

GODE RÅD OM TERMOGRAFERING

UDGIVET JANUAR 2010 - OPDATERET DECEMBER 2023

Hvordan bruges termografering?

Termografering er en metode til at synliggøre temperaturforskelle på overflader. Billedet består af pixels, hvor hvert punkt er udtryk for et temperaturmålepunkt. Gode kameraer med stor opløsning, dvs. mange pixels, kan afsløre selv mindre temperaturforskelle på relativt stor afstand.

Det kan fx bruges til at affotografere, hvordan varmeafgivelsen fordeler sig fra en radiatorflade, eller til at vise, hvor der er uønskede kuldebroer i en bygningskonstruktion.

Nærmere undersøgelser kan herefter målrettes til disse steder. På klimaskærmen bør termograferingen omfatte både indvendige og udvendige billeder:

Indvendigt til kontrol af eventuel tilstedeværelse af luftlækager og kuldebroer med kondensrisiko.

Her scannes typisk:

- Ydervægge
- Vinduespartier
- Samlinger omkring loft/vægge og vægge/gulve

Udvendigt typisk til kontrol af isoleringstilstanden i ydervægge. Her scannes typisk:

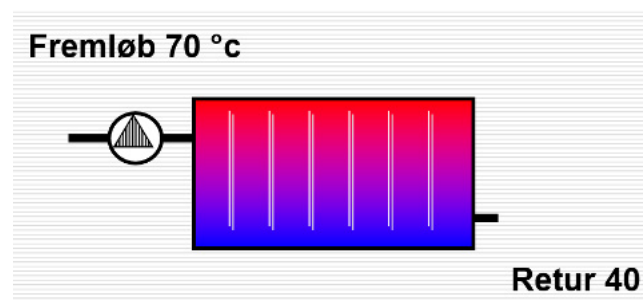
- Tagflader, kviste og gavltrekanter (såfremt loftetagen er udnyttet og opvarmet)
- Ydermure - specielt partier omkring vinduer, etageadskillelse og fundamenter

Endvidere kan indvendig termografering foretages i forbindelse med en tæthedstest, hvor der ved undertryk i bygningen ledes efter utætheder. En god tommelfingerregel er, at der skal være mindst 10 graders forskel på ude og inde, så man kan se, hvor den kolde luft trænger ind.

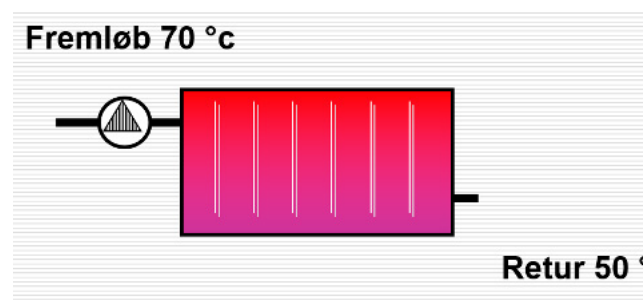
På bygningsinstallationer skal man sikre sig, at de rette forudsætninger er til stede. Det vil ofte kræve forberedelse i god tid. Ved funktionskontrol af et radiatoranlæg skal indreguleringen være gjort først, og der skal være forberedt en situation, hvor radiatoranlægget rent faktisk skal levere varme. Herefter kan man termograferer radiatorerne i anlægget og se, at de afgiver varme, og at de samtidig giver den tilsigtede afkøling af cirkulationsvandet i systemet.

Også fejl i el-installationer kan identificeres med termografering. En dårlig kabelforbindelse vil udvikle varme, og termografering giver mulighed for at kontrollere hele el-tavler på én gang. Den slags kontrol kræver dog et kamera med særligt høj opløsning og skal udføres af særligt uddannede personer, som under autorisation lovligt kan tilgå el-installationer med spænding på. Sikkerhedsstyrelsen kan give oplysninger om de særlige krav på dette område.

