



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# SISÄILMAKORJAUSTEN ONNISTUMISTEN ARVIOINTI

TE -

Niklas Lumpo

KIJÄ:

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Niklas Lumpo	
Työn nimi Sisäilmakorjausten onnistumisten arviointi	
Päiväys	21.9.2017
Sivumäärä/Liitteet	31
Ohjaaja(t) lehtori Pasi Haataja ja rakennetekniikan yliopettaja Arto Puurula	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Siilinjärven kunnan tekninen virasto/Jukka Kellokumpu	
Tiivistelmä Opinnäytetyön tavoitteena oli arvioida Siilinjärven kunnalla sijaitsevien kolmen koulurakennuksen sisäilmakorjausten onnistumista. Tarkastellut koulut olivat Ahmon koulun B-osa, Päivärinteen koulu ja Siilinlahden koulu. Kouluja oli aiempina vuosina korjattu, mutta työssä keskityttiin viimeisimpiin korjauksiin ja niiden onnistumisten arviointiin.  Työ aloitettiin hankkimalla kaikki tuotettu materiaali kohteiden korjauksista Siilinjärven kunnan teknisen viraston toimitilapäälliköltä Jukka Kellokummulta. Taustatyönä tarkasteltiin materiaaleja, kuten kuntotutkimussuunnitelmia ja lausuntoja ja niistä selvitettiin kohteiden alkuperäinen kunto ennen korjausta. Työssä kirjattiin ylös olemassa olleiden seinien, alapohjien ja muiden mahdollisten rakenteiden eri rakennekerrokset. Tämän jälkeen tutkittiin niistä tehtyjä korjaustapaselostuksia. Kun kaikki oleellinen tieto oli saatu kerättyä, oli vuorossa käyttäjäkyselyn laadinta ja sen julkaisu Webropol-järjestelmän avulla. Käyttäjäkyselyn kysymykset kerättiin osittain Ympäristöministeriön tekemästä julkaisusta Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus sekä ohjaaja Pasi Haatajan avustuksella laadituista kysymyksistä. Kysymyksiä laadittiin yhteensä 17 kappaletta ja niihin vastasi kaiken kaikkiaan 19 opettajaa kolmesta eri koulusta.  Työssä saatiin jonkinlainen käsitys sisäilmakorjausten onnistumisesta, joskin pelkkään käyttäjäkyselyyn nojautuminen näin laajassa kohteiden tarkastelussa osoittautui hyvin haasteelliseksi niin suuren vastauksien kirjon vuoksi.	
Avainsanat Sisäilmakorjaus, tiivistyskorjaus	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Engineering			
Author(s) Niklas Lumpo			
Title of Thesis Success Survey of Indoor Air Renovations			
Date	October 31, 2017	Pages/Appendices	31
Supervisor(s) Mr Pasi Haataja, Senior Lecturer, Mr Arto Puurula, Principal Lecturer in Structural Engineering			
Client Organisation /Partners Siilinjärven Kunta / Mr Jukka Kellokumpu			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to evaluate the success of the indoor air renovations of three school buildings at Siilinjärvi. The schools were located in Ahmo, Päivärinne and Siilinlahti. In this thesis were only concentrated in recently made renovations.</p> <p>The first thing in this thesis was to find out all materials that were made about these renovations at Siilinjärvi. When all the relevant materials were found started the examination of these materials. In those materials was documents like condition surveys. After the examination of condition surveys was done it was time to list all the old structural parts that was renovated of these three buildings where the renovations were made. After that was time to read repair-work reports of these renovations. When all the relevant information were written down started the preparation of a user survey. The release of the user survey were made by Webropol-system. Questions in the user survey were found at Ministry of Environments document Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus and also made with some help of supervisor Mr Pasi Haataja. Total amount of questions were seventeen and respondents amount were total of nineteen in three schools.</p> <p>Result of thesis was somekind of understanding in success of the renovations. Although leaning only in the user survey was difficult because the size of these buildings was big and the user survey answers spectrum were also big.</p>			
Keywords indoor air renovation, sealing renovation			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	5
1.1	Työn taustat ja tavoitteet.....	5
1.2	Käsitteet.....	5
2	OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖTIEDOT .....	7
3	SISÄILMAKORJAUKSET .....	8
3.1	Sisäilma .....	8
3.2	Tiivistyskorjaus .....	9
3.3	Tiivistyskorjaus tavat ja materiaalit .....	10
3.3.1	Nestämäiset levitettävät vedeneristeet .....	11
3.3.2	Pinnoitteet .....	11
3.3.3	Joustavat massat ja vaahdot .....	11
3.3.4	Teipit .....	11
3.3.5	Muut materiaalit, tuotteet ja järjestelmät .....	12
4	TUTKIMUS- JA KORJAUSMENETELMÄT TARKASTELLUISSA KOHTEISSA.....	13
4.1	Ahmon koulu (B-osa).....	13
4.1.1	Tutkimusmenetelmät .....	13
4.1.2	Korjausmenetelmät.....	14
4.2	Päivärinteen koulu.....	15
4.2.1	Tutkimusmenetelmät .....	15
4.2.2	Korjausmenetelmät.....	15
4.3	Siilinlahden koulu .....	16
4.3.1	Tutkimusmenetelmät .....	16
4.3.2	Korjausmenetelmät.....	17
5	TYÖN TOTEUS JA SEN KUVAUS .....	19
5.1	Käyttäjäkysely .....	19
5.2	Pohdinta .....	21
	LÄHTEET.....	22
	LIITE 1: KÄYTTÄJÄKYSELY .....	23

## 1 JOHDANTO

### 1.1 Työn taustat ja tavoitteet

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää ja kerätä aineistoa Siilinjärven kunnassa sijaitsevien kolmen koulurakennuksen sisäilmakorjausten onnistumista. Kohteet ovat Ahmon koulu B-osa eli lukion puoli, Päivärinteen koulu ja Siilinlahden koulun vanha rakennus ja laajennusosa. Kyseiset kohteet, joita tässä työssä käsitellään, ovat rakennettu eri vuosina. Ahmon koulu B-osa vuonna 1972, Päivärinteen koulu vuonna 1994, Siilinlahden koulun alkuperäinen rakennus vuonna 1952 ja sen 2-kerroksinen laajennusosa vuonna 1969.

Työssä vertaillaan näiden kolmen eri kohteen rakenneratkaisuja ja niiden vaikutusta mahdollisiin sisäilmaongelmiin sekä toteutetaan käyttäjäkysely kyseisten koulujen henkilökunnalle Webropol –järjestelmällä, saadakseni lisää tietoa sisäilmakorjausten onnistumisesta.

Opinnäytetyön tavoitteena on saada laadittua tilaajan toiveiden mukainen kartoitus siitä ovatko tehdyt sisäilmakorjaukset onnistuneet. Työssä ei oteta kantaa siihen, ovatko korjaukset täysin onnistuneet vai eivät.

Opinnäytetyön toimeksiantajana on Siilinjärven kunnan tekninen virasto ja työn yhteyshenkilönä Siilinjärven kunnalta toimii Jukka Kellokumpu.

### 1.2 Käsitteet

2-etyyli-1-heksanoli:	Tavataan myös nimellä 2-etyyliheksanoli on yksi monista kosteus- ja mikrobivaurioita ilmaisevista yhdisteistä. Yleensä sitä muodostuu, kun muovimaton pehmitinaine (DEHP) ja liima jos se sisältää 2-etyyliheksyyliakrylaattia reagoivat rakennuskosteuden kanssa. Tietyt homeetkin voivat tuottaa sitä, kuten muuan muassa sädesienet.
Ardex-sisäilmakorjausjärjestelmä:	Sisältää kolme eri tiivistyskorjausta jotka ovat, alapohjan tiivistyskorjaus, seinän tiivistyskorjaus ja karmiitiivistytykset.
Epäpuhtaudet:	Luokitellaan kahteen eri luokkaan, jotka ovat kemialliset ja hiukkasmaiset epäpuhtaudet. Kemiallisiin epäpuhtauksiin kuuluu muun muassa ammoniakki, formaldehydi, haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC), hiilidioksidi, PAH-yhdisteet, radon sekä tupakansavu. Hiukkasmaisiin

epäpuhtauksiin kuuluu muun muassa huonepöly, asbesti, mikrobit ja allergeenit.

Haitta-aineet:

Ovat joko imeytyneitä orgaanisia tai epäorgaanisia yhdisteitä, joita esiintyy rakennusmateriaaleissa. Yleisimpiä haitta-aineita ovat asbesti, PAH-yhdisteet, PCB-yhdisteet ja haitalliset metallisyhdisteet (kuten lyijy).

