



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jussi Mikkola

EMÄNTÄKOULUN OPPILASASUNTO- LAN KUNTOTUTKIMUS

Tekniikka
2017

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Jussi Mikkola
Opinnäytetyön nimi	Emäntäkoulun oppilajasuntolan kuntotutkimus
Vuosi	2017
Kieli	suomi
Sivumäärä	44 + 39 liitettä
Ohjaaja	Heikki Paananen

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää vuonna 1978 rakennetun Emäntäkoulun oppilajasuntolan kunto kuntotutkimuksen avulla. Emäntäkoulun oppilajasuntolan toisessa päässä on toiminut viime vuosina perhepäiväkoti ja sinne on tehty pintaremontteja. Asuntolan puolella remontteja ei ole tehty. Kuntotutkimuksen avulla Vetelin kunta voi arvioida mahdollisia korjaustoimenpiteitä.

Silmämääräisen tutkimuksen lisäksi käytin kuntotutkimuksessa lämpökameraa ja kosteusmittaria. Lämpökamerakuvien ja kosteusmittaustulosten perusteella selvitin rakennuksen tämän hetkistä kuntoa ja korjaustoimenpiteitä vaativia rakennusosia.

Yleisilmeeltään Emäntäkoulun oppilajasuntola on tyydyttävässä kunnossa. Rakennuksen suurimmiksi ongelmakohtiksi osoittautuivat ulko-ovet, tuuletusikkunat, seinien ja alapohjan liitoskohdat sekä teknisesti vanhentunut vesikatto.

ABSTRACT

Author	Jussi Mikkola
Title	The Condition Survey of a Dormitory
Year	2017
Language	Finnish
Pages	44 + 39 Appendices
Name of Supervisor	Heikki Paananen

The purpose of this thesis was to do a condition survey to a dormitory of a school domestic sciences built in 1978. A day-care centre has operated in one part of the dormitory family during the recent years and small renovations have been made there. No renovations have been made on the dormitory side. With the help of a condition survey, the Municipality of Veteli's municipality can evaluate possible repair work required.

In addition to the visual research, a thermal camera and a moisture meter were used in the condition survey. Based on the thermal imaging and humidity measurement results, the condition of the building was analysed as well as possible building elements which need repairs.

From a general point of view, the dormitory is in a satisfactory condition. The main problems of the building were the external doors, the ventilation windows, the joints of the walls and the base floor, and the technically obsolete roof.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	7
2	KUNTOTUTKIMUS YLEISESTI.....	8
	2.1 Kuntotutkimuksen menetelmät	8
	2.2 Kuntotutkimuksen tekeminen	9
	2.3 Kuntotutkimuksen ja kuntoarvion eroavaisuudet	10
3	TURMELTUMISILMIÖT	11
	3.1 Puun ominaisuuksia ja turmeltumisilmiöt ja niiden suojaaminen	11
	3.2 Muuratut rakenteet	13
	3.2.1 Poltettu tiili.....	13
	3.2.2 Laastit.....	15
	3.2.3 Muuratun rakenteen raudoitus ja muuraussiteet	16
	3.2.4 Halkeilu	16
	3.3 Betonirakenteet	17
	3.3.1 Betonin kutistuma	17
	3.3.2 Betonin viruma.....	18
	3.3.3 Betonin halkeilu	18
	3.3.4 Karbonatisoituminen ja raudoitteiden korroosio.....	19
	3.3.5 Pakkasrapautuminen	20
4	EMÄNTÄKOULUN OPPILASASUNTOLA	22
5	TUTKIMUSMENETELMÄT	23
	5.1 Lämpökuvaus yleisesti.....	23
	5.2 Lämpökamera	23
	5.3 Kosteusmittaus yleisesti.....	24
	5.4 Kosteusmittarit.....	25
	5.4.1 Humitest MC-100S	25
	5.4.2 Vaisala HMI41-näyttölaite ja HMP44-mittapää	26
6	EMÄNTÄKOULUN OPPILASASUNTOLAN KUNTOTUTKIMUS.....	27

6.1	Perustukset	27
6.2	Alapohja	28
6.3	Seinät	28
6.3.1	Ulkoseinät	28
6.3.2	Väliseinät	30
6.4	Ovet ja ikkunat	30
6.5	WC-tilat	32
6.6	Lattiarakenteet	33
6.7	Alakatot	34
6.8	Yläpohja	35
6.9	Vesikatto, räystäät, rännit ja syöksytorvet	36
6.10	LVI-järjestelmät	38
7	LÄMPÖKAMERAKUVAUS	39
7.1	Lämpötilaindeksi ja korjausluokitus	39
7.2	Emäntäkoulun oppilasasuntolan lämpökamerakuvaus	40
7.3	Asuntola	40
7.4	Perhepäiväkoti	41
8	KOSTEUSMITTAUS	42
8.1	Pintakosteusmittarin tulokset	42
9	YHTEENVETO	43
	LÄHTEET	44

LIITTEET

LIITELUETTELO

LIITE 1. Rakennuslupapiirustukset

LIITE 2. Asuntolan lämpökamerakuvien mittauspisteet

LIITE 3. Perhepäiväkodin lämpökamerakuvien mittauspisteet

LIITE 4. Asuntolan lämpökamerakuvat

LIITE 5. Perhepäiväkodin lämpökamerakuvat

LIITE 6. Lämpökamerakuvauksen kenttätyölomake

LIITE 7. Kosteusmittausten mittauspisteet

LIITE 8. Kosteusmittaustulokset

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä Vetelin Tunkkarilla sijaitsevaan Emäntäkoulun oppilajasuntolaan kuntotutkimus. Rakennus on valmistunut vuonna 1978. Kuntotutkimuksen aiheen ja kohteen minulle antoi Vetelin kunnaninsinööri Asko Mikkola.

Kuntotutkimuksen aloitan silmämääräisellä tutkimuksella. Silmämääräisen tutkimuksen lisäksi käytän tutkimuksessa lämpökameraa ja kosteusmittaria rakenteiden tutkimiseen. Tarvittavat tutkimusvälineet lainaan Vaasan Techobotnian laboratoriosta.

Emäntäkoulun oppilajasuntolan kuntotutkimus opinnäytetyönä on tärkeä, koska rakennukseen ei ole koskaan tehty kuntotutkimusta tai kuntotarkastusta. Opinnäytetyöni tavoitteena on selvittää rakennuksen rakenteiden kunto ja löytää rakenteissa mahdollisesti esiintyviä vaurioita ja vikoja.

Opinnäytetyöni perusteella Vetelin kunta voi arvioida rakennuksen tulevaisuuden käyttötarkoitusta ja mahdollisia korjaustoimenpiteitä rakennukseen.

2 KUNTOTUTKIMUS YLEISESTI

Kuntotutkimuksella selvitetään jonkin rakenteen, rakennusosan tai järjestelmän korjaus- tai perusparannussuunnittelun tarpeita. Kuntotutkimuksella selvitetään rakenteiden kunto, tekninen toimivuus, käytetyt materiaalit ja rasisympäristö. Näiden pohjalta laaditaan rakennukselle sen vaatima korjaustaso /1/.

Kuntotutkimukseen voidaan käytännössä laskea neljä vaihetta. Ensimmäinen vaihe kuntotutkimuksessa on tutustua asiakirjoihin, piirustuksiin ja mahdollisesti muihin käytettävissä oleviin materiaaleihin. Tämän lisäksi voidaan haastatella kiinteistön huoltohenkilökuntaa. Kun tutkimuskohteeseen on tutustuttu käytössä olevien materiaalien pohjalta, suoritetaan toinen vaihe, aistinvarainen arviointi. Aistinvaraisen arvioinnin jälkeen tutkija valitsee kolmanteen vaiheeseen tarvittavat tutkimusmenetelmät. Kolmannessa vaiheessa suoritetaan tutkimuskohteeseen valitut mittaukset, näytteiden otot ja laboratoriotutkimukset. Viimeinen vaihe on kuntotutkimusraportointi, jossa esitetään saadut tulokset /1/.

2.1 Kuntotutkimuksen menetelmät

Kuntotutkimusmenetelmät jaetaan kolmeen ryhmään sen perusteella, mikä on tutkimusvälinetarve ja tarvitseeko rakennetta rikkoa menetelmää varten. Silmämääräisissä arvioinneissa rakennetta ei tarvitse rikkoa, eikä siinä tarvitse käyttää erityisiä tutkimuslaitteita. Silmämääräisessä tutkimuksessa voidaan esimerkiksi tutkia rakenteita tarkastusluukkujen kautta. Aistinvaraisten arviointien paras puoli on se, että se on nopea tehdä, eikä siinä tarvitse kalliita tutkimuksia. Huonona puoleena on taas se, että aistinvaraisella arvioinnilla ei saada täysin yksityiskohtaista tietoa rakenteesta /1/.

Toinen vaihtoehto on ainetta rikkomattomat tutkimukset, johon kuuluvat mm. infrapunakuvaus, viemäreiden TV-kuvaus, röntgenkuvaukset ja kosteusmittaukset. Ainetta rikkomattomissa tutkimuksissa saatavan tiedon tarkkuus vaihtelee paljon sen mukaan, mitä menetelmää käytetään. Tutkimusvälineiden hinnastoissa on myös eroja /1/.

