



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# HAITTA-AINEET JA MIKROBIT

Jyrki Mälkki

Opinnäytetyö  
Lokakuu 2016  
Rakennusalan työnjohdon koulutus



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennusalan työnjohdon koulutus

MÄLKKI, JYRKI:

Haitta-aineet ja mikrobit

Opinnäytetyö Haitta-aineet ja mikrobit 40 sivua.  
Lokakuu 2016

---

Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin rakennuksen eri haitta-aineita ja mikrobeja, sekä niiden vaikutuksia ihmisiin ja ympäristöön, tosin opinnäytetyön pääpaino on kuitenkin ihmisten reaktioissa. Rakennuksen historian aikana on haitta-aineita voinut päätyä rakenteisiin joko rakentamisvaiheessa tai käytön aikana. Samoin myös mikrobivauriot voivat syntyä jo rakentamisvaiheessa tai käytön aikana.

Haitta-aineiden käsittelyssä asbestilla on kaikkein laajin osuus sillä asbesti on yleisin ja eniten oireita ja sairauksia aiheuttava haitta-aine. Tosin nykyisin on alkanut etenevässä määrin olla keskustelua mikrobivauriosta rakennuksissa. Asbestiosiossa on käyty läpi purkutavat ja eri asbestilajit. Tämä on tärkeää, koska eri asbestilaaduilla on hyvin erilaiset riskit aiheuttaa sairauksia niille altistuneissa ihmisissä.

PAH-yhdisteet ovat yleisellä tasolla tiedossa kun puhutaan esimerkiksi ratapölkyistä, mutta esimerkiksi pikisivelyn sisältämistä haitta-aineista on vielä epätietoisuutta. Raskasmetalleja on käsitelty yleisemmällä tasolla, koska yleisesti niistä ollaan vähemmän huolissaan. Tarkoituksena oli lähinnä lisätä tietoisuutta, mitkä rakenteet niitä sisältävät, jotta myös niihin osataan varautua.

Mikrobivaurioiden käsittelyn ongelma on aiheen laajuus. Aihe rajattiin niin, ettei syvennytä eri mikrobilaatujen aiheuttamiin oireisiin. Näin siitä syystä, että mikrobivauriolle on tyypillistä, että lajikkeet muuttuvat ajan kuluessa. Tällöin ihmiset, jotka aiemmin eivät oireilleet, voivatkin alkaa oireilla ja päinvastoin. Lisäksi oireet ovat hyvinkin yksilöllisiä. Yleisesti kumminkin riittää, kun poistetaan vaurion aiheuttaja ja korjataan tai poistetaan vaurioituneet materiaalit. Harvemmin saadaan mitään hyötyä siitä tiedosta, mikä mikrobilaji milloinkin on kyseessä.

---

Asiasanat: haitta-aineet, mikrobit, homeet, sienet, asumisterveys, työturvallisuus, asbesti, kivihiilipiki, pah-yhdisteet, kreusotti, pcb-yhdisteet, raskasmetallit, lyijy, elohopea, arseeni, kadmium, kromi, nikkeli, koboltti, sinkki, vanadiini, öljy-yhdisteet, pop-yhdisteet,

## ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences  
Construction Management Training

MÄLKKI, JYRKI:  
Contaminants and microbes

Bachelor's thesis 40 pages.  
October 2016

---

This thesis discussed the different contaminants and microbes in buildings, as well as their impact on people and the environment, although the main focus of the thesis is in people's reactions. During the history of a building, harmful substances could have ended up in structures either during the construction phase or during the use of the building. Similarly, microbial damage may occur already during the construction phase or during the use of the building.

In handling different contaminants, asbestos has the most extensive part in this thesis since it is the most common contaminant causing symptoms and diseases. However, the discussion of microbial damage in buildings has started to increase. The asbestos section handles the tearing down methods and the different varieties of asbestos. This is important because different asbestos varieties have different kind of risks for causing diseases in people that have been exposed to them.

PAH compounds are generally known when talking about, for example, the sleepers but there is still uncertainty, what kind of contaminants, for instance, a tar brushing contains. Heavy metals are handled at a more general level, because generally they do not cause so much concern. The purpose was mainly to raise awareness of which structures contain them, so that one knows how to also prepare for them.

The problem in handling the microbial damage is the scope of the topic. Subject matter was limited so as not to deepen symptoms caused by various microbial qualities. This was done because it is typical for the microbial damage that the varieties change over time. In this case, people who previously did not have symptoms may however begin to show symptoms, and vice versa. In addition, the symptoms are quite individual. In general, it is sufficient to remove the cause of the damage and fix or remove the damaged materials. There is less often any use in knowing, which type of microbe is in question.

## SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	7
2	ASBESTI.....	8
	2.1. Käytön historia.....	8
	2.2. Käyttö Suomessa.....	8
	2.2.1 Koostumus .....	10
	2.2.2 Asbesti rakennuksissa .....	10
	2.3. Asbestilaadut.....	11
	Krokidoliitti .....	11
	Antofylliitti .....	12
	2.4. Asbestin terveyshaitat .....	17
	2.4.1 Keuhkopussin paksuuntumat eli pleuraplakit .....	17
	2.4.2 Asbestoosi .....	17
	2.4.3 Keuhkopussin ja vatsakalvon syöpä eli mesoteliooma .....	17
	2.4.4 Keuhkosityöpä.....	18
	2.5. Suojautuminen asbestilta .....	18
	2.5.1 Osastointi .....	19
	2.5.2 Purkupussi.....	19
	2.5.3 Kohdepoisto .....	19
	2.5.4 Asbestipitoisen tuotteen irrottaminen kokonaisuena ilman alueen eristämistä.....	20
	2.5.5 Upotus .....	20
	2.5.6 Koko rakennuksen purku .....	20
3	PAH-YHDISTEET ELI POLYSYKLISET AROMAATTISET HIILIVEDYT .....	21
	3.1. Käyttöaika.....	21
	3.2. Kivihiilipiki rakennuksissa .....	21
4	PCB-YHDISTEET ELI POLYKLOORATUT BIFENYYLIT .....	23
	4.1. Historia.....	23
	4.2. Haitallisuus .....	23
	4.3. Käyttökohteet.....	23
5	RASKASMETALLIT .....	25
	5.1. Lyijy.....	25
	5.2. Kromi .....	25
	5.3. Nikkeli .....	26

5.4. Koboltti .....	27
5.5. Sinkki .....	27
5.6. Vanadiini .....	28
5.7. Arseeni .....	28
5.8. Kadmium .....	29
5.9. POP-yhdisteet .....	29
6 MIKROBIT ELI MIKRO-ORGANISMIT .....	31
6.1. Yleisesti .....	31
6.2. Terveyshaitat rakenteissa .....	32
6.3. Oireet ja sairaudet .....	32
6.4. Haitan arviointi .....	33
6.5. Aiheuttajat .....	35
9 POHDINTA .....	37
LÄHTEET .....	38

**LYHENTEET**

**TAMK** Tampereen ammattikorkeakoulu  
**op** opintopiste

**Asbestoosi** Asbestipölyn aiheuttama pitkällä viiveellä kehittyvä keuhkosairaus.

**Kivihili** PAH-yhdisteitä sisältävä materiaali, jonka jatkojalostustuotetta on käytetty rakenteissa.

**Kreosootti** Kivihilitervan tislaustuote.

**Mikrobit** Mikrobeihin kuuluvat bakteerit, levät, alkueläimet, hiivat, homeet ja virukset.

**PAH-yhdiste** Polysyklinen aromaattinen hiilivety, joka on ihmisen terveydelle haitallinen.

**PCB-yhdiste** Polykloorattu bifelyyni, joka on ihmisen terveydelle haitallinen.

**Home** Rihmaston kasvattava sieni, joka hajottaa kuolleen materiaalin

**Raskasmetallit** Ympäristölle ja ihmiselle haitallisia metalleja.

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäyttyön tekijä on työskennellyt jo pitkään korjausrakentamisen parissa ja työskentelee nykyisin työnjohtajana. Opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä tietämystä haitallisista aineista. Lähtökohtana oli saada lisää tietoa niiden olemuksesta, jotta tiedettäisiin, mitä kautta vähennettäisiin ihmisten altistumista näille aineille ja eliöille. Lisäksi jokaisen rakennusalan työntekijän on hyvä tietää perustiedot sille, millaisia sairauksia eri haitta-aineet ja mikrobit aiheuttavat, jotta jokainen osaa suhtautua niihin oikealla vakavuudella, työtehtävistä riippumatta.

Altistuneita ihmisiä on kahta joukkoa. Työntekijät altistuvat rakennuksessa työtehtäviä tehdessään, mutta myös muut tilojen käyttäjät altistuvat monesti tietämättään. Toisaalta nykyisin on myös vallalla eräänlainen pelon ilmapiiri, missä epäillään aina altistumista riippumatta kuinka hyvin rakennustyöt on suoritettu. Osaltaan media lisää pelkoa altistumisesta, samoin rakennusta käyttävien ihmisten sosiaaliset suhteet. Kun mahdollisesta ”homealtistumisesta” puhutaan, ihmiset alkavat tarkkailla herkemmin oireitaan ja tulkita niitä sisäilmaongelmien näkökulmasta, vaikka kyse olisi jostakin muusta, kuten huonosta työilmapiiristä tai huonosta fyysisestä kunnosta. Toisaalta taas altistumisen pelko pitäisi ottaa vakavasti työterveyshuollon näkökulmasta, eikä ihmisiä saa pitää rakennuksissa, jossa on todettuja sisäilmaongelmia.

Tarkoituksena on ensin tutustuttaa lukija sekä haitta-aineisiin, että mikrobeihin ja niiden ominaisuuksiin. Olennaista näiden haittojen ehkäisyssä on tietämys siitä, kuinka mikäkin aine käyttäytyy, kuinka se leviää ja mitkä ovat turvalliset työtavat. Ensimmäinen asia on tunnistaa haitta-aineet, jotta osataan valita oikeat työmenetelmät. Tästä syystä jokaiseen osa-alueeseen syvennytään asian vaatimalla tarkkuudella.

