

TEPELNÁ STABILITA

V LETNOM OBDOBÍ NA SLOVENSKU

V DRUHOM TOHTOROČNOM ČÍSLE ČASOPISU DEKTIME SME VÁM PRINIESLI OPIS PROBLEMATIKY TEPELNEJ STABILITY V LETNOM OBDOBÍ V ČESKEJ REPUBLIKE A POUKÁZALI SME NA TO, AKÝ VPLYV MÁ TÁTO PROBLEMATIKA NA PREHRIEVANIE INTERIÉRU A AKÉ SÚ MOŽNÉ OPATRENIA PRE SPLNENIE POŽIADAVIEK NORIEM A TÝM PRE ZAISTENIE POHODY VNÚTORNÉHO PROSTREDIA. AKO SME SLÚBILI, PRINÁŠAME VÁM V TOMTO ČÍSLE OPIS TEPELNEJ STABILITY V LETNOM OBDOBÍ NA SLOVENSKU, VRÁTANE POROVNANIA S POŽIADAVKAMI NORIEM PLATNÝCH V ČR, A PREHLAD POTREBNÝCH OPATRENÍ PRE SPLNENIE POŽIADAVIEK NORIEM.

POŽIADAVKY NORIEM A VÝPOČTOVÉ POSTUPY NA SLOVENSKU

V Českej republike a na Slovensku platia rozdielne požiadavky noriem na tepelnú stabilitu v letnom období. Na Slovensku sú stanovené v STN 73 0540-2:2002. Rozdiely sú najmä v požadovaných hodnotách najvyššieho denného vzostupu teploty a v prístupe ku klimatizovaným miestnostiam.

Výpočtové postupy sú na Slovensku, rovnako ako v Českej republike, k dispozícii dva, a to v STN 73 0540-4 a v STN EN ISO 13792. Druhá menovaná norma platí aj v Českej republike (ČSN EN ISO 13792). V STN 73 0540-4 sú uvedené pôvodné slovenské výpočtové postupy (líšia sa od postupov v ČSN 73 0540-4). V STN EN ISO 13792, rovnako

ako v českej verzii tej istej normy, sú uvedené dynamické metódy výpočtu správania kritických miestností v letnom období (pozri článok DEKTIME 02/2008).

Hodnotenie sa rovnako ako v prípade českej legislatívy vykonáva podľa kritickej miestnosti, ktorou je miestnosť s najväčšou priamo oslunenou plochou orientovanou na Z – J – V. Požiadavka uvedená v STN 73 0540-2:2002 hodnotí najvyšší denný vzostup teploty vzduchu v posudzovanej kritickej miestnosti, táto hodnota nesmie byť prekročená.

$$\Delta \Theta_{ai, max} \leq \Delta \Theta_{ai, max, N}$$

$\Delta \Theta_{ai, max, N}$ je požadovaná hodnota najvyššieho denného vzostupu teploty vzduchu v miestnosti v letnom období v [°C], ktorá sa stanoví podľa tabuľky /01/. Ako vidno z tabuľky /01/, je

územie Slovenska rozdelené do dvoch teplotných oblastí. Oblasti sú znázornené na obrázku /01/. Platí iba pre letné obdobie.

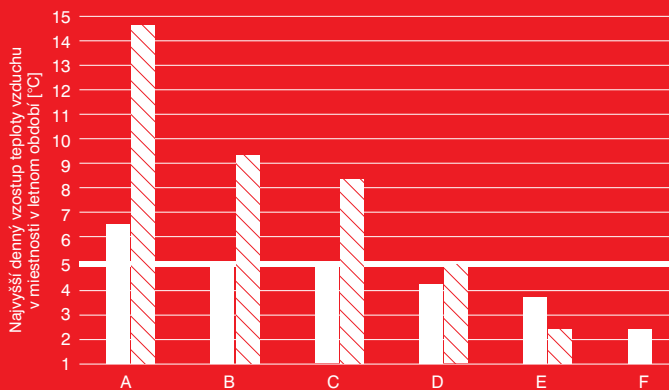
Hodnota požiadavky normy vychádza z predpokladu, že súčet maximálnych teplôt vzduchu a okolitých povrchov v miestnosti nesmie prekročiť hranicu 51 °C. Platí teda nasledujúci vzťah:

$$\Theta_{ai, max} + \Theta_{s, max} = 51^{\circ}\text{C},$$

kde $\Theta_{ai, max}$ je maximálna teplota vnútorného vzduchu v [°C], $\Theta_{s, max}$ je maximálna teplota okolitých povrchov konštrukcie v [°C].

Pri zostavovaní požiadavky normy sa vychádza z vyššie uvedeného predpokladu, ďalej sa uvažuje, že teplota vzduchu a jednotlivých povrchov v miestnosti je rovnaká, teda v oboch prípadoch je teplota 25,5 °C. Na základe známych

Graf 01 | Vplyv tieniacich prvkov a výpočtových metódik na tepelnú stabilitu v letnom období



Tabuľka 01 | Požiadavky na hodnotu najvyššieho denného vzostupu teploty vzduchu v kritickej miestnosti podľa STN 73 0540-2:2002

Druh budovy	$\Delta\theta_{ai,max,N}$ [K]	
	Teplotná oblasť	
	A	B
Bytové a nebytové nevýrobné	5,0	7,3

legenda:

SR ČR
normová požiadavka

priemerných teplôt v letnom období pre jednotlivé oblasti a maximálne povolené teploty bola stanovená požiadavka normy na hodnotu najvyššieho denného vzostupu teploty:

$$\Delta\theta_{ai,max,N} = \theta_{s,max} - \theta_{min},$$

kde $\Delta\theta_{ai,max,N}$ je hodnota najvyššieho denného vzostupu teploty v [°C] a θ_{min} je priemerná teplota vzduchu v letnom období pre danú lokalitu.

Pre teplotnú oblasť A sa teda požiadavka stanoví podľa vzťahu:

$$\Delta\theta_{ai,max,N} = \theta_{ai,max} - \theta_{min} = 25,5 - 20,5 = 5K,$$

pre teplotnú oblasť B podľa vzťahu:

$$\Delta\theta_{ai,max,N} = \theta_{ai,max} - \theta_{min} = 25,5 - 18,2 = 7,3K.$$

Z uvedených výpočtov hodnoty najvyššieho vzostupu dennej teploty vzduchu v kritickej miestnosti je možné usúdiť, že pri použití výpočtovej metodiky podľa EN ISO 13792:2005 by nemala byť prekročená teplota 25,5°C, ide však o hodnotu, ktorá nie je zakotvená v slovenských normách. Hoci na území Slovenska platí norma EN ISO 13792:2005, nie sú v STN 73 0540-2:2002 stanovené normatívne požiadavky pre uplatnenie metodiky tejto normy.

STN 73 0540-2:2002 na rozdiel od ČSN 73 0540-2:2007 pristupuje úplne iným spôsobom ku klimatizovaným priestorom. V českej norme sú stanovené požiadavky na klimatizované miestnosti, ktoré zohľadňujú výpadok klimatizácie v letných mesiacoch. Slovenská norma sa touto problematikou nezaoberá, respektíve sa na tieto priestory kladú rovnaké požiadavky ako na miestnosti neklimatizované.

