

Termografické měření bytů

[REDACTED] Praha 9 – Vysočany



Datum měření: 11.1.2019 a 21.1.2019
Měření pro: Úřad městské části Praha 9
Adresa: [REDACTED] Praha 9 – Vysočany
Zpracoval: [REDACTED]

Účel měření: lokalizace teplotních anomálií / exteriér
vyhodnocení povrchových teplot dle ČSN / interiér

Venkovní atmosférické podmínky: 11.1.2019 / teplota -3,6 °C, rel. vlhkost 75,1 %, povětrnost do 3m/s
21.1.2019 / teplota -5,3 °C, rel. vlhkost 72,1 %, povětrnost do 3m/s

Vnitřní atmosférické podmínky: [REDACTED] teplota 21,6 °C, relativní vlhkost 47,2 %
[REDACTED] teplota 21,4 °C, relativní vlhkost 50,3 %

Použitá technika: Termografická kamera FLIR E85, v.č. 78503397
Meteorologická stanice Kestrel 4000, v. č. 647953
Kontaktní teploměr Testo 905-T2, v. č. 41712349

Vyhodnocovací program: FLIR Tools, FLIR Reporter 8.5 Professional

I. ÚVOD (obecné principy pro termografické měření a vyhodnocení výsledků):

a) Aplikace termografického měření ve stavebnictví:

Míra tepelných ztrát (úniků tepla) je stanovena vlastnostmi a polohou objektu. Základní parametr pro posouzení míry tepelných ztrát je součinitel prostupu tepla – U (W/m^2K). Současné minimální požadavky na součinitel prostupu tepla jsou např. u vnějších stěn a střechy $0,24 - 0,3 W/m^2K$, u okenních výplní $1,5 W/m^2K$. Moderní budovy stavěné v pasivním standardu mají však tyto hodnoty až třetinové. Mezi další parametry, které ovlivňují tepelné ztráty, patří způsob a intenzita větrání, rozměry, členitost a poloha budovy, tepelné zisky působením člověka, technických systémů, solární zisky atp. Trend do budoucna je veškeré parametry směřovat k co nejnižší energetické náročnosti a efektivitě provozu budov.

Výše uvedené tepelně-izolační vlastnosti popisují výpočtový a návrhový stav. Termografické měření a jeho závěry popisují reálné rozložení povrchových teplot na měřeném objektu v okamžiku měření a porovnávají je s normativními hodnotami. Rozpory v těchto dvou rovinách mohou být způsobeny, kromě staří budovy (resp. jejich tepelně izolačních vlastností odpovídající době výstavby) i nevhodně zvolenými materiálovými skladbami a technologickými postupy výstavby, stárnutím a degradací materiálů a jejich tepelně-izolačních vlastností atd.



b) Princip vyhodnocování měření / obecné:

Každý plnohodnotný termogram musí mít vedle termografického (barevného) snímku samotného ještě přidruženou teplotní škálu. Tato škála přiřazuje každé teplotě určitou barvu, nejčastěji barvy duhy - od modré (nejnižší teplota), přes zelenou, žlutou, červenou až bílou (nejvyšší teplota). Nejvyšší teplota při měření z exteriéru značí nejčastěji největší „únik tepla“, naopak v interiéru značí modrá barva nejnižší teplotu (zpravidla nejvyšší průstup chladu z exteriéru).

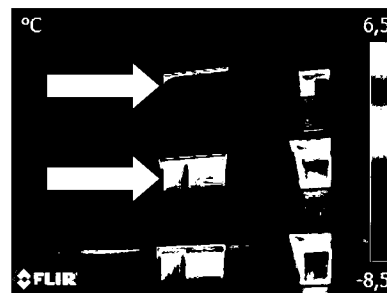
Klíčové parametry pro vyhodnocení termogramu je emisivita povrchu a odražená teplota. Emisivita je optická vlastnost materiálu, které popisuje poměr infračerveného záření měřeného povrchu k infračervenému záření tzv. černého tělesa (emisivita 1) při stejné teplotě. Odražená (zdánlivá) teplota je povrchová teplota konstrukcí, předmětů a oblohy v pozadí, které se mohou odrážet od povrchu měřeného objektu do objektivu termografické kamery (např. obloha, okolní objekty, vegetace). S klesající emisivitou roste význam odražené teploty. Další parametry, které mají vliv na měření, je teplota a vlhkost vzduchu a vzdálenost objektu, ze kterých se stanovuje propustnost infračerveného záření atmosférou.

c) Princip vyhodnocování měření / exteriér:

Vyhodnocení exteriérového měření je prováděno na základě porovnávání teplot a teplotních anomálií podobných konstrukčních celků, nebo detailů. Existují situace, kdy nejvyšší teplota nemusí znamenat největší únik tepla. Mezi nejčastější příčiny patří stavební prvky, které neumožňují rovnoměrnou cirkulaci vzduchu jako u rovné stěny - např. styk dvou stěn v ostrém úhlu, zasazený stavební prvek, nebo „tepelná kapsa“ kde se teplo akumuluje – ilustrační termogram. Další zdánlivý rozdíl v povrchových teplotách způsobuje odraz různého pozadí na měřené konstrukci. Na ilustračním termogramu v nejvyšším patře působí skla v oknech jako chladnější než v nižších patrech, povrchová teplota je však podobná. Tento efekt způsobuje rozdílnost odražených teplot (např. jasná obloha -40°C, okolní objekty, vegetace -3°C).



- ilustrační termogram -



- ilustrační termogram -

d) Princip vyhodnocování měření / interiér:

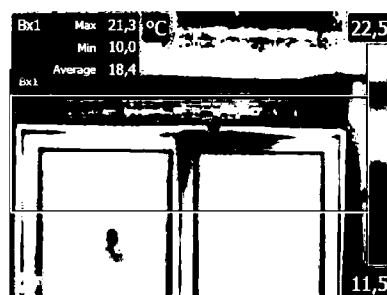
Nejčastější měřicí funkce pro analýzu teplotní anomálie jsou tzv. oblasti (Bx1), kde teplotní minimum - modrý trojúhelníček, zobrazuje místo s nejnižší povrchovou teplotou (charakter konstrukce, netěsnost, tepelný most, apod.). Při měření v interiéru je zároveň zaznamenána prostorová teplota a relativní vlhkost. Z těchto hodnot je stanovena teplota rosného bodu, resp. mezní povrchová teplota. Touto zjednodušenou metodou lze označit veškeré povrchové teploty pod těmito hranicemi jako problematické z hlediska rizika růstu plísní. Toto posouzení však platí pouze pro daný okamžik, protože s měnícími se podmínkami (teplota, vlhkost) jak v interiéru, tak exteriéru se toto posouzení mění. Na výplních otvorů nemá docházet k povrchové kondenzaci, na stavebních neprůsvitných konstrukcích nesmí docházet k růstu plísní.

Přesnější stanovení minimálních přípustných povrchových teplot popisuje technická norma ČSN 730540-2 (4) Tepelná ochrana budov. Toto posouzení s pomocí teplotního faktoru do výpočtu zohledňuje podmínky při měření (prostorová teplota, vzdušná vlhkost) a tak je hodnocení stejné i při jiných podmínkách.

Při pořízení termogramů je měřena teplota a relativní vlhkost vzduchu v exteriéru a interiéru. Na základě těchto hodnot a změřené povrchové teploty je u konstrukcí, u kterých lze předpokládat, že jsou vzduchotěsné, stanoven teplotní faktor vnitřního povrchu. Teplotní faktor vnitřního povrchu je poměrová veličina, která jednoznačně charakterizuje konstrukci, a která nezávisí na teplotách přilehlých prostředí. Takto stanovený teplotní faktor vnitřního povrchu je porovnán s teplotním faktorem stanoveným dle ČSN 73 0540-2 a ČSN 73 0540-4. Jedná se pouze o orientační hodnocení, protože teplotní faktor stanovený podle uvedených norem uvažuje s ideálními stacionárními podmínkami, kterých nelze obvykle při měření reálných konstrukcí dosáhnout. Vzhledem k přesnosti stanovení povrchových teplot nelze hodnotit konstrukce, jejichž teplotní faktor vnitřního povrchu se liší od faktoru stanoveného dle uvedených norem o méně než 0,050.