Opinnäytetyö antaa kattavan kuvan niistä asioista, joista on syytä olla tietoinen arvioitaessa ongelman laatua. Opinnäytetyön tekemiseen on käytetty lähteiden lisäksi tekijän laajaa tietämystä rakennusosalta. Lisäksi se on aiheena ajankohtainen, asiapitoinen katsaus ja puheenvuoro tämän hetken sisäilmakeskusteluun. Siispä lukija saa hyödyllistä tietoa oli hän sitten rakentaja, tilaaja tai tilojen käyttäjä.

## 2 ASBESTI

### 2.1. Käytön historia

Asbesti on tuttu materiaali jo historiasta. Jo antiikin Kreikassa tunnettiin asbesti, nimellä "asbestos" eli palamaton. Asbestia louhitaan kalliosta, minkä jälkeen sitä voidaan muokata usealla eri tavalla, moneen eri käyttötarkoitukseen. Asbestia on myös helppo työstää, joten on helppo ymmärtää suosio mikä jatkuu vielä nykypäivänäkin.

Asbestin haitallisuudesta saatiin vihiä jo 1800-luvun loppupuolella Britanniassa, missä alettiin ruumiinavauksissa havaita asbestia.

Tavallisesti jo rakennuksen vuosiluvusta voi päätellä, onko siihen käytetty asbestia, mikä on tärkeä tieto sekä rakennusta käyttäville, että sitä korjaaville haittojen ehkäisyn näkökulmasta. Tämä opinnäytetyö sisältää kattavan luettelon haitallisten aineiden käyttötarkoituksista vuosilukuineen, joka voi auttaa ongelmien hahmottamisessa, kun rakennusvuosi on tiedossa.

### 2.2. Käyttö Suomessa

Harva on välttynyt kuulemasta tarinoita asbestista. Asbestia on käytetty Suomessa jo kampakeraamisella ajalla. Nykysuomessa toimivia kaivoksia on ollut Suomessa kaksi, Paakkilan kaivos Tuusniemessä vuosina 1904-1975 ja Maljasalmi Outokummussa vuosina 1943-1953.

Asbestin käyttöön on kannustettu monin tavoin. Jokamiehen rakennusopas omakoti- ja talkoorakentajille kannustaa käyttöön seuraavasti:

”Asbestisementtilevy on kattoaineena huomattavasti voittanut käyttöalaa, eikä syyttä, sillä tämä levy on erinomainen. Se on kevyt, kovapintainen ja verrattain sitkeä. Sitä voidaan sahata tavallisella sahalla. Hintakaan ei ole suurempi kuin savi-taikka sementtikattotiilen.” (Jokamiehen rakennusopas 1947)



On arvioitu, että Suomessa on käytetty 300 000 tonnia asbestia. Vaikka viitteitä vaarallisuudesta oli, alettiin käyttöä rajoittaa vasta 70 - luvulla, kuten kuviossa 1 nähdään. Ruis-kutettu eli pahimmin pölyävä asbesti kiellettiin vuonna 1976. Vaikka asbestituotteiden valmistus lopetettiin Suomessa vuonna 1988, niin vanhoista varastoista saattoi vielä päätyä asbestia rakennuksiin. Valmistus ja maahantuonti kiellettiin Suomessa vuonna 1993, mutta EU:n alueella vasta vuonna 2005. Käyttö ja myynti kiellettiin Suomessa vuonna 1994. (Arola 2016).



KUVIO 1. Asbestin käyttö Suomessa. (Työterveyslaitos, nettisivun osoite tms?)

Vuoden alusta 2016 tulleen asetuksen mukaan, on kaikissa ennen vuotta 1994 valmistuneissa rakennuksissa suoritettava asbestikartoitus ennen rakennustöiden aloittamista. Käytäntö on kuitenkin vielä ainakin hyvin kirjavaa. Osa toimijoista suorittaa kaikki ja vaatii noudattamaan kaikkia lakeja, mutta on myös vastakkaista toimintaa.

Lisäksi liikkeellä on väärää tietoa siitä, että asbestinäyte on sama asia kuin asbestikartoitus. Näin ei siis ole. Vaikuttaa siltä, että osa uskoo liiaksi omiin kykyihinsä tunnistaa asbesti. Jatkuvasti kuulee kerrottavan kuinka nähdään paljaalla silmällä asbestikuidut, jotkut kertovat jopa haistavansa asbestin. Lisäksi kulkee virheellisiä huhuja materiaaleista, missä ei ikinä ole asbestia. Eikä myöskään tunnisteta tavallisimpiakaan asbesti pitoisia materiaaleja, mikä kuuluisi perustietoihin siinä vaiheessa, jos haluaa esiintyä asiantuntijana asbestin suhteen.

Lainsäädännössä onkin huomattava porsaanreikä kun todetaan, että kartoituksen saa tehdä *riittävän asiantuntemuksen omaava henkilö*. Tuolla yhdellä lauseella on vaarana tehdä tyhjäksi koko asetus. Tämä asetus on todella merkittävä parannus entiseen malliin, missä amatöörit ohjastivat toimintaa. Tämän vuoksi olisi todella tärkeä saada amatöörit viimeinkin pois huseeraamasta. Tämän opinnäytetyön kirjoittajakin on nähnyt lukuisia kertoja omalla työurallaan milloin ei tunnistettu asbestia, vaan pöllytettiin sitä surutta ympäriinsä, mikä tuntuu tämänhetkisen tietämyksen valossa perin kyseenalaiselta toiminnalta. Vain tietoa lisäämällä on mahdollisuus vaikuttaa asenteisiin rakennusalalla ja sitä kautta välillisesti ihmisten terveyteen ja viihtyvyyteen tulevaisuudessa.

### **2.2.1 Koostumus**

Asbesti on yleisnimi, jota käytetään useista kuitumaisista silikaattimineraaleista. Nämä mineraalit voidaan jakaa kahteen eri ryhmään serpentiiniasbestiin ja amfiboliasbestiin. Serpentiiniasbestiin kuuluu krysotiili, mikä on yleisin asbestilaatu. Amfiboliasbesteihin kuuluvat aktinoliitti, antofylliitti, amosiitti, krokidoliitti ja tremoliitti. Näistä krokidoliitti on ihmiselle haitallisim ja vaarallisim rakenteissa. (Arola, 2016).

Asbesti on luonnonmateriaali, mitä löytyy pieninä pitoisuuksina myös Suomen maaperästä muualtakin kuin Itä-Suomesta, missä sijaitsivat Suomen asbestikaivokset. (Arola, 2016). Mutta vaikka se onkin luonnonmateriaali, se ei ole niin vaaraton, kuin mitä luonnonmateriaalin voisi olettaa olevan.

### **2.2.2 Asbesti rakennuksissa**

Kiinteistön omistajalla on ensisijainen vastuu tietää rakennuksessa olevat haitalliset aineet ja estää niille altistuminen. Päätoteuttaja on vastuussa turvallisuudesta ja tätä kautta myös hänellä on vastuu olla selvillä haitta-aineista. (Komulainen, 2016)

On tärkeää ymmärtää miksi eri aikakausina on käytetty asbestia. Ihmiset eivät ole jälkipolvien kiusaksi tuota kylväneet kaikkialle, vaan luodakseen kestäviä rakenteita. Jokainen sukupolvi toimii senhetkisen parhaan tietämyksensä valossa. Aivan samalla tavoin

meidän sukupolvemme tulee jättämään seuraaville jonkun rakennusteknisen ”kiusan”, sillä tiede ja tutkimus eivät ole vielä kehittyneet huippuunsa.

Asbestin hyviä ominaisuuksia ovat korkea sulamislämpötila 2180 - 2770 celsiusta, lämmöneristys, vetolujuus, joustavuus, akustiikka, biologinen kestävyys ja hyvä työstettävyys. Asbestia on käytetty suomalaisissa rakennuksissa lähes koko 1900 – luvun ajan.

Käyttökohteita ovat olleet muun muassa putkieristeet, paloluukut, palo-ovet, iv-kanavien tiivistys, betonin lisäaineena, vesikatteena, levyinä, laasteina, liimoina, muovimatoissa, tasoitteena, akustointilevyinä ja vesieristeenä. Lisäksi työmailla on ollut käytössä asbestia lisäaineena, mitä kuka tahansa työntekijä on saattanut lisätä mihin tahansa tuotteeseen. (Salmi, 2016)

### **2.3. Asbestilaadut**

#### **Krokiidoliitti**

Krokiidoliitti on tunnettu haitallisuudestaan ihmiselle. Krokiidoliittiä on usein käytetty ruiskutettuna, mikä vielä lisää sen haitallisuutta. Sillä on haluttu parantaa tulenkestävyyttä ja sitä on käytetty myös sideaineena. Krokiidoliitti on usein sinistä tai läpinäkyvää. Kuidut ovat karsinogeenisiä. Käyttö on ollut runsaimmillaan vuosina 1939 – 1977. Usein myös vaarana on, jos sitä on käytetty ilmanvaihtokanavien pinnoilla, niin kuidut kulkeutuvat ilmapirran mukana muihin tiloihin. (Komulainen, 2016)

Krokiidoliittiä on käytetty muun muassa:

- ilmanvaihtokanavissa, teräsrakenteiden palosuojauksessa sekä korroosiosuojauksessa ja kattojen halkeamien korjauksessa. Käyttövuodet 1939 – 1976 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
- Silbestos asbestiruiskutusmassa. Vuosina 1960 - 1976 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).

- Asbestipahvi, -huopa ja -kartonki. Vuosina 1923 – 1990 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).

- Paloeristyslevyjä. Vuosina 1927 – 1980 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).

- asbestisementtiputket. Vuosina 1930 – 1990 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).

- asbestilangat, -punokset, -nauhat ja -kankaat. Vuosina 1923 – 1990 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).

## **Antofylliitti**

Antofylliitin käyttökohteita

- Ilmanvaihtokanavissa, teräsrakenteiden palosuojauksessa sekä korroosiosuojauksessa ja kattojen halkeamien korjauksessa. Käyttövuodet 1939 – 1976 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).

- Sordino akustinen verhouslevy. Vuosina 1967 – 1971 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).

- Katepal alushuopa ja pintahuopa. Vuosina 1950 – 1960 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).

