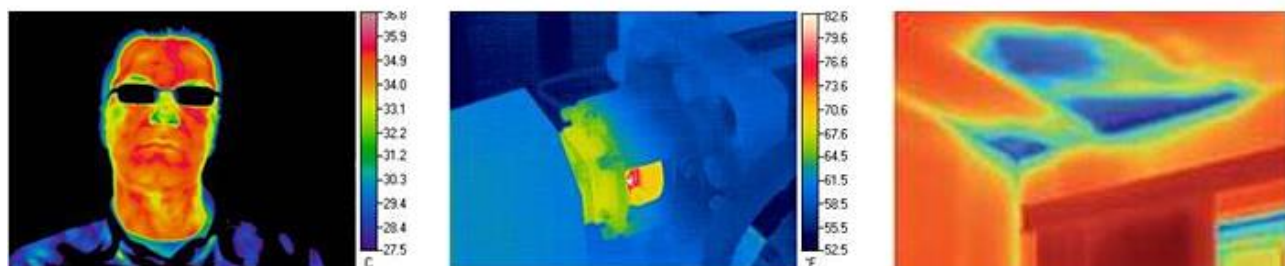


Termografering



Termografering vinder større og større indpas hos mange virksomheder indenfor mange forskellige brancher – ikke mindst fordi et termokamera der for få år siden kostede omkring kr. 100.000, nu kan erhverves for under det halve, og så endda med flere faciliteter og bedre specifikationer. Kameraerne er i dag meget avancerede, og i stedet for at købe ydelsen fra et eksternt firma, vælger mange virksomheder at investere i termografiudstyr og uddannelse - på den måde bliver de mere fleksible, og kan i mange tilfælde spare penge på ydelsen.



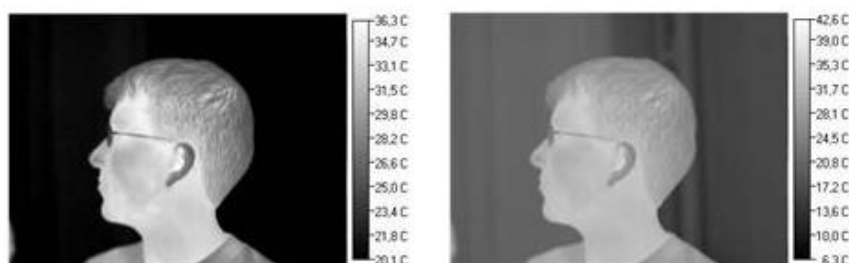
Termografering bliver bl.a. brugt i forbindelse med forebyggende vedligeholdelse indenfor industrien, med termografering kan man "opdage" problemerne, inden de bliver så alvorlige, at bliver tale om et decideret drift stop, som kan koste rigtig mange penge. Flere forsikringselskaber kræver i dag, at virksomheden får termograferet de tekniske installationer mindst en gang om året.

Mange håndværkere bruger termografering som et hjælpemiddel i dagligdagen som et hvert andet stykke værktøj. Et termokamera kan f.eks. vise bygningskonsulenten, hvor der er problemer med manglende isolering, fugt eller kuldebroer, så han ved hvilke løsningsmodeller han skal foreslå kunden. Elektrikeren kan tjekke den el-tavle han har repareret eller sat i drift, så produktionen ikke pludselig får drift stop pga. en overophedet eller afbrændt komponent. VVS installatøren kan f.eks. bruge termokameraet til at finde

lækager i skjulte vandinstallationer, eller til at tjekke isolering af kedler og varmeinstallationer. Automekanikeren kan bruge termokameraet til fejlfinding på bilens varmeanlæg, bremser, lejer med mere. Der kunne nævnes mange flere applikationer hvor termografering bliver brugt til at løse temperatur relaterede problemer i dagligdagen

TEORIEN

Men hvad er termografering, og hvad er det egentlig et termokamera kan? Et termokamera kan sammenlignes med et infrarødt pistol termometer som de fleste kender og har brugt. I stedet for at måle temperaturen i et enkelt punkt, sidder der i termokameraet en infrarød detektor i termokameraet med f.eks. 160x120 pixel (total 19.200 pixel eller temperaturmålepunkter). Detektoren kan sammenlignes med detektoren der sidder i et almindeligt digitalt kamera, men i stedet for at detektere lys niveauer måler IR



detektoren den infrarøde stråling fra objektet.

Alle objekter udstråler infrarød energi der er afhængig af objektets temperatur – jo højere temperatur jo større infrarød energi og stråling, og jo lavere temperatur jo mindre infrarød stråling fra objektet. Termokameraet omsætter værdierne fra IR detektoren til farver, og opbygger et varmebillede af objektets overflade, så termograføren tydeligt kan se selv de mindste temperaturforskelle på overfladen. Det er vigtigt at fremhæve at termokameraet måler overfladetemperatur og kun overfladetemperatur, kameraet kan ikke måle ned i et emne eller gennem et emne, som man ofte ser i action eller science fiction film.

