

Termografické měření bytového domu V Lázních 687-688, Jesenice



Datum měření: 13.2.2018, 6:00 – 8:00 hod
Měření pro: Společenství vlastníků pro dům
Adresa: V Lázních 687 - 688, Jesenice
Zpracoval: Jiří Klíma

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

Venkovní atmosférické podmínky: teplota -3,9°C až -3°C, relativní vlhkost 76,6% a 79,4%
povětrnost do 3m/s

Vnitřní atmosférické podmínky: teplota 21,2°C až 23,7°C, relativní vlhkost 46,1% až 62,3%
(podmínky v bytech č.11, 15, 34, 43 (688), 44, 48)

Použitá technika: Termografická kamera FLIR E60, v. č. 645011723
Meteorologická stanice Kestrel 4000, v. č. 647953
Kontaktní teploměr Testo 905-T2, v. č. 41712349

Vyhodnocovací program: FLIR Tools, FLIR Reporter 8.5 Professional

Aplikace termografického měření ve stavebnictví:

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

Výše uvedené tepelně-izolační vlastnosti popisují výpočtový a návrhový stav, který vždy nemusí odpovídat reálnému provedení. 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 nevhodně zvolenými technologickými postupy, stárnutím a degradací materiálů a jejich tepelně-izolačních vlastností atd.

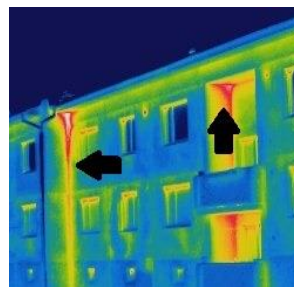
Vyhodnocení měření / obecné:

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 prostup 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.

Vyhodnocení měření / exteriér:

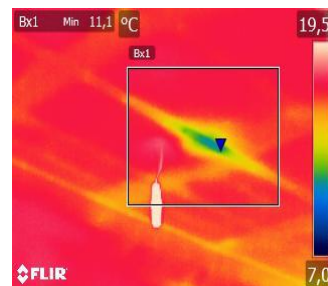
Vyhodnocení exteriérového měření je prováděno na základě porovnávání teplot a teplotních anomálií podobných konstrukčních celků, nebo detailů. Existují situace, kdy nejvyšší teplota nemusí znamenat největší únik tepla. Mezi nejčastější příčiny patří stavební prvky, které neumožňují rovnoměrnou cirkulaci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



Vyhodnocení měření / interiéru:

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 a mezní povrchová teplota. Touto zjednodušenou metodou lze označit veškeré povrchové teploty pod těmito hranicemi jako problematické z hlediska rizika růstu plísní. Na výplních otvorů nemá docházet k povrchové kondenzaci, na stavebních konstrukcích nesmí docházet k růstu plísní.

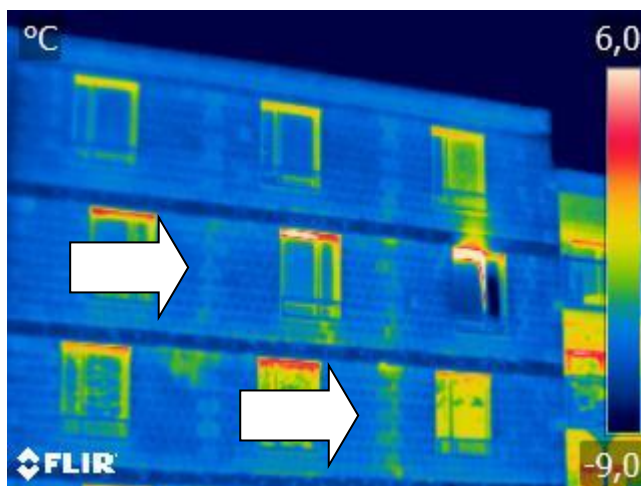
Přesnější stanovení minimálních přípustných povrchových teplot popisuje technická norma ČSN 730540-2 (4) Tepelná ochrana budov.



