

Lasikuidut ja eristysvillat

Ehdotus HTP-arvoiksi

Yksilöinti ja ominaisuudet

Teolliset mineraalikuidut ovat lasimaisia (amorfisia) yksisäikeisiä kuituja joiden koostumus vaihtelee. Niistä käytetään myös nimityksiä teolliset lasimaiset kuidut ja synteettiset lasimaiset kuidut. Ne ovat amorfisia silikaatteja, jotka on valmistettu lasista, kivistä tai mistä tahansa helposti sulatettavasta kuonasta. Toisin kuin asbesti, teolliset mineraalikuidut eivät halkeile pituussuunnassa halkaisijaltaan pienemmiksi säikeiksi.

Katkeilemista poikittaissuunnassa lyhyemmiksi kuiduiksi ja ei-kuitumaiseksi pölyksi sen sijaan tapahtuu.

Koska teollisilla mineraalikuiduilla on asbestia suurempi halkaisija niiden laskeutuminen ilmassa on asbestia nopeampaa, niin kuitupitoisuudet helposti jäävät pienemmiksi kuin asbestilla.

Materiaaleihin lisätään sidosaineita jotta kuidut saadaan sitomaan toisiinsa. Sidosaineiden laatu ja määrä vaihtelee kuitutyypin ja valmistajan mukaan ja riippuu lopputuotteelle asetettavista vaatimuksista. Lasikuiduissa on vaihtelevia määriä piin, alumiinin, boorin, kalsiumin, natriumin ja muiden metallien oksideja. Sitovia aineita, hartseja, voiteluaineita ja pinnoitteita voidaan lisätä lopputuotteiden ominaisuuksien säätämiseksi ja pölymuodostuksen vähentämiseksi. Vuori- ja kuonavillan ollessa kyseessä käytetään voiteluaineina erilaisia öljyjä, kun taas lasivilloille viimeistely tehdään seoksella jossa on voiteluainetta, sidehartsia ja adheesiota edistäviä kationisointiaineita.

Lasikuidut ja eristevillat voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

Jatkuvat lasikuidut, ovat tasapaksuja lankoja, jotka on valmistettu lasista. Keskimääräinen halkaisija vaihtelee välillä 5-25 µm.

Eristevillat (vuorivilla, kivivilla, lasivilla, kuonavilla). Vuori- ja kuonavilla valmistetaan sulatetusta kivistä tai kuonasta, joka on peräisin raudan, teräksen tai kuparin valmistuksesta. Lasivilla valmistetaan joko boorisilikaatti- tai kalsium-alumiinisilikaattilasista. Kuitujen nimellishalkaisijat ovat 3 – 10 µm. Yksittäisten kuitujen läpimitta voi vaihdella laajalti <1 - 20 µm. Kivi, vuori- ja kuonavillassa on piidioksidia 40-50 %, ja loput kalsium-, magnesium- ja alumiinioksidia.

- *Erikoislasikuidut* tehdään yksinomaan lasista ja niiden nimellishalkaisijat ovat 0,1 – 3 µm.

Kuitujen biologinen aktiivisuus riippuu useista tekijöistä, josta tärkeimpiä ovat pituus, halkaisija ja hajoavuus biologisissa nesteissä. Myös kuidun pintakemiallisilla ominaisuuksilla lienee merkitystä, mutta relevanssi on hieman epäselvä vielä nykyisin.

Kuitujen pituus ja halkaisija ovat kriittisiä ominaisuuksia tarkasteltaessa niiden biologisia vaikutuksia. Jos kuitujen halkaisija on yli 3 µm, ne eivät juurikaan pääsen keuhkojen sille alueelle, jossa kaasujenvaihto tapahtuu, ja näin ollen näiden kuitujen aiheuttama pitkäaikaisvaikutusten riski on pieni (Timbrell 1965; Lippmann 1990a). Ylähengitysteiden ja ihon mekaanista ärsytystä aiheutuu kuiduista, joiden halkaisija on yli 5 µm (Milby and Wolf 1969; IPCS 1988).

