

Bygningstermografi



Inspektion udført 19/3 2015

Kontaktperson:

Kasper Rudolfsen
Tlf.: 5382 1362
kr@termo-service.dk

Rekvirent:

xxx
xxx

Termografisk inspektion af bygning

xxxxxxx, 6700 Esbjerg

Bygnings data:
Type af bygning: Etageejendom
Bygge år: 1953
Ydervægge: Murværk
Sokkel: Massiv
Tagdækning: Tegl
Type af opvarmning: Fjernvarme
Inde temperatur målt i bygning: Ca. 22 °C
Ude temperatur: Målt til ca. 2 °C
Temperatur differences inde - ude Δt : 20 °C

Bygnings oplysninger ifølge OIS

Bemærkninger ved undersøgelsen:
Vindstille

Termografisk undersøgelse udført af:
Kasper Rudolfsen
Termografisk rapport udført af:
Kasper Rudolfsen

Anvendt udstyr til termografisk inspektion:	
Baggrund temperatur indendørs:	22 °C
Baggrund temperatur udendørs:	2 °C
Emissivity:	0.95
Camera Model:	Fluke Ti32
Camera serial number:	Fluke Ti32-10020417
Camera Manufacturer:	Fluke Thermography
Lens description:	FLK-LENS/WIDE1 & Normal
Calibration Range:	-10.0°C to 80.0°C
Temperature measurement accuracy:	± 2 °C or 2 %
Detector type:	320 X 240 Focal Plane Array

Indledning

Den 19/3 2015, har Kasper Rudolfsen fra Termo-Service foretaget en termografisk undersøgelse af boligblokken beliggende på xxxxx, 6700 Esbjerg. Undersøgelsen blev foretaget efter aftale med xxxx fra COWI. Baggrunden for denne termografiske gennemgang, har været at påvise kuldeindtræk og varmetab, ved en udvendig og indvendig termografisk gennemgang af boligblokken, med henblik på udpegning af energiforbedringsmuligheder.

Det totale facade- og tagareal blev gennemgået termografisk udvendigt, og efterfølgende blev følgende lejligheder gennemgået termografisk indvendigt:

- 8. st. TV
- 12. 3. TV
- 14. 1. TV
- 14. 2. TV
- 18. 1. TV
- 25. 2. TV.

Efter den termografiske gennemgang af boligblokken, kan vi konkludere, at der er uregelmæssigheder i isoleringskvaliteten, samt fejl/mangler i tætningen af boligen. Da boligblokken er opført i 1953, hvor der blev stillet væsentlig lavere krav ang. varmetab og isoleringsværdier, end der gøres i dag, vil det ikke kunne forventes at boligblokken lever op til dagens standard.

I sammenfatningen har vi derfor set bort fra mindre varmetab, da det rent økonomisk set ikke er rentabelt at udbedre disse fejl/mangler. Billederne repræsenterer boligens generelle problemstillinger.

De termografiske billeder i rapporten repræsenterer husets generelle problemstillinger i en passiv (vindstille) situation. Ved vindpåvirkning, kan varmetabet være væsentligt større grundet lækager i klimaskærmen. Beskrivelserne til billederne er udelukkende en beskrivelse af hvad der ses på det enkelte billede, evt. udbedringsforslag kan ses i sammenfatningen.

Billederne er inddelt i afsnit, startende med facadebilleder af alle blokke, efterfulgt af de indvendige termografiske undersøgelser, og til sidst loftrummen over to af blokkene.

Fordelen ved termografi er, at man kan se temperaturforskelle hen over et materiale. Kameraet er meget følsomt over for temperaturændringer, derfor er den temperaturforskel som vises på billederne, meget præcis. Til gengæld er termografikameraet er ikke velegnet til måling af absolut-temperature, da der er mange faktorer der skal opfyldes, hvis den nøjagtige overfladetemperatur skal bestemmes termografisk.

Bemærk: Det er kundens ansvar, at drage endelige konklusioner, af de af Termo-service.dk påpegede fejl og mangler.

Inspektion udført af termografør:

Kasper Rudolfsen

Redigering, analysering og rapport udarbejdet af:

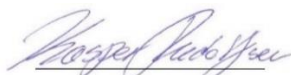
Kasper Rudolfsen

Titel:

Energiteknolog & Level 1 certificeret termografør

Firma:

Termo-service.dk
Havnegade 100
5000, Odense C



Kasper Rudolfsen
Energiteknolog

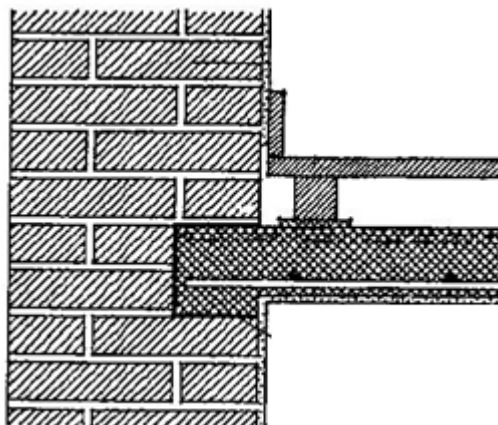
Sammenfatning af løsningsforslag

Ydervægge

De murede ydervægge ses med varierende isoleringsværdi (se udvendig eksempel på foto 10648, 10675). Indvendigt ses der ligeledes variationer i ydervæggens overfladetemperatur (se eksempel på foto 10721).

På gavlene ses aftegninger af etageadskillelserne, betondækkene hviler sandsynligvis på indermuren, og udefra ses betondækket som en let øget kuldebro (se foto 10641).

Tegningen herunder viser hvordan etageadskillelsen muligvis er opbygget.



Det oplyses af varmemesteren at ydervæggen er opbygget med en hulmur på blot 50 mm. Om denne er forsøgt efterisoleret vides ikke med sikkerhed, men der ses enkelte steder tegn på gammel hulmursisolering. Fx foto 10675, som ses herunder, ses der punktvis forbedret isoleringsværdi på ydervæggen.



Årsagen til denne variation kan ikke afklares alene ud fra et termisk billede, og der bør derfor foretages boreprøver i væggen for at afklare de faktiske isoleringsfejl.

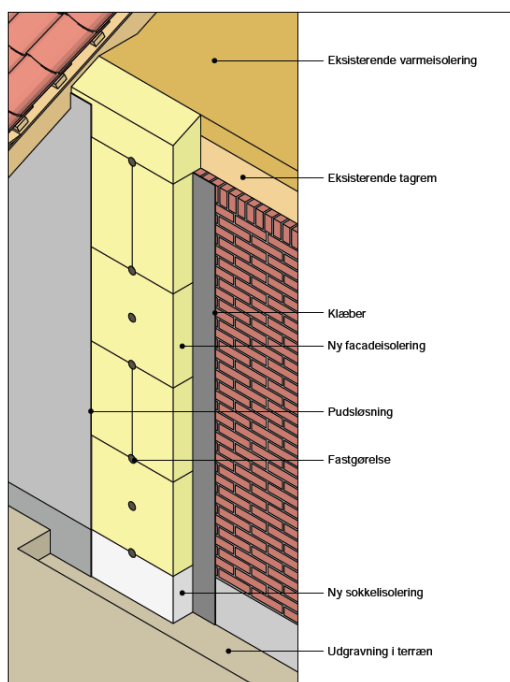
Energimæssigt vurderer jeg ikke at det vil have en tilstrækkelig effekt at efterisolere en hulmur på 50 mm, da hulrummet flere steder vil være fyldt ud af den mørtel, der er presset ud mellem stenen da huset blev bygget.

Udvendig efterisolering

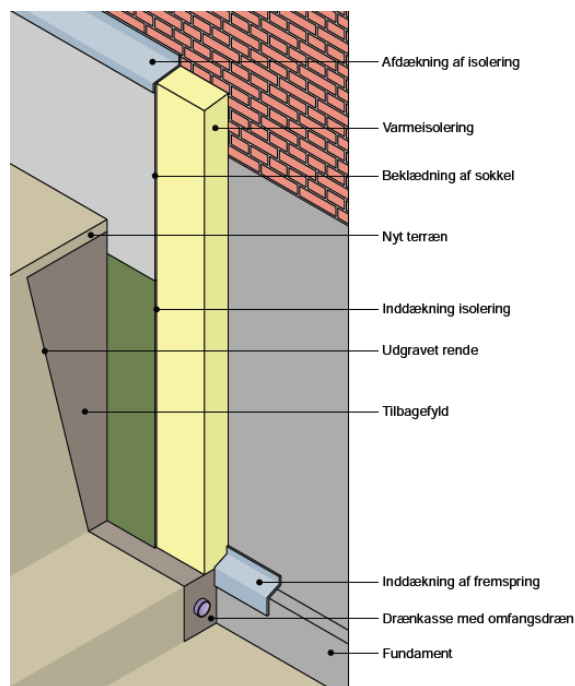
Den optimale løsning på problemet vil være en facadeisolering af hele bygningens murede overflade. Som hovedregel vil udvendig efterisolering være den fugtteknisk bedste løsning. Den eksisterende væg bliver mere varm og får derfor dårligere vilkår for fugtdannelse.

Kuldebroer hvor for- og bagmur mødes, fx ved vinduer og døre og indervægge reduceres også ved udvendig efterisolering, hvorved også risikoen for dannelse af støvfigurer på kuldebroer mod rummet reduceres væsentligt. En ny udvendig klimaskærm giver derfor forbedring af både fugttekniske og energitekniske forhold.

Udvendig efterisolering kan fx udføres så der anvendes hårde isoleringsplader, som udvendig pudses med specialpudstyper, der både er vandafvisende og diffusionsåbne. Der findes flere forskellige systemer til facadeisolering.



Eksempel på facadeisolering.



Eksempel på sokkelisolering (kilde: SBI)

Udføres der en facadeisolering, anbefaler vi i sammen omgang at der udføres en udvendig sokkelisolering, da der spares tid og penge når arbejdet i forvejen er i gang.

Ved en udvendig sokkelisolering mindskes varmetabet fra kælderen igennem den massive sokkel. Da der ikke er beboelse i kælderen vil dette ikke give en komfortmæssig forbedring i forhold til beboernes dagligdag, men det generelle indeklima i kælderen vil blive tørt. Bruges kælderen til opbevaring af diverse genstande, vil der være en gevinst ved at efterisolere soklen, da en fugtig kælder ikke er optimal for opbevaring.

En uisoleret kælder vil næsten altid være fugtig i større eller mindre grad, da der er et konstant vandtryk på soklens yderside. Da soklen er lavet af massivt beton vil fugten fra jorden blive ledt ind i kældere og fordampe fra kældervæggens overflade og derved give et fugtigt indeklima.

Konklusion

Da der er observeret fugtige vægge indvendigt, og der i denne type bygning er mange kuldebroer ved bl.a. etageadskillelser, vil en facadeisolering være den eneste optimale løsning med hensyn til efterisolering af bygningens facader.

Ulempen ved en facadeisolering er at ydervæggen mister den oprindelige rødstens overflade.

Det bør derfor overvejes om bygningerne har specielt bevaringsværdige facader, der gør denne løsning ubrugelig.

Indvendig efterisolering

I lejligheden ved opgang 25, st. TV, er der efterisoleret indvendigt med 100 mm. SkamoPlus Indeklimaplade.

