

Lämpökamera kunnossapidon työkaluna

Lämpökamera kunnossapidon työkaluna

Timo Stjernberg

Infradex Oy

Kirjoittaja toimii lämpökameroiden ja raportointiohjelmistojen käyttö-
kouluttajana.

Tämän KUNNOSSAPITOKoulun kohderyhmä

johto
kehitys/suunnittelu,
keskijohto
hankinta
esimies/työnjohtaja
ammattimies

Metsäteollisuus					
• paperi ja kartonki	**	***	**	**	**
• sellu	**	***	**	**	**
• mekaaninen puu					
Metalli ja elektroniikka					
• kone ja kulkuneuvo	**	***	**	**	**
• perusmetalli	**	***	**	**	**
• elektroniikka ja sähkö	**	***	**	**	**
Energia					
Graafinen	*	*	*	*	*
Kemia	**	**			
Elintarvike	*	*	*	*	*

Soveltuvuus oppimateriaaliksi

Korkeakoulu	*
Ammattikorkeakoulu	**
Työelämän ammattitutkinto	***
Ammattikoulu	*

*** = soveltuu; avainalue
** = soveltuu; tarpeellinen
* = yleistietoa
= tapauskohtaisesti

Johdanto

Lämpökamera on saavuttanut yhä suurempaa suosiota ainetta rikkomattomana testausmenetelmänä eli NDT-menetelmänä monissa eri sovelluksissa. Kamera on monivuotisen kehityshistoriansa aikana kokenut varsin suuren muodonmuutoksen. Yleinen mielikuva painavasta ja hankalatoimisesta laitteesta, jonka käyttämiseen tarvittiin suurinpiirtein insinööri-koulutusta, on väistymässä. Ilmaisinteknologian raju kehitys ja elektroniikan miniaturisointi on johtanut siihen, että lämpökamera on pieni videokameran näköinen laite, jonka käytön helppous yllättää useimmat. Jokainen kunnossapidon työntekijä voidaan kouluttaa käyttämään kameraa.

Lämpökameran käyttösovelluksia, joita kohta tarkastelemme kunnossapidon näkökannalta, löytyy nyt useammalta alalta kuin koskaan aiemmin. Silti edelleen lähes 90% maailmassa valmistetuista lämpökameroista menee sotilaalliseen käyttöön. Lämpökamera onkin saanut suurimman osan kehitystyörahoituksestaan armeijoiden budjeteista. Se on kaikkien tähtäinjärjestelmien ydinkomponentti. Tosin sitä käytetään myös ihmishenkien pelastamiseen. Muutkin rauhanomaiset sovellukset ovat siinä määrin lisääntyneet, että on oikeastaan ajan kysymys milloin lämpökamera on vakiotyökalu jokaisen kunnossapidosta vastaavan pakissa. Nykyisin käytettävä ilmaisintyyppi on käytännössä huoltovapaa. Tästä johtuen lämpökamera voi toimia myös prosessien jatkuvassa valvonnassa. Esimerkkinä vaikka jäätyneiden elintarvikkeiden poisto tuotantohihnalta.

Kuinka lämpökamera toimii?

Aluksi on hyvä selvittää jonkin verran kameral toimintaperiaatteita. Jokainen kohde tai kappale tässä maailmankaikeudessa, jonka lämpötila on yli absoluuttisen nolllapsteen (-273°C), lähettää lämpö- eli infrapunasäteilyä. Lämpökamera vastaanottaa tämän lämpösäteilyn, mittaa sen voimakkuuden ja muuntaa sen lämpötilajakauman mukaan kuvaksi. Kuvaa voidaan tarkastella tavallisella videonäytöllä tai kameral omalla etsimellä reaaliajassa värlisenä. Kamera pystyy erottamaan 0,1 celsiusasteen erot.

Mittaavat lämpökamerat ovat kalibroitu näyttämään myös lämpötiloja vapaavalintaisesta kohdasta kuvaa. Kuvaaajalla on tähän käytössään kameral tarjoamat mittaustyökalut, jotka ohjelmallisesti laitetaan kuvaan. Infrapunalämpötilamittauksessa puhutaan aina kohteen pintalämpötilasta. Mittaustarkkuus on tavallisesti luokkaa

