

Termovizní protokol

**Termovizní měření za přirozeného tlaku a
za podtlaku**

Bytový dům Ohradní

Ohradní 1341

140 00 Praha 4 - Michle

Vypracoval:

Ing. Jaroslav Maršík

Kontroloval:

Ing. Martin Šauer

Zpracováno v období:

prosinec 2018



Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu zhotovitele kopírován jinak než celý.

1. VŠEOBECNĚ

- 1.1. Předmět** Bytový dům Ohradní, Ohradní 1341, 140 00 Praha 4 - Michle
- 1.2. Úkol** Termovizní měření za přirozeného tlaku a za podtlaku
- 1.3. Objednatel**
ConPass s.r.o.
Na Potůčku 43
264 01 Sedlčany
IČ:28893701
kontaktní osoba: Jiří Hlavín DiS.
tel: +420 608 520 494
email: jiri.hlavin@nemopas.cz
- 1.4. Dodavatel**
DEKPROJEKT s.r.o.
Tiskařská 10/257
budova TTC
108 00 Praha 10
tel.: 234 054 284
email: info@atelier-dek.cz
IČ: 27642411
DIČ: CZ699000797
Bankovní spojení:
Komerční banka Praha 9
35-7899980247/0100
- 1.5. Vypracoval** Ing. Jaroslav Maršík
- 1.6. Kontroloval** Ing. Martin Šauer

2. PODKLADY

- [1] Objednávka ze dne 31.10.2018
- [2] Termovizní měření provedené 6.12.2017 v ranních hodinách (cca 6:30 až 8:30 hod.). Měření provedl Jaroslav Maršík za přítomnosti obyvatel bytové jednotky.
- [3] Nařízení 10/2016 Sb. hl. m. Prahy, kterým se stanovují obecné požadavky na využívání území a technické požadavky na stavby v hlavním městě Praze (Pražské stavební předpisy)
- [4] ČSN EN 13187 (73 0560) Tepelné chování budov – Kvalitativní určení tepelných nepravidelností v pláštích budov – Infračervená metoda
- [5] ČSN EN ISO 9972:2016 (73 0577) Tepelné chování budov – Stanovení průvzdušnosti budov – Tlaková metoda
- [6] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- [7] ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- [8] ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody
- [9] Pešta J., Tesař. D, Zwiener V.: Diagnostika staveb (hydroizolace, termografie, blower door test, akustika)
DEK a.s. 2014, 124 str., ISBN 978-80-87215-15-9

Pozn. Pokud není uvedeno jinak, rozumí se předpisy a normy v platném znění.

3. SITUACE

Byt o dispozici 2+1, v 1 nadzemním podlaží nad přízemními prostory. Majitel si stěžuje na chlad v bytě.
Termovizní protokol

Pro lokalizaci tepelných mostů a netěsností bylo provedeno dle ČSN EN 13187 bezkontaktní měření povrchových teplot termovizní kamerou (zkrácená zkouška) na vnitřních površích za přirozeného tlakového rozdílu a za podtlaku, který byl v objektech vytvořen zařízením pro blower door test. V průběhu měření nesvítilo na objekt slunce.

4. PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ

Termovizní kamera FLIR, typ ThermaCam B4 (kalibrační certifikát č. 25200823), rozlišení detektoru kamery 320 x 240 obr. bodů.

Přístroj Commeter D3631 pro měření teploty a relativní vlhkosti vzduchu (výrobní číslo 08910320, kalibrační list č. 8689F/13).

Přístroj Commeter D3631 pro měření teploty a relativní vlhkosti vzduchu (výrobní číslo 08910320, kalibrační list č. 8691F/13).

Zařízení pro Blower-Door test skládající se z rámu, vzduchotěsné plachty, ventilátoru, řídicí jednotky a mikromanometru Infiltec DM4 Micro-Manometer (seriové číslo 622511, kalibrační certifikát S 4191 / DKD-K-30101).

5. OKRAJOVÉ PODMÍNKY

Počasí: polojasno, bezvětrí

Průměrná teplota vzduchu v exteriéru cca 12 hod před měřením: 1,5 °C (zdroj: meteoblue.com)

Teplota vzduchu v exteriéru: 0,7 °C

R.V. vzduchu v exteriéru: 80,0 %

Teplota vzduchu v interiéru: 24,8 °C

R.V. vzduchu v interiéru: 30 %

Rozdíl teplot vzduchu mezi interiérem a exteriérem 24,1 °C

Pokud není uvedeno jinak, je uvažován u všech snímků součinitel emisivity materiálu hodnotou 0,94 (-). Pokud není uvedeno jinak, je „teplota pozadí“ uvažována z interiéru stejná jako teplota vzduchu v interiéru při měření.

6. ZÁKLADNÍ INFORMACE K TERMORIZNÍM SNÍMKŮM

Termovizní kamerou se snímají povrchové teploty objektů a konstrukcí. Kamerou nelze „vidět“ skrz jakékoliv konstrukce. Na termovizních snímcích je vpravo vždy stupnice s přiřazenými barvami k °C.

V případě měření povrchových teplot konstrukcí v interiéru, kdy je tepelný tok z interiéru do exteriéru (rozdíl teplot alespoň 8 °C), je za dobrý stav považována vnitřní povrchová teplota konstrukcí blízká se teplotě vzduchu v místnosti. V místě tepelných mostů je povrchová teplota nižší než v charakteristickém výseku konstrukce.

