

F – Termografiundersøgelse

Termografiundersøgelse udført i bolig B

Bygningsundersøgelse

Bloowerdoor-test efter DS/EN 13829
Termografering af bygninger efter DS/EN 13187



Tæthedsmålingen er udført efter DS/EN 13829 Bygningers termiske ydeevne – Bestemmelse af luftgennemtrængelighed i bygninger – Prøvningsmetode med overtryk skabt af ventilator

Termograferingen er udført efter DS/EN 13187 Bygningers termiske ydeevne – Kvalitativ sporing af termiske uregelmæssigheder i en bygnings klimaskærm – Infarød metode. Prøvningsmetode med undertryk skabt af ventilator. Ved undersøgelsen er den simple undersøgelsesmetode benyttet.

Rapport udarbejdet af:	Kevin Tran og Søren Frisch Larsen
Dato for undersøgelser:	d. 5 marts 2013 kl. 10.00-15.00
Adresse:	Peter Andreas Sattrup Strandvejskvarteret Berggreensgade 32 2100 København Ø



Beskrivelse af undersøgelsesmetoden

Bygningens infiltration er målt og vurderet vha. Blowerdoor-test. Først at der blevet skabt et overtryk i bygningen, hvor bygningens gennemtrængelighed er blevet målt. Her er der blevet målt på hele bygningen eksklusiv kælder, men inklusiv det isolerede loftrum. Efterfølgende er der blevet skabt et undertryk i bygningen, hvorefter der under undertryk er udført termografiske undersøgelser af utætheder og kuldebroer. Mulige træk gener nær rummenes opholdszoner er blevet målt vha. et varmetrådsanemometer.

Indholdsfortegnelse

Forhold og undersøgelsesmetoder	4
Konklusion.....	4
Lokalisering af utætheder i forbindelse med Blower Door-test	5
Bilag måledata fra Bloower door-test.....	30

Forhold og undersøgelsesmetoder

Forhold	
Temperatur ude	5 °C
Vejr generelt	Let brise, delvis sol.
Temperatur inde før test	23,5 °C
Tidspunkt for test	Kl. 14.25
Udstyr	
Termograferingsudstyr	Varmetermisk kamera
Tæthedsmålingsudstyr	Retrotec DM-2 pressure gauge system
Luftstrømsmåling	Varmetrådsanemometer: Velocicalc model 8347

Fortolkning af Termografisk undersøgelse:

Det skal vides, at man ikke kan sammenligne de termografiske billeder med hinanden. Forstået på den måde, at farveskalaen ikke er ens for alle billederne. Dvs. at hvert enkelt billede har sin helt egen farveskala, for at få de bedste kontraster. Dette er med til at gøre billedet brugbart og læseligt i den enkelte situation og man skal derfor forholde sig til farveskalaen angivet til højre på det enkelte termografiske billede.

Markering med rød pil viser utætheder.

Utætte områder i klimaskærmen, hvor der kan måles lokale lufthastigheder over 1,2 m/s ved 50 pascal undertryk, skal erfaringsmæssigt vurderes nærmere hvis der ønskes en god boligkomfort uden træk gener. 1,2 m/s ved en trykforskel mellem inde og ude på 50 pa, svarer til 0,4 m/s ved normale forhold, altså ved en trykforskel mellem inde og ude på 10 pa.

Forslag til forbedringer er angivet i feltet vurdering under hvert billede. Der henvises til et afsnit i den udarbejdede energioptimerings rapport, hvor tiltag står beskrevet.

Konklusion

- Terrassedør slutter ikke tæt i bunden, ved samling mellem karm, ramme og ramme.
- På værelse mod nord på 1. sal, er der opserveret tegn på fugtskader.
- Der er opdaget utætheder mellem vindueskarm og vindueshul.
- Manglende renoveringsarbejde, så som montering af fliser i vindueskarmen på badeværelset.

Generelt:

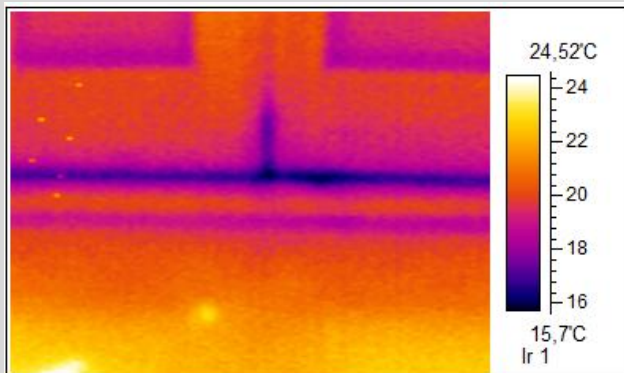
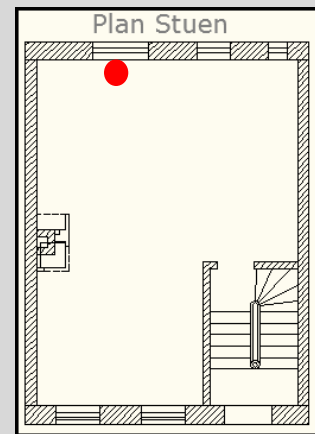
- Utæt under vinduer ved gulvpanelerne.
- Kolde ydervægge
- Utætte vinduer mellem ramme/karm
- Utæt hvor synligt hanespær gennembryder loft eller gulv.
- Kuldebroer hvor ydervægge, skillevæg og etagedæk mødes.
- Kælder generelt kold.

Lokalisering af utætheder i forbindelse med Blower Door-test

Lokalisering af utætheder

Registrering 1:

Stue, dør mod nord



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ved 50 pa = 5,15 m/s, ved 10 pa = 1,7 m/s

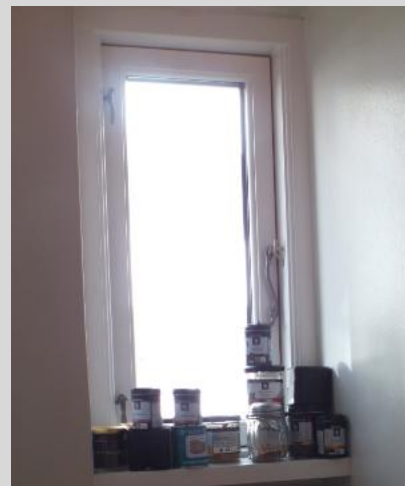
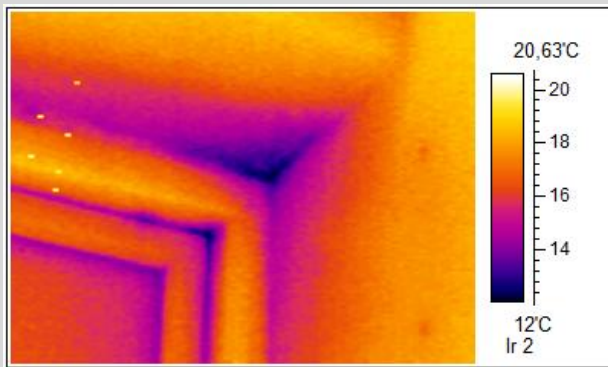
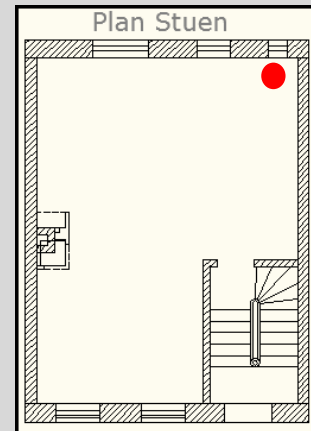
Mangel: Utæt terrassedør mellem ramme og karm ved gulvet.

Udbedring: Tjek tætningslister, skift til nye evt. tykkere. Afsnit 10.4.4

Lokalisering af utætheder

Registrering 2:

Stue, vindue længst til højre mod nord



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ingen

Mangel: Utæthed ved karm og vindueshul. Lille utæthed mellem ramme og karm.

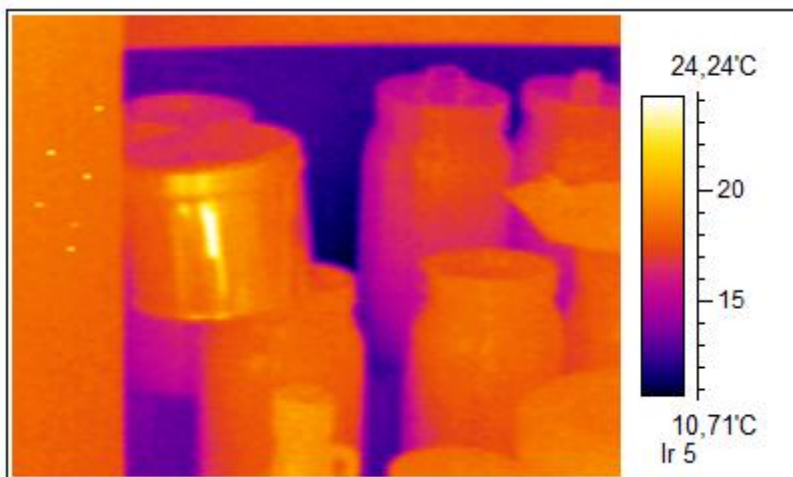
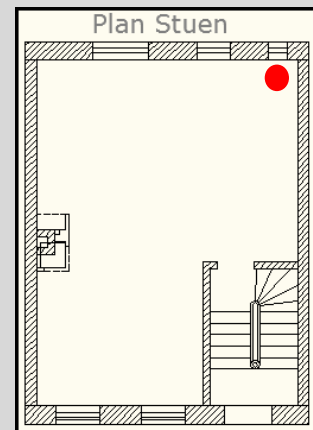
Udbedring: Tjek fugebånd på yderside, er det tæt. Skift til nyt.