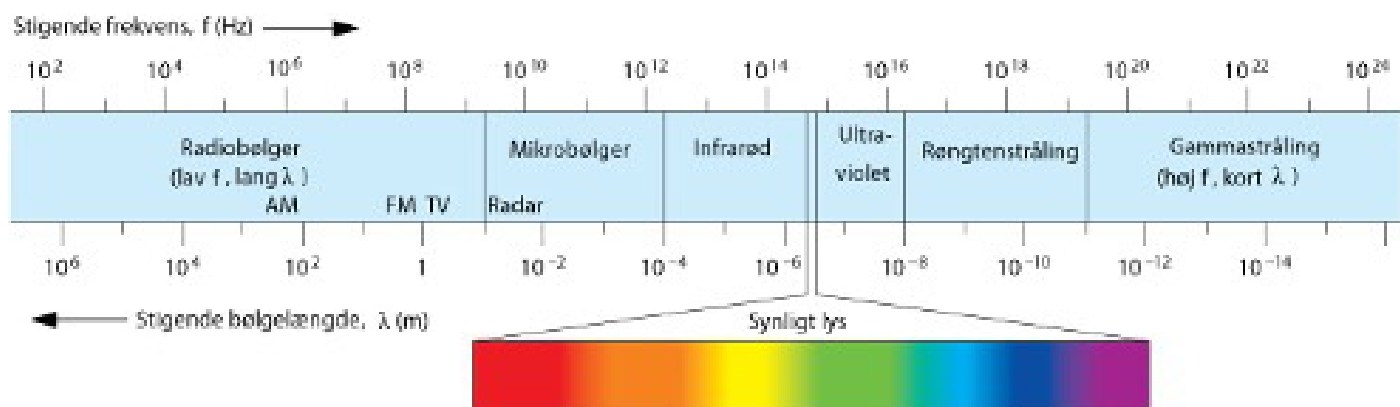
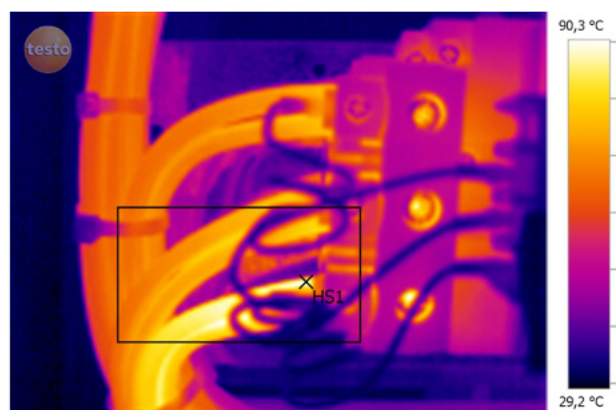
Korrekt indreguleret radiator



Radiator, som afkøler for lidt



Hot-spots i el-installation



Hvad viser billederne?

Termografiudstyr måler infrarød stråling, som omsættes til overfladetemperaturer for hvert punkt i billedet. Resultatet vises i en farveskala, hvor kolde områder er blå, og varme områder er røde.

Som støtte og supplement til termografibilleder bør der normalt også tages almindelige digitale fotos til brug for identifikation. Mange termografkameraer optager automatisk begge typer billeder, så man for hver optagelse har et sammenhørende billedsæt.

Det bør også registreres, hvordan forholdene var, da termograferingen fandt sted: vejrlig, klokkeslæt, årstid, orientering efter verdenshjørner, osv. Har der fx tidligere på dagen været sol på en facade, er den varm i lang tid bagefter!

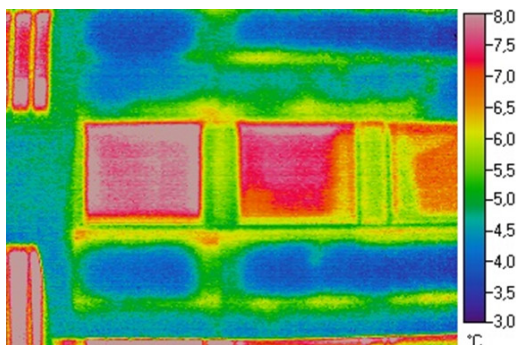
Eksempler på forhold, der kan vises ved hjælp af termogrammer:

- Kuldebroer i konstruktionen
- Utætheder i konstruktionen
- Svagheder i konstruktionssamlinger
- Mangelfuld isolering
- Fejl eller dårligt udført isoleringsarbejde
- Kontrol af efterisoleringsarbejders kvalitet

Ovenstående forhold er "afsløringer," som alle i større eller mindre grad er årsag til varmetab/ varmespild/trækgener gennem klimaskærmen. Men det er ikke umiddelbart muligt kvantitativt at udtrykke eller omsætte de kortlagte temperaturniveauer på bygningsoverfladerne til f.eks. varme-tab i kWh/m².

Visuel besigtigelse

Den visuelle besigtigelse skal bidrage til, at bygningsejeren bliver klogere på hvilke tiltag, der kan gøres. Det er derfor en god ide, at bygningsejer følger med rundt på bygningen og via termograferingens billeder og dialog med termograføren opnår forståelse af, hvad fx en kuldebro i praksis betyder for indeklimaet i bygningen.



