneille senkin jälkeen, kun altistuminen on päättynyt (Sauni, Riitta & Oksa, Panu 2006). Henkilön siirtyessä pois työelämästä seuranta siirtyy terveyskeskukseen tai omalle lääkärille. Tällöin on altistuneen itse huolehdittava tarvittavista tarkastuskäynneistä. (Hengitysliitto Heli ry 2007, s. 7)

Seuranta voidaan lopettaa, ellei asbestin aiheuttamia muutoksia olla havaittu 30 vuoden kuluessa altistumisen loppumisesta. Jos altistuminen on ollut vähäistä,

eikä henkilöllä ole vaaraa sairastua asbestoosiin, ei seurantaa tarvita lainkaan. (Hengityслиitto Heli ry 2007, s. 7)

Sairastuneiden seurantaa suoritetaan yleensä työlääkätieteen tai keuhkosairauksien poliklinikoilla niin ikään kolmen vuoden välein. Seuranta voidaan harkinnan mukaan siirtää terveyskeskukseen tai omalääkärille, jos sairauden ei havaita etenevän. Vähäisen altistumisen saaneita plakkipotilaita ei tarvitse lääketieteellisin perustein seurata lainkaan. (Hengityслиitto Heli ry 2007, s. 7)

#### 2.4.4 Korvaukset

Kaikissa ammattitautitapauksissa tulisi huolehtia asianmukaisista korvauksista. Haitan arvioinnissa seurantatarkastukset ovat tärkeitä, sillä haittaa arvioidaan keuhkotoiminnan vajauksen perusteella. (Sauni, Riitta & Oksa, Panu 2006) Kaikilla asbestilaaduilla on hyvin samankaltaiset terveysvaikutukset. Siksi ammattitautia epäiltäessä ei eroteta altistumista eri asbestilaaduille, vaan huomioidaan pelkästään kokonaisaltistuminen. (Hengityслиitto Heli ry 2007, s. 2)

Vähäisessä määrin altistuneilla ei ole asbestoosin tai viskeraalipleuran fibroosin vaaraa. Yleisin asbestin aiheuttama ammattitauti on hyvänlaatuiset pleuraplakit. Ne eivät aiheuta oireita eivätkä haittaa toimintakykyä. (Sauni, Riitta & Oksa, Panu 2006)

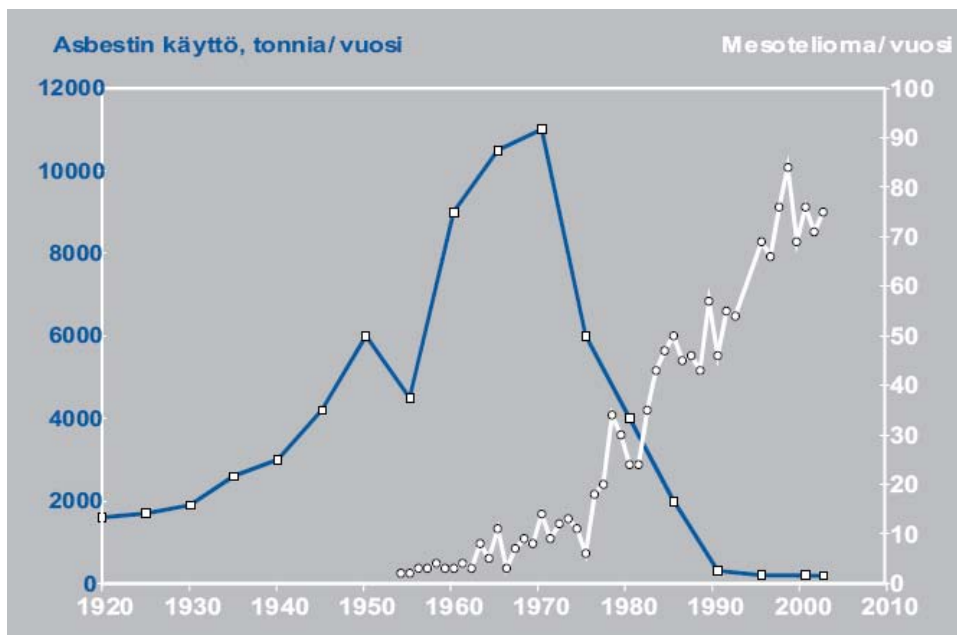
Keuhkosityöpä on vakava asbestin aiheuttama sairaus. Kaikki keuhkosityöpälaadut, jotka ovat lähtöisin keuhkoputkista ja keuhkokudoksista, voivat tulla korvattavaksi ammattitautina. Altistumisesta on aiheuduttava yli kaksinkertainen sairastumisriski, ennen kuin perusteet korvausta vastaan täyttyvät. (Hengityслиitto Heli ry 2007, s. 4) Tällainen selvä peruste on esimerkiksi työskenteleminen rakennusalalla yli 10 vuotta ennen 1980-luvun puoliväliä (Hengityслиitto Heli ry 2007, s. 4–5). Koko työelämän aikana tapahtunut asbestialtistuminen on selvitettävä tarkasti keuhkosityöpätapauksissa (Hengityслиitto Heli ry 2007, s. 5). Asbestoosipotilaan

keuhkosityöpäriski on noin 10-kertainen koko väestöön nähden (Sauni, Riitta & Oksa, Panu 2006). Jos asbestille altistunut lisäksi tupakoi, hänen riskinsä sairastua keuhkosityöpään on 30–100-kertainen altistumattomaan ja tupakoimattomaan henkilöön nähden (Ojala, Ulla 2007). Siksi tupakoivia asbestipotilaita pitäisi motivoida tupakoinnin lopettamiseen jokaisessa määräaikaistarkastuksessa (Sauni, Riitta & Oksa, Panu 2006). Ammattitautiharkintojen päätöksenteko tapahtuu kuitenkin ainoastaan asbestin aiheuttaman riskin perusteella riippumatta altistumisesta tupakalle. (Hengitysliitto Heli ry 2007, s. 5)

Asbestoosin ammattitaudiksi toteaminen edellyttää samanlaista altistumista ja altistumisselvitystä kuin keuhkosityöväällä. Asbestoosin yhteydessä syntynyt keuhkosityöpä korvataan ammattitautina, vaikka se ei ole syövän esiaste. Runsaasti asbestille altistuneille olisi uusimman tiedon mukaan korvattava myös kurkunpään syöpä. (Hengitysliitto Heli ry 2007, s. 4)

Hyvinkin pieni altistuminen voi aiheuttaa mesoteliooman eli keuhkopussin tai vatsakalvon pahanlaatuisen kasvaimen. Se on selkein asbestiin liittyvä sairaus, joka korvataan ammattitautina. Vähäisenkin työperäisen asbestialtistuminen katsotaan riittävän mesoteliooman ammattitaudiksi toteamiseen. Asbestille on altistunut yli 80 % sairastuneista. Korvausratkaisuissa ei oteta huomioon tupakointia. Sillä ei ole syy-yhteyttä mesoteliooman syntymiseen. Hengitysliitto Helin mukaan muut ammattitaudit ovat harvinaisia. (Hengitysliitto Heli ry 2007, s. 5)

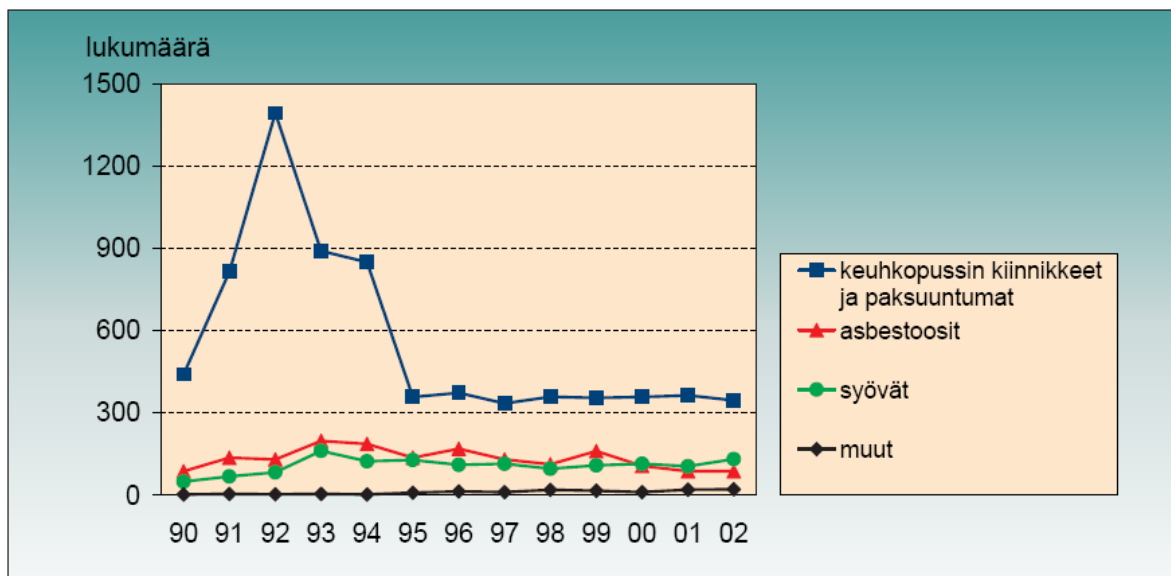




KUVA 13. Asbestin käyttö ja mesoteliomataapaukset vuosina 1918–2002 (Työterveyslaitos, Syöpärekisteri) (Vainio, Harri et al. 2005, s. 266)