De forskellige farver, som IR billedet opbygges af repræsenterer en temperatur. I de mest brugte farveskalaer er sort koldest og hvid varmest. Termokameraet har normalt farveskalaen angivet på skærmen med (som minimum) top og bundtemperatur, så man hurtigt kan vurdere hvilke temperaturer man ser på IR billedet.

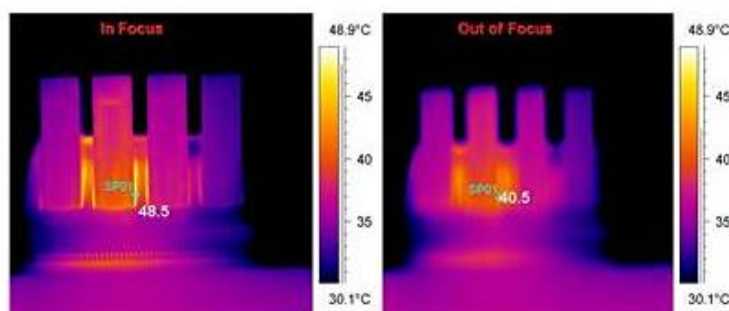
LEVEL OG SPAN

To meget vigtige funktioner i kameraet er justering af **LEVEL og SPAN** – disse indstillinger er altafgørende for om IR billedet viser alle de temperaturinformationer objektet indeholder. Span indstillingen bestemmer hvor stor en del af det totale temperaturområde man ønsker at se. Hvis kameraet har et måleområde på -20...250°C, er det totale span 270°C. Hvor langt man kan justere spandet ned er forskelligt fra kamera til kamera, de fleste kameraer kan som minimum gå ned til et span på 4°C, og nogle kameraer helt ned til 0,8°C. Indstillingen level bestemmer hvor i temperaturområdet spandet skal placeres – hvis man har valgt et span på f.eks. 10°C, kan det placeres overalt i temperaturområdet f.eks. 10-20°C, 30-40°C eller 22-32°C. Det er vigtigt at justere level og span så man udnytter hele farveskalaen, dvs. at der skal være lidt sort og lidt hvidt

på den del af objektet man vil analysere. Heldigvis har de fleste termokameraer en autojustering af level og span, så man kun behøver at trykke auto og finjustere for at få al tilgængelig information ud af billedet. Level og span kan også justeres i den medfølgende software, så selv om man ikke har ramt den helt rigtige indstilling da billedet blev taget, kan fejlen efterfølgende rettes op i softwaren.

For at få en korrekt temperaturmåling er det vigtigt, at indstille **emissionsværdien** i kameraet, så den passer til objektet. Emissionsværdien kan indstilles fra 0,01 til 1, og er afhængig af materialet man måler på. Blanke skinnende og reflekterende overflader har en lav emissionsværdi, og det er meget svært at måle en korrekt temperatur. Overflader der er matte og ikke reflekterende har en høj emissionsværdi, og her kan man måle en temperatur der er nøjagtig. Der findes emissionsstabeller hvor man kan finde emissions værdier for mange forskellige materialer – men desværre er det ikke en facitliste, og forkert tolkning af emissionsværdi er nok den mest udbredte fejl i forbindelse med termografering og infrarød temperaturmåling. Der findes forskellige metoder til at fastsætte et objekts emissionsværdi – vil du vide mere, så meld dig til et af vores Level 1 kurser, så vil du lære at forstå og tolke emissionsværdi. Emissionsværdien kan også justeres i den medfølgende software, så selv om man ikke har ramt den helt rigtige indstilling da billedet blev taget, kan fejlen efterfølgende rettes op i softwaren.

En sidste meget vigtig indstilling i kameraet er fokus – hvis billedet er ude af fokus er billedet dårligt, og temperaturmålingen er ikke korrekt. En rapport med uskarpe billeder vil fortælle kunden at termograføren ikke har tjek på sit kamera. Fokus er på mange måder den vigtigste indstilling i kameraet, for man kan ikke rette op på sine fejl i softwaren, er billedet uskarpt må det kasseres og tages om – det kan ikke reddes



De fleste termokameraer leveres med en rapportsoftware, som gør det nemt for termograføren at udfærdige dokumentation i forbindelse med en termografi inspektion. En vel udført termografirapport viser tydeligt, hvor temperaturen er udenfor de grænser, man normalt forventer på de objekter der er termograferet.