Kun kuitujen pituus on suurempi kuin 200 – 250 µm, niin ne jäävät ylähengitysteihin. Yli 60 µm pituisia kuituja harvoin löydetään keuhkojen alveolialueelta (Lippmann 1990b).

Nykyisen käsityksen mukaan sellaiset kuidut, joiden pituus on sama tai suurempi kuin keuhkojen makrofaagien halkaisija (≈ 15 µm), ovat selvimmän osallisina biologisissa vaikutuksissa (McConnell 1994; Morgan, Davis et al. 1994). Jos kuidun pituus on pienempi, makrofaagi fagosytoi sen ja poistaa sen joko limahissin kuljetettavaksi kohti nielua tai imunestekanaviin. Pitkät alveolialueelle joutuneet kuidut jäävät sinne ja joutuvat alttiiksi soluvälineesteiden kemiallisille vaikutuksille. Pitkistä kuiduista ne, jotka ovat suhteellisen liukoisia näissä olosuhteissa, poistuvat liukenemattomia nopeammin (Morgan, Davis et al. 1994).

Yleensä ottaen teollisten mineraalikuitujen pysyvyys alveolialueen biologisissa nesteissä on 10 – 1000 kertaa pienempi kuin asbestin. Eri kuitujen liukenemisnopeudet suhtautuvat toisiinsa seuraavasti:

asbesti > keraamiset kuidut > vuorivilla > lasikuidut ja kuonavilla.

Työperäinen altistuminen

Altistumista voi tapahtua kuitujen tuotannossa ja lähinnä rakennusteollisuuden ammattiteissa. Suomessa on lasi- ja vuorivillan tuotannossa 1500 henkilöä viidessä tehtaassa ja eristystöitä mineraalivilloilla tekee noin 10000 yöntekijää. Altistumistaso 1 kuitu/cm³ ylittyy vain erikoistilanteissa, kuten puhallusvillan käytössä. Tehtaissa ja mineraalivillojen asennuksessa ilman kuitupitoisuudet ovat keskimäärin alle 0,1 kuitua/cm³.

Keraamisten turbiinieristeiden purkutyössä kuitupitoisuus voi ylittää 10 kuitua cm/m³ (Hyvönen, Riala et al. 1999; Tossavainen 2005).

Toimistotyypisissä rakennuksissa voi esiintyä mineraalikuituja, jotka ovat peräisin n risteistä. Näissä tilanteissa ilman kuitupitoisuudet ovat yleensä alle 100 kuitua/m³, mutta pinnoille kerääntyneessä pölyssä karkeita kuituja voi olla runsaasti (Tuomainen, Björkroth et al. 2003).

Jatkuvat lasikuidut

Jatkuvat lasikuidut (mukaan lukien tekstiilisiäikeet) valmistetaan vetämällä sulaa lasia pienten reikien läpi.

Näitä kuituja käytetään lujitemuoveissa ja rakennustarvikkeissa sekä teollisuuskankaissa.

Työhygieenisissä mittauksissa on todettu ettei jatkuvat kuidut ole alveolijakeessa akustiikkalevyistä tai ilmanvaihrolaitteiden lämpö-, palo- ja äänieristeistä syntyvässä pölyssä (Davies and Cherrie 1992). Työstettäessä voi kuitenkin syntyä alveolijakeeseen kuuluvia hiukkasia (Antonsson and Runmark 1987).

Lasivilla

Lasivilla tuotetaan puhaltamalla tai kehräämällä sulaa lasia pienten reikien läpi kuiduiksi. Eristevilloja käytetään rakennusten lämpöeristyksessä, putkien ja kanavien ympärillä, laitteistoissa sekä akustisiin tarkoituksiin.

Työpaikalla on keskipitoisuuksiksi optisella faasikontrastimikroskoopilla määritetty mm. 0,03 kuitua/cm³.

Useimmat näytteet olivat 0,1 kuitua/cm³ (Esmen, Corn et al. 1979; Cherrie, Dodgson et al. 1986).