Povrchové teploty zobrazené na termogramech jsou ovlivněny „odrazem“ infračerveného záření od okolních objektů. Míra vlivu odrazu stoupá s klesající emisivitou povrchů. V rámci jednoho termogramu se mohou vyskytovat povrchy s různou emisivitou (sklo, omítka, plech, plast apod.) a také teplota pozadí se může měnit v závislosti na okolních objektech a úhlu snímání (při měření z exteriéru se může odrážet např. protější objekt nebo obloha). Proto není možné v rámci jednoho termogramu porovnávat povrchové teploty povrchů s odlišnou emisivitou a s odlišnou teplotou pozadí.

Z termogramů nelze hodnotit kvalitu skleněných výplní oken a dveří. Sklo má nižší emisivitu než např. omítka, beton apod., tzn. „odráží“ větší množství infračerveného záření. Proto se často v oknech „zrcadlí“ okolní objekty, které vyzařují infračervené záření. Povrchové teploty zobrazené na oknech a na omítce či jiných površích nelze přímo porovnávat.

6.1. Tepelné mosty

Tepelnými mosty se označují části konstrukcí, kde je tepelný odpor významně snížen. Příčinou bývá:

- změna tloušťky vrstvy;
- proniknutí materiálu s odlišnou tepelnou vodivostí obalovou konstrukcí.

Tepelné mosty jsou podle výskytu

- systematické, pravidelně se opakující (např. kotvy v kontaktních zateplovacích systémech);
- lokální (např. konzoly balkonů, sloupky zábradlí).

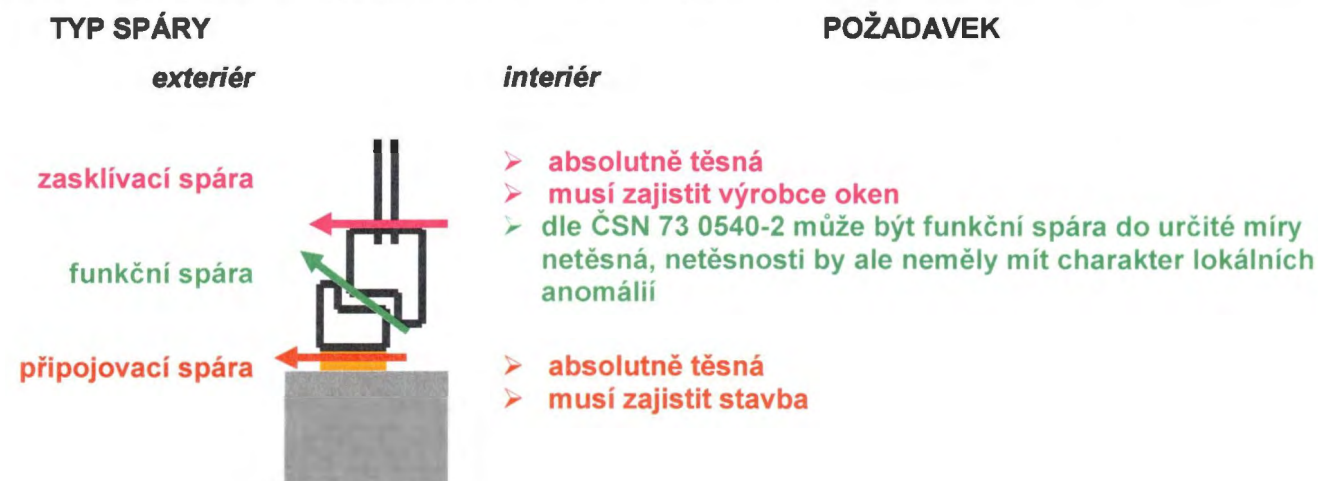
Tepelné mosty mají vliv na tepelnětechnické vlastnosti budov. Ovlivňují zejména vnitřní povrchové teploty a v důsledku zvýšení hustoty tepelného toku i celkové tepelné ztráty budov.

6.2. Použité symboly na termovizních snímcích

avg průměrná povrchová teplota max maximální povrchová teplota
min minimální povrchová teplota

7. SPÁRY OKEN

Na následujícím obrázku je schematický řez oknem. Černě jsou vyznačeny rámy okna a zasklení. Šedou barvou je naznačena konstrukce stěny. Barevně jsou vyznačeny jednotlivé typy okenních spár a požadavky z hlediska vzduchotěsnosti včetně uvedení, kdo má zajistit splnění daného požadavku. Oranžově je vyznačena tepelná izolace v připojovací spáře.



Obr. 1 – Okenní spáry

* citace z ČSN 73 0540-2, čl. 7.1.2 Průvzdušnost spár a netěsností ostatních konstrukcí obálky budovy:

V obvodových pláštích se nepřipouští netěsnosti a neutěsněné spáry, kromě funkčních spár výplní otvorů a funkčních spár lehkých obvodových pláštů. Všechna napojení konstrukcí mezi sebou musí být provedena trvale vzduchotěsně podle dosažitelného stavu techniky. Požadavek se vztahuje zejména na spáry v osazení výplní otvorů, spáry mezi panelovými dílci, spáry a netěsnosti ve skládaných konstrukcích (montovaných suchým procesem). U skládaných konstrukcí se požadavek obvykle zajišťuje souvislou vzduchotěsnicí materiálovou vrstvou u jejich vnitřního líce.