Jos epäillään ammattitautia, on ensin selvitettävä, voidaanko sairaus korvata ammattitautina. On siis selvitettävä koko elämän työperäinen altistuminen. Lääketieteelliset ammattitautitutkimukset tarkkoine altistumisselvityksineen on tehtävä riittävän pätevästi esimerkiksi Työterveyslaitoksessa tai yliopistollisessa sairaalassa. Altistumisselvitys ja lääkärinlausunnot toimitetaan vakuutusyhtiön käsiteltäväksi. Vakuutusyhtiön antamasta päätöksestä voi valittaa tapaturmalautakuntaan. (Hengitysliitto Heli ry 2007, s. 6)

Vuonna 2002 ilmoitettiin yhteensä 588 asbestin aiheuttamaa ammattitautia työperäisten sairauksien rekisteriin. Eniten ilmoitettiin keuhkopussin paksuuntumia eli pleuraplakkeja (346 tapausta). Asbestoosia diagnosoitiin 88 tapausta. Asbestin aiheuttamia syöpiä oli 132. Niistä 84 oli keuhkosyöpiä ja 46 mesoteliomia. (Vainio, Harri et al. 2005, s. 268)



KUVA 14. Asbestin aiheuttamat ammattitaudit vuosina 1990–2002 (Työperäisten sairauksien rekisteri) (Vainio, Harri et al. 2005, s. 268)

Olellaiset kaikkia koskevat korvaukset maksetaan asbestin aiheuttamissa ammattitaudeissa tapaturmavakuutuslain mukaan. Joissain tapauksissa lisäkorvausta voidaan hakea muidenkin lakien perusteella. Sairaanhoido- ja tutkimuskulut, päiväraha, haittaraha, tapaturmaeläke, perhe-eläke, hautausavustus ja kuntoutus korvataan tapaturmavakuutuslain mukaisesti. Lisäksi korvataan ammattitaudin selvittämiseksi tehdyt perustellut ja tarpeelliset lääkärintodistukset. Päivärahaa ansionmenetyksestä maksetaan enintään vuoden ajalta, jonka jälkeen on mahdollista saada tapaturmaeläkettä. Ammattitaudin aiheuttamasta pysyvästä haitasta maksetaan haittaraha. Vammat, jotka oikeuttavat haittarahaan, on jaettu 20 haittaluokkaan. Korvaukset maksetaan haittaluokan ja potilaan iän perusteella. Sitä voidaan maksaa jatkuvana korvauksena tai se voidaan maksaa kertakorvauksena. Asbestisyöpätapauksissa maksetaan haittaraha poikkeuksetta kertakorvauksena haittaluokan 10 mukaan. Lisäksi yli 10 haittaluokan tapauksissa maksetaan kuukausittaista haittaluokan mukaista korvausta. (Hengitysliitto Heli ry 2007, s. 8)

Sairastuneet voivat saada myös kuntoutusta tapaturmavakuutuslain perusteella. Kuntoutuskursseja järjestetään hengitysliiton kuntoutuskeskuksissa. Kuntoutuksesta aiheutuneet kustannukset korvaa ammattitaudin korvaava

vakuutusyhtiö. Hengitysliitto järjestää kuntoremonttikursseja yhteistyössä Suomen Ammattiliittojen Lomajärjestön SAL:n kanssa. Jos ammattitauti on havaittu vasta ruumiinavauksen yhteydessä, maksetaan korvauksena vain hautausavustus ja perhe-eläke, ellei asia ole ollut aiemmin esillä vakuutusyhtiössä. (Hengitysliitto Heli ry 2007, s. 8)

## 2.5 Asbestityöt

### 2.5.1 Asbestityön valmistelu

Asbestityö luokitellaan vaaralliseksi työksi. Siksi sitä eivät saa tehdä yritykset, joilla ei ole siihen vaadittua pätevyyttä. Asbestityötä tekevällä yrityksellä on oltava työsuojelupiirin työsuojelutoimiston valtuutus. (Ympäristöministeriö 2007) Valtuutusta ei tarvita poistettaessa kokonaisuudessaan asbestisementistä tehtyjä katto- tai seinälevyjä ulkotiloissa tai jos purkutyöhön käytettävä kokonaistyöaika on enintään yksi henkilötyötunti (Valtioneuvosto 1994, 16 §). Asbestin kanssa työskentelevien yritysten kokonaisliikevaihto Suomessa on noin 20 miljoonaa euroa. (Kesonen, Jussi 2008)

Kaikkien asbestityöhön osallistuvien tahojen on yhdessä ja kunkin erikseen huolehdittava siitä, ettei työstä aiheudu vaaraa siihen osallistuville eikä muille ihmisille. Tämä koskee työn suunnittelijaa, toimeksiantajaa, valvojaa, ohjaajaa ja varsinaista työn suorittajaa. (Valtioneuvosto 1994, 3 §) Työnantajan on arvioitava, onko työntekijän mahdollista altistua asbestipölylle. Arvioitaessa on selvitettävä, onko työympäristössä asbestia ja missä määrin asbestipölyä on mahdollista vapautua ilmaan. Altistumisen luonne ja määrä on määritettävä. Jos voidaan olettaa arvion olevan virheellinen tai työn laatu on mahdollisen altistumisen kannalta muuttunut, on arvio tehtävä uudelleen. (Valtioneuvosto 1994, 5 §)

Asbestille mahdollisesti altistuvien työntekijöiden määrä on pidettävä mahdollisimman pienenä. Työmenetelmien on oltava sellaiset, että asbestipölyä ei pääse ilmaan. Jos tämä ei ole kohtuudella mahdollista, on pöly poistettava mahdollisimman lähellä syntypistettä. Asbestin leviäminen on estettävä kaikin

tavoin. Leviämistä ei saa tapahtua edes työntekijöiden vaatteissa. Asbestipitoinen materiaali on säilytettävä ja kuljetettava turvallisissa pakkauksissa. Pakkaukset on poistettava mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti. Ne on varustettava merkinnöin, joista käy ilmi niiden sisältävän asbestia. Kaikki rakennukset ja laitteet on voitava puhdistaa ja pitää kunnossa säännöllisesti ja tehokkaasti. (Valtioneuvosto 2006, 6 §) Lämpimitaltaan 0,5 µmm kokoisen asbestikuidun teoreettinen laskeutumisnopeus on n. 0,4 m/h. Osa huoneilmassa olevasta asbestipölystä on jatkuvasti liikkeessä, sillä käytännössä huoneilma ei koskaan ole paikallaan. Siksi asbestikuituja ei voida siivota pois normaalin pölyn tavoin. (Suomen asbestitekniikka Oy 2009, s. 4)

Suunnitellusta asbestille mahdollisesti altistavasta työstä on ilmoitettava työsuojeluviranomaiselle viimeistään kuukautta ennen työn aloittamista. Aikaväli voi olla lyhyempi viranomaisen suostumuksella. Jos ilmoitusta ei voida tehdä ennen toiminnan aloittamista, on se tehtävä heti, kun se on mahdollista. Jos toimintaa koskevat tiedot muuttuvat oleellisesti, on tehtävä uusi ilmoitus. Ilmoituksesta on käytävä ilmi ainakin:

1. työpaikkatiedot;
2. asbestipitoisen materiaalin ominaisuudet ja määrä;
3. toiminnan laatu; sekä
4. asbestia sisältävät käsiteltävät tuotteet.

(Valtioneuvosto 1994, 7 §)

Ennen töiden aloittamista on selvitettävä asbestin mahdollinen esiintyminen ja sijainti kiinteistössä. Asbestikohteissa kiinteistön omistajan on huolehdittava siitä, että rakennusosien purku- ja korjaustyöt tehdään tavalla, joka altistaa työntekijät ja kiinteistön käyttäjät asbestille mahdollisimman vähän. Kiinteistön käyttäjiä on tiedotettava kiinteistössä olevasta asbestista ja heille on annettava tarvittavat toimintaohjeet. (Ympäristöministeriö 2007)

Ennen asbestipurkutyön aloittamista on tehtävä työsuunnitelma, josta on käytävä ilmi työn vaikutuspiirissä olevien henkilöiden turvallisuuden ja terveyden varmistamiseksi tarpeelliset toimenpiteet:

1. purkutyötä tekevien ja muiden henkilöiden altistumisen estäminen;
2. asbestipölyn leviämisen estäminen;
3. työkohteen puhdistaminen; sekä
4. asbestijätteiden käsittely työpaikalla.

(Valtioneuvosto 1994, 19 §)

Suunnitelmasta on käytävä ilmi myös:

1. työn luonne, alkamisajankohta ja arvioitu kesto;
2. työn suorittamispaikka;
3. kuka asbestikartoituksen on tehnyt, milloin se on tehty ja kenellä on hallussaan siihen liittyvät asiakirjat;
4. purkutyössä käytettävät menetelmät;
5. laitteet, joita käytetään työntekijöiden suojaukseen ja puhdistamiseen sekä niiden ominaisuudet;
6. laitteet, joita käytetään asbestipölyn leviämisen estämiseksi työympäristössä sekä niiden ominaisuudet; sekä
7. jätteiden sijoituspaikkana toimivan kaatopaikan nimi.

