

# Energiatehokas koti -seminaari

07.04.2011

Rakennusten ilmanpitävyys ja  
mittaukset



D I M E N S I O O Y

# Vaipan ilmanpitävyyden edut

## ■ Lämmitysenergian kulutus laskee (Juha Jokisalo, TKK)

Yksikön lisäys ilmanvuotoluvussa n50 tarkoittaa

- Rakennuksen ja ilmanvaihdon lämmitysenergian kasvua n. 7%
- Energian kokonaiskulutuksen kasvua keskimäärin n. 4%

## ■ Ilmanvaihto toimii tehokkaasti

- Lämmöntalteenotto toimii tehokkaasti
- Ilmanvaihdon ja painesuhteiden säätäminen onnistuu

## ■ Rakennusvaurioita voidaan ennaltaehkäistä

- Ilmankosteuden konvektiovirtaus vaipparakenteeseen vähenee
- Haitallisten aineiden virtaus sisäilmaan estetään

## ■ Ääneneristys paranee

## ■ Paloturvallisuus paranee

- Palon sattuessa tuli leviää hitaammin, koska turhia ilmavuotoja ei ole

# Ilmanpitävyysmittaus

- Säädetty mittausmenetelmä
- Tulos on tarkka arvo (=ilmanvuotoluku)
- Mittaus perustuu paine-eroon
- Säädettävän puhaltimen avulla luodaan paine-eroa
- Puhaltimen läpi menevä ilma mitataan
- Vuotavan ilman määrä suhteutetaan kohteen sisätilavuuteen tai vaipan pinta-alaan



# Ilmanvuotoluvut

Rakennusten ilmanpitävyys mitataan painekoemenetelmällä. Mittaus suoritetaan SFS-EN 13829 (2000) mukaisesti. Suomessa käytetään standardissa esitettyä B-menetelmää (vaipan tarkastus).

Yleisesti käytössä on kaksi ilmanvuotolukua:

## $n_{50}$ -luku (1/h)

(”vuotavan ilman määrä suhteessa rakennuksen sisätilavuuteen”)

$$n_{50} = Q_{50} / V$$








## $q_{50}$ -luku ( $m^3/m^2h$ )

(”vuotavan ilman määrä suhteessa vaipan pinta-alaan”)








$$q_{50} = Q_{50} / A$$

# Ilmanpitävyysluokitus

Pientalon ilmanvuoto-  
luvut ( $V/A = n \cdot 1$ )

| ILMANPITÄVYYSLUOKITUS |   | $n_{50}$ -LUKU | $q_{50}$ -LUKU                       |
|-----------------------|---|----------------|--------------------------------------|
| $\leq 0,6$            | <b>A</b>  |                |                                      |
| 0,7 - 1,0             | <b>B</b>  | 0,88 1/h       | 1,0 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h |
| 1,1 - 1,5             | <b>C</b>  |                |                                      |
| 1,6 - 2,0             | <b>D</b>  |                |                                      |
| 2,1 - 3,0             | <b>E</b>  |                |                                      |
| 3,1 - 4,0             | <b>F</b>  |                |                                      |
| $\geq 4,1$            | <b>G</b>  |                |                                      |

Kerrostalon ilmanvuoto-  
Luvut ( $V/A = 2,5$ )

| ILMANPITÄVYYSLUOKITUS |   | $n_{50}$ -LUKU | $q_{50}$ -LUKU                       |
|-----------------------|---|----------------|--------------------------------------|
| $\leq 0,6$            | <b>A</b>  |                |                                      |
| 0,7 - 1,0             | <b>B</b>  |                |                                      |
| 1,1 - 1,5             | <b>C</b>  | 1,3 1/h        |                                      |
| 1,6 - 2,0             | <b>D</b>  |                |                                      |
| 2,1 - 3,0             | <b>E</b>  |                |                                      |
| 3,1 - 4,0             | <b>F</b>  |                | 3,3 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h |
| $\geq 4,1$            | <b>G</b>  |                |                                      |



# Rakennusten ilmanpitävyystaso Suomessa

## Tutkimukset:

- Tiiviin rakentamisen tekniikka ja talous (VTT, 1980-1982):  
”...1980-luvun alussa tehtyjen pientalojen tiiviisyys oli 3,0-4,0 1/h.”
- Kosteusvarma terve pientalo (TTY ja TKK, 2002-2004):
  - tutkimuskohteina 100 puurunkoista pientaloa + 2 hirsitaloa
  - mittausten keskiarvo:  $n_{50}=3,9$  1/h

AISE-tutkimus ( Asuinrakennusten ilmanpitävyys, sisäilmasto ja energiatalous, TTY ja TKK, 2005-2007):

- tutkimuskohteina 70 massiivirakenteista pientaloa ja 56 kerros-taloasuntoa
- massiivirakenteisten pientalojen mittausten keskiarvo:  
 $n_{50}=2,3$  1/h

# Rakennusten ilmanpitävyyden kehitys viime vuosina

- Energiatehokkuusmääräysten myötä on alettu mittaamaan uudiskohteiden ilmanpitävyyttä
  - Tietoisuus ilmanpitävyyden vaikutuksesta energiasäästöön kasvaa
  - Useat talotehtaat käyttävät ilmanpitävyyttä markkinoinnissa
  - Ammattikunta (viranomaiset, arkkitehdit, vastaavat työnjohtajat, ...) kiinnittävät enemmän huomiota ilmanpitävyyteen
  - Rateko kouluttaa ilmanpitävyydsmittaajia
- Osatekijät vaikuttavat myönteisesti uudistuotannon ilmanpitävyytasoon.