- Mangnesialattiamassat. Vuosina 1920 – 1980 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).

- Panssarimassat, josta on tehty muun muassa lattiaita, seinän päällysteitä, jalkalistoja, tiiliä ja laattoja (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).

- Torginol, jota on käytetty muun muassa pinnoitteena portaissa, ikkunapenkeissä ja koulujen tauluissa (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Vinyylilaattojen liimoissa. vuosina 1950 – 1970 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Parkettiliimoissa. Vuosina 1960 – 1970 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Lattiatasoiitteet. Vuosina 1937 – 1960 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Seinätasoiitteet muun muassa Vetonit. Vuosina 1960 – 1974 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Kattotasoiitteet. Vuosina 1960 – 1974 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Putki-, varaaja- ja kattilaeristemassat. Vuosina 1923 – 1980 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).

## **Amosiitti**

Amosiitin käyttökohteita:

- Ilmanvaihtokanavissa, teräsrakenteiden palosuojauksessa sekä korroosiosuojauksessa ja kattojen halkeamien korjauksessa. Käyttövuodet 1939 – 1976 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).

- Limbet – asbesti seos betoni. Vuosina 1970 -1976 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Seel – asbestiruiskutusmassa. Vuosina 1960 – 1976 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Paloeristyslevyjä. Vuosina 1927 – 1980 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Navilite. Lähinnä laivoissa. Vuosina 1960 – 1980 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Asbestisementtiputket. Vuosina 1930 – 1990 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Asbestisementti ilmastointikanavat. Vuosina 1930 – 1980 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Asbestilangat, -punokset, -nauhat ja –kankaat. Vuosina 1923 – 1990 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Putki-, varaaja- ja kattilaeristemassat. Vuosina 1923 – 1980 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).

## **Krysotiili**

Krysotiilin käyttökohteita:

- Ilmanvaihtokanavissa, teräsrakenteiden palosuojauksessa sekä korroosiosuojauksessa ja kattojen halkeamien korjauksessa. Vuosina 1939 – 1976

- Akustinen solumuovieriste. Vuosina 1980 – 1990 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Paloeristyslevyjä. Vuosina 1927 – 1980 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Massal ikkunapenkin materiaalina. Vuosina 1959 – 1980 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Bitumikateliimat. Vuosina 1970 – 1982 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Decoralt huopakattomaali. Vuosina 1970 – 1980 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Joustovinyylimatot. Vuosina 1970 – 1985 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Hartsilaatat. Vuosina 1950 – 1974 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Vinyylilaatat. Vuosina 1957 – 1988 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Muoviset seinämatot. Vuosina 1970 – 1980 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Kymarno seinälaatat. Vuosina 1960 – 1970 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Sylodex akryylimassa lattioiden jalkalistojen teossa. Vuosina 1980 – 1990 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).

- Vinyylilaattojen liimoissa. vuosina 1950 – 1970 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Parkettiliimoissa. Vuosina 1960 – 1970 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Asbestisementtiputket. Vuosina 1930 – 1990 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Asbestisementti ilmastointikanavat. Vuosina 1930 – 1980 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Asbestilangat, -punokset, -nauhat ja -kankaat. Vuosina 1923 – 1990 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).
  
- Putki-, varaaja- ja kattilaeristemassat. Vuosina 1923 – 1980 (Aha – koulutusmateriaalit, 2016).

## **Tremoliitti**

Tremoliitti kestää kuumuutta hyvin. Kuidut ovat myös elastisia ja vahvoja, mistä syystä tremoliittia on usein käytetty myös kankaissa.

Tremoliitin käyttökohteita:

- Aquarite kosteuseriste. Vuosina 1970 – 1980(Aha – koulutusmateriaalit, 2016).



## **2.4. Asbestin terveyshaitat**

Suomessa arvioidaan joka vuosi 500 - 800 ihmisen sairastuvan työperäiseen syöpään. Lisäksi tulee myös uusia altistumisia esimerkiksi asbestille, johon uudella asetuksellakin on yritetty puuttua. Altistumisen haitallisuuteen vaikuttavat muun muassa asbestin määrä ilmassa, tilassa vietetty aika, suojautuminen, henkilön hengityksen nopeus ja henkilön elintavat. (Oksa, 2016)

### **2.4.1 Keuhkopussin paksuuntumat eli pleuraplakit**

Asbesti aiheuttaa muutoksia keuhkoissa. Tyypillinen muutos on keuhkopussin paksuuntuminen. Yleensä nämä eivät vaikuta keuhkojen toimintaan, jos ne ovat keuhkopussin uloimmalla kalvolla. Kuitenkin jos ne ovat sisemmällä kalvolla runsaana nämä voivat haitata merkittävästi keuhkojen toimintaa. Nämä haitat voivat esiintyä vasta kymmenien vuosien päästä ja tulla hyvinkin pienestä altistuksesta. Nämä eivät kuitenkaan ole syöpiä tai syövän esiaste. Tämä on hyvin yleinen asbestin aiheuttama terveyshaitta. (Hengitysliitto, 2016).

### **2.4.2 Asbestoosi**

Asbestoosi oli aiemmin hyvin tyypillinen asbestin aiheuttama terveyshaitta. Nykyisin alkaa olla harvinaista sairastua asbestoosiin, koska altistumisen määrä ja aika on yleensä liian lyhyt. Taudissa keuhkoihin alkaa muodostua sidekudosta ja tämä aiheuttaa yskää ja hengenahdistusta. Asbestoosi voi myös olla oireeton. Parannuskeinoa tautiin ei ole. (Oksa, 2016)

### **2.4.3 Keuhkopussin ja vatsakalvon syöpä eli mesoteliooma**

Asbestisairauksista todennäköisesti inhottavin on mesoteliooma, koska se etenee nopeasti ja johtaa tyypillisimmin kuolemaan. Tavallisimmin mesoteliooma esiintyy keuhkopussissa tai vatsakalvolla, mutta se voi iskeä myös sydänpuussissa. Tämä syöpä voi tulla jo

pienenkin altistuksen johdosta, mikä tekee siitä erityisen harmillisen. Suomessa näitä todetaan vuosittain 60 – 80 tapausta. Näistä suurin osa on asbestin aiheuttamia. Itämisaika on yleensä pitkä jopa 30 – 50 vuotta ja poikkeustapauksissakin vähintään 10 vuotta. Krokidoliitti muodostaa asbestilaaduista suurimman riskin sairastua mesotelioomaan. (Henkityöliitto, 2016)

#### **2.4.4 Keuhkosityöpä**

Keuhkosityöpään sairastutaan yleensä yli 20 vuotta altistumisen jälkeen. Tupakointi yhdessä asbestialtistuksen kanssa kasvattaa riskin sairastua moninkertaiseksi. Noin 5 % keuhkosityöivistä on todettu johtuvan asbestista.

### **2.5. Suojautuminen asbestilta**

Suojautuminen asbestilta alkaa *laadukkaasta asbestikartoituksesta*, missä paikallistetaan rakenteissa oleva asbesti. Asbestikartoitus on teetettävä henkilöllä, jolla on riittävä pätevyys suorittaa kartoitus. Halvin ei ole välttämättä paras, eikä rakennusalan työkokemus tuo automaattisesti asiantuntijuutta.

Tämän jälkeen valitaan luotettava ja luvat omaava urakoitsija poistamaan asbesti. Kartoituksen tarkoitus onkin juuri paikallistamisen lisäksi tunnistaa asbestin laatu ja pölyävyys. Asbesteissa on eroja kuinka haitallisia ne ovat ihmiselle ja myös pölyävyydessä on isoja eroja. Tämän vuoksi on tärkeää, että vain ammattilaiset toimivat asbestin kanssa.

Työt aloitetaan normaalitilanteessa vasta kun on saatu lupa aluehallintoviranomaisilta. Purkualueen suojaus riippuu asbestin laadusta. ( Salmi, 2016). Nykyisin on käytössä useita eri purkumenetelmiä, joita käsitellään seuraavaksi.

### **2.5.1 Osastointi**

Alue eristetään ilmastollisesti muista tiloista. Tässä käytetään kolmeosaista sulikutunne-  
lia. Jokaisen tilan välissä tulee olla muoviovi. Jokaisessa osiossa tulee olla todellinen  
mahdollisuus suorittaa vaadittava toimenpide, vaatteiden vaihto ja puhdistautuminen.  
Työmaalta katsottuna ensimmäisessä sulussa tulee olla pölynimuri. Työn suorittaja suo-  
jaa itsensä hyväksytyillä suojarusteilla.

Itse purkutyössä pyritään poistamaan pöly jo syntyvaiheessa käyttäen kohdepoistolait-  
teita. Purkujäte pakataan huolellisesti siihen tarkoitettuihin säkkeihin tai astioihin. Tämän  
jälkeen tila imuroidaan tai voidaan tarvittaessa jopa pestä.

Alipaineistinta pidetään päällä vähintään neljä tuntia ilman puhdistamiseksi, mutta kui-  
tenkin niin kauan että saadaan puhdas ilmanäytelaboratoriosta. Kun työ luovutetaan, tulee  
tilan olla kuiva. Ilmanpuhdistajien pitää pystyä suodattamaan 99,97 % 0,3 mikrometrin  
hiukkasista. Lisäksi ilman tulee vaihtua 10 kertaa tunnissa. (Salmi, 2016).

### **2.5.2 Purkupussi**

Tämä menetelmä tulee lähinnä kyseeseen pienissä töissä. Käytettävän pussin tulee kestää  
vähintään 60 kg:n kuormaa. Imurin puolestaan pitää olla teholtaan vähintään 100 Wattia.  
Hengityssuojaimeksi riittää puolinaamari, missä vähintään P2 luokan suodatin. Suoja-  
vaatteilta vaaditaan pölyä läpäisemätön kangas, missä ei ole taskuja. (Salmi, 2016).

### **2.5.3 Kohdepoisto**

Tämäkin on vain pieniin ja vähän pölyäviin töihin. Pölyt imetään suoraan kohdepoistolla.  
Imurin vaatimukset ovat 300 Watin teho ja erotuskyky 99,97 %. Hengityssuojaimen  
luokka tulee olla P3 ja suojavaatetus pölyä läpäisemätön ja taskuton. (Salmi, 2016).