(Valtioneuvosto 1994, 19 §)

Työntekijöille, jotka mahdollisesti altistuvat asbestipölylle, on työnantajan toimesta annettava asianmukaista koulutusta ja säännöllistä ohjausta asbestitöistä. Heidät on opetettava ennaltaehkäisevään ja turvalliseen työskentelyyn. Heidän on saatava tietää asbestin aiheuttamista terveyshaitoista ja sallituista raja-arvoista.

(Valtioneuvosto 2006, 14 §)

Työnantajan on tiedotettava työntekijöitä asbestitöitä koskevista asioista. Heille on tiedotettava asbestimittausten tuloksista ja mahdollisista raja-arvon ylittymiseen johtaneista syistä sekä toimenpiteistä pitoisuuden laskemiseksi. Heitä on opastettava seuraamaan terveydentilaansa altistuksen loputtua. (Valtioneuvosto 1994, 15 §)

## 2.5.2 Asbestipurkutyön suorittaminen

Alue, jolla on mahdollista altistua asbestille, on rajattava ja merkittävä selvästi. Alueelle on pääsy vain henkilöillä, joille se työnsä puolesta on välttämätöntä. Alueella ei saa syödä, juoda eikä tupakoida. Ruokailun on oltava mahdollista alueella, jolla ei voi altistua asbestipölylle. Työnantajan on valvottava, että työntekijä käyttää oikein hänelle varattua sopivaa työ- ja suojavaatetusta ja että se tarkastetaan ja puhdistetaan asianmukaisesti. Työntekijän on käytettävä ja hoidettava vaatetuksensa huolella. Työn jälkeen työ- ja suojavaatetus on jätettävä työpaikalle, missä ne hävitetään tai puhdistetaan. Vaatteet voidaan myös kuljettaa suljetuissa säiliöissä sellaiseen pesulaan, jossa kyseinen pesu on mahdollista. (Valtioneuvosto 1994, 8 §)

Asbestityön aikana ja sen jälkeen on mitattava huoneilman asbestipitoisuus ympäröivistä tiloista, joihin asbestikuituja on saattanut kulkeutua. Sisäilman kuitupitoisuus on syytä mitata myös, jos rakennuksessa on huonokuntoisia asbestimateriaaleja, vaikka varsinaisia asbestitöitä ei tehtäisikään. (Valvira 2009)

Asbestipurkutyössä hyväksyttäviä työmenetelmiä ovat:

1. osastointimenetelmä;
2. purkupussimenetelmä;
3. kohdepoistomenetelmä;
4. asbestisementtituotteen irrottaminen ehjänä ilman ilmastollista eristämistä;
5. asbestia sisältävän kokonaisen rakennuksen purkaminen; sekä
6. upotusmenetelmä.

(Työsuojeluhallitus 1990, 1 §)

Osastointimenetelmää käytettäessä työkohde ja sitä ympäröivä työtila eristetään ilmastollisesti muista tiloista. Tila alipaineistetaan koko purkutyön ajaksi ja alipaineistusta jatketaan 4 tunnin ajan viimeisimmän pölyävän työvaiheen jälkeen. Työ on tehtävä asbestin turhaa pölyämistä välttäen. Työssä käytetään mahdollisuuksien mukaan paikallispoistolla varustettuja työkaluja. Asbestijäte

kerätään leviämisen estäviin jätepusseihin tai -säiliöihin. Purkutyön jälkeen tilat on siivottava huolellisesti. Eristettyyn tilaan kulkeminen tapahtuu kolmijakoisen sulkukammion kautta. Eristetyssä tilassa työskentelevällä työntekijällä on oltava tarkoituksenmukainen suojavaatetus ja luokan P3 hengityksensuojain. (Työsuojeluhallitus 1990, 2 §) Hengityksen suojaimena on käytettävä kokonaamarillista suodatinsuojainta. Suodattimen on oltava luokkaa P3 ja hengitysilma ahdettava suodattimen läpi puhaltimella. (Työsuojeluhallitus 1990, 10 §)

Poistoilmasuodattimen on kyettävä erottamaan vähintään 99,97 % imuvirtauksensa pölyhiukkasista hiukkasten halkaisijan ollessa 0,3 µm. Hienopölysuodattimen suojaksi on oltava vähintään yksi karkeampi esisuodatin. Kojeet on pystyttävä huoltamaan riittävän helposti. (Työsuojeluhallitus 1990, 3 §)

Purkupussimenetelmää voidaan käyttää putkien lämpöeristeitä purettaessa. Menetelmässä lämpöeriste eristetään muusta ilmatilasta erityisellä purkupussilla. Pussissa on sen ulkopuoliseen tilaan avautuvat suojakäsineet. Eriste puretaan pussin sisällä ja puretu kohta puhdistetaan pölystä. Pussi alipaineistetaan pölynimurilla. Jätteet sisältävä pussin alaosa eristetään pussin yläosasta ilmatiiviisti, jonka jälkeen yläosa irrotetaan putkesta. Työntekijän on käytettävä hengityksensuojainta ja suojavaatetusta. (Työsuojeluhallitus 1990, 11 §) Hengityksensuojaimena käytettävän suodatinsuojaimen on oltava varustettu vähintään puolinaamarilla. Suodattimen on oltava vähintään luokkaa P2. (Työsuojeluhallitus 1990, 14 §)

Kohdepoistomenetelmää käytettäessä kohdetta ei eristetä ilmastollisesti muista tiloista. Asbestipölyn leviäminen estetään kohdepoiston avulla. Työssä on käytettävä hengityksensuojainta ja suojavaatetusta. (Työsuojeluhallitus 1990, 16 §) Hengityksensuojainta koskevat samat vaatimukset kuin käytettäessä osastointimenetelmää (Työsuojeluhallitus 1990, 18 §).

Asbestisementtituote voidaan irrottaa ehjänä eristämättä tilaa ilmastollisesti muista tiloista. Tällöin tuote ja sen ympäristö on ensin puhdistettava kohdeimurilla.

Tuotteen irrottamisessa on vältettävä pölyämistä. Työn jälkeen työympäristö puhdistetaan uudelleen kohdeimurilla. Työssä on käytettävä hengityksensuojainta ja suojavaatetusta. (Työsuojeluhallitus 1990, 19 §) Hengityksensuojainta koskevat samat määräykset kuin purkupussimenetelmässä. (Työsuojeluhallitus 1990, 21 §)

Purettaessa kokonainen asbestia sisältävä rakennus rakennuksesta poistetaan ensin asbestipitoiset rakenneosat ja materiaalit hyväksytyillä asbestipurkumenetelmillä mahdollisimman hyvin. Jos on syytä epäillä, että rakennuksessa on edelleen asbestia, on sen ympärille määriteltävä altistava alue, jolla työskentelevät työntekijät on suojattava asianmukaisin suojavälinein. Alue rajataan esimerkiksi lippusiimalla. On pyrittävä estämään asbestipölyn leviäminen rajatun alueen ulkopuolelle. (Työsuojeluhallitus 1990, 22 §)

Upotusmenetelmää käytettäessä asbestia sisältävä osa irrotetaan ensin jollain muulla aiemmin kuvaillulla tavalla, jonka jälkeen se kuljetetaan kokonaisena upotusaltaalle. Kuljettamisen ajaksi se peitetään tarpeen mukaan esimerkiksi muovikelmulla pölyämisen estämiseksi. Irrotettu osa upotetaan altaaseen, jossa siitä poistetaan asbesti. Upotusaltaan on oltava varustettu kohdepoistolla, jotta asbestipölyä ei leviäisi työtiloihin. Työtilassa on lisäksi oltava riittävä yleisilmanvaihto, jotta mahdollisesti karkaavan asbestipölyn pitoisuus saadaan laimennettua vaarattomaksi. Käytettäessä upotusmenetelmää, on työsuojeluviranomaisen hyväksyttävä tätä koskeva suunnitelma ennen kuin työ aloitetaan. (Työsuojeluhallitus 1990, 24 §)

Asbestipurkutyössä käytetään aina osastointimenetelmää, ellei erityistä syytä muun menetelmän käyttämiseksi ole. Purkupussimenetelmää voidaan käyttää purettaessa lämpöputkien eristettä pienissä yksittäisissä kohteissa. Kohdemenetelmää voidaan käyttää, kun asbestipölyn leviämiskaava työympäristöön todetaan vähäiseksi. Tämä on mahdollista esimerkiksi irrotettaessa lattialaattoja, joiden alla oleva lattiamassa ei sisällä asbestia. Jos asbestisementtituotteen irrottamisesta ei aiheudu asbestin leviämistä työympäristöön, voidaan tuote irrottaa ehjänä ilman ilmastollista eristämistä. Suunniteltaessa purkutapaa on otettava huomioon työntekijöiden altistumisen ja



pölyn leviämisen mahdollisuus sekä työn laajuus ja pölyävyys. (Työsuojeluhallitus 1990, 25 §)

Työsuojeluhallitus voi myöntää valtuuden asbestipurkutyöhön vain, jos hakijan on mahdollista käyttää työssä osastointimenetelmää. Valtuutuksen saatuaan työnantaja voi käyttää muitakin hyväksytyjä asbestipurkumenetelmiä. (Työsuojeluhallitus 1990, 26 §)

Purkutyössä käytettävät laitteet on huollettava ilmastollisesti muusta työympäristöstä eristetyssä tilassa. (Työsuojeluhallitus 1990, 27 §) Laitteissa on oltava näkyvät ja pysyvät kilvet, joissa on tarpeelliset varoituskilvet sekä tiedot laitteen valmistajasta ja maahantuojasta. (Työsuojeluhallitus 1990, 29 §) Mikäli työntekijöiden turvallisuus on muulla tavoin varmistettu, voi työsuojeluhallitus erityisistä syistä sallia poikkeavan menetelmän tai laitteen käytön yksittäistapauksessa. (Työsuojeluhallitus 1990, 31 §)

