

# Metodika měření tepelného výkonu podlahových konvektorů

## Methodology of floor convectors thermal output measuring

Ing. Jiří BAŠTA, Ph.D.

Ing. Roman ČERV

ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav  
techniky prostředí

Recenzent

doc. Ing. Karel Brož, CSc.

Článek na základě experimentální práce stanovuje optimální metodiku měření tepelných výkonů podlahových konvektorů a porovnává tepelné výkony s ohledem na jednotlivé způsoby instalace podlahového konvektoru na měřicím místě.

**Klíčová slova:** vytápění, podlahový konvektor, měření tepelného výkonu

The article specifies the optimum methodology of floor convectors thermal output measuring on the basis of experimental work and compares thermal outputs with regard to floor convector individual systems of installation at the measuring point.

**Key words:** heating, floor convector, thermal output measuring

Při měření tepelného výkonu podlahových konvektorů se dnes v jednotlivých autorizovaných zkušebnách vychází z různých způsobů instalace konvektoru. Mezi čtyři základní patří instalace bez tepelné izolace u skříně konvektoru a bez náběžné desky, instalace s náběžnou deskou bez tepelné izolace, instalace pouze s tepelnou izolací a instalace s tepelnou izolací a náběžnou deskou. Z hodnocením způsobů sdílení tepla, okrajových podmínek, vlivu stavební konstrukce a naměřených výsledků jsme získali metodiku měření, na základě které se dosáhne, stejně jako je tomu u ostatních druhů otopných těles, sjednocené metodiky a výsledků měření podlahových konvektorů ve zkušebnách EU. Bude tak vyloučeno uvádění naprostoto rozdílných výsledků měření tepelných výkonů u zcela shodných podlahových konvektorů stran jednotlivých zkušeben a bude maximalizována shoda naměřených výsledků na zkušebnách.

Podlahový konvektor s nuceným a přirozeným vybíjením tepla jsme měřili v laboratořích Ústavu techniky prostředí. Měřilo se na tzv. otevřeném měřicím místě.

K měření nám byl zapůjčen podlahový konvektor s diametrálním (výrobce ho nazývá tangenciální) ventilátorem PKVT 120/11/28 (ATLANTIK, v.d. – Likov). Podlahový konvektor PKVT měl výšku skříně H = 115 mm, hloubku B = 285 mm a délku L = 1220 mm. Skříň konvektoru byla vyrobena z ocelového plechu o tloušťce 0,8 mm a opatřena konečnou povrchovou úpravou černým epoxy-polyesterovým lakem. Podlahový konvektor se dále skládal z výměníku tepla – žebrovka OR-J2, diametrálního ventilátoru s třemi nastavitelnými stupni otáček a krycí nášlapné mřížky. Krycí mřížka byla vyrobena z přirodně eloxovaného hliníku. Ventilátor byl překryt mřížkou z tahokovu, s ohledem na bezpečnost před nechtěným dotykem. Na mřížce ventilátoru byl umístěn prachový filtr.

Výrobce udává, že hlučnost konvektoru byla ověřena akreditovanou zkušební laboratoří a hladina akustického výkonu při minimálních otáčkách (stupeň č. 1) stanovena na 28,1 dB, při maximálních otáčkách (stupeň č. 3) na 46 dB.

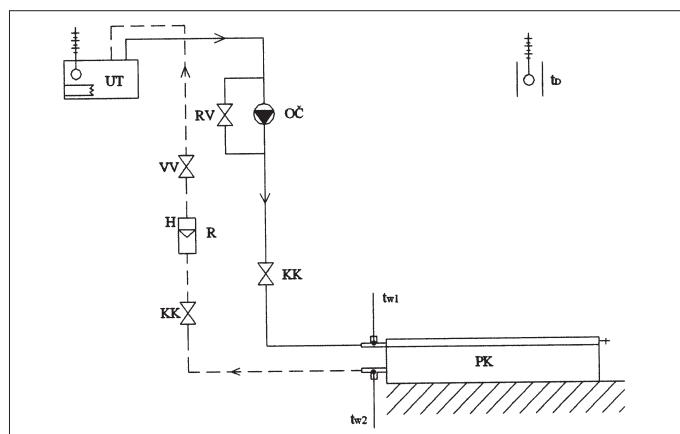
Základní regulace se uskutečňuje změnou otáček ventilátoru snížením napětí (tab. 1). Otáčky ventilátoru byly nastavovány manuálně na třírychlostním přepínači otáček Honeywell T6667B1002. Do elektrického obvodu byl zařazen autotransformátor AT a transformátor 230/12 V. Maximální napětí ventilátoru bylo 12 V.

Tab. 1 – Závislost stupně otáček ventilátoru na napětí

Stupeň otáček ventilátoru číslo	0	1	2	3
Napětí na svorkách ventilátoru [ V ]	0	8	10	12
Označení	Bez Vent.	Vent. 1	Vent. 2	Vent. 3

## INSTALACE PODLAHOVÉHO KONVEKTORU PKVT NA MĚŘICÍM MÍSTĚ

Konvektor byl položen na podlaze zkušebny 500 mm od měřicí stěny tak, že ventilátor byl dál od měřicí stěny a žebrovka blíže ke stěně. Konvektor byl standardním způsobem napojen na teplovodní měřicí trať (obr. 1).



Obr. 1 – Schéma měření

UT – zdroj tepla – ultratermostat ( $\pm 0,1$  K), OČ – oběhové čerpadlo, RV – jemně regulační ventil, VV – vyvažovací ventil, PK – podlahový konvektor, R – plovákový průtokoměr – rotametr, H – výška plováku,  $t_b$  – teplota okolního vzduchu (stíněný teploměr),  $t_{w1}$ ,  $t_{w2}$  – teplota vstupní a vratné vody (teploměrné jímky)

Měřili jsme pro čtyři různé instalace podlahového konvektoru a to:

„Jen Konv.“ – samotný podlahový konvektor PKVT bez jakýchkoliv přídavných prvků.

„Konv.+N. deska“ – podlahový konvektor s náběžnou deskou. Dřevotřísková náběžná deska byla o rozměrech 1220 x 900 mm, tloušťky 10 mm. Deska byla upevněna ve shodné rovině s horní hranou osazení pro podlahovou mřížku.

„IZ“ – podlahový konvektor s tepelnou izolací. Celá skříň konvektoru byla odizolována ze všech stran polystyrenem o tloušťce 40 mm.

„IZ+N. deska“ – podlahový konvektor s tepelnou izolací a náběžnou deskou. Skříň konvektoru byla obložena tepelnou izolací viz bod 3) a současně použita náběžná deska viz bod 2).

Z naměřených hodnot a z nich plynoucích výsledků byl vyhodnocen jak vliv jednotlivých způsobů instalace podlahového konvektoru PKVT na jeho tepelný vý-



Obr. 2 – Instalace konvektoru – „Jen Konv.“



Obr. 3 – Instalace konvektoru – „Konv.+N. deska“



Obr. 4 – Instalace konvektoru – „IZ“



Obr. 5 – Instalace konvektoru – „IZ+N. deska“

kon, tak i ovlivnění tepelného výkonu konvektoru změnou otáček ventilátoru. Rovněž byl měřením při konstantním průtoku otopné vody a změně teploty vstupní vody do konvektoru a následným výpočtem stanoven teplotní exponent konvektoru. Pro konvektor s přirozeným sdílením tepla nabývá hodnoty 1,5 a pro konvektor s nuceným sdílením tepla 1,1. Nastavené teplotní spády a teplota okolního vzduchu snímaná stínným teploměrem v definičním bodě při měření jsou uvedeny v tab. 2.

Vyhodnocení výsledků experimentu je patrné z obr. 6 až 10. Nejdříve si povšimněme vlivu instalace konvektoru na jeho tepelný výkon při nuceném sdílení tepla.

Při instalaci pouze podlahového konvektoru na podlahu zkušebny bez tepelné izolace či náběžné desky dojde za jmenovitých podmínek (75/65/20 °C) ke zvýšení tepelného výkonu při nejnižších otáčkách o 330 %, při prostředních otáčkách o 380 % a při nejvyšších otáčkách o 420 % (obr. 9).

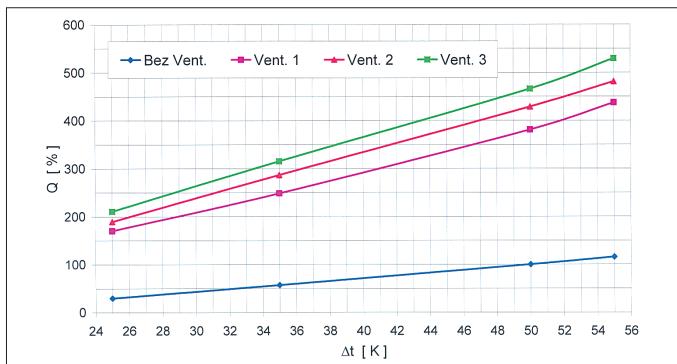
U instalace konvektoru s náběžnou deskou se

tepelný výkon za jmenovitých podmínek zvýší při otáčkách č. 1 o 260 %, při otáčkách č. 2 o 300 % a při otáčkách č. 3 o 360 % (obr. 8).

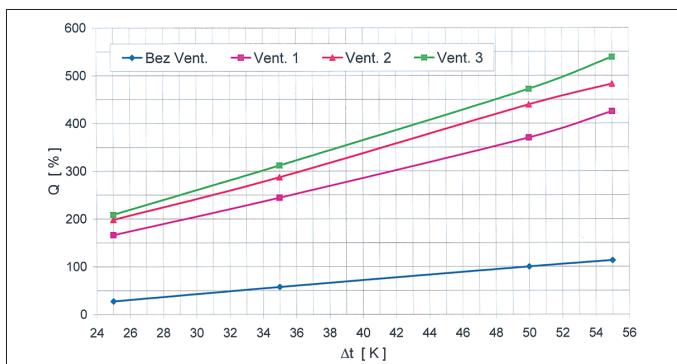
Instalace podlahového konvektoru s tepelnou izolací jeho skříně poskytne za jmenovitých podmínek při otáčkách č. 1 zvýšení tepelného výkonu o 270 %, při otáčkách č. 2 o 330 % a při otáčkách č. 3 o 375 % (obr. 7).

Tab. 2 – Teplotní parametry nastavené při měření

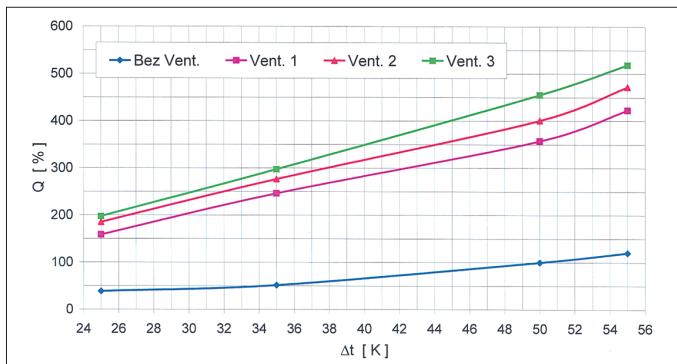
Teplotní spád [ °C ]	50/40	60/50	75/65	80/70
Rozdíl střední teploty vody a teploty okolního vzduchu [ K ]	25	35	50	55



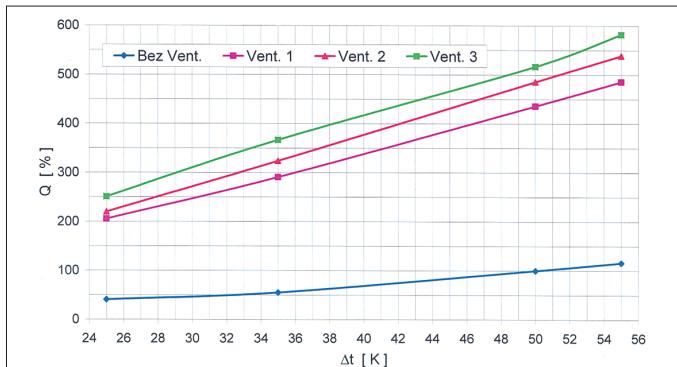
Obr. 6 – Procentuální závislost tepelného výkonu konvektoru s tepelnou izolací a náběžnou deskou na teplotním rozdílu ve vazbě na způsob sdílení tepla



Obr. 7 – Procentuální závislost tepelného výkonu konvektoru s tepelnou izolací na teplotním rozdílu ve vazbě na způsob sdílení tepla



Obr. 8 – Procentuální závislost tepelného výkonu konvektoru s náběžnou deskou na teplotním rozdílu ve vazbě na způsob sdílení tepla



Obr. 9 – Procentuální závislost tepelného výkonu samotného konvektoru na teplotním rozdílu ve vazbě na způsob sdílení tepla

Podobné výsledky získáme i u instalace podlahového konvektoru s náběžnou deskou a tepelnou izolací skříně konvektoru. Za jmenovitých podmínek se tepelný výkon při otáčkách č. 1 zvýší o 280 %, při otáčkách č. 2 o 325 % a při otáčkách č. 3 o 370 % (obr. 6).

Všechny tyto změny tepelného výkonu jsou způsobeny především změnou součinitele přestupu tepla žebrovky na straně vzduchu, kde je změněna rychlosť proudění vzduchu. Rovněž důležitou roli hraje možnost sdílení tepla skříně konvektoru do okolí a prostor, ze kterého ventilátor nasává.

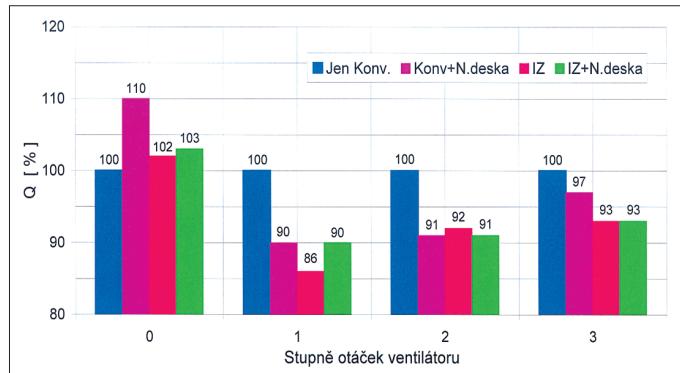
Obr. 10 ukazuje porovnání tepelného výkonu jednotlivých způsobů instalace pro určitý způsob sdílení tepla z podlahového konvektoru. Zde lze vyzopozorovat, že ohledem na chybu měření, že u přirozeného vybíjení tepla (bez ventilátoru) dosahujeme maximálního výkonu při instalaci náběžné desky.

Náběžná deska zde způsobí, že přirozený vztak nemusí „nasávat“ vzduch přes hranu skříně konvektoru z více jak poloprostoru, ale jeho pohybová energie se při instalaci náběžné desky může soustředit na překonání odporu vnitřku skříně konvektoru a žebrovky. Výkony ostatních tří instalací s přirozeným sdílením tepla můžeme považovat za rovnocenné.

U nuteného sdílení tepla, tj. u případů s otáčkami ventilátoru 1 až 3, je vždy maximální výkon při instalaci pouze konvektoru bez náběžné desky a tepelné izolace skříně konvektoru. Je to dáno tím, že tepelný výkon měřený na straně vody a sdílený do prostoru zkušebny je omezen buď teplou izolací – skříně konvektoru nemá možnost svým povrchem sdílet teplo do okolí, nebo náběžnou deskou, která eliminuje nasávání ventilátoru z více jak poloprostoru přes hranu skříně konvektoru a sníží tak tlakové ztráty na straně sání.

## ZÁVĚR

Měření tepelného výkonu podlahových konvektorů by ve zkušebnách mělo probíhat jednotně. Podle našich poznatků doporučujeme instalaci podlahového konvektoru s tepelnou izolací  $R \geq 1 \text{ m}^2\text{K/W}$  a s náběžnou deskou. Tato instalace nejvíce odpovídá potřebám praxe. Tepelná izolace skříně podlahového konvektoru je důležitá s ohledem na tepelné ztráty. Zmenší se tak nevyužitelný tepelný tok vedený do obvodové konstrukce objektu a do podlahy nad rostlou



Obr. 10 – Grafické procentuální porovnání tepelného výkonu jednotlivých způsobů instalace podlahového konvektoru

půdu či sklepem. Náběžná deska o hloubce min 800 mm simuluje dostatečným způsobem plochu podlahy a tak i podmínky, za kterých se do konvektoru nasává vzduch. Rovněž je podstatné, že při nuteném sdílení tepla a použití tepelné izolace s náběžnou deskou, dostáváme vždy nižší a reálnější tepelné výkony podlahových konvektorů, než je tomu jen při volné instalaci na podlaze zkušebny. Zároveň je u přirozeného sdílení tepla výkon srovnatelný s ostatními instalacemi, krom podlahového konvektoru s náběžnou deskou. Zde umožní snížení tlakové ztráty vzduchu na sání i větší sdílení tepla skříně konvektoru do okolí.

Závěrem lze konstatovat, že by se pro měření tepelného výkonu podlahových konvektorů mělo používat instalace s tepelnou izolací skříně konvektoru s  $R \geq 1 \text{ m}^2\text{K/W}$  a náběžnou deskou na straně sání ventilátoru o hloubce minimálně 800 mm.

### Použité zdroje:

- [1] ČERV, R.: *Metodika měření konvektorů*. Diplomová práce ČVUT, 6-TŽP-2003.
- [2] BAŠTA, J.: *Otopné plochy*. Praha: Ediční středisko ČVUT, 2001. – 328 s. – ISBN 80-01-02365-6.
- [3] BAŠTA, J.: *Otopná tělesa – sešit projektanta č. 5*. STP 2000, ISBN 80-02-01351-4, 211 s.