Udskift evt. tætningsliste mellem ramme og karm. Afsnit 10.4.4

Lokalisering af utætheder

Registrering 3 :

Stue, ydervæg under højre vindue mod nord.



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ingen

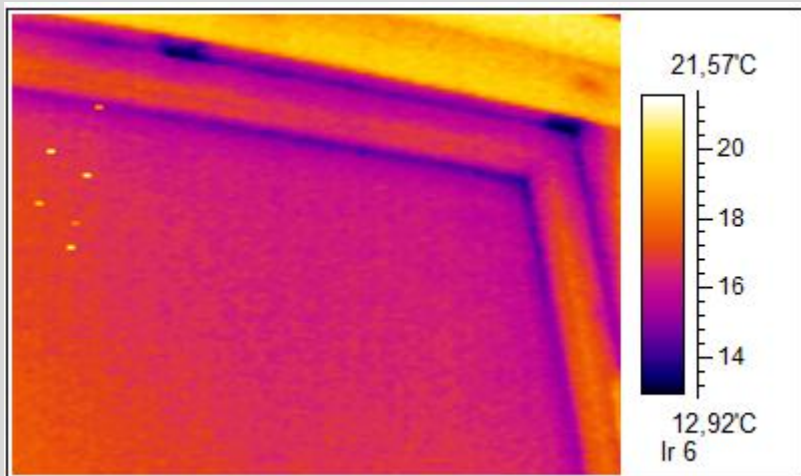
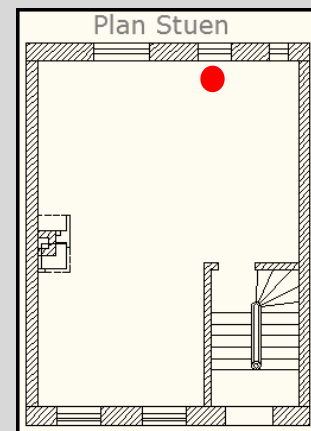
Mangel: Kold ydervæg mod nord i køkken. Laveste temperatur 10,71 °C.

Udbedring: Efterisoler ydervæg. Afsnit 10.5

Lokalisering af utætheder

Registrering 4:

Stue, venstre vindue mod nord



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ingen

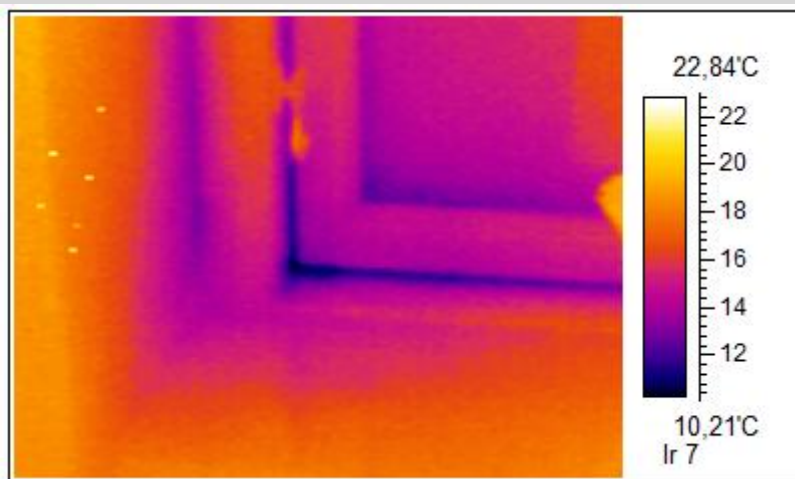
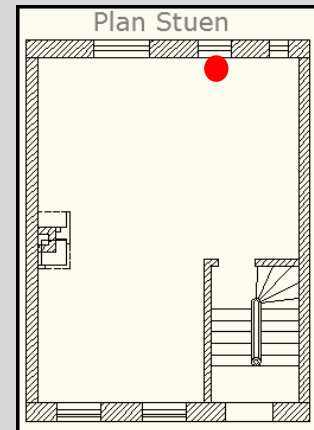
Mangel: Utæt mellem ramme og karm.

Udbedring: Tjek og skift evt. tætningsliste. Afsnit 10.4.4

Lokalisering af utætheder

Registrering 5:

Stue, nederste venstre vindue mod nord.



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ingen

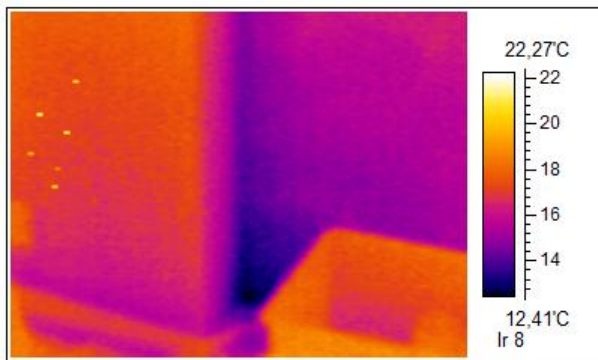
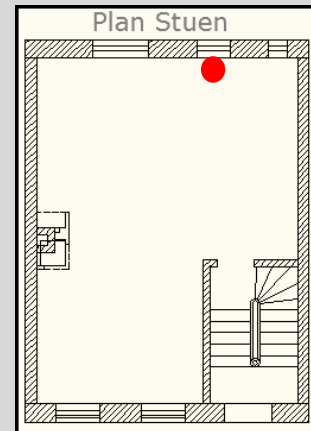
Mangel: Utæt mellem ramme og karm.

Udbedring: Tjek og skift evt. tætningsliste. Afsnit 10.4.4

Lokalisering af utætheder

Registrering 6:

Indhak under venstre vindue mod nord. Stuen mod nord.



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ingen

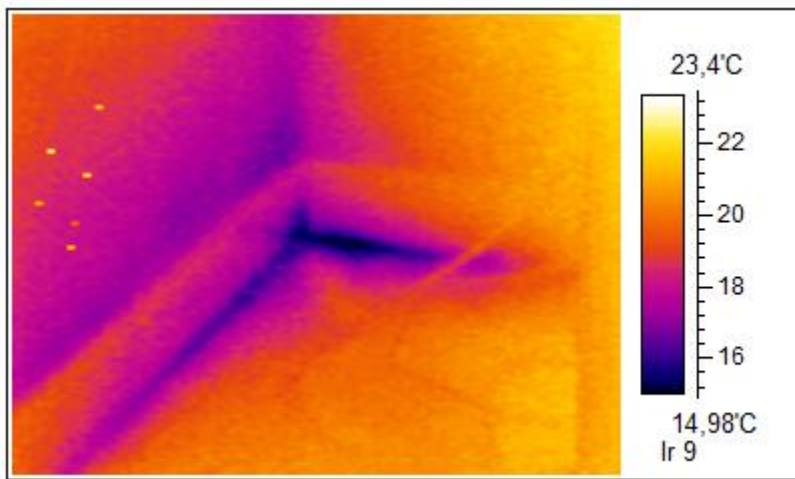
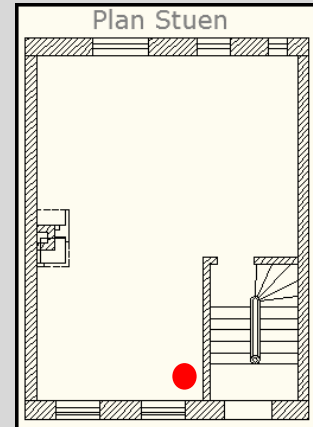
Mangel: Kuldebro ved gulvliste i vindues brystning i stuen mod nord. Skaber koldt hjørne.

Udbedring: Efterisoler vindues brystning. Afsnit 10.5

Lokalisering af utætheder

Registrering 7:

Stue, hjørne mellem gulv og ydervæg mod syd.



