

Nové poznatky o zákrytech deskových otopných těles

New knowledge about panel radiator enclosures

Ing. Jiří BAŠTA, Ph.D.
Ing. Jakub HUML,
ČVUT v Praze, FSI,
Ústav techniky prostředí

Článek pojednává o vlivu předřazené desky na tepelný výkon deskových otopných těles. Předkládá experimentálně zjištěné hodnoty opravných součinitelů na tepelný výkon těles při aplikaci zákrytu v podobě různého bytového vybavení před deskovými otopnými tělesy.

Klíčová slova: vytápění, otopná tělesa, zákryty

Recenzent:
doc. Ing. Karel Brož, CSc.

The article deals with effect of the plate prealigned with panel radiators on their heating capacity. It presents the experimentally determined values of correction coefficients of radiators heating capacity under application of enclosure in the form of different furnishings arranged in front of panel radiators.

Key words: heating, radiators, enclosures

Pokud je třeba vyhovět architektovi či jakýchkoliv jiných důvodů musíme změnit podmínky instalace a provozování otopného tělesa, než za jakých je udáván jeho jmenovitý tepelný výkon, musíme si uvědomit, že ovlivníme i tepelný výkon otopného tělesa. Snížení či zvýšení dodávky tepla tělesem do vytápěného prostoru zde souvisí se změněným přestupem tepla u otopných těles na straně vzduchu či vody.

Připomeňme si již publikované poznatky [1 a 2] o působení parapetu nad deskovým otopným tělesem a rozšířme je o vliv předřazené desky před těleso. Předřazená deska reprezentuje v praxi např. psací stůl s plnou čelní deskou či kuchyňskou lavicí s plným opěradlem nebo kuchyňskou linku přisunuté před těleso. Nová zjištění vyplývají z měření na otevřeném měřicím místě v laboratořích Ústavu techniky prostředí v rámci výzkumného záměru a diplomové práce.

1. PŘEPOČTOVÉ SOUČINITELE

Zahrneme-li všechny vlivy působící na změnu tepelného výkonu otopného tělesa, získáme skutečný tepelný výkon z obecného vztahu

$$Q = Q_n \cdot \varphi_{\Delta t} \cdot \varphi_x \cdot \varphi_o \cdot \varphi_n \cdot \varphi_p,$$

kde Q skutečný tepelný výkon tělesa

[W]

Q_n jmenovitý tepelný výkon tělesa

[W]

$\varphi_{\Delta t}$ opravný součinitel na teplotní rozdíl

[·]

φ_x opravný součinitel na připojení tělesa

[·]

φ_o opravný součinitel na úpravu okolí

[·]

φ_n opravný součinitel na počet článků

[·]

φ_p opravný součinitel na umístění tělesa v prostoru

[·]

Úmyslně sem nezahrnujeme opravný součinitel na ochlazení vody $\varphi_{\delta tw}$ a na výšku skříně konvektoru φ_H uváděné v ČSN 06 1101. Opravný součinitel na ochlazení vody $\varphi_{\delta tw}$ je pouze navíc uváděná, pro praxi nepoužitelná část součinitele na teplotní rozdíl. Neboť pokud se změní ochlazení vody, změní se i střední teplota vody v tělesu a průtok vody tělesem.

Opravný součinitel na výšku skříně konvektoru je dnes zbytečný, neboť výrobci mají povinnost nechat zjistit jmenovitý výkon každého typu konvektoru a ne-předpokládá se svévolné upravování výšky skříně konvektoru na stavbě.

