

**TEPELNĚ TECHNICKÉ VADY V KONTEXTU MOŽNÉHO DOPADU NA CENU
VĚCI NEMOVITÉ**

**THERMAL TECHNICAL FAULTS IN THE CONTEXT OF THEIR POSSIBLE
IMPACT ON THE PRICE OF REAL ESTATE**

Petr Hlavsa³⁰, Lucie Rašovská³¹

ABSTRAKT:

Tepelně technické vady stavebního objektu neznamenaají přímé ohrožení života jako významné vady statické. Nelze je však podceňovat. Na jedné straně s sebou mohou nést zvýšenou energetickou potřebu, na straně druhé velmi často ohrožují zdravé životní podmínky a tepelnou pohodu. Nezanedbatelné je i možné snížení estetické hodnoty vadou postiženého prostoru.

Často se vyskytujícím projevem vady je výskyt povrchové kondenzace. Tuto kondenzaci mnohdy doprovází tvorba plísní na povrchu konstrukce. Článek se zabývá možným způsobem detekce tohoto typu vady, uvádí možnou analýzu dat z defektoskopie a navrhuje možná opatření pro vyloučení působení této vady. Tyto opatření jsou dále analyzována z pohledu možného dopadu na cenu věci nemovité, konkrétně na cenu bytové jednotky postižené vlhkostní vadou.

ABSTRACT:

Thermal technical faults of buildings do not immediately mean life threatening danger in comparison with momentous static faults. However, it's not possible to underrate them. On the one hand they can carry an increased requirement of energy, on the other they very often endanger sound living conditions and thermal comfort. Even the possible reduction in the esthetic value of a space, which is affected by a fault, is not negligible.

The occurrence of surface condensation is a frequent manifestation from fault. Often times this condensation accompanies the formation of mold on the surface of a structure. This article deals with possible ways to detect this kind of a fault, shows feasible data analysis from flaw detection, and suggests possible remedies to eliminate the effects of this fault. These remedies are further analyzed in terms of the potential impact on the price of real estate, namely on the price of dwelling affected by humidity fault.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Tepelná technika, vada, cena věci nemovité, povrchová kondenzace, náklady sanace, bytová jednotka, infračervená termografie

KEYWORDS:

Thermal technics, fault, price of real estate, surface condensation, costs of remediation, dwelling, infrared thermography

³⁰⁾ Hlavsa Petr, Ing. et Ing., VUT v Brně, Fakulta stavební, Veveří 331/95, 602 00 Brno a PRODA s.r.o., Benešovo nábřeží 3828, 760 01 Zlín, +420 774 369 007, hlavsa@proda.cz

³¹⁾ Rašovská Lucie, Ing. et Ing., VUT v Brně, Ústav soudního inženýrství, Údolní 244/53, 602 00 Brno, 74247@usi.vutbr.cz

1 ÚVOD

Laická a mnohdy i odborná veřejnost má spojeny vady stavebních objektů především s nějakými poruchami, které jsou ihned viditelné, obvykle se jedná o různé trhliny průhyby apod. Není sporu, že takové poruchy jsou často rizikové a nebezpečné. Téměř kdokoli upozoruje takové poruchy, je považuje za do budoucna nákladné na odstranění. Ne vždy tomu tak musí být. Ovšem při posuzování stavebního objektu jako věci nemovité (případně jako součásti věci nemovité) z hlediska finančního je zpravidla vždy začleňuje do vlivů na její cenu.

Zapomíná se však, že existují vady, případně včetně jejich projevů poruchami, které sice na první pohled nevypadají nějak nebezpečně či mnohdy nejsou jednoduše okem viditelné, ale přesto mohou ohrožovat zdraví a vlastníka věci nemovité zatěžovat finančně při snaze o jejich odstranění. Mezi takové vady patří např. vady v oblasti tepelné techniky. Významně negativně působícím zástupcem z této kategorie je povrchová kondenzace. Nalezení její příčiny a následné její odstranění nemusí být vždy snadné a může znamenat nemalou finanční zátěž. Proto je vhodné zkoumat a zohlednit její možný dopad na cenu věci nemovité.

2 POVRCHOVÁ KONDENZACE KONSTRUKCE

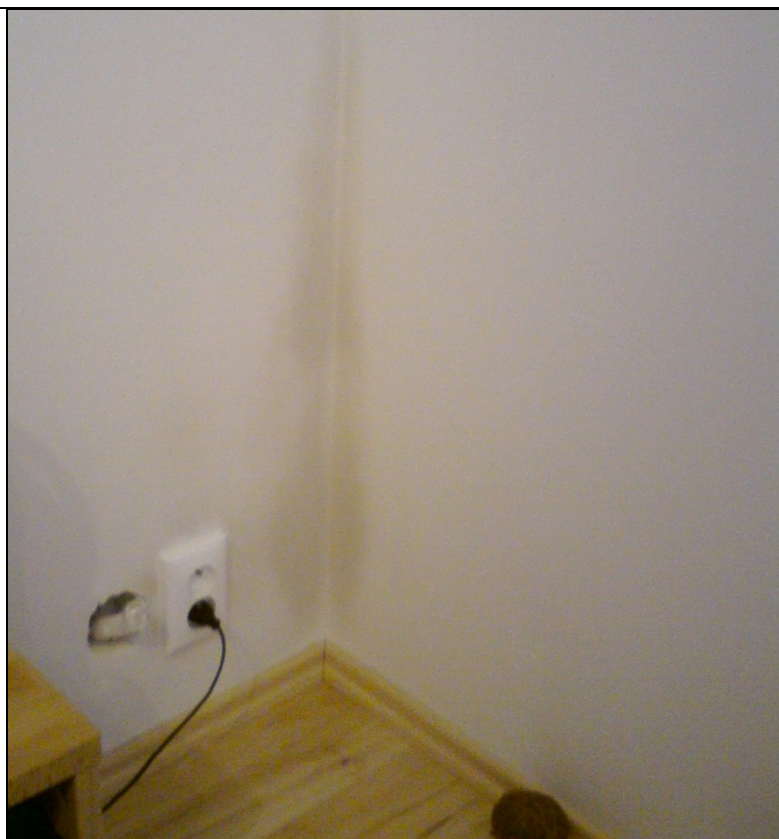
Je to fyzikální jev, který je úzce spjatý s povrchovou teplotou konstrukce. V obvyklé stavební praxi se jedná o negativní jev. Povrchová teplota je závislá na tepelně technických parametrech stavební konstrukce a na parametrech vnitřního a vnějšího prostředí. Povrchová teplota je (při shodných okrajových podmínkách) vždy nižší v kritických místech – rohy, kouty, tepelné mosty a vazby [1].

