

Doc. Ing. Jiří BAŠTA, Ph.D.
 ČVUT v Praze, FS, Ústav techniky prostředí

Umísťování otopných těles ve vytápěném prostoru



Ústav techniky prostředí

Location of Heating Radiators in the Heated Space

Recenzent
 prof. Ing. František Drkal, CSc.

Autor analyzuje požadavky na umístění otopných těles v nízkoenergetických budovách a v budovách s nenáročnými tepelně-technickými vlastnostmi (standardní, klasické budovy). Na základě vlastní počítačové simulace a literárních údajů autor prokazuje platnost pravidel pro umísťování otopných těles (pod okny) i pro nízkoenergetické objekty.

Klíčová slova: vytápění, otopná tělesa, vytápěný prostor, nízkoenergetické objekty

In the article author analyzes requirements for location radiators in low-energy buildings and in buildings with a low-demand thermal-technical properties (i. e. standard, classical buildings). On the basis of his own computer simulation and literature data the author proves the rules for radiators locating (under windows) to be also valid for low-energy buildings.

Key words: heating, radiators, heated space, low-energy buildings

Se změněnými tepelně technickými vlastnostmi budov se snižuje i jejich energetická náročnost. Tato skutečnost a růst cen energií umožňují instalovat zdroje tepla s nižšími výkony a téměř dokonalou regulací. Na první pohled by menšímu zdroji odpovídala i menší otopná tělesa, přičemž potrubní rozvod a regulace si mohou zachovat své původní vlastnosti. Někdy se také uvažuje o tom, že umístění otopného tělesa ve vytápěném prostoru u nízkoenergetických domů již nehraje žádnou roli. A tedy, že se nemusíme držet zásad [1], které budou uvedeny v následující části a jsou již známy a používány pro „standardní“ zástavbu z hlediska tepelnětechnických vlastností stavebních konstrukcí. Mnozí se tak domnívají, že umístění otopného tělesa pod okno k ochlazené obvodové stěně s cílem zajištění optimálního tepelného komfortu a vyšších úspor tepla je již přežitkem. Zabýváme se proto touto problematikou a to, jak ve vztahu ke „klasickým“ budovám, tak ve vztahu k tzv. nízkoenergetickým objektům.

SOUČASNÁ „STANDARDNÍ“ ZÁSTAVBA

Pokud nehovoříme o nízkoenergetických domech, tak hodnoty tepelného odporu obvodových stěn a především pak oken nejsou ještě tak dobré, že bychom nemuseli uvažovat narušení tepelné pohody nízkými teplotami těchto ploch. Chladné plochy způsobují nepohodu svým chladným sáláním a druhotně tím, že u nich vznikají chladné dolů padající konvekční proudy vzduchu. Ty mohutně podporuje chladný proud vzduchu vnikající do vytápěného prostoru infiltrací (větráním spárami oken). Chladné proudy pak svou nevyhovující rychlostí proudění a teplotou působí v oblasti nad podlahou lokální tepelnou nepohodu.

Při nevhodně umístěném otopném tělese na neochlazené stěně bude termostat nastaven na vyšší teplotu, než kdyby otopné těleso bylo umístěno pod oknem. Vyšší teplotou se tak nevhodně kompenzuje chybné umístění a chybějící místní vyrovnání chladného sálání. Zároveň je tak produkována i vyšší potřeba tepla.

Při porovnávání rozdílných otopných soustav a různého umístění otopných těles lze vycházet ze stejné vnitřní teploty vzduchu. Pro zjištění chladných proudů a chladného sálání je důležitou hodnotou povrchová teplota. Povrchová teplota okna se součinitelem prostupu tepla $\mu = 1,5 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$ (při vnější výpočtové teplotě -12°C) bude pouze 14°C . Vzhledem k této nízké teplotě, o 6 K nižší než je vnitřní výpočtová teplota vzduchu 20°C , vzniknou na okenní ploše $2 \times 1,5 \text{ m}$ chladné padající proudy ($60 \text{ m}^3/\text{h}$ s rychlostí $0,3 \text{ m/s}$) působící v oblasti podlahy [1]. Rychlost proudění $0,3 \text{ m/s}$ působí již nepříznivě. Nejvyšší přípustná hodnota rychlosti proudění v pásmu pohybu lidí je pro sedící osoby $0,25 \text{ m/s}$. Také teplota 14°C chladné okenní plochy bude z hlediska tepelného sálání působit nepříznivě (chladné sálání).

K těmto jevům se přidává i přívod chladného venkovního větracího vzduchu spárami oken, který významně ovlivní chladné k podlaze padající proudy. Zvýší se jak množství chladného vzduchu proudícího k podlaze, tak i rychlost proudění.

