

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - TUTKINNON TASO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

RAKENTEIDEN TIIVISTÄMINEN

TEKIJÄ Hannu Lahtinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Rakennusmestarin tutkinto-ohjelma, infrarakentaminen	
Työn tekijä(t) Hannu Lahtinen	
Työn nimi Rakenteiden tiivistäminen	
Päiväys 16.5.2024	Sivumäärä/Liitteet 31 2
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Rakennusliike HL OY	
<p>Rakennusten sisäilmaongelmat ovat nykyään yhä lisääntyvä ja pahentuva ilmiö erityisesti vanhemmassa rakennuskannassa. Usein syynä on rakennusten pohjien väärät maa-ainetäytöt, muottilaudoitusten jättäminen rakenteiden sisään, joka oli varsinkin 1960–70-luvuilla yleinen käytäntö sekä muun rakennusjätteen jättäminen esimerkiksi pohjatäyttöihin. Koneellisen ilmastoinnin käyttö kyseisissä rakennuksissa pahentaa tilannetta, jos ei ole huolehdittu riittävästä korvausilman saannista. Silloin korvausilma tulee hallitsemattomasti rakennukseen esimerkiksi lattian ja seinän liittymästä. Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella ja tutkia kuinka vastaavanlaisia tiivistyskorjauksia voidaan jatkossa tehdä rakennuksissa, joissa on tilojen toiminta käytössä.</p> <p>Aluksi perehdyttiin korjattavaan kohteeseen paikan päällä sekä perehtymällä asiakirjoihin. Lähdeaineistona käytettiin rakennusalan julkaisuja. Edellä mainittu ongelma korjattiin tiivistämällä rakenteiden liittymät, ikkunoiden ja ovien liittymät sekä kaikki erilaiset halkeamat rakenteissa. Käytössä oli erilaisia ilmatiivistysmassoja esimerkiksi Blowerproof liiquid brush, joka on liuotteeton polymeeripohjainen siveltävä ilmavuotojen tiivistysmassa. Tarkastelun kohteena oli koulurakennus Pohjois-Savossa. Koulurakennus on toiminnassa oleva ja siellä oli todettu sisäilmahaittoja Sitowise Oy:n tekemän kartoituksen mukaan. Tiivistyksiä tehtiin koulun ollessa täydessä toiminnassa.</p> <p>Tiivistyskorjaus onnistui, koska työn jälkeen ei ole tullut yhtään sisäilmahaittailmoitusta. Lisäksi saatiin tietoa kuinka vastaavanlaisia tiivistyskorjauksia voidaan jatkossa tehdä rakennuksissa, joissa on tilojen toiminta käytössä.</p>	
Avainsanat sisäilma, maa-aine täyttö, rakennusjäte, liittymä, tiivistysmassa, sisäilmaongelma, korjausrakentaminen	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Civil Engineering	
Author(s) Hannu Lahtinen	
Title of Thesis Compaction of structures	
Date 16.5.2024	Pages/Appendices 31 2
Client Organisation /Partners Construction Company HL OY	
<p>Indoor air problems in buildings are an increasing and worsening phenomenon, especially in the older buildings stock. Often the reasons are incorrect soil fillings of the bases of buildings, formwork left inside the structures, which was a common practice especially in the 1960s-70s, and other construction waste, left for example, in the foundation fillings. The use of mechanical air conditioning in the buildings concerned worsens the situation if adequate replacement air supply has not been ensured. In this case, the replacement air enters the building uncontrollably from the junction of the floor and the wall, for example. The aim of this thesis was to investigate how similar sealing repairs can be made in the future in buildings whit facilities in use.</p> <p>At first familiarization with the object to be repaired on the spot, as well as examination of the documentation wase performad. Construction publications were used as source material. The above problem was corrected by sealing the junctions of the structures, the junctions of windows and doors, as well as all the various cracks in the structures. Various airtight were mastics used, for example Blowerproof liquid brush, which is a solvent-free polymer based brushable sealant for air leaks. The subject of the review was a school building in Northern Savonia. The school building is in operation and indoor air pollution had been detected there, according to the survey carried out by Sitowise Oy. Sealing was were carried out while the school was in full operation.</p> <p>The compaction repair was successful because no indoor air pollution reports have been received after the work. In addition, information was obtained how similar sealing repairs can be carried out in the future in buildings where the premises is used.</p>	
Keywords indoor air, soil filling, construction waste, interface, sealing compound	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	SISÄILMA	8
2.1	Sisäilman laatu	8
2.2	Sisäilman luokitus 2018	9
2.3	Mittausvälineet	9
2.4	Kaasumaiset epäpuhtaudet.....	12
2.4.1	Kloorianisoli.....	12
2.4.2	Formaldehydi	13
2.4.3	Radon.....	13
3	RAKENTEIDEN ILMATIIVIYS.....	14
3.1	Rakennusvaipan ilmanpitävyys.....	14
3.2	Ilmanvuotoluku.....	14
3.3	Luonnollinen konvektio.....	15
3.4	Pakotettu konvektio	16
3.5	Savupiippuvaikutus	17
4	KORJAUSMENETELMÄT JA MATERIAALIT KOHTEESSA.....	19
4.1	Tiivistysmateriaalit	19
4.2	Tiivistystyön vaiheet työntekijöiden kertomana	20
4.3	Työntekijöiden kommentit	22
5	TYÖMAAN TOIMINTA JA LOGISTIIKKA.....	23
6	POHDINTA.....	24
	LÄHTEET	25
	LIITE 1:.....	27
	LIITE 2.....	30

KUVALUETTELO

Kuva 1.	Korjattava alue. (Sitowise).....	7
Kuva 2.	Sisäilman huonosta laadusta aiheutuvat oireet sekä haitat. (Pitkäranta 2016, 15.)	8
Kuva 3.	Andersen 6-vaiheimpaktori. (Hometalkoot.fi julkaisuaika tuntematon)	9
Kuva 4.	Rakenneavaus. (Sitowise).....	10
Kuva 5.	Ilmavuotokohtien merkkiaine tekniikalla. Kuva K Laine Vanhanen Oy. (Pitkäranta 2016,60)	11

Kuva 6. Oikeanpuoleisessa kuvassa päistä suljettu Tenax-TA-adsorbenttiputki. Sisäilman VOC-näytteen keräys pumppuun kytketyllä adsorbenttiputkella. Kuvat Mikrobioni Oy. (Pitkäranta sivu 69).....	12
Kuva 7. Luonnollinen konvektio seinärakenteessa. (Sikanen 2017, 35)	15
Kuva 8. Pakotettu konvektio seinärakenteen läpi. (Sikanen 2017, 35).....	16
Kuva 9. Savupiippu vaikutus. (Sikanen 2017, 36)	17
Kuva 10. Savupiippu vaikutus korkeissa rakennuksissa. (Sikanen 2017, 36.)	18
Kuva 11. Liimamassat. (Lahtinen 2024)	19
Kuva 12. Blowerproof liguid/brush. (Lahtinen 2024)	19
Kuva 13. Codex BST 75 bytylinauha. (Lahtinen 2024)	20
Kuva 14. Lista irrotettu ja liittymä puhdistettu. (Lahtinen 2024)	21
Kuva 15. Masa liimamassa levitetty. Kuva 16. Codex BST 75 bytylinauha liimattu.....	21
Kuva 17. Blowerproof liguid sively bytylinauhan päälle. (Lahtinen 2024)	22
Kuva 18. Jalkalista12*42 kiinnitetty liimalla. (Lahtinen 2024)	22
Kuva 19. Varoitustaulu. (Sareskoski Oy julkaisuaika tuntematon)	23

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössäni työmaana on koulurakennus Pohjois-Savossa, jossa on todettu sisäilmaongelmia. Korjausalue on kuvan 1 mukainen, ja käsittää kerrokset 1–3. Huoneet ovat pääasiassa luokkahuoneita ja käytäviä. Rakennus on valmistunut 1950-luvulla ja on betoni- ja tiilirakenteinen, ulkoseinät ovat betonirakenteisia ja villaeristettyjä. Julkisivut ovat rapattuja, välipohjat ylä-laattapalkistoja. Kohteessa on tehty kunnossapitokorjauksia ja toiminnan edellyttämiä muutostöitä. Seurantamittauksia on tehty useina vuosina ja myös henkilökunta on raportoinut sisäilmaan liittyvistä oireiluista. Kohteessa on koneellinen poisto- ja tuloilmanvaihto.