På billederne (foto 10813 og 10814) herunder ses der en tydelig forskel på de vægge, der er efterisoleret de vægge, der ikke er efterisoleret:

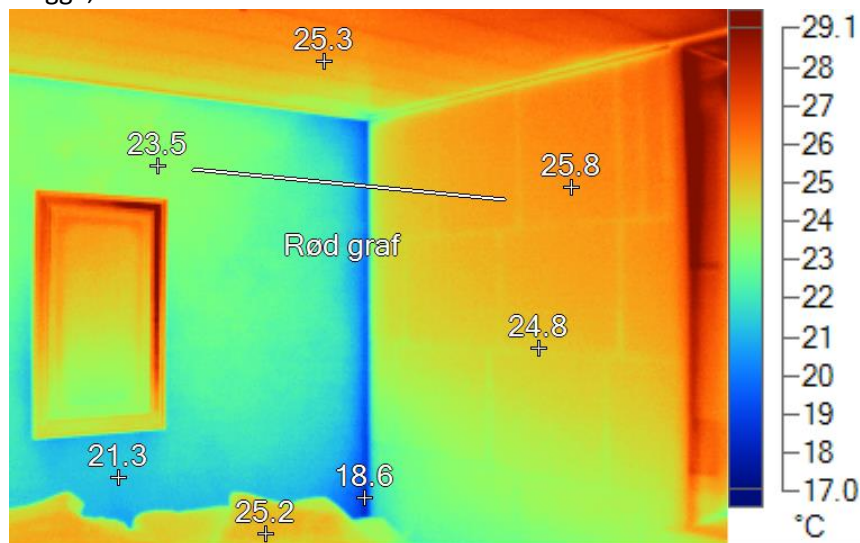


Foto 10813 – Væggen til højre er indvendigt efterisoleret, væggen til venstre er ikke efterisoleret.

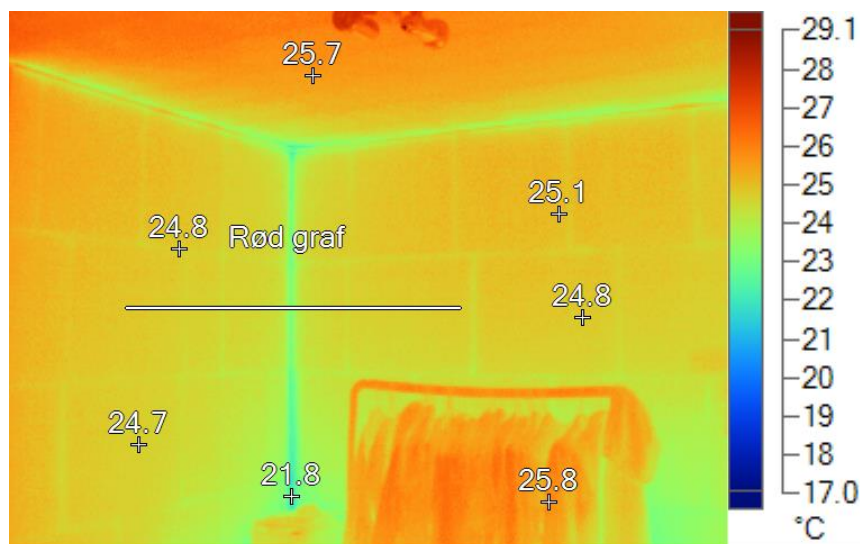


Foto 10814 – Begge vægge er indvendigt efterisoleret.

Denne løsning ses med positivt resultat, og vil være en mulig løsning til efterisolering af bygningen. Materialet er dog meget dyrt, ca. 790 kr/m². Isoleringsevnen ligger på 0,062 W/(mK)¹

Alternativt kan vi anbefale et materiale fra YTONG (Multopor isoleringsplade). Dette materiale har samme kvalifikationer som SkamoPlus i forhold til indeklimaet, og har desuden en bedre isoleringsevne, lambda 0,042 W/(mK), og kan ved større ordre bestilles med en lambda værdi på 0,039 W/(mK).²

Der vil derfor opnås ca. 50% bedre isoleringsværdi med dette produkt.

Multopor isoleringspladen fra YTONG koster ca. 380 kr/m².

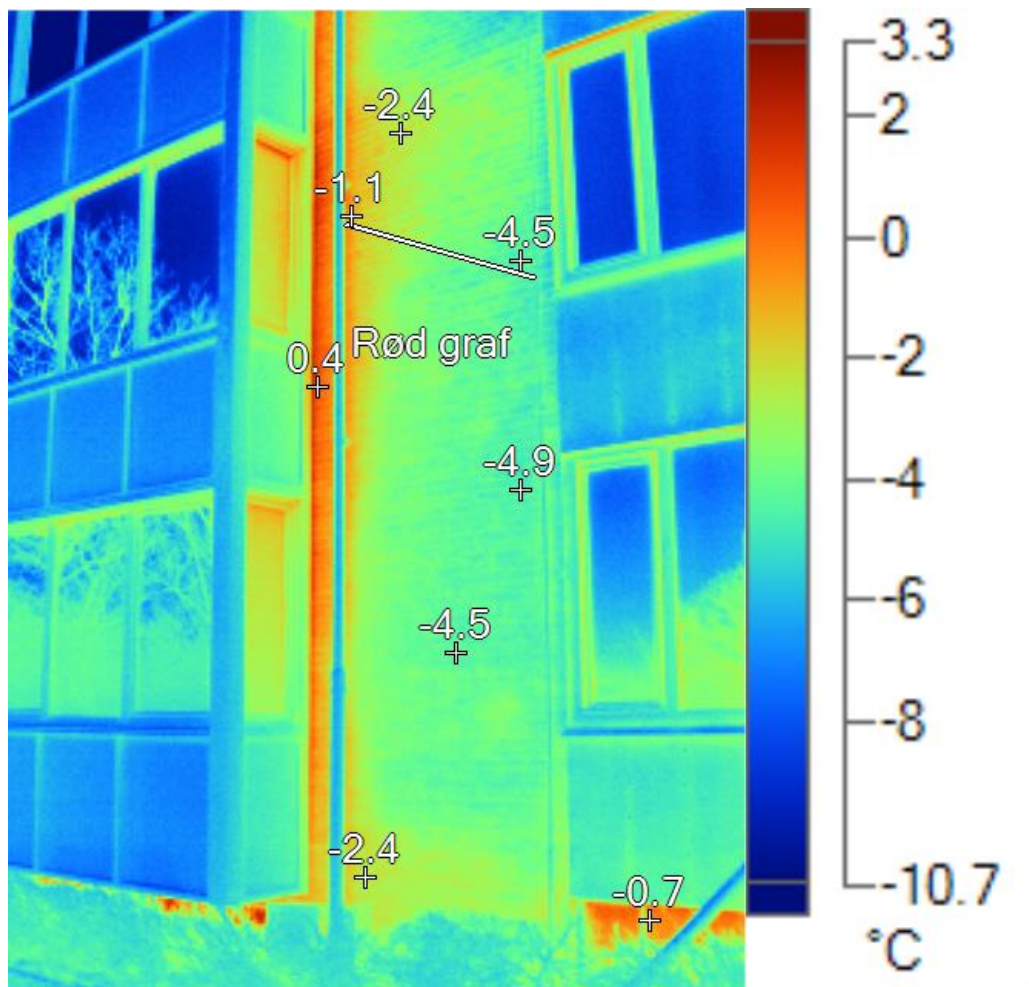
Det kan risikeres at der ved indvendig efterisolering vil opstå en øget temperaturforskel ved etageadskillelserne, da disse ikke kan efterisoleres. Dette vil kunne resultere i kondensering af vanddamp på disse lokale steder, og der kan opstå øget fugtighed i disse områder. For yderligere oplysninger om dette, kontakt vores fugt- og skimmel ekspert Ole Borup på telefon 2982 1362.

¹ <http://www.byghjemme.dk/shop/skamoplus-indeklimaplade-192562p.html#.VRkTyPmsUcQ>

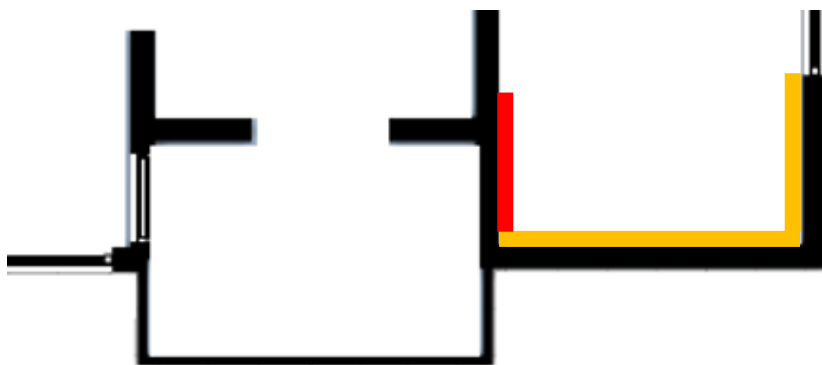
² http://www.ytong.dk/dk/content/multipor_innendaemmung_wi.php

Andre kuldebroer

Udvendigt ses et øget varmetab fra samlingen til højre for altanen (foto 10674– Billedet ses også herunder).



Dette varmetab opstår fordi muren her går direkte ind i beboelsen, og der dannes derved en kuldebro. Kuldebroen vil ikke kunne fjernes ved indvendig efterisolering af ydervæggene, men skal enten isoleres udefra, eller ved indvendig efterisolering af væggen mod altanen (se tegning herunder).



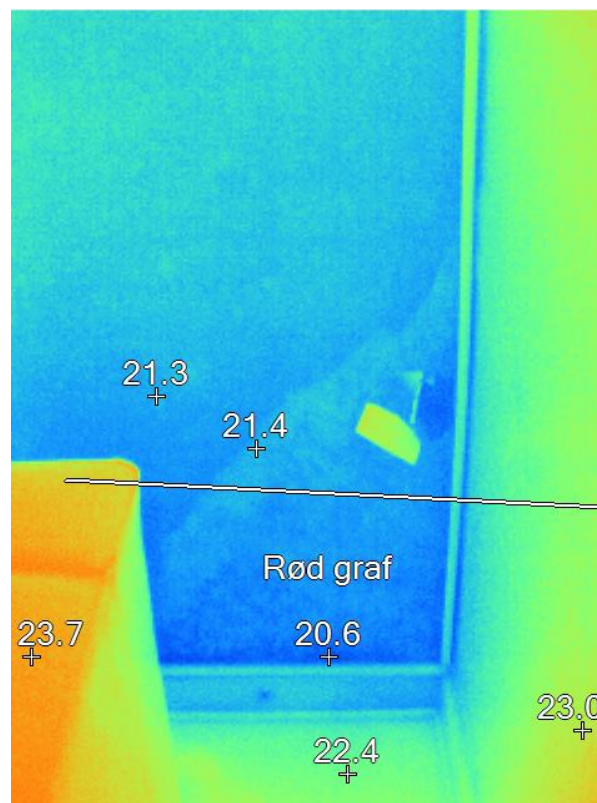
Den **gule streg** repræsenterer indvendig efterisolering af ydervæggene, den **røde streg** repræsenterer det ekstra isolering, der skal til for at mindske kuldebroen til højre for altanen.

Opfugtning

Udvendigt på murværkets overflade, ses der flere steder fugtudtrængning (se eks. på foto 10657, 10678). Herunder ses eksemplet fra foto 10657:

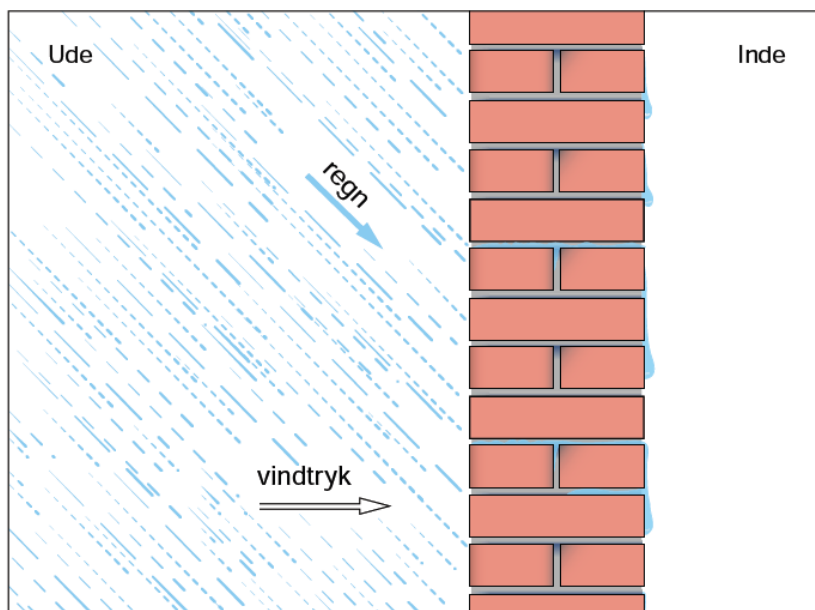


Hjørnet med fugtudtrængning vender mod sydvest, og årsagen til denne fugtudtrængning er ukendt. Der blev ikke foretaget en indvendig gennemgang af lejlighederne, der tilstøder dette hjørne.