Asuntojen erityistyössä eräässä selvityksessä mitattiin alveolijakeen keskipitoisuudeksi 0,9 kuitua/cm³.

Samanlaisessa työssä on mitattu pitoisuuksia 1 - 18 kuitua/cm³, jolloin isoimmat pitoisuudet esiintyivät sitomatonta, irtovillaa asennettaessa. Toisessa tutkimuksessa putkia eristettäessä saatiin työnaikaisiksi pitoisuuksiksi 0,001 - 0,07 kuitua (alveolijae)/cm³ (Jacob, Hadley et al. 1993).

8 tunnin aikapainotettujen arvojen odotettiin olevan paljon pienempiä työn luonteesta johtuen (Lees, Breyse et al. 1993).

Lasikuilueristeiden poistossa on ilmoitettu geometriseksi keskiarvoksi 0,03 kuitua/cm³ (Lees, Breyse et al. 1993).

Vuori- ja kuonavilla

Vuorivillaa tuotetaan tyypillisesti sulasta vulkaanisesta kiviaineksesta, jossa on paljon kalsiumia ja magnesiumia. Kuidut tuotetaan linkoamalla, vetämällä tai puhaltamalla. Kuonavillaa tuotetaan metallisulattamoiden sivutuotteista. Kuona on pääasissa kalsiumalumiinilisikaattia jossa on vaihtelevia pitoisuuksia rautaa ja magnesiumia. Pitoisuudet tuotantolaitoksissa ovat olleet 0,02 - 0,3 kuitua/cm³ (Vu 1988).

Toisessa selvityksessä saatiin geometriseksi keskiarvoiksi 0,03 - 0,08 (Yeung, Rogers et al. 1994).

Sideaineita sisältävien vuorivillatuotteiden asennuksessa on alveolijakeen geometriseksi keskiarvoksi ilmoitettu

0,02 kuitua/cm³ (Hallin 1981; Yeung, Rogers et al. 1994). Asennustyössä altistumistasot olivat yleensä alle 1 kuitu/cm³ paitsi käytettäessä irtomateriaalia tai ruiskutusta (Perrault, Dion et al. 1992; Lees, Breyse et al. 1993).

Terveysvaikutukset

Ihmisiä koskevat tiedot

Ärsytysvaikutukset

Eristevillakuidut aiheuttavat mekaanisesti kutinaa iholla. Vaikutus on ohimenevä, ja ajanmittaan altistuvien iho saattaa tottua altistukseen. Yli 5 µm halkaisijaltaan olevat kuidut ovat ärsyttävimpiä (Heisel and Hunt 1968; Fisher and Warkentin 1969; Possick, Gellin et al. 1970; Fisher 1982). Kuiduille altistuminen voi aiheuttaa myös nenän ja ylähengitysteiden ärsytystä. Ohimenevää silmien ärsytystä on myös raportoitu (Stokholm, Norn et al. 1982; Saladin 2000).

Lasivilla

Lasivilla ärsyttää ihoa, nenää, ylempiä hengitysteitä ja silmiä. Nenän ja ylähengitysteiden ärsytystä on havaittu kuitupitoisuuksien ylittäessä 1 kuitua/cm³ (ACGIH 2001).

Epidemiologiset selvitykset

Lasivillan koskevia epidemiologisia selvityksiä on monia ja useiden kohdalla niiden tilastollinen painoarvo on merkittävä. Tuloksista on tehty useita viimeaikaisia yhteenvetoja (esim. (ACGIH 2001; Hesterberg and Hart 2001) (DECOS 1995; Lee, Hennekens et al. 1995; OSH 2001; IARC 2002). Yleinen johtopäätös on ollut tulosten osoittavan ettei lasivilla-altistuminen ole havaittu aiheuttavan hengitystiesyöpien lisääntynyttä ilmaantuvuutta.

