

Radek FABIAN¹, Filip ČMIEL²

POSOUZENÍ KONSTRUKČNÍCH OPATŘENÍ TERMOVIZNÍM MĚŘENÍM

ASSESSMENT OF STRUCTURAL MEASURES BY THERMOCAMERA

Abstrakt

Termovizní kamera může být využita k posuzování obvodových plášťů budov. Tepelné mosty a jejich závažnost může být odhalena termokamerou. Využili jsme tato měření k určení tepelných mostů a k posouzení konstrukčních opatření pro zlepšení tepelně-technických parametrů obvodového pláště.

Abstract

Thermocamera can be used for assessment of building envelope. Cold bridges and their seriousness can be detected by thermocamera. We used these measurements for detection of cold bridges and then for assessment of improving steps on the building envelope.

1 ÚVOD

Termovizní měření lze považovat za moderní způsob kontroly obvodových plášťů a detekce případných slabých míst - tepelných mostů. V dnešní době se stává termovizní měření standardem a v našem případě nám posloužilo k zhodnocení efektivnosti provedených konstrukčních opatření u objektu T 06-B z Prefy Olomouc. Termovizní měření jsme zaměřili jak na obvodové konstrukce objektu, tak na vliv tepelných mostů a na dopad následných opatření v interiéru.

2 POPIS OBJEKTU

Měření se týkalo objektu konstrukční soustavy T 06 – B z Prefy Olomouc. Panelový bytový dům byl realizován na ulici Vítězná v Rožnově pod Radhoštěm v roce 1988, kdy nové sídliště vznikalo. Pozornost jsme zaměřili na styk obvodového panelu s lodžiovou stěnou, kde bylo viditelně napadení plísní (Obr.1). Tento kout místnosti byl v první fázi, s ohledem na zdraví uživatelů, chemicky sanován Savem na plísně. Následovalo mechanické odstranění plísní spočívající ve stržení tapet. Následovala sanace obnažených panelů, které byly po vyschnutí vytapetovány.

Obvodový plášť je sestaven z nosné železobetonové vrstvy 145 mm tlusté, tepelně izolační funkce je zajištěna vrstvou pěnového polystyrenu o celkové tloušťce 80 mm, která je chráněna proti povětrnostním vnějším vlivům 55 mm tlustou vrstvou betonu se sypanou povrchovou úpravou (10 mm). Součinitel prostupu tepla sendvičového obvodového panelu je $U = 0,47 \text{ [W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}\text{]}$.

Lodžiová stěna je sestavena ze schodišťového nosného panelu tloušťky 140 mm, který je v místě lodžie doplněn 150 mm tlustou dodatečnou tepelnou izolací z pěnového polystyrenu, která je

¹ Ing. Radek Fabian, Katedra pozemního stavitelství, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební (FAST), Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 321 913, e-mail: radek.fabian@vsb.cz.

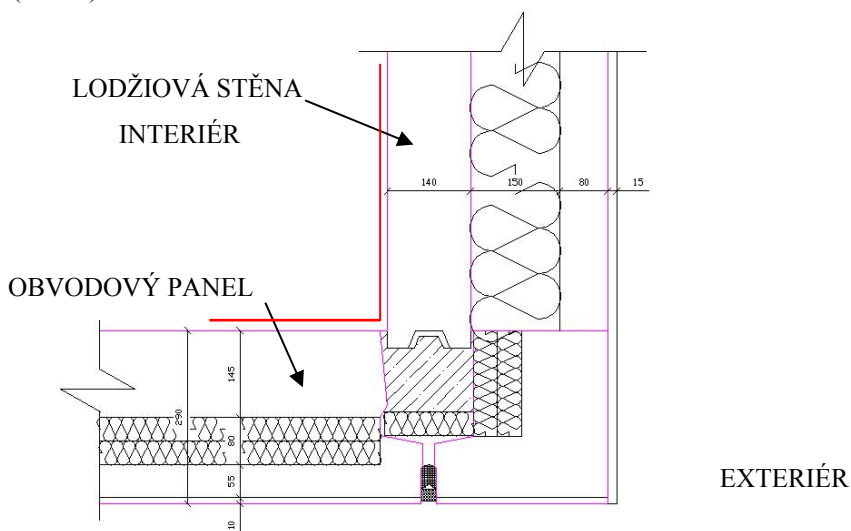
² Ing. Filip Čmiel, Katedra pozemního stavitelství, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební (FAST), Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 321 337, e-mail: filip.cmiel@vsb.cz.

chráněna proti povětrnostním vlivům přidruženým ochranným železobetonovým panelem, v tomto případě se jedná o příčkový panel tl. 80 mm upravený nástřikovou omítkou.