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ingen

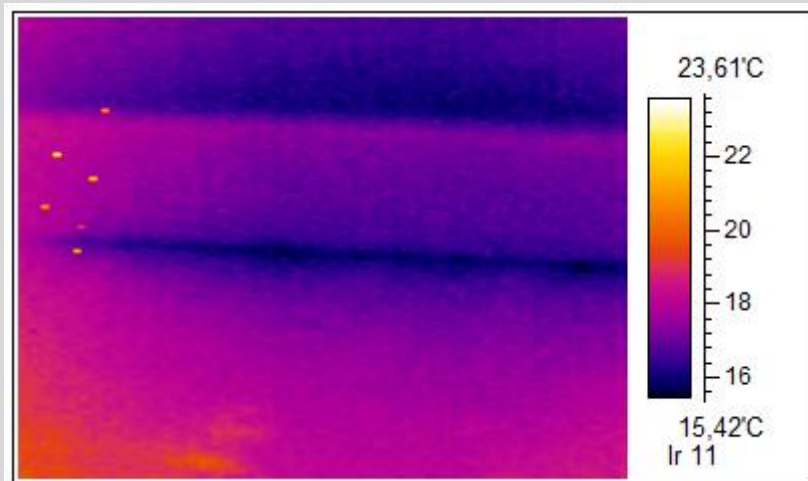
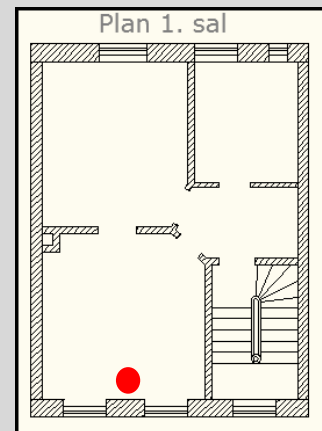
Mangel: Lille utæthed ved fodpanel ved skillevej og ydervæg mod syd. Formegentlig pga. gulvet er ujævnt og panel af den grund ikke kan slutte tæt.

Udbedring: Se afsnit 10.4.2

Lokalisering af utætheder

Registrering 8:

1.sal, gulvliste på væg mod syd mellem vinduer.



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ingen

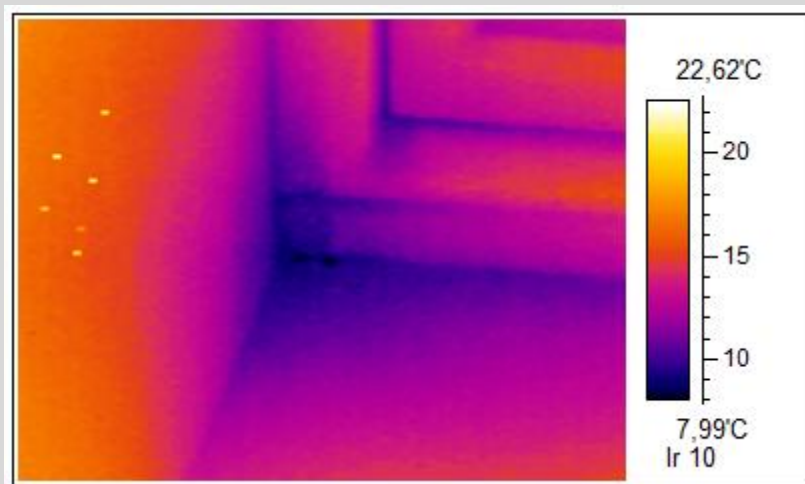
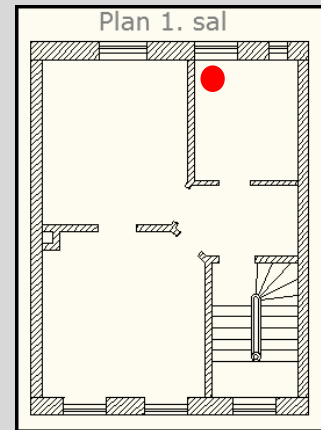
Mangel: Lille utæthed ved fodpanel på ydervæg mod syd. Formegentlig pga. gulvet er ujævnt og panel af den grund ikke kan slutte tæt.

Udbedring: Se afsnit 10.4.2

Lokalisering af utætheder

Registrering 9:

1 sal, Karm under vindue til venstre på badeværelse, utæt nede i venstre hjørne



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ved 50 pa = 1,31 m/s, ved 10 pa = 0,43 m/s

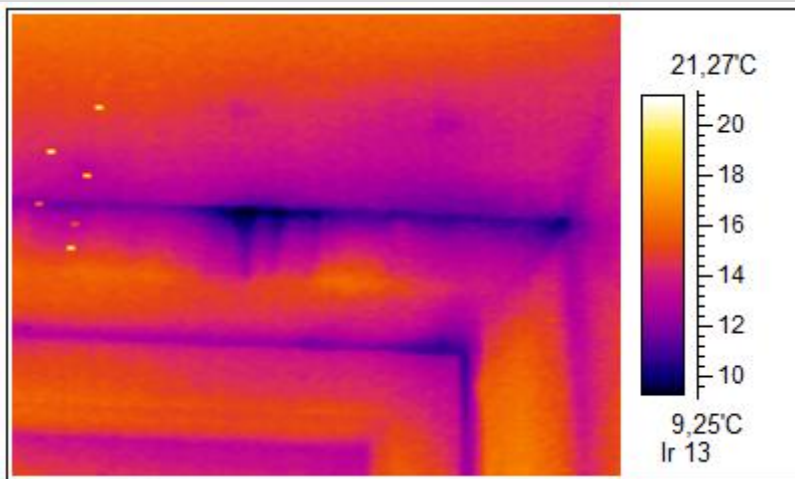
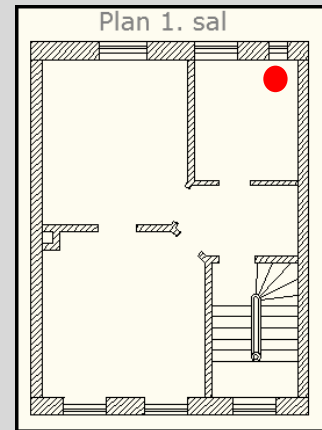
Mangel: Vindueskarm er ej færdiglavet. Dette resulterer idenne utæthed i samlingen ved karm og vindueshul.

Udbedring: Vindueskarm færdiggøres med fliser og fuger, som gerne skulle afhjælpe dette problem.

Lokalisering af utætheder

Registrering 10:

1.sal badeværelse. Højre vindue



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ved 50 pa = 0,95 m/s, ved 10 pa = 0,31 m/s

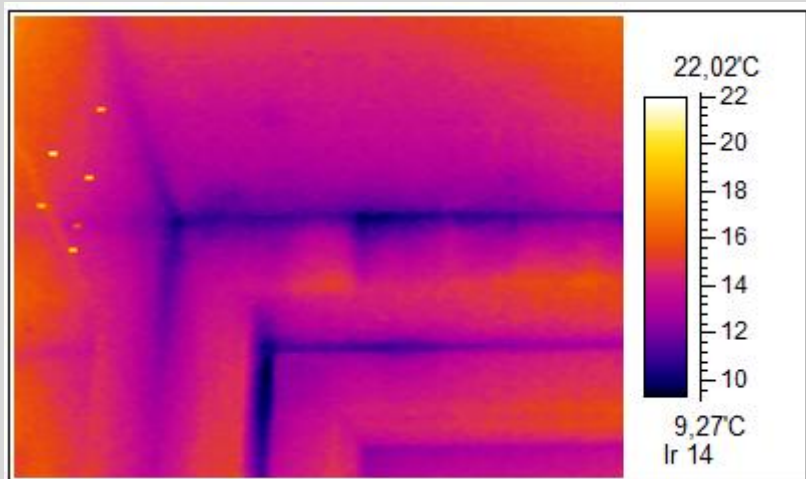
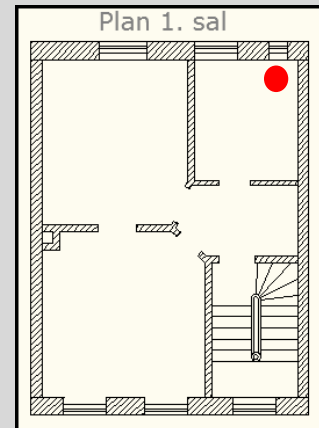
Mangel: loft i vindueshul er ej færdiglavet. Dette resulterer i denne utæthed i samlingen ved karm og vindueshul.

Udbedring: Loftet belægges med fliser og tættes med fuger, hvorved problemet skulle være løst.