#### **2.5.4 Asbestipitoisen tuotteen irrottaminen kokonaisena ilman alueen eristämistä**

Suojavaatetus ja hengityssuojain P2 luokkaa. Imurissa on oltava tehoa 100 Wattia ja erotelukyky 99,97 %. Irrotettava osa puhdistetaan imurilla ja työympäristö puhdistetaan imurilla. Tuotteen on pysyttävä mahdollisimman ehjänä. (Salmi, 2016).

#### **2.5.5 Uputus**

Uputusmenetelmää on käytetty Suomessa lähinnä silloin, kun asbestipitoisia tuotteita on irrotettu kokonaisina ja tämän jälkeen niistä on haluttu irrottaa jotain arvokasta materiaalia. Tätä on käytetty esimerkiksi putkien purkamisessa. Eli valmis osa irrotetaan työmaalla ja tuodaan yrittäjälle. Yrityksellä on käytössään allas, missä puretaan asbesti pois. Menetelmää ei kuitenkaan ole saatu taloudellisesti kannattavaksi. (Salmi, 2016).

#### **2.5.6 Koko rakennuksen purku**

Ensisijaisesti asbesti ja haitta-aineet pyritään poistamaan ennen varsinaisia purkutöitä. Jossain kohteissa tämä ei vaan ole mahdollista, joten koko rakennus pitää purkaa tietoisena asbestista. Tällöin alue eristetään aidoin tai vastaavilla, laadukkailla menetelmillä. Purkutöihin käytettävien koneiden ohjaamoiden ilmanvaihdon pitää olla mikrosuodattimella varustettuja. Muiden alueella työskentelevien pitää käyttää P3 luokan hengityssuojainta. ( Salmi, 2016).

Kaikki edellä mainitut työmenetelmät pitää aina hyväksyttää viranomaisella ennen työn aloitusta.

Purun jälkeen alipaineistuksen on oltava päällä kunnes tila on todettu agressiivisella näytteenotalla puhtaaksi. Kaikissa näissä on mahdollisuus huijata, siksi on tärkeää valvoa työnsuoritusta mahdollisimman tarkasti. (Salmi 2016).

### **3 PAH-YHDISTEET ELI POLYSYKLISET AROMAATTISET HIILIVEDYT**

#### **3.1. Käyttöaika**

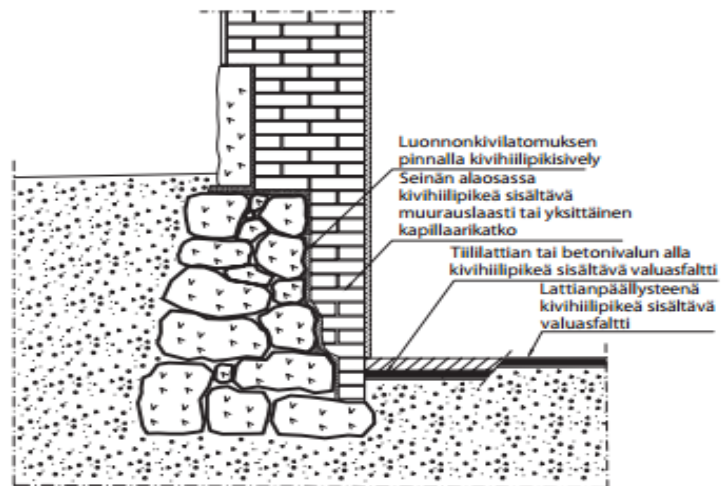
Kivihiilipikeä eli kreosootti, kivihiiliterva, kreosoottiöljy ja kreosoottipien käyttötarkoitus on ollut toimia kosteuden- ja vedeneristeenä rakennuksen pohjalaatassa, maanpinnan alla olevissa seinissä ja tiilien saumoissa. Kreosootti on yleisnimitys korkean lämpötilan avulla puusta tai kivihiilestä valmistetuille tuotteille. Kivihiilipikeä on käytetty vuosien 1890-1970 välillä. Kivihiilipiki on tislauksessa syntyvä jäännös, jota purettaessa ilmaan vapautuu PAH-yhdisteitä. Ne aiheuttavat syöpää ja perimävauriota.(Tolppi, 2016).

Kivihiilipien tunnistaminen on yleensä helppoa vahvan hajun ja selkeän värin johdosta. Väri on yleensä tummanruskea ja haju on ratapölkyn haju. Pitkään kuivassa tilassa ollut kivihiilipien haju voi laimentua vaikeammin havaittavaksi. Altistuminen voi tapahtua keuhkojen kautta tai ihon läpi. Elimistö muuttaa PAH-yhdisteen vesiliukoiseksi, saadaksesen myrkyt pois, mutta se muuttuukin vain haitallisemmaksi. (Tolppi, 2016).

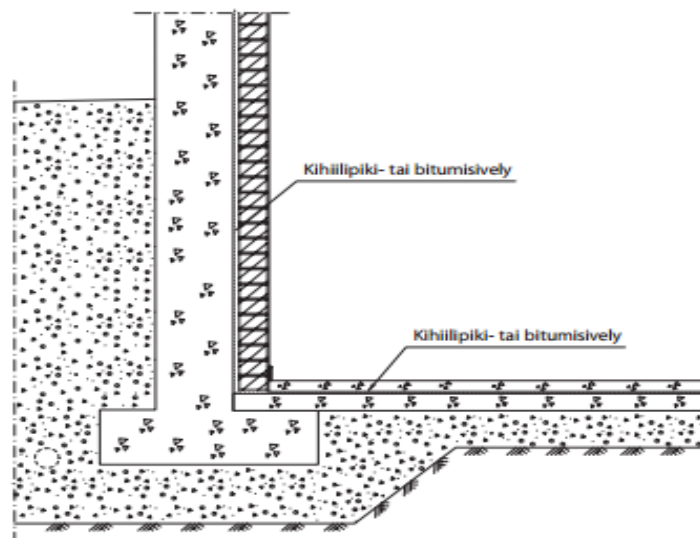
#### **3.2. Kivihiilipiki rakennuksissa**

Aktiivisimmillaan sen käyttö oli 1930 - 1970 luvuilla, mutta käyttö jatkuu yhä. Kivihiilipikeä on sallittua käyttää edelleenkin teollisuudessa, rautateilla, sähköpylväissä, aitaauksissa, maataloudessa, satamien ja vesiväylien rakentamisessa. (Tolppi, 2016).

Asuinrakennuksessa kivihiilipikeä voi olla vesikatolla, kylmän ullakon lattian vesieristeenä, julkisivussa, vesieristeenä märkätiloissa, parvekkeen vesieristeenä, sokkelin vesieristeenä, pohjalaatan vesieristeenä, tiilien saumoissa, pihojen kansirakenteissa, sähköjohdoissa ja uima-altaissa. (Tolppi, 2016). Pah – yhdisteet voivat imeytyä myös huokosiin materiaaleihin, kuten esimerkiksi betoniin.(Komulainen, 2016). Kuvissa nähdään ne paikat rakenteissa, mistä voi tyypillisimmillään löytyä kivihiilipikeä.



KUVA 3. 1900 luvulla kivihiilipikettä käytettiin useassa eri kohteessa. (Rakennustieto, 2016).



KUVA 4. Myöhempää käyttöä vuosilta 1920-1960 (Rakennustieto, 2016).

## 4 PCB-YHDISTEET ELI POLYKLOORATUT BIFENYYLIT

### 4.1. Historia

Käyttöaika on ollut vuosina 1920 - 1984. Valmistus, maahantuonti ja luovutus kiellettiin vuonna 1990. Kuten aina haitta-aineiden kanssa on myös näiden käytölle ollut omat vanhat perusteensa. Eli PCB:n avulla saatiin maaleihin, liimoihin ja lakkoihin lisää kulutuksen kestoja, tarttuvuutta, elastisuutta sekä kosteus ja palonkestoa lisättyä. (Tolppi, 2016).

### 4.2. Haitallisuus

PCB:llä tarkoitetaan orgaanisia klooriyhdisteitä. Eri pcb-yhdisteitä on olemassa 209 ja näistä sata on yleisesti käytössä. PCP-yhdisteet ovat pahimpia ympäristömyrkkyjä. Ne häviävät hitaasti luonnossa. Ne rikastuvat ravintoketjuissa eli mitä ylemmäksi ravintoketjussa nousee, sitä suuremmaksi käy elimistöön kerääntyneiden häviämättömien aineiden pitoisuus. Ne eivät häviä polttamalla ja ovat muutenkin kemiallisesti kestäviä. Luontoon päästessään ne päätyvät ravintoketjun kautta ihmisiin. (Tolppi, 2016).

PCB-yhdisteiden vaikutusta ihmiseen on vaikea arvioida. Syöpä on todettu varmaksi, mutta eläinkokeiden perusteella on saatu viitteitä myös muista merkittävästä haitoista ihmiselle.. Näitä ovat muun muassa kehityshäiriöt, immuunijärjestelmän häiriöt, muuttunut hormonitoiminta ja hedelmättömyys. (Tolppi, 2016).

Altistuminen tapahtuu hengittämällä keuhkojen kautta kaasua tai hiukkasia. On myös mahdollista altistua ravinnon kautta.(Tolppi, 2016).

### 4.3. Käyttökohteet

PCB- massoja on käytetty rakennusten elastisissa saumoissa, oli kyseessä sitten julkisivusauma tai liikuntasauva sisätiloissa. Kovalla kulutukselle alttiissa tiloissa niitä on käytetty lattiamaleissa tai jos tarvittiin kemikaalien kestoja, vinyyli-, kloorikautsu- ja syklokautsumaleissa. (Rakennustieto 110305). Ennen vuotta 1979 lämpölaselementeissä

käytettiin lasin ja listan tiivistämisessä käytettävissä olevassa massassa PCB-pitoista tiivistysmassaa. Tämänkin jälkeen on mahdollista, että vanhoja laseja on kierrätetty ja tätä kautta niitä on päätynyt uudempiin rakennuksiin. (Tolppi, 2016). Betoniin lisäaineena on myös käytetty PCB – yhdisteitä sisältäviä pehmittimiä. (Komulainen, 2016)

PCB-yhdisteiden inhottava puoli on se, etteivät ne ole silmin havaittavissa, haistettavissa tai muutenkaan aistittavissa. Tosin parvekemaaleissa on tyypillistä, että jos maali on kovaa ja kiiltävää, niin se on suurella todennäköisyydellä PCB-pitoista maalia. Lisäksi yhdisteet voivat siirtyä materiaalista toiseen, pahimmillaan vaikkapa pihamaan kiviaineksiin, mistä ne sitten mahdollisesti kulkeutuvat lasten elimistöön. Suomessa ei ole valmistettu koskaan PCB-yhdisteitä, vaan ne ovat aina olleet tuontitavaraa. Niiden käyttöä alettiin rajoittaa jo vuonna 1972, mutta se kiellettiin vasta vuonna 1990 kokonaan. (Tolppi, 2016).