8. MĚŘENÍ

Nejprve bylo provedeno měření termovizní kamerou při přirozeném tlakovém rozdílu mezi interiérem a exteriérem. Poté bylo do vstupních dveří osazeno měřící zařízení Blower-Door. Zařízením Blower-Door byl vytvořen podtlak cca 50 Pa po dobu 30 minut. Při podtlaku v interiéru dochází k nasávání studeného vzduchu z exteriéru přes netěsnosti v obvodovém plášti do interiéru. Při tom se ochlazuje vnitřní povrchy v blízkosti netěsností. Porovnáním termovizních snímků pořízených při přirozeném tlakovém rozdílu a při

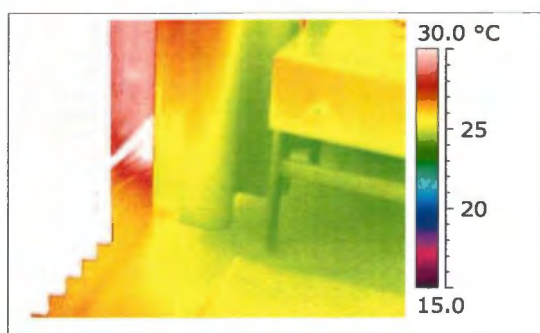
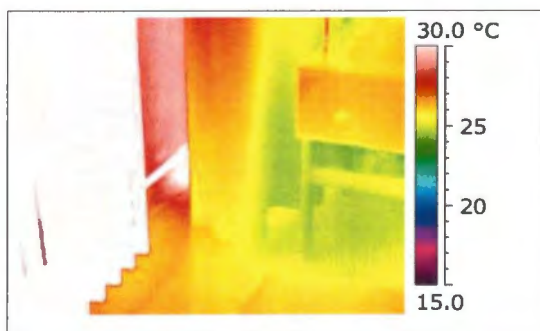
Termovizní protokol

podtlaku lze lokalizovat nevzduchotěsná místa. Na snímcích se sledují nejen absolutní povrchové teploty, ale také jejich rozložení v teplotním poli.

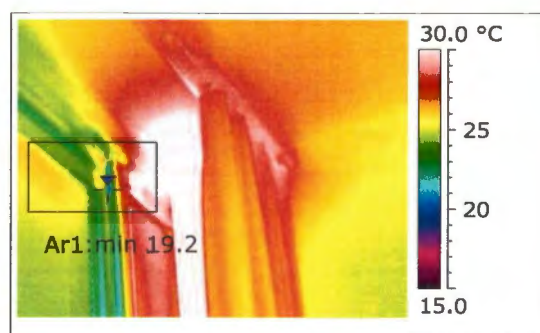
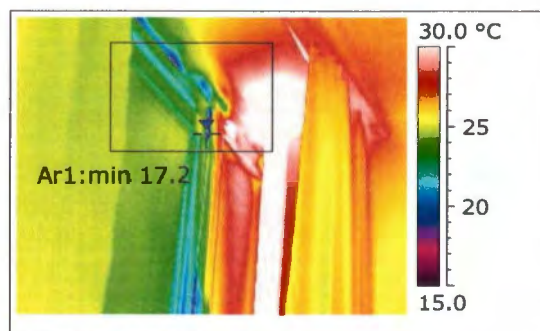
Měřené detaily lze rozdělit do 4 skupin:

- 1) Při přirozeném tlakovém rozdílu ani při podtlaku nejsou na termovizních snímcích patrné žádné teplotní anomálie (není zjištěn pokles povrchové teploty oproti okolním konstrukcím).
 - takový detail lze označit za vyhovující
- 2) Při přirozeném tlakovém rozdílu nejsou na termovizních snímcích patrné žádné teplotní anomálie, ale při podtlaku dojde k poklesu povrchové teploty o cca 1°C a více.
 - takový detail lze označit za vyhovující z hlediska tepelného odporu, ale za nevyhovující z hlediska vzduchotěsnosti.
- 3) Při přirozeném tlakovém rozdílu jsou na termovizních snímcích patrné teplotní anomálie, které se při podtlaku nemění.
 - takový detail lze označit za nevyhovující z hlediska tepelného odporu, ale za vyhovující z hlediska vzduchotěsnosti.
- 4) Při přirozeném tlakovém rozdílu jsou na termovizních snímcích patrné teplotní anomálie, které se při podtlaku zvětší.
 - takový detail lze označit za nevyhovující jak z hlediska tepelného odporu, tak z hlediska vzduchotěsnosti.

V následující části jsou uvedeny civilní fotografie a jim odpovídající termovizní snímky při přirozeném tlaku a při podtlaku.

8.1. Obývací pokoj**Obr. 2****přirozený tlak****podtlak**

Teplotní pole snímku je bez výrazných anomálií.