Tilojen ikkuna-, seinä- ja lattialiittymät sekä kaikki halkeamat lattioissa ja seinissä tiivistetään, samoin patterin kannakkeiden kohdat. Kun tiivistykset on saatu suoritettua, varmistetaan rakenteiden tiiveys. Koska kyseessä on toiminnassa oleva koulu, se tuo oman haasteensa työhön. Opinnäytetyössä perehdytään ammattialan julkaisuihin, kuten RT-kortistoon.

Toimeksiantajana Rakennusliike HL OY. Kyseessä on perheyhtiö, jonka omistajina ovat Hannu Lahtinen, Sami Lahtinen ja Tuomas Lahtinen. Yritys on toiminut vuodesta 2016 etupäässä saneerauskohteissa Pohjois- ja Etelä- Savossa.

Haluan kiittää erityisesti perhettä kannustamisesta opiskelussa, samoin kiitos kohteen tilaajalle, että sain käyttää heidän kiinteistöänsä opinnäytetyön pohjana. Lisäksi haluan kiittää Rakennusliike HL Oy:n työntekijöitä haastattelusta ja tiedosta, miten työmaalla toimitaan. Samoin kiitos Savonian opettajille hyvästä opetuksesta.

Lämpimät kiitokset opinnäytetyön ohjaajalle ohjeista ja avusta tämän työn teossa.



Kuva 1. Korjattava alue. (Sitowise)

2 SISÄILMA

2.1 Sisäilman laatu

Sisäilmalla tarkoitetaan sisätilassa hengitettävää ilmaa ja siinä voi esiintyä hiukkasmaisia, että kaasumaisia epäpuhtauksia ilman perusosien lisäksi. Sisäilma muodostuu sisäilmasta sekä siihen vaikuttavista fyysikaalisista tekijöistä. Seuraavassa on lueteltu muutamia sisäilmaan vaikuttavia tekijöitä, kuten kaasumaiset yhdisteet sekä hiukkasmaiset epäpuhtaudet sisäilmassa, lämpötila, ilman liike, kosteus, säteily sekä melu. (Pitkäranta 2016.)

Erittäin merkityksellistä on sisäilman puhtaus, koska ihmiset viettävät suurimman osan ajastaan sisätiloissa ja hengittävät päivittäin lähes 40 m³ ilmaa. Sisäilmaongelmat johtuvat yleensä monen tekijän summasta harvoin yhdestä tekijästä. Syitä voi olla rakennusten puutteellisessa ilmanvaihdossa tai ilmastoinnin säätö virheessä. Tekijänä voi olla myös puutteelliset salaojat ja sadevesijärjestelmät sekä epätiiveys rakenteissa. Sisäilman huonosta laadusta aiheutuvat oireet sekä haitat alla olevassa taulukossa. (Pitkäranta 2016.)

Epäpuhtaus tai muu haittatekijä	Tavanomainen lähde/syy	Haitta / oire
Allergeenit	Koti- ja lemmikkieläimet, siitepölyt, kemikaalit, pöly- ja varastopunkit, mikrobikasvustot	Allerginen nuha, silmä-, astma- ja iho-oireilu
Ammoniakki	Materiaalien kosteusvauriot, viemärit, lemmikkieläimet, tupakointi	Hajuhaitat, ärsytysoireet
Asbestikuidut	Useat eri rakennusmateriaalit	Syöpäriskin kasvu, asbestoosi
Formaldehydi	Lastulevyn ym. materiaalien kosteusvauriot, sisustustuotteet, tekstiilit ja pesuaineet	Hajuhaitat, ärsytysoireet, kosketusihottuma, syöpäriskin kasvu.
Hiilidioksidi (CO ₂)	Ihmiset, lemmikkieläimet, heikko ilmanvaihto	Suuri pitoisuus viittaa tilojen käyttöön nähden riittämättömään ilmanvaihtoon. Erittäin korkeissa pitoisuuksissa väsymys, päänsärky.
Hiilimonoksidi (häkä, CO)	Tulisijat, liikenne	Häikämyrkytys, tukehtumiskuolema
Häiritsevät hajut	Materiaalien kosteusvauriot, ilmapuodot rakenteista, materiaalit, kemikaalit, käyttäjät	Ärsytysoireet, epämukavuus
Vähäinen ilmanvaihtuvuus	Heikkotehoinen ilmanvaihto, IV-järjestelmän viat, ilmanjaon puutteet	Epäpuhtauksien kertymisestä aiheutuva oireilu ja epämukavuus
Iilallinen alipaineisuus rakennuksen ulkovaipan yli	Ulkoilmavirtoihin nähden liialliset poistotilamäärät	Epäpuhtauksien kulkeutuminen rakenteista sisäilmaan
Kuiva sisäilma	Kylmä ja kuiva ulkoilma	Ihon ja limakalvojen ärsytysoireet, oireiluherkkyden kasvu
Lämpötila, liian matala tai korkea, vetoisuus	LVI-järjestelmän puutteet ja säätövirheet, pintasäteily, ilmapuodot	Epämukavuus, sairastavuuden lisääntyminen
Mikrobit ja niiden aineenvaihduntatuotteet	Kosteus- ja mikrobivauriot, ilmapuodot rakenteista, IV-kanaviston epäpuhtaudet kosteissa järjestelmänosissa	Hengitystieärsytys, astma, allergiset sairaudet, hengitystieinfektioiden lisääntyminen, yleisoireet
Otsoni	Ilmanpuhdistimet, kopiokoneet	Hengitysteiden ärsytysoireet. Voimistaa allergeenien vaikutusta
PAH-yhdisteet	Vanhat kosteuseristeet, kivihiilipiki, polttotapahtumat	Hajuhaitat, syöpäriskin kasvu
PCB	Rakennusmateriaalit, mm. elementtisaumausmassat ja maalit, lämmönsiirto-aineet	Syöpäriskin kasvu
Pienhiukkaset	Ulkoilma (teollisuus, liikenne), tupakan savu, kopiokoneet, kosteusvauriot, pienpoltto, kynttilät ja tulisijat	Viihtyvyyshaitat, sydän- ja hengityselinsairaudet, astma
Radon	Maaperä, rakennuksen alustäyttö	Keuhkosyöpäriskin kasvu
Teolliset mineraalivillakuidut	Lämmön- ja ääneneristysmateriaalit rakenteissa ja IV-järjestelmässä	Silmien ja hengitysteiden ärsytysoireet
VOC-yhdisteet (haihtuvat orgaaniset yhdisteet, engl. volatile organic compounds)	Kosteusvauriot, rakennusmateriaalit, sisustusmateriaalit, tekstiilit, pesuaineet, kosmetiikka, ihmiset ja lemmikkieläimet	Ärsytysoireet, astma
Öljyhiilivedyt	Rakennusmateriaalit (mm. valusfalti), öljyvahingot rakenteisiin ja maaperään rakennuksen alla	Hajuhaitat

Kuva 2. Sisäilman huonosta laadusta aiheutuvat oireet sekä haitat. (Pitkäranta 2016, 15.)

2.2 Sisäilman luokitus 2018

Sisäilma luokitellaan kolmeen laatuluokkaan, joita ovat S1, S2, S3.

