

Redakční rada, nositelka ceny ČSAV 1986 za vynikající výsledky v popularizaci vědy a československého základního výzkumu

Prof. Ing. K. Hemzal, CSc. (vedoucí redaktor) — Ing. V. Bašus (výkonný redaktor) — Doc. Ing. Dr. J. Cihelka — V. Fridrich, dipl. tech. — Ing. V. Hlavačka, CSc. — Doc. Ing. V. Chalupová, CSc. — Ing. arch. L. Chalupský — Doc. Ing. J. Chyský, CSc. — Ing. B. Jelen — Ing. L. Kubíček — Ing. Dr. M. Lázňovský — Ing. P. Leimberger — Ing. L. Strach, CSc. — Doc. Ing. J. Valchář, CSc.

Adresa redakce: Dvorecká 3, 147 00 Praha 4

## OBSAH

Ing. M. Zálešák, CSc.:	Příspěvek k problému přesnosti měření povrchové teploty kontaktním způsobem . . . . .	321
Doc. Ing. D. Petráš, CSc., Ing. M. Budíaková:	Experimentálne posúdenie prevádzky veľkoplošného stropného výkurovania v obytných budovách . . . . .	341
Ing. P. Janeček, CSc.:	Doba dozvuku pracovních prostorů . . . . .	351
Ing. J. Stoss, CSc.:	Měření a hodnocení faktorů životního prostředí na staveništi a jeho okolí . . . . .	359

## CONTENTS

Ing. M. Zálešák, CSc.:	Problems of accuracy of the surface temperature measurement by the contact method . . . . .	321
Doc. Ing. D. Petráš, CSc., Ing. M. Budíaková:	An experimental appreciation of the large-surface ceiling heating operation in residential buildings . . . . .	341
Ing. P. Janeček, CSc.:	The reverberation time of the working rooms . . . . .	351
Ing. J. Stoss, CSc.:	Measurement and evaluation of environmental factors in the building ground . . . . .	359

## СОДЕРЖАНИЕ

Инж. М. Залешак, к. т. н.:	О проблеме точности измерения температуры поверх- ности контактным способом . . . . .	321
Доц. Инж. Д. Петраш, к. т. н., Инж. М. Будиакова:	Экспериментальная оценка эксплуатации потолочного отопления большей поверхности в жилых зданиях . . .	341
Инж. П. Янечек, к. т. н.:	Время реверберации рабочих пространств . . . . .	351
Инж. Ян Стосс, к. т. н.:	Измерение и оценка факторов окружающей среды на стройплощадке и в ее окрестности . . . . .	359

## SOMMAIRE

Ing. M. Zálešák, CSc.:	Contribution au problème de la précision du mesurage d'une température superficielle à l'aide du mode contact	321
Doc. Ing. D. Petrás, CSc., Ing. M. Budiaková:	Appréciation expérimentale du fonctionnement d'un chauffage de plafond à grande-surface dans les bâtiments d'habitation . . . . .	341
Ing. P. Janeček, CSc.:	Temps de retentissement des espaces de travail . . . . .	351
Ing. J. Stoss, CSc.:	Mesurage et l'appréciation des facteurs de l'environne- ment dans un chantier et dans son ambiance . . . . .	359

## INHALT

Ing. M. Zálešák, CSc.:	Beitrag zum Problem der Messgenauigkeit einer Ober- flächentemperatur mit Hilfe des Kontaktverfahrens . .	321
Doc. Ing. D. Petrás, CSc., Ing. M. Budiaková:	Experimentalbeurteilung der Funktion einer Grossflä- chendeckenheizung in den Wohngebäuden . . . . .	341
Ing. P. Janeček, CSc.:	Nachhalldauer der Arbeitsräume . . . . .	351
Ing. J. Stoss, CSc.:	Messung und Bewertung der Umweltfaktoren auf einer Baustelle und in ihrer Umgebung . . . . .	359

# PŘÍSPĚVEK K PROBLÉMU PŘESNOSTI MĚŘENÍ POVRCHOVÉ TEPLITRY KONTAKTNÍM ZPŮSOBEM

ING. MARTIN ZÁLEŠÁK, CSc.

VÚPS Praha, pracoviště Gottwaldov

V příspěvku je proveden rozbor teplotního pole, vzniklého narušením původního povrchu umístěním čidla teploty, které přivádí nebo odvádí teplo. Je provedena idealizace případu a odpovídající řešení. Výsledky rozboru byly konfrontovány nepřímou metodou s experimentem. Ze závěrů vyplývá, že tato měření jsou těžko proveditelná s přesností větší než  $\pm 0,15$  K.