Obr.1: Kout napadený plísní.

Styk je chráněn rohovým železobetonovým prvkem, který je doplněn tepelnou izolací z pěnového polystyrenu tl. 80 mm. Do místa zmonolitnění obou panelů se vkládala 40 mm vrstva pěnového polystyrenu (Obr. 2).



Obr.2: Detail styku obvodového panelu a lodžiové stěny

Vnitřní stěny jsou ze železobetonových panelů tloušťky 140 mm. Stropní konstrukci tvoří železobetonové desky o tloušťce 150 mm. Oblast napadení konstrukce je červeně znázorněna v detailu (Obr. 2).

3 OKRAJOVÉ PODMÍNKY MĚŘENÍ

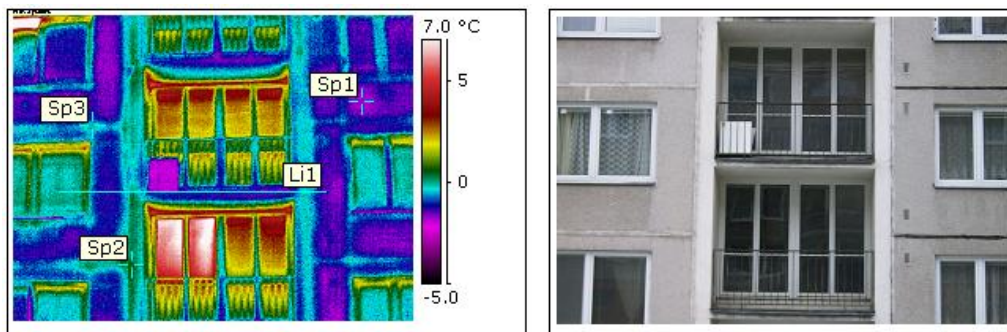
Termovizní měření bylo provedeno na severní fasádě měřeného objektu 15. 2. 2008 dopoledne v Rožnově pod Radhoštěm. Obloha byla částečně zatažená. Teplota venkovního vzduchu dosáhla -4°C, relativní vlhkost venkovního vzduchu byla 81 %.

Teplota vnitřního vzduchu na chodbě byla + 14 °C a relativní vlhkost vnitřního vzduchu dosáhla hodnoty 34 %.

Teplota vnitřního vzduchu v pokoji neupraveného objektu byla + 19 °C a relativní vlhkost vnitřního vzduchu byla 46 %. Teplota rosného bodu byla 6,81 °C a kritická povrchová teplota byla 10,1 °C.

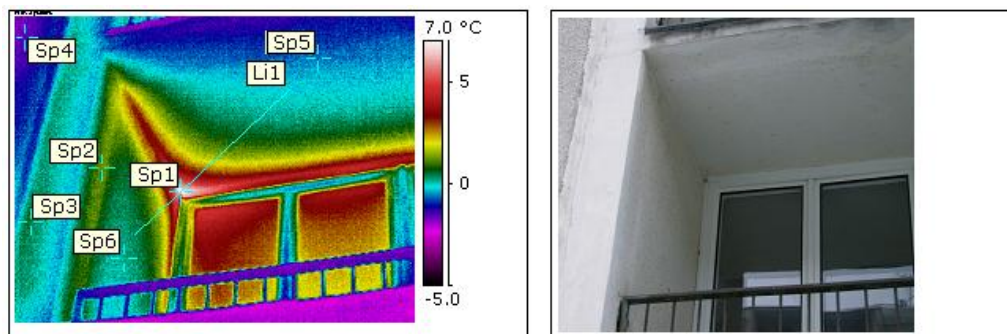
4 VÝSTUPY Z MĚŘENÍ

Na prvním termosnímku (Obr. 3) je pohled na mezipodestové lodžie. Největší úniky tepla jsou lodžiovou deskou. Menší úniky tepla venkovním koutem (Sp1 = - 1,6 °C, Sp2 = 0,5 °C, Sp3 = - 0,1 °C). V některých místech jsou patrné styky izolačních desek pěnového polystyrenu.