Vuori- ja kuonavilla

Epidemiologiset selvitykset

Marsh ym. (Marsh, Enterline et al. 1990) tekivät kohorttitutkimuksen jossa oli 1846 vuori- tai kuonavillan tuotannossa olevaa työntekijää. Altistuneilla havaittiin tilastollisesti merkittävästi lisääntynyt kuolleisuus pahanlaatuisiin kasvaimiin yleensä ja keuhkosityöpään. Lisääntynyttä riskiä ei havaittu lasikuidun ja -villan tekijöissä.

Vuori/kuonanvillan tuotantoon liittyvässä tapaus-verrokkitutkimuksessa (Enterline, Marsh et al. 1987) ei havaittu keuhkosityöpäkuolleisuuden kohoamista (tupakonnin vaikutus tuloksiin otettiin huomioon).

Toisessa tapaus-verrokkiselvityksessä (Wong, Foliart et al. 1991) ei keuhkosityöpäriskin kohoamista altistuneissa kuonavillan tuottajissa havaittu.

Suurehkoissa eurooppalaisessa vuori- ja kuonavilla-altistuneita koskevassa tutkimuksessa (Simonato, Fletcher et al. 1987) ja sen seurantaselvityksissä (Boffetta, Saracci et al. 1992; Boffetta, Saracci et al. 1997; Boffetta, Andersen et al. 1999) havaittiin kohonnut keuhkosityöpäriski käytettäessä kansallisia vertailulukuja. Riskin havaittiin lisääntyvän ajan kuluessa ensimmäisestä altistumisesta lähtien. Suurin vakioitu kuolleisuussuhde (SMR) oli työntekijöillä, joilla oli mennyt pisin aika ensimmäisen työsuhteen alusta ja niillä joiden altistuminen oli tapahtunut silloin kun aiemmat altistumistasot todennäköisesti olivat nykyistä selvästi korkeammat. Kun tapaus-verrokkiselvityksessä oli tarkempaan informaatiota altistumisista ja tupakonnin vaikutus tuloksiin otettiin huomioon samoin kuin muita sekoittavia työhön liittyviä tekijöitä, niin lisääntynyttä

keuhkosyöpäriskiä suhteessa kuitualtistumisen voimakkuuteen ei havaittu.

Eläinkokeiden havainnot

Erikoislasikuidut

Erikoislasikuitujen vaikutuksista on hyvin vähän tietoa.

Eräässä inhalaatiokokeessa havaittiin mesoteliooman lisääntyvä ilmeneminen eläimissä kuuden kuukauden altistuksen jälkeen (ACGIH 2001). Alkuperäinen raportti ei ole ollut käytettävissä.

Jatkuvat lasikuidut, eristevillat erityislasikuidut

Jatkuvien lasikuitujen intrapleuraalinen ja -peritoneaalinen annostus ei ole osoittanut mesotelioomariskin lisääntyneen. Eläinkokeet ovat osoittaneet erityyppisten eristevillojen voivan aiheuttaa fibroosia, keuhkosyöpää ja mesotelioomaa henkitorveen, pleuraan tai peritoneaalitilaan annosteltuina. Positiivisen injektionäytön käyttö työperäisen syöpäriskin arvioinnissa on kuitenkin yleisesti katsottu kyseenaliseksi.

Koe-eläinten inhalaatioaltistukset eri tyyppisille eristevilloille eivät ole lisänneet fibroosin tai muiden ei-pahanlaatuisten vaikutusten esiintymistä lukuun ottamatta yhtä eläinkoetta, jossa rottia altistettiin hyvin suurille vuorivillapitoisuuksille (145 ja 247 kuitua/cm³).

Lasi, vuori- tai kuonavillalla tehdyt, hyvin suunnitellut eläinkokeet ovat jättäneet osoittamatta keuhkokasvainten tai mesoteliooman esiintymisen lisääntymisen.

Eurooppalaiset epidemiologiset selvitykset ovat antaneet viitteitä hengityselimistön syöpien lisääntymisestä vuori- ja kuonavillatuotannossa ennen vuotta 1950. Altistumistietojen puuttuessa selkeitä altistumis-vaikutussuhteita ei ole voitu arvioida. Sekoittavina tekijöinä ovat voineet olla muut altisteet (kuten arseeni) ja tupakointitavat, joita ei tunneta.

