

Ing. Tomáš MAKAL
prof. Ing. Jiří BAŠTA, Ph.D.
ČVUT v Praze, Fakulta strojní,
Ústav techniky prostředí

Otopná tělesa se sériovým zatékáním do desek

Radiators with Serial Flow-through the Panels

Recenzent
Ing. Petr Šerks

Článek se věnuje otopným tělesům se sériovým zatékáním do jednotlivých desek a tělesům s jiným než paralelním zatékáním. Výsledky jsou založeny na laboratorním měření dvou otopných těles, jedno se sériovým zatékáním a druhé s řízeným zatékáním do desek. Pro zmapování chování otopných těles ve vytápěném prostoru byla použita matematická simulace v programu Fluent. Na základě získaných výsledků byl posouzen vliv na možné energetické úspory a vliv na střední radiační teplotu ovlivňující výslednou teplotu ve vytápěném prostoru.

Klíčová slova: deskové otopné těleso, sériové zapojení desek, úspory, sálání

The article deals with radiators with serial flow-through the individual panels and radiators with non-parallel flow-through. The results are based on laboratory measurements of two radiators, one with serial flow-through and one with controlled flow into the panels. The mathematical simulation in the software Fluent has been used for evaluating the behaviour of the radiators in the heated space. The possible energy savings and their effect on the mean radiant temperature, affecting also the resulting temperature in the heated space, were assessed on the basis of the obtained results.

Keywords: panel radiator, panel connection, savings, radiation

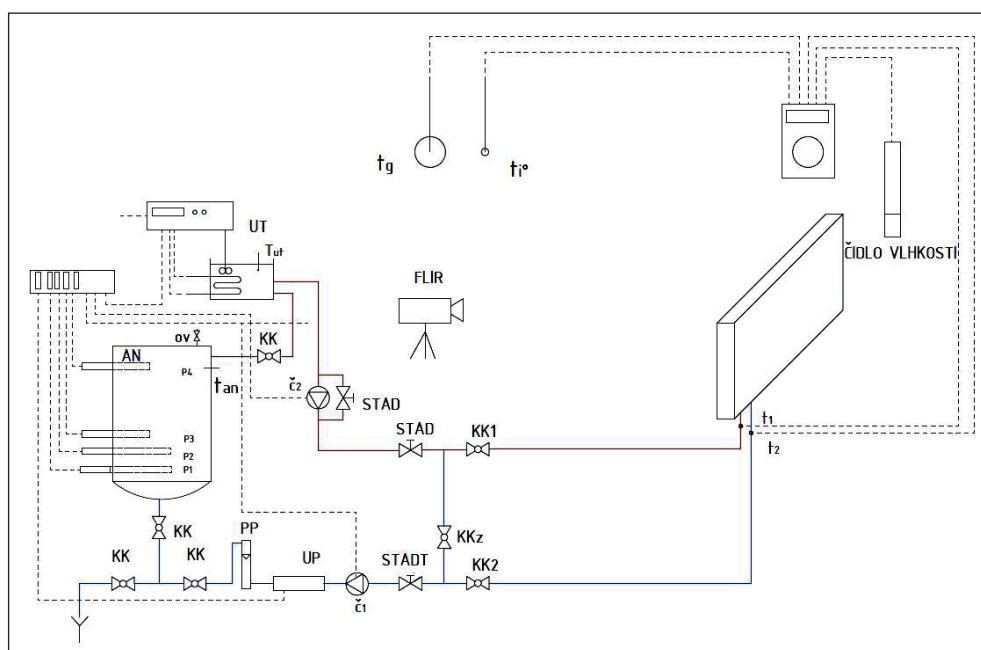
ÚVOD

Zaměření dnešní společnosti na snižování spotřeby energií ovlivňuje každé odvětví lidské činnosti. Skutečnost, že podíl budov na celkové spotřebě energie v Evropské unii činí 40 %, zvyšuje nároky na technická zařízení budov [1], přičemž jednou z nejvýznamnějších položek dle spotřeby energie je bezesporu vytápění. Snaha snížit náklady na vytápění vyžaduje věnovat pozornost každému prvku otopné soustavy, proto výrobci přišli s nabídkou energeticky úsporných otopných těles. Vedle požadavku na zajištění kvality vnitřního prostředí a estetickou funkci jsou nyní kladeny nároky i na možnost úspor nákladů na vytápění. Dle výrobců úsporná tělesa uspoří až 15 % ročních nákladů na vytápění a zároveň přinesou vyšší komfort uvnitř vytápěné místnosti [3].

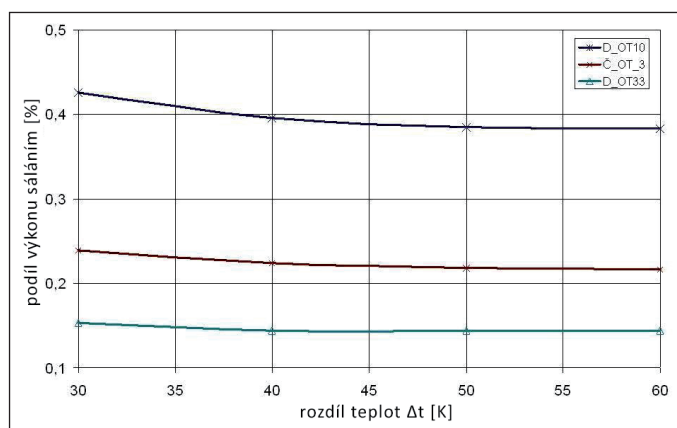
Zdvojená a ztrojená desková otopná tělesa umožňují různá řešení regulace výkonu a hydraulického propojení jednotlivých desek. Na trhu se lze běžně setkat s tělesy s paralelním zatékáním, kdy teplosná látka zatéká současně do přední, zadní a případně i do střední desky současně. Jako energeticky úsporná tělesa jsou pak výrobci označována tělesa s méně běžným sériovým zatékáním. Sériové zatékání spočívá v tom, že teplosná látka nejdříve proteče přední deskou a až posléze natéká do desky zadní. Úspory si pak výrobci odvozují ze skutečnosti, že je přední deska otopného tělesa více prohřátá než deska zadní. Další možností, jak zasáhnout do hydraulického propojení desek, je možnost nastavování zatékání otopné vody do zadní desky otopného tělesa až po možnost jejího úplného uzavření.