- ilustrační termogram -



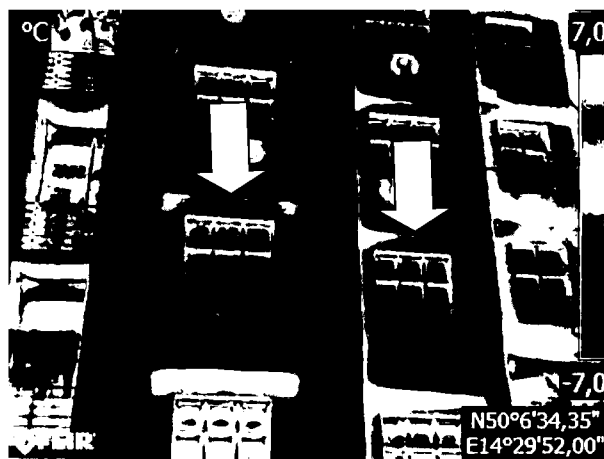
- ilustrační termogram -



II. Termografické měření bytového domu [redacted] Praha 9 – Vysočany / exteriér:

Teplotní anomálie a tepelné mosty neprůsvitných konstrukcí / obvodový plášť:

Na povrchu obvodových stěn bytového domu jsou viditelné teplotní anomálie v místech překladů výplní stavebních otvorů a v místech podlahových / stropních konstrukcí (zejména u sousedního domu). Tyto tepelné mosty mají vliv na vnitřní povrchové teploty. Nízké povrchové teploty na skleněných tabulkách oken jsou jen zdánlivé – vlivem odražené teploty oblohy.



Vyšší povrchové teploty za rozvodem klimatizace jsou způsobeny menší mírou ochlazování (detail zakrytý rozvodem) a přirozeně vyššími teplotami v místech styku obvodových stěn.



III. Termografické měření bytového domu [redacted] Praha 9 – Vysočany / interiér, posouzení:

Při pořízení termogramů byla také měřená teplota a relativní vlhkost vzduchu v exteriéru a interiéru. Na základě těchto hodnot a změřené povrchové teploty byl u konstrukcí, u kterých lze předpokládat, že jsou vzduchotěsné, stanoven teplotní faktor vnitřního povrchu. Teplotní faktor vnitřního povrchu je poměrová veličina, která jednoznačně charakterizuje konstrukci, a která nezávisí na teplotách přilehlých prostředí. Takto stanovený teplotní faktor vnitřního povrchu byl porovnán s teplotním faktorem stanoveným dle ČSN 73 0540-2 a ČSN 73 0540-4. Jedná se pouze o orientační hodnocení, protože teplotní faktor stanovený podle uvedených norem uvažuje s ideálními stacionárními podmínkami, kterých nelze obvykle při měření reálných konstrukcí dosáhnout. Vzhledem k přesnosti stanovení povrchových teplot nelze hodnotit konstrukce, jejichž teplotní faktor vnitřního povrchu se liší od faktoru stanoveného dle uvedených norem o méně než 0,050.

Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období pro měřený objekt je -13 °C (Praha 9, cca 194 m.n.m.).

Byt 1.NP [redacted]

Poř. číslo	Prostor	Termogram	Změřená venkovní teplota vzduchu (°C)	Změřená vnitřní teplota vzduchu (°C)	Povrchová teplota (°C)	Reálný teplotní faktor - f_{Rsi}	Nejnižší teplotní faktor - $f_{Rsi,N}$	% naplnění požadavku dle ČSN 73 0540-2(4)
1.	1.NP	FLIR 1434	-3,6	21,6	14,3	0,710	0,751	95%
2.	1.NP	FLIR 1438	-3,6	21,6	14,3	0,710	0,751	95%
3.	1.NP	FLIR 1442	-3,6	21,6	15,4	0,754	0,751	100%
4.	1.NP	FLIR 1446	-3,6	21,6	18,7	0,885	0,751	118%
5.	1.NP	FLIR 1448	-3,6	21,6	15,9	0,774	0,751	103%
6.	1.NP	FLIR 1450	-3,6	21,6	16,4	0,794	0,751	106%

Byt 2.NP [redacted]

Poř. číslo	Prostor	Termogram	Změřená venkovní teplota vzduchu (°C)	Změřená vnitřní teplota vzduchu (°C)	Povrchová teplota (°C)	Reálný teplotní faktor - f_{Rsi}	Nejnižší teplotní faktor - $f_{Rsi,N}$	% naplnění požadavku dle ČSN 73 0540-2(4)
7.	2.NP	FLIR 1843	-5,3	21,4	15,1	0,764	0,751	102%
8.	2.NP	FLIR 1849	-5,3	21,4	9,7	0,562	0,751	75%
9.	2.NP	FLIR 1851	-5,3	21,4	10	0,573	0,751	76%
10.	2.NP	FLIR 1853	-5,3	21,4	12,1	0,652	0,751	87%
11.	2.NP	FLIR 1857	-5,3	21,4	6,7	0,449	0,751	60%
12.	2.NP	FLIR 1861	-5,3	21,4	10,1	0,577	0,751	77%
13.	2.NP	FLIR 1863	-5,3	21,4	15	0,760	0,751	101%
14.	2.NP	FLIR 1865	-5,3	21,4	14,9	0,757	0,751	101%
15.	2.NP	FLIR 1867	-5,3	21,4	15,4	0,775	0,751	103%
16.	2.NP	FLIR 1871	-5,3	21,4	11,3	0,622	0,751	83%
17.	2.NP	FLIR 1873	-5,3	21,4	14,5	0,742	0,751	99%
18.	2.NP	FLIR 1877	-5,3	21,4	11,5	0,629	0,751	84%