DÔSLEDKY PRE PROJEKTOVANIE

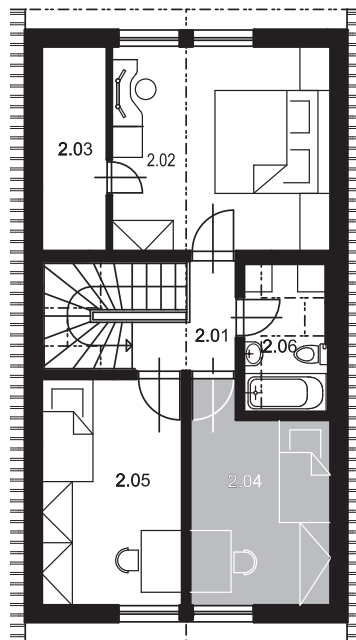
Aké dôsledky má tepelná stabilita v letnom období pre projektovanie na Slovensku vám ukážeme na príklade kritickej miestnosti, s ktorou sme sa zoznámili už v čísle 02/2008. Ide o drevostavbu rodinného domu, kde kritická je podkrovná miestnosť (detská izba) s podlahovou plochou 10,70 m² a s výplňou otvorov s plochou 1,39 m²/obr. 02/.

Pre získanie predstavy, ako sa líši prístup k problematike tepelnej stability na Slovensku a v ČR, budú v tejto kapitole uvedené výsledky získané výpočtom podľa metódik uvedených v STN 73 0540-4:2002 a ČSN 73 0540-4:2005. V oboch prípadoch sú použité rovnaké okrajové podmienky (parametre jednotlivých materiálov, výplní otvorov a intenzít slnečného žiarenia). Pre ľahšie porovnanie jednotlivých výpočtových metódik

Obr. 01 | Rozdelenie Slovenska na teplotné oblasti pre letné obdobie
Legenda: Teplotná oblasť: $\theta_{ai,m}$ [°C], oblasť A: 20,5 | oblasť B: 18,2



Obr. 02 | Kritická miestnosť



sa uvažuje s umiestnením rodinného domu do teplotnej oblasti A (na Slovensku), kde je rovnaká požiadavka normy ako na území ČR, teda hodnota najvyššieho vzostupu dennej teploty vzduchu v miestnosti v letnom období $\Delta\theta_{ai,max,N} = 5^{\circ}\text{C}$.

V tabuľke /02/ sú uvedené parametre celkovej priepustnosti slnečného žiarenia g [-] (spektrálnej smerovej priepustnosti slnečného žiarenia $\tau_{\lambda,se}$ [-] podľa ČSN 73 0540-3:2005). Výsledky posúdenia vrátane grafického porovnania je vidieť taktiež z tabuľky /02/ a grafu /01/.

Z uvedených hodnôt je jasné, že osadenie výplní otvorov tieniacimi prvkami má podstatný vplyv na zníženie najvyššieho denného vzostupu teploty vzduchu v miestnosti v letnom období. Očividná je aj rozdielna miera vplyvu výplní otvorov a ich tienenie na výslednú hodnotu najvyššieho denného vzostupu teploty vzduchu v miestnosti v letnom období medzi jednotlivými metodikami. Hlavnou príčinou je najmä rozdielna práca metodík so solárnymi ziskami.

TEPELNÁ STABILITA A DOMY DEKHOME NA SLOVENSKU

Rovnako ako pre domy DEKHOME D stavané na území ČR vytvoril Atelier DEK pomôcky pre navrhovanie veľkosti výplní

otvorov pre Slovensko. Prehľad veľkostí výplní otvorov vrátane potrebných opatrení pre splnenie požiadaviek normy je uvedený v tabuľkách /03/ a /04/.

Pre použitie pomôcky platia rovnaké obmedzenia ako pre použitie pomôcky platné na území ČR, ktoré boli vytlačené v čísle 02/2008. Napríklad ide o možnosť tienenia susednými budovami, vegetáciou a pod. Pomôcka taktiež nezohľadňuje akumuláciu tepla podlahovou konštrukciou a podkladovým betónom na teréne a naopak vždy počíta so stropnou konštrukciou ako strechou, zaťaženou slnečným žiarením. Použitím týchto okrajových podmienok je pomôcka úplne univerzálna a na strane bezpečnosti.

