

# Unngå byggskader

## ved termografering av bygninger

### SINTEF Byggforsk

www.sintef.no/byggforsk

Tekst: Bjørn Petter Jelle (SINTEF/NTNU), Steinar Grynning (SINTEF), Thor-Oskar Relander (NTNU) og Arvid Dalehaug (NTNU)  
Foto og illustrasjon: SINTEF Byggforsk

God varmeisolasjon og lufttetthet i bygninger er viktig for å holde energiforbruket og kostnadene til oppvarming nede. Spesielt er dette viktig for bygninger i klimaer med lange kuldeperioder, som f.eks. i Norge. Energiforbruket av bygninger som nå er innført er også med på å sette søkelyset på dette.

Termografering av bygninger kan oppdage luftlekkasjer (f.eks. forårsaket av små detaljer) og dårlig eller manglende varmeisolasjon, som da kan utbedres. Følgeskader som f.eks. vanninnnev i bygningskonstruksjonen ved luftlekkasjer, kan unngås eller oppdages på et tidlig tidspunkt. Ved utbygging av større boligkomplekser kan det være en stor fordel å gjennomføre termografering på den første boligenheten som settes opp.

### Hva er termografering?

Alle gjenstander med overflatetemperatur høyere enn det absolutte nullpunkt (-273,15 °C = 0 K) sender ut varmestråling, såkalt infrarød (IR) stråling. Ved romtemperatur har varmestrålingen en intensitetstopp ved bølgelengder omkring 10 µm (10 000 nm). Infrarød stråling kan ikke sees av øyet, da synlig lys ligger mellom 380 nm og 780 nm. Solstrålingen ved jordoverflaten ligger forøvrig mellom 300 nm og 3 000 nm, og deles inn i ultrafiolett (UV), synlig (VIS) og nær infrarød (NIR) stråling.

Varmestrålingen kan oppfattes og registreres av termograferingsutstyr. Håndholdte termograferingskameraer blir mye brukt. Kameraene rettes mot bygninger eller bygningsdeler og måler ved hjelp av en sensor varmestrålingen disse sender ut. Forskjel-

**Dagens stadig skjerpede krav til energisparing gir et økende fokus på lufttette og godt varmeisolerte bygninger. Dette gjelder for både gulv, tak, vegger, vinduer og dører. Man kan også si at tilstrekkelig lufttetthet er avgjørende for å oppnå en tilfredstillende varmeisoleringssevne i bygninger. Erfaringen er dessverre at bygninger for ofte ikke har den varmeisoleringssevnen som var planlagt. Slike mangler kan føre til et høyere energiforbruk og økte kostnader, samt dårligere komfort innendørs. En effektiv metode for å undersøke varmeisolasjonen og lufttettheten til bygninger er å gjennomføre termografering kombinert med god kunnskap i bygningsfysikk.**

len i strålingsintensitet framstilles visuelt som termogrambilder med en fargeskala som skiller mellom ulike overflatetemperaturer. Strålingsintensiteten er avhengig av overflatens temperatur og emissivitet (utstrålingsegenskaper). Nyere apparater gir også muligheten for å ta digitale foto samtidig med termogrammene.

Et typisk termograferingsbilde av en hel bygning er vist i fig. 1. Legg merke til forskjellig utstråling (varmetap) og overflatetemperaturer på ulike deler av bygningen.

Det er en mye høyere utstråling fra det nederste og lave vinduet til høyre på bygningen, som kan innebære at dette lave vinduet har dårligere varmeisolasjonsevne (høyere U-verdi) eller at rommet innenfor dette vinduet har en høyere oppholdstemperatur (f.eks. bad).

Rett under det øverste vinduet til venstre er det et felt med høyere utstråling, som man kan tro skyldes manglende varmeisolasjon akkurat her. Men det kan også bety at det står en varmeovn rett under vinduet. En kikk innenfor huset vil bekrefte eller avkrefte det.

Legg også merke til større utstråling fra første enn fra andre etasje, noe som skyldes at andre etasje er etterisolert. En annen årsak kunne ha vært at første etasje hadde en høyere romtemperatur enn andre etasje.