S1: Yksilöllisen sisäilmaston laatu on erinomainen, ei tiedostettavia hajuja, epäpuhtauslähteitä eikä laatua heikentäviä vaurioita ole havaittavissa rakenteissa. Lämpötila on tasainen, vedontunnetta ei ole havaittavissa. Ääni- ja valaistusolosuhteet ovat erittäin hyvät.

S2: Kyseessä hyvä sisäilmasto, ilma tuntuu hyvälle ja tiloissa ei ole häiritsevää hajua, rakenteista ei löydy laatua heikentäviä epäpuhtaus- ja vauriolähteitä. Myös lämpötila on hyvä eikä vedontunnetta ole havaittavissa, mutta kesäpäivinä on mahdollista, että tilat ylilämpenevät. Tilojen valaistus- ja ääniosuhteet on hyvät.

S3: Tarkoittaa tyydyttävää sisäilmastoa, silloin sisäilman lämpötila ja laatu kuten myös ääni- ja valaistusolosuhteet täyttävät rakennus- ja maankäyttölain mukaiset säädökset sekä terveydensuojelun asettamat vähimmäisvaatimukset. (RT 07-11299. Sisäilmaluokitus 2018.)

2.3 Mittausvälineet

Näytteenottotiloissa mitattiin hetkellisesti painesuhteita sisäilman ja ulkoilman välillä. Hetkellisesti tilat olivat alipaineisia ulkoilmaan nähden vaihteluvälillä $-4,2 \dots -8,5$ Pa. Mittaajalla käytössä olevat laitteet olivat Andersen 6-vaiheimpaktori, näytteenottoon tarvittava alipainepumppu, elatusalustat (2 % mallasuute ja DG18 homeille, THG bakteereille) Andersen keräimellä otettiin sisäilmanäytteet mikrobi tarkastelua varten. Kuvassa 3 esitetään keräin, jolla ohjataan hiukkasten kulkua ilmavirran mukana. (Sitowise Tutkimusraportti 2023.)



Kuva 3. Andersen 6-vaiheimpaktori. (Hometalkoot.fi julkaisuaika tuntematon)

Tutkimusmenetelmiä on useita. Rakennuksessa havaittujen oireiden perusteella valitaan seuraavista menetelmistä jokin parhaiten soveltuva tapa, joita ovat: Tilojen aistinvarainen tarkastelu, jossa suoritetaan pintamittauksia sekä tarvittaessa käytetään paine-eromittaria ja merkkisavuja. Tarkastelun kohteena erityisesti seuraavat seikat (Pitkäranta 2016):

- millainen pintamateriaalien ikä ja kunto
- onko näkyviä mikrobikasvustoja sekä kosteutta, onko havaittavissa home- ja lahovaurioita
- ihmisen hajuaisti tottuu ja turtuu nopeasti erilaisiin hajuihin, joten heti saavuttua kyseiseen tilaan suoritetaan aistinvaraisesti hajuhavainnot, kuten onko tilassa homeen hajua
- onko riskialttiita rakenneratkaisuja
- ilmavuotojen mahdollisuus
- millainen on tilan ilmanvaihtuvuus
- tarkastellaan ilmanvaihtoventtiilien toiminta sekä niiden sijainti
- onko hormoneja, kuiluja, putkikanaalia, mahdollisia ontelotiloja
- onko suunnitelmissa muutoksia
- millaiset on tilan käyttäjien käyttötottumukset
- onko kunnossapidossa ja huollossa puutteita
- rakennusmateriaaleihin
- pintalämpötilat.

Rakenneavaukset ja materiaalinäytteiden otto seuraavilla menetelmillä (Pitkäranta 2016):

- rakenteen timanttiporaus kuvan 4 mukaan. Muita menetelmiä on timanttisahaus, rakenteen piikkaus, levytysten purku, pellitysten irrotus
- rakenteen sisäosien tarkastelu aistinvaraisesti, rakenteen materiaalien tunnistus, detaljien ja rakennetyyppien dokumentointi
- tarvittaessa materiaalinäytteitä otetaan rakenteita avaamalla mikrobianalyysi.



Kuva 4. Rakenneavaus. (Sitowise)

Rakennekosteusmittaukset alla olevilla menetelmillä (Pitkäranta 2016):

- näytepalamittaus
- porareikämittaus
- näytepalamittaus
- viiltomittaus suoritetaan muovikatteiden alta
- kuivatus-punnitusmenetelmä
- yleensä eristetilasta otetaan lyhytkestoinen kosteusmittaus
- ns. piikkimittarilla suoritetaan materiaalin kosteusmittaus

Tiiveyden sekä epäpuhtauksien kulkeutuminen sisätiloihin (Pitkäranta 2016):

- mitataan painesuhteet
- suoritetaan lämpökuvaus
- ilmavuotokohtien merkkiainetutkimukset kuvan 5 mukaisesti
- puhdassavututkimukset
- vesitiiveyskoe
- rakennusvaipan ilmavuotoluvun q50 määrittäminen ja tiiveyden määrittäminen



Kuva 5. Ilmavuotokohtien merkkiaine tekniikalla. Kuva K Laine Vanhanen Oy. (Pitkäranta 2016,60)

Sisäilmanolosuhteiden ja sisäilman epäpuhtauksien mittaukset, joissa huomioidaan (Pitkäranta 2016)

- suhteellinen kosteus ja lämpötila
- hiilidioksidipitoisuuden määrä
- hiilimonoksidipitoisuuden määrä
- typen oksidi (NO₂)
- hiukkaspitoisuuksien mittaaminen (kokonaisleijuma eli TSP, PM₁₀ ja PM_{2,5})
- mikrobinäytteet sisäilmasta
- kuitujen ja pölyjen mittaaminen
- VOC yhdisteiden keräys kuvan 6 mukaisilla välineillä (haihtuvat orgaaniset yhdisteet)
- ammoniakki, formaldehydi, radon määrittäminen sisäilmasta
- sisäilmasta tai pölystä määritetään haitta-aineet.



Kuva 6. Oikeanpuoleisessa kuvassa päistä suljettu Tenax-TA-adsorbenttiputki. Sisäilman VOC-näytteen keräys pumppuun kytketyllä adsorbenttiputkella. Kuvat Mikrobioni Oy. (Pitkäranta sivu 69)

2.4 Kaasumaiset epäpuhtaudet

PAH-yhdisteet ovat useiden yhdisteiden yhdisteryhmiä, jotka voivat olla hiukkasmaisia tai kaasumaisia. Kreosiitin hajun eli puhutaan ns. ratapölkyn hajusta, aiheuttaa PAH-yhdisteet. Yhdisteet ovat usein peräisin vanhojen rakennusmateriaalien sisältä. Kun PAH-yhdisteitä käsitellään, niitä käsitellään asbestin tapaan purettaessa ja purkus suunnitelmia laadittaessa. PAH-yhdisteiden lähteitä ovat saastuneet maat sekä rakennuksissa ennen käytetty kivhiilipiki eli kreosiitti jonka tuoksun moni tunnistaa ns. ratapölkyn hajusta. Useat PAH-yhdisteet ovat syöpää aiheuttavia. VOC (volatile organic compounds eli haihtuvat orgaaniset yhdisteet) ovat olomuodoltaan kaasumaisia ja niitä on satoja. Niitä vapautuu ilmaan esimerkiksi rakennusmateriaaleista, puhdistusaineista, kosmetiikasta. Uusissa rakennuksissa emissiopäästöjä eli rakennusmateriaalipäästöjä esiintyy usein, mutta ne laskevat rakennuksen ensimmäisten käyttövuosien aikana ilmanvaihdon toimiessa oikein. (Pitkäranta 2016)

Tyypillisiä VOC- yhdisteiden aiheuttamia oireita ovat päänsärky sekä silmien ja limakalvojen ärsytysoireet. Oireet voivat hävitä muutaman tunnin kuluessa, kun rakennuksesta tai tilasta poistutaan. (Pitkäranta 2016, 67–80.)