Merkkiainetutkimus:

Tutkimuksissa selvitetään rakennuksen eri rakenteiden ilmapuotokohtia. Voidaan toteuttaa merkkisavun- tai kaasun avulla. Merkkisavun avulla tutkimukset perustuvat savun erityiseen hajuun tai väriin, kun taas merkki-kaasututkimuksessa tiiveyttä mitataan merkkikaasuun reagoivalla kaasuanalysointilaitteella.

Olosuhdemittaukset (T, RH, CO<sub>2</sub> ja Pa):

Tarkoittaa mittauksia tallentavilla mittalaitteilla, joilla mitataan sisäilmanlämpötilaa (T), sisäilman suhteellista kosteutta (RH), hiilidioksidipitoisuutta (CO<sub>2</sub>) ja painetta (Pa).

Radon:

Se on uraanin, U238 tunnetuin hajoamistuote joka syntyy radiumista. Pääsääntöisesti sen lähteinä toimivat rakennusmateriaalit ja maaperä pohjavesi mukaan lukien. Se on hajuton, näkymätön, haitallinen ja vaarallinen kaasu.

Rakennustekninen tutkimus:

Käsittää kosteusmittaukset, rakenteiden avaukset, ilmavirtaus- ja paine-eromittaukset ja tuloksien analysoinnin.

Säteily:

Käsitteellä tarkoitetaan, radioaktiivisesti säteilyä, jolla rakennuksissa tarkoitetaan radonia.

TXIB:

Koko nimeltään 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli-isobutyraattia esiintyy varsinkin 1990-luvulla PVC muovimattojen pehmitinaineena.

VOC:

Yleisenä käsitteenä puhutaan VOC-päästöistä ja sen sisältämistä VOC-yhdisteistä eli haihtuvista orgaanisista yhdisteistä, VOC on lyhenne Volatile organic compound sanasta.

## 2 OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖTIEDOT

Ahmon koulun B-osassa toimii lukio, keittiö, ruokala sekä kotitalouden tilat. Vuonna 1990 sinne vaihdettiin ikkunat ja tehtiin jonkin verran pintaremonttia, kuten vanhat kattopinnat purettiin ja vaihdettiin materiaaliksi kipsilevy. B-osaa saneerattiin ja laajennettiin vuonna 2004, kerrosten maanvaraiset osat purettiin ja uusittiin lukuun ottamatta kantavia seiniä ja alapohjaa. Ensimmäiseen kerrokseen tehtiin silloin saneeraus ja laajennus. Toinen kerros ja katolla oleva iv-konehuone tehtiin laajennuksen yhteydessä.

Päivärinteen koululla on tehty vuonna 2014 muutamia luokkatiloihin korjauksia, korjaukset jatkuivat vuonna 2015. Vuonna 2015 korjauksen alla olevia luokkatiloja oli kuusi. Tiloihin, joihin tehtiin vuodesta 2014 alkaen korjauksia, tehtiin pääsääntöisesti lattiarajan, seinäliittymien ja ikkunoiden liittymien sekä läpivientien tiivistyksiä.

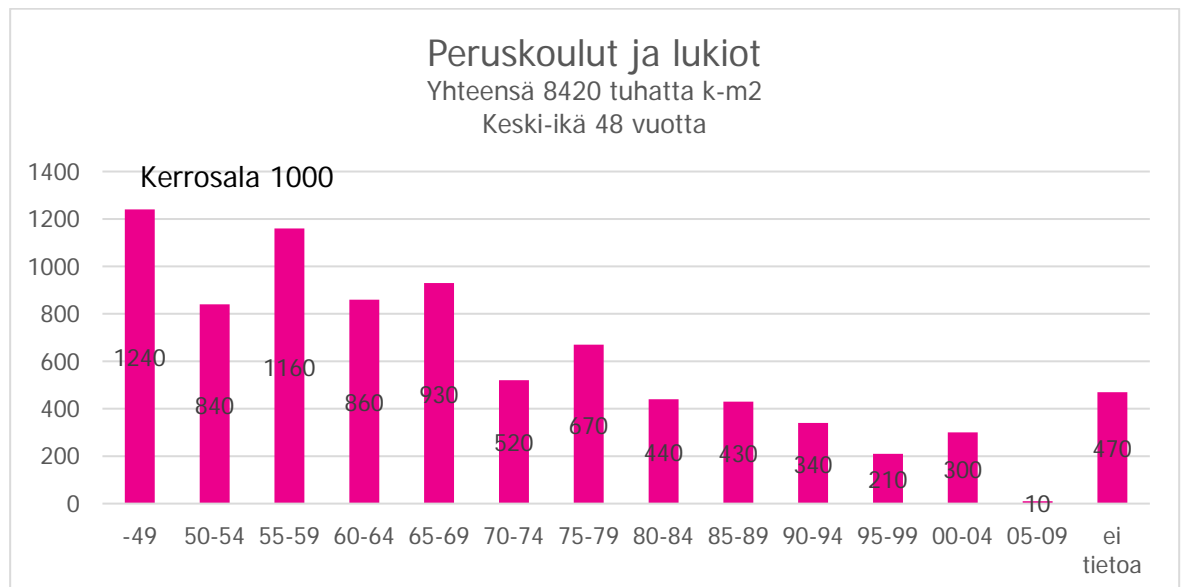
Siilinlahden koululla on tehty vuosina 2014 - 2016, pääsääntöisesti kesällä, sisäilmakorjauksia. Rakenteita, liitoksia ja läpivientejä on tiivistetty, kuten lattian ja seinien liitoksia, alapohjan betonipintojen tiivistyksiä ja ulkoseinien alaosiin (ikkunan alapintaan asti) on tehty epoksikäsittely. Suurin osa näistä korjauksista kohdistui laajennusosaan.

Lähtötiedot kohteissa tehtiin mittauksiin ja korjauksiin ovat saatu Sisäilmatalo Kärki Oy:n, Insinööritoimisto Savon Controlteam Oy:n ja Sweco Asiantuntijapalvelut Oy:n tekemistä raporteista.

### 3 SISÄILMAKORJAUKSET

Ympäristöministeriön asetuksessa rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä (YMa 216/2015) mukaan muutos- tai korjaustyön lähtötietoina on käytettävä riittävällä laajuudella mm. rakennuksen sisäilmaston terveellisyyttä.

Sisäilmakorjaukset julkisissa rakennuksissa ovat lisääntyneet huomattavasti viime vuosikymmenenä sisäilman laadulle asetettujen vaatimuksien muutoksen johdosta sekä rakenteiden tuntemuksen ja tutkimusmenetelmien kehittyessä. Merkittävimpänä syynä esimerkiksi koulujen sisäilmaongelmiin on kuitenkin koulurakennuskannan korjausvelka. Julkinen rakennuskanta ja niistä koulurakennukset niin peruskoulu kuin lukiotkin ovat suurin osa vanhaa rakennuskantaa. Suomen kuntaliiton tekemässä raportissa, Kuntien rakennuskanta 2005, selviää että peruskoulujen ja lukioiden keski-ikä maassamme vuonna 2005 oli 48 vuotta (kuvio 1)



KUVIO 1. Peruskoulut ja lukiot, rakennusten ikäjakauma (kpl) vuonna 2005 (Vainio, Jaakkola, Nuutinen ja Nippala 2006, 14)

#### 3.1 Sisäilma

Sisäilmalla tarkoitetaan hengitettävää ilmaa sisätiloissa, jossa voi olla myös ilman perusosien lisäksi kaasumaisia ja hiukkasmaisia epäpuhtauksia. Sisäilma ja siihen vaikuttavat fyysiset tekijät muodostavat sisäilmaston.

Alla on muutamia sisäilmastoon vaikuttavia tekijöitä:

- sisäilman kaasumaiset yhdisteet
- sisäilman hiukkasmaiset epäpuhtaudet
- lämpötila
- kosteus



- ilman liike
- säteily.

Sisäilman puhtaus on tärkeää, sillä keskimäärin ihminen viettää 90 - 95% ajastaan sisätiloissa ja saattaa hengittää ilmaa jopa 40 kuutiometriä päivässä.