Viimeinen vaihtoehto on näytteiden otto ja laboratoriotutkimukset, jotka rikkovat tutkittavaa rakennetta. Näytteiden oton avulla saadaan tutkittua näytekohdan materiaali hyvinkin tarkasti, mutta epäselväksi saattaa jäädä se, kuinka hyvin näytekohdan näyte edustaa muuta rakennetta /1/.

2.2 Kuntotutkimuksen tekeminen

Kuntotutkimuksen päätavoitteina on saada selville rakenteen toimivuus ja kunto sekä arvioida mahdollisten vaurioiden laatua, laajuutta, astetta, syitä ja etenemistä. Kuntotutkimuksen laajuus ja sisältö otetaan aina huomioon käyttökohteen tarkoituksen mukaan ja siinä huomioidaan tiedon tarve sekä tutkimukseen käytettävissä olevat varat. Kuntotutkimus voidaan tehdä muun muassa kiinteistönpidon suunnittelua ja budjetointia varten tai sen avulla voidaan tuottaa lähtötietoja korjaussuunnittelua varten. Näiden kahden esimerkin kuntotutkimukset poikkeavat tarkkuuden ja kattavuuden osalta /1/.

Kuntotutkimuksessa on huomioitava suuri vaihtelu tulosten osalta. Rakenteita täytyy tarkastella aina useasta kohtaa rakennetta, jotta tulokset kuvaisivat koko rakennetta. Sama pätee myös näytteiden ottoon. Tärkeää on huomioida myös se, että tuloksia ei voida yleistää eri taloille, vaikka ne sijaitsisivatkin vierekkäin, vaan mittaukset ja havainnot täytyy ottaa kohdekohtaisesti. Eri rakennetyypeille ja rasitusolosuhteiltaan eri osille täytyy aina tehdä tarkastelu erikseen. Esimerkiksi turmeltumisilmiöiden eteneminen voi olla hyvin eri vaiheessa rasitusolosuhteiden mukaan /1/.

Jokaista turmeltumisilmiötä ja ongelmaa on tarkasteltava erikseen. Tarkasteluiden avulla tulee ilmiantaa rakenteen nykykunto sekä arvioida turmeltumisen etenemisnopeus. Näiden avulla voi suunnitella sopivaa korjausajankohtaa ja -menetelmää. Kantavissa rakenteissa sekä turvallisuuden vaikuttavissa ongelmissa on selvitettävä erityisen huolellisesti etenevät vauriot /1/.

Kuntotutkimusta tehdessä kannattaa aluksi käyttää halpoja ja yksinkertaisia menetelmiä, vasta tarpeen mukaan edetä tarkempiin kenttä- ja laboratoriomenetelmiin. Kalliit ja monimutkaiset tutkimukset eivät ole aina paras vaihtoehto, vaan monesti

kuntotutkija, joka on perehtynyt vanhoihin rakenteisiin, turmeltumisilmiöihin ja korjausmenetelmiin on parempi vaihtoehto, jos hän etenee ongelmakeskeisesti tapausta tutkittaessa /1/.

Kuntotutkimuksen tuloksien avulla voidaan arvioida korjausvaihtoehtoja, niiden kustannuksia, korjausajankohtaa, arvotekijöitä ja riskejä. Mahdolliset jatkotutkimustarpeet on aina kirjattava erikseen /1/.

Kuntotutkimuksesta tehdään raportti, jossa kerrotaan kohteen yleistiedot, kuvaus tutkituista rakenteista, yleisesti turmeltumisilmiöistä, esitetään mittaukset, havainnot ja tulokset ja näytteenottopisteet merkitään julkisivupiirustuksiin, arvioidaan tulokset, esitetään turvallisuuteen vaikuttavat ja välitöntä korjaustarvetta vaativat korjaustarpeet. Raportin loppuun kirjoitetaan yhteenveto, jossa käydään läpi rakenteiden kunto ja korjaustarve ymmärrettävästi ja lyhyesti sekä kirjataan mahdolliset jatkotutkimustarpeet /1/.

2.3 Kuntotutkimuksen ja kuntoarvion eroavaisuudet

Kuntoarvio on kuntotutkimusta suppeampi tutkimus. Rakennuksen kuntoarvion jälkeen voidaan ryhtyä laajempaan kuntotutkimukseen, jos kuntoarvion tulokset näyttävät siltä, että lisätutkimuksia tai täydentäviä tietoja tarvitaan. Kuntoarvion avulla yritetään ennakoida kohteen suuria korjaustarpeita ja kuntoarvioita tulisi tehdä rakennuksiin noin viiden vuoden välein. Kuntotutkimuksessa käytetään apuna mm. mittaustuloksia, näytteiden ottoja ja laboratoriotutkimuksia /1/.

Kuntoarvioraporttia varten rakennuksesta selvitetään muun muassa rakennuksen kunto, mahdollinen korjaustarve ja sen korjausajankohta, huolto- ja energiakustannussäästöt ja esitetään epävarmoiksi jääneet rakennusosat, jotka tarvitsevat jatkotutkimusta. Kuntoarvioinnin avulla rakennuksesta saadaan yleiskuva, jonka pohjalta selviää, mitkä rakennusosat tarvitsevat syvällisemmän kuntotutkimuksen /1/.

3 TURMELTUMISILMIÖT

3.1 Puun ominaisuuksia ja turmeltumisilmiöt ja niiden suojaaminen

Materiaalina puu on orgaaninen ja sen ominaisuuksiin vaikuttavat paljon puulaji, tiheys, oksaisuus ja viat sekä tarkastelusuunnan että sijainnin mukaan. Puu muodostuu sydänpuusta ja pintapuusta sekä pinnalla olevasta jälsikerroksesta, jossa puun paksuuskasvu tapahtuu /1/.

Puu imee vettä, eli se on hygroskooppinen aine. Vettä puuhun kertyy kolmella eri tavalla, kapillaarisesti soluonteloiden kautta, höyrynä soluonteloiden kautta sekä molekylaarisena diffuusiona soluseinämän kautta. Puun kosteus lasketaan puussa olevan veden massan ja vedettömän puuaineksen suhteella. Normaalikäytössä kosteus on noin 8–25 painoprosenttia, riippuen ilman suhteellisesta kosteudesta. Vastasahatun puun kosteus on luonnollisesti paljon suurempi /2/.

Puun ominaisuuksiin vaikuttaa paljon sen pääsuunta. Pituussuunnaltaan eli syysuunnaltaan suurinta on puristuslujuus. Kosteuden aiheuttamiin muodonmuutoksiin vaikuttaa suuresti tarkasteltava suunta, pituussuunnaltaan (0,3 %) muodonmuutos on pienintä, kun taas rungon tangetin suunnassa muodonmuutos on noin 8 % ja säteen suunnassa noin 4 %. Puun muodonmuutokset aiheuttavat siihen käyristelyä ja halkeilua /1/.

Biologiset rasitustekijät on suurin syy puurakenteiden vaurioitumiselle. Muita rasitustekijöitä ovat mm. kosteus, lämpötila ja auringon säteily. Näiden muiden rasitustekijöiden johdosta biologiset tekijät vaurioittavat puuta. Biologisen turmeltumisen määrään vaikuttaa se ajan pituus, jolloin olosuhteet ovat biologiselle turmeltumiselle mahdolliset /1/.

Puun merkittävimpiä turmeltumisilmiöitä ovat lahoaminen, homehtuminen ja sinistymisen. Suomessa hyönteisvauriot ovat harvinaisempia. Lahoaminen puussa aiheutuu lahottajasisienien johdosta, jotka käyttävät ravintonaan puuta. Lahottajasisienien itiöt kulkeutuvat ilmavirtausten avulla kaikkialle ja kun itiöt pääsevät puun pinnalle, ne voivat ruveta itämään ja kasvattamaan rihmastoaan puun sisälle.

Rihmastot tuottavat entsyymejä, jotka ovat puun ainesosia vaurioittavia, josta syystä puu pääsee lahoamaan. Lahottajasienilajeja on useita, joista yksi on lattia-sieni /1/.

Puu alkaa homehtua, kun olosuhteet ovat homehtumiselle otolliset. Homehtumiselle vaadittavia tekijöitä ovat korkea ilmankosteus ($RH > 70\%$), lämpötila $+0 - +40\text{ °C}$ välillä ja lisäksi tarvitaan ravinteita ja happea. Puu ei vaurioidu lämpötilan ollessa alle $+0\text{ °C}$, vaikka ilmankosteus olisikin korkea, koska homeitiöt ja lahottajasienet tarvitsevat lämpöä kasvaakseen. Homeitiöt ja lahottajasienet vaativat kasvuunsa myös happea ja ravinteita, mutta niitä ne yleensä saavat ympärillä olevasta ilmasta ja puusta. Ilman suhteellisen kosteuden ollessa yli 90% , puu alkaa lahota /2/.

Home ei vaikuta puun lujuuteen, koska se ei tunkeudu puun pintaa syvemmälle. Homeen vaarallisin tekijä, joka vaikuttaa ihmisterveyteen haitallisesti, on homeitiöt. Itiöt liikkuvat ilmapirtausten avulla aiheuttaen monille ihmisille allergisia reaktioita ja jopa lieviä myrkytysoireita. Yleisimpiä homeen aiheuttamia reaktioita ovat mm. jatkuva nuha, huimaus ja päänsärky. Puun sinistymisen aiheuttaa sinistäjäsiemenistä, jotka värjäävät puuta ja se tunkeutuu syvälle puun rakenteeseen. Sinistymisen ei kuitenkaan aiheuta puun lujuudelle merkittäviä vahinkoja. Itiöinä tai rihmaston kasvun avulla sinistäjäsiemenet leviävät varsinkin varastoituun havupuuhun. Homeitiöistä ja lahottajasienistä poiketen sinistäjäsiemenet tarvitsevat vähintään $+5\text{ °C}$ kehittyäkseen /2/.