Recenzoval: Doc. Ing. Jaroslav Chyský, CSc.

## 1. ÚVOD

Častou úlohou experimentálního výzkumu a zkušebnictví je stanovení povrchové teploty. Povrchová teplota patří k základním veličinám a její znalost je nezbytná pro zjištění hodnot některých odvozených veličin a zjištění fyzikálních a chemických vlastností materiálu, konstrukce, popřípadě celku. Povrchová teplota určitého celku může vypovídat také o jeho skrytých vadách (všeobecně známý případ je měření teploty lidského těla) a často je základem nedestruktivních metod. Povrch, na němž se teplota měří, je tvořen celou škálou materiálů od kovů až po tepelně izolační materiály.

Základní způsob zjišťování absolutní hodnoty povrchové teploty je měření kontaktním způsobem, kdy čidlo je umístěno na povrchu, jehož teplota je měřena. Čidlo vždy do jisté míry ovlivňuje (ruší) měřený proces (např. přenos tepla do měřeného povrchu) a vnáší tak do měření systematickou chybu.

Vyjádřením chyby měření teploty se zabývají např. práce [1], [2], [10] a také v ČSN 25 8010 [12] jsou uvedeny základní návody a zásady, jak chybu měření teploty vlivem rušení čidlem minimalizovat. Uvedené práce však zanedbávají teplotní mezní vrstvu, která vždy při konvektivním přenosu tepla na povrchu vzniká a dále neuvažují vlastní zdroj tepla. Rovněž doporučení obsažená v ČSN 25 8010 nelze vždy dodržet především z důvodů, že zapuštění čidla do měřeného povrchu a vedení vodičů v čidle v drážce vytvořené v měřeném povrchu není v mnoha případech možné z důvodů, že

- není možno fyzicky narušit povrch,
- izotermu je neznámá.

Předkládaný příspěvek vychází především z práce [1] a je v něm proveden pokus o další krok ve vyjádření přesnosti měření povrchové teploty kontaktním způsobem.

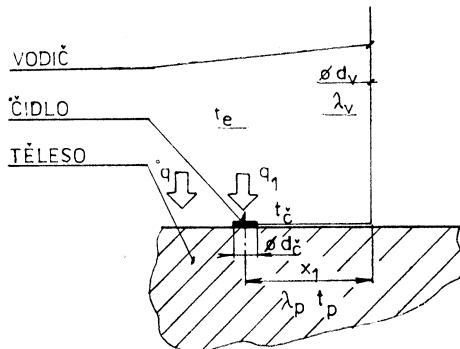
## 2. RUŠENÍ MĚŘICÍHO PROCESU ČIDLEM

*Poznámka:* Odvození uvedené v této práci je provedeno za těchto zjednodušujících předpokladů:

- ustálené teplotní poměry,
- nekonečná tepelná kapacita prostředí, vodiče, čidla,
- konstantní teplota v každém bodě čidla,

- konstantní teplota vodiče v každém bodě libovolného průřezu,
- těleso, jehož povrchová teplota se měří, je pokládáno za polomasyiv o nekonečné tepelné kapacitě.

Základní případ měření povrchové teploty tak, jak je prováděno, je vidět na obr. 1. Čidlo je mechanicky připevněno k povrchu a vodiče čidla jsou vedeny v blízkosti povrchu po vzdálenost  $x_1$  a dále pak procházejí kolmo na mezní vrstvu.



Obr. 1. Základní případ měření povrchové teploty

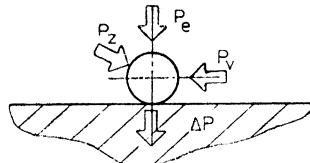
Chybu měření povrchové teploty je možno vyjádřit jako rozdíl teploty čidla  $t_c$  a teploty polomasyivu v nerušeném místě  $t_p$ .

$$\Delta t_p = t_c - t_p \quad (\text{K}). \quad (1)$$

Systematická chyba vlivem rušení čidlem je způsobena rozdílnou hustotou toku tepla na povrchu polomasyivu v místě bez čidla a v místě čidla  $q_1$ .

$$\Delta q = q_1 - q \quad (2)$$

Tento rozdíl  $\Delta q$  se dá vyjádřit jako podíl tepelného výkonu čidla  $\Delta P$  a ekvivalentní plochy dotyku čidla s polomasyivem  $S_a$ . Tepelná bilance čidla je vidět na obr. 2.



