

# Haitalliset aineet rakennuksissa ja niiden hallinta

Jarno Komulainen, FM  
Erikoistutkija, Vahanen Oy  
Sertifioitu näytteenottaja (SYKE)  
Laboratoriopalvelut  
jarno.komulainen@vahanen.com

Jaakko Sääntti, FM  
Erikoistutkija, Vahanen Oy  
Sertifioitu näytteenottaja (SYKE)  
Laboratoriopalvelut  
jaakko.santti@vahanen.com

Jukka Huttunen, DI  
Projektipäällikkö, Vahanen Oy  
Korjausrakennesuunnittelu  
jukka.huttunen@vahanen.com

## Johdanto

Terveydelle ja usein myös ympäristölle vaarallisia aineita rakennuksissa ovat mm. asbesti, kreosootti (esim. kivihiihkipiki), PCB-yhdisteet, öljyt ja raskasmetallit (esim. lyijy) sekä myös mikrobivaurioituneet rakenteet ja betoniin imeytyneet haitalliset aineet.

Suomen lainsäädäntö velvoittaa kartoittamaan rakennusten haitalliset aineet. Kiinteistön omistajalla on ensisijainen vastuu rakennuksessa käytettyjen rakennusmateriaalien tai käytössä olevien laitteiden sisältämien aineiden tunnistamisesta ja niiden vaihtamisesta, jotta ne eivät joudu ympäristöön tai aiheuta terveydellistä haittaa. Rakennustyön aikana kiinteistön omistajan on lisäksi huolehdittava siitä, että rakennusosien purku- ja korjaustyöt tehdään mahdollisimman vähän altistavalla tavalla ja rakennusjätteet käsitellään asianmukaisesti.

Haitallisten aineiden kartoituksessa:

- arvioidaan eri haitallisten aineiden määrät ja esiintymisalueet
- arvioidaan haitallisten aineiden aiheuttamaa altistumisriskiä rakennuksen käytön aikana
- arvioidaan haitallisten aineiden aiheuttamaa altistumisriskiä purku- ja korjaustöiden aikana, jolloin riski on suurin
- arvioidaan haitallisten aineiden aiheuttamia mahdollisia ympäristövaikutuksia
- annetaan purettavalle jätteelle jäteluokitus.

Milloin sitten rakennuksen haitta-aineet kannattaa/pitää kartoittaa?

- Peruskorjauksen hankesuunnitteluvaiheessa
- Putkiremontin yhteydessä
- Julkisivun tai vesikaton korjauksen yhteydessä
- Porras- tai kylpyhuonekorjauksen yhteydessä
- Teknisten tilojen, ullakotilojen tai kellaritilojen käyttötarkoituksen muuttuessa
- Vanhan teollisuusrakennuksen käyttötarkoituksen muuttuessa
- Ennen rakennuksen purkusuunnittelua
- Sisäilmaongelmien selvittämisen yhteydessä.

Haitta-ainekartoitus on tehtävä aina hyvissä ajoin ennen korjaus- tai purkutöitä. Tällöin osataan varautua haitta-aineista aiheutuviin lisäkustannuksiin, välttyään tarpeettomilta viivytyksiltä ja kustannuksilta sekä ennen kaikkea vältetään ihmisten ja ympäristön tarpeeton altistuminen terveydelle haitallisille aineille. Purkutyon aikana paljastuvista kaikkista epäilyttävimistä materiaalikerroksista on lisäksi selvitettävä haitallisten aineiden esiintyminen, ennen kuin purkutyyötä on sallittua jatkaa.

Haitallisten ja vaarallisten aineiden purkutyö tehdään yleensä ennen varsinaisia muita korjaus- ja purkutöitä ja purkualue rajataan ulos muilta töiltä. Purettava rakenne, materiaali ja purkukohteen koko vaikuttavat valittavaan purkumenetelmään. Joskus voi olla tarpeellista suorittaa koko rakenteen purkutyö haitallisten aineiden purkutyönä, mikäli rakenne on pahoin saastunut siihen imeytyneistä epäpuhtauksista tai esimerkiksi haitallisen aineen poistaminen rakenteen pinnalta ei ole teknis-taloudellisesti perusteltua. Joissain tapauksissa haitalliset aineet on mahdollista jättää purkamatta ja rakenne ainoastaan kapseloidaan tiiviillä materiaalikerroksella.

Haitallisista aineista asbestin, PCB-yhdisteiden ja lyijyn osalta kartoitus-, suojaus- ja purkumenetelmät ovat varsin vakiintuneita ja aiheesta on julkaistu runsaasti viranomaisäädöksiä sekä erilaisia yleisiä ohjeita. Myös saastuneiden maa-ainesten käsitteilystä on olemassa suhteellisen yksiselitteiset menetelytapaohjeet. Sen sijaan esimerkiksi kivihiihpikeä sisältävien rakenteiden, mineraaliöljyillä tai muilla haitallisilla aineilla saastuneiden rakenteiden korjaustarpeen määrittelystä ja korjausmenetelmistä on olemassa vähemmän yksityiskohtaista ohjeistoa ja siten myös käytännöt vaihtelevat kohdekohtaisesti. Tässä artikkelissa on käsitelty kaikki tavallisimmat haitalliset aineet ja niiden esiintyminen, mutta korjausmenetelmien osalta on keskitytty lähinnä viimeksi mainittuihin huonommin ohjeistettuihin tilanteisiin. Tässä artikkelissa kosteusvaurioiden osalta on käsitelty ainoastaan niiden tuottamia betonirakenteisiin imeytyneitä kemiallisia yhdisteitä.

## Maalit

### Asbesti

Asbestia käytettiin julkisivujen käsittelyyn tarkoitetuissa maaleissa ja bitumipohjaisissa katonhoitovälineissä. Julkisivujen käsittelyihin tarkoitettuja päätuotteita siirtyivät asbestittomiin vaihtoehtoihin 1980-luvun alussa, mutta pieniä määriä asbestia sisältäviä julkisivupinnoitteita valmistettiin vielä vuonna 1988. Esimerkiksi peltikattojen bitumipohjaiset maalit sisälsivät ainakin vuoteen 1982 saakka asbestia täyteaineena.