Keuhkofibroosin, pleurasairauden, eikä muiden hengitysteiden ei-malignanttien sairauksien lisääntyneestä riskistä ei ole epidemiologista todistetta altistuttaessa joko jatkuville lasikuiduille ja erityyppisille eristevilloille.

Erään erikoislasivillatyypin (MMVF33) on eläinkokeessa todettu aiheuttaneen mesoteliooman esiintymisen lisääntymistä 6 kuukauden jälkeen. Ihmistä koskevia tutkimuksia näistä materiaaleista ei ole.

Karsinogeenisuus

Hengitettyjen kuitujen terveysvaikutukset riippuvat etupäässä kuitujen dimensioista, kemiallisesta koostumuksesta ja pysyvyydestä biologisessa ympäristössä.

Lasivilla, erikoislasikuidut sekä vuori- ja kuonavilla ovat aiheuttaneet syöpää epätavallisten annostusreittien (esim. intrapleuraalinen ja -peritoneaalinen ja mahdollisesti myös intratrakeaalinen injektio) kautta koe-eläimissä. Altistumisreittejä ei pidetä relevantteina työympäristössä. Inhalaatio kokeet koe-eläimillä eivät ole merkittävästi lisänneet kasvainten esiintymistä. Käytettävissä olevat epidemiologiset selvitykset eivät vahvista eivätkä tue syöpäriskin lisääntynyttä esiintymistä ihmisessä.

Ehdotus HTP-arvoiksi

Teollisille mineraalikuiduille altistuminen etenkin jos kuitujen pituus on yli 5 µm ja kun mukana on runsaasti ei-kuitumaisia hiukkasia voi johtaa ihon ohimenevään mekaaniseen ärsyyntymiseen. Ilmassa olevat kuidut joiden pitoisuus on yli 1 kuitu/cm³ voivat aiheuttaa ylähengitysteiden ohimenevää mekaanista ärsytystä varsinkin jos ilmassa on myös paljon ei-kuitumaisia hiukkasia. Vaikutukset aiheuttavat vain harvoin pitkäaikaista haittaa.

Jatkuville lasikuiduille ehdotetaan HTP-arvoksi (8 h) 1 kuitu/cm³ (*alveolijae*), koska sen ylittäviin pitoisuuksiin liittyy hengitysteiden ja ihon ärsyntyminen. Tällaisen HTP-arvon oletetaan minimoivan työntekijöiden kokeman ihon ja limakalvojen mekaanisen ärsytyksen. Tällaista alveolijakeeseen kuuluvaa pölyä esiintyy harvoin.

Alveolijaetta suuremmille, *hengittyville* jatkuvan lasikuidun hiukkasille ehdotetaan HTP-arvoksi 5 mg/m³ (8 h), Tämän pitoisuuden oletetaan minimoivan työntekijöiden kokeman ihon ja limakalvojen mekaanisen ärsytyksen.

Lasi-, vuori- ja kuonavillakuiduille ehdotetaan HTP-arvoksi (8 h) 1 kuitu/cm³. HTP-ehdotus on tarkoitettu iho- ja limakalvoärsytyksen minimoimiseksi.

Erikoislasikuitujen vaikutuksista on hyvin vähän tietoa. HTP-arvoksi (8 h) ehdotetaan yhdenmukaisesti edellä olevien kanssa pitoisuutta 1 kuitu/cm³, minkä oletetaan minimoivan iho- ja limakalvoärsytyksen.

