

# Vliv imperfekcí tepelně izolační vrstvy na vnitřní povrchovou teplotu obvodového pláště

František Kulhánek, Petr Kapička  
Stavební fakulta ČVUT, Praha

## Abstrakt

Článek se zabývá vlivem nepřesností montáže tepelně izolační vrstvy nekontaktního obvodového pláště na vnitřní povrchovou teplotu této konstrukce. Výpočtem 2D a 3D teplotních polí je vyhodnocen jednak vliv otevřené spáry mezi tepelně izolačními deskami, jednak vliv nedokonale realizované tepelné izolace v oblasti nosné kotvy zavěšeného kamenného obkladu.

**Klíčová slova:** nekontaktní obvodový plášť, imperfekce tepelně izolační vrstvy, 2D teplotní pole, 3D teplotní pole, teplotní faktor vnitřního povrchu

## Úvod

Při tepelně technickém hodnocení stavebních konstrukcí se zpravidla uvažuje s ideálním stavem konstrukce, který plně odpovídá projektem stanovenému řešení a neobsahuje žádné abnormality nebo imperfekce. V popisovaném případě se nejedná o nepřesnosti dané například rozměrovými tolerancemi jednotlivých stavebních komponentů, ale o nepřesnosti, související s technologií montáže. Následující text se zabývá hodnocením vlivu nepřesností při montáži tepelně izolační vrstvy nekontaktního obvodového pláště, jejímž důsledkem je narušení homogenity tepelně izolační vrstvy a vznik atypického tepelného mostu, na který se plně vztahují požadavky ČSN 73 0540 – 2 (2007).

## Charakteristika hodnocené konstrukce

Hodnocená obvodová stěna bytového domu je klasickou nekontaktní, tedy dvouplášťovou konstrukcí, kdy vnější plášť, oddělený od vnitřního pláště větranou vzduchovou vrstvou, tvoří obklad kamennými deskami, fixovanými systémem nosných a přídržných kotev- každá deska je ve spodní části upevněna dvěma nosnými kotvami a v horní části fixována dvěma přídržnými kotvami.

Skladba obvodového pláště je následující:

- vnitřní stěrková omítka 3 mm
- železobetonová stěna 200 mm
- tepelná izolace 160 mm
- větraná vzduchová vrstva 50 mm
- kamenná deska 50 mm

Nejvýraznějším prvkem kotevního systému jsou nosné trubkové nerezové kotvy o vnějším průměru 25 milimetrů, osazené do železobetonové stěny pomocí vývrtu o průměru 35 milimetrů a délce 140 milimetrů, ve kterém je kotva zalita rychlovazným cementem Lampecem - Mapei. Část nosných kotev má menší průměr - 20 milimetrů, přídržné kotvy mají průřez 6 mm.

Použité tepelně izolační desky Rockwool Airrock ND FB1 o tloušťce 160 mm mají standardní rozměr 1000 x 500 milimetrů a jsou kotveny pomocí plastových talířových hmoždinek.

## **Popis hodnocených imperfekcí**

Při kontrole obvodového pláště bylo v několika případech zjištěno, že vedle nosné trubkové kotvy není tepelná izolace dotažena až bezprostředně k tělu kotvy a mezi kotvou a tepelnou izolací vzniká otevřený prostor o šířce rovné průměru kotvy, to znamená 25 milimetrů, a hloubce odpovídající celkové tloušťce tepelně izolační desky, tedy 160 milimetrů. Třetí rozměr této vzduchové dutiny se v jednotlivých případech lišil, ale pohyboval se v řádech milimetrů a nikdy nepřesáhl hodnotu 10 milimetrů.

Současně byla identifikována i další imperfekce tepelně izolační vrstvy, a to otevřená spára mezi tepelně izolačními deskami Rockwool. Tato spára měla proměnlivou tloušťku od 1 do cca 5 milimetrů a probíhala přes celou tloušťku tepelného izolantu, to znamená že její hloubka byla 160 milimetrů.

Cílem následného výpočtového hodnocení bylo zevšeobecnit vliv výše uvedených imperfekcí na hodnotu nejnižší vnitřní povrchové teploty obvodového pláště.

## **Matematický model**

Pro hodnocení defektu v oblasti nosné kamenické kotvy byl použit 3D model, zpracovaný v programu CUBE. Rozsah dutiny v tepelné izolaci, vzniklé absencí tepelného izolantu bezprostředně vedle těla kotvy byl posuzován variantně s šířkou 4, 8, 12, 16 a 20 milimetrů – viz varianty s označením 1 až 5. Pro porovnání se standardním řešením uvedeného tepelného mostu, které předpokládá dokonalý a celoplošný kontakt tepelného izolantu s tělem kamenické kotvy, bylo provedeno i výpočtové hodnocení tohoto ideálního stavu – viz varianta s označením 0.