Termografické měření - byty

Praha 9 – Vysočany

ENERGO

Měření

Bx1 Min 14,3 °C

11.1.2019 7:16:37

°C
23,9

Parametry

Emisivita 0.94

Odr. tepl. 22 °C

Geolokace

Umístění



11.1.2019 7:16:37



Textové komentáře

Konstrukce

styk dvou obvodových stěn, 95% požadavku dle ČSN



Termografické měření - byty Praha 9 – Vysočany

ENERGO

Měření

Bx1 Min 14,3 °C

11.1.2019 7:17:05

°C
23,9

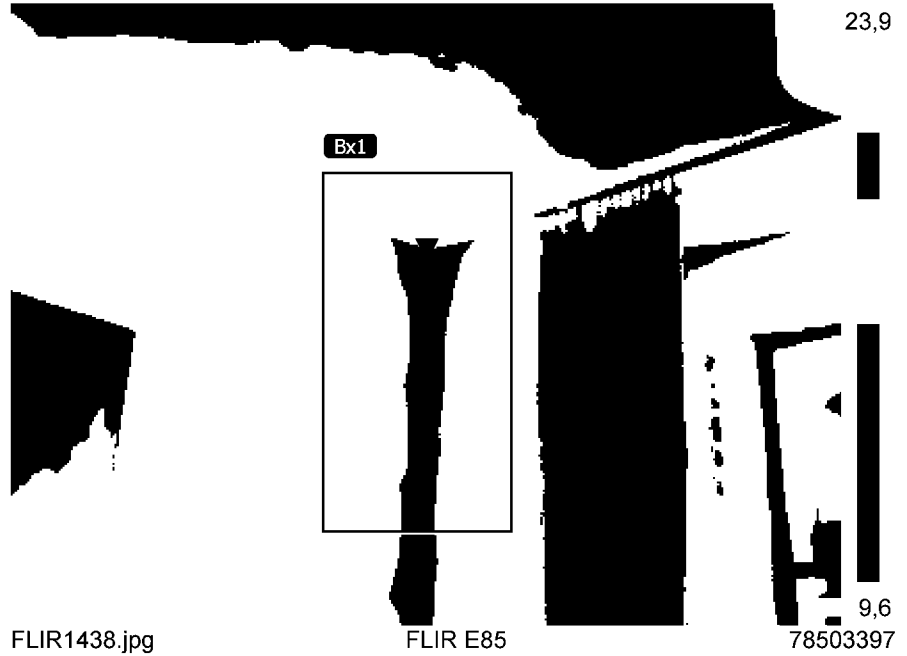
Parametry

Emisivita 0.94

Odr. tepl. 22 °C

Geolokace

Umístění



FLIR1438.jpg

FLIR E85

78503397

11.1.2019 7:17:05



FLIR1438.jpg

FLIR E85

78503397

Textové komentáře

Konstrukce

styk dvou obvodových stěn a stropu, 95% požadavku dle ČSN



Termografické měření - byty Praha 9 – Vysočany

ENERGO

Měření

Bx1 Min 15,4 °C

Parametry

Emisivita 0.94

Odr. tepl. 22 °C

Geolokace

Umístění

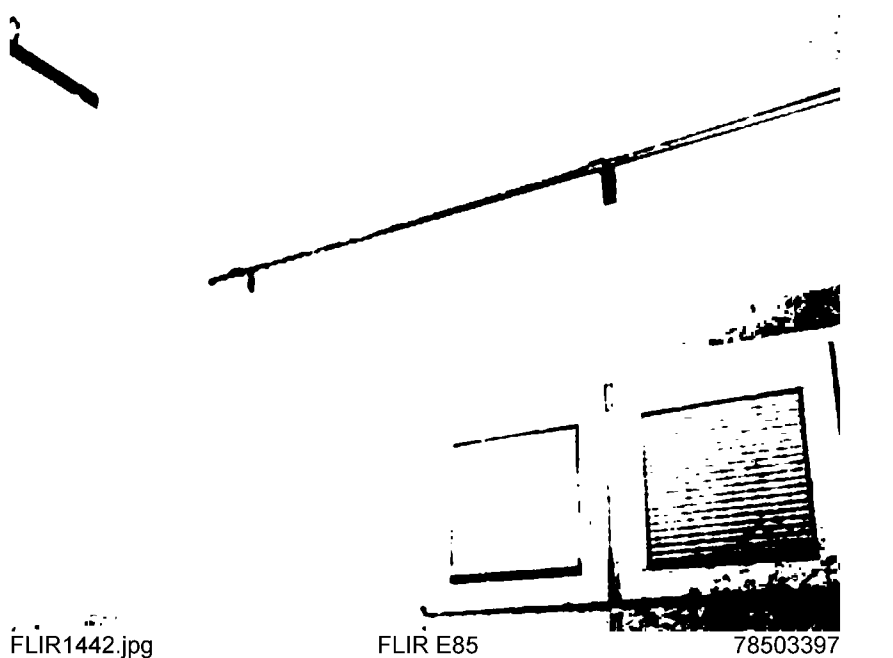
11.1.2019 7:17:24

°C

23,9



11.1.2019 7:17:24



Textové komentáře

Konstrukce

styk obvodové stěny s nadpražím okna, 100% požadavku dle ČSN



Termografické měření - byty
[redacted] Praha 9 – Vysočany

ENERGO

Měření

Bx1 Min 18,7 °C

Parametry

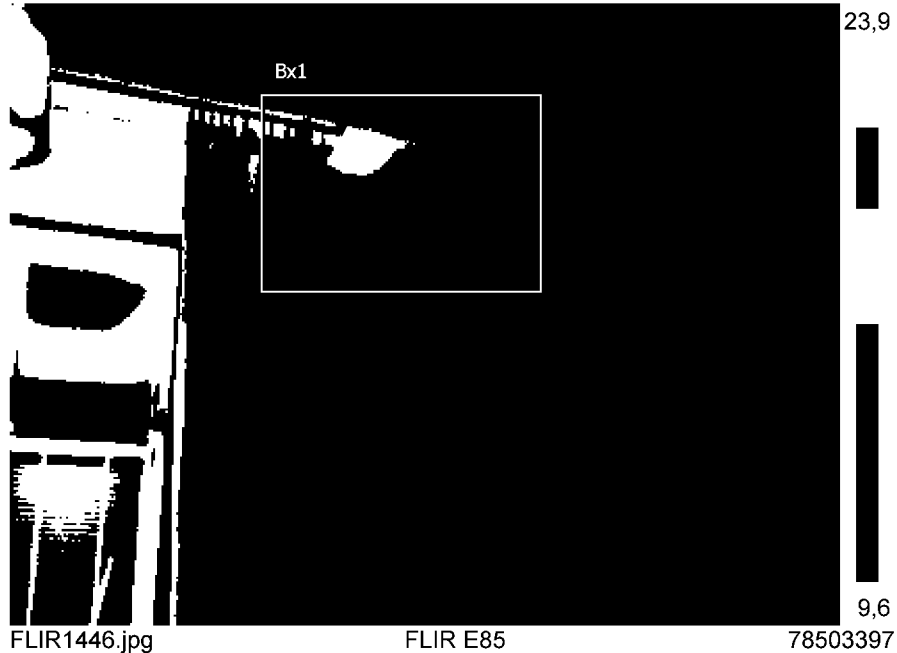
Emisivita 0.94

Odr. tepl. 22 °C

Geolokace

Umístění [redacted]

11.1.2019 7:17:43



11.1.2019 7:17:43



Textové komentáře

Konstrukce

styk obvodové stěny se stropem, 118% požadavku dle ČSN



Termografické měření - byty [redacted] Praha 9 – Vysočany

ENERGO

Měření

Bx1 Min 15,9 °C

11.1.2019 7:19:08

°C
23,9

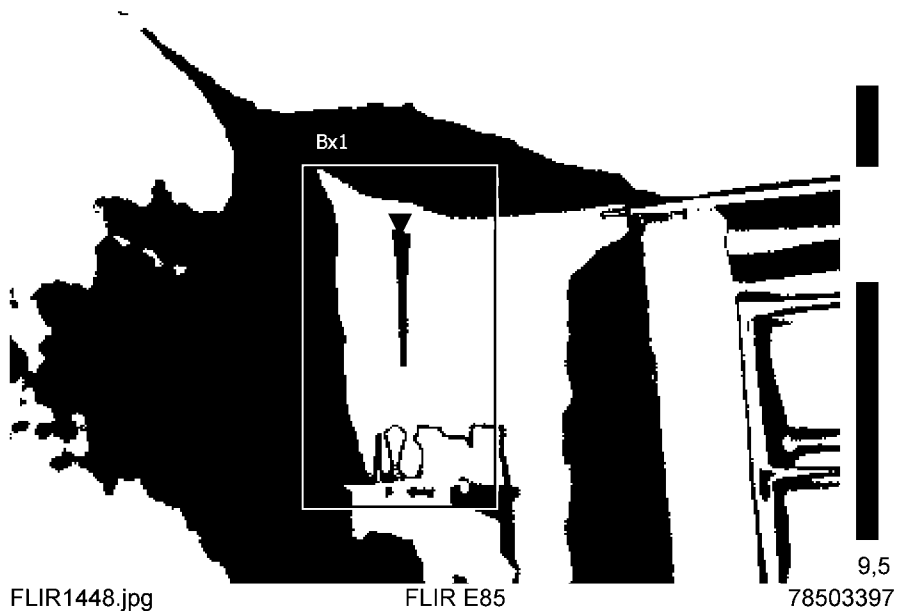
Parametry

Emisivita 0.94

Odr. tepl. 22 °C

Geolokace

Umístění [redacted]



FLIR1448.jpg

FLIR E85

78503397

11.1.2019 7:19:08



FLIR1448.jpg

FLIR E85

78503397

Textové komentáře

Konstrukce

styk dvou obvodových stěn a stropu, 103% požadavku dle ČSN



Termografické měření - byty
[redacted] Praha 9 – Vysočany

ENERGO

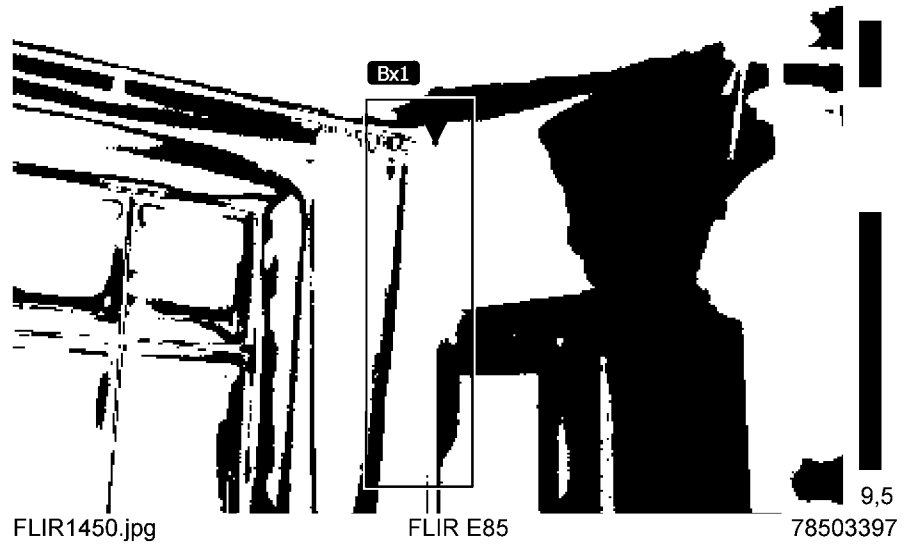
Měření 11.1.2019 7:19:22 °C
Bx1 Min 16,4 °C 23,9

