

TERMODIAGNOSTIKA BUDOVY



STAVBA

ZOBRAZENÍ TEPELNÝCH MOSTŮ
KONTROLA ZATEPLENÍ
VYHLEDÁNÍ PORUCH INSTALACÍ
PRŮSAKY - VLHKOSTI
ROZDÍLY STAV. KONSTRUKCÍ



PRŮMYSL

PREDIKTIVNÍ ÚDRŽBA
PRŮMYSLOVÝCH ZAŘÍZENÍ
MECHANICKÉ OPOTŘEBENÍ
LOKALIZACE VADNÉ IZOLACE
KONTROLA TĚSNOSTI



ELEKTRO

KONTROLA VADNÉHO ZAPOJENÍ
A ELEKTROMOTORŮ
NEROVNOMĚRNÉ ZATÍŽENÍ FÁZÍ
VYHLEDÁNÍ POŠKOZENÝCH
ČLÁNKŮ SOLÁRNÍCH PANELŮ



 **Roman ŠTUMPF**
Slavošovice 45
339 01 KLATOVY
 **+420.608.331.445**
 **info@servisprobydleni.cz**

OBJEKT  Bytové domy Šumavská ul. Čp.407,408

MÍSTO  Železná Ruda

TYP  Zkouška IR kamerou

POPIS  Měření teplotních rozdílů konstrukce,
hodnoty prostředí.

DATUM  23.03.2013

VYHOTOVIL  Roman Štumpf

OBSAH

1.00 SOUHRNNÉ INFORMACE

- 1.01 - objednatel
- 1.02 - objekt měření
- 1.03 - popis objektu, konstrukce a okolí
- 1.04 - dostupné podklady
- 1.05 - zadání
- 1.06 - přítomné osoby

2.00 ZKOUŠKY A MĚŘENÍ

- 2.01 - popis typu zkoušky a souvisejících měření
- 2.02 - obecné pojmy a požadavky
- 2.03 - použité měřicí přístroje
- 2.04 - zjištěné odchylky v měření

3.00 VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ - EXTERIÉR

- 3.01 - zobrazení termogramů částí objektu
- 3.02 - měřené hodnoty
- 3.03 - komentář

4.00 VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ - INTERIÉR

- 4.01 - zobrazení termogramů částí objektu
- 4.02 - měřené hodnoty
- 4.03 - komentář

5.00 ZÁVĚR A DOPORUČENÍ



1.00 SOUHRNNÉ INFORMACE

- 1.01 OBJEDNATEL** Nájemní družstvo Šumavská ulice, Klostermannovo nám. 26
340 04 Železná Ruda
Zastoup. Bc. Věra Bechyně
- 1.02 OBJEKT MĚŘENÍ** 2x bytový dům čp. 407 a 408
- 1.03 POPIS OBJEKTU** Jedná se bytovou zástavbu ve středu města. Blízkosti objektů na jižní a východní straně jsou vzrostlé stromy. Na severní a západní straně pouze travnaté a zpevněné plochy. Oba objekty jsou původně díky pánované zástavbě v těsné blízkosti. Objekty jsou vystavěny z cihelných bloků o síle vnější stěny 440 mm. Stropní konstrukce skládaná (cihlové vložky), která je vytažena do balkónových částí. Objekty se skládají z 1.PP, 1.NP, 2.NP a 3.NP. V 1.PP se nachází v místě zasazení do terénu sklepní prostory. Směrem do volného prostoru je 2x b.j. V 1.NP jsou v části u vstupu garáže a na opačné straně b.j.. Poslední patro je z části s podkrovními podhledy a okna jsou osazena ve střešních vikýřích. Strop b.j. 3.NP je realizován sádkartonovým pohledem v celé ploše. Většinová výplň okenních otvorů - dřevěná okna s izolačními dvojskly IZOGLASS KLADNO 16.8.2001 K=2,9 Wm²K s jednostupňovým těsněním okenního křídla. Započetí výstavby objektů podzim 2000 - základ.desky, výstavba jaro 2001 - dokončení zima 2001, jaro 2002 dokončovací terénní úpravy a opravy.



