

## Laadunvarmistusmittaukset

Lämpökuvaus on puolueeton rakentamisen laadun tutkimusmuoto. Se on ainoa tutkimusmenetelmä, jolla voidaan riittävän tarkasti ja nopeasti määrittää rakennuksen vaipan lämpötekninen kunto.

Lämpökuvaus on parhaimmillaan rakennusurakoitsijan tai rakentajan laadunvarmistustyökaluna, jolloin jo työaikaisilla tarkastuksilla voidaan havaita viat ja puutteet. Silloin niiden korjaaminen on vielä helppoa ja edullista. Samalla vuosi-korjausten ja takuutöiden määrä vähenee oleellisesti. Työaikaisten kuvausten ongelma on usein siinä, ajoittuuko työmaa aikataulullisesti kylmälle vuodentakia. Silloin lämmityksen tulee olla talossa riittävän pitkään kytkettynä. Jos laadun-varmistuskuvauksia tehdään myöhemmässä vaiheessa kun tilat on jo valmiina sekä tiloissa käyttäjät, aiheutuu tästä usein ylimääräisiä lisäkustannuksia niin lämpökuvaukselle kuin mahdollisille korjauksille.

Tehdyn tutkimuksen perusteella rakennuksien lämmöneristämisen laadullisella valvonnalla joka suoritetaan lämpökuvauksella, saavutetaan kaikkia osapuolia hyödyntävää tietoa joka johtaa rakentamisen laadun paranemiseen ja sitä kautta vaikuttaa moneen rakennuksen elinkaaren liittyvään asiaan parantavasti.

Lämpökameran käyttö laadunvalvonnassa muuallakin rakentamisessa on suositeltavaa.

On kuitenkin muistettava että rakennuksien lämpökuvauksessa tärkein vaihe on saatujen tulosten oikea tulkinta ja selkeä raportointi. Tulosten oikea analysointi vaatii rakennusalan kokemusta sekä erityisesti kuvauskohteen rakenteiden ja olosuhteiden ymmärtämistä.

# RAKENNUSTEN LÄMMÖNERISTYSTÖIDEN LAADUNVARMISTUS LÄMPÖKAMERAKUVAUKSELLA

## 1 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Tehdyn insinööriyön lähtökohtana oli tutkia lämpökamerakuvausjärjestelmän uudisrakentamisessa tehtävien eristystöiden laadunvarmentamisessa ennen pinta-rakenteiden asennusta, sekä dokumentoida puhallettavan puukuitueristeen asennustöiden yhteydessä esiin tulevat ongelmatkohtat palvelemaan tuotekehitystä .

### 1.1 Pääkysymykset

Tehtävän toiminta- ja menettelysuunnitelmassa lähtökohtana oli tutkia rakenteiden sekä talotekniikan vaikutusta puhallettavien eristeiden asennustyön onnistumisessa eli jääkö puhallustöiden yhteydessä eristetilaan kohtia joihin eriste ei mene tai ei täyty kokonaan. Erityisesti esiin tulevat toistuvat ongelmat olivat kiinnostuksen kohteena.

Puhalluseristeiden laadunvalvontakuvausten yhteydessä kuvaus suoritettiin koko rakennuksesta jolloin saatiin myös toisen tyyppisten eristeiden asennustöistä laadullista dokumenttia.

Kuvattavia kohteita tutkimuksen piiriin otettiin 10 kpl jotka valittiin yhteistyö-kumppani, Termex / Rakennuspori Ay:n puhallustyötilausten perusteella.

Samalla tutkittiin onko tämän kaltaisella laadunvalvonnalla tarvetta nykyisessä uudisrakentamisessa.

## 1.2 Aineisto ja menetelmä

Tutkimustyön toteutuksessa ja suunnittelun perustana aineistona toimi Sosiaali- – ja terveysministeriön Asumisterveysohje 2003, Hämeen ammattikorkeakoulun julkaisu Rakennuksen lämpökuvaus, Rakennusmääräyskokoelman määräykset C3 ja C4 sekä standardi SFS 5132 Lämmöneristäminen, rakennuksen termografia.

## 2 TULOSTEN TARKASTELU

### 2.1 Puhallettavien eristeiden asennus

Tehdyn tutkimuksen perusteella ei runkorakenteilla tai eristettävässä tilassa olevalla talotekniikalla ollut suurtakaan merkitystä puhaltamalla asennettavien eristystöiden tiiviyyteen.