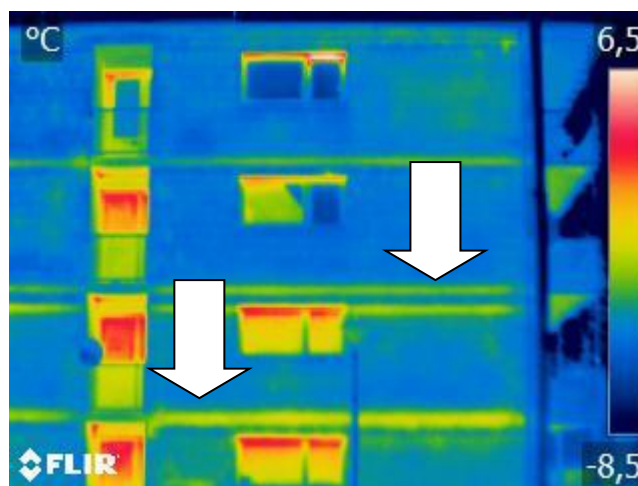
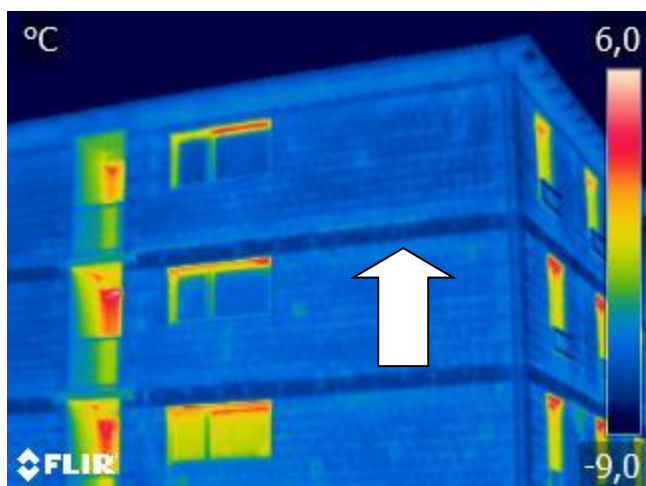
Termografické měření / exteriér:

Teplotní anomálie a tepelné mosty neprůsvitných konstrukcí:

- vyšší povrchové teploty v místech vícerozměrného vedení tepla - styk obvodových a vnitřních stěn



- vyšší povrchové teploty ve styku podlahové / stropní konstrukce s obvodovou stěnou (pouze u objektu 688, objekt 687 má tyto tepelné mosty ošetřeny zateplením, nebo je použitý jiný stavební materiál). Na druhém termogramu je viditelná nesystémová liniová teplotní anomálie (dvě nad sebou)



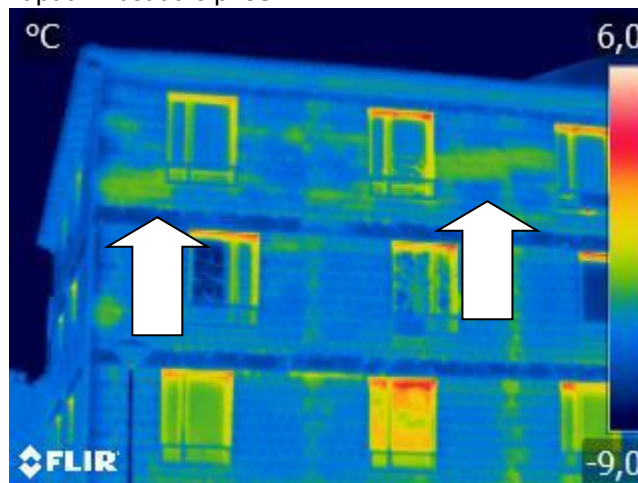
- viditelná struktura zdiva vlivem absence zateplovacího systému (EPS, minerální vata atp.)
- vyšší povrchové teploty v místech s nižší schopností ochlazování povětrnostními vlivy (např. závětrí vchodových dveří, lodžie, balkóny)

- v některých místech obvodových stěn jsou viditelné nesystémové teplotní anomálie, způsobené pravděpodobně použitím jiných stavebních materiálů s vyšší tepelnou vodivostí:

východní část fasády č.p.687



západní fasáda č.p. 687



- některé části soklové části objektu nejsou zatepleny, jiné pravděpodobně ano. Nebo jsou v přilehlých místnostech výrazné teplotní rozdíly.