Ke kondenzaci vnitřního vzduchu – par obsažených ve vzduchu – dojde při dosažení povrchové teploty odpovídající teplotě rosného bodu. Teplota rosného bodu je různá pro každou teplotu a vlhkost vzduchu (okrajové podmínky). Rosnému bodu odpovídá teplota, při které je vzduch zcela nasycen vodní parou. Při kondenzaci se plyny vodní páry mění na kapalnou fázi. Většinou u stavebních objektů je třeba řešit kondenzaci na straně interiéru. Při tom dochází k zavlhání povrchu konstrukce.

3 ROZBOR KONKRÉTNÍ VADY

3.1 Popis situace

Jednotka – byt v bytovém domě – je postižena v zimním období vznikem a výskytem vlhkostních map na povrchu konstrukce (obr. 1). Jedná se o vnější roh místnosti směrem do exteriéru – takovou oblast je možné považovat za kritický detail. Stěnová konstrukce je tvořena jednovrstvým zdivem z tepelněizolačních cihelných bloků tloušťky 440 mm na maltu obyčejnou vápenocementovou s oboustranně provedenou omítkou. Vnitřní povrchová úprava omítky je běžná malba barvy bílé. Vnější omítka je opatřena fasádní barvou. Jednotlivá podlaží bytového domu jsou oddělena železobetonovými monolitickými stropními deskami. Bytový dům je poměrně nový, kolaudace proběhla v roce 2011.



Obr. 1 – Výskyt vlhkosti v rohu obytné místnosti
Fig. 1 – The incidence of moisture in the corner of the living room

Vlhkostní mapy se dle vlastníků a současně uživatelů bytu „mění“, tj. jejich rozsah je v čase proměnný, a dle jejich sdělení je pozorována závislost na vnější teplotě. Čím nižší venkovní teplota, tím větší rozsah zavlhlých míst na konstrukci. Jelikož na rozsah nemají vliv venkovní srážky v podobě deště (i s ohledem, že v teplém období roku ani za deště nedochází k takovým projevům), je s pravděpodobností hraničící s jistotou možné vyloučit, že by se jednalo o vlhkostní mapy způsobené vnikáním srážkové vody do konstrukce.

Lze konstatovat, že výskyt vlhkosti na povrchu konstrukce ze strany interiéru není žádoucí, nelze tuto situaci považovat za vyhovující. Konstrukce neplní na ni kladené základní požadavky stanovené vyhláškou o technických požadavcích na stavby [2].

3.2 Posouzení a hodnocení stavu konstrukce

Pokud je požadavkem řešit takto uvedený nevyhovující stav konstrukce, je třeba analyzovat možné příčiny, a následně navrhnout účinná opatření. Z hlediska terminologie je vhodné zavést, že stav konstrukce projevující se povrchovou vlhkostí, je poruchou, a tato porucha je způsobena nějakým pochybením – vnesením vady.

Za předpokladu vyloučení vniku a působení srážkové vody, se lze přiklánět ke skutečnosti, že povrchová vlhkost je následkem povrchové kondenzace. Stavební konstrukce musí plnit minimální požadovanou teplotu vnitřního povrchu, a to i v kritických místech (rohy, kouty).

Daným parametrům vnitřního prostředí (teplota a relativní vlhkost vzduchu v bytě) odpovídá určitá teplota rosného bodu, stejně tak, jako pro dané prostředí je stanovena legislativně nejnižší povrchová teplota vyjádřená teplotním faktorem vnitřního povrchu.

Příčinu této poruchy (povrchové kondenzace) lze hledat ve dvou možných vadných stavech. Buď je bytová jednotka vadně užívána, nebo je vadně provedena konstrukce. Pravděpodobnější je vadný stav konstrukce. Vada do konstrukce mohla být vnesena při projektování, při provádění nebo kombinací obojího.

Pro zjištění stavu konstrukce je vhodné nejprve využít metod nedestruktivní defektoskopie, což znamená vyloučení invazivních zásahů. Pro tyto účely je vhodná infračervená termografie. Důležité je, aby byl rozdíl teplot na dvou stranách konstrukce (interiér/exteriér) poměrně výrazný. V zimním období jsou výhodné záporné teploty v exteriéru a běžná teplota vnitřního prostředí v interiéru.

V předmětné jednotce bylo měření využitím infračervené termografie prováděno ne v nejlepších klimatických podmínkách, přesto takto získané výsledky jsou zcela využitelné. Nevhodnost nespočívala v malém rozdílu teplot exteriér/interiér, ale ve skutečnosti, že vlhkostní problémy na povrchu vnitřní konstrukce byly okem téměř neznatelné.

V den měření venkovní teplota dosahovala $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$, teplota interiéru v bytě se v jednotlivých místnostech pohybovala v rozmezí $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $21\text{ }^{\circ}\text{C}$. Rozdíl teplot mezi exteriérem a interiérem tedy činil přibližně $27\text{ }^{\circ}\text{C}$. Relativní vlhkost vzduchu v interiéru bytu dosahovala v jednotlivých místnostech po celou dobu měření hodnot od 50 % do 57 %. Z hlediska dosahovaných parametrů vnitřního prostředí lze konstatovat, že toto je v souladu s předepsanými návrhovými hodnotami, byt je tedy užíván bezvadně. Vhodné je na tomto místě upozornit, že kdyby byl zpracováván znalecký posudek, bylo by správné monitorovat stav vnitřního prostředí po delší dobu, aby se odstranily či vyloučily extrémy, stejně jako se ověřil dlouhodobě stav vnitřního prostředí. Na druhou stranu ze způsobu užívání bytu i vybavení bylo možné dovodit, že je nepravděpodobné, že stav v den tohoto měření byl pozitivním extrémem v jinak zcela odlišných podmínkách.