Rakenteellisilla ja kemiallisilla suojauksilla pyritään estämään puun turmeltumisilmiöitä. Rakenteellisella suojauksella pyritään parantamaan rakentamistapaan kuuluvia tai siihen liittyviä toimenpiteitä, joiden ansiosta voidaan estää tai ainakin oleellisesti vähentää turmeltumisilmiöitä. Suojausten tarkoitus on estää rakenteiden kostuminen tai kastuminen. Jos rakenne pääsee kuitenkin kastumaan, pyritään rakenteellisella suojauksella varmistamaan se, että rakenne pääsee tuulettumaan ja kuivumaan. Kemiallisella suojauksella tarkoitetaan sitä, että rakentamiseen käytetään kemiallisesti käsiteltyä puutavaraa, esimerkiksi painekyllästettyä puutavaraa. Paineekyllästetty puu on käsitelty suoja-aineilla, jotka parantavat puun lahonkestä-

vyyttä /1/.

Puutavaran varastointiin ja käsittelyyn on kiinnitettävä huomiota ja pyrittävä es-tämään biologisten sekä mekaanisten vaurioiden syntymistä. Myös rakennuksen käyttöaikana on huolehdittava huoltotoimenpiteiden avulla, että rakenteellinen suojaus säilyy. Rakenteellisia suojauksia, joita täytyy valvoa ja seurata, ovat mm. vesikate, putket, salaojat ja vedeneristykset /1/.

3.2 Muuratut rakenteet

Muurattujen rakenteiden yleisimpiä turmeltumisilmiöitä ovat muurauskivien ja laastien pakkasrapautuminen, halkeilu ja raudoitteiden korrosio /1/.

3.2.1 Poltettu tiili

Tiilikivet valmistetaan savesta. Savea kuumennetaan, jolloin sen mineraalikoos-tumus muuttuu ja amorfiset ainekset sitovat kiteiset ainekset yhteen, jonka johdos-ta savesta muodostuu luja rakenne. Tiilikiven valmistusprosessissa massasta pois-tuu muovausvedet, kidevedet, hilavälivesi sekä orgaaniset aineet palavat. Poistu-vien vesien ja orgaanisten aineiden palamisen myötä tiilikiveen muodostuu huokosverkosto. Valmistusprosessissa polttolämpötilaa vaihtelemalla voidaan vaikut-taa tiilikiven ominaisuuksiin. Polttolämpötilaa nostettaessa tiilikiven pakkasenkes-tävyys paranee, lujuus lisääntyy, tiilikivet kutistuvat ja huokostilavuus pienenee. Tiilikiven huokosrakenteen takia kapillaarisella alueella olevien huokosten osuus on suuri, jonka johdosta sillä on mm. suuri vedenimunopeus ja kosteudenjohta-vuus /1/.

Tiilikiven vedenimunopeus tarkoittaa sitä, kuinka paljon tiili pystyy imemään vet-tä minuutissa lasepinnan neliometriä kohden kilogrammoina. Vedenimunopeus vaikuttaa laastin ja tiilen väliseen tartuntaan, saumojen tiiveyteen ja rakenteen lu-juuteen. Mikäli vedenimunopeus on suuri (yli 3kg/m² min), täytyy muurauslaastin olla vedenpidätyskyvyltään hyvää. Vedenimukyky tarkoittaa tiilen imemänä ve-simäärää painoprosentteina kuivapainosta. Vedenimukykyä voidaan pienentää säätelämällä tiilen polttolämpötilaa korkeammaksi. Keskimäärin riippuen tiilestä sen vedenimukyky on 6...20 painoprosenttia /3/.

Pakkasrapautuminen on merkittävin poltetun tiilen turmeltumisilmiö. Sen vuoksi tiilelle asetetaan pakkasenkestävyysvaatimuksia. Pakkasrapautumista tapahtuu vain, kun tiilen kosteuspitoisuus on tarvittavan korkea. Tämän seurauksena pakkasvaurioiden syntymiseen vaikuttavat materiaaliominaisuuksien lisäksi ne tekijät, jotka vaikuttavat vedelläkyllästysasteeseen ja pakkasrasituksen ankaruuteen. Nämä tekijät voidaan luokitella kahteen osaan, ulkoisiin rasitustekijöihin ja rakenteen ominaisuuksiin, jotka vaikuttavat materiaalin kosteuspitoisuuteen ja lämpötilaan. Ulkoisiin rasitustekijöihin sisältyy kosteusrasitus, tiilikiven rakenteen jääty-mis-sulamisvaiheiden nopeus ja lukumäärä sekä kuivumisnopeuteen vaikuttavat tekijät. Kosteuspitoisuuteen ja lämpötilaan vaikuttavat rakenteen materiaaliyhdistelmät, kerrospaksuudet, rakenteen yksityiskohdat, pintakäsittely ja työnsuoritus /1/.

Yleisimmin pakkasvaurioita on löydyntä viistosateelle altistuneista kuorimuureista, aidoista, maan kanssa kosketuksissa olevista rakenteista, puutteellisista liitoksista ja vuotavista pellityksistä. Pakkasrapautuminen on harvinaista vanhoissa massiivisissa tiiliulkoseinissä. Sitä tavataankin yleensä vain vuotokohdissa, esimerkiksi syöksytorvien kiinnityskohdissa /1/.

Tiilikiven pakkasenkestävyyttä pystytään testaamaan esimerkiksi vedenimuko-keella, jäähditys-sulatuskokeella ja porosimetritutkimuksella. Pakkaskestävyyttä testattaessa kannattaa käyttää useampaa menetelmää, jos halutaan varmistua sen ominaisuuksista, koska esimerkiksi jäähditys-sulatuskokeen läpäisseet tiilikivet eivät ole aina pakkasenkestäviä varsinaisessa rakenteessa /1/.

Kemiallista kulutusta poltetut tiilet kestävät hyvin. Esimerkiksi muurattuun savu-piippuun kondensoituvan rikkihapon ja happosateet poltetut tiilet kestävät hyvin. Poltettujen tiilien suuri etu on se, että ne eivät aiheuta allergioita eikä niistä haihdu vaarallisia kaasuja tai höyryjä, joten niitä voidaan käyttää loistavasti myös sisätilojen muurauksissa. Vaakasuorille tai vinoille tiilipinnoille voi kertyä biologista kasvustoa, joka voi edistää tiilen rapautumista ja pakkasvaurioita, kun vesi ja saasteet imeytyvät tiilen pintaan. Tätä voidaan kuitenkin estää rakenteellisilla suo-jauksilla ja puhdistamalla tiilien pintoja aika ajoin /3/.

Tiilestä muurattu seinä varastoi aina lämpöä ja luovuttaa sitä hitaasti. Tästä johtuvat pienet lämpöliikkeet aiheuttavat tiiliseinään jännityksiä varsinkin pitkissä tiilijulkisivuissa. Jännityksistä johtuvia halkeamia voidaan estää suunnittelemalla tiiliseinään liikuntasauvoja. Tiiliseinän ja sen takana olevaa ilmarakoa ei huomioida U-arvolaskelmissa muuta kuin pintavastuskertoimella, vaikka tutkimuksissa on todettu sen vaikuttavan rakennuksen lämmöneristävyys- ja energiatehokkuuteen. Äänitekniset ominaisuudet tiiliseinillä on myös hyvät, koska sen suuri tiheys parantaa ilmaääneneristyskykyä. Ääniteknillisesti heikoimmat kohdat ovat saumat, mutta niitä voidaan parantaa rappaamalla tai tasoittamalla seinä. Poltettua tiiltä käytetään usein julkisivuissa, koska sen tiheyden ansiosta se ehkäisee liikennemelua kuulumasta sisälle /3/.

3.2.2 Laastit

Laasti muodostuu sideaineesta, vedestä, runkoaineesta ja ilman seoksesta ja siinä voidaan käyttää lisäaineita, väriaineita, seosaineita ja täyteaineita. Kuivalaasti on valmis seos, johon lisätään vain vettä käyttökohteessa. Märkälaasti toimitetaan käyttökohteeseen käyttövalmiina. Peruslaasti muodostuu hiekan ja kalkin vesipitoisesta seoksesta, siitä saadaan kalkkisementtilaastia lisäämällä käyttökohteessa sementtiä ja vettä /4/.

Muuraus- ja rappauslaastit ovat yleisimmin kalkki-, kalkkisementti- ja sementtilaasteja riippuen sideaineesta. Kalkkilaasti muodostuu sammutetun kalkin, runkoaineen ja veden seoksesta. Kalkkilaasti kovettuu ilman hiilidioksidin ansiosta ja se ei kovetu vedessä. Yleisin käyttökohde on ollut vanhat muurit. Kalkkisementtilaastissa ilmakalkin lisäksi sideaineena käytetään portlandsementtiä, joka vaikuttaa laastin kovettumisnopeuteen, säänkestävyyteen ja lujuuteen. Kalkkisementtilaastit kovettuvat veden vaikutuksesta. Lujuuden kehittymiseen kalkkisementtilaastit tarvitsevat oikean veden määrän. Rappauslaastit ovat yleisesti nykypäivänä kalkkisementtilaasteja. Sen sijaan muurauslaasteina käytetään tavanomaisesti muurausmenttilaasteja, joiden pääsideaineena käytetään sementtiä /1/.