POŽADAVKY NA ENERGETICKY ÚSPORNÁ OTOPNÁ TĚLESA

Příčinou hledání alternativního řešení zapojení vícedeskových otopných těles je jejich chování v přechodném období, kdy tělesa pracují v oblasti částečného tepelného výkonu. U otopných těles, která se standardně navrhuje na jmenovitý výkon při venkovní výpočtové teplotě, klesá v přechodném období díky regulačním zásahům průtok tělesem s cílem získání nižšího výkonu [4]. U tzv. klasických otopných těles s paralelním zapojením desek tak nedojde k úplnému prohřátí teplosměnné plochy. Povrchová teplota tělesa se uživateli jeví jako chladná, pocitově nepříjemná [6]. Důsledkem je snaha zajistit vyšší střední povrchovou teplotu otopného tělesa na straně do místnosti. Tím by mělo dojít k vyššímu podílu sálavé složky výkonu, kterou lidské tělo vnímá příjemněji,



Obr. 1 Schéma experimentální tratě
Fig. 1 Scheme of the experimental track



Obr. 2 Podíl tepelného výkonu sdíleného sáláním v závislosti na rozdílu střední teploty vody a teploty vzduchu [6]

Fig. 2 Fraction of the heat output shared by radiation in dependence on the difference of the mean temperature of the water and temperature of the air [6]

a zároveň k úsporám, neboť pocit tepelné pohody se dostaví již při nižší teplotě vzduchu (stejná výsledná teplota). Výrobci energeticky úsporných otopných těles tak deklarují mnohé výhody, které se pokusíme analyzovat. Svou pozornost jsme zaměřili na dvě otopná tělesa. Jedno od společnosti Kermi, která nabízí tělesa s čistě sériovým zapojením desek, a druhé deskové otopné těleso od společnosti Korado s řízeným zatékáním do zadní desky.

EXPERIMENT

Cílem měření bylo získání středních povrchových teplot za ustáleného jmenovitého stavu důležitých pro vstup do počítačové simulace a zároveň postižení vývoje středních povrchových teplot u přední a zadní desky těles v čase. Měření mělo za úkol ověřit informace o rozdílných povrchových teplotách přední a zadní desky předkládané výrobcí. Proběhlo tak standardní měření jmenovitých výkonů otopných těles na tzv. otevřeném měřicím místě (obr. 1) a zároveň byly snímány povrchové teploty těles na obou stranách s využitím termokamery Flir ThermaCAM S65 pro snímání zadní desky a Flir T460 pro snímání přední desky.

Nejdříve bylo měřeno těleso Kermi Therm-x2 Profil-V Typ 12 (jedná se o typ 21 se dvěma deskami a jedním konvekčním plechem) o rozměrech 600 × 1000 mm s pravým spodním připojením. Poté následovalo měření otopného tělesa Korado Radik X-control Profil-VK typ 21 – 600 × 1000 mm. Toto těleso bylo měřeno při třech provozních stavech. Nastavovací armatura průtoku zadní deskou byla v prvním případě v poloze „zavřeno“, ve druhém „otevřeno“ a ve třetím v poloze „1/2“.

Největší rozdíl středních povrchových teplot mezi přední a zadní deskou 27 °C byl naměřen u tělesa X-control se zavřenou zadní deskou. Při otevření ventilu jsou desky propojeny paralelně a jejich střední povrchová teplota by tak měla být stejná. Při úplném otevření byla střední povrchová teplota zadní desky o cca 1 K vyšší.

U tělesa Therm-x2 se sériovým propojením desek byla střední povrchová teplota na zadní straně tělesa o 4,7 K nižší než teplota desky čelní, a to při jmenovitých teplotních parametrech 75/65 °C. Tento rozdíl se přibližně zdvojnásobí při nastavení teplotních parametrů na 75/55 °C. Lze očekávat, že s dalším škrcením průtoku bude rozdíl ještě výraznější.

Pokud jde o podíl tepla sdílený sáláním a konvekcí, je nutno vzít v úvahu skutečnost, že těleso bylo umístěno při měření v prostoru a nikoliv u instalační stěny, s ohledem na možnost současného snímání povrchových teplot obou stran tělesa. Střední radiační teplota okolních ploch je uvažována stejná před tělesem i za tělesem. V rámci experimentu byla určena z výsledné teploty měřené kulovým teploměrem a z teploty vzduchu měřené stíněným teploměrem. Podle naměřených hodnot sdílí největší část sálavého výkonu směrem do prostoru těleso X-control s uzavřeným průtokem zadní deskou. Zároveň je u tohoto tělesa nejvyšší podíl konvekční složky výkonu. U tělesa Therm-x2 je podíl sálání čelní desky o 2,3 % vyšší než desky zadní při teplotním spádu 10 K. Při teplotním spádu 20 K klesl podíl tepelného výkonu sdíleného sáláním na celkovém tepelném výkonu tělesa o 2 % ve prospěch podílu tepelného výkonu sdíleného konvekcí.

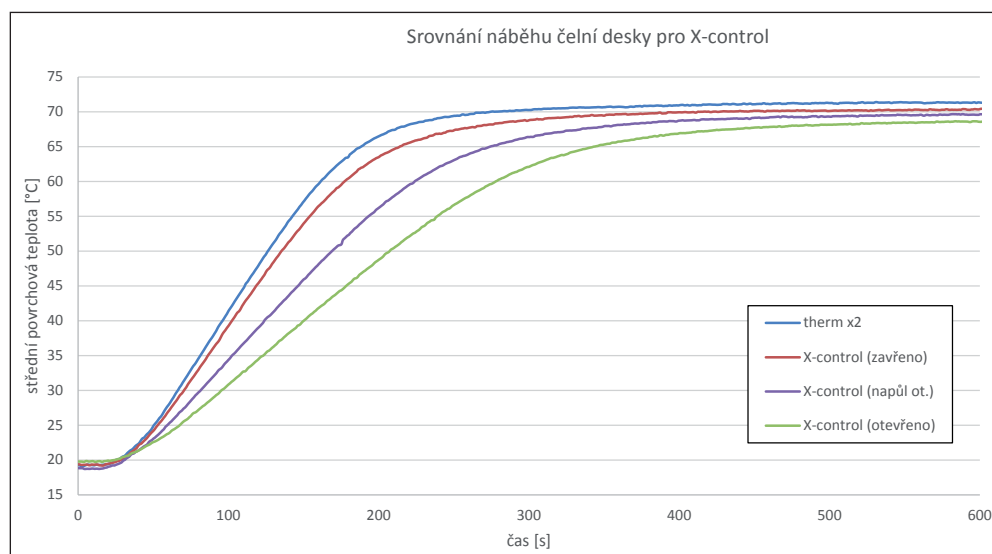
Sériovým zapojením desek nebo omezením průtoku zadní deskou dochází ke snížení střední povrchové teploty zadní desky a tím ke snížení výkonu celého tělesa. Zvýšením teploty přední části tělesa dochází zároveň i ke zvyšování konvekční složky výkonu této přední desky. Podle obr. 2 a níže uvedeného vztahu může konvekční složka výkonu se zvyšující se teplotou narůstat rychleji než sálavá složka a podíl sálavého výkonu na celkovém výkonu tělesa bude tak klesat [6].