## 2.6 Asbestikartoitus

Kiinteistön kunnossapidosta ja valvonnasta vastaavan on selvitettävä, onko tiloissa asbestia. Silmämääräisen tarkastuksen voi tehdä itse, mutta samalla ei saa ottaa näytteitä. Uusissa rakennuksissa asbestia ei esiinny. Selvityksessä voi käyttää rakennussuunnitelmia ja aiempien töiden asiakirjoja, kuten rakennuttajan laskuja. Lisätietoa saattaa olla muilla asiantuntijoilla, kuten arkkitehdeillä, maanmittausinsinööreillä, työsuojeluvaltuutetuilla ja työntekijöillä. (OSHA 2004, s. 2) Asbestin tunnistaminen silmämääräisesti on vaikeaa lukuun ottamatta ruiskutettuja eristemateriaaleja. Siksi jo kartoitusvaiheessa työssä on oltava ammattitaitoinen asbestityöntekijä. (Ympäristöministeriö 2007) Tarvittaessa tehdään materiaalianalyysi laboratoriossa, jolloin saadaan varmuus materiaalin pitoisuuksista. (Ympäristöministeriö 2007) Näytteitä saavat ottaa vain pätevät henkilöt. (OSHA 2004, s. 2) Asbestikartoituksen tulokset on kirjattava siihen tarkoitettuun asiakirjaan (Valtioneuvosto 1994, 18 §).

Vaikka kiinteistössä ei olisi lähiaikoina suunniteltuja korjaustöitä, voi asbestikartoitus olla tarpeen. Näin varmistetaan kiinteistön riskittömät huolto- ja korjaustyöt sekä turvallinen normaalitilanteen käyttö. Samalla helpotetaan kiinteistön korjaussuunnittelua ja suunnitelmallista ylläpitoa. Asbestin sijaintipaikat on merkittävä, ellei sitä heti saneerata. (Ympäristöministeriö 2007)

## 2.7 Ilman asbestipitoisuuden seuranta

Työntekijän päivittäinen altistuminen asbestille kahdeksan tunnin keskiarvona ei saa ylittää 0,1 kuitua kuutiosenttimetrille hengitysilmaa (Valtioneuvosto 2006, 10 §). Jos arviointi osoittaa, että työskentelyalueen ilman asbestipitoisuus voi ylittää säädetyn raja-arvon, on pitoisuutta mitattava yleensä vähintään kolmen kuukauden välein. Otettavien näytteiden on edustettava työntekijöiden todellista henkilökohtaista altistusta. (Valtioneuvosto 2006, 9 §)

Ilman sallitun asbestipitoisuuden ylittyessä on oleskelu alueella kiellettävä muilta kuin niiltä työntekijöiltä, jotka ovat välttämättömiä pitoisuuden alentamiseksi. Näiden työntekijöiden on suojauduttava asiaankuuluvasti. Syy pitoisuuden nousuun on selvitettävä ja toiminta sen laskemiseksi on heti aloitettava. (Valtioneuvosto 2006, 11 §) Jos on ennakoitavissa, että raja-arvo voi esimerkiksi purkutöiden johdosta ylittyä, on toimittava kuten tilanteessa, jossa se jo ylittyisi. Työntekijöiden on suojauduttava asiallisesti ja asbestin leviäminen on estettävä. (Valtioneuvosto 2006, 12 §)

## 2.8 Ilman asbestipitoisuuden määrittäminen

Sisäilman kokonaiskuitupitoisuus voidaan määrittää keräämällä näyte selluloosaesterisuodattimelle (huokoskoko 8,0 mikrometriä). Näytteenkeräysnopeus on 10 litraa minuutissa ja suositeltava näytteen tilavuus noin 1 000 litraa. Preparoinnin jälkeen kuitujen laskentaan käytetään optista vaihesiirtomikroskooppia (500-kertainen suurennus) standardin SFS 3868 mukaisesti. Näin saadaan selville kaikkien tietyn kokoisten kuitujen pitoisuudet. Ilman kuitupitoisuuden ollessa yli 0,01 kuitua/cm<sup>3</sup> varmistetaan asbestikuitujen

olemassaolo keräämällä vastaavanlainen 500–1000 litran näyte polykarbonaattisuodattimelle. Näytteen kuitujen laskentaan käytetään 3 000-kertaista suurennusta pyyhkäisyelektronimikroskoopilla ja kuitujen tunnistamiseen energiadiispersiivistä spektrometriä. Toteamisraja noin 500 litran näytteelle on 0,01 kuitua/cm<sup>3</sup>. Epäselvissä tapauksissa materiaalin asbestisisältö määritetään suoraan mikroskopoimalla joko valomikroskoopilla tai elektronimikroskoopilla. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2008, s. 132) Elektronimikroskoopilla voidaan tutkia asbestikuitujen esiintymistä sisätilojen pinnoilta otetuista pölynäytteistä (Sosiaali- ja terveysministeriö 2008, s. 133).

Tiloissa, joissa ilman asbestipitoisuus on yli 0,01 kuitua/cm<sup>3</sup>, voidaan asbestikuitujen laskentaan käyttää valomikroskooppista (faasikontrastimikroskooppista) laskentaa. Näin suuri pitoisuus syntyy yleensä vain varsinaisesta asbestityöstä. Standardissa SFS 3868 on esitetty laskentaperusteet. Pitoisuudesta riippuen sopiva näytetilavuus on 10–500 litraa. Näytteenottonopeudeksi suositellaan 0,5–2 litraa minuutissa. Eri materiaalien kuituja ei aina ole mahdollista erottaa toisistaan. Erottamisessa voidaan käyttää elektronimikroskooppia. Tarvittaessa siihen voidaan yhdistää röntgenfluoresenssimääritys mikroanalysaattorilla. (Työterveyslaitos 1992, s.243)

Käytettäessä valomikroskooppista laskentaa standardinmukainen määrittäminen kattaa vain halkaisijaltaan yli 0,5 µm:n kuidut, sillä menetelmällä ei havaita alle 0,2–0,4 µm:n kuituja. Tämä riittää vaaran arviointiin varsinaisilla asbestityöpaikoilla, mutta suurin osa muissa ympäristöissä esiintyvistä kuiduista on valomikroskopian erotuskyvyn ulkopuolella. Eläinkokeissa on havaittu, että nimenomaan erittäin ohuet ja pitkät (halkaisija alle 0,1 µm ja pituus yli 5 µm) kuidut ovat vaarallisimpia mesotelioman kannalta. Sen sijaan asbestoosissa vaaran aiheuttavat pääasiallisesti hieman paksummat kuidut. (Työterveyslaitos 1992, s.243)

Tiloissa, joissa ilman kuitupitoisuus ei ole riittävä valomikroskooppiseen laskentaan, on näytteet tutkittava elektronimikroskooppisesti. Näin voidaan toimia

esimerkiksi, jos rakennusmateriaalista epäillään irronneen ilmaan asbestikuituja. (Työterveyslaitos 1992, s.243)

Asbestinäytteiden tutkimiseen voidaan käyttää pyyhkäisyelektronimikroskooppia (scanning-elektronimikroskooppi, SEM) ja läpivalaisuelektronimikroskooppia (transmissioelektronimikroskooppia, TEM). SEM:a käytettäessä näytteen esikäsittely on vähäisempää. Menetelmä onkin Suomessa käytetyin. SEM:a varten riittää pelkkä näytteen kultaus. TEM:a käytettäessä tarvitaan myös hiilestystä ja suodattimen liuottamista. Toisin kuin TEM:lla, SEM:lla nähdään kuitujen pintarakenne, josta on mahdollista päätellä todennäköinen koostumus ja alkuperä. Vain kuidun röntgenfluoresenssianalyysillä päästään kuitenkin varmaan asbestin tunnistukseen. Tällöin magnesiumin ja piin suhde on ensisijaisena tarkkailukohteena. Tarvittaessa voidaan määrittää vielä esimerkiksi rauta ja natrium. (Työterveyslaitos 1992, s.243)

TEM:lla on puolestaan parempi erotuskyky. Teoriassa SEM:lla pitäisi pystyä erottamaan jopa 0,01  $\mu\text{m}$ :n hiukkaset. Käytännössä sillä pystytään usein määrittämään vain hiukkaset, joiden halkaisija on yli 0,1–0,2  $\mu\text{m}$ . Ongelma koskee erityisesti röntgenfluorianalyysiä. TEM:lla kyetään sekä näkemään että analysoimaan pienimmätkin kuidut. Siksi menetelmää käytetään ensisijaisesti ympäristönäytteiden asbestimäärityksiin muun muassa Yhdysvalloissa. (Työterveyslaitos 1992, s.244)

Valo- ja elektronimikroskooppisen laskennan tulokset eivät ole suoraan vertailukelpoisia. Tämä on syytä muistaa tulosten tulkinnassa. Suurin osa elektronimikroskoopilla havaituista hiukkasista on niin pieniä, ettei niitä havaita lainkaan valomikroskoopilla, jolla voidaan laskea vain suuret kuidut. Erilaisia tuloksia voidaan saada myös SEM:lla ja TEM:lla. (Työterveyslaitos 1992, s. 244)

Ioniliikkuvuuspektrometria (Ion Mobility Spectrometry, IMS) on kemiallinen detektiomenetelmä. Se perustuu eri yhdisteiden erilaiseen liikkuvuuteen kaasumaisessa väliaineessa. Ioniliikkuvuuspektrometriaan liittyvää kehitystyötä tehtiin jo 1960-luvun lopulla. Menetelmän etuja ovat tekniikan suuri herkkyys ja

nopeus, mittalaitteen yksinkertaisuus, sekä mahdollisuus reaaliaikaiseen seurantaan. Näiden ominaisuuksien takia mittalaitteet sopivat hyvin kenttäkäyttöön. Ioniliikkuvuusspektrometrian sovelluksia on käytetty perinteisesti turvallisuuspuolella sekä ilman epäpuhtauksien valvonnassa. Viimeaikoina sitä on alettu soveltaa teollisuudessa. (Viidanoja, Jyrki & Kotiaho, Tapio 2005, s. 1)

### 3 ASBESTIN TUNNISTAMINEN KEINONENÄLLÄ

Tässä diplomityössä tutkitaan kokeellisesti asbestin tunnistamismahdollisuuksia keinonenällä. Käytettävänä laitteena on Environics Oy:n ChemPro100.

