

0 Generelt

01 Innhold

Dette bladet beskriver termografering med varmekaamera som fanger opp forskjeller i bygningskonstruksjoners overflatetemperatur. Termografering avdekker og dokumenterer varmeisoleringssevne og luftlekkasjer. Metoden egner seg godt til å kontrollere en bygnings termiske og energimessige egenskaper, spesielt der man ønsker overblikk over større arealer eller der bildeinformasjon har særlig verdi. Termografering gir ikke en nøyaktig beskrivelse av varmeisoleringssevne, U-verdier eller størrelsen på luftlekkasjer. Lufttettetsmålinger blir behandlet i Byggforvaltning 720.035.

02 Henvisninger

Plan- og bygningsloven (pbl)

Teknisk forskrift til pbl (TEK) med veiledning

Standarder:

NS-EN 13187 Bygningers termiske egenskaper – Kvalitativ deteksjon av termiske uregelmessigheter i omsluttende konstruksjoner – Infrarød metode

Byggforvaltning:

720.035 Måling av bygningers lufttethet. Trykkmetoden



Fig. 11
Termogram av en eldre enebolig som står og "gløder" en vinter natt. Foto: Byggforsk

at det går en del varme ut her. Hvilket av pipeløpene som er knyttet til vedovn, kan også observeres. Eksempler på lokalisering og kontroll er vist i pkt. 12 til 18.

12 Manglende isolasjon

Manglende eller feilmontert isolasjon viser seg som mørke, avgrensede partier, se fig. 12.

For liten isolasjonstykkelse eller redusert isoleringssevne kan avdekkes, men det krever forholdsvis stor forskjell på ute- og innetemperatur.

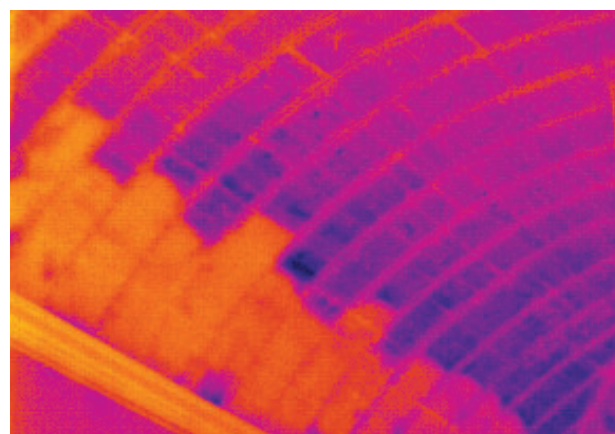


Fig. 12
Termogram som viser manglende isolasjon i himling
Foto: Byggforsk

1 Bruksområder

11 Generelt

I tillegg til å lokalisere varmetap, kuldebroer og luftlekkasjer kan termografering benyttes til å studere installasjoner i bygninger, slik som kjøletak, varmekabler og -rør, elektriske installasjoner osv. Sammen med nøyaktig termometermåling kan termografering også brukes til å få et godt begrep om strålingsegenskapene til bygningers overflater (emissiviteten).

Figur 11 viser et termogram brukt til en rask og generell vurdering av den energimessige tilstanden til en eldre enebolig. Merk at første etasje gløder mer enn andre etasje, som er etterisolert, og mer enn tilbygget, som er bygd med strengere krav til varmeisolering. Posisjonen til to panelovner kan ses fra utsiden, og et av vinduene har bare enkelt glass. Pipe for ventilasjonsavtrekk viser

13 Lokalisering av kuldebroer

En kuldebro er en del med vesentlig lavere varmemotstand enn bygningskonstruksjonen for øvrig. I slike partier oppstår en lokal, sterk varmestrøm og et ekstra varmetap. I isolerte bygningskonstruksjoner vil kuldebroer bestå av materialer med relativt høy varmeledningsevne, som f.eks. tegl, betong og metaller. Kuldebroer gir redusert temperatur på innendørs overflater og hevet overflatetemperatur uten-dørs. Se eksempler i fig. 13 a og b.