$$\dot{Q}_K = \dot{Q} - (\dot{Q}_{SP} + \dot{Q}_{SZ}) \quad [W]$$

kde je:

- \dot{Q}_K tepelný výkon sdílený konvekcí [W],
- \dot{Q} celkový tepelný výkon otopného tělesa [W],
- \dot{Q}_{SP} tepelný výkon sdílený sáláním do vytápěného prostoru [W],
- \dot{Q}_{SZ} tepelný výkon sdílený sáláním na zadní instalační stěnu [W].

Údaje výrobců o navýšení podílu sálavé složky tepelného výkonu otopných těles tak nelze potvrdit. S uvažováním správného umístění tělesa u instalační stěny ještě více klesne tepelný výkon zadní desky sdílený sáláním, zatímco podíl tepelného výkonu sdílený sáláním z čelní desky



Obr. 3 Srovnání náběhu čelní desky těles Therm x2 a X-control

Fig. 3 Comparison of the front panel time rise of the radiators Therm x2 and X-control

zůstane víceméně nezměněn. Výrobci ve svých materiálech neuvádí, vzhledem k jaké hodnotě je nárůst sálavé složky tepla vztažený. Pokud byly údaje o vyšším sálavém výkonu vztaženy k zadní chladné straně tělesa, je pravdou, že sálavý tepelný tok čelní desky je mnohem intenzivnější než zadní chladné desky. Nedošlo však k navýšení podílu tepelného výkonu otopného tělesa sdíleného sáláním do vytápěného prostoru oproti tzv. klasickým deskovým otopným tělesům o stejném počtu desek.

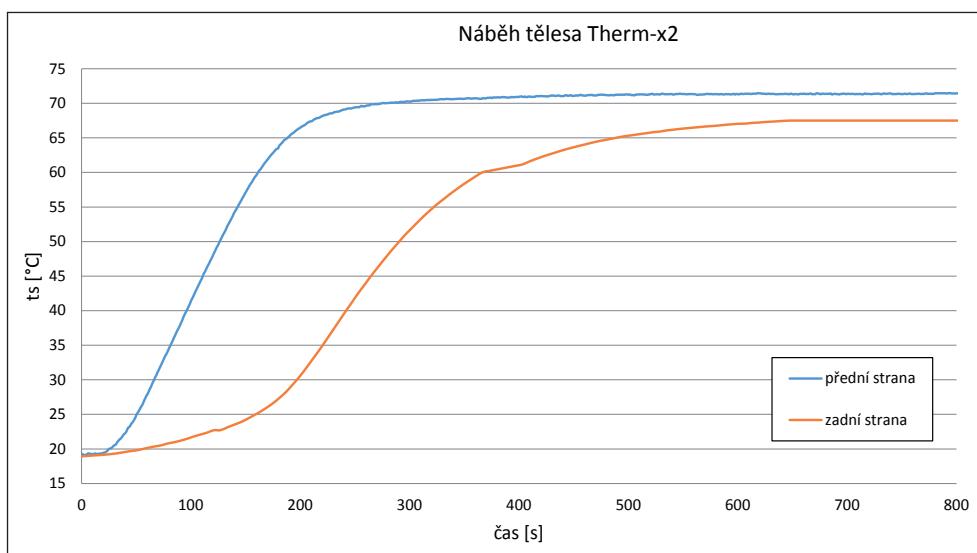
Výrobci zkoušených těles Therm x2 a X-control deklarují rychlejší náběh tělesa do jmenovitého stavu oproti tělesům s klasickým paralelním zapojením. Využili jsme toho, že se otopné těleso X-control s plně otevřenou zadní deskou chová jako klasické otopné deskové těleso s paralelním zatékáním. Je tedy možné naměřené náběhy těles porovnat s náběhem tělesa s paralelním zapojením desek.

Na obr. 3 jsou porovnány náběhy střední povrchové teploty čelní desky pro těleso Therm x2 a tři měřené stavy tělesa X-control. U otopného tělesa X-control došlo zavřením průtoku zadní deskou ke značnému zrychlení náběhu čelní desky otopného tělesa.

Na obr. 4 je srovnání náběhu čelní a zadní desky u tělesa Therm x2. Počáteční nárůst teploty zadní desky je způsobený vedením tepla v oblasti armatur a propojovacích prvků. K hlavnímu nárůstu teploty dochází až po prohřátí čelní desky, kdy už teplosná látka protekla celou přední deskou (cca 3 min.).

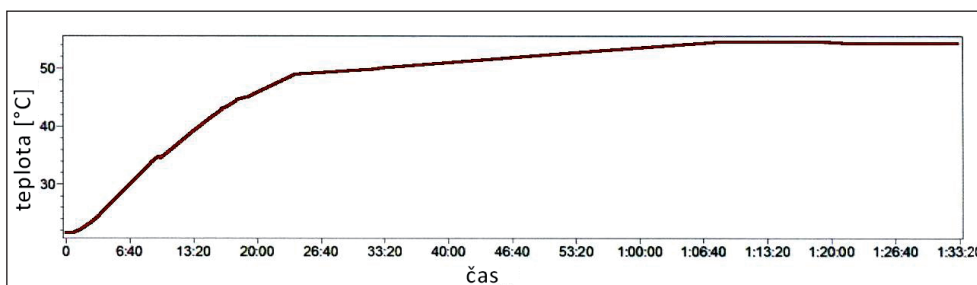
Jiná situace nastává u tělesa X-control, kde je průtok zadní deskou zvlášť škrcen na odtokové armatuře. Snímkování zadní části tělesa při uzavřeném průtoku zadní deskou ukázalo, že v horní rozvodné komoře dochází k protékání teplosné látky od nátokové strany s regulačním ventilem ke druhé straně s odvzdušňovací armaturou. Již po 20 minutách dochází ke zdánlivému ustálení teploty, ale i po této době střední povrchová teplota zadní desky pomalu narůstá.