Obr. 2. Tepelná bilance čidla

Tepelný výkon čidla  $\Delta P$  je dán součtem tepelného výkonu přenášeným vodiči do čidla  $P_v$ , vlastním tepelným výkonem čidla  $P_z$  a rozdílem tepelného výkonu z vnějšího prostředí  $\Delta P_e$ .

$$\Delta P = P_z \pm P_v \pm \Delta P_e. \quad (3)$$

*Rozdíl tepelného výkonu z vnějšího prostředí*  $\Delta P_e$  vzniká v důsledku rozdílného povrchu polomasivu v místě nerušeném a v místě čidla  $\Delta S$  a v důsledku rozdílné konvekce v obou těchto místech. Za předpokladu malých rozměrů čidla oproti tloušťce mezní vrstvy na povrchu polomasivu je možno předpokládat, že čidlo ne-naruší přenos tepla konvekcí — tedy

$$\Delta P_e = 0. \quad (4)$$

*Vlastní tepelný výkon čidla*  $P_z$  vzniká u elektricky napájených čidel jako jsou odporové teploměry (RTD), termistory a diody. Termočlánky vlastní zdroj tepla nemají.

*Tepelný výkon přenášený vodiči*  $P_v$  vzniká v důsledku přenosu tepla do vodičů z prostředí a jeho přívodu vedením materiálem vodiče do čidla.

Tepelný výkon čidla  $\Delta P$  (3) je zřejmě úměrný chybě měření povrchové teploty  $\Delta t_p$  (1). Souvislost mezi oběma veličinami bude pojednána později, předběžně však předpokládejme lineární závislost

$$\Delta P = k \cdot \Delta t_p. \quad (5)$$

Porovnáme-li vztah (5), (4) a (3) je zřejmé, že je možno snadno vyjádřit chybu

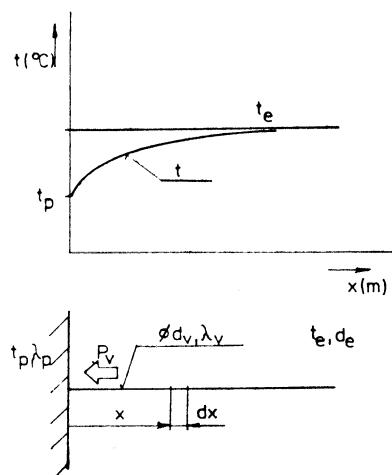
$$\Delta t_p = (P_z \pm P_v) \cdot 1/k. \quad (6)$$

V rovnici (6) je neznámý přívod tepla vodičem, který je závislý na průběhu teploty ve vodiči čidla, tedy je zřejmé, že na celý problém je třeba pohlížet jako na systém čidlo-polomasiv-prostředí.

### 3. ŘEŠENÍ TEPLITRY ČIDLA SYSTÉMU ČIDLO – POLOMASIV – PROSTŘEDÍ

#### 3.1 ZÁKLADNÍ VÝCHODISKO

Základní východisko řešení vychází z vedení tepla v tyči. Tyčí je myšlen vodič čidla. Úloha je principiálně znázorněna na obr. 3.



Obr. 3. Podmínky pro výpočet přenosu tepla vodičem do místa měření

Snadno se dá odvodit diferenciální rovnice vedení tepla v tyči

$$\frac{d^2t}{dx^2} = \frac{\alpha_v \cdot O_v}{\lambda_v \cdot S_v} \cdot (t - t_e). \quad (7)$$

Výraz  $\frac{\alpha_v \cdot O_v}{\lambda_v \cdot S_v}$  v rovnici (7) se často pro zjednodušení nahrazuje konstantou

$$\frac{\alpha_v \cdot O_v}{\lambda_v \cdot S_v} = \mu^2. \quad (8)$$

Rovnice (7) bude mít potom tvar

$$\frac{d^2t}{dx^2} = \mu^2 \cdot (t - t_e). \quad (9)$$

neboli

$$\frac{d^2t}{dx^2} - \mu^2 \cdot t = -\mu^2 \cdot t_e(x). \quad (10)$$

Ve skutečnosti  $\mu$  v rovnicích (9) a (10) konstanta není, neboť součinitel přestupu tepla z povrchu tyče  $\alpha_v$  není konstanta i za předpokladu konstantního průřezu vodiče o obvodu  $O_v$  a ploše  $S_v$  po jeho délce  $x$  a konstantního součinitele tepelné vodivosti vodiče  $\lambda_v$ . Podrobněji bude o součiniteli přestupu tepla z povrchu vodiče  $\alpha_v$  pojednáno dále.