východní část fasády č.p.687

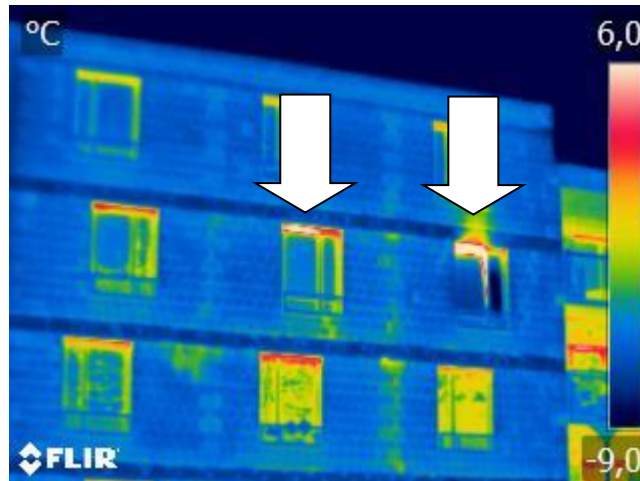


severní část fasády č.p.687

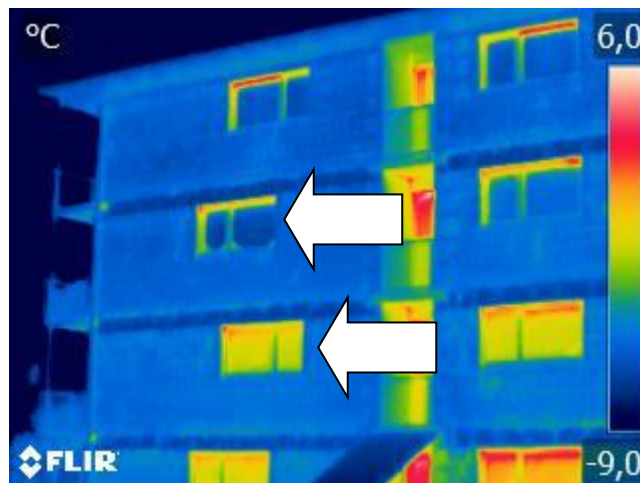


Netěsnosti ve vazbách a teplotní anomálie výplní stavebních otvorů:

- vyšší povrchové teploty v horních částech oken – interiérové stoupající teplo + přirozený vliv přetlaku a podtlaku. Různé povrchové teploty mezi jednotlivými výplněmi mohou být způsobeny různými interiérovými teplotami, otevřenou ventilací, nebo mikro-ventilací. U některých výplní jsou přesto viditelné netěsnosti.



- některé skleněné části výplní ve vyšších patrech vykazují zdánlivě velmi nízké teploty – což je způsobeno odraženou teplotou oblohy (cca -40°C)



Termografické měření / 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 obvykle nelze při měření reálných konstrukcí dosáhnout. Konstrukce, které jsou i částečně zakryty (např. nábytkem, nebo i kytkami na parapetech) vykazují nižší povrchové teploty a tedy zdánlivě horší hodnocení.

Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období pro měřený objekt je -14 °C (Jesenice, cca 347 m.n.m.).

V tabulce níže jsou tučně zvýrazněny povrchové teploty, které by pro jednotlivé konstrukce a prostory neměly být dle ČSN podkročeny.

Prostor + typ měřené konstrukce		Venkovní teplota vzduchu (°C)	Vnitřní teplota vzduchu (°C)	Nejnižší teplotní faktor - $f_{Rsi,N}$	Přípustná povrchová teplota (°C)
Melichárkovi	neprůsvitné kon.	-3,6	22,9	0,749	16,3
Melichárkovi	výplně otvorů	-3,6	22,9	0,653	13,8
paní Davídková	neprůsvitné kon.	-3,6	23,1	0,749	16,4
paní Davídková	výplně otvorů	-3,6	23,1	0,653	13,9
paní Pivoňková	neprůsvitné kon.	-3,6	22,9	0,749	16,3
paní Pivoňková	výplně otvorů	-3,6	22,9	0,653	13,8
paní Aichingerová	neprůsvitné kon.	-3,6	23,7	0,749	16,9
paní Aichingerová	výplně otvorů	-3,6	23,7	0,653	14,3
paní Kratochvílová	neprůsvitné kon.	-3,5	20,5	0,749	14,5
paní Kratochvílová	výplně otvorů	-3,5	20,5	0,653	12,2
paní Hänslová	neprůsvitné kon.	-3,5	21,4	0,749	15,2
paní Hänslová	výplně otvorů	-3,5	21,4	0,653	12,8

