
Kiinteistön energiakatselmointi

Asko Ojaniemi
Benet Oy

Katselmustoiminta

- Katselmustoimintaa tehdään sekä liikekiinteistöille, toimistoille, asuinkiinteistöille sekä teollisuudelle
- Motiva on julkaissut katselmointimalleja eri tyyppisille rakennuksille
- Katselmointeja voi tehdä vapaasti tarpeen mukaan, mutta Suomessa, jos haluaa julkista tukea auditointityölle on noudatettava Motivan mallia ja katselmoijien on suoritettava Motivan pätevyitysmiskoulutus
- Tavoitteena on löytää mahdollisuuksia tehokkaampaan energian käyttöön

Mitä katselmukselta odotetaan

- Työn tuloksena pyritään löytämään kehityskohteita
- Tehokkaimpia säästökohteita ovat sellaiset, missä ei tarvitse investoida lainkaan
 - Havaitaan laitteiden säädöissä tai käyntiajoissa puutteita
 - Ohjeistamalla toimintatapojen muutokseen saadaan säästöjä aikaiseksi
- Pienet investoinnit, nopea takaisinmaksu
 - Ilmastoinnin automaation parantaminen
 - Havaittujen vuotojen tiivistäminen
 - Lamppujen vaihto energiatehokkaampiin jne.

Odotuksista...

- Isommat kohteet
 - Lämmön talteenoton lisääminen ilmanvaihtoon
 - Rakennuksen lisäeristäminen
 - Havaittujen rakenteellisten puutteiden korjaaminen jne.

Pienet muutokset, jotka eivät vaadi investointeja toteutetaan usein väittömästi

Investointeja vaativat kohteet tarkastellaan yhdessä mahdollisten muiden tarpeiden kanssa ja toteutetaan tehokkaimmin muiden korjausten kanssa samanaikaisesti

Energia- katselmoinnin valmistelu ja sisältö

- Tavoitteet
 - Tarkastella kokonaisvaltaisesti energian kulutusta kohteessa
 - Tavoitteena on löytää säästökohteita
 - Säästöt eivät saa heikentää asumis- tai työskentelyolosuhteita eikä heikentää teollisuuden prosessien toimintaa
- Valmistautuminen
 - Kohteen perustietojen hankinta ja niihin tutustuminen
 - Ensimmäinen käynti kohteessa
 - Työn tarkempi suunnittelu, tulevat käynnit (kesä, talvi, työaika, yö/viikonloppu)
 - Noin puolet työstä tehdään kohteessa ja puolet toimistolla

Tietoja kohteesta

- Pinta-ala, kerrosala, huoneistojen lukumäärä, asukkaiden määrä jne
- Rakentamisvuosi
- Rakennuksen käyttötarkoitus (asuminen, liiketiloja, toimisto jne)
- Sähkön, lämmön ja veden kulutus

- Perustietojen avulla voidaan valmistautua ensimmäiseen käyntiin

Käynti kohteessa

- Kovin pienissä kohteissa koko katselmointi hoidetaan yhdellä käynnillä (Energiakatsastus, kevyempi vaihtoehto)
- Vaativissa kohteissa ensimmäisen käynnin perusteella suunnitellaan tulevat mittaus ja tutustumiskäynnit, osataan ehkä kysyä tarkennuksia saatuihin tietoihin jne.
- Lämmityslaitteiden toimintaan tutustuminen onnistuu parhaiten talvella
- Jäähdytysjärjestelmien toimintaan tutustuminen taas parhaiten kesällä
- Muut sähkölaitteet on parasta tarkastaa silloin kun niiden käyttö on suurimmillaan
- Yöllä tai viikonloppuisin huomataan turhaa valaistusta, ilmastoinnin käyntejä tarpeettoman isolla teholla, muita turhia käynnissä olevia laitteita, tarpeettoman korkeita lämpötiloja jne.

