



**Slovenská technická univerzita
v Bratislave
Stavebná fakulta**

Študentská vedecká a odborná činnosť
Akademický rok 2011/2012

Atlas tepelných mostov panelovej bytovej výstavby

Meno a priezvisko študenta : Adrián Valašík
Matej Vlček
Jaroslav Zelenák

Ročník a program/odbor štúdia : 4.ročník PSA

Vedúci práce : Ing. Rastislav Mend'an, PhD.
Ing. Miroslav Čekon, PhD.

Katedra : Konštrukcií pozemných stavieb

Bratislava, 2012

Podakovanie

Ďakujeme Ing.Rastislavovi Mend'anovi, PhD. a Ing.Miroslavovi Āekonovi, PhD. za vedecký postup, užitočné rady a trpezlivosť pri vypracovaní tejto študentskej vedeckej odbornej práci.

Obsah

Abstrakt

Abstract

1 Úvod	1
2 Ciele práce	1
3 Metodika práce	1
4 Hodnotiace kritériá	2
5 Výpočty minimálnych povrchových teplôt a teplotných faktorov v kritických detailoch	3
6 Porovnanie výsledkov s publikáciou Atlas tepelných mostov	16
7 Zhodnotenie panelových sústav z hľadiska minimálnych vnútorných povrchových teplôt	17
8 Záver	20
9 Literatúra	20



Atlas tepelných mostov panelovej bytovej výstavby. Atlas of thermal bridge details of panel houses.

Autori práce:

Valašík Adrián

Viček Matej

Zelenák Jaroslav

Ročník/stupeň štúdia:

4. ročník/ 1. stupeň štúdia

Študijný program:

pozemné stavby a architektúra

Vedúci práce:

Ing. Rastislav Mendľan, PhD.

Ing. Miroslav Čekon, PhD.

Katedra:

konštrukcií pozemných stavieb

Abstrakt:

Práca sa zaoberá analýzou tepelných mostov panelovej bytovej výstavby. Hlavný cieľ práce je zameraný na riešenie vybraných detailov všetkých panelových bytových sústav na kritickú povrchovú teplotu pre vznik plesní a výpočet teplotného faktora v ich kritických bodoch. Výsledky práce sú spracované pre pôvodný stav panelovej bytovej výstavby a pre dva varianty jej obnovy – zateplenie penovým polystyrénom hr. 80 (100) mm a kamennou vlnou hr. 80 mm. V práci sa poukazuje na nedostatky panelovej výstavby v oblasti tepelných mostov a výsledky sú konfrontované s knižnou publikáciou Atlas tepelných mostov. Vo viacerých detailoch sme zistili, že naše výsledky nekorešponujú s údajmi, ktoré uvádza táto publikácia. Z výsledkov možno taktiež konštatovať, že z hľadiska vnútornej povrchovej teploty sa sústava G 57 preukazuje ako najhoršia, zatiaľ čo sústava PS-82 TT dosahuje pri sledovaných kritériách najlepšie výsledky.

Abstract:

This work deals with the analysis of thermal bridges of panel houses. The main goal of this work is focused on selected thermal bridge details of the panel house systems in terms of the critical surface temperature and calculation of the temperature factor in their critical points. The results of the work are presented for the original state of panel houses and two variants of renewal – thermal insulation by expanded polystyrene of 80 (100) mm thick and mineral wool of 80 mm thick. The main defects are causes due to the thermal bridge details and the results are confronted with publication of Atlas of thermal bridge details. In many cases we found that the results are not corresponding with the calculated data in this publication. Furthermore, from the results of our work can be considered that the G 57 system is the worst variant in terms of critical inside surface temperature while the PS-82 TT system achieves the best results.

1 ÚVOD

Väčšina z bytových domov na Slovensku bola v minulosti realizovaná hromadnou formou výstavby s využitím panelových technológií.

Nedostatočné tepelnoizolačné vlastnosti obalových konštrukcií spôsobujú okrem vysokej energetickej náročnosti aj hygienické poruchy na interiérovej strane konštrukcií. Hlavne v najkritickejších detailoch jednotlivých sústav bytových domov sa stretávame so vznikom plesní.

Posúdenie jednotlivých detailov je spracované v knižnej publikácii Atlas tepelných mostov [2], ktorá slúži aj ako základný výukový materiál pre predmet Obnova budov a ochrana pamiatok na Katedre konštrukcií pozemných stavieb. Nakoľko pri jej používaní sa zistili rozdiely a rôzne nedostatky vo výsledkoch, bola jedným zo zámerov práce analýza a konfrontácia výsledkov s touto publikáciou.

2 CIELE PRÁCE

Hlavný cieľ predkladanej práce je riešenie vybraných detailov všetkých panelových bytových sústav a ich posúdenie na hygienické kritérium podľa normy STN 73 0540: 2002. Z toho vyplývajú čiastkové ciele:

- zhodnotenie najkritickejších detailov na minimálnu povrchovú teplotu v pôvodnom stave,
- zhodnotenie najkritickejších detailov na minimálnu povrchovú teplotu po zateplení stien penovým polystyrénom hr.80mm a strechy minerálnou vlnou hr.120mm,
- zhodnotenie najkritickejších detailov na minimálnu povrchovú teplotu po zateplení stien minerálnou vlnou hr.80mm a strechy minerálnou vlnou hr.120mm,
- nevyhovujúce detaily po zateplení penovým polystyrénom posúdiť po zateplení stien penovým polystyrénom hr.100mm
- vyhodnotenie detailov a konfrontácia výsledkov s údajmi uvedenými v publikácii Atlas tepelných mostov [2].

3 METODIKA PRÁCE

Tepelnotechnické zhodnotenie charakteristických detailov bolo realizované pomocou softvéru AREA 2008 [7] a v súlade s normou STN 730540-1[3], STN 730540-2 [4], STN 730540-3 [5], STN 730540-4 [6]. Taktiež boli použité publikácie Atlas tepelných mostov [2] a Obnova panelových budov [1].

Pri zateplení bol použitý kontaktný zatepľovací systém pri prvom variante obnovy s expandovaným penovým polystyrénom hrúbky 80 mm. Expandovaný penový polystyrén je ovplyvnený požiarou výškou budovy a tak bol použitý aj druhý variant obnovy s minerálnou vlnou hrúbky 80 mm, no napriek tomu mnohé konštrukčné detaily nevyhovujú hygienickým kritériám, aby sa poruchy odstránili bolo potrebné pristúpiť na tretí variant obnovy s expandovaným penovým polystyrénom hrúbky 100 mm.

Zatepenie strechy sa realizovalo v oboch variantoch obnovy tepelnoizolačnými doskami na báze minerálnej vlny hrúbky 120 mm. Variant obnovy expanzným penovým polystyrénom bol vylúčený z hľadiska zlepšenia vlhkostného režimu strechy. Atika je z vnútornej strany zateplená minerálnou doskou hrúbky 40 mm.

Každá bytová sústava má posúdené štyri charakteristické detaily (detail rohového styku obvodových panelov, detail styku obvodového panela so stropným panelom, detail ostenia, detail atiky), ktoré boli vybrané na základe najčastejšieho výskytu hygienických porúch.

4 HODNOTIACE KRITÉRIÁ

Steny, stropy a podlahy v priestoroch s relatívnou vlhkosťou vzduchu $\varphi_i \leq 80\%$ musia mať na každom mieste vnútorného povrchu teplotu θ_{si} vyjadrenú v $^{\circ}\text{C}$, ktorá je bezpečne nad teplotou rosného bodu a vylučuje riziko vzniku plesní

$$\theta_{si} \geq \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} \quad (1)$$

kde θ_{si} je najnižšia vnútorná povrchová teplota, ktorá sa stanoví pre najmenej priaznivé vzájomné spolupôsobenie materiálovej skladby a geometrie stavebnej konštrukcie vrátane tepelných mostov. [4]

$\theta_{si,80}$ kritická povrchová teplota na vznik plesní zodpovedajúca 80% relatívnej vlhkosti vzduchu v tesnej blízkosti vnútorného povrchu stavebnej konštrukcie pri teplote vnútorného vzduchu θ_a a relatívnej vlhkosti vnútorného vzduchu φ_i pre normové podmienky vnútorného vzduchu podľa STN 73 0540-3 [5] pri teplote vnútorného vzduchu $\theta_{ai} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a relatívnej vlhkosti vnútorného vzduchu $\varphi_i = 50 \%$ je $\theta_{si,80} = 12,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$\Delta\theta_{si}$ hodnota bezpečnostnej prirážky, ktorá sa stanoví v rozsahu 0,2 až 1,5 K podľa spôsobu užívania vnútorného priestoru a podľa spôsobu vykurovania.