Sisäilmaongelmat rakennuksissa eivät johdu välttämättä yhdestä ongelmasta vaan monen ongelman yhteisvaikutuksesta. Ongelmia voivat olla muun muassa ilmanvaihdon puutteellisuus tai sen liiallinen tilojen alipaineistus, rakenteiden epätiiveys, puuttelliset salaoja ja sadevesijärjestelmät ja ylläpidon puute. Aiemmin mainitun koulurakennuksien velan johdosta erittäin moni rakennus on vailla peruskorjausta, mutta se ei tarkoita sitä, että yksinomaan vanhat rakennukset ovat sisäilmaongelmaisia. Monia rakennuksia, jotka ovat rakennettu 1990-luvulla ja 2000-luvulla vaivaa samat sisäilmaongelmat kuin näillä niin sanotuilla vanhoilla rakennuksilla. Suurimpana syynä sisäilmaongelmiin näissä uudehkoissa rakennuksissa on mitä todennäköisemmin rakenteiden ja läpivientien epätiiveys sekä rakennuksien monimuotoisuus. Huolimaton rakenteiden ja läpivientien tiivistys on johtanut siihen, että haitta-aineet, epäpuhtaudet, ilma, kosteus sekä säteily pääsevät kulkemaan näiden epätiiveyskohtien läpi toisiin huonetiloihin. Kun taas nämä, yhdistää tiettyihin rakennusmateriaaleihin, joita rakennuksissa on käytetty kuten PVC muovimatot ja kosteuden syntyä sisäilmaongelmia.

### 3.2 Tiivistyskorjaus

Aiemmin mainittujen sisäilmaongelmien eliminoimiseen voidaan käyttää tiivistyskorjauksia. Tiivistyskorjauksen ideana on, niin kuin nimi jo sanookin, rakenteiden tiivistys, jotta rakennusmateriaaleista, rakenteista, ulkoilmasta ja/tai maaperästä tulevat epäpuhtaudet, haitta-aineet, kosteus, säteily ja ilmavuodot saadaan pois sisäilmasta. Tiivistyskorjaukset ovat nykypäivänä iso osa sisäilmakorjauksia.

Tiivistyskorjaus nousi ensimmäiseksi korjaustavaksi radonia vastaan 1990-luvulla, ensimmäinen julkaistu tiivistyskorjaus ohje radonia vastaan julkaistiin vuonna 1991, Teknillisen korkeakoulun julkaisussa 114, Radonsuunnitteluohje normaalin radonluokan alueille. Niin radonia varten tehdyissä tiivistyskorjauksissa kuin epäpuhtauksia ja mikrobeja vastaan tehtävissä, tärkeintä on rakenteiden ja tässä tapauksessa alapohjasta ja maaperästä tulevien ilmavirtausreittien katkaisu kokonaan. Tiivistyskorjausta on käytetty myös muissakin sisäilmaongelmakohteissa korjaustapana jo 1990-luvulta lähtien. (Laine 2014, 13.)

2000-luvulla rakenteiden sisäpinnan ilmatiiviiden parantamiseen liittyviä korjauksia on tehty Suomessa sadoissa sisäilmaongelmakohteissa monien tahojen toimesta ja suunnitteluratkaisut, käytettävät materiaalit, toteutus työmaalla ja laadunvarmistusmenettely ovat alkaneet vakiintua. Korjaukset ovat kuitenkin voineet epäonnistua rakenteissa tapahtuvien ilmiöiden ja kokonaisuuden ymmärtämättömyyden, puutteellisten suunnitelmien, huolimattoman toteutuksen tai laadunvarmistuksen puuttumisen vuoksi. Lisäksi on saatettu tiivistää rakenteita, joihin tiivistyskorjaus ei sovellu. (Laine 2014, 13.)

Tiivistyskorjausta voidaan käyttää ja soveltaa kohteissa, jotka ovat esimerkiksi museoviraston suoje-  
luksen alaisia. Suojeluksen alaisen rakennuksen korjauksessa lähtökohtana on vanhan säästäminen,  
johon voidaan taas hyvin soveltaa tiivistyskorjausratkaisuja. Toisena esimerkkinä toimisi hyvin kou-  
lut, jotka ovat tässäkin työssä hyvin esillä. Koulut ovat yleensä suurella käytöllä syksystä kevääseen  
ja näin ollen koulut ovat tyhjiään vain kesäisin. Joten nopein tapa korjata vaurioituneet rakenteet,  
on tehdä se rikkomatta täysin kaikkia rakenteita ja toteuttaa korjaus tiivistyskorjaus ratkaisulla.

Tiivistyskorjaus ei ole koskaan ainoa toimenpide, vaan se on osana muita korjaustoimenpiteitä. Kor-  
jaustoimenpiteitä voivat olla esimerkiksi mikrobi- ja kosteusvaurioituneiden materiaalien poisto ra-  
kenteista ja näiden korvaaminen asianmukaisilla materiaaleilla ja jääneiden rakenteiden ja materiaa-  
lien puhdistus. Kuitenkin poikkeuksia voidaan tehdä, jos rakenteiden sisällä tai ulkopuolisissa tuule-  
tustiloissa on havaittu homehtunutta materiaalia, sitä ei tarvitse uusia taikka puhdistaa, mikäli niistä  
kulkeutuvat epäpuhtaudet saadaan luotettavasti estettyä. (Ympäristöministeriö 1997a, 1997b). On  
hyvä muistaa myös, että kun kohteeseen on tehty tiivistyskorjaus, olisi syytä säätää kohteen ilman-  
vaihtojärjestelmä vastaamaan muuttuneita painesuhteita.

### 3.3 Tiivistyskorjaus tavat ja materiaalit

Tällä hetkellä Suomessa ei ole tiivistyskorjauksissa käytäville tuotteille viranomaisten asettamaa vaa-  
timusta, vain yksittäisille materiaaleille on olemassa ominaisuuksia koskevia standardeja. Materiaalien  
tulee kuitenkin olla testattuja käyttötarkoitukseensa, elastisia, pitkäaikaiskestäviä, vähäpäästöisiä  
sekä olisi suositeltavaa, että ne ovat M1-luokiteltuja, jos materiaali jää pintamateriaaliksi. Yhteenso-  
pivuudet käytettävän materiaalin ja alustan ja tiivistettävän pinnan kanssa tulee olla oikeaoppiset ja  
riittävän hyvät. Alustalle asetetut vaatimukset tulee esittää suunnitelmissa. Yleensä tiivistyskorjauk-  
sessa olisi hyvä, että materiaalit kuuluisivat samaan tuoteperheeseen, mutta se ei ole välttämättö-  
myys. Kohteen suunnittelija valitsee materiaalit ja tuotteet, joita tiivistyskorjauksessa käytetään ja  
ne on ilmoitettu suunnitelma-asiakirjoissa. Materiaalin ja tuotteiden valinta on tärkeä prosessi, jossa  
täytyy ottaa huomioon kohteen tarpeet ja koko, rakenteiden muodonmuutokset ja tärkeimpänä ym-  
märtaa korjattava ongelma. Urakoitsija ei saa ilman lupaa mennä vaihtamaan tuotetta ja materiaalia  
esimerkiksi toiseen tuotemerkkiin ilman suunnittelijan suostumusta tähän.

Tiivistyskorjaus tapoja ja materiaaleja on monia, niistä yleisimpiä ovat:

- nestemäiset levitettävät vedeneristeet
- pinnoitteet
- joustavat massat ja vaahdot
- teipit
- muut materiaalit, tuotteet ja järjestelmät.

### 3.3.1 Nestämäiset levitettävät vedeneristeet

Suomessa on käytetty jo yli 25 vuotta sivelteviä vedeneristysmassoja ja vahvikenauhoja sisältävää järjestelmää tiivistyksiin. Vahvikenauhan ansiosta kyseistä tiivistystapaa ja järjestelmää voidaan käyttää, myös rakenteissa joissa oletetaan taikka tiedetään tapahtuvan muodonmuutoksia. Nämä tuotteet ovat Suomessa hyvin testattuja ja sertifiointijärjestelmän sisällä olevia. Vedeneristystuotteiden sertifikaatit, myöntää Suomessa teknologian tutkimuskeskus VTT. Järjestelmien käyttöikätaavoite on yli 30 vuotta, mutta eurooppalaisen teknisen hyväksyntäohjeen (ETAG), mukaan käyttöikä on laskettu oletusarvoksi 25 vuotta. Näitä eristeitä asentavalla asentajalla tulee olla sertifiointi siihen tuoteperheeseen mitä kohteessa käytetään. Eri tuotemerkit kouluttavat käyttämään oikea oppisesti tuotteitaan ja tätä kautta asentaja saa luvan hakea sertifikaattia.