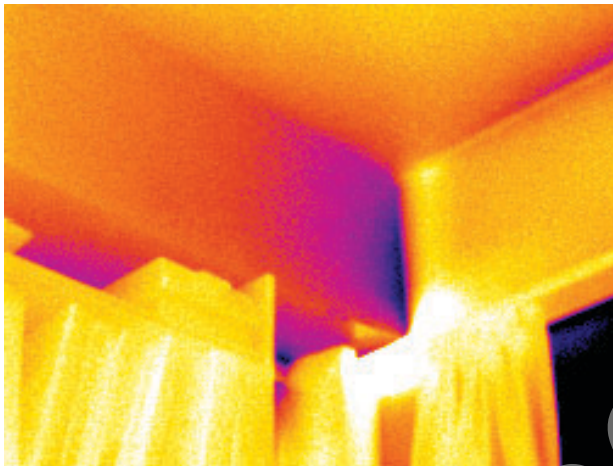


Fig. 13 a
Termogram av kuldebro i betongbjelke som går ut i yttervegg.
Foto: Byggforsk

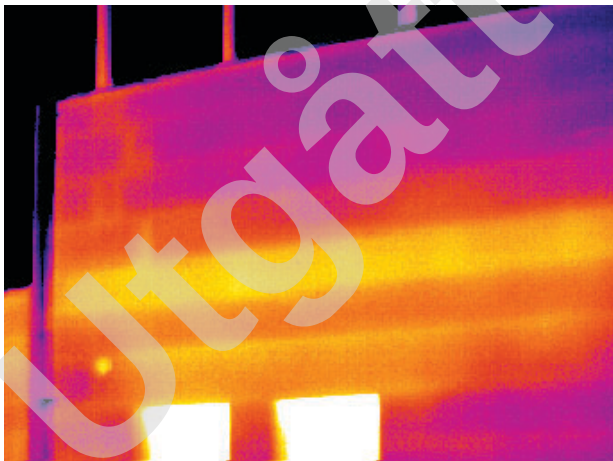


Fig. 13 b
Termogram av normal kuldebro i dekke i moderne murt bygning
Foto: Byggforsk

14 Lokalisering av luftlekkasjer

Når termografering skal brukes til å lokalisere luftlekkasjer, må bygningen ha tilstrekkelig innvendig undertrykk. Kjølig uteluft vil da kjøle ned overflatene lokalt omkring lekkasjen, og det er denne nedkjølingen termograferingsutstyret registrerer.

Luftlekkasjer avtegner seg som typiske mørke "flammer" eller "fingrer" fra lekkasjestedet. Se eksempler i fig. 14 a og b.

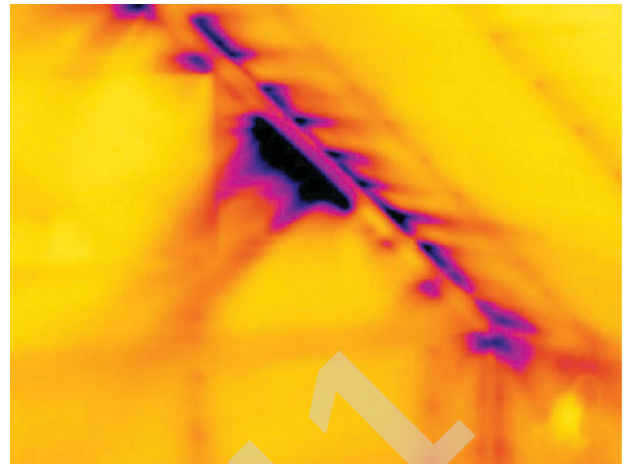


Fig. 14 a
Termogram som viser gjennomgående luftlekkasje ved taklist
Foto: Byggforsk