Billedet her (foto 10795) viser væggens overflade i stuen i lejligheden opgang 14, 1. TV. Her er tapetet løsnes pga. opfugtning af ydervæggen

Illustrationen her til højre viser hvordan murværkets tæthed omkring fugerne har en afgørende betydning for væggens fugtighed.



Figur 18. Ved utætte fuger kan slagregn presses gennem ydervæggen. Måske opdages det kun få gange om året, når vinden står i et specielt hjørne. Hvis rummet har høj temperatur og vandmængderne er små, kan fugten fordampe til rumluften. Hvis der imidlertid opsættes indvendig efterisolering vil vandet ikke kunne fordampe, og der vil ske en opfugtning af væggen. Ved hulmure kan problemet opstå i udmurede felter som faste bindere, omkring vinduer m.m. Udvendig efterisolering forhindrer vandindtrængning.

Forsatsvægge

Flere steder ses der opbygget en indvendig forsatsvæg (se eksempel på foto 10770).

Opbygning af en isoleret forsatsvæg kan i det fleste tilfælde være en god løsning hvis den udføres med korrekt monteret dampspærre, og mod en tør ydervæg.

Da der i lejlighederne er observeret meget fugtige ydervægge (se mere herom i den rapporten for den fugttekniske gennemgang foretaget af Ole Borup), kan der opstå problemer ved opbygning af en traditionel forsatsvæg, da denne vil tilbageholde den fugt der er i væggen. Hvis fugten trænger ind i boligen udefra, vil fugten kunne ophobes i isoleringslaget i forsatsvæggen, og dermed give gode forhold for skimmelvækst.

Det anbefales at der foretages en boreprøve ved disse forsatsvægge, for at konstatere isolerings fugtighed, og dermed fastslå om der er risiko for skimmelvækst.

Vinduer

Vinduerne ses generelt med lav isoleringsværdig (se eksempel på foto 10722, eller se herunder).

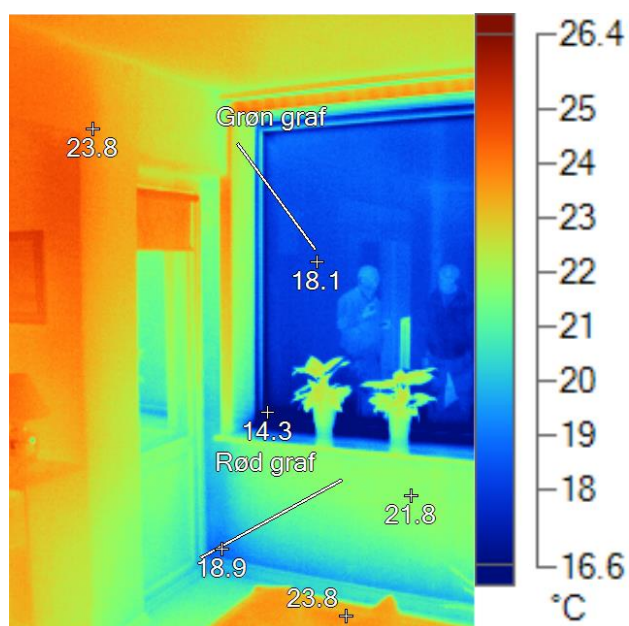


Foto 10722 – Her ses vinduet med dårlig isoleringsværdi.

Nye lavenergivinduer vil have en overfladetemperatur, der ligger meget tæt på den indvendige rumtemperatur, da disse har en god isoleringsværdi. Vinduet her, som repræsenterer alle vinduerne i boligblokkene, ses med en overfladetemperatur på, der er 5 grader under rumtemperaturen.

Der vil derfor være rentabelt af udskifte alle vinduer til nye vinduer med lavenergiglas, og isoleret vinduesramme.



Eks. på 3-lags lavenergivindue med isoleret ramme



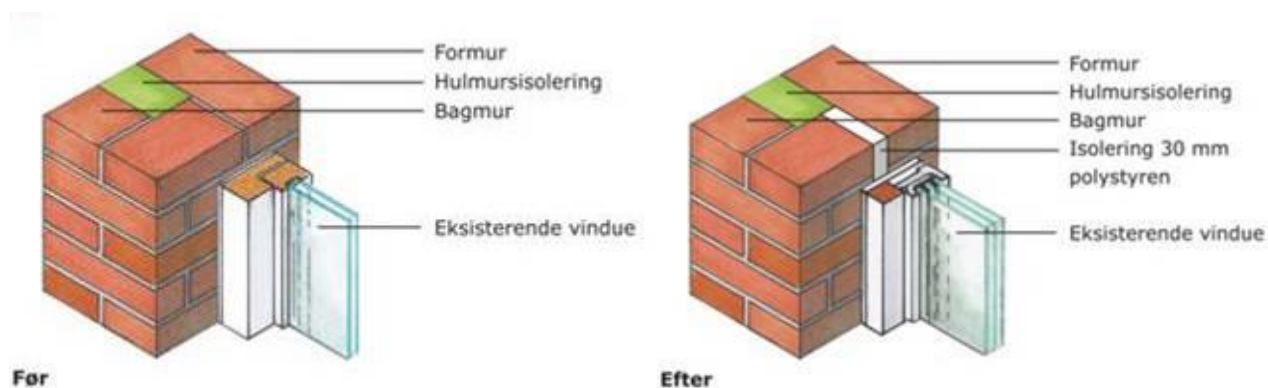
Eks. på traditionelt 2-lags termovindue med massiv træramme

Altanen er flere steder inddraget i beboelsen, og bliver derfor opvarmet som resten af lejligheden. Vinduerne bør derfor også udskiftes i alle altaner/udestuer.

Beklædningen under vinduerne ses med fin isoleringsværdi, og behøves derfor ikke efterisoleres yderligere (se eksempel på foto 10735, 10779). Der ses blot et mindre kuldeindtræk fra samlingerne ved gulvet, hvilket formodentlig skyldes en kuldebro i ved samlingen med gulvet.

Når vinduerne udskiftes bør der i den forbindelse isoleres i vinduesfalsen, som det ses på billedet herunder.

I vinduesfalsen skal der skæres en rille på 30-50 mm som stoppes med polystyren-isolering, og at bryde den kuldebro der er ved vinduesfalsen.



Loft- og tagisolering

Der blev foretaget undersøgelse af to af loftrumene, over opgang 8,10,12 og over opgang 25,27,29.

Isoleringslaget på loftet ses rimelig jævnt fordelt på hele loftet. Der ses nedfalden puds fra tagstenes understrykning, og isoleringen er derfor let trykket flere steder (se billede herunder).



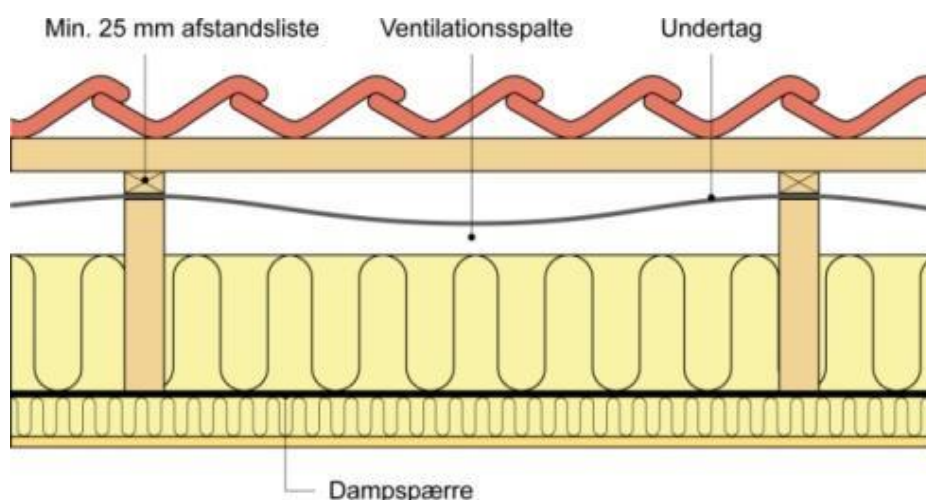
Der blev foretaget et skimmel-analyse af isoleringsmaterialet, som viste skimmelvækst i isolering (se mere herom i den rapporten for den fugttekniske gennemgang foretaget af Ole Borup), og isoleringslaget bør derfor udskiftes totalt i forbindelse med den forestående renovering af taget.

Som det ses på billedet herunder, ligger isoleringslaget i skråvæggene helt ud til taget.



Der skal være et hulrum mellem isolering af tagbeklædningen for at sikre ventilation af tagkonstruktionen.

Ved opbygning af det nye tag skal det sikres at der etableres et hulrum på minimum 70 mm hvis der benyttes "banevareundertag" (som vist på figuren herunder).



Vandret snittegning af tagkonstruktion med ventileret hulrum mellem isolering og tagbeklædning.

Taglejlighederne ses med meget varierende isoleringsværdi i skunk- og skråvægge (se eksempel på foto 10709 fra lejlighed 12,3. TV). Der ses på samme foto, et kuldeindtræk fra samlingen mellem gulv og skunkvæg. Dette kuldeindtræk skyldes sandsynligvis manglende tætning, og vil formodentlig forværres ved etablering af undertryk i lejligheden.

Ved opbygning af nyt tag anbefales det at alle indvendige skunk- og skråvægge, samt loftet demonteres så isoleringsfejlene kan udbedres.

Når skunk- og skråvæggene samt loftet skal genopbygges, skal de udføres med tætsluttende dampspærre. Hvis der ikke er en dampspærre anbefaler vi en maksimal isoleringstykkelse på 150-200 mm.³

Når der er monteret dampspærre kan der frit isoleres til den ønskede tykkelse.

³ <http://www.bolius.dk/isolering-af-loft-8480/>

Facade termografi – Administrationsbygning

Facade mod parkering



IR010681.IS2

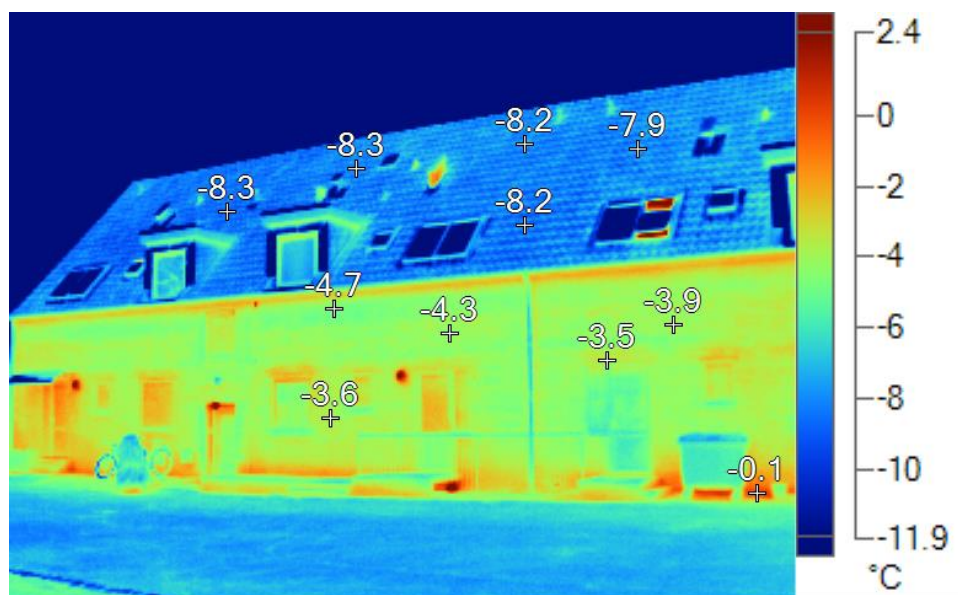


Digital Reference

Bemærkninger til billedet:

Vægge:	Ydervæggen ses med mindre variationer i isoleringsværdien.
Tag:	Tagfladen ses med en ensartet overfladetemperatur.