KAMERAET

Det er vigtigt, at købe et termokamera der dækker hele det temperaturområde, man får brug for i de forskellige applikationer, som kameraet skal anvendes til. Et standard termokamera har typisk et temperaturområde fra -20...250°C, som fint dækker applikationer indenfor EL- og bygningstermografering eller mennesker og dyr. Hvis man har behov for at måle højere temperaturer, kan de fleste kameraer købes i specialversioner med flere temperaturområder. Et eksempel kunne være, at område 1 går fra -20...250°C og område 2 fra 200...1000°C. Elma kan levere termokameraer med temperaturmåling op til 2000°C.

OPLØSNING

IR detektorens størrelse og dermed kameraets opløsning, er særdeles vigtig for billedkvaliteten – jo større detektor jo bedre billedkvalitet og skarphed. Opløsning bliver opgivet i aktive pixels f.eks. 160x120 pixel, 320x240 pixel og 640x480 pixel. Man kan hos nogle producenter opleve, at kameraets specifikationer opgives til 320x240 pixel interpoleret. Dette betyder at detektoren ikke har 320x240 aktive pixels, men formentlig "kun" 160x120 pixel. Computeren i kameraet beregner 75% flere pixel, så det ser ud som om opløsningen er 320x240 – så det er en computerberegnet opløsning, og ikke den ægte detektor opløsning. Går man med tanker om certificering, er det vigtigt at man undersøger om der er regler på området, så man ikke ender med et termokamera der har for dårlige specifikationer i forhold til det man vil bruge kameraet til.

TEMPERATURFØLSOMHED

Detektorens infrarøde følsomhed opgives normalt i °C ved en omgivelsestemperatur på 30°C. Følsomheden er specielt vigtig for applikationer hvor der ikke findes meget energi, og hvor detaljerne er vigtige – f.eks. bygningstermografi og termografering af fjernvarmerør i jorden stiller større krav til kameraets følsomhed end mange andre applikationer, og her ønsker man mange gange et kamera med en følsomhed på 0,08°C eller mindre.

MANUEL/AUTOMATISK BETJENING

Termisk fokus (level og span) kan i de fleste kameraer justeres både automatisk og manuelt. Termisk fokus kan efterfølgende ændres i softwaren, så er indstillingen ikke helt optimal i det gemte IR-billede, kan det nemt ændres i analysesoftwaren. Optisk fokus indstilles i mange kameraer manuelt - enten ved at dreje på linsen eller elektrisk med en knap der kører linsen frem og tilbage til korrekt fokus. Nogle af de lidt dyrere kameraer i dag har autofokus, som man kender fra et kompakt fotokamera.

OPTAGELSE AF FOTO

Til de fleste termograferings opgaver i dag kræver man, at en IR-rapport indeholder både IR-billeder og foto. Fotoet gør det nemmere, at se eksakt hvad det er termograferen ønsker at dokumentere. Mange rapportprogrammer kan importere foto taget med et eksternt fotokamera, men tidsforbruget til at få parret de mange billeder betyder, at det man sparer på et kamera uden foto, bruger man senere i tidsforbrug, når rapporten skal sammensættes.

OPTAGELSE AF LYDSEKVENSER (NOTER)

Flere termokameraer har i dag mulighed for at optage en kort lydsekvens til hvert IR-billede. Når man efterfølgende arbejder med billederne i computeren, kan man afspille de indtalte noter, og man slipper for håndskrevne noter der bliver væk eller er ulæselige.

SKÆRMSTØRRELSE OG KVALITET

Som på mobiltelefoner og andet elektronisk udstyr er LCD skærmen, der præsenterer brugeren for billeder, menuer etc. en meget vigtig parameter. Skærmen skal være af en passende størrelse, og lys/kontrast så kraftig at IR-billedet uden problemer kan ses, selvom man arbejder med kameraet udenfor i sollys. Det er en kæmpe fordel, hvis skærmen er hængslet, og kan drejes i en vinkel, så termograføren altid kan se displayet, hvad enten han termograferer højt eller lavt placerede objekter.

IR-ANALYSEMULIGHEDER DIREKTE I KAMERAET

Det er vigtigt, at man har nogle grundlæggende analysefunktioner direkte i kameraet. I de fleste modeller kan man justere emissionsværdi for hele IR-billedet, men f.eks. modellerne fra NEC Avio kan også have en emissionsværdi på de enkelte målepunkter, som er forskellig fra hele billedet. Dette er en stor fordel, hvis man skal finde differens-temperatur på objekter med forskellig emissionsværdi. Korrigering for omgivelsestemperatur, afstand og luftfugtighed er også nogle af de funktioner, der kun findes i nogle kamera modeller. Så gør op med dig selv, hvilke analyse funktioner du behøver i kameraet, inden du beslutter dig for hvilket kamera du køber