# Ilmanpitävyyssmittauksen vaiheet

- Mittausalueen rajaus ja laajuustietojen määrittäminen
- Mittauksen esivalmistelut ja mittauslaitteen pystytys
- Mittausolosuhteiden mittaus (lämpötilat, ilmanpaine, tuuli)
- Vaipan tarkastus ennen varsinaista mittausta
- Ilmanvuotoluvun mittaus ali- ja ylipainemittauksella EN 13829 mukaisesti
- Ilmanvuotokohtien paikallistaminen (apuvälineet: lämpökamera, savukone, anemometri)
- Mittausraportti ja todistus



# Mittausalueen rajausta / Mitkä rakennuksen osat mitataan?

## A) SFS EN 13829:

Kaikki lämmitetyt, jäähdytetyt tai samalla ilmanvaihdolla varustetut rakennuksen osat.

## B) Mittauslaajuus sovitaan erikseen

Erikoistapauksessa voidaan mittauksen tilaajan kanssa sopia mittauskohteen laajuudesta.

# Mittauskohteen laajuustiedot

## A) Ilmantilavuus

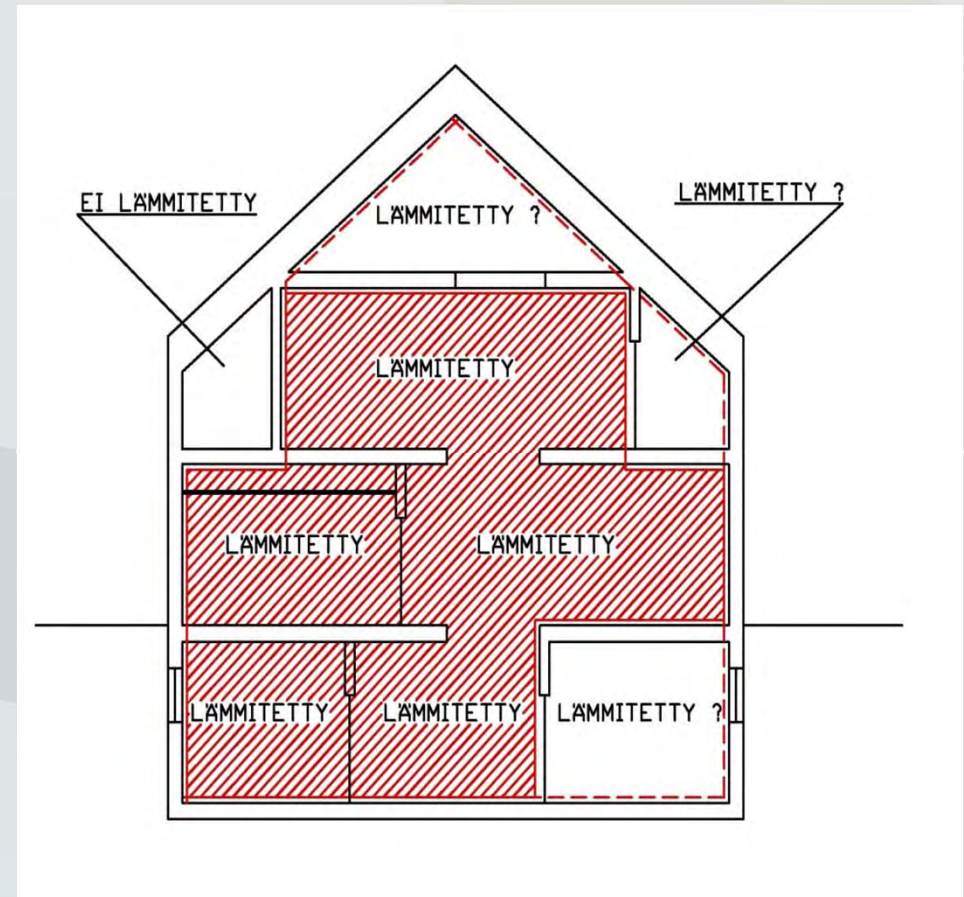
Kaikkien tilojen ilmantilavuus

- Mitataan sisämittojen mukaan
- Väliseiniä ei vähennetä
- Välipohjat vähennetään

(Ilmantilavuuden laskenta Suomessa poikkeaa

Keski-Euroopassa käytetystä laskentatavasta

→ Kansanvälinen vertailu vaikeaa)