Parametry

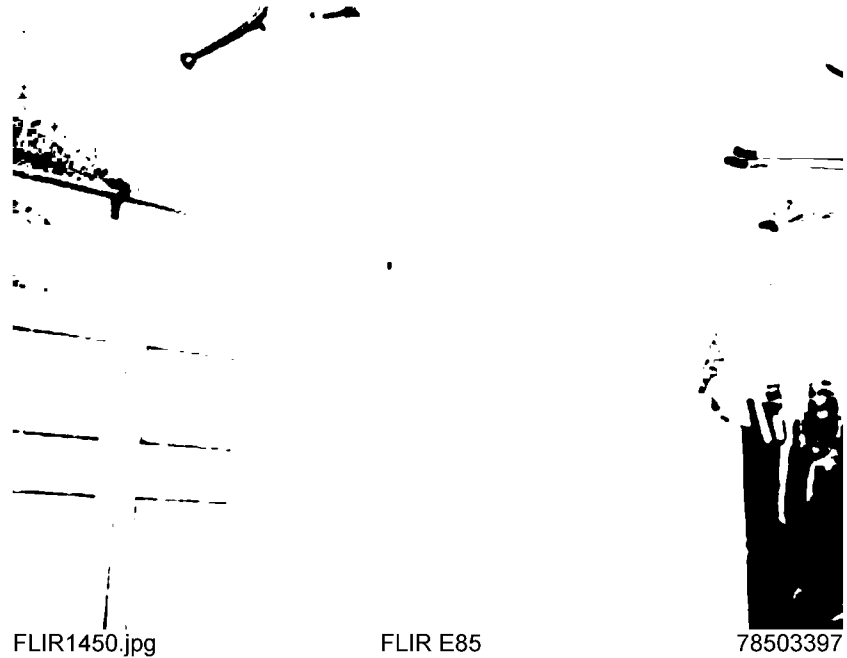
Emisivita 0.94
Odr. tepl. 22 °C

Geolokace

Umístění [redacted]



11.1.2019 7:19:22



Textové komentáře

Konstrukce

styk obvodové a vnitřní stěny se stropem, 106% požadavku dle ČSN



Termografické měření - byty [redacted] Praha 9 – Vysočany

ENERGO

Měření

Bx1 Max 21,3 °C
 Min 15,1 °C
 Average 18,2 °C

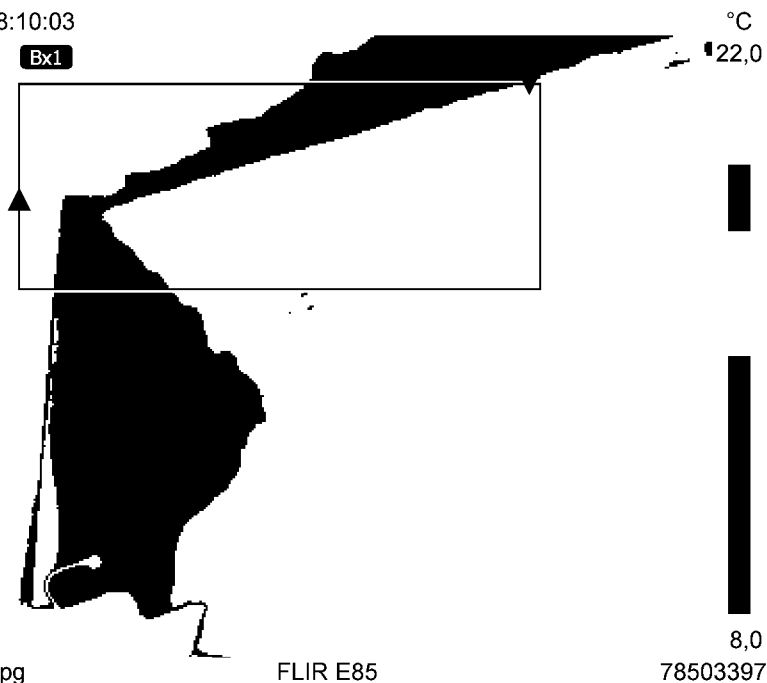
Parametry

Emisivita 0.94
Odr. tepl. 21 °C

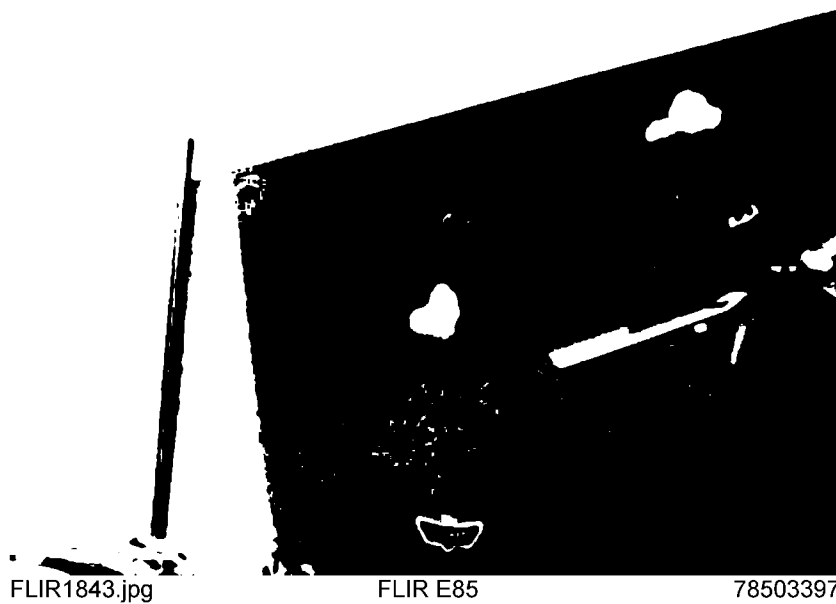
Geolokace

Umístění [redacted]
[redacted]