Lokalisering af utætheder

Registrering 11:

1.sal, badeværelse, højre vindue



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ingen

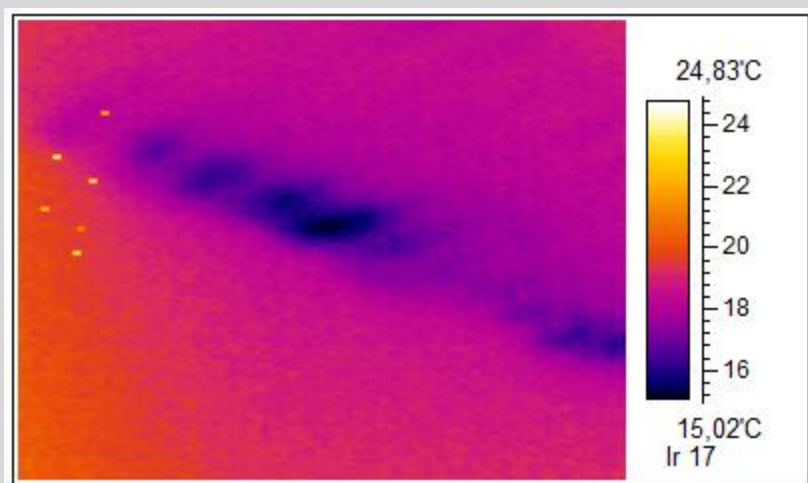
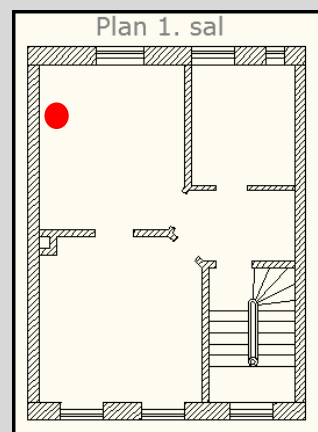
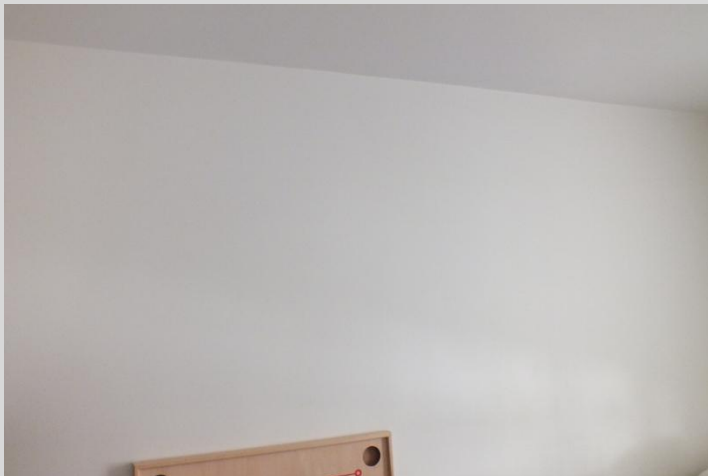
Mangel: loft i vindueshul er ej færdiglavet. Dette resulterer i denne utæthed i samlingen ved karm og vindueshul. Utæthed mellem ramme og karm.

Udbedring: Loftet belægges med fliser og tættes med fuger, hvorved problemet skulle være løst. Tjek tætningslister og skift dem evt. ud med nye. Afsnit 10.4.4

Lokalisering af utætheder

Registrering 12:

1.sal, værelse ved siden af badeværelse, samling mellem loft og væg mod nabo.



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ingen

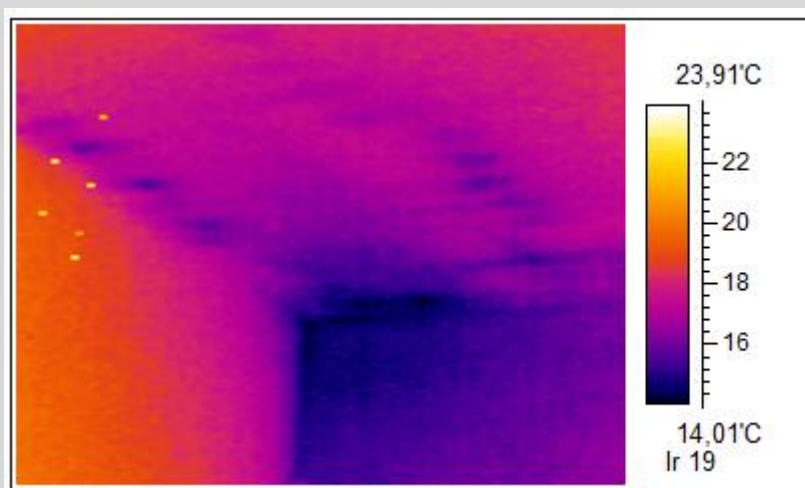
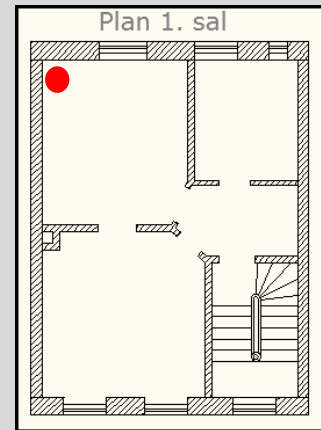
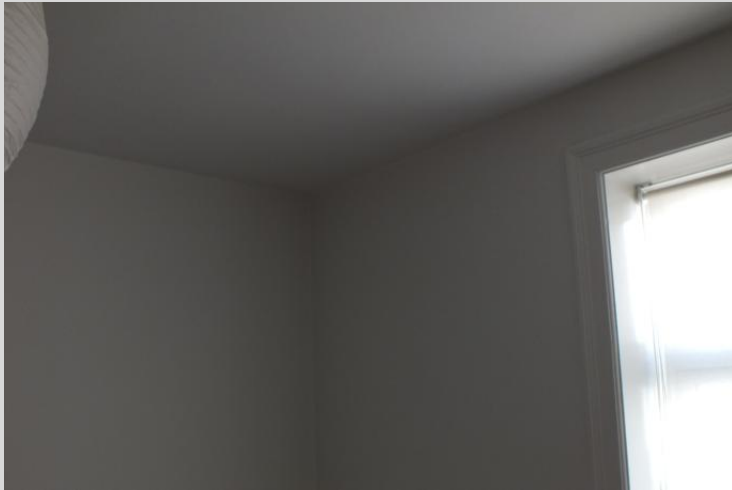
Mangel: Dette kunne godt ligne tegn på fugt i etagedækket, evt. i en af bjælkerne.

Udbedring: Der bør tjekkes for evt. fugtskade. Afsnit 8.1.2

Lokalisering af utætheder

Registrering 13:

1.sal, værelse ved siden af badeværelse, loft i venstre hjørne ved facade mod gård



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ingen

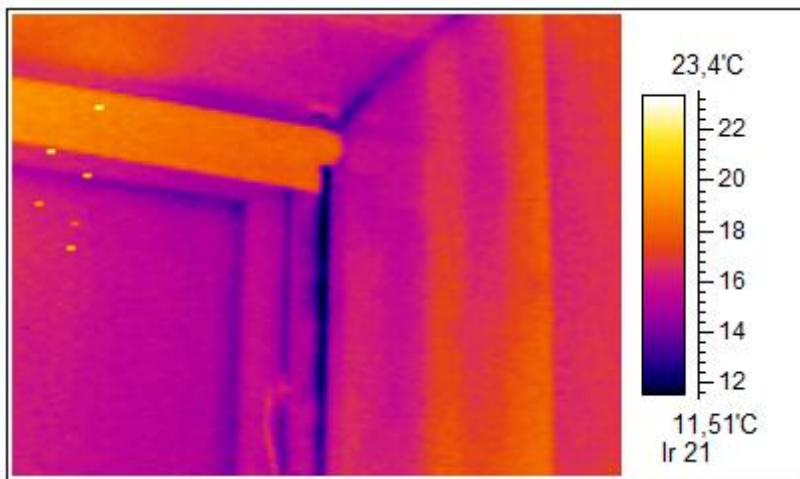
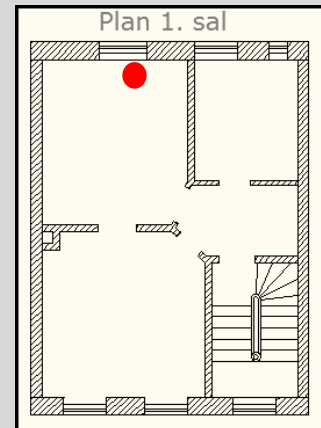
Mangel: Her har vi samme situation, det ligner tegn på fugt. Det kan evt. skyldes ødelagte fuger på ydervæggen, som gør at fugten har nemmere ved at trænge ind i konstruktionen.