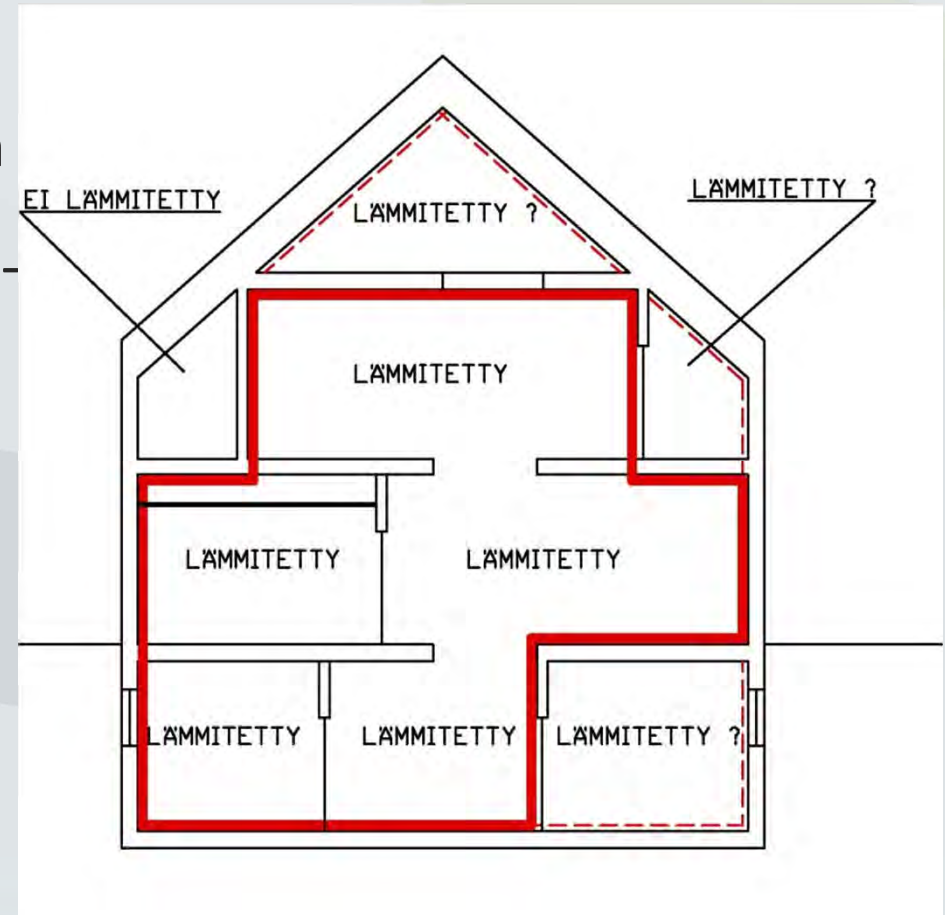


# Mittauskohteen laajuustiedot

## B) Vaipan pinta-ala

Kaikkien mittauskohteen ympäröivien alapohjien, seinien ja kattojen yhteensä laskettu pinta-ala.

- Sisämittojen mukaan laskettuna



# Mittauksen esivalmistelut

Mittauksessa käytetään Suomessa EN-standardin B-menetelmää, joka soveltuu, kun tarkistetaan rakennuksen vaipparakenne.

B-menetelmän mittaus voidaan suorittaa rakenteilla olevassa rakennuksessa.

B-menetelmän yleiset tiivistykset:

Ilmanvaihtokanavat, tulisija, liesituuletin, viemärit



# Ilmanpitävyyssmittauksen ajankohta

## A) Mittaus rakentamisvaiheessa laadunvarmistuksena

- vaipparakenne ilmanpitävyydeltään valmis
- ilmanpitävyysskerroksen läpiviennit tehty (sähkö, IV-putket, savuhormi,...)
- ilmanpitävyysskerros tutkittavissa

+ ilmanvuotokohdat löytyvät helposti

+ korjaukset onnistuvat helposti

+ korjaukset ovat halpoja

+ koulutusvaikutus suuri

- vaikea aikatauluttaa

- ilmanvuotoluku ei ole lopullinen



# Ilmanpitävyyssmittauksen ajankohta

## B) Mittaus mittauskohteen valmistuttua

- rakenteet valmiina
- ilmanpitävyysskerroksen läpiviennit tehty (sähkö, IV-putket, savuhormi,...)
- ilmanpitävyysskerros usein piilossa

+ yleensä paras mittaustulos

- varsinainen vuotokohta joskus vaikea paikallistaa
- korjaus usein mahdoton ilman rakenteiden purkua
- vaikutusmahdollisuudet pieniä
- koulutusvaikutus pieni



# Mittauksen edellytykset

SFS-EN 13829:n mukaisesti luonnollinen paine-ero ennen mittausta ja sen jälkeen ei saa ylittää  $\pm 5$  Pa. Jotta ehto täytyy, kannattaa tarkistaa seuraavia seikkoja:

1. Tuulen nopeus alle 6 m/s

2. Sisä- ja ulkolämpötilojen erotus kerrottuna rakennuksen korkeudella ei saa ylittää arvoa 500, koska savupiippuilmiöllä olisi liian suuri vaikutus mittaustuloksiin.