### 3.3.2 Pinnoitteet

Pinnoitteita on olemassa useita, näistä yleisin tiivistyskorjauksessa käytettävä on epoksipohjainen pinnoite. Sitä voidaan käyttää muun muassa lattia-, seinä-, ja kattopintojen tiivistämiseen. On myös olemassa joustavia pinnoitteita, joiden käyttökohteita ovat esimerkiksi rakenteiden, kuten elementtien tai lattioiden liikuntasaumot. Pinnoittella voidaan saada erittäin pitkäikäinen ratkaisu, jos rakenteet joita korjataan eivät altistu suurille liikkeille ja/tai muodonmuutoksille.

### 3.3.3 Joustavat massat ja vaahdot

Näitä tuotteita voidaan käyttää osana rakenteiden tiivistyskorjausta, kuitenkin täytyy muistaa, että tiivistyskorjauksessa käytettävät tuotteet ja materiaalit ovat usein erikoistuotteita. Siitä syystä ihan jokainen liimamassa ja polyuretaanivaahdot, ei välttämättä sovellu tiivistystarkoitukseen. Erikoistuotteet ovat yleensä aina testattuja ja oikeaoppisesti asennettuna ne kestävät niille luvattun käyttöiän.

Polyuretaanivaahdot on täysin ilmatiivis vasta silloin, kun vaahdot on pursotettu huolellisesti useissa kerroksissa ja sen pintakerros on leikkaamaton. Leikatussa polyuretaanivaahdotossa on avosoluja, jotka eivät ole täysin ilmanpitäviä. Rakenteiden liikkeiden myötä kovan vaahdon ja rakenteiden välille voi ratketa saumoja ja siksi on suositeltavampaa käyttää joustavia polyuretaanivaahdottoja, jotka kestävät paremmin liikkeitä. Ikkunan ympärille pursotettu polyuretaanivaahdotkerros tekee liitoskohdasta yleensä ainakin kohtuullisen ilmatiiviin. Polyuretaanivaahdottoja voidaan käyttää alustana varsinaiselle tiivistysmateriaalille. (Laine 2014, 50.)

### 3.3.4 Teipit

Tiivistykseen käytettäviä teippejä on monenlaisia, kuten butyyli-teippejä, kumipohjaisia teippejä sekä höyrynsulkuteippejä. Nämä kaikki eivät kuitenkaan välttämättä sovellu tiivistyskäyttöön. On hyvin tärkeää muistaa, että tuote, jota käytetään, rakenteiden tiivistykseen on testattu juuri siihen tarkoitukseen käytettäväksi. Höyrynsulkuteipit ovat erittäin hyviä tiivistämään höyrynsulkukalvojen liitok-

set ja limitykset varsinkin suorilla ja selkeillä osuuksilla, haastena näillä teipeillä ovat nurkat. Teippejä käytettäessä on tärkeää varmistaa alustan puhtaus ja kiinteys, jotta teippi tarttuu alustaan tiukasti kiinni.

### 3.3.5 Muut materiaalit, tuotteet ja järjestelmät

Rakenteiden tiivistämistä voidaan kohentaa myös tietyillä materiaaliyhdistelmillä kuten tiivis tasoite, vahvistusverkko ja pintakäsittely vaikkapa maalilla. Myös lisäämällä epoksipohjustinta ruiskurappaukseen tai ruiskubetonointiin voidaan saavuttaa tiivis ilmanpitävä rakenne. Muovilattiapäällysteellä kuten muovimatolla voidaan saada lattia tiiviiksi, jos se nostetaan seinän ja lattian liitoskohdassa ylös seinälle. Ylösnosto on harvoin itsessään tiivis, joten olisi suositeltavaa tiivistää ylösnoston reunat tarkoituksen mukaisella tiivistysmassalla.

## 4 TUTKIMUS- JA KORJAUSMENETELMÄT TARKASTELLUISSA KOHTEISSA

### 4.1 Ahmon koulu (B-osa)

Ahmon koulun B-osassa toimii lukio, keittiö, ruokala sekä kotitalouden tilat. Vuonna 1990 sinne vaihdettiin ikkunat ja tehtiin jonkin verran pintaremonttia, kuten vanhat kattopinnat purettiin ja vaihdettiin materiaaliksi kipsilevy. B-osaa saneerattiin ja laajennettiin vuonna 2004, kerrosten maanvaraiset osat purettiin ja uusittiin lukuun ottamatta kantavia seiniä ja alapohjaa. Ensimmäiseen kerrokseen tehtiin silloin saneeraus ja laajennus sekä toinen kerros ja katolla oleva iv-konehuone tehtiin laajenuksena.

#### 4.1.1 Tutkimusmenetelmät

Tutkimukset jotka oli toteutettu kesällä 2016, kohdistuivat kolmeen tilaan luokat B036, B049 ja B065. Tutkimukset toteutti Sisäilmatalo Kärki Oy. Rakennustekniset tutkimukset perustuivat aistinvarisiin havaintoihin, riskiarvioon ja tutkimussuunnitelmaan, joiden perusteella kyseiset luokka tilat valikoituivat. Luokkatiloja oli tutkittu rakenneavauksilla, materiaalinäytteiden otolla ja merkkiainekaasumittauksilla. Rakenneavauksia oli suoritettu pääsääntöisesti ulkopuolisiin rakenteisiin ja sieltä oli otettu materiaalinäytteitä rakenteiden mikrobiologisen kunnan arvioimiseksi. Lisäksi luokkatiloissa oli havainnoitu merkkiainekaasumittauksilla rakennusvaipan mahdollisia epätiiveyskohtia ja lisäksi olosuhdemittauksia (T, RH, CO2 ja Pa) tehtiin tiloissa B036 ja B049. Merkkiainetutkimuksia oli toteutettu myös luokkatilojen yläpuolisissa luokissa B102, B123 ja B132 sekä B036 luokan alapuolella olevassa lämmönjakuhuoneessa ja B049 luokan alapuolella olevalla maapohjallisessa kellarissa.

Merkkiainetutkimuksissa havaittiin epätiiveyskohtia muun muassa luokkatilan B036 seinä- ja lattialiitoksessa ja ikkunan- ja seinäliitoksissa, luokkatilan B049 seinä- ja lattialiitoksessa ja ikkunan- ja seinäliitoksissa, B049 alapuolella olevan kellaritilan katto- ja seinäliitoksissa ja luokkatilan B065 seinä- ja lattialiitoksissa.

Luokan B036 rakenne avauksien myötä oli saatu selville ikkunan piilirakenne, joka oli huonetilasta päin:

- lastulevy
- runko + mineraalivilla/uretaanivaaho
- tuulensuoja
- pystykoolaus
- ulkoverhous rimoitus.

Luokan B036 ulkoseinärakenne huonetilasta päin:

- betoni ~210 mm
- mineraalivilla ~50 mm
- betoni ~220mm.

Luokan B036 välipohjan rakenne huonetilasta päin:

- betoni >170 mm (pintavalu ~50 mm ja betonivalu >120 mm)

- kellarikerros.

Rakenteissa ei ollut aistittavissa poikkeavaa hajua

Luokan B049 rakenne avauksien myötä oli saatu selville ikkunan pielirakenne, joka oli sama kuin luokkatilassa B036. Luokan B049 ulkoseinärakenne huonetilasta päin:

- tiili ~130 mm
- mineraalivilla ~100 mm
- ulkoverhous tiili.

Luokan B049 sokkelihalkaisu ulkoapäin:

- tiili ~130 mm
- mineraalivilla ~100 mm
- betoni
- maapohjainen kellari tila.

Luokan B049

Rakenteissa ei ollut aistittavissa poikkeavaa hajua

B065 rakenne avauksien myötä oli saatu selville ikkunan pielirakenne, joka oli sama kuin luokkatiloissa B036 ja B049. Luokan B065 ulkoseinä rakenne:

- tiili ~130 mm
- mineraalivilla ~100 mm
- betonisokkeli ~150 mm.

Aiemmin mainituissa luokkatiloissa oli tehty myös rakenneavauksia. Kaikista rakenneavauksista oli otettu materiaalinäytteitä. Luokkatiloissa B036, B049 osassa näytteitä oli epäilyä mikrobikasvusta materiaalissa, sekä B065 ikkunanpielirakenteesta otetussa näytteessä oli selvä mikrobikasvu näytteessä.

Tiloissa B036 ja B049 oli toteuttu myös olosuhdemittaukset tallentavilla mittalaitteilla. Ajanjakso oli 30.3 – 7.4.2016. Tilassa B036 mitatut arvot olivat suhteellisen normaaleja, tilassa B049 oli havaittu voimakasta alipainetta ulkoilmaan nähden. Arvo oli keskimäärin -24 Pa klo 6.00-16.00 aikana, kun B036 luokassa arvo oli samana ajanjaksona -9 Pa.