Najnižšia vnútorná povrchová teplota konštrukcie sa stanoví pre ustálené šírenie tepla pri zimných návrhových teplotách vnútorného a vonkajšieho vzduchu pre odpory pri prestupe tepla na vnútornej strane a vonkajšej strane R_{si} a R_{se} podľa STN 73 0540-3 [5]. Pre rámy a zasklenia alebo nepriesvitnú výplň vonkajších výplní otvorov sa pritom uvažuje odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. Pre ostatné vnútorné povrchy konštrukcie sa uvažuje zvýšená hodnota $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, ktorá sa používa iba pre výpočet najnižšej vnútornej povrchovej teploty $\theta_{si,min}$. [6]

Vnútorná povrchová teplota konštrukcie v $^{\circ}\text{C}$ sa určí pre dané teplotné podmienky zo vzťahu:

$$\theta_{si} = \theta_e + f_{Rsi} \cdot (\theta_{ai} - \theta_e) \quad (2)$$

f_{Rsi} je teplotný faktor vnútorného povrchu, prípadne všeobecne „teplotný faktor“

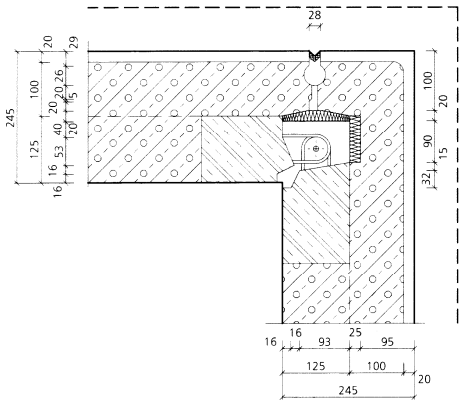
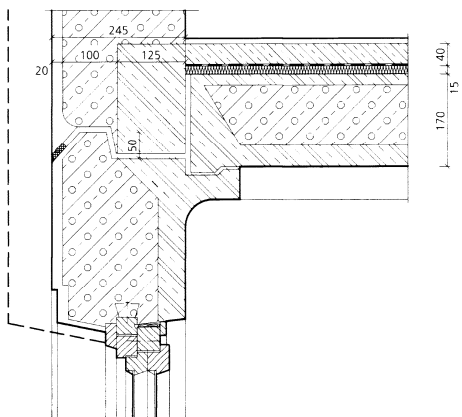
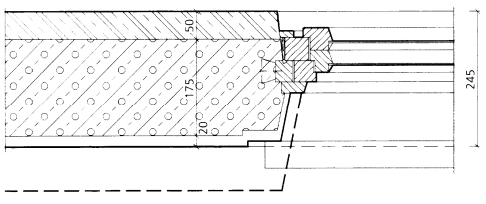
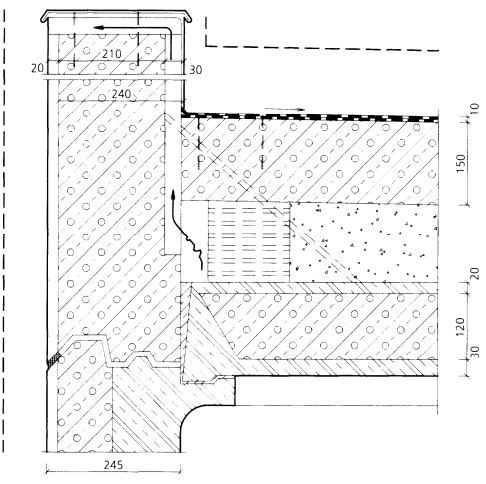
Pri výpočtoch sa vnútorná povrchová teplota θ_{si} v $^{\circ}\text{C}$, vyjadruje tiež aj v pomernom tvare ako teplotný faktor vnútorného povrchu f_{Rsi} , bezrozmerne. [6]

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_{ai} - \theta_e} \quad (3)$$

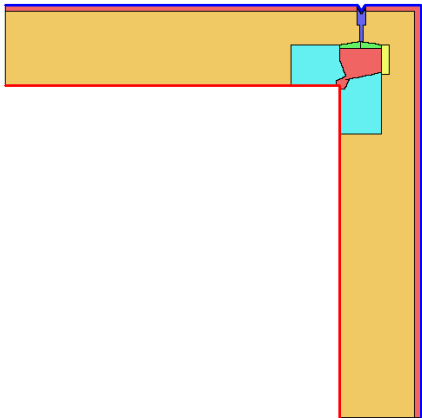
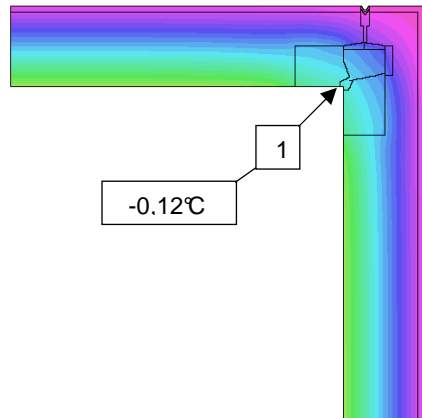
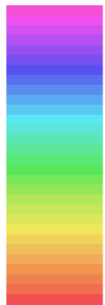
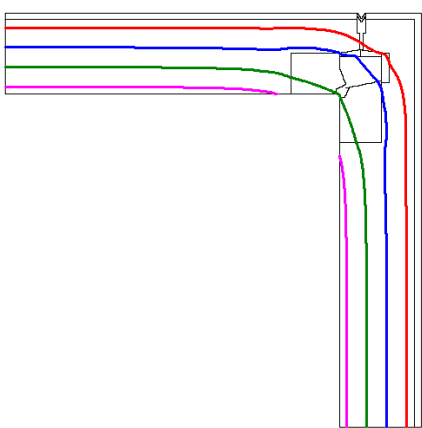
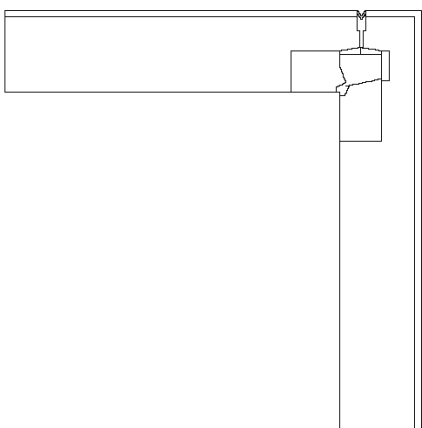
5 VÝPOČTY MINIMÁLNYCH POVRCHOVÝCH TEPLÔT A TEPLOTNÝCH FAKTOROV V KRITICKÝCH DETAILOCH

Na príklade panelovej bytovej sústavy BA uvádzame príklad výpočtu minimálnej povrchovej teploty θ_{si} a teplotných faktorov v kritických detailoch.

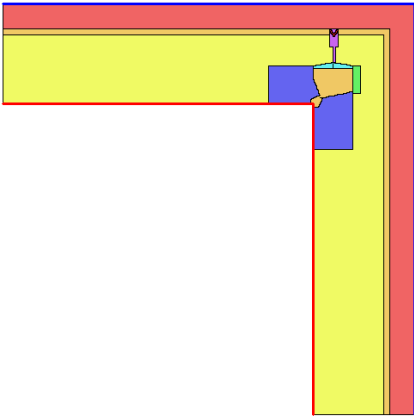
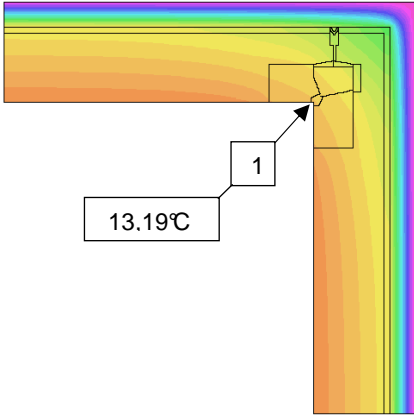
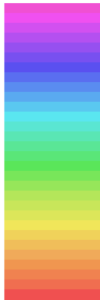
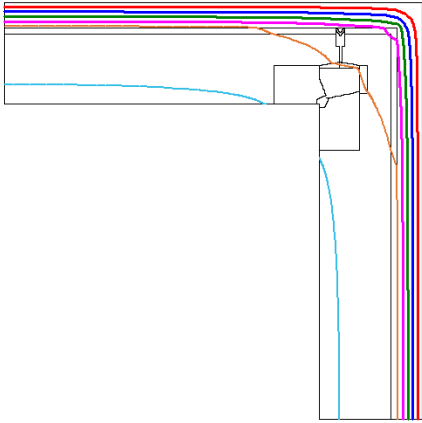
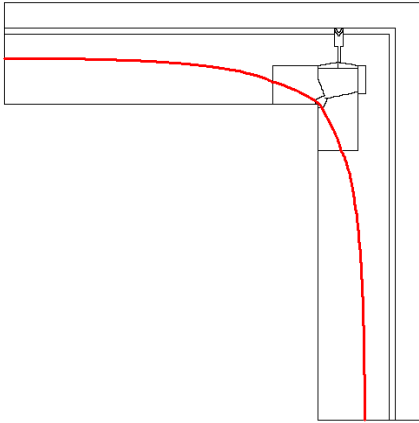
Tabuľka 5.1 Konštrukčné riešenie charakteristických detailov BA [2]