Pro zbylá dvě nastavení průtoku zadní deskou otopného tělesa X-control platí obr. 7. Ventil v prostřední poloze způsobuje pomalejší náběh zadní desky oproti desce přední. Po 9 minutách dojde k ustálení stavu na přibližně stejné teplotě. S plně otevřeným



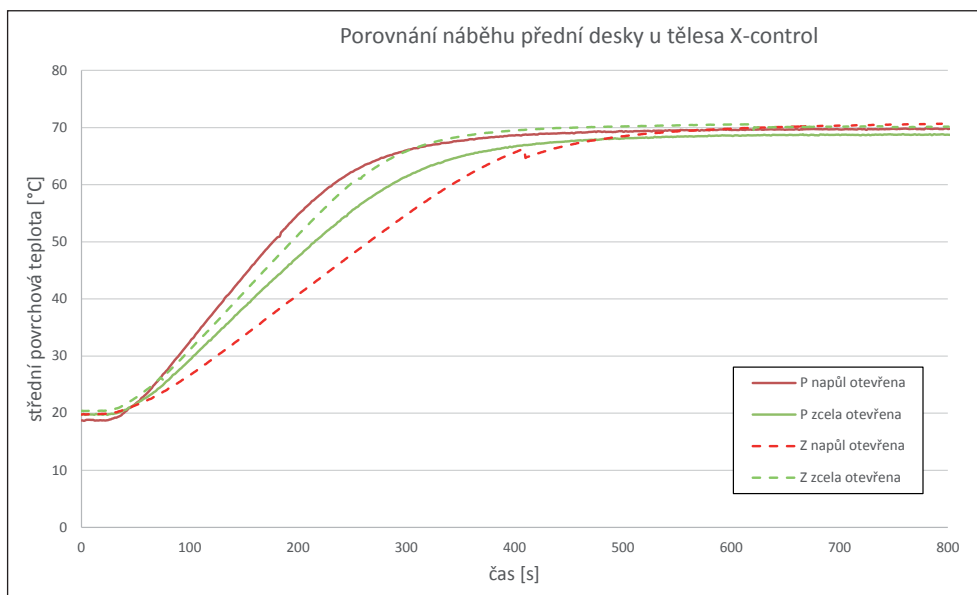
Obr. 4 Porovnání náběhu přední a zadní desky tělesa Therm x2

Fig. 4 Comparison of the front and rear panel time rise of the radiator Therm x2



Obr. 5 Nárůst střední povrchové teploty zadní desky u tělesa X-control se zavřenou zadní deskou; výstup z programu ThermoCAM Researcher

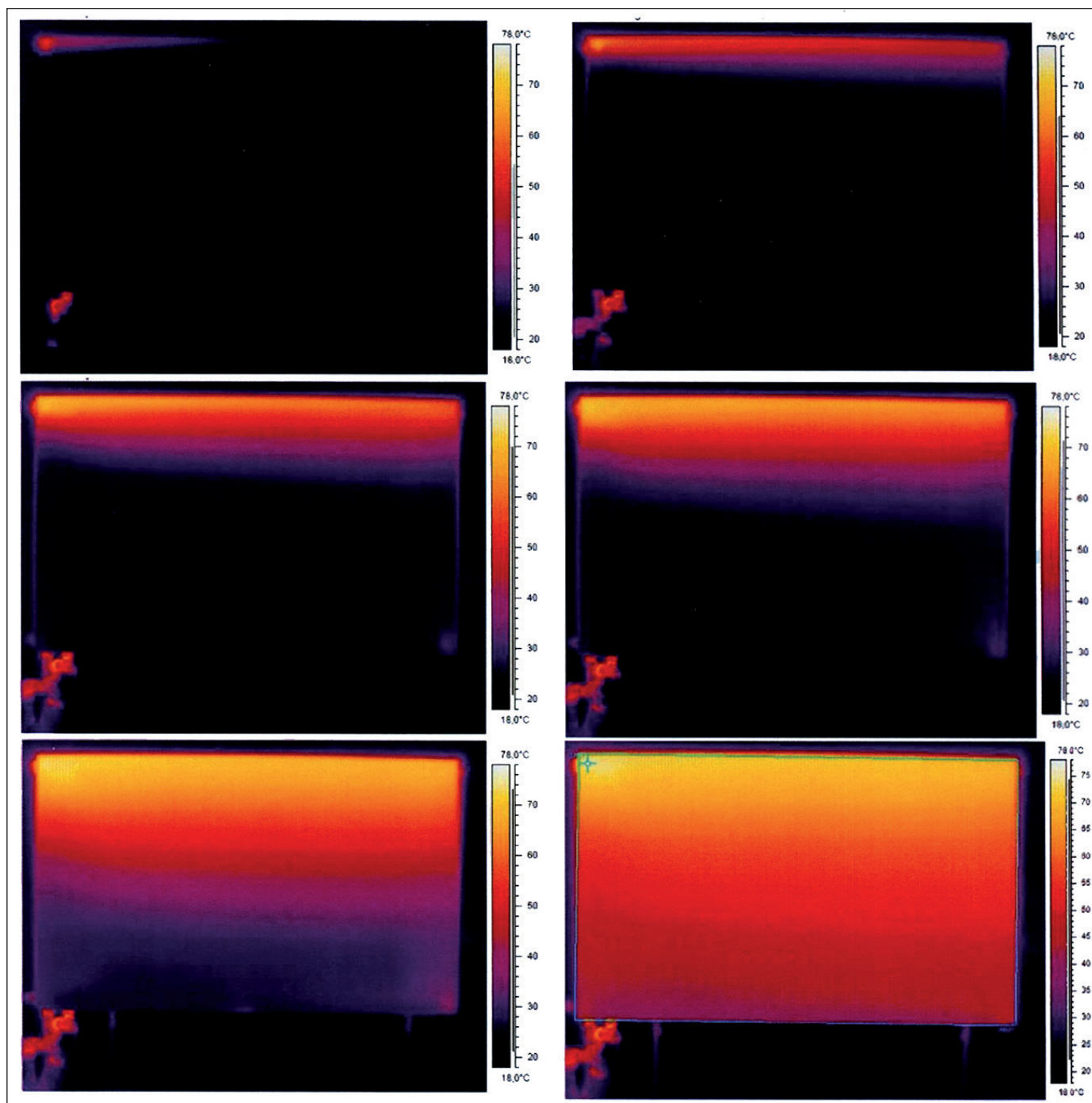
Fig. 5 Increase of the mean surface temperature of the rear panel of the radiator X-control with turned off rear panel; output from the ThermoCAM Researcher software



