

Mineraalikulitujen irtoaminen sisäkatosta – laboratorio- ja kenttämittauksia

Jyrki Kilpikari¹, Tapani Tuomi² ja Henna Maula³

¹ Saint-Gobain Finland Oy / Ecophon

² Työterveyslaitos

³ Turun ammattikorkeakoulu

Tiivistelmä

Mineraalivillasta valmistetuista sisäkatosta vapautuviin kuitumääriin esitetään vaikuttavan; levyjen ikä, leikattujen reunojen käsittely ja levyihin kohdistuva mekaaninen rasitus. Tässä esityksessä käydään läpi kenttä- ja laboratoriomittausten tuloksia em. tekijöiden vaikutusta levyistä irtoaviin laskeutuvien kuitujen määrään käytön ja myös asennuksen sekä huoltotöiden aikana. Tulokset osoittavat, että kuitujen irtoaminen on erittäin vähäistä käytön aikana riippumatta levyjen reunakäsittelystä tai iästä. Milloin levyjä asennetaan tai niitä joudutaan avaamaan käytön aikana levyjen ikä ja reunakäsittelyn puute näyttävät lisäävän irtoavien kuitujen määrää. Esityksessä myös pohditaan ohjeita levyjen oikeaan käsittelyyn saatujen tulosten perusteella.

1. Johdanto ja aikaisempia tuloksia

Mineraalivillatuotteista valmistettuja tuotteita käytetään yleisesti lämmöneristeenä esim. seinärakenteissa. Niitä käytetään myös parantamaan ääneneristävyyttä ilmastointilaitteiden äänenvaimentimissa ja akustoivina alakatto- ja seinälevyinä. Mineraalivillatuotteista mahdollisesti irtoavien kuitujen on esitetty aiheuttavan iho-, silmä- ja hengitystieärsytystä [1]. Toimistotyypisissä ympäristöissä teollisten mineraalikulitujen pitoisuudet ilmassa ja pinnoille laskeutuneessa pölyssä ovat kuitenkin varsin pieniä [2]. Irtoavat kuidut jaetaan hengitettäviin kuituihin ja laskeutuviin kuituihin. Hengitettävinä kuituina pidetään kuituja, joiden halkaisija on pienempi kuin 3 µm ja pituus suurempi kuin 5 µm, ja pituuden ja halkaisijan suhde on suurempi kuin 3:1. Laskeutuvien kuitujen halkaisija on suurempi kuin 3 µm ja pituus yli 9 µm. Paksut kuidut (halkaisija suurempi kuin 5 µm) aiheuttavat voimakkaampaa ärsytystä kuin ohuemmat. Laskeutuville kuituille asumisterveysasetuksessa on määritelty toimenpideraja 0,2 kuitua/cm²/14 vrk [3]. Tätä sovelletaan usein myös muille tiloille. Mittaus tehdään yleensä Työterveyslaitoksen ohjeen mukaan ottamalla näyte geeliteipille [4]. Geeliteipistä lasketaan kaikki valomikroskoopilla, 100 kertaisella suurennoksella näkyvät mineraalivillakuidut, joiden pituus on vähintään 20 µm. Geeliteippimenetelmässä näytteen koko on hyvin pieni (14 cm²) joka vuoksi pieniä kuitumääriä on vaikea määrittää. Suomessa on kehitetty menetelmä, jossa näyte kerätään isommalta pinnalta [5].

Ilmastointilaitteiden äänenvaimentimista irtoavien kuitujen määrää on selvitetty laajasti suomalaisessa tutkimuksessa [6]. Tutkimuksessa todettiin työntekijöiden, jotka työskentelivät rakennuksissa, joissa laskeutuvien kuitujen määrä oli suuri, saavan hengitystie- ja ihoärsytysoireita. Sekä hengitettävien että laskeutuvien kuitujen määriä on mitattu tanskalaisessa tutkimuksessa tiloissa, joissa on ollut mineraalikulitulevyistä valmistetut sisäkatot [7]. Tutkituissa tiloissa havaittiin sekä hengitettäviä että laskeutuvia mineraalikulituja, riippumatta siitä oliko niissä mineraalivillasta valmistetut sisäkattolevyt vai ei. Mineraalikulitujen lähteitä siis täytyi olla myös muita. Näiksi esitettiin ilmanvaihtolaitteiden äänenvaimentimia ja rakennuksen lämmöneristeitä.