Environics Oy on mikkeliäinen yritys, joka on perustettu vuonna 1987. ChemPro100 perustuu 1980-luvulla kehitettyyn kemiallisten taistelukaasujen ilmaisimeen. Ajan mittaan laitteen käyttö on laajentunut puolustusvoimista yhä enemmän siviilipuolelle, poliisiin ja muille suojeluviranomaisille. (Öster, Harriet 2001)

Environics Oy:n keinonenän toiminta perustuu siihen, että ilmassa olevat kaasut ionisoidaan Am-241-lähteellä. Tämän jälkeen ionit kuljetetaan ilmapirrassa mitta-putkeen, jossa on erivahvuisia sähkökenttiä. Ionit kulkevat putkessa oleviin elektrodeihin eripituisen matkan riippuen niiden varauksesta ja painosta. Täten jokaisesta ionista saadaan erilainen signaali. Saatuja signaaleja verrataan laitteeseen ohjelmoituihin viitearvoihin. (Öster, Harriet 2001)

Keinonenä ChemPro 100 on 230 mm pitkä, 101 mm leveä ja 57 mm paksu. Se painaa 610 g. Pienen kokonsa ansiosta se soveltuu hyvin käytettäväksi kenttäolosuhteissa. Laitetta voidaan käyttää verkkovirralla, ladattavilla litiumioniakuilla tai AA-pattereilla. Laitteen käyttölämpötila on  $-30...+55^{\circ}\text{C}$  ja säilytyslämpötila  $-40...+71^{\circ}\text{C}$ . (Environics Oy 2005, s.2) Laitteessa on 16 kanavaa, joista jokainen mittaa tutkittavasta kaasusta eri kemiallisia ominaisuuksia.

ChemPro 100 -pakettiin kuuluu datakaapeli tiedon siirtoon laitteen ja tietokoneen sarjaportin välillä sekä virta-data-adapteri. Käytettävän tietokoneen käyttöjärjestelmän pitää olla Windows-pohjainen Windows 95 tai uudempi. Käytettäessä laitteen omaa akkua kytketään datakaapeli suoraan laitteeseen. Käytettäessä ulkopuolista virtaa kytketään datakaapeli virta-data-jakorasiaan.

### 3.1 Kokeen kulku

Mittaukset suoritettiin Kuopion yliopiston ympäristöinformatiikan Envisor-laboratoriotiloissa. Tutkittaviksi aineiksi hankittiin erilaisia asbestipitoisia materiaaleja sekä vertailun vuoksi eristevilloja. Saatuja tuloksia vertailtiin toisiinsa.

Tutkittaviksi valitut asbestimateriaalit olivat:

- Asbestipahvi
- Asbestipahviputkieriste
- Antofylliitti
- Finnlexlaatta
- Fixmassa
- Joustovinyylimatto
- Krokidoliitti
- Lujalevy
- Magnesiamassa
- Putkieriste
- Mineriittilevy.

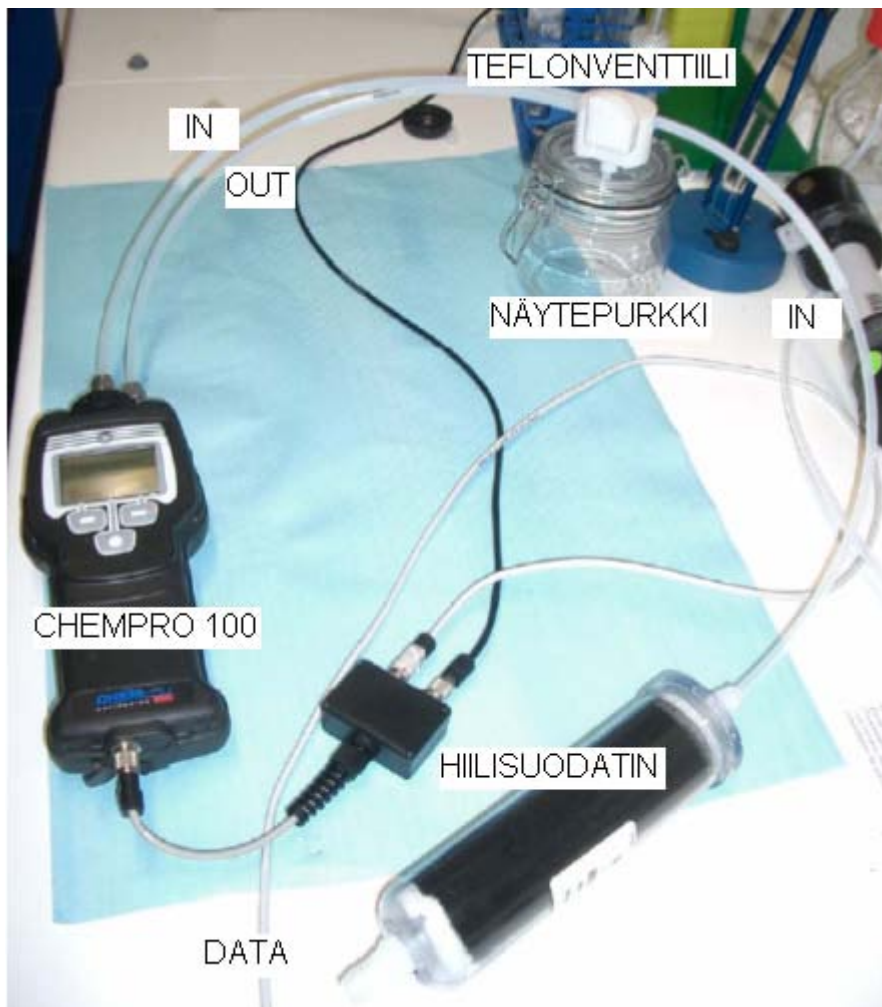
Vertailtavat eristevillat olivat:

- Eristevilla 1, Isover KL35
- Eristevilla 2, Paroc vuorivilla EXP.

Tutkittavat materiaalit laitettiin tiiviisiin lasipurkkeihin. Kannen tiivisteenä käytettiin hajuttomia kumitiivisteitä. Näin tiivisteet eivät vaikuttaneet mittaustuloksiin. Näytettä otettaessa purkin kannessa oleva tulppa poistettiin ja sen paikalle laitettiin venttiili. Venttiili oli teflonia, jotta siihen ei tarttuisi hajua. Venttiiliin oli kytketty kolme muovilettoa, joista yksi liitettiin hiilisuodattimeen ja kaksi keinoon. Keinonäköä kytkettiin tietokoneeseen datakommunikaatiokaapelilla. Näytteenottojen välissä venttiili ohjasi imuvirran hiilisuodattimelle. Näytteenotto aloitettiin kääntämällä venttiilin kytkin siten, että keinoonäkö alkoi imeä ilmaa purkista. Samalla aloitettiin tiedon tallentaminen tietokoneelle ChemPro-UIP-ohjelmalla (User Interface Program). Näytteenottoa jatkettiin minuutin ajan.

Ohjelma tallensi mittaustuloksia sekunnin välein. Kun tiedon tallentaminen lopetettiin, käännettiin venttiilin kytkin siten, että näytepurkki ohitettiin ilmankierrossa. Venttiili irrotettiin purkista ja korvattiin tulpalla.

Jokaisesta näytemateriaalista otettiin viisi näytettä. Aina ennen ja jälkeen näytemateriaalin tutkimista otettiin kontrollinäyte tyhjästä lasipurkista. Näin jokaista näytettä kohti otettiin kuusi vertailunäytettä. Näytteenoton aloitusaika kirjattiin mittauspöytäkirjaan, jotta mittaustuloksia käsiteltäessä pystyttäisiin määrittämään, mikä näyte kulloinkin on kyseessä. Mittauspöytäkirja on liitteenä (liite II).