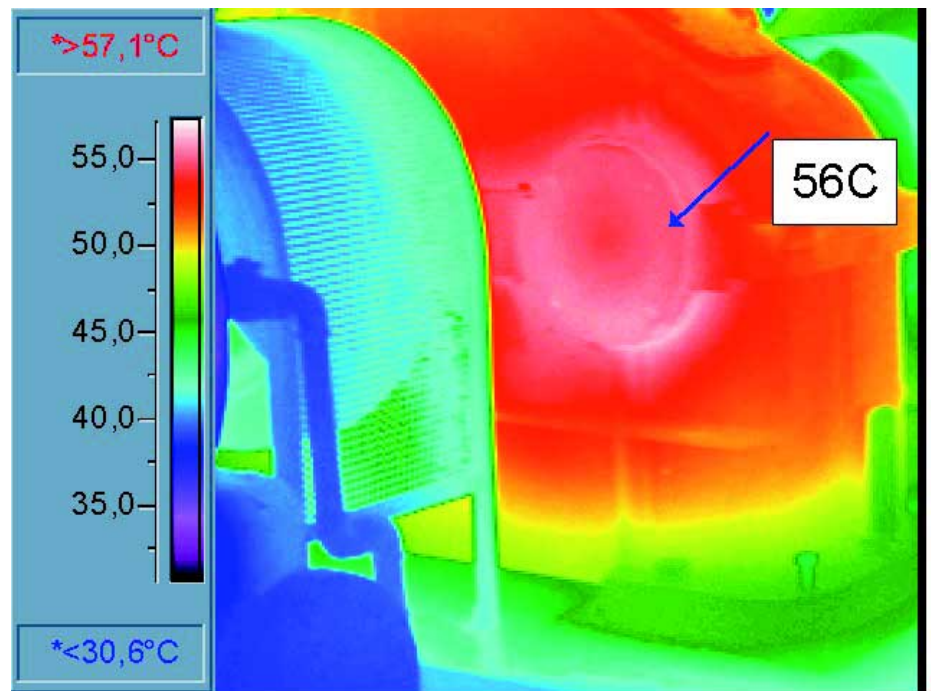
$\pm 2^\circ\text{C}$. Kameroissa on myös muistikortti, jonka kautta lämpökuvaa saadaan siirrettyä suoraan tietokoneelle analyysiä ja raportointia varten.

Infrapuna on hyvin laaja spektrialue. On syytä tehdä selväksi ero infrapunakameran ja lämpökameran välillä. Saattaa hyvin olla, että joku on nähnyt kaupattavan infrapunakameroita alle tuhannella markalla. Varmasti ne myös infrapunakameroita ovat. Tosin ne eivät näe riittävän "kauas" infrapunaspektriä, jotta niillä voisi lämpötilajakautumia havainnoida. Ne toimivat juuri ja juuri silmälle näkymättömän infrapunan alueella, joten ne eivät näe kohteen itsensä lähettämää lämpösäteilyä. Lämpökamerat ovat myös infrapu-

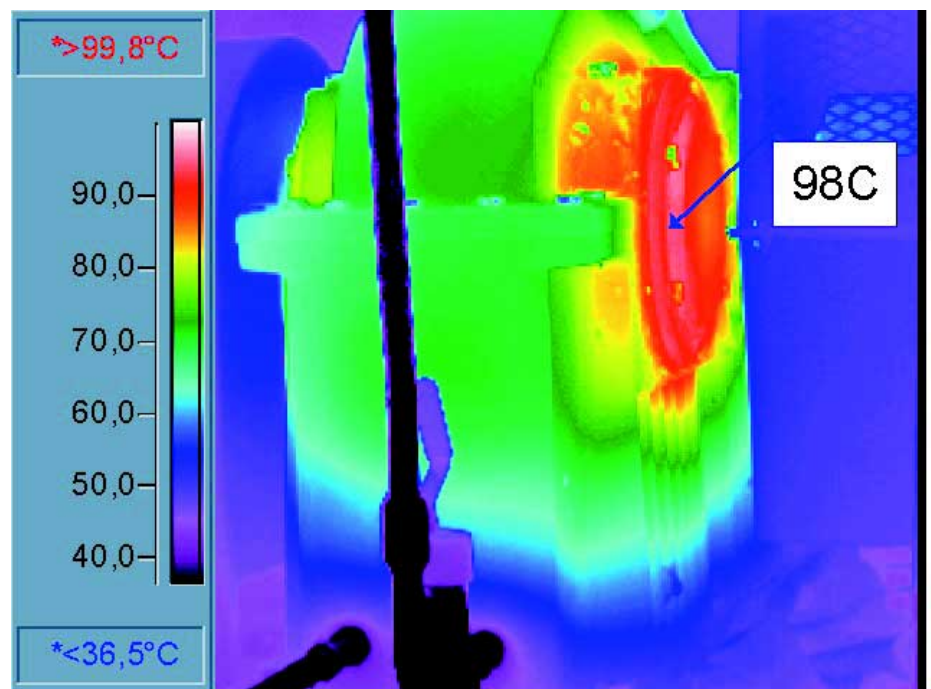
nakameroita, mutta ne vastaanottavat joko 3-5(m tai 8-12(m spektrialueella, jossa kohteet luonnostaan säteilevät lämpöä. Siitä siis termi: LÄMPÖkamera.

Kunnossapitosovelluksia: Mekaniikka

Lämpötiloista muodotetulla kuvalla on tietenkin paljon sovelluksia. Lähdemme liikkeelle mekaanisesta kunnossapidosta. Alla olevassa kuvaparissa (kuvat 1a ja 1b) on kaksi identtistä vaihdetta. Kuvat ovat paperiteollisuudesta.



Kuva 1a. Kunnossa oleva laakeri.