Kritické detaily	
<p>Detail rohového styku obvodových panelov</p> 	<p>Detail styku obvodového panela so stropným pri nadpraží</p> 
<p>Obvodový panel pozostáva z keramzitbetónu hr.225mm a cementovej omietky hr.20mm. Spoj je realizovaný pri predpäťých betónových rámoch cementovou zálievkou. Okolo spoja je umiestnená tepelnoizolačná vložka (hobra a heraklit). Styk je uzavretý Palenčárovým tmelom.</p>	<p>Obvodový panel pozostáva z keramzitbetónu hr.225mm a cementovej omietky hr.20mm. Spoj je realizovaný pri predpäťých betónových rámoch. Styk je uzavretý Palenčárovým tmelom. V sústave je použité drevené zdvojené okno. Obvodový panel je v nadpraží z interierovej strany zosilnený vrstvou železobetónu hr.50mm.</p>
<p>Detail okenného ostenia</p> 	<p>Detail atiky</p> 
<p>Obvodový panel pozostáva zo železobetónu hr.50mm, keramzitbetónu hr.175mm a cementovej omietky hr.20mm. V sústave je použité drevené zdvojené okno.</p>	<p>Obvodový panel pozostáva z keramzitbetónu hr.225mm a cementovej omietky hr.20mm. Spoj je realizovaný pri predpäťých betónových rámoch. Styk je uzavretý Palenčárovým tmelom. Strecha je zložená z vrstiev: reflexný náter, 2x Sklobit, porobetónové dosky hr.150mm, škvara hr.70-150mm, stropný panel hr.170mm. V spoji atiky a strechy je vytvorená prevetřávaná vzduchová vrstva. Vrstva škvary je ukončená tehlou, na ktorej je zároveň uložený porobetónový panel.</p>

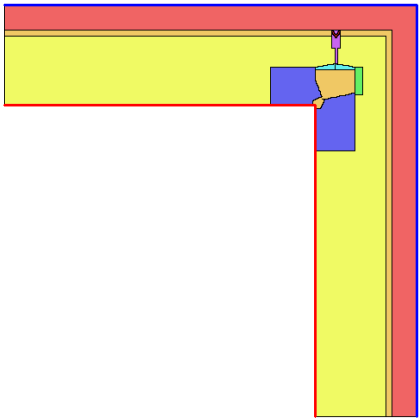
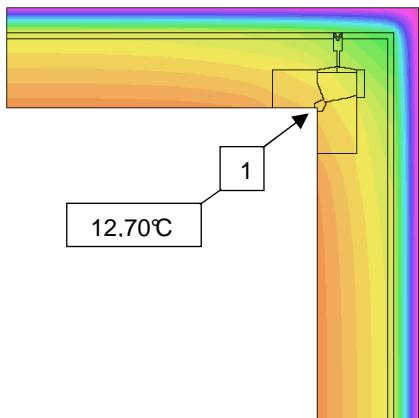
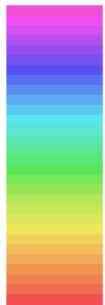
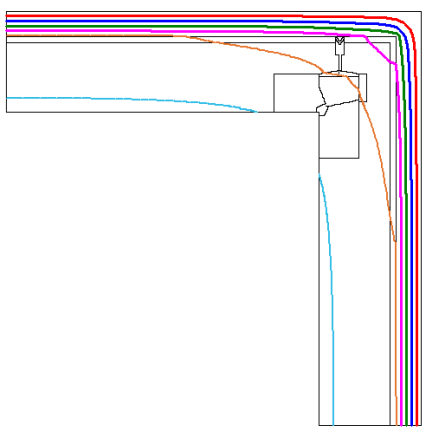
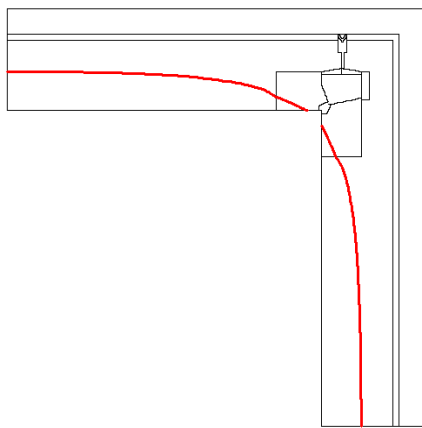
Tabuľka 5.2 Posúdenie hygienického kritéria charakteristických detailov BA

Detail rohového styku obvodových panelov pôvodný stav		
Zadávací model	Zobrazenie poľa teplôt	
		
<ul style="list-style-type: none"> ■ L = 1,160/1,160 W/mK ■ L = 0,630/0,630 W/mK ■ L = 0,240/0,240 W/mK ■ L = 0,110/0,110 W/mK ■ L = 1,740/1,740 W/mK ■ L = 0,588/0,588 W/mK ■ L = 0,067/0,067 W/mK ■ L = 0,220/0,220 W/mK 	 <ul style="list-style-type: none"> -15,0 ... -11,5 -11,5 ... -8,0 -8,0 ... -4,5 -4,5 ... -1,0 -1,0 ... 2,5 2,5 ... 6,0 6,0 ... 9,5 9,5 ... 13,0 13,0 ... 16,5 16,5 ... 20,0 	
Zobrazenie izoterm	Zobrazenie kritickej izotermy	
		
<ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">— -10°C <li style="width: 50%;">— 5°C <li style="width: 50%;">— -5°C <li style="width: 50%;">— 10°C <li style="width: 50%;">— 0°C <li style="width: 50%;">— 15°C 	<ul style="list-style-type: none"> — 13,1°C 	
Posúdenie hygienického kritéria		Hodnotenie
Pôvodný stav		$\theta_{si} = -0,12 \text{ °C} < \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 13,1 \text{ °C}$
Bod	Teplotný faktor (-)	$\theta_{si} = f_{Rsi} \cdot (\theta_i - \theta_e) + \theta_e$ (Uvažované $\theta_i = 20 \text{ °C}$, $\theta_e = -15 \text{ °C}$)
1	$f_{Rsi} = 0,425$	
		nevyhovuje

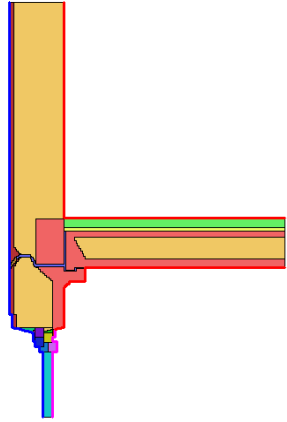
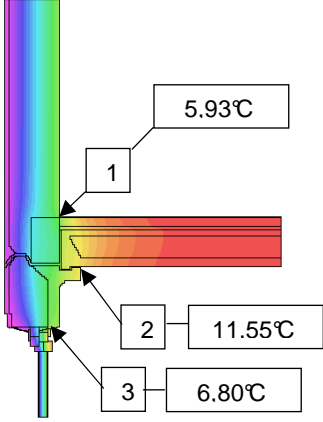
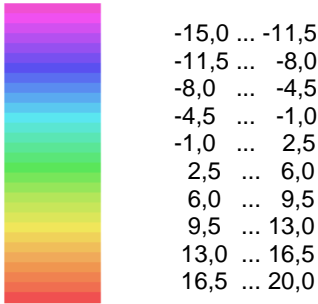
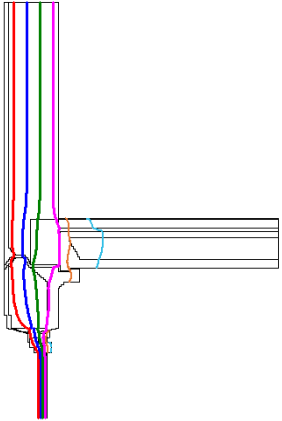
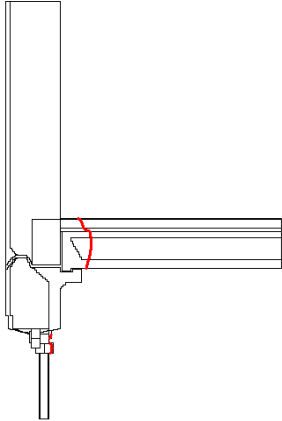
Tabuľka 5.3 Posúdenie hygienického kritéria charakteristických detailov BA

Detail rohového styku obvodových panelov po zateplení penovým polystyrénom hrúbky 80mm	
Zadávací model	Zobrazenie poľa teplôt
	
<ul style="list-style-type: none"> ■ L = 0,044/0,044 W/mK ■ L = 1,160/1,160 W/mK ■ L = 0,630/0,630 W/mK ■ L = 0,240/0,240 W/mK ■ L = 0,110/0,110 W/mK ■ L = 1,740/1,740 W/mK ■ L = 0,588/0,588 W/mK ■ L = 0,220/0,220 W/mK 	 <ul style="list-style-type: none"> -15,0 ... -11,5 -11,5 ... -8,0 -8,0 ... -4,5 -4,5 ... -1,0 -1,0 ... 2,5 2,5 ... 6,0 6,0 ... 9,5 9,5 ... 13,0 13,0 ... 16,5 16,5 ... 20,0
Zobrazenie izoterm	Zobrazenie kritickej izotermy
	
<ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">— -10°C <li style="width: 50%;">— 5°C <li style="width: 50%;">— -5°C <li style="width: 50%;">— 10°C <li style="width: 50%;">— 0°C <li style="width: 50%;">— 15°C 	<ul style="list-style-type: none"> — 13,1°C
Posúdenie hygienického kritéria	
Pôvodný stav	$\theta_{si} = 13,19 \text{ °C} > \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 13,1 \text{ °C}$
Bod Teplotný faktor (-)	$\theta_{si} = f_{Rsi} \cdot (\theta_i - \theta_e) + \theta_e$ (Uvažované $\theta_i = 20 \text{ °C}$, $\theta_e = -15 \text{ °C}$)
1 $f_{Rsi} = 0,805$	
Hodnotenie	
vyhovuje	

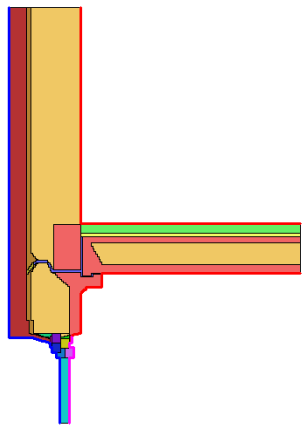
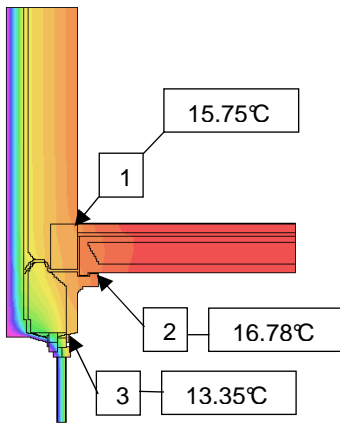
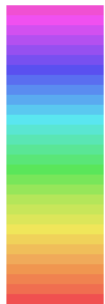
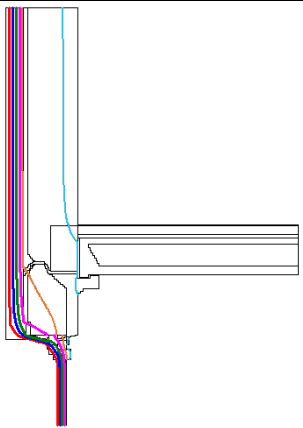
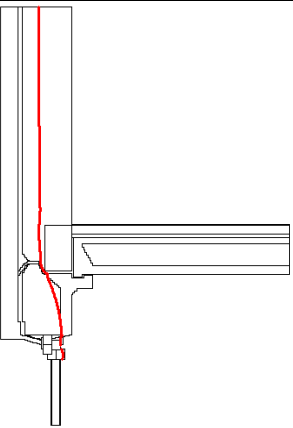
Tabuľka 5.4 Posúdenie hygienického kritéria charakteristických detailov BA

Detail rohového styku obvodových panelov po zateplení minerálnou vlnou hrúbky 80mm	
Zadávací model	Zobrazenie poľa teplôt
	
<ul style="list-style-type: none"> ■ L = 0,049/0,049 W/mK ■ L = 1,160/1,160 W/mK ■ L = 0,630/0,630 W/mK ■ L = 0,240/0,240 W/mK ■ L = 0,110/0,110 W/mK ■ L = 1,740/1,740 W/mK ■ L = 0,588/0,588 W/mK ■ L = 0,220/0,220 W/mK 	 <ul style="list-style-type: none"> -15,0 ... -11,5 -11,5 ... -8,0 -8,0 ... -4,5 -4,5 ... -1,0 -1,0 ... 2,5 2,5 ... 6,0 6,0 ... 9,5 9,5 ... 13,0 13,0 ... 16,5 16,5 ... 20,0
Zobrazenie izoterm	Zobrazenie kritickej izotermy
	
<ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">— -10°C <li style="width: 50%;">— 5°C <li style="width: 50%;">— -5°C <li style="width: 50%;">— 10°C <li style="width: 50%;">— 0°C <li style="width: 50%;">— 15°C 	<ul style="list-style-type: none"> — 13,1°C
Posúdenie hygienického kritéria	
Pôvodný stav	$\theta_{si} = 12,70 \text{ °C} < \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 13,1 \text{ °C}$
Bod Teplotný faktor (-)	$\theta_{si} = f_{Rsi} \cdot (\theta_i - \theta_e) + \theta_e$ (Uvažované $\theta_i = 20 \text{ °C}$, $\theta_e = -15 \text{ °C}$)
1 $f_{Rsi} = 0,791$	
Hodnotenie	
nevyhovuje	

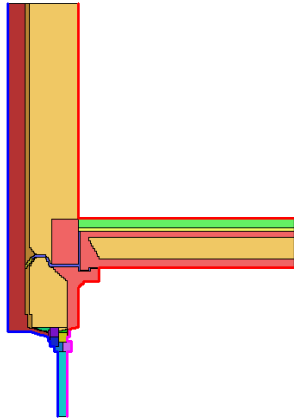
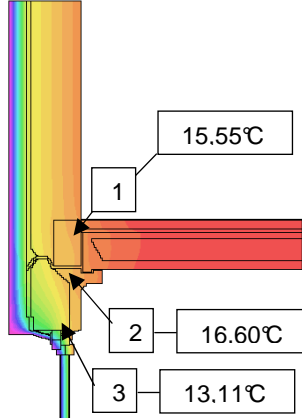
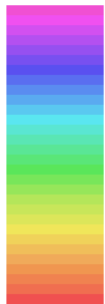
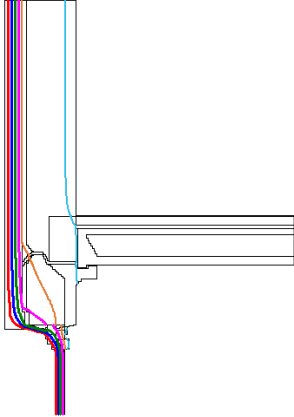
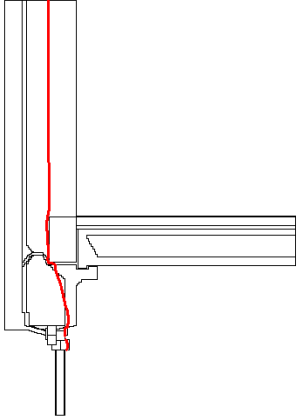
Tabuľka 5.5 Posúdenie hygienického kritéria charakteristických detailov BA

Detail obvodového panela so stropným pri nadpraží pôvodný stav									
Zadávací model	Zobrazenie poľa teplôt								
									
<ul style="list-style-type: none"> L = 1,740/1,740 W/mK L = 0,630/0,630 W/mK L = 0,100/0,100 W/mK L = 1,020/1,020 W/mK L = 0,190/0,190 W/mK L = 0,067/0,067 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 0,760/0,760 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 0,048/0,048 W/mK L = 0,185/0,185 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 1,580/1,580 W/mK L = 1,160/1,160 W/mK L = 0,220/0,220 W/mK 									
<p>Zobrazenie izoterm</p> 	<p>Zobrazenie kritickej izotermy</p> 								
<ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;"> -10°C <li style="width: 50%;"> 5°C <li style="width: 50%;"> -5°C <li style="width: 50%;"> 10°C <li style="width: 50%;"> 0°C <li style="width: 50%;"> 15°C 	<ul style="list-style-type: none"> 13,1°C 								
<p>Posúdenie hygienického kritéria</p>									
<p>Pôvodný stav</p>	<p>$\theta_{si} = 5,93 \text{ °C} < \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 13,1 \text{ °C}$</p>								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Bod</th> <th>Teplotný faktor (-)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>$f_{Rsi} = 0,598$</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>$f_{Rsi} = 0,759$</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>$f_{Rsi} = 0,623$</td> </tr> </tbody> </table>	Bod	Teplotný faktor (-)	1	$f_{Rsi} = 0,598$	2	$f_{Rsi} = 0,759$	3	$f_{Rsi} = 0,623$	<p>$\theta_{si} = f_{Rsi} \cdot (\theta_i - \theta_e) + \theta_e$ (Uvažované $\theta_i = 20 \text{ °C}$, $\theta_e = -15 \text{ °C}$)</p>
Bod	Teplotný faktor (-)								
1	$f_{Rsi} = 0,598$								
2	$f_{Rsi} = 0,759$								
3	$f_{Rsi} = 0,623$								
<p>Hodnotenie</p> <p>nevyhovuje</p>									


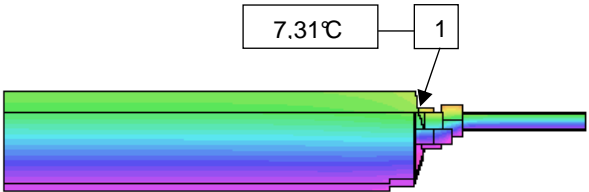
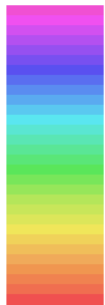
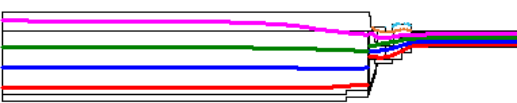
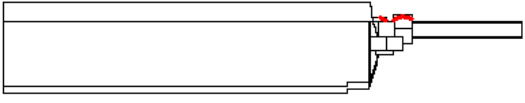
Tabuľka 5.6 Posúdenie hygienického kritéria charakteristických detailov BA