Obr. 7 Porovnání náběhu přední a zadní desky tělesa X-control: P – přední deska; Z – zadní deska

Fig. 7 Comparison of the front and rear panel time rise of the radiator X-control: P – front panel; Z – rear panel

průtokem zadní deskou je náběh zadní desky dokonce vyšší než přední a její teplota se rovněž ustálila na vyšší hodnotě. Porovnáním obr. 7 (s otevřenou zadní deskou) a obr. 4 zjistíme, že X-control s otevřeným ven-



Obr. 6 Sekvence znázorňující postup zahřívání zadní desky tělesa X-control se zavřenou zadní deskou, v čase 1, 4, 7, 10, 18 a 60 min.

Fig. 6 Sequence illustrating heating up of the rear panel of the radiator X-control with turned off rear panel, in time 1, 4, 7, 10, 18 and 60 min

tilem docílí ustáleného stavu rychleji. Opět platí, že X-control v otevřené poloze má vyšší průtok teplotnosné látky než otopné těleso Therm x2.

Lze tedy konstatovat, že pro vyšší teplotní spád (vyšší než 10 K) u sériových otopných těles jsou rozdíly středních povrchových teplot přední a zadní desky otopného tělesa vždy výraznější. Velký vliv má sériové zapojení na rychlost náběhu přední desky, resp. celého otopného tělesa. Oproti otopnému tělesu s paralelním průtokem desek je doba náběhu přední desky cca poloviční, ale doba náběhu celého otopného tělesa je delší.

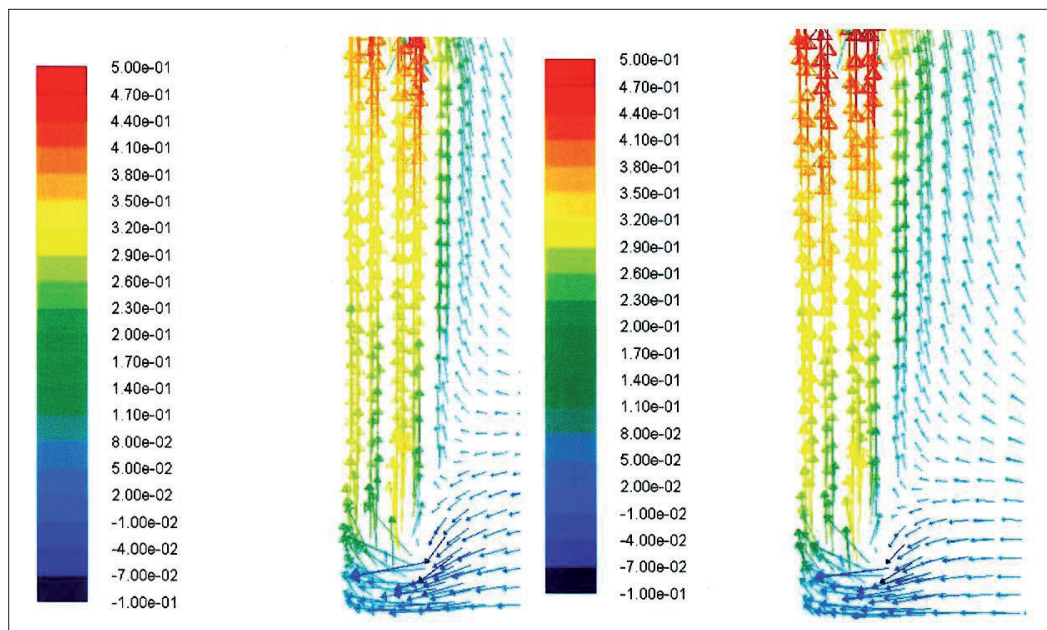
Údaje výrobce o navýšení podílu sálavé složky se tak zdají být přehnané. K navýšení podílu tepelného výkonu sdíleného sáláním nedochází (stejně rychle, nebo dokonce rychleji roste podíl tepelného výkonu sdílený

konvekci). Na celkovém výkonu otopného tělesa se podílí i jeho zadní část, jež má oproti přední desce dopravní zpoždění.

MATEMATICKÁ SIMULACE

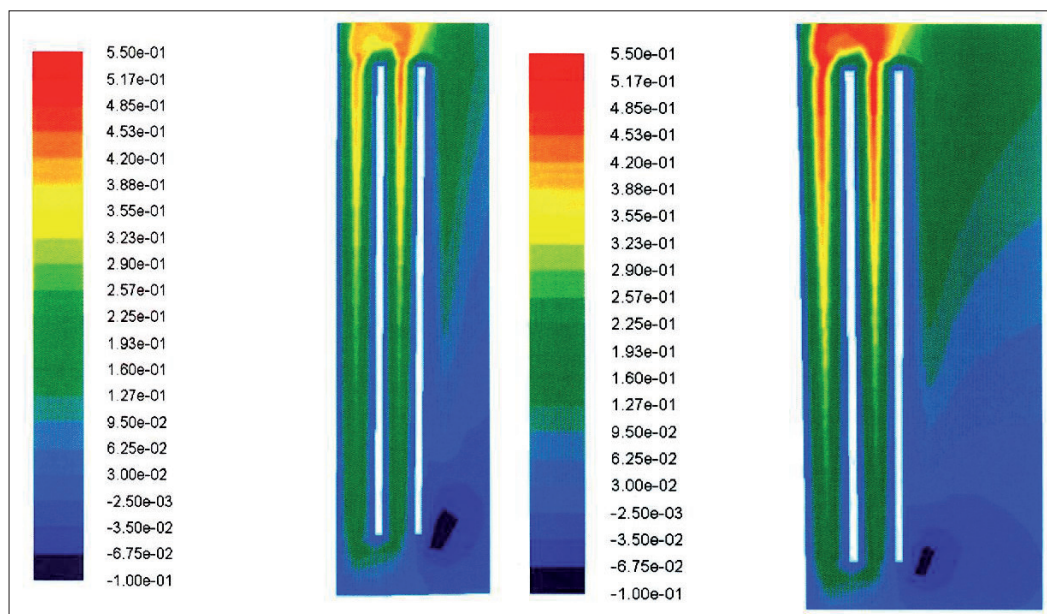
K posouzení chování těles ve vytápěném prostoru byla zvolena platforma Workbench od společnosti ANSYS. V platformě Workbench jsou zahrnuty nástroje pro tvorbu modelu, síť, výpočtu i vyhodnocení.