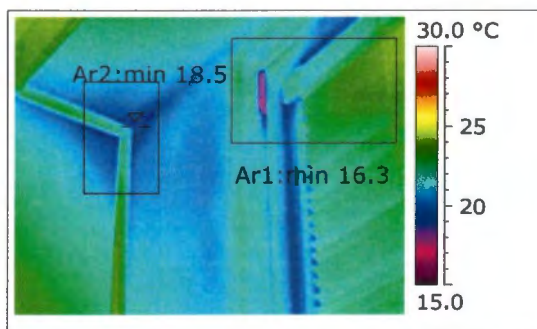
Obr. 3**přirozený tlak****podtlak**

Při přirozeném tlaku je teplotní pole bez výrazných anomálií. Při podtlaku došlo ke snížení povrchové teploty v oblasti připojovací spáry okna (panty). Toto místo je nevzduchotěsné.

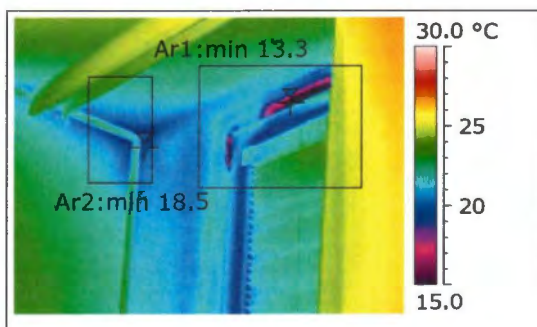
Obr. 4



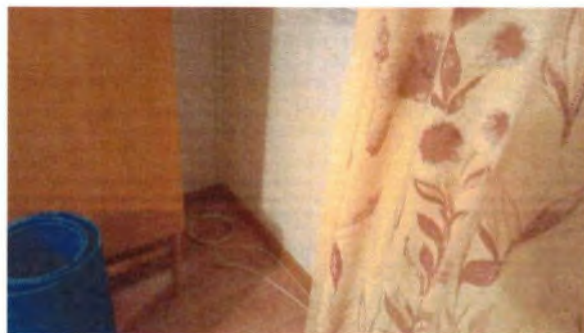
přirozený tlak



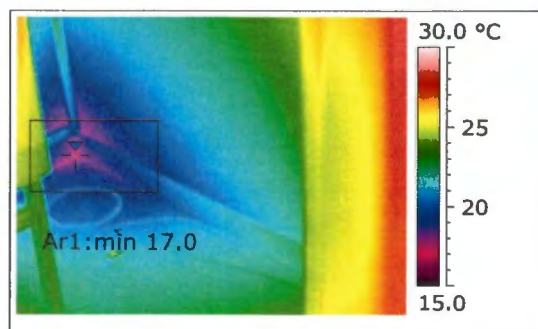
podtlak



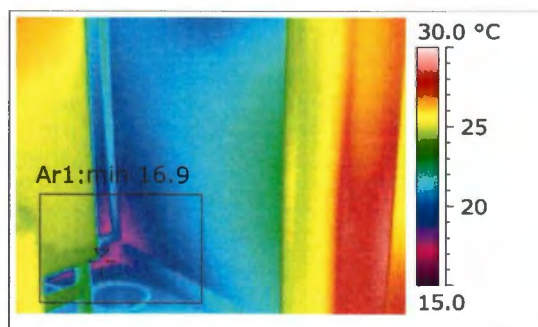
Obr. 5



přirozený tlak



podtlak

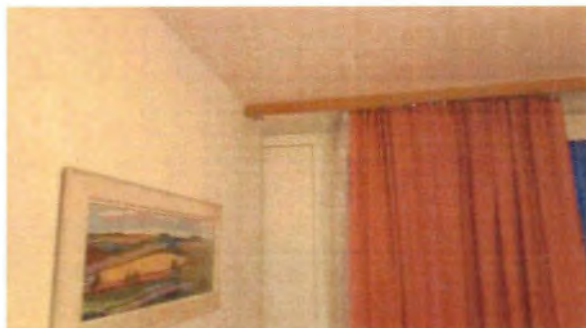


Za přirozeného tlaku je teplotní pole snižené v oblasti vnitřního rohu a v oblasti připojovací spáry okna. Při podtlaku došlo ke snížení teploty v oblasti připojovací spáry okna (Ar2). Toto místo je nevzduchotěsné. Míra snížení povrchové teploty vnitřního rohu (Ar1) je posouzena v tab. 1.

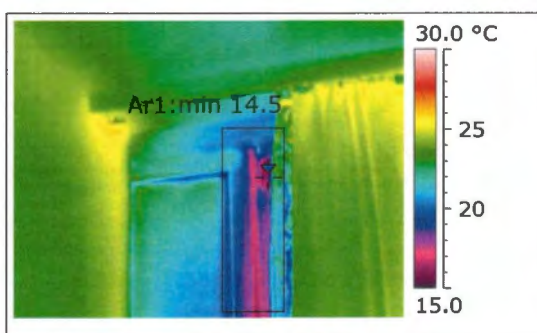
Za přirozeného tlaku je teplotní pole snižené v oblasti vnitřního rohu. Při podtlaku nedošlo k žádné změně. Toto místo se dá předpokládat za vzduchotěsné. Míra snížení povrchové teploty vnitřního rohu je posouzena v tab. 1.