2.4.1 Kloorianisoli

Kloorifenoleja sisältävien puunsuoja-aineiden mikrobiologisessa hajoamisessa syntyviä yhdisteitä sanotaan kloorianisoleiksi. Niiden käyttö oli suurinta 1930–80 luvulla, mutta jopa 1990 luvulla on markkinoilla ollut kyseistä yhdistettä sisältäviä tuotteita. Vanhan talon tai kuten useammat tietävät sanonnan mummon mökin tuoksun aiheuttaa juuri kloorianisolin esiintyminen sisäilmassa. Hajua tarttuu herkästi vaatteisiin, huonekaluihin ja rakennusmateriaaleihin ja on hankala poistaa. Sen vuoksi on jouduttu purkamaan rakennuksia kloorianisolin aiheuttamien hajuhaittojen takia. Kloorianisoli pitoisuudelle ei ole Suomessa virallisia ohjeita, eikä sen roolia sisäilmahaitan aiheuttajana ole juuri tutkittu. (Pitkäranta 2016, 75.)

2.4.2 Formaldehydi

Kohonneet sisäilmapitoisuudet aiheuttavat silmä- ja hengitystieoireita sekä herkistävät formaldehydille. Formaldehydin haju on erittäin voimakas ja sitä on käytetty vuorivillan, hartsien, lakkojen, liimojen sekä lastulevyn valmistukseen. (Pitkäranta 2016, 75.) Sisäilman formaldehydipitoisuuden suunnittelun ohjearvo on $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (RakMK D2-2012).

2.4.3 Radon

Radon on jalokaasu, hajuton ja väritön, jota esiintyy maaperässä, josta sitä vapautuu louhinnan yhteydessä sekä kivimurskan että siirtolohkareiden mukana. Radon haihtuu lähes täysin ulkoilmassa, huone tilassa pitoisuudet nousevat. Radon pääsee huoneilmaan lattia rakenteissa olevien halkeamien ja rakojen kautta ja sen pääsyä edes auttaa huoneessa vallitseva alipaine. Radon on syöpää aiheuttava kaasu ja vuosittain n. 300 henkilöä saa keuhkosyövän altistuttuaan liian suurelle radon pitoisuudelle sisäilmassa. Vuoden 2000 jälkeen rakennetuissa rakennuksissa sisäilman radon pitoisuus saa olla enintään $200 \text{ Bq}/\text{m}^3$, sitä ennen rakennetuissa sama arvo saa olla $300 \text{ Bq}/\text{m}^3$. Pahimmillaan radon vuotoa ei saada estettyä tiivistämällä tai kapseloimalla lattian rakenteita, jolloin ainoa vaihtoehto on kyseisen rakennuksen käyttökielto. (Suomen radonkeskus 2024.)

Työpaikoilla radon pitoisuus säännöllisessä työssä ei saa (yli 600 h vuodessa) ylittää vuosikeskiarvoa $400 \text{ Bq}/\text{m}^3$ (Pitkäranta 2016, 75).

3 RAKENTEIDEN ILMATIIVYYS

3.1 Rakennusvaipan ilmanpitävyys

Rakennusmääräysten mukaan rakennusvaipan sekä tilojen välisten rakenteiden tulee olla ilmanpitäviä, niin että ilmanvirtaukset vuotokohtien läpi eivät aiheuta merkittäviä haittoja rakennuksen käyttäjille, rakennuksen energiatehokkuudelle tai rakenteille. Huomiota tulee kiinnittää erityisesti rakenteiden liitosten sekä läpivientien suunnitteluun ja rakennustyön huolellisuuteen. Tyypillisiä epätiiveyskohtia on lattian- ja seinänä liittymissä, sekä ikkuna- ja ulkoseinärakenteiden liittymissä. (Pitkäranta 2016, 118.)

3.2 Ilmanvuotoluku

Rakenteiden ilmantiivyyttä mitataan rakennuksen ilmanpitävyyteen kehitetyllä kokeella, jossa rakennukseen aiheutetaan 50 Pa yli- tai alipaine. Tässä tapauksessa aiheutettiin alipaine. Kokeessa ilman tilavuusvirta mitataan, joka rakennukseen puhalletaan (ylipaine) tai sieltä pois (alipainekoe). (Sitowise.)

Rakennuksen sisätilavuus mitataan ulkovaipan sisäpintojen mukaan, välipohjia ei lasketa ilmatilavuuteen. Ilmanvuotoluku n_{50} lasketaan kaavalla 1.

$$n_{50} = Q_{50}/V \quad (1)$$

missä

n_{50} = ilmanvuotoluku 50 Pa:n paine-erolla, 1/h

Q_{50} = ilman tilavuusvirta 50 Pa:n paine-eron aiheuttamiseksi, m^3/h

V = rakennuksen sisätilavuus, m^3

Ilmanvuotoluvun laskenta perusteet muuttuivat 1.7.2012. Nyt voimassa olevissa määräyksissä ohjeistetaan käyttämään ilmanvuotolukua q_{50} . Tiiviyksiköiden raportoinnissa molemmat luvut esitetään. Ilmanvuotoluku q_{50} ilmoittaa vaipan keskimääräisen vuotoilmavirran tunnissa 50 Pa:n paine-erolla kokonaissisämittojen mukaan laskettua vaipan pinta-alaa kohden. Vaipan pinta-alaan lasketaan ulkoseinät aukotuksineen sekä ylä- ja alapohja. (Sitowise.) Ilmanvuotoluku q_{50} saadaan laskettua kaavalla 2.

$$q_{50} = Q_{50}/A \quad (2)$$

missä

q_{50} = ilmanvuotoluku 50 Pa:n paine-erolla, $m^3/(h \cdot m^2)$

Q_{50} = ilman tilavuusvirta 50 Pa:n paine-eron aiheuttamiseksi, m^3/h

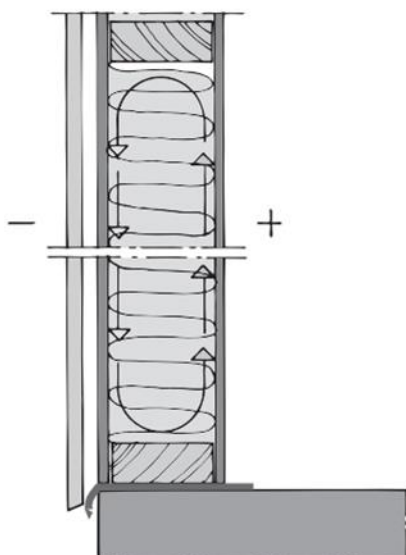
A = rakennuksen vaipan ala sisämittojen mukaan laskettuna, m^2

3.3 Luonnollinen konvektio

Ilman tiheyserosta johtuva pystysuoraa ilman virtausta kutsutaan luonnolliseksi konvektioksi. Sitä esiintyy etenkin seinissä ja ikkunoissa, mutta myös ullakkotiloissa saattaa luonnollista konvektiota esiintyä. Rakenteiden lämpö- ja kosteusteknisen toiminnan kannalta rakennuksessa vallitsevilla ilmanpainesuhteilla on varsinkin kylmänä vuodenaikana ratkaiseva merkitys, siksi että ilman lämpötila- ja kosteuspiitoisuuserot sisä- ja ulkoilman välillä ovat merkittävät ja ilmanpaine ja ilman liikkeet (veto) vaikuttavat asumisviihtyvyyteen sekä hyvinvointiin. (Sikanen 2017, 34.)

Luonnollista konvektiota esiintyy erityisesti ikkunoiden ilmaraoissa sekä ulkoseinien huokoisessa lämmöneristyksessä ja tämä on otettava huomioon, kun tarkastellaan rakenteiden tiiveyttä.