Facade mod parkering



IR010682.IS2

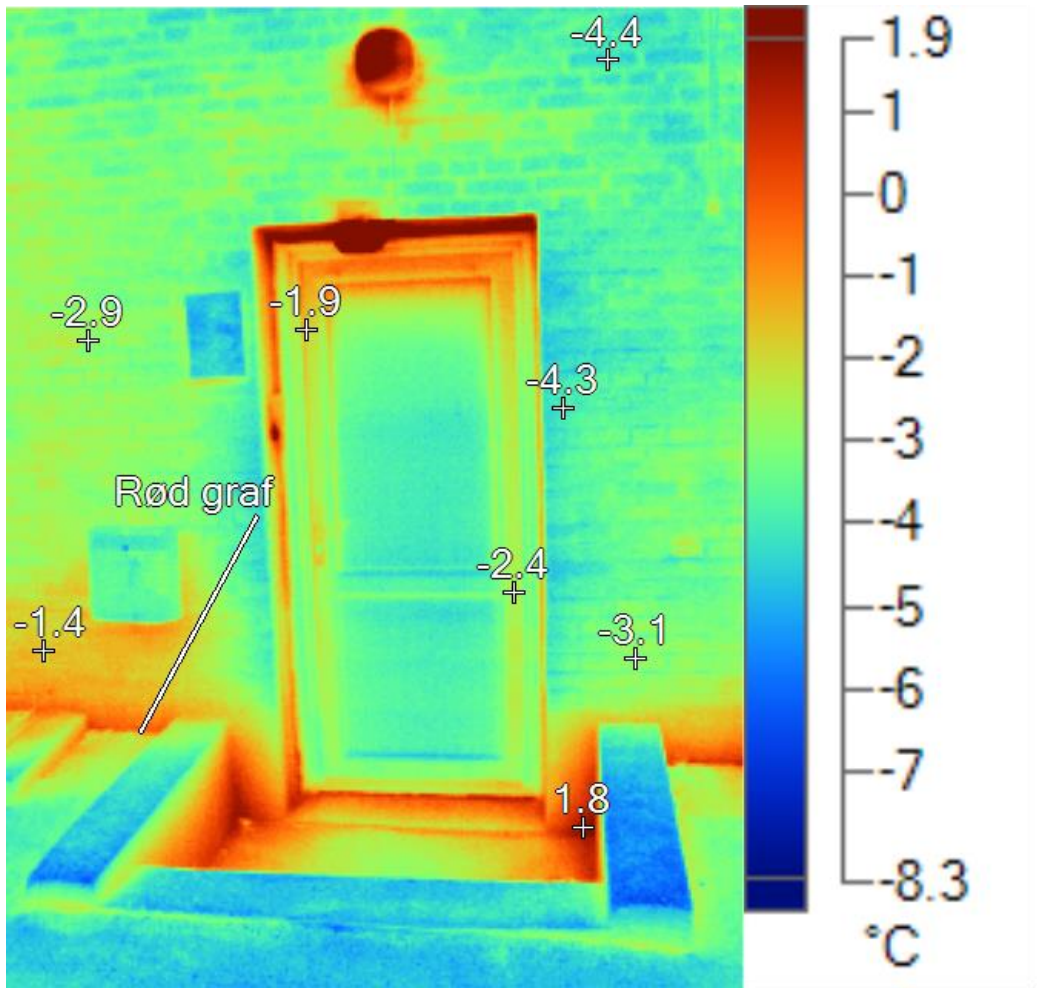


Digital Reference

Bemærkninger til billedet:

Vægge:	Ydervæggen ses med mindre variationer i isoleringsværdien.
Tag:	Tagfladen ses med en ensartet overfladetemperatur.

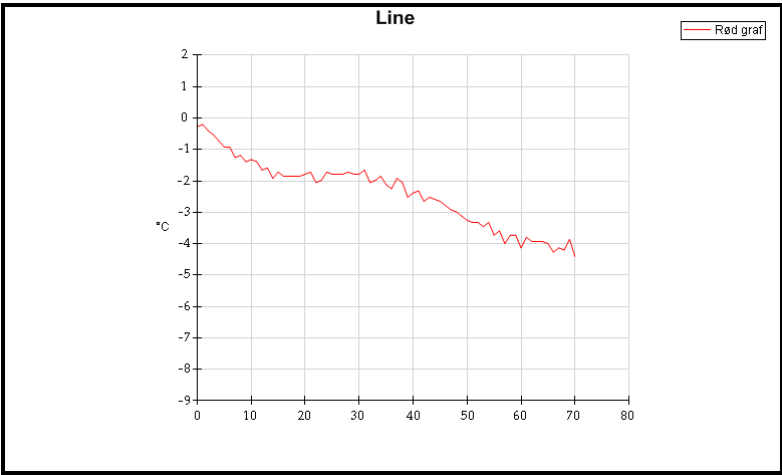
2. dør fra højre



IR010687.IS2



Digital Reference



Bemærkninger til billedet:

Graf:	Grafen viser temperaturvariationer over stregen, læst fra venstre mod højre på billedet.
Sokkel:	Der ses et varmetab fra soklen.
Væg:	Ydervæggen ses med varierende isoleringsværdi.
Dør:	Der ses et let øget varmetab fra dørens konstruktion.

Facade mod parkering



Digital Reference

IR010689.IS2

Bemærkninger til billedet:

Vægge:	Ydervæggen ses med varierende isoleringsværdi.
Sokkel:	Der ses et varmetab fra soklen.

Gavl venstre om bygningen



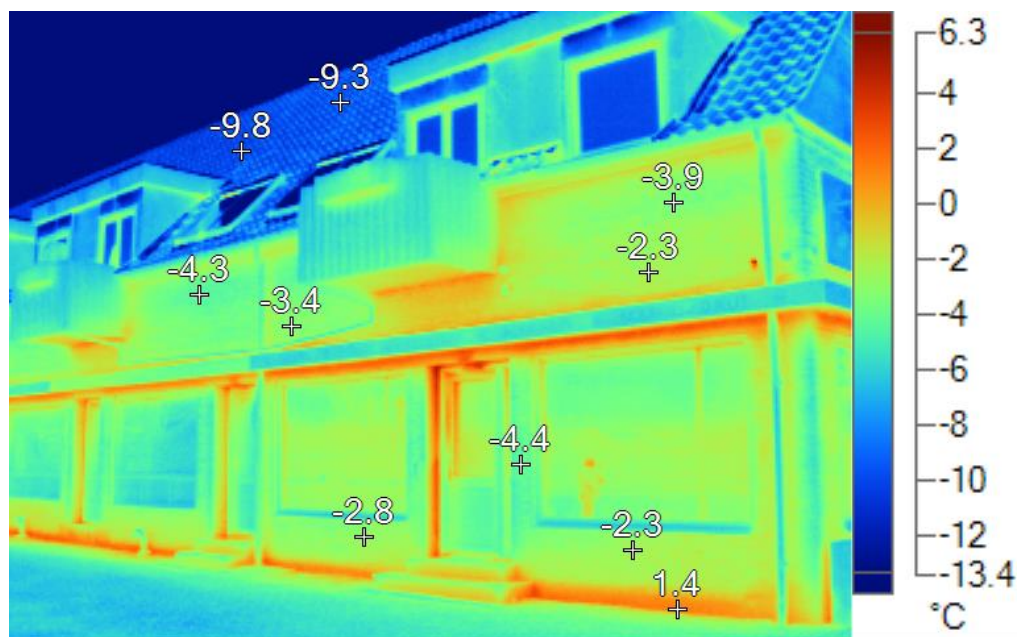
Digital Reference

IR010690.IS2

Bemærkninger til billedet:

Vægge:	Ydervæggen ses med varierende isoleringsværdi.
--------	--

Facade mod græsplæne



IR010691.IS2



Digital Reference

Facade mod græsplæne



IR010692.IS2



Digital Reference

Bemærkninger til billederne:

Vægge:	Ydervæggen ses med mindre variationer i isoleringsværdien.
Sokkel:	Der ses et varmetab fra soklen.
Tag:	Tagfladen ses med en ensartet overfladetemperatur.

Facade mod græsplæne



IR010693.IS2

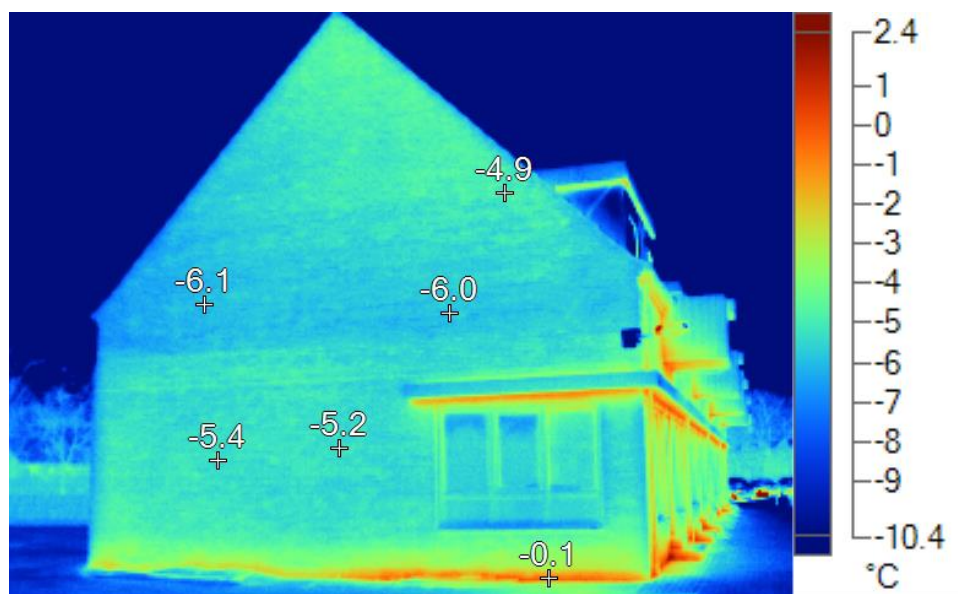


Digital Reference

Bemærkninger til billedet:

Vægge:	Ydervæggen ses med mindre variationer i isoleringsværdien.
Sokkel:	Der ses et varmetab fra soklen.
Tag:	Tagfladen ses med en ensartet overfladetemperatur.

