

Tietoa lämpökuvauksesta

Lämpökuvauksesta.....	2
Lämpökuvauksen suorittaminen	3
Ulkoilman olosuhteet	4
Sisäilman olosuhteet lämpökuvauksen aikana	4
Tulosten esittäminen	5
Raja-arvot ja tulkintaohjeet.....	6
Lämpötilaindeksi.....	6
Käsitteitä.....	7
Kirjallisuutta	7

Lämpökuvaus

Lämpökuvaus on *ainetta rikkomaton* rakenteiden tarkastusmenetelmä. Sitä voidaan käyttää *luotettavien tarkastelujen pohjana tiettyjen olosuhteiden ollessa voimassa* (tarkemmin kohdassa kuvausolosuhteet). Lämpökuvaus perustuu erilaisten pintojen ja kohteiden pintojen lämpötilajakaumien havainnointiin tarkasti ja nopeasti. Kiinteistöjen lämpökuvaajalla tulee olla koulutus laitteiden käyttöön ja lisäksi hyvä tuntemus erilaisista materiaaleista, rakennustekniikoista ja taloteknisistä laitteista sekä erilaisten vaurioiden syntymekanismeista. VTT:n myöntämän rakenteiden lämpökuvaajan henkilösertifioinnin minimiehtoina ovat tehtävässä tarvittava rakennusalan peruskoulutus, lämpökuvaukseen liittyvien kurssien suorittaminen, hyväksytysti suoritettu kirjallinen koe ja näyttötyö sekä sitoutuminen VTT:n laadunvalvontamenettelyyn. Myös kuvaus- ja oheismittauskaluston laatu sekä kattavuus vaikuttavat työn tuloksiin. Lämpökuvaaja esittää tarvittaessa kalibrointitodistukset käyttämistään laitteista.

Sisäpuolelta suoritettava lämpökuvaus voidaan tehdä joko yksi- tai kaksivaiheisena. Yksivaiheinen kuvaus tehdään siten, että kiinteistön tai asunnon lämmitys ja ilmanvaihto ovat normaaleissa käyttötilanteissa. Kaksivaiheisessa lämpökuvauksessa suoritetaan toinen kuvauskierros siten, että kiinteistön tai asunnon koko vaippa on huomattavan alipaineinen ulkoilmaan nähden, jotta mahdolliset vähäisetkin ilmavuodot voidaan luotettavammin paikantaa.

Kiinteistöjen lämpökuvia tallennetaan pääasiassa *havaituista poikkeavista pintalämpötiloista*, jotka eivät täytä ko. rakenteen lämpötilaindeksiä (tarkemmin kohdassa lämpötilaindeksi), *tai jos epäillään rakenteen lämpötekniistä toimintaa*. Poikkeavat kohdat esitetään mittausraportissa, ja niiden paikat merkitään pohjapiirustuksiin, jos ne ovat käytettävissä. Kuvaus kohdistetaan pääasiassa ulkovaippaan, mutta myös muita sisäpintoja voidaan tarvittaessa kuvata, jotta voidaan tehdä havaintoja mahdollisista kosteusvaurioista ja taloteknisten laitteiden kunnosta ja toiminnasta. Kuvausetäisyydet ovat sisäkuvauksessa tyypillisesti luokkaa 2–4 metriä. Ulkokuvauksessa etäisyydet vaihtelevat, mutta ilman tele-, tms. erikoisoptiikkaa mielellään alle 10 metriä. Sopivaan kuvausetäisyyteen vaikuttaa siis käytettävissä oleva kalusto, erityisesti lämpökameran resoluutio ts. lämpökuvien tarkkuus.

Lämpökuvausraporteissa mainitaan ja käsitellään mm. seuraavia asioita, mikäli niitä havaitaan:

- Eristeiden puuttuminen, eristevirheet, ilmansulun vuodot, suuret pintalämpötilojen poikkeamat
- Ilmavuodot sisätiloista rakenteisiin
- Sisätiloihin johtavat ilmavuodot, joista sisäilmaan voidaan epäillä tulevan epäpuhtauksia kuten radonia, mikrobeja ja erilaisia materiaalipäästöjä
- Laajat kylmät sisäpinnat, jotka voivat aiheuttaa vetoa
- Epäilyt kosteusvaurioista
- Talotekniikan viat ja puutteet

Mahdollisesti myöhemmin löytyvän vian puuttuminen lämpökuvausraportista ei kuitenkaan tarkoita sitä, että ko. kohta olisi ollut kuvaushetkellä kiistatta virheetön.