Na termogramu (mnohdy nesprávně označováno jako termovizní snímek) pořízeném z interiéru jsou patrné oblasti s nízkou povrchovou teplotou. Po vyhodnocení snímku byla zjištěna nejnižší povrchová teplota v kritické oblasti $11,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Obr. 2 – Termogram s nízkou povrchovou teplotou

Fig. 2 – The thermogram of the low surface temperature

Takto zjištěnou hodnotu je třeba porovnat s legislativními požadavky za využití hodnot z příslušné české technické normy. Porovnávat je třeba s požadavky platnými v době

provádění projektové dokumentace respektive k době stavebního řízení. V tomto případě se jedná o normu ČSN 73 0540-2 z roku 2007 [3].

Tab. 1 – Porovnání měřených a požadovaných hodnot

Tab. 1 – Comparison of measured and required values

Konstrukce	Hodnoty z měření in-situ		Požadavek ČSN 73 0540-2 (2007)		Splnění požadavku
	Povrchová teplota	Odpovídající teplotní faktor vnitřního povrchu	Povrchová teplota odpovídající teplotnímu faktoru vnitřního povrchu	Teplotní faktor vnitřního povrchu	
Roh obytné místnosti	11,2 °C	0,662	13,19 °C	0,792	NE

Z provedeného měření v bytě je patrné, že v rohu místnosti nejsou splněny požadavky na nejnižší povrchovou teplotu konstrukce, respektive na nejnižší hodnotu teplotního faktoru vnitřního povrchu (tab. 1). K neplnění těchto požadavků však dokonce dochází při venkovní teplotě příznivější (−7 °C), než je extrémní návrhová teplota pro tuto oblast (−15 °C), tj. teplota, při které ještě nesmí docházet k těmto negativním projevům.

Když je vyloučeno nevhodné užívání bytu, příčinou vzniku této vady může být nevhodný návrh konstrukce. Toto je ale méně pravděpodobné a je i prokázáno modelováním teplotního pole. Na druhou stranu konstrukce nemá větší rezervy. Vadný stav je tedy pravděpodobně způsoben při výstavbě objektu, a to např. použitím poškozených cihelných bloků, nevhodná vazba zdiva v rohu, nedostatečně provedené zateplení železobetonové stropní konstrukce (vliv na povrchovou teplotu koutu) apod.

3.3 Možnosti sanace

Jelikož povrchová kondenzace přímo souvisí s nízkou povrchovou teplotou konstrukce, je třeba jako sanační opatření zajistit zvýšení této nízké povrchové teploty. Povrchová teplota musí být nejen vyšší než teplota rosného bodu, rovněž je třeba pamatovat na hygienické hledisko z hlediska růstu plísní. Legislativně vyžadované teploty jsou právě proto vyšší, než teplota odpovídající fyzikálnímu rosnému bodu.

Možností sanace je více, základní je však rozlišení, zda budou prováděny z exteriéru či interiéru. Ze strany exteriéru se nabízí pasivní řešení spočívající v dodatečném zateplení konstrukce. Může být provedeno jako kontaktní zateplovací systém, též jako provětrávaná fasáda. Zateplování ze strany interiéru není v našich klimatických podmínkách obecně z hlediska stavební fyziky vhodné.

Při nemožnosti sanace ze strany exteriéru je možné provést z interiéru např. aktivní řešení spočívající v instalaci topných kabelů pod omítku, jejichž provozem bude zvyšována povrchová teplota.

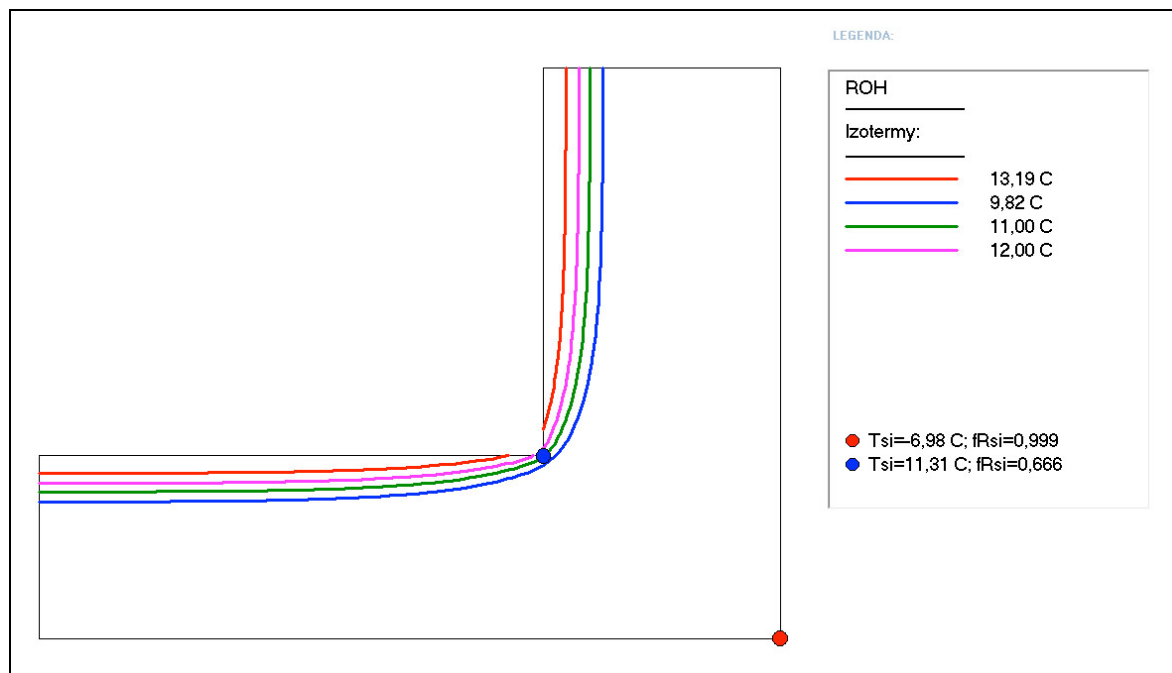
3.3.1 Zateplení konstrukce ze strany exteriéru