Kontrolloiduissa laboratorio-olosuhteissa Turun ammattikorkeakoulun ilmastointilaboratorion koehuoneessa tähän tutkimuskokonaisuuteen liittyen on aikaisemmin mitattu huonetilan koko kattopinnan peittävästä mineraalivillalevyistä irtoavien kuitujen määrää. Näissä mittauksissa havaittiin, etteivät kuitupitoisuudet huonetilan pinnoilla ylittäneet asumisterveysohjeen toimenpiderajaa, riippumatta levyjen iästä tai mahdollisesta reunakäsittelystä [8].

Leijuvasta sisäkattokentästä, jossa levyjen taustapinta on suoraan yhteydessä huonetilaan, saatiin tähän tutkimuskokonaisuuteen kuuluvassa tutkimuksessa, jossa mittaukset suoritettiin Työterveyslaitoksen emissiolaboratoriossa, samansuuntaiset tulokset kuin Turun AMK mittauksissa. Vain vanhoista (ikä yli 15 vuotta) levyistä, joissa oli yksi juuri leikattu reuna, saatiin hieman asumisterveysasetuksen toimenpiderajan ylittävä tulos 0,3 kuitua/cm² [9].

Samassa tutkimuksessa mitattiin laskeutuvien kuitujen irtoamista asennuksen aikana. Näissä mittauksissa laskeutuvien kuitujen määrä oli 2,0 kuitua/cm², kun levyjen näkyvä pinta ja reunat oli maalattu. Kun käytettiin levyjä, joiden taustapinta oli myös maalattu, kuitujen määrä laski arvoon 0,3 kuitua/cm².

Asennettua kattopintaa joudutaan usein avaamaan sen takana olevien talotekniikkaan liittyvien laitteiden ja asennusten huoltamiseksi. Katon avaamisen aikana levyihin kohdistuva mekaaninen rasitus on merkittävästi voimakkaampaa kuin paikoillaan olevilla levyillä.

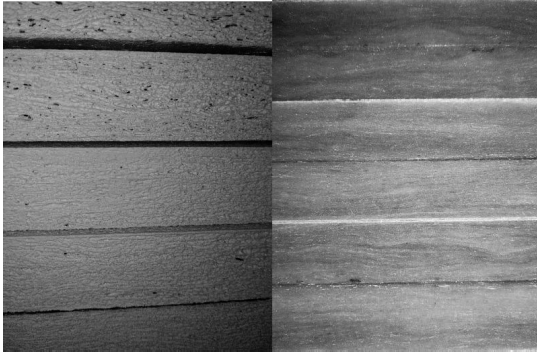
Tässä esiteltävien mittausten tavoitteena oli täydentää aikaisempia mittauksia ja selvittää laboriomittauksin kuitujen irtoamista valmiin kattopinnan avauksen ja uudelleen asennuksen aikana. Kuitujen irtoaminen myös levyjen asennuksen aikana mitattiin. Mittaukset suoritettiin kahdentyyppisillä levyillä, joissa reunat olivat maalatut tai maalaamattomat. Lisäksi tässä esitetään kenttämittauksien tuloksia tiloista, joissa on eri-ikäisiä mineraalivillasta valmistettuja sisäkattolevyjä tai muista materiaaleista valmistettuja sisäkattolevyjä. Näiden ja aikaisempien tulosten perusteella pohditaan tekijöitä, jotka tulosten perusteella voivat vaikuttaa kuitujen irtoamiseen.