Detail obvodového panela so stropným pri nadpraží po zateplení penovým polystyrénom hrúbky 80mm		
Zadávací model	Zobrazenie poľa teplôt	
		
<ul style="list-style-type: none"> L = 1,740/1,740 W/mK L = 0,630/0,630 W/mK L = 0,100/0,100 W/mK L = 1,020/1,020 W/mK L = 0,190/0,190 W/mK L = 0,067/0,067 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 0,760/0,760 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 0,048/0,048 W/mK L = 0,185/0,185 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 1,580/1,580 W/mK L = 0,044/0,044 W/mK L = 1,160/1,160 W/mK L = 0,220/0,220 W/mK 	 <ul style="list-style-type: none"> -15,0 ... -11,5 -11,5 ... -8,0 -8,0 ... -4,5 -4,5 ... -1,0 -1,0 ... 2,5 2,5 ... 6,0 6,0 ... 9,5 9,5 ... 13,0 13,0 ... 16,5 16,5 ... 20,0 	
Zobrazenie izoterm	Zobrazenie kritickej izotermy	
		
<ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;"> -10°C <li style="width: 50%;"> 5°C <li style="width: 50%;"> -5°C <li style="width: 50%;"> 10°C <li style="width: 50%;"> 0°C <li style="width: 50%;"> 15°C 	<ul style="list-style-type: none"> 13,1°C 	
Posúdenie hygienického kritéria		
Pôvodný stav	$\theta_{si} = 13,35 \text{ °C} > \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 13,1 \text{ °C}$	
Hodnotenie	vyhovuje	
Bod	$\theta_{si} = f_{Rsi} \cdot (\theta_i - \theta_e) + \theta_e$ (Uvažované $\theta_i = 20 \text{ °C}$, $\theta_e = -15 \text{ °C}$)	
1		$f_{Rsi} = 0,879$
2		$f_{Rsi} = 0,908$
3		$f_{Rsi} = 0,810$


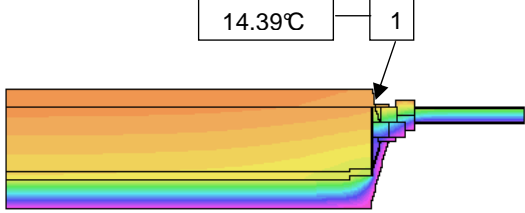
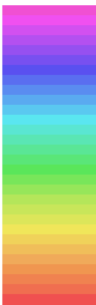
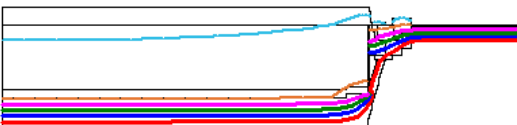
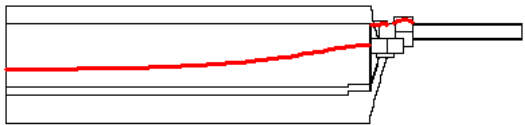
Tabuľka 5.7 Posúdenie hygienického kritéria charakteristických detailov BA

Detail obvodového panela so stropným pri nadpraží po zateplení minerálnou vlnou hrúbky 80mm	
Zadávací model	Zobrazenie poľa teplôt
	
<ul style="list-style-type: none"> L = 1,740/1,740 W/mK L = 0,630/0,630 W/mK L = 0,100/0,100 W/mK L = 1,020/1,020 W/mK L = 0,190/0,190 W/mK L = 0,067/0,067 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 0,760/0,760 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 0,048/0,048 W/mK L = 0,185/0,185 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 1,580/1,580 W/mK L = 0,049/0,049 W/mK L = 1,160/1,160 W/mK L = 0,220/0,220 W/mK 	 <ul style="list-style-type: none"> -15,0 ... -11,5 -11,5 ... -8,0 -8,0 ... -4,5 -4,5 ... -1,0 -1,0 ... 2,5 2,5 ... 6,0 6,0 ... 9,5 9,5 ... 13,0 13,0 ... 16,5 16,5 ... 20,0
Zobrazenie izoterm	Zobrazenie kritickej izotermy
	
<ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;"> -10°C <li style="width: 50%;"> 5°C <li style="width: 50%;"> -5°C <li style="width: 50%;"> 10°C <li style="width: 50%;"> 0°C <li style="width: 50%;"> 15°C 	<ul style="list-style-type: none"> 13,1°C
Posúdenie hygienického kritéria	
$\theta_{si} = 13,11 \text{ °C} > \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 13,1 \text{ °C}$	
Hodnotenie	
vyhovuje	
Pôvodný stav	
Bod	Teplotný faktor (-)
1	$f_{Rsi} = 0,873$
2	$f_{Rsi} = 0,903$
3	$f_{Rsi} = 0,803$
$\theta_{si} = f_{Rsi} \cdot (\theta_i - \theta_e) + \theta_e$ (Uvažované $\theta_i = 20 \text{ °C}$, $\theta_e = -15 \text{ °C}$)	


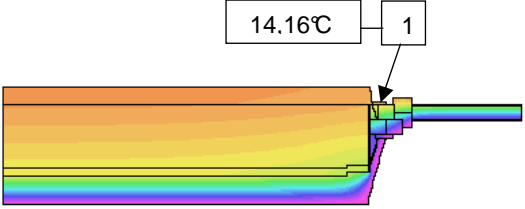
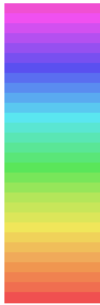
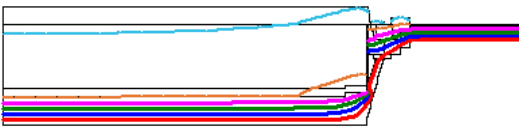
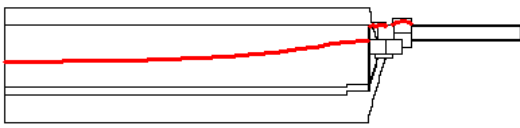
Tabuľka 5.8 Posúdenie hygienického kritéria charakteristických detailov BA

Detail okenného ostenia pôvodný stav		
Zadávací model	Zobrazenie poľa teplôt	
		
<ul style="list-style-type: none"> ■ L = 0,760/0,760 W/mK ■ L = 0,185/0,185 W/mK ■ L = 0,180/0,180 W/mK ■ L = 0,180/0,180 W/mK ■ L = 0,180/0,180 W/mK ■ L = 0,180/0,180 W/mK ■ L = 0,180/0,180 W/mK ■ L = 0,180/0,180 W/mK ■ L = 0,180/0,180 W/mK ■ L = 1,160/1,160 W/mK ■ L = 0,048/0,048 W/mK ■ L = 1,580/1,580 W/mK ■ L = 0,630/0,630 W/mK ■ L = 1,740/1,740 W/mK 	 <ul style="list-style-type: none"> -15,0 ... -11,5 -11,5 ... -8,0 -8,0 ... -4,5 -4,5 ... -1,0 -1,0 ... 2,5 2,5 ... 6,0 6,0 ... 9,5 9,5 ... 13,0 13,0 ... 16,5 16,5 ... 20,0 	
Zobrazenie izoterm	Zobrazenie kritickej izotermy	
		
<ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">— -10°C <li style="width: 50%;">— 5°C <li style="width: 50%;">— -5°C <li style="width: 50%;">— 10°C <li style="width: 50%;">— 0°C <li style="width: 50%;">— 15°C 	— 13,1°C	
Posúdenie hygienického kritéria		
Pôvodný stav	$\theta_{si} = 7,31 \text{ °C} < \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 13,1 \text{ °C}$	Hodnotenie nevyhovuje
Bod	$\theta_{si} = f_{Rsi} \cdot (\theta_i - \theta_e) + \theta_e$ (Uvažované $\theta_i = 20 \text{ °C}$, $\theta_e = -15 \text{ °C}$)	
1	$f_{Rsi} = 0,637$	

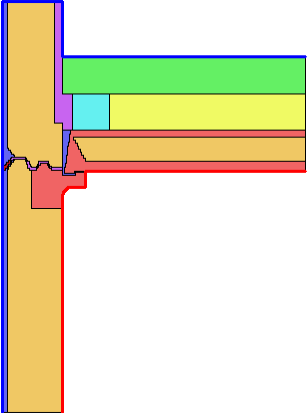
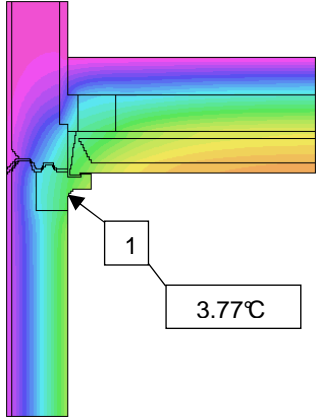