Model byl vytvořen v programu Design Modeler. Následně je zasítován programem Ansys Meshing a vstupuje do výpočetního programu Fluent. Model představuje místnost $6 \times 4 \times 3$ m s oknem o rozměrech $1,6 \times 1,6$ m a s výše sledovaným deskovým otopným tělesem umístěným pod oknem.



Obr. 8 Levý snímek ukazuje obraz proudění v rovině symetrie pro těleso se zadní chladnou deskou, pravý snímek pak pro desku teplou

Fig. 8 The left image shows a flow pattern in the plane of symmetry of the radiator with cold rear panel, the right image with hot rear panel



Obr. 9 Rychlost ve vertikálním směru v konturách: těleso s chladnější zadní deskou (nalevo), klasické těleso (napravo)

Fig. 9 Contours of speed in vertical direction: radiator with colder rear panel (on the left), standard radiator (on the right)

Desky otopného tělesa tvoří v modelu dva obdélníky 600 mm vysoké, 1600 mm dlouhé a 10 mm široké. Celková šířka tělesa je 62 mm a je umístěno 50 mm od instalační ochlazené stěny a 80 mm nad podlahou. Místnost byla rozdělena na dvě symetrické části rovinou, která prochází středem okna a otopného tělesa, a děj byl sledován jako symetrický.

Jedná se o nestacionární úlohu, protože se teplé konvekční proudy od otopného tělesa střetávají s chladnými konvekčními proudy od okna a dochází k nestacionárnímu proudění a následně ke směšování proudů. Jako dostatečnou konvergenci pro rovnice kontinuity byly uvažovány hodnoty v řádech 10^{-3} a nižší. Dále byl zvolen řešič typu Density based, který reprezentuje numerické řešení založené na paralelním ře-

šení všech neznámých veličin obsažených v rovnici kontinuity, Navierových-Stokesových rovnicích a energetické rovnici. S ohledem na dispozici modelu bylo gravitační zrychlení uvažováno v ose „z“.

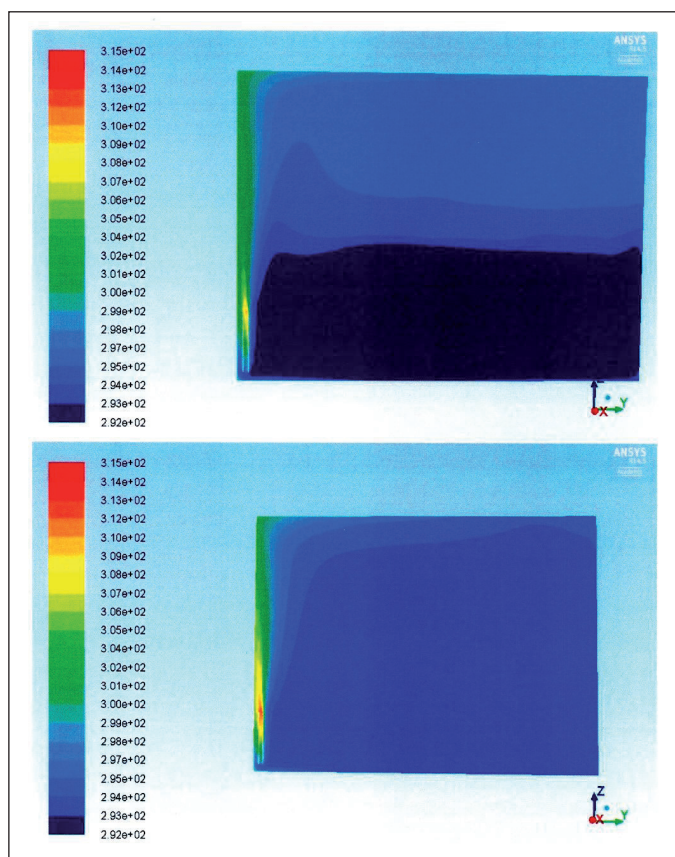
Boční stěna, zadní stěna, strop a podlaha byly definovány jako adiabatické stěny, kde tepelný tok stěnou je roven nule (za stěnou je vytápěný prostor na stejnou teplotu). Okrajová podmínka na venkovní stěně a u okna je zadána přes přestup tepla na venkovní straně a venkovní teplotu vzduchu. Podmínka je doplněna o vlastnosti materiálu okna a venkovní obvodové stěny. Vlastnosti stěny jsou voleny tak, aby vnitřní teplota vzduchu v místnosti vycházela $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a zároveň součinitel prostupu tepla stavební konstrukce odpovídal ČSN 75 0540.

Povrchová teplota čelní desky otopného tělesa byla zadána podle výsledků laboratorního měření tělesa X-control se zavřenou zadní deskou $70,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ a teplota zadní desky $54,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pro takto nastavené těleso byl naměřen největší rozdíl středních povrchových teplot mezi přední a zadní deskou tělesa. Pro simulaci tělesa s paralelním zatékáním byly povrchové teploty přední a zadní desky brány shodně $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ (z teplotních parametrů 75/65 $^{\circ}\text{C}$).

Na obr. 8 jsou zobrazeny vektory rychlosti v okolí tělesa a na obr. 9 je pro názornost vybarvena rychlost v konturách. Na levém snímku je těleso se zadní chladnější deskou. Rychlost proudění v okolí tohoto