#### 4.1.2 Korjausmenetelmät

Kaikki vanhat ikkunat, joita ei ollut uusittu saneerauksessa vuonna 2004, uusittiin B-osan puolella. Ikkunoihin tehtiin karmitiivistykset Ardex-tiivistysjärjestelmän mukaisesti. Ardex-sisäilmakorjausjärjestelmän mukainen tiivistyskorjaus on hyvä tapa paikata vuotokohtia ikkunan karmien ja seinä linjan välillä. Vuoden 2016 saneerauksessa B-osaan ei kohdistunut muita töitä kuin ikkunoiden uusiminen ja niiden tiivistäminen seinälinjaan nähden.

## 4.2 Päivärinteen koulu

Päivärinteen koululla on tehty vuonna 2014 muutamiin luokkatiloihin korjauksia, korjaukset jatkuivat vuonna 2015. Vuonna 2015 korjauksen alla olevia luokkatiloja oli kuusi. Tiloihin, joihin tehtiin vuodesta 2014 alkaen korjauksia, tehtiin pääsääntöisesti lattiarajan, seinäliittymien ja ikkunoiden liittymien sekä läpivientien tiivistyksiä.

### 4.2.1 Tutkimusmenetelmät

Tutkimukset, jotka toteutettiin kesällä 2016, kohdistuivat luokkatiloihin 105 ja 123. Tutkimukset toteutti Insinööritoimisto Savon Controlteam Oy. Näihin tiloihin suoritettiin merkkiaineakaasumittaukset ulkoseinärakenteisiin. Rakennus on valesokkelirakenteinen.

Tilassa 105 havaittiin epätiivelyskohtia ikkunan verhokiskon ruuvikiinnisten kohdalla, ikkunakarmin alakulmissa sekä muurauksen pystysaumoista heti jo aiemmin tehdyn Ardex-tiivistyksen yläpuolelta. Ilmavuotoa oli havaittu myös seinässä tiivistyksen yläpuolella murentuneen tiilisaumauksen kohdalla. Myös tilan 105 ja käytävän 102 välillä olevassa pilarin juuressa oli havaittu ilmavuotoa.

Tilassa 123 havaittiin ilmavuotoa päätyseinän alueella seinän ja lattian rakenneliittymästä, raporttien mukaan havaittu ilmavuotokohta on sama kuin tutkimuksessa joka oli toteutettu vuonna 2014. Tilassa havaittiin myös pieniä pistemäisiä ilmavuotoja lämpöpatterien ja lämpöjohtojen kannakkeiden kohdalla.

### 4.2.2 Korjausmenetelmät

Päivärinteen koululla aloitettiin saneeraustyöt jo vuonna 2014, jolloin sinne tehtiin muun muassa tilojen 111, 125, 152, 153, 154 ja 155 seinän alaosien kapselointia EP2001W kapselointiaineella sekä ontelolaattojen saumojen tiivistyksiä. Tiloissa oli vaihdettu myös muovimatot laatoiksi.

Vuonna 2016 tehdyissä korjauksissa oli havaittu muovimattojen poistossa liima- ja tasoitekerroksissa laajoja väripoikkeamia. Tästä syystä oli todettu, että se oli aiheuttanut todennäköisesti sisäilmahaittaa. Kaikki muovimatot poistettiin kesällä 2016. Muovimattoalueihin oli tehty lämpökäsittely säteilylämmittimillä, jotta saatiin poistettua betoniin imeytyneet VOC-päästöt.

Pilarin juuret oli avattu ja niissä oli havaittu olevan rakennusaikaiset pahvit, ne poistettiin kaikista pilareista joita ei ollut korjattu aikasempina vuosina. Pilarin liittymät oli tiivistetty Ardex:n tiivistysjärjestelmän mukaisesti. Ikkunat joissa oli havaittu myös ilmavuotoja, korjattiin Ardex:n tiivistysjärjestelmän mukaisesti.

Ulkoseinärakenteisiin tehtiin koekorjaus, jossa havaittiin, että sokkelissa on selkeästi mikrobivaurioitunutta villaa ja tuuletusraossa laastipurseita runsaasti. Korjauksessa tehtiin sisäkuoren hionta seinän alaosaan ja sokkeliin. Korjauksien yhteydessä entinen patolevy ja routalevy korvattiin finnfoamlevyllä.

### 4.3 Siilinlahden koulu

Siilinlahden koululla on tehty vuosina 2014 - 2016, pääsääntöisesti kesällä, sisäilmakorjauksia. Rakenteita, liitoksia ja läpivientejä on tiivistetty, kuten lattian ja seinien liitoksia, alapohjan betonipintojen tiivistyksiä ja ulkoseinien alaosiin (ikkunan alapintaan asti) on tehty epoksikäsittely. Suurin osa näistä korjauksista kohdistui laajennusosaan.

#### 4.3.1 Tutkimusmenetelmät

Koulurakennuksen tutkimukset oli aloitettu jo vuonna 2014, jolloin siellä suoritettiin sisäilman näytteenottoja tiloissa 107 (tekstiilityön luokka) ja 509 OT. Tilassa 107 oli havaittu normaalia korkeampi sädesienipitoisuus sekä yksittäisiä kosteusvaurioita indikoivia mikrobeja. Muut mitattavat kohteet kuten sisäilman VOC-pitoisuudet ja mikrobinäytteiden sieni-itiöiden kokonaispitoisuudet olivat normaalilla tasolla. Tilassa 509 OT oli havaittu yksittäisiä kosteusvaurioita indikoivia mikrobeja, pieniä määriä 2-etyyli-1-heksanolia sekä TXIB:tä sekä normaalia korkeampi hiilivetyseosten pitoisuus. Näiden perusteella oli oletettu, että tulokset viittaavaat sisäilma epätavannomaiseen lähteeseen ja sen määrittäminen vaatii tarkempaa rakennusteknistä kuntotutkimusta.

Viimeisimmät tutkimukset jotka toteuttiin vuonna 2015 syksyllä tapahtuivat lisärakennuksen ensimmäisen kerroksen ja toisen kerroksen tiloihin joita ei ollut vielä korjattu aikasemmin. Näihin tiloihin sisältyi muun muassa ensimmäisen kerroksen varastotilat, opettajan huone, luokkatila 110 sekä liikuntasali ja sen pesu- ja pukutilat. Tutkimusten yhteydessä selvitettiin myös viidennen kerroksen luokkatiloja henkilökunnan kertomien oireiden sekä poikkeavien hajujen vuoksi. Viidennen kerroksen tiloissa 506 ja 510 oli ollut havaittavissa voimakas viemärin haju sekä porrashuoneissa 501 ja 505 oli havaittu poikkeavaa hajua. Tilassa 506 paine-ero ulkoilmaan nähden oli -15 Pa, joka on liian suuri alipaine. Niin suuri alipaine mahdollistaa rakenteiden ja epätiivien läpivientien kautta voi tulla korvausilmaa huonetilaan päin, ja näin mahdollistaa epäpuhtauksien tulon ulkoilmasta sisäilmaan.

Syksyllä 2015 oli toteutettu riskikartoitus koulun laajennusosassa, sen lisäksi kuntotutkimuksia suoritettiin ikkunaliitosrakenteisiin ja ulkoseiniin. Tutkimuksissa oli otettu yhteensä seitsemän materiaalinäytettä avatuista rakenteista. Materiaalinäytteissä 1 ja 3, jotka oli otettu tilojen 217 ja 218 ikkunoiden välistä ulkoseinästä, oli mikrobikasvua materiaalissa ja kosteusvaurioon viittaavia indikaattorimikrobeja. Laajennusosan ensimmäisen kerroksen varasto- ja sosiaalisissa tiloissa oli tehty pistokoeluontoisia lattiarakenteiden kosteusmittauksia. Ne olivat osoittaneet maanvaraisissa lattiarakenteisessa selkeästi koholla olevaa suhteellista kosteutta muovimattojen alla. Vesikattotarkastelussa oli huomattu paljon sammalkasvustoa bitumihuopakatteiden päällä, joka voi aiheuttaa kattokaivojen tukkeutumista. Kattorakenteita oli tutkittu myös pistokoeluontoisesti vesikaton luukuista, selvisi että ullakkotilaan oli lisätty tuuletusputkia, mutta tuuletus oli silti puutteellinen.