Lämpökuvauksen suorittaminen

Lämpökuvauksen tavoite

Lämpökuvaus kannattaa aloittaa keskustelemalla lämpökuvauksen tavoitteesta. Miksi lämpökuvaus halutaan suorittaa? Tyypillisiä syitä ovat:

- vedon tai kylmän tunne,
- rakennusvirheiden paikantaminen ja osoittaminen,
- suuret energiakustannukset,
- kiinteistön hankinta tai vuokraus,
- rakennusaikainen laadunvalvonta,
- rakennusurakan tai remontin hyväksymistarkastukset,
- erilaiset peruskorjaustyöt; ovi-, ikkuna- ja energiaremontit kuten lisäeristys ja
- suunniteltaessa erilaisia korjaustöitä.

Myös erilaiset sähkölaitteet, linjat ja putkistot sekä säiliöt ovat usein lämpökuvauksen kohteena esimerkiksi teollisuudessa ja maataloilla.

Tavoitteen selvittämisen avulla voidaan määrittää tarvittavat taustatiedot ja lämpökuvauksen aikana vaadittavat olosuhteet. Sopiva kuvaushetki voidaan sopia tavoitteen selvittämisen jälkeen sääennusteiden ja aikataulujen avulla.

Lämpökuvauksen ajankohta ja olosuhteet kuvauksen aikana.

Jotta rakenteiden lämpöteknisestä toimivuudesta saadaan ohjeiden RT 14-10850 ja Ratu 1213-S mukaisesti toimittuna luotettava kuva, edellytetään muun muassa seuraavia olosuhteita ennen lämpökuvauksen suorittamista:

- Vähintään 12 h aikana ennen kuvauksen suorittamista ulkolämpötila ei saa poiketa enempää kuin ± 10 °C lämpökuvauksen aloittamisajan lämpötilasta.
- Vähintään 12 h aikana ennen lämpökuvausta sisä- ja ulkolämpötilan ero tulee olla yli 15 °C.
- Vähintään 12 h aikana ennen lämpökuvausta ja sen aikana kuvattava rakenne ei saa olla alttiina auringon säteilylle.
- Lämpökuvauksen aikana ulkolämpötila ei saa muuttua enempää kuin ± 5 °C eikä sisälämpötila enempää kuin ± 2 °C kuvauksen aloitusajankohdan lämpötiloista.
- Kuvattavan rakennuksen sisätiloissa tulee olla lievä alipaine ulkoilmaan verrattuna, mutta alipaine ei saa olla kuitenkaan yli 15 Pascalia.

Raskaissa rakenteissa kuten betoni-, tiili- ja harkkorakenteissa, tulee ylläolevien kohtien lämpötilaero-vaatimusten tasaantumiseksi 12 h sijasta ajan olla 24 tuntia. Tuulen nopeus kuvaushetkellä ei saa olla yli 10 m/s. Mikäli edellä esitetyt ehdot eivät kaikilta osin toteudu, tulee ehdoista poikkeavien seikkojen

Porin Lämpökuvaus

25.1.2014

mahdollinen vaikutus ottaa huomioon lämpökuvia tulkittaessa. Lisäksi lämpökuvaukseen tulee valmistautua erillisen, etukäteen annettavan ohjeen mukaisesti.

Ulkoilman olosuhteet

Ulkoilman lämpötila, pilvisuus, sade sekä tuulen voimakkuus ja suunta otetaan huomioon sekä kuvaushetkellä että lämpökuvia myöhemmin analysointiohjelmistolla tulkittaessa. Kuvausta edeltävien lämpötilavaihtelujen merkitys tulosten tulkinnalle tulee selvittää erikseen. Sama koskee auringon säteilyn vaikutusta.

Sisäilman olosuhteet lämpökuvauksen aikana

Lämpökuvattavien tilojen sisäilman lämpötila, painesuhteet ja suhteellinen kosteus mitataan lämpökuvauksen alkaessa ja päättyessä. Lämmitysjärjestelmien ja ilmanvaihdon toiminta havainnoidaan ja tehdään päätös kuvauksen suoritustavasta ja laajuudesta vallitsevat olosuhteet huomioiden.

