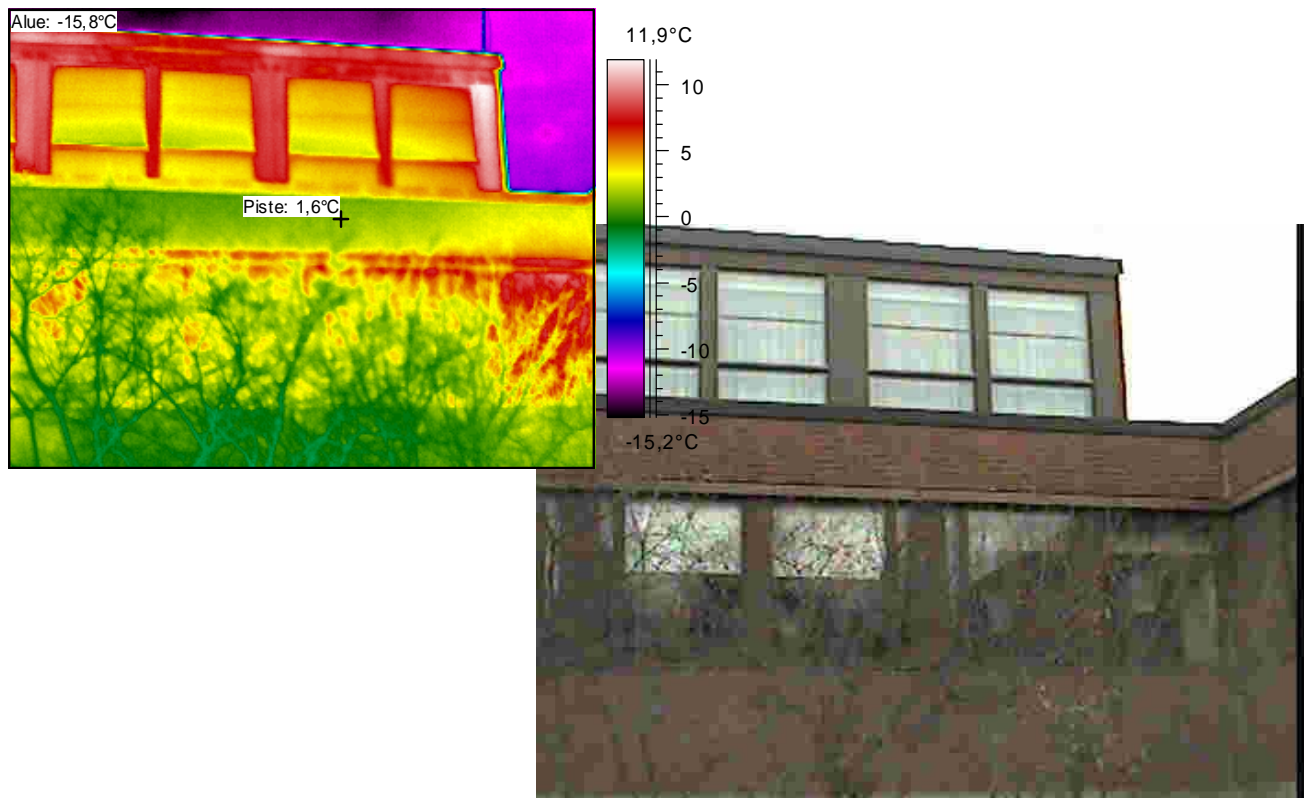


LÄMPÖKUVAUS

Kuntotutkimus

Ruusuvuoren koulu VANTAA

Vaihe I Lähtötilanne



Tutkimuslaitos

Tutkija

Hämeen Ammattikorkeakoulu Rakennuslaboratorio

Sauli Paloniitty
Projektipäällikkö

SISÄLLYSLUETTELO

1. KOHTEEN YLEISTIEDOT	3
1.1 KOHDE JA OSOITE	3
1.2 TUTKIMUKSEN TILAAJA	3
1.3 TUTKIMUKSEN TAVOITE	3
1.4 TUTKIMUKSEN TEKIJÄT	3
1.5 TUTKIMUSAJANKOHTA	3
1.6 KUVAUS KOHTEESTA	3
2. LÄHTÖARVOT	4
2.1 MITTAUSMENETELMÄT	4
2.1.1 <i>Lämpökuvaus</i>	4
2.1.2 <i>Ilman olosuhteet</i>	4
2.2 ULKO- JA SISÄILMAN OLOSUHTEET	4
2.3 RAKENNUKSEN ILMANVAIHTO JA SÄÄ	5
3. OHJEET JA MÄÄRÄYKSET	5
3.1 TERVEYDELLISET VIRANOMAISMÄÄRÄYKSET JA OHJEET	5
3.2 RAKENTEELLISET VIRANOMAISMÄÄRÄYKSET JA OHJEET	5
4. RAJA-ARVOT	7
4.1 LÄMPÖKUVAUS	7
4.2 SISÄILMA	9
4.2.1 <i>Kosteus ja lämpötila</i>	9
4.2.2 <i>Paine-ero</i>	9
5. LÄMPÖKUVAUKSEN TULOKSET ja JOHTOPÄÄTÖKSET	10
5.1 LÄMPÖKUVAUS	10
6. YHTEENVETO	11

Liitteet

Lämpökuvasivut
Pohjapiirustukset

1. KOHTEEN YLEISTIEDOT

1.1 Kohde ja osoite

Ruusuvuoren koulu
VANTAA

1.2 Tutkimuksen tilaaja

Vantaan Kaupunki
Tekninen toimiala
Talonsuunnittelu
Mikko Korosuo
Kielotie 13
01300 VANTAA

1.3 Tutkimuksen tavoite