U vytápěných budov, které jsou tepelně technicky provedeny podle nové normy (ČSN 73 0540–1 až 4) se dosahuje nižšího rozdílu mezi teplotou vzduchu a povrchu, než je uvedeno v předchozím odstavci. Přesto je i zde úkolem projektanta kompenzovat chladné sálání okna do vytápěného prostoru, stejně jako proudění chladného vzduchu.

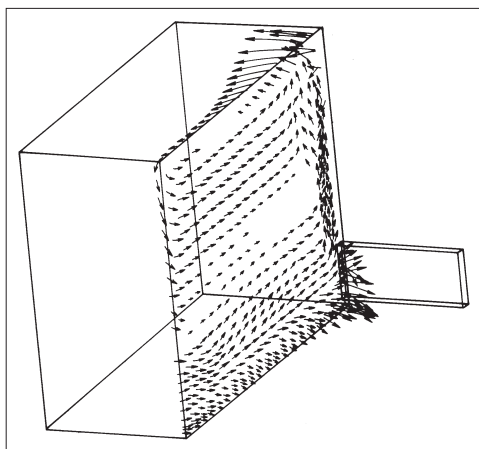
Pro omezení padajících chladných proudů od okenní plochy a od infiltrace je nutné umístit otopné těleso vždy pod okno a délku otopného tělesa volit pokud možno stejnou jako délku okna.

Počítačovou simulací (programem Fluent) bylo analyzováno vhodné umístění otopného tělesa – obr. 1 až 3. Na obr. 1 je průběh rychlostí ve vertikální rovině vytápěné místnosti vedené na začátku otopného tělesa, které je umístěno pod oknem. Vektory rychlostí ukazují, jak se chladný padající proud mísí s teplem konvekčním proudem stoupajícím vzhůru od tělesa a je jím strháván vzhůru a zároveň do stran od roviny řezu. Obr. 2 zobrazuje ideální kompenzaci chladných proudů ve vertikální rovině řezu vedené v poloviční délce otopného tělesa. Je patrné, že veškeré chladné proudy se obrací vzhůru, mísí se s teplem proudem vzduchu a proplachují s vhodnou rychlostí proudění vytápěný prostor. Obr. 3 ukazuje rozložení vektorů rychlostí v bezprostřední blízkosti obvodové stěny s oknem, pod kterým je instalováno otopné těleso. Padající chladné proudy od obvodové zdi na stranách otopného tělesa jsou částečně strhávány nad těleso a zbylé, které proudí na podlahu vytápěné místnosti mají vzhledem k dostatečnému R ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) stěny podstatně nižší rychlosti, než jsou přípustné hodnoty vzhledem k dodržení pohody prostředí.

NÍZKOENERGETICKÉ OBJEKTY

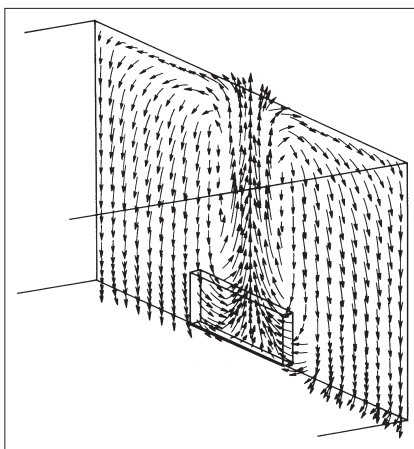
Rozhodující přínos k objasnění problematiky umísťování otopných těles v nízkoenergetických domech učinil prof. Richter. Provedl energetickou analýzu a zároveň detailní určení tepelně-fyziologických aspektů pro různá umístění otopných těles v typické místnosti nízkoenergetického domu.

Uvažujeme tedy jednu místnost nízkoenergetického domu, která má tepelnou ztrátu 485 W . Pro místnost je charakteristické, že má dvě stejně velká okna, symetricky umístěná ve stěně obvodového pláště budovy. Všechny ostatní stěny obklopující sledovanou místnost, sousedí s prostory vytápěnými na stejnou teplotu (nedochází k prostupu tepla).



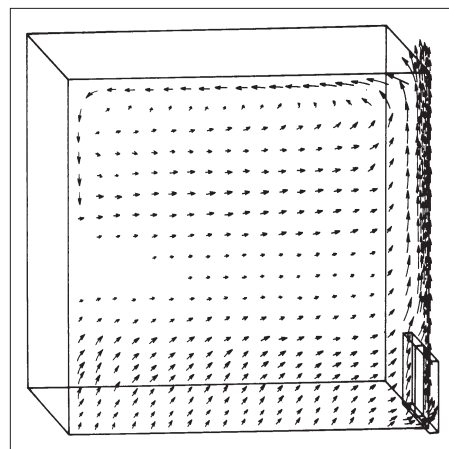
Obr. 1 Zobrazení vektorů rychlostí proudění vzduchu ve vertikálním řezu místností na počátku otopného tělesa

$w_{\min} = 0,25 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$, $w_{\max} = 0,2 \text{ m/s}$



Obr. 3 Zobrazení vektorů rychlostí proudění vzduchu ve vertikálním řezu místností bezprostředně před oknem.