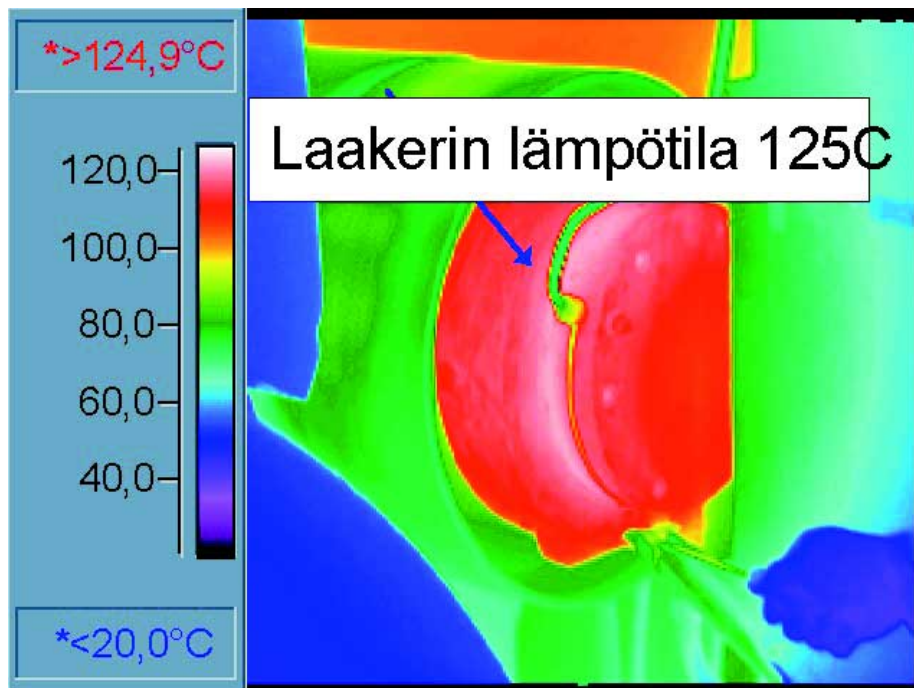


Kuva 1b. Viallinen laakeri.

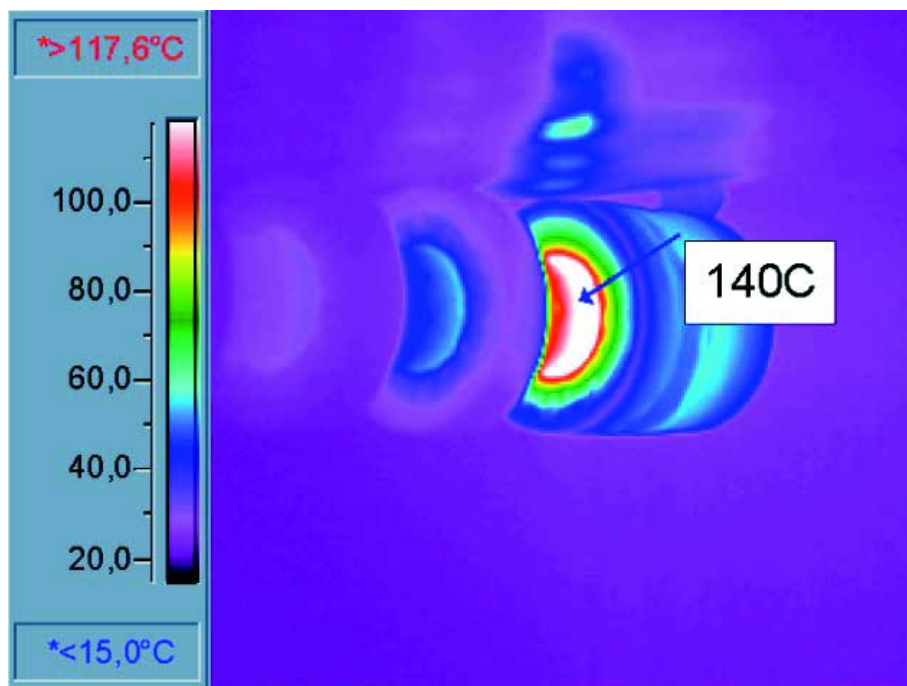
Voiteluhuolto on tärkeä osa mekaanista kunnossapitoa. Molemmat vaihteet sisältävät samaa öljyä, jonka voiteluominaisuudet ovat valmistajan mukaan kunnossa, mikäli lämpötila on n. 70 astetta celsiusista. Laakerivalmistajien mukaan, jos laakerikuvun lämpötilaan lisätään 10 astetta, päästään suurinpiirtein laakerikammion lämpötilaan. Kuvan 1a vaihteen voitelu on siis kunnossa, kuvan 1b laakerin öljyn ominaisuudet ovat huonontuneet oleellisesti.

Paperitehtailla on lämpökameroille paljon käyttökohteita. Kuvassa 2 on täysin uuden paperikoneen telan päätylaakeri. Tässä vaiheessa laakerin ominaisuudet oli menetetty, mutta viira (n. 300 000 mk) saatiin pelastetuksi tämän kuvan ansiosta. Laakeri oli täysin ilman voitelua, koska öljyn tuloporaus ei ollut kohdallaan. Laakeri pyöri siis täysin kuivana.