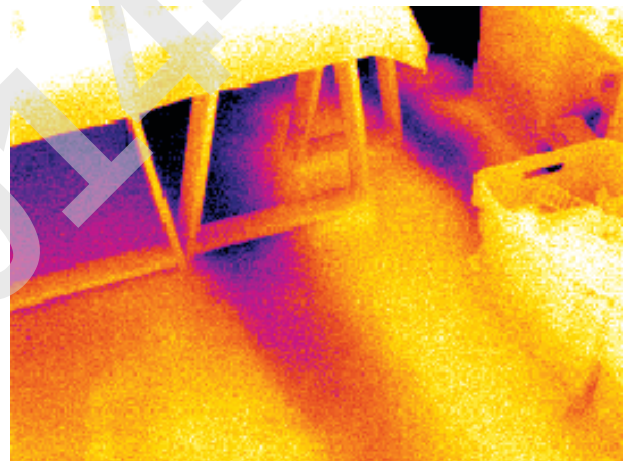


Fig. 14 b
Termogram som viser luftstrøm inne i golv under barnerom. Golvet blir kaldt når det blåser. Foto: Byggforsk

15 Lokalisering av fuktskader

Fuktighet i bygningskonstruksjoner kan enkelte ganger observeres som diffuse flekker og gradvise små endringer av overflatetemperaturen i felt som vanligvis ellers har liten temperaturvariasjon. Se fig. 15.

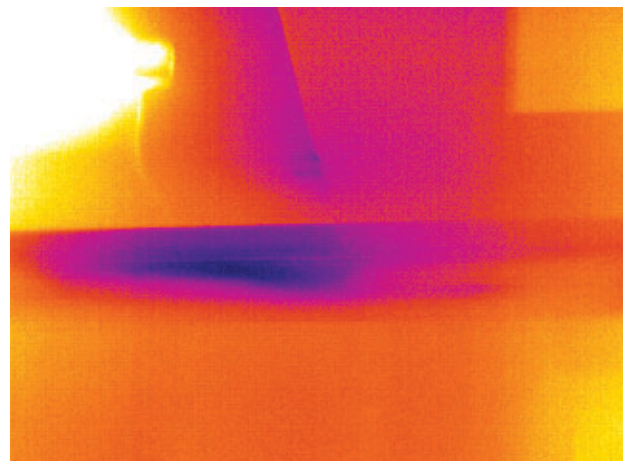


Fig. 15
Termogram som viser fuktighet i kanal i himling pga. lekkasje i lysgrav. Foto: Byggforsk

16 Kontroll av varme- og kjølesystemer

Funksjonen til varme- og kjølesystemer kan ofte måles på overflatetemperaturen. Ved hjelp av termografering kan man derfor dokumentere hvordan slike systemer fungerer. Se fig. 16.

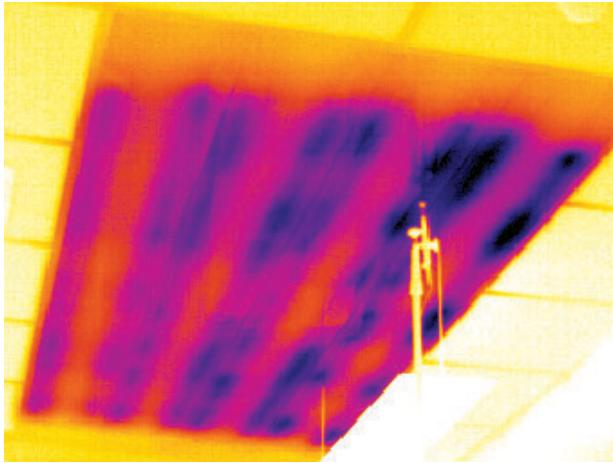


Fig. 16
Termogram fra dokumentasjon av termisk utbredelse i kjøletak
Foto: Byggforsk

17 Lokalisering av varmekabler og -rør

I tillegg til å dokumentere oppvarmingsegenskaper kan termografering benyttes til å lokalisere varmekabler og -rør før boring eller pigging i forbindelse med ombygging o.l. I heldige tilfeller kan man også lokalisere vannlekkasjer. Man kan bedre forholdene for kartlegging ved å ha anlegget avslått en god stund og så slå det på kort tid før termograferingen, se fig. 17.