Jedná se o způsob řešení, který je šetrný k vnitřnímu prostředí stavby, uživatel není přímo obtěžován stavebními zásahy. Z hlediska stavební fyziky se jedná o optimální řešení (tepelný

odpor se zvyšuje směrem k exteriéru). Nejjednodušším způsobem je provedení kontaktního zateplení; ekonomicky vhodným izolantem je užití pěnového polystyrenu (za předpokladu, že jeho užití neomezuje jiné důvody). Potřeba je však počítat se změnou vzhledu objektu. Zateplení je možné provést lokálně – tj. v oblasti postižené vadou, stejně tak celkově zateplit celou obvodovou konstrukci – tj. např. plošně obvodové stěny objektu. Sledovat je třeba právní aspekty – rozšíření obvodu stavby z hlediska možného přesahu na cizí pozemek či odstupové vzdálenosti apod. Neopomenutelná je i skutečnost, že z hlediska stavebního zákona [4] je zateplení obvodového pláště považováno za stavební úpravu, a z toho vyplývají příslušné procesní záležitosti (např. stavební povolení).

Pro zateplení ze strany exteriéru je zvolen kontaktní zateplovací systém (ETICS) s tepelným izolantem z pěnového (expandovaného) polystyrenu. Z technického hlediska je zásadní zvolení správné tloušťky tepelného izolantu. Při velkých zkušenostech lze tuto odhadnout, možné je také předdimenzování. Další možnost spočívá v nalezení pravděpodobných tepelně technických parametrů odvozených z hodnot měření in-situ ve výpočtových modelech.

Pro stanovení potřebné tloušťky izolantu je zde využito výpočtového modelu. Pro nalezení přibližné hodnoty „průměrného“ součinitele tepelné vodivosti stávajícího zdiva jsou použity okrajové podmínky z doby provádění infračervené termografie – teplota v exteriéru $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$, teplota v interiéru $20,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a povrchové teploty odvozeny z termogramu. 2D model ukazuje (obr. 3), že ani při těchto „mírných“ okrajových podmínkách nejsou plněny legislativní požadavky. Odvozená hodnota „průměrného“ součinitele tepelné vodivosti obvodové stěny činí $0,46\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

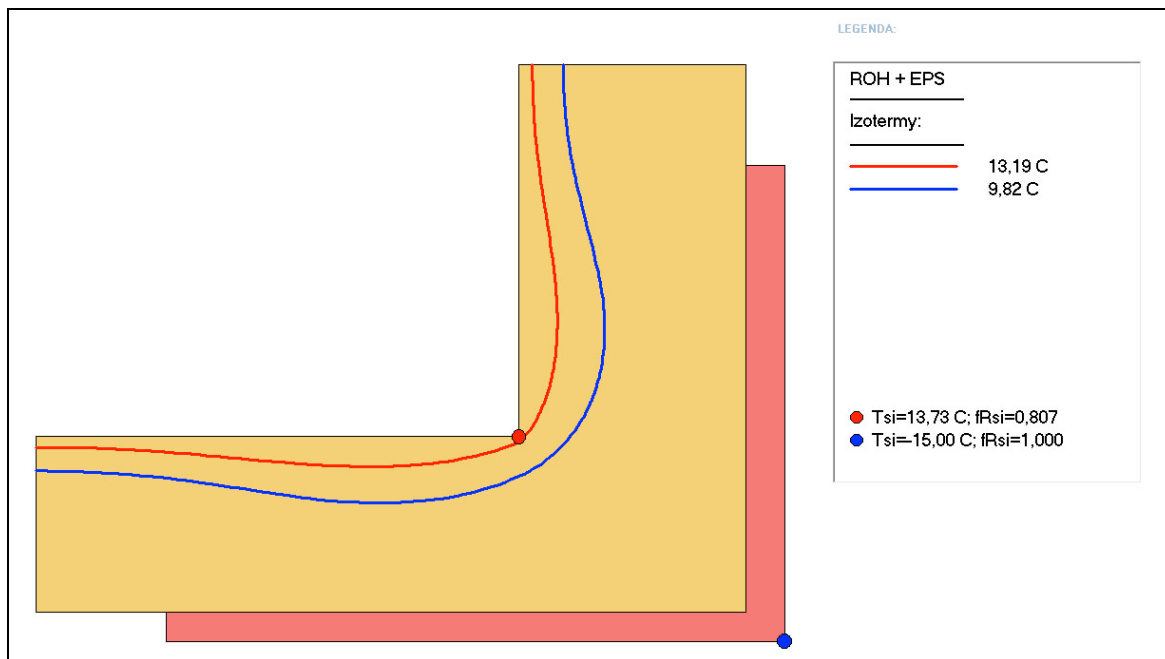


Obr. 3 – 2D model – okrajové podmínky dle IR měření

Fig. 3 – 2D model – the boundary conditions according to IR measurement

Z výpočtového modelu je dále možné odvodit potřebnou tloušťku doplňujícího tepelného izolantu a ověřit jeho dostatečnost ze simulovaných izoterm. Posouzen je případ, kdy sanace spočívá v lokálním zateplení pouze vadou dotčené oblasti. Vytvořena je tedy plocha, kde tepelný izolant je instalován do vzdálenosti 1,2 m na každou stranu od vnějšího rohu, stejně tak do vzdálenosti 1,2 m od rozhraní stěny a stropní konstrukce a stěny a podlahové

konstrukce. Aplikován je pěnový fasádní polystyren EPS 70 F. Posouzením vychází potřeba izolantu tloušťky 80 mm (obr. 4). Posouzení je provedeno z hlediska rizika růstu plísní, tedy riziko povrchové kondenzace je tímto bezpečně vyloučeno.



Obr. 4 – 2D model – sanace EPS, okrajové podmínky dle ČSN

Fig. 4 – 2D model – remediation by EPS, boundary conditions according to ČSN

3.3.2 Topné kabely ze strany interiéru

Kromě klasického řešení pasivní úpravy stavební konstrukce je možné využít aktivního zvyšování povrchové teploty pomocí elektrických topných kabelů. Označení aktivní je z toho důvodu, že aby toto řešení bylo funkční, je závislé na dodávce elektrické energie.