Tutkimukset toteutti Sisäilmatalo Kärki Oy.



### 4.3.2 Korjausmenetelmät

Kesällä 2014 oli toteutettu neljään tilaan 105, 106, 107 ja 108 sisäpuolisia korjauksia. Korjaukset kohdistuivat katto-, seinä- ja lattiapinnoille. Katossa olevat tojox-levyt desinfioitikäsiteltiin Penetrox S desinfiointiaineella ja niiden välissä olevat vanhat laudat poistettiin. Vanhat lattiapinnat poistettiin ja tämän jälkeen alapohjan betonipinnat puhdistettiin ja kapseloitiin Ardex EP 2000 epoksipäällysteellä. Ulkoseinän alaosiin ikkunan alapintaan saakka tehtiin epoksikäsitely Ardex EP 2001 W aineella. Ikkunoiden välien vanhat rakennusmateriaalit poistettiin ja korvattiin uusilla ja ikkunoiden liitokset ulkoseinään toteutettiin Ardexin tiivistysjärjestelmän mukaisesti. Korjausten ja loppusiivousten jälkeen iv-järjestelmä oli puhdistettu ja säädetty korjausalueelle. Kevättalvella 2015 samat toimenpiteet toteutettiin myös tilaan 104 ja 104a.

Kesän 2016 korjaustyöt kohdistuivat laajennusosan ensimmäisen kerroksen varasto-, sosiaali- ja pesutiloihin, luokkatilaan 110 toisen kerroksen luokkahuoneisiin, viidennen kerroksen porraskäytävään sekä luokkatiloihin sekä erityisopettajan tilaan.

Tila 110:

- Vanhat akustiikkalevyt poistettiin alakatosta, alakatto puhdistettiin ja sen liitokset ja läpiviennit tiivistettiin.
- Muovimatto poistettiin, ja alusta puhdistettiin betonipinnalle.
- Lattia kapseloitiin (Ardex EP 2000) ja laatoittiin.
- Lattia- ja seinäliitokset tiivistettiin sekä ulkoseinät kapseloitiin lattiasta ikkunan alareunaan saakka (Ardex EP 2001 W).
- Ikkunapielien ja seinälinjan liittymät tiivistettiin Ardex:n tiivistysjärjestelmän mukaisesti.

Tilat 132–136 ja 138 (varastot, pesutupa, sosiaalitulat):

- Tiloista poistettiin muovimatot ja alustat puhdistettiin betonipinnalle.
- Lattioissa oli havaittu kosteuspoikkeamia ja ne kuivatettiin asianmukaisesti säteilylämmittimillä.
- Tilojen lattiat kapseloitiin (Ardex EP 2000) ja lattiat laatoitettiin. Varastotiloissa joissa varaston lattia on käytävän lattiatason yläpuolella, vain alatasanteet kapseloitiin.
- Ikkunapielien ja seinälinjan liittymät tiivistettiin Ardex:n tiivistysjärjestelmän mukaisesti.

Erityisopettajan tila:

- Muovimatto poistettiin, ja alusta puhdistettiin betonipinnalle.
- Liitosrakenteet ja rakenteiden läpiviennit tiivistettiin.
- Tilaan asennettiin uusi muovimatto.
- Ikkunapielien ja seinälinjan liittymät tiivistettiin Ardex:n tiivistysjärjestelmän mukaisesti.

Tilat 501 (porraskäytävä) ja 503 (varasto):

- Katon alaslaskun akustiikkalevyt purettiin ja ne säästettiin, jotta ne voidaan asentaa takaisin.
- Betoniholvi puhdistettiin ja sen liitokset ja läpiviennit tiivistettiin. Betoniholvi kapseloitiin (Ardex EP 2000).
- Akustiikkalevyt imuroitiin (hepa-imuri) ja pyyhittiin puhtaiksi ennen uudelleen asennusta.

Tilat 506–510:

- Betoniholvissa olevat akustiikkalevyt poistettiin ja holvi puhdistettiin.
- Betoniholvi puhdistettiin ja sen liitokset ja läpiviennit tiivistettiin. Betoniholvi kapseloitiin (Ardex EP 2000).
- Ikkunapielien ja seinälinjan liittymät tiivistettiin Ardex:n tiivistysjärjestelmän mukaisesti.

Jokaisessa kohteessa tehtiin tiiveystarkastus yhdelle mallikorjaukselle. Tiiveystarkastuksien perusteella olevat puutteet korjattiin.

## 5 TYÖN TOTEUS JA SEN KUVAUS

Työssä käytetyn aineiston, tutkimusmateriaalien, raporttien ja tuloksien eroavaisuuksien johdosta näistä kolmesta kohteesta ei pystynyt tekemään yhtenäistä johtopäätöstä korjausten onnistumisesta. Materiaalien eroavaisuudet olivat huomattavia, tämä taas johtunee siitä, että kohteista tuotetut aineistot olivat eri yrityksien tekemiä ja jokaisella yrityksellä on omat tapansa tehdä raportteja tänmäntyyppisistä kohteista.

### 5.1 Käyttäjäkysely

Opinnäytetyössä tehtiin kysely, jonka perusteella työssä aloitettiin määrittelemään sisäilmakorjausten onnistumista. Kysymykset jotka tein ja valikoin käyttäjäkyselyyn olivat osa Ympäristöministeriön tekemästä julkaisusta, Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus –oppaasta ja osa itse tekemiänä ohjaavan opettajan Pasi Haatajan avustuksella. Julkaisin kyselyn 15. päivä maaliskuuta 2017 kyseisten kohteiden rehtoreille sähköpostitse lähettämän linkin kautta. Kyselyssä oli seitsemäntoista eri kysymystä, joiden avulla kartoitin tutkimusta sisäilmakorjausten onnistumista. Toimitin kyselyn siten, ettei kenenkään vastaajan tarvitse kertoa henkilöllisyyttään, koska uskoin että sen avulla saisin hieman tarkeampia ja totuudenmukaisia vastauksia. Tutkimustulokset joita sain kyselystä, eivät välttämättä takaa ettäkö korjaukset olisivat epäonnistuneet tai onnistuneet. Tämän tutkimuksen lähtökohtana on kuitenkin saada hieman viittausta ja lisää tietoa sisäilmakorjausten onnistumisesta käyttäjien kannalta.

Kyselyyn vastanneista suurin osa työskenteli Siilinlahden tai Ahmon koululla, näin ollen tutkimustulokset eivät välttämättä ole niin luotettavia mitä ne olisivat, jos jokaisesta kohteesta olisi lähes sama määrä vastaajia. Tulokset ovat kuitenkin vain suunta-antavia, tarkan tiedon saamiseksi olisi pitänyt julkaista jokaisesta kohteesta erilliset kyselyt. Tähän olisi tarvittu enemmän aikaa ja toisaalta otanta olisi silloin ollut hyvin pieni. Se olisi taas johtanut siihen, että tulokset eivät välttämättä olisi taas niin tarkkoja, koska vastaajien määrä olisi pieni. Joten päädyin julkaisemaan yhden kyselyn, jotta saisin isomman vastaus määrän ja näin ollen pystyisin vertaamaan vastauksia keskenään paremmin.

Vastanneista noin 42 % oli työskennellyt 0 - 6 vuotta ja loput noin 58 % oli työskennellyt 8-15 vuotta kyseisissä kohteissa. Noin 84 % vastanneista työskentelee tilassa, johon on tehty viime vuosien aikana sisäilmakorjauksia. Vastauksien perusteella pystyy havainnoimaan sen, että ilmanvaihdossa on puutteita, osassa kohteissa ilmeisesti ilmanvaihto on päällä vain opetusaikaan 8 - 16. Se saa aikaan sen, että tiloissa joissa työskennellään, on heti aamusta tunkkainen ilma, ja ilman laatu alkaa parantua vasta iltapäivän puolella. Myöskin joissain tiloissa on poistoilma- ja tuloilmaventtiilit sijoitettu lähekkäin, joka taas voi aiheuttaa mahdolliset hajuhaitat, kuten viemärin hajun. Ilmanvaihdon puutteellisuutta on myös havaittu olevan koulujen käytävillä sekä Siilinlahden koulun saleissa.