### 3.2 ŘEŠENÍ PRO PŘEDPOKLAD $t_e = \text{KONST.}$

Tento zjednodušující předpoklad vede k poměrně jednoduchému řešení diferenciální rovnice teploty (10) za cenu nižší přesnosti, se kterou je možno vystačit pro většinu aplikací měření teplot v průmyslu. Toto zjednodušení neuvažuje teplotní mezní vrstvu a navíc ani neumožňuje vyjádřit vliv vedení vodiče od čidla po měřeném povrchu. Předpokládá se tedy, že teplota prostředí je konstantní až těsně k povrchu. Okrajové podmínky pro řešení diferenciální rovnice (10) budou

$$x = 0 \quad t = t_c$$

$$x = \infty \quad t = t_e$$

$t_e$  = konstanta pro  $x$  a  $(0, \infty)$ .

Po zavedení substituce  $T = t - t_e$  a dosazení bude mít dif. rovnice (10) tvar

$$T'' - \mu^2 \cdot T = 0. \quad (11)$$

Jedná se tedy o obyčejnou homogenní diferenciální rovnici 2. řádu s konstantními koeficienty, jejíž řešení je možno hledat ve tvaru

$$T = C_1 \cdot e^{\mu x} + C_2 \cdot e^{-\mu x}. \quad (12)$$

Konstanty  $C_1$  a  $C_2$  se stanoví z okrajových podmínek. Po dosazení vyjde pro teplotu vodiče řešení

$$t = t_e + (t_c - t_e) \cdot e^{-\mu x}. \quad (13)$$

Tepelný tok přenášený vodičem do místa čidla se určí například podle vztahu

$$P_v = -\lambda_v \cdot S_v \cdot \frac{dt}{dx} \Big|_{x=0_+} \quad (14)$$

tedy

$$P_v = \sqrt{\lambda_v \cdot S_v \cdot \alpha_v \cdot O_v} \cdot (t_c - t_e), \quad (15)$$

Za předpokladu kruhového průřezu vodiče o průměru  $d_v = 2 \cdot r_v$  je možno vztah upravit do tvaru ve shodě s [1]

$$P_v = \pi \cdot r_v \cdot \lambda_v \cdot \sqrt{Bi} \cdot (t_c - t_e), \quad (16)$$

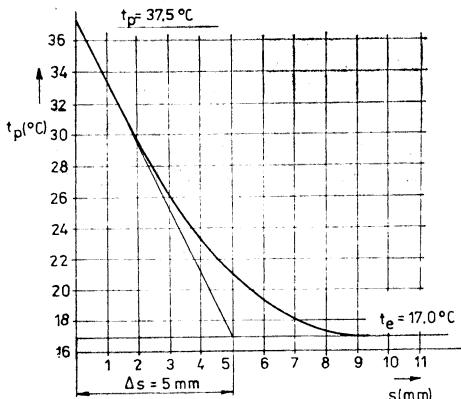
Porovnáním rovnice (16) s rovnicí (5) je možno vyložit  $P_v$  a vyjádřit tzv. „po-měrné snížení teploty“ ve shodě s [1]

$$\frac{t_p - t_c}{t_c - t_e} = \frac{\pi \cdot r_v \cdot \lambda_v \cdot \sqrt{Bi}}{k} \quad (17)$$

### 3.3 ŘEŠENÍ ZA PŘEDPOKLADU $t_e = f(x)$

Při přenosu tepla mezi povrchem tuhé fáze a tekutinou existuje v blízkosti povrchu v reálné tekutině vždy teplotní mezní vrstva — tedy součinitel přestupu tepla na povrchu tuhé fáze  $\alpha_p$  má určitou konečnou hodnotu, což je v rozporu s předpokladem o konstantní teplotě prostředí ( $\alpha_p \rightarrow \infty$ ) podle kap. 3.2.

Průběh teploty v mezní vrstvě je vidět na obr. 4. Na obr. 5 je vidět na příkladu interferogram pořízený interferometrem Macha—Zehndera při zaostření na konečný posuv proužků. Podrobnější informace — viz [8], [9].



Obr. 4. Příklad průběhu teploty v mezní vrstvě pro přirozenou konvekci a podmínky  $t_p = 37,5^\circ\text{C}$  a  $t_e = 17,0^\circ\text{C}$

Odvození závislosti součinitele přestupu tepla konvekcí  $\alpha_p$  na rozdílu teplot ( $t_p - t_e$ ) je provedeno za předpokladu sdílení tepla v mezní vrstvě (v blízkosti povrchu) pouze vedením v klidném vzduchu.

$$\lambda_0 \cdot \left. \frac{dt}{ds} \right|_{s=0} = \alpha_p \cdot (t_p - t_e) \quad (18)$$

**a z tečny ke křivce průběhu teploty v místě povrchu se stanoví součinitel přestupu tepla konvekce**

$$\alpha_p = \frac{\lambda_0}{\Delta s}. \quad (19)$$

Zpětně potom je možno při znalosti teploty povrchu a hodnoty součinitele přestupu tepla stanovit teplotní průběh v mezní vrstvě (samozřejmě přibližně)

$$t_x = t_p - \frac{x \cdot \alpha_p}{\lambda_0} \quad (20)$$



Obr. 5. Příklad interferogramu pro podmínky  $t_p = 39,4^\circ\text{C}$  a  $t_e = 17,0^\circ\text{C}$

Pro vertikální povrch a přirozenou konvekci byla v práci [8] ukázána závislost (pro rozsah  $Pr \cdot Gr = (0,7 \cdot 10^6$  až  $3 \cdot 10^7$ )

$$\alpha_p = 1,31 \cdot (t_p - t_e)^{0,46}. \quad (21)$$

Pro horizontální povrch a přirozenou konvekci pak závislost

$$\alpha_p = 1,87 \cdot (t_p - t_e)^{0,3}. \quad (22)$$

Průběh teploty prostředí jako funkce vzdálenosti  $x$  (vzdáleností  $x$  je zde myšlen průběh teploty prostředí po délce vodiče) z obr. 4 je možno znázornit jako složenou funkcí, která má nespojitosti 1. druhu (viz obr. 6). Jednotlivé úseky mají tento fyzikální význam:

-- interval  $0 < x \leq x_1$  -- teplota prostředí po délce vodiče vedeného v blízkosti polomassivu,

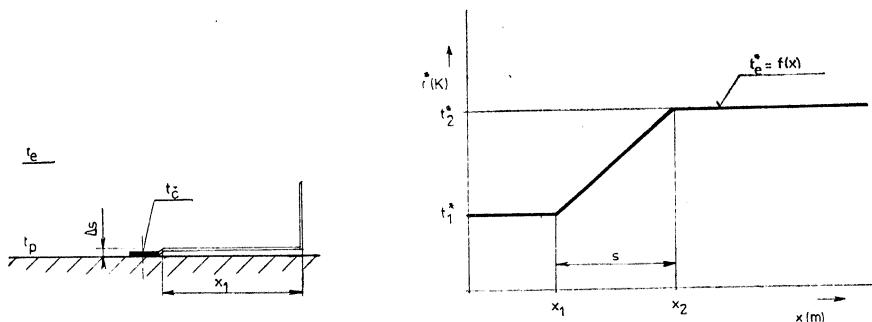
- interval  $x_1 < x \leq x_2$  — teplota prostředí v mezní vrstvě po délce vodiče procházející kolmo na povrch,
- interval  $x_2 < x < \infty$  — teplota prostředí po délce vodiče po průchodu mezní vrstvou.

Pro zjednodušení bude teplota povrchu polomassivu  $t_p$  brána jako teplota vztazná. Potom bude libovolná teplota značena

$$t^* = t - t_p. \quad (23)$$

Diferenciální rovnice (10) bude pak mít tvar

$$t^{*''} - \mu^2 \cdot t^* = -\mu^2 \cdot t_e^*(x). \quad (24)$$



Obr. 6. Zjednodušený průběh teploty prostředí  $t$  po délce vodiče

Okrajové podmínky budou

$$\text{— pro } x = 0 \quad t^* = t_c - t_p = t_0^* \quad (25)$$

$$\text{— pro } x = \infty \quad t^* = t_2^* \quad (26)$$

Další okrajová podmínka vyplývá ze vztahu (5)

$$k \cdot \Delta t_p = k \cdot t_0^* = P_z \pm P_v = P_z \pm \lambda_v \cdot t_{0+}^* \cdot S_v \quad (27)$$

a dále pro derivaci teploty v místě  $x = 0$

$$\pm t_{0+}^* = \frac{k}{\lambda_v \cdot S_v} \cdot t_0^* - \frac{P_z}{\lambda_v \cdot S_v} = k_3 \cdot t_0^* + k_4. \quad (28)$$

*Poznámka:* Je zřejmé, že pro vztaznou teplotu a pro její derivace platí rovnosti

$$t_{0+}^* = t^*(0+) = t(0+) - t_p, \quad (29)$$

$$t_{0+}^{*'} = t^{*'}(0+) = t'(0+). \quad (30)$$

Rovnice (24) je obyčejná diferenciální rovnice druhého řádu s konstantními koeficienty a pravou stranou. Rušivá funkce  $-\mu^2 \cdot t_e^*(x)$  (obr. 6b) je nespojitá funkce s nespojitostmi prvního druhu. Jedná se tedy o předmět standardního typu v intervalu  $(0, \infty)$ . Dále předpokládáme, že i  $t^*$  a její první i druhé derivace  $t^{'}, t^{*''}$  jsou předměty standardního typu v intervalu  $(0, \infty)$ . Potom je možno pro řešení rovnice (24) použít Laplaceovy transformace.

Laplaceova transformace je definována rovnicí

$$F(p) = \int_0^\infty f(x) \cdot e^{-px} \cdot dx = \mathcal{L}\{f(x)\}, \quad (31)$$

$$\mathcal{L}\{t^{*\prime\prime}\} + \mathcal{L}\{-\mu^2 \cdot t^*\} = \mathcal{L}\{-\mu^2 \cdot t_e^*(x)\}, \quad (32)$$

$$\begin{aligned} \mathcal{L}\{t^{*\prime\prime}\} &= p^2 \cdot T^* - p \cdot t^*(0_+) - t^{*\prime}(0_+) = \\ &= p^2 \cdot T^* - p \cdot t_0^* - k_3 \cdot t_0^* - k_4, \end{aligned} \quad (33)$$

$$\mathcal{L}\{-\mu^2 \cdot t^*\} = -\mu^2 \cdot T^*. \quad (34)$$

Pravou stranu rovnice (24) je nutno upravit do vhodného tvaru. Zde s výhodou použijeme větu o translaci, kdy určitá funkce  $f(t)$  mající vlastnosti

$$t < \vartheta \quad f(t) = g(t) = 0, \quad (35)$$

$$t \geq \vartheta \quad f(t) = g(t - \vartheta), \quad (36)$$

se dá formálně vyjádřit

$$f(t) = g(t - \vartheta) \cdot 1(t - \vartheta). \quad (37)$$

Funkci  $t_e^*(x)$  převedeme do tvaru:

$$t_e^*(x) = t_1^* \cdot 1(x) + \frac{t_2^* - t_1^*}{s} \cdot (x - x_1) \cdot 1(x - x_1) - \frac{t_2^* - t_1^*}{s} \cdot (x - x_2) \cdot 1(x - x_2). \quad (38)$$

Potom Laplaceova transformace pravé strany rovnice (24) bude mít tvar:

$$\mathcal{L}\{-\mu^2 \cdot t_e^*(x)\} = -\mu^2 \cdot \frac{t_1^*}{p} - \mu^2 \cdot k_2 \cdot \frac{e^{-px_1}}{p^2} + \mu^2 \cdot k_2 \cdot \frac{e^{-px_2}}{p^2}. \quad (39)$$

V rovnici (39) značí  $k_2$  teplotní gradient v teplotní mezní vrstvě

$$k_2 = \frac{t_2^* - t_1^*}{s}. \quad (40)$$

Po dosazení a úpravě bude mít obraz teploty vodiče  $T^*$  tvar

$$\begin{aligned} T^* &= -\mu^2 \cdot \frac{t_1^*}{p(p^2 - \mu^2)} - \mu^2 \cdot k_2 \cdot \frac{e^{-px_1}}{p^2(p^2 - \mu^2)} + \mu^2 \cdot k_2 \cdot \frac{e^{-px_2}}{p^2(p^2 - \mu^2)} + \\ &+ t_0^* \cdot \frac{p}{(p^2 - \mu^2)} + t_0^* \cdot \frac{k_3}{(p^2 - \mu^2)} + \frac{k_4}{(p^2 - \mu^2)}. \end{aligned} \quad (41)$$

Dále zbývá již provést zpětnou transformaci. Podmínky pro možné provedení zpětné transformace jsou splněny, proto je možno psát:

$$\mathcal{L}^{-1}\{T^*\} = t^* = \mathcal{L}^{-1}\{\dots\}. \quad (42)$$

Při hledání předmětu z obrazů použijeme s výhodou větu o konvoluci a jejím obrazu

$$f(x) * g(x) = \int_0^\tau f(x - \tau) \cdot g(\tau) \cdot d\tau, \quad (43)$$

$$\mathcal{L}\{f(x) * g(x)\} = F(p) \cdot G(p). \quad (44)$$

Potom

$$\begin{aligned} \mathcal{L}^{-1}\left\{-\mu^2 \cdot \frac{t_1^*}{p \cdot (p^2 - \mu^2)}\right\} &= -t_1^* \cdot \mu^2 \cdot \int_0^\tau \frac{1}{\mu} \cosh(u \cdot (x - \tau)) \cdot d\tau = \\ &= -t_1^* \cdot (\cosh(\mu \cdot x) - 1), \end{aligned} \quad (45)$$

$$\mathcal{F}^{-1}\left\{-\mu^2 \cdot k_2 \cdot \frac{e^{-p \cdot x_1}}{p^2(p^2 - \mu^2)}\right\} = \left[ k_2 \cdot (x - x_1) - \frac{k_2}{\mu} \cdot \sinh(\mu \cdot (x - x_1)) \right] \cdot 1(x - x_1), \quad (46)$$

$$\begin{aligned} \mathcal{L}^{-1}\left\{+\mu^2 \cdot k_2 \cdot \frac{e^{-p \cdot x_2}}{p^2(p^2 - \mu^2)}\right\} &= \\ = \left[ -k_2 \cdot (x - x_2) + \frac{k_2}{\mu} \cdot \sinh(\mu \cdot (x - x_2)) \right] \cdot 1(x - x_2), \end{aligned} \quad (47)$$

$$\mathcal{L}^{-1}\left\{t_0^* \cdot \frac{p}{(p^2 - \mu^2)}\right\} = t_0^* \cdot \cosh(\mu \cdot x), \quad (48)$$

$$\mathcal{L}^{-1}\left\{t_0^* \cdot \frac{k_3}{(p^2 - \mu^2)}\right\} = t_0^* \cdot k_3 \cdot \frac{1}{\mu} \cdot \sinh(\mu \cdot x), \quad (49)$$

$$\mathcal{L}^{-1}\left\{\frac{k_4}{(p^2 - \mu^2)}\right\} = k_4 \cdot \frac{1}{\mu} \cdot \sinh(\mu \cdot x). \quad (50)$$

Rovnice (40) bude mít konečný tvar:

$$\begin{aligned} t^* &= (t_0^* - t_1) \cdot \cosh(\mu \cdot x) + t_1^* + (t_0^* \cdot k_3 + k_4) \cdot \frac{1}{\mu} \cdot \sinh(\mu \cdot x) + \\ &+ \left[ k_2 \cdot (x - x_1) - \frac{k_2}{\mu} \cdot \sinh(\mu \cdot (x - x_1)) \right] \cdot 1(x - x_1) + \\ &+ \left[ -k_2 \cdot (x - x_2) + \frac{k_2}{\mu} \cdot \sinh(\mu \cdot (x - x_2)) \right] \cdot 1(x - x_2). \end{aligned} \quad (51)$$

Rovnice (51) vyjadřuje vztah pro vztažnou teplotu  $t^* = (t - t_p)$  vodiče ve vzdálenosti  $x$  ( $x \geq x_2$ ) od místa čidla. V rovnici (51) však neznáme  $t_0^*$ . Je to veličina, kterou hledáme. Tuto veličinu najdeme z podmínky (26) a to:

$$-\text{pro } x = \infty \quad t^* = t_3^* = t_1^* + k_2 \cdot (x_2 - x_1). \quad (52)$$

Po dosazení této podmínky do vztahu (51) a po úpravě za předpokladu, že pro  $x > x_2$

$$\sinh[\mu \cdot (x - x_1)] = \sinh[\mu \cdot (x - x_2)] = \sinh(\mu \cdot x) \quad (53)$$

a

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \tgh(\mu \cdot x) = 1 \quad (54)$$

bude platit

$$t_0^* = \frac{t_1^* - \frac{k_4}{\mu} + \frac{k_2}{\mu} \cdot (e^{-\mu \cdot x_1} - e^{-\mu \cdot x_2})}{1 + \frac{k_3}{\mu}}. \quad (55)$$

Vztah (55) právě vyjadřuje rozdíl teploty čidla (vodiče v místě povrchu) a povrchu, na němž je čidlo umístěno, vlivem toku tepla do (z) povrchu přenosem tepla mezi vodičem a prostředím, kterým vodič prochází a vlivem vlastního zdroje tepla čidla (tedy chybu vlivem měření čidlem)

$$t_0^* = (t(0_+) - t_p). \quad (56)$$

Po dosazení za „konstanty“ z (28) a (40) do vztahu (56) je možno psát:

$$t_0^* = \frac{t_1^* + \frac{P_z}{\lambda_v \cdot S_v} \cdot \frac{1}{\mu} + \frac{t_2^* - t_1^*}{s} \cdot \frac{1}{\mu} \cdot (e^{-\mu \cdot x_1} - e^{-\mu \cdot x_2})}{1 + \frac{k}{\sqrt{\alpha_v \cdot O_v \cdot \lambda_v \cdot S_v}}}. \quad (57)$$