Katselmuksen toteutus

Energiakatsastus

- Alle 5000 m³ toimisto- ja liikerakennukset (5000 – 10000 m³)
- Teollisuudessa energiakustannukset alle 15 000 € (15000-35000)
- Yli 10000 m³ tai 35000 € => Energiakatselmointi

- Katsastuksen toteuttaa aina työpari, LVI asiantuntija ja sähköasiantuntija (tuen ehtona, että molemmat ovat suorittaneet pätevyitysmiskoulutuksen)

LVI

- LVI-järjestelmien osalta mitataan ja raportoidaan vähintään:
- sisälämpötilat
- ulkolämpötila
- vesikalusteiden virtaamat
- ilmanvaihtokoneiden lämmöntalteenottolaitteiden hyötysuhteet
- ilmanvaihtokoneiden sisäänpuhalluslämpötilat
- kattilalaitoksen palamishyötysuhde
- LVI-järjestelmille tehtäviä **täydentäviä mittauksia** ovat mm.:
- ilmanvaihtokoneiden toimintalämpötilat
- ilmanvaihtokoneiden ilmavirrat
- lämmöntalteenottoliuoksen glykolipitoisuus
- lämmitysverkostojen lämpötilat
- lämpimän käyttöveden lämpötila

Sähköjärjestelmät

- Sähköjärjestelmien osalta selvitetään ja raportoidaan vähintään:
 - tärkeimpien tyyppihuonetilojen valaistustasot mittaamalla
 - sähkön kuormituksen vaihteluja kulutuksen ajoittuminen
- Sähkön kuormituksen vaihtelu voidaan selvittää:
 - pyytämällä tuntitehot sähköenergian jakeluverkon haltijalta, sähkön myyjältä tai muusta kulutusseurannasta, jos kohteessa on tuntitehon rekisteröivä mittaus
 - (nykyisin verkkoyhtiöllä ja usein myös myyntiyhtiöllä on verkossa lähes ajantasainen kulutustieto saatavilla)
 - mittaamalla sähkön kuormituskäyrä erillisellä mittaus- ja tiedonkeruulaitteistolla
 - selvittämällä yö- ja päiväaikainen tehonkäyttö tehostetulla sähkömittarin luennalla, joka voidaan toteuttaa sopimalla sähkömittarin lukemisesta huoltohenkilökunnan tai tilojen käyttäjien kanssa tai lukemalla mittaria itse
- Sähköjärjestelmille tehtäviä täydentäviä mittauksia ovat mm.:
 - jännitetaso
 - energian tai tehon käytön kannalta merkittävien laitteiden todelliset kuormitukset

Muut järjestelmät

- Energiakatsastuskohteessa olevien muiden merkittävästi energian kulutukseen, tehon käyttöön tai veden kulutukseen vaikuttavien järjestelmien (esim. jäähdytys- ja paineilmajärjestelmien sekä teolliseen tuotantoon liittyvien järjestelmien) toiminta-arvoja ja sähkötehoja mitataan tarpeen mukaan, jotta riittävä tieto säästömahdollisuuksien analysoimiseksi ja kulutusjakaumien muodostamiseksi saadaan. Erityisjärjestelmille, joiden pitkäaikaisiin seurantoihin tai mittauksiin ei katsastuksessa ole voitu varautua, tulee energiakatsastusraportissa esittää jatkotoimintasuunnitelma

Muita kerättäviä tietoja

- Tilojen käyttöajat
- Järjestelmien ja laitteiden säätö- ja ohjaustavat
- Järjestelmien ja laitteiden käynti- ja käyttöajat
- Ilmanvaihtokoneiden suunnitellut ja mahdollisuuksien mukaan todelliset ilmamäärät
- Vettä kuluttavien laitteiden nimellisvesivirrat
- Sähkölaitteiden nimellistehot