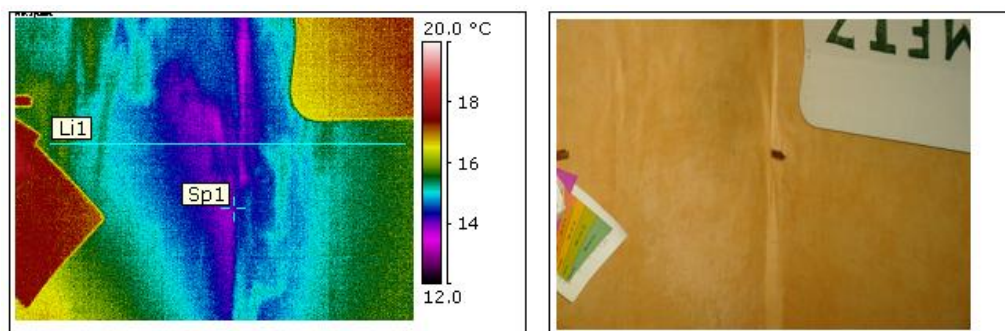
Obr.3: Severní pohled na mezipodestové lodžie

Na Obr. 4 lze lépe vidět tepelná pole v koutě lodžie, kde bylo naměřeno 7,1 °C (Sp1). Dobře patrný je styk obvodového panelu se schodišťovou stěnou projevující se vyššími povrchovými teplotami (Sp2 = 1,1 °C).



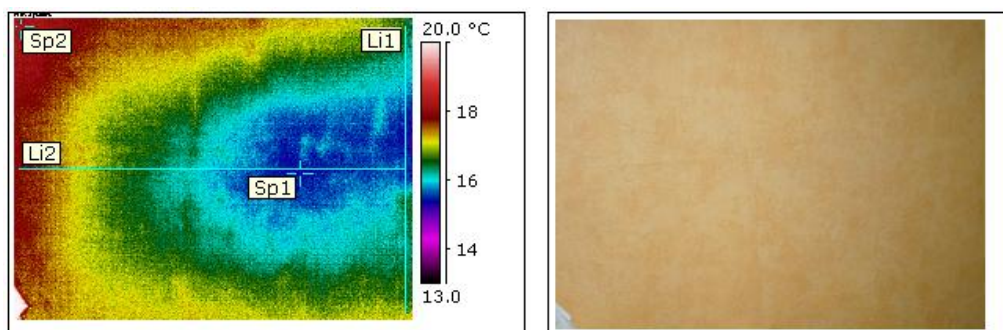
Obr.4: Detail mezipodestové lodžie

Pro lepší představu, co mohlo být příčinou výskytu plísní, proběhlo termovizní měření také v interiéru. Na termosnímku (Obr. 5) lze pozorovat, že plíseň přibližně kopírovala oblasti s nižšími povrchovými teplotami, které plísním lépe vyhovují. V bodě Sp1 byla naměřena povrchová teplota 14 °C. V rohu místnosti lze pozorovat korodující výztuž, která je dokladem nekvalitní výroby železobetonových panelů. Takže naměřené povrchové teploty nedosáhly ani hodnot kritické povrchové teploty.



Obr.5: Kout po povrchové sanaci plísní.

Na posledním termogramu (Obr. 6) jsou patrné tepelná pole povrchových teplot, které jsou vyvolány tepelným mostem způsobeným lodžiovou deskou. Mimo vliv tohoto tepelného mostu byla naměřena povrchová teplota 18,2°C (Sp2). Nejnižší naměřená povrchová teplota v tomto místě byla 14,1 °C.



Obr.6: Schodišťová stěna s patrným vlivem lodžiové desky.

Pozoruhodný je rozdíl teplot v bodu Sp2 v rohu snímku, kde bylo naměřeno 18,2 °C a uprostřed panelu v bodu Sp1, kde bylo před rekonstrukcí naměřeno 14,1 °C, tedy rozdíl 4,1 °C mezi místem v blízkosti ochlazované spáry a místem maximálně účinné tepelné izolace.

5 POPIS KONSTRUKČNÍCH OPATŘENÍ

Problematika plísní a snaha o úspory energií na provoz budov vedly v tomto objektu ke konstrukčním úpravám. Došlo k zazdění bývalých mezipodestových lodžii s vestavěnými plastovými okny. Tím byla zachována větrací a osvětlovací funkce a zároveň došlo ke snížení hodnoty faktoru tvaru budovy. Zazděním se bývalé mezipodestové lodžie staly vnitřními prostory, severní fasáda už není tak prostorově členitá a zazděním bývalých lodžii došlo ke snížení rozlohy ochlazovaných ploch. Toto opatření změnilo i okrajové podmínky v této části objektu, protože lodžiová bývalá stěna není v přímém kontaktu s venkovním prostředím. Vliv tepelného mostu, který vytvářela lodžiová deska je tak nižší.