Kuljettimien pölyräjähdyspaloissa menetetään usein miljoonia tuotantoseisokeista johtuvista menetyksissä ja korjauskustannuksissa. Monien tuhoisien kuljetintu-



Kuva 2.



Kuva 3.

lipalojen syynä ovat nimenomaan hitaasti pyörivien laakereiden aiheuttamat palot. Laakerien tarkastus lämpökameralla käy erittäin nopeasti, eikä jätä epäselväksi laakerien kuntoa.

Kuvan 3 laakeri on jo ehdottomasti vaihdettava, koska jo n. 250°C:ssa on pölyräjähdysvaara erittäin suuri. Pitkävaikutteisesti jo 150°C lämpötila aiheuttaa tulipalovaaran.

Hydrauliikan kunnossapito helpottuu lämpökameran avulla. Kuvassa 4 on viallinen hydraulisyylinteri, jonka mäntä vuotaa kuvan valkoisesta pisteestä. Öljysuihku viallisesta kohdasta aiheuttaa lämmön nousua. Normaali öljyn virtaus toki lämmittää sylintereitä ja syöttöputkia, mutta koska lämpökameran avulla voidaan määrittää lämpötilaerot vierekkäisten sylintereiden välillä, on helppo päätellä, mikä sylinteri kannattaa huoltaa seuraavassa seisokissa.

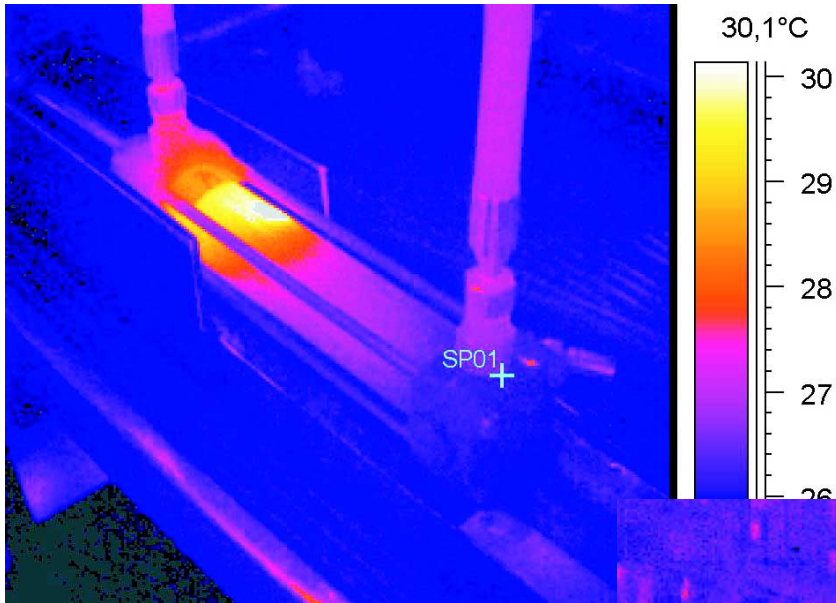
Kaukolämpöverkon kunnossapito

Kaukolämpöverkon vuotokohtien paikannuksessa lämpökameraa on käytetty usein. Kuvauksia suoritetaan tavallisesti helikopterista, autosta ja jalkaisin. Vuotokohdat näkyvät selvästi lämpimämpinä alueina lämpökuvassa (kuva 5). Kuvauksessa on otettava huomioon ulko-olosuhteiden aiheuttamat lämpöjäljet, mm. aurion paiste, parkkeerattujen autojen jättämät lämpöjäljet ym.

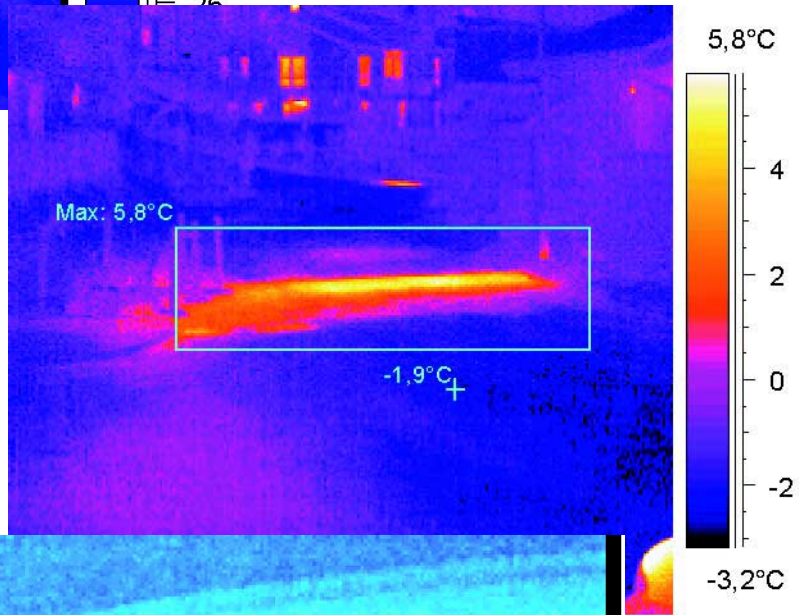
Kiinteistöjen kunnossapito

Kiinteistöjen kuntotutkimuksen monipuolinen apuväline on lämpökamera. Lämpövuodot, rakenteiden paikat, kosteusvauriot ja ilmavuodot ovat kaikki todennettavissa. Kuvissa 6 ja 7 on pari esimerkkikuvaa.