Selvittää rakennuksen sisäpuolisella ja ulkopuolisella lämpökuvauksella rakennuksen ulkovaipan ilmatiiveys ja lämmöneristyskerroksen toimivuus. Osa koulurakennuksesta oli jo peruskorjauksen alla, joka tullaan lämpökuvaan peruskorjaustyön laadunvalvontamittauksena myöhemmin. Vaihe I tehty lämpökuvaus kattaa remontoimattoman osan rakennuksesta johon on suunnitteilla peruskorjaus jonka lähtötiedoiksi tulee myös lämpökuvaustulokset.

1.4 Tutkimuksen tekijät

Hämeen Ammattikorkeakoulu Rakennuslaboratorio
Sauli Paloniitty
PL 230 13100 HML
p. 040-5524245
fax. 03-646 2570
email. sauli.paloniitty@hamk.fi

1.5 Tutkimusajankohta

Lämpökuvaus suoritettiin 23.3.2004 kello 8:00 alkaen.
Raportointi suoritettiin 26 ja 30.3.2004.

1.6 Kuvaus kohteesta

Kohde on vuonna 1982 valmistunut koulu. Koulu on osittain kaksi kerroksinen.

Ilmanvaihto

Luokkatiloissa on ainoastaan koneellinen poisto ja korvausilma otetaan ikkunoista ja ikkunoiden karmien yläosien korvausilmareistä. Yhteisissä tiloissa kuten keittiö ja ruokailu ilmanvaihto on koneellinen tulo-poisto varustettuna tuloilman esilämmityksellä joka ilmeisemmin ei toimi.

Lämmitysjärjestelmä

Tiloissa on pääasiallisena lämmönluoventajana vesipatterit.

2. LÄHTÖARVOT

2.1 Mittausmenetelmät

2.1.1 Lämpökuvaus

Lämpökuvaus on suoritettu mittaavalla infrapunalämpökameralla.

Kamera: *ThermaCAM P60 serial nro: 21801446.*

Lämpökuvaus suoritettiin yksivaiheisena sisäpuolelta normaalissa tilojen käyttötilassa. Kuvaus tehtiin kaikkiin tiloihin.