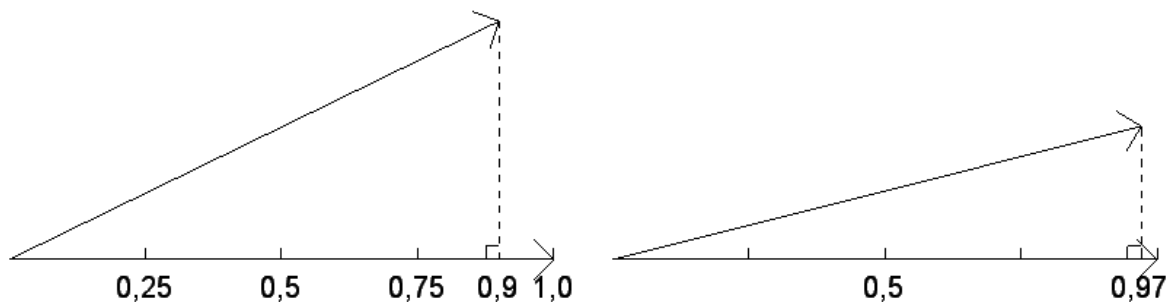
KUVA 15. Koejärjestely



### 3.2 Tiedon analysointi

Tulosten analysoinnissa voidaan käyttää vektorianalyysia tai klusterianalyysia. Tässä diplomityössä menetelmäksi valittiin vektorianalyysi, joka on käytännöllinen matemaattisessa luokittelussa. Yksittäisten kanavien mitaamat arvot voidaan kuvata 16-ulotteisena vektorina, joka kuvaa kaasun profiilia. 16-ulotteinen vektori on vaikea kuvata, mutta periaatteen kuvaamiseksi voidaan käyttää 2-ulotteista vektoria.

Kahden näytteen vektoreiden projektioita vertaamalla nähdään, miten hyvin näytteet erottuvat toisistaan. Projektioiden suhde voi olla jotain väliltä  $-1 \dots 1$ . Jos vektoreiden projektioiden suhde on 1, näytteet katsotaan täysin samanlaisiksi. Näytteiden katsotaan erottuvan toisistaan, mikäli projektioiden suhde on enintään 0,97.



KUVA 16. Projektioiden suhde

UIP:n tallentamaa tietoa voidaan käsitellä eri taulukkolaskentaohjelmilla. Tässä työssä kerätyt tiedot tallennettiin MS Exceliin sekä LVQ Windows -ohjelmaan. Excel-taulukosta kustakin näytteenottokerrasta etsittiin ioniliikkuvuuspektrometrian suhteellisen summakanavan suurin arvo ja samaan aikaan mitatut eri kanavien (16 kanavaa) arvot. Saman näytteen eri mittauskertojen tuloksista laskettiin keskiarvo jokaiselle kanavalle. Näin saadut arvot käsiteltiin IMS-projektiolaskentataulukolla.

Lasketuista vasteiden keskiarvoista ( $x_i$ ) laskettiin jokaiselle näytteelle vektorin pituus ( $|x|$ ) yhtälöllä:

$$|x| = \sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2} \quad (1)$$

Kanavien normeeratut vasteet ( $x_{i,norm}$ ) laskettiin yhtälöllä:

$$x_{i,norm} = \frac{x_i}{|x|} \quad (2)$$

Lopuksi laskettiin projektiot näytteiden (näyte A ja näyte B) kesken:

$$\text{Projektio} = \sum_{i=1}^n (x_{i,norm,A} * x_{i,norm,B}) \quad (3)$$

Taulukosta saatiin tuloksena eri näytteistä saatujen vektoreiden projektioiden suhde. Tästä suhteesta nähdään, miten näytteet erottuvat toisistaan.

Kontrollinäytteestä parhaiten erottui fixmassa. Fixmassa erottui hyvin myös kaikista muista näytteistä. Toiseksi parhaiten kontrollinäytteestä erottui eristevilla 2. Eristevilla 2 erottui useimmista muista näytteistä. Se ei kuitenkaan erottunut putkieristeestä eikä antofylliitistä. Kontrollinäytteestä erottuivat myös krokidoliitti, antofylliitti, putkieriste ja asbestipahvi. Sen sijaan muita näytteitä keinonenä ei pystynyt erottamaan kontrollinäytteestä.

Krokidoliittinäyte erottui kaikista muista näytteistä paitsi asbestipahvista. Antofylliitti sen sijaan erottui kontrollinäytteen ja krokidoliitin lisäksi vain fixmassasta, lujalevystä ja asbestipahvista. Asbestipahvi erottui kaikista muista näytteistä paitsi lujalevystä ja krokidoliitistä.

UIP:n tallentamia tietoja käsiteltiin myös LVQ Windows -ohjelmalla. Tälläkin ohjelmalla haettiin kustakin näytteenotokerrasta suurimmat arvot. Ohjelma antoi

tuloksena näytteiden väliset projektiot. LVQ Windowsilla saatuja tuloksia verrattiin IMS-projektiolaskentataulukolla saatuihin tuloksiin.

Suurin osa tuloksista oli molemmilla käsittelytavoilla samankaltaisia, mutta erojakin löytyi. Toisin kuin projektiolaskentataulukko, LVQ Windows ei kyennyt erottamaan fixmassaa lujalevystä, mineriittilevystä eikä eristevilla 1:stä. Projektiolaskentataulukko erotti putkieristeen vain fixmassasta, lujalevystä, asbestipahvista ja krokidoliitista. LVQ Windows havaitsi eroavuudet putkieristeelle kaikista muista näytteistä paitsi magnesiainmassasta ja eristevilla 2:sta.

Projektiolaskentataulukolla antofylliitti erottui vain fixmassasta, lujalevystä, asbestipahvista ja krokidoliitista. LVQ Windows erotti antofylliitin näiden lisäksi finlexlaatasta ja mineriittilevystä. Projektiolaskentataulukko erotti lujalevyn fixmassan lisäksi putkieristeestä, antofylliitista ja eristevilla 2:sta. LVQ Windows sen sijaan ei erottanut lujalevyä fixmassasta, mutta erotti sen joustovinyylimatosta ja eristevilla 1:stä. Toisin kuin projektiolaskentataulukko, LVQ Windows ei erottanut asbestipahvia ja eristevilla 1:tä toisistaan.

#### 4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän diplomityön tavoitteena oli selvittää, voidaanko keinonenällä ChemPro100 tunnistaa asbestin. Saatujen tulosten perusteella voidaan päätellä, että keinonenä pystyttäisiin kouluttamaan tunnistamaan tiettyjä asbestimateriaaleja. Joissain materiaaleissa osa-aineet näyttäisivät olevan niin kiinteästi yhdessä, että niistä ei vapaudu ilmaan tunnistettavia kemiallisia partikkeleita. Keinonenän herkkyys ei myöskään ole riittävä tunnistamaan ehjää asbestirakennetta normaalioloissa huoneilmasta mitattuna. Tietyistä materiaaleista, kuten fixmassasta, voitaisiin jatkotutkimusten avulla tehdä kirjasto. Epäiltäessä jonkin materiaalin olevan fixmassaa voitaisiin siitä ottaa näyte, jota tutkittaisiin esimerkiksi samankaltaisessa lasipurkissa kuin tässä diplomityössä tehtiin. Mahdollisesti näyte voitaisiin myös imeä suoraan esimerkiksi seinärakenteeseen tehdystä reiästä tai muuten riittävän suljetuissa olosuhteissa. Näin saataisiin nopeasti tuloksia ilman vaikeita ja aikaa vieviä laboratoriokokeita.

Seuraava vaihe tutkimuksessa olisi tunnistekirjastojen tekeminen. Tähän vaaditaan oikeat ohjelmat ja ammattitaitoinen henkilö. Jotta kirjastosta saataisiin varmatoiminen, pitäisi sitä varten lisäksi tehdä jatkotutkimuksia muutaman kuukauden ajan. Tämä tapahtuisi vertailemalla toisiinsa useita samankaltaisia näytteitä, esimerkiksi erilaisia villoja. Sen jälkeen voitaisiin ottaa kohteesta villanäyte. Näytettä haistelemalla saataisiin selville, mitä villaa se on ja onko siinä tiettyä asbestia.

## LÄHTEET

ASBA ry. 2009. *Asbestitietoa* [verkkodokumentti]. Asbestialtistuneiden liitto ry [viitattu 22.11.2009]. Saatavilla

<http://www.asbesti.net/asbesti.html>

Environics Oy. 2005. *ChemPro100. Handheld Chemical Detector*. Environics Oy. Esite.