Laastin pakkasenkestävyyttä voidaan parantaa lisäämällä sen ilmanpitoisuutta, jolloin siihen muodostuu suojahuokosia. Niiden määrää voidaan lisätä käyttämällä

laastin valmistuksessa lisähuokoistusaineita. Lisähuokoistusaineet kuitenkin heikentävät laastin lujuutta ja tartuntaa. Laasti kutistuu, kun siinä oleva vesi haihtuu ja imeytyy alustaansa. Kutistuman takia laastikerrokseen aiheutuu usein halkeamia, joihin voidaan vaikuttaa runkoaineen valinnalla. Myös hyvä tartuntapinta alustaan vähentää halkeamien tuloa /4/.

Sään ja pakkasenkestävyyteen vaikuttavat laastin pakkasenkestävyys, ilmansaasteiden vastustuskyky sekä kosteus- ja lämpöliikkeet. Pakkasenkestävyyden kannalta tärkeimmät ominaisuudet ovat laastin lujuus ja huokosrakenne. Lämpöliikkeet ja kuivumiskutistumat aiheuttavat laastiin suuria jännityksiä, jonka takia tartuntalujuuden täytyy olla hyvä. Suuria jännityksiä voidaan vähentää käyttämällä ohuita laastikerroksia. Turmeltumisilmiöiden välttämiseksi laastin lujuus ja kulukestävyys valitaan aina ympäristösuhteiden mukaisiksi /4/.

3.2.3 Muuratun rakenteen rauditus ja muuraussiteet

Seostamattomien terästen korroosiosuoja muuratuissa tiilirakenteissa on puutteellinen, koska rakenteessa olevat tiilet ovat pH-arvoltaan neutraaleja ja huokoinen laasti karbonatisoituu menettäen teräksiä suojaavan alkalisuutensa, muurattu tiilirakenne halkeilee jännitysten vuoksi helposti sekä työvaiheessa on vaikeaa saada teräkset kokonaan laastin ympäröimäksi. Muuratessa julkisivuja täytyy aina käyttää ulkokuorissa ruostumattomia tai kuumasinkittyjä raudotteita korroosion välttämiseksi /1/.

Muuraussiteiden on myös oltava tehty ruostumattomasta teräksestä tai muusta yhtä kestävästä materiaalista, koska seinän eristehalkaisussa on erittäin ankarat olosuhteet korroosiolle. Tärkeää on myös muistaa, että eristehalkaisussa olevien materiaalien kuntoa ei voi seurata ja niitä on lähes mahdotonta uusia kuorimuuria purkamatta. Korroosio voi nopeutua, jos rakenteessa eri metallit ovat kosketuksissa toisiinsa /1/.

3.2.4 Halkeilu

Halkeilu on muuratun rakenteen yksi ongelmakohta, joka johtuu yleensä jännityksistä ja pakkovoimista. Jännitykset ja pakkovoimat johtuvat rakenteen estetyistä

muodonmuutoksista. Muodonmuutoksia muuratulle rakenteelle aiheuttavat kuormitukset, liittyvien rakenteiden siirtymät ja lämpötilan ja kosteuspitoisuuksien muutokset /1/.

Muuratun rakenteen tukipintojen painumat ja taipumat, erilaiset kuormitukset ja lämpötilan ja kosteuden muutokset aiheuttavat rakenteelle siirtymiä korkeus- ja pituussuunnassa. Näistä syntyy usein halkeamia, jotka yleisimmin syntyvät muuratun tiilen ja laastin väliseen tartuntapintaan ja liitoskohtiin. Halkeamia voidaan välttää huolellisella suunnittelulla, jossa mietitään liikuntasaumojen tarkka sijainti ja mahdollisesti lisäraudoitusten käyttö. Halkeamien estämiseksi myös tukirakenteiden jäykkyyden varmistaminen ja liitoskohtien huolellinen suunnittelu on tärkeää /1/. Kuorimuureissa halkeamia voidaan vähentää lisäämällä liikuntasauvoja sellaisiin kohtiin, joihin halkeamat yleensä ilmestyvät. Tällaisia kohtia ovat esimerkiksi seinän nurkat, ikkunoiden reunat, seinän mahdollisten korkeuserojen kohdat ja kohdat, joissa muurin vetolujuus heikkenee /5/.

Muuratun rakenteen halkeilu on tavanomaisempaa kuorimuureissa kuin massiivitiiliseissä, koska kuorimuuri joutuu ankaramman rasitustason alaiseksi kuin massiivitiiliseinä. Tämä aiheutuu suuremmasta lämpötilavaihtelusta rakenteessa ja pienemmästä kosteuden imukyvästä. Suurten julkisivujen kuorimuurien puutteellinen liikkumismahdollisuus saattaa johtaa halkeiluun lämpö- ja kosteusliikkeiden takia /5/.

3.3 Betonirakenteet

Kovettunut betoni muodostuu runkoaineesta ja sementtikivestä. Betonin ominaisuuksiin kuuluu esimerkiksi hyvä puristuslujuus, pieni vetolujuus ja murtovenymä, korkea alkalisuus, kutistuvuus, viruvuus, huokoisuus ja läpäisevyys. Yleisimpiä turmeltumisilmiöitä betonirakenteilla ovat terästen korroosio, pakkasrapautuminen ja halkeilu /1/.

3.3.1 Betonin kutistuma

Betonirakenne kutistuu aina sen valmistamisen jälkeen. Kutistumista tapahtuu kahdessa vaiheessa, varhaiskutistumalla sekä betonin kovettumisen jälkeen tapah-

tuvana kutistumana. Varhaiskutistumista tapahtuu, kun betonin pinnalla tapahtuu nopea haihtuminen, betonissa tapahtuu tilavuudenmuutos hydrataation takia sekä jäähtymiskutistumana, kun lämpötila betonirakenteessa alenee. Kovettuneen betonin kutistumiseen kuuluu kuivumiskutistuminen ja karbonatisoitumiskutistuminen. Kuivumiskutistuminen on merkittävin kutistumistyyppi ja se tapahtuu, kun vesi poistuu geelihuokosista. Kuivumiskutistumista tapahtuu keskimäärin 0,3 – 0,6 %. Karbonatisoitumiskutistuminen tapahtuu, kun sementtikiven ainesosat reagoivat kemiallisesti ilman hiilidioksidin kanssa. Kutistumisen laajuuteen voidaan vaikuttaa lisäämällä tai vähentämällä eri ainesosia. Suurin vaikutus on betonin runkoaineen määrällä, vähentämällä runkoainetta kutistuminen lisääntyy ja toisinpäin /1/.

3.3.2 Betonin viruma

Viruma on muodonmuutos, joka tapahtuu kimmoisen muodonmuutoksen lisäksi kuormituksen vaikuttaessa pitkän ajan. Viruma jää osittain pysyväksi, vaikka kuormituksen poistuessa kimmainen muodonmuutos palautuu. Osa virumasta palautuu ajan myötä. Betonin hydrataatioasteella on merkittävä vaikutus viruman suuruuteen. Alhainen hydrataatioaste yhdessä huonon jälkihoidon kanssa lisäävät viruman määrää. Viruman määrää voidaan vähentää hyvällä jälkihoidolla, rakenteen raudoituksella ja runkoaineen määrää lisäämällä betonissa /1/.

3.3.3 Betonin halkeilu

Betonirakenteen halkeilu tapahtuu, kun betonirakenteen vetojännitys on suurempi kuin vetolujuus. Vetojännityksen kasvuun vaikuttavat monet asiat, esimerkiksi painumat, erilaiset kutistumisreaktiot, pakkasrapautuminen, rakenteen ulkoinen kuormitus ja sisäinen paine, joka johtuu raudoitteiden korroosiosta. Murtovenymä betonilla on pieni, vain 0,15 %, jonka johdosta betoni halkeilee helposti, jos sen kutistuminen on estetty. Betonin koostumuksella voi vaikuttaa halkeilun vähentymiseen siten, että betonin kutistumistaipumuksesta tehdään mahdollisimman alhainen. Myös pitkä jälkihoito, tiheät liikuntasaumot ja liikkeen sallivat kiinnitykset vähentävät betonirakenteen halkeilua /1/.

3.3.4 Karbonatisoituminen ja raudoitteiden korroosio

Karbonatisoituminen on neutraloitumisreaktio, jossa ilmassa oleva hiilidioksidi tunkeutuu betonirakenteeseen, jolloin betonin huokosverkon pH-arvo laskee. Karbonatisoituminen alkaa betonirakenteen pinnasta ja etenee siitä vähitellen, mutta ei kovin nopeasti, koska betoni on tiivistä ja sen huokosverkosto voi olla täynnä vettä. Karbonatisoitumisen etenemisnopeuteen vaikuttaa kolme tekijää, betonin diffuusiovastus hiilidioksidin etenemistä vastaan, betonia ympäröivän ilman hiilidioksidipitoisuus ja karbonisoituvan aineen määrä /1/.