Eksempel på udvendig termografering

På skalaen ses, hvilke temperaturer de forskellige farver viser. På det øverste billede ses, at vinduerne (røde) lukker relativt meget varme ud, og at isoleringen er dårligere mellem vinduerne (grøn) end under vinduerne (blåt). På det nederste billede kan det ses, at taget og vinduerne er godt isoleret, mens vinduesrammerne er kuldebroer, og der er et område (det rød-gule), hvor isoleringen sandsynligvis ikke er så god.

Termografisk analyserapport

I nogle tilfælde kan en skriftlig rapport med forklaring og analyse af billedoptagelserne være et godt støtteværktøj til de beslutningstagere, der har ansvar for bygningens drift. Det kan fx være i forbindelse med beslutning om energirenovering af etageejendomme eller som led i funktionsafprøvning og kvalitetskontrol, når et renoveringsarbejde er afsluttet.

Til det professionelle termografiudstyr hører også et analyseværktøj, som kan bruges til at frembringe overskuelige rapporter, hvor forudsætninger og argumenter for realisering af relevante energiløsninger understøttes af foto og termografiske billeder. Det er vigtigt, at alle relevante detaljer om de aktuelle forhold på optagetidspunktet kommer med i rapporten, så billederne ikke tolkes forkert., og så man ikke senere bliver i tvivl om, hvilke betingelser der var under optagelserne.

Hvad kræves for en vellykket termografering?

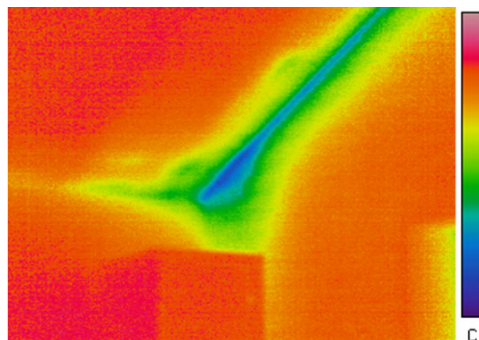
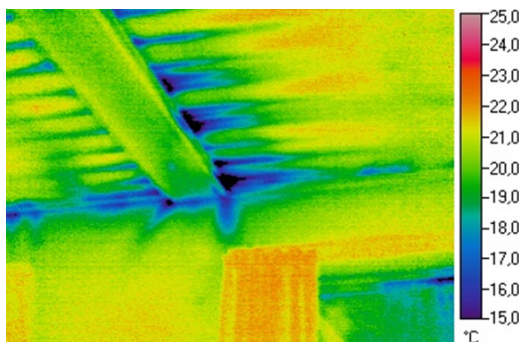
Termografiundersøgelser af bygninger anbefales udført efter:

- DS/EN 13187 Bygningers termiske ydeevne - kvalitativ sporing af termiske uregelmæssigheder i en bygnings klimaskærm - Infrarød metode

Det kræver en del ekspertise og erfaring at arbejde med bygningstermografering - specifikt at tolke termografibillederne korrekt set i forhold til at analysere og vurdere fejl og mangler i såvel de synlige bygningsdele som i de bagvedliggende, skjulte installationer og bygningskonstruktioner.

For gennemførelse af en bygningstermografering kræves:

- Normalt en temperaturforskel mellem ude og inde på ca. 10 °C. Den bedste periode af året at udføre bygningstermografering på er derfor ca. fra oktober til april/maj. En tilstrækkelig temperaturforskel kan i andre perioder opnås ved opvarmning i bygningen til en højere temperatur og ved termografering om natten eller tidlig morgen.
- At termografiudstyret ved almindelig bygningstermografering ikke er indstillet på en skalering på et for lille temperaturinterval (range), idet det vil kunne afsløre selv meget små temperaturforskelle, som er kuldebro- og varmetabsmæssigt ganske betydningsløse. Ofte vil det være anvendeligt at indstille temperaturintervallet, så det dækker den højeste og laveste temperatur på det objekt, man vil termografere.
- En professionel termografioperatør bør have en god byggeteknisk viden og erfaring i at kunne besigtige, gennemgå og undersøge bygninger/bygningskonstruktioner og via disse metoder kunne uddrage og dokumentere fundne fejl, mangler, årsagssammenhænge og beskrive forslag til afhjælpning.



Eksempel på indvendig termografering

På skalaen ses, hvilke temperaturer de forskellige farver viser. På det øverste billede kan det ses, at omkring bjælken i loftet er der utætheder, hvor kold luft kommer ind (blåt). På det nederste billede kan det ses, at der er en utæthed mellem væg og loft (blåt), hvor der kommer kold luft ind.