Taulukko 1. Eri asettajien ilman epäpuhtauksien raja-arvojen vertailu teollisille mineraalikuiduille (vuoden 2000 tilanne)

Asettaja	kuitua/cm ³	mg/m ³	Kommentti
Suomi		10	epäorgaaninen pöly; hengittyvä jae
Tanska	1		
Norja	1		
Ruotsi	1		
Saksa		6	liukoiset
	0,25		liukenemattomat
Hollanti	1		
Englanti	2	5	
Italia	< 1	5	5 mg/m ³ kokonaispölylle, jos kuidun halkaisija < 3 µm

Australia	0,5	2	0,5 kuitua/cm ³ kaikki teolliset mineraalikulut; 2 mg/m ³ kuitumaisille pölyille yleensä
Itävalta	0,5		alveolijae
Ranska	1		eristevillat
Japani		2,9	minkä tahansa pölyn alveolijae
Sveitsi	0,5		
ACGIH	1	5	jatkuvat lasikulut
	1		lasi-, vuori- ja kuonavilla sekä erikoislasikulut
USA	1		eristevillat, OSHA:n ja kuituteollisuuden yhteissuositus
EU			
Ehdotus	1		lasi-, vuori- ja kuonavilla, lasikulut
	1	5	jatkuvat lasikulut

EU-luokitus

Mineraalivillat R: 40-38 Luokitus: Carc Cat3; R40; Xi; R38;
S(2-)36/37

Kirjallisuus

- ACGIH (2001). Synthetic vitreous fibers. Documentations of the Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Cincinnati, American Conference of Governmental Industrial Hygienists,.
- Antonsson, A. and S. Runmark (1987). "Airborne fibrous glass and dust originating from worked reinforced plastics." Am. Ind. Hyg. Assoc. J. **48**: 684-687.
- Boffetta, P., A. Andersen, et al. (1999). "Cancer incidence among European man-made vitreous fiber production workers." Scand J Work Environ Health **25**(3): 222-6.
- Boffetta, P., R. Saracci, et al. (1997). "Cancer mortality among man-made vitreous fiber production workers." Epidemiology **8**(3): 259-68.
- Boffetta, P., R. Saracci, et al. (1992). "Lung cancer mortality among workers in the European production of man-made mineral fibers--a Poisson regression analysis." Scand J Work Environ Health **18**(5): 279-86.
- Cherrie, J., J. Dodgson, et al. (1986). "Environmental surveys in the European man-made mineral fiber production industry." Scand. J. Work Environ. Health **12** (Suppl. 1),: 18-25.
- Davies, L. and J. W. Cherrie (1992). "Airborne Fibre Concentrations in a Glass Continuous Filament Factory." Ann. Occup. Hyg **36**: 609-627.
- DECOS (1995). Man Made Mineral Fibers. The Hague, Health Council of the Netherlands: Dutch Expert Committee on Occupational Standards.
- Enterline, P. E., G. M. Marsh, et al. (1987). "Mortality update of a cohort of U.S. man-made mineral fibre workers." Ann Occup Hyg **31**(4B): 625-56.
- Esmen, N. A., M. Corn, et al. (1979). "Summary of measurements of employee exposure to airborne dust and fiber in sixteen facilities producing man-made mineral fibers." Am. Ind. Hyg. Assoc. J. **40**: 108-11.
- Fisher, A. A. (1982). "Fiberglass vs mineral wool (rockwool) dermatitis." Cutis **29**(5): 412-422.
- Fisher, B. K. and J. D. Warkentin (1969). "Fiber glass dermatitis." Arch Dermatol **99**(6): 717-9.
- Hallin, N. (1981). Mineral Wool Dust in Construction Sites. Sweden, Bygghälsan.
- Heisel, E. B. and F. E. Hunt (1968). "Further studies in cutaneous reactions to glass fibers." Arch Environ Health **17**(5): 705-11.
- Hesterberg, T. W. and G. A. Hart (2001). "Synthetic vitreous fibers: a review of toxicology research and its impact on hazard classification." Crit Rev Toxicol **31**(1): 1-53.
- Hyvönen, M., R. Riala, et al. (1999). Keraamisten turbiinieristeiden pölyt ja työtavat. H. Energia.
- IARC (2002). Man-made vitreous fibres. Lyon, International Agency for Research on Cancer.
- IPCS (1988). Man-made mineral fibres. Geneva, International Programme on Chemical Safety, World Health Organization.
- Jacob, T. R., J. G. Hadley, et al. (1993). "Airborne Glass Fiber Concentrations During Manufacturing Operations Involving Glass Wool Insulation." Am. Ind. Hyg. Assoc. J. **56**: 320-326.
- Lee, I. M., C. H. Hennekens, et al. (1995). "Man-made vitreous fibers and risk of respiratory system cancer: a review of the epidemiologic evidence." J Occup Environ Med **37**(6): 725-38.
- Lees, P. S. J., P. N. Breyse, et al. (1993). "End-User Exposures to Man-Made Vitreous Fibers: I. Installation of Residential Insulation Products." Appl. Occup. Environ. Hyg **8**(1022-1030).
- Lippmann, M. (1990a). "Effects of fiber characteristics on lung deposition, retention, and disease." Environ Health Perspect **88**: 311-7.
- Lippmann, M. (1990b). "Man-made mineral fibers (MMMF): human exposures and health risk assessment." Toxicol Ind Health **6**(2): 225-46.
- Marsh, G. M., P. E. Enterline, et al. (1990). "Mortality among a cohort of US man-made mineral fiber workers: 1985 follow-up." J Occup Med **32**(7): 594-604.
- McConnell, E. E. (1994). "Synthetic vitreous fibers--inhalation studies." Regul Toxicol Pharmacol **20**(3 Pt 2): S22-34.
- Milby, T. H. and C. R. Wolf (1969). "Respiratory tract irritation from fibrous glass inhalation." J Occup Med **11**(8): 409-10.
- Morgan, A., J. A. Davis, et al. (1994). "Effect of chemical composition on the solubility of glass fibres *in vivo* and *in vitro*." Ann Occup Hyg **38** (Suppl. 1): S22-S34.
- OSH (2001). Update on synthetic glass wool. Wellington, Occupational Safety and Health Service, Department of Labour: 19.
- Perrault, G., C. Dion, et al. (1992). "Sampling and Analysis of Mineral Fibers on Construction Sites." Appl. Occup. Environ. Hyg **7**: 323-326.