Betonirakenteen huokosrakenteella ja kosteuspitoisuudella on suuri vaikutus siihen, kuinka nopeasti hiilidioksidi tunkeutuu betoniin. Betonirakenteessa olevat halkeamat ja betonin korkea vesisementtisuhte lisäävät karbonatisoitumista. Betonirakenteessa olevan sementtimäärän ja hydrataatioasteen lisääntyminen pienentävät karbonatisoitumisnopeutta. Karbonatisoitumista voidaan estää hyvällä jälkihoidolla, koska se parantaa betonin pinnan laatua, jolloin hiilidioksidi ei pääse helposti tunkeutumaan betoniin. Karbonatisoituminen hidastuu kosteissa olosuhteissa, koska huokosrakenteen täytyessä hiilidioksidin pääseminen rakenteeseen vaikeutuu. Jos olosuhteet ovat hyvin kuivat ja RH on alle 30 %, pysähtyy karbonatisoituminen kokonaan, koska karbonatisoitumisreaktio tapahtuu vesiliuoksessa /1/.

Korroosiota vastaan betonissa olevat raudoitteet ovat yleensä hyvin suojattuina, koska alkalinen huokosvesi muodostaa oksidikalvon raudoitteen pinnalle, joka estää korroosion syntymistä, jolloin teräs passivoituu. Teräksen korroosio voi kuitenkin alkaa, jos betoni karbonisoituu tai klorideja tunkeutuu teräksiä ympäröivään betoniin. Näiden molempien vaikuttaessa korroosion määrä ja nopeus kasvavat. Klorideja betoniin voi tunkeutua esimerkiksi tiesuolujen tai meriveden vaikutuksesta /1/.

Korroosio alkaa passiivisena korroosiona, jolloin betonirakenteen suojauskyky menetetään. Passiivisen korroosiovaiheen pituus vaihtelee pääasiassa ympäristöolosuhteiden, betonin laadun ja suojabetonin paksuuden mukaan. Aktiivisella korroosiolla tarkoitetaan aikaa korroosion alkamishetkestä siihen, kun rakenteen kel-

poisuus on menetetty tai rakenne on korjattava. Betonin suojauskykyä raudoitteita varten pystytään parantamaan esimerkiksi huolellisella tiivistyksellä ja jälkihoivolla ja käyttämällä alhaista vesisementtisuhdetta sekä käyttämällä riittävän paksumia betonin suojakerroksia raudoitteiden päällä. Näillä tekijöillä voidaan pitkittää aikaa ennen kuin aktiivinen korroosio alkaa /1/.

Karbonisoituneessa betonissa olevien teräksien korroosionopeuteen vaikuttavat lähinnä seuraavat tekijät: kosteuspitoisuus huokosverkostossa, rakenteen lämpötila ja betonin kloridipitoisuus. Raudoitteiden korroosio voi alkaa, kun betonissa suhteellinen kosteus on yli 65 – 70 %. Korroosionopeus kasvaa huomattavasti, jos suhteellinen kosteus nousee yli 80 – 85 %. Korroosion vaikutuksesta betoniin voi syntyä halkeamia raudoitteiden kohdalle, koska korroosiotuotteiden tilavuus on yli kaksinkertainen teräksen normaaliin tilavuuteen verrattuna /1/.

3.3.5 Pakkasrapautuminen

Betonille pakkasrasitus syntyy, kun vesi jäätyessään laajenee betonin huokosverkostossa, joka aiheuttaa painetta. Huokosverkostoon vesi kulkeutuu esimerkiksi vesisateen tai sulavien lumien johdosta. Talviaikana huokosverkostoihin kulkeutuneiden vesien kuivuminen on hidasta, koska usein lämpötila on alhainen ja suhteellinen kosteus on korkea. Lisäksi auringonsäteet eivät juuri kuivata rakenteita Suomessa talviaikaan /1/.

Huokosverkoston sisältämä vesi jäätyy eriaikaisesti, kun lämpötila laskee jäätympisteen alapuolelle. Veden jäätyminen alkaa huokosverkoston suurimmista huokosista, koska jäätympiste alenee, kun huokosten säde pienenee. Pienimpien huokosten veden jäätympiste saavutetaan vasta - 30 °C:n alapuolella. Jäätymlaajenema aiheuttaa betonille hydraulista painetta, jonka takia betonissa täytyy olla ilmatiloja, joihin vesi voi tunkeutua laajentuessaan. Ilmatiloja betoniin saadaan, kun betonia valmistettaessa siihen lisätään lisähuokoistusainetta, joka luo riittävän tiheän huokoistuksen. Lisäksi betonin pakkasenkestävyyteen voidaan vaikuttaa käyttämällä alhaista vesisementtisuhdetta, jolloin betonin vedenimukyky ja -nopeus sekä jäätyvän veden määrä vähenee /1/.

Pakkasvaurioituminen esiintyy betonissa säröilynä. Säröilyn johdosta vesi imeytyy betoniin helpommin sekä betonin lujuus heikentyy. Usean jäätymis- ja sulamiskierroksen jälkeen betoni pakkasrapautuu. Pakkaskestävyyttä voidaan arvioida esimerkiksi jäädytys-sulatuskokeiden avulla /1/.

4 EMÄNTÄKOULUN OPPILASASUNTOLA

Emäntäkoulun oppilasasuntola (kuva 1) sijaitsee Vetelin Tunkkarilla entisen emäntäkoulun vieressä. Rakennus on rakennettu vuonna 1978 ja se sijaitsee pohjavesialueella. Pinta-alaa rakennuksella on 563 m². Rakennuksen toinen pääty on ollut lähivuosina perhepäivähoidon käytössä, mutta toisessa päässä on ollut vuokrattavissa soluasuntoja, jotka ovat olleet lähinnä paikkakunnalla olleiden työmiesten käytössä. Tällä hetkellä rakennuksella ei ole vakituisia käyttäjiä. Perhepäivähoidon päädyssä on tehty vuosien varrella pintaremontteja sekä uusittu wc-tilaa. Soluasunnot ovat entisellään eikä siellä ole tehty remontteja. Rakennuksen öljylämmitysjärjestelmä vaihdettiin maalämpöön vuonna 2013. Rakennus on liitetty jo rakennusvaiheessa kunnalliseen vesi- ja viemäriverkostoon.



Kuva 1. Emäntäkoulun oppilasasuntola.

5 TUTKIMUSMENETELMÄT

Rakennukseen tutustumisen aloitin 19.2.2016 menemällä Vetelin kunnanvirastolle, josta sain rakennuksen rakennuslupapaperit ja avaimet asuntolaan kunnansinööri Asko Mikkolalta. Yhdessä Mikkolan kanssa teimme aistinvaraisen tutkimuksen rakennukseen ja kävimme läpi asuntolarakennuksen huoneet. Tutkimusta tehdessäni käytössäni laitteistona oli pintakosteusmittari Humitest MC-100S, paine-eromittari TSI DP-calc-8710, kosteusmittari Vaisala HM44 sekä lämpökamera FLIR ThermaCAM PM 695.

5.1 Lämpökuvaus yleisesti

Lämpökuvausta voidaan käyttää uudisrakennusten laadunvalvonnassa sekä kunto- ja tutkimusvälineenä vanhoja rakennuksia tutkittaessa. Lämpökuvauksen avulla voidaan arvioida rakennusten, rakenteiden ja siihen käytettyjen materiaalien toimivuutta, laatua ja kuntoa. Lämpökuvausta voidaan käyttää myös talotekniikan tutkimiseen, esimerkiksi voidaan tutkia lattialämmitysputkien sijaintia. Useimmiten lämpökuvausta käytetään vanhoissa taloissa, kun rakennuksen käyttäjä haluaa vähentää energiakustannuksia tai käyttäjän epäily mahdollisista vauriosta halutaan selvittää. Uudistuotannossa lämpökuvausta käytetään yleensä rakennuksen ulkovaipan lämpöteknisen toimivuuden tarkasteluun. Nykyajan rakennuksien parantunut lämmöneristyskyky ja ilmatiiveys edellyttävät laajempaa tietämystä rakenteiden ja järjestelmien yhteistoiminnasta /6/.

Lämpökuvauksesta luodaan lämpökuvausraportti. Lämpökuvausraportissa tuodaan esille rakennuksen ulkovaipan osat ja kohdat, joissa on puutteita. Raporttiin sisältyy yleensä tutkimusraportti, tutkimusselostus ja mittausraportti. Raportin täytyy vastata asiakkaan esittämiin ongelmiin ja niihin esitetään korjausehdotuksia tai toimenpiteitä. Lisäksi raportin täytyy olla niin selkeä, että sen tuloksia voi kolmaskin osapuoli ymmärtää /6/.

5.2 Lämpökamera

Lämpökamera toimii lämpösäteilyn eli infrapunasäteilyn avulla. Lämpökamera

vastaanottaa lämpösäteilyä kuvattavan kohteen pinnasta, jolloin se mittaa siihen tulevan infrapunasäteilyn voimakkuuden. Infrapunasäteilyvoimakkuuden kamera muuttaa lämpötilatiedoksi, josta muodostetaan digitaalinen lämpökuva. Nykyaikaiset lämpökamerat toimivat matriisitekniikalla, jossa jokaisella kuvapisteellä on oma matriisi-ilmaisimien. Varsinainen lämpökuva muodostuu yksittäisten rinnakkain ja päällekkäin olevien matriisi-ilmaisimien antamien tietojen pohjalta /6/.

Kuntotutkimuksessa käytin Vaasan Technobotniaalta lainattua FLIR ThermaCAM PM 695 -lämpökameraa (kuva 2).



Kuva 2. FLIR ThermaCAM PM 695 – lämpökamera. /9/.