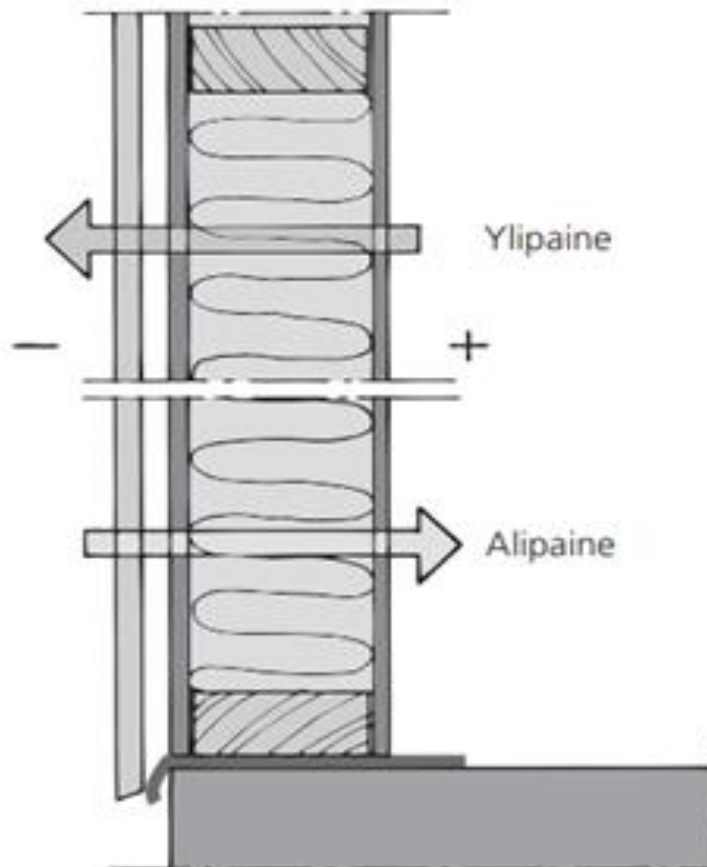
Kuvassa 7. rakenteen sisälle muodostuu ilmankierto lämpimän ja kylmän rakenteen läheisyydessä, koska lämmin ilma pyrkii ylöspäin, kun taas kylmä ilma virtaa alas. Tämä on otettava huomioon, kun rakenteita suunnitellaan. (Sikanen 2017, 34.)



Kuva 7. Luonnollinen konvektio seinärakenteessa. (Sikanen 2017, 35)

3.4 Pakotettu konvektio

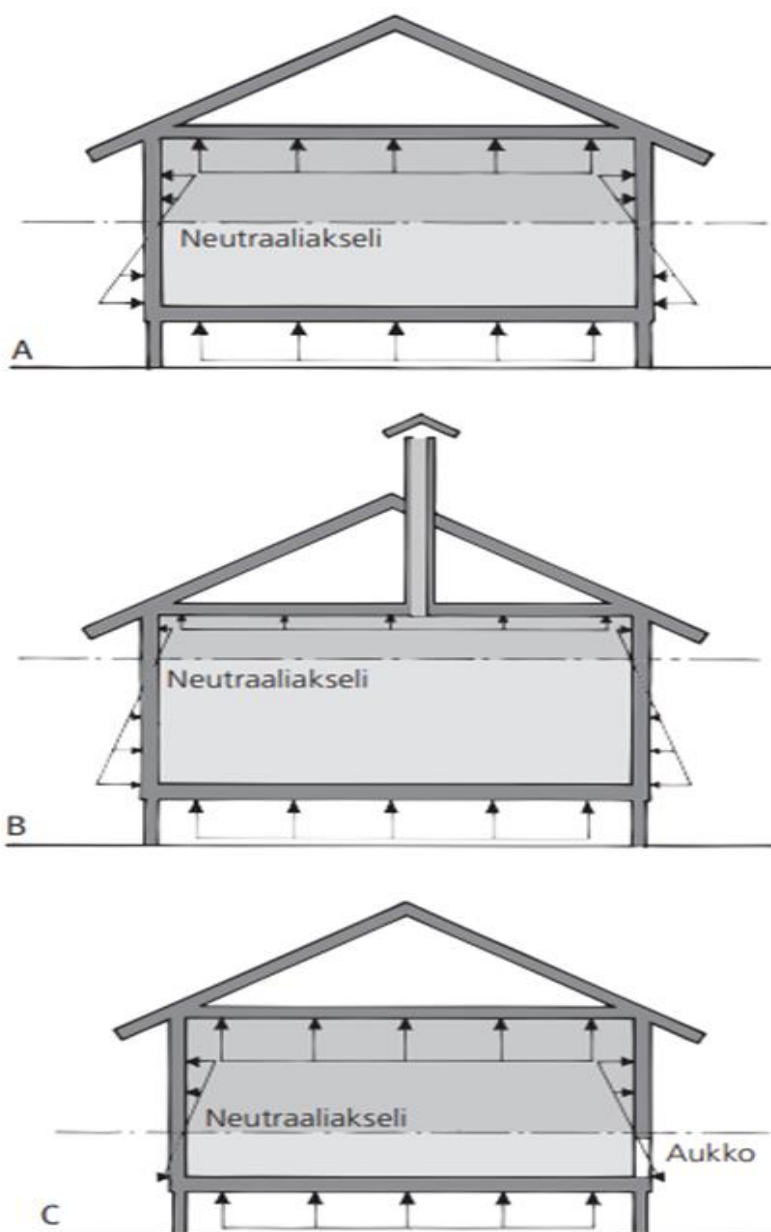
Pakotetussa konvektiossa paine-ero ja rakenteissa oleva epätiiveys mahdollistaa ilmanvirtauksen rakenteiden läpi kuvan 8 mukaisesti, jolloin virtauksen mukana voi sisäilmaan päästä hiukkasmaisia partikkeleja, jotka voivat terveydellisessä mielessä olla erittäin merkittäviä sisäilman laadun heikentäjiä. Paine-ero muodostuu savupiippuvaikutuksen, LVI-laitteiden ja tuulen aiheuttamana. (Sikanen 2017, 35.)



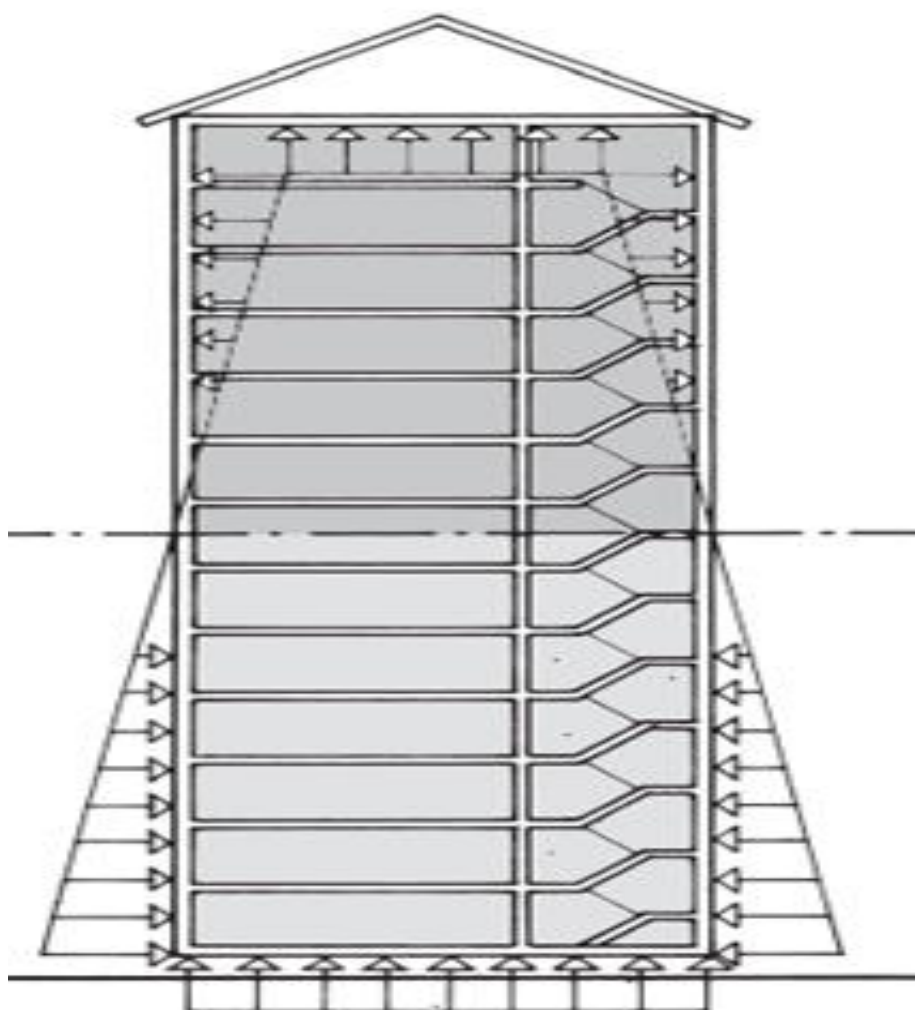
Kuva 8. Pakotettu konvektio seinärakenteen läpi. (Sikanen 2017, 35)