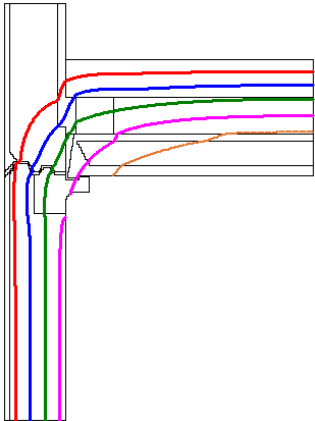
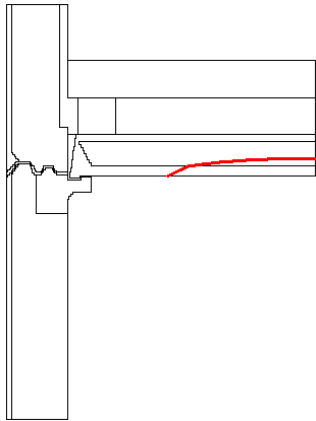
Tabuľka 5.9 Posúdenie hygienického kritéria charakteristických detailov BA

Detail okenného ostenia po zateplení penovým polystyrénom hrúbky 80mm	
Zadávací model	Zobrazenie poľa teplôt
	
<ul style="list-style-type: none"> L = 0,760/0,760 W/mK L = 0,185/0,185 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 0,044/0,044 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 0,180/0,180 W/mK L = 1,160/1,160 W/mK L = 0,048/0,048 W/mK L = 1,580/1,580 W/mK L = 0,630/0,630 W/mK L = 1,740/1,740 W/mK 	 <ul style="list-style-type: none"> -15,0 ... -11,5 -11,5 ... -8,0 -8,0 ... -4,5 -4,5 ... -1,0 -1,0 ... 2,5 2,5 ... 6,0 6,0 ... 9,5 9,5 ... 13,0 13,0 ... 16,5 16,5 ... 20,0
Zobrazenie izoterm	Zobrazenie kritickej izotermy
	
<ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;"> -10°C <li style="width: 50%;"> 5°C <li style="width: 50%;"> -5°C <li style="width: 50%;"> 10°C <li style="width: 50%;"> 0°C <li style="width: 50%;"> 15°C 	<ul style="list-style-type: none"> 13,1°C
Posúdenie hygienického kritéria	
Pôvodný stav	$\theta_{si} = 14,39 \text{ °C} > \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 13,1 \text{ °C}$
Bod	$\theta_{si} = f_{Rsi} \cdot (\theta_i - \theta_e) + \theta_e$ (Uvažované $\theta_i = 20 \text{ °C}$, $\theta_e = -15 \text{ °C}$)
1	
Teplotný faktor (-)	
1	$f_{Rsi} = 0,840$
Hodnotenie	
vyhovuje	

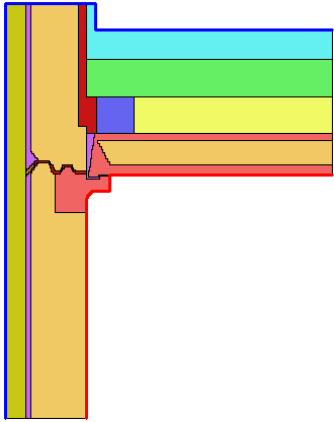
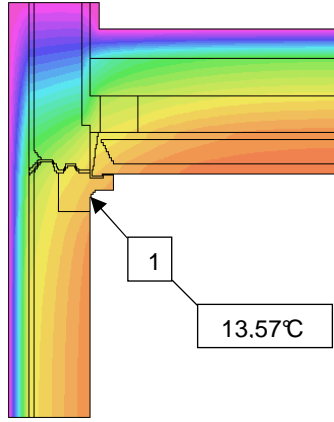

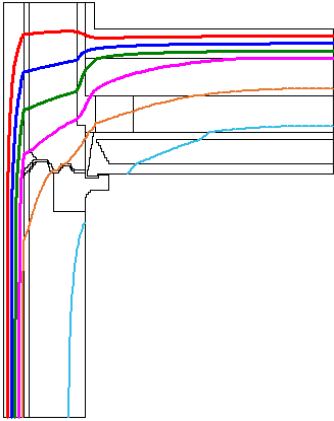
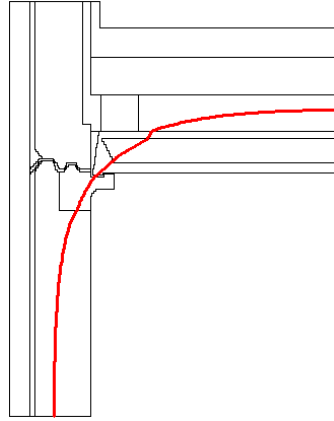
Tabuľka 5.10 Posúdenie hygienického kritéria charakteristických detailov BA

Detail okenného ostenia po zateplení minerálnou vlnou hrúbky 80mm		
Zadávací model	Zobrazenie poľa teplôt	
		
<ul style="list-style-type: none"> ■ L = 0,760/0,760 W/mK ■ L = 0,185/0,185 W/mK ■ L = 0,180/0,180 W/mK ■ L = 0,180/0,180 W/mK ■ L = 0,180/0,180 W/mK ■ L = 0,180/0,180 W/mK ■ L = 0,180/0,180 W/mK ■ L = 0,049/0,049 W/mK ■ L = 0,180/0,180 W/mK ■ L = 0,180/0,180 W/mK ■ L = 1,160/1,160 W/mK ■ L = 0,048/0,048 W/mK ■ L = 1,580/1,580 W/mK ■ L = 0,630/0,630 W/mK ■ L = 1,740/1,740 W/mK 	 <ul style="list-style-type: none"> -15,0 ... -11,5 -11,5 ... -8,0 -8,0 ... -4,5 -4,5 ... -1,0 -1,0 ... 2,5 2,5 ... 6,0 6,0 ... 9,5 9,5 ... 13,0 13,0 ... 16,5 16,5 ... 20,0 	
Zobrazenie izoterm	Zobrazenie kritickej izotermy	
		
<ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">— -10°C <li style="width: 50%;">— 5°C <li style="width: 50%;">— -5°C <li style="width: 50%;">— 10°C <li style="width: 50%;">— 0°C <li style="width: 50%;">— 15°C 	<ul style="list-style-type: none"> — 13,1°C 	
Posúdenie hygienického kritéria		
Pôvodný stav	$\theta_{si} = 14,16 \text{ °C} > \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 13,1 \text{ °C}$	Hodnotenie
Bod	Teplotný faktor (-)	vyhovuje
1	$f_{Rsi} = 0,833$	
$\theta_{si} = f_{Rsi} \cdot (\theta_i - \theta_e) + \theta_e$ (Uvažované $\theta_i = 20 \text{ °C}$, $\theta_e = -15 \text{ °C}$)		

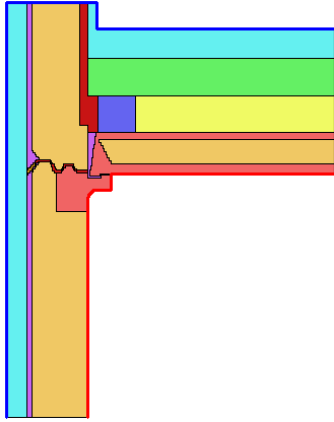
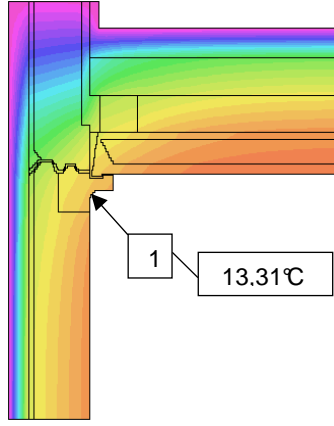

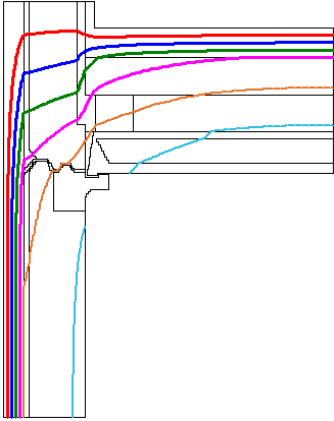
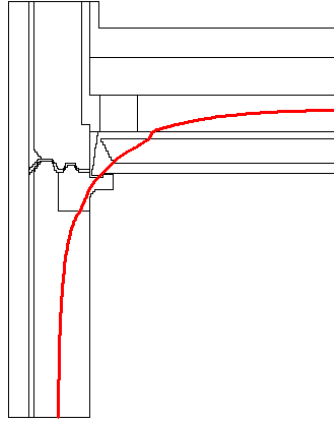
Tabuľka 5.11 Posúdenie hygienického kritéria charakteristických detailov BA

Detail atiky pôvodný stav		
Zadávací model	Zobrazenie poľa teplôt	
		
<ul style="list-style-type: none"> ■ L = 1,740/1,740 W/mK ■ L = 0,630/0,630 W/mK ■ L = 0,270/0,270 W/mK ■ L = 0,220/0,220 W/mK ■ L = 0,690/0,690 W/mK ■ L = 1,160/1,160 W/mK ■ L = 0,067/0,067 W/mK ■ L = 0,220/0,220 W/mK 	 <ul style="list-style-type: none"> -15,0 ... -11,5 -11,5 ... -8,0 -8,0 ... -4,5 -4,5 ... -1,0 -1,0 ... 2,5 2,5 ... 6,0 6,0 ... 9,5 9,5 ... 13,0 13,0 ... 16,5 16,5 ... 20,0 	
Zobrazenie izoterm	Zobrazenie kritickej izotermy	
		
<ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">— -10°C <li style="width: 50%;">— 5°C <li style="width: 50%;">— -5°C <li style="width: 50%;">— 10°C <li style="width: 50%;">— 0°C <li style="width: 50%;">— 15°C 	<ul style="list-style-type: none"> — 13,1°C 	
Posúdenie hygienického kritéria		
Pôvodný stav	$\theta_{si} = 3,77 \text{ °C} < \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 13,1 \text{ °C}$	Hodnotenie nevyhovuje
Bod	$\theta_{si} = f_{Rsi} \cdot (\theta_i - \theta_e) + \theta_e$ (Uvažované $\theta_i = 20 \text{ °C}$, $\theta_e = -15 \text{ °C}$)	
1	$f_{Rsi} = 0,536$	

Tabuľka 5.12 Posúdenie hygienického kritéria charakteristických detailov BA

Detail atiky po zateplení penovým polystyrénom hrúbky 80mm	
Zadávací model	Zobrazenie poľa teplôt
	
<ul style="list-style-type: none"> L = 1,740/1,740 W/mK L = 0,630/0,630 W/mK L = 0,270/0,270 W/mK L = 0,220/0,220 W/mK L = 0,049/0,049 W/mK L = 0,690/0,690 W/mK L = 1,160/1,160 W/mK L = 0,067/0,067 W/mK L = 0,220/0,220 W/mK L = 0,044/0,044 W/mK 	 <ul style="list-style-type: none"> -15,0 ... -11,5 -11,5 ... -8,0 -8,0 ... -4,5 -4,5 ... -1,0 -1,0 ... 2,5 2,5 ... 6,0 6,0 ... 9,5 9,5 ... 13,0 13,0 ... 16,5 16,5 ... 20,0
Zobrazenie izoterm	Zobrazenie kritickej izotermy
	
<ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;"> -10°C <li style="width: 50%;"> 5°C <li style="width: 50%;"> -5°C <li style="width: 50%;"> 10°C <li style="width: 50%;"> 0°C <li style="width: 50%;"> 15°C 	<ul style="list-style-type: none"> 13,1°C
Posúdenie hygienického kritéria	
Pôvodný stav	$\theta_{si} = 13,57 \text{ °C} > \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 13,1 \text{ °C}$
Bod	$\theta_{si} = f_{Rsi} \cdot (\theta_i - \theta_e) + \theta_e$ (Uvažované $\theta_i = 20 \text{ °C}$, $\theta_e = -15 \text{ °C}$)
1	$f_{Rsi} = 0,816$
Hodnotenie	
vyhovuje	



Tabuľka 5.13 Posúdenie hygienického kritéria charakteristických detailov BA

Detail atiky po zateplení minerálnou vlnou hrúbky 80mm		
Zadávací model	Zobrazenie poľa teplôt	
		
<ul style="list-style-type: none"> L = 1,740/1,740 W/mK L = 0,630/0,630 W/mK L = 0,270/0,270 W/mK L = 0,220/0,220 W/mK L = 0,049/0,049 W/mK L = 0,690/0,690 W/mK L = 1,160/1,160 W/mK L = 0,067/0,067 W/mK L = 0,220/0,220 W/mK 	 <ul style="list-style-type: none"> -15,0 ... -11,5 -11,5 ... -8,0 -8,0 ... -4,5 -4,5 ... -1,0 -1,0 ... 2,5 2,5 ... 6,0 6,0 ... 9,5 9,5 ... 13,0 13,0 ... 16,5 16,5 ... 20,0 	
Zobrazenie izoterm	Zobrazenie kritickej izotermy	
		
<ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;"> -10°C <li style="width: 50%;"> 5°C <li style="width: 50%;"> -5°C <li style="width: 50%;"> 10°C <li style="width: 50%;"> 0°C <li style="width: 50%;"> 15°C 	<ul style="list-style-type: none"> 13,1°C 	
Posúdenie hygienického kritéria		Hodnotenie
Pôvodný stav		$\theta_{si} = 13,31 \text{ °C} > \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 13,1 \text{ °C}$
Bod	Teplotný faktor (-)	$\theta_{si} = f_{Rsi} \cdot (\theta_i - \theta_e) + \theta_e$ (Uvažované $\theta_i = 20 \text{ °C}$, $\theta_e = -15 \text{ °C}$)
1	$f_{Rsi} = 0,809$	
		vyhovuje

6 POROVNANIE VÝSLEDKOV S PUBLIKÁCIOU ATLAS TEPELNÝCH MOSTOV

V nasledujúcej tabuľke je zobrazené porovnanie výsledkov z panelových bytových sústav, ktoré sa v porovnaní s Atlasom tepelných mostov [2] najviac a najmenej líšia v hodnote minimálnej povrchovej teploty θ_{si} .

Tabuľka 5.1 Porovnanie minimálnej povrchovej teploty

č.detaillu	BYTOVÝ DOM BA	PŮVODNÝ STAV		OBNOVENÝ STAV			ROZDIEL TEPLŔT	
		ATM	V	ATM	1	2	PS	OS1
		$\theta_{si}(^{\circ}\text{C})$		$\theta_{si}(^{\circ}\text{C})$			$\theta_{si}(^{\circ}\text{C})$	
1	Rohový styk	4,6	-0,12	13,2	13,19	12,70	4,72	0,01
2	Styk obvodového a stropného panelu	9,1	5,93	15,7	15,75	15,55	3,17	0,05
		15,1	11,55	17,4	16,78	16,60	3,55	0,62
		10,7	6,8	14,7	13,35	13,11	3,90	1,35
3	Ostenie	10,8	7,31	13,5	14,39	14,16	3,49	-0,89
4	Atika	8,1	3,77	13,6	13,57	13,31	4,33	0,03
č.detaillu	BYTOVÝ DOM T-06-B-NA	PŮVODNÝ STAV		OBNOVENÝ STAV			ROZDIEL TEPLŔT	
		ATM	V	ATM	1	2	PS	OS1
		$\theta_{si}(^{\circ}\text{C})$		$\theta_{si}(^{\circ}\text{C})$			$\theta_{si}(^{\circ}\text{C})$	
1	Rohový styk	11,00	11,03	17,0	15,11	14,88	0,03	1,89
2	Styk obvodového a stropného panelu	15,9	15,60	17,9	17,79	17,68	0,30	0,11
		16,2	14,85	18,0	17,20	17,39	1,35	0,80
		10,7	10,34	13,3	12,94	12,80	0,36	0,36
3	Ostenie	13,2	12,15	15,0	14,19	14,08	1,05	0,81
4	Atika	11,2	11,59	15,0	15,22	15,10	-0,39	-0,22
<p>Konštrukcia vyhovuje iba vtedy, keď je splnená nasledovná podmienka:</p> $\theta_{si} \geq \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} \text{ t.j. } \theta_{si} \geq 13,1^{\circ}\text{C}$ <p> – detail vyhovuje na minimálnu povrchovú teplotu</p> <p> – detail nevyhovuje na minimálnu povrchovú teplotu</p> <p>ATM – Atlas tepelných mostov (Sternová 2006) V – Výpočtový model v pôvodnom stave 1 – Výpočtový model po zateplení penovým polystyrénom hr. 80 mm (1. variant obnovy) 2 – Výpočtový model po zateplení minerálnou vlnou hr. 80 mm (2. variant obnovy) PS – Pôvodný stav OS1 – Obnovený stav (1. variant obnovy)</p>								

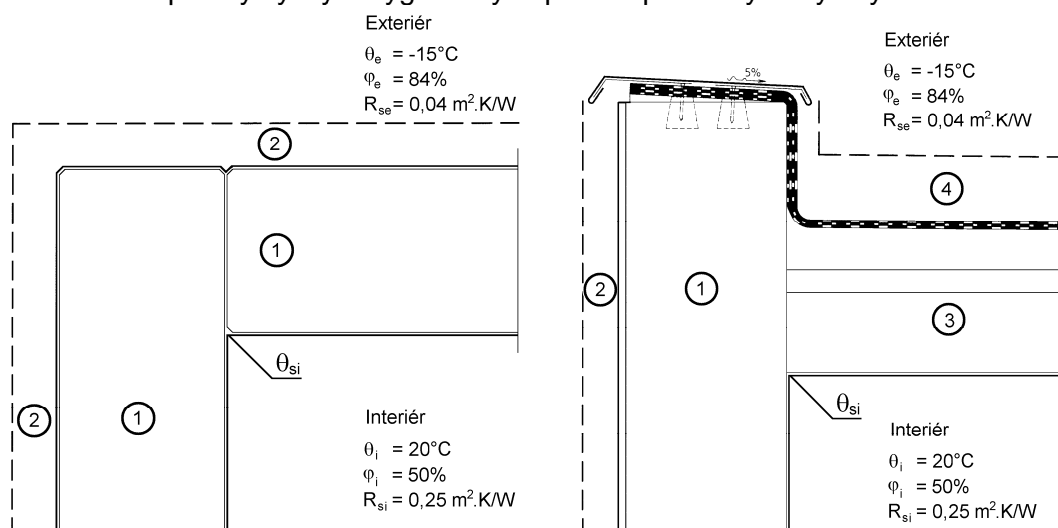
7 ZHODNOTENIE PANELOVÝCH SÚSTAV Z HĽADISKA MINIMÁLNYCH VNÚTORNÝCH POVRCHOVÝCH TEPLÔT

Na základe analýzy minimálnych vnútorných povrchových teplôt vybraných charakteristických detailov (obr. 7.1) panelových bytových sústav v pôvodnom stave je možné konštatovať nasledovné:

- minimálne vnútorné povrchové teploty nevyhovujú z hľadiska hygienického kritéria vo všetkých bytových sústavách panelovej bytovej výstavby (tab. 7.1, 7.2). Znamená to, že sa na vnútornom povrchu konštrukcií môžu tvoriť plesne.