### PAH-yhdisteet

1800-luvun loppupuolella otettiin peltien pinnoittamisessa käyttöön kivihiiliterva. Kivihiilitervalla käsiteltiin suuria peltikattoja sen halpuuden ja helpon levitettävyyden takia. Terva-, kivihiiliterva- ja bitumipohjaiset maalit vaihtelevat sävyiltään mustasta harmaaseen ja mustanruskeaan. Myös pellavaöljymaaleja on värjätty mustiksi PAH-yhdisteillä värjäineillä, joten peltien pinnoitteina olevat vanhat mustat pintakäsittelyt eivät aina ole PAH-yhdistepitoisia.

Vanhempien rakennusten terva- tai bitumijohdannaisilla aineilla maalattuja kattopintoja hoidetaan edelleenkin samoilla aineilla. Eri tervatuotteiden käyttö on kuitenkin vähentynyt 1950-luvulta alkaen alkydimaalien tullessa markkinoille.

Kivihiilitervan käyttö on edelleen sallittua erikoiskohteisiin tarkoitetuissa pintakäsittelyaineissa, kuten veden- ja maanalaisten rakenteiden käsittelyyn tarkoitetuissa tuotteissa.

### Raskasmetallit

Raskasmetalleja on käytetty sisätilojen maaleissa, julkisivujen käsittelyyn tarkoitetuissa maaleissa, parvekelaatan maaleissa, kattomaaleissa, ikkunalaudamaaleissa sekä ikkunoiden ja ovien metalli- ja puuosien maaleissa. Raskasmetalleja käytetään maaleissa sekä korroosionestoaineina että väripigmenteissä. Vanhojen maalien raskasmetallipitoisuudet tulee selvittää, jos kohteessa suunnitellaan maalien poistoa. Uusissa maaleissa raskasmetallipitoisuudet ovat niin pieniä, ettei niiden poistosta aiheudu raskasmetallialtistusta.

Maalien raskasmetalleista analyysissa tulee vähintään selvittää arseeni-, kadmium-, koboltti-, kromi-, kupari-, nikkeli-, lyijy-, vanadiini-, sinkki-, anti-moni- ja elohopeapitoisuudet.

### PCB-yhdisteet

Polykloorattuja bifenyylejä eli PCB-yhdisteitä on käytetty yleisesti erilaisissa liimoissa, pinnoitteissa ja maaleissa vuosien 1940 ja 1975 välillä. Tämän aikakauden maalit ovat saattaneet sisältää PCB-yhdisteitä jopa 10 %. PCB-yhdisteitä käytettiin lisäämään

materiaalien palon- ja kosteudenkesto-ominaisuuksia, ja maali-tehtaat ovat ilmoittaneet käyttäneensä PCB-yhdisteitä vinyyli-, kloorikautsu- ja syklokautsumaaaleissa. Suurimmat PCB-yhdistepitoisuudet on löydetty kellaritilojen betonilattiamaaaleista, mutta myös puulattiamaaaleista on löydetty suuria PCB-yhdistepitoisuuksia. PCB-yhdisteiden käyttö maaleissa on ollut Suomessa suurimmillaan vuonna 1969, jolloin niitä käytettiin enemmän maali-teollisuudessa kuin saumasmassojen valmistuksessa.

PCB-yhdisteitä ei ole koskaan valmistettu Suomessa ja niiden tuontia on rajoitettu vuodesta 1972. Vuoden 1990 alusta alkaen PCB- ja PCT-yhdisteiden sekä niitä sisältävien tuotteiden valmistaminen, maahantuonti, myyminen ja luovuttaminen ovat olleet kokonaan kiellettyjä.

Julkisivututkimuksissa parvekelaatan maalin PCB-yhdistepitoisuus tulee tutkia, jos maali on kovaa ja kiiltävää. Myös sokkeli- ja lattiamaalien PCB-yhdistepitoisuudet tulee selvittää, jos kohteessa suunnitellaan maalien poistoa.

## Vedeneristeet, bitumisivelyt ja bitumihuovat

### Asbesti

Suomalaiset kattohuopatehtaat käyttivät bitumikatohuovissa asbestijätettä jo 1930-luvulla. Myöhemmin 1950–60-luvuilla asbestia käytettiin sirotteena huovan molemmilla puolilla. Vielä 1980-luvulla joissain kattohuovissa oli 1 % asbestia täyteaineena. 1980-luvulle saakka myös joissakin bitumikattolaattaliimoissa käytettiin asbestia.

Kattojen lisäksi asbestipitoisia bitumihuopia on käytetty mm. kosteuskatkoina betoni- ja puuosien välillä monenlaisissa rakenteissa. Jopa mineraalivilan päällä putkieristeenä on käytetty bitumihuopaa, jonka pinnalla on asbestia sirotteena. Myös kylpyhuoneiden ja muiden kosteiden tilojen vedeneristyksissä on käytetty asbestipitoista bitumia.

Asbestia ei ole teollisesti lisätty bitumisivelyihin, mutta on mahdollista, että bitumisivelyyn on lisätty asennuksen yhteydessä työmaalla asbestia. Tämän vuoksi on suositeltavaa, että ennen vuotta 1988 asennettujen bitumisivelyiden asbestipitoisuus selvitetään, jos kohteessa suunnitellaan niiden poistoa tai kyseessä on purkutyömaa.

### PAH-yhdisteet

Kivihiilipiki(kreosootti, kreosoottijöly, kreosoottipiki) on kivihiilitervan tislusjäännös, joka sisältää satoja orgaanisia ja epäorgaanisia yhdisteitä. Kivihiilipikeä purettaessa työilmaan vapautuu hiukkasmaisia ja höyrymäisiä aineosia, joista ongelmallisimpia ovat syöpää aiheuttavat polykykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH-yhdisteet).

Kivihiiplikki esiintyy yleensä kiinteässä pikimäisessä olomuodossa. Kivihiiplikki on tummaa ja siinä on voimakas pistävä haju (kyllästetyn puun, rata-pölkyn, kreosootin haju). Kuivissa olosuhteissa herkimmin haihtuvat PAH-yhdisteet ovat saattaneet hävitä, jolloin kivihiiplikien olomuoto on muuttunut sitkeästä hauraaksi ja haju vaikeasti havaittavaksi. Hajuton kivihiiplikituote saattaa kuitenkin sisältää runsaasti normaalia huoneen lämpötilaa korkeammassa lämpötiloissa haihtuvia hajuttomia PAH-yhdisteitä, joten iäkkäämpien kivihiiplikituotteiden PAH-yhdistepitoisuus on aina syytä selvittää laboratoriotesteillä.