2. Materiaalit ja menetelmät

Tämä esitys sisältää tuloksia sekä laboratorio- että kenttämittauksista. Laboratoriossa tehdyistä mittauksissa selvitettiin kuitujen irtoamista levyjen asennuksen ja huoltotöiden suorittamiseksi tarvittavan kattopinnan avaamisen aikana. Kenttämittauksissa saatiin tuloksia kuitujen irtoamisesta rakennusvaiheen aikana ja käytön aikana yhdessä kohteessa. Neljässä kenttäkohteessa mitattiin kuitujen irtoamista eri ikäisistä levyistä.

Laboratorio-olosuhteissa mitattiin irtoavien mineraalikuitujen määrä levyjen asennuksen aikana sekä poistettaessa valmiiksi asennetut levyt kattopinnasta ja asennettaessa ne takaisin paikoilleen. Levyt asennettiin mittaustilaan ns. alaslaskettuna kattona, joka oli asennettu yleisesti sisäkattoasennuksissa käytettävälle teräksestä valmistetulle T-listajärjestelmälle. Levyjen koko oli 600 mm x 600 mm ja olivat lasivillasta valmistettuja sisäkattolevyjä. Levyjä oli kahden tyyppisiä; Ecophon Focus A (reunat maalattu) ja Ecophon Advantage A (reunat maalaamattomat). Reunat on esitetty kuvassa 1. Levyt olivat uusia ja ne otettiin suoraan valmistajan tehdaspakkauksesta. Mittaukset suoritettiin Turun AMK:n ilmastointilaboratorion koehuoneessa, joka oli kooltaan 2,4x2,4 m ja kokonaiskorkeudeltaan 3m. Alakatto oli asennettu 2,4 m korkeudelle. Katossa oli yhteensä 16 levyä. Koehuone oli rakennettu isomman koehuoneen sisään. Sen mitat olivat 4.0x4.7 m ja korkeus 3.0 m (kuva 2). Ympäröivän tilan lattiapinta-ala oli siis noin 13 m². Ennen koetta huone imuroitiin ja huonepinnat pyyhittiin kostealla pyyhkeellä ja annettiin kuivua. Huoneilma puhdistettiin kierrättämällä sitä puhaltimella HEPA-suodattimen läpi. Kokeen aikana

HEPA-suodatin jätettiin päälle koehuonetta ympäröivään tilaan, jonka ilmaa se piti puhtaana



Kuva 1. Levyjen reunat. Vasemmalla maalatut reunat, oikealla käsittelemättömät reunat.



Kuva 2. Mittaushuone, jossa levyjä asennettuna kattoon.

hiukkasista. Tällä pyrittiin minimoimaan koehuoneeseen kulkeutuvien hiukkasten määrä, kun sinne kuljettiin näytteen keräimien vaihtamista varten. Akustiikkalevyt asennettiin kattoon samalla kun kuitunäytteitä kerättiin. Kokeen toisen vaiheen alussa neljä keskimmäistä levyä poistettiin alaslasketusta katosta huoneen reunalle 5 minuutiksi, minkä jälkeen levyt nostettiin takaisin alaslaskettuun kattoon. Tämän työn alussa aloitettiin näytteiden keräys. Näytteet kerättiin Petri-maljoihin ja keräys lopetettiin 24 tuntia viimeisen levyn asennuksen jälkeen. Kustakin sarjasta kerättiin neljä näytettä, joista kaksi oli huoneen keskiosassa ja kaksi lähellä nurkkia. Lyhyttä keräysaikaa käytettiin koska aikaisemmin samoilla tuotteilla tehdyt mittaukset, joissa levyt ovat asennettuna katossa olivat kuitumäärät sekä yhden että 14 vuorokauden mittausjakson aikana alle 0,2 kuitua/cm² [8]. Kuitumäärät näytteistä laskettiin Turun yliopiston aerobiologian laboratoriossa.

Kenttämittaukset tehtiin Työterveyslaitoksen ohjeen [4] mukaisesti keräämällä laskeutuvat kuidut Petri-maljalle, jonka pohjaan painettiin 14 vrk mittausjakson jälkeen Dust Lifter geeliteippi. Kuitujen laskenta näytteistä tehtiin Työterveyslaitoksen työympäristölaboratoriossa.