8.2. Ložnice

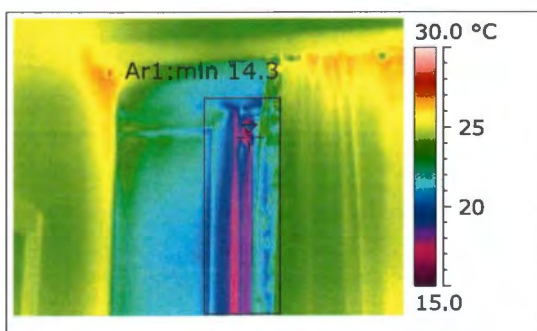
Obr. 6



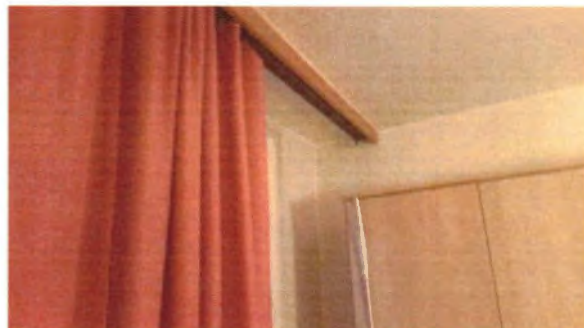
přirozený tlak



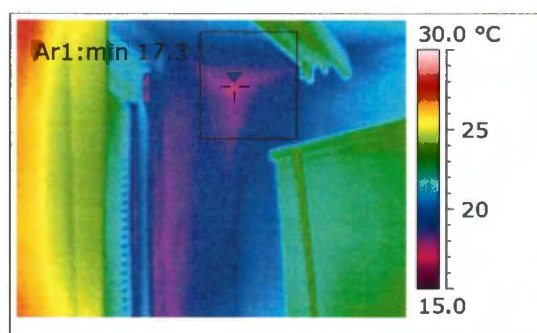
podtlak



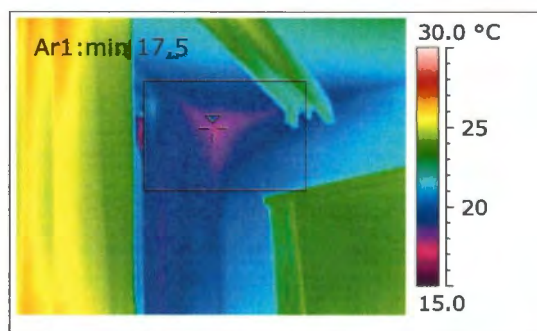
Obr. 7



přirozený tlak



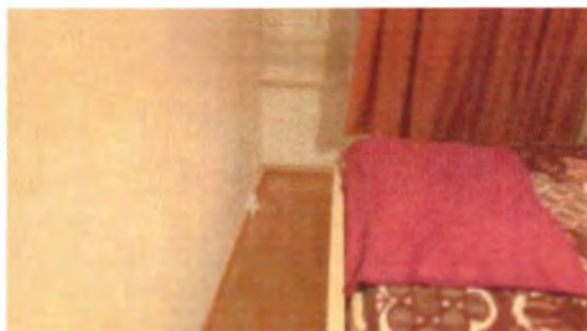
podtlak



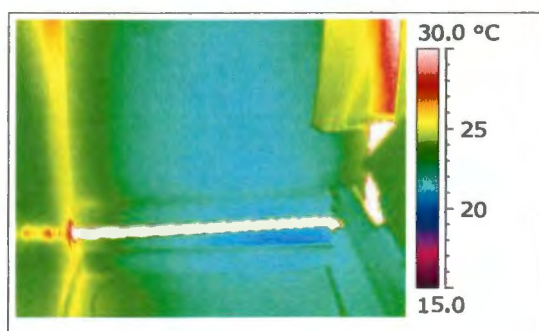
Za přirozeného tlaku je teplotní pole snižené v oblasti vnitřního rohu. Při podtlaku nedošlo k žádné změně. Toto místo se dá pokládat za vzduchotěsné. Míra snížení povrchové teploty za přirozeného tlaku je posouzena v tab. 1.

Za přirozeného tlaku je teplotní pole snižené v oblasti vnitřního rohu. Při podtlaku nedošlo k žádné změně. Toto místo se dá pokládat za vzduchotěsné. Míra snížení povrchové teploty za přirozeného tlaku je posouzena v tab. 1.