Gavl højre om bygningen



IR010694.IS2



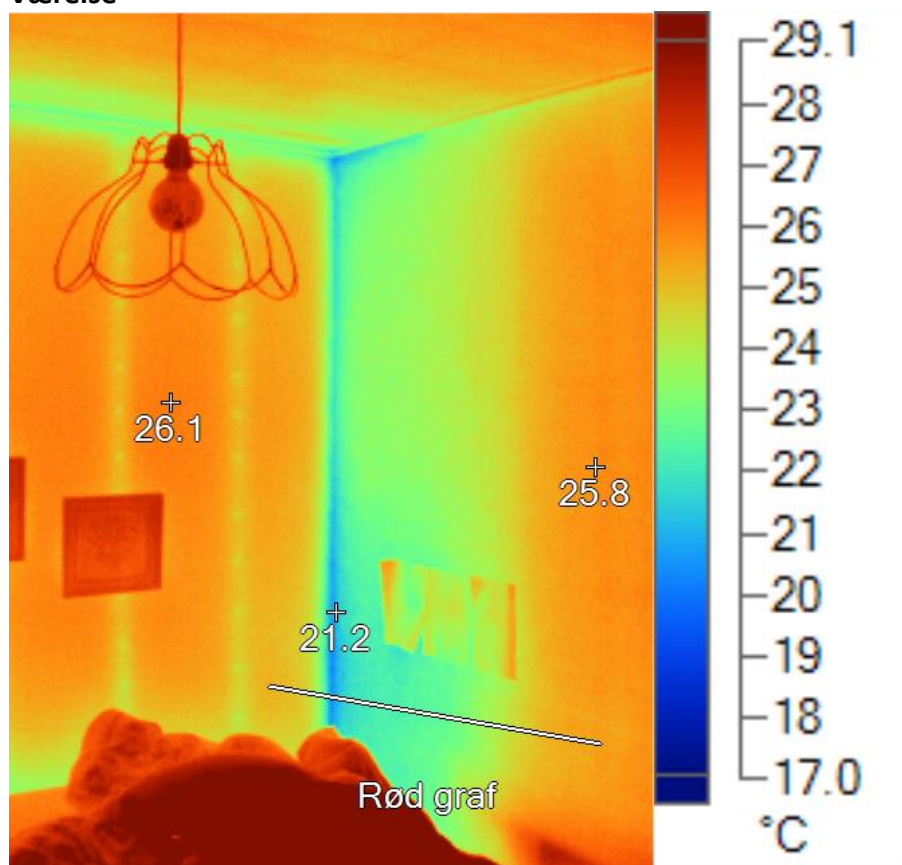
Digital Reference

Bemærkninger til billedet:

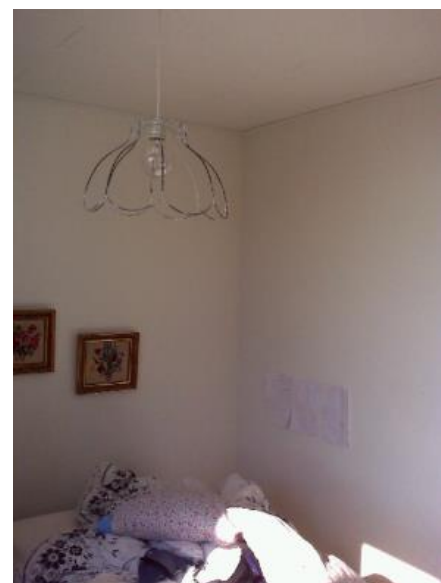
Vægge:	Ydervæggen ses med mindre variationer i isoleringsværdien.
Sokkel:	Der ses et varmetab fra soklen.

Indvendig termografi – Opgang 25, 2. TV

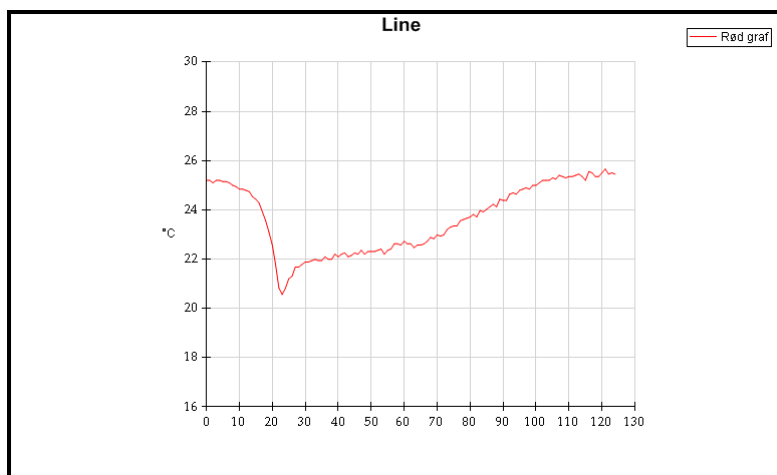
Værelse



IR010817.IS2



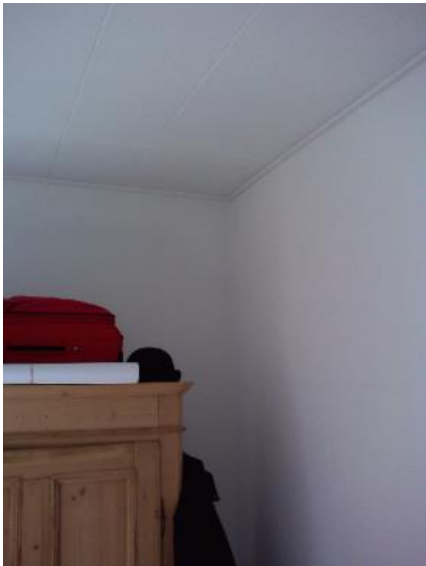
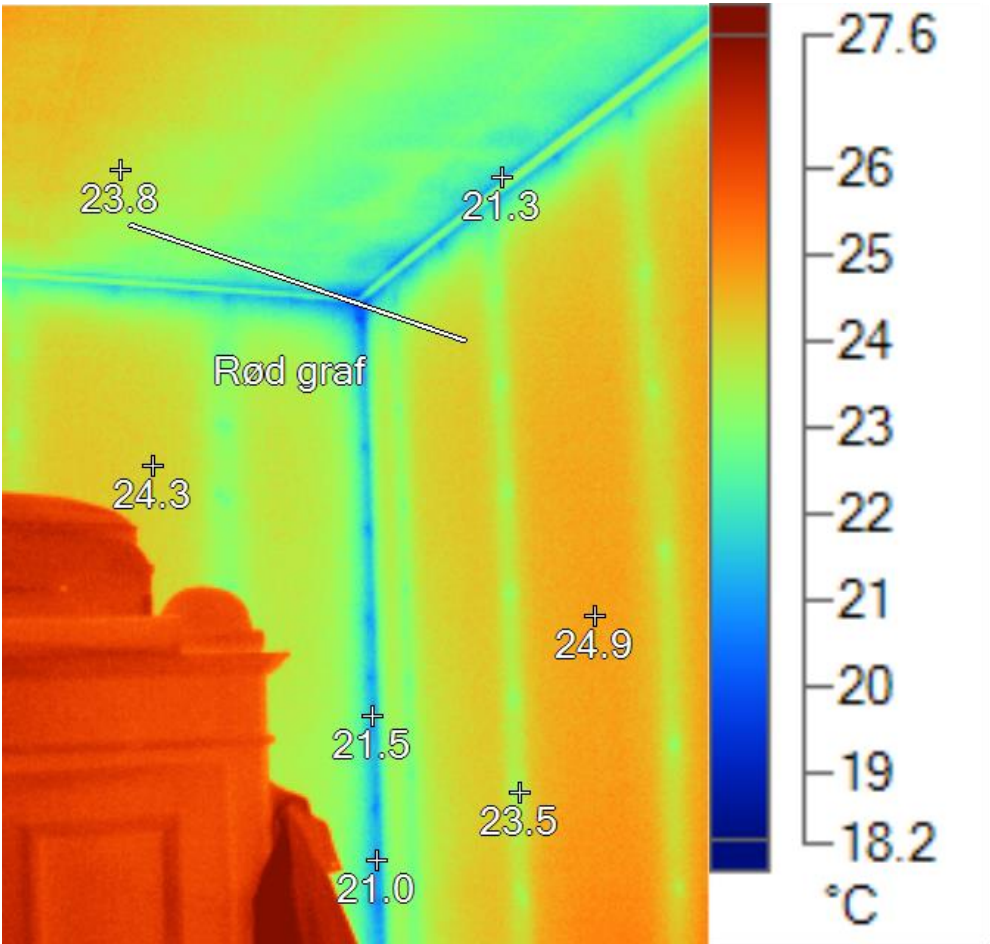
Digital Reference



Bemærkninger til billedet:

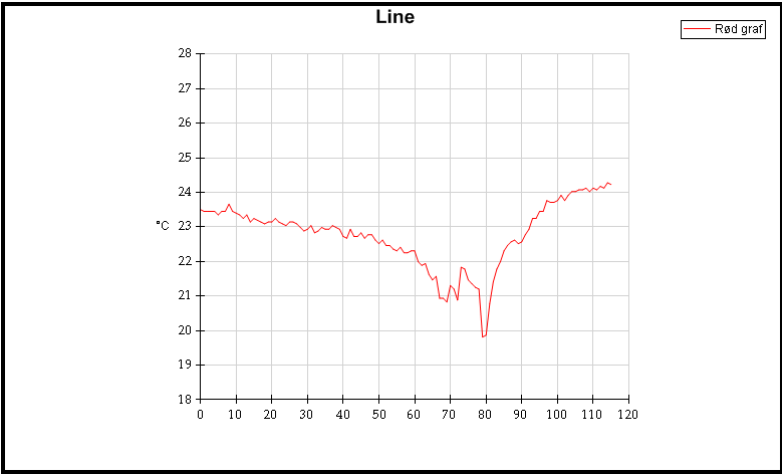
Graf:	Grafen viser temperaturvariationer over stregen, læst fra venstre mod højre på billedet.
Vægge:	Der ses aftegninger fra lægtekonstruktionen i den indvendige vægbeklædning, da disse udgør en mindre kuldebro. Det yderste stykke af væggen til højre støder op mod en udestue.

Værelse



Digital Reference

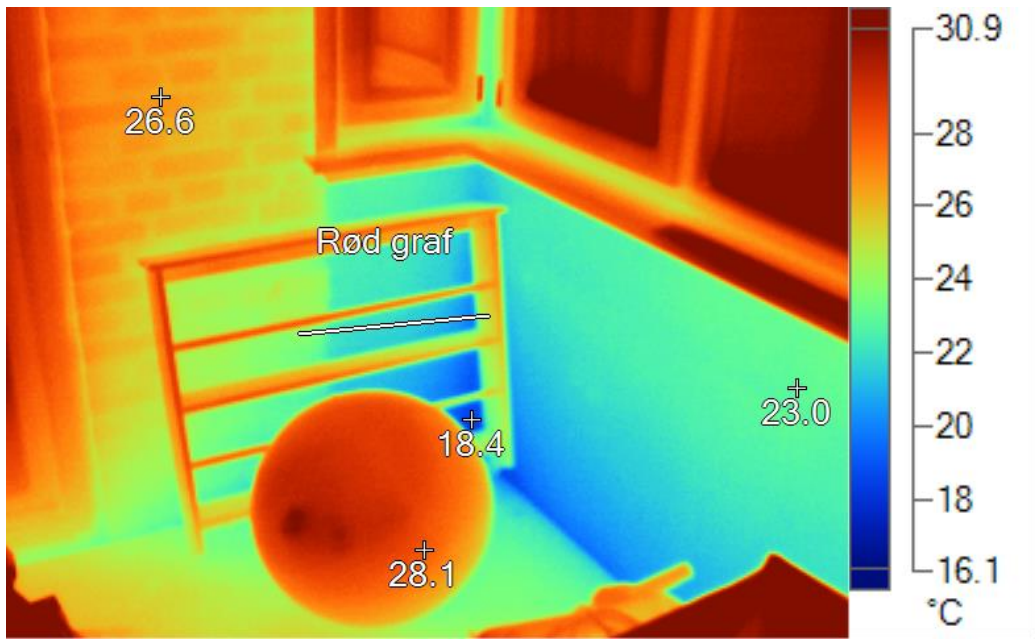
IR010819.IS2



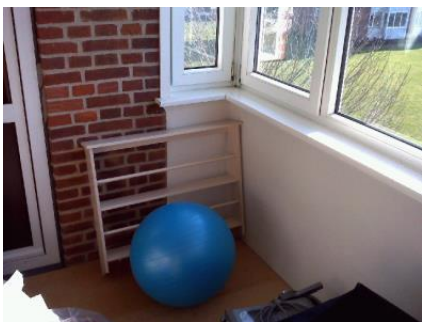
Bemærkninger til billedet:

Graf:	Grafen viser temperaturvariationer over stregen, læst fra venstre mod højre på billedet.
Vægge:	Der ses aftegninger fra lægtekonstruktionen i den indvendige vægbeklædning, da disse udgør en mindre kuldebro. Der ses kuldeindtræk ved loftet, samt i den lodrette samling af forsatsvæggene.