SITUACE - umístění v okolní zástavbě

- 1.04 PODKLADY** Výkresová dokumentace, pouze z části označena jako skutečné provedení realizační firmou. Stavební deník, zpráva o odstranění záručních oprav, fotodokumentace z průběhu výstavby, osobní prohlídka objektů. Komentář přítomných osob b.j. a zástupce objednatele.



1.05 ZADÁNÍ

Kontrola teplotních rozdílů konstrukce objektů.
Posouzení vzniku kondenzací ve vztahu k vnějšímu a vnitřnímu prostředí.

1.06 PŘÍTOMNÉ OSOBY

Bc. Věra Bechyně

2.00 ZKOUŠKY A MĚŘENÍ

2.01 POPIS ZKOUŠKY

Jednotlivé části objektů byly snímány pomocí IR kamery se zohledněním okolních vlivů prostředí. Dále bylo provedeno dlouhodobé snímání teploty a relativní vlhkosti ve vybrané b.j. 3.NP pro posouzení vlivu užívání prostředí jako k možné příčině nadměrné kondenzace vodních par.

Pro korektní měření objektu, byla zkouška provedena v ranních hodinách. V průběhu zkoušky byly prováděny další potřebná měření ke stanovení teploty pozadí a dalších hodnot. Jednotliví uživatelé prostor byli instruováni, aby min. 12 hod před měřením prostory nevětraly.

2.02 POJMY A POŽADAVKY

Tepelné mosty jsou taková místa, kde napříč obvodovou (nebo i vnitřní) konstrukcí, oddělující dvě nestejně vytápěné místnosti, prochází celou tloušťkou z jedné strany na protilehlý povrch, materiál o vyšší tepelné vodivosti, než vykazuje ostatní tavivo, z něhož je konstrukce postavena (spáry, překlady, stropy atd).

Jako tepelný most jeví také každé nároží, a to jak svislé (roh domu), tak i vodorovné (ukončení domu s plochou střechou v úrovni římsy). Toto je určitý specifický druh tepelných mostů, tentokrát nikoliv díky rozličným stavebním materiálům, použitých vedle sebe, ale vlivem geometrického tvaru konstrukce. K tomu ještě přistupuje okolnost, že rychlost proudění vnitřního vzduchu v koutech je nižší než u obvodových stěn v ploše, čímž se snižuje i přestup tepla do stěny právě v tomto kritickém místě.

To jsou zcela zřejmé a pochopitelné důvody, proč právě v rozích a koutech místnosti dochází k prvním, ale později často rozsáhlým hygienickým poruchám **vlhnutí, černání a plesnivění** (zejména dodáme-li k tomu nedostatečné větrání). Vlhkost vzduchu: (relativní vlhkost, kondenzace, difúze).

Čím je vzduch teplejší, tím více vodní páry může pojmout, ale jen po určité přesně dané maximum. Přestože je venku „**vlhčí vzduch**“, je rozdíl tlaků vodní páry velmi značný a pára bude unikat zevnitř ven, z místa vyššího tlaku do vnějšího prostoru. Tomuto přemístování vlhkosti říkáme difúze. Difúze vodních pár probíhá jak v plynném vzduchu, tak i všemi průlinčitými materiály.

Teplota rosného bodu pro vzduch o teplotě **20°C a $\varphi = 50\%$ je 9,26°C**. Jakmile klesne teplota kterékoliv části obvodové konstrukce pod tuto teplotu, začne v tom místě pára kondenzovat. Tento kondenzát nemusí být vůbec nápadný, ba ani na pohled patrný.

Obvykle se objeví až po několika opakováních tím, že dané místo postupně ztmavne. Teprve při časté a vydatnější kondenzaci by se objevila plíseň nebo kapky na zdi.

V obytných místnostech, zejména obývacích a dětských pokojích, má být teplota vzduchu od rána do pozdního večera **21°-22°C**. V létě by teplota vnitřního vzduchu **neměla přestoupit 26°C**, v zimě by **neměla klesnout pod 16°C**.

Relativní vlhkost vzduchu by neměla přestoupit v obytných prostorech **60%** (rozhodně ne dlouhodobě), ale neměla by klesnout pod **40%**. Za normálních okolností, není-li třeba jinak zvláště intenzivně větrat, by rychlost vzduchu neměla překročit **0,2 m/s-1**.

Při posuzování teplotních rozdílů na vnějším povrchu budovy jsou sledovány teplotní rozdíly zejména v místech **rozdílných stavebních konstrukcí, detailů osazení výplní otvorů**. Provedení zateplení objektu má mít za následek sjednocení povrchových teplot a tím eliminaci vlivu tepelných mostů, které by měly za následek tepelné úniky = vyšší energetickou náročnost na vytápění a dále prostup teplot z exteriéru na konstrukce v interiéru což může mít za následek kondenzaci relativní vlhkosti vnitřního prostředí = růst plísní, degradace omítek aj.

ČSN EN 13187 upravuje způsob a podmínky provedení kvalitativního určení tepelných nepravidelností pláště budov pomocí infračervené metody. Pro správné určení a vyhodnocení rozdílů teplot slouží srovnávací metoda referenčních termogramů správně provedené konstrukce posuzovaných objektů. Srovnání referenčních termogramů vede k obecnému závěru, že povrchové teploty na opláštění budovy nesmí běžně dosáhnout většího teplotního rozdílu než 2°C.

Pro posouzení teplot vnitřního prostředí platí, že při rozdílu teplot větším jak 4°C na malé ploše (tepelné mosty - velké teplotní rozdíly) již dochází k nerovnoměrné kondenzaci a vzniká riziko růstu plísní. Rovněž se zohledňuje vlhkost prostředí a posun teplot k hodnotám rosného bodu. V interiéru je nutné brát ohled na rozdíly teplot a relativní vlhkosti v celém prostředí /rozdíly polohy v místnosti - podlaha - strop/ a průběh proudění v závislosti na ventilaci, druhu vytápění případně chlazení prostor. Minimální hodnoty povrchových teplot konstrukcí a výplní oken a dveří stanovuje **ČSN 73 0540-2**.

**2.03
MĚŘÍCÍ
PŘÍSTROJE**

TEPLOMĚR PROSTŘEDÍ HT-200
 MULTIMETR FLUKE 902
 DOTYKOVÁ TEPLOTNÍ SONDA GREISINGER GOF130 NiCr-Ni typ K
 BEZKONTAKTNÍ PYROMETR IR800-20D
 ANEMOMETR BL-30AN

TERMOKAMERA FLUKE Ti27, výr.č. 11060883
 Detektor kamery : 240x180 pix, celkem 43,2 pix.
 Teplotní citlivost : <0,05°C při 30°C cílové teploty
 Zorné pole : 23°x17°

ŠIROKOUHLÝ OBJEKTIV Fluke FLK-LENS/WIDE1 č.41487-03573
 Zorné pole : 46°x34°

**2.04
ODCHYLKY
MĚŘENÍ**

Odchytky měření způsobené nepřesností použitých přístrojů dle parametrů výrobců nejsou pro dané výsledky započítány.

TEPLOMĚR PROSTŘEDÍ HT-200
 Vlhkost přesn.: %RH + - 2% při 25°C a v rozsahu vlhkosti 20-80%, ostatní rozmezí + - 2,5%
 Teplota přesn.: + - 0,5°C při 25°C, pro ostatní teplotní rozmezí + - 0,8°C

MULTIMETR FLUKE 902 - kontaktní teploměr
 Teplota přesn.: 1% + - 0,8°C

BEZKONTAKTNÍ PYROMETR IR800-20D

Přesnost: pro -50 až +20°C platí +- 2,5°C
pro +20 až 300°C platí +- 1,0% +- 1,0°C
pro +300 až 650°C platí +-1,5%

ANEMOMETR BL-30AN

Proudění přesn.: Měr.jedn. m/s +- (3%+0,20 m/s)

TERMOKAMERA FLUKE Ti27

Přesnost: +-2°C nebo 2% platí vyšší hodnota

3.00 VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ - EXTERIÉR

3.01 TERMOGRAMY OBJEKTU

Viz příloha protokol - termogramy exteriér

3.02 MĚŘENÉ HODNOTY

Den měření č.: 1
Datum zkoušky: 10.02.2013

HODNOTY :

Časové rozmezí zk: 08:40 - 09:45 hod
Klimatické podmínky: **polojasno**
Sluneční záření: **bez vlivu od setmění 11.02.2013.**
východní a část jižní strany vliv sl.záření po východu

Teploty exteriér :

Rozmezí teplot 24 hod před zkouškou: -12,0 °C až -2,0 °C
Začátek / konec zk.: -10,5°C / -8,1°C **povolená hodnota rozd. +- 5°C**
Proudění ex. max.: do 0,2 m/s
Relativní vlhkost RH: 41,2% / 48%
Tlak návětrná/závětrná: ---mbar / --- mbar

Stanovení požadovaného rozdílu teplot k provedení zkoušky
/Interiér - exteriér/

Měřený rozdíl teplot: 26,2 až 31,2°C
Nejnižší hod. U st.konstrukce: 0,19 Wm-2K-1
Výpočet požad.rozdílu teplot: 3/U = 3/0,19 = 15,79°C

Měřený rozdíl teplot **VYHOVUJE** k provedení zkoušky.
Ostatní podmínky k provedení zkoušky **VYHOVUJÍ.**

Další faktory ovlivňující hodnoty:

Měření bylo prováděno v době, kdy východní a část jižní strany objektů byly ovlivněny východem slunce - sluneční záření. Ostatní stěny objektu nebyly ovlivněny z důvodu jejich polohy. Ve skleněných výplních oken a dveří se odrážela teplota ovlivněných okolních objektů. Dalším vlivem byl prostup IR záření atmosférou, což mělo za následek odraz zejména o skleněné plochy. Většina snímků je s nastavením E=0,95. Hodnoty byly upravovány změnou tepoty pozadí, ale v některých případech nebylo možné korekci dosáhnou skutečné teploty povrchu, proto je nutné zvažovat dané rozdíly teplot na jednotlivých termogramech.

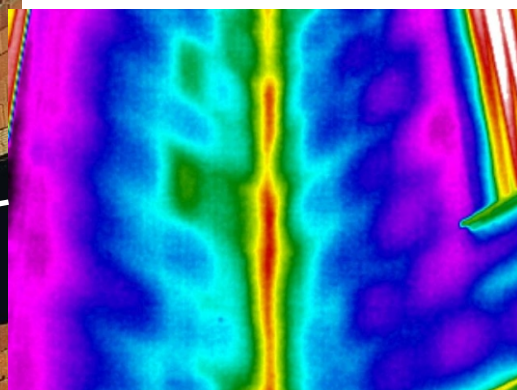
3.03
KOMENTÁŘ

Na pořizovaných termogramech jsou patrné velké teplotní rozdíly na povrchu objektů. Jedná se o tepelné mosty (dále jen TM) způsobené stavební konstrukcí a způsobem výstavby.

- stropní konstrukce přecházející do balkónů
- způsob tepelné izolace stropních věnců
- špatné provedení výstavby z cihelných bloků - maltové lože, dozdvívání odlišnými materiály a promaltováním.
- připojovací spáry okenních rámců a jednostupňové těsnění
- defekty ve stropní izolaci (sádkokartonové podhledy)

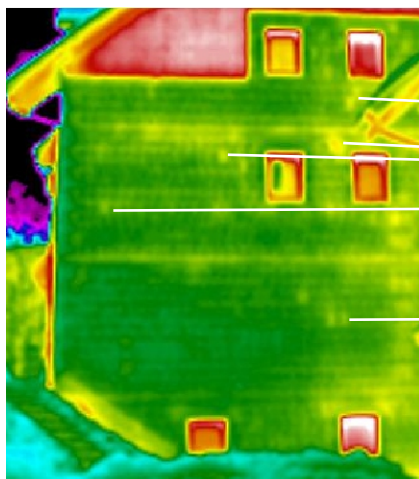
Teplotní rozdíly na povrchu objektu mají vliv na rozdílné chování povrchu vnějších omítek.