## 6. Oletteko havainneet työpisteellänne vedon tunnetta?

Vastaajien määrä: 19

	N	Prosentti
Ei	10	52,63%
Kyllä, satunnaisesti	7	36,84%
Kyllä, jatkuvasti	2	10,53%

TAULUKKO 2. Käyttäjäkysely

Kyselystä ilmeni myös, että noin puolet vastanneista on havainnut vedon tunnetta satunnaisesti tai jatkuvasti tiloissa joissa työskentee, tämä voi olla merkki liiallisesta alipaineisuudesta, joka johtuu ilmanvaihdosta, joka on liian kovalla ja näin tilaan tulee korvausilmaa muun muassa rakenteiden läpi ja ikkunan ja seinän liitoksista. Tällainen ongelma voi taas aiheuttaa muun muassa kuivaa sisäilmaa ja epäpuhtauksien pääsyä tiloihin.

## 7. Oletteko havainneet työpisteellänne riittämätöntä ilmanvaihtoa?

Vastaajien määrä: 19

	N	Prosentti
Ei	5	26,32%
Kyllä, satunnaisesti	9	47,37%
Kyllä, jatkuvasti	5	26,32%

TAULUKKO 3. Käyttäjäkysely

Kuitenkin kyselyn perusteella ilmanvaihto on ollut riittämätöntä, joten voidaan todeta, että vedon tunne ei todennäköisesti johdu siitä. Vedon tunne tiloissa voi johtua monesta asiasta, yksinkertaisuudessaan esimerkkinä voisi toimia, vaikka ikkunaseinustalla olevat patterit jotka kylmillä keleillä tuottavat lämmintä ilmaa. Lämmin ilma on kylmää ilmaa kevyempää ja sen johdosta se nousee ylöspäin, kun taas kylmä ilma, jota ikkunan ruutu hohtaa, laskee alaspäin. Lämpimän ja kylmän ilman kohdatessa syntyy ilmavirta joka voi aiheuttaa vedon tunnetta. Yksi aiheuttaja voi vedon tunteelle olla myös eri lämpöiset pinnat, ja mitä suurempi lämpötilaero pinnoilla on, sitä enemmän vedon tunnetta esiintyy.

Osa tiloista joissa oli havaittu muun muassa tunkkaista ilmaa ja poikkeavia hajuja sijaittivat kellari- ja maanvastaisissa kerroksissa. Tästä voidaan miettiä, pääseekö esimerkiksi maakosteus nousemaan rakenteisiin ja sitä kautta aiheuttamaan sisäilmassa ongelmia.

Kysely osoitti, että juuri kesällä 2016 suurimmassa osassa korjatuissa tiloista oli ollut ongelmia sisäilman suhteen ja ne olivat aiheuttaneet oireita osalle työntekijöistä. Korjauksien jälkeen vaikuttaisi siltä, että tilanne on paranemaan päin. Tiivistyskorjaukset ovat tuottaneet tulosta ja ilmanvaihtokin on saatu kohteissa osittain kuntoon. Kuten kyselyissä yleensäkin, niin tässäkin kyselyssä vastausten

kirjo oli suuri. Vastaajien tuntemukset sisäilmasta ja sen laadusta ja sisäilmakorjauksista olivat jakautuneet likimäärin puoliksi. Uskon, että tämä johtuu syystä, että osa opettajista työskentelee vielä joko koko päivän tai osan päivästä sellaisissa tiloissa, joihin ei ole tehty korjauksia. Täysin suoraa ja varmaa johtopäätöstä korjausten onnistumisesta ei pysty tekemään, johtuen siitä syystä. Kuitenkin kyselyn ja korjauskohteiden korjauksien avulla omalta osaltani pystyn sanomaan sen, että sisäilmakorjaukset ovat tuottaneet tulosta. Suurin osa kyselyyn vastanneista henkilöistä ei tuntenut sisäilmaongelmia enää korjatuissa tiloissa.

## 5.2 Pohdinta

Tämän työn tarkoituksena oli antaa käsitys siitä ovatko työssä käsiteltävien kolmen koulurakennuksen sisäilmakorjaukset onnistuneet. Kuntotutkimusmateriaalien ja korjaustapalausuntojen avulla, sain hyvän käsityksen jokaisesta kohteista ja näin ollen olin valmis toteuttaamaan käyttäjäkyselyn. Käyttäjäkyselyn tukena olisi ollut asiaankuuluuvaa olla tutkimusraportteja korjauksista, mutta näitä raportteja oli vain joistakin kohteista ja nekin olivat hyvin suppeita, niin en alkanut niitä työhöni liittää.

Työstä oli tekijälle suuri hyöty ja uskon että tästä on myös hyötyä tilaajalle. Nyt kohteet ovat kasattu yhteen tiivistettyyn työhön josta niistä on helppoa lukea. Tekijälle työtä tehdessä tuli paljon lisää tietoa rakentamisesta ja sen huolellisuuden tärkeydestä. Sekä tekijän omat rakennusfysiikan tiedot ja taidot karttuivat myös työn edetessä.

## LÄHTEET

- KETTUNEN, A-V., SLUNGA E., VILJANEN M. 1991. Radonin merkitys talonrakennustekniikassa. Radonsuunnitteluohje normaalin radonluokan alueille. Teknillinen korkeakoulu, Rakennetekniikan laitos. Julkaisu/Report 114. Espoo.
- LAINEN, Katariina. 2014. Rakenteiden ilmatiiviyden parantaminen sisäilmakorjauksessa. Itä-Suomen yliopisto. Rakennusterveys. Opinnäytetyö. [viitattu 1.9.2017] Saatavissa: [https://www2.uef.fi/documents/976466/2568699/LaineKatariina\\_virallinen2014.pdf/3db1e1b4-23f1-42c6-93fa-165ee53fff5a](https://www2.uef.fi/documents/976466/2568699/LaineKatariina_virallinen2014.pdf/3db1e1b4-23f1-42c6-93fa-165ee53fff5a)
- VAINIO, Terttu, JAAKKOLA, Liisa, NUUTTILA, Harri ja NIPPALA Eero. 2006. Kuntien rakennuskanta 2005. Kuntaliiton organisoiman tutkimushankeen raportti. [viitattu 30.5.2017] Saatavissa: <http://www.kunnat.net/fi/asiantuntijapalvelut/ty/toimitilat/kunkor/Documents/Kuntien%20rakennuskanta%202005.pdf>
- YMPÄRISTÖMINISTERIÖ. 2015. Ympäritöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 216/2015. Helsinki. [viitattu 21.5.2017] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150216>
- YMPÄRISTÖMINISTERIÖ. 1997 (a). Ympäristöopas 28. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus. Tampere.
- YMPÄRISTÖMINISTERIÖ. 1997 (b). Ympäristöopas 29. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus. Tampere.

## LIITE 1: KÄYTTÄJÄKYSELY

## Käyttäjäkysely

## 1. Kuinka kauan olette työskennelleet tässä rakennuksessa?

Vastaajien määrä: 19

	<b>N</b>	<b>Prosentti</b>
0-2 vuotta	3	15,79%
2-4 vuotta	3	15,79%
4-6 vuotta	2	10,52%
6-8 vuotta	0	0%
8-10 vuotta	2	10,53%
10-15 vuotta	2	10,53%
15- vuotta	7	36,84%

## 2. Missä huonetilassa/-tiloissa työskentelette pääsääntöisesti?

Vastaajien määrä: 19

<b>Vastaukset</b>
212
107, 404
Aiemmin 509 nyt 104 ja opettajanhuone Siilinlahden koululla
Siilinlahden koulu luokka 506.
106
päärakennus 307
405, liikuntasalit
406
217
111- luokkatila, jossa eniten sisäilmahaittoja Päivärinne
115-116 toimistotila Päivärinne
B121 (lukion rehtorin kanslia)
B064
B120
Lukio 105
Lukion opettajanhuone
032
036
109
313
B006 useimmiten, mutta myös muissa lukion luokissa.