Posouzení povrchových teplot neprůsvitných konstrukcí:

Měřením byly detekovány podkročení přípustných povrchových teplot ve styčných více konstrukcích - obvodové stěny se stropem (podlahou), dále u styku obvodových stěn s vnitřními (v tomto případě nižší teploty korespondují s detekovanými teplotními anomáliemi viditelných z exteriéru). U styku obvodových stěn se střešní konstrukcí jsou poruchy četnější a hlubší, zejména v koutech místností. Podkročení je ve všech měřených bytech s ohledem na prostorové teploty podobné a to o cca 2°C (cca 85-90% přípustné meze). Nejzávažnější podkročení je detekováno v bytě paní Davidkové (vestavěná skříň v dětském pokoji), kde je detekováno podkročení skoro o 5°C (77% minimální přípustné meze!). Další rizikovější místa jsou styky obvodových stěn s podlahovou konstrukcí přilehlé k venkovnímu terénu.

Teplotní anomálie byly detekovány na střeších, resp. střešní konstrukci (byty Melichárkových a paní Davidkové). Rozsah je pouze lokálního charakteru.

U paní Hänslové je navíc zřetelný vliv nezateplených stropních věnců u č.p. 687 (viditelné i z exteriéru), který opět snižuje vnitřní povrchové teploty a zvyšuje rizika kondenzací vodních par.

Podkročení přípustných teplot znamená vyšší rizika kondenzací vodních par (růst plísní) v zimním období.

Posouzení povrchových teplot výplní stavebních otvorů:

Podkročení přípustných povrchových teplot je detekováno ve všech částech výplní (klasická svislá okna, francouzská okna) – to znamená ve vazbách křídel výplní k rámcům, ale i rámců k ostění (parapetům, nadpražím). Závažnější podkročení je obecně o francouzských oknech ve spodní části, zejména v přízemních podlažích. Výrazné podkročení je detekováno i na skleněných tabulkách výplní a v okolí pantů. Teplotní extrémy dosahují teplot pod 5°C (v některých případech k 0°C), což znamená orientačně 50% (30%) minimální přípustné meze.

Výplně, které byly před měřením zakryty (i částečně) vykazují nižší povrchové teploty (zdánlivě výraznější podkročení).

Tabulka hodnot mikroklimatu jednotlivých bytů (pokud byla před měřením puštěná nucená ventilace, jsou relativní vlhkosti dotčených prostor na nižších úrovních).

Prostory	Průměrné hodnoty v bytech		
	Prostorová teplota [°C]	Relativní vlhkost [%]	Rosný bod [°C]
Melichárkovi	22,9	55,3	13,5
paní Davidková	23,1	55,5	13,7
paní Pivoňková	22,9	62,3	15,3
paní Aichingerová	23,7	52,1	13,3
paní Kratochvílová	20,5	49,8	8,9
paní Hänslová	21,4	60,3	13,4

ZÁVĚR:

- seřídít a přetěsnit veškeré výplně (svislá i francouzská okna), zejména v místech teplotních anomálií a výraznějších podkročení přípustných povrchových teplot. Tento zásah zvýší povrchové teploty v dotčených detailech a jejich okolí, proto v těchto místech sníží rizika kondenzací. Zároveň se tím sníží odvod vlhkosti a tak se projevy s kondenzací a tvorbou plísní mohou celkově v bytě paradoxně ještě zvýšit (při nedostatečném větrání). V tomto ohledu je vhodné zvážit i komplexní náhradu veškerých výplní za moderní s izolačním 3-sklem (součinitelem prostupu tepla okolo 0,7 W/m²K).
- doplnit (s ohledem na stav parotěsné zábrany případně nahradit) izolační materiál stropu ke střešní konstrukci, zejména v místech teplotních anomálií. Dosáhnout součinitele prostupu tepla po zateplení nižší než 0,2 W/m²K (lépe pod 0,18 W/m²K)
- s ohledem na fakt, že jsou přípustné teploty v jednotlivých bytech podkročeny podobně a v některých bytech problémy s kondenzací vlhkostí nejsou, nebo jen při velmi mrazivých dnech, lze problémy s kondenzací a tvorbou plísní snížit zvýšenou intenzitou větrání

Obecné doporučení pro snížení projevů kondenzací vodních par a tvorby 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 8.3.2018

Vypracoval:
Jiří Klíma