2.1.2 Ilman olosuhteet

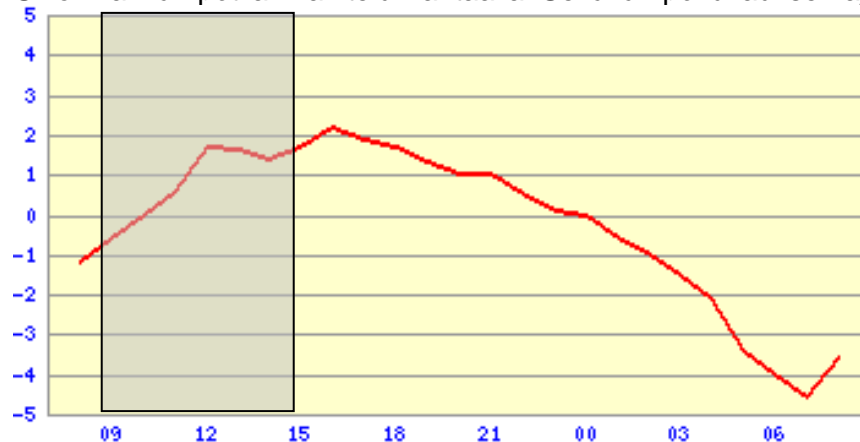
Ilman olosuhteet mitattiin kuvausten aikana ilman fysikaalisten ominaisuuksien mittalaitteella: *Veloci calc plus.*

2.2 Ulko- ja sisäilman olosuhteet

Lämpötilat ja lämpötilaero kuvauksen aikana.

PVM	klo	Ukolämpötila C	Sisälämpötila C	Lämpötilaero
22.maalis	12:00	1	22	21
23.maalis	12:00	1	22	21

Ulkoilman lämpötilan vaihtelu Vantaalla. Sekä lämpökuvauksen ajoitus.



Sisäilman olosuhteet tutkimuspäivänä:

Mittauspiste	Lämpötila C	Suht. kosteus RH %	Absoluuttinen kosteus g/m ³	Paineero Pa
--------------	-------------	--------------------	--	-------------

1 kerros

Voimistelusalii	21,6	21	3,98	
2080	24,1	22	4,81	-4
2082	23,3	21	4,39	-3
2087	23,1	18	3,72	-5
2092	23,2	22	4,57	
Kielistudio	22,8	25	5,08	-4
2086	23,4	17	3,57	0

2094	22,4	21	4,17	-5
Ruokatila	22,3	22	4,34	-7
Keittiö	28	27	7,34	
Kellari				
108	21,3	27	5,03	
112	21,7	24	4,58	-6
Keskiarvo	23	22	5	-4
Keskihajonta	1,75	3,11	0,97	2
Min	21,30	17,00	3,57	-7
Max	28	27	7,34	0

2.3 Rakennuksen ilmanvaihto ja sää

Tutkimushetkellä oli pilvistä ja tuuli oli kohtalainen (2-4m/s). Tutkimusta edeltävänä päivänä oli 1 C astetta ja pilvistä.

Tilojen ilmanvaihto kuvauskierroksen aikana oli normaalissa käyttöasennossa. Normaalissa tilanteessa sisätiloissa oli alipainetta -4Pa.

3. OHJEET JA MÄÄRÄYKSET

3.1 Terveydelliset viranomaismääräykset ja ohjeet

Terveydensuojelulaki(763/94)

Luku 7 Asunnon ja muun oleskelutilan sekä yleisten alueiden terveydelliset vaatimukset

26§ Asunnon ja muun oleskelutilan terveydelliset vaatimukset

- Asunnon ja muun sisätilan sisäilman puhtauden, lämpötilan, kosteuden, melun, ilmanvaihdon, valon, säteilyn ja muiden vastaavien olosuhteiden tulee olla sellaiset, ettei niistä aiheudu asunnossa tai sisätilassa oleskeleville terveyshaittaa.

Terveydensuojeluasetus (1280/94)

Luku 5 Asunnon ja muun oleskelutilan terveydelliset vaatimukset

15§ Asunnon ja muun oleskelutilan terveellisuuden valvonta

- on kiinnitettävä huomiota, että rakennus on ottaen huomioon sen käyttötarkoitus riittävän tiivis ja siinä on riittävä lämmöneristys.

Sosiaali- ja terveysministeriön opas 1:2003 Asumisterveysohje (Katso seuraava taulukko)

Sisäilmayhdistyksen julkaisu 5: Sisäilmastoluokitus 2000

3.2 Rakenteelliset viranomaismääräykset ja ohjeet

RakMK C3

Lämmöneristys **Määräykset** 2003

- Rakennuksen vaipan lämpötekniset vaatimukset

RakMK D2

Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto **Määräykset** ja ohjeet 2003

- Lämpöolot, ilmanvaihto, melu ohjearvot

RakMK D3

Rakennuksen energiatalous Määräykset ja **ohjeet** 1978

- Sisäilman suunnittelun ohjeistus

RT 07-10564 Rakennuksen sisäilmasto

- Sisäilman lämpöolot ja lämpökuormat

Sosiaali- ja terveysministeriön opas 1:2003 Asumisterveysohje.
Terveydelliset ohjearvot huonelämpötiloille ja pintalämpötiloille.