Energiakatsastuksen raportointi

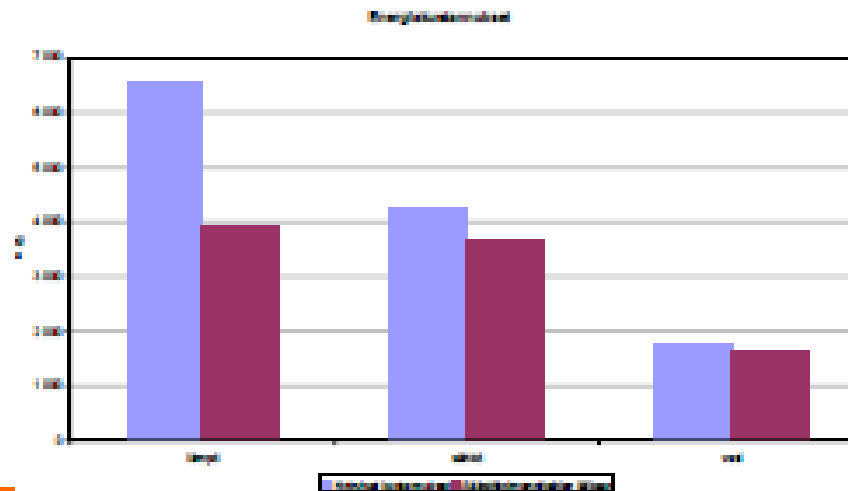
- Energia ja veden nykyinen kulutus ja kulutusjakaumat
- Mahdollisesti vertailu samantyyppisiin kohteisiin
- Toimenpide-ehdotukset säästömahdollisuuksista perusteluineen
- Ehdotus sisältää:
 - Toteutustapa ja kustannukset
 - Säästövaikutukset ja kannattavuus
 - Vaikutus energiankäytön CO₂ päästöihin
 - Uusiutuvan energian käyttömahdollisuuksien tarkastelu

Esimerkkiraportin sisällysluettelo

- Esipuhe 3
- Sisällysluettelo 4
- 1 Yhteenveto kohteen energiataloudesta ja ehdotetuista säästötoimenpiteistä 5
- 2 Kohteen energian käytön nykytila 8
 - 2.1 Kohteen tiedot 8
 - 2.2 Energian ja veden hankinta 8
 - 2.3 Lämpöenergian kulutus 9
 - 2.4 Sähköenergian kulutus 11
 - 2.5 Veden kulutus 13
- 3 Kohteen energiatalouden arviointi 15
 - 3.1 Lämmitysjärjestelmät 15
 - 3.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät 15
 - 3.3 Ilmanvaihtojärjestelmät 15
 - 3.4 Jäähdytysjärjestelmät 16
 - 3.5 Sähköjärjestelmät 16
 - 3.6 Muut järjestelmät 16
 - 3.7 Rakennusautomaatio 17
 - 3.8 Rakenteet 17
- 4 Ehdotetut toimenpiteet 18
 - 4.1 Lämmitysjärjestelmät 18
 - 4.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät 21
 - 4.3 Ilmanvaihtojärjestelmät 21
 - 4.4 Jäähdytysjärjestelmät 21
 - 4.5 Sähköjärjestelmät 22
 - 4.6 Muut järjestelmät 22
 - 4.7 Rakennusautomaatio 22
 - 4.8 Rakenteet 22
 - 4.9 Muut ehdotukset ja havainnot 23
- Liitteet
 - Liite 1 Lämpöenergian ja veden kulutus, öljylämmitys
 - Liite 2 Sähköenergian kulutus ja tariffivertailu
 - Liite 3 Tiedonkeruulomake, Öljylämmitys, kattilahuoneen laitteet ja verkostot
 - Liite 4 Tiedonkeruulomake, LVI-huonelaitteet
 - Liite 5 Tiedonkeruulomake, Ilmanvaihtokoneet
 - Liite 6 Tiedonkeruulomake, Valaistusmittaukset
 - Liite 7 Energiansäästömahdollisuuksien tarkastuslista, LVI
 - Liite 8 Energiansäästömahdollisuuksien tarkastuslista, Sähkö