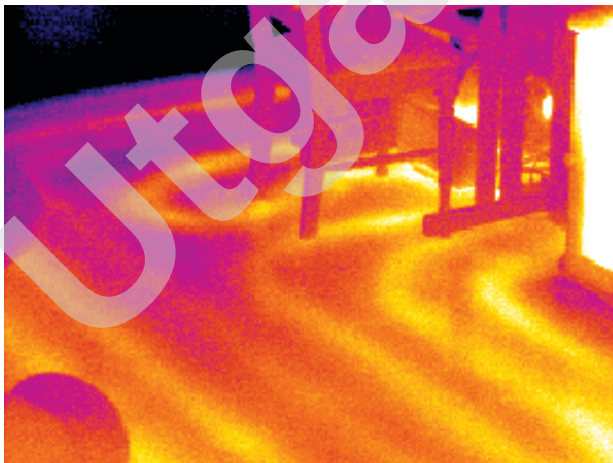


Fig. 17
Termogram fra lokalisering av varmerør i golvkonstruksjon
Foto: Byggforsk

18 Kontroll av elektriske installasjoner

Overtemperaturer i elektriske installasjoner er en indikasjon på mulig brannfare. Termografører med spesiell autorisasjon kan benytte termografering for å avdekke slike forhold, se fig. 18.



Fig. 18
Termogram fra elektriske installasjoner i en eldre bolig
Varmgangen i hovedinntaket krever utskifting av komponenter.
Foto: Byggforsk

2 Prinsipp

21 Generelt

Alle objekter med overflatetemperatur høyere enn -273°C (0 K) sender ut varmestråling. Varmestrålingen fra bygningsdeler med normale temperaturer kan bare oppfattes med våre øyne hvis den "forsterkes" med termograferingsutstyr. Utstyret omgjør forskjell i strålingsintensitet til bilder (termogram) og benytter en fargeskala som skjelner mellom ulike temperaturer. Når utstyret rettes mot en bygningsdel, vil noe av strålingen fra overflaten passere utstyrets optikk og fokuseres på en sensor inne i kameraet. Strålingens intensitet er avhengig av overflatens temperatur og strålingsegenskaper.

Den som utfører termografering av bygninger, må ha gode byggetekniske kunnskaper, kjenne til hvordan varmestråling opptrer i bygninger, mestre utstyret og kjenne gjeldende standard (NS-EN 13187).

22 Utstyr

Termograferingsutstyr ser ut som et vanlig, litt stort videokamera, se fig. 22. Utstyret bruker spesiell og forholdsvis avansert teknologi, og er derfor relativt dyrt å anskaffe.

Moderne utstyr benytter referansemålinger og omfattende datateknikk for bl.a. å korrigere for forstyrrende varmestråling fra selve kameraet. Utstyret regner ut omtrentlige overflatetemperaturer på måleobjektet. Fargene i termogrammene er kunstige og generert av utstyret, men er en god hjelp når man skal tolke resultatene. Kartlegging av områder med lik temperatur eller med temperatur innenfor gitte intervaller (isotermer) kan være en støtte ved tolkning av måleresultatene.

Varmebildet som framkommer, kan sendes til en vanlig TV-skjerm under måling. På den måten kan flere personer ha glede av observasjonene under befaring.

Utstyret kan knyttes opp til videoopptaker e.l., men vanligvis lagres registreringer som "stillbilder" på et elektronisk minnekort. Varmebildene kan dermed lastes inn i en PC og etterbehandles med spesielle dataprogrammer beregnet til formålet.



Fig. 22
Termograferingsutstyr i bruk. Foto: Byggforsk

3 Planlegging

31 Tid og sted

Størst mulig temperaturforskjell mellom ute- og inneluft er en fordel under termografering. Derfor er senhøst og vinter den mest aktuelle målesesongen. For å lokalisere luftlekkasjer er det nok med temperaturforskjell på omkring 5 °C.

Utstyrets følsomhet utnyttes best ved å termografere inne fra bygningens varme side. Det kan likevel gi nyttig informasjon å termografere fra utsiden av bygningen i tillegg. Den som utfører termograferingen, må da være oppmerksom på f.eks. variasjoner i klimatiske forhold ute. Se eksempel i pkt. 51. Solbestrålte fasader bør unngås ved termografering.