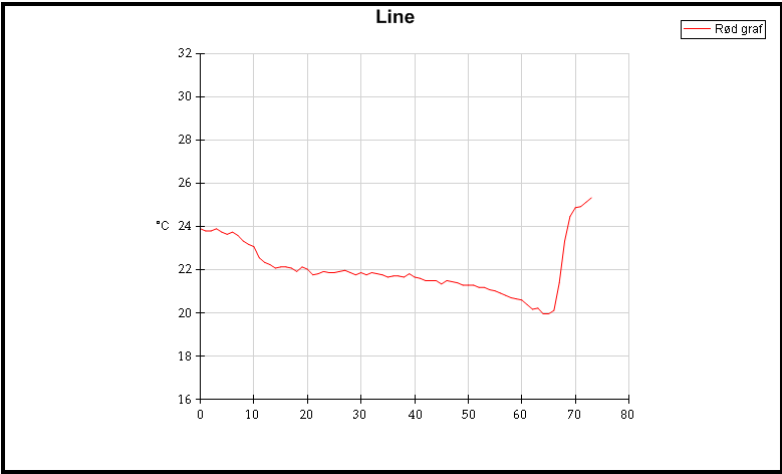
Udestue



IR010821.IS2



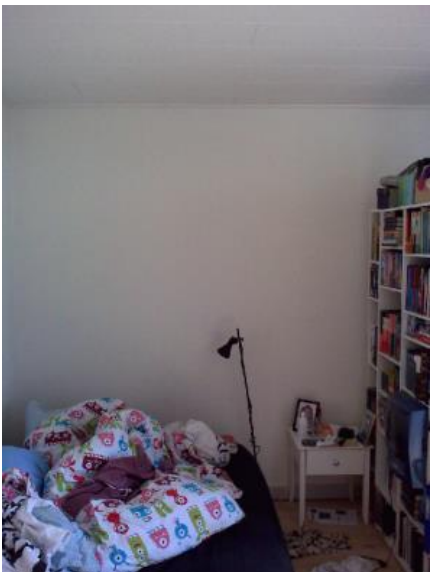
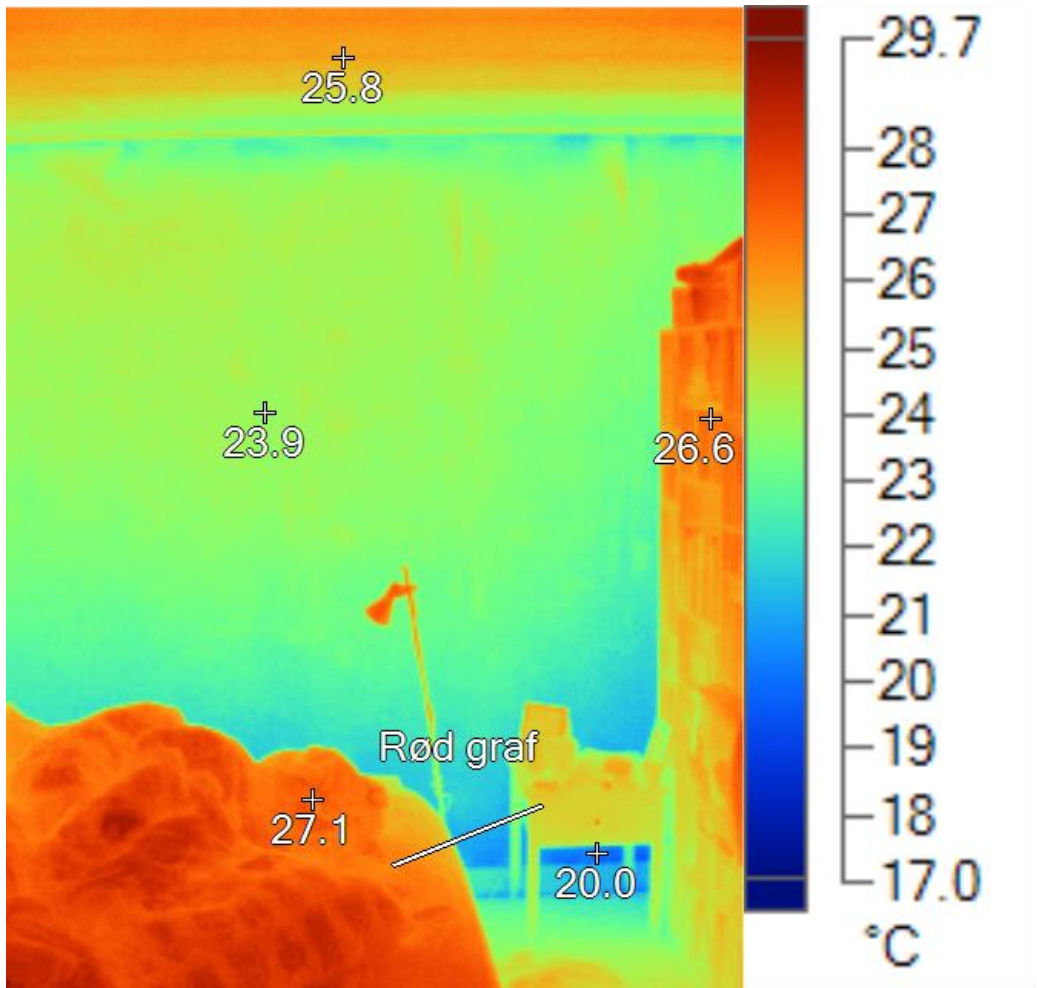
Digital Reference



Bemærkninger til billedet:

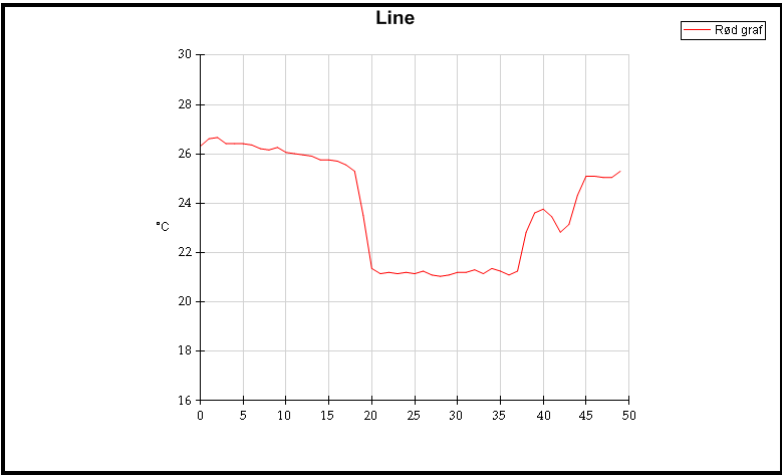
Graf:	Grafen viser temperaturvariationer over stegen, læst fra venstre mod højre på billedet.
Vægge:	Ydervæggen ses med varierende isoleringsværdi.

Soveværelse



Digital Reference

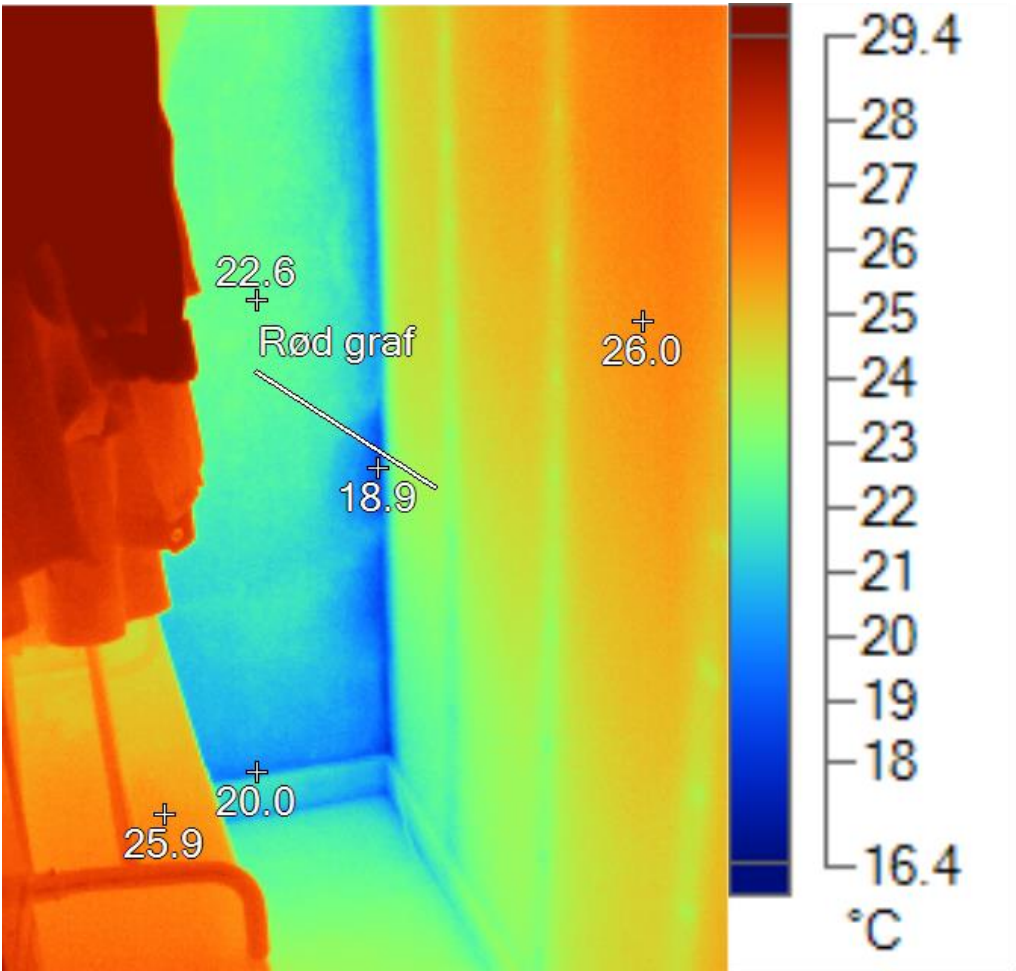
IR010823.IS2



Bemærkninger til billedet:

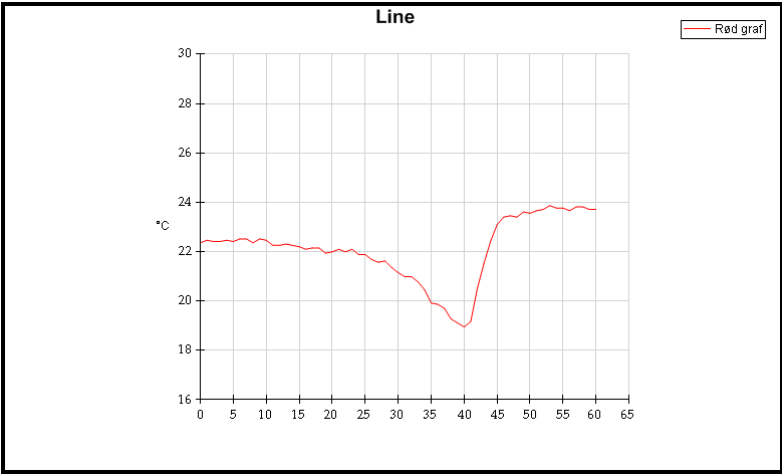
Graf:	Grafen viser temperaturvariationer over stregen, læst fra venstre mod højre på billedet.
Vægge:	Ydervæggen ses med varierende isoleringsværdi.