Z konstrukčních důvodů k odstranění plísní došlo k zateplení celé severní fasády kontaktním zateplovacím systémem Terranova tloušťky 100 mm, který byl opatřen silikátovou omítkou.

6 POPIS MĚŘENÍ

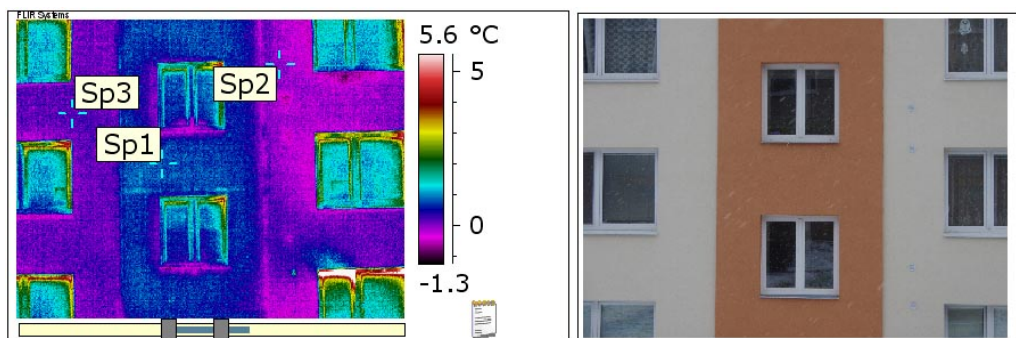
V období po prvním měření byla provedena rekonstrukce, po které následovalo druhé měření, uvedené dále.

Opětovné termovizní měření proběhlo na severní fasádě téhož objektu 11. 2. 2009 dopoledne, kdy teplota venkovního vzduchu byla $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ s relativní vlhkostí 85 %.

Na chodbě byla teplota vnitřního vzduchu $+19\text{ }^{\circ}\text{C}$ a relativní vlhkost vnitřního vzduchu dosáhla 45%. V bytě byla naměřena teplota $+23\text{ }^{\circ}\text{C}$ a relativní vlhkost vnitřního vzduchu byla 65%. Teplota rosného bodu byla $16,07\text{ }^{\circ}\text{C}$ a kritická povrchová teplota dosáhla $19,61\text{ }^{\circ}\text{C}$.

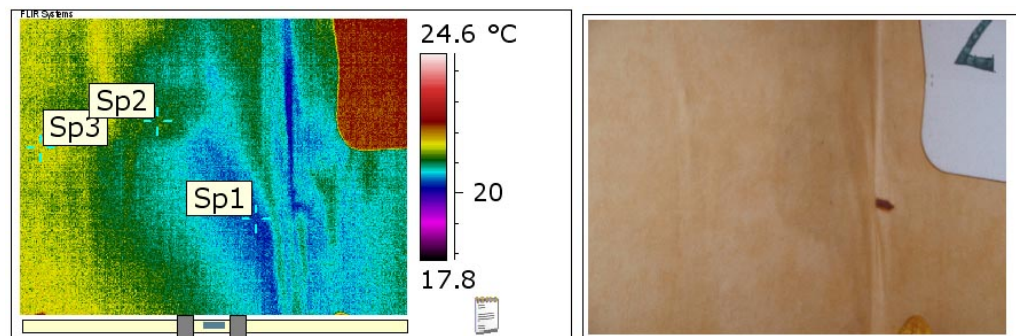
7 VÝSTUPY Z MĚŘENÍ

Na prvním snímku z nového měření (Obr. 7) už nejsou patrné prostupy tepla způsobené mezipodestovými lodžiemi. Povrchové teploty se liší řádově v desetinách stupně Celsia ($\text{Sp1} = 0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{Sp2} = -0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{Sp3} = 0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$) v porovnání s předchozím měřením, kde rozdíl naměřených povrchových teplot byl až několik stupňů.