Na základe analýzy minimálnych vnútorných povrchových teplôt vybraných charakteristických detailov (obr. 7.1) panelových bytových domov po zateplení je možné konštatovať nasledovné:

- minimálne vnútorné povrchové teploty až na tri sústavy (G57, LB, ZT) vyhovujú z hľadiska hygienického kritéria. Znamená to, že zateplením obvodových stien expandovaným penovým polystyrénom hrúbky 80 mm a plochej strechy materiálom z kamennej vlny hrúbky 120 mm je možné eliminovať riziko vzniku plesní, čím sa odstráni príčina výskytu hygienických porúch panelových bytových domov.



Obr. 7.1 Schéma detailu rohového styku obvodových panelov a detailu atiky detailu atiky s definovanými okrajovými podmienkami

1-pôvodná konštrukcia; 2-zateplenie v zložení: lepiaca malta, polystyrén

EPS-F hr.80(100) mm, výstužná malta, silikátová omietka

3- pôvodná konštrukcia strešného plášťa; 4- zateplenie strešného plášťa


v zložení: tepelná izolácia z kamennej vlny hr.120 mm, fóliová hydroizolácia


Tabuľka 7.1 Detail rohového styku obvodových panelov

č.	BYTOVÝ DOM	PÔVODNÝ STAV		OBNOVENÝ STAV			
		ATM	V	ATM	1	2	3
		$\theta_{si}(^{\circ}\text{C})$		$\theta_{si}(^{\circ}\text{C})$			
1	B70	8,7	9,06	14,8	14,95	14,66	-
2	BA	4,6	-0,12	13,2	13,19	12,70	-
3	BA-BC	8,8	9,11	14,9	15,06	14,77	-
4	BA NKS	9,3	9,49	14,8	14,90	14,62	-
5	G 57	-0,4	-0,48	12,6	12,59	12,10	13,62
6	LB	3,2	2,9	13,2	12,93	12,52	13,82
7	MS 5	2,2	3,52	13,4	14,02	13,61	-
8	P1.14 – 6.5RP	11,2	11,26	15,6	15,41	15,17	-
9	P1.14 – 7.5RP	10,4	11,55	15,2	15,52	15,30	-
10	P1.15	11,7	11,87	15,2	15,27	15,06	-
11	PS-82PP	11,2	11,26	15,5	15,38	15,16	-
12	PS-82TT	12,5	12,02	15,5	15,33	15,13	-
13	T06B–BA	9,7	9,61	14,5	14,52	14,25	-
14	T06B–BB	-	9,83	-	14,55	14,29	-
15	T06B–KE	3,8	4,07	13,6	13,60	13,19	-
16	T06B–NA	11,0	11,03	17,0	15,11	14,88	-
17	T06B–ZA	4,1	4,35	13,2	13,45	13,04	-
18	T08B	7,8	7,60	13,9	13,77	13,45	-
19	U-65	11,2	11,30	15,1	15,08	14,87	-
20	ZT	5,7	5,74	13,9	13,87	13,50	-
21	ZTB	5,4	5,72	13,8	13,84	13,48	-

Konštrukcia vyhovuje iba vtedy, keď je splnená nasledovná podmienka:

$$\theta_{si} \geq \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} \text{ t.j. } \theta_{si} \geq 13,1^{\circ}\text{C}$$

 – detail vyhovuje na minimálnu povrchovú teplotu

 – detail nevyhovuje na minimálnu povrchovú teplotu


ATM – Atlas tepelných mostov (Sternová 2006)
V – Výpočtový model v pôvodnom stave
1 – Výpočtový model po zateplení penovým polystyrénom hr. 80 mm (1. variant obnovy)
2 – Výpočtový model po zateplení minerálnou vlnou hr. 80 mm (2. variant obnovy)
3 – Výpočtový model po zateplení penovým polystyrénom hr. 100 mm (3. variant obnovy)


Tabuľka 7.2 Detail atiky

č.	BYTOVÝ DOM	PÔVODNÝ STAV		OBNOVENÝ STAV			
		ATM	V	ATM	1	2	3
		$\theta_{si}(^{\circ}\text{C})$		$\theta_{si}(^{\circ}\text{C})$			
1	B70	6,9	7,95	13,7	13,33	13,18	-
2	BA	8,1	3,77	13,6	13,57	13,31	-
3	BA-BC	5,1	5,18	13,5	13,24	12,96	-
4	BA NKS	8,0	9,11	13,1	14,23	14,04	-
5	G 57	0,2	-0,49	13,5	12,66	12,35	13,34
6	LB	7,1	6,80	14,0	14,91	14,70	-
7	MS 5	-	7,51	-	13,79	13,62	-
8	P1.14 – 6.5RP	8,9	10,72	13,0	13,72	13,62	-
9	P1.14 – 7.5RP	11,0	10,76	14,8	14,81	14,72	-
10	P1.15	11,7	12,97	15,2	15,38	15,29	-
11	PS-82PP	11,0	11,77	14,9	15,25	15,12	-
12	PS-82TT	12,6	12,69	15,5	15,51	15,41	-
13	T06B–BA	10,3	11,61	14,7	14,76	14,65	-
14	T06B–BB	10,9	11,28	14,8	14,96	14,84	-
15	T06B–KE	6,7	7,57	12,9	14,16	13,96	-
16	T06B–NA	11,2	11,59	15,0	15,22	15,10	-
17	T06B–ZA	7,1	7,80	13,5	14,36	14,11	-
18	T08B	14,3	11,82	15,3	15,50	15,61	-
19	U-65	6,1	7,85	13,2	13,97	13,79	-
20	ZT	7,9	7,46	12,7	12,51	12,36	12,69
21	ZTB	6,5	6,84	14,1	14,11	13,89	-

Konštrukcia vyhovuje iba vtedy, keď je splnená nasledovná podmienka:

$$\theta_{si} \geq \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} \text{ t.j. } \theta_{si} \geq 13,1^{\circ}\text{C}$$

 – detail vyhovuje na minimálnu povrchovú teplotu

 – detail nevyhovuje na minimálnu povrchovú teplotu

ATM – Atlas tepelných mostov (Sternová 2006)

V – Výpočtový model v pôvodnom stave

1 – Výpočtový model po zateplení penovým polystyrénom hr. 80 mm (1. variant obnovy)

2 – Výpočtový model po zateplení minerálnou vlnou hr. 80 mm (2. variant obnovy)

3 – Výpočtový model po zateplení penovým polystyrénom hr. 100 mm (3. variant obnovy)

8 Záver

Z uvedených skutočností môžeme konštatovať nasledujúce:

- Atlas tepelných mostov [2] nie je úplne vyhovujúci pre prax
- kritické detaily bytových panelových sústav v pôvodnom stave nevyhovujú na minimálnu vnútornú povrchovú teplotu
- 90% zo všetkých posudzovaných detailov vyhovuje v prvom variante obnovy
- aplikovaním zateplenia stien penovým polystyrénom hr. 100mm vyhovujú všetky kritické detaily s výnimkou detailu atiky konštrukčnej sústavy ZT

9 Literatúra

- [1] MENĎAN, VAVROVIČ . et al: Obnova panelových budov, Komplexné riešenie konštrukčných, technologických, hygienických a energetických problémov. 5 Tepelnotechnické zhodnotenie panelových bytových domov a odstránenie hygienických porúch. vyd. Bratislava: STU, 2008, 219s, ISBN 978-80-227-2872-0
- [2] STERNOVÁ, Z. et al: Atlas tepelných mostov.1.vyd. Bratislava: Jaga group, s.r.o., 2006. 286 s. ISBN 80-8076-034-9

Normy

- [3] STN 73 0540-1 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana. Terminológia, SÚTN 2002.
- [4] STN 73 0540-2 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana. Funkčné požiadavky, SÚTN 2002.
- [5] STN 73 0540-3 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana. Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov, SÚTN 2002.
- [6] STN 73 0540-4 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana. Výpočtové metódy, SÚTN 2002.

Software

- [7] Program AREA 2008 – Program na riešenie dvojrozmerného stacionárneho poľa teplôt a čiastočných tlakov vodnej pary (autor: Dr. Ing. Z. Svoboda), licencia STU-KPS SK 124.