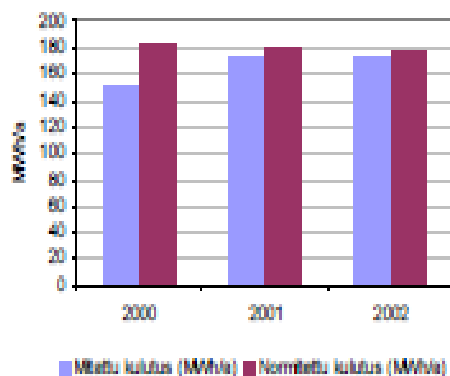
Yhteeneto kulutuksesta, esimerkki

| 2002 | Säästöpotentiaali | | Kokonaishyöty |
|--------------------------------------|------------------------------------------------|--------------|---------------|
| Lämpöenergia | | | |
| 177 MWh/a 6 407 EUR/a | 28 MWh/a 2 430 EUR/a 48 tCO ₂ | 16 % 37 % | 16 000 EUR |
| Sähköenergia | | | |
| 56 MWh/a 4 287 EUR/a | 7 MWh/a 500 EUR/a 2 tCO ₂ | 12 % 12 % | 450 EUR |
| Veden kulutus | | | |
| 727 m ³ /a 1 714 EUR/a | 50 m ³ /a 120 EUR/a | 7 % 7 % | 200 EUR |
| Kulutukset | Säästöt | | Hyödyt |
| 12 538 EUR/a | 3 050 EUR/a 50 tCO ₂ | 24 % | 16 650 EUR |



Kulutustiedoista poistetaan sään vaikutus normittamalla, voidaan verrata peräkkäisiä vuosia

| Lampoenergian kulutus | 2000 | 2001 | 2002 |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|
| Kokonaiskulutus (öljyn kulutus) | 14 800 | 18 760 | 16 850 |
| Kokonaiskulutus (MWh/a) | 151 | 171 | 172 |
| Normitettu kulutus (MWh/a) | 181 | 179 | 177 |
| Ominaiskulutus (kWh/m ²) | 58,1 | 58,5 | 54,9 |



Sähkö ja vesi

- Vastaavat mittaukset
- Jakauma eri käyttökohteiden välillä
- Sähköstä tarkastellaan tariffirakenne ja sähkösopimus, katsotaan vastaako käytettävä tariffi tämän hetken tarpeita
- Jos vesikustannus on merkittävä esitetään kustannusten jakautuminen merkittävien kohteiden välillä

Lämmitysjärjestelmä

- Tarkastetaan ikä ja kunto
- Tarkastetaan säädöt
- Palamishyötysuhteen mittaaminen
- Tarvittaessa tehdään uusinta/parannusehdotus

Vesikalusteet

- Katsotaan vesikalusteiden virtaamat
- WC:n huuhtelumäärä
- Tarvittaessa ehdotetaan virtaaman rajoituksia/kalusteiden uusintaa veden kulutuksen hillitsemiseksi

Ilmanvaihtojärjestelmä

- Yksi merkittävimmistä energiankulutuskohteista
- Ilmamäärä, vastaako normia
- Käyntiajat
- Lämmön talteenotto ja sen toimivuus

Jäähdytys

- Mahdollisen jäähdytysjärjestelmän tarkastus
- Kylmäsäilytystilojen kunto
- Laitteiden ikä, energiatehokkuus, tiivisteiden kunto

Sähköjärjestelmät

- Valaistus (hehkulamput, loisteputket, LEDit)
- Valaistusvoimakkuudet, vastaako käyttäjien tarpeita
- Valaistuksen ohjaukset
- Ulkovalaistus, ohjaus
- Sähkölaitteiden energiankulutus (keittiö, ilmanvaihtokojeet, kiertovesipumput jne.)
- Sähkölämmitykset (pesutilojen lattialämmitykset, tuloilman lämmitys jne.)

Rakennusautomaatio

- Patteriverkoston (lattiämmityksen) säätö
- Käyttöveden lämpötila ja säätö
- Ilmanvaihdon lämpötilasäätö

Rakenteet

- Ovet
- Ikkunat
- Muita erityisrakenteita
- Yleisesti seinä, alapohja, yläpohjarakenteista

Säästölaskelmat

- Toimenpidesuositukset perustellaan säästölaskelmilla käyttäen kohteen maksamia yksikköhintoja
- Raportoidaan myös CO2 päästövaikutukset
- Laskelmissa otetaan huomioon investointi ja käyttökulut
- Raportoidaan kustannussäästö ja takaisinmaksuaika
- Tarvittaessa voi olla vaihtoehtoisia ratkaisuja, joita vertaillaan kustannuslaskelmilla
- Energian säästön lisäksi etua voi löytyä vaihtamalla edullisempaan polttoaineeseen, sähkötariffi saattaa olla sopimaton ja sen muutos säästää, kaukolämpösopimus saattaa olla väärin mitoitettu jne.