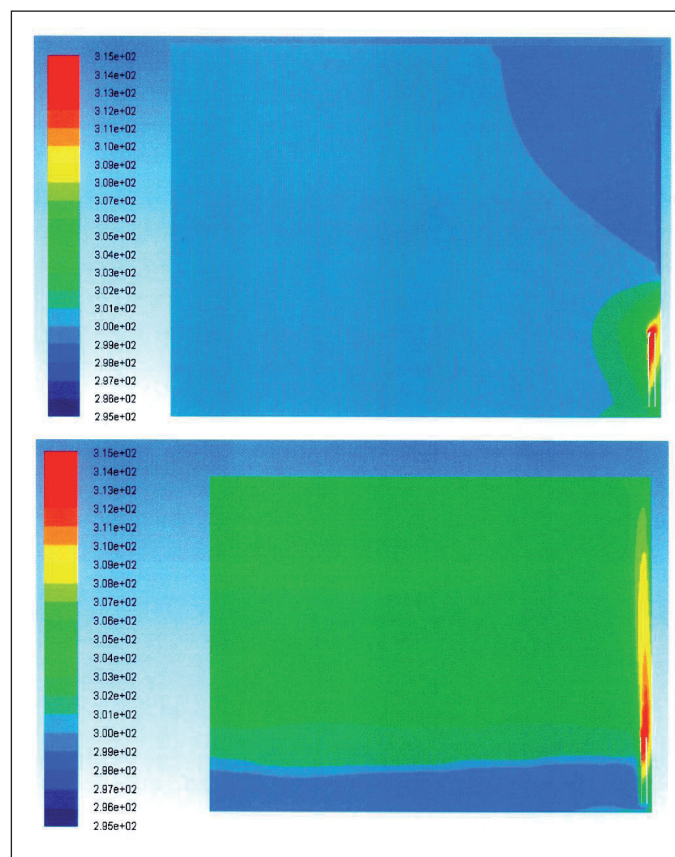
tělesa je nižší a proudění mezi stěnou a zadní deskou je slabší než u klasického otopného tělesa s paralelním zatékáním. U klasického otopného tělesa je intenzita proudění mezi stěnou a deskou srovnatelná s prouděním mezi deskami.

Rozložení výsledné teploty v místnosti v rovině symetrie je znázorněno na obr. 10. Pokud je výkon tělesa dostatečný k otočení chladných konvekčních proudů od okna, nedochází k výrazným odlišnostem v obrazech proudění. Pro případ vysoké tepelné prostupnosti okna ($\Lambda = 3\text{ W/m}^2\text{K}$) dojde u tělesa s chladnější zadní deskou k proudění chladných konvekčních proudů od okna směrem dolů, zatímco klasické těleso poskytuje ještě dostatečný výkon (obr. 11).



Obr. 10 Rozložení výsledné teploty: pro model s chladnějším zadní deskou (nahore), pro model klasického tělesa (dole)

Fig. 10 Distribution of the resulting temperature: for the model with colder rear panel (upper), for the model of the standard radiator (lower)



Obr. 11 Rozložení teploty vzduchu v místnosti pro případ vysoké tepelné prostupnosti okna ($\Lambda = 3 \text{ W/m}^2\text{K}$): pro zadní desku tělesa chladnou (nahore), pro zadní desku tělesa teplou (dole)

Fig. 11 Air temperature distribution in the room for the case of high heat transmissivity of the window ($\Lambda = 3 \text{ W/m}^2\text{K}$): for the cold rear panel (upper), for the warm rear panel (lower)

Tab. 1 Povrchové teploty obvodové konstrukce

Tab. 1 Surface temperature of the peripheral walls

Teplota [°C]	X-control	Klasické těleso
výsledná teplota	21,5	20,6
přední deska	70,7	70
zadní deska	54,4	70
obvodová stěna	25,5	27,7
okno	18,9	19,3

Tab. 2 Sálavý výkon jednotlivých stěn

Tab. 2 Radiant power of the individual walls

Sálavý výkon [W]	X-control	Klasické těleso
zadní stěna	-41	-58
podlaha	-164,4	-147
obvodová stěna	-245	-301
přední deska	476	354
zadní deska	35	360
boční stěna	-44	-52
strop	56	29
okno	-66	-56

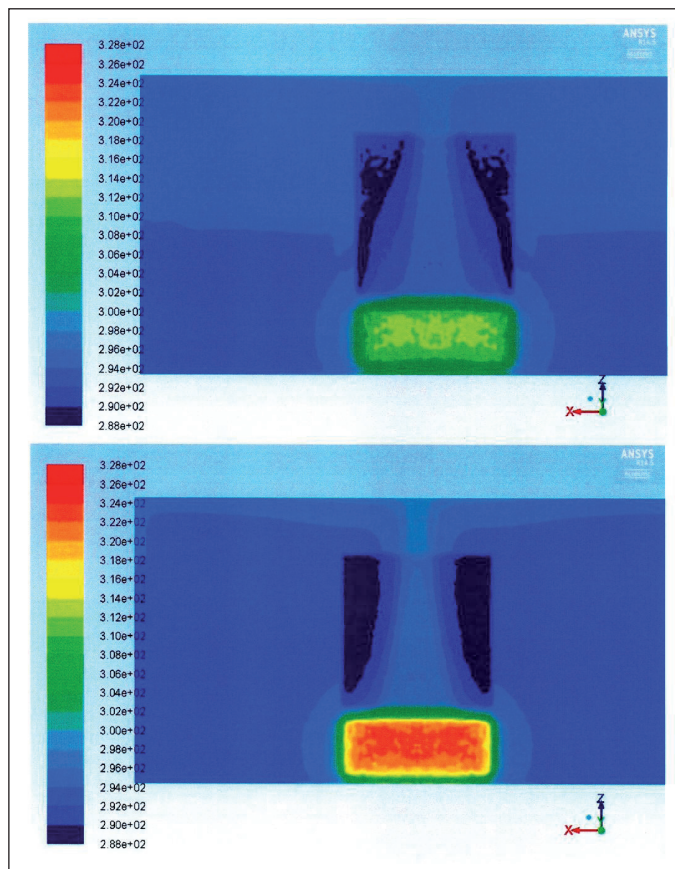
K úsporám energie by podle výrobců mělo dojít především díky snížení teploty stěny za tělesem a nižším tepelným ztrátám prostupem vnější stěnou objektu [2]. Fluent nabízí možnost vypočítat střední povrchovou teplotu jednotlivých ploch objektu. Tab. 1 uvádí povrchové teploty zdíva a okna. Výsledky potvrzují tvrzení výrobců, že v případě chladnější zadní desky tělesa je obvodová konstrukce chladnější. Střední povrchová teplota obvodové stěny je o 2,2 K chladnější v případě použití otopného tělesa X-control. Teplota okna, ačkoliv je umístěno nad tělesem a není přímo osááno, je o 0,6 K chladnější.