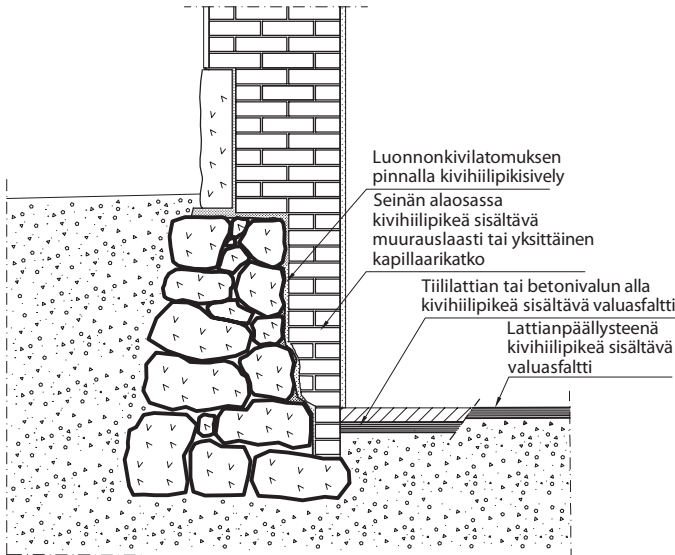
Suomalainen kattohuopateollisuus käynnistyi vuonna 1876 ja oli jo 1900-luvun alussa huomattavan laajaa. Kivihiiplikien käytöstä siirryttiin vähitellen maaöljystä tislattun bitumin käyttöön. Semptalin oli 1900-luvun alkupuolen tunnettu bitumihuopa. Bitumihuovan ohella tehtiin teollisesti myös asfaltti- eli tervahuopaa.

Kivihiiplikkeä on käytetty kosteuden- ja vedeneristeenä vanhoissa rakennuksissa etenkin kellarikerrosten lattiarakenteissa, muuratuissa seinissä ja tiilisaumoissa kapillaarikatkona erityisesti aikavälillä 1890–1950. Kivihiiplikkeä on käytetty myös muuratuissa välipohjissa, uima-allasrakenteissa, pihojen kansirakenteissa ja ulkoilmassa olevissa lattia- ja perustusrakenteissa. Kreosoottipitoisia bitumipahveja ja papereita käytettiin rakennuksissa kosteus-

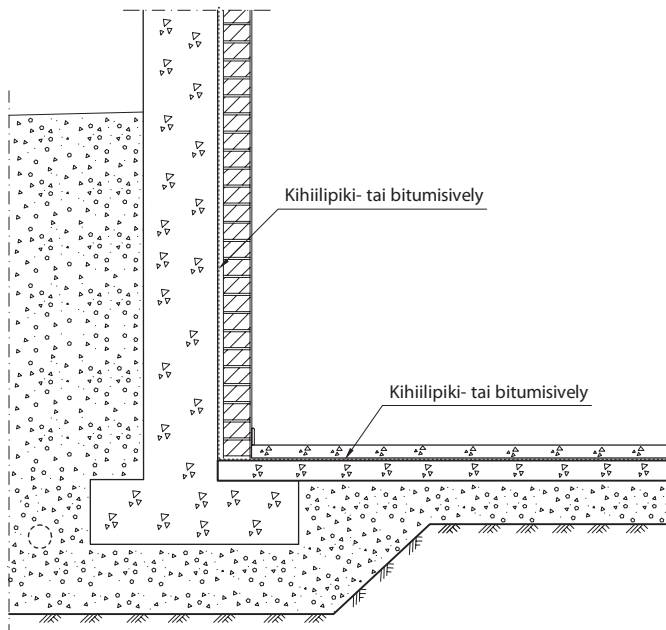
ja höyrysulkuina niin ala-, ylä- kuin välipohjissakin sekä seinärakenteissa. PAH-yhdistepitoisia bitumisevelyjä on käytetty yleisesti maanvastaisen seinien kosteuseristeenä ja kreosootilla on kyllästetty jopa sähköjohtojen eristeitä.

Bitumipohjaisia valuasfaltteja on käytetty niin ala-, ylä- kuin välipohjissakin ja jopa portaissa. Valuasfalttien valmistamiseen käytetyt öljyt saattavat sisältää öljyhiiplivetyjen lisäksi aromaattisia yhdisteitä (BTEX) sekä PAH-yhdisteitä.

Korjauksissa vanhat kivihiiplikkeä ja muita PAH-yhdisteitä sisältävät materiaalit on ensisijaisesti pyrittävä poistamaan. Kaikkea kivihiiplikkeä ei kuitenkaan ole käytännössä mahdollista poistaa purkamatta rakennetta kokonaisuudessaan. Esimerkkinä tällaisista rakenteista ovat kantavien perustusrakenteiden kapillaarikatkot ja rakennushistoriallisesti arvokkaat väli- ja yläpohjat, joissa kivihiiplikkeä on käytetty sivelynä tai valuasfalttina. Usein säilytettävään liittyviin rakennuksiin on imeytynyt PAH-yhdisteitä merkittävässä määrin, joten kaikesta haitallisesta materiaalista ei päästä eroon, vaikka suurin osa kivihiiplikkeä sisältävästä poistetaan. Vaihtoehtona purkamiselle ja täydentävänä korjausmenetelmänä on rakenteen kapselointi tiiviillä materiaalikerroksella, kuten esimerkiksi metallilaminaattikalvolla tai -kermillä, epoksinnoitteella tai muulla sellaisella materiaalilla, jolla on tutkimusti riittävä diffuusiovastus PAH-yhdisteitä ajatellen. Kapselointimateriaa-



Tyypillinen 1900-luvun vaihteen kerrostalon kellarikerroksen maanvastainen seinä. Asuntojen ja muiden vastaavien tilojen lattiasa on kivihiiplikkeä sisältävän valuasfaltin päällä yleensä puukoolattu lautalattia.



Tyyppillinen 1920–1960-lukujen kerrostalon maanvastainen seinä. Kivihiilipiien lisäksi myös bitumisivelyjen PAH-yhdistepitoisuus voi olla haitallisen korkea.

lia valittaessa on huomioitava se, että kemiallisten yhdisteiden diffuusiovastus ei useinkaan korreloi materiaalin vesihöyrynvastuksen kanssa. Materiaalin valintaan ja työmenetelmiin vaikuttaa lisäksi se, etteivät kaikki materiaalit kestä pitkäaikaisesti kosketusta hiilivety-yhdisteiden kanssa eikä kivihiilipiikettä ole myöskään suositeltavaa lämmittää tai kuumentaa, koska tällöin sen päästöt kasvavat helposti moninkertaisiksi ja altistavat rakennustyöntekijöitä. Lisävarmuutta kapselointikorjaukselle saadaan, mikäli kapselointikerros ja sisätilat on erotettu toisistaan koneellisesti tuulettamalla ilmavälillä tai muulla tuuletus- tai alipaineistusjärjestelmällä.