TAULUKKO 1. LÄMPÖTILOJEN, LÄMPÖTILAINDEKSIEN JA ILMAN VIRTAAUSNOPEUDEN OHJEELLISIA ARVOJA

Asunto ja muu oleskelutila	välttävä taso	TI	hyvä taso	TI
Huoneilman lämpötila (°C) ¹⁾	18 ^{1) 2)}		21	
Operatiivinen lämpötila (°C)	18 ²⁾		20	
Seinän lämpötila (°C) ³⁾	16 ⁶⁾	81	18 ⁶⁾	87
Lattian lämpötila (°C) ³⁾	18 ^{2) 6)}	87	20 ⁶⁾	97
Pistemäinen pintalämpötila (°C)	11 ^{4) 6)}	61	12 ⁶⁾	65
Ilman virtausnopeus ⁵⁾	vetokäyrä 3		Vetokäyrä 2	

- 1) Huoneilman lämpötila ei saa kohota yli 26 °C, ellei lämpötilan kohoaminen johdu ulkoilman lämpimyydestä. Lämmityskaudella huoneilman lämpötilan ei tulisi ylittää 23 – 24 °C.
- 2) Palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa huoneilman lämpötilan ja operatiivisen lämpötilan välttävä taso on 20 °C sekä lattian pintalämpötilan välttävä taso 19 °C.
- 3) Keskiarvo standardin SFS 5511 mukaan määriteltynä, kun ulkoilman lämpötila on – 5 °C ja sisäilman lämpötila + 21 °C. Jos mittausolosuhteet poikkeavat vertailuolosuhteista, käytetään lämpötilaindeksiä.
- 4) Lämpötilaindeksiä 61 % vastaava pistemäinen pintalämpötila. Lämpötilaindeksi on laskettu lämpötilaindeksin laskentakaavan mukaan vastaamaan 9 °C pintalämpötilaa (huoneilman lämpötilaa 21 °C ja suhteellista kosteutta 45 % vastaava kaste-pistelämpötila) kun ulkoilman lämpötila on – 10 °C ja sisäilman lämpötila 21 °C. Ikkunan, seinännurkkien ja putkien läpiviennin alin hyväksyttävä pistemäinen pintalämpötila.
- 5) Ilman virtausnopeuden enimmäisarvo, joka määräytyy standardin SFS 5511 kuvan 7 vetokäyrästä.
- 6) Jos huoneilman lämpötila on < 21 °C pintalämpötiloja mitattaessa, seinän ja lattian sekä pistemäisen pintalämpötilan arvioina käytetään mittaustuloksista laskettua lämpötilaindeksiä, jota verrataan taulukon 1 arvoihin.

4. RAJA-ARVOT

4.1 Lämpökuvaus

Rakenteelliset viranomaismääräykset ja ohjeet eivät anna selkeitä raja-arvoja tai lukuarvoja sallittujen pintalämpötilojen suhteen. Niissä annetaan ainoastaan toiminnallisia ohjeita ja määräyksiä, kuten rakenteiden tulee toimia kosteus-, ja lämpötekniisesti siinä käyttötarkoituksessa johon ne on suunniteltu. Tämän takia käytämme terveydellisiä ohjeita määrittäessä poikkeamille raja-arvoja. Parhaiten raja-arvoiksi soveltuu Sosiaali-, terveysministeriön 2003 julkaiseman oppaan ASUMISTERVEYSOHJEen antamat pintalämpötilojen ohjearvot. Ennen 2003 voimassa oli Sisäilmaohje 1997 jonka lämpöviihtyvyyserajat ovat käytännössä samat kuin nykyisessä Asumisterveysohjeessa. Ainoastaan niiden soveltaminen on parantunut uuden Asumisterveysohjeen myötä. Peruslähtökohtana oppaan mukaan on se, että sisäilman kosteus ei tiivistyisi sisäpintoille. Oppaassa annetaan pistemäiselle poikkeamalle asuinhuoneissa alin sallittu pintalämpötila tyydyttävällä tasolla +11°C. (Tämä on kastepistelämpötila kun sisäilma on +20°C ja RH 50%.) Tätä ohjetta voidaan käyttää kun ulkoilman lämpötila on -5°C ja tuulen nopeus on yli 5m/s, ei kuitenkaan poikkeuksellisen kylmissä tai tuulissa olosuhteissa.