Udbedring: Tjek for fugtskader og kontroller mørtelfugerne på ydervæggen. Afsnit 8.1.2

Lokalisering af utætheder

Registrering 14:

1.sal, værelse ved siden af badeværelse, vindue mod nord, øverste højre hjørne



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ingen

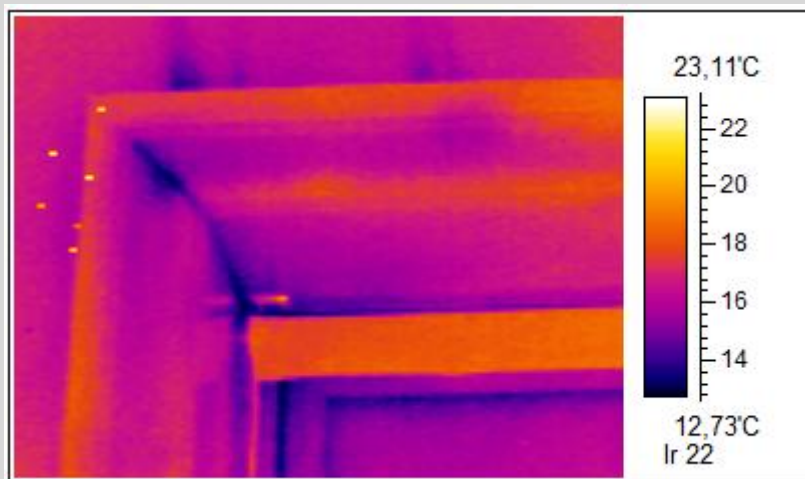
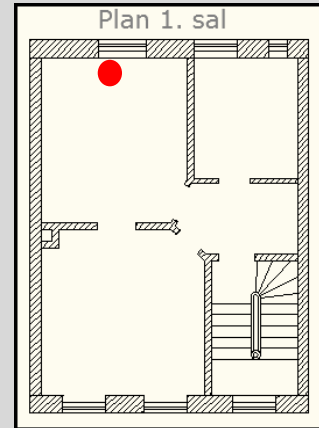
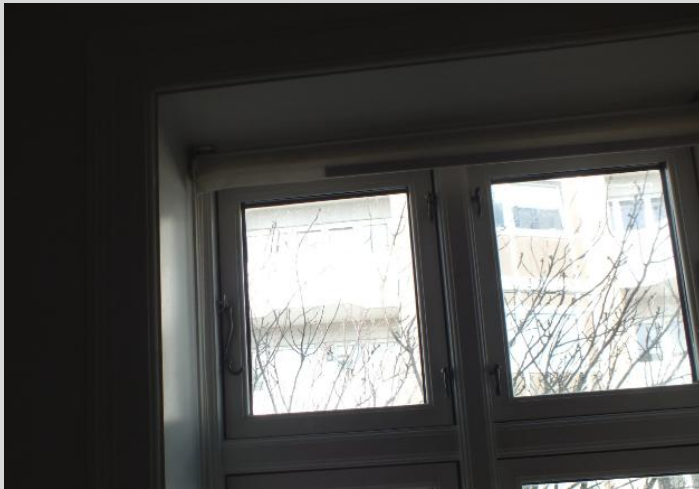
Mangel: Utæt mellem karm og vindueshul.

Udbedring: Tjek evt. om fugebånd på ydervæggen slutter helt tæt. Afsnit 10.4.1

Lokalisering af utætheder

Registrering 15:

1.sal, værelse ved siden af badeværelse, vindue mod nord, øverste venstre hjørne



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ingen

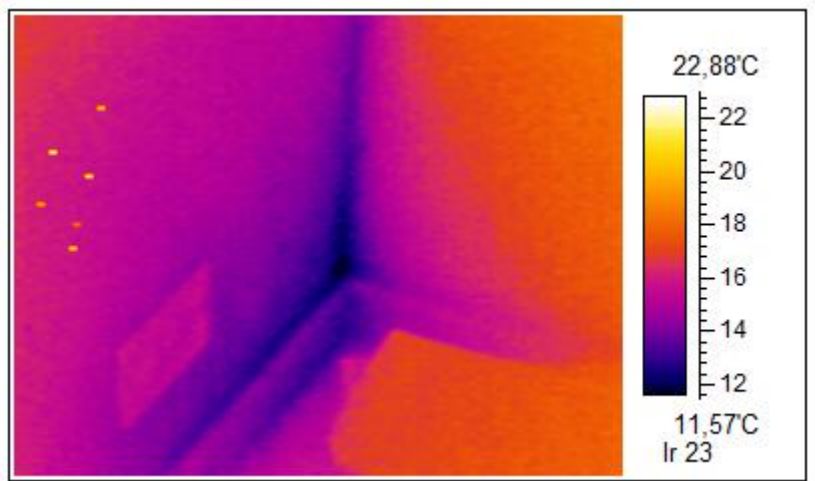
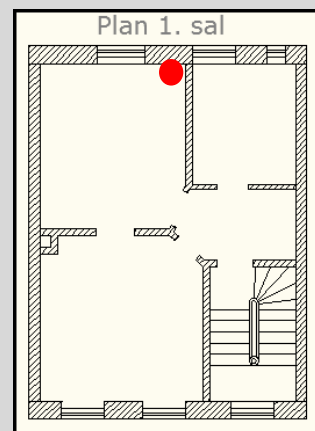
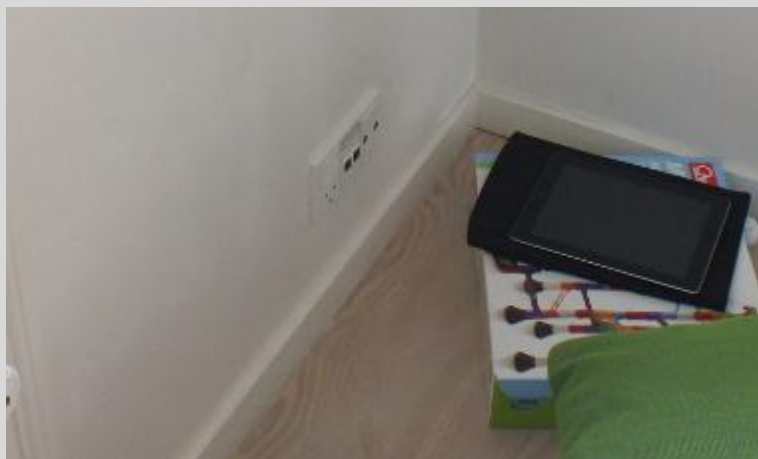
Mangel: Utætheder i vindueskarm.

Udbedring: kontroller om fugebånd er monteret korrekt. Afsnit 10.4.1

Lokalisering af utætheder

Registrering 16:

1.sal, værelse ved siden af badeværelse, hjørne ved guld mellem indervæg og ydervæg mod nord



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ingen

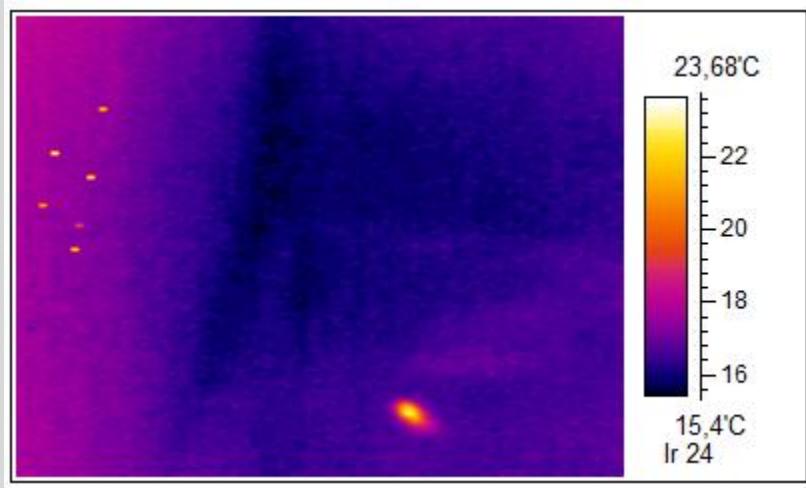
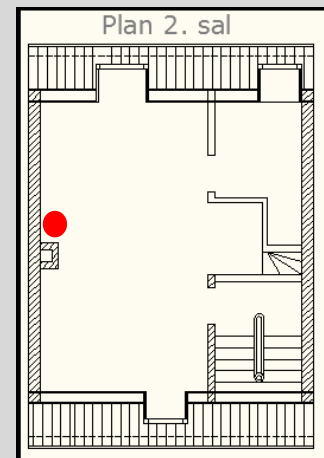
Mangel: kuldebro ved samling mellem ydervæg mod nord og skillevæg.

Udbedring: Efterisolering af ydervæg vil formodentlig mindske kuldebroen. Afsnit 10.5

Lokalisering af utætheder

Registrering 17:

2.sal, soveværelse, udluftningskanal.



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ved 50 pa = 3,75 m/s, ved 10 pa = 1,24 m/s

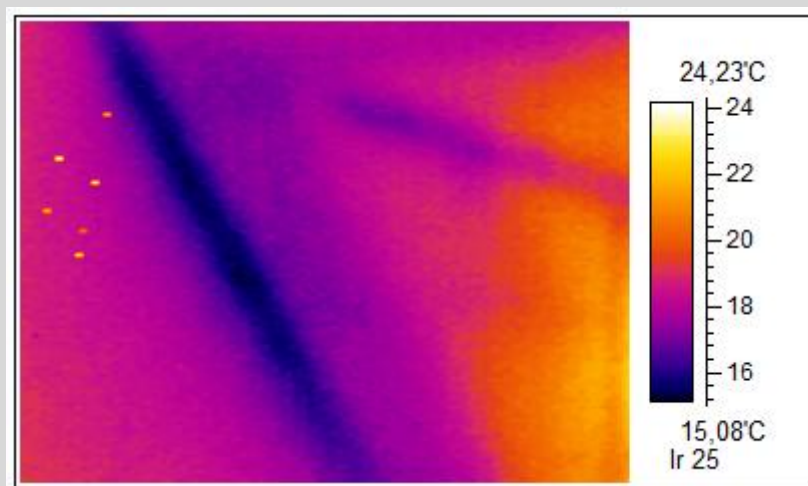
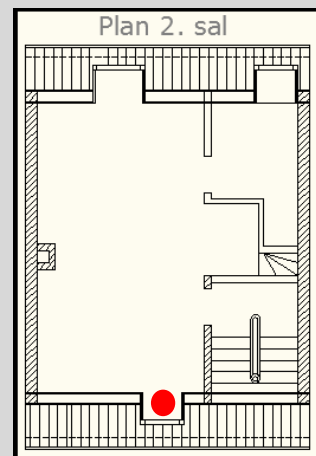
Mangel: Utæthed ved hjørne mellem indervæg og udluftningskanal over gulvpanel.