Giannasi, Fernanda & Pena, Paulo Gilvane Lopes. 2003. *Asbestos in Brazil* [verkkodokumentti]. European Conference 2003 [viitattu 14.11.2009]. Saatavilla

<http://www.abrea.org.br/enpenadresden.pdf>

GTK. 2009. *Asbestikaivokset* [verkkodokumentti]. Geologian tutkimuskeskus [viitattu 30.7.2009]. Saatavilla

<http://www.gtk.fi/aineistot/kaivosteollisuus/Asbestikaivokset.htm>

Hengityслиitto Heli ry. 2009. *Asbestisairaudet* [verkkodokumentti]. Hengityслиitto Heli ry [viitattu 2.6.2009]. Saatavilla

<http://www.hengityслиitto.fi/Hengityssairaudet/Asbestisairaudet/>

Hengityслиitto Heli ry. 2007. *Vaarallinen asbesti. Hengityслиitto Heli ry:n opas* [verkkodokumentti]. Hengityслиitto Heli ry [viitattu 12.5.2009]. Saatavilla

[http://www.hengityслиitto.fi/content/Julkaisut\\_materiaalit/Oppaat\\_aineistot/Muut\\_opaat\\_ja\\_materiaalit/Vaarallinen\\_asbesti.pdf](http://www.hengityслиitto.fi/content/Julkaisut_materiaalit/Oppaat_aineistot/Muut_opaat_ja_materiaalit/Vaarallinen_asbesti.pdf)

HSE. 2009b. *What is Asbestos?* [verkkodokumentti]. Health and Safety Executive [viitattu 22.11.2009]. Saatavilla

<http://www.hse.gov.uk/asbestos/hiddenkiller/what-is-asbestos.htm>

HSE. 2009a. *Asbestos image gallery* [verkkodokumentti]. Health and Safety Executive [viitattu 22.11.2009]. Saatavilla

<http://www.hse.gov.uk/asbestos/gallery.htm>

HSE. 2009c. *Why is asbestos dangerous?* [verkkodokumentti]. Health and Safety Executive [viitattu 22.11.2009]. Saatavilla

<http://www.hse.gov.uk/asbestos/dangerous.htm>

ILO. 2006. *Asbestos: the iron grip of latency* [verkkodokumentti]. International Labour Organization [viitattu 7.6.2009]. Saatavilla

[http://www.ilo.org/global/About\\_the\\_ILO/Media\\_and\\_public\\_information/Press\\_releases/lang—en/WCMS\\_076282/index.htm](http://www.ilo.org/global/About_the_ILO/Media_and_public_information/Press_releases/lang—en/WCMS_076282/index.htm)

Kesonen, Jussi. 2008. *Asbrak Oy* [verkkodokumentti]. Savon Sanomat [viitattu 5.8.2009]. Saatavilla

<http://www.savonsanomat.fi/uutiset/talous/purkajan—j%C3%A4ljilt%C3%A4—puhtaille—pinnoille/91164>

Minnesota Department of Health. 2009. *Asbestos* [verkkodokumentti]. Minnesota Department of Health [viitattu 23.7.2009]. Saatavilla

<http://www.health.state.mn.us/divs/eh/asbestos/>

Ojala, Ulla. 2007. *Asbestisairaudet lisääntyvät yhä* [verkkodokumentti].

Hengityслиitto Heli ry. Hyvä hengitys 2/07 [viitattu 15.7.2009]. Saatavilla

<http://www.heli.fi/Julkaisut/HyvaHengitys/22007/Asbestisairaudetlisaantyyvatya/>

OSHA. 2004. *Asbesti rakennuksissa* [verkkodokumentti]. Euroopan työturvallisuus ja työterveysvirasto [viitattu 22.11.2009]. Saatavilla

<http://osha.europa.eu/fi/publications/factsheets/51>

Pajunen, Tarja. 2009. *Asbesti-ilta. Tiivistelmä* [verkkodokumentti]. Hengityслиitto Heli ry [viitattu 18.6.2009]. Saatavilla

[http://www.hengityслиitto.fi/content/Liitteet/Koulutusmateriaalit/Asbesti\\_ilta\\_22\\_1\\_2009\\_tivistelma.pdf](http://www.hengityслиitto.fi/content/Liitteet/Koulutusmateriaalit/Asbesti_ilta_22_1_2009_tivistelma.pdf)

Riala, Riitta. 1991. *Altisteet työssä. 5. Asbesti*. Työterveyslaitos. Työsuojelurahasto. Helsinki. 43 s. ISBN 951–801–852–9

Rissa, Kari. 1996. *Asbestikuolemat kuohuttavat Ranskassa. Ympäristöuutiset. Juttuarkisto* [verkkodokumentti]. YLE [viitattu 22.11.2009]. Saatavilla <http://yle.fi/ympuut/la961027.htm>

Saalo, Anja & Länsimäki, Eila & Heikkilä, Maija & Kauppinen, Timo. 2008. *ASA 2006. Syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille ammatissaan altistuneiksi ilmoitetut Suomessa*. Työterveyslaitos. Helsinki. 90 s. ISBN 978-951-802-842-3

Saalo, Anja & Vuorela, Raija & Soosaar, Annely & Kauppinen, Timo. 2004. *ASA 2002. Syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille ammatissaan altistuneiksi ilmoitetut Suomessa*. Työterveyslaitos. Helsinki. 92 s. ISBN 951-802-578-9

Sauni, Riitta & Oksa, Panu. 2006. *Millaista seuranta asbestille altistuneet tarvitsevat? Työterveiset 2006-03* [verkkodokumentti]. Työterveyslaitos [viitattu 22.11.2009]. Saatavilla <http://www.ttl.fi/Internet/Suomi/Tiedonvalitys/Verkkolehdet/Tyoterveiset/2006-03/4.htm>

Sosiaali- ja terveysministeriö. 2008. *Asumisterveysopas. 2. korjattu painos. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen (STM:n oppaita 2003:1) soveltamisopas*. Vammala. 200 s. ISBN 978-952-9637-35-5.

Suomen asbestiteknikka Oy. 2009. *Asbesti* [verkkodokumentti]. Suomen asbestiteknikka Oy [viitattu 22.11.2009]. Saatavilla <http://www.toimisait.com/suomen-asbestiteknikka-oy/userData/asbesti.pdf>

Tapaturmavakuutuslaitosten liitto. 2009. *Työtapatuemat ja ammattitaudit* [verkkodokumentti]. [viitattu 3.1.2010]. Saatavilla [http://www.tvl.fi/www/page/tvl\\_www\\_6318](http://www.tvl.fi/www/page/tvl_www_6318)

Tekniikka & Talous. 2007. *Asbesti tappaa Virossa* [verkkodokumentti]. Tekniikka & Talous [viitattu 27.8.2009]. Saatavilla

<http://www.tekniikkatalous.fi/rakennus/article36931.ece> (Tekniikka & Talous Viro)

Työsuojeluhallitus. 1990. *Työsuojeluhallituksen päätös hyväksyttävistä asbestipurkutyössä käytettävistä menetelmistä ja laitteista 231/1990*

[verkkodokumentti]. Finlex – valtion säädöstietopankki [viitattu 5.6.2009].

Saatavilla <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1990/19900231>

Työsuojeluhallitus. 1989. *Työsuojeluhallituksen päätös asbestityötä tekevien lääkärintarkastuksista 205/1989* [verkkodokumentti]. Finlex – valtion

säädöstietopankki [viitattu 5.6.2009]. Saatavilla

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1989/19890205>

Työterveyslaitos. 1992. *Työhygieniä. Työolot ja niiden parantaminen*. Helsinki. 430 s. ISBN 951–801–940–1

Työterveyslaitos. 2006. *Asbesti on kuolemanvakava asia! Ehkäise altistuminen!* [verkkodokumentti]. Työterveyslaitos. Tiedote 25/2006 [viitattu 5.9.2009].

Saatavilla

[http://www.ttl.fi/Internet/Suomi/Tiedonvalitys/Tiedotteet/Arkisto/2006/tiedote\\_25\\_06.htm](http://www.ttl.fi/Internet/Suomi/Tiedonvalitys/Tiedotteet/Arkisto/2006/tiedote_25_06.htm)

Uibu, Toomas. 2009. *Retroperitoneal Fibrosis. A new asbestos-related disease*.

Väitöskirja. Tampereen yliopisto. 116 s. ISBN 978–951–44–7703–4



Vainio, Harri & Liesivuori, Jyrki & Lehtola, Marika & Louekari, Kimmo & Engström, Kerstin & Kauppinen, Timo & Kurppa, Kari & Riipinen, Hannu & Savolainen, Kai & Tossavainen, Antti. 2005. *Kemikaalit ja työ. Selvitys työympäristön kemikaaliriskeistä*. Työterveyslaitos. 320 s. ISBN 951-802-636-X

Valtioneuvosto. 1992. *Valtioneuvoston päätös asbestin ja asbestipitoisen tuotteen valmistuksen, maahantuonnin, myymisen ja käyttöön ottamisen kieltämisestä 852/1992* [verkkodokumentti]. Finlex – valtion säädöstietopankki [viitattu 22.11.2009]. Saatavilla <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1992/19920852>

Valtioneuvosto. 1994. *Valtioneuvoston päätös asbestityöstä 1380/1994* [verkkodokumentti]. Finlex – valtion säädöstietopankki [viitattu 5.6.2009]. Saatavilla <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1994/19941380?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=1380%2F1994>

Valtioneuvosto. 2006. *Valtioneuvoston asetus asbestityöstä annetun valtioneuvoston päätöksen muuttamisesta 318/2006* [verkkodokumentti]. Finlex – valtion säädöstietopankki [viitattu 5.6.2009]. Saatavilla <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060318?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=1380%2F1994>

Valvira. 2009. Asbesti [verkkodokumentti]. Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto [viitattu 12.5.2009]. Saatavilla [http://www.valvira.fi/ohjaus\\_ ja\\_valvonta/terveydensuojelu/asumisterveys/hiukkaset\\_ ja\\_kuidut/asbesti](http://www.valvira.fi/ohjaus_ ja_valvonta/terveydensuojelu/asumisterveys/hiukkaset_ ja_kuidut/asbesti)

Viidanoja, Jyrki & Kotiaho, Tapio. 2005. Mikä ihmeen ioniliikkuvuuspektrometria? [verkkodokumentti]. [viitattu 18.6.2009]. Saatavilla <http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/liitteet/ioniliikkuvuus.pdf>

Ylö-Asbest Oy. 2009. *Mitä on asbesti* [verkkodokumentti]. Ylö-Asbest Oy [viitattu 15.7.2009]. Saatavilla

<http://www.yloasbest.com/pages/ASBESTI/2340>

Ympäristöministeriö. 2007. *Asbesti* [verkkodokumentti]. Valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu [viitattu 12.5.2009]. Saatavilla