Aina kuitenkin meidän kuvausolosuhteet eivät ole vakiot. Joten ulkolämpötilan, sisälämpötilan ja vaipan yli olevan paine-eron muuttuessa on sallittujen sisäpintojen lämpötilojakin sovellettava.

Vian tai puutteen riskialttiutta eli vakavuutta kuvaamaan on käytetty Asumisterveysohjeessa lämpötilaindeksiä, joka lasketaan sisälämpötilan ja ulkolämpötilan sekä vikalämpötilan mitatuista arvoista. Lämpötilaindeksin suuruus antaa asiantuntemattomallekin lukijalle peruskäsityksen viasta. Lämpötilaindeksi on laskennallinen luku ja Asumisterveysohjeen antamat hyvän tason ja tyydyttävän tason raja-arvoja voidaan soveltaa asuintilojen tuloksia tulkittaessa. Muiden tilojen osalta on käytettävä muuta perustelua.

Pintalämpötilavaatimuksissa annetaan lattialle ja seinälle niiden keskimääräiset lämpötilavaatimukset. Keskimääräinen pintalämpötila määritetään SFS 5511 mukaisesti.

Käytännössä viat ja puutteet rakennuksissa ovat kuitenkin reunavyöhykkeillä ja ns. pistemäisiä jolloin on todella harvinaista että pintojen keskimääräiset pintalämpötilat alittuvat.

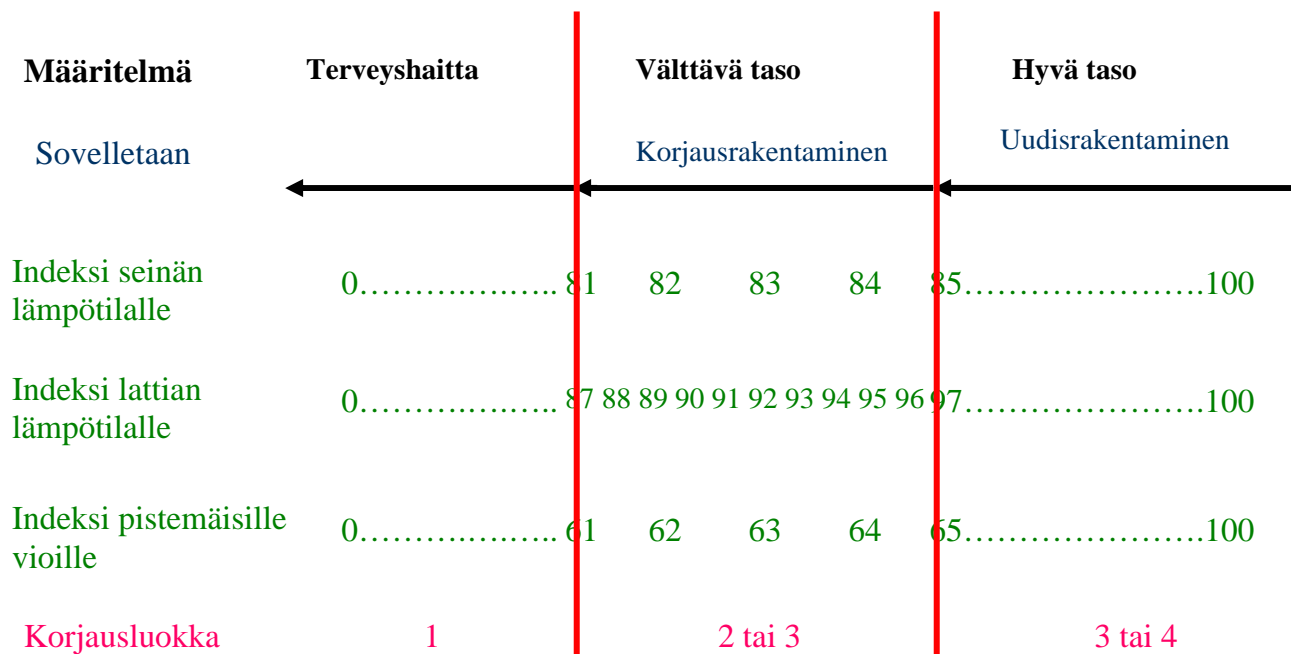
Niinpä normaalista lämpökuvauksissa havaitut viat ja puutteet ovat pistemäisiä poikkeamia jolloin raja-arvona käytetään pistemäisen vian raja-arvoa. Asumisterveysohjeen alin hyväksyttävä laskennallinen lämpötilaindeksi on pistemäiselle vialle 61.