Jelikož není funkcí tohoto sanačního opatření vytápět, ale pouze zvyšovat povrchovou teplotu je vhodné užít kabelů s nízkým výkonem. Dostupné jsou kabely s výkonem 10 W/m. Tyto topné kabely je třeba vhodně umístit do konstrukce.

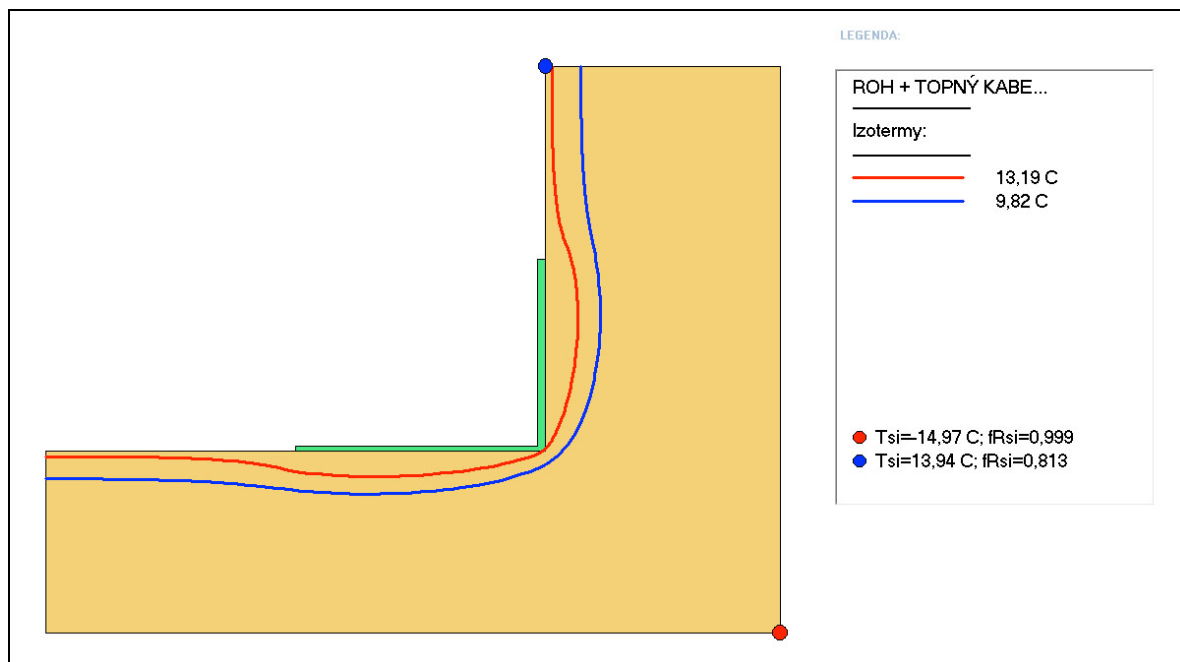
Umístění topných kabelů vyžaduje zásah do konstrukce. Pokud chceme zachovat rovinnost omítky, je třeba stávající omítku odstranit, instalovat topné kabely v požadovaném rozsahu, následně opět provést nové souvrství s omítkou vhodné pro elektrické vyhřívání.

Systém je výhodné doplnit o systém měření a regulace, který zajistí automaticky nezávisle na člověku řízení, a tím i úsporu elektrické energie – je neefektivní, aby systém byl v provozu v plném výkonu např. celé zimní období. To s sebou nese nutnost pořízení řídicí jednotky a snímače (čidla) povrchové teploty. Čidla mohou být vestavěna do konstrukce nebo být i bezkontaktní. Důležité je určení polohy čidla tak, aby respektovalo stav konstrukce. Vhodné je teplotu snímat ve více bodech (např. třetinách výšky místnosti) nebo alternativně snímat teplotu v kritickém místě (obvykle v blízkosti koutu).

Výhodou tohoto řešení je, že může být prováděno prakticky v libovolném ročním období, nemění se vzhled objektu, i ve vyšších podlažích jde provést bez nutnosti práce ve výškách (lešení, plošiny apod.), stejně tak jako není třeba řešit stavební a jiná povolení. Je však i tak nutné zachovat veškerá bezpečnostní opatření, především z hlediska požární ochrany apod. Nevýhodou je naopak skutečnost, že se jedná o přímý zásah z místnosti, tedy uživatel je

těmito pracemi více či méně omezen. Opomenout nelze energetickou náročnost, tedy spotřebu elektrické energie při funkčnosti sanačního opatření.

V případě zmiňované jednotky je navrženo uložení tří svislých linií topných kabelů o výkonu 10 W/m vždy na světlou výšku místnosti (2,6 m), a to takto: jeden v rohu a po jednom vždy na každou stranu ve vzdálenosti cca 30 cm od rohu. Za ošetřenou oblast lze považovat vždy pás širě 0,5 m na každou stranu od rohu. Z toho lze dovodit, že do metru čtverečního je instalován přepočtený výkon 30 W/m². Dostatečnost tohoto výkonu je ověřena výpočtovým modelem ve 2D teplotním poli (obr. 5).



Obr. 5 – 2D model – sanace topnými kabely, okrajové podmínky dle ČSN

Fig. 5 – 2D model – remediation by heating cables, boundary conditions according to ČSN

4 STANOVENÍ MOŽNÉHO DOPADU VADY NA CENU JEDNOTKY

Jednotka – byt – je dle občanského zákoníku považována za věc nemovitou, proto na ní může být simulován způsob možného dopadu vady na cenu věci nemovité. Dále uvedené je možné zobecnit i na jiné věci nemovité, pokud to jejich charakter připouští.

4.1 Náklady sanačního opatření ze strany exteriéru

Ze strany exteriéru je navržena sanace lokálním kontaktním zateplením. Toto opatření s sebou za dobu dalšího trvání nenese žádné jiné provozní náklady, vyjma běžné údržby, kterou by si však žádala i původní fasáda.