3.5 Savupiippuvaikutus

Huoneilma lämpenee, sen tiheys pienenee ja lämmennyt kevyt ilma pyrkii nousemaan ylös. Huoneen yläosaan muodostuu ylipaine ja alaosassa on alipaine. Tätä kutsutaan savupiippuvaikutukseksi, joka aiheuttaa häiriintymättömään tilaan kuvan 9 mukaisen painekuvion. Paine-erot ovat pieniä mutta pysyviä ja siksi merkittäviä rakenteiden kosteus- ja lämpötekniiseen toimintaan. Hormin tai tilan korkeus, sekä lämpötilaero vaikuttavat savupiippuvaikutuksen suuruuteen, joka aiheuttaa sisäpuolista ylipainetta huonetilan yläosiin kuten kuvassa 10 on havainnollistettu ja on siksi otettava huomioon rakenteita tiivistettäessä. (Sikanen 2017, 36.)



Kuva 9. Savupiippu vaikutus. (Sikanen 2017, 36)



Kuva 10. Savupiippu vaikutus korkeissa rakennuksissa. (Sikanen 2017, 36.)

4 KORJAUSMENETELMÄT JA MATERIAALIT KOHTEESSA

4.1 Tiivistysmateriaalit

Opinnäytetyössä tarkastellussa kohteessa käytimme rakenteiden tiivistykseen seuraavia materiaaleja:

Masa tiivistysmassa on monikäyttöinen liima- ja tiivistysmassa, joka on päälle maalattavissa, kestää hyvin sään räsitusta ja UV-säteilyä. Massa NSF-rekisteröity, joten voidaan käyttää myös tiloissa, jossa käsitellään elintarvikkeita. Päästöluokitus on M1. Kuva 11. (Kiilto 2024.)



Kuva 11. Liimamassat. (Lahtinen 2024)

Blowerproof liquid/brush liuotteeton, polymeeripohjainen siveltävä ilmapuotojen tiivistysmassa/pinnoite, joka kuivuttuaan muodostaa ilmatiiviin kalvon, on 1-komponenttinen, M1-päästöluokitus, elastinen, soveltuu sisä- ulkokäyttöön, hyvä tartunta kaikille alustoille, kuituvahvisteinen. Massaa voidaan käyttää ilman nauhoitusta, sen päälle voidaan maalata, tasoittaa, pinnoittaa liimattavilla pinnoitteilla, kestävä, helppo työstää. Kuva 12. (Betton Oy 2020.)



Kuva 12. Blowerproof liquid/brush. (Lahtinen 2024)

Codex BST 75 on kaasutiivis bytyylisaumanauha kuvassa 13, jota käytetään ilmapuotojen tiivistykseen sekä kosteuseristyksiin. Nauhan eduiksi luetaan itseliimautuvuus, M1-päästöluokitus, veden kestävyys sekä kemikaali-, lämmön- ja pakkasen kestävyys. Nauhalla on hyvä tarttuvuus ja vetolujuus ja asentaminen on helppoa nauhan elastisuuden ja joustavuuden vuoksi. Nauha tiivistyy hyvin seinän ja lattian liittyisiin ja sen sd-arvo on 180 m (kuvastaa vesihöyryn vastusta ilmapatjan läpi). (Betton Oy 2020.)



Kuva 13. Codex BST 75 bytyylinauha. (Lahtinen 2024)

Extreme Fix listojen kiinnitykseen. Erittäin korkea alkutartunta, säätö mahdollista ensimmäisellä minuutilla, ftalaatiton (kemiallinen aine, jota käytetään pehmittiminä muovien valmistuksessa esim. PVC), korkea lujuus, mekaaninen kestävyys ja E-moduuli, erittäin hyvät vanhenemisominaisuudet ja lämmönkestävyys, ei kutistumista ja erittäin hyvät sauman täyttöominaisuudet. Kuva 11. (Sika Finland julkaisuaika tuntematon.)

4.2 Tiivistystyön vaiheet työtekijöiden kertomana

Haastateltavana kohteessa työskentelevät kirvesmies A ja kirvesmies B. Kohteessa suoritettiin katselmus, jossa oli tilaajan, käyttäjän ja urakoitsijan edustajat. Samalla sovittiin työjärjestys ja käytössä olevien tilojen aikataulu. Sovittiin että työ suoritetaan tila kerrallaan, koska tilat olivat koko ajan koulun käytössä.

Kirvesmies A:n mukaan tiivistystyö aloitettiin pölynhallintasuunnitelman (Liite 2) mukaisilla suojauksilla, jotta tila saatiin tiivistyskuntoon. Lattian ja seinän liittymien listojen irrotus, sekä ikkunan peitelislojen irrotus oli seuraava vaihe. Kohteeseen oli varattu valmiiksi materiaalit ja työvälineet. Listojen irrotuksen jälkeen suoritettiin huolellinen sauman puhdistus mekaanisesti kaapimalla ja lopuksi sauma imuroitiin puhtaaksi, jolloin tiivistettävä sauma oli kuvan 14 mukainen.



Kuva 14. Lista irrotettu ja liittymä puhdistettu. (Lahtinen 2024)

Kirvesmies A kertoi seuraavaa: saumaan siveltiin Blowerproof liquid/brush tiivistysaine lattian osalle 15 mm leveydeltä ja seinään 50 mm leveydeltä, aineen kuivuttua saumaan lisättiin Masa tiivytysmassa ja tiivistetty sauma näkyy kuvassa 15.

Tiivistysmassan kuivuttua seuraavaksi asennettiin itseliimautuva Codex BST 75 butyylinauha. Nauha oli valmisteltu etukäteen leikkaamalla sopivan levyinen kaistale. Nauha asennettiin siten, että lattian osalle tuli 15 mm, jonka jälkeen nauha taivutettiin seinälle n. 35 mm korkeuteen kuvan 16 mukaisesti. Kun nauha oli liimattu huolellisesti alustaan, päälle levitettiin Blowerproof liquid tiivistysaine-
bytyyli nauhan päälle kuten kuvassa 17 näkyy.



Kuva 15. Masa liimamassa levitetty.
(Lahtinen 2024)



Kuva 16. Codex BST 75 butyylinauha liimattu.
(Lahtinen 2024)



Kuva 17. Blowerproof liquid sively bytyylinauhan päälle. (Lahtinen 2024)



Kuva 18. Jalkalista 12*42 kiinnitetty liimalla. (Lahtinen 2024)

Kirvesmies B:n mukaan ikkunan ja rakenteen liittymä tiivistettiin pursottamalla aluksi uretaani-saumavaahtoa, jos rako oli yli 15 mm. Tätä pienempään rakoön pursotettiin Masa liimamassa. Uretaanin kuivuttua, leikattiin ylimääräinen pois karmin tasaan. Uretaanin päälle siveltiin Blowerproof liquid tiivistysaine kaksi kertaa. Tähän liittymään ei saatu asennettua saumanauhaa tilan ahtauden vuoksi. Lisäksi huone tiloissa tiivistettiin kaikki patteriputkien läpiviennit sekä havaitut halkeamat Masa liimamassalla. Tiivistettyjen liittymien päälle asennettiin jalka- ja peitelistat liima kiinnityksellä, kuvassa 18 valmis jalkalista asennus. Kalusteet siirrettiin paikoilleen ja suojaukset purettiin, tila siivottiin ja luovutettiin käyttäjälle.