Pokiaľ je známe osadenie objektu na konkrétnom pozemku, je možné vykonať podrobný posudok tepelnej stability v letnom období so započítaním vyššie uvedených vplyvov. To je výhodné v prípade, že posúdenie s pomôckou je na hrane.

Na kritickej miestnosti, ktorá nás sprevádza celým článkom, si ukážeme konkrétne použitie. Ide o miestnosť, ktorá má podlahovú plochu $10,70\text{ m}^2$, preto ju budeme hľadať v ľavej časti tabuľky /03/ medzi miestnosťami s plochou do 16 m^2 a v stĺpci s južnou orientáciou okna.

Pokiaľ poznáme veľkosť okenného otvoru a teda aj pomer plochy okenného otvoru a podlahovej plochy, stačí podľa veľkosti tohto pomeru navrhnúť kategóriu opatrení podľa tabuľky /04/. V prípade, že má kritická miestnosť viac okien, počíta sa s pomerom všetkých plôch okenných otvorov k podlahovej ploche miestnosti. U kritickej miestnosti, ktorá má okenné otvory vo viacerých stenách a teda s rôznou orientáciou k svetovým stranám, rozhoduje o orientácii okenných otvorov vo vzťahu k tabuľke /03/ prevažujúca plocha, pričom toto neplatí pre okná orientované na sever.

ZÁVER

Pri hodnotení tepelnej stability na Slovensku podľa metodiky uvedenej v STN 73 0540-4:2002 vychádzajú priaznivejšie hodnoty najvyššieho denného vzostupu teploty vzduchu v miestnosti v porovnaní s posúdením rovnakej miestnosti v ČR vykonanej podľa metodiky ČSN 73 0540-4:2005. Z tejto skutočnosti je zrejmé, že pre dosiahnutie normou požadovaného stavu stačia na Slovensku miernejšie opatrenia – menšie tienenie výplní otvorov. Pri zanedbaní problematiky tepelnej stability v letnom období však dochádza rovnako ako na území ČR k prehrievaniu interiéru objektu a následnému zhoršeniu vnútornej pohody.

Tabuľka 02| Celková priepustnosť slnečného žiarenia jednotlivých variantov podľa STN 73 0540-3:2002 (spektrálna smerová priepustnosť slnečného žiarenia $\tau_{\lambda,se}$ [-] podľa ČSN 73 0540-3:2005).

	Celková priepustnosť slnečného žiarenia (STN) / spektrálna smerová priepustnosť slnečného žiarenia (CSN)	Najvyšší denný vzostup teploty vzduchu v miestnosti v letnom období $\Delta\theta_{ai,max}$ [K] – Slovensko	Najvyšší denný vzostup teploty vzduchu v miestnosti v letnom období $\Delta\theta_{ai,max}$ [K] – ČR
A – Obyčajné zasklenie bez tieniacich prvkov (základný výpočtový model)	0,33	6,7	14,9
B – Obyčajné zasklenie s vnútornými záclonami	0,18	5,1	9,5
C – Obyčajné zasklenie s vnútornými žalúziami	0,16	4,9	8,6
D – Obyčajné zasklenie s vnútornými žalúziami a vnútornými záclonami	0,09	4,2	4,9
E – Obyčajné zasklenie s vonkajšími žalúziami	0,05	3,7	2,4
F – Obyčajné zasklenie s vonkajšími žalúziami a vnútornými záclonami	0,02	3,3	1,0

Ako bolo uvedené v úvodu tohto článku, na Slovensku nie sú stanovené požiadavky normy pre posúdenie tepelnej stability miestnosti v letnom období podľa metodiky uvedenej v EN ISO 13792, pritom táto norma na Slovensku platí. Ak by sme pri stanovovaní požiadaviek vychádzali z predpokladu, že teplota vzduchu v interiéri nesmie prekročiť 25,5°C a túto teplotu brali za limitnú, získame o 2,5°C prísnejšiu požiadavku v porovnaní s ČSN 73 0540-2:2007, ktorá je 28°C.