Kaksivaiheisessa lämpökuvauksessa tarvittava alipaine voidaan järjestää joko rakennuksen omilla ilmanvaihtolaitteilla mikäli niiden teho siihen riittää tai käyttäen erityistä paineistuslaitteistoa.

Porin Lämpökuvaus

25.1.2014

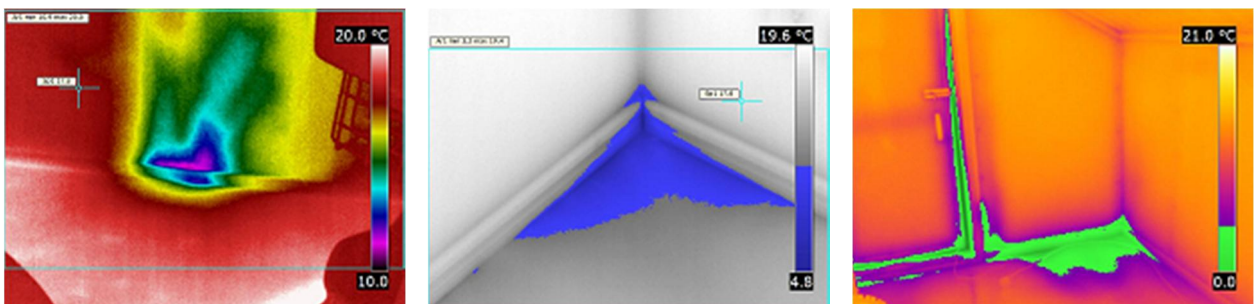
Tulosten esittäminen

Sekä lämpökuvauksen aikana että lämpökuvia jälkikäteen lämpökuvien analysointiohjelmistolla tehdyt havainnot ja johtopäätökset sekä niiden perusteella annetut suositukset esitetään kohdekohtaisessa lämpökuvauraportissa ja erillisten mittausraporttien avulla. Mittausraportit kootaan liitteiksi lämpökuvauraportin loppuun. Asumisterveysohjeen mukainen korjausluokitus (KL 1 - KL 4) pyritään antamaan niissä tapauksissa, joissa se on mahdollista tai tilanteeseen sopivaa.

Tulosten havainnollisuus ja vertailukelpoisuus

Lämpökuvien eli pintalämpötilan jakaumakuvioiden esittämisessä pyritään tarkoituksenmukaiseen mitta-asteikkoon, jotta otettuja lämpökuvia voidaan verrata aiempiin tai mahdollisesti myöhemmin otettaviin lämpökuviiin. Tyypillisesti käytettyjä väripaletteja ovat:

- ”Rauta” tai ”Sateenkaari” pintalämpötilajakaumien esittämiseen
 - epätavallisilta vaikuttavien alueiden sijainti osoitetaan ja vakavuus luokitellaan
- ”Harmaa”, jolloin tietyn värisellä isotermillä voidaan korostaa tietyn lämpötilan alittava alue
 - sininen alue osoittaa eristehälytys rajan ts. lämpötila alle sallitun lämpötilaindeksin
- Vihreä isotermi tarkoittaa yleensä mitatuissa olosuhteissa kondensoitumisriskiä



Mikäli isotermejä on käytetty osoittamaan ilmavuotoja, kondensoitumisriskiä tai tiettyä rajalämpötilaa, tulee niiden käytöstä olla maininta raportissa. Muussa tapauksessa niiden tulkinta on tapauskohtaista.

Yleensä lämpökuvan kanssa esitetään myös normaali valokuva tai niiden yhdistelmäkuva.

Verrattaessa eri aikoina tai eri lämpökuvajaajien tuloksia toisiinsa *tulee aina olla käytettävissä:*

- kuvausolosuhteet
- lämpökuvaukskalusto
- lämpökuvien analysoinnissa käytetty ohjelmisto.

Kiinteistöjen lämpökuvat ilman mitta-asteikkoa ja olosuhdetietoja ovat harvoin käyttökelpoisia!