Udbedring: Se afsnit 10.4.2

Lokalisering af utætheder

Registrering 18:

2. sal ydervæg mod syd under vindue



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ingen

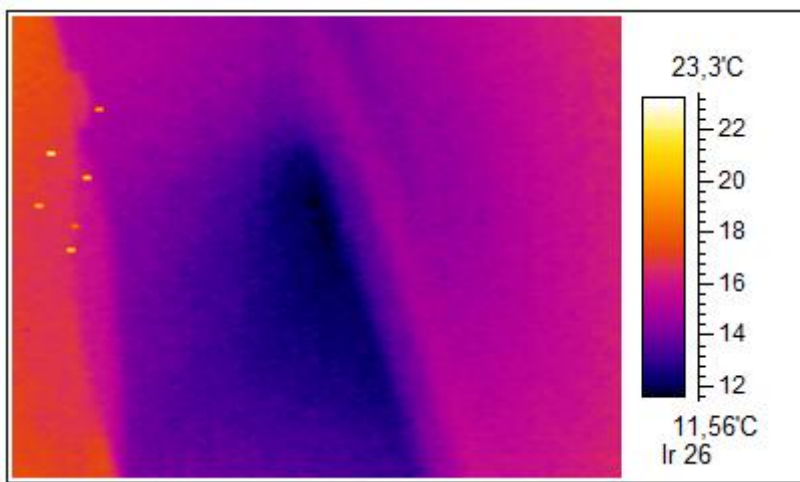
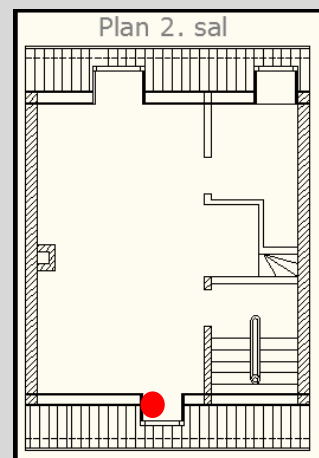
Mangel: Utæthed ved gulvpanel under vindue.

Udbedring: Se afsnit 10.4.2

Lokalisering af utætheder

Registrering 19:

2. sal ydervæg mod syd ved vindue



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ved 50 pa = 4,49 m/s, ved 10 pa = 1,5 m/s

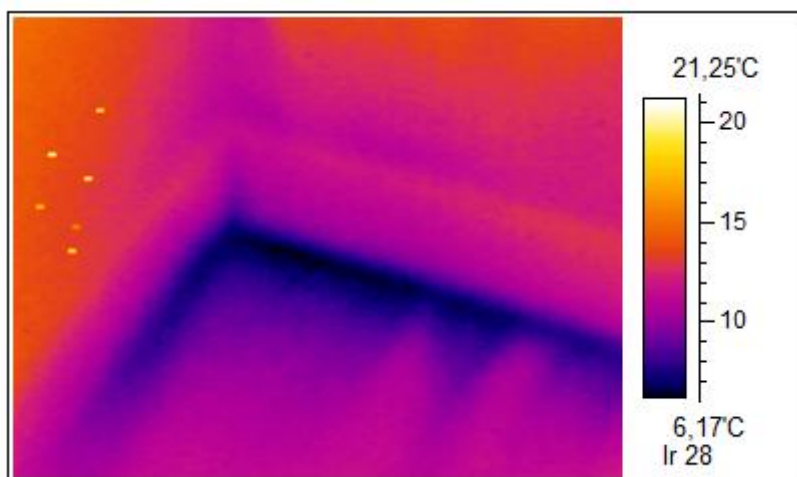
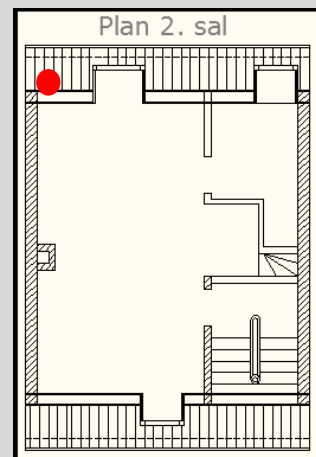
Mangel: Utæthed ved gulvpanel under vindue.

Udbedring: Se afsnit 10.4.2

Lokalisering af utætheder

Registrering 20:

Hjørne ved ydervæg mod nord og væg mod vest.



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ingen

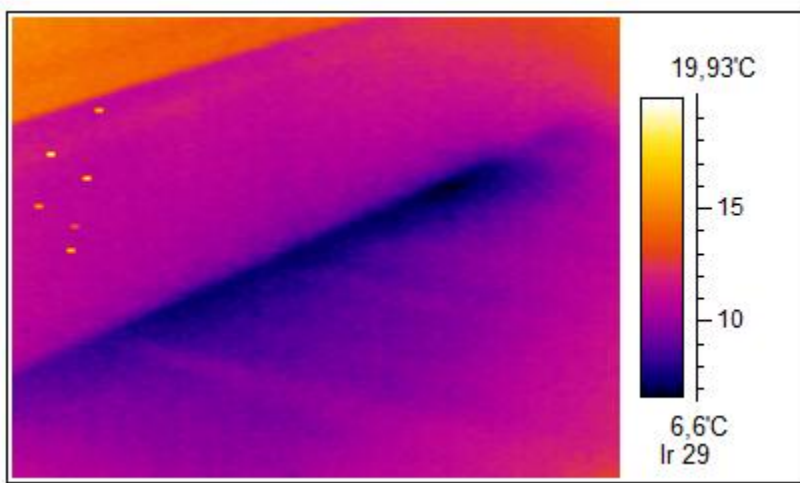
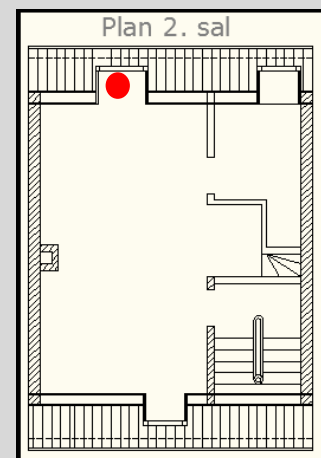
Mangel: Utæthed under gulvpanel.

Udbedring: Se afsnit 10.4.2

Lokalisering af utætheder

Registrering 21:

2.sal soveværelse. Væg mod nord under vindue



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ved 50 pa = 4,43 m/s, ved 10 pa = 1,5 m/s

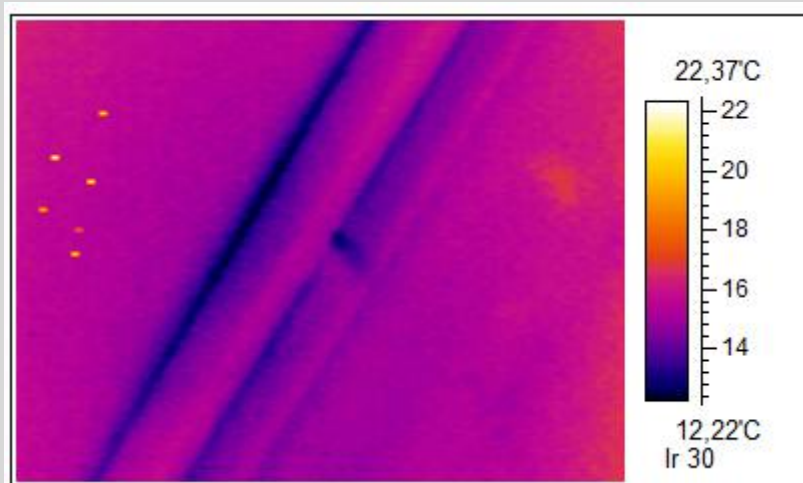
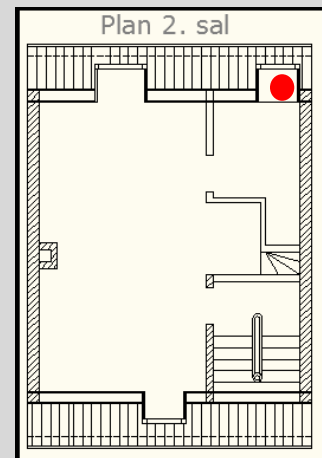
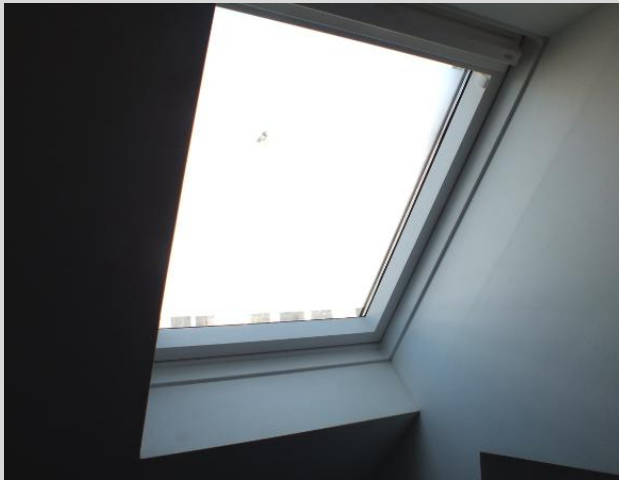
Mangel: Utæthed under gulvpanel.

