

LÄMPÖKUVAUS

Kuntotutkimus

Seutulan koulu VANTAA



Tutkimuslaitos

Hämeen Ammattikorkeakoulu Rakennuslaboratorio

Tutkija

*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	6
3. OHJEET JA MÄÄRÄYKSET	6
3.1 TERVEYDELLISET VIRANOMAISMÄÄRÄYKSET JA OHJEET	6
3.2 RAKENTEELLISET VIRANOMAISMÄÄRÄYKSET JA OHJEET	6
4. RAJA-ARVOT	8
4.1 LÄMPÖKUVAUS	8
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	13

Liitteet

Lämpökuvasivut
Sääennuste
Pohjapiirustukset

1. KOHTEEN YLEISTIEDOT

1.1 Kohde ja osoite

Seutulan koulu
Katriinantie 60
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. Rakennukseen 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 13.01.2004 kello 08:00 alkaen.
Raportointi 14.01.2004.

1.6 Kuvaus kohteesta

Rakennukset 2 kpl ovat vuonna 1970 valmistuneita noin 200 oppilaan koulurakennuksia.

Rakenteet:

AP	Maanvarainen eristetty betonilaatta, pinnoitteena on pääasiassa asbestilaatta tai vastaava.
US	Rakennuksien rungot ovat siborexia, sekä ulkoseinät, että kantavat väliseinät.
VS	Kevyet väliseinät ovat puurunkoisia levyseiniä.
VP	Alas lasketut katot joita on käytävissä ja muissa tiloissa paitsi ei luokkatiloissa yleensä, ovat puurakenteisia levykattoja.

YP Loiva harjakatto. Varsinainen lämmöneristys kulkee vesikaton suuntaisesti.
Rakenne on seuraava:
- sisäverhouslevy
- alas laskun puukoolaus
- ilmatila jossa kulkee tekniikka ym.
- harvalaudoitus 100mm väleillä
- villaa noin 100-200mm
- tuuletusrako n 100mm
- ponttilauta- bitumikate.

Ilmanvaihto

Ilmanvaihto luokkatiloissa ja käytävissä on toteutettu koneellisella poistolla (huipparit katolla) sekä korvausilman sisääntulo tapahtuu ikkunoiden päällä karmissa olevista rei'ityksistä ja/tai pattereiden takana sijaitsevistä korvausilmaventtiileistä.

Koneellinen tuloilma esilämmitettynä tulee keittiötiloihin sekä liikuntasaliin ja sen sosiaaliin.

Lämmitysjärjestelmä

Kaikissa tiloissa lämmönluvottimena toimii vesikiertoiset patterit. Joissakin tiloissa pattereita on uusittu.

2. LÄHTÖARVOT

2.1 Mittausmenetelmät

2.1.1 Lämpökuvaus

Lämpökuvaus on suoritettu mittaavalla infrapunalämpökameralla.
Kamera: *ThermaCAM P60*.

Lämpökuvaus suoritettiin yksivaiheisena ja sisäpuolelta sekä ulkopuolelta.
Kuvaus tehtiin kaikkiin pääkäyttötarkoituksen mukaisiin tiloihin.

2.1.2 Ilman olosuhteet

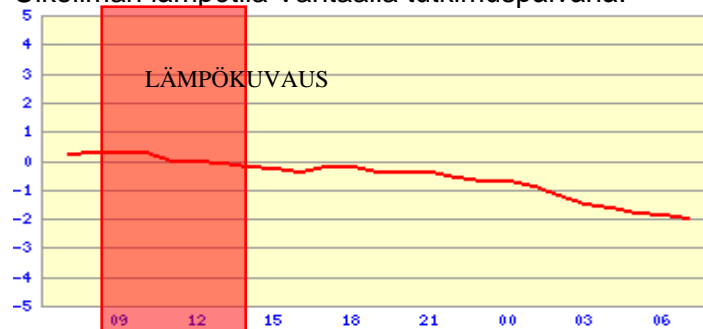
Ilman olosuhteet mitattiin kuvausten aikana ilman fysikaalisten ominaisuuksien mittalaitteella: *Veloci Calc Plus*.

2.2 Ulko- ja sisäilman olosuhteet

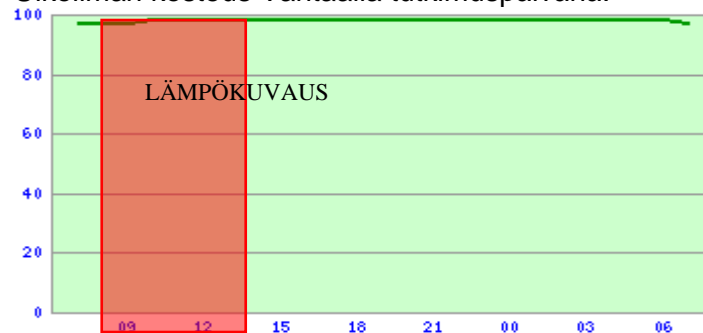
Lämpötilat ja lämpötilaero kuvauksen aikana.

PVM	klo	Ukolämpötila C	Sisälämpötila C	Lämpötilaero
12.tammi	12:00	-3	21	24
13.tammi	12:00	0	21	21

Ulkoilman lämpötila Vantaalla tutkimuspäivänä.



Ulkoilman kosteus Vantaalla tutkimuspäivänä.



Sisäilman olosuhteet tutkimuspäivänä:

Mittauspiste	Lämpötila C	Suht. kosteus RH %	Absoluut- tinen kosteus g/m3	Paine- ero Pa	HUOM !
--------------	----------------	--------------------------	---------------------------------------	------------------	--------

II-Rakennus

Luokka 11	18,6	23	3,66	-11	
Luokka 12	19,8	21	3,59	-5	
Luokka 13	21	20	3,66	-6	
Luokka 14	22,1	22	4,29	-5	
Juhlasali	18,8	24	3,87		
Pukuhuone	20,1	22	3,83	-6	

I-Rakennus

Luokka 1	21,5	35	6,60	-5	
Luokka 3	21,5	33	6,22	-5	
Luokka 4	22,2	28	5,50	-7	
Luokka 5	22	32	6,21	-8	
Sos.tilat	20,4	28	4,95	-10	
Luokka 6	19,8	24	4,10	-4	
Luokka 8	21,8	31	5,95	-5	
Luokka 9	22,4	29	5,76	-5	
Luokka 10	17,5	24	3,58	-6	
Opettajanhuone	20,2	25	4,37	-7	
Keittiö	22	22	4,27	-7	

2.3 Rakennuksen ilmanvaihto ja sää

Tutkimushetkellä aurinko oli pilvessä ja tuuli oli kohtalainen (4-6m/s).

Tilojen poistoilmanvaihto kuvauspäivänä oli normaalissa käyttöasennossa. Yhdessä I-rakennuksen huipparissa oli moottorivika. Jolloin muutamissa luokissa poisto toimi luonnollisesti (Luokat 1-3). Suurimmalta osin pattereiden takana olevat tuloilmaventtiilit (vain II rakennuksessa) olivat kiinni, mutta ikkunoiden päällä olevat reijät auki.

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 VIRTAUSNOPEUDEN
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

Määritettäessä poikkeamille raja-arvoja, käytetään perusohjeena Sosiaali-, terveysministeriön 2003 julkaiseman oppaan ASUMISTERVEYSOHJEEN antamia pintalämpötilan ohje-arvoja. Peruslähtökohtana oppaan mukaan on se että sisäilman kosteus ei tiivistyisi sisäpinoille. 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.

Asumisterveysohjeen raja-arvoja käytettäessä alin hyväksyttävä laskennallinen lämpötilaindeksi on 61.

Seuraavassa taulukossa on kyseisen kohteen kuvausten aikana sisälämpötilan, ulkolämpötilan ja paine-eron mukaan laskettu alin sallittu pistemäinen sisäpinnan pintalämpötila.

Paine-ero Pa	Ulkolämpötila	Sisälämpötila	Vikalämpötila	Indeksi Pa
-5	0	21	13,8	61

Pistemäisille poikkeamille voidaan käyttää raja-arvona tässä kohteessa ja niillä kuvausolosuhteilla normaali käyttötilassa +14°C.

Muiden kun pistemäisten vikojen analysointiin ei ole olemassa selkeitä raja-arvoja ja niiden vakavuuden ja korjaustarpeiden luokittelu jää aina kuvaajan asiantuntemuksen ja kokemuksen varaan. Kuitenkin keskimääräinen seinän pintalämpötilavaatimus on välttävällä tasolla +16°C, mitattuna standardin SFS 5511 mukaisesti.

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

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

Liitteenä olevien lämpökuvasivujen lämpökuvat ovat numeroitu ja taulukoitu seuraavaan taulukkoon. 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 lämpötekniikan toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä lisätutkimuksia.
4. Ei toimenpiteitä.

Taulukko 1. Yhteenvetotaulukko pintalämpötilapoikkeamista.

Numero	Tila	Paine-ero Pa	Uiko-lämpötila	Sisä-lämpötila	Vika-lämpötila	Indeksi	Indeksi Pa	Korjaus-luokka
II	Rakennus							
1	Varasto	-5	0	18	2	11	6	1
2	Varasto	-5	0	18	2	11	6	1
3	Käytävä	-5	0	20	13,7	69	64	2 ja 3
4	Käytävä	-5	0	20	11,3	57	52	2 ja 3
5	Käytävä	-5	0	20	12,7	64	59	2 ja 3
6	Pesuh.	-6	0	20	13,7	69	65	1
7	Luokka 7	-6	0	20	12,4	62	58	1
8	Luokka 8	-6	0	20	11,9	60	56	1
9	Luokka 9	-6	0	20	7,9	40	36	1
11	Juhlasali		0	19	10,1	53	43	1
12	Juhlasali		0	19	8,8	46	36	1
13	Luokka 14	-5	0	22	8,1	37	32	1
14	Luokka 14	-5	0	22	5,2	24	19	1
15	Luokka 14	-5	0	22	10,7	49	44	1
16	Luokka 14	-5	0	22	8,4	38	33	1
17	Luokka 13	-6	0	21	12,8	61	57	2
18	Luokka 13	-6	0	21	15,1	72	68	2
19	Luokka 12	-5	0	20	13,3	67	62	2
20	Luokka 12	-5	0	20	13,8	69	64	2
21	Luokka 11	-11	0	19	3,7	19	20	1
22	Luokka 11	-11	0	19	9	47	48	1
23	Aula	-5	0	21	8,4	40	35	1

Numero	Tila	Paine-ero Pa	Ulko- lämpötila	Sisä- lämpötila	Vika- lämpötila	Indeksi	Indeksi Pa	Korjaus- luokka
I Rakennus								
26	Luokka 1	-5	0	21	9,1	43	38	1
27	Luokka 1	-5	0	21	10	48	43	1
28	Luokka 1	-5	0	21	12,2	58	53	1
29	Luokka 3	-5	0	21	11,4	54	49	2
30	Luokka 4	-7	0	21	15,2	72	69	2
31	Luokka 4	-7	0	21	14,5	69	66	2
32	Luokka 4	-7	0	21	13,4	64	61	2
33	Luokka 5	-8	0	21	15,1	72	70	2
34	Luokka 6	-10	0	21	18,2	87	87	4
35	Erytisop.	-4	0	21	19,4	92	86	4
36	Luokka 8	-5	0	21	19,8	94	89	4
37	Luokka 9	-5	0	21	17,9	85	80	4
38	Luokka 9	-5	0	21	16	76	71	2
39	Luokka 10	-6	0	21	16,9	80	76	2
40	Luokka 10	-6	0	21	13,7	65	61	2
41	Opettajah.	-7	0	21	11,2	53	50	4
42	Opettajah.	-5	0	21	12,8	61	56	4
43	WC		0	18	8,5	47	37	1
44	WC		0	18	6,6	37	27	1
45	KK	-7	0	22	15,1	69	66	2
46	KK	-7	0	22	6,6	30	27	2

6. YHTEENVETO

Tilaaajan mukaan useissa luokkatiloissa on ollut kylmyysoongelmia, ja tutkimuspäivänäkin oli havaittavissa joissakin luokissa lisälämmittimiä kylmempiä ilmoja varten.

Tehdyn lämpöteknisen tarkastelun mukaan rakennuksen siborex-runko ja maanvaraiset betonilattiat sekä sokkelit ovat hyvin ilmatiiviit ja siten sen kautta tulevat jäähdyttävät ilmavirtaukset ovat kokonaisuuden kannalta merkityksettömät. Ulkoseinien ja alapohjien lämmöneristyskyky ei sinänsä täytä tämän päivän eristysvaatimuksia ja on heikko, vertailtaessa keskimäärin rakennuskantamme seinien U-arvoon. Ulkoseinien pinta-ala on kuitenkin varsin vähäinen joten niiden lisäeristys ei varmasti ole ensimmäisiä kannattavia peruskorjausinvestointeja.

Vaipan epätiiviyys ongelmat painottuvat ikkunarakenteisiin sekä yläpohjaan. Puurakenteiden liittyminen siborex-runkoon, kuten ikkunat, yläpohja, kevyet väliseinät, ei ole tiivis. Puurakenteiden eläminen on aiheuttanut suuriakin rakoja joista ilma pääsee virtaamaan vapaasti. Ikkunoiden toimivuus ja käytettävyys on todella heikko, sekä niiden U-arvo on huono.

Suurimmat lämpöhäviöt muodostuvat varmastikin yläpohjan epätiiviydestä sekä todella heikosta eristyksestä. Yläpohjan rakenne sinänsä on varsin mielenkiintoinen, koska siinä ei ole ollenkaan höyrynsulkua eikä tuulensuojaa missään kohdassa, jolloin ilmavirtaukset pääsevät huuhtelemaan lähes vapaasti koko alas laskettujen kattojen välitilaa josta kylmä ilma virtaa epätiiviyyskohdista sisätiloihin. Tämä tekijä on varmasti oleellisin lämpöhukan aiheuttaja.

Osittain lisälämmittimien tarve johtuu vanhoista vesipattereista joiden mitoituskapasiteettikin alhainen. (yksi ja kaksi ripaiset suorat levy patterit.)

Yläpohjan kautta virtaava vuotoilma sisätiloihin saattaa pilaantua virratessaan saastuneiden eristeiden läpi, jolloin voi aiheutua terveysriski ilman epäpuhtauksista.

Peruskorjausta suunniteltaessa, tutkijan näkemyksen mukaan on vähintään tehtävä rakennuksen yläpohja ilma- ja höyrytiiviksi, lisäeristettävä yläpohja, vaihdettava ikkunat ja rakennettava koko rakennukseen tulo-poistoilmanvaihto esilämmityksellä. Tällöin lämmitysjärjestelmän kapasiteetti riittää sinällään, koska esilämmitetty tuloilma vähentää oleellisesti tilojen lämmitystarvetta.

Rakennuksen ulkovaipan lämmöneristeiden tasaisuus ja ilmansulun tiiviyys voidaan luokitella kokonaisvaltaisesti tyydyttäväksi asteikolla heikko-tyydyttävä-hyvä-erinomainen.