Energiakatselmus

Yleistä

- Sovelletaan isompiin rakennuksiin
- Kaksi mallia riippuen LVIS tekniikan tasosta
 - Tavanomainen:toimistot, asunnot, liikekiinteistöt
 - Vaativa:Sairaalat, uimahallit, kylpylät, isot liikekeskukset
- Katselmointi on perusteellisempi ja laajempi kuin katsastus
- Voidaan toteuttaa alueellisesti (rakennusryhmä kuten sairaala-alue tms.)
- Katsotaan uusiutuvan energian mahdollisuudet, jos nykyisin on käytössä fossiiliset polttoaineet
- Tarkastellaan myös aurinko- ja tuulivoima, jos niille näyttäisi olevan edellytyksiä
- Kustannustehokasta on yhdistää energiakatselmointi ja kuntokartoitus

Tarkennuksia katselmuksessa

- Kiinnitetään huomiota kokonaisuuteen, vaikka kohteessa olisi useita toimijoita, esim. vuokralaisia, myös heidän kulutukset tulee huomioida
- Tarkastellaan kokonaiskulutus ja huippukulutus
- Kiinnitetään huomiota sähkön, lämmön ja veden hankinta tariffeihin
- Tarvittaessa tarkastellaan loisteho, jos se on mukana sähkön hinnoittelussa

Kaikista järjestelmistä raportoidaan:

- tarve ja käyttö
- järjestelmän ja/tai laitteen energiatehokkuus
- ohjaustapa ja sen soveltuvuus sekä ohjauksen toimivuus
- säätötapa ja sen soveltuvuus sekä säädön toimivuus
- toimintaparametrit ja niiden tarkoituksenmukaisuus (asetusarvot, käyntiajat)
- energiatalouden tehostamismahdollisuudet

Tiedon hankintaa

- Tiedot varmistetaan tarvittaessa mittauksin. Käytetään rakennusautomaation tietoja, jos niitä on saatavilla, muussa tapauksessa asennetaan erilliset dataloggerit riittävän pitkäksi ajaksi, jotta saadaan katettua erilaiset kausittaiset energiankulutuksen vaihteluajat
- Mitataan sisälämpötila, tarvittaessa toistetaan eri ulkolämpötilalla
- Tarkastellaan lämmön jakojärjestelmä, onko patteriverkoston perussäädöt kunnossa, onko verkoston lämpötilan ohjauksen säätökäyrä oikein asetettu
- Jos oma lämmöntuotanto tarkastellaan palamishyötysuhde ja arvioidaan vuosihyötysuhde
- Jos fossiilista polttoainetta käyttävä, niin tarkastellaan uusiutuvan energian käytön mahdollisuus tai lämpöpumppujen käyttömahdollisuus

Ilmanvaihto ja muut lämmitysverkkoon kytketyt laitteet

- Palvelualueet, vastaako tarvetta
- Säättöjen toteutus
- Säättöjen oikeellisuus
- Vesivirtojen perussäätömahdollisuudet
- Jne.

Vesi

- Kartoitetaan veden kulutuskohteet
- Etsitään säästökohteita
- Otetaan kantaa veden käytön mittaroinnin riittävyteen
- Lämpimän käyttöveden energiatalous
- Vesi ja viemärikalusteet
- Vesiverkon painetaso

Ilmanvaihto

- Ilmanvaihdon palvelualueet ja niiden tarkoituksenmukaisuus
- Ilmamäärät, vastaako voimassaolevaa normia
- Laitteiden ikä
- Vastaako säädöt käyttötarpeita
- Säättötapa ja säädön asetusarvot
- Tuloilman lämpötila
- Käyntiajat
- Lämmön talteenoton hyötysuhde

Jäähdytys

- Ilmanvaihdon jäähdytys
 - Vastaako tarvetta
 - Jäähdytyksen ohjaus
 - Ilmamäärät, lämpötilat
- Kymäsäilytystilat
 - Tarpeenmukaisuus
 - Lämpötila
 - Energiatehokkuus

Valaistus

- Tarpeenmukaisuus
- Energiatehokkuus
- Säästöpotentiaali

LVI

- Laitteiden käyntiajat
- Energiakulutus
- Kulutus laiteryhmittäin
- säästöpotentiaali