## 5 RASKASMETALLIT

Raskasmetallit ovat ympäristölle ja terveydelle haitallisia metalleja. Raskasmetallien tiheys on suurempi kuin  $5 \text{ g/cm}^3$ . Raskasmetalleja on tyypillisesti käytetty maaleissa, varsinkin kun on vaadittu suurta kulutuksen kestävyyttä. Nykyisinkin maaleista löytyy raskasmetalleja, mutta määrät ovat niin pieniä, ettei niistä nykyisen tiedon perusteella aiheudu terveyshaittaa ihmiselle. Maalien haitta-aineista testataan mahdolliset elohopea, sinkki, antimoni, kupari, nikkeli, lyijy, arseeni, kadmium, koboltti, kromi ja vanadiinipitoisuudet. Näytteet on hyvä ottaa ainakin katto-, julkisivu-, parveke-, ikkuna-, kellari-, pannuhuone- ja käytävänlattian maaleista. (Tolppi, 2016).

### 5.1. Lyijy

Lyijyä on käytetty materiaalina yleisesti vuosina 1950 - 1990. Käyttökohteina on ollut elementit, ikkunat, liikuntasaumot, terassit, parvekkeet ja autokannet. Tyypillisesti lyijypitoisia sauma-aineita on käytetty kerrostalojen liikuntasauomoissa. Vaikka saumat on uusittukin, saattaa työ olla tehty huolimattomasti, jolloin reunoille on jäänyt jäämiä vanhasta lyijypitoisesta sauma-aineesta. Lyijy ei kuitenkaan imeydy ympäröivään betoniin tai puuhun, mutta saattaa muodostaa terveysriskin rakennuksen ympärillä olevissa maa-aineksisissa. Tämä on huomioitava, ja jos maa-ainekset ovat pilaantuneet, on ne vaihdettava ja hävitettävä asianmukaisesti. Lyijypitoisia maaleja on myös käytetty erityisesti silloin, kun on haluttu saada kulutuksen kesto pintaan. (Tolppi, 2016).

Lyijy aiheuttaa ihmisillä oppimisvaikeuksia ja mielenterveysongelmia. Tämän vuoksi onkin suhtauduttava lyijyn tunnistamiseen ja oikeisiin työtapoihin riittävällä vakavuudella. (Tolppi, 2016)

### 5.2. Kromi

Kromille altistutaan lähinnä ferrokromi- ja terästehtaissa, kromiittikaivoksella ja nahanparkitsemisessä. Kyllästeenä kromin käyttö on pyritty lopettamaan asetuksella vuonna 2009. Tukes ja Syke ovat antaneet asetuksesta yhteisen julkilausuman, mutta tällä ei ole

varmaa juridista pätevyyttä. (Työterveyslaitos: Kromimetallin ja epäorgaanisten kromi (III) – yhdisteiden tavoitetasoperustelumuiotio, 2016). Lisäksi kromipohjaisia pigmenttejä on käytetty betonin värjäämiseen.(Komulainen, 2016)

Hitsauksessa ja terästeollisuudessa kromille altistutaan hengityksen kautta sisäilman välityksellä. Kun taas kyllästeenä kromille altistutaan ihon kautta, hengitettynä ja nieltynä. Kromi aiheuttaa sikiövaurioita, alentaa hedelmällisyyttä ja syöpää. (Työterveyslaitos: Kromimetallin ja epäorgaanisten kromi (III) – yhdisteiden tavoitetasoperustelumuiotio, 2016)

### **5.3. Nikkeli**

Nikkeli käytetään ruostumattoman ja haponkestävän teräksen valmistuksessa. Erikoisteräksissä nikkeliipitoisuus voi olla jopa 60%. Lisäksi nikkellillä on lukuisia eri käyttötarkoituksia aina astioista paristoihin. Nikkeli kestää myös hyvin kuumuutta, sen sulamispiste on 1728 K eli 1455 celciusta. Vaikka nikkeliä on pieninä määrinä luonnossakin niin varsinkin nikkeliyhdisteet lasketaan todennäköisesti syöpää aiheuttavaksi aineeksi.(Työterveyslaitos, 2016). Suomessa tuotetaan vuosittain nikkeliä yli 40 000 tonnia vuodessa.

Suomessa nikkellille altistuu vuosittain noin 30000 ihmistä. Isoimmin altistuvat nikkelin elektrolyyttisessä puhdistuksessa työskentelevät, koneasentajat sekä ruostumattoman, haponkestävän tai erikoisteräksen työstöä, hitsausta ja levysepäntöitä tekevät (Kiilunen 2013). Mutta on ASA rekisteriin ilmoitettujen joukossa myös rakennustyöntekijöitäkin ja putkiasentajia.

Altistuminen tapahtuu hengittämällä keuhkojen kautta. Toiset yhdisteet, riippuen liukoisuudesta, imeytyvät lähes täysin kun taas vähemmän liukoiset siirtyvät ruuansulatuskanavaan. Ruuansulatuskanavan kautta imeytyminen on suhteellisen vähähäistä niukka-liukoisilla yhdisteillä. Ihon läpi nikkeli imeytyy huonosti. Nikkelioksidi mikä on tyypillinen juuri työperäisissä altistuksissa. Ihmisillä nikkeli aiheuttaa syöpää ja iho-oireita, mutta sitä saa käyttää silti esimerkiksi koruissa pieninä määrinä.

#### 5.4. Koboltti

Koboltti on hopeanvalkoinen metalli. Koboltti on korroosion kestävä, vahvaa ja magneettista (Työterveyslaitos, 2016). Kobolttihydroksidia käytetään vielä nykyisinkin maa-  
lien ja lakkojen kuivamisen nopeuttamiseen. Lisäksi kobolttipohjaisia värejä on käytetty betonin värjäämiseen (Komulainen, 2016). Tosin nykyisin ASA rekisterin mukaan rakennustyöntekijöiden altistuminen koboltille on harvinaista. Vuonna 2009 altistuneet olivat laborantteja, sotilaita, lentokoneasentajia, lentokonekorjaajia, kemistejä ja sotilaita. Koboltti päätyy ihmiseen lähinnä keuhkojen kautta hengitettynä. Jonkin verran se päätyy ihmisen elimistöön myös ruuansulatuskanavasta, mutta ihon läpi ei juurikaan.

Koboltti aiheuttaa allergiaa ja astmaa. Lisäksi EU:n CLP-luokituksen mukaisesti todettu osan kobolttiyhdisteistä saattavan aiheuttaa syöpää. Eläinkokeissa koboltin on todettu lisäävän hedelmättömyyttä. Erityisesti kovametalliteollisuudessa työskentelevillä on todettu merkittäviä koboltista johtuvia terveyshaittoja. Näitä ovat muun muassa kohonnut riski sairastua keuhkosityöpään, arpeuttavaa keuhkokuumetta, sydänlihassairauksia sekä lievempiä silmien, nenän ja kurkun ärsytysoireita. (Työterveyslaitos, 2016).

#### 5.5. Sinkki

Sinkkiä käytetään tyypillisesti lisäämään rakenteiden ja rakennusosien korroosion kestoja. Sinkkiä voi päätyä ihmiseen käsien kautta ruuansulaelimistöön tai keuhkojen kautta hengitettynä, kun työskennellään materiaaleja mitkä pitävät sisällään sinkkiä. Tyypillisiä tämän kaltaisia töitä ovat galvanointi ja hitsaus. Tästä seurauksena voi olla sinkkikuume. Tällöin sinkkioksidia on päässyt keuhkojen kautta verenkiertoon. Tyypillisiä oireita ovat muun muassa kuume, vilu, oksentaminen, lihaskivut, hengenahdistus, näköhäiriöt, vatsavaivat, yskä ja päänsärky. Oireet helpottavat vuorokaudessa. Pidempiaikainen altistus aiheuttaa anemiaa, luuston heikkenemistä ja hyvän kolesterolin määrän vähenemisen veressä. Metalliosia hitsattaessa tuleekin huolehtia riittävän hyvästä ilmanvaihdosta ja tarvittaessa hengityksen suojaimista. (Työterveyslaitos, 2016).