Kirvesmies A kertoi että tiivistetyissä tiloissa on suoritettu merkkikaasulla tarkistusmittauksia ja tiivistetyillä alueilla ei ole vuotoja havaittu.

4.3 Työntekijöiden kommentit

Kirvesmies B:n mukaan toiminnassa olevan kiinteistön tiivistys korjaus on hieman haastavaa, mutta kyseisessä kohteessa yhteistyö on toiminut hyvin. Kirvesmies A:n mielestä olisi ollut parempi, jos tiloja olisi voinut olla työn alla useampia samaan aikaan, mutta se ei nyt ollut mahdollista. Kirvesmies B:n mielestä tiivistys järjestelmä oli toimiva. Yhteistyö tilaajan ja käyttäjän kanssa on toiminut hyvin, käyttäjä on ollut tyytyväinen, että kohteessa on tehty tiivistys korjauksia.

5 TYÖMAAN TOIMINTA JA LOGISTIIKKA

Kohdetyömaana on toiminnassa oleva koulu, jolloin on otettava huomioon, että työmaalla on myös ulkopuolisia henkilöitä. Kuten aina on työskentelyalue/työmaa aidattava, tässä tapauksessa, kun ollaan koulun tiloissa, käytetään huomioväri nauhaa, jolla merkataan työalue ja käytetään työmaasta varoittavia kuvan 19 mukaisia kylttejä.

Lisäksi on laadittu jokaista työmaata koskeva turvallisuussuunnitelma, joka käydään läpi kaikkien työntekijöiden kanssa perehdytys tilaisuudessa. (Liite 1. Työturvallisuussuunnitelma)



Kuva 19. Varoitustaulu. (Sareskoski Oy julkaisuaika tuntematon)

Pölynhallinta on yksi tärkeä osa-alue, tehdään sitten uutta tai korjataan vanhaa. Varsinkin saneerauskohteissa pölynhallinta korostuu, koska aina ei välttämättä tiedetä mitä rakenteissa on. Rakennusliike HL OY on laatinut oman pölynhallintasuunnitelmansa, jota noudatetaan kaikissa kohteissa. (Liite 2. Pölynhallintasuunnitelma)

Työmaan logistiikka jaetaan tulo- ja lähtölogistiikkaan materiaalivirran suunnan mukaan. Tulo logistiikkaan kuuluvat jo nimensä mukaan työmaalle saapuvat materiaali virrat ja lähtölogistiikkaan taas työmaalta lähtevät materiaalit, kuten jätehuolto ja kierrätettävät materiaalit. (Wegelius-Lehtonen 1996, 8.)

Tulologistiikka hoidetaan tuomalla kohteeseen tarvittava materiaalimäärä, millä saadaan tehtyä tilavalmiiksi. Miksi näin toimitaan? Kun on kyseessä käytössä oleva rakennus ja varastointitilat ovat hyvin rajalliset tai niitä ei ole ollenkaan on järkevää tuoda materiaalit tilakohtaisesti kohteeseen omasta varastosta. Tässä tapauksessa materiaalimäärä ei ole niin suuri per tila, joten tämä todettiin kustannustehokkaaksi. Tämä helpottaa työmaan järjestyksen ylläpitoa, kun ei ole ylimääräistä tavaraa kohteessa. Lähtölogistiikkaan kuuluu työmaan jätehuolto lajiteltuna, jossa puulle, metallille, kiviaineksellä ja sekajätteelle on omat lavat. Kohdetyömaassa tuli ainoastaan puu- ja sekajätettä.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoitus oli tarkastella, kuinka vastaavanlainen tiivistystyö on mahdollista suorittaa kiinteistössä, kun tilojen käyttäjät toimivat samoissa tiloissa. Tällaisessa kohteessa nousee erityiseen osaan viestintä, missä ja milloin mitäkin työvaihetta suoritetaan. Viestintää suunniteltaessa on hyvä pitää mielessä muutamia asioita, kuten rakenna ja ylläpidä luottamusta, kuuntele ja kunnioita tilan käyttäjien kokemusta ja huolta, vaikka se saattaisi joskus kuulostaa turhanpäiväiseltä jorinalta. Viestintä ei ole pelkkää tiedon välittämistä, vaan vastavuoroista tietojen, kokemusten ja näkemysten vaihtamista. Ole rehellinen ja kerro mitä tiedetään ja mitä ei, kun huoli on suuri ja tunteet kuohuvat, vuorovaikutteiset viestinnän keinot nousevat erityisen suureen arvoon. Ja muista pitää tilan käyttäjät aina tilanteen tasalla. Kun kyseessä on koulu kiinteistö ja sisäilma ilmoituksia on tullut kiinteistön omistajalle useita ennen korjaus toimenpiteitä, pitää ottaa huomioon, että ihmiset ovat jo valmiiksi ”yliherkistyneet” eli tällöin puhutaan ympäristöyliherkkyydestä.

Ympäristöyliherkkyydessä pelkkä vihje haitalliseksi koetusta ympäristötekijästä, kuten tuoksu, voi laukaista elimistön reaktioiden kautta voimakkaitakin oireita ns. toiminnallisilla mekanismeilla. (STM.) Tällöin ei välttämättä kyseessä ole enää pelkästään ongelma sisäilmassa vaan voidaan puhua jo psykologisesta vaikutuksesta. Tämän kohteen aikana olemme huomanneet, kuinka rauhoittavan vaikutuksen henkilökuntaan tekee, kun he näkevät, että kiinteistössä on remonttimiehiä paikalla ja heidän huolensa on otettu vakavasti.

Rakenteiden tiivistyksiä on tehty viime kesästä lähtien ja kuulemma yhtään sisäilmailmoitusta ei ole tänä aikana tullut kiinteistön omistajalle. Voidaan todeta, että olemme onnistuneet annetussa tehtävässä hyvin.

Toinen asia minkä haluan nostaa esiin, on remontin tekijöiden käyttäytyminen, ei voida olla ja puhua samaan tyyliin kuin perinteisellä rakennustyömaalla. Pitää olla valmis kuuntelemaan henkilökunnan ns. murheita.

Tilaaajan kanssa yhteistyö on toiminut hyvin ja olemme saaneet neuvotella käyttäjän kanssa työjärjestyksestä vapaasti. Isommat muutokset on käyty myös tilaaajan työnjohdon kanssa läpi.

Tämä kokemuksen pohjalta voin todeta, että juurikaan työtä ei voi nopeuttaa muuten kuin, olisi useampi tila kerralla työn alla, niin kuin työntekijöiden haastattelussa kävi ilmi. Mutta se ei taas ollut mahdollista, koska koulu oli toiminnassa koko ajan. Ja se vaihtoehto, että korjaus olisi tehty kesäloman aikana, olisi vaatinut paljon suuremmat resurssit ja tiukka aikataulu olisi aiheuttanut mahdollisten virhelyöntien lisääntymisen ja lopputulos olisi saattanut olla huonompi. Voin todeta, että tämän kaltainen tiivistyskorjaus on täysin mahdollista suorittaa kiinteistön toiminnassa ollessa, kun vain ottaa huomioon edellä mainittuja seikkoja ja ennen kaikkea korjausryhmällä pitää olla asenne kohdallaan, turha hosuminen ja melskaaminen pitää jättää pois.