32 Forberedelser

Før termografering bør man skaffe plantegninger. Under befaringen brukes tegningene til å notere og stedfeste observasjoner. Det bør også foreligge detaljtegninger eller annen beskrivelse av konstruktiv oppbygning. Områder som man skal termografere, må ikke være blokkert av møbler eller annet inventar. Inventar bør flyttes unna i god tid. Flytting rett før termografering kan være uheldig fordi temperaturforholdene endres for mye, jf. pkt. 51.

4 Gjennomføring

41 Viktig å gjøre under befaring

- *Overblikk.* Det er viktig å starte termograferingen med å danne seg et raskt overblikk før man fester seg for mye ved detaljer. Dette krever erfaring med utstyret.
- *Tolkning og klassifisering.* Observasjonene må først tolkes og deretter klassifiseres etter et begrenset antall mulige årsaker. Observasjonene må vurderes som normale eller unormale ut fra gjeldende målebetingelser. Vurdering krever imidlertid ofte analyser med støtte i tilleggsdata og utføres som regel i rapporteringsfasen. Figur 51 a og b viser eksempel på et tilfelle der tolkning krevde spesiell omtanke.
- *Bedømmelse av omfang.* Selv om metoden ikke benyttes rent kvantitativt, er det mulig å anslå omfanget av et observert fenomen.

42 Registrere målebetingelser

Ved termografering er det viktig å registrere:

- utetemperaturer før og under termografering
- romtemperaturer før og under termografering
- trykkforhold
- innflytelse fra varmekilder
- solstråling

43 Referansemålinger

Av og til kan det være nødvendig å foreta referansemålinger av overflatetemperaturer med et digitalt termometer i tillegg til termograferingen.

Strålingsegenskapene til overflaten som termograferes, kan ha stor betydning for resultatene. Blanke eller reflekterende flater (metall, glass) kan gi problemer.

44 Endring av målebetingelser

Bevisst endring av målebetingelser kan være en nyttig metode for å få frem ønsket ekstrainformasjon. Et vanlig eksempel er å endre trykkforholdene i bygningen. Man kan sette inn en medbrakt mekanisk vifte eller benytte eksisterende ventilasjonsanlegg. Hensikten er å skape stort mekanisk undertrykk og på den måten få kald lekkasjeluft til å strømme inn gjennom utettheter i bygningen. I slike tilfeller vil man termografere før og etter endringen og registrere forskjellen i observasjonene.

5 Vurdering og rapportering

51 Vurdering

Tolkning av termogrammene og vurdering av observasjonene forutsetter fagkunnskaper og erfaring. Siden metoden vanligvis benyttes kvalitativt (se NS-EN 13187), er erfaring spesielt viktig.

Endrede betingelser under eller rett før termografering kan gjøre det vanskelig å tolke observasjoner. Vanlige eksempler på slike utfordringer er flytting av varmekilder, flytting av isolerende møbler og inventar, åpning av innerdør til rom som har stått kjølig osv.

Endrede værforhold kan også bety mye. Spesielt for

tunge konstruksjoner vil temperaturforløpet i døgnene før termograferingen være avgjørende.

Termogrammene i fig. 51 a og b viser en tilsynelatende selvmotsigelse. Termogrammene er tatt fra henholdsvis innsiden og utsiden av en yttervegg av sandwich betongelement med en lett trekonstruksjon mellom vinduene. På fig. 51 a er overflatetemperaturen høyere i trekonstruksjonen enn på betongelementet. Det skulle bety at varmetapet er lavere gjennom trekonstruksjonen enn gjennom betongelementet. På utsiden av bygningen er imidlertid overflatetemperaturen høyere i trekonstruksjonen enn på betongelementet, se fig. 51 b. Dette skulle bety at varmetapet er høyere gjennom trekonstruksjonen enn gjennom betongelementet, og er stikk i strid med termogrammet i fig. 51 a tatt omtrent samtidig. Grunnen til den tilsynelatende selvmotsigelsen er at betongelementet fremdeles var sterkt nedkjølt etter en periode med mye lavere utetemperatur.