Opačně prostup chladnějších teplot do interiéru má výrazně negativní vliv na hygienu prostředí v obytných prostorách - viz. Komentář měření interiéru 4.03.



Detail vnitřního koutu
TM - provazba zdiva

Foto průběh výstavby
pořízeno 28.8.2001 č.1



Detail - termogram
západní štít čp.408
TM - věnce a dozdvívání



Foto průběh výstavby
západní štít čp.408
pořízeno 28.8.2001 č.2



4.01 | Viz příloha protokol - termogramy interiér
TERMOGRAMY
OBJEKTU

4.02 | Den měření č.: 1
MĚŘENÉ | Datum zkoušky: 10.02.2013
HODNOTY

HODNOTY :

Časové rozmezí zk: 09:50 - 13:50 hod

Klimatické podmínky: **polojasno**

Data měření prostor:

Čp. 408/18 - 3.NP

Teplota: +20,7°C

Teplota rosny bod: +13°C

Teplota mokr.tep.: +15,8°C

Relativní vlhkost RH: 62% - nevětráno

Teplota exteriér: -8,0 °C

Čp. 408/17

Teplota: +19,96°C

Teplota rosny bod: +11,26°C

Teplota mokr.tep.: +15,1°C

Relativní vlhkost RH: 48,8% - nevětráno

Teplota exteriér: -3,8 °C

4.03 | Ve sledovaných prostorách byly naměřeny vyšší hodnoty relativní vlhkosti
KOMENTÁŘ | interiéru, které byly zapříčiněny požadavkem nevětrat prostory před zkouškou.

Pro zjištění skutečných hodnot vlhkosti a teploty, rovněž i řádného užívání bytových prostor bylo provedeno v bytové jednotce 3.NP (sádkartonový podhled - parozábrana) dlouhodobé měření vlhkosti a teploty viz. Diagram měření č.1.

Tímto měřením je zjištěna výše hodnot relativní vlhkosti v prostorách rovněž tak i teploty prostředí a periodické odvětrávání prostor zajištěné vlastníky při běžném užívání - bydlení.

Hodnoty vlhkosti se pohybují v rozmezí od 49 - 56,9 % s průměrnými hodnotami od 51% RH. Teplota prostředí je v rozmezí +18,9 - 21,2 °C a hodnoty teploty rosneho bodu od +8,6 až 12,1°C. Měření bylo provedeno v termínu 10.2.2013 10.45 hod až 18.2.2013 17:45 hod.

Ve všech navštívených a měřených prostorách dochází ke kondenzaci vodních par na skleněných výplních oken a dveří, dále pak i v oblasti připojovacích spár okenních rámců. Rovněž některá místa na stavební konstrukci - kouty a přechody podhledů které vykazují nižší teplotu jsou vlivem kondenzace postiženy vlhkostí a růstem plísní.

V protokolu s termogramy jsou patrné velké rozdíly teplot v detailech připojení okenních a dveřních výplní, přetažením stropní konstrukce do balkónů, defekty tepelné izolace ve stropních podhledech 3.NP, ale i samotné konstrukce obvodového zdiva, kde v místech maltového lože a dalších částech dozdivání dochází k tepelným mostům. Díky takovému provedení dochází k ovlivnění nízkými teplotami v celé ploše obvodových stěn (viz. Termogramy interiéru).

Ke kondenzaci dochází vždy na nejchladnějších částech stavební konstrukce, kde se teplota přiblíží, nebo klesne k hodnotě rosného bodu. Již při poklesu teploty na hodnotu "oroseného teploměru" v místě ochlazení dochází k nárůstu relativní vlhkosti a ke vzniku podmínek pro růst plísní.

Vzhledem k hodnotám vnějších teplot (-10,5 až -2,9°C) v době prováděného měření a ve srovnání s hodnotami teplot v interiéru je zcela zřejmé, že není dosaženo požadavku na minimální teploty povrchů výplní otvorů dle ČSN 73 0540-2.