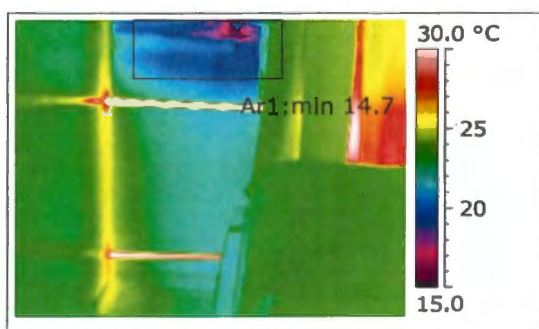
Obr. 8



přirozený tlak

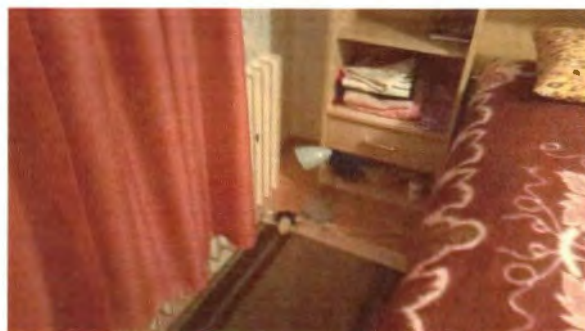


podtlak

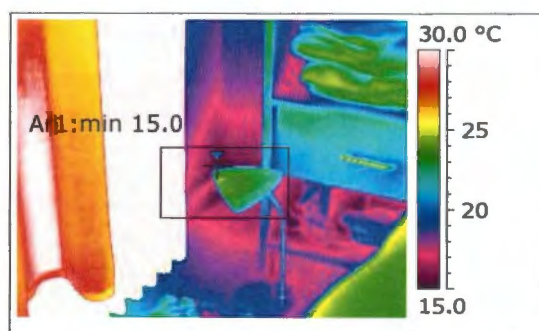


Za přirozeného tlaku i za podtlaku je teplotní pole homogenní. Snížená povrchová teplota (Ar1) v oblasti okna není na vrchním snímku v záběru, ale pravděpodobně se jedná o nevzduchotěsnost funkční spáry okna.

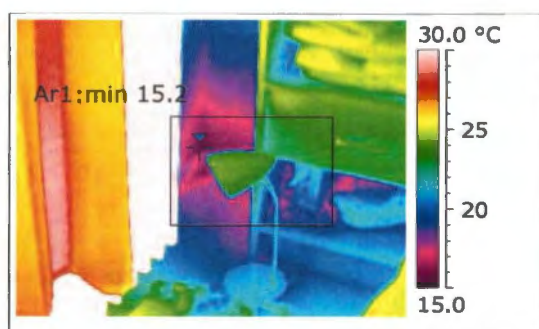
Obr. 9



přirozený tlak

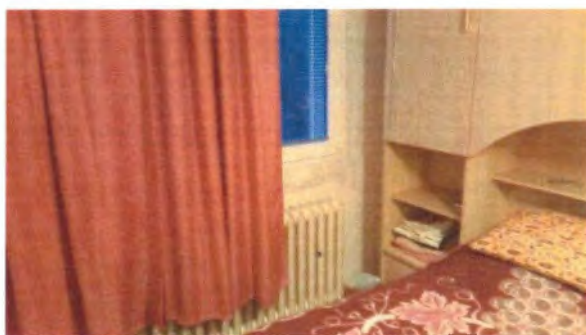


podtlak

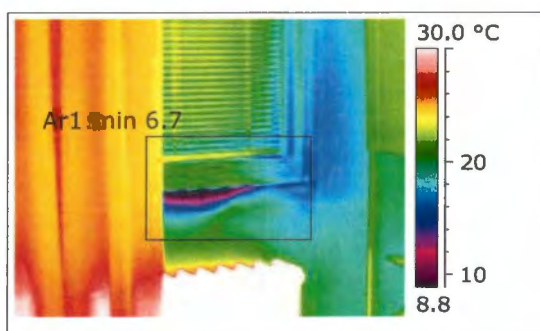


Za přirozeného tlaku je teplotní pole snižené v oblasti vnitřního rohu. Při podtlaku nedošlo k žádné změně. Toto místo je vzduchotěsné. Míra snížení povrchové teploty za přirozeného tlaku je posouzena v tab. 1.

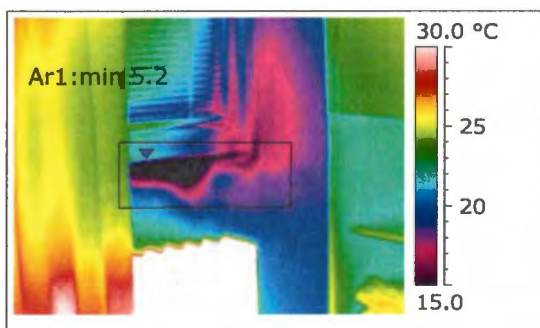
Obr. 10



přirozený tlak



podtlak



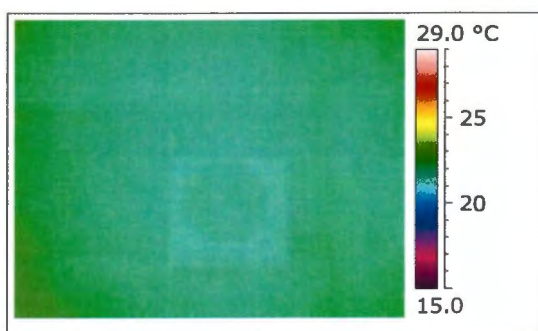
Za přirozeného tlaku je snižená povrchová teplota v oblasti funkční spáry okna. Při podtlaku došlo k dalšímu snížení povrchové teploty.