Seuraavassa taulukossa on kyseisen kohteen kuvausten aikana sisälämpötilan ja ulkolämpötilan mukaan laskettu alin sallittu pistemäinen sisäpinnan pintalämpötila. Sekä rajalämpötilat jonka alittavat viat ovat raportoitu.

		Ulko- lämpötila	Sisä- lämpötila	Piste- mäinen Vika- lämpötila	Indeksi
Tyydyttävä taso		1	22	13,8	61
Hyvä taso		1	22	14,7	65
Raportoinnin raja	Rakenteet	1	22	15,8	70
Raportoinnin raja	Ikkunat ja ovet	1	22	14,7	65

Kosteus- ja homevaurioiden paikantaminen ja lämpökuvauksella jää aina kuvaajan asiantuntemuksen ja kokemuksen varaan.

Seuraava kuvaaja kertoo yksinkertaistettuna Raja-arvojen käytön.



4.2 Sisäilma

4.2.1 Kosteus ja lämpötila

Sisäilmastoluokitus 2000 mukaiset ilman laadun tavoitearvot sisäilmastoluokittain lämpötilan ja kosteuden osalta.

		S1	S2	S3
Huonelämpötila	Talvi	21-22	20-22	20-23
	Kesä	23-24	23-26	22-27
Ilman suhteellinen kosteus	Talvi	25-45	-	-

S1= Yksilöllinen sisäilmasto

S2= Hyvä sisäilmasto

S3= Tyydyttävä sisäilmasto

4.2.2 Paine-ero

Sisäilman ja ulkoilman välinen paine-ero aiheutuu kolmesta tekijästä:

1. Savupiippuilmio jonka aiheuttaman paine-eron suuruus riippuu, lämpötilaerosta ja rakennuksen korkeudesta. (20C asteen lämpötilaero ja 2 kerroksinen rakennus = 3Pa)
2. Ilmanvaihdon tasapainotuksesta.
3. Tuulen suunnasta ja voimakkuudesta.

Sisäilman ja ulkoilman väliselle paine-erolle ei ole annettu selkeitä raja-arvoja. Ilmanvaihdon tasapainotus pyritään tekemään siten että rakennukseen muodostuu -10 Pa alipaine.

Jos rakennuksessa on ylipainetta, muodostuu konvektiovirtauksia sisäilmasta rakenteisiin ja sisäilma sisältämä kosteus saattaa aiheuttaa kosteus- ja homevaurioita.

Liian suuri alipaine aiheuttaa vastaavasti ilmavuotoja etenkin lattianrajaan ja liitoskohtiin ja syntyy vedon tunnetta.

5. LÄMPÖKUVAUKSEN TULOKSET ja JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Lämpökuvaus

Lämpökuvaussivuihin on koottu ne tyypillisimmät viat ja puutteet esimerkiksi, jotka eivät täytä hyvän tason vaatimuksia tai on muista syistä johtuen harkittava niiden korjausta.

Liitteenä olevien lämpökuvasivujen lämpökuvat ovat numeroitu. Jokaisesta poikkeamasta on laskettu lämpötilaindeksi ja tehty johtopäätöksiä korjauksen kiireellisyysluokitus.

Luokitukseen on myös käytetty sitä kokemusta ja näkemystä joka on kertynyt lämpökuvauksista ja niiden raportoinneista.

Korjaustarpeen arvioinnissa on myös pyritty ottamaan huomioon tilan käyttötarkoitus jossa poikkeama on havaittu sekä poikkeaman laajuus ja sen sijainti tilassa.