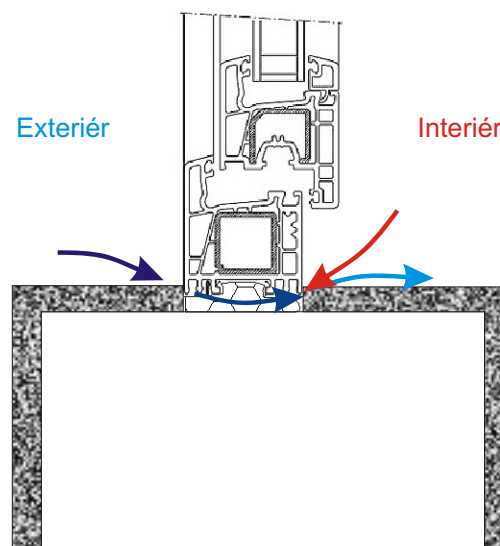
K výraznější kondenzaci vlhkosti dochází zejména v b.j. 3.NP, kde je plocha kondenzace snížena o plochu stropních podhledů opatřených parozábranou a tepelnou izolací, která zvyšuje teplotu celého povrchu. Tím dochází ke zvýšené kondenzaci na menších plochách s nižší teplotou. Obdobné chování je i v prostorách, kde je provedeno dodatečné vnitřní zateplení na obvodových stěnách pro snížení tepelných ztrát a zlepšení komfortu užívaných prostor.

Připojovací spára okenního rámu není dostatečně izolována, nebo vlivem vlhkosti - difuze v zimním období dochází k namáhání izolační pěny, která není proti takovému vlivu chráněna hydroizolační páskou a tím dochází k její degradaci a ke stále většímu teplotnímu namáhání z exteriéru. Další vadou v této oblasti je nezajištění neprůvzdušnosti. Vlivem rozdílů tlaků (odsavač par, nárazový vítr aj) dochází k proudění chladného vzduchu do konstrukce.

Prostupem nízkých teplot v těchto místech jsou výplně otvorů namáhány nestandardně v místech, kde by k tomu za normálních okolností nemělo docházet. Názorná ukázka prostupu teplot Obr. 1 - jedná se o ilustrativní náčrt rozdílného typového provedení, ale princip je zcela shodný.

Obr. 1

Prostup teplot a namáhání
připojovací spáry ok.rámu



Další možné faktory ovlivňující prostup nízkých teplot výplněmi otvorů:

Špatné izolační vlastnosti výplně připojovací spáry okenních ráků
(Nedostatečné množství, nebo poškození vlhkostí)

Netěsnost připojovací spáry - průvzdušnost

Netěsnost okenních křidel - chybné seřízení

Detail připojení parapetní části

Absence plynu v mezi skelním prostoru

Nedostatečné zapaštění výplně - překrytí rámečku izol.skla

**5.00
ZÁVĚRA
DOPORUČENÍ**

Provedenými měřeními byly zjištěny nevyhovující hodnoty povrchových teplot nejen na vnější straně objektu, ale zejména v interiéru. Při poklesu vnějších teplot klesnou hodnoty ještě níže a projev kondenzace se tím ještě zvýší.

Prostory bytů jsou užívány standardně. K projevům kondenzace dochází ve všech sledovaných prostorách.

Ke kondenzaci v místě velmi nízkých teplot až pod hranicí teploty rosného bodu zvyšuje relativní vlhkost v prostorách a následky stékání kondenzátu a růsty plísní mají za následek snížení hygieny prostředí bytových prostor.

Doporučuji pro případné srovnání podílu kvality provedení oken a dveří jakož i provedení celé stavební konstrukce zpracovat znalecký posudek oprávněnou osobou pro určení dalších stavebních pochybení, která mají přímou návaznost na rozdílné teploty povrchů a s tím spojených komplikací.

Výstavba objektů probíhala ve velmi krátkém časovém úseku, což mělo za následek projev vysoké vlhkosti stavebních konstrukcí po předání b.j. a jejich následného užívání.

Míra a projev stavební vlhkosti byla již na základě reklamačních řízení řešena. Nynější projevy jsou zřejmě způsobené v důsledku sčítané opakující se kondenzace ve stavební konstrukci, která se v letním období neodpaří a rok od roku snižuje tepelně izolační vlastnosti dané konstrukce.