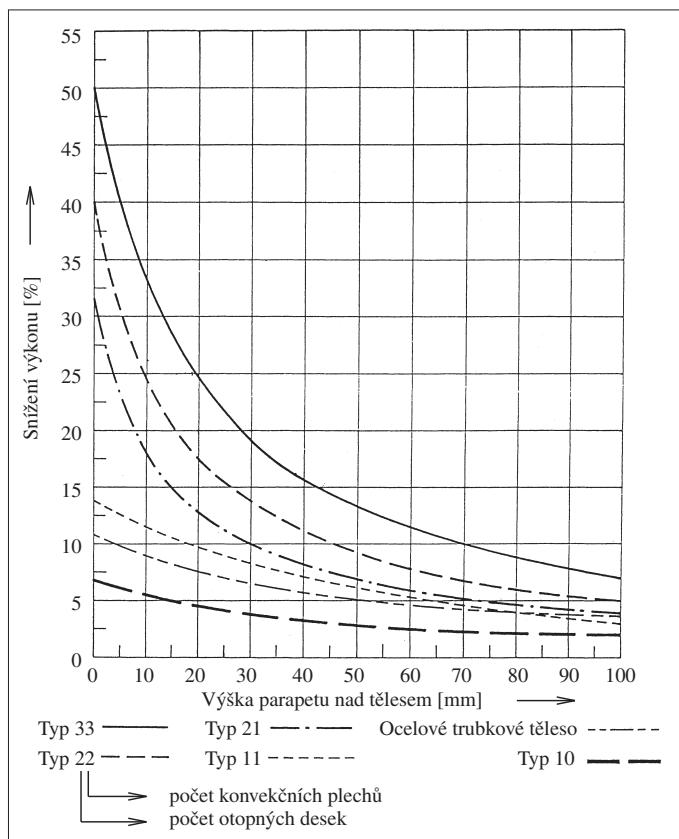
2. OPRAVNÝ SOUČINITEL NA ÚPRAVU OKOLÍ

Pokud z jakýchkoliv důvodů chceme použít zákryty, musíme si uvědomit, že nesnížíme pouze přístupnost a čistitelnost otopných těles, ale že ovlivníme i tepelný

výkon tělesa. Tepelný výkon sáláním bude zčásti či téměř zcela potlačen a konvekční proudění vřadíme do cesty významnou překážku k obtékání. Toto obecně konstatované však neplatí pro předřazenou desku před otopné těleso.

2.1 Parapet nad tělesem

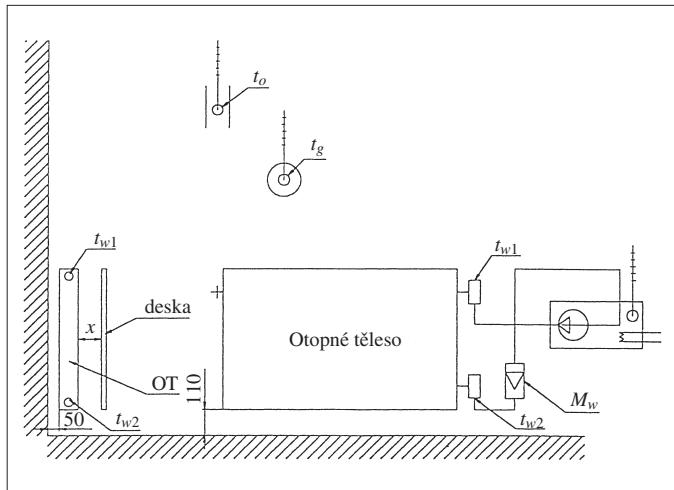
Vzdálenost horního okraje tělesa od spodního okraje parapetu má u deskových otopných těles nezanedbatelný vliv na jeho výkon (obr. 1). To se ukazuje především u vícedeskových otopných těles, u kterých má menší vzdálenost než 100 mm značný význam na snížení výkonu. Vzhledem k této skutečnosti je vhodné vícedesková tělesa instalovat alespoň se vzdáleností horního okraje od parapetu větší než 150 mm.



Obr. 1 Změny tepelného výkonu deskových otopných těles s výškou parapetu [1]

2.2 Tělesu předřazená deska

Pro experimentální zjištění vlivu předřazené desky byla zvolena desková otopná tělesa Radik Klasik firmy Korado a.s. – typ 11, 21, a 33 o délce 1000 mm a výšce 600 mm. Schéma měření, resp. postavení předřazené desky je zřetelné z obr. 2.