Korjausluokitus on seuraava:

- 1. Korjattava ilmavuoto tai eristevika joka ei täytä Asumisterveysohjeen välttävää tasoa ja luokitellaan siten terveyshaitaksi. Sekä heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.**
- 2. Korjaustarve on erikseen harkittava, ja jätettävä jos sen työn toteutus ei ole kohtuullisin kustannuksin toteutettavissa. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason mutta ei täytä hyvää tasoa.**
- 3. Täyttää Asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioiden kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä lisätutkimuksia.**
- 4. Ei toimenpiteitä.**

6. YHTEENVETO

Sisäilma

Keittiössä oli tutkimuspäivänä liian korkea lämpötila, sekä henkilökunnan mukaan ongelma on ollut lähes pysyvää. Luokkatiloissa lämpöolot vaihtelevat henkilökuormituksen mukaan. Käyttäjien mukaan lämmityksen säätö ei toimi kunnolla ulkolämpötilojen mukaan, kun pakkasen kiristyy, sisätiloissa palellaan ja vastaavasti suojakelillä on liian kuuma ja ikkunoita joudutaan pitämään auki.

Sisäilman laatu aistinvaraisestikin on aika heikko. Suhteellinen kosteus vaihtelee myös henkilökuormituksen mukaan voimakkaasti joka antaa viitteitä liian heikosta ilmanvaihdosta.

Ilmanvaihto / Paine-ero

Poistoilmanvaihto imee rakennukseen pienen alipaineen joka on ihan hyvä. Ongelma on liian tehottomassa ilmanvaihdossa sillä korvausilma tulee vain luokkatiloihin ikkunoiden epätiiviysskohdista ja korvausilmareitistä jotka ovat hyvin pienet ja osin tukkeutuneet.

Ilmavuodot

Ilmavuotoja on lähinnä tuuletusikkunoissa sekä muutamissa tiloissa katon ja seinän liittymäkohdassa. Kaiken kaikkiaan rakennuksen vaippa on hyvin ilmatiivis, joka varmasti johtuneen kivirakenteista.

Lämmöneristys

Alapohja

Alapohjassa ei havaittu lämmöneristysten vikoja tai niiden merkittävää heikkoutta.

Ulkoseinät

Rakennuksen ulkoseinissä ei havaittu isoja tai merkittäviä lämpövuotoja. Pientä eristeiden epätasaisuutta on ikkunoiden alla sekä nurkka-alueilla jossa tuulenpaine pääsee virtaamaan helpommin eristetilaan.

Yläpohja

Yläpohja on hyvin tiivis ja pääosin eristyksiltään riittävä. Muutamissa tiloissa on kantavia betonipalkkirakenteita joissa on havaittavissa kylmäsiltoja

Ikkunat

Ikkunoiden lämmöneristyskyky on ihan kohtalainen mutta niiden epätiivisyys ja epäkäytännöllisyys (pokat vääntyneet ja lukituslaitteet ei toimi) aiheuttaa merkittävää epäviihtyvyyttä niiden läheisyydessä oleskeleville. Ikkunoiden puuosien käyttöikäkin näyttää olevan loppumassa. Ikkunapeltien ongelma on kun ne valuttavat paikoitellen vettä tiilijulkisivuun.

Ulko-ovet

Ulko-ovien ilmatiivisyys ja eristyskyky on todella heikot.

Tutkitun rakennuksen osien ulkovaipan lämmöneristeiden tasaisuus ja ilmansulun tiiviys voidaan luokitella kokonaisvaltaisesti tyydyttäväksi asteikolla heikko-tyydyttävä-hyvä-erinomainen.

Kosteusvauriot

Varsinaisia merkittäviä kosteusvaurioita ei havaittu mutta lisätutkimuksina suosittelemme kosteuskartoitusta seuraaviin kohtiin:

- keittiön lattia ja perkaustilan seinät
- Wc:n ulkoseinät ja lattianrajat.

Lämpökuvaajan korjausehdotukset tärkeysjärjestyksessä peruskorjausta suunniteltaessa:

1. nykyaikaisen ilmanvaihdon rakentaminen luokkatiloihin ja sosiaalitiloihin,
2. ikkunoiden vaihto, sekä samassa yhteydessä ikkunarakenteiden ja seinän liittymien tiivistys ja vesipeltien uusiminen,
3. ulko-ovien vaihto,
4. pohjapiirustukseen merkittyjen kantavien palkkien eristys vesikatolta.

Hämeenlinnassa 1.4.2004

Sauli Paloniitty
Projektipäällikkö