Mezera mezi tepelně izolačními deskami byla hodnocena na úrovni 2D modelu (program AREA) v nejméně příznivé variantě, kdy spára je situována podél celé delší strany tepelně izolační desky, to znamená, že její délka je 1 000 milimetrů. Variantní řešení předpokládalo šířku mezery 2, 5, 10 a 15 milimetrů.

Výpočtové hodnocení bylo v obou uvedených případech provedeno za standardních vnitřních a vnějších okrajových podmínek s uvažováním ustáleného teplotního stavu.

## Vyhodnocení výsledků výpočtu

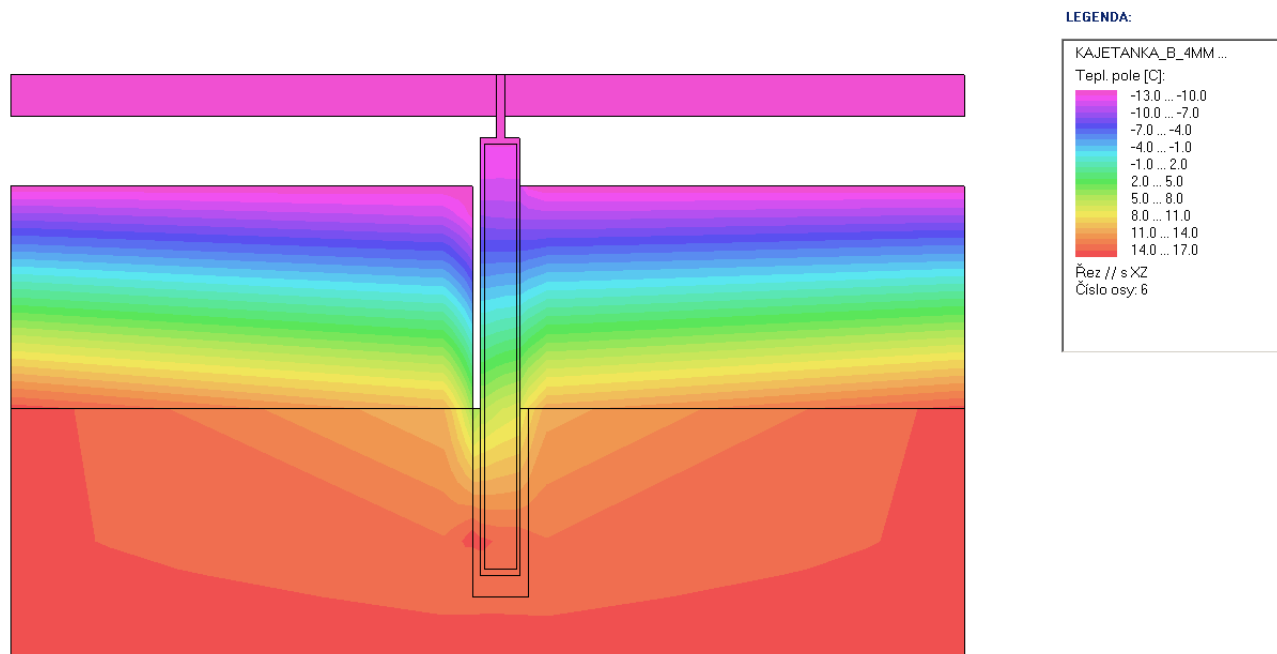
Výsledky výpočtového hodnocení jsou shrnuty v následujících tabulkách č. 1 a 2. Vyčíslena byla hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu a hodnota nejnižší vnitřní povrchové teploty, což je sice nenormová veličina, ale její vypovídací schopnost je velmi vysoká.

Tab.1: Výsledky výpočtu trojrozměrného teplotního pole v místě kotvy

Varianta číslo	Teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi}$ (-)	Normový teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,N}$ (-)	Nejnižší vnitřní povrchová teplota $\Theta_{si\ min}$ (°C)
0	0,929	0,779	18,21
1	0,875	0,779	16,41
2	0,868	0,779	16,16
3	0,861	0,779	15,92
4	0,853	0,779	15,67
5	0,844	0,779	15,37