Zateplovací systém je kontaktní, tepelným izolantem fasádní polystyren EPS 70 F tloušťky 80 mm. Ten bude k podkladu lepen lepícím tmelem na silikátové bázi a doplňkově kotven fasádními plastovými hmoždinkami v počtu 6 ks/m². Na umístěný tepelný izolant se dále aplikuje výztužná (armovací) vrstva – základem je opět tmel na silikátové bázi s vloženou sklotextilní výztužnou síťovinou. Armovací vrstva se opatří základním nátěrem, a dále se aplikuje tenkovrstvá omítka, zpravidla již probarvená ve hmotě, alternativně může být finální barva aplikována samostatně. Zateplovací systém je třeba založit na základací lištu. Stejně

jako zhlaví tohoto sanačního opatření opatřit okapnicí – plechovou. Jelikož se jedná o zásah v úrovni 2. nadzemního podlaží, je třeba uvažovat s výstavbou lešení.

Stavební náklady včetně 15% DPH, které jsou podrobněji stanoveny včetně rozpočtu v [1] činí 17 781 Kč. K těmto stavebním nákladům je ovšem vždy třeba přičíst nutné příslušenství výsledné ceny, které může být různé. Pro tento modelový případ se jedná o stavební projekt a poplatek za stavební řízení (stavební povolení). Projekt je nutný nejen z hlediska stavebního řízení, ale hlavně jím musí být navržena a stanovena účinná sanační metoda a její specifikace. Cena tohoto projektu je pro další výpočet odhadnuta na částku 8 000 Kč včetně DPH ve výši 21 %. Poplatek za stavební řízení (za vydané stavební povolení) pro změnu stavby a tento typ stavby (bytový dům) činí 5 000 Kč. Celkové náklady (po zaokrouhlení) na tento způsob sanačního opatření činí 31 000 Kč včetně DPH v příslušných sazbách (tab. 2).

Tab. 2 – Náklady sanace ETICS
Tab. 2 – The cost of remediation ETICS

Druh nákladu	Cena vč. DPH (Kč)
Stavební práce (dodávka a montáž)	17 781,00
Projekt sanace (odhad pro tento rozsah)	8 000,00
Poplatek – stavební řízení (povolení pro změnu stavby)	5 000,00
Celkem (bez zaokrouhlení)	30 781,00
Celkem (zaokrouhleno na celé tisíce)	31 000,00

4.2 Náklady sanačního opatření ze strany interiéru

Ze strany interiéru je navržena sanace spočívající v instalaci topných kabelů, které při svém provozu budou zvyšovat povrchovou teplotu konstrukce. Řešení je aktivní, vyžaduje pro svou funkci po dobu dalšího trvání dodávku elektrické energie, tedy s sebou nese neopomenutelné provozní náklady.

Uvažováno je s kabely s výkonem 10 W/m, celková instalovaná délka činí 7,8 m. Pro funkčnost je třeba instalovat teplotní čidlo (1 ks v kritické oblasti) a řídicí jednotku. Řídicí jednotka nástěnná s transformátorem pro převod napětí z 230 V na bezpečné napětí (12 V) pro topný kabel. Zdrojem elektrické energie běžná elektrická zásuvka. Ideální by bylo zhotovení samostatného přívodu elektrické energie pro řídicí jednotku se samostatným jištěním, ale toto je mnohem komplikovanější (rozvod kabeláže, rozšíření rozváděče apod.).

Stavební náklady včetně 15% DPH, které jsou podrobněji stanoveny včetně rozpočtu v [1] činí 10 521 Kč. Tyto náklady zahrnují i určité demontážní práce (otlučení omítek, odstranění podlahových lišt apod.), stejně jako finální úpravu povrchu malbou, kde ovšem lokální provedení by mohlo být značně neestetické, a proto zahrnuje plochy celé místnosti. Výsledná cena sanačního opatření je opět tvořena i dalšími nezbytnými výdaji. Ty je potřeba posoudit jednak z hlediska oněch vynaložených v době realizace sanačního opatření, za další, a to je

v tomto případě velmi významné, z hlediska budoucích provozních nákladů – spotřeba elektrické energie.

Pro tento typ sanace není zpravidla třeba stavebního řízení, proto odpadají poplatky s tím spojené. Nezbytné je ovšem rovněž zpracování projektové dokumentace včetně posouzení a návržení tohoto topného systému – odhad nákladů na projekt sanace je uvažován ve výši 6 500 Kč včetně DPH ve výši 21 %. Jelikož je zásah prováděn z interiéru a je uvažováno s obydlenou jednotkou, vznikají dále výdaje spojené se stěhováním nábytku. Rovněž u takto malého bytu je nepravděpodobné, že bude během stavebních prací obyvatelný. Z hlediska technologie prací lze zásah odhadnout na 4 dny. Vystává případná potřeba dočasného ubytování mimo byt. S ohledem na úroveň bytu by ekvivalentem bylo hotelové ubytování základního typu. Výpočet uvažuje s ubytováním na 3 noci pro 2 osoby v Brně (cena ubytování je v různých částech republiky velmi odlišná).

Zásadním je stanovení provozních nákladů. To ale může být velmi nepřesné a celkové vyčíslení nákladů sanačního opatření může být zatíženo významnou chybou. Odhadovat provozní náklady na desítku let dopředu je velmi nejisté. Přesto pro účely ekonomického posouzení nutné. Výchozím je stanovení doby, po kterou musí sanační opatření pracovat. Lze předpokládat, že původní vnější plášť objektu bude muset být v čase obnoven. Tuto obnovu je možné uvažovat za 30 let od vzniku stavby. Při této obnově by pravděpodobně s ohledem na environmentální politiku došlo i k zateplení pláště, tím by byla aktuální vada trvale sanována. S ohledem na stáří objektu 3 roky, je z výše uvedeného zřejmé, že doba provozu sanačního opatření je uvažována na dalších 27 let.