Soveværelse



Digital Reference

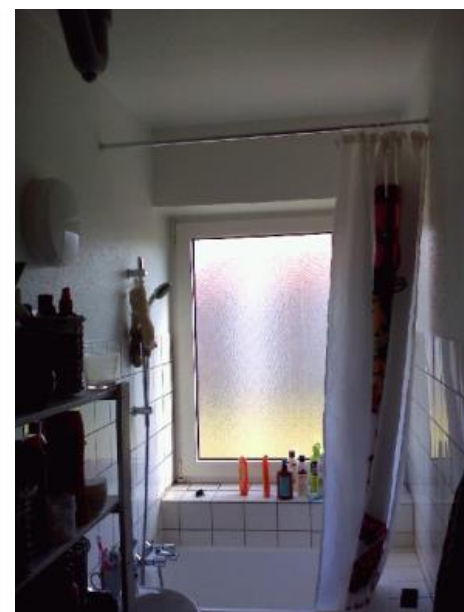
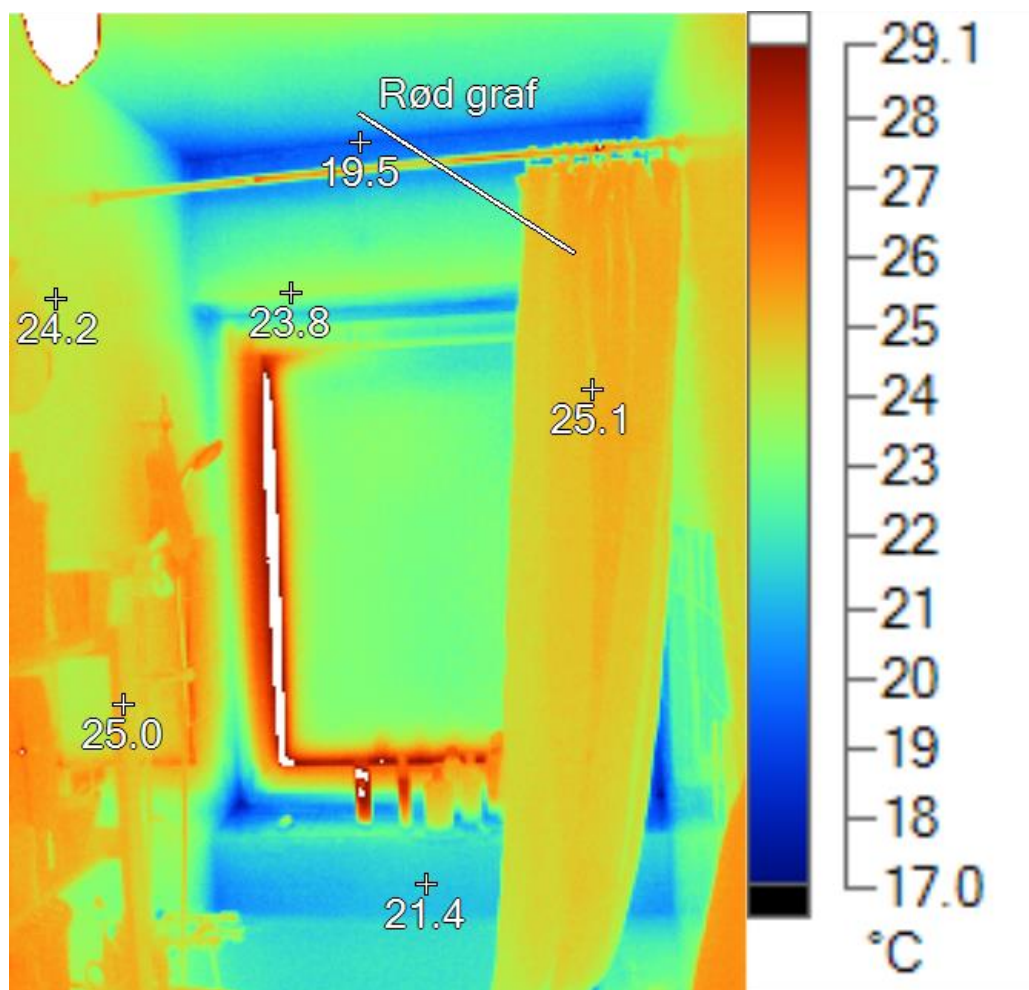
IR010824.IS2



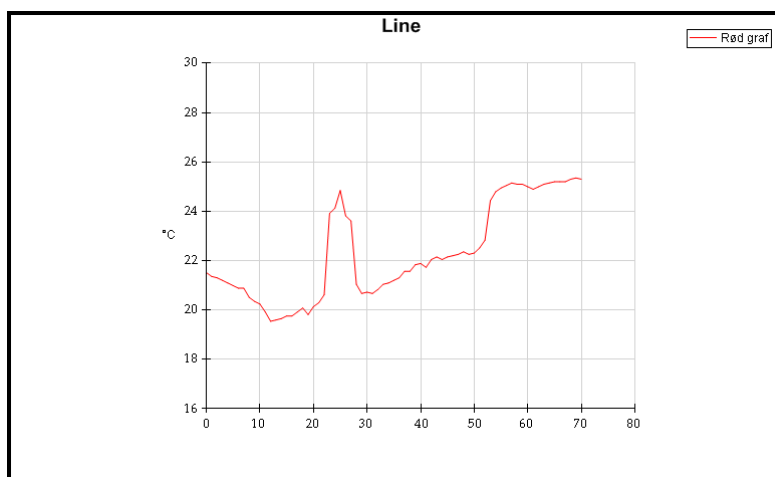
Bemærkninger til billedet:

Graf:	Grafen viser temperaturvariationer over strengen, læst fra venstre mod højre på billedet.
Vægge:	Der ses aftegninger fra lægtekonstruktionen i den indvendige vægbeklædning, da disse udgør en mindre kuldebro. Ydervæggen ses med varierende isoleringsværdi.

Badeværelse



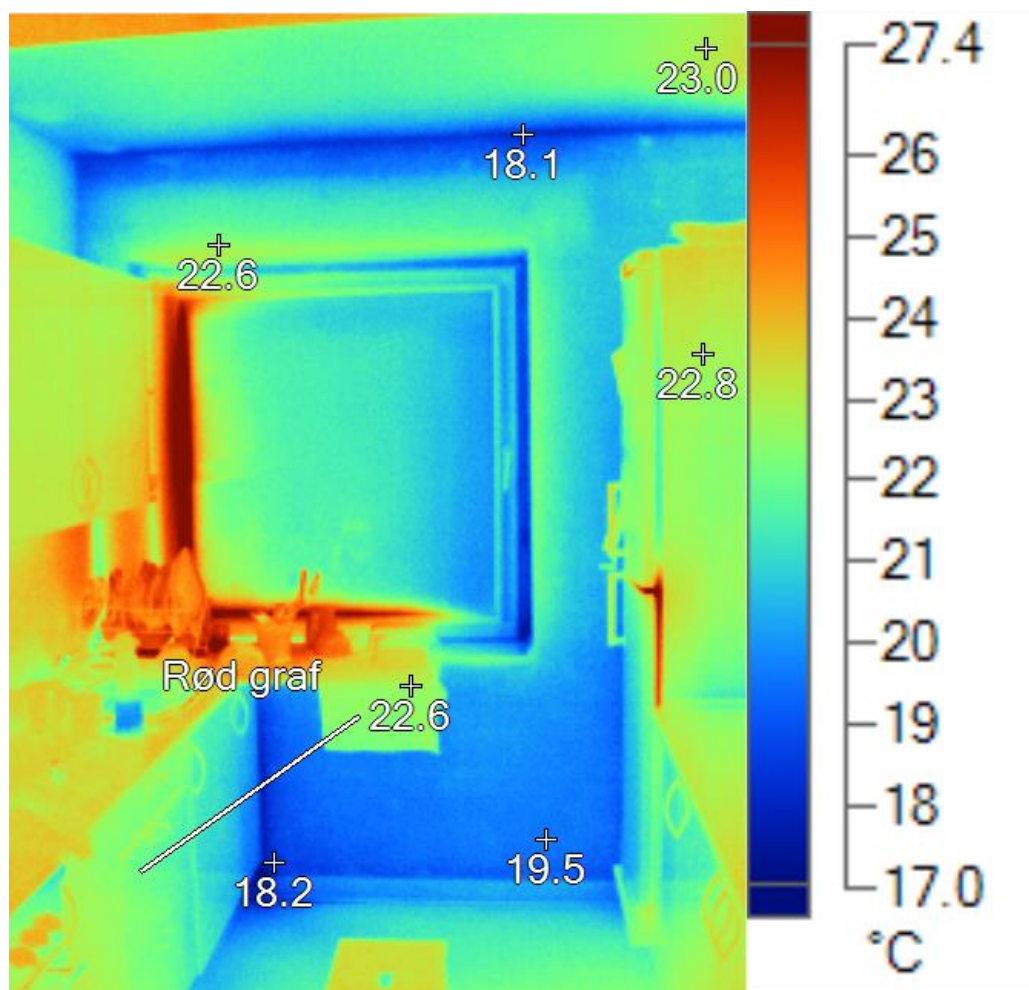
IR010826.IS2



Bemærkninger til billedet:

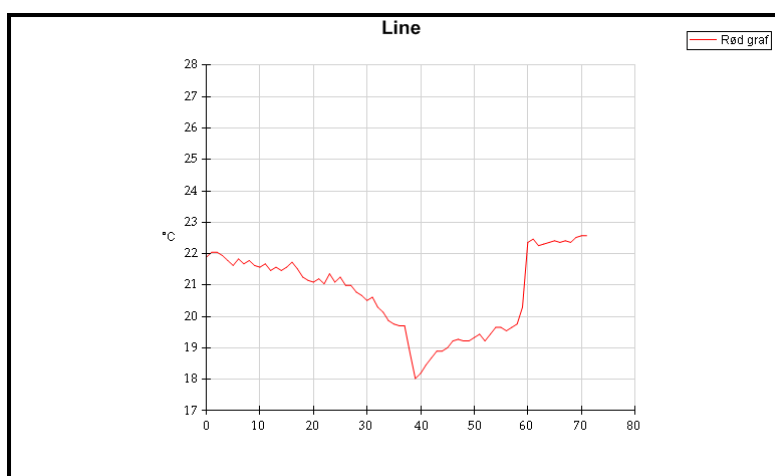
Graf:	Grafen viser temperaturvariationer over strengen, læst fra venstre mod højre på billedet.
Vægge:	Ydervæggen ses med varierende isoleringsværdi.
Vinduer:	Der er sol på vinduet, og overfladetemperaturen kan derfor ikke bestemmes.

Køkken



Digital Reference

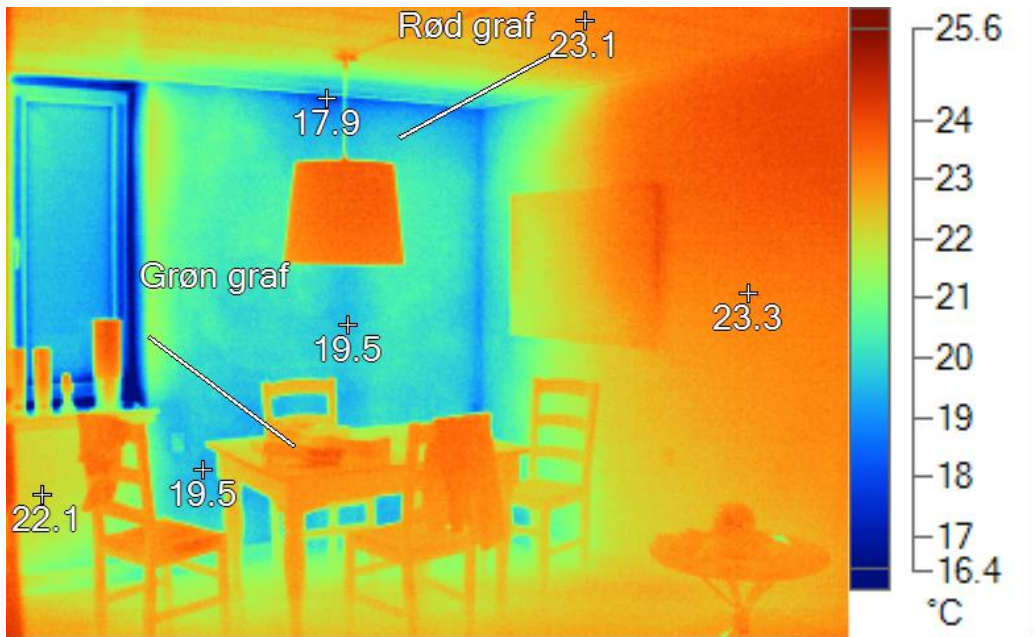
IR010828.IS2



Bemærkninger til billedet:

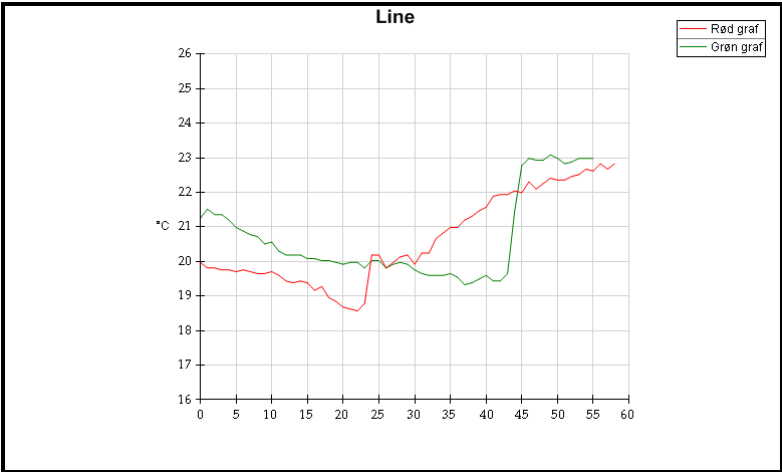
Graf:	Grafen viser temperaturvariationer over stregen, læst fra venstre mod højre på billedet.
Vægge:	Ydervæggen ses med varierende isoleringsværdi.