## Julkisivusaumaukset ja pinnoitteet

### PCB-yhdisteet elementisaumoissa

PCB-yhdisteitä on lisätty rakennusten saumauksissa käytettyihin elastisiin polysulfidipohjaisiin saumausmassoihin ainakin vuoteen 1974 asti, mahdollisesti 1970-luvun loppuun asti. Tarkkaa lopettamisaikaa ei voida määrittää eikä PCB-pitoisten saumausmassojen käyttöä 1980-luvulla voida täydellä varmuudella sulkea pois.

Polysulfidimassojen käyttö alkoi elementtirakentamisen myötä 1950-luvun loppupuolella. Käytössä

on ollut varsinkin 1960-luvulla muitakin saumausmassatyyppejä kuin polysulfidimassat.

Rakennusten saumausmassojen PCB-yhdistepitoisuudet tulee selvittää vuonna 1979 tai sitä ennen valmistuneissa rakennuksissa, joissa on käytetty elastisia saumausmassoja. Vuonna 1957 tai sitä ennen valmistuneita rakennuksia ei ole tarpeen tutkia, ellei niihin ole tehty korjaus- tai muutostöitä 1950-luvun lopun ja vuoden 1979 välisenä aikana.

Saumausmassojen PCB-yhdistepitoisuus tulee selvittää:

- julkisivusaumausten korjauksessa ja uusimisessa
- julkisivujen tai parvekkeiden pinnoitus- ja paikkaustöissä
- peittämissä julkisivukorjauksissa
- ikkunoiden ja ulko-ovien korjauksissa ja uusimisissa
- purkutöissä
- rakennusten vierustojen maansiirtotöissä.

PCB-yhdistepitoisuudet on selvitettävä myös sellaisissa kohteissa, joissa julkisivusaumat on kertaalleen uusittu.

Mikäli vuosien 1957–1979 aikana rakennettujen tai korjattujen rakennusten saumojen PCB-yhdistepitoisuutta ei ennen korjaustoimenpiteitä tutkita, on työt tehtävä kuin saumojen oletettaisiin sisältävän PCB-yhdisteitä.

Ennen PCB-yhdistepitoisten saumojen korjaustyötä on selvitettävä, vaatiiko rakennustyö lupa- tai ilmoitusmenettelyä. Tämä selviää parhaiten olemalla yhteydessä kunnan ympäristö- ja rakennusvalvontaviranomaisiin. Myös työsuojeluviranomaisiin on syytä olla yhteydessä.

Korjauksen aikana sekä sen jälkeen on parhaalla käytökelpoisella tekniikalla varmistuttava siitä, ettei PCB-yhdistepitoinen jäte leviä haitallisesti ympäristöön eikä aiheuta vaaraa asukkaiden tai työntekijöiden terveydelle. Leviämisen estämiseksi on käytettävä riittävän tehokkaita työvälineitä ja -tekniikoita sekä tarpeen vaatiessa erilaisia suojaustoimia, kuten maaperän peittämistä.

Jätteen käsittelyssä on huolehdittava siitä, etteivät PCB-yhdisteet leviä haitallisesti ympäristöön ja ettei niistä aiheudu terveydellistä haittaa. Jäte on vietävä välittömästi sille varattuun jäteastiaan. Varastoinnissa on huolehdittava siitä, että PCB-yhdistepitoiset jätteet ovat erillään herkästi syttyivistä aineista ja etteivät ulkopuoliset pääse käsittelemään jätettä.

### Lyijy (Pb) elementtisaumoissa

Lyijyä on käytetty yleisesti kaksikomponenttisten polysulfidisaumausmassojen kovetteissa. Lyijyn käyttö väheni 1970-luvun puolivälin jälkeen, kun saumausmassavalmistajat kehittivät mangaanipohjaiset kovetteet. Käytännön korjaustoiminnassa on kuitenkin havaittu, että myös 1980-luvulla valmistuneista rakennuksista on löytynyt lyijy-yhdisteitä sisältäviä saumausmassoja.

Saumausmassojen lyijypitoisuudet tulee selvittää julkisivuihin ja parvekerakenteisiin kohdistuvien korjaustöiden sekä maansiirtöiden yhteydessä vuonna 1989 tai sitä ennen valmistuneissa rakennuksissa, mikäli saumausmassoissa ei ole todettu olevan PCB-yhdisteitä. 1980-luvulla valmistuneiden rakennusten saumausmassoista tutkitaan vain lyijy.

Vuonna 1957 tai sitä ennen valmistuneita rakennuksia ei ole tarpeen tutkia, ellei niihin ole tehty korjaus- tai muutostöitä 1950-luvun lopun ja vuoden 1989 välisenä aikana. Mikäli epäillään, että mainittuja aikarajoja myöhemmin valmistuneen rakennuksen saumausmassat sisältävät lyijy-yhdisteitä, on rakennus saumausmassat tutkittava.

### Asbesti

Mikäli julkisivun pintakäsittelyn on todettu sisältävän asbestia, on tämä otettava huomioon myös julkisivusaumausten korjaustöissä. Jos korjaustyö tehdään ainoastaan julkisivusaumoihin eikä pinnoitteita uusita, voidaan korjaustyöstä neuvotella tapauskohtaisesti työsuojeluviranomaisten kanssa.

## PCB-yhdisteet lämpölaseissa ja ikkunakiteissä

Myös lämpölasikkunoiden profiililistan ja lasien välisissä tiivistysmassoissa on käytetty PCB-yhdisteitä. Lämpölaseja on käytetty vuodesta 1960 alkaen teollisuusrakennuksissa ja vuodesta 1965 alkaen muissakin talotyypeissä. Vuoden 1979 jälkeen ei PCB-yhdisteitä sisältäviä lämpölaseja ole asennettu Suomessa yksittäistapauksia lukuun ottamatta. Sen sijaan vanhoja lämpölasielementtejä on voitu kiertää jonkin verran toissijaisessa käytössä.