Udbedring: Se afsnit 10.4.2

Lokalisering af utætheder

Registrering 22:

2. sal, badeværelse, vindue, hængsel til højre



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ingen

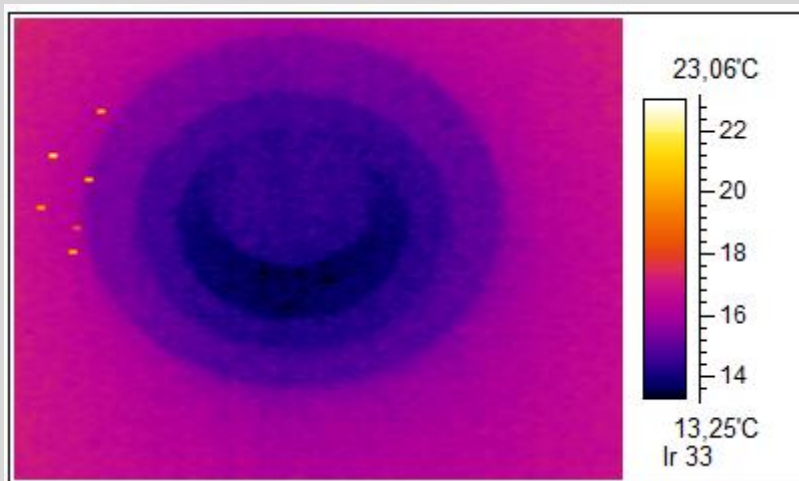
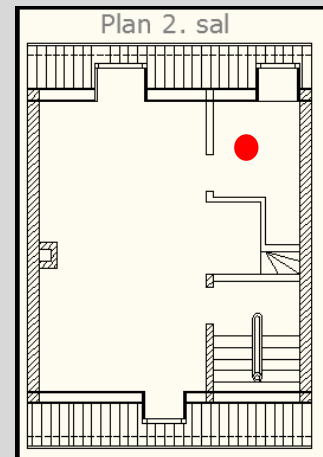
Mangel: Kuldebro ved rude og ramme, grundet kold kant.

Udbedring: Forbedring ved montering af energirude med varm kant. Afsnit 10.6

Lokalisering af utætheder

Registrering 25:

2.sal, badeværelse, spotlys



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ingen

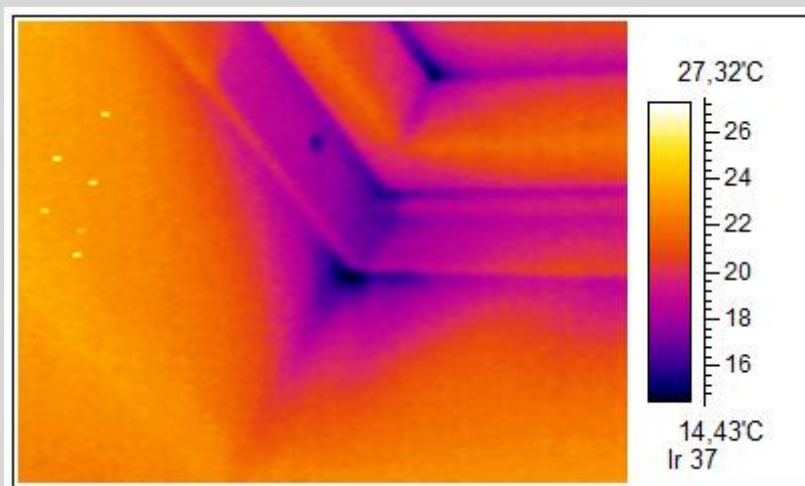
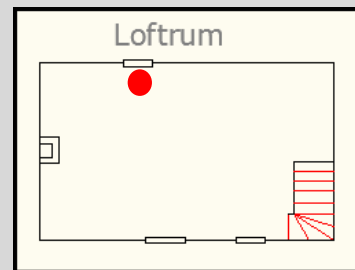
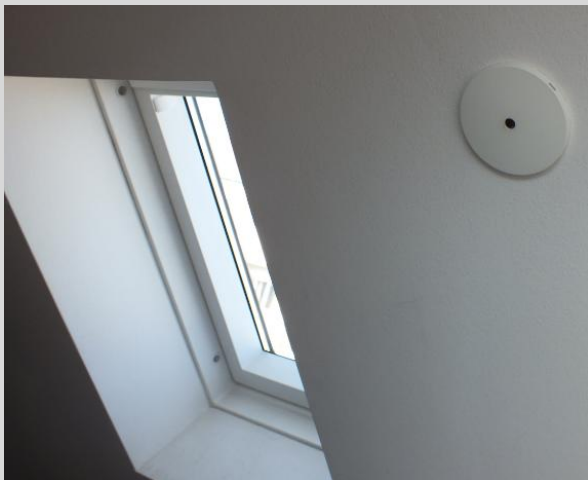
Mangel: Utæt spotlys, gennembrudt dampspærre.

Udbedring: Monter tæt dampspærre.

Lokalisering af utætheder

Registrering 28:

Loft vindue mod nord



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ingen

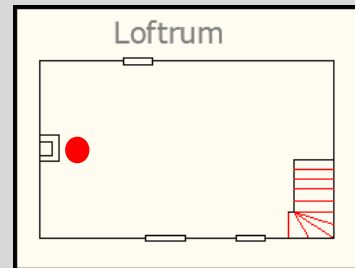
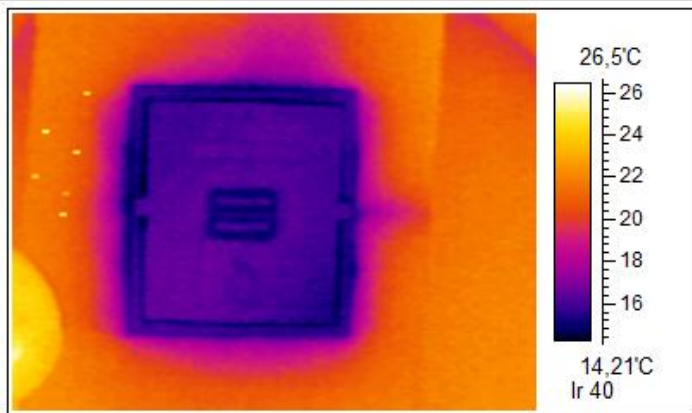
Mangel: Utæthed mellem karm og vindueshul.

Udbedring: Tjek fugebånd. Afsnit 10.4.1

Lokalisering af utætheder

Registrering 29:

Lem i skorsten på loft.



Vurdering:

Trykforskel mellem inde og ude -50 Pa.

Målte luftstrømme: Ingen

Mangel: Stor utæthed i lem i skorstenen.

Udbedring: Udskift med en ny tættere lem.

G - Måledata fra blowerdoor test

Måleresultater fra udført blowerdoor test i bolig B

INSERT COMPANY LOGO

Building Air Leakage Test Results
In Compliance with Danish European Norm
EN13829 - Denmark

Building Details

Building Address:	Elevation:	12,5 m
Berggreensgade 32, 2100 Kbh Ø	Height above ground:	11,5 m
	Building Volume, V:	0 m³
Test technician:	Total envelope area, A _{T BAT}	0 m²
Søren Larsen	Floor Area:	157 m²
Kevin Tran	Building exposure to wind:	
Test company:	Accuracy of measurements:	5%

Testing Details

Fan Model: Retrotec 2000	Fan SN: 099217	Gauge Model: DM-2	Gauge SN: 101559
---------------------------------	-----------------------	--------------------------	-------------------------

Overtryk set

Date: **2013-03-05** Time: **14:25** to **14:38**

Environmental Conditions:

Barometric Pressure: **101,3** KPa from **Standardtemperatur og tryk**.

Wind speed: **2: Let brise**

Temperature: Initial: indoors **24 °C** outdoors **5 °C**.
Final: indoors **22 °C** outdoors **5 °C**.