Obr. 2 Schéma měření [3]

Při výběru předřazených desek jsme se snažili o co největší přiblížení k praxi. Abychom mohli z měření vyvodit konkrétní závěry, bylo potřebné zvolit desek více. Jejich počet se ustálil na čísle pět, což je dostatečné množství pro zjištění hledaných závislostí a zároveň ještě nedochází k neúčelnému zahuštění výsledků. Předřazené desky před otopným tělesem byly vzhledem k porovnatelnosti výsledků opatřeny bílým nátěrem a rozměry měly totičně s průměrnými rozmezí tělesa, tj. 1000 x 600 mm.

Byly zvoleny desky:

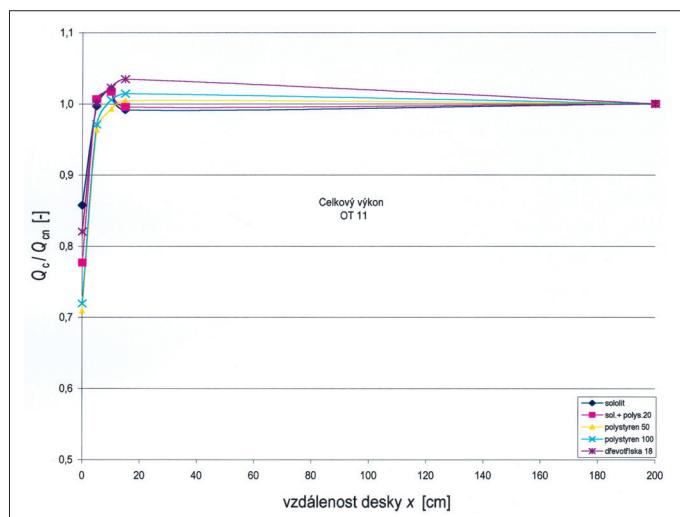
1. sololit 3 mm ($R = 0,03 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)
2. sololit 3 mm s nalepeným polystyrénem 20 mm ($R = 0,53 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)
3. polystyrénem 50 mm ($R = 1,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)
4. polystyrénem 100 mm ($R = 2,50 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)
5. dřevotříška 18 mm ($R = 0,16 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$).

Grafické vyhodnocení výsledků je na obr. 3 až 9. Na obr. 3 až 5 je vynášena poměrná hodnota Q_c/Q_{cn} v závislosti na vzdálenosti desky od otopného tělesa x. Q_c značí celkový tepelný výkon otopného deskového tělesa s předřazenou deskou ve vzdálenosti x a Q_{cn} celkový jmenovitý tepelný výkon tělesa bez předřazené desky. Vzhledem k počtu a materiálu desek, resp. k jejich tepelnému odporu dostáváme pět průběhů.

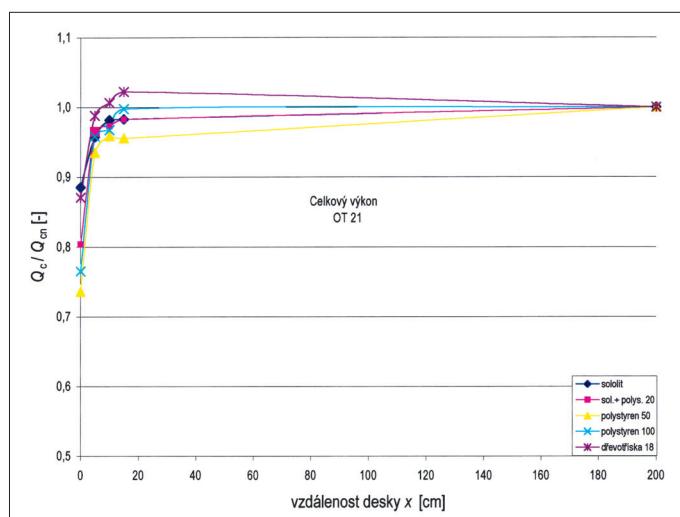
Na obr. 6 až 8 je zachycena změna tepelného výkonu sdíleného do vytápěného prostoru konvekcí Q_k/Q_{KN} v závislosti na vzdálenosti předřazené desky od otopného tělesa x. Q_k značí tepelný výkon sdílený otopným tělesem konvekcí v případě předřazené desky ve vzdálenosti x. Q_{KN} je jmenovitý tepelný výkon sdílený konvekcí u tělesa bez předřazené desky. Rovněž u téhoto grafu je vždy pět průběhů odpovídajících tepelnému odporu desky $R [\text{m}^2 \cdot \text{K/W}]$.

Protože musí platit, že celkový výkon, resp. tepelný tok sdílený do vytápěného prostoru je dán součtem tepelného toku sdíleného konvekcí a sáláním, lze určit složku výkonu tělesa konvekcí Q_c z rozdílu obou měřených hodnot Q_c a Q_s .

$$\dot{Q}_c = \dot{Q}_s + \dot{Q}_k$$



Obr. 3 Poměrná změna celkového tepelného výkonu deskového otopného tělesa Radik Klasik typ 11 v závislosti na vzdálenosti předřazené desky před otopným tělesem x a jejím materiálu

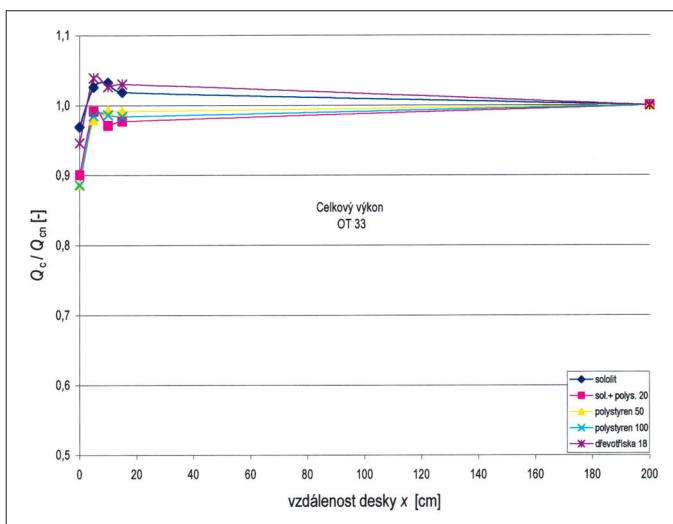


Obr. 4 Poměrná změna celkového tepelného výkonu deskového otopného tělesa Radik Klasik typ 21 v závislosti na vzdálenosti předřazené desky před otopným tělesem x a jejím materiálu

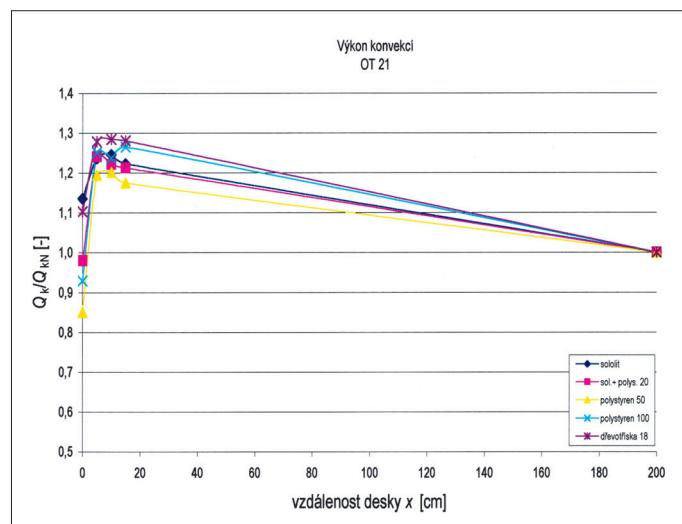
2.3 Změna tepelného výkonu otopných těles s předřazenou deskou