3. Tulokset

Tulokset kuitujen irtoamisesta asennuksen aikana sekä huoltotöitä simuloivan avaus/asennus jakson aikana on esitetty taulukossa 1. Tuloksista huomataan, että levyjen reunakäsittely maalilla vähentää merkittävästi kuitujen irtoamista niitä asennettaessa tai avattaessa huoltotöiden suorittamiseksi. Huoltojakson pienemmät määrät selittyvät sillä, että tässä vaiheessa käsiteltiin vain neljää levyä, kun koko kattopinnassa on 16 levyä, jotka kaikki asennusvaiheessa asetettiin paikoilleen. Aikaisemmissa raportoiduissa mittauksissa samoista tuotteista niiden ollessa katossa paikallaan irtoavien kuitujen määrä oli 14 vuorokauden mittausjakson aikana 0,1 kuitua/cm² [8].

Taulukko 1. Kuitumäärät kuitua/cm² näytteissä, jotka kerätty levyjen asennuksen ja avaus/takaisinasennus jakson aikana, jolla simuloitiin kattopinnan takana tehtävän huoltotyön mukaista levyjen käsittelyä. Keräysaika 24 h työn lopettamisesta

näyte	Maalatut reunat		Maalaamattomat reunat	
	asennus kuitua/cm ²	avaus/asennus kuitua/cm ²	asennus kuitua/cm ²	avaus/asennus kuitua/cm ²
nurkka, lattia	1,4	0,2	7,8	2,1
keski, lattia	1,1	0,4	5,8	2,9
keski, lattia	1,6	0,6	5,0	2,6
nurkka, lattia	0,7	0,5	5,9	3,1
keskiarvo	1,2	0,4	6,1	2,7

Rakennuskohteessa, jossa sisätyöt olivat vielä käynnissä ja sisäkattolevyjä avattiin mittauksen aikana katon takana tehtävien asennusten suorittamiseksi, mitattiin laskeutuvien kuitujen määriä. Levyjen reunat olivat maalatut. Neljä kuukautta saman kohteen valmistumisen jälkeen mittaukset toistettiin. Tulokset ovat taulukossa 2. Sisätöiden käynnissä ollessa havaittujen kuitujen määrä vaihteli välillä 0,3-0,9 kuitua/cm². Valmiissa rakennuksessa puoli vuotta sen käyttöönoton jälkeen määrä oli 0,1 kuitua/cm² yhtä mittauspistettä lukuun ottamatta, jossa havaittiin 0,6 kuitua/cm². Tässä tilassa tehdyissä uusintamittauksessa ei havaittu kohonneita laskeutuvien kuitujen määriä. Puolentoista vuoden jälkeen kaikkien näytteiden tulos oli <0,1 kuitua/cm².

Kenttämittauksissa mineraalivillasta valmistetuista eri ikäisistä sisäkattolevyistä irtoavien laskeutuvien kuitujen määrä mitattiin neljässä rakennuksessa. Tulokset ovat taulukossa 3. Hyvin vanhoista, huonokuntoisista levyistä laskeutuvia kuituja irtosi yli asumisterveysohjeen toimenpiderajan ylittäviä määriä. Vanhoista, hyväkuntoisista levyistä, joiden reuna oli käsittelemätön, irronneiden kuitujen määrä ei ylittänyt toimenpiderajaa. Levyt olivat reunakäsittelimättömiä, kuva 3.

Taulukko 2. Rakennuskohteessa mitatut kuitumäärät rakennustöiden käynnissä ollessa ja valmiissa, käytössä olevassa rakennuksessa. Levyjen reunat maalatut.

tilano/näyte	tammikuu 20 rakennustyöt käynnissä	kesäkuu 20 rakennus valmis	kesäkuu 21 rakennus valmis
		kuitua/cm ²	kuitua/cm ²
1/1	0,3	<0,1	<0,1
1/2	0,4	<0,1	<0,1
2/1	0,9	<0,1	*
2/2	0,6	0,1	*
3/1	0,4	<0,1	<0,1
3/2	0,3	<0,1	<0,1
4/1	*	0,6	<0,1
4/2	*	0,1	<0,1