$w_{\min} = 0,94 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$, $w_{\max} = 0,44 \text{ m/s}$



Obr. 2 Zobrazení vektorů rychlostí proudění vzduchu ve vertikálním řezu místností uprostřed délky otopného tělesa

$w_{\min} = 0,041 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$, $w_{\max} = 0,54 \text{ m/s}$

Analyzovány byly různé pozice otopných těles ve vytápěném prostoru. První umístění představují dvě otopná tělesa instalovaná k obvodové stěně symetricky pod okna. Další instalace představuje stejná dvě tělesa u postranní příčky, kolmé ke stěně obvodového pláště. Poslední umístění těles je u vnitřní příčky protilehlé k obvodové stěně s okny.

Pro účely modelu byla zachována stále stejná velikost otopných těles, tj. $L/H/B = 1000/600/20 \text{ mm}$. Teplotní spád u otopných těles byl $70/55 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Při simulaci byly použity programy Trnsys-TUD a Parallel NS. Zohledněn byl typický 24h cyklus včetně povětrnostních podmínek. Intenzita větrání byla zajišťována nastavitelnými infiltračními prvky v konstrukci okna na $n = 0,13; 0,25 \text{ a } 0,5 \text{ h}^{-1}$. V době provětrávání (větrání otevřenými okny) 6:30 až 6:51 a 19:30 až 19:51 h se dosahovalo intenzity větrání $n = 4,5 \text{ h}^{-1}$. Žádaná operativní teplota uvnitř místnosti nastavená v PI regulátoru, který reguloval tepelný výkon otopných těles, byla $21 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Referenční bod snímání vnitřní teploty byl uprostřed místnosti ve výšce $0,6 \text{ m}$. Referenční teplotu regulátor přepočítával na operativní teplotu a porovnával s žádanou hodnotou.

V tepelném modulu budovy byly zohledněny dvě fáze, resp. dva simulační časové úseky. První fáze A představovala 92hodinový cyklus s konstantními okrajovými podmínkami ($t_e = -2 \text{ }^{\circ}\text{C}$, žádné tepelné zisky z oslunění). Druhá fáze B představovala 168hodinový cyklus s periodicky se měnícími okrajovými podmínkami, které se tak měnily v sedmi identických cyklech.

Tab. 1 ukazuje energetické hodnoty v periodě jednoho dne, které se u sledovaných variant vyskytovaly. Výsledky jednoznačně ukazují, že otopná tělesa umístěná u obvodové stěny pod okny vykazují jak pro fázi A, tak pro fázi B, nejnižší potřebu tepla. Větší množství odebraného tepla ze soustavy přísluší instalaci otopných těles u vnitřní protilehlé stěny a největší energetická náročnost pak tělesům u boční vnitřní stěny.

Hlavní příčinu výrazně diferencovaných potřeb tepla shledáváme v nutnosti kompenzace působení místních tepelných toků. Tělesa umístěná u obvodové stěny pod okny přímo kompenzují chladné proudy vzduchu, avšak při umístění otopných těles u vnitřní protilehlé stěny oknům je vliv tělesa na chladné proudy nepatrný. Zde se můžeme těšit pouze z možnosti celkem dobré kompenzace „chladného“ sálání od prosklených ploch obvodové konstrukce. Ještě méně příznivé poměry nastanou při instalaci otopných těles na stěnu boční, kolmou k obvodové stěně s okny. Zde je i kompenzace „chladného“ sálání prosklených ploch díky geometrii prostoru a umístění ochlazovaných a ohříváných ploch menší. U této varianty se tak výrazně zhoršené podmínky sdílení tepla u otopných těles projeví, i vzhledem k požadavku dodržení žádané teploty v referenčním bodě, zásahem regulátoru směrem ke zvýšení výkonu otopných těles.

Tab. 1 Potřeba energie v průběhu jednoho dne pro různé varianty umístění otopných těles [2]

Varianta	Odevzdané teplo [kWh/d]	
	Fáze A	Fáze B
OT pod okny	3,27	2,82
OT u vnitřní protilehlé stěny	3,29	3,00
OT u vnitřní boční stěny	3,78	3,05