## 3. Onko huonetilaan/-tiloihin jossa työskentelette tehty sisäilmakorjauksia viime vuosien aikana?

Vastaajien määrä: 19

	<b>N</b>	<b>Prosentti</b>
Ei	3	15,79%
Kyllä	16	84,21%



4. Oletteko havainneet työpisteellänne liian kylmää tai kuumaa lämpötilaa?

Vastaajien määrä: 19

	<b>N</b>	<b>Prosentti</b>
Ei	3	15,79%
Kyllä, satunnaisesti	15	78,95%
Kyllä, jatkuvasti	1	5,26%

5. Oletteko havainneet työpisteellänne kylmiä lattia- tai seinäpintoja?

Vastaajien määrä: 19

	<b>N</b>	<b>Prosentti</b>
Ei	10	52,63%
Kyllä, satunnaisesti	5	26,32%
Kyllä, jatkuvasti	4	21,05%

6. Oletteko havainneet työpisteellänne vedon tunnetta?

Vastaajien määrä: 19

	<b>N</b>	<b>Prosentti</b>
Ei	10	52,63%
Kyllä, satunnaisesti	7	36,84%
Kyllä, jatkuvasti	2	10,53%

7. Oletteko havainneet työpisteellänne riittämätöntä ilmanvaihtoa?

Vastaajien määrä: 19

	<b>N</b>	<b>Prosentti</b>
Ei	5	26,31%
Kyllä, satunnaisesti	9	47,37%
Kyllä, jatkuvasti	5	26,32%

8. Oletteko havainneet työpisteellänne tunkkaista huoneilmaa?

Vastaajien määrä: 19

	<b>N</b>	<b>Prosentti</b>
Ei	5	26,32%
Kyllä, satunnaisesti	8	42,1%
Kyllä, jatkuvasti	6	31,58%

9. Oletteko havainneet työpisteellänne poikkeuksellisen kuivaa huoneilmaa?

Vastaajien määrä: 19

	<b>N</b>	<b>Prosentti</b>
Ei	12	63,16%
Kyllä, satunnaisesti	7	36,84%
Kyllä, jatkuvasti	0	0%

10. Oletteko havainneet työpisteellänne poikkeuksellisia hajuja huoneilmassa?

Vastaajien määrä: 19

	<b>N</b>	<b>Prosentti</b>
Ei	7	36,84%
Kyllä, satunnaisesti	7	36,84%
Kyllä, jatkuvasti	5	26,32%

11. Jos olette havainneet huoneessa tunkkaista ilmaa tai poikkeavaa hajua, ajoittuvatko tuntemukset

Vastaajien määrä: 13, valittujen vastausten lukumäärä: 30

	<b>N</b>	<b>Prosentti</b>
Aamuun	8	61,54%
Aamupäivään	8	61,54%
Päivään	8	61,54%
Iltapäivään	6	46,15%

## 12. Oletteko havainneet ilmanvaihdossa muita puutteita?

Vastajien määrä: 19

	<b>N</b>	<b>Prosentti</b>
Ei	10	52,63%
Kyllä, missä?	9	47,37%

Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

<b>Vastausvaihtoehdot</b>	<b>Teksti</b>
Kyllä, missä?	eri käytävillä opettajat valittavat tunkkaista ilmaa, erityisesti 1. ja 5. krs
Kyllä, missä?	404 luokassa alkaa pyörryttää, samoin 104 pianeonurkassa
Kyllä, missä?	Palloilusali
Kyllä, missä?	saleissa
Kyllä, missä?	405, ei ole aina päällä
Kyllä, missä?	Useissa tiloissa ympäri koulua
Kyllä, missä?	Omassa luokassa valtava alipaine korvausilman puutteesta johtuen. Vika on vaivannut kausittain vuodesta 97 tai -98. Nyt tilanne on hallinnassa ollut vuodenvaihteesta lähtien.
Kyllä, missä?	epätasaisuus
Kyllä, missä?	Luokissa, ei aina päällä kun tulee töihin, sammuu klo 16

13. Oletteko havainneet tiloissa vesivuotoja tai mahdollisia merkkejä kosteusvaurioista?

Vastaajien määrä: 19

	<b>N</b>	<b>Prosentti</b>
Ei	13	68,42%
Kyllä, missä?	6	31,58%

Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

<b>Vastausvaihtoehdot</b>	<b>Teksti</b>
Kyllä, missä?	käytävässä
Kyllä, missä?	4.krs käytävä
Kyllä, missä?	Käytävillä, joissakin luokissa
Kyllä, missä?	Viimeisen kymmenen vuoden aikana vesikatto on vuotanut näin keväällä kaksi kertaa. Katto on maalattu sisäpuolelta.
Kyllä, missä?	tummumia ovien vieressä listoissa, paneelit
Kyllä, missä?	putkivuotoja katossa

## 14. Epäiletekö sisäilman aiheuttavan teille haittaa?

Vastaajien määrä: 19

	<b>N</b>	<b>Prosentti</b>
Ei	7	36,84%
Kyllä, missä?	12	63,16%

Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

<b>Vastausvaihtoehdot</b>	<b>Teksti</b>
Kyllä, missä?	107, 404
Kyllä, missä?	Palloilusali, Salmin sali
Kyllä, missä?	506 ja kellarikerroksen tilat
Kyllä, missä?	joissakin luokissa
Kyllä, missä?	406, opettajanhuone, rehtorin työhuone, useammat luokkatilat
Kyllä, missä?	111
Kyllä, missä?	Auditorio
Kyllä, missä?	036
Kyllä, missä?	ajoittain luokassa 313, SL opehuoneessa, Päivärinteellä
Kyllä, missä?	Lukion tiloissa, 006 ym.

## 15. Liittyvätkö sisäilman laadun ongelmat mielestänne johonkin erityiseen sääolosuhteeseen tai vuoden aikaan?

Vastaajien määrä: 19

	<b>N</b>	<b>Prosentti</b>
Ei	16	84,21%
Kyllä, mihin?	3	15,79%

Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

<b>Vastausvaihtoehdot</b>	<b>Teksti</b>
Kyllä, mihin?	syksy ja talvi
Kyllä, mihin?	lomien jälkeen, viikonlopun jälkeen
Kyllä, mihin?	pakkaskeli(lämmitys), suojasää, kevät- syksy

## 16. Huurtuvatko huonetilojen ikkunat talvella, joissa työskentelet?

Vastaajien määrä: 19

	<b>N</b>	<b>Prosentti</b>
Ei	19	100%
Kyllä, sisäikkunan pinta	0	0%
Kyllä, ulkoikkunan sisäpinta	0	0%

## 17. Haluatteko antaa muuta palautetta lämpöolosuhteisiin, ilmanvaihtoon, kosteusvaurioihin tai sisäilman laatuun liittyen?

Vastaajien määrä: 11

<b>Vastaukset</b>
Olin vuoden äitiyslomalla ja palattuani töihin tilanne on selvästi Salmin salin ja palloilusalin sekä muun koulun osalta muuttunut huonommaksi. Aiemmin en ole reagoinut, mutta palattuani reagointia on päivittäin tai lähes päivittäin.
Oireitani sisäilmaan liittyen: limainen yskä jatkuvasti, tukkoisuus, kuivat limakalvot, voimakkaat iho-oireet kasvoissa.
Olen onnekseni saanut työskennellä huolella remontoidussa tilassa ja pysynyt näin ollen lähes aina terveenä, joten kiitos siitä!
Vihdoinkin alipaineongelma poistui. Kärsimme siitä vuosia valitteluista huolimatta. Samoin viemärin haju häytti enemmän tai vähemmän kaksi vuotta. Nyt tilanne korjattu. Lievä alipaine aiheuttaa oven ulvomista (vaimeaa) koko ajan, mutta tilanne parempi kuin vuosiin.
Oma terveydentilani vaikein 10 v aikana. Jatkuvat flunssat, nuha ja poskiontelotulehdukset (4-5 lukuvuoden aikana+ lääkekuurit)- jatkotutkimukset tulossa/KYS tämän vuoksi
HUOM tässä mainitut puutteet ilmenivät ennen kesällä 2016 tehtyä ikkunaremonttia.  Sen jälkeen vedon tunnetta tai kylmyyttä ei ole ollut.  Myös ilmanvaihto on toiminut lukuvuonna 2016 - 2017 hyvin.
Kesän 2016 ikkunoiden vaihdon jälkeen sisäilmaongelmat paranivat kohdallani kerralla! Hyvin monia oireita ja ongelmia oli aiemmin, ei enää.

<p>Katolla poistoilma ja sisäilman otto ovat lähekkäin. Ajoittain hajuhaittoja, esim. viemärinhaju.</p>
<p>Auditoriossa ja sen viereisessä olevassa pommisuojusta vahva tuoksu. Huone- lämpötila auditoriossa myös muuta rakennusta selvästi matalampi.</p>
<p>Kovien pakkasten aikana luokassa oli todella kuuma. Muuten luokassa on kylmä, varsinkin luokan keskiosassa.</p>
<p>2007 - n. 2012 minulla oli loppusyksyisin alkutalvisin säännöllisesti poskiontelotu- lehduksia. Oletettavasti sisäilman laatu vaikutti asiaan. (2013 ja 2014 olin syksyt vuorotteluvapaalla.) Nyt oireita ei ole ollut.</p> <p>Yllä mainitut seikat koskivat tiloja 2015 asti. Nyt korjausten jälkeen ei ole ollut moittimista.</p>