Stue



Digital Reference

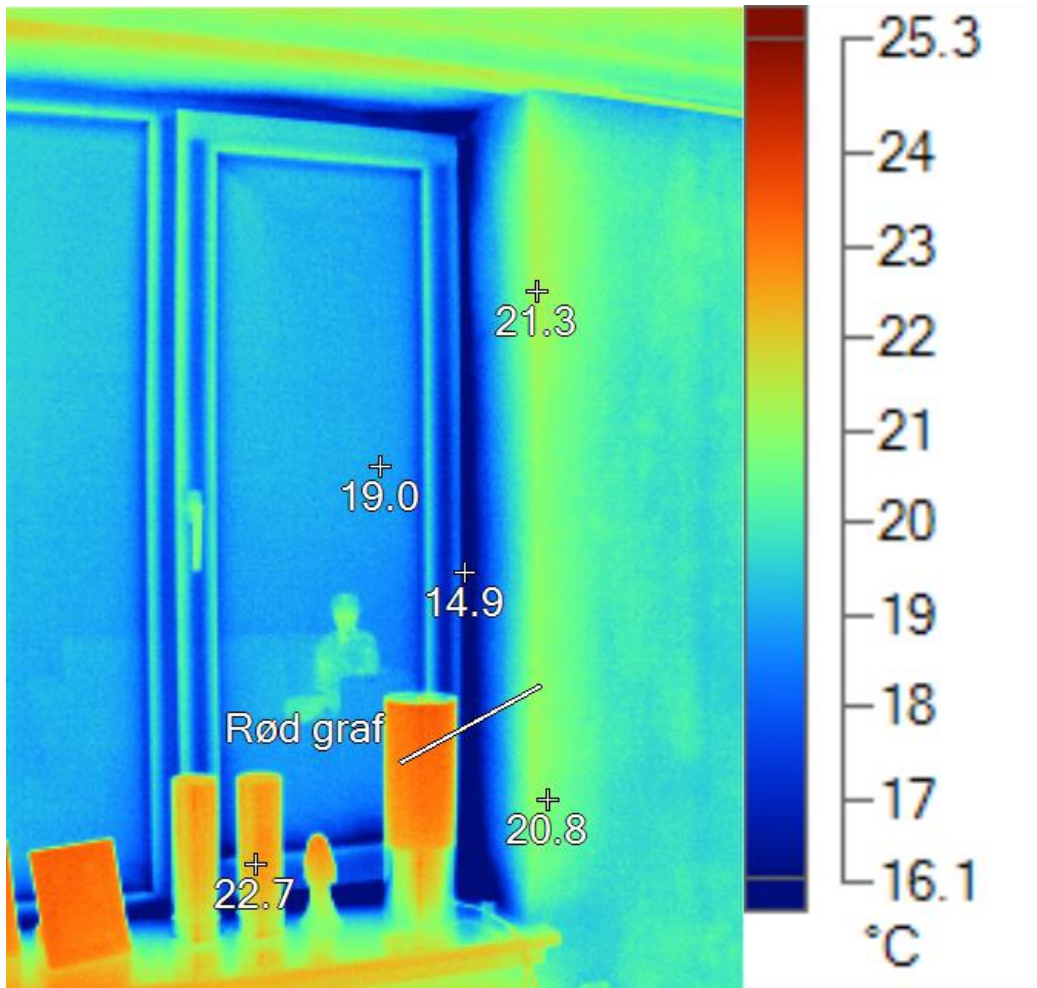
IR010833.IS2



Bemærkninger til billedet:

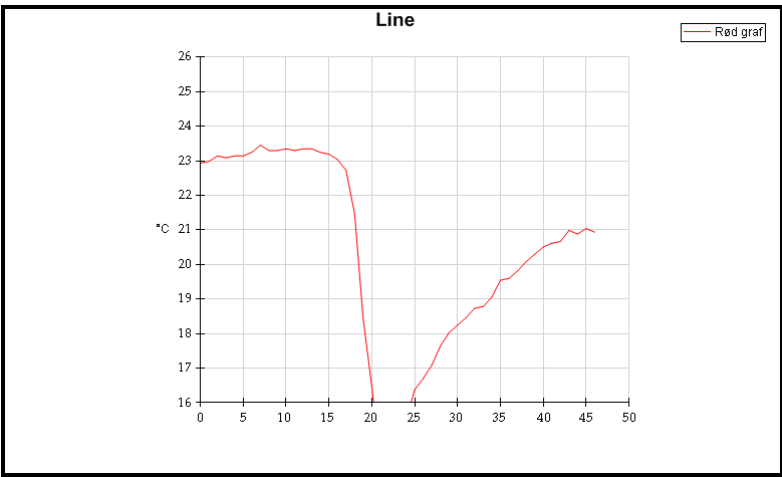
Graf:	Grafen viser temperaturvariationer over strengen, læst fra venstre mod højre på billedet.
Vægge:	Ydervæggen ses med varierende isoleringsværdi. Det yderste stykke af væggen til højre støder op mod en udestue.

Stue



Digital Reference

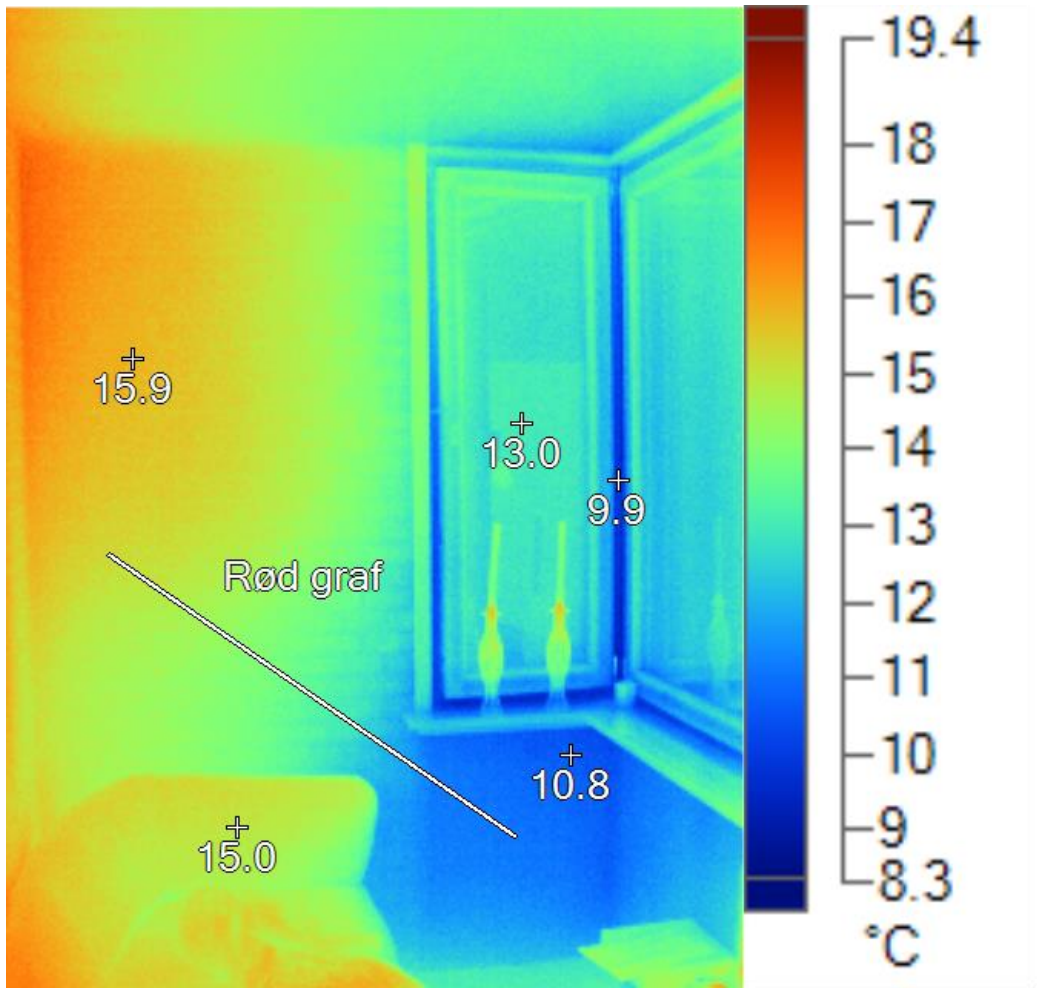
IR010834.IS2



Bemærkninger til billedet:

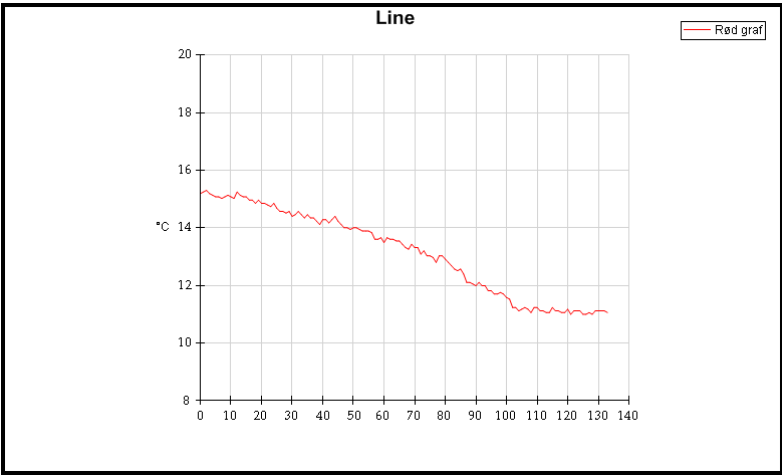
Graf:	Grafen viser temperaturvariationer over stregen, læst fra venstre mod højre på billedet.
Vinduer:	Vinduer ses med en lav isoleringsværdi.
Vægge:	Ydervæggen ses med varierende isoleringsværdi.

Udestue



Digital Reference

IR010835.IS2



Bemærkninger til billedet:

Graf:	Grafen viser temperaturvariationer over strengen, læst fra venstre mod højre på billedet.
Vinduer:	Vinduer ses med en lav isoleringsværdi.
Vægge:	Ydervæggen ses med varierende isoleringsværdi.

Termo-Service – Din leverandør af bygningsanalyser

✓ Boligtermografi

Få kortlagt din boligs varmtab og lækager ved hjælp af termografi.

✓ BedreBolig Plan

Ønsker du at få udarbejdet en Bedrebolig plan? Vi har flere certificerede konsulenter.

✓ Energirådgivning

Skal du bygge om, og ønsker du hjælp til hvordan du mest effektivt varmer din bolig?

✓ Skimmelsvamp og fugt

Har du mistanke om skimmelsvamp i din bolig? Vi er certificerede. Ring i dag, og få klarhed.

✓ Trykprøvning af nybyg

Kræver kommunen en tæthedstest af dit nybyggeri? Vi leverer dokumentationen.

✓ Energimærkning

Står du og skal sælge din bolig, eller har bygget nyt hus? Så skal der laves et energimærke.

✓ Energirammeberegning

Skal du hen og bygge nyt hus? Vi hjælper dig igennem beregningerne.

✓ Kortlægning af rørføringer

Skal der bores i gulve eller vægge, uden at ramme slanger. Vi kortlægger rørføringerne.