Kiinteistönomistajan tulee selvittää, onko rakennuksessa olevien lämpölasien tiivistysmassoissa mahdollisesti PCB-yhdisteitä. Jos lämpölasit on asennettu ennen vuotta 1979 tai lasit ovat tuolta ajalta, sisältävät ne todennäköisesti PCB-yhdisteitä ja ne tulee merkitä asianmukaisesti. Lisäksi rakennuksen huoltokirjassa tai muissa rakennusta koskevissa asiakirjoissa tulee mainita, että rakennuksen lämpölasien tiivistysmassoissa on todennäköisesti PCB-yhdisteitä.

Ennen vuotta 1979 valmistettujen lämpölasikkunoiden vaihtoa suunniteltaessa on otettava tiivistysmassasta näyte. Mikäli se sisältää PCB-yhdisteitä ongelmajäterajan ylittävän määrän, on lämpölasielementtiä käsiteltävä ongelmajätteenä. Lasista voi käyttää kierrätykseen puhtaan keskosian. Alumiiniprofiili ja siinä kiinni oleva lasi tiivistysmassajäänneeseen sekä tiivistysmassa ovat ongelmajätettä. Lisäksi on otettava huomioon, että PCB-yhdisteitä siirtyy huokoiseen materiaaliin (puu, betoni), mikäli se on kosketuksissa tiivistysmassan kanssa.

PCB-yhdistepitoisten ikkunoiden vaihto ei edellytä laajoja työkohteen tai sen lähiympäristön suojaustoimia, koska umpiolasit on ikkunapuitteissa kiinni, eikä varsinaista suoraa kontaktia pääse syntymään. Tällöin niiden käsitelyssä yntekijän suojaamiseen riittää tavanomainen työvaatetus ja suojakäsineet. Pölyväissä työvaiheissa hengityksensuojain on kuitenkin tarpeen. Purettujen ikkunoiden välivarastoinnin on oltava sellainen, että ikkunat säilyvät ehjinä eikä niitä voida ikkivaltaisesti rikkoa. Myös ikkunoiden elastisissa kittauksissa on aikaisemmin käytetty PCB-yhdistepitoista massaa.

### Puurakenteet

Puun kyllästyksen on käytetty kreosoottipitoisia aineita (PAH-yhdisteet), raskasmetalleja sisältäviä aineita (kromi, kupari ja arseeni – CCA- ja CC-kyllästeet) sekä kloorifenolivalmisteita.

Käytöstä poistettu kyllästetty puutavara kerätään keskitetysti puunkyllästysteollisuuden omistaman kierrätysyhtiö Demolite Oy:n toimesta yhtiön Tuuloksen terminaaliin välivarastoitavaksi. Myöhemmin hakettu puujäte toimitetaan ongelmajä-

telaitokselle hävitettäväksi. Tällä hetkellä Suomessa ei ole kyllästetyn puujätteen hävittämiseen soveltuva laitosta.

### Kreosootikäsitelty puu

Kreosootiöljy on kivihiihitervan tisle, joka on tehokas mutta myrkyllinen puunsuojakemikaali. Sillä kyllästetään teollisesti mm. ratapölkkyjä ja pylväitä. Kreosootilla käsitelty puu on tummanruskea ja sillä on tunnusomainen haju. Kreosootiöljy koostuu saadoista orgaanisista aineista, joista suuri osa on ympäristölle ja/tai terveydelle vaarallisia. Kreosootilla kyllästetty puutavara on tarkoitettu ammattikäyttöön, ei yksityiseen kulutukseen. Nykyisin kreosootilla kyllästettyä puuta saa käyttää vain pysyvästi maaperään koskettavissa avojohtorakennelmissa (sähkö- ym. pylväät) ja ratapölkkyinä sekä silloissa tai muissa vastaavissa kantavissa ulkorakenteissa. Kreosootilla käsitellyn puun käyttö sisätiloissa, puutarhakalusteissa ja leikkikentillä ym. on kielletty.

Vanhoissa rakennuksissa kreosootilla kyllästettyä puuta on joskus käytetty ala- ja yläpohjan rakenteissa sekä lisäksi tiilirakennusten välipohjissa puupalkkien tukeutuessa tiiliseiniin. Väli- ja alapohjien osalta kreosootikyllästeiden aiheuttamat haju- ja terveyshaitat ovat harvinaisempia, mutta ullakkotiloissa rakenteiden lämmitessä aurinkoisella säällä saattavat kreosootikyllästeet aiheuttaa vähintäänkin hajuhaittoja, erityisesti jos rakenteiden kautta kulkeutuu ilmavuojojen mukana korvasilmaa sisätiloihin. Myös puutervalla käsitellyt rakenteet voivat aiheuttaa hajuhaittoja, vaikka suoranaiset terveysvaikutukset ovatkin vähäisempiä. Korjauksissa on päästy tyydyttävään lopputulokseen ilmatiivistemällä rakenteet ja käyttämällä kapselointikerroksena polyamidipohjaista höyrynsulkukalvoa. Myös rakennuksen painesuhteiden hallinnalla ja esimerkiksi ullakkotilan tuuletuksen tehostamisella on mahdollista ehkäistä epäpuhtauksien kulkeutumista sisätiloihin.

### Raskasmetalleilla käsitelty puu

Arsenia, kromia ja kuparia sisältäviä kyllästeitä kutsutaan CCA-kyllästeiksi. Vain kromia ja kuparia sisältäviä kyllästeitä kutsutaan CC-kyllästeiksi. Nykyisin käytössä on myös kuparikyllästeitä (C-kylläste). Kyllästetty puu on väriltään yleensä vihreää ja joskus ruskeaa. Kromilla, arseenilla ja kuparilla kyllästettyä (A-luokan) puutavaraa saa käyttää vain pysyvästi maaperään koskettavissa tai vesistöissä olevissa rakenteissa sekä silloissa, kaiteissa ja muissa vastaavissa turvallisuusrakenteissa. CCA-kyllästetty puu on tarkoitettu ammattikäyttöön eikä sitä saa lainkaan luovuttaa kuluttajille. Tällaista kyllästettyä puuta ei saa käyttää leikkivälineisiin, pihakalusteisiin, leikkikenttärakenteisiin, sisätiloissa eikä elintarvikkeiden

tai ravintokasvien kanssa kosketuksiin joutuviin rakenteisiin. CCA- ja CC-kyllästeitä on korvattu pelkillä kuparisuoloilla kyllästetyllä puulla. Puun käsittelytapa tulee varmistaa oikeiden käsittely- ja hävittämistapojen varmistamiseksi.