### Anvendelsesområder

Termografering kan benyttes til en rekke ulike målinger på bygninger, blant annet relatert til å lokalisere og studere: varmetap, manglende isolasjon, kuldebruer, luftlek-



Fig. 1. Termogram av en eldre enebolig. Hvit farge indikerer høyest utstråling og rød-gule farger betyr høyere utstråling enn svarte og blå (kalde) farger.

kasjer, fuktskader, varme- og kjølesystemer, varmekabler, varmerør (f.eks. vannbåren varme), elektriske installasjoner, overflatetemperaturer og fordeling samt strålingsegenskaper (emissivitet).

### Temperaturforhold ved måling

Ved termografering er det en fordel å ha størst mulig temperaturforskjell mellom ute- og inneluft. Det betyr at det normalt sett er gunstigst å måle på senhøsten eller om vinteren. Dette gjelder ikke ved påvisning av luftlekkasjer.

### Måling fra innsiden eller utsiden

Termografering kan utføres fra både innsiden og utsiden. Ofte kan det være nyttig å utføre begge deler. Målinger fra varm side (vanligvis innsiden) vil vise varmetap som mørke felt og godt isolerte områder som lyse eller rød-gule-hvite felt. Målinger fra kald side (vanligvis utsiden) vil vise varmetap som lyse eller rød-gule-hvite felt

og godt isolerte områder som mørke felt (f.eks. fig. 1). Termograferingskameraets følsomhet utnyttes best ved å termografere inne fra bygningens varme side (størst overgangsmotstand).

### Eksempler på målinger

I fig. 2 a–f er det vist forskjellige eksempler på termogram.

### Luftlekkasjer og fuktskader

For å finne luftlekkasjer ved termografering er det vanlig å endre trykkforholdene i bygningen. Man kan benytte eksisterende ventilasjonsanlegg eller medbrakt mekanisk vifte for å skape et undertrykk, og dermed få kald lekkasjeluft til å strømme inn gjennom utettheter. Måling av bygningers lufttetthet er beskrevet i Byggforskserien 720.035. Termogrammet av luftlekkasjene i kjølerommet i fig. 2 f er forøvrig tatt uten trykksetting.

Man kan også oppdage fuktskader i en bygning ved termografering. Prinsippet er at det fuktige området kan påvirke overflatetemperaturen ved nedsatt isolasjonsevne, nedkjøling pga. avdampning, endret varmeløsnings- og varmelagringsevne, forsinket avkjøling/oppvarming og lekkasje av kaldt eller varmt vann.

### Målebetingelser

Ved termografering er det viktig å registrere og passe på: utetemperaturer før og under termografering, romtemperaturer før og under termografering, trykkforhold, innflytelse fra varmekilder, solstråling, variasjoner i klimatiske forhold, blanke eller reflekterende overflater (metall, glass) som kan gi problemer. Blokkering av områder som skal termograferes bør unngås. Møbler eller annet inventar bør flyttes unna i god tid for å unngå at temperaturforholdene endres for mye rett før termograferingen.

### Vurdering

Det er viktig at den som utfører termografering av bygninger har gode byggetekniske, bygningsfysiske og strålingstekniske kunnskaper. Man må også kjenne gjeldende standard NS-EN 13187.

Det er også viktig å starte termograferingen med å skaffe seg et overblikk over situasjonen. Deretter må man tolke og klassifisere observasjonene etter flere mulige årsaker. Tolkning og vurdering av termogrammene og observasjonene forutsetter fagkunnskap og erfaring.

Endrede betingelser rett før og under termografering kan vanskeliggjøre vurderingen. Typiske eksempler er flytting av varmekilder eller varmeisolerende møbler

## Unngå byggskader

Det er fullt mulig å redusere omfanget av byggskader og prosjekteringsfeil i Norge, og dermed oppnå økt kvalitet og produktivitet. Kunnskap og kommunikasjon er sentrale stikkord. Systematisk kunnskapsformidling og erfaringstilbakeføring, kan gi samfunnsøkonomiske besparelser i milliardklassen. SINTEF Byggforsk ønsker med artikkelserien Unngå byggskader å fokusere på temaene byggkvalitet, byggskader og byggeprosess. Artikkelserien vil formidle råd om hvordan man sikrer bruk av riktige løsninger, materialer og konstruksjoner med Byggforskseriens anvisninger som fundament.