5.3 Kosteusmittaus yleisesti

Rakennuksen lämpökuvauksen yhteydessä täytyy tehdä myös lämpötila-, paine- ja kosteusmittauksia /6/. Kosteusmittauksien avulla voidaan selvittää rakenteen toimivuutta. Niiden avulla voidaan selvittää myös se, voiko rakenteessa tapahtua mikrobikasvustoa. Kosteusmittauksia voidaan tehdä ainetta rikkovilla ja rikkomat- tomilla tutkimuksilla. Pintamittauksilla voidaan paikallistaa kosteuskohtia. Ainetta rikkovilla tutkimuksilla selvitetään rakenteen ja sen materiaalien kosteutta ja nii- den tuloksien perusteella voidaan arvioida, voiko rakenne altistua home- ja mik-

robivaurioille. Mittauksia tulisi tehdä useista kohdista. Vuodenajat täytyy ottaa huomioon kosteusmittauksissa, koska ulkoilman kosteuskokemat vaikuttavat myös rakennusosien kosteuskokemiin /7/.

5.4 Kosteusmittarit

5.4.1 Humitest MC-100S

Humitest MC-100S (kuva 3) pintakosteusmittarilla materiaalin kosteus saadaan painoprosentteina. Mittarin toiminta perustuu kapasitanssiin. Eri materiaaleille on ohjelmoitu oma kerroin, koska kosteus muuttaa materiaalien kapasitiivisia ominaisuuksia. Tämän takia mitattava materiaali täytyy valita ennen mittausta. MC-100S kosteusmittari mittaa kosteuden 2–5 sentin syvyyteen mitattavasta kohdasta. Mittalaitteen anturit asetetaan mitattavalle pinnalle kohtisuoraan, jolloin saadaan kosteuden keskiarvo mitatulta alueelta. Suuntaa antavat ohjeavot puuperäisille materiaaleille: parketti 6–8 %, sisähuonekalut 6–9 %, ulko-ovet ja ikkunat 12–15 %, sinistymisen 18–20 %, laho > 20 %. Muiden materiaalien suuntaa antavat ohjeavot: tiili 2–3 %, ikilevy 5–7 %, lattialaatat 3–4 %, marmori 1–3 %, betonilattia 3–5 %, päällystyskelpoinen betoni < 2,5 % /8/.



Kuva 3. Humitest MC–100S /10/.

5.4.2 Vaisala HMI41-näyttölaite ja HMP44-mittapää

Vaisalan rakennekosteusmittarilla mitatessa täytyy ainetta rikkoa saadakseen kosteustuloksia rakenteesta. Kosteusmittalaitteella (kuva 4) voi mitata ilman kosteutta esimerkiksi betonin sisältä. Vaisalan HMI41-näyttölaitteeseen saa valittua kosteus- ja lämpötilalukemat tai lämpötila- ja kastepistelukemat. Kuntotutkimuksessani käytin Vaisalan kosteusmittalaitetta ilman suhteellisen kosteuden mittaamiseen ja lämpötilojen selvittämiseen.



Kuva 4. Vaisalan HMI41-näyttölaite.

6 EMÄNTÄKOULUN OPPILASASUNTOLAN KUNTOTUTKIMUS

6.1 Perustukset

Emäntäkoulun oppilasasuntola (kuva 5) sijaitsee hiekkaisella maaperällä. Perustukset on paikalla valetut vuonna 1978 ja ne on tehty suoraan tasoitetun hiekkapohjan päälle. Emäntäkoulun oppilasasuntolassa on valesokkelirakenne, jossa ulkoseinien runkotolpat alkavat lattiapinnan alapuolelta. Valesokkeli on yleinen kosteus- ja homeongelmien aiheuttaja. Emäntäkoulun oppilasasuntolan lattiapinta on kuitenkin sen verran korkealla maan pintaan nähden, että se voi vähentää valesokkelin aiheuttamia vaurioita. Valesokkelirakenteeseen täytyisi kuitenkin tehdä lisätutkimuksia. Perusmuurissa on havaittavissa halkeamia varsinkin sisääntulokäyntien kohdalla. Perusmuurista voi havaita myös kosteudesta aiheutuvia jälkiä ja maalipinnan kulumista. Perustukset joutuvat jatkuvan kosteusrasituksen alaiseksi, koska maanpinta kallistuu osittain rakennukseen päin ja rakennuksen takapuolella on paljon puita, jotka lisäävät kosteusrasitusta. Lisäksi sadevedet valuvat syöksytorvista loiskekiviä pitkin maaperään ja salaojajärjestelmä puuttuu kokonaan, jotka lisäävät perustuksien kosteusrasitusta. Perustukset näyttävät kuitenkin olosuhteisiin nähden hyviltä, vaikka niistä puuttuvat myös routaeristeet ja kosteuseristys.



Kuva 5. Rakennuksen kivijalka.

6.2 Alapohja

Rakennuslupapiirustuksien leikkauskuvan mukaan rakennuksessa on maanvarainen betonilaatta, jonka alla on noin 200 millimetrin routaeristys. Routaeristyksen alla on todennäköisesti käytetty alueella paljon olevaa hiekkamaata. Alapohjan alla ei ole kapillaarikatkoa, joka lisää kosteusrasitusta alapohjarakenteisiin. Kosteusmittauksien mukaan kosteus ei ole kuitenkaan päässyt lattiarakenteisiin. Lämpökamerakuvien perusteella voi havaita ilmavuotoa rakennuksen alapohjan ja seinien liitoskohdista. Erityisen huonoja liitoskohtia esiintyy rakennuksen ulkonurkissa. Ilmavuoto voi aiheuttaa epäpuhtauksien kulkeutumista sisäilmaan, joten rakenteen korjausta tulisi harkita.

6.3 Seinät

6.3.1 Ulkoseinät

Ulkoseinät ovat puurunkoisia, joissa on tiiliverhous (kuva 6). Pesuhuoneen ja kiuvasuhuoneen kohdalla tiiliverhouksen sisäpuolella on betoniseinä. Tiiliseinä on silmämääräisesti katsottuna hyvässä kunnossa, eikä siinä ole havaittavissa vaurioitumisen merkkejä. Ulkoseinän tuuletusrako on liian pieni ja osittain laasti on täytännyt tuuletusrakoa. Lisäksi tiiliverhouksen alimman tiilirivin joka kolmannesta pystysaumasta puuttuu tuuletusrako, jolla voitaisiin varmistaa rakenteen tuuletuminen.



Kuva 6. Rakennuksen tiiliverhous.

Rakennuksen päätykolmiot (kuva 7) on tehty puuverhouksella. Toisen pään pää-

tykolmion puuverhouksessa näkyy, että puita on liian lähellä rakennusta, jotka aiheuttavat puuverhoukselle vaurioita. Puut pitäisi poistaa rakennuksen läheltä juurineen, koska ne aiheuttavat rakennukselle likaantumista ja kosteusrasitusta sekä havupuiden havut tukkivat sadevesikourut ja syöksytorvet.



Kuva 7. Rakennuksen päätykolmio.

Pesuhuoneen ja kuivatushuoneen kohdalla olevasta betoniseinästä on huomattavissa selviä kosteuden aiheuttamia vaurioita. Betoniseinän alaosaan irtoaa maalipinta ja betonin pinnassa on näkyvissä kalkkikasumia. Vauriot johtuvat todennäköisesti valesokkelirakenteesta, jossa betoniseinä alkaa lattiapinnan alapuolelta, joka voi aiheuttaa home- ja kosteusongelmia.



Kuva 8. Betoniseinän hilseillyt maalipinta.

6.3.2 Väliseinät

Rakennuksen väliseinät (kuva 9) on rakennettu pääosin lastulevyistä, mutta myös kipsilevyseiniä rakennuksesta löytyy. Kipsi- ja lastulevyseinät näyttävät päällisin puolin kohtalaisilta lukuun ottamatta joissakin seinissä olevia kolhuja ja likaantumisen jälkiä. Seinäpintojen ulkonäön kohentamisen vuoksi seinäpinnat pitäisi tasoittaa ja maalata. Kosteusmittaustulosten perusteella seinistä ei löytynyt kosteutta.



Kuva 9. Rakennuksen väliseinä.

6.4 Ovet ja ikkunat

Rakennuksen ovet ja ikkunat ovat alkuperäiset, jonka takia ne eivät täytä nykyajan lämmöneristävyysvaatimuksia. Lämpökamerakuvausten tuloksien perusteella tuli esille, että rakennuksen ulko-ovet ja tuuletusikkunat vuotavat pahasti. Ulko-ovet ovat metallirunkoisia, joissa ikkunat alkavat 40 senttimetriä oven alareunasta. Ulko-ovet pitäisi vaihtaa paremman lämmöneristävyuden takia ja ikkunoiden takia, koska ulko-ovien ikkunat eivät ole turvalasia, vaikka ne alkavat alemmalla kuin 70 senttimetriä. Päiväkodin ulko-oveen (kuva 10) on laitettu teräslevyt ikkunoiden alareunoihin suojaamaan ikkunoita.



Kuva 10. Perhepäiväkodin ulko-ovi.