#### 2.1.1 Ongelmakohtat

Suoritetuissa eristystöissä ongelmakohdiksi muodostuivat

- ikkuna-aukkojen alapuolet
- seinässä olevien sähköputkien taustat
- seinän eristeiden sisälle jääneet tyhjät ontelot
- seinäeristeisiin jääneet harvat kohdat

Puhaltamalla suoritetuissa yläpohjan eristykset olivat pääsääntöisesti laadullisesti erittäin onnistuneita. Ahtaisiin eristetiloihin joissa oli runsaasti talotekniikkaa eristeiden asennus onnistui laadullisesti hyvin. Yläpohjan vuotokohtia havaittiin ainoastaan kahdessa kohteessa jotka tutkimuksessa eivät näyttele merkittävää osaa.

#### 2.1.2 Tutkimuksessa muut esiin tulleet eristysvirheet

- Ikkunakarmin/ ovikarmin ja rungon välissä vuotokohtia
- Levyeristeiden saumojen tiiveys
- eristämisen jälkeen suoritettujen asennustöiden aiheuttamat puutteet
- Varastoinnissa eristeisiin syntyneet virheet
- Yläpohjan läpivienneissä vuotokohtia
- Sähköasiat
- Rungon alajuoksun alla vuotokohtia

#### 2.1.3 Tutkimuksessa yhteydessä havaittuja rakenteellisia virheitä

- Ulkovaipan läpi sisäpintaan tuodut kiinnitys ,- ja kannatin palkkien aiheuttamat kylmäsiljat
- Perustuksista sisätilaan jatkuvia rakenteita joissa ei ole lämpökatkoa
- Kulmaan virheellisesti asennetut runkopuut.
- Rungon poikittaiskoolauksiin asennettujen tuulensuojalevyjen pystysaumojen tukematta/tiivistämättä jättäminen
- Sellaisten rakenteiden suunnittelu ja toteuttaminen joissa tehokas eristäminen ei ole mahdollista

Mittauraporteissa tuli esille paljon eristämiseen liittyviä ongelmakohtia. Puhallettavien eristeiden kohdalla ne olivat seinäeristeissä ja niin että ne olivat piilossa ohuen pintaeristekerroksen alla. Eristemassan kuivumisen johdosta aiheutuvaa kutistumista oli havaittavissa seinien yläosassa, tasakertapuiden alapuolelta ja ikkunoiden kannatuspuun alapuolella.

Levyeristeiden osalta ongelmat olivat levyjen saumat sekä jälkitöiden aiheuttamat eristeviat.

Samoin varastoinnissa eristemateriaaliin syntyneet virheet aiheuttivat heikentyneen lämmöneristyskyvyn, joka oli havaittavissa lämpökuvissa.

## 2.4 YHTEENVETO

Tehdyn tutkimuksen perusteella rakennuksien lämmöneristämisen laadullisella valvonnalla joka suoritetaan lämpökuvauksella, saavutetaan kaikkia osapuolia hyödyntävää tietoa joka johtaa rakentamisen laadun paranemiseen ja sitä kautta vaikuttaa moneen rakennuksen elinkaaren liittyvään asiaan parantavasti.

Lämpökameran käyttö laadunvalvonnassa muuallakin rakentamisessa on suositeltavaa.

On kuitenkin muistettava että rakennuksien lämpökuvauksessa tärkein vaihe on saatujen tulosten oikea tulkinta ja selkeä raportointi. Tulosten oikea analysointi vaatii rakennusalan kokemusta sekä erityisesti kuvauskohteen rakenteiden ja olosuhteiden ymmärtämistä.

Puhallettavien puukuitueristeiden käyttöä yläpohjan eristämässä, varsinkin talo-tekniikkaa sisältävissä rakenteissa voidaan tulosten perusteella suositella. Lämpökuvien sekä lähemmän tarkastelun perusteella seinien eristeistä löytyi vuotokohtia jotka voidaan luokitella toistuviksi virheiksi. Eristevirheitä esiintyi ikkunoiden ja ovien ympäristössä sekä sähkörasioiden ympäristössä .

Samoin seiniin jäävät tyhjät ontelot oli helposti paikattavissa, kun ne oli saatu paikannettua. Silmämääräisellä tarkastuksella virhekohtia oli vaikea havaita koska ne olivat eristepinnan alla. Suoritettujen korjausten jälkeen on voitu todeta tutkimuskohteiden, joissa oli puhallettava puukuitueriste saavutettiin lämmöneristystöiden erinomainen laadullinen taso.

Laadunvarmistamisessa käytettiin seuraavia välineitä :

- Lämpökamera (Flir ThermaCam 595)
- Painemittari (TSI Veloci Cale 8386 plus)
- Digitaalikamera (Minolta DIMAGE Xi )
- Kannettava tietokone ( Fujitsu SIEMENS )
- Kotitietokone ja siihen liittyvät varusteet.