21.1.2019 8:10:03



21.1.2019 8:10:03



Textové komentáře

Konstrukce

styk stěny se stropem, 102% požadavku dle ČSN



Termografické měření - byty Praha 9 – Vysočany

ENERGO

Měření

Bx1 Max 18,4 °C
 Min 9,7 °C
 Average 14,8 °C

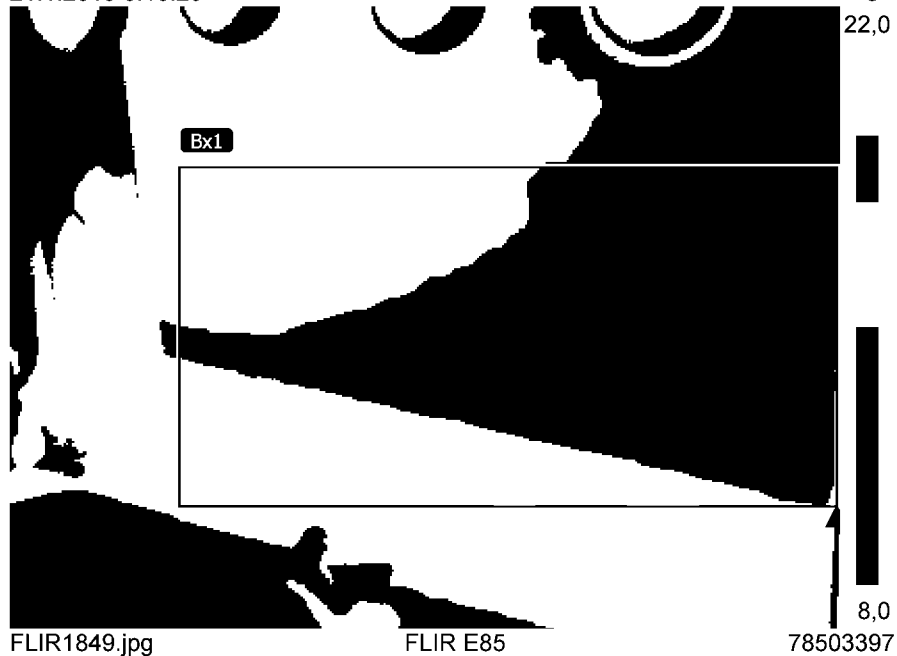
Parametry

Emisivita 0.94
Odr. tepl. 21 °C

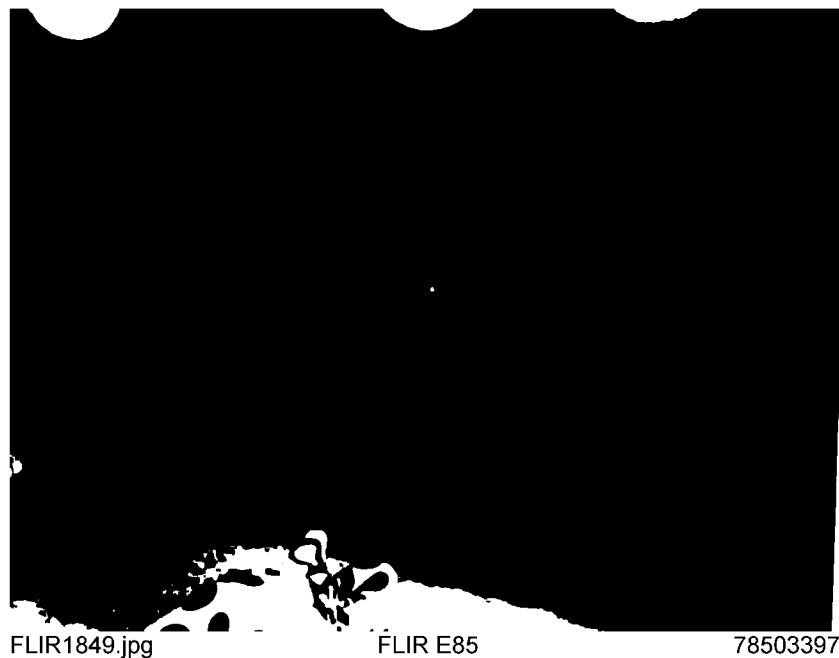
Geolokace

Umístění

21.1.2019 8:13:29



21.1.2019 8:13:29



Textové komentáře

Konstrukce

styk stěny s podlahou, 75% požadavku dle ČSN



Termografické měření - byty Praha 9 – Vysočany

ENERGO

Měření

Bx1 Max 21,0 °C
Min 10,0 °C
Average 15,5 °C

Parametry

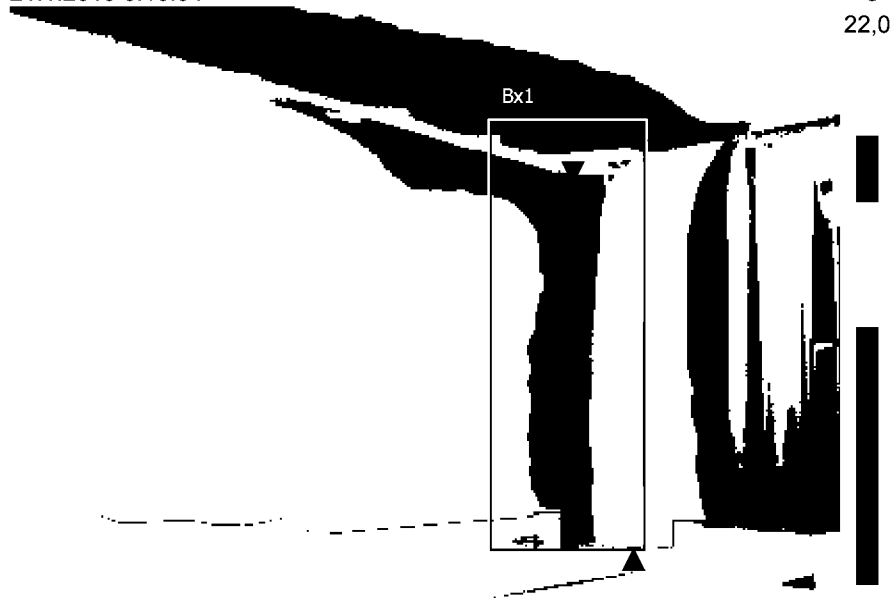
Emisivita 0.94
Odr. tepl. 21 °C

Geolokace

Umístění

21.1.2019 8:13:54

°C
22,0

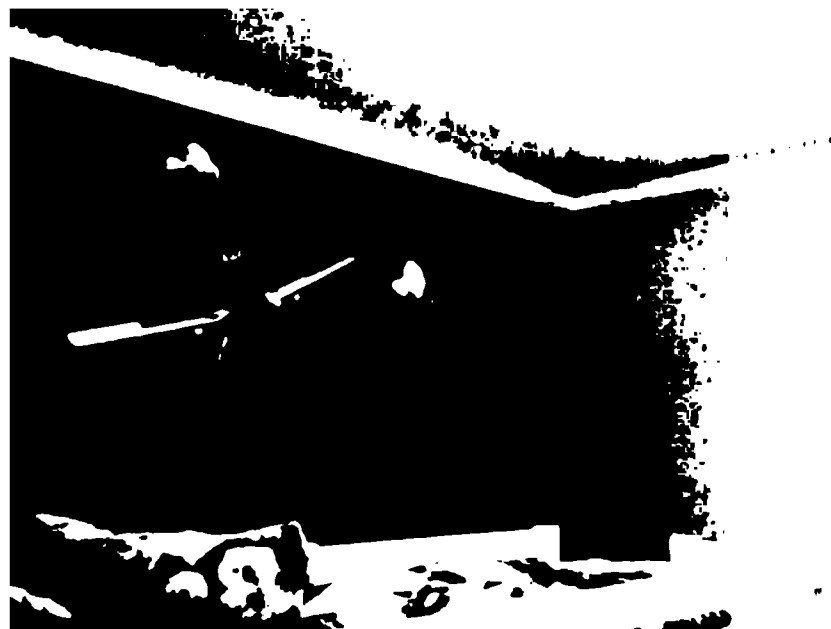


FLIR1851.jpg

FLIR E85

78503397

21.1.2019 8:13:54



FLIR1851.jpg

FLIR E85

78503397

Textové komentáře

Konstrukce

styk dvou obvodových stěn a stropu, 76% požadavku dle ČSN



Termografické měření - byty [redacted] Praha 9 – Vysočany

ENERGO

Měření

Bx1 Max 21,3 °C
Min 12,1 °C
Average 15,4 °C

Parametry

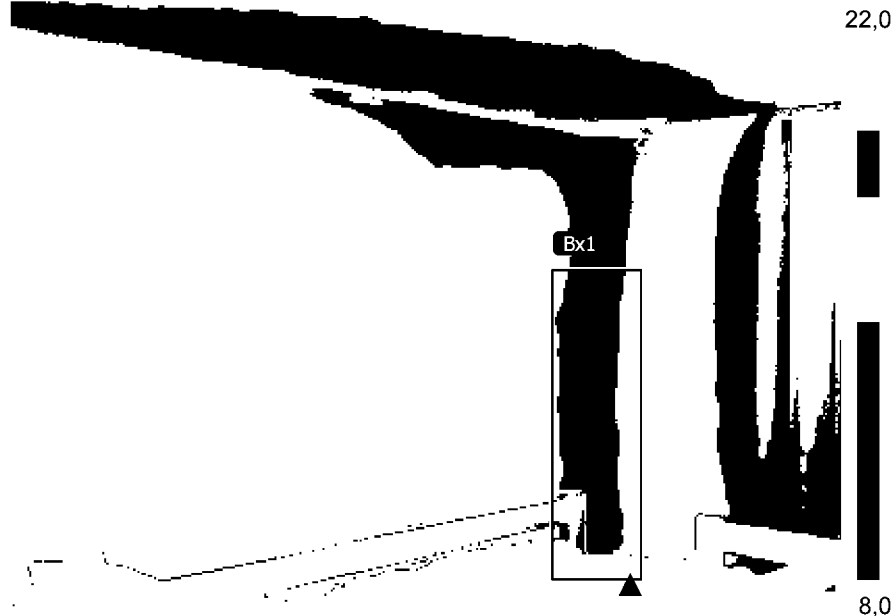
Emisivita 0.94
Odr. tepl. 21 °C

Geolokace

Umístění [redacted]
[redacted]