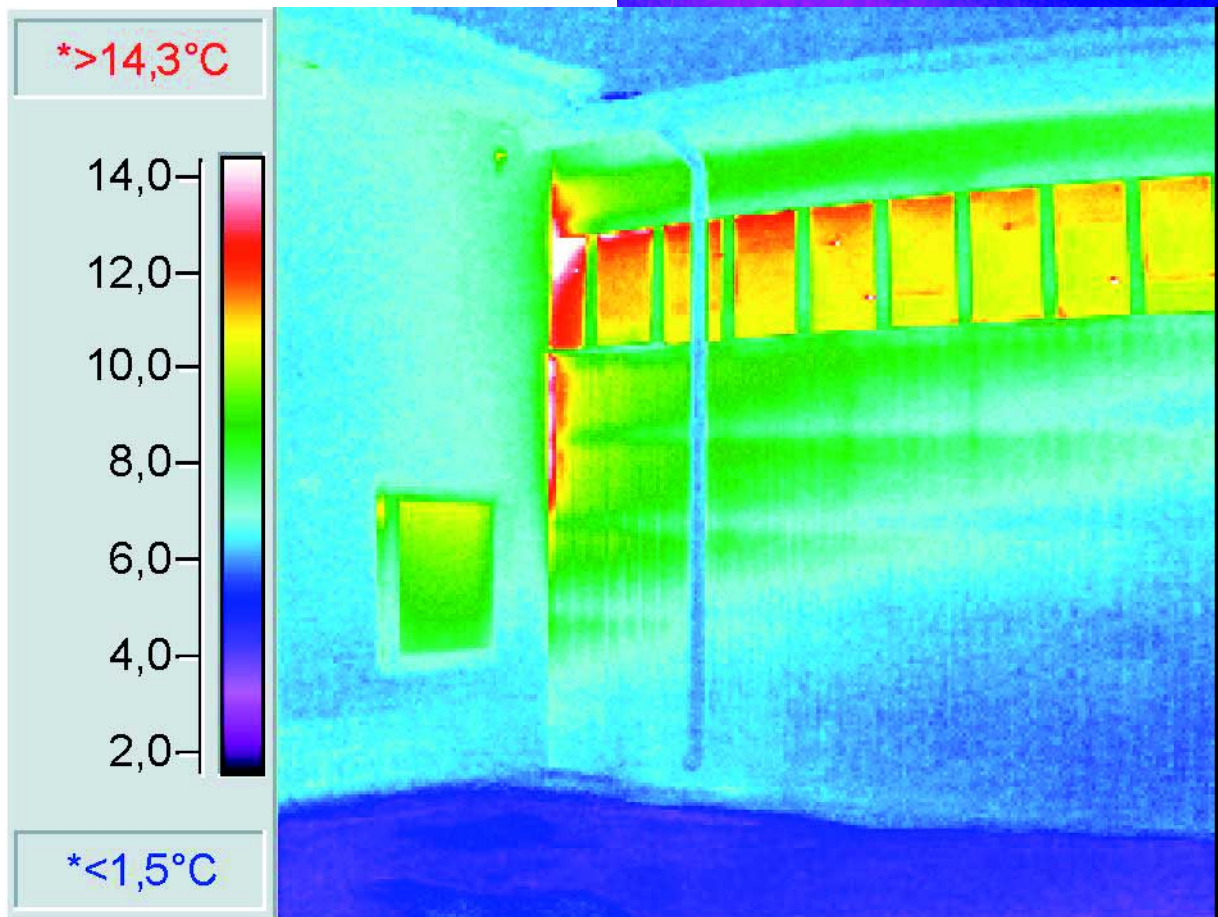
Kosteusvaurioiden havainnointi lämpökameralla onnistuu, mikäli rakennusmateriaalin pinnalta haihtuu kosteutta ilmaan. Tällöin haihtuva vesi jäädyttää pintamateriaalia.