Rakennuksen ikkunat (kuva 11) ovat puurunkoisia, joissa on kaksinkertainen lasi. Ikkunat pitäisi myös vaihtaa nykyaikaisempiin ja energiatehokkaampiin. Ikkunat ovat maalipinnoiltaan suhteellisen hyvässä kunnossa, ainoastaan ikkunoiden karmien alareunoista on maali hieman kulunut sateiden ja auringonvalon kuluttamina. Ikkunoiden pellitykset täyttävät minimikaltevuuden 30° ja pelti ulottautuu 30 millimetriä tiiliseinäpinnan ulkopuolelle.



Kuva 11. Rakennuksen ikkuna.

Väliovet (kuva 12) rakennuksessa ovat hyvässä kunnossa lukuun ottamatta muutamia selviä kolhiintumisia. Väliovet ovat puuviilupintaisia.



Kuva 12. Rakennuksen väliovi.

Rakennuksessa on kuusi kattoikkunaa (kuva 13). Kattoikkunoiden kunto ei ole tyydyttävässä kunnossa ja jokaisen kattoikkunan ympäriltä löytyi kosteuden aiheuttamia jälkiä. Kattoikkunoiden osalta tarvitaan tarkempi tutkimus vuotokohtien selvittämiseksi.



Kuva 13. Kattoikkunan listassa kosteuden aiheuttamia jälkiä.

6.5 WC-tilat

Päiväkodin puolella on kaksi vessaa, joista toinen vessa (kuva 14) on remontoitu

lähiainakoina päiväkodin käyttäjiä varten. Vessa on päällisin puolin tutkittuna moitteettomassa kunnossa, eikä sieltä löytynyt pintakosteusmittarilla kosteutta.



Kuva 14. Perhepäiväkodin remontoitu WC-tila.

Asuntolan puolen vessatilat ovat alkuperäisessä kunnossa. Vessatilojen yleinen ulkonäkö näyttää epäsiistiltä, koska lattia- ja seinälaattojen pintoihin on pinttynyt likaa. Kosteusongelmia vessatiloista ei kuitenkaan löytynyt. Vessatiloissa on myös yhteensä neljä suihkukaappia ja tiloihin on tehty kolme raitisilmaventtiiliä.

6.6 Lattiarakenteet

Lattiapinnoitteina rakennuksessa on käytetty muovimattoa (kuva 15) ja vinyylilaattaa (kuva 16). Muovimattoa on lattiamateriaalina kaikissa huoneistoissa ja päiväkodin puolella, kun taas vinyylilaattaa on käytetty käytävissä ja muissa kulu- tusta vaativissa tiloissa. Vinyylilaatan kiinnityksessä on käytetty aikaisemmin asbestipitoisia liimoja, joten jos vinyylilaattoja puretaan, täytyy siihen tehdä asbestikartoitus. Muovimattojen kiinnitys on ollut huolimaton, eikä muovimattojen saumoja ole saumattu ollenkaan, jolloin esimerkiksi pesuvedet pääsevät saumoista lattiarakenteisiin. Muovimatot ovat asuntolan puolella osittain kuluneet ja niihin on pinttynyt likaa. Päiväkodin puolella muovimatot näyttävät pääosin hyviltä. Pintakosteusmittauksissa lattiarakenteista ei löytynyt kosteutta.



Kuva 15. Muovimattolattia.



Kuva 16. Vinyylilaattalattia.

6.7 Alakatot

Alakatot (kuva 17) rakennuksessa ovat osittain huonossa kunnossa ja ne ovat saaneet selvästi kosteutta jossain vaiheessa. Yläpohjan perusteellisemmalla tutkimuksella voitaisiin selvittää, onko rakennuksen vesikatto vuotanut, joka olisi aiheuttanut kosteuden aiheuttamia jälkiä alakattorakenteisiin. Lämpökamerakuvaustuloksien perusteella yläpohjan ja seinien liitoksissa oli vain lieviä puutteita.



Kuva 17. Asuntolan vaurioitunut alakatto.

6.8 Yläpohja

Rakennuksen yläpohjaan (kuva 18) on asennettu 300 millimetriä mineraalivillaa, joten rakennuksen yläpohjaan pitäisi lisätä lämmöneristystä. Lisäksi mineraalivillat on asetettu osittain huonosti paikoilleen. Yläpohjasta puuttuvat kokonaan kulcusillat, joten laajempi yläpohjan tutkiminen ei ollut turvallista. Yläpohjassa olevien kattotuolien kunto näytti päällisin puolin hyvältä, eikä niissä näkynyt merkkejä kosteuden aiheuttamista vaurioista. Tutkimaltani alueelta mineraalivillojen päältä ei löytynyt sinne kuulumattomia asioita, lukuun ottamatta muutamia muovin palasta. Mineraalivilloista tai kattotuolirakenteista ei löytynyt merkkejä siitä, että vesikatto olisi vuotanut rakenteisiin. Rakennuksen yläpohja pääsee tuuletumaan rakennuksen räystääiden kautta.



Kuva 18. Huonosti asetetut mineraalivillat ja muovin pala.

6.9 Vesikatto, räystäät, sadevesikourut ja syöksytorvet

Rakennuksen vesikattorakenne on yksinkertainen, eikä se ole nykysäädöksen mukainen. Vesikattorakenteessa kattotuolien päällä on vain asennusrimat, jonka päällä on varttikate. Vesikattorakenne on erittäin riskialtis, jos siihen syntyy vuoto-kohtia, koska vesi vuotaa suoraan mineraalivilloihin aiheuttaen todennäköisesti kosteus- ja homeongelmia. Lisäksi vesikatteen käyttöikä on ylittynyt ja se pitäisi vaihtaa. Varttikatteessa on käytetty 1970-luvulla asbestia, joten varttikatteen purku täytyy tehdä asbestipurkutyönä.

Vesikaton harjalla (kuva 19) on todennäköisesti jossakin vaiheessa ollut vuoto-kohtia, koska harjaa on paikattu bitumihuovalla. Mahdollisten vuoto-kohtien selvittämiseksi täytyisi yläpohjassa tehdä laajempi tutkimus. Lisäksi vesikatolla kasvaa osittain sammalta, joka vaikuttaa varttikatteen kestävyys.



Kuva 19. Vesikaton harjan paikkauskohta.

Rakennuksen räystäät (kuva 20) on silmämääräisesti katseltuna hyvässä kunnossa ja ne ovat leveät, noin 90 senttimetriä. Leveät räystäät suojaavat rakennuksen julkisivua ja ikkunoita viistosateelta sekä kesällä auringon paisteelta, joka kuluttaisi puupaneelien maalipintaa.



Kuva 20. Rakennuksen räystäät.

Rakennuksen sadevesikourut ja syöksytorvet (kuva 21) ovat maalipinnoiltaan hyvässä kunnossa. Ainoastaan syöksytorvien alapäävät ovat kärsineet siitä, että sen lähetyvillä kasvaa nurmikkoa ja sammalta, jonka takia niihin on tarttunut likaa. Syöksytorvien kohdilla myös perustuksissa on havaittavissa selkeää kasvustoa. Rakennuksen sadevesikourut ovat melko kapeat, jonka johdosta kovalla sateella vesi lentää sadevesikourujen yli. Lisäksi sadevesikourujen kiinnikkeet ovat ruostuneet selvästi ja sen takia kiinnikkeiden pitävyys kannattaa tutkia.



Kuva 21. Rakennuksen rännit ja syöksytorvet.

6.10 LVI-järjestelmät

Rakennuksen vesi- ja lämmitysputket kulkevat huoneiden katon rajassa koteloissa ja osittain alaslasketuissa katoissa. Vesi- ja lämmitysputkien koteloista tai patterien lähetyviltä ei ollut havaittavissa vuotokohtia. Putkistojen tarkemman kunnan selvittämiseksi tarvittaisiin laajempi tutkimus.

Asuntolan keittokomeroista ja pesuhuonetiloista on poistoilmaputkistot huippuimurille, joka sijaitsee seurusteluhuoneen keittokomeron kohdalla. Korvausilmaventtiileitä on pesuhuonetiloissa ja käytävän molemmissa päissä.

Perhepäiväkodin puolella eteisessä sijaitsee huippuimuri, joka poistaa ilmaa keittiö- ja wc-tiloista. Tuuletusikkunoihin on asennettu korvausilmaventtiilit.

7 LÄMPÖKAMERAKUVAUS

Lämpökamerakuvausten suoritin kahdessa osassa, koska päiväkodin puolelle ei voinut mennä ensimmäisenä kuvauspäivänä. Lämpökamerakuvauspäivät olivat 24.3.2016 ja 25.3.2016. Suoritin lämpökamerakuvausten itsenäisesti Vaasan Technobotnialta lainatulta FLIR ThermoCAM PM 695-lämpökameralla. Rakennuksen pohjakuvaan olen merkannut lämpökamerakuvausten mittauspisteet.

7.1 Lämpötilaindeksi ja korjausluokitus

Lämpötilaindeksiä käytetään rakennuksen vian tai puutteen vakavuuden kuvaamiseen ja sen avulla saadaan peruskäsitys viasta. Lämpötilaindeksi on laskennallinen luku, joka saadaan kaavasta $TI = (T_{sp} - T_o) / (T_i - T_o) \times 100$ (%), jossa TI on lämpötilaindeksi, T_{sp} on sisäpinnan lämpötila, T_i on sisäilman lämpötila ja T_o on ulkoilman lämpötila. Asumisterveysasetuksen mukaan asuintilojen tyydyttävän tason alin sallittu pintalämpötila on +11 °C, joka tarkoittaa lämpötilaindeksin lukua 61 %. Tärkeintä on se, että sisäilman kosteus ei pääse tiivistymään rakennuksen sisäpinnoille, joten rakenteiden pintalämpötilat eivät saa laskea kastepistelämpötilan alapuolelle. Asumisterveysasetuksen mukaiset lämpötilaindeksilukemat koskevat asuin- ja oleskelutiloja. Lämpötilaindeksiä tulkittaessa tulee ottaa huomioon tulosten virhearviointi. Normaalitilanteessa lämpötilaindeksin virhe on ± 3 yksikköä /6/.