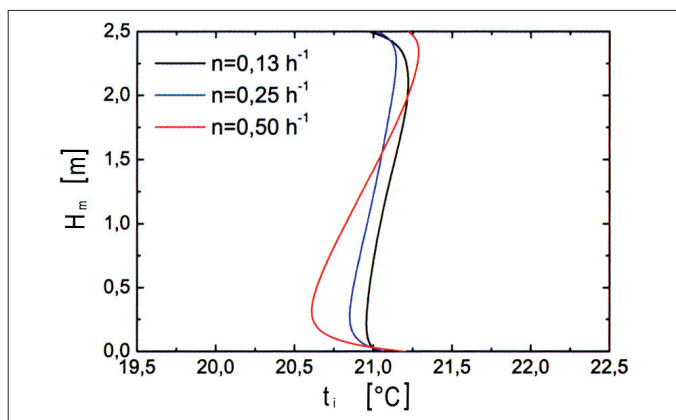
Jiné výzkumy [6] ukazují, že pokud se referenční bod regulátoru posune ze středu místnosti (zde ve výšce $0,6 \text{ m}$) směrem k venkovní stěně, popsané negativní tendence ještě výrazně posílí. Z teplotních profilů sledované místnosti (obr. 4, 5 a 6) lze také odečíst, že profily pro otopná tělesa umístěná u boční stěny vykazují mohutnější prohnutí, tj. větší rozptýl teplot.

Určení potřeby tepla, resp. průměrné hodnoty odevzdaného tepla za jeden den pro variantu s konstantním přívodem větracího vzduchu nastavitelnými spárami oken jsou uvedeny v tab. 2.

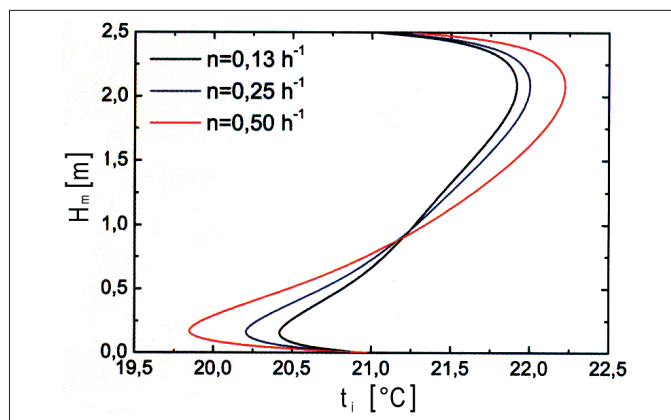
Tab. 2 Odevzdané teplo pro různé varianty umístění otopných těles při různých konstantních výměnách vzduchu [2]

Varianta	Odevzdané teplo [kWh/d]	
	Fáze A	Fáze B
Intenzita větrání $n = 0,13 \text{ h}^{-1}$		
OT pod okny	3,42	3,21
OT u vnitřní protilehlé stěny	3,93	3,28
OT u vnitřní boční stěny	4,14	3,62
Intenzita větrání $n = 0,25 \text{ h}^{-1}$		
OT pod okny	4,36	4,13
OT u vnitřní protilehlé stěny	4,65	4,05
OT u vnitřní boční stěny	4,86	4,37
Intenzita větrání $n = 0,50 \text{ h}^{-1}$		
OT pod okny	6,07	6,11
OT u vnitřní protilehlé stěny	6,27	5,74
OT u vnitřní boční stěny	6,45	5,96

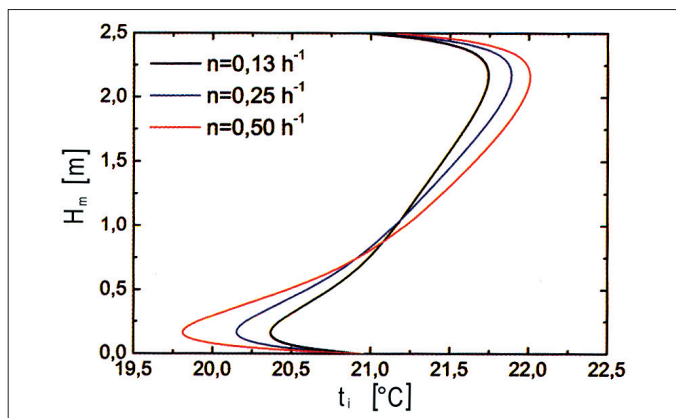
Podíváme – li se na výsledky uváděné v tab. 2, opět zde vykazuje největší potřebu tepla varianta s otopným tělesem umístěným u boční vnitřní stěny. Tato varianta má vždy největší spotřebu tepla, a to bez ohledu na intenzitu



Obr. 4 Rozložení teploty vzduchu po výšce místnosti fáze A; otopné těleso u obvodové stěny pod okny [2]



Obr. 6 Rozložení teploty vzduchu po výšce místnosti fáze A; otopné těleso u vnitřní boční stěny [2]



Obr. 5 Rozložení teploty vzduchu po výšce místnosti fáze A; otopné těleso u vnitřní protilehlé stěny [2]

větrání spárami oken. Nejmenší hodnoty odevzdaného tepla do vytápěného prostoru dostáváme opět pro případ instalace otopných těles u obvodové konstrukce pod oknem.