21.1.2019 8:14:03

°C
22,0

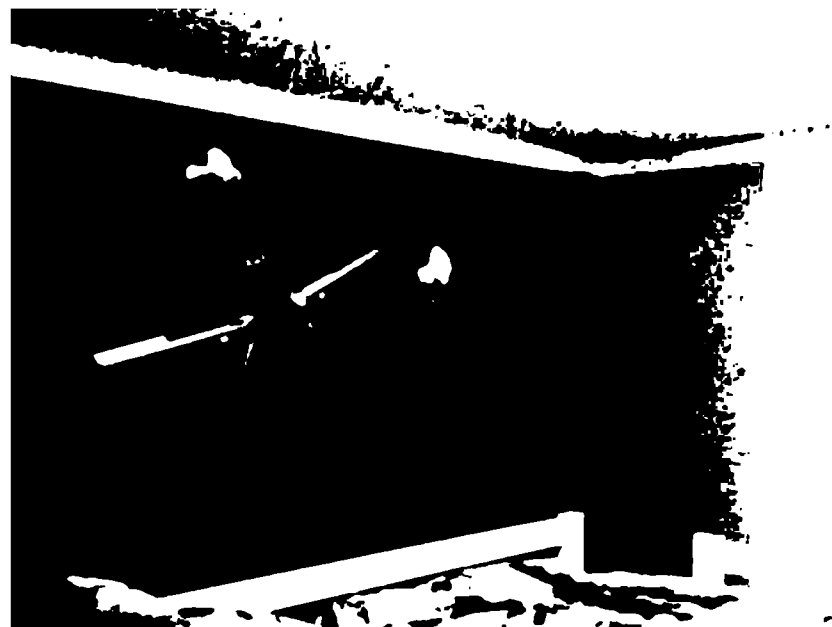


FLIR1853.jpg

FLIR E85

78503397

21.1.2019 8:14:03



FLIR1853.jpg

FLIR E85

78503397

Textové komentáře

Konstrukce

styk dvou obvodových stěn, 87% požadavku dle ČSN



Termografické měření - byty [redacted] Praha 9 – Vysočany

ENERGO

Měření

Bx1 Max 18,4 °C
 Min 6,7 °C
 Average 12,8 °C

Parametry

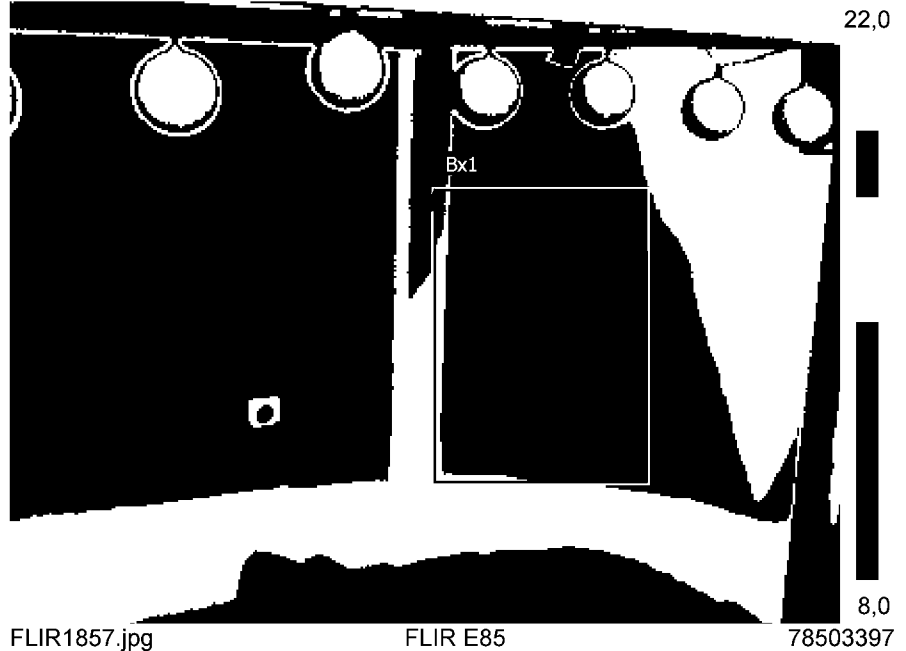
Emisivita 0.94
Odr. tepl. 21 °C

Geolokace

Umístění [redacted]
[redacted]