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=4128&1an=fi>

Öster, Harriet. 2001. *Environicsin nenä nuuskii niin myrkkyjä kuin juurikkaita* [verkkodokumentti]. Tekniikka&Talous. [viitattu 3.1.2010]. Saatavilla

<http://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/article24567.ece>

## LIITTEET

- LIITE I Asbestipurkutyösuunnitelma
- LIITE II Mittauspöytäkirja: näytteenoton aloitusajat
- LIITE III IMS-projektiolaskentataulukko
- LIITE IV Projektit näytteiden kesken (LVQ Windows)

## Asbestipurkutyösuunnitelma

ASBESTIPURKUTYÖSUUNNITELMA			
<b>Työn suorittaja</b>		<b>Saneerauskohte</b>	
Yrityksen nimi		Työkohte	
Katuosoite		Katuosoite	
Postinumero ja -toimipaikka		Postinumero ja -toimipaikka	
Vastaava työnjohtaja		Sijaintikunta	
Puhelinnumero		Puhelinnumero	
<b>Lakisääteinen asbestikartoitus (Vnp 1380/1994 18 §)</b>			
Kartoitus tehty	Kartoituksen tekijä		
Kartoitusasiakirjojen haltija			
<b>Lakisääteiset seurantamittaukset (Vnp 1380/1994 9 § ja 20 § 6 mom.)</b>			
Viimeinen mittaus tehty	Mittausten kokonaismäärä	Mittausten aloituspäivä	
Mittauskohte (tarkka osoite)			
Mittauksen suorittaja			
<b>Asbestityövaltuutus</b>			
Valtuutus myönnetty	Voimassa toistaiseksi	Päättyminenpäivä	
	<input type="checkbox"/>		
Valtuutuksen myöntäjä			
<b>Työn tilaaja/päätoteuttaja</b>			
Työn tilaaja/yhd yshenkilö		Puhelinnumero	
Mahdollinen päätoimittaja/yhd yshenkilö		Puhelinnumero	
<b>Asbestipurkutyön ajankohta/laajuus</b>			
Työn alkamispäivä	Työn päättymispäivä		
Asbestin sijainti, määrä ja laatu			

<b>Asbestipitoisen jätteen käsittely</b>								
Jätteen poiskuljetus								
Jätteen lopullinen sijoitus								
<b>Loppukatselmus</b>								
Työnjärkein puhdistustaso todetaan		jälkimitoituksella	<input type="checkbox"/>	visuaalisella katselmuksella	<input type="checkbox"/>			
Katselmukseen osallistuvat								
<b>Työsuunnitelman kuvaus</b>								
Pirros/selitys kohteesta. Selityksestä ilmettävä ainakin kohteen pohjapiirros, osastoin tten rajat, sulku tuntu n elien sijoituksat, korvausilman järjestäminen, suodatetun ilman johtaminen, alipaineistuslaitteiden ja imukaluston sijoitukset, työn tekijän suojaukseen ja puhdistamiseen käytettävät laitteet. Tarvittaessa käytettävä liitettä.								
<b>Osastojen tilavuudet/laitteiden tehot</b>								
Osastojen alueiden tilavuudet	O1	<input type="text"/> m <sup>3</sup>	O2	<input type="text"/> m <sup>3</sup>	O3	<input type="text"/> m <sup>3</sup>	O4	<input type="text"/> m <sup>3</sup>
Käytettävien alipaineistuslaitteiden ilmamäärät	A1	<input type="text"/> m <sup>3</sup> /h	A2	<input type="text"/> m <sup>3</sup> /h	A3	<input type="text"/> m <sup>3</sup> /h	A4	<input type="text"/> m <sup>3</sup> /h
Käytettävien imulaitteiden ilmamäärät	J1	<input type="text"/> m <sup>3</sup> /h	J2	<input type="text"/> m <sup>3</sup> /h	J3	<input type="text"/> m <sup>3</sup> /h	J4	<input type="text"/> m <sup>3</sup> /h
<b>Purkutyöntekijät (Etunimi Sukunimi)</b>								
<b>Suunnitelman laatijan allekirjoitus</b>								
Paikka ja aika			Allekirjoitus					



## IMS-projektio laskentataulukko

	Projektit luokkien kesken													
	Kontrollinäyte	Fixmassa	Putkieriste	Lujalevy	Antofylliitti	Magnesiummassa	Asbestipahviputkieriste	Finlexlaatta	Minerittilevy	Joustovinyylimatto	Asbestipahvi	Krokidoliitti	Eristevilla 1	Eristevilla 2
Kontrollinäyte	1,000													
Fixmassa	<b>0,696</b>	1,000												
Putkieriste	<b>0,946</b>	<b>0,686</b>	1,000											
Lujalevy	0,997	<b>0,688</b>	<b>0,923</b>	1,000										
Antofylliitti	<b>0,946</b>	<b>0,638</b>	0,994	<b>0,923</b>	1,000									
Magnesiummassa	0,987	<b>0,654</b>	0,978	0,978	0,982	1,000								
Asbestipahviputkieriste	0,977	<b>0,656</b>	0,988	<b>0,962</b>	0,993	0,996	1,000							
Finlexlaatta	0,992	<b>0,661</b>	0,972	0,983	0,977	0,998	0,995	1,000						
Minerittilevy	0,973	<b>0,687</b>	0,986	<b>0,952</b>	0,989	0,987	0,996	0,990	1,000					
Joustovinyylimatto	0,981	<b>0,677</b>	0,978	<b>0,964</b>	0,984	0,989	0,995	0,994	0,999	1,000				
Asbestipahvi	<b>0,965</b>	<b>0,687</b>	<b>0,833</b>	0,975	<b>0,828</b>	<b>0,913</b>	<b>0,889</b>	<b>0,927</b>	<b>0,887</b>	<b>0,905</b>	1,000			
Krokidoliitti	<b>0,941</b>	<b>0,629</b>	<b>0,785</b>	<b>0,960</b>	<b>0,783</b>	<b>0,885</b>	<b>0,851</b>	<b>0,898</b>	<b>0,841</b>	<b>0,863</b>	0,992	1,000		
Eristevilla 1	0,982	<b>0,707</b>	0,980	<b>0,964</b>	0,979	0,987	0,992	0,990	0,997	0,996	<b>0,911</b>	<b>0,867</b>	1,000	
Eristevilla 2	<b>0,903</b>	<b>0,648</b>	0,978	<b>0,872</b>	0,984	<b>0,945</b>	<b>0,967</b>	<b>0,939</b>	<b>0,970</b>	<b>0,958</b>	<b>0,767</b>	<b>0,710</b>	<b>0,959</b>	1,000

LIITE IV

Projektiot näytteiden kesken (LVQ Windows)

	Antofylliitti	Asbestipahvi	Asbestipahvi	Asbestipahvi	Finlexlaatta	Fixmassa	Eristevilla 1	Joustovinyylili	Krokidoliitti	Lujalevy	Magnesiumm	Minerittilevy	Putkieriste	Eristevilla 2
Antofylliitti	1,00000	0,84183	0,98225	0,94953	0,95291	0,97690	0,98838	0,75128	0,89369	0,97255	0,96992	0,97981	0,98426	
Asbestipahvi	0,84183	1,00000	0,91632	0,95791	0,92285	0,98123	0,96509	0,98024	0,98220	0,95220	0,94421	0,83445	0,80681	
Asbestipahviputkieriste	0,98225	0,91632	1,00000	0,98167	0,96079	0,98826	0,99587	0,83931	0,94661	0,98578	0,99501	0,95587	0,96422	
Finlexlaatta	0,94953	0,95791	0,98167	1,00000	0,95902	0,98579	0,99815	0,90956	0,98806	0,99422	0,99110	0,93626	0,91776	
Fixmassa	0,95291	0,92285	0,96079	0,95902	1,00000	0,97198	0,96880	0,83605	0,98412	0,94584	0,97124	0,96322	0,92525	
Eristevilla 1	0,97690	0,98123	0,98826	0,98579	0,97198	1,00000	0,99039	0,93910	0,99099	0,98414	0,98549	0,96334	0,97554	
Joustovinyylimatto	0,98838	0,96509	0,99587	0,99815	0,96880	0,99039	1,00000	0,92254	0,98969	0,99258	0,99326	0,96014	0,96798	
Krokidoliitti	0,75128	0,98024	0,83931	0,90956	0,83605	0,93910	0,92254	1,00000	0,95827	0,91418	0,87496	0,73672	0,70113	
Lujalevy	0,89369	0,98220	0,94661	0,98806	0,98412	0,99099	0,98969	0,95827	1,00000	0,98982	0,96569	0,89315	0,85763	
Magnesiummassa	0,97255	0,95220	0,98578	0,99422	0,94584	0,98414	0,99258	0,91418	0,98982	1,00000	0,97581	0,97909	0,95539	
Minerittilevy	0,96992	0,94421	0,99501	0,99110	0,97124	0,98549	0,99326	0,87496	0,96569	0,97581	1,00000	0,94603	0,94466	
Putkieriste	0,97981	0,83445	0,95587	0,93626	0,96322	0,96334	0,96014	0,73672	0,89315	0,97909	0,94603	1,00000	0,97353	
Eristevilla 2	0,98426	0,80681	0,96422	0,91776	0,92525	0,97554	0,96798	0,70113	0,85763	0,95539	0,94466	0,97353	1,00000	