# Ilmanvuotoluvun mittausvaiheet

**Vaipan tarkastus ennen mittausta alipaineen ollessa esim. 50 Pa**

- tarkistetaan, onko rakennus mittauskunnossa
- kirjataan ylös suoritettut tiivistykset

## **Lämpötila- ja sääolosuhteet**

- mitataan sisä- ja ulkolämpötilat, tuulensuunta ja -nopeus

## **Luonnollinen paine-ero**

- mitataan luonnollinen paine-ero ennen mittausta ja sen jälkeen

## **Paine-eromittausarja**

- Paine-eromittausarjat ali- ja ylipaineella

# Kaikenkokoiset mittauskohteet

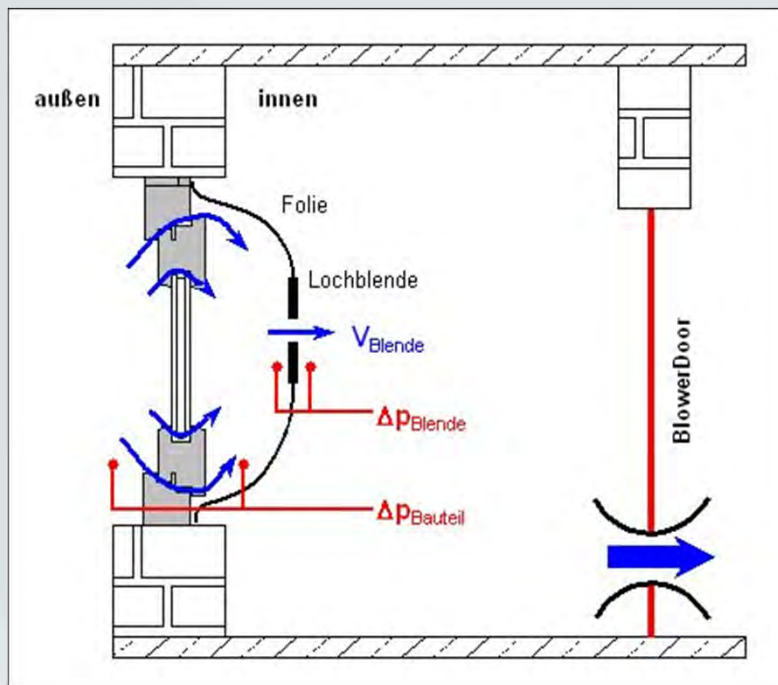
Ilmanpitävyysmittauksen kohteena voi olla

- A) Yksittäinen rakennuselementti (esim. ikkuna, ovi, seinäelementti)
  - B) Erillinen huone – pientalo – pienkerrostalo (< 4000 m<sup>3</sup>)
  - C) Suurrakennus (pilvenpiirtäjä, teollisuushalli, toimistorakennus,...)
- **Kaikenkokoiset kohteet ovat mitattavissa!**

# Kaikenkokoiset mittauskohteet

A) Yksittäinen rakennuselementti, kuten ikkuna, ovi, seinäelementti,...

Saumojen ja liitosten ilmanpitävyyden mittaus BlowerDoor -laitteella



# Kaikenkokoiset mittauskohteet

B) Erillinen huone – pientalo – pienkerrostalo (<4000 m<sup>3</sup>)