21.1.2019 8:16:59

°C
22,0



21.1.2019 8:16:59



Textové komentáře

Konstrukce

styk dvou obvodových stěn a podlahy, 60% požadavku dle ČSN



Termografické měření - byty Praha 9 – Vysočany

ENERGO

Měření

Bx1	Max	16,5 °C
	Min	10,1 °C
	Average	13,6 °C

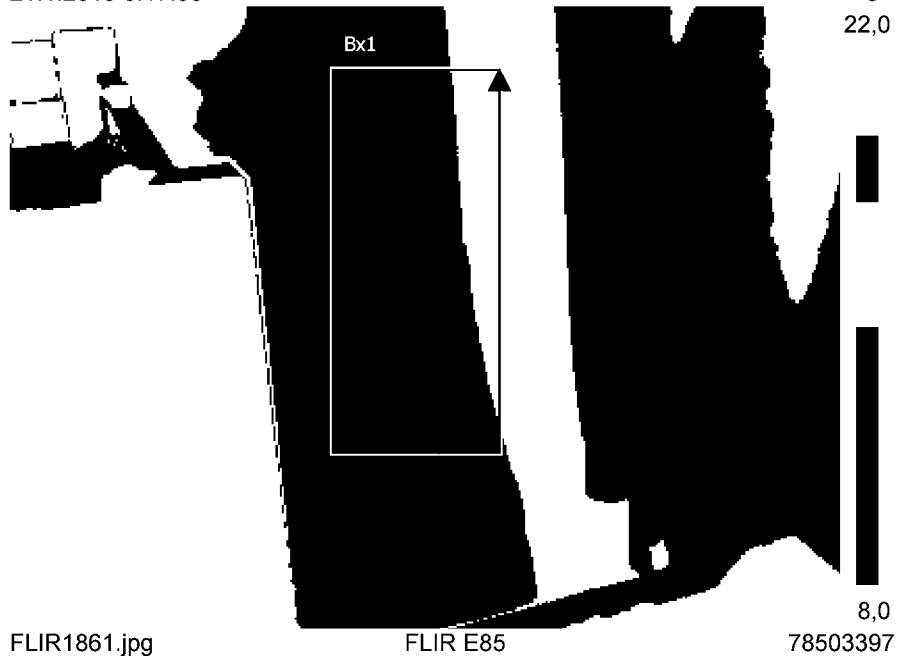
Parametry

Emisivita	0.94
Odr. tepl.	21 °C

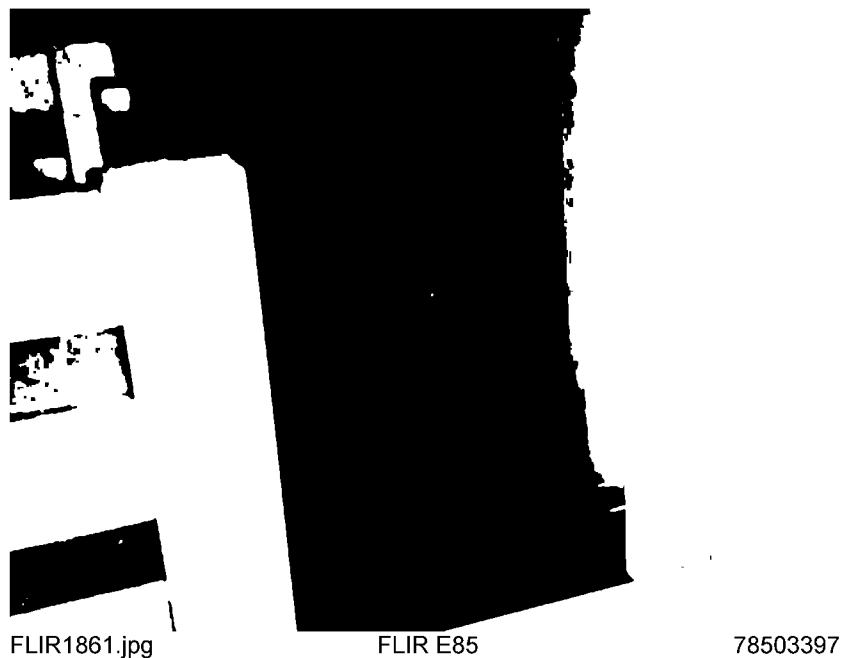
Geolokace

Umístění

21.1.2019 8:17:33



21.1.2019 8:17:33



Textové komentáře

Konstrukce

styk dvou obvodových stěn, 77% požadavku dle ČSN



Termografické měření - byty Praha 9 – Vysočany

ENERGO

Měření

Bx1 Max 43,0 °C
Min 15,0 °C
Average 19,9 °C

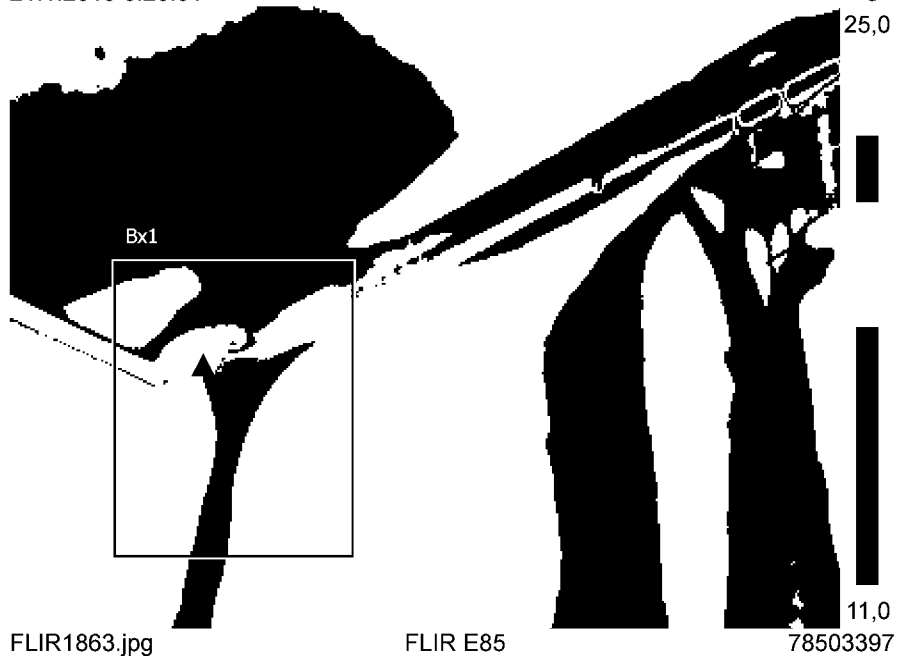
Parametry

Emisivita 0.94
Odr. tepl. 21 °C

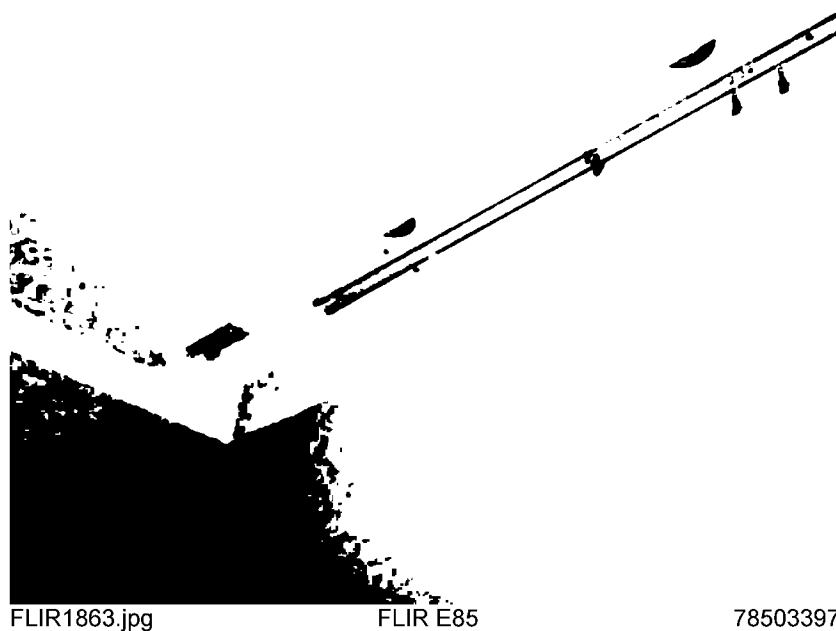
Geolokace

Umístění

21.1.2019 8:23:01



21.1.2019 8:23:01



Textové komentáře

Konstrukce

styk dvou obvodových stěn a stropu, 101% požadavku dle ČSN



Termografické měření - byty Praha 9 – Vysočany

ENERGO

Měření

Bx1 Max 42,1 °C
Min 14,9 °C
Average 18,8 °C

Parametry

Emisivita 0.94
Odr. tepl. 21 °C

Geolokace

Umístění

21.1.2019 8:23:16



FLIR1865.jpg

FLIR E85

78503397

21.1.2019 8:23:16



FLIR1865.jpg

FLIR E85

78503397

Textové komentáře

Konstrukce

styk dvou obvodových stěn a stropu, 101% požadavku dle ČSN



Termografické měření - byty [redacted] Praha 9 – Vysočany

ENERGO

Měření

Bx1	Max	22,0 °C
	Min	15,4 °C
	Average	18,1 °C

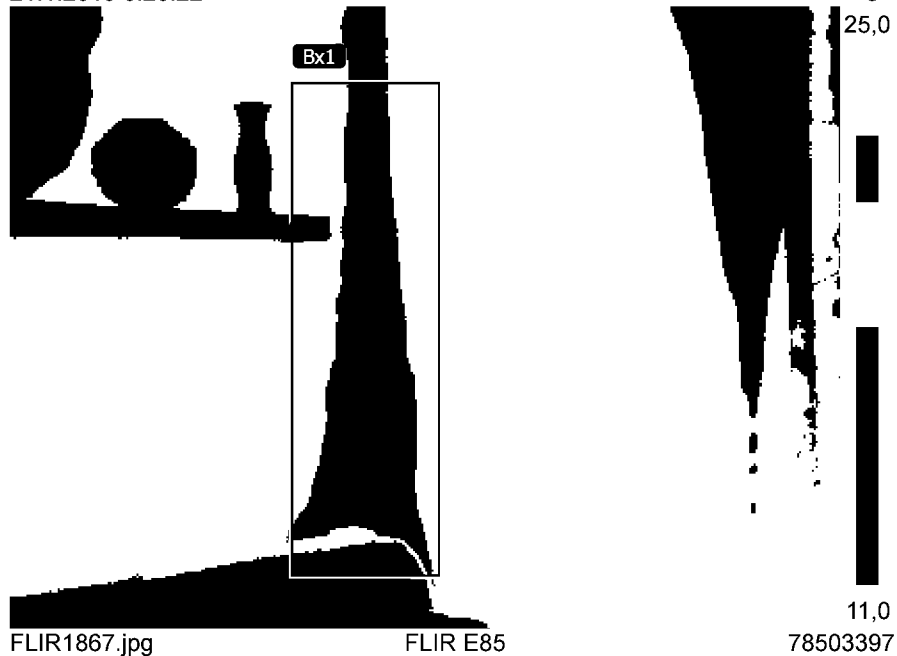
Parametry

Emisivita	0.94
Odr. tepl.	21 °C

Geolokace

Umístění [redacted]
[redacted]

21.1.2019 8:23:22



21.1.2019 8:23:22



Textové komentáře

Konstrukce

styk dvou obvodových stěn, 103% požadavku dle ČSN



Termografické měření - byty [redacted] Praha 9 – Vysočany

ENERGO

Měření

Bx1 Max 21,8 °C
 Min 11,3 °C
 Average 16,7 °C

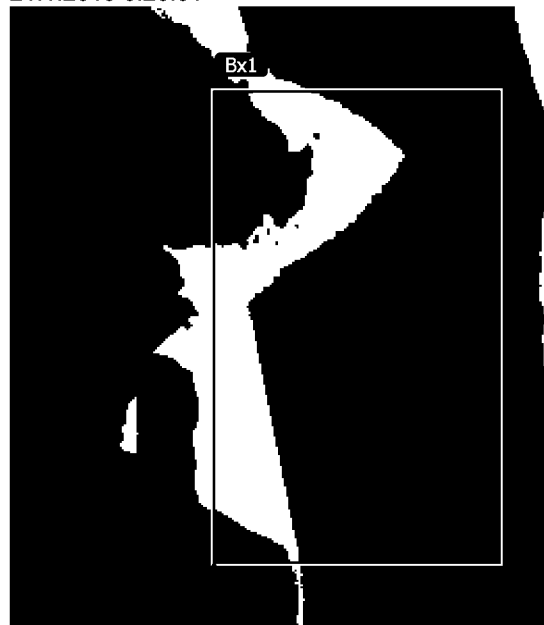
Parametry

Emisivita 0.94
Odr. tepl. 21 °C

Geolokace

Umístění [redacted]
[redacted]