** näytteet puuttuvat

Taulukko 3. Eri ikäisissä levyistä irtoavien kuitujen määrä neljässä eri kohteessa.

levyjen ikä, vuotta	näytteitä kpl	keskiarvo kuitua/cm ²	vaihteluväli kuitua/cm ²	havainnot
n. 40	6	0,6	0,2-1,6	levyt huonokuntoisia, ei reunakäsittelyä, kuva 2
n. 30	6	0,1	<0,1-0,2	reunat käsittelemättömät
10	5	<0,1	kaikki <0,1	reunat maalattu
1	4	0,2	<0,1-0,3	reunat maalattu, yksi levy avattu mittauksen aikana



Kuva 3. Noin 40 vuotta vanha huonokuntoinen levy, jonka reunat ovat käsittelemättömät.

4. Yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä ja aikaisemmin esitettyjen [8, 9] tulosten perusteella voidaan esittää seuraavia johtopäätelmiä ja suosituksia.

- Asennetuista, katossa paikallaan olevista levyistä kuitujen irtoaminen on vähäistä riippumatta siitä ovatko reunat käsitelty tai ei.
- Jouduttaessa avaamaan kattopintaa huoltotöiden suorittamiseksi irtoavien kuitujen määrä kasvaa, jos levyjen kaikkia reunoja ei ole maalattu. Siksi usein avattavien levyjen leikkattujen reunojen maalaus on suositeltavaa.
- Asennuksen aikana kuitujen määrää voidaan vähentää käyttämällä reunamaalattuja levyjä.
- Tiloissa, joissa on erityisiä puhtausvaatimuksia (esim. laboratoriotilat) ja kattopintaa on avattava usein, on hyvä käyttää levyjä, joiden taustapinta on myös maalattu.
- Vanhojen levyjen uudelleenkäyttöä tulisi välttää. Näin etenkin, jos se edellyttää levyjen leikkaamista
- Levyjen asennustyön jälkeen tilat, joissa levyjä on käsitelty, on tarpeen siivota huolellisesti.
- Huoltotöiden jälkeen avauskohdan lähellä oleva alue on tarpeen siivota käytettäessä minkä tahansa tyyppisiä sisäkattolevyjä, koska kattopinnan taustatilaan kertynyttä pölyä voi vapautua huonetilaan.

Lähdeluettelo

- [1] Schneider T. (1986) Manmade mineral fibers and other fibers in the air and in settled dust. Environment International. Vol. 12, 61-65. 1986.
- [2] Tuomi T, Wallenius K, Mahiout S, Rautiala s, Lappalainen S. Teolliset mineraalikuidut toimistotyyppisissä työtiloissa. Työterveyslaitos 2020
- [3] Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015.
- [4] Kuitunäytteen ottaminen teippimenetelmällä. Työterveyslaitoksen ohje. www.ttl.fi
- [5] Tuomi T, Kilpikari J, Hartonen M, Kämppi R, Lallukka H. Filter Cassette Method for Analyzing Man Made Vitreous Fibers Settled on Surfaces. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2019,16, 1256.
- [6] Kovanen K, Riala R, Tuovila H, Tossavainen A. Man Made Mineral Fiber Emission from HVAC-components. Proceedings of Clima 2007 WellBeing Indoors.
- [7]. Schneiner T, Nielsen O, Bredsdorff P, Linde P. Dust in buildings with man-made mineral fibre ceiling boards. Scandinavian Journal of Work Environment and Health. 1990; 16(6): 434-439.
- [8] Kilpikari J, Koskela H, Saarto A. Laboratoriomittauksia kuitujen irtoamisesta sisäkatosta. Sisäilmastoseminaari 2019: 273-177
- [9] Kilpikari J, Tuomi T, Hartonen M, Reijula K. Mineraalikuitujen irtoaminen sisäkatosta käytön ja huoltotöiden aikana. Sisäilmastoseminaari 2020.