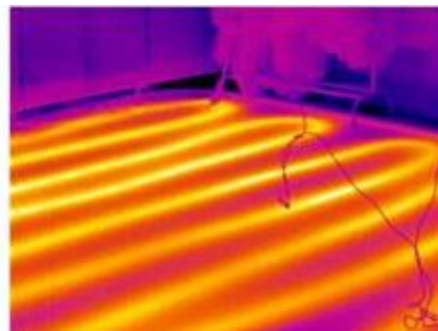
EL-TERMOGRAFERING

Termografering af el-tavler er en af de største og første applikationer indenfor termografering. Med termografering er det muligt, at finde fejl der resulterer i for høje temperaturer på komponenter i el-tavlen. Fejlene skyldes hovedsageligt løse/dårlige forbindelser, overbelastning samt komponentfejl - hvis fejlene ikke bliver opdaget og rettet i tide, kan de nemt resultere i brand. Der er ikke umiddelbart specifikke lovkrav til det termografiudstyr der bruges til el-termografering, men mange kunder og forsikringsselskaber kræver at termograferingen skal være certificeret, og så er der pludseligt krav til både udstyr og uddannelse af termograføren der udfører termograferingen. Det er Dansk Brandteknisk Institut (DBI) der står for certificering af el-termografører i Danmark, og der er både krav til termograføren, firmaet og termokameraet, hvis du ønsker at blive certificeret - du kan finde mere information vedr. Certificeret El-Termografering på DBI's hjemmeside:

[DBI Certificeret El-Termografering - klik her...](#)

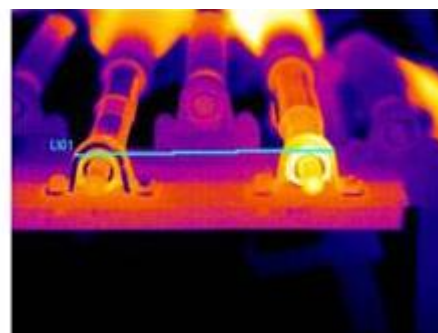
BYGNINGSTERMOGRAFERING

Termografering af bygninger er den hurtigst voksende applikation indenfor termografering i øjeblikket. Mange bygningssagkyndige har fået øjnene op for de store fordele der er ved at få bygningen termograferet, og det bliver mere og mere almindeligt, at der udføres en termografi inspektion i forbindelse med køb/salg af huse. En professionel opbygget termografi rapport af et parcelhus kan nemt komme op på omkring 75-100 sider, komplet med billeder og konklusioner. Termografibillederne vil afsløre utætheder i klimaskærmen, kuldebroer, dårlig eller manglende isolering, fugt i væg og tag samt andre bygningsfejl der vil resultere i en temperaturafvigelse. Der er ikke umiddelbart nogen lovkrav omkring bygningstermografering, men ønsker du at termografere bygninger certificeret, er der krav til både firma, uddannelse af termografør og termokamera.



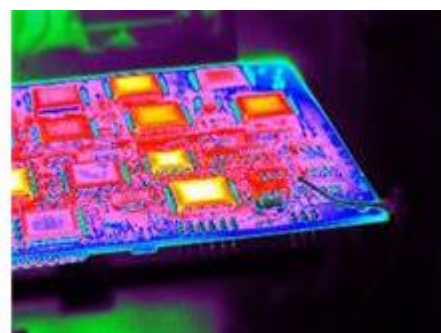
INDUSTRITERMOGRAFERING

Termografering og forebyggende vedligeholdelse indenfor industrien er et meget bredt område, som ofte kombinerer bl.a. el-termografering og bygningstermografering (varmecentraler etc.). Af andre termografi applikationer indenfor industrien kan nævnes mekanik som f.eks. pumper, motorer, gear samt produktionsmaskiner og produktionslinjer. Industrien har ofte stationære termokameraer installeret, for at holde øje med maskiner og produktionslinjer.



ELEKTRONIKTERMOGRAFERING

Indenfor elektronikindustrien bruges termografering ofte til fejlfinding på printkort, det er vigtigt at bruge et termokamera der kan komme helt tæt på de små komponenter. I dag har mange termokameraer en nærgrænse på kun 10 cm - skal man tættere på, kan man til nogle termokameraer købe en makrolinse som ekstra tilbehør.



ANDRE OMRÅDER HVOR TERMOGRAFERING BLIVER BENYTTET

- Lækagesporing
- Varmeværker – lækagesporing i forsyningsnettet
- Diagnosticering af dyr – hunde, heste, køer og lignende
- Diagnosticering af mennesker
- Overvågning – militær og politi
- Overvågning i lufthavne – feber skanning
- Brandvæsen
- Forskning