Test Data:

10 Baseline pressures taken for **10** sec each.

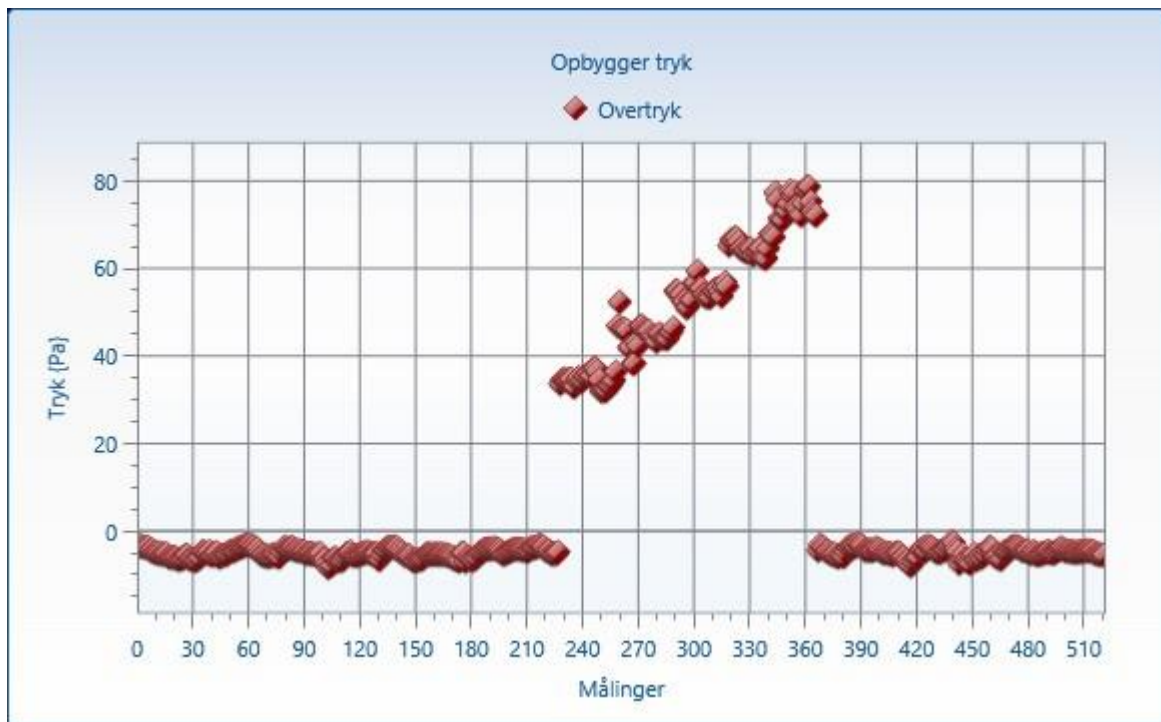
5 building pressures taken for **20** sec each.

Baseline, initial [Pa]	-4,72	-5,63	-4,38	-4,66	-6,16	-4,88	-5,36	-5,80	-4,46	-4,16		
Building Test Pressure [Pa]	29,7	39,9	49,7	60,1	69,8							
Baseline, final [Pa]	-4,81	-3,67	-4,89	-5,38	-3,96	-6,00	-4,67	-4,53	-4,53	-4,79		
Door Fan Pressure, [Pa]	34,5	46,6	59,1	71	82,2							
Total flow, V _r [l/sec]	669,0	785,7	924,5	1005,0	1081,5							
Corrected flow, V _{env} [l/sec]	692,7	813,5	957,1	1040	1120							
Error [%]	-0,5%	-1,0%	2,8%	0,1%	-1,4%							

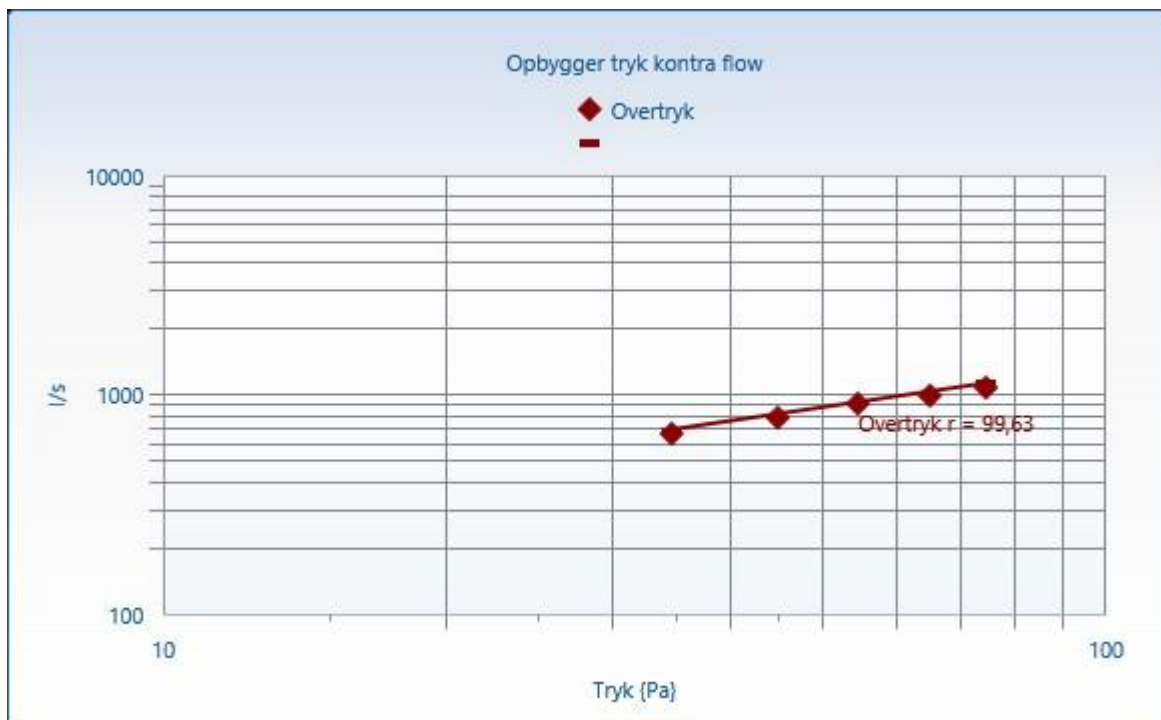
Baseline pressure Averages: initial [Pa] ΔP_{01} **-5,02**, ΔP_{01-} **-5,02**, ΔP_{01+} **0,00**

final [Pa] ΔP_{01} **-4,72**, ΔP_{01-} **-4,72**, ΔP_{01+} **0,00**

Building Gauge Pressure



Building Gauge Pressure vs. Flow



Overtryk Test Results

	Results				Results	95% confidence		Uncertainty
<i>Correlation, r [%]</i>	99,63	95% confidence limits		<i>Air flow at 50 Pa, V₅₀ [l/s]</i>	877,0	854,0	902,5	+/-2,8%
<i>Intercept, C_{env} [l/s.Paⁿ]</i>	73,55	49,45	109,5	<i>Air changes at 50 Pa, n₅₀ [/h]</i>	7,410	7,410	8,305	+/-5,7%
<i>Intercept, C_L [l/s.Paⁿ]</i>	73,357	49,30	109,0	<i>Permeability at 50 Pa, q₅₀ [l/s.m²]</i>		2,833	3,176	+/-5,7%
<i>Slope, n</i>	0,6345	0,5346	0,7345	<i>Specific Leakage at 50 Pa, w₅₀ [l/s.m²]</i>	5,592	5,272	5,912	+/-5,7%

Kombinerede testdata

	Resultater	95% konfidens interval		Usikkerhed pga. vind
<i>Air flow at 50 Pa, V₅₀ [l/s]</i>	877,0	854,0	902,5	+/-2,8%
<i>Air changes at 50 Pa, n₅₀ [/h]</i>		7,410	8,305	+/-5,7%
<i>Permeability at 50 Pa, q₅₀ [l/s.m²]</i>		2,833	3,176	+/-6,0%
<i>Specific leakage at 50 Pa, w₅₀ [l/s.m²]</i>	5,592	5,272	5,912	+/-2,8%

Test Notes: Opsætning: Målingerne blev foretaget for hele boligen undtagen kælderen, dvs. inklusiv spidsloft.

Calibration Certificate

Retrotec 2000 099217.						
Range	N	K	K1	K2	K3	K4
Open(22)	0,5214	519,618	-0,07	0,8	-0,115	1
A	0,503	264,996	-0,075	1	0	1
B	0,5	174,8824	0	0,3	0	1
C8	0,5	78,5	-0,02	0,5	0,016	1
C6	0,505	61,3	0,054	0,5	0,004	1
C4	0,5077	42	0,009	0,5	0,0009	1
C2	0,52	22	0,11	0,5	-0,001	1
C1	0,541	11,9239	0,13	0,4	-0,0014	1
L4	0,48	4,0995	0,003	1	0,0004	1
L2	0,502	2,0678	0	0,5	0,0001	1
L1	0,4925	1,1614	0,1	0,5	0,0001	1