8.3. WC

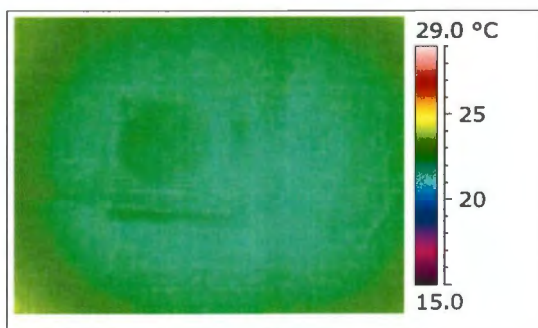
Obr. 11



přirozený tlak



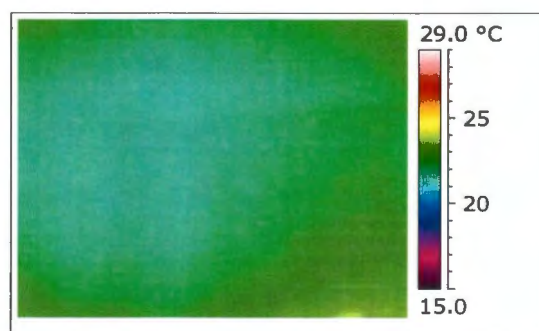
podtlak



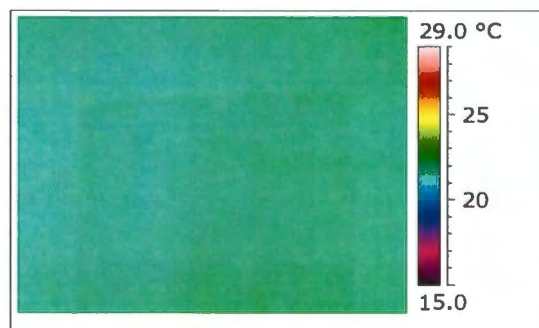
Obr. 12



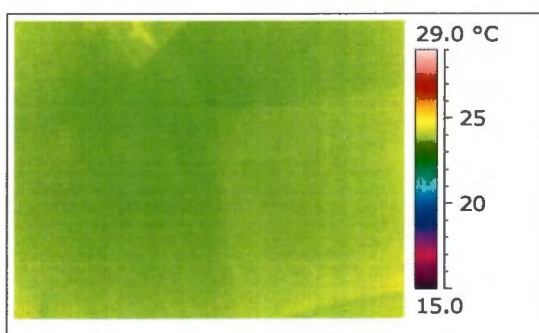
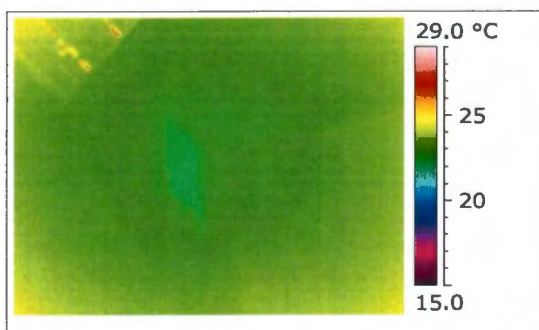
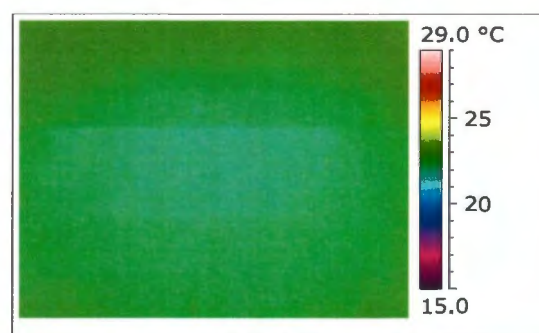
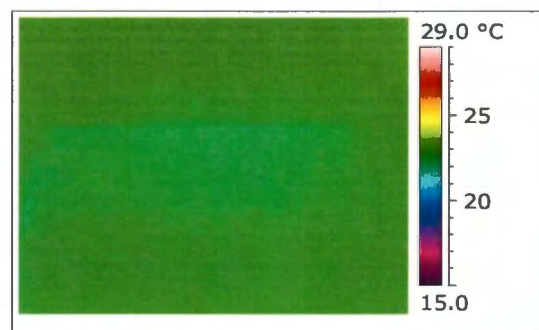
přirozený tlak



podtlak



Teplotní pole snímků je homogenní. Nenalezeny žádné anomálie.

8.4. Koupelna**Obr. 13****přirozený tlak****podtlak****Obr. 14****přirozený tlak****podtlak**

Teplotní pole snímků je homogenní. Nenalezeny žádné anomálie.

9. HODNOCENÍ TERMORIZNÍHO MĚŘENÍ

Pro Prahu se při návrhu konstrukcí z hlediska nejnižší vnitřní povrchové teploty (hodnocení rizika růstu plísní a povrchové kondenzace) uvažuje návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období $-13,0\text{ °C}$. Během měření termovizní kamerou byla teplota venkovního vzduchu $0,7\text{ °C}$. Proto byly vnitřní povrchové teploty vybraných vzduchotěsných detailů hodnoceny v poměrném stavu jako teplotní faktory vnitřních povrchů. Teplotní faktor vnitřního povrchu je jednoznačná vlastnost konstrukce nebo styku konstrukcí ve sledovaném místě, která nezávisí na teplotách přilehlých prostředí.