Lämpökamerakuvien tulokset raportoidaan ja niiden havaitut poikkeamat voidaan jakaa neljään eri korjausluokkaan. Korjausluokitus perustuu havaittuihin lämpötilaindeksilukemiin. Ensimmäisessä korjausluokassa korjaus on suositeltavaa ja sen lämpötilaindeksi on selkeästi alle tyydyttävän lämpötilaindeksilukeman 61 %, joka johtuu selkeästä rakennusvirheestä, eristeviasta, kosteusvauriosta tai ilmastovuodosta /6/.

Toisessa korjausluokassa lämpötilaindeksi on 58–64 %, joka on lähellä rakenteen toimenpiderajaa. Tässä tapauksessa rakenteessa on lievää vikaa ja sen korjausta on harkittava /6/.

Kolmannessa korjausluokassa ei ole varsinaista lämpötilaindeksilukua, mutta

lämpökamerakuvien perusteella rakenteessa on havaittavissa poikkeama, joka vaatii lisätutkimuksia. Lisätutkimuksiin voi olla aihetta esimerkiksi tapauksissa, joissa seinän ja alapohjan liitoksessa on ilmavuotoa, joka voi aiheuttaa epäpuhtauksien kulkeutumista sisäilmaan /6/.

Neljännessä korjausluokassa rakenteessa ei havaita korjaustarvetta, mutta rakenteessa voi olla lieviä pintalämpötilapoikkeamia. Lämpötilaindeksi on neljännessä korjausluokassa selkeästi yli 64 % /6/.

Korjausluokitusta käytettäessä täytyy olla varovainen, jotta vältettäisiin turhat korjaustoimenpiteet. Lisäksi tulee muistaa lämpötilaindeksien virheiden arviointi, joka vaikuttaa korjausluokitukseen /6/.

7.2 Emäntäkoulun oppilasasuntolan lämpökamerakuvaus

Emäntäkoulun oppilasasuntolan lämpökamerakuvaukset suoritettiin kahtena eri päivänä. Kuvauspäivät olivat 24.3.2016, jolloin kuvasin asuntolan puolen tilat ja 25.3.2016, jolloin kuvasin perhepäiväkodin tilat. Asuntolan puolen lämpökamerakuvaushetkellä ulkolämpötila oli 1 °C ja sää oli puolipilvinen (liite 5; taulukko 1). 25.3.2016 ulkolämpötila oli 1 °C ja puolipilvinen sää (liite 5; taulukko 2).

7.3 Asuntola

Asuntolan puolella oli alipainetta 1 Pascal ja sisäilman lämpötila oli 19 °C (liite 4; taulukko 1). Asuntolan puolella on kaksi ulko-ovea, jotka molemmat vuotivat todella pahasti. Lämpökamerakuvista voi havaita, että ulko-ovien minilämpötilalukemat olivat 3,0 °C ja 5,7 °C (liite 3; lämpökuvasivut 8 ja 12). Lisäksi asuntolan tuuletusikkunoiden tiivisteissä oli selvää ilmavuotoa. Asuntolassa olevien huoneiden ulkonurkissa seinien ja alapohjan liitoksissa oli selvää ilmavuotoa. Seinien ja alapohjan liitoskohtiin täytyisi tehdä lisätutkimuksia, sillä liitoskohdasta kulkeutuu usein epäpuhtauksia sisäilmaan varsinkin, jos alapohjassa tai seinien alapinnoissa on orgaanisia aineita.

7.4 Perhepäiväkoti

Perhepäiväkodin puolella alipainetta oli 1 Pascal ja sisäilman lämpötila oli 21 °C (liite 4; taulukko 2). Perhepäiväkodin ulko-oven minimilämpötila lämpökamerakuvauksen perusteella oli 7,3 °C ja lämpötilaindeksi 32 % (liite 4; lämpökuvasivu 6), joten kaikki rakennuksen ulko-ovet vuotavat todella pahasti ja ne tulisi vaihtaa. Huoneen 130 seinien ja alapohjan liitoksessa oli havaittavissa selvää ilmavuotoa. Huoneen 130 seinien ja alapohjan liitoksen alin pistelämpötila oli 6,7 °C ja lämpötilaindeksi 29 % (liite 4; lämpökuvasivu 5). Myös perhepäiväkodin tuuletusikkunoiden tiivisteet vuotavat. Alin mitattu pistelämpötila perhepäiväkodin puolella tuuletusikkunasta oli 11,2 °C ja lämpötilaindeksi 51 % (liite 4; lämpökuvasivu 4).

8 KOSTEUSMITTAUS

Emäntäkoulun oppilasarjantolan kosteusmittaukset suoritettiin 28.3.2016 klo 11.00–13.30. Ulkolämpötila kosteusmittaushetkellä oli + 2 °C. Kosteusmittauksissa käytettiin Humitest MC-100S -pintakosteusmittaria.

8.1 Pintakosteusmittarin tulokset

Koko rakennuksen lattiamateriaalina on betonilattia, joka on päällystetty muovimatolla ja vinyylilaatalla. Pintakosteusmittausten perusteella lattiarakenteista ei löytynyt normaalista poikkeavia kosteustuloksia. Korkeimmat tulokset lattiarakenteista löytyi huoneista 120 ja 122.

Pintakosteusmittarilla mitattiin lastulevyseinistä ja betoniseinistä. Tuloksien mukaan niistäkään ei löytynyt normaalista poikkeavia kosteustuloksia. Korkeimmat mittaustulokset löytyivät käytävien 118 ja 126 kattoikkunoiden seinästä.

9 YHTEENVETO

Kuntotutkimus opinnäytetyön aiheena oli mielestäni mielenkiintoinen, koska aihe sisältää sekä teoriaosuutta että käytännön tekemistä ja tutkimista. Lisäksi kuntotutkimukseni avulla kotikuntani voi arvioida Emäntäkoulun oppilasarustuksen tulevaisuuden käyttötarkoitusta.

Kuntotutkimuksen aloitin silmämääräisellä tutkimuksella ja rakennuksen rakennuslupapaperustuksiin tutustumisella. Lämpökamerakuvien ja kosteusmittaustulosten avulla sain tarkemman kuvan rakennuksen kunnosta. Rakennuksen lämpökamerakuvaukset ja kosteusmittaukset suoritin itsenäisesti, joten niiden tulosten tulkinnat täytyy tarkistaa, jos niiden perusteella ryhdytään korjaustoimenpiteisiin, koska itselläni ei ole kovin paljon kokemusta niistä.

Emäntäkoulun oppilasarustuksen suurimmiksi ongelmakohtiksi osoittautuivat tuuletusikkunat, ulko-ovet, riskialtis vesikatto sekä seinien ja alapohjan liitoskohdat. Rakennuksen tuuletusikkunoista ja ulko-ovista oli nähtävissä merkittävää ilmavuotoa lämpökamerakuvien perusteella. Seinien ja alapohjan liitoskohdissa tapahtuu myös ilmavuotoa ja liitoskohtiin tulisi tehdä lisätutkimuksia, koska ilmavuodon mukana kulkeutuu usein epäpuhtauksia sisäilmaan. Seinien ja alapohjan liitoskohtien lisätutkimukset ovat aiheellisia myös valesokkelirakenteen takia.

LÄHTEET

- /1/ Kaivonen, J-A. 1994. Rakennusten korjaustekniikka ja talous. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- /2/ Puuinfo. 2017. <http://www.puuinfo.fi/puutieto/puu-materiaalina/kosteusteknisiä-ominaisuuksia>. Viitattu 13.3.2017
- /3/ RT 35-11136. 2013. Poltetut tiilet. Muuraustarvikkeet. Rakennustieto Oy, RT-Net-palvelu. Viitattu 16.3.2017
- /4/ RT 33-10386. 1990. Rappaus, laastit ja niiden valinta. Rakennustieto Oy, RT-Net-palvelu. Viitattu 17.3.2017
- /5/ RT 82-10608. 1996. Muuratut julkisivut. Korjausrakentaminen. Rakennustieto Oy, RT-Net-palvelu. Viitattu 18.3.2017
- /6/ Paloniitty, S., Paloniitty, J., Haimilahti, J. 2015. Lämpökuvaus rakentamisessa. Vaasa. Rakennustieto Oy.
- /7/ RT 80-10712. 1999. Rakennuksen kosteus- ja homevauriot. Korjausrakentaminen. Rakennustieto Oy, RT-Net-palvelu. Viitattu 14.4.2017
- /8/ Humitest MC-100S –rakennekosteusmittarin käyttöohjeet. Viitattu 24.4.2017
- /9/ Testrent. 2017. http://www.testrent.com/media/catalog/product/cache/1/image/335x335/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/t/h/thermacam_pm-695_flir-thermal-imager-0221-3201_1_.png. Viitattu 25.4.2017
- /10/ Jjltekno. 2017. <http://www.jjltekno.fi/images/KuvaMittaristaMC-10.jpg>. Viitattu 26.4.2017