### Byggforskserien – Byggenæringens kvalitetsnorm

Byggforskserien er en komplett kilde til byggetekniske løsninger, og inneholder tilrettelagte erfaringer og resultater fra vår egen og næringens praksis og forskning. Anvisningene tilfredsstiller funksjonskravene i teknisk forskrift til plan- og bygningsloven – og er et sentralt verktøy for å sikre at norske bygninger utføres i samsvar med forskriftene. Se <http://bks.byggforsk.no/>

Nasjonal database for byggkvalitet. Klok av skade? Se [www.byggkvalitet.no](http://www.byggkvalitet.no).

og inventar, åpning av innerdør til rom som har stått kjølig, etc. Endring i værforhold kan også bety mye, f.eks. vil temperaturforløpet i døgnene før termograferingen være avgjørende for tunge konstruksjoner hvor temperaturendringene skjer mye langsommere enn i lette konstruksjoner.

### Referanser

Byggforskserien 720.032 og 720.035  
NS-EN 13187

*Dette arbeidet har vært støttet av Norges forskningsråd og ulike bransjepartnere gjennom SINTEF og NTNU forskningsprosjektet "Robust Envelope Construction Details for Buildings of the 21st Century" (ROBUST).*

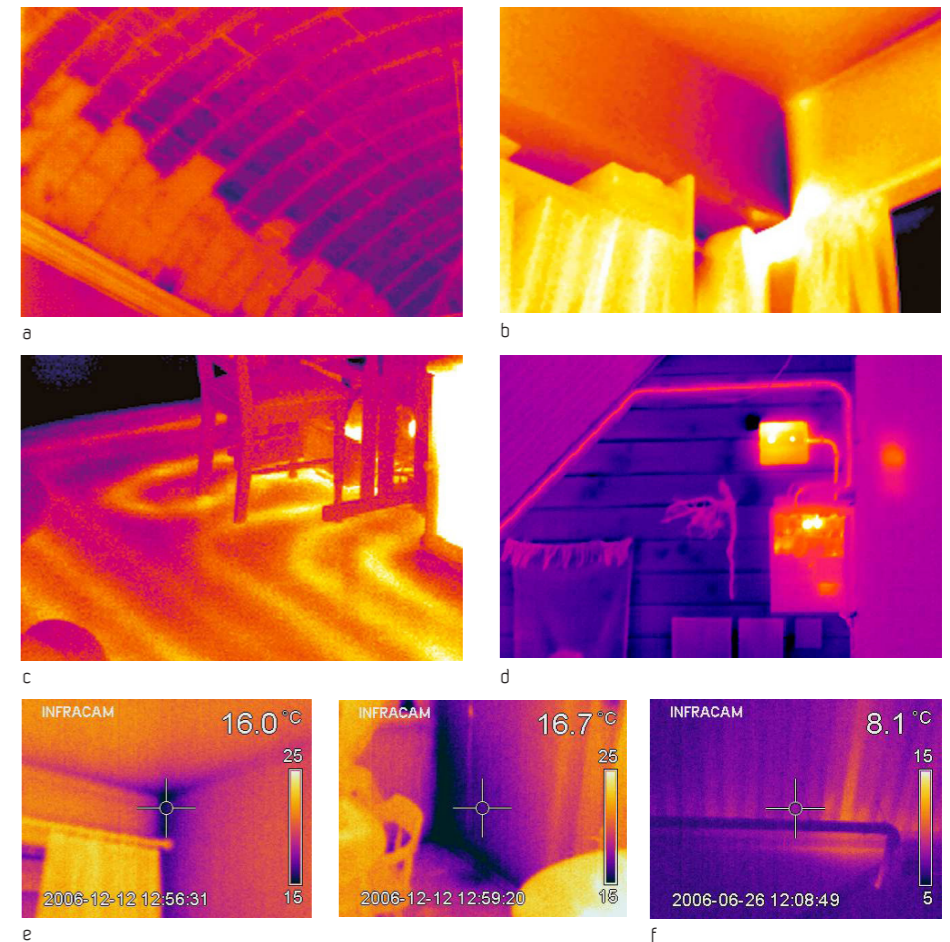


Fig. 2. Eksempler på termogram

- Termogram tatt fra innsiden som viser manglende varmeisolasjon i himling som mørke felt
- Termogram av kuldebrui i betongbjelke som går ut i yttervegg
- Termogram av varmerør i gulvkonstruksjonen
- Termogram av elektriske installasjoner i en eldre bolig, hvor varmgangen i hovedinntaket krever utskifting av komponenter
- Termogram av kaldt stuehjørne, oppe ved tak (venstre) og nede ved gulv (høyre).
- Termogram som viser luftlekkasje i himling av korrugert ståltak hvor varm luft fra et naborom strømmer inn i kjølerommet det måles i.