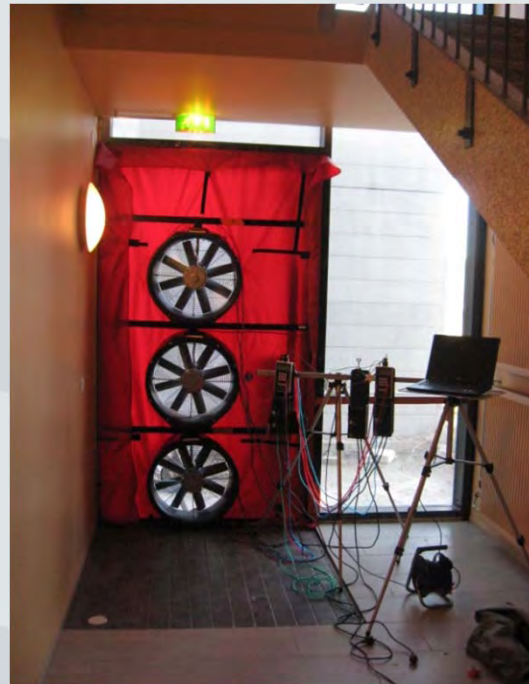




# Kaikenkokoiset mittauskohteet

## C) Suurrakennus

21-kerroksinen kerrostalo viidellä BlowerDoor-puhaltimella





# Kaikenkokoiset mittauskohteet

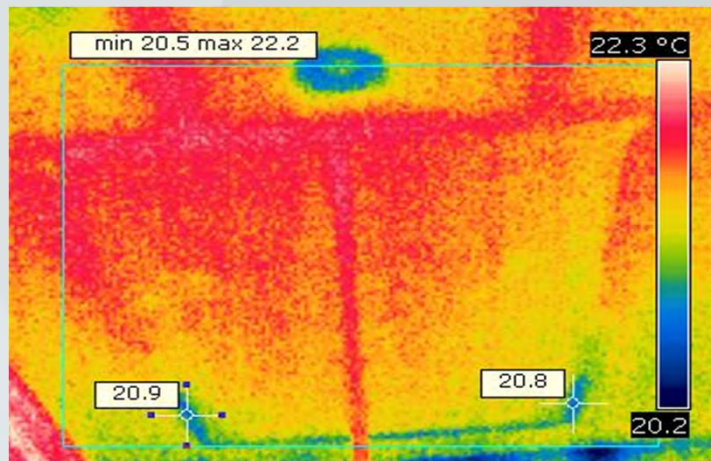
## C) Suurrakennus

Suuret rakennukset mitataan useammalla BlowerDoor-puhaltimella (tai erillisellä suurpuhaltimella)

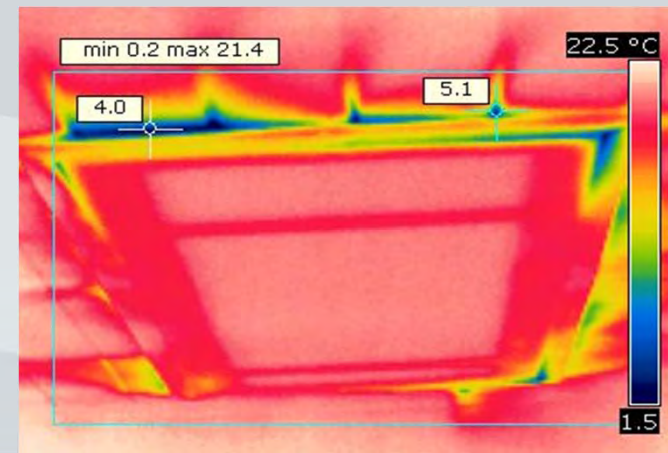


# Esimerkkejä ilmanvuotokohdista

Kohde 1



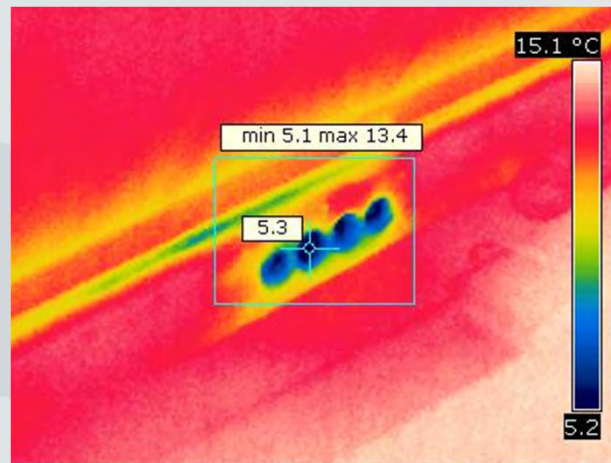
Kohde 2





# Esimerkkejä ilmanvuotokohdista

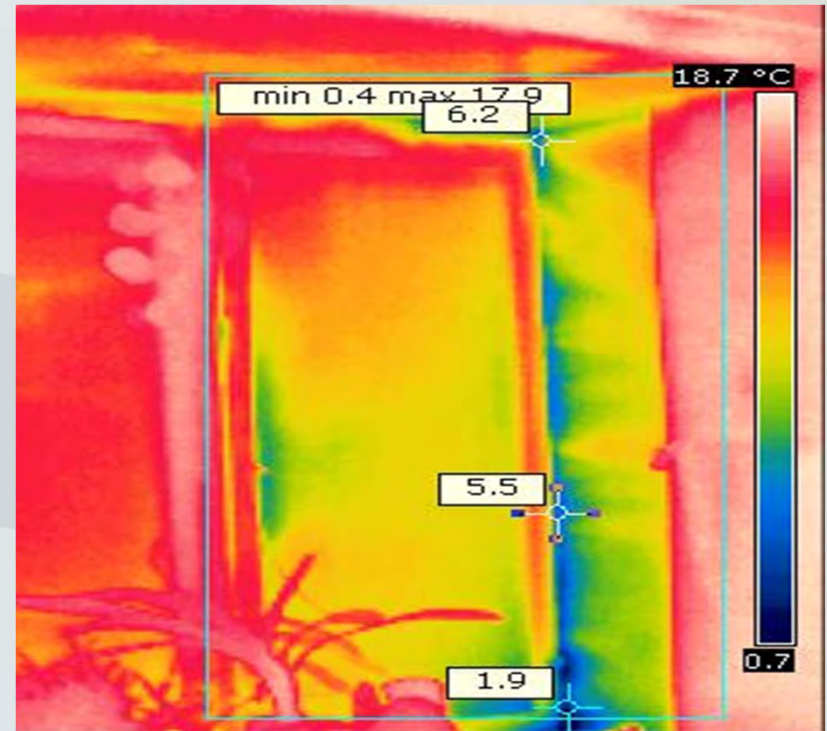
Ilmanvuotoja ulkoseinässä olevasta sähköasennuksesta