## 5.6. Vanadiini

Vanadiini on hopeanvalkoinen, vaikeasti sulava metalli, jota esiintyy luonnossa vain erilaisissa yhdisteissä. Mineraaleista sitä tavataan mm. vanadiitissa, magnetiitissa ja karnotiitissa. Sitä on myös öljyssä ja kivihielessä. Se on joillekin eläimille välttämätön hivenaine. Myös ihminen tarvitsee pieniä määriä vanadiinia, mutta sen tarkkaa merkitystä ei tunneta. Sen on todettu mm. edistävän kudosten kasvua ja alentavan veren sokeripitoisuutta. Suurina määrinä se on myrkyllinen. Sen myrkyllisyys vaihtelee hapetusasteesta ja esiintymismuodosta riippuen. Pitkäaikaisessa altistumisessa vanadiinia kertyy mm. keuhkoihin (Metsäntutkimuslaitos, 2016)

Vanadiiniä käytetään raudan lujittamiseen, koska se on kevyttä ja sitkeää. Vanadiini voi aiheuttaa monia terveysriskejä. Vanadiinin aiheuttamia oireita ovat muun muassa päänsärky, vapina käsissä, verenpainetauti, vihreä kielen, yskää, sydämentykytys, hengityksen vinkuminen, ja korva-, nenä- ja kurkunärsytyt. (Metsäntutkimuslaitos, 2016)

## 5.7. Arseeni

Arseeni on aine, jota välillä lisätään, kun taas välillä se on tahtomatta, muissa aineissa ylimääräisenä osana. Tavalliselle ihmiselle arseeni tulee tavallisimmin tutuksi puun kylästeenä tai kaivoveden riesana. Vaikkakin arseenia ja sen yhdisteitä käytetään hyvinkin monissa eri tuotteissa, eivät työpaikkojen arseeni pitoisuudet ilmasta mitattuna, ole kovin korkeita. Arseenille altistuneiden ihmisten määrä ASA rekisterissä on vähentynyt vuosittain. (Työterveyslaitos: Arseeni ja sen epäorgaaniset yhdisteet, 2016)

Arseeni päätyy elimistöön ilmasta hengitettynä, keuhkojen kautta. Arseenihiukkasten koosta riippuu kuinka hyvin ne jäävät elimistöön. Pääsääntöisesti arseeni imeytyy ihmiseen hyvin tehokkaasti keuhkojen kautta, mutta vatsan kautta huonosti. Ihon kautta imeytymistä tunnetaan vähemmän, mutta myös tätä kautta arseeni voi aiheuttaa myrkytysoireita. Verenkiertoon päätyneet arseeni aiheuttaa muutoksia luustossa. (Työterveyslaitos: Arseeni ja sen epäorgaaniset yhdisteet, 2016)

Arseeni voi aiheuttaa ihmiselle syöpää pidempikestoisessa altistuksessa. Hengityksen kautta yleensä keuhkosityöpää kun taas juomaveden kautta nautittu arseeni aiheuttaa

keuhko-, iho-, munuais- ja rakkosyöpää. Lisäksi on todettu iho-oireita ja muutoksia. Syövän lisäksi muita oireita ovat: anemia, hengitysoireet, verenpaineen häiriöt, leukemia, lisääntymisen vaikeudet ja sydämen toiminta häiriöt. (Työterveyslaitos: Arseeni ja sen epäorgaaniset yhdisteet, 2016)

## 5.8. Kadmium

Kadmiumia käytetään lähinnä sen hyvän korroosion keston vuoksi, vaikka pinta rikkoutuisikin. Lisäksi sitä voidaan kiillottaa. Erityisesti käyttöä on ilmailuteknologiassa. Lisäksi sitä käytetään akuissa, paristoissa, tekstiiliväreissä, lasien värjäyksessä ja valokuvaamoissa. Suurimmat pitoisuudet hengitysilmaasta työpaikoilla on mitattu metallituotteita kierrättävissä laitoksissa.

Kadmium päätyy ihmiseen keuhkojen kautta. Vatsan kautta imeytyminen on vähäistä. Elimistöön päätenyt kadmium kerääntyy munuaisiin, maksaan ja lihaksiin. Munuaisissa kadmium voi aiheuttaa munuaisvaurion ja maksassa maksavaurion. Työssä altistuminen tapahtuu monesti höyryjen kautta ja vapaa-ajalla tupakoimalla ja ravinnon kautta.

Riittävä altistus aiheuttaa hengitysteiden oireita, päänsärkyä, palelemista, kuumetta ja rintakipua. Jo  $5 \text{ mg/m}^3$  hengitysilmaa 8 tunnin altistumisella voi johtaa kuolemaan. Pidempiaikainen altistuminen aiheuttaa: ripulia, anemiaa, emfyseemaa, munuaisten vajaatoimintaa, osteomalasiaa ja osteoporoosia. Lisäksi se aiheuttaa myös syöpää.

## 5.9. POP-yhdisteet

POP-yhdisteillä tarkoitetaan pysyviä orgaanisia yhdisteitä, jotka säilyvät luonnossa, kulkeutuvat kauas päästölähteestään, kertyvät eliöihin ja voivat aiheuttaa jo pieninä pitoisuuksina vakavia haittoja ympäristölle ja ihmisen terveydelle (Katja Moliis ja Tuuli Myllymaa, Suomen ympäristökeskus, 2016).

POP-yhdisteitä on rakennuksissa muun muassa kaapeleissa, tiivisteissä, saumausaineissa ja eristeissä esimerkiksi EPS-levyissä. Näillä on haluttu parantaa materiaalien palonkestoa, kosteuden kestoa, rasvankestoa ja jopa puunsuojana estämässä sinistymistä. POP-yhdisteiden käyttö on kielletty jo 2000-luvun alussa. On arvioitu, että yhdisteitä säilyy

rakennuksissa aina vuoteen 2050 asti. Onkin tärkeä tunnistaa materiaalit, missä POP-yhdisteitä on käytetty, ettei niitä kierrätetä uudestaan käyttöön. Etenkin kierrätysmuoveissa, kuten eristeissä, on löytynyt pieniä pitoisuuksia POP-yhdisteitä.

## 6 MIKROBIT ELI MIKRO-ORGANISMIT

### 6.1. Yleisesti

Mikrobeilla tarkoitetaan yksinkertaisia, yksisoluisia, yksinkertaisia organismeja, jotka eivät näy ilman teknisiä apuvälineitä. Kaikkialla maapallolla löytyy mikrobeja, joten mikrobivapaata puhdastilaa on vaikea löytää. Vaikka jotkut mikrobit aiheuttavat sairauksia, niin osa mikrobeista on silti elämälle välttämättömiä. Homeet, hiivat, sienet kuten myös bakteerit, levät, alkueläimet ja virukset ovat mikrobeja. (Solunetti, 2016).

Kotien tyypillisimpiä mikrobilähteitä ovat ruokatarvikkeet, huonekasvit, huonepöly, lemmikkieläimet, kirjat, polttopuut ja alapohjasta nousevat mikrobit. Kesällä ja syksyllä sisäilmaston mikrobipitoisuus on noin kymmenen kertaa suurempi kuin talvella. Koneellinen ilmanvaihto pienentää mikrobien määrää. Koneellisella ilmanvaihdolla voidaan jopa puolittaa mikrobien määrää. Jokaisen asunnon mikrobikanta on erilainen, koska asukkaiden omat mikrobit muokkaavat kotien mikrobistoa. Ihminen onkin suurin mikrobien lähde kodeissa. Myös rakennusmateriaalit vaikuttavat siihen, minkälainen mikrobisto rakennukseen muodostuu, esimerkiksi betonirakenteisessa talossa on erilainen mikrobisto kuin puurakenteisessa talossa. Tutkituissa kouluissa on puurakenteisissa kouluissa korkeammat sienipitoisuudet kuin betonirakenteisissa. (Hyvärinen, 2016).

Vasta 60 - luvulla alettiin kiinnittää huomiota huonosta rakentamisesta johtuviin terveyshaittoihin. 80 - luvun puolivälissä asiaa alettiin käsitellä laajemmin Tanskassa, ja Suomessa vasta 90 - luvulla. Koska suurin osa mikrobeista on yhä tuntemattomia, sisäilmaston ongelmien selvittäminen on vaikeaa, sillä monia altisteita ei täysin tunneta vielääkään. Lisäksi oireilla voi olla monesta muustakin eri syystä, eivätkä sisäilman mikrobit ole ainoa syyllinen. On myös huomionarvoista kysyä, miksi juuri Suomessa on niin paljon sisäilmaoireilua ja voiko sille tehdä jotain. Terveysvaikutusten arviointi perustuu päätteeseen, jolloin suuressa roolissa ovat käyttäjäkyselyt. (Seuri, 2016).

## 6.2. Terveyshaitat rakenteissa

Monesti tulee myös sellainen mielikuva, että kosteusvauriot olisivat suurimpia rakennuksista aiheutuvia terveyshaittoja.. Kuitenkin vuoden 2013 tilaston mukaan kotien kosteusvauriot tulevat vasta sijalle kuusi. (Hyvärinen, 2016).

Nykytietämyksen mukaan kosteus luo suotuisan maaperän, jotta mikrobit pystyvät kehittymään, eikä vastaavaa tapahdu ilman kosteutta. Tällöin ne alkavat tuottaa sisäilmastoon itiöitä ja rihmastoja sekä aineenvaihdantatuotteita eli VOC ja toksiinit. Useimpien kosteusvauriorakennuksille tyypillisten homeiden itiöt ja monet mikrobit ovat kooltaan <5 µm (vaihteluväli 2-120 µm), joten ne leijuvat hyvin ilmassa ja pääsevät limakalvoille ja hengitysteihin, pienimmät myös keuhkorakkuloihin. Näihin ihmiset reagoivat hyvinkin yksilöllisesti. Siihen, miksi joku reagoi ja toinen vaikuttavat ainakin seuraavat asiat: Altistumisen kesto, vanhat sairaudet ja terveyden tila, ikä sekä perintötekijät. (Seuri, 2016).

## 6.3. Oireet ja sairaudet

Oireet ovat seuraavia: hengitysoireet (yskä, nuha, hengenahdistus), silmien kirvely, iho-oireet, lihassärky, väsymys, päänsärky ja kuumeilu. Yleensä äkisti nouseva kuume on vakava oire, mihin on syytä reagoida nopeasti. (Reiman, 2016) Oireiden tunnistaminen voi olla hankalaa, sillä vastaavia oireita saattaa esiintyä esimerkiksi allergian yhteydessä tai flunssassa.