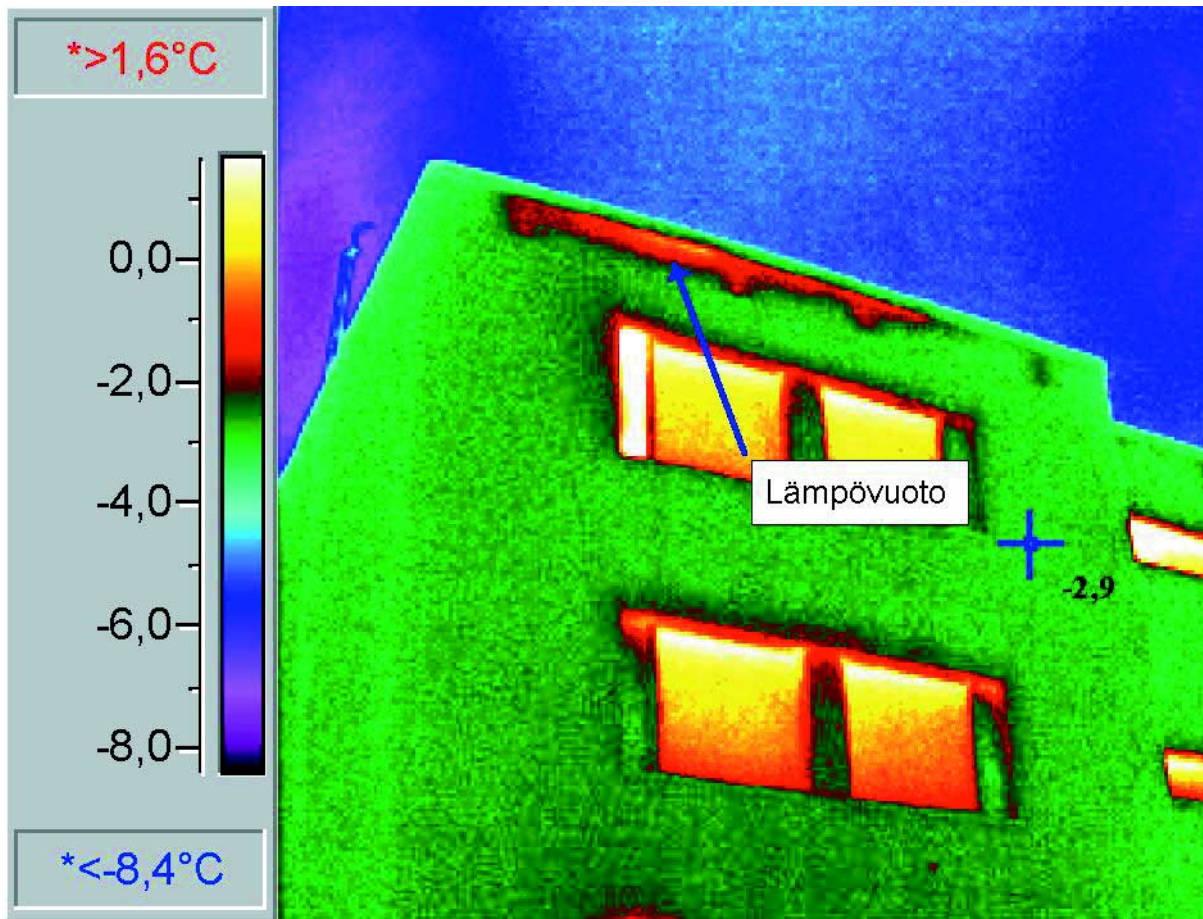
Kuva 4. Viallinen hydraulisynteri.



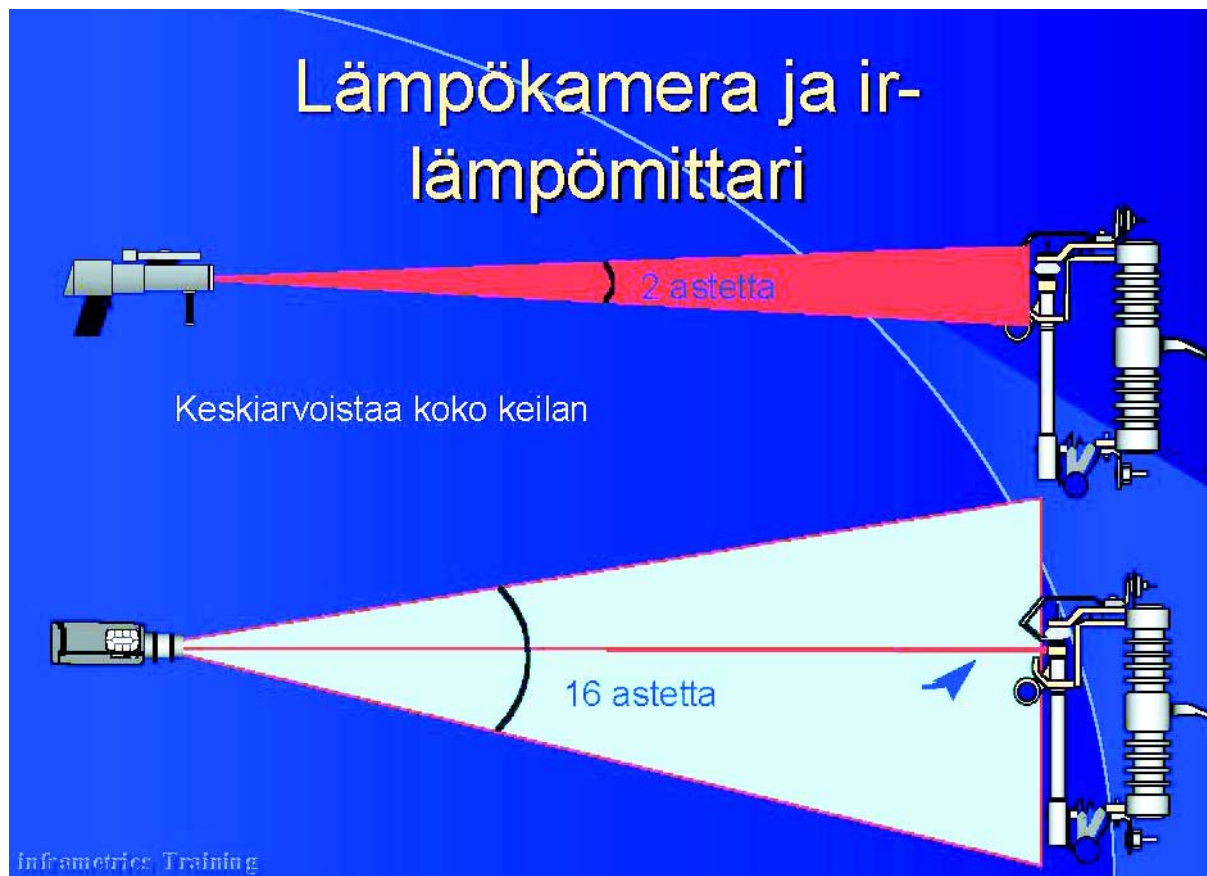
Kuva 5. Lämpövuoto kauko-
lämpöverkossa.