# Esimerkkejä ilmanvuotokohdista

Ikkunat:

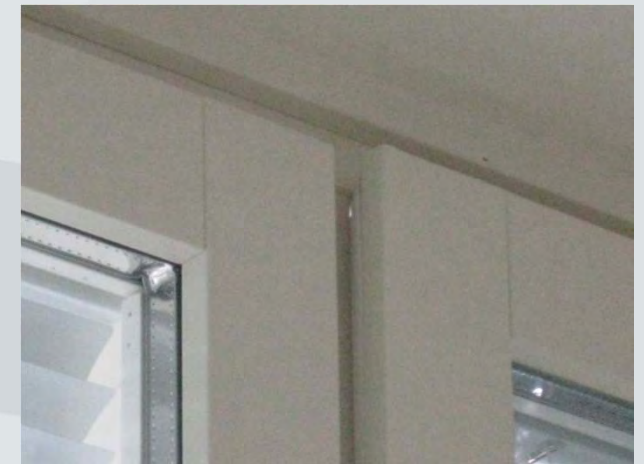
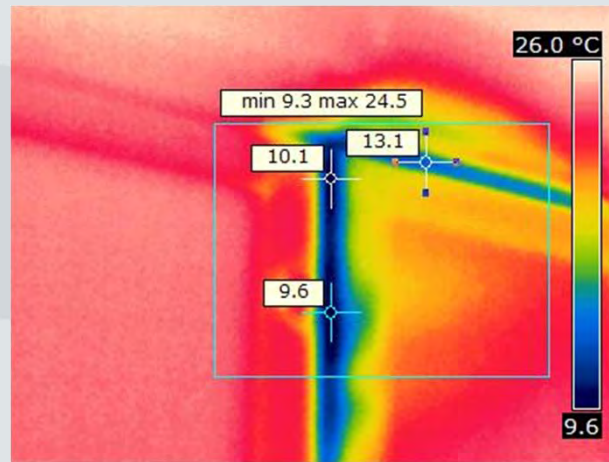
1. Ilmanvuotoja karmin ja seinän liitoksesta (tilkeraosta)



# Esimerkkejä ilmanvuotokohdista

Ikkunat:

2. Ilmanvuotoja karmin ja puitteen välistä (tiiviste)

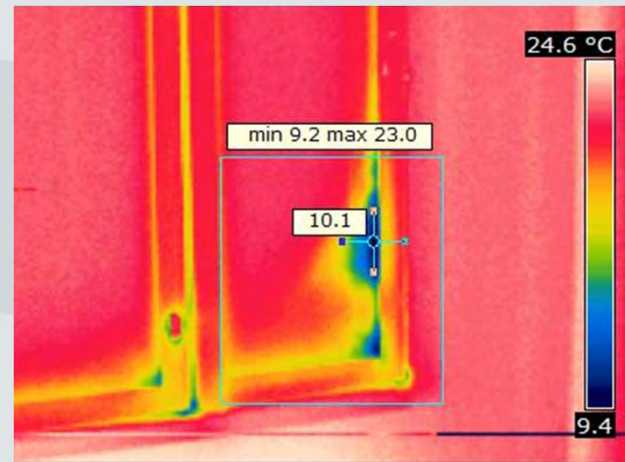




# Esimerkkejä ilmanvuotokohdista

Ikkunat:

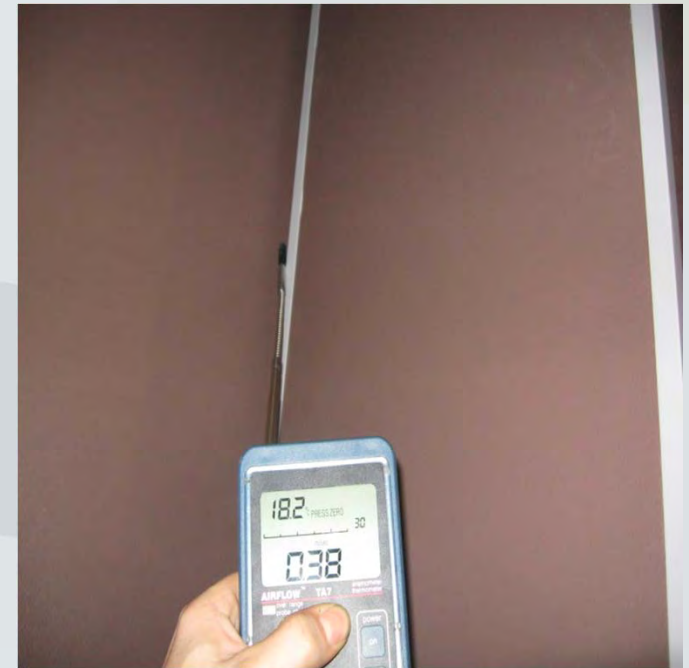
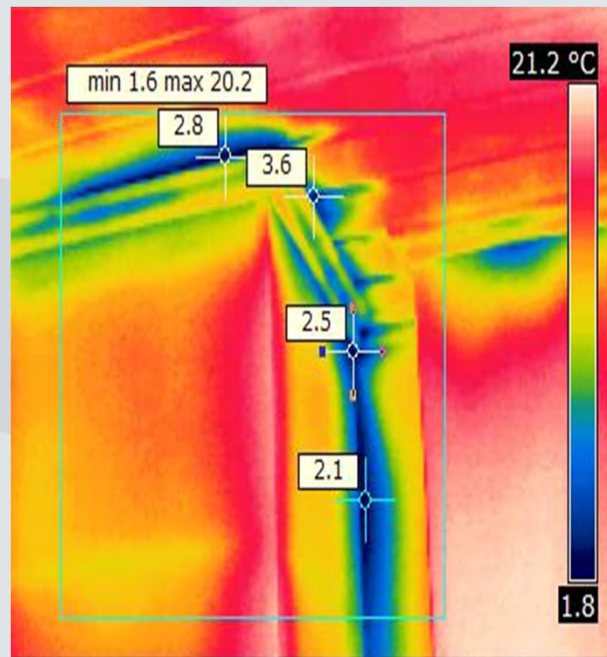
## 3. Ilmanvutoja eristyslasin ja sisäpuitteen välistä





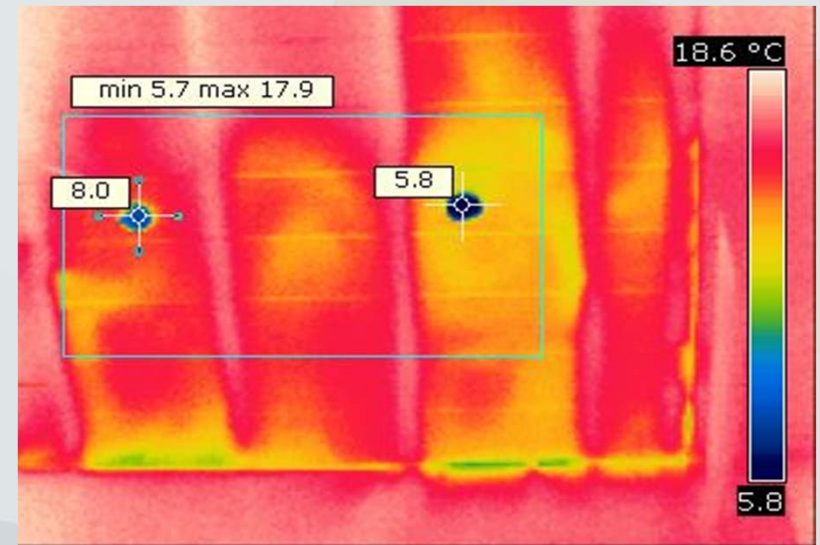
# Esimerkkejä ilmanvuotokohdista

Yläpohjan läpiviennit (savuhormi)



# Esimerkkejä ilmanvuotokohdista

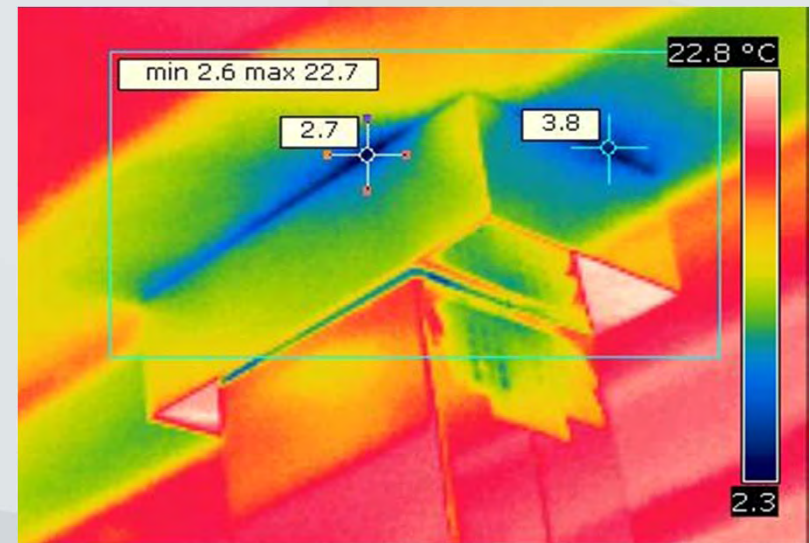
## Sähköasennukset yläpohjassa (?)