Je taktéž zajímavé povšimnout si průběhů teplotních profilů vzduchu po výšce vytápěné místnosti (obr. 4 až 6). Vzhledem k vývoji obrazů proudění a kompenzaci chladných proudů vzduchu u okna doznává teplotní profil pro variantu otopných těles umístěných u obvodové stěny pod okny rozdíl pouhých cca 0,7 K. Tato hodnota je dosažena při dříve uvedené poměrně vysoké střední teplotě na otopných tělesech, která byla navržena standardní metodou. Pokud bychom otopná tělesa navrhovali bilanční metodou [4], vyšla by nám projektovaná střední teplota na otopných tělesech ještě nižší a teplotní profil by byl vyrovnanější, tj. s ještě menším rozptylem teplot po výšce místnosti než je 0,7 K. Podstatně větší rozptyl teplot, tj. více prohnutý teplotní profil, získáme u variant umístění otopných těles u boční a protilehlé stěny ke stěně obvodové. Zde je běžně dosahovaný rozptyl teplot 2 K, přičemž otopné těleso umístěné u boční stěny vykazuje rozptyl ještě větší.

Zjištěné výsledky ukazují, že ani u nízkoenergetických domů není otázka umístění otopných těles nedůležitá. Hraje zde stále roli jak hledisko optimalizace tepelného komfortu, tak (a zde především) hledisko energetické náročnosti. Otopné těleso umístěné u obvodové konstrukce pod oknem poskytuje vždy nejnížší nároky na dodávku tepelné energie a zároveň nejvyšší komfort z hlediska rozložení teplot, obrazů proudění vzduchu a kompenzace „chladného“ sálání od prosklených ploch ve vytápěném prostoru. U ostatních variant instalace otopných těles se vyskytují zvýšené nároky na dodávku tepla vzhledem k nutné kompenzaci nevhodného umístění otopných těles v prostoru. Obrazy proudění, teplotní profily a kompenzace „chladného“ sálání nejsou tak příznivé. Nejmeně příznivou variantou je umístění otopných těles u boční přičky.

TEPELNÁ POHODA

Nejdůležitější veličiny pro hodnocení tepelné pohody jsou uvedeny v ČSN EN ISO 7730. Rozlišujeme tak mezi:

- globálními kritérii
 - PMV je předpověď středního tepelného pocitu, která vyjadřuje stupeň tepelného diskomfortu v podobě číselného či slovního vyjádření určeného statistickým šetřením. Fyzikálně je definována jako funkce rozdílu tepelného toku produkovaného organismem a aktuálního toku tepla, který tělu prostředím odnímá.
 - PPD je procentuální podíl nespokojených osob s daným stavem prostředí
- místními kritérii
 - průběh teploty vzduchu po výšce místnosti = teplotní profil
 - asymetrie sálání vyjádřená teplotním rozdílem Δt_r
 - DR je stupeň obtěžování průvanem, který je závislý na teplotě vzduchu, střední rychlosti proudění vzduchu a intenzitě turbulence
 - střední radiační teplota t_r (dříve účinná teplota okolních ploch).

Známa veličina, tzv. operativní teplota t_o , je pro posuzování změn v místnosti s jednoznačně daným malým prouděním vzduchu vhodná pouze podmíněně [8]. V našich případech je stabilně udržována regulátorem na požadované hodnotě podle odečtu hodnot ve středu místnosti ve výšce 0,6 m.

Výzkum, který se zabýval vlivem umístění otopného tělesa na parametry tepelné pohody, realizoval Dr.-Ing. Seifert (Institut für Thermodynamik und TGA der TU Dresden) [6]. Věnoval se typické místnosti nízkoenergetického domu, kde byly voleny varianty umístění otopného tělesa:

- I. otopné těleso u obvodové stěny pod oknem
- II. otopné těleso u boční vnitřní stěny blízko okenní stěny
- III. otopné těleso u boční vnitřní stěny v jejím středu
- IV. otopné těleso u vnitřní stěny protilehlé stěně okenní.

Okrajové podmínky představovaly: $t_e = -5 \text{ °C}$; $t_o = 22 \text{ °C}$ uprostřed místnosti ve výšce 0,6 m. Regulátor zajistil, aby tato hodnota byla u každé sledované varianty dodržena.

S ohledem na zajištění požadované výměny vzduchu byla v simulaci uvažována nastavitelná infiltrační spára ve spodní části okna po celé jeho délce. Nejmenší intenzity větrání $n = 0,25 \text{ h}^{-1}$ korespondují s předpokladem, že výpočtová hodnota $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$ v sobě zahrnuje i příslušné chování uživatele, resp. provětrávání a hodnota $n = 0,25 \text{ h}^{-1}$ je dostatečná stran minimální výměny vzduchu k zamezení vzniku plísní a dalších škod na objektu.