Sairaudet ovat seuraavia: Alveoliitti eli homepölykeuhko, hengityssairaudet (flunssa, keuhkoputkentulehdus ja poskiontelontulehdus) allergiat, astma ja silmätulehdus. Lisäksi on epäilyjä nivelreuman, syövän ja sydänoireiden yhteyksistä mikrobialtistumiselle. Näille väitteille ei kuitenkaan ole saatu varmaa tieteellistä näyttöä.(Hyvärinen, 2016)

Ei ole olemassa yhtä ainoaa ”hometalosalirautta”. Syytä kaikille sairauksille ei myöskään tunneta. Astman synty ja paheneminen vaikuttaa kuitenkin todennäköiseltä. Terveysvaikutukset ovat usein monisyisiä ja oireita on monia. Viihtyvyyden ja toimintakyvyn heikkeneminen, ohimenevät ja pitkäaikaiset sairaudet, elämän lyheneminen (esimerkkinä astma ja syöpä – tosin kiistanalainen) ja erilaisia oireita. Kosteusvaurioiden erityispiirtei-



siin kuuluu, ettei niiden aiheuttamien oireiden aiheuttajaa tiedetä tai voida mitata, todennäköisesti aiheuttajia on monia, jotka lisäksi muuttuvat ajan kuluessa. Kosteusvaurio voi alkaa homeena ja lopulta rakenteissa voi olla jopa sukkulamatoja. Usein on myös vaikea osoittaa potilaan oireiden johtuvan juuri homeesta, sillä oireet saattavat olla samankaltaisia muiden sairauksien kanssa.. (Seuri, 2016). Jonkin verran puhutaan myös ruumiillisina oireina ilmenevistä mielenterveyden häiriöistä, mutta tämän asian esille ottamista pidetään arkaluontoisena, eikä sille ole täyttä tieteellistä perustaa.

Yksi sairaus on homepölykeuhko eli alveoliitti. Useasti heinien kanssa tekemisissä olevat ihmiset saattavat sairastua tähän, koska heinissä on usein hometta. Tyypillisenä oireena on usein kuume, lihaskivut, nivelkivut, päänsärky, huonovointisuus ja hengitystieoireet. Tällöin on tärkeintä altistuksen lopettaminen. Pahimmillaan sienet voivat elimistöön päästessään alkaa lisääntyä. Tämä on kuitenkin harvinaista ja edellyttää jo aiempaa immuuniväyden heikkenemistä. (Reiman, 2016)

Bioaerosolit ovat biologista alkuperää ilmassa olevia hiukkasia. Reitit ihmiseen ovat hengitystiet, iho ja ruuansulatuskanavisto. Mikrobikasvulle kosteus on tärkein elämisen ehto ja yleisin haitta siitä ihmiselle ovat hengitysvaihat. Toksisista vaikutuksista ei ole paljoa tieteellistä näyttöä. Homepölykeuhko voi tulla jopa kerta-altistumisesta, tämä on todennäköisesti lajikkeesta kiinni. Termofiilejä on epäilty tästä.(Reiman, 2016)

#### **6.4. Haitan arviointi**

Terveyshaitan arvioinnissa on kolme vaihetta, rakenteiden tutkimus, näytteenotto ja oirekysely. Rakenteiden tutkimus on näistä tärkein, koska silloin ei tarvitse useimmiten pohdita mikä mikrobilaji on kyseessä, vaan korjataan vaan vaurio. Vaikeampaa onkin, jos ei löydykään selkeää vauriokohtaa. Silloin voidaan ottaa näytteitä sisäilmasta, pinnoilta ja ilmastointikanavista. Oirekyselyssä vaaditaan vähintään 20 vastaajaa, mikä on ymmärrettävä määrä, mutta ei siltikään ehdottoman luotettava. (Pietarinen, 2016).

Ilman riittäviä taustatietoja on turha mittaila mitään, vaan pitää selvittää huolellisesti lähde, materiaali ja se, mikä homehtuu. Aistinvarainen tutkiminen, arvio riskirakenteita, käyttäjien oirekartoitus ovat vauriotutkimuksen osia. (Reiman, 2016).

Kosteus ja mikrobit osoittavat, että syy terveystahdalle on olemassa ja silloin ne on poistettava. Tällöin on olemassa riittävä näyttö astman synnystä ja pahenemisesta, lisäksi oireena yskä, hengenahdistus ja hengityksen vinkuna.

Siltikin pienhiukkaset ovat suurin tauti taakan aiheuttaja, eivät mikrobit. Kosteusvauriot tulevat vasta kuudentena. Ei ole olemassa ohjeita minkä jälkeen rakennus voitaisiin julistaa ”homerakennukseksi”. Vaikka lajikkeita tunnistetaan ja löydetään, niin vaikeampaa on tulkita näytteitä. Mikrobeista tunnetaan vasta murto-osa ja myös ihmiset ovat erilaisia. Olennaista on selvittää onko mikrobinäytteet tavallisia vai epätavallisia. (Hyvärinen, 2016).

Hyvän sisäilman toteaminen on haastavaa. Mittaamalla voidaan osoittaa haitan aiheuttaja, mutta ei voida todeta sisäilman olevan kunnossa. Homeiden haittaa aiheuttavaa tekijää ei tunneta ja kaikkia yhteisvaikutuksia ei tunneta. Lisäksi mineraalivillakuidut ja VOC-yhdisteet aiheuttavat samankaltaisia oireita kuin mikrobit. Suurissa kohteissa on lähes aina poikkeavuuksia, mikä ei aina vaikuta sisäilman laatuun. Kyselyn hyvin puoliin liittyy sen laajuus verrattuna mittauksiin. (Pietarinen, 2016).

Terveystahdtaa voi arvioida vain terveys- ja suojeluviranomainen. Viranomainen myös määrittää *milloin* on kyseessä terveystahdta. Hän voi todeta terveystahdan vaikka mikään toimenpideraja ei ylittysikään. Korjausten aikana haitat yleensä lyhytaikaisia, lisäksi nykyisin korjattava tila pidetään alipaineisena koko korjauksen ajan. Pitää myös muistaa, ettei oireita tarvita korjaamiseen, jos on olemassa haitta sisäilmastossa. Altistumisen aika on merkittävä oireiden synnyssä, joten korjauksiin on syytä ryhtyä ajoissa. (Pietarinen, 2016).

Hyvä lopputulos määritellään kolmella kohdalla. Ensin saadaan selville terveystahdan aiheuttaja ja toiseksi poistetaan se. Kolmas kohta on hyvä viestintä, missä on usein kaksi ääripäätä. Toisessa päässä kerrotaan kaikki, annetaan kaikki raportit käyttäjille ja ymmärrys jää käyttäjän vastuulle. Tällöin usein lopputulos on huono, koska todennäköisesti ymmärretään väärin. Toisessa ääripäässä kerrotaan vaan, että hoidettu on. Tällöin käyttäjä usein alkaa uskoa salaliittoihin ja ongelmien salaamiseen. Tarvittaisiin selkeät kansanta-

juiset tiivistelmät ja vielä mahdollisuus kysyä epäselvyyksiä kohtuudella. Laadullista arviota on hyvä kuvata sanoilla sietämätön, kohtalainen ja merkityksetön, nämä antavat selkeän kuvan vauriosta ja ymmärrystä vakavuudesta. (Pietarinen, 2016).

## 6.5. Aiheuttajat

Maakosteus on suurin kosteusongelmien tuottaja. Homepilkut eivät ole ongelma, jos ne ovat ulkopinnassa. Orgaaninen pöly rakennusmateriaalin pinnassa lisää homeen kasvua. Riskirajat ilman suhteelliselle kosteudelle on tunnettava. Usein puhutaan kuinka ennen osattiin rakentaa, mutta esimerkiksi lattiasienet olivat ongelma jo 60-luvulla. Rakennusvirheet ja rakentamisaikainen kosteus aiheuttaa vauriota, ei nykyaikaiset tiiviit talot.

Maa-ainekset menevät helposti oikein ja siellä on rakentajan vaikea oikaista, mutta huolellinen eristäminen on paljon vaikeampaa ja tiiviin ilmansulunasennuksen suorittaminen, joten näihin on syytä kiinnittää huomiota. Homehtuminen alkaa kun suhteellinen kosteus on 80 - 90 %, mutta jos on orgaanista pölyä niin prosentti on silloin jo 75 %. Betonin pinta homehtuu helposti. Kun puolestaan sisäosa homehtuu huonosti emäksisyyden takia. Vaurion syyt johtuvat materiaaleista, pinnoitteista, ilman kosteudesta ja lämmöstä, liasta ja riittävästä ajasta. Raakasahattu ja kuivattu mänty on herkkä homehtumaan. Höylätty kestää paremmin.. Aika ja lämpö ovat keskeisiä vaurion synnyssä. (Viitanen, 2016).

Kosteuden mittaus, sisäilman mikrobien määrittäminen ja myös sisäilman suhteellisen kosteuden mittaaminen on hyödyksi. Kaikki homekasvusto ei ole määriteltävissä vaurioksi. Esimerkiksi maanvaraisen laatan alla sorassa on mikrobeja, eikä se ole vielä vaurio. kemikaalit eivät saa olla ratkaisu vaan syy pitää poistaa, varsinkin kun osa ihmisistä reagoi juuri kemikaalien päästöihin. (Viitanen, 2016)

Tärkeintä on löytää homehtuva materiaali ja poistaa se. Oirekysely käyttäjiltä vaatii vähintään 20 ihmistä, muuten se ei ole luotettava. Ei ole yksittäistä varmaa keinoa, esimerkiksi toksisuuden mittaus, vaan pitää arvioida kokonaisuutta. Myös tilan käyttöaste ja vaurion sijainti merkitsevät. Haitta vaatii ilmayhteyden ja oikeat painesuhteet. Ilmanäytteellä ei voi poissulkea vauriota. Lumettomana aikana ovat mikrobipitoisuudet selkeästi

suurempia. Ulkoilma on kaikkein suurin mikrobien lähde sisäilmassa. Koneellinen iv-laskee mikrobeja. Koneellinen poisto lisää mikrobien määrää, koska se ottaa korvausilmaa tavallisesti lattian raoista. Ihminen on pääasiallinen bakteerilähde, tarkemmin ihmisen floora eli iholla oleva bakteerikasvusto. Vauriokohteissa on laajempi mikrobisto.

Asunnoissa enemmän normaalilähteitä, siksi kouluissa on pienempi mikrobipitoisuus. Maaperän bakteerit ovat hyvä kosteusvaurioindikaattori, jonka ymmärtää kun sienet ”asuvat” maassa. Puurakenteisissa kouluissa on paljon vähemmän mikrobilajeja, koska ne ovat hirsityyppisiä rakennuksia, missä on hyvin vähän eri rakennusmateriaaleja. Betoni vauriokoulussa on paljon eri mikrobi lajeja. Puurakenteisissa on puolestaan enemmän mikrobeja. Johtuuko sitten siitä, nämä nykyiset sisäilmasairaudet, eli onko haitallisempaa saada mikrobi sekoitus kun runsaasti muutamaa lajiketta. Puutteellinen korjaus lisää mikrobien määrää ilmassa, jos ei muuta niin ainakin se on hyvä peruste tehdä korjaukset riittävän laajasti. Matot lisäävät mikrobimääriä, kuten kaikki rosoiset pinnat. (Hyvärinen, 2016).