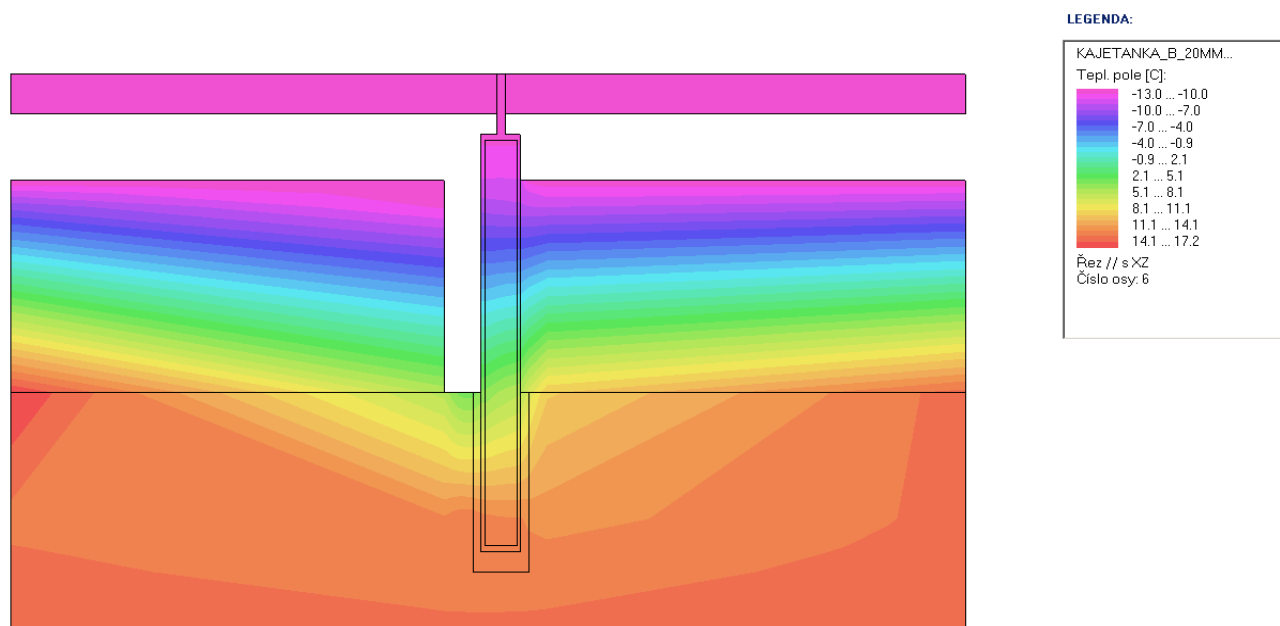
Zdroj: vlastní

Obr 1: Trubková kotva - varianta č. 1 - rozložení teplot



Zdroj: vlastní

Obr 2: Trubková kotva - varianta č.5 - rozložení teplot



Zdroj: vlastní

Tab.2: Výsledky výpočtu dvojrozměrného teplotního pole v místě spáry mezi tepelně izolačními deskami.

Varianta číslo	Teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi}$ (-)	Normový teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,N}$ (-)	Nejnižší vnitřní povrchová teplota $\Theta_{si\ min}$ (°C)
1	0,874	0,779	16,38
2	0,859	0,779	15,87
3	0,838	0,779	15,16
4	0,821	0,779	14,60

Zdroj: vlastní

## Závěr

Provedené výpočtové hodnocení imperfekcí tepelně izolační vrstvy nekontaktního obvodového pláště zcela jednoznačně prokázalo, že oba hodnocené detaily ve všech uvažovaných variantách s rezervou splňují platné normové požadavky z hlediska nejnižší vnitřní povrchové teploty, dané prostřednictvím hodnoty teplotního faktoru vnitřního povrchu normou ČSN 73 0540-2/2007.

## Použité zdroje

ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*. Český normalizační institut, 2007. Třídící znak 73 0540.

## The influence of imperfections on the insulating layer of the inner cladding surface temperature

### Abstract

The article deals with the influence of imperfections in installation of non-contact cladding thermo-insulation layer on internal surface temperature of this structure. By the calculation of 2D and 3D temperature fields influence of open gap in thermo-insulation layer and imperfection of thermo-insulation layer in supporting anchor zone is evaluated.

**Keywords:** non-contact cladding, thermo-insulation layer imperfection, 2D temperature field, 3D temperature field, temperature factor of internal surface

### Kontaktní adresa:

doc. Ing. František Kulhánek, CSc, České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Thákurova 7, 166 29 Praha 6, e-mail: [kulhanek@fsv.cvut.cz](mailto:kulhanek@fsv.cvut.cz)

Ing. Petr Kapička, České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Thákurova 7, 166 29 Praha 6, e-mail: [kapicka@fsv.cvut.cz](mailto:kapicka@fsv.cvut.cz)