Keittiölaitteet, ATK-laitteet, sähkölämmitykset

- Tarkoituksenmukaisuus
- Energiankulutus
- säästöpotentiaali

Rakennusautomaatio, muut järjestelmät

- Raportoidaan samalla tavoin
- Etsitään säästökohteet

Rakenneosat

- Ikkunat
- Ulko-ovet
- Vaippa
 - Seinät
 - Yläpohja
 - Alapohja
- Kuvaus osien rakenteesta, energiatehokkuudesta ja tiiviyydestä

Lämpökuvauus

Lämpökamerakuvaus

- Perustuu kohteen lämpösäteilyyn
- Lämpökamera on ”lämpösäteilyn vastaanotin”. Se mittaa kuvauskohteen pinnasta luonnostaan lähtevää lämpösäteilyä
- Kameran ilmaisimella muuttuu kohteen lämpösäteilyvoimakkuuden lämpötilatiedoksi, josta lämpökuva muodostetaan

Lämpökameran ominaisuuksia

- Tarkkuus +/- 2 astetta
- N. 320x240 kvapistettä
- Valokuva lämpökuvan yhteydessä
- Laserkohdistin
- Äänen tallennusmahdollisuus
- Mittausalue -20 - +120 astetta
- LCD näyttö
- Näyttövaihtoehtoja: piste, alue, profiili ja isotermi

Käyttökohteita

- Mekaaninen kunnossapito
- Sähkökunnossapito
- Kiinteistön kunnossapito
- Elektroniikan lämpösuunnittelu
- Vuodonhaku

Kiinteistön kunnossapito

- Kiinteistön lämpövuotojen hakeminen
- Ilmavuotojen hakeminen
- Ennen saneerausta lämpökuva kertoo pahimmat vuotokohtat luotettavasti
- Kuvaus suoritettava huolella ja sen perusteella muita tutkimuksia!

Kuvan tulkinnasta

- Helppointa, kun kameraa käytetään havaitsemaan lämpötilaeroja
 - Etsitään rakenteen kylmäsiltoja
 - Kostuneita kohtia
 - Eristevaurioita
 - Ilmavuotoja
 - Höyrösulun puutteita
- Huolellisempaa kuvausta ja tulkintaa vaatii, jos pitää saada oikeita lämpötiloja selville tarkasti
 - Mahdollisimman läheltä
 - Kuvattavan kohteen emissiivisyys
 - Heijastumat
 - jne.

Mittausolosuhteet

- Ulkolämpötilan vaihtelu alle 10 astetta viimeisen 12 h aikana
- Kuvauksen aikana kohde ei saisi olla auringonvalossa
- Lämpötilan muutos mittausten aikana ulkona alle +/- 5 astetta, sisällä +/-2 astetta
- Tilassa lievä alipaine
- Mieluiten kylmänä vuodenaikana, alle +5 astetta
- Tiloissa tulisi olla normaalit käyttöolosuhteet (lämpötila, ilmanvaihto jne)

Rakenteet

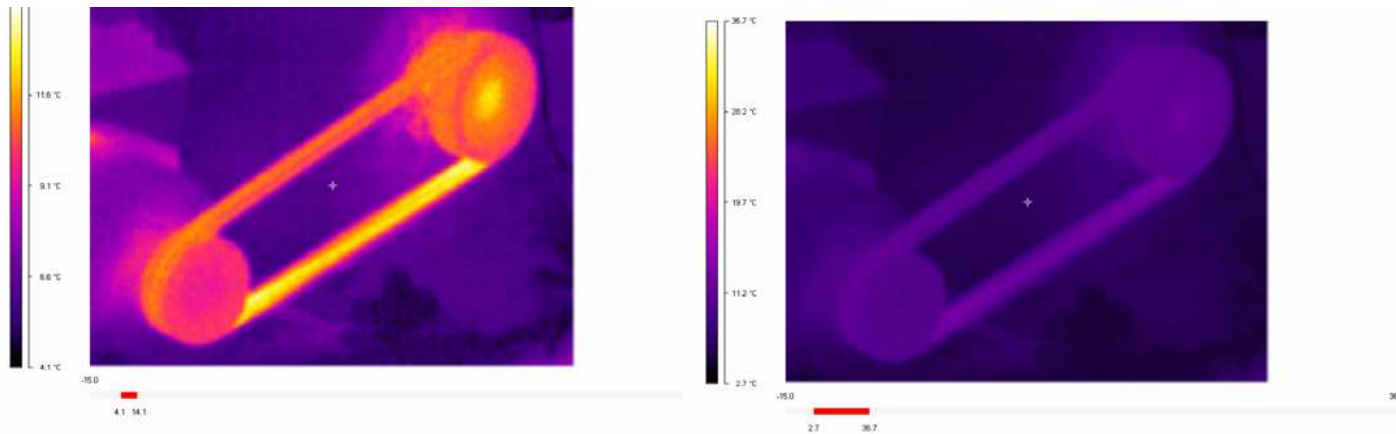
- Rakenteet eivät koskaan tasalämpöisiä
 - Kylmäsillat, runkorakenteet
 - Ulkonurkkaukset
 - Eristevirheet
 - Kastuneet rakenteet
 - Ilmanpitävyys