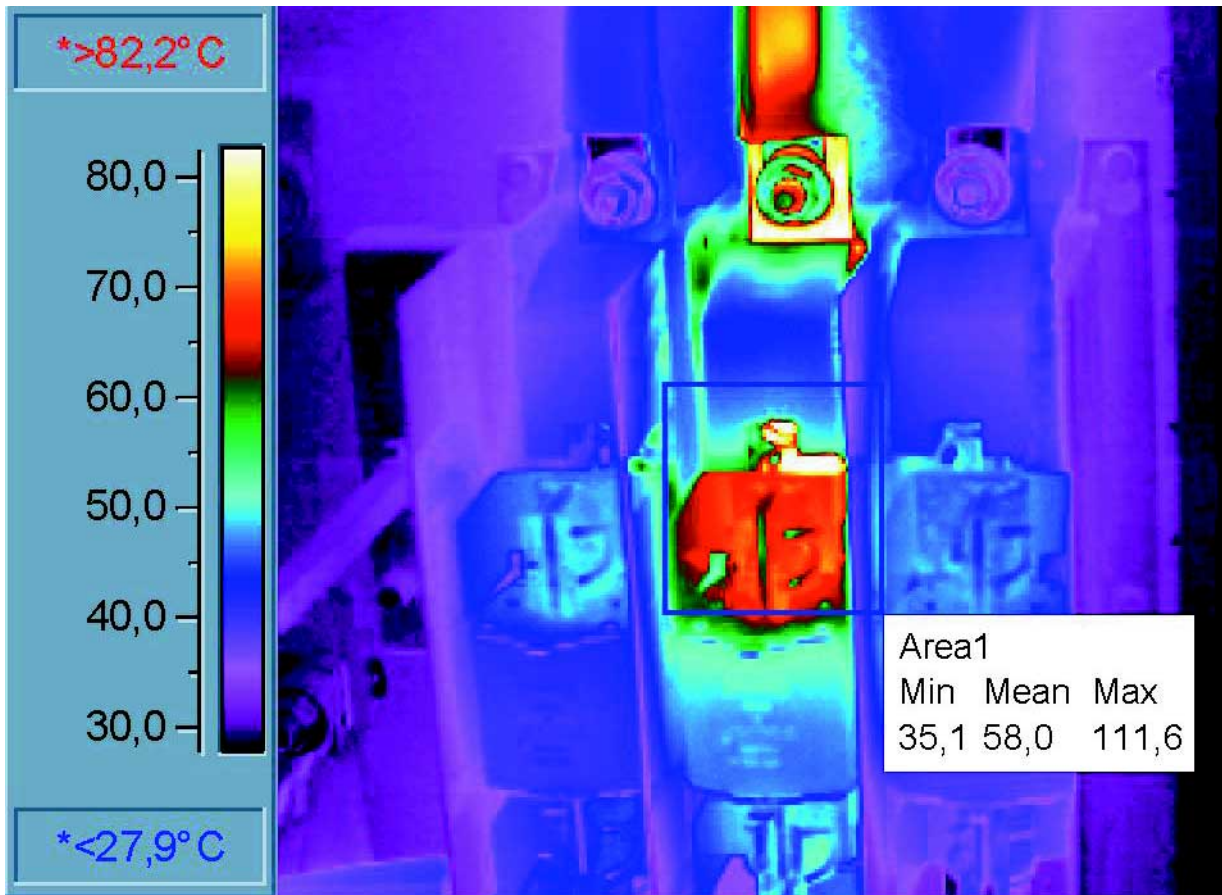
Kuva 6. Teollisuusrakennus, johon on rakennettu uudempi siipi. Eristämisen puutteet näkyvät selvästi kuvassa.