En bygningstermografering kan aftales gennemført som en total undersøgelse. Det vil sige baseret på både en udvendig og indvendig termografering, nærmere besigtigelse og undersøgelse samt rapportering. Bygningstermograferingen kan naturligvis også aftales gennemført som en delundersøgelse af en mindre bygnings- eller konstruktionsdel og resultatet kan gives på stedet.

Her er de typiske svagheder i klimaskærmen/bygningskonstruktionen

De typiske svage steder (kuldebroer, utætheder m.m.) i klimaskærmen/bygningskonstruktionen afsløres oftest i:

Udvendig termografering/besigtigelse:

- Ydervægge og gavle
- Tagskonstruktioner
- Vindues- og dørpartier
- Etageadskillelser
- Fundamenter og evt. gulvpartier
- Gennemføringer i klimaskærmen (installationer o. lign.)

Indvendig termografering/besigtigelse:

- Loftsflader
- Lofts-/ydervægsflader
- Vindues- og dørpartier
- Ydervægs- og gulvflader
- Gennemføringer i klimaskærmen (installationer o. lign.)
- Dampspærre og vindtæt afdækning
- Samlingsdetalje - f. eks. væg/loft

Her er nogle af de installationer du kan tjekke ved brug af termografering

Termografering af bygningsinstallationernes indregulering, funktion og varmetab:

- Radiatorer
- Gulvvarme
- Varmtvandsbeholdere
- Isolering af varmtvandsrør
- Isolering af ventilationskanaler
- Apparater med varmetab (fx ved stand-by)

Ved termografering af klimaskærmen er det vigtigt at kunne skelne mellem de såkaldte konstruktionsbetingede kuldebroer (bjælker/ beslag, massiv udmuring, elementsamlinger o. lign.) og kuldebroer, der er en konsekvens af fejl og mangler i udførelsen eller påført senere.

Hvad skal en rapport indeholde?

I de fleste tilfælde vil det være en fordel for bygningsejeren/brugeren, at resultatet af en termografiundersøgelse og følges op af en nærmere visuel besigtigelse og undersøgelse og dokumenteres i en rapport, der beskriver:

- Baggrunden for termografiundersøgelsen
- Kort beskrivelse af bygningen (klimaskærmen/bygningskonstruktionen)
- Alder, areal og anvendelse (evt. energiforbrug og antal brugere)
- Vejrlig (ude- og indetemperatur og vindforhold)
- Termografidataindstilling
- Termografibilleder i farver - tolkning, analyse, vurdering og konklusion
- Resultater af visuelle undersøgelser
- Forslag til afhjælpende foranstaltninger
- Samlet konklusion

Støtteværktøjer til nærmere undersøgelser

I forbindelse med en termografiundersøgelse og nærmere undersøgelse af klimaskærmen/bygningskonstruktioner kan en række hjælpeværktøjer og metoder med fordel anvendes:

- Blowerdoor
- Røgpatroner
- Lufthastighedsmåler
- Fotoudstyr
- Teknoskop (gør det muligt at undersøge hulrum gennem en meget lille åbning)
- Laserafstandsmåler/tommestok
- Boremaskine

Ved undersøgelse af utæthed i klimaskærmen foretages termograferingen ofte ved en samtidig etablering af undertryk skabt ved hjælp af "Blowerdoor" udstyr. I nogle tilfælde (større bygninger) kan undertryk/overtryk skabes ved hjælp af bygningens eget ventilationsanlæg og i andre tilfælde (små bygninger) af emhætter.

Termografering på andre områder

Et termografiudstyr kan med stor fordel benyttes i en række andre undersøgelses- og dokumentationssammenhænge. Via den termisk detekterede varmeudstråling/varmeafgivelse fra en række forskellige installationer, anlæg, apparater, komponenter og udstyr kan aktuelle termiske driftstilstande analyseres, vurderes og fastlægges, så eventuelle fejl og mangler afsløres. Det gælder typisk for følgende områder:

- Gulvvarme (vand og el)
- Loftsvarme
- Radiatorer
- Rør, kanaler og ventiler
- Kedler og varmevekslere
- Teknisk isolering
- Køle-/frysehuse
- Eltavler/el-installationer

Andre støtteværktøjer om termografering

Håndbog i bygningstermografering, udgivet af Teknologisk Institut (finansieret af Realdania)

www.termografivejledning.dk

VEB-vejledninger om Funktionsafprøvning af varme- og varmfordelingsanlæg

Vejledninger fra Videncenter for Energibesparelser i Bygninger om funktionsafprøvning af varmeanlæg og varmfordelingsanlæg. Find dem på www.ByggeriOgEnergi.dk.



Byggeri og Energi

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger