

SAIMAAN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikka Lappeenranta

## Koulurakennuksen ilmatiiveysmittaus



Ilmatiiveysraportti 2010

# SISÄLTÖ

1 KOHTEEN YLEISTIEDOT .....	3
1.1 Mittauksen tavoite .....	3
1.2 Mittauksen tekijä.....	3
1.3 Mittaus ajankohta .....	3
1.4 Kohteen yleistiedot .....	3
2 ILMATIIVEYSMITTAUS JA LÄMPÖKUVAUS.....	4
2.1 Mittausmenetelmät .....	4
2.2 Mittausolosuhteet .....	5
2.3 Ilmatiiveyden vertailuarvoja .....	5
2.4 Lämpökuvaus .....	6
3 TULOKSET .....	7
LIITTEET	
Liite 1. Alipainekoe	
Liite 2. Ylipainekoe	
Liite 3. Lämpökuvaus 19.11.2010	

# 1 KOHTEEN YLEISTIEDOT

## 1.1 Mittauksen tavoite

Ilmatiivysmittauksessa mitataan rakennuksen ilmanvuotoluku 50 Pascalin paine-erolla vaipan yli. Näin saadaan rakennukselle  $n_{50}$  arvo, joka kuvaa hallitsemattomien ilmapuotojen suhdetta rakennuksen sisätilavuuteen. Mittaus tehtiin ali- sekä ylipaineisena. Mittaus tehtiin osana opinnäytetyötäni.

Kohteessa oli tarkoitus myös paikantaa ilmapuodot lämpökameraa apuna käyttäen.

## 1.2 Mittauksen tekijä

Saimaan ammattikorkeakoulu

Juha-Pekka Purtilo (opiskelija) ja Pentti Holopainen (Laboratoriomekaanikko)

Pohjolankatu 23

53100 Lappeenranta

## 1.3 Mittausajankohta

Ilmatiivysmittaus 19.11.2010

Lämpökuvaukset 19.11.2010

Raportti: 12.1.2010

## 1.4 Kohteen yleistiedot

Tutkimuksen kohteena oli Lappeenrannassa viimeistelyvaiheessa oleva koulurakennus. Rakennus on yksi kerroksinen luukun ottamatta IV-konehuonetta joka on sijoitettu toiseen kerrokseen.

Rakennus on toteutettu puurunkoisena paitsi väestönsuoja sekä IV-konehuoneen välipohja, jotka ovat teräsbetonista. Rakennuksen yläpohja on toteutettu puisilla NR-ristikoilla ja alapohjana rakennuksessa on teräsbetoninen

maanvarainen laatta. Rakennuksen tilavuus on 5500 m<sup>3</sup> ja neliöitä noin 1100 brm<sup>2</sup>. Rakennus on paloluokaltaan P2 rakennus.

Rakennus on suunniteltu matalaenergiarakennukseksi ja lämmitys on toteutettu maalämmöllä. Ilmanvaihto on toteutettu keskitetyllä ilmanvaihdolla.

## **2 ILMATIIVEYSMITTAUS JA LÄMPÖKUVAUS**

### **2.1 Mittausmenetelmät**

Kohteen ilmatilavuus sekä pinta-alat laskettiin rakennuspiirustuksista RT-kortin 80-10974 mukaisesti. Sisä- ja ulkolämpötilat mitattiin lämpömittarilla.

Ilmavuotoluvun mittauksessa tutkimusmenetelmänä käytettiin standartista EN 13829 sovellettua painemenetelmää. Menetelmä on seuraavanlainen: Kohteen kaikki ilmanvaihtoventtiilit, tulisija, viemärit yms. tukitaan ilmatiiviiksi painepalloja, muoveja ja teippejä apuna käyttäen. Ulko-oveen asennetaan puhallin, joka on tietokoneohjattu. Puhaltimella tietokoneohjastusti ali- tai ylipaineistetaan mitattava tila 50 Pascaliin ulkoilmaan nähden. Tuon paineen pitämiseksi tarvittava ilmamäärä lasketaan ja verrataan mitattavaan tilavuuteen ja pohjapinta-alaan. Saatu tulos ilmoittaa, kuinka monta kertaa rakennuksen ilmatilavuus poistuu vuotoilmareittejä pitkin yhden tunnin aikana 50 Pascalin yli- tai alipaineisena. Mikäli ali- ja ylipainetulokset eroavat alle 0,5 vaihtoa tunnissa käytetään lopullisena ilmanvuotolukuna näiden tulosten keskiarvoa. Mikäli tulokset eroavat yli 0,5 käytetään suurempaa lukua ilmoittamaan ilmavuotoa.

IV-konehuone ja tekniset tilat rajattiin pois ilmatiiveysmittauksesta, koska kuuluvat eri palo-osastoihin.

Ilmanvaihto tiivistettiin käyttämällä palopeltejä, koska IV-konehuonetta ei otettu mukaan mittauksiin ja se on oma palo-osastonsa. Keittiötiloissa on oma ilmanvaihto, joka tukittiin katolta huippuimurin piipusta. Vessoista oli myös omat huippuimurit katolle, jotka tukittiin katolta käsin. Rakennuksen kaikkiin

hajulukkoihin ja viemäreihin kaadettiin vettä. Kaikkien ikkunoiden ja tuuletusluukkujen varmistettiin olevan kiinni, sekä ulko-ovien sekä mahdollisten varauksien. Kaikki väliovet aukaistiin tiiveysmittauksen ajaksi.

Painepuhallin asennettiin pääoveen, josta myös mitattiin paine-ero rakennuksen ja ulkoilman välillä.

Mittauksessa käytettiin Minneapolis Blower Door laitteistoa, joka on varustettu tietokoneohjatulla säätö- ja tiedonkeruujärjestelmällä. Laitteisto on hankittu koululle 2009 keväällä, joten laite on luultavasti kalibroitu 2009. En löytänyt kalibrointitodistusta.

## **2.2 Mittausolosuhteet**

Mittauksen aikana sää oli pilvinen. Tuulen nopeus oli noin 2-3 m/s. Tuulen suunta oli pohjoisesta.

Sisäilma pysyi noin 22 °C:ssa kokeen aikana ja ulkoilman lämpötila oli noin - 5 °C. Ulkoilman ilmanpaine oli 11:25 1024,7 hPa. Sää tiedot perustuvat ilmatieteenlaitoksen Lappeenrannan lentokentän arvoihin.

## **2.3 Ilmatiiveyden vertailuarvoja**

Rakennuksen ilmanpitävyys ilmoitetaan  $n_{50}$  luvulla. Mitä pienempi luku on, sitä parempi on vaipan tiiveys. Rakennusmääräyskokoelman osassa C3 sanotaan ” Sekä rakennuksen vaipan että tilojen välisten rakenteiden tulee olla niin ilmanpitäviä, että vuotokohtien läpi tapahtuvat ilmavirtaukset eivät aiheuta merkittäviä haittoja rakennuksen käyttäjille tai rakenteille ja rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä voi toimia suunnitellusti.”

RT- kortin 80-10974 mukaan vaipan ilmavuoto kannattaisi ilmoittaa myös  $q_{50}$  arvona, koska siinä otetaan huomioon sisätilavuuden suhde vaipan pinta-alaan. Tämän takia  $q_{50}$  arvoja voidaan suoraan verrata toisiinsa pienissä ja suurissa rakennuksissa toisin kuin lukua  $n_{50}$ . Sisäilmastoluokituksen 2008 mukaan

hyvään sisäilmatasoon päästään, kun rakennuksen  $q_{50}$  arvo on välillä 1,0-1,5  $m^3/(h \cdot m^2)$ .

Rakentamismääräyskokoelman D5:ssä esitetyt tyypillisiä ilmavuotolukuja.

Tavoiteilmanpitävyys	Yksityiskohdat	Tyypilliset $n_{50}$ -luvut, 1/h
Hyvä ilmanpitävyys	Saumojen ja liitosten ilmanpitävyyteen on kiinnitetty erityistä huomiota sekä suunnittelussa että rakennustyön toteutuksessa ja valvonnassa (erillistarkastus)	Pientalo 1 ... 3 Asuinkerrostalo ja toimistorakennus 0,5 ... 1,5
Keskimääräinen ilmanpitävyys	Ilmanpitävyys on huomioitu tavanomaisesti sekä suunnittelussa että rakennustyön toteutuksessa ja valvonnassa	Pientalo 3 ... 5 Asuinkerrostalo ja toimistorakennus 1,5 ... 3,0
Heikko ilmanpitävyys	Ilmanpitävyyteen ei ole juurikaan kiinnitetty huomiota suunnittelussa eikä rakennustyön toteutuksessa ja valvonnassa	Pientalo 5 ... 10 Asuinkerrostalo ja toimistorakennus 3 ... 7

## 2.4 Lämpökuvaus

Ilmatiiveysmittauksen aikana suoritettiin myös lämpökuvausta. Lämpökuvauksen tarkoituksena oli paikallistaa mahdollisia vuotokohtia vaipassa alipainekokeen aikana. Lämpökuvausta tehtiin sekä alipainekokeen aikana että alipainekokeen jälkeen, ennen kuin suoritettiin ylipainekoe. Alipainetta ei saatu pidettyä yllä kokeen jälkeen, joten jouduimme kuvaamaan osan lämpökuvista ilman alipainetta. Lämpökuvaus suoritettiin rakennuksen sisäpuolelta, kiertämällä talo ympäri. Sääolosuhteet olivat hyvät lämpökuvauksen suorittamiseen. Lämpökuvaus jäi aika suppeaksi aikataulun tiukkuuden takia. Tämän takia kohteessa tehtiin seuraavalla viikolla laajempi lämpökuvaus. Lämpökuvaus suoritettiin RATU - kortin 1213S mukaisesti.

Lämpökuvauksella ei löydetty pahoja vuotokohtia. Vuotoja havaittiin tuuletusikkunoiden tiivisteissä sekä savunpoistoikkunoissa. Lämpökuvauksella havaittiin myös kylmäsiltoja rakennuksen ulkonurkissa. Lämpökuvat ovat liitteenä 3.

### 3 TULOKSET

Rakennuksen lopulliseksi ilmapuotoluksi saatiin  $n_{50}=0,5$  1/h.

Saatu tulos puurakenteisessa rakennuksessa on erittäin hyvä. Alipainekokeen aikana saatiin ilmapuotoluksi  $n_{50}=0,46$  1/h ja ylipainekokeen aikana  $n_{50}=0,60$  1/h. Lopullinen mittaustulos ilmoitetaan yhden desimaalin tarkkuudella.

Rakennuksesta laskettiin myös ilmapuotoluku  $q_{50}$ , joka oli  $0,7$  m<sup>3</sup>/(h\*m<sup>2</sup>). Tämä tulos on erittäin hyvä isolle rakennukselle.

Rakennuksen rakennusvaiheessa kiinnitettiin erityistä huomiota tiiveyden saavuttamiseksi. Tämä mittaustulos vahvistaa, että oli kannattavaa ponnistella tiiveyden eteen, jotta saadaan tulokseksi tiivis vaippa.