Kuva 7. Tyypillisen 70-luvun kerrostalon tasakatto on vuotanut katolla olevaa vettä yläpohjaan, ja lämpöeristeen heikkeneminen on johtanut lämpövuotoon.



Kuva 8. Infrapunälämpömittareiden eli ir-mittareiden ja lämpökameran mittaustapojen vertailu. Sähkötarkastuksissa ongelmana on se, että ylempänä oleva ir-lämpömittari mittaa koko keilansa keskiarvoa. Tällöin saadaan esimerkiksi kuvan 9 tilanteessa vääriä mittaustuloksia.



Kuva 9. Kahvasulakkeen (600V/90A) jousipitimen erotinosan lämpötila on 111,6 °C. Ir-lämpömittari sai tulokseksi 58 astetta samasta kohdasta, koska metrin päästä keilan keskiarvoistuksen tähden ei energiaa tullut enempää ir-lämpömittarin ilmaisimelle.

Sähkökunnossapito

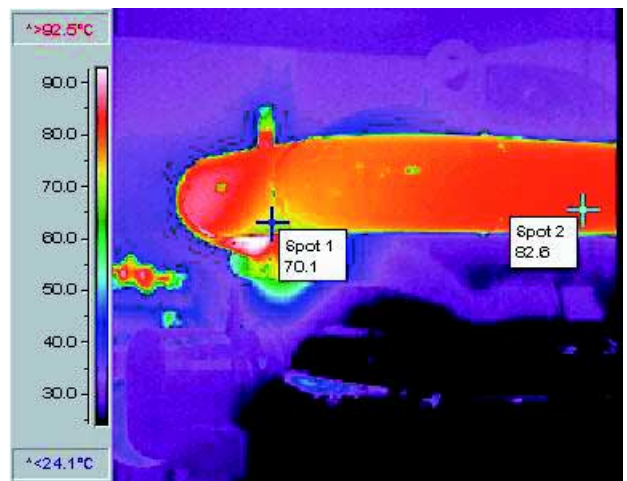
Sähkökunnossapito on yksi vanhimmista ja yleisimmin tunnetuista kunnossapitosovelluksista lämpökameralle. Tässä yhteydessä on syytä mainita infrapunälämpömittareiden eli ir-mittareiden ongelmasta sähkö tarkastuksissa, kuva 8.

Ylempänä oleva ir-lämpömittari mittaa siis koko keilansa keskiarvoa. Tällöin kuvan 9 mukainen vikatilanne ei näyttäisi ollenkaan pahalta. Lämpökuvaa ilmaisee, että kahvasulakkeen (600V/90A) jousipitimen erotinosa on 111,6 asteisen lämmön aiheuttaja. Ir-lämpömittari sai tulokseksi 58 astetta samasta kohdasta, koska metrin päästä keilan keskiarvoistuksen tähden ei energiaa tullut enempää ir-lämpömittarin ilmaisimelle.

Putkistotukkeumat ja sakoumat

Lämpökameralla voidaan havaita useimpien putkien tukkeumat ja sakoumat (kuva 10). Kuvauksen aikana on huomioitava, että kirkkaat metalliset pinnat ovat yleensä lähes mahdottomia kuvata. Tähän liit-

tyy lämpösäteilyfysiikan termi emissiivisyys. Emissiivisyys, eli kohteen kyky lähettää lämpösäteilyä on kirkkailla metallisilla pinoilla erittäin matala. Niinpä lämpökamera ei voi havainnoida lämpötilaeroja, jos pintamateriaali on kiiltävää maalaamatonta metallia. Yleensä kuitenkin metallin pinta on jonkin verran ehtinyt hapettua tai muuten likaantua, jolloin kuvaus ja mittaus onnistuu ilman ongelmia.



Kuva 10. Putkitukos.

Yhteenveto

Tulevaisuus tuo lisää teknologiaa ja sitä kautta uusia tarpeita sen kunnossapitoon. Lämpökameran viimeisimmät kehitysaskeleet ovat tuoneet lämpökameran huomattavasti lähemmäs tavallista käyttäjää, vähemmän ja vähemmän mystiseksi tiedemisten laitteeksi. Lämpökuvauksen sovellukset ovat olleet aina olemassa mutta kynnys kameran käyttöönottamiseksi on

ollut suuri. Nyt jos koskaan lämpökamera on kunnossapidon todellinen työkalu. Yhä useammat ottavat lämpökamerakuvaukset osaksi kunnossapidon tietokantaa. Lämpökamera on muuttumassa hiljalleen troubleshooting-laitteesta ennakoivan kunnossapidon työjuhdaaksi. Raportointia on myös saatu yksinkertaistetuksi uusien lämpökuvauksen raportointiohjelmistojen ansiosta.

Lisätietoa kaikesta lämpökuvaukseen liittyvästä saat osoitteesta: www.infradex.com