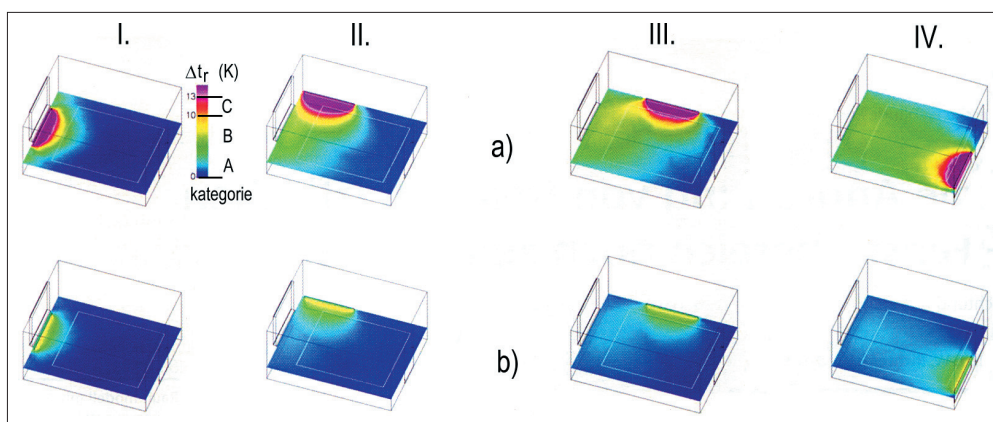
Z výzkumu vyplývá, že globální kritéria PMV a PPD nemají v tomto případě náležitou vypovídající schopnost. Z místních kritérií je použitelná především asymetrie sálání Δt_r a stupeň obtěžování průvanem DR. Zavedme si na základě hodnot uváděných v ČSN EN ISO 7730 hodnotící kategorie A, B a C, které umožní označit určité poměry jako vhodné, méně vhodné, přípustné a nevhodné. Zde se vzhledem k jednotlivým kategoriím orientujeme především na znalost střední radiační teploty $t_{r,s}$, místních teplot vzduchu t_a a místních středních rychlostí vzduchu w .

Úroveň tepelné ochrany budov má velký vliv na tepelnou pohodu [1]. S rostoucí tepelnou ochranou budov se vylepšuje asymetrie sálání při instalaci otopného tělesa pod okno a získáváme tak optimální poměry (obr. 7) [3].

Obr. 8 a 9 ukazují vztah mezi umístěním otopného tělesa a intenzitou větrání ($n = 0,25$ a $0,5 \text{ h}^{-1}$). Zde platí, že na rozdíl od dolů padajících chladných konvekčních proudů, tvořících se na výšce okna, má venkovní vzduch proudící spárou okna značný vliv na riziko obtěžování průvanem. S přihlédnutím k výšce kotníků (0,1 m) je patrné, že dochází ke kompenzaci pouze v případě otopného tělesa umístěného pod oknem.

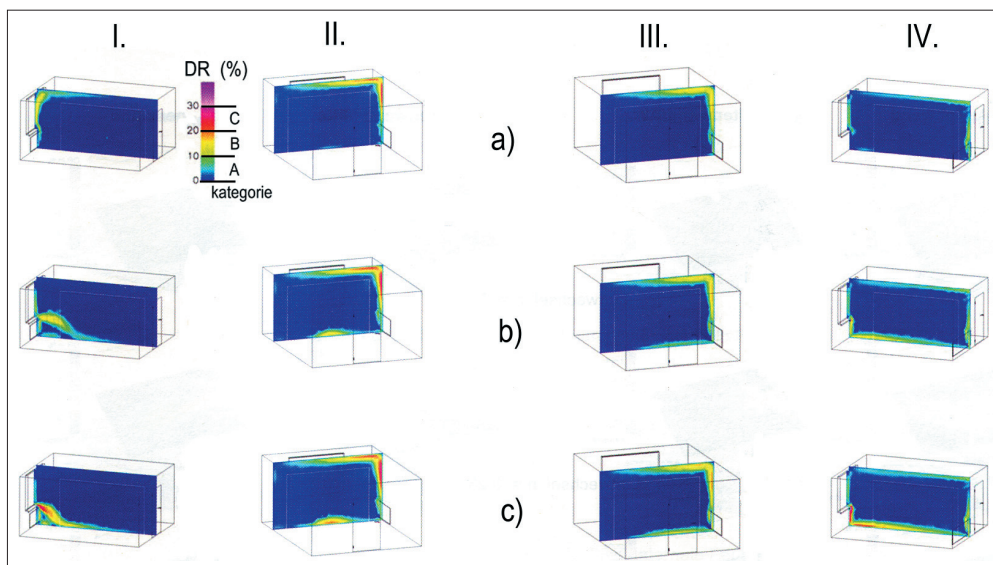
Obr. 8 a 9 ukazují oblasti značně nepříznivé rychlosti proudění chladného vzduchu a i jím odpovídající nepříznivá pole DR. Chladný proud vzduchu klesá k podlaze díky velmi malým indukčním poměrům, neboť vstupní rychlosti vzduchu infiltrační spárou jsou malé. Rozsáhlá nepříznivá pole DR by se dala optimalizovat úpravou přívodu větracího vzduchu, ale to bychom se již nepohybovali v oblasti běžné infiltrace.