Dále je možné vyhodnotit sálavý výkon jednotlivých ploch v místnosti. Zdroje, tj. sálání přední a zadní desky tělesa, mají kladné znaménko

Tab. 3 Střední teploty povrchů

Tab. 3 Mean temperatures of the surfaces

Střední povrchová teplota [°C]	X-control	Klasické těleso
zadní stěna	22,4	21,9
podlaha	22,9	22,8
vnější stěna	25,5	27,7
přední deska	70,7	70,0
boční stěna	22,2	21,8
strop	23,0	22,5
okno	18,9	19,3
vážený průměr	26,3	26,3



Obr. 12 Povrchová teplota obvodové stěny: střední povrchová teplota v případě chladnější zadní desky 25,45 °C (nahore) a v případě klasického tělesa 27,65 °C (dole)

Fig. 12 Surface temperature of the peripheral wall: mean surface temperature in the case of the colder rear panel 25.45 °C (upper) and in the case of the standard radiator 27.65 °C (lower)

a osálané stěny jsou uváděny se záporným znaménkem. Výsledky jsou uvedeny v tab. 2. Strop je ohřátý konvekčními proudy a dále sálá na ostatní stěny. Podle tab. 2 sálá přední deska tělesa X-control intenzivněji, celkový podíl sálavé složky na tepelném výkonu je však nižší než u modelu klasického tělesa. Po dosažení výstupů z Fluentu do výše uvedené rovnice je podíl sálavé složky na celkovém výkonu u tělesa X-control 35 % a u klasického tělesa 42 %.

V tab. 3 jsou střední teploty povrchů orientovaných do místnosti. Ze simulací tělesa X-control vychází o něco vyšší teploty povrchů. Výjimkou je již zmíněná obvodová ochlazovaná stěna a okno, které mají teplotu nižší. Fluent rovněž vypočítá střední radiační teplotu jako vážený průměr středních teplot jednotlivých povrchů. Tato teplota bude velmi blízká střední radiační teplotě uprostřed místnosti. Přestože v prvním případě je většina stěn teplejších, nižší teplota vnější ochlazované stěny a okna způsobí, že je střední radiační teplota obou modelů stejná.

ZÁVĚR

V příspěvku byla sledována otopná tělesa s tzv. sériovým a řízeným natékáním do jednotlivých desek (Therm x2 a X-control) jak po stránce experimentální, tak matematické simulace. Mnohé, výrobci popisované výhody však nebyly prokázány. Podíl tepelného výkonu sdílený sáláním do vytápěného prostoru se nezvýšil, ale mnohdy nepatrně snížil (do 2 %) vzhledem k rychleji rostoucímu podílu tepelného výkonu sdíleného konvekcí.

Rychlost náběhu otopných těles se odvíjí od rychlosti proudění teplotonosné látky a doby, za kterou proteče tělesem. V případě sériového řazení desek je rychlost teplotonosné látky vyšší, ale musí urazit dvojnásobnou trasu tělesem oproti paralelnímu napojení desek. Sériové napojení desek nebo uzavření průtoku zadní deskou značně urychlilo náběh čelní desky otopného tělesa.

Byly realizovány dva stejné matematické modely místnosti s deskovým otopným tělesem typ 20. Do prvního modelu byly dosaženy okrajové podmínky pro povrchovou teplotu přední a zadní desky z výsledků vlastního měření tělesa X-control s uzavřeným průtokem zadní deskou. V druhém modelu, představujícím klasické těleso s paralelním řazením desek, byla použita stejná povrchová teplota přední a zadní desky 70 °C.

Ze simulace je zřejmé, že teplota stěny za klasickým tělesem je vyšší, ale rozdíl ve výsledných tepelných ztrátách místnosti je naprosto minimální. Simulace tak potvrzuje výsledek jiného experimentu M. Maivela z Tallinn University of Technology popsáno v článku [7]. Vliv vyšší teploty čelní desky se odráží ve vyšších povrchových teplotách vnitřních stěn nejvýše o 0,5 K. Vyhodnocení střední povrchové teploty všech stěn a čelní desky tělesa pak vyšlo pro oba modely v rámci nejistoty a zaokrouhlování výpočtů stejně.

V případě klasického otopného tělesa simulace ukázala intenzivnější proudění vzduchu za a nad otopným tělesem. Vyšší teplota vzduchu způsobuje rychlejší proudění a tím možnost obrácení chladných padajících konvekčních proudů od okna. Podle obrazů rozložení proudění vzduchu v místnosti a teplotních polí získaných matematickou simulací jsou teploty ve vytápěném prostoru v případě klasického otopného tělesa dokonce vyrovnanější.

Kontakt na autora: tomas.makal@gmail.com; Jiri.Basta@fs.cvut.cz

Použité zdroje:

- [1] Směrnice Evropského parlamentu a Rady o energetické náročnosti budov. Evropský parlament a Rada Evropské unie. Brusel: Úřední věstník, 2010, stránky 13,14.
- [2] Korado.rc.korado.cz [online]. Korado a.s. [cit. 12. 4. 2015]. Dostupné z: www.rc.korado.cz
- [3] Kermi s.r.o. Kermi therm-x2 [online]. Kermi s.r.o. [cit. 12. 4. 2015]. Dostupné z: http://www.kermi.cz/cs/Heiztechnik/Waerme_uebertragen/therm-x2_Flachheizkoerper/index.phtml
- [4] BAŠTA, J. Regulace vytápění. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. ISBN 80-01-02582-9.
- [5] Kermi GmbH. Jednořadé nebo víceřadé topné těleso a způsob jeho výroby. 2158-98 Česká republika, 8. červenec 1998.
- [6] BAŠTA, J. Otopné plochy. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2001. 80-01-02365-6.
- [7] MAIVEL, M, KONZELMANN, M, KURNITSKI, J. REHVA Journal. REHVA. [online]. Listopad 2014. Dostupné z: <http://www.rehva.eu/publications-and-resources/hvac-journal-abstracts/energy-performance-of-radiators-with-parallel-and-serial-connected-panels-abstracts/> ■

Ochrana klimatu nebo subvence?

Ve studii Mezinárodního měnového fondu (MMF) byly vyčísleny světové subvence do sektoru energie na 5,3 bilionu USD, což odpovídá 6,5 % světového hrubého sociálního produktu a převyšuje globální výdaje na zdravotnictví. Podle studie subvence do ropy, uhlí a plynu udržují uměle nízké ceny energií a brzdí vývoj a výstavbu obnovitelných zdrojů energie.

Naproti tomu by reálná cenová politika do investic pro růst klimatu a životnímu prostředí přátelských technologií umožnila 17% redukci emisí skleníkových plynů. Pokud už musí subvence být, pak do podpory vývoje technologií větrání, klimatizace a chlazení orientovaných na budoucnost.

Pramen: CCI 08/2015, s. 21

(AB)