Na pokles celkového tepelného výkonu otopného tělesa s přibližující se předřazenou deskou mají vliv především dva parametry. Významným je typ tělesa (např. 11, 21 a 33), který určuje rozdělení složky konvekční a sálavé v určitém poměru. Jak se ukazuje, tak méně významným parametrem je tepelný odpor předřazené desky. Vliv obou parametrů na pokles celkového výkonu otopných těles prezentuje obr. 9. Povšimněme si, že křivky by měly téměř shodný tvar a lišily by se pro daný typ otopného tělesa pouze absolutní velikostí poměrného poklesu tepelného výkonu. Za jakousi mezní hodnotu tepelného odporu předřazené desky, od které již nedochází k poklesu výkonu tělesa, resp. od které již změna výkonu tělesa není závislá na materiálu desky, je $R \geq 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

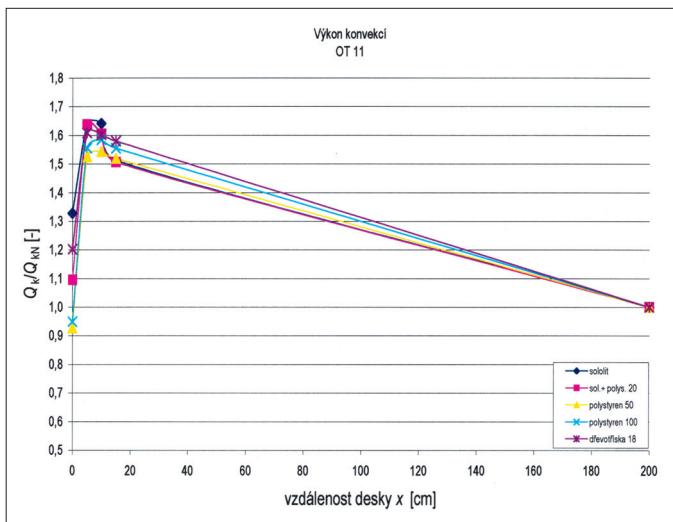
Vzájemný posun křivek potvrzuje teoretické předpoklady, že nejméně bude ovlivneno těleso s největším podílem konvekční složky, což na našem případě je typ 33. Tím, že předřadíme před těleso desku, snížíme možnost, aby se plně uplatnila sálavá složka výkonu tělesa. Sálavá část výkonu se tak bude s přibližující se deskou zmenšovat podle vztahu:



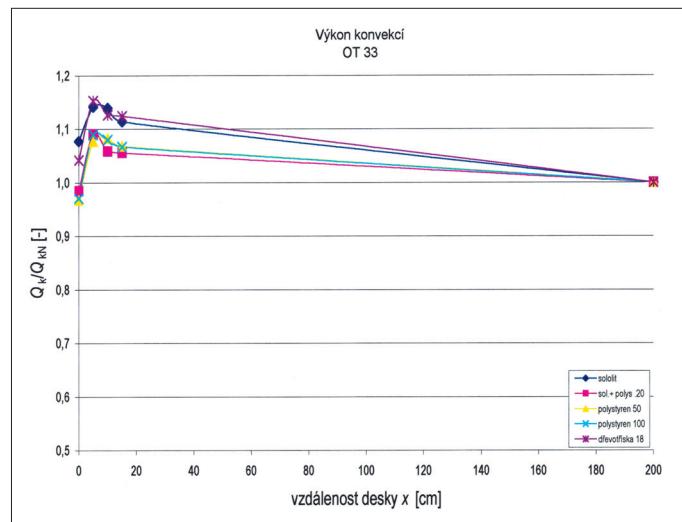
Obr. 5 Poměrná změna celkového tepelného výkonu deskového otopného tělesa Radik Klasik typ 33 v závislosti na vzdálenosti předřazené desky před otopným tělesem x a jeho materiálu



Obr. 7 Poměrná změna tepelného výkonu konvekci deskového otopného tělesa Radik Klasik typ 21 v závislosti na vzdálenosti předřazené desky před otopným tělesem x a jeho materiálu