Přesto, že se rozmáhají názory, které tvrdí, že co nízkoenergetický dům, to nucené větrání bez otopné soustavy, domnívám se, ve shodě s německými zkušenostmi, že i u nízkoenergetických domů se bude nadále pro krytí tepelných ztrát využívat otopné soustavy, stejně tak i větrání infilrací spárami oken.



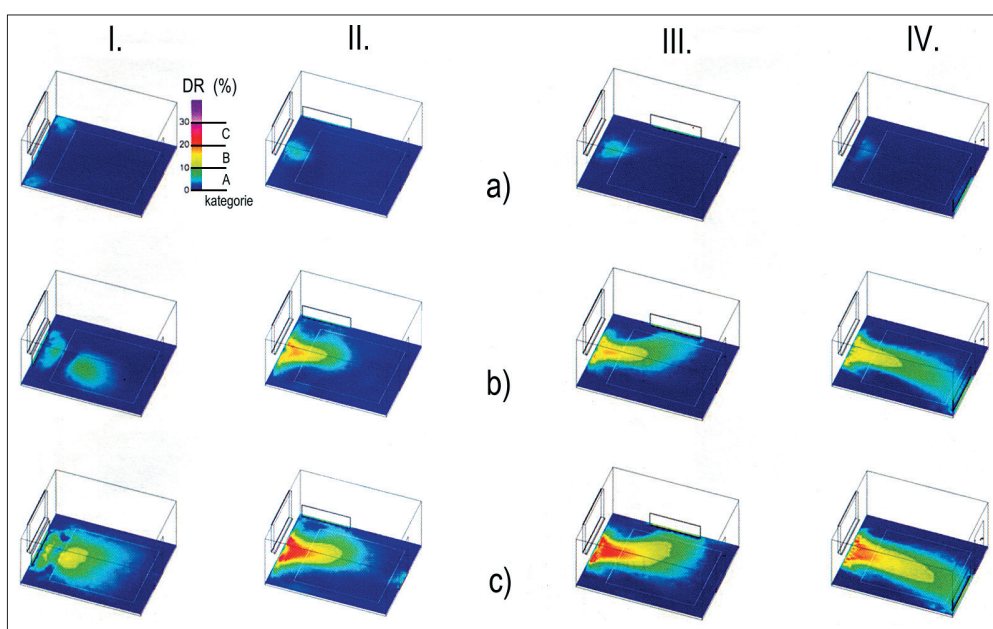
Obr. 7 Vliv umístění otopného tělesa v prostoru pro „standardní“ a nízkoenergetické domy na asymetrii sálání Δt_r , uvažovaný ve vodorovné rovině řezu ve výšce 0,6 m při $n = 0 \text{ h}^{-1}$. I, II, III, IV – umístění otopného tělesa;

a) starší zástavba („standardní“); b) nízkoenergetické domy; kategorie A a B je pro $\Delta t_r < 10 \text{ K}$; kategorie C je pro $\Delta t_r < 13 \text{ K}$ [3]



Obr. 8 Vliv umístění otopného tělesa v prostoru při různé intenzitě větrání infiltrační spárou na stupeň obtěžování průvanem DR, uvažovaný ve vertikální rovině. I, II, III, IV – umístění otopného tělesa;

a) $n = 0 \text{ h}^{-1}$; b) $n = 0,25 \text{ h}^{-1}$; c) $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$; kategorie A pro $\text{DR} < 10 \%$; kategorie B pro $\text{DR} < 20 \%$; kategorie C pro $\text{DR} < 30 \%$ [3]



Obr. 9 Vliv umístění otopného tělesa v prostoru při různé intenzitě větrání infiltrační spárou na stupeň obtěžování průvanem DR, uvažovaný ve vodorovné rovině 0,1 m nad podlahou. I, II, III, IV – umístění otopného tělesa;

a) $n = 0 \text{ h}^{-1}$; b) $n = 0,25 \text{ h}^{-1}$; c) $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$; kategorie A pro $\text{DR} < 10 \%$; kategorie B pro $\text{DR} < 20 \%$; kategorie C pro $\text{DR} < 30 \%$ [3]

ZÁVĚR

Uváděná doporučení stran instalace otopných těles k obvodové stěně pod okno dnes mnohdy nejsou dodržována, a to se zdůvodněním, že pro nízkoenergetické domy neplatí. Výzkumy však prokazují, že i u nízkoenergetických domů, kde je výměna vzduchu zajišťována infiltrací, je problematika umísťování otopných těles ve vytápěném prostoru nepodcenitelná. Ve výsledku se ukazuje, že stejná kritéria a doporučení platí jak pro starší zástavbu, tak pro budovy s vysokou mírou tepelné ochrany.