Z naměřené teploty venkovního vzduchu, teploty vnitřního vzduchu a vnitřní povrchové teploty byl vypočten teplotní faktor vnitřního povrchu posuzovaných konstrukcí. Takto zjištěný teplotní faktor vnitřního povrchu není totožný s teplotním faktorem stanoveným výpočtově dle ČSN 73 0540-4. Teplotní faktor vnitřního povrchu dle ČSN 73 0540-4 se stanovuje pro smluvní hodnoty odporu při přestupu tepla,

kteře neodpovídají reálným hodnotám vyskytujících se na měřených konstrukcích. Výpočty jsou provedeny pro stacionární působení okrajových podmínek. Stacionárního stavu není při měření obvykle dosaženo. Proto není možné teplotní faktor vnitřního povrchu stanovený na základě termovizního měření přímo porovnávat s požadavkem (resp. doporučením) dle ČSN 73 0540-2 a konstatovat, zda je nebo není požadavek splněn. Při dodržení určitých měřících zásad je však možné na základě termovizního měření konstatovat, zda při návrhových podmínkách dle ČSN 73 0540-3 a ČSN 73 0540-2 (okrajové podmínky pro stanovení požadavku na teplotní faktor vnitřního povrchu) hrozí nebo nehrozí na konstrukci riziko růstu plísní nebo riziko povrchové kondenzace.

Teplotní faktor odpovídající riziku růstu plísní popř. povrchové kondenzace byl stanoven pro vnější návrhovou teplotu $-13,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, návrhovou vnitřní teplotu vzduchu $20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a relativní vlhkost vnitřního vzduchu 50 %.

V případě, kdy je vypočtený teplotní faktor nižší než teplotní faktor rizika růstu plísní, hrozí při nízkých teplotách venkovního vzduchu v zimním období na chladných površích kritických detailů růst plísní. V případě, že je vypočtený teplotní faktor nižší než teplotní faktor rizika povrchové kondenzace, hrozí při nízkých teplotách venkovního vzduchu v zimním období na chladných površích kritických detailů kondenzace vodní páry. Na stavebních konstrukcích nesmí hrozit riziko růstu plísní, na výplních otvorů nemá docházet k povrchové kondenzaci.

Vzhledem k přesnosti zjištění povrchové teploty při termovizním měření nelze jednoznačně vyhodnotit konstrukce, jejichž vypočtený teplotní faktor se liší od požadovaného teplotního faktoru o méně než 0,05.

V jednotlivých bytech byly pro přepočet vybrány problematické konstrukce. Vypočtené hodnoty teplotního faktoru vnitřního povrchu včetně hodnocení pro vybrané detaily jsou v následující tabulce.

Tab. 1 – Přepočet naměřených povrchových teplot a hodnocení

Termogram	Změřená teplota vzduchu v interiéru	Změřená teplota vzduchu v exteriéru	Změřená nejnižší povrchová teplota	Vypočtený teplotní faktor vnitřního povrchu	Teplotní faktor odpovídající riziku růstu plísní	Hodnocení
	[$^{\circ}\text{C}$]	[$^{\circ}\text{C}$]	[$^{\circ}\text{C}$]	[-]	[-]	
4 - kout	24,8	0,7	18,5	0,754	0,751	nelze rozhodnout*
5 - kout	24,8	0,7	17,0	0,695	0,751	hrozí riziko růstu plísní
6 - kout	24,8	0,7	14,5	0,598	0,751	hrozí riziko růstu plísní
7 - kout	24,8	0,7	17,3	0,707	0,751	nelze rozhodnout*
9 - kout	24,8	0,7	15,0	0,617	0,751	hrozí riziko růstu plísní

* Při uvážení nejistot měření nelze rozhodnout.

Z tabulky je zřejmé, že při nižších teplotách venkovního vzduchu v zimním období hrozí na kritických detailech riziko růstu plísní, respektive riziko povrchové kondenzace. Pokud jsou v interiéru udržovány parametry vnitřního vzduchu, zejména vlhkost, pod návrhovými hodnotami nemusí se vlhkostní poruchy projevit ani v místech, kde hrozí riziko dle výše uvedené tabulky. Naopak při zvýšení relativní vlhkosti, může docházet k vlhkostním poruchám ve zvýšené míře i na konstrukcích s vyšší povrchovou teplotou.

Pro konstrukce, u kterých jsou nízké povrchové teploty způsobeny prouděním chladného vzduchu nevzduchotěsnými detaily, nebyl přepočet pomocí teplotního faktoru proveden, neboť přepočet nedokáže zohlednit proudění vzduchu.

10. ZÁVĚR

Tepelní pole vykazuje anomálie v oblasti vnitřních rohů, kde jsou pravděpodobně tepelné mosty, které způsobuje prochlazení konstrukce. Tepelné mosty se vyskytují zejména na styku vodorovné konstrukce podlahy a obvodové stěny. Vzhledem k faktu že v místě tohoto rohu má vedlejší byt lodžii, je kout ochlazován z více stran. Bylo by vhodné v této oblasti zvýšit tepelný odpor konstrukce.

Dále došlo za podtlaku k prochlazení v oblasti připojovací spáry oken, Kde především u okna v ložnici je tato spára velmi netěsná. Bylo by vhodné provést seřízení oken.

V Praze dne 18. 12. 2018

DEKPROJEKT s.r.o.

Ing. Jaroslav Maršík

jaroslav.marsik@dek-cz.com