- Possick, P. A., G. A. Gellin, et al. (1970). "Fibrous glass dermatitis." *Am Ind Hyg Assoc J* **31**(1): 12-5.
- Saladin, C. (2000). "Precautionary principle in international law." *Int J Occup Environ Health* **6**(4): 270-80.
- Simonato, L., A. C. Fletcher, et al. (1987). "The International Agency for Research on Cancer historical cohort study of MMMF production workers in seven European countries: extension of the follow-up." *Ann Occup Hyg* **31**(4B): 603-23.
- Stokholm, J., M. Norn, et al. (1982). "Ophthalmologic effects of man-made mineral fibers." *Scand J Work Environ Health* **8**(3): 185-90.
- Timbrell, V. (1965). "Human exposure to asbestos: dust controls and standards. The inhalation of fibrous dusts." *Ann N Y Acad Sci* **132**(1): 255-73.
- Tossavainen, A. (2005). Teolliset mineraalikuidut. *Kemikaalit ja työ. Selvitys työympäristön kemikaaliriskeistä*. Helsinki, Työterveyslaitos.
- Tuomainen, M., M. Björkroth, et al. (2003). Ilmanvaihtojärjestelmän mineraalivillakuitujen terveysvaikutukset, Raportti B76. T. korkeakoulu. Espoo.
- Wong, O., D. Foliart, et al. (1991). "A case-control study of lung cancer in a cohort of workers potentially exposed to slag wool fibres." *Br J Ind Med* **48**(12): 818-24.
- Vu, V. T. (1988). Health Hazard Assessment of Nonasbestos Fibers. Washington, DC, Health and Environmental Review Division, Office of Toxic Substances, U.S. Environmental Protection Agency, .
- Yeung, P., A. Rogers, et al. (1994). Australian Exposure Databank on Synthetic Mineral Fibres (Glasswool and Rockwool) in 1991-1992. Final Report Prepared for Insulation Wools Research Advisory Board. Canberra, Occupational Hygiene and Safety Engineering Unit, Research, Science and Statistics Division, Worksafe Australia.