21.1.2019 8:23:51



°C
25,0



FLIR1871.jpg

FLIR E85

78503397

21.1.2019 8:23:51



FLIR1871.jpg

FLIR E85

78503397

Textové komentáře

Konstrukce

styk dvou obvodových stěn a podlahy, 83% požadavku dle ČSN



Termografické měření - byty Praha 9 – Vysočany

ENERGO

Měření

Bx1	Max	24,2 °C
	Min	14,5 °C
	Average	19,1 °C

Parametry

Emisivita	0.94
Odr. tepl.	21 °C

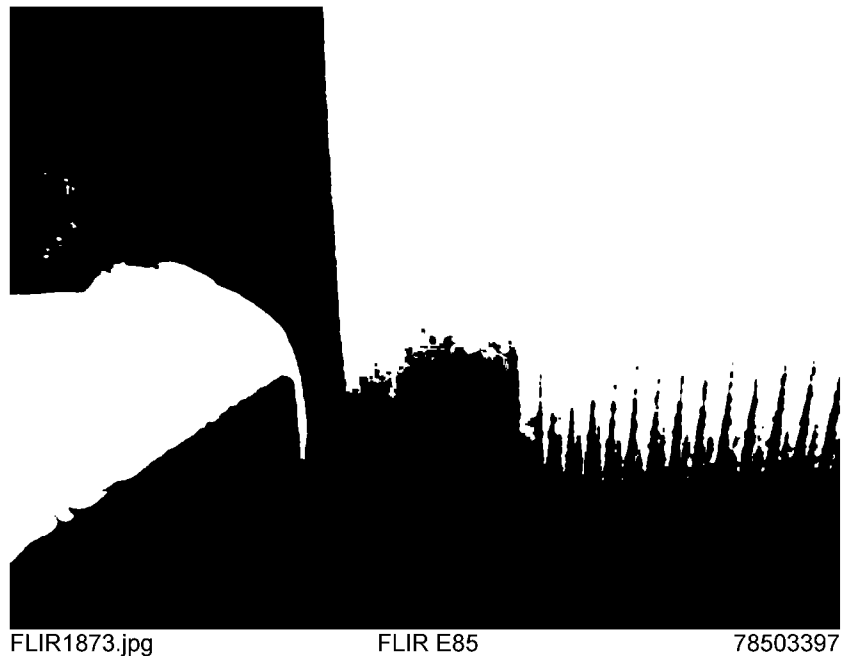
Geolokace

Umístění

21.1.2019 8:24:06



21.1.2019 8:24:06



Textové komentáře

Konstrukce

styk obvodové stěny a podlahy, 99% požadavku dle ČSN



Termografické měření - byty [redacted] Praha 9 – Vysočany

ENERGO

Měření

Bx1 Max 24,3 °C
 Min 11,5 °C
 Average 17,5 °C

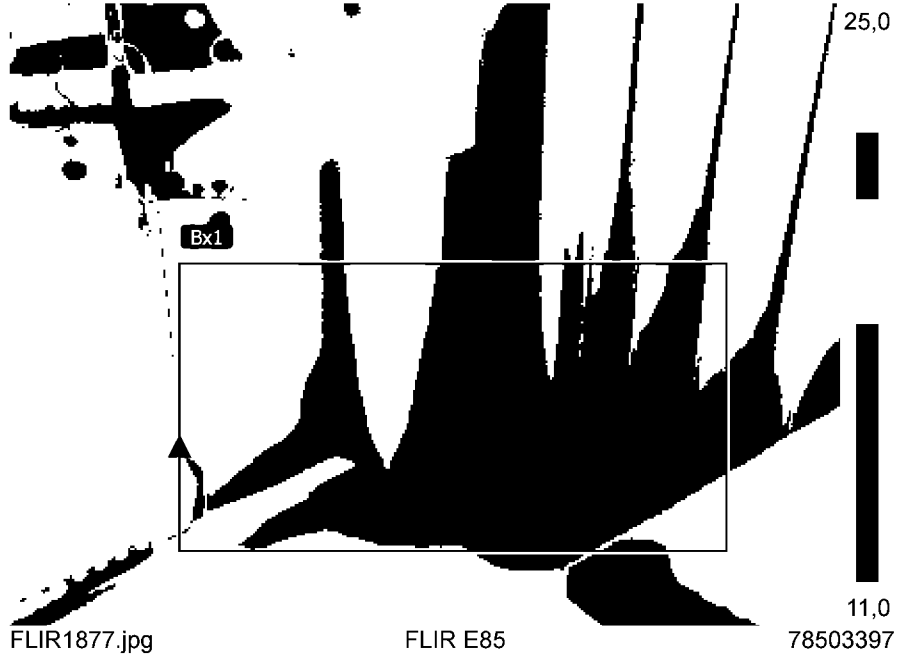
Parametry

Emisivita 0.94
Odr. tepl. 21 °C

Geolokace

Umístění [redacted]
[redacted]

21.1.2019 8:24:32



21.1.2019 8:24:32



Textové komentáře

Konstrukce

Podlaha k nevytápěné spiži, 84% požadavku dle ČSN

III. ZÁVĚR / DOPORUČENÍ:

Měřením bylo detekováno podkročení přípustných povrchových teplot dle ČSN 73 0540-2 (4) zejména ve stycích konstrukcí přilehlých exteriéru. V těchto místech hrozí při nízkých venkovních teplotách kondenzace vodních par a růst plísní.

Porovnáním míry podkročení (s ohledem na vnitřní a venkovní podmínky v den měření) v bytech [redacted] a [redacted] vychází povrchové teploty v bytě [redacted] o 8-19% nižší než v bytě [redacted]. Což je do určité míry způsobeno výskytem rozvodů tepla v bytě [redacted] protože tento rozvod částečně kritické detaily konstrukcí ohřívá. Částečně může mít na uvedené vliv charakter konstrukce, resp. např. vyšší vliv tepelného mostu. Zároveň charakter teplotní anomálií ve stycích obvodových stěn se stropem je v obou měřených bytech podobný. Styk obvodové stěny s podlahou v dětském pokoji [redacted] odpovídá klasickému rozložení teplot podobných domů, proto nepředpokládám vliv bodového tepelného mostu např. vlivem kotvení venkovního rozvodu klimatizace. V žádném případě nedoporučuji tento detail (styk obvodové stěny s podlahou zakrývat nábytkem).

Rizika kondenzací vodních par v kritických, popisovaných místech, by snížilo komplexní zateplení obvodových stěn.

Obecné doporučení pro snížení projevů kondenzací vodních par a růstu plísní:

- pořídit měřicí zařízení pro sledování relativní vlhkosti (ideálně i s venkovním čidlem) a pokusit se větráním držet relativní vlhkost max. do 60% (lépe do 53%). Větrání při vysokých exteriérových vlhkostech omezit.
- větrat krátce a intenzivně – otevřít veškeré okna, balkónové (případně i vstupní) dveře dokořán a zavřít v okamžiku snížené vlhkosti. Doba větrání s ohledem na pokles vlhkosti a povětrnost (orientačně 5-15 min několikrát za den, zejména ráno a večer)
- větrání dodržovat v především v momentech vzniku provozních vlhkostí (vaření, praní a sušení prádla, sprchování, po spánku atp.)
- efektivitu větrání zvyšuje i používání nucených ventilací – koupelna, WC, digestoř v kuchyni
- relativní vlhkost se zvyšuje při větším počtu osob, zvířat, rostlin v prostorech na m³
- zvýšenou pozornost především při mrazivých dnech (po 0°C), posunutý rosný bod, resp. nižší povrchová teplota na konstrukcích (stěny, stropy, okna)
- rizika kondenzací snižuje vyšší prostorová teplota, ovšem za cenu vyšších nákladů na energie
- kritické detaily (rohy a kouty místností) se pokusit mít odkryté (neumísťovat nábytek), tak aby tyto místa byly ohřívány vytápěním
- dlouhodobě zvýšená relativní vlhkost vede ke kondenzaci vodních par (růstu plísní), degradaci stavebních materiálů a má neblahý vliv na zdraví (především u dětí)
- nedostatečné větrání zároveň zvyšuje koncentrace CO², což opět neprospívá zdraví (únava, nesoustředěnost, bolest hlavy atd.) a těkavých organických látek
- zvýšené větrání je zároveň důležité u budov ohrožených zvýšenou koncentrací radonu

Dne 7.3.2019

Vypracoval:

[redacted]