Mikä on merkittävä lämpötilaero

- Lämpötilaindeksi auttaa vertailussa
- $Tl = (T_{sp} - T_o) / (T_i - T_o) \times 100 \%$
- Tl=lämpötilaindeksi
- Tsp=sisäpinnan lämpötila
- Ti=sisäilman lämpötila
- To=ulkoilman lämpötila
- Huomioidaan, kun pintalämpötilat alittaa indeksiarvon 70 %!

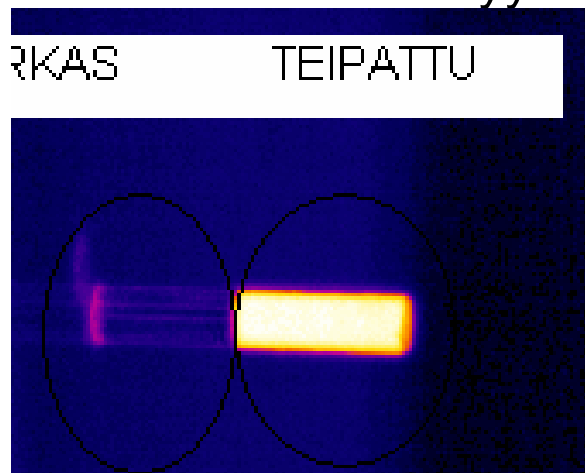
Kameran säädöstä

- Lämpötila asteikko osattava asettaa järkeväksi, muuten tulee vääriä tulkintoja; useimmiten kuvia voi säätää jälkikäteen



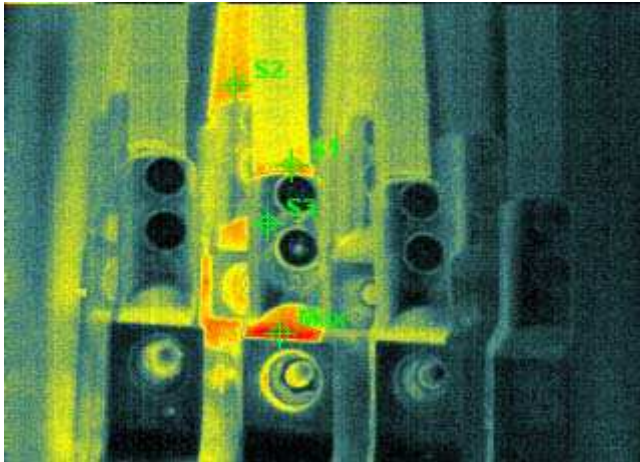
Emissiivisyys huomioitava

- Kiitävä ja mattapintaiseksi teipattu antavat aivan erilaisen kuvan, kameran emissiivisyys säätö!



Emissiivisyys

- Liittimet ja kaapelit samanlämpöisiä, mutta näkyvät kuvissa erilaisina, löysä liitos löytyy kuitenkin kaapeleiden lämpötilaeron perusteella



Tulkintaa

- Ikkunoiden alla lämpimämpää; ovatko eristeet valuneet vai onko sillä kohtaa lämpöpatteri?



Yhteenveto lämpökamerakuvauksesta

- Erinomainen työkalu asiantuntijan käyttämänä
- Varovaisuutta tulkintaan, että ei lähdetä purkamaan rakenteita turhaan, varmistettava tulokset myös jollain toisella tavalla

Kiitos huomiostanne