Luokitus on 1 - 4. 1 - taso ei todennäköisesti aiheuta vaaraa, suurin osa homeista kuuluu tähän ryhmään. 2 - taso voi aiheuttaa. 3 - taso voi levitä ympäristöön. 4 - ei tunnettua hoitoa. Maaperässä on suurin osa sienistä, mistä se sitten siirtyy muualle. Ihmisen heikko vastustuskyky lisää mikrobien haitallisuutta. Perintötekijät, altistuksen kesto, vastustuskyky ja muu samanaikainen altistus ovat syy miksi ihminen alkaa oirehtia.(Reiman, 2016).

Noin joka toisessa rakennuksessa on kosteusvauriota. Maanviljelijät ovat suurin ammattiryhmä, joka altistuu työssään, opettajat ovat myös iso ryhmä. Sekapopulaatiot on samanaikainen altistuminen useille mikrobeille. Lisäksi näihin muodostuu oma eliöstö punkkeine ja sukkulamatoineen, eikä tiedetä mikä näistä aiheuttaa oireita. Kolmasosa näytteistä on mikrobiologisesti puhtaita, jopa maaperästä alapohjahiekkvoja. Näytteenoton kohta vaikuttaa paljon, esimerkiksi kynnyksessä on paljon elämää. Eriste ei ole hyvä kasvualusta. Märkäitiöiset ei yleensä näy ilmanäytteistä, vaan kuivaitiöiset. Hengitysvyöhykkeen näyte on varmin tapa selvittää, että ihminen on altistunut. (Reiman, 2016)

## 9 POHDINTA

Haitta-aineita pohtiessa ja käsitellessä on hyvä muistaa, että on aina ollut jokin hyvä syy miksi jotain ainetta tai materiaalia on käytetty. Oli syy sitten hinta, kesto tai saatavuus, niin se auttaa ymmärtämään, milloin on mahdollista joutua tekemisiin haitta-aineiden kanssa. Samasta syystä on tunnettava myös historia. Lisäksi on osattava tunnistaa eri aikakausien rakennukset ja rakenteet. Samainen tuntemus auttaa ymmärtämään myös mikrobi vaurioita ja niiden syntyä ja käyttäytymistä.

Rakennusalalla työskentely ja mutu-tuntuma eivät pätevöitä sisäilma-ammattilaiseksi vielä vähemmän kuin isältä pojalta kulkeva perinnetieto rakentamisesta. Samalla tavoin kuin yhden koiran omistanut henkilö ei ole välttämättä valmis kasvattamaan koiria työksseen, tai vielä vähemmän toimimaan vaikka eläinlääkärinä, niin rakentamiseen ja talotekniikkaan tulisi suhtautua samalla vakavuudella. Tiedon kautta on mahdollisuus tehdä laadukkaampaa työtä jatkossa, vaikuttaa hitaasti muuttuviin asenteisiin yhteiskuntatasolla ja suojata itsensä ja työtoverinsa altistumiselta purku- tai työvaiheessa.

Mikrobivauriot ovat puolestaan lähtökohdiltaan hyvinkin erilaisia. Kukaan ei tietoisesti laita mikrobeja rakennukseen vaan ne tulevat pyytämättä ja usein yllättäen. Tosin usein mikrobivaurioiden syntyä on edeltänyt laiminlyönti rakennuksen kunnossapidossa tai käytössä, toisaalta usein on myös kyse tietämättömyydestä. Mikrobivaurioiden kanssa on nykyisin usein myös pelkoa, mikä saattaa olla välillä aiheetonakin. On hyvä muistaa että emme vielä tiedä turvallisia rajoja mikrobeille, kuten emme myöskään tiedä mitkä kaikki mikrobit ovat haitallisia ihmiselle. Ilmeisesti ihmisten yksilöllisyys korostuu todella paljon tässä asiassa. Toinen voi reagoida voimakkaasti kun toiselle ei tule oireita ollenkaan.

Tulevaisuuden haasteita on suojata työntekijöitä altistumiselta, sekä selvittää yhä enemmän altistumisen syitä. Miksi suomessa on niin paljon sisäilmaoireilua? Miten sisäilmaongelmista oireileva ihminen tulee kohdata työelämässä? Onko syy sisäilmassa vai josakin muussa? Missä roolissa muut ihmisen ominaisuudet ovat, kun arvioidaan sisäilmaaltistumista pidemmällä aikavälillä? Mikä on työntekijän vastuu, ja mistä talot rakennetaan tulevaisuudessa?

## LÄHTEET

FM Arola Tapani, Labroc oy, luento 17.8.2016

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

Jokamiehen rakennusopas omakoti- ja talkoorakentajille v.1946

Dos. Anne Hyvärinen, Yksikön päällikkö, Asuinympäristö ja terveys -yksikkö

FM erikoisasiantuntija Komulainen Jarno, Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 24.2.2016

yl. dosentti Oksa Panu, Työterveyslaitos, luento 16.8.2016

tuntiopettaja Pietarinen Veli-Matti, Savonia amk, luento

Vanhempi asiantuntija Reiman Marjut, Työterveyslaitos, luento 15.4.2016

Dos., sisäilma-asiantuntija, Seuri Markku, luento 29.4.2016

FM. Erikoistutkija Sännti Jaakko, Vahanen oy, luento 12.2.2016

FM Tolppi, Labroc oy

Tukes: Arseenilla käsitellyn puutavaran käyttörajoitusten soveltaminen, 2012

Työterveyslaitos: Arseeni ja sen epäorgaaniset yhdisteet

Työterveyslaitos: Kromimetallin ja epäorgaanisten kromi (III) – yhdisteiden tavoitetasoperustelumuuisto, 2010

FT, Dosentti, Viitanen Hannu, Rakennusteollisuuden koulutuskeskus, luento 1.4.2016

VT Wartiovaara Wille, Talonrakennusteollisuus ry, luento 16.8.2016

Katja Moliis ja Tuuli Myllymaa, Suomen ympäristökeskus

<http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/mikrobit/>

<http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Terveysvaikutukset/Mikrobien-terveys-haitat>

<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK110305.pdf> raskasmetallit

<https://www.thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/ymparistomyrkyt/tarkempaa-tietoa-ymparistomyrkyista/dioksiinit-ja-pcb-yhdisteet>

<https://www.thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/ymparistomyrkyt/tarkempaa-tietoa-ymparistomyrkyista/dioksiinit-ja-pcb-yhdisteet>

[http://www.ttl.fi/fi/palvelut/turvallisempi-tyoymparisto/biomonitorointi/Documents/PM\\_koboltti\\_final.pdf](http://www.ttl.fi/fi/palvelut/turvallisempi-tyoymparisto/biomonitorointi/Documents/PM_koboltti_final.pdf)

<http://www.sinkki.com/>

<http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/raskasmetalli/kartta-vanadiini.htm>

<http://www.ttl.fi/fi/palvelut/turvallisempi-tyoymparisto/biomonitorointi/Documents/Arseeni.pdf>

<http://www.ttl.fi/fi/palvelut/turvallisempi-tyoymparisto/biomonitorointi/Documents/Kadmium.pdf>

[http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/vaaralliset\\_aineet/eristeaineet/kivihii-  
lipiki/Sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/vaaralliset_aineet/eristeaineet/kivihii-<br/>lipiki/Sivut/default.aspx)

[http://ec.europa.eu/taxation\\_customs/dds2/SAMANCTA/FI/Safety/Asbestos\\_FI.htm](http://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/SAMANCTA/FI/Safety/Asbestos_FI.htm)

[https://translate.google.fi/translate?hl=fi&sl=en&u=https://www.asbestos.com/asbes-  
tos/types/&prev=search](https://translate.google.fi/translate?hl=fi&sl=en&u=https://www.asbestos.com/asbestos/types/&prev=search)

[http://www.ttl.fi/fi/tyoturvallisuus\\_ja\\_riskien\\_hallinta/riskien\\_hallinta/ohjeavot\\_tavoitetasot\\_haittatekij%C3%B6ille/tavoitetasot/Documents/kromimetalli\\_kromiIII\\_tavoite-  
taso2010.pdf](http://www.ttl.fi/fi/tyoturvallisuus_ja_riskien_hallinta/riskien_hallinta/ohjeavot_tavoitetasot_haittatekij%C3%B6ille/tavoitetasot/Documents/kromimetalli_kromiIII_tavoite-<br/>taso2010.pdf)

<http://www.tukes.fi/Tiedostot/Kemikaalituotteet/biosidit/Ohjeet/Aspuuohje240412.pdf>

<http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/mikrobit/>

[http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Terveysvaikutukset/Mikrobien-terveys-  
haitat](http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Terveysvaikutukset/Mikrobien-terveys-<br/>haitat)

<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK110305.pdf> raskasmetallit

<https://www.thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/ymparistomyrkyt/tarkempaa-tietoa-ymparistomyrkyista/dioksiinit-ja-pcb-yhdisteet>

<https://www.thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/ymparistomyrkyt/tarkempaa-tietoa-ymparistomyrkyista/dioksiinit-ja-pcb-yhdisteet>

[http://www.ttl.fi/fi/palvelut/turvallisempi-tyoymparisto/biomonitorointi/Documents/PM\\_koboltti\\_final.pdf](http://www.ttl.fi/fi/palvelut/turvallisempi-tyoymparisto/biomonitorointi/Documents/PM_koboltti_final.pdf)

<http://www.sinkki.com/>

<http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/raskasmetalli/kartta-vanadiini.htm>

<http://www.ttl.fi/fi/palvelut/turvallisempi-tyoymparisto/biomonitorointi/Documents/Arseeni.pdf>

<http://www.ttl.fi/fi/palvelut/turvallisempi-tyoymparisto/biomonitorointi/Documents/Kadmium.pdf>