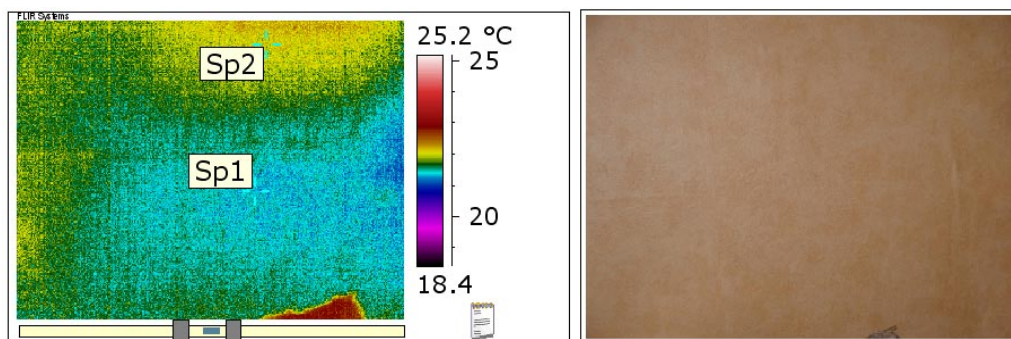
Obr.7: Severní pohled na upravené mezipodestové lodžie.

Pro zjištění vlivu provedených konstrukčních opatření proběhlo termovizní měření i v samotném bytě. Na termosnímku (Obr. 8) je zachycen stejný kout jako při minulém měření z 15. 2. 2008. Opět je patrná oblast, která byla podobná i při minulém termovizním měření. Příčinou je vyšší vlhkost v konstrukci. Efektivitu provedených opatření dokládají naměřené hodnoty ($\text{Sp1} = 20,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{Sp2} = 21,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{Sp3} = 21,7\text{ }^{\circ}\text{C}$), které se pohybovaly v rozmezí od $20,2$ do $21,7\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Obr.8: Napadený kout plísní rok po povrchové sanaci a následné konstrukční úpravě.

Obdobné měření proběhlo i na místě, kde byl dříve patrný vliv tepelného mostu na povrchové teploty konstrukce (Obr. 9). Na posledním termosnímku vidíme rozdíl povrchových teplot do $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\text{Sp1} = 21,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{Sp2} = 22,1\text{ }^{\circ}\text{C}$). V předchozím měření z 15. 2. 2008 rozdíl povrchových teplot přesahoval $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Je tedy patrné, že rekonstrukce měla značný účinek.



Obr.9: Schodišťová stěna s patrným vlivem lodžiové desky po konstrukčních úpravách.

8 ZÁVĚR

Měření termovizní kamerou se vyznačuje nedestruktivním přístupem měření tepelně-technických závad v obvodových pláštích budov a lze ho využít ke kontrole kvality provedených konstrukčních opatření, která mohou vést ke zlepšení tepelně-technických parametrů konstrukcí a mikroklimatu v interiérech budov. Výsledek měření může být ovlivněn několika faktory, proto je vhodné jej doplnit kontrolním kontaktním měřením v charakteristických bodech na povrchu snímaného objektu, znalostí skladby měřené konstrukce, doplňkovým šetřením, sondami, výpočty apod. Nedodržení základních pravidel pro měření či nesprávná interpretace výsledků může vést k chybným závěrům a v důsledku toho i k nesprávnému návrhu řešení.

Naše první termovizní měření poukázalo na závažný tepelný most v obvodové konstrukci, který byl tím závažnější, že výskyt plísní v tomto místě působil negativně na zdraví uživatelů. Následné termovizní měření prokázalo uspokojivou efektivitu provedených konstrukčních opatření. Vliv lodžiových desek je po těchto úpravách minimální a jeví se jako ideální řešení těchto problémových míst v konstrukční panelové soustavě T 06-B z Prefy Olomouc.

Zabarvení termografických snímků obvodového pláště panelového bytového domu po zateplení prokazují vylepšení jejich tepelně technických vlastností oproti stavu před zateplením. Z intenzity zabarvení jednotlivých termovizních snímků je patrné, že se snížil po provedeném zateplení tepelný tok obvodovým pláštěm panelového domu a také klesly jejich venkovní povrchové teploty.

LITERATURA

- [1] WASSERBAUER, R. *Biologické znehodnocení staveb*. Praha: ABF,a.s., Nakladatelství ARCH. 2000. 280 s. ISBN 80-86165-30-2.
- [2] Paříková, J., Kučerová, I., *Jak likvidovat plísně*. Praha: Grada Publishing, spol. s r.o., 2001. 100 s. ISBN 80-247-9029-7.
- [3] Šála, J. *Zateplování budov*. Praha: Grada Publishing, spol. s r. o., 2000. 176 s. ISBN 80-7169-833-4.
- [4] ČSN 73 0540-3 *Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin*. Praha: Vydavatelství ČNI. 2005. 96 s.

Oponentní posudek vypracoval:

Ing. Jiří Klíma, Slezská projektová společnost, spol s r.o. Opava, Hradecká 2594/3.