Obr. 6 Poměrná změna tepelného výkonu konvekci deskového otopného tělesa Radik Klasik typ 11 v závislosti na vzdálenosti předřazené desky před otopným tělesem x a jeho materiálu



Obr. 8 Poměrná změna tepelného výkonu konvekci deskového otopného tělesa Radik Klasik typ 33 v závislosti na vzdálenosti předřazené desky před otopným tělesem x a jeho materiálu

$$\dot{Q}_s = \varepsilon \cdot C_0 \cdot S_{\varphi} \left[\left(\frac{T_{wm}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_u}{100} \right)^4 \right] \cdot \varphi$$

kde ε součinitel vzájemné pohltivosti = 0,95

C_0 součinitel sálání absolutně černého tělesa = $5,67 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$

S_{φ} sálající povrch

[m^2]

T_{wm} střední teplota otopného tělesa

[K]

T_u účinná teplota okolních ploch

[K]

φ poměr osálání

[-]

Ve vztahu je rozhodující veličinou pro snižování tepelného toku sdíleného sáláním měnící se účinná teplota okolních ploch a měnící se poměr osálání. Změnu poměru osálání se změnou vzdálenosti předřazené desky popisuje vztah:

$$\varphi = \frac{2}{\pi} \left[\frac{\frac{1}{L} \sqrt{L^2 + x^2} \operatorname{arctg} \frac{H}{\sqrt{L^2 + x^2}} + \frac{1}{H} \sqrt{H^2 + x^2} \operatorname{arctg} \frac{L}{\sqrt{L^2 + x^2}}}{-\frac{x}{L} \operatorname{arctg} \left(\frac{H}{x} \right) - \frac{H}{x} \operatorname{arctg} \left(\frac{L}{x} \right) + \frac{x^2}{2H \cdot L} \ln \frac{(L^2 + x^2) \cdot (H^2 + x^2)}{x^2 \cdot (L^2 + H^2 + x^2)}} \right]$$

kde x vzdálenost předřazené desky od tělesa

L délka desky

[m]

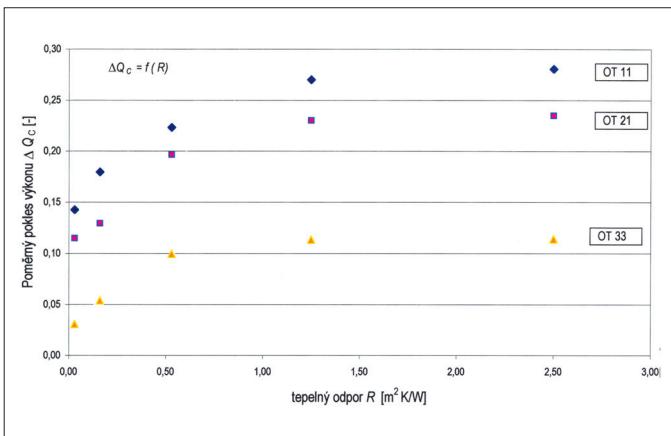
H výška desky

[m]

U deskového otopného tělesa typ 33 je pokles výkonu nejmenší, neboť sdílí teplo především konvekcí (cca 82 %) a na sálavou složku do místnosti připadá podíl pouze 0,14 a na zadní stěnu 0,04. Naopak u tělesa typu 11 je největší, neboť konvekční složka výkonu se pohybuje okolo 64 % a podíl tepla sdílený sáláním do místnosti je 0,25.

Nedomnímejme se však, že při doražení desky až k tělesu dojde k plnému potlačení sálání. Těleso sálá dálé nezakrytými povrchy a deska zvýší svou povrchovou teplotu tak, že rovněž sálá do vytápěného prostoru.

Na obr. 6 až 8 pozorujeme se zmenšující se vzdáleností předřazené desky od tělesa rostoucí tepelný tok sdílený konvekcí až do vzdálenosti cca 50 mm.