LÄHTEET

- BETTON 2020. Blowerproof liguid brush ilmatiivistysmassa. Verkkojulkaisu. <https://betton.fi/tuotteet/sisailma/ilmavuodot/blowerproof-liguid-brush-ilmatiivistysmassa/> Viitattu 4.3.2024
- BETTON 2020. Codex-bst-75 <https://betton.fi/tuotteet/sisailma/ilmavuodot/>. Viitattu 4.3.2024
- Hometalkoot.fi julkaisuaika tuntematon. Andersen 6-vaiheimpaktori. Valokuva. <https://www.hometalkoot.fi>. Viitattu 2.2.2024
- KIILTO 2024. Kiilto-masa-liima-ja-tiivistemassa <https://www.kiilto.fi/tuote/kiilto-masa-liima-ja-tiivistemassa>. Viitattu 4.3.2024
- Kirvesmies A 2024. Rakennusliike HL OY. Haastattelu 15.2.2024.
- Kirvesmies B 2024. Rakennusliike HL OY. Haastattelu 15.2.2024.
- Kukkonen, Pasi 2023. Korjattava alue. Sitowise. Tutkimusraportti 18.8.2023. Valokuva. Viitattu 9.1.2024.
- Lahtinen, Hannu 2024. Liimamassat. Valokuva. 2.1.2024. Joroinen: Hannu Lahtisen kokoelmat.
- Lahtinen, Hannu 2024. Blower proof liguid/brush. Valokuva.2.1.2024. Joroinen: Hannu Lahtisen kokoelmat.
- Lahtinen, Hannu 2024. Codex BST 75 byytylinauha. Valokuva. 2.1.2024. Joroinen: Hannu Lahtisen kokoelmat.
- Lahtinen, Hannu 2024. Lista irrotettu ja liittymä puhdistettu. Valokuva. 9.1.2024. Joroinen: Hannu Lahtisen kokoelmat.
- Lahtinen, Hannu 2024. Masa liimamassa levitetty. Valokuva. 9.1.2024. Joroinen: Hannu Lahtisen kokoelmat.
- Lahtinen, Hannu 2024. Codex BST 75 byytylinauha liimattu. Valokuva.9.1.2024. Joroinen: Hannu Lahtisen kokoelmat.
- Lahtinen, Hannu 2024. Blowerproof liguid sivelty byytylinauhan päälle. Valokuva.10.1.2024. Joroinen: Hannu Lahtisen kokoelmat.
- Lahtinen, Hannu 2024. Jalkalista 12*42 kiinnitetty liimaamalla ja viimeistelty akryylillä. Valokuva.12.1.2024. Joroinen: Hannu Lahtisen kokoelmat.
- Paloniitty, S. 2012. Rakennusten tiivysmittaus. Rakentajain kalenteri 2013. Helsinki: Rakennustieto Oy 2013.Viitattu 22.2.2024.
- Pitkäranta, Miia 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus ympäristöopas.
- RT 07-11299. Sisäilmaluokitus 2018 Helsinki: Rakennustieto. Rakennustieto.fi Viitattu 14.3.2024

SIKA FINLAND julkaisuaika tuntematon. Casco-xtremfix-plus. Verkkajulkaisu.

<https://fin.sika.com/fi/tee-se-itse/kylpyhuone/peilin-liimaus/casco-xtremfix-plus.html>. Viitattu 13.4.2024

Sikanen, Unto 2017. Rakennusfysiikka perusteet ja sovelluksia. Helsinki: Rakennustieto.

Sosiaali- ja terveysministeriö julkaisuaika tuntematon. Ympäristöherkkyydet. Verkkajulkaisu

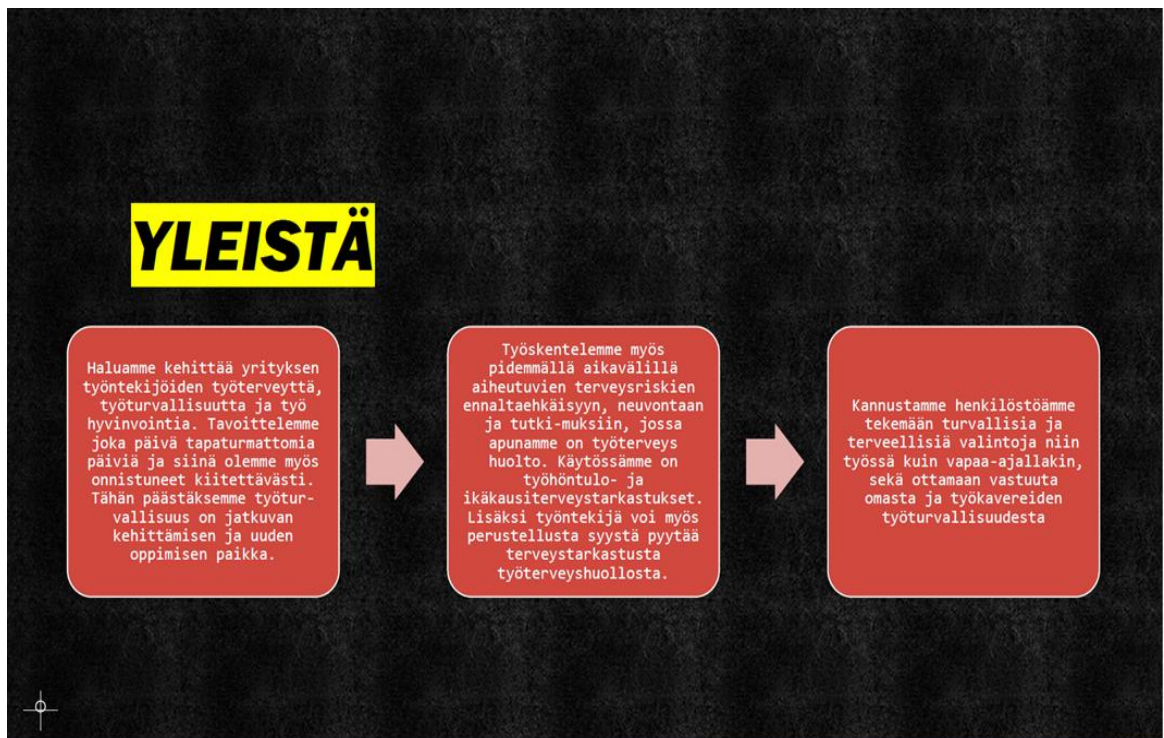
[https://stm.fi/ympäristöherkkyydet](https://stm.fi/ymparistoherkkydet). Viitattu 2.4.2024

SUOMEN RADONKESKUS 2024. Mitä radon on? Verkkajulkaisu. <https://suomenradonkeskus.fi/palvelut/mita-radon-on/>. Viitattu 13.4.2024

Wegelius-Lehtonen, T. Pahkala, S. Nyman, H. Vuolio, H. & Tanskanen, K. 1996.

Opas rakentamisen logistiikkaan. Helsinki: Rakennusteollisuuden keskusliitto.

LIITE 1:



OHJEET ENNEN TYÖN ALOITTAMISTA

perehdyttäminen ja työnopastus	- työtilat	- suunnittelu ja suunnitelmat	- hankinnat
- tiedotus ja koulutus	- kohteen vastuhenkilöt: rakennuttajat, urakoitsijoiden vastuuhenkilöt, valvojat, suunnittelijat	- palontorjunta	- turvaohjeet erityistilanteiden varalle
- mahdolliset yksintyöskentelyohjeet	- ensiapu	- työskentelyolot	- luvanvaraiset työt



TYÖTURVALLISUUTTA

MITTAAMME TR-

MITTARIN AVULLA



- telineet, kulkusillat, kulkutiet ja tikkaat - sähkö ja valaistus



- koneet ja välineet - järjestys ja jätehuolto



- putoamissuojaus - pölyisyys



- työskentely



KESKEISIMMÄT LAIT JA OHJEET JOITA NOUDATAMME



LIITE 2.