Roční spotřeba elektrické energie musí být odvozena z počtu dnů, ve kterých je třeba mít systém topných kabelů aktivní. Z teplotního pole modelu bylo zjištěno, že legislativní hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu není dodržena již od $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Topné kabely mají konstantní výkon a jejich plný výkon bude třeba pouze při extrémních návrhových teplotách. Řízení tedy spočívá ve spínání a vypínání topné funkce v závislosti na čidlem zjištěné povrchové teplotě, která je závislá právě i na venkovní teplotě. Zjednodušeně lze stanovit roční spotřebu z nedynamického (bez vlivu ohřívání a chladnutí) stavu, kdy se postupuje v jednotlivých intervalech. Tyto intervaly jsou zvoleny tak, aby bylo teplotní rozpětí rozděleno do pravidelných intervalů. Těmto intervalům je přiřazen teoretický potřebný topný výkon (s vyšší teplotou je potřeba topného výkonu nižší). Nižší topný výkon je zajišťován právě spínáním a vypínáním topné funkce v závislosti na čidlem měřené povrchové teplotě. Na základě rozdělení do intervalů je možné stanovit výpočtový koeficient redukce instalovaného topného výkonu, ze kterého lze dále odvodit předpokládanou spotřebu v daném intervalu. Celková předpokládaná roční spotřeba sanačního opatření činí 35,49 kWh a její stanovení je uvedeno v tab. 3. Není zahrnuta spotřeba řídicí jednotky a čidla.

Tab. 3 – Roční spotřeba elektrické energie
Tab. 3 – Annual electricity consumption

	I	II	III
Teplotní interval (°C)	-1,5 až -5,0	-5,1 až -10,0	> -10,1
Počet hodin v intervalu dle klimatického referenčního roku	490	292	97
Teoretický potřebný topný výkon (W/m ²)	10	20	30
Instalovaný přepočtený topný výkon (W/m ²)	30	30	30
Výpočtový koeficient redukce instalovaného topného výkonu	0,3333	0,6666	1,0000
Vytápěná plocha (m ²)	2,60	2,60	2,60
Teoreticky instalovaný topný výkon (W)	26	52	78
Celková spotřeba za interval (podmínka: výkon = příkon) (Wh)	12740	15184	7566
Celková spotřeba za referenční klimatický rok (kWh)	35,49		

Náklady na provoz sanačního opatření za dobu jeho dalšího trvání (roky 2014 až 2041) je třeba stanovit předpokladem z pravděpodobného vývoje cen elektrické energie. Cena elektrické energie má dle [5] růstový trend. Pro další výpočet je užitá hodnota ročního růstu ceny elektrické energie pro domácnosti ve výši 4, 85 %. Stanovení této hodnoty je blíže uvedeno v (DP) a vychází z údajů v [5]. S ohledem na aktuální vývoj je však pravděpodobné, že hodnota bude nižší. Tak jako tak je však na dlouhé období do budoucna predikce velmi nejistá. Jako výchozí hodnota ceny elektrické energie je vzata průměrná cena elektrické energie pro domácnosti za rok 2014 dle [6] ve výši 4,89 Kč/kWh.

Při výpočtu ceny elektrické energie v čase a jejího možného srovnání v aktuálním okamžiku se nesmí opomenout časová hodnota peněz. Budoucí hodnotu na hodnotu současnou převádíme tzv. diskontováním. Diskontování je finanční prostředek, za jehož pomoci lze převést příjmy a výdaje z různých let do jedné časové hladiny (hodnoty). Diskontují-li se příjmy a výdaje konstantní sazbou do současnosti, získá se tak tzv. čistá současná hodnota (ČSH, neboli NPV z anglického „net present value“).

Diskontní míra je všeobecně sazba dostupného investičního nástroje, do kterého existuje reálná možnost vložit vlastní finanční prostředky. Obvykle se jedná o minimální akceptovatelnou míru výnosnosti kapitálu. [7].

Všeobecnou čistou současnou hodnotu (NPV), lze vypočítat následovně [8]:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}$$

kde:

NPV – čistá současná hodnota,

CF_t – peněžní toky v jednotlivých letech,

n – doba životnosti (projektu),

r – diskontní úroková míra.

Pro určení diskontní míry se v tomto srovnání vychází z výnosnosti dlouhodobých státních dluhopisů ČR do doby jejich splatnosti. Diskontní míra je stanovena jako průměr z měsíčních výnosů uvedených v [9] za období 11/2013 až 10/2014 a činí 1,81 %.

Tab. 4 – Předpokládané provozní náklady v jednotlivých letech

Tab. 4 – The projected operating costs in individual years

Rok	Cena el. energie (Kč/kWh)	Diskontovaná cena el. energie (Kč/kWh)	Diskontované náklady na provoz zařízení (Kč)	Rok	Cena el. energie (kč/kWh)	Diskontovaná cena el. energie (Kč/kWh)	Diskontované náklady na provoz zařízení (Kč)
2014	4,89	4,89	173,55	2028	9,50	7,39	262,27
2015	5,13	5,04	178,87	2029	9,96	7,61	270,08
2016	5,38	5,19	184,19	2030	10,44	7,84	278,24
2017	5,64	5,34	189,52	2031	10,95	8,07	286,40
2018	5,91	5,50	195,20	2032	11,48	8,31	294,92
2019	6,20	5,67	201,23	2033	12,04	8,56	303,79
2020	6,50	5,84	207,26	2034	12,62	8,82	313,02
2021	6,82	6,02	213,65	2035	13,23	9,08	322,25
2022	7,15	6,19	219,68	2036	13,87	9,35	331,83
2023	7,50	6,38	226,43	2037	14,54	9,62	341,41
2024	7,86	6,57	233,17	2038	15,25	9,92	352,06
2025	8,24	6,76	239,91	2039	15,99	10,21	362,35
2026	8,64	6,97	247,37	2040	16,77	10,52	373,35
2027	9,06	7,18	254,82	2041	17,58	10,83	384,36

Rok	Cena el. energie (Kč/kWh)	Diskontovaná cena el. energie (Kč/kWh)	Diskontované náklady na provoz zařízení (Kč)	Rok	Cena el. energie (Kč/kWh)	Diskontovaná cena el. energie (Kč/kWh)	Diskontované náklady na provoz zařízení (Kč)
Celkové diskontované náklady (současná hodnota) na provoz sanačního opatření:							7441,19

Celkové náklady sanačního opatření topnými kabely je tedy třeba brát jako součet nákladů na pořízení sanačního opatření a nákladů na provoz (tab. 4). Celkové náklady (po zaokrouhlení) na tento způsob sanačního opatření činí 30 000 Kč včetně DPH v příslušných sazbách (tab. 5).