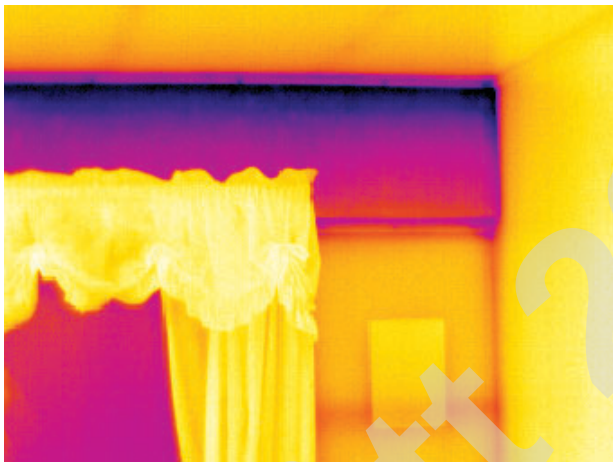


Fig. 51 a
Termogram fra innsiden av yttervegg av sandwich betongelement med lett trekonstruksjon mellom vinduene
Foto: Byggforsk



Fig. 51 b
Termogram fra utsiden av samme konstruksjon som i fig. 51 a
Foto: Byggforsk

52 Rapportering

Rapportering kan utføres med svært forskjellig ambisjonsnivå. Et termogram kan etterbehandles på et forholdsvis avansert nivå hvis det er ønskelig, se fig. 52.

Rapportering i henhold til målestandarden NS-EN 13187 omfatter:

- tidsangivelse
- identifisering av måleobjekt
- teknisk beskrivelse av måleobjekt
- dokumentasjon av målebetingelser
- entydig lokalisering
- beskrivelse av enkeltobservasjoner
- resultat fra tilleggsmålinger

Det kan enkelte ganger vise seg vanskelig å oppfylle alle standardens krav. I slike tilfeller, der man påberoper seg standarden, skal man gjøre oppmerksom på avvik, og avvikene bør begrunnes.

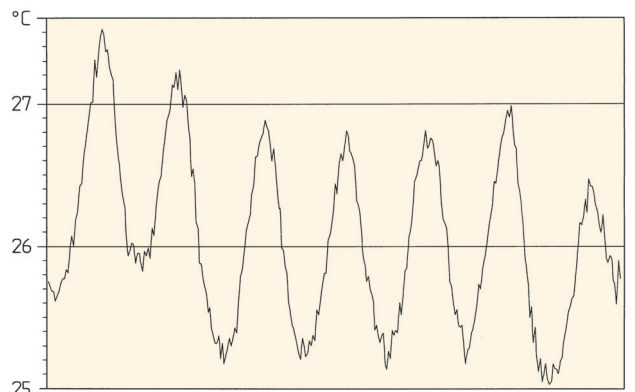
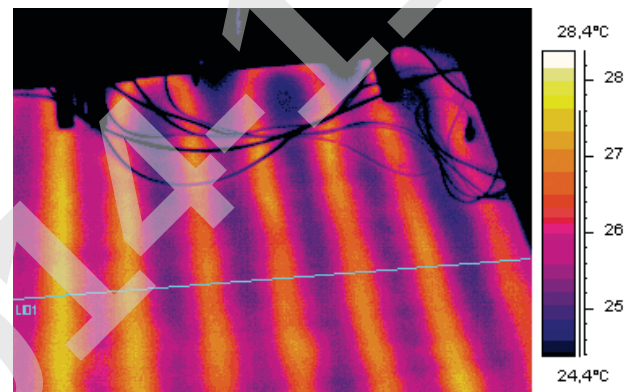


Fig. 52
Termogram av golv med vannbåret varme (vannet strømmer mot høyre). Temperaturprofilen for den hvite linjen i termogrammet er utarbeidet i rapporteringsfasen.

6 Referanser

61 Utarbeidelse

Dette bladet er revidert av Tormod Aurlen. Saksbehandler har vært Grete Kjeldsen. Bladet erstatter Byggetaljer 474.648 utgitt våren 1986. Redaksjonen ble avsluttet i november 2001.

62 Litteratur

- 621 Petterson, Axén. Kontroll av byggnaders värmeisolerings och täthet. T1:1979 Statens råd för bygnadsforskning. Stockholm, 1979