Obr. 9 Poměrný pokles celkového tepelného výkonu deskových otopných těles v závislosti na tepelném odporu předřazené desky R a typu tělesa

V této vzdálenosti dochází ke zlomu křivky a dalšímu markantnímu poklesu i konvekční složky. Tento průběh lze zdůvodnit vytvořením jakési neuzařavené „šachty“, ve které se díky zvětšujícímu se teplotnímu gradientu zvětšuje i vztahová síla a tak i součinitel přestupu tepla konvekcí na čelní desce tělesa. Dalším přibližováním desky k tělesu se však zúží „šachta“ natolik, že se tlakové ztráty při proudění vzduchu v „šachtě“ projeví tak významně, že naopak potláčí proudění vzduchu a dochází k poklesu přestupu tepla konvekcí. Nejvýrazněji podporuje vytvoření jakési „šachty“ zvětšení přestupu tepla konvekcí při vzdálenosti předřazené desky před deskovým otopným tělesem 50 až 100 mm.

Závěrem lze konstatovat, že pokles celkového tepelného výkonu deskového otopného tělesa bude tím větší, čím větší bude tepelný odpor předřazené desky až do hodnoty $R = 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$. Pokles výkonu bude rovněž vždy markantnější u těch typů těles, u kterých je větší sálavá složka výkonu. Od hodnoty tepelného odporu předřazené desky (stolu s čelní deskou, opéradla lavice, zadní desky kuchyňské linky apod.) $R \geq 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ je pokles tepelného výkonu deskových otopných těles nezávislý na tepelně-technických vlastnostech desky.

Dík předřazené desce je v určité oblasti možné sledovat nárůst celkového tepelného výkonu deskových otopných těles, který je však vzhledem k velikosti chyby měření a velikosti nárůstu výkonu neprůkazný.

Vliv předřazené desky se promítá do opravného součinitele na úpravu okolí φ_0 . Hodnoty opravného součinitele na úpravu okolí předřazenou deskou jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1 Opravný součinitel na úpravu okolí předřazenou deskou před deskovými otopnými tělesy

Vzdálenost předřazené desky x [mm]	OT typ 11	OT typ 21	OT typ 33
0	0,70	0,75	0,90
20	0,80	0,80	0,93
40	0,90	0,90	0,95
60	1	0,95	1
> 80	1	1	1

S ohledem na chybu měření lze konstatovat, že ke snížení celkového tepelného

výkonu deskových otopných těles vlivem předřazené desky dochází až ve vzdálenosti $x \leq 80 \text{ mm}$ od otopného tělesa.

Literatura:

- [1] BAŠTA, J.: Otopná tělesa – sešit projektanta č. 5. STP 2000, ISBN 80-02-01351-4, 211 s.
- [2] BAŠTA, J.: Jak zákryty otopných těles ovlivňují jejich tepelný výkon. In: Vytápějme levně a bezpečně V. – Pardubice: I. Hovorková s.r.o., 1999. s. 52-61.
- [3] HUML, J.: Experimentální ověření vlivu předřazené desky před desková otopná tělesa na jejich tepelný výkon (diplomová práce). ČVUT v Praze, 10-TŽP-2000.
- [4] VDI – Wärmeatlas. Berechnungsblätter für den Wärmeübergang. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1997.



* Čištění odpadní vody v domácích stanicích

Firma Paradigma z Karlových Varů představila na ISH 2001 zařízení na čištění odpadní vody „TwinFlow 500“. Toto zařízení, podle prohlášení výrobce, může v domácích stanicích recyklovat odpadní vodu ze sprchy a vany pro splachování v toaletách. Zařízení se automaticky čistí. Biologickým čištěním a sterilizací se dosáhne vysoké kvality vody. Spotřeba proudu činí cca 0,6 kWh za den. Při kapacitě 500 litrů potřebuje zařízení půdorysnou plochu 0,6 m^2 . Čištění probíhá automaticky.

CCI 4/01

(Ku)