Raja-arvot ja tulkintaohjeet

Lämpötilaindeksi

Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisemassa Asumisterveysohjeessa (2003) on määritelty lämpötilaindeksit, jotka ovat ohjeellisia raja-arvoja asumistilojen lämpötiloille. Sisäpuolelta suoritettujen lämpökuvauksien mittausraporteissa esitetään usein ns. lämpötilaindeksi TI.

Se määritellään seuraavasti: $TI = \frac{T_{sp} - T_o}{T_i - T_o} \times 100 \%$

jossa T_{sp} = sisäpinnan lämpötila, T_o = ulkolämpötila ja T_i =sisälämpötila

Tutkituista rakennusosista annetaan lämpötilaindeksiin ja kuvaushetken olosuhteisiin pohjautuva korjausluokitus asteikolla 1–4. Luokat ovat seuraavanlaiset:

KL 1. Korjattava

- Pinnan lämpötila ei täytä Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa. Lämpötilaindeksi eli TI on tällöin alle 61 %.

KL 2. Korjaustarve selvitettävä

- Korjaustarve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason muttei hyvää tasoa. Lämpötilaindeksi eli TI on välillä 61–65 %.

KL 3. Lisätutkimuksia

- Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus. Lämpötilaindeksi eli TI on suurempi kuin 65 %.

KL 4. Hyvä

- Kuvan kohde täyttää hyvän tason vaatimukset, eikä vaadi korjaustoimenpiteitä. Lämpötilaindeksi eli TI on suurempi kuin 70 %

Lämpötilaindeksin TI raja-arvoja eri rakennusosille:

Arvioitava kohde	Välttävän tason alarajan TI	Hyvän tason alarajan TI
Seinän pintalämpötila	81 %	87 %
Lattian pintalämpötila	87 %	97 %
Pistemäinen pintalämpötila	61 %	65 %

Lämpötilaindeksin käyttö rakenteiden arvioinnissa edellyttää lisäksi rakennusfysikaalisten seikkojen sekä olosuhdetekijöiden huomioimista ennen lopullisia johtopäätöksiä kuvattavan kohteen korjausluokasta.

Porin Lämpökuvaus

25.1.2014

Käsitteitä

Emissiivisyys:

Pinnan kyky lähettää lämpösäteilyä. Emissiivisyys kertoo, kuinka suuri osa kappaleen lähettämästä energiasta on pinnasta lähtevää omaa energiaa.

Oleskeluvyöhyke:

Huonetilan osa, jonka alapinta rajoittuu lattiaan ja yläpinta on 1,8 m korkeudella lattiasta ja sivupinnat ovat 0,6 m etäisyydellä seinistä tai vastaavista kiinteistä rakennusosista.

Huoneilman lämpötila:

Ilman lämpötila mitattuna oleskeluvyöhykkeeltä 1,1m korkeudelta.

Pistelämpötila:

Pistemäinen pintalämpötila on muualla kuin oleskeluvyöhykkeellä mitattu paikallinen pintalämpötila.

Lämpötilaindeksi:

Katso kuvaus ja käyttö kohdasta *lämpötilaindeksi*.

Pilvisyyden vaikutus

http://yle.fi/uutiset/pilvisyyden_vaikutus_lampotilaan/5296342

Kirjallisuutta

Rakenteiden toiminnalliset vaatimukset on määritelty Suomen rakentamismääräyskokoelmassa. Asumisviihtyvyyteen ja terveydellisyteen vaikuttavat ohjeavot on määritelty Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeessa. Lämpökuvausten suoritusta ja raportointia on käsitelty Paloniityn ja Kauhasen kirjassa ”Rakennusten lämpökuvaus”.

Lähteitä:

- Paloniitty, Sauli ja Kauppinen, Timo. 2011. Rakennusten lämpökuvaus. Helsinki: Suomen rakennusmedia Oy
- RT 14-10850 Rakennuksen lämpökuvaus, ohjetiedosto.
- RATU 1213-S Rakennuksen lämpökuvaus.
- Asumisterveysohje STM 2003:1
- SFS 5511 Sisäilmasto ja ilmanvaihto
- RakMK C3 Lämmöneristys, määräykset
- RakMK C4 Lämmöneristys, ohjeet
- RakMK D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet.
- RakMK D3 Rakennusten energiatalous. Määräykset ja ohjeet.
- RakMK D5 Rakennusten energiankulutuksen ja lämmitystarpeen laskenta