### Kloorifenoleilla käsitelty puu

Kloorifenoliyhdisteiden käyttöaika puunsuojauskemikaaleissa oli vuosina 1930–2000. Yleisin kloorifenolivalmiste oli tuoreen puutavaran sinistymisen estoon tarkoitettu Ky5-niminen valmiste. Se sisältää tetra-, tri- ja pentakloorifenolin natriumsuolaja. Ky5:n valmistus päättyi 1980-luvun puolivälissä. Nykyisin kloorifenolivalmisteiden käyttö sinistymisen estoon sahoilla on kielletty. Tetrakloorifenolia käytettiin 1990-luvulle asti liimoihin sekoitettavissa termiittimyrkyissä vaneriteollisuudessa. Nykyisin Suomessa käytettävät valmisteet eivät sisällä tetrakloorifenolia.

Sallittujen suojauskemikaalien luettelossa oli 1990-luvun alussa pentakloorifenolia sisältäviä valmisteita, joiden käyttötarkoitus oli puutavaran suojeleminen sivelemällä, ruiskuttamalla ja upotamalla. Maaperä vanhoilla sahoilla onkin usein pilaantunut kloorifenoleilla.

### Asbestisementtituotteet

Suomessa asbestisementtiä alettiin valmistaa vuonna 1923 (Minerit). Kotimainen tuotanto lopetettiin vuonna 1988. Asbestisementtisiä levyjä valmistettiin eripaksuisina, aaltomaisina sekä sileinä, kovapuristettuina, puristettuna ja puristamattomana, värillisenä ja luonnonharmaana. Asbestisementtilevyjä käytettiin julkisivulevyinä, sisäverhouslevyinä, kattolevyinä, vesi- ja viemäriputkissa, ilmanvaihtokanavissa sekä piharakenteissa (kukkaruukut, parvekelaatit, ikkunapenkit tms.). Cembrit Oy:n mukaan Oy Minerit Ab:n sileistä Luja-rakennuslevyistä asbesti jätettiin pois jo heinäkuussa 1979, jolloin tuotannossa siirryttiin sellukuidun käyttöön.

### Ruiskutettu asbesti

Ruiskutetun asbestin käyttö kiellettiin Suomessa vuonna 1976. Ensimmäiset ruiskutukset tehtiin 1930-luvun lopulla ja eniten niitä tehtiin 1960–1970-luvuilla. Ruiskutettua asbestia käytettiin palo-, lämpö- ja äänieristyksessä. Yleensä käytettiin krokidoliittiasbestia (ns. sininen asbesti) ja vähemmässä määrin amosiittiasbestia (ns. ruskea asbesti). Ruiskutettuna asbestina krysotiili (ns. valkoinen asbesti) on harvinainen.

Julkisten rakennusten (esim. sairaalat, toimitot ja hotellit) ilmanvaihtokanavien paloeristyksessä käytettiin ruiskutettua asbestia. Myös akustiset eristykset esim. konserttihalleissa, hissikuiluissa

ym. tehtiin usein ruiskutetulla asbestilla. Ruiskutettua asbestia on käytetty rakennusten ohella laivojen palosuojauksessa. Teollisuudessa ruiskutettua asbestia käytettiin lämmöneristykseen mm. voimalaitoksissa.

## Putkieristeet

Suomessa putkieristeissä käytettiin asbestia 1930-luvulta alkaen. Yksi yleisimmistä vanhoista eristemateriaaleista oli asbesti-piimaamassa. Mineraalivillat syrjäyttivät 1960-luvulla asbestimassat, mutta hankaliin paikkoihin, kuten mutkiin ja venttiilien vieruksiin käytettiin yhä asbesti-piimaamassa. Putkea peittävä mineraalivilla oli kuitenkin yleensä peitetty asbestipitoisella harsokankaalla. Putkieristeenä saattoi olla myös aaltopahvi, jonka alla oli putkea vasten muutama millimetri paksu asbestimassa. Myös putkien laippatiivisteet sisälsivät asbestia.

Putkien lisäksi asbestipitoisia eristeitä käytettiin kattiloiden ja lämminvesivaraajien eristämiseen. Kaupallisista eristysmassoista asbesti poistettiin 1970-luvun puolivälissä, mutta vielä 1970-luvun lopun rakennuksissa on tavattu asbestia mutkakohdissa.

Valurautaisten viemäriputkien muhviiltoiksissa on käytetty yleisesti lyijyä. Metallinen lyijy ei ole varsinaisesti haitallinen aine tai ongelmajäte vaan kierrätettävä metalli. Lyijyiltoiksia sisältävien putkien katkaisua liitoskohdista esim. polttoleikkaamalla tai kulmahiomakoneella tulee kuitenkin välttää, koska tällöin ilmaan pääsee terveydelle haitallisia lyijyhiukkasia ja -huuruja.

## Lattiamateriaalit

### Asbesti

Erittäin yleisesti käytetty lattiapinnoite on kokoa 250 mm x 250 mm oleva asbestipitoinen vinyylilaatta, joita valmistettiin Suomessa vuoteen 1988 saakka. Hyvin pieniä eriä vinyylasbestilaattoja ja vinyylilikkvartiasbestilaattoja valmistettiin 300 mm x 300 mm kokoisena. Vinyylilaatat koosta riippumatta liimattiin usein asbestipitoisella mustalla liimalla.

Erilaiset 1970-luvun joustovinyylimatot sekä muovi- ja kumimatot sisälsivät usein asbestia. Niitä myös tuotiin Suomeen vuoteen 1985 saakka. Mattoja käytettiin yleisimmin kosteissa tiloissa, kuten keittiöissä, pukuhuoneissa, kylpyhuoneissa ja WC-tiloissa. 1950–1970-luvuilla valmistettiin lisäksi asbestipitoista muovimassalattiaa.

Julkisiin tiloihin ja teollisuuteen valmistettiin 1950–1970-luvuilla asbestipitoista magnesiummassalattiaa. Sitä käytettiin erityisesti tiloissa, joissa vaadittiin kulutus- tai kemikaalikestävyttä.

Kosteiden tilojen keraamisten laattojen kiinnitys-laastit sisälsivät 1960–1970-luvuilla asbestia. Myös uima-altaiden laatoitusten kiinnitys-laasteissa käytettiin asbestia.

## Raskasmetallit

Monet vanhat PVC- ja muovimatot sekä potku- ja jalkalastat sisältävät usein korkeita pitoisuuksia raskasmetalleja esim. lyijyä.