Ak sa pozorne pozrieme na príklady výpočtu uvedené v tomto článku, zistíme, že podľa metodiky uvedenej v STN 73 0540-4 vychádzajú oproti metodike uvedenej v ČSN 73 0540-4 priaznivejšie hodnoty a teda postačujú menej účinné opatrenia na zníženie solárnych ziskov cez výplne otvorov. Slovenská metodika výpočtu uvedená v STN 73 0540-4 sa teda dá označiť za miernejšiu. Výsledkom rozporu, ktorý je uvedený na predchádzajúcich riadkoch, by bol značne nevyhovujúci stav kritickej miestnosti posudzovaný podľa metodiky EN ISO 13792, pričom podľa pôvodnej metodiky uvedenej v STN 73 0540-4: 2002 by miestnosť vyhovovala.

Pri zavádzaní požiadaviek na tepelnú stabilitu v letnom období na Slovensku na posúdenie metodikou podľa EN ISO 13792 bude iste úlohou pre slovenských tvorcov noriem upraviť pôvodnú slovenskú metodiku tak, aby posúdenie podľa oboch postupov platných na Slovensku nedávalo príliš veľké rozdiely.

Čo sa týka porovnania „národných“ metodík, je zaujímavé, s akými rozdielnymi výsledkami pracujú výpočtové modely opisujúce zhodný jav...

<David Mařík>

Tabuľka 03 | Opatrení kvôli splneniu požiadaviek na tepelnú stabilitu v letnom období

Kategória opatrení	Pomer plôch okenných otvorov k podlahovej ploche [%]							
	Podlahová plocha miestnosti do16 m²				Podlahová plocha miestnosti nad 16 m²			
	Juh	Východ	Západ	Sever	Juh	Východ	Západ	Sever
I	< 21	< 20	< 18	< 37,5	< 22	< 21	< 20	< 38
II	21 – 40	20 – 39	18 – 37	37,5 – 68,7	22 – 41	21 – 40	20 – 39	38 – 69
III	40 – 65	39 – 64	37 – 64	68,7 – 100	41 – 70	40 – 69	39 – 69	69 – 100
IV	> 65	> 64	> 64	> 100	> 70	> 69	> 69	> 100

Tabuľka 04 | Kategórie opatrení pre splnenie požiadaviek na tepelnú stabilitu v letnom období

Kategória	Potrebné opatrenia	
	Zvislé okná	Strešné okná
Kategória I	vnútorné žalúzie	vnútorné žalúzie
	vnútorné záclony	
Kategória II	ťažká podlaha + vnútorné žalúzie	ťažká podlaha + vnútorné žalúzie
	ťažká podlaha + vnútorné záclony	
	vnútorné žalúzie + vnútorné záclony	vonkajšia markíza
Kategória III	vonkajšie žalúzie	ťažká podlaha + vonkajšia markíza
		vonkajšia markíza + vnútorné žalúzie
Kategória IV	ťažká podlaha + vnútorné žalúzie + vnútorné záclony	ťažká podlaha + vonkajšia markíza + vnútorné žalúzie
	ťažká podlaha + vonkajšie žalúzie	

Literatúra:

- [01] STN 73 0540-2:2002 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov. Časť 2: Funkčné požiadavky
- [02] STN 73 0540-3:2002 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov. Časť 3: Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov
- [03] STN 73 0540-4:2002 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov. Časť 4: Výpočtové metódy
- [04] ČSN 73 0540-2:2007 Tepelná ochrana budov Časť 2: Požadavky
- [05] ČSN 73 0540-3:2005 Tepelná ochrana budov Časť 3: Návrhové hodnoty veličín
- [06] ČSN 73 0540-4:2005 Tepelná ochrana budov Časť 4: Výpočtové metodiky
- [07] Tepelná ochrana budov Doc. Ing. Ivan Chmúrný, Ph.D., ISDN 80-88905-27-3