Z pohledu zajištění tepelného komfortu, ale i (a možná především) stran energetických úvah, lze názor, že u nízkoenergetických budov nezáleží na umístění otopných těles, zcela vyvrátit. Hledisko asymetrie sálání a chladných padajících proudů sice u nízkoenergetických domů nemá takovou váhu jako u starší zástavby, ale s ohledem na větrání zajišťované infiltrací spárami oken a provětráváním, platí stále stejná doporučení. Stupeň obtěžování průvanem a asymetrie sálání se tak stávají hlavními sledovanými kritérii stran zajištění tepelné pohody. Z pohledu energetické náročnosti vykazuje otopné těleso umístěné u obvodové stěny pod oknem vždy nejnížší nároky na dodávku tepelné energie. Rovněž obrazy proudění, teplotní profily a kompenzace negativních vlivů jsou u této varianty instalace otopného tělesa vždy příznivější.

Na základě výzkumů a dříve uvedeného lze jednoznačně doporučit instalaci otopných těles pod okna k obvodové konstrukci i u nízkoenergetických domů s větráním zajišťovaným infiltrací.

Práce vznikla s podporou Výzkumného záměru MSM 6840770011 Technika životního prostředí.

Použitá zdroje:

- [1] Bašta, J.: Otopné plochy. Praha: Ediční středisko ČVUT, 2001. – 328 s. – ISBN 80-01-02365-6.
- [2] Seifert, J., Richter, W.: Ist die Anordnung von freien Heizflächen im Fensterbereich noch zeitgemäß? – Energetische Betrachtung. In: HLH Bd. 56, Nr. 12. 2005. s. 29-33. ISSN 1436-5103.

- [3] Seifert, J., Richter, W.: Ist die Anordnung von freien Heizflächen im Fensterbereich noch zeitgemäß? – Betrachtung aus Sicht der thermischen Behaglichkeit. In: HLH Bd. 57, Nr. 1. 2006. s. 25-29. ISSN 1436-5103.
- [4] Bašta, J.: Nový pohled na návrh otopných těles. In: Vytápění, větrání, instalace. 7, č. 2 (1998), s. 67-68. ISSN 1210-1389.
- [5] Bašta, J.: Otopná plocha a ovlivnění parametrů vnitřního prostředí. In: <http://www.tzb-info.cz>, 1.11.2002
- [6] Seifert, J.: Zum Einfluss von Luftströmungen auf die thermischen und aerodynamischen Verhältnisse in und an Gebäuden, Dissertation, TU Dresden 2005.
- [7] Richter, W.: Optimale Heizkörper– Anordnung in Räumen von Gebäuden mit höherem Wärmeschutzniveau. Forschungsbericht TU Dresden. 2005.
- [8] Richter, W., Windisch, K.: Die operative Temperatur als Vergleichsmaßstab. In: HLH Bd. 55, Nr. 2. 2004. s. 77-82. ISSN 1436-5103. ■

* YORK sází na „Tempo“

S novou sérií „Tempo“ přichází firma York (*Johnson Controls Company*) na trh chladicích zařízení pro střední výkony od 180 do 480 kW, zejména pokud se týče energetické účinnosti, kompaktnosti a emisí hluku. Jde o řadu 10 vzduchem chlazených chladicích agregátů na bázi chladiva R 410A.

Tempo je kompaktní jednotka „na zástrčku“, vyžadující minimální půdorysnou plochu. Podle velikosti obsahuje 4 až 6 spirálových (scroll) kompresorů Copeland, které zásobují dva chladicí okruhy. Speciální řízení kompresorů umožňuje zvlášť malý minimální objem vody v hydraulickém okruhu, proto může odpadnout vyrovnávací zásobník. Chladiče mají mikroprocesorovou regulaci, umožňující připojení na řídicí centrum budovy. Na vyžádání lze jednotky vybavit hlukovou izolací (ve vzdálenosti 10 m okolo 54 dB(A)) a do chladiče integrovaným Hydro-Kit(em), obsahujícím mj. hlídač průtoku z čerpací jednotky studené vody s vodním filtrem.

Jednotky Tempo dosahují jmenovité hodnoty energetické účinnosti (EER = Energy Efficiency Ratio) až 3,1, a podle provedení a velikosti roční pracovní číslo (ESEER = European Seasonal EER) až asi 4,0. Pracují při teplotách okolí od –18 do +50 °C a dodávají studenou vodu mezi +15 a –10 °C.

CCI 3/2006

(Ku)