## Seinäateriaalit

Hyvin yleisesti, etenkin kylpyhuoneissa ja WC-tiloissa, käytettiin 1960–1970-luvuilla keraamisten seinä-laattojen kiinnitys-laasteissa asbestia. Myös jotkin kosteissa tiloissa käytetyt 1970-luvulla valmistetut PVC-muovitatetit sisälsivät asbestia.

Rappauslaasteihin ei ole teollisesti lisätty asbestia. Julkisivujen rappauslaastiin saatettiin kuitenkin työmaalla lisätä asbestia kiinnityksen parantamiseksi etenkin huonolla säällä rapattaessa. Suuren materiaalmäärän vuoksi poistettavan rappauslaastin asbestianalysointi on vaikeaa, koska mahdollisesti lisätty asbesti ei välttämättä ole homogeenisesti jakautunut koko materiaalin alalle. Jos kohteen tutkimuksissa tai laastin poistotyön yhteydessä rappauslaastissa havaitaan kuituja, tulee niiden asbestipitoisuus selvittää. Tällöin on suositeltavaa kerätä kohteesta useita rappauskäytettä.

## Ilmanvaihtolaitteet ja -kanavat

Ilmanvaihtokanavien palosuojaukseen käytettiin ruiskutettua asbestia 1950–1970-luvuilla. Myös itse poistoilmakanavat olivat usein asbestisementtiä.

Ilmanvaihtokanavien laippaliitoksissa ja työntölistasaumoissa käytettiin usein asbestinarua tiivisteinä. Myös ilmanvaihtokanavien ja -koneiden liitoksissa käytettiin asbestipitoisia massoja tiivistämiseen.

Ilmanvaihtokonehuoneissa on usein asbestisementtilevyjä seinissä ja katoissa.

## Rakennuspahvit, -huovat ja -kartongit sekä akustiikkalevyt

Asbestipahvia, -huopaa ja -kartonkia käytettiin palonsuojaukseen sekä lämmön- ja paloneristeenä. Paksua asbestihuopaa käytettiin mm. kattiloihin.

Asbestipahvien käyttö alkoi 1930-luvulla. Niitä valmistettiin eripaksuisina. Pahveja käytettiin sähköpattereiden taustoiksi, sähkökeskuksiin, mittari-kaappeihin, öljykattiloiden ja säiliöiden eristeinä. Asbestipahveja ei käytetty julkisivurakentamiseen, joten rakenteiden sisällä olevista rakennuspahveista ei tarvitse tutkia asbestia.

Ainakin vuosina 1967–1971 jotkin rakennusmateriaalivalmistajat käyttivät akustiikkalevyissä asbestia.

Asbestin ohella ennen 1960-lukua valmistetut kosteus- ja höyrynsulkuihin käytetyt rakennuspahvit, -huovut ja -kartongit voivat sisältää kreosoottia.

## Muita asbestipitoisia tuotteita

Asbestia on käytetty lisäksi mm. 1980-luvulle saakka akryylimassalattien jalkalistojen teossa. Erilaisissa kittauksissa, esim. putkien läpiviennissä, käytettiin 1970-luvun loppuun saakka asbestia. Monet 1950–1970-lukujen tiivistys-, saumaus- ja propausmassat sisältävät asbestia.

Palo-ovissa, myös karmeissa, käytettiin 1930–1970-luvuilla asbestia. Tietyn tyyppisiin oviin vaadittiin asbestia käytettäväksi. Joissakin uuneissa ja kiuksissa käytettiin 1970-luvulle saakka asbestia esim. tiivisteinä.

Oman lukunsa asbestin käytölle antaisi teollisuus, esim. autoteollisuus.

## Rakennusmateriaaleihin imeytyneet haitta-aineet

Yleensä rakennusmateriaaleista tehdyt öljyhiiliveytylödykset johtuvat öljyvahingoista. Huokoiset materiaalit (betoni, puu, lämmöneristeet) imevät itseensä runsaita määriä öljyjä, joten paikallisesti havaittu öljyvaurio saattaa olla laajalle levinnyt. Vaurion havainnointi voi olla vaikeaa, sillä herkimmin haihtuvilla öljyhiilivedyillä on myös matalimmat hajukynnykset, joten aistinvarainen arviointi ei aina ole mahdollista. Jos tutkimuskohteessa epäillään öljyvauriota, tulee se tutkia laboratoriokeililla.

Aiemmin betonielementtien valmistuksessa käytetyt muottiöljyt ovat olleet raakaöljystä valmistettuja. Niiden koostumukselta ja betonin valmistuksessa käytetyistä määristä ei ole varmaa tietoa, mutta niitä voidaan pitää yhtenä syynä paikallisesti havaittuihin betonin korkeisiin öljyhiiliveytylödyksiin. Nykyisin käytössä olevat muottiöljyt ovat yleensä kasviöljypohjaisia tai synteettisiä biohajoavia öljyjä.

Valuasfaltti sisältää runsaasti öljyhiiliveytyä, eikä sen käyttöä ole suunniteltu paikkoihin, joissa sen öljyhiiliveytyjen haihtumisesta sisäilmaan olisi haittaa. Vanhojen valuasfalttien valmistukseen käytetyt öljyt saattavat sisältää aromaattisia hiiliveytyä ja PAH-yhdisteitä. Tämän vuoksi, jos tutkimuskohteessa suunnitellaan vanhan valuasfaltin poistoa, tulee sille tehdä laaja-alainen haitta-aineanalyysi. Valuasfaltista ja muista PAH-yhdistepitoisista tuotteista on todettu PAH-yhdisteiden imeytyneen betoniin ja tiileen.

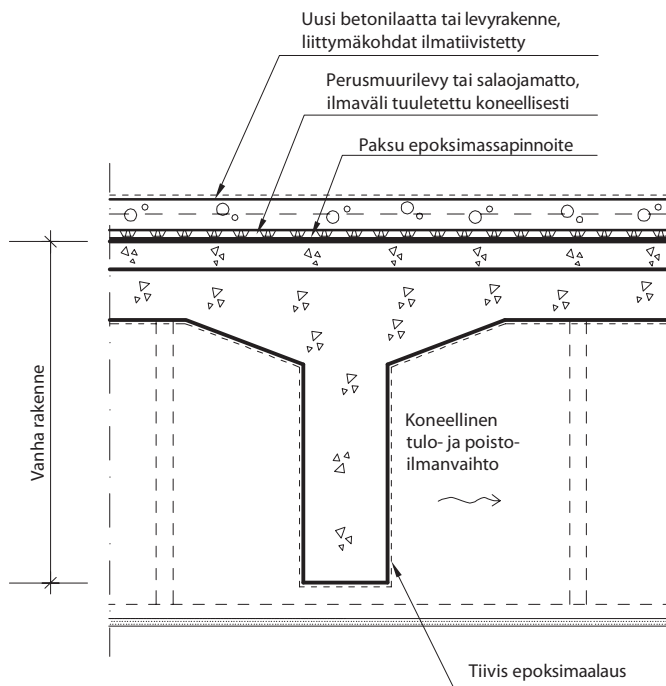
Jäteöljyistä siirtyvä betoniin öljyhiiliveytyjen mukana myös raskasmetalleja. Vanhoista sähkölaitteista on aikanaan saattanut valua betonilattialle kondensaattoriöljyjä, jotka ovat imeytyneet betoniin. Kondensaattoriöljyt ovat sisältäneet hyvin yleisesti PCB-yhdisteitä.

