

**Protokol z termografické analýzy povrchového teplotního profilu  
obvodového pláště panelového bytového domu  
Makovského 1339/16, 1340/14, 1341/12, Praha 6 – Řepy**

Zadavatel: SVJ Makovského 1339 – 1341  
Makovského 1341/12  
160 00 Praha 6 – Řepy  
IČO 265 11 827

Zpracovatel: Doc. Ing. Jan Pašek, Ph.D.  
Hvozdnice 199  
252 05 Hvozdnice  
IČO 629 89 502

Datum: leden 2011  
Číslo zakázky: 1101

# Protokol z termografické analýzy povrchového teplotního profilu obvodového pláště panelového bytového domu Makovského 1339/16, 1340/14, 1341/12, Praha 6 – Řepy

## Zadání

Cílem termografického posouzení byly fasády panelového domu v Praze 6 – Řepích, ulice Makovského 1339/16, 1340/14, 1341/12. Účelem analýzy je vyhledání a posouzení tepelných mostů a předběžné hodnocení tepelně technických vlastností obvodového pláště dotčeného domu.

## Popis objektu

Dotčeným objektem je samostatně stojící deskový panelový dům středněrozponové konstrukční soustavy VVÚ-ETA o osové vzdálenosti nosných příčných stěn 3,0 a 6,0 m, s konstrukční výškou podlaží 2,8 m. Podélná osa budovy je orientována ve směru sever – jih. Objekt má 3 sekce, 12 nadzemních obytných podlaží a jedno polozapuštěné technické podlaží; vstupy do domu jsou v obou protilehlých průčelích do přízemí z úrovně okolního terénu. Stáří objektu je cca 18 let, nosná konstrukce je železobetonová, střecha je plochá s nástavbami strojoven výtahů. Oba štíty jsou bez oken, obě průčelí obsahují 3 sloupce dvojic polozapuštěných lodžii. K jižnímu štítu objektu přiléhá později realizovaná jednopodlažní přístavba bowlingové herny, která není součástí předložené termografické analýzy.

Obvodový plášť sestává převážně z celostěnových dílců. Skladba obvodových konstrukcí a prvků je následující:

- štítové stěny – celostěnové sendvičové panely ve skladbě:
  - železobeton 150 mm
  - polystyren 80 mm
  - železobeton 60 mm
- průčelní stěny – celostěnové sendvičové panely ve skladbě:
  - železobeton 100 mm
  - polystyren 80 mm
  - železobeton 60 mm
- lodžiové (boční) stěny – celostěnové sendvičové panely ve skladbě:
  - železobeton 190 mm
  - polystyren 80 mm
  - železobeton 60 mm
- průčelní lodžiové stěny – parapetní sendvičové dílce ve skladbě:
  - železobeton 100 mm
  - polystyren 80 mm
  - železobeton 60 mm
- suterénní stěny – pravděpodobně sendvičové dílce ve skladbě (průčelí):
  - železobeton 100 mm
  - polystyren 40 mm
  - železobeton 50 mm
- okna:
  - původní plastová s izolačním dvojsklem
- vstupy:
  - původní prosklené stěny v ocelovém rámu

- lodžie:

- zábradlí kovová rámová konstrukce s tyčovými výplněmi; některé lodžie jsou opatřené pohyblivými zasklívacími systémy

## Podmínky měření

Datum měření: 5. ledna 2011, 5:45 až 7:00 hod

Použitý přístroj: FLIR PM695

Teplota interiéru: průměrně cca + 20 °C

Teplota exteriéru: průměrně cca – 6,0 až – 5,0 °C

Relativní vlhkost vzduchu exteriéru: průměrně cca 65 %

Počasí: polojasno, dobrá viditelnost, bezvětrí

## Organizace měření

Všechny čtyři obvodové stěny dotčeného objektu byly termokamerou kompletně nasnímány z vnější strany budovy. Měření probíhalo dne 5. ledna 2011, a to po chladné noci před východem slunce pro lepší eliminaci zdrojů parazitních tepelných záření, negativně ovlivňujících přesnost dosahovaných výsledků. Během měření byly snímány hodnoty povrchových teplot průběžně ověřovány kontaktními měřeními ve vybraných bodech. Pro kontrolu byly celkové pohledy na budovu podle možností snímány z více různých směrů.

Termografické záznamy, získané snímáním in situ, byly následně vyhodnoceny pomocí termografického software a byla provedena analýza teplotního reliéfu povrchu snímáných konstrukcí. Vybrané termogramy, obsahující jednak reprezentativní typické rozložení teplot na povrchu obvodových konstrukcí, jednak významné teplotní anomálie, a dále hodnoty teplot ve vybraných bodech, jsou přiloženy jako grafická část tohoto protokolu.

## Analýza termogramů

Z termografických záznamů povrchových teplot, pořízených z vnější strany obvodových plášťů dotčeného objektu, u kterých byla provedena softwarová eliminace vlivu vnějších faktorů, nežádoucím způsobem ovlivňujících přesnost dosahovaných výsledků a jejich následné vyhodnocení, je zřejmé následující:

1. Z hlediska rozložení teplot, zjištěných na vnějším povrchu obvodových plášťů snímáného objektu, lze teplotní profil hodnotit jako velmi nehomogenní, se značným počtem tepelných mostů jasně zřetelných, zejména v místech styků obvodových dílců, v místech styku průčelních stěn s prostupujícími konstrukcemi (lodžiové dílce, prostor vstupů apod.) a v oblasti soklu, jednotlivě i dalších.
2. Na základě vyhodnocení hodnot povrchových teplot obvodových stěn lze konstatovat, že jejich tepelně technické vlastnosti, odpovídající době jejich realizace, jsou z pohledu dnešních požadavků nedostatečné. Tepelně technické vlastnosti obalové konstrukce budovy lze obecně hodnotit jako tím lepší, čím je jejich teplota na vnějším povrchu bližší teplotě vnějšího vzduchu; v daném případě jsou rozdíly těchto teplot zpravidla poměrně významné.

Neprůhledné části obvodových konstrukcí nadzemních podlaží vykazují povrchové teploty v ploše v průměru přibližně -4 °C, což při daných okrajových podmínkách

(teplota interiéru cca 20 °C, teplota exteriéru -6 °C) ukazuje na nevyhovující tepelně izolační stav při posouzení podle současně platných požadavků.

Povrchové teploty obvodových stěn technického podlaží vykazují hodnoty kolem cca -2,5 °C. Na základě této skutečnosti i na základě znalosti konstrukce obvodových dílců daného objektu lze předpokládat tepelně technické vlastnosti obvodových stěn suterénu ještě horší ve srovnání se stěnami v nadzemních podlažích.

3. U konstrukcí obvodových stěn technického podlaží se vyskytují následující 3 zásadní typy tepelných mostů, které reprezentují povrchové teploty vyšší o cca 2 °C a více oproti teplotám povrchu stěn v ploše:
  - liniové mosty podél horizontální linie styku obvodových dílců obvodových stěn nadzemních podlaží s blokovými dílci suterénu – viz obr. 8 a 17;
  - lokální liniové mosty podél linie styku obvodových stěn suterénu s terénem – viz obr. 8, 11 a 17;
  - lokální liniové mosty podél vertikálních styků jednotlivých dílců obvodových stěn technického podlaží – viz obr. 11.
4. Konstrukce obvodového pláště obytných podlaží vykazuje rovněž 3 zásadní typy tepelných mostů, které lokálně představují zvýšení povrchové teploty i o více než 3 °C oproti teplotám okolního povrchu v ploše dílců. Jedná se zejména o:
  - liniové mosty ve stycích 2 sousedních obvodových panelů a zejména bodové mosty X-styků sousedních čtyř průčelních dílců obvodového pláště – viz např. obr. 3, 9, 10, 12 a 18;
  - bodové mosty ve stycích dvou průčelních dílců s konstrukcí zapuštěných lodžii (vodorovný stropní panel a boční stěny) – viz např. obr. 4, 13 apod.;
  - bodové a liniové mosty ve stycích svislých i vodorovných nosných panelů uvnitř lodžii a zapuštěných vstupů – viz např. obr. 5, 7, 14 a 16.
5. Výplně otvorů v obvodových stěnách jsou původní z doby výstavby objektu, na povrchu jejich zasklení byly detekované teploty mezi hodnotami -2 až +2 °C (viz obr. 3, 4, 5, 6, 15 apod.), které poukazovaly na jejich výrazně nevyhovující parametry z hlediska prostupu tepla z pohledu současných požadavků.

V této souvislosti je třeba upozornit na teplotní profil detekovaný na povrchu zasklení lodžii, které se v několika případech v objektu vyskytují (např. obr. 5 a 13). Jejich nízká povrchová teplota poukazuje na vytvoření specifického mikroklimatu uvnitř takto ošetřené lodžie, které přispívá ke snížení tepelných ztrát těchto částí objektu.

Analýza teplotního profilu výplní otvorů v místech připojovacích spár (spára mezi rámem a přílehlou konstrukcí) a funkčních spár (spára mezi rámem a křídlem) – obr. 6 a 15 – poukazuje na jejich rovněž nedostatečné parametry, které mohou být příčinou rizika kondenzace vlhkosti po obvodě otvorových výplní s následnou tvorbou plísní a zhoršování zdravotní nezávadnosti interiéru.

#### *Poznámka 1:*

*V běžných podmínkách neustálené teplotní scény nelze, pouze s použitím nekontaktní termografické analýzy, stanovit tepelný odpor resp. součinitel prostupu tepla snímaných obvodových konstrukcí. Při znalosti průběhu teploty vnitřního a vnějšího prostředí v časovém*

úseku cca 12 hodin před zahájením měření nicméně na základě vyhodnocených termogramů lze provést alespoň orientační posouzení těchto vlastností.

*Poznámka 2:*

*Termokamera pracuje ve spektrálním pásmu odlišném od spektrálního pásma vnímání lidského oka, takže „nevidí“ skrze sklo a snímá tepelný tok vyzařovaný z jeho povrchu, stejně jako z povrchu pro lidské oko neprůhledných konstrukcí. Toto je třeba připomenout v souvislosti s prosklenými částmi obvodového pláště (např. okna, vstupy, zasklení lodžii apod.) – zobrazované teploty jsou vztaženy k povrchu zasklení. Povrchový teplotní obraz navíc ovlivňuje i to, zda např. okno je z vnitřní strany opatřeno záclonou, závěsem apod., které omezují přístup teplého vnitřního vzduchu a ohřívání otvorové výplně. Tato skutečnost je u dotčeného objektu příčinou toho, že i u oken shodného typu a shodných tepelně technických vlastností může být u různých místností či bytů detekována rozdílná povrchová teplota.*

*Poznámka 3:*

*Při interpretaci termogramů resp. rozložení povrchových teplotních polí je třeba rozlišovat vlivy rozdílných teplot v různých částech interiéru budov a vlivy odrazů tepelného záření vyzařovaného okolními zdroji tepla, jež mohou způsobovat rozdíly ve zdánlivé povrchové teplotě, která je detekována na základě měření termokamerou. Interpretace výsledků v tomto posouzení je proto založena na analýze termogramů pořízených např. v různých úhlu pohledu nebo s jistým časovým odstupem tak, aby některé významné nežádoucí vlivy pominuly nebo je bylo možné kvantifikovat a zahrnout do analýzy.*

## **Závěry**

Na základě zpracovaných grafických záznamů povrchového teplotního reliéfu obvodové konstrukce dotčeného panelového domu byly definovány následující jednoznačné závěry:

1. stávající obvodový plášť dotčeného objektu má nedostatečné tepelně technické vlastnosti (zcela jistě nevyhovuje současným požadavkům na hodnoty součinitelů prostupu tepla obalovými konstrukcemi budov) a navíc obsahuje i značný počet tepelných mostů;
2. stávající původní okenní výplně v objektu vykazují velmi nízké tepelně technické parametry (z hlediska tepelných ztrát vedením i prouděním přes funkční spáry), byly zjištěny i nevyhovující vlastnosti funkčních i přípojovacích spár výplní otvorů;
3. je zřejmý pozitivní vliv zasklení lodžii na snížení tepelných ztrát objektu.

Z výše uvedeného vyplývá, že současný stav obvodového pláště detekovaného objektu vede k ne hospodárnosti v oblasti vytápění během zimního období. Technický stav obvodových dílců v kombinaci se stávajícími obvodovými výplněmi otvorů zvyšuje i riziko kondenzace vodních par na vnitřním povrchu v místech problematických detailů (tepelných mostů) s následným rozvojem plísní, se všemi negativními důsledky z tohoto vyplývajícími.

## **Doporučení**

Doporučení vyplývající z výše uvedených závěrů jsou jednoznačná – je třeba zlepšit současný stav obvodového pláště panelového domu Makovského 1339/16, 1340/14, 1341/12

v Praze 6, který nesplňuje současné požadavky na tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí staveb, je příčinou vysokých tepelných ztrát z interiéru a tedy finančních ztrát v topné sezóně. Řešení představuje aplikace vhodného zateplovací systému (před tím je třeba provést kontrolu a případnou repasi obvodových dílců, nebo jejich propojovací či kotevní výztuže – zejména je třeba se zaměřit na svislý styk polozapuštěných lodžiových stěn s průčelnými stěnami).

Uvedeným postupem dojde jak ke zlepšení celkového tepelně technického stavu obvodového pláště dotčeného objektu, tak eliminaci jeho tepelných mostů v ploše fasády a snížení statického namáhání nosných i nenosných konstrukcí a jejich styků nesilovými účinky cyklických změn vnějších teplot (dilatace stavebních konstrukcí). Z hlediska přítomnosti tepelných mostů a dalších problematických míst doporučuji zaměřit se na následující:

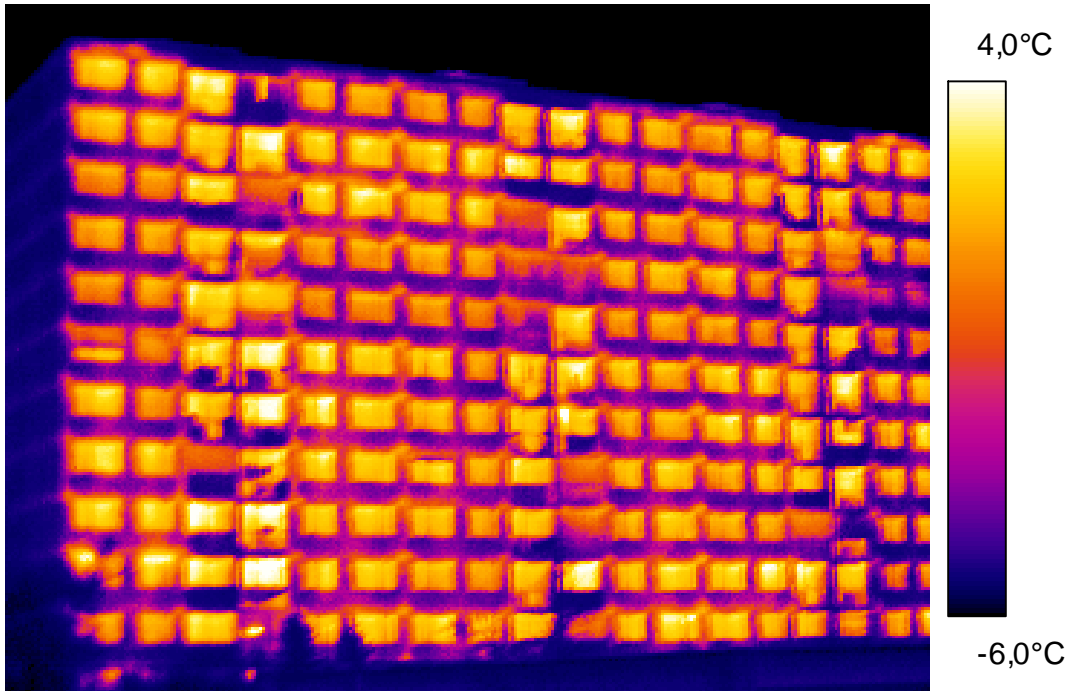
1. provedení analýzy tepelně vlhkostního režimu interiéru a na jejím základě navržení komplexní sanace obvodového pláště objektu;
2. zatažení tepelně izolačního systému i částečně pod úroveň terénu a tím eliminaci liniového tepelného mostu ve styku soklu dotčeného domu a terénu;
3. opatření i předsazených lodžiových stěn (vzájemně oddělující dvě sousední lodžie) tepelně izolačním systémem (možno v menší tloušťce) z důvodu:
  - odstranění liniových vertikálních tepelných mostů ve styku těchto stěn s průčelní lodžiovou stěnou a současně pro
  - snížení hodnot svislých dilatačních pohybů těchto stěn a tedy snížení smykových namáhání ve svislém styku lodžiové stěny a průčelí objektu resp. vnitřního nosného systému v důsledku cyklických změn vnějších teplot;tyto stěny je třeba opatřit zateplením ze všech 3 stran najednou (2 boky a čelo). Případné pouze částečné zateplení by vedlo ke zhoršení jejich statické spolehlivosti v důsledku vytvoření kondenzační zóny v místech kotevní výztuže (a její korozi) při současném zvýšení namáhání tohoto styku účinky výkyvů teplot vnějšího prostředí;
4. provedení kompletní výměny výplní otvorů za nové, kvalitní prvky splňující současné požadavky na tepelně technické vlastnosti otvorových výplní s kvalitním provedením jejich připojovacích spár (řádné vypěnění a dotěsnění);
5. zvážení zasklení všech dosud nezasklených lodžií vhodným systémem (pokud k tomuto kroku bude přistoupeno, měl by být vybrán jeden systém pro dosažení jednotného vzhledu lodžií a tedy celého objektu).

Tento protokol z termografického měření doporučuji archivovat a použít pro termografickou kontrolu hotového díla – zatepleného objektu (porovnání stavu před a po regeneraci domu), zejména zaměřit se na tepelné mosty a další problematická místa, uvedená v tomto protokolu.

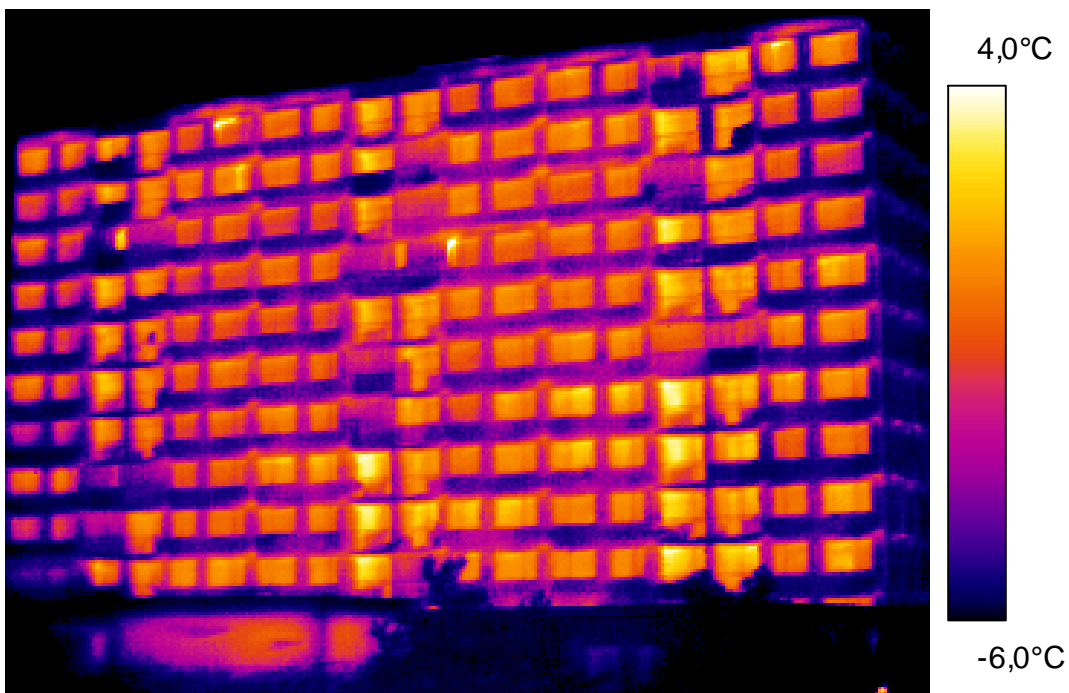
#### *Poznámka 4:*

*Pro ilustraci výše uvedených závěrů je součástí grafické přílohy obr. 19, na kterém je termogram sousedního objektu Makovského 1140/13, který je již rekonstruován. Jak z termogramu vyplývá, teploty na povrchu zateplení mají hodnoty o necelý 1 °C nižší, než je teplota vnějšího prostředí. Tato hodnota je o cca 1,5 °C nižší než teplota v ploše obvodových stěn dotčeného objektu, navíc je evidentní eliminace veškerých tepelných mostů, takže celkový povrchový teplotní profil zatepleného objektu je výrazně jednotný.*

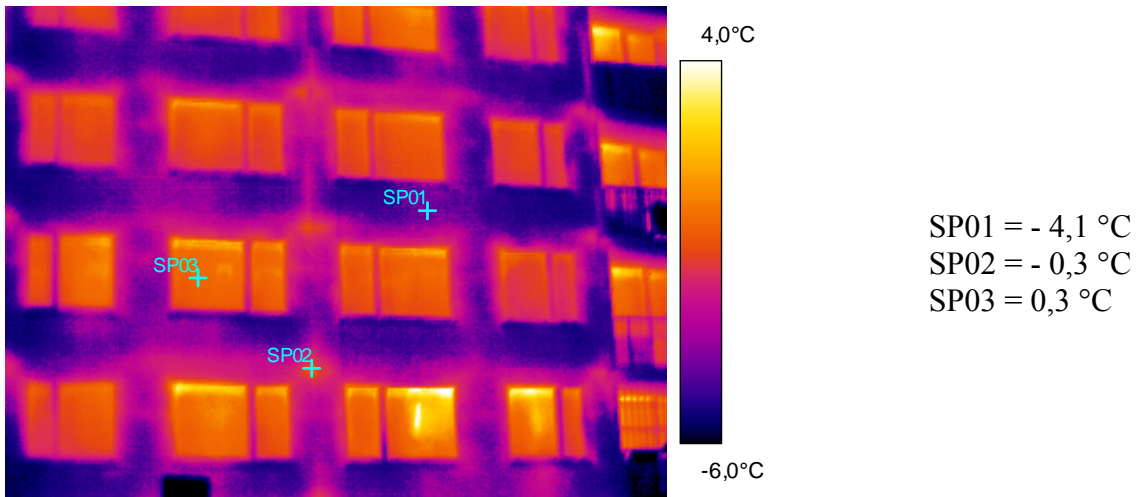
## Grafická příloha



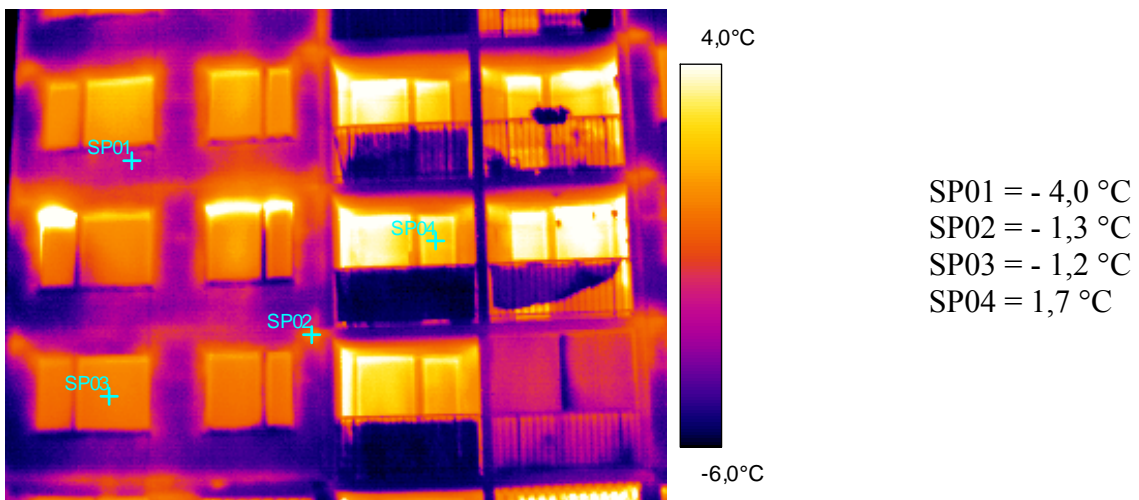
Obr. 1 Západní průčelí, celkový pohled  
*Poznámka: Lodžie s chladnější povrchovou teplotou jsou zasklené.*



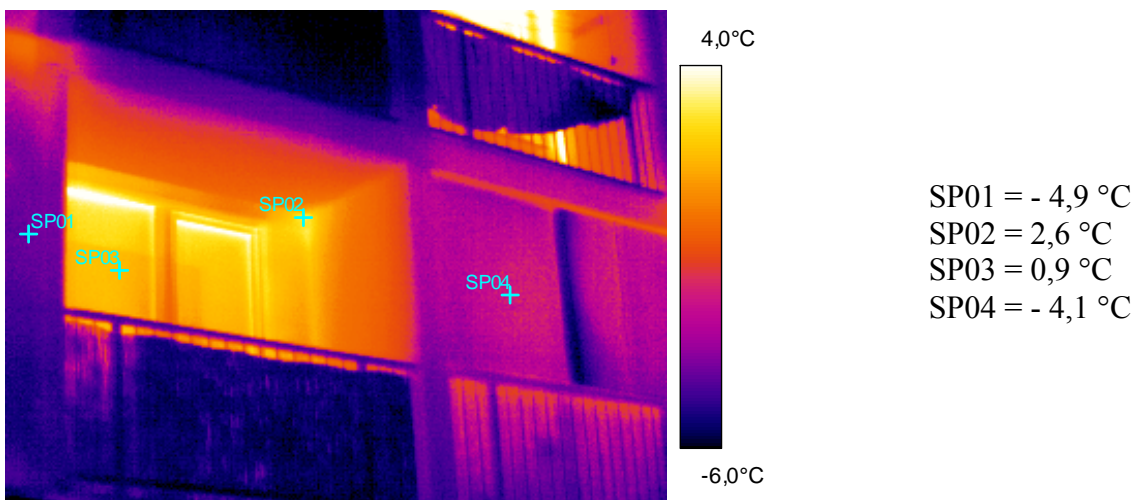
Obr. 2 Východní průčelí, celkový pohled  
*Poznámka: Lodžie s chladnější povrchovou teplotou jsou zasklené.*



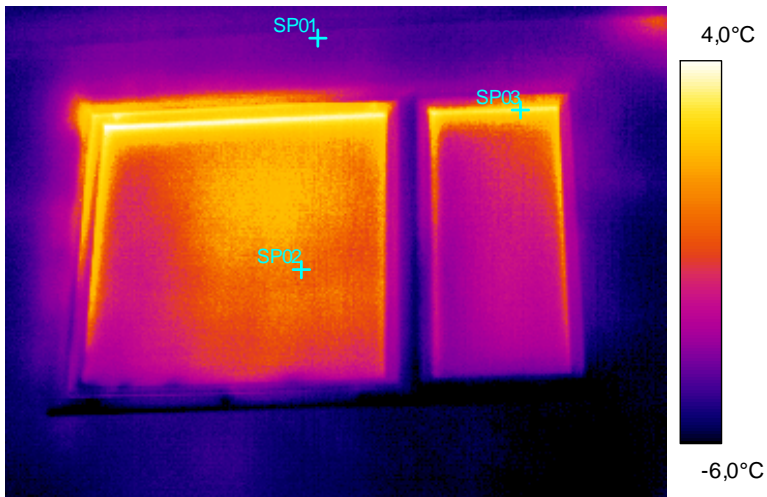
Obr. 3 Západní průčelí, detail běžných podlaží



Obr. 4 Západní průčelí, detail běžných podlaží

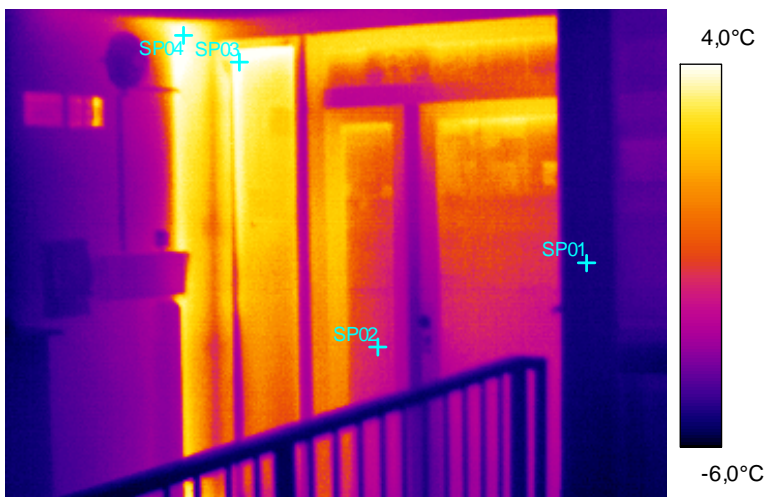


Obr. 5 Západní průčelí, detail lodžii



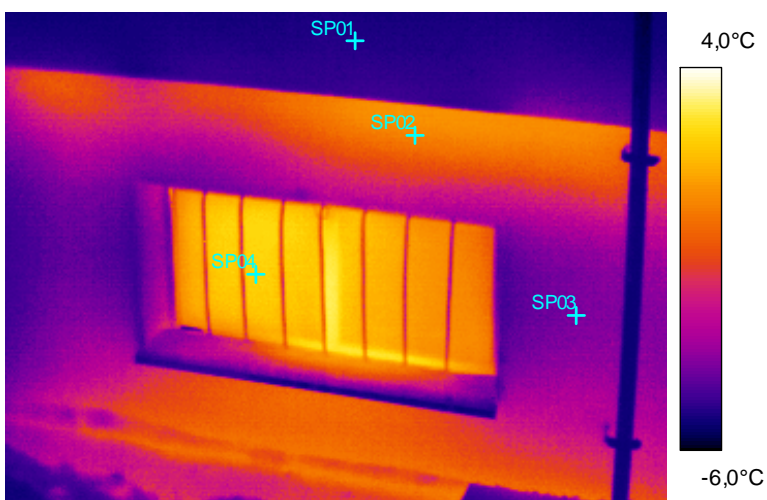
SP01 = - 4,0 °C  
 SP02 = - 1,1 °C  
 SP03 = 2,0 °C

Obr. 6 Západní průčelí, detail okna



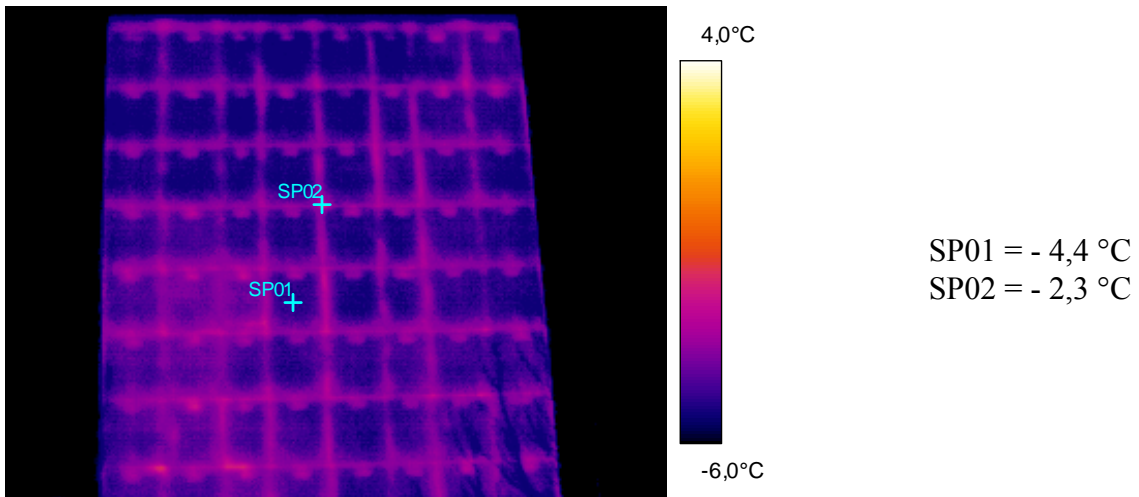
SP01 = - 4,4 °C  
 SP02 = - 0,2 °C  
 SP03 = 4,7 °C  
 SP04 = 4,0 °C

Obr. 7 Západní průčelí, detail vstupu

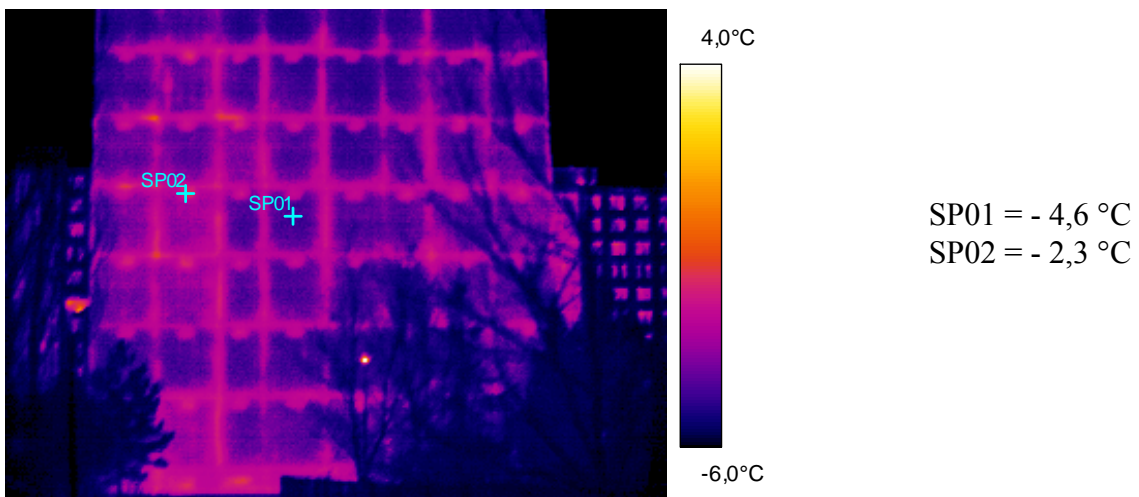


SP01 = - 4,0 °C  
 SP02 = - 0,7 °C  
 SP03 = - 2,8 °C  
 SP04 = 0,7 °C

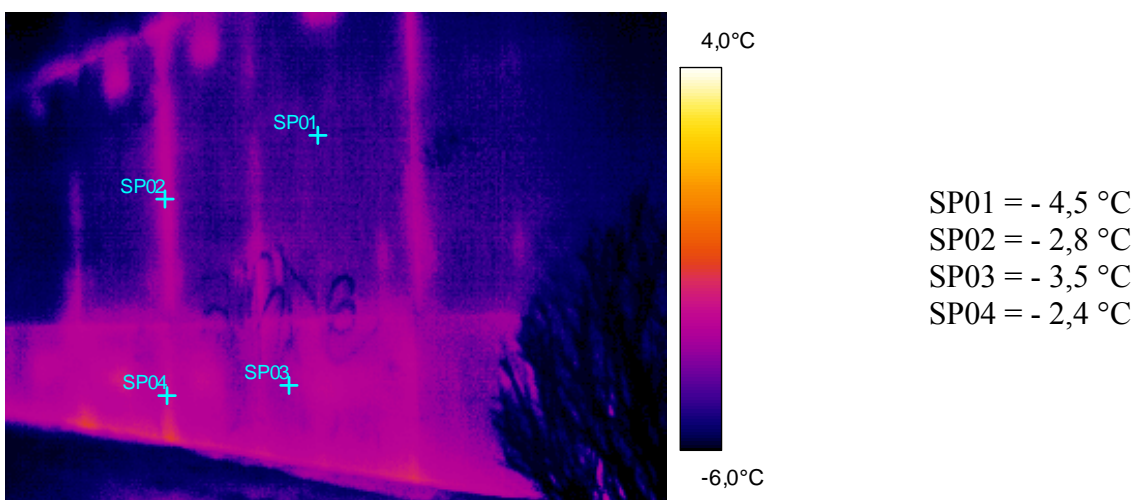
Obr. 8 Západní průčelí, detail suterénu



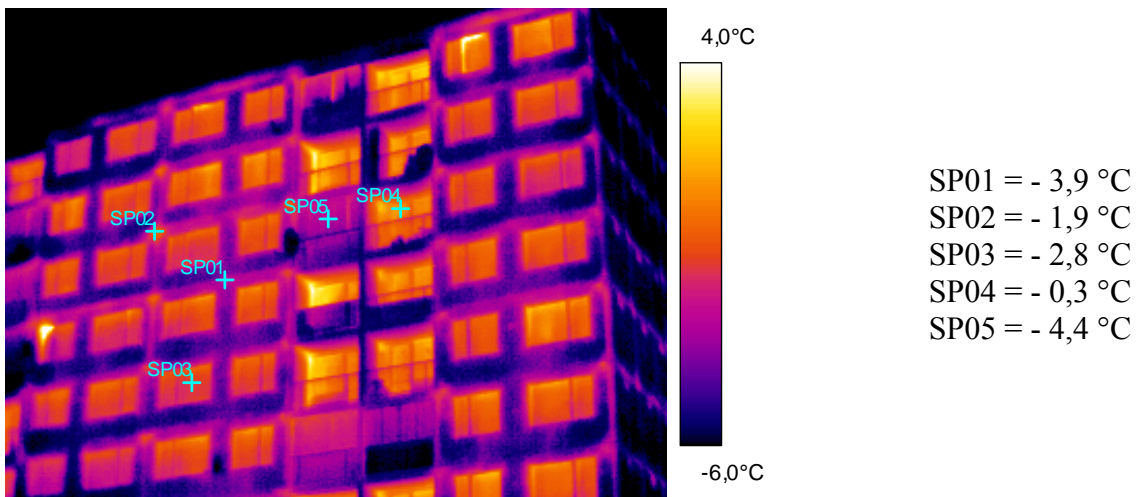
Obr. 9 Severní štít, horní polovina



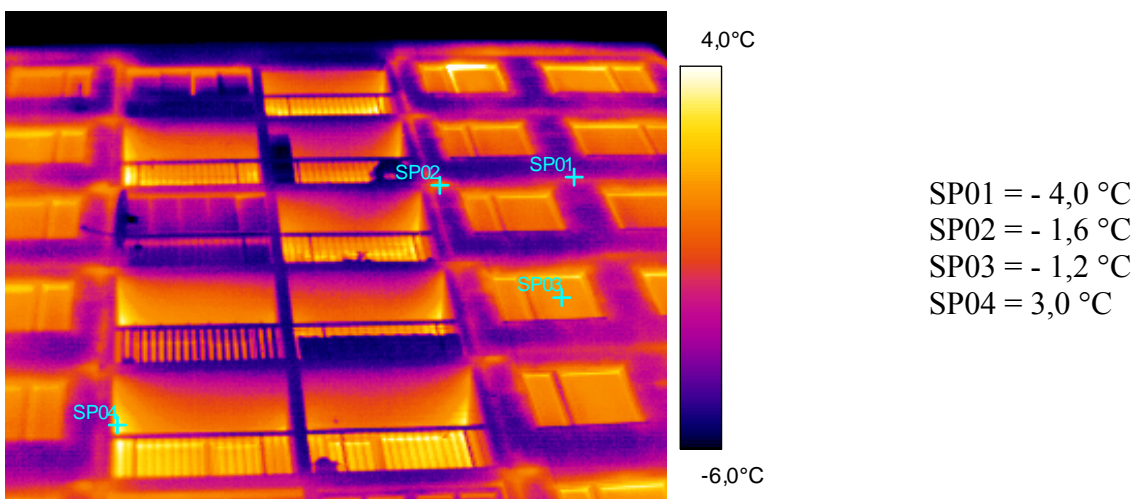
Obr. 10 Severní štít, spodní polovina



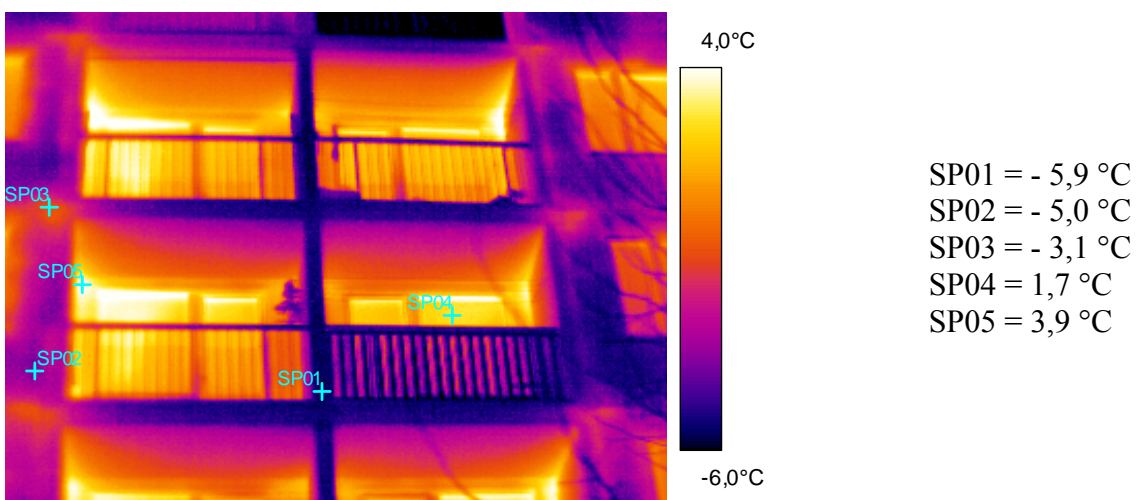
Obr. 11 Severní štít, detail spodních podlaží



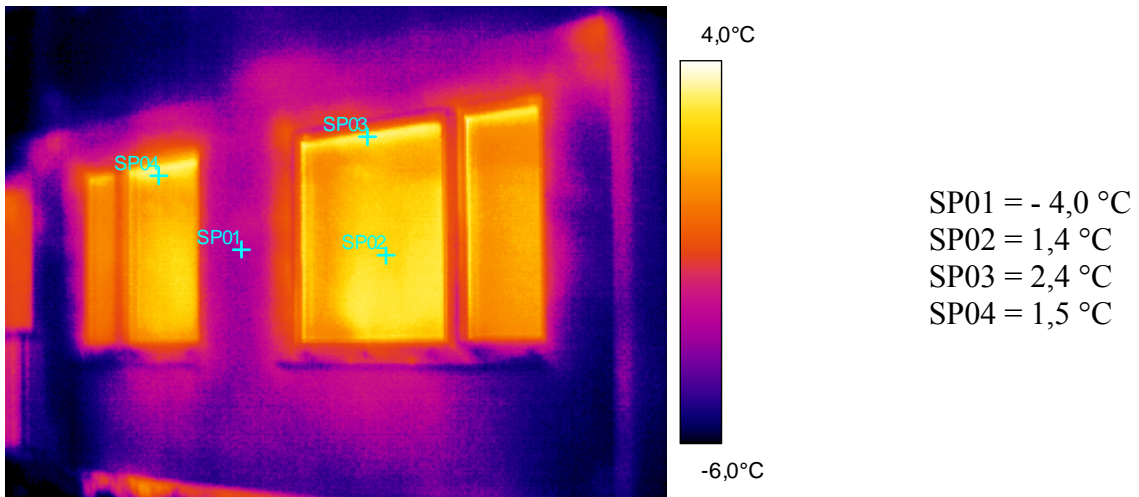
Obr. 12 Východní průčelí, detail horních podlaží



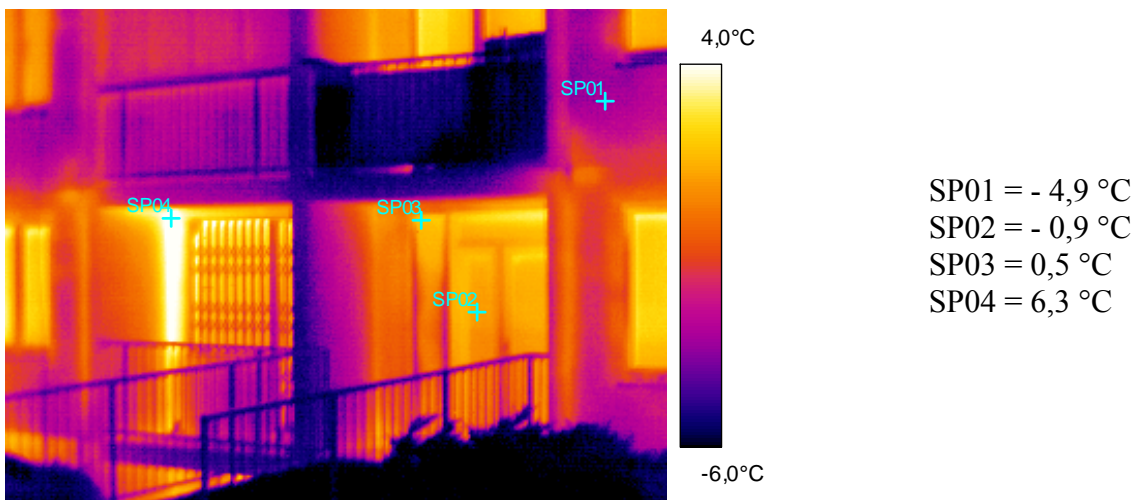
Obr. 13 Východní průčelí, detail horních podlaží



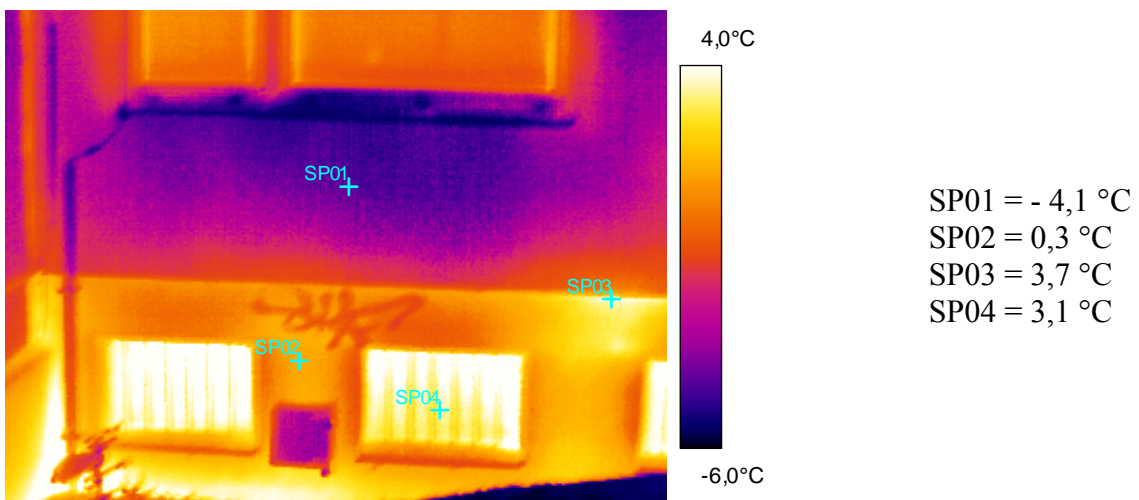
Obr. 14 Východní průčelí, detail lodžii



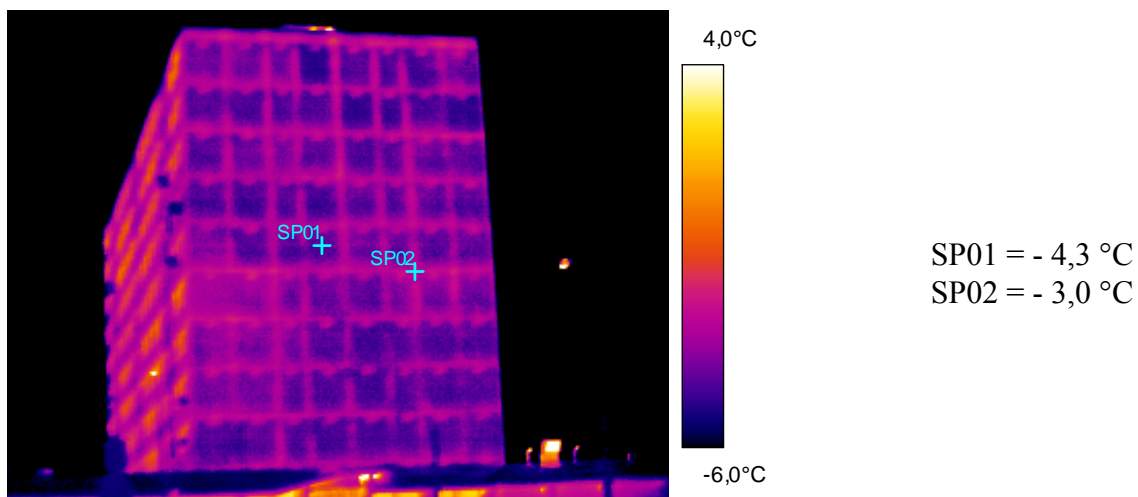
Obr. 15 Východní průčelí, detail oken



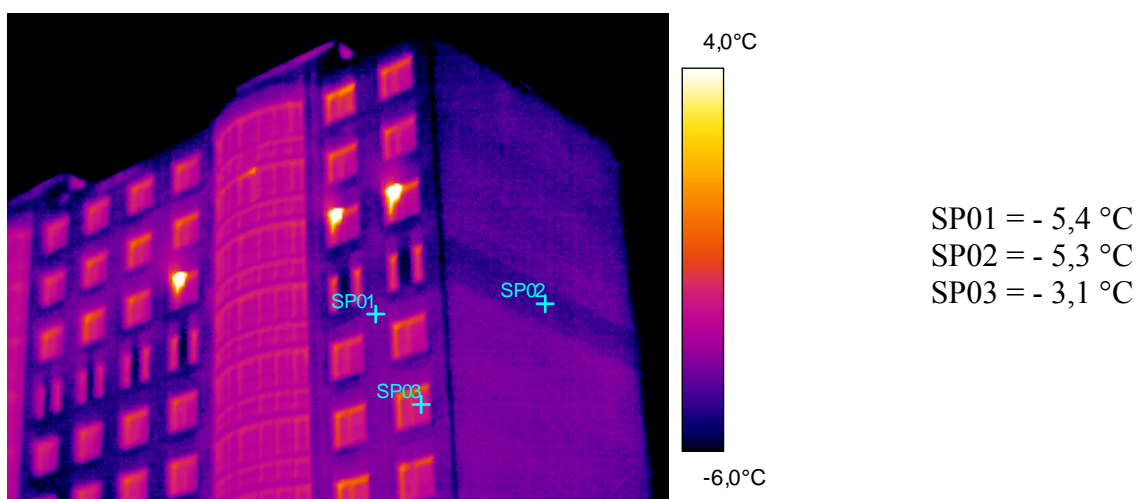
Obr. 16 Východní průčelí, detail vstupu



Obr. 17 Východní průčelí, detail suterénu



Obr. 18 Jižní štít, celkový pohled



Obr. 19 Ilustrační příklad – sousední objekt Makovského 1140/13, po provedené regeneraci obvodového pláště (pozn.: teplé levé horní kouty 3 oken jsou způsobeny prohříváním těchto míst teplým vzduchem proudícím z interiéru v důsledku pootevření ventilačních křídel)

Zpracovatel:

Doc. Ing. Jan Pašek, Ph.D.  
certifikovaný technik diagnostik termografie, kategorie III.  
autorizovaný inženýr pro Pozemní stavby, ČKAIT 009280

Hvozdnice 199  
252 05 Hvozdnice  
IČO 62989502

Ve Hvozdnici dne 11. ledna 2011

Tento protokol má 13 (třináct) stran.