Pro vztážnou teplotu vodiče  $t^*$  ve vzdálenosti  $x$  od bodu čidla bude platit vztah ( $x = x_1$ )

$$\begin{aligned} t^* = t - t_p = t_2^* + & \frac{-t_1^* \cdot \frac{k}{\lambda_v \cdot S_v} \cdot \frac{1}{\mu} + \frac{P_z}{\lambda_v \cdot S_v} \cdot \frac{1}{\mu}}{1 + \frac{k}{\lambda_v \cdot S_v} \cdot \frac{1}{\mu}} + \\ & + \frac{\frac{t_2 - t_1^*}{s} \cdot \frac{1}{\mu} \left[ (\cosh(\mu \cdot x_1) - \cosh(\mu \cdot x_2)) + \frac{k_3}{\mu} \cdot (\sinh(\mu \cdot x_1) - \sinh(\mu \cdot x_2)) \right]}{1 + \frac{k}{\lambda_v \cdot S_v} \cdot \frac{1}{\mu}}. \end{aligned} \quad (58)$$

Vraťme se však k rovnici (57)

Chyba měření povrchové teploty vyjádřená vztahem (57) má dvě složky:

$$t_1^* = t_{01}^* + t_{02}^*, \quad (59)$$

— složka rozdílu teploty v důsledku vlastního zdroje tepla čidla  $t_{01}^*$ .

$$t_{01}^* = \frac{P_z}{\sqrt{\alpha_v \cdot O_v \cdot \lambda_v \cdot S_v} + k}, \quad (60)$$

— složka rozdílu teploty v důsledku přívodu (odvodu) tepla vodičem  $t_{02}^*$

$$t_{02}^* = \frac{t_1^* + \frac{t_2^* - t_1^*}{s} \cdot \frac{1}{\mu} \cdot (e^{-\mu \cdot x_1} - e^{-\mu \cdot x_2})}{1 + \frac{k}{\sqrt{\alpha_v \cdot O_v \cdot \lambda_v \cdot S_v}}}. \quad (61)$$

## 4.0 ROZBOR VELIČIN VE VZTAHU (57)

### 4.1 PŘENOS TEPLA Z ČIDLA DO POLOMASIVU

Součinitel  $k_3$  ve vztahu (55) a (58) vyjadřuje poměr přenosu tepla čidla a polomasivu

$$k_3 = \frac{k}{\lambda_v \cdot S_v}. \quad (62)$$

Součinitel  $k$  je definován vztahem (5); je činitelem úměrnosti mezi tepelným tokem přenášeným čidlem do polomasivu a teplotním rozdílem čidla a povrchu polomasivu.

Při dokonalém styku čidla a povrchu polomasivu je možno zjednodušeně před-

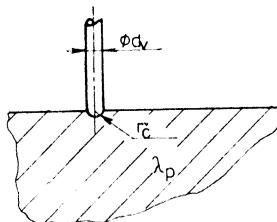
pokládat, že se jedná o sférický případ vedení tepla (v polokouli). Idealizovaně je přenos tepla zobrazen na obr. 7. Tok tepla je dán pro kouli vztahem

$$\Delta P = \frac{4 \cdot \pi \cdot \lambda_p \cdot (t_c - t_p)}{\frac{1}{r_c} - \frac{1}{r_p}}. \quad (63)$$

Pro polokouli a  $r_p \rightarrow \infty$  bude

$$\Delta P = 2 \cdot \pi \cdot \lambda_p \cdot r_c \cdot (t_c - t_p), \quad (64)$$

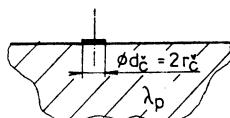
což je ve shodě se vztahem v [1]. Odvození vychází z předpokládu, že čidlo je polokulovitě zapuštěno do povrchu.



Obr. 7. Zjednodušený případ kontaktu vodiče čidla s povrchem polomasivu

Ve [3] je uveden vztah pro tepelný tok mezi čidlem a povrchem polomasivu za reálnějšího předpokladu, že čidlo o poloměru  $r_c$  se dotýká povrchu v ploše podle obr. 8.

$$\Delta P = 4 \cdot \lambda_p \cdot r_c \cdot (t_c - t_p). \quad (65)$$



Obr. 8. Skutečný kontakt čidla s polomasivem

*Poznámka:* Již při zběžném pohledu na vztah (65) se jeví výhodné [pro minimalizaci rozdílu teploty ( $t_c - t_p$ ) při konstantním tepelném toku do čidla] uměle zvětšit poloměr dotykové plochy čidla s měřeným povrchem. Proto se používá často zvláště u termočlánkových spojů tzv. terčíků z měděného tenkého plechu tak, že termočlánkový spoj je na povrch