Tab. 5 – Náklady sanace topnými kabely

Tab. 5 – The cost of remediation by heating cables

Druh nákladu	Cena vč. DPH (Kč)
Stavební práce (dodávka a montáž)	10 521,00
Projekt sanace (odhad pro tento rozsah)	6 500,00
Stěhování nábytku (2 os, 1 hod, 250 Kč/Osh)	500,00
Hotelové ubytování (2 osoby na 3 noci, odhad)	4 500,00
Celkové provozní náklady (spotřebovaná el. energii)	7 441,19
Celkem (bez zaokrouhlení)	29 462,19
Celkem (zaokrouhleno na celé tisíce)	30 000,00

4.3 Dopad na cenu věcí nemovitých

Pokud je věc nemovitá zatížená vadou, tak předpokladem jejího promítnutí do její ceny je, že bude identifikována. To se ne vždy musí podařit, zvláště pokud nebude stavba podrobena odborné prohlídce. Obecně vada snižuje cenu. Z hlediska technického lze tento možný dopad ocenit jako cenu, kterou je nutno vynaložit pro uvedení do bezvadného stavu. V tomto případě není uvažováno s případnou nemajetkovou újmou.

V případě, že existuje více možností sanace, jako v situaci v tomto článku, je vhodné vždy do dopadu zohlednit sanační opatření s vyššími náklady. V tomto konkrétním případě je sice rozdíl prakticky zanedbatelný, ale tomu nemusí být takto vždy.

Předpokládáme-li, že cena jednotky – bytu 2+kk – diskutovaná v tomto příspěvku má odhad tržní ceny (cena obvyklá) v bezvadném stavu (tedy je uvažováno se stářím a běžným opotřebením, nikoli vadou) ve výši 1 800 000 Kč, pak po zohlednění vadného stavu bude

cena nižší. Sanační opatření lze v tomto případě provést buď za cenu 31 000 Kč, nebo 30 000 Kč. Při respektování výše uvedeného lze za cenu obvyklou této jednotky považovat cenu 1 769 000 Kč.

5 ZÁVĚR

Historicky se velká pozornost upírala k vadám případně k následným poruchám ze statického hlediska. To je jistě v pořádku. Je třeba si však plně uvědomovat, že vady mohou vznikat i v jiných oblastech staveb. Jednou z takových je oblast tepelné techniky.

V tepelné technice je často řešena problematika povrchových teplot a s ní související povrchové kondenzace. Pokud se ve stavebním objektu objeví povrchová kondenzace, zpravidla se jedná o projev nějaké vady. Tento projev může být zapříčiněn vadným užíváním předmětných prostor, vadným návrhem stavební konstrukce nebo jejím vadným provedením, přičemž příčiny se mohou prolínat.

Pokud příčina spočívá v nedostatku konstrukce, je prakticky jediné reálné řešení její odstranění – provedení sanace. Možností sanace je zpravidla více, a je třeba je posuzovat dle konkrétní situace. Jednou z možností je provedení zateplení obvodového pláště objektu z exteriéru, druhou aktivní zvyšování povrchové teploty z interiéru.

Zateplení objektu za dobu životnosti s sebou nenese obvykle žádné další provozní náklady vyjma běžné údržby. Naopak zvyšování povrchové teploty je možné realizovat např. topnými kabely instalovanými do stěny. Pro jejich funkci je nutná dodávka elektrické energie. Pak po dobu životnosti sanačního opatření hrají významnou roli provozní náklady – spotřeba elektrické energie.

Z hlediska oceňování je vhodné zkoumat dopad existující vady na cenu věci nemovité. V příspěvku modelovaném případě se jednalo o jednotku – byt. Vada cenu věci snižuje. Pro stanovení možného dopadu na cenu věci nemovité je třeba vycházet z ceny sanačního opatření. V něm se musí promítnout nejen náklady samotného sanačního zásahu, ale i s tím související záležitosti (provozní náklady, projektová příprava apod.).

Pro danou jednotku a danou vadu byly vyčísleny náklady sanace na 31 000 Kč, respektive 30 000 Kč. Uvažováno je s vyšší částkou. Možný dopad spočívá ve snížení tržní ceny bezvadné jednotky (1 800 000 Kč) právě o náklady sanace ve výši 31 000 Kč. Tato částka nákladů sanace není sice v porovnání celkové vysoká, ovšem současně není ani zanedbatelná. Za jiné situace, než je ilustrována, by mohla být významně vyšší, z čehož plyne, že zkoumání možné finančního dopadu zjištěných vad by nemělo být ignorováno.

6 PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu FAST-J-14-2322 na Fakultě stavební VUT v Brně a projektu ÚSI-J-14-2516 na Ústavu soudního inženýrství VUT v Brně.

7 LITERATURA

- [3] Hlavsa, P. *Vady a poruchy rezidenčních nemovitostí z pohledu tepelné techniky a jejich možný dopad na cenu nemovitosti*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2014. 143 s., 6 s. příl. Vedoucí diplomové práce Ing. Pavel Klika.
- [4] Česká republika. Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby. In: *Sbírka zákonů*. 2009, č. 268.

- [5] ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2007, 44 s.
- [6] Česká republika. Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). In: *Sbírka zákonů*. 2006, č. 183.
- [7] BARTOŠ, Tomáš a Petr STREJČEK. Vývoj cen elektrické energie v regionu západní a střední Evropy v letech 2001–2011. *TZB-info* [online]. 2012 [cit. 2014-12-06]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energii/8998-vyvoj-cen-elektricke-energie-v-regionu-zapadni-a-stredni-evropy-v-letech-2001-2011>
- [8] *Srovnání - ceny elektřiny a plynu 2014 | Chytrý odběratel* [online]. 2014 [cit. 2014-12-06]. Dostupné z: <http://www.chytryodberatel.cz/>
- [9] ROUŠAR I. *Projektové řízení technologických staveb*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. 256 s. ISBN: 978-80-247-2602-1.
- [10] RŮČKOVÁ P. a ROUBÍČKOVÁ M. *Finanční management*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2012. 296 s. ISBN: 978-80-247-4047-8.
- [11] Long-term interest rate statistics for EU Member States. *ECB: Long-term interest rate* [online]. European Central Bank, 2014 [cit. 2014-12-06]. Dostupné z: <http://www.ecb.europa.eu/stats/money/long/html/index.en.html>