Öljyhiilivedyillä ja muilla haihtuvilla yhdisteillä (esim. BTEX) sekä muilla haitallisilla aineilla saastunut betoni ja maaperä on yleinen ongelma vanhoissa teollisuuslaitoksissa, korjaamoissa ja rakennusten teknisisä tiloissa. Kun vanhan teollisuuslaitoksen käyttötarkoitus muutetaan esim. toimistotiloiksi tai asuinrakennuksiksi, erilaiset betonista haihtuvat yhdisteet saattavat aiheuttaa vakavan sisäilmaongelman. Tämän vuoksi onkin suositeltavaa, että vanhojen teollisuuslaitosten haitta-ainekartoituksissa tutkitaan aina myös betonin haitta-aineita.

Haitallisilla aineilla saastuneen betonirakenteen korjauksessa rakenteen purkaminen saastuneilta osin on ensisijainen ja suositeltavin vaihtoehto. Mikäli rakenteen saastumisesta ei aiheudu vaaraa ympäristön pilaantumisen suhteen, voidaan vaihtoehtoisesti harkita myös rakenteen kapselointia samalla tavoin kuin kivihiihipekellä sisältävien rakenteiden tapauksessa. Huolellisesti toteutetuilla kapselointirakenteilla ja niihin liittyvällä tuetuksella on mahdollista estää kokonaan tai vähintäänkin hidastaa riittävästi epäpuhtauksien kulkeutumista rakenteista sisäilmaan siten, että sisäilman laatu säilyy hyväksyttävällä tasolla. Periaatteeltaan kapselointivaihtoehto on yleisesti hyväksytty ratkaisu epäpuhtauksien aiheuttamien haittojen ehkäisemiseksi. Saastuneen rakenteen kapselointia voidaan verrata esimerkiksi normaalin radonsuojauksen periaatteeseen, jossa ilmavirtausten mukana kulkeutuvan ja rakennekerrosten läpi diffuutoituvan syöpävaarallisen radonkaasun kulkeutumista maaperästä huoneilmaan pyritään hidastamaan rakenteita tiivistämällä sekä erilaisilla ilmanvaihtoratkaisuilla. Kapselointivaihtoehdon riskit liittyvät yleensä lähinnä tilojen käyttäjien ennakkoluuloihin ja odotuksiin.

Kosteusvauriokohteissa ala- ja välipohjan betonirakenteisiin voi olla imeytynyt merkittävässä määrin haitallisia aineita pidettäviä mikrobin aineenvaihduntatuotteita tai esimerkiksi muovimattojen, mattoliimojen ja tasoitteiden hajoamistuotteita (mm. 1-butanol, 2-etyyli-1-heksanol ja TXIB). Myös elintarviketeollisuuden tiloissa rakenteisiin voi olla imeytynyt valkuaishaitta-aineita ja muita yhdisteitä, jotka pilaantuessaan ja yhdessä bakteerikasvun kanssa tuottavat sisäilman laatua heikentäviä yhdisteitä. Epäpuhtauksien poistaminen betoni- tai tiilirakenteesta, esimerkiksi rakennetta lämmittämällä tai erilaisilla kemiallisilla käsittelyillä, on periaatteessa mahdollista, mutta käytännössä menetelmät ovat





*Esimerkki mineraaliöljyllä saastuneen välipohjarakenteen kapseloinnista.*

varsin hitaita ja siten suhteellisen tehottomia. Tavanomaisten kuivien huonetilojen betonilattioiden korjauksissa hyviä kokemuksia on saatu rakenteen kapseloinnista tiiviillä epoksipohjusteella ennen uusien tasoitteiden ja lattiapäällysteiden asennusta.

## Yhteenveto

Haitta-aineiden tutkimukset on tehtävä hyvissä ajoin ennen hankesuunnittelua. Tällöin haitta-aineita sisältäviin rakenteisiin liittyvät toimenpiteet voidaan ottaa huomioon suunnitteluvaiheessa ja lisäksi voidaan arvioida haitta-aineisiin liittyvien työvaiheiden kustannusvaikutuksia luotettavammin. Vanhojen teollisuusrakennusten ja muiden erityiskohteiden tapauksessa haitta-ainekartoituksen merkitys korostuu, koska rakenteisiin imeytyneet epäpuhtaudet voivat vaikuttaa jopa rakennuksen mahdolliseen käyttötarkoitukseen ja siten koko hankkeeseen.

Haitta-ainekartoitukset ja niihin liittyvien toimenpiteiden suunnittelu edellyttävät laaja-alaista kokemusta sekä haitta-aineista että soveltuvis- ta purku- ja korjausmenetelmistä. Haitta-aineiden

tunnistamisen, niiden erilaisten analyysimenetelmien ja viranomaisohjeistuksen hallinnan lisäksi tarvitaan myös materiaali- ja rakennusteknistä osaamista tarkoituksenmukaisimman ja sisäilman laadun kannalta turvallisen korjausratkaisun valitsemiseksi.

## Lähteet

Palviainen T., Maanvastaisten rakenteiden kosteuden hallinta sisäpuolisilla korjausmenetelmillä, Diplomityö (2009)

Keinänen H., Polyamidipohjaiset kapselointiratkaisut haitta-aineiden ja epäpuhtauksien torjunnassa, Diplomityö (2009)

Sievola J., Kosteusvaurioituneiden maanvastaisten seinärakenteiden sisäpuolisten laastikorjausten vaikutus sisäilman laatuun, Diplomityö (2008)

Riala R., Pirhonen P., Heikkilä P., Asbesti purku- ja huoltotyössä, 2. painos (1993)