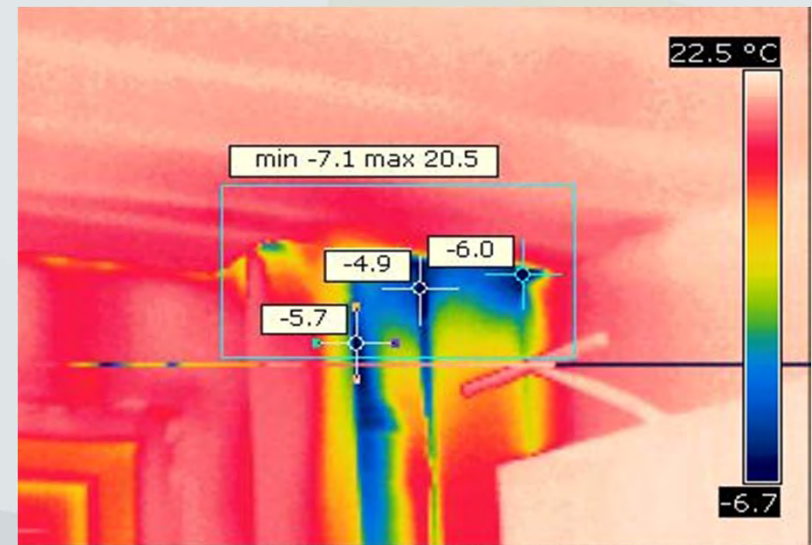
# Esimerkkejä ilmanvuotokohdista

Läpivienti yläpohjan höyrynsulussa  
liesituulettimen putkistoa varten



# Esimerkkejä ilmanvuotokohdista

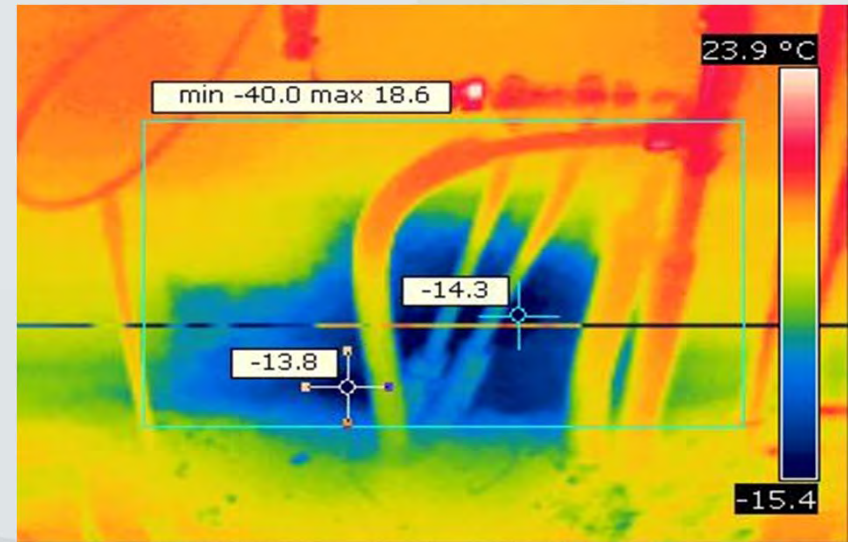
Läpivienti yläpohjan höyrynsulussa  
putkiryhmää varten

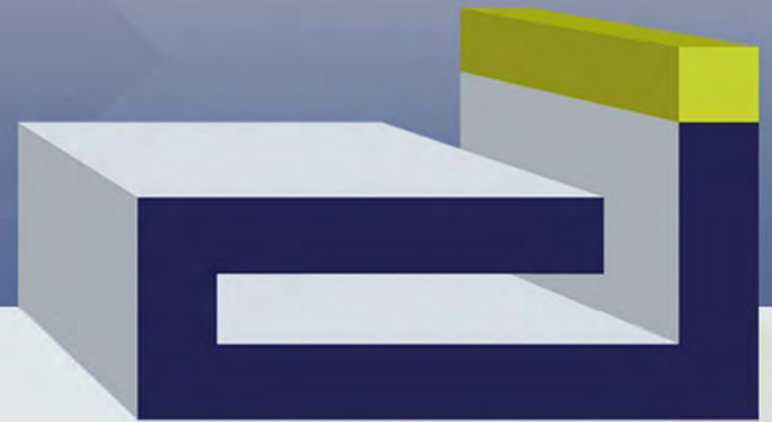




# Esimerkkejä ilmanvuotokohdista

Tasoittamatta olevan kevyt-  
soraharkon läpi





D I M E N S I O O Y

**Kiitos! Onko kysyttävää?**

Lisätietoa ilmanpitävyydestä:

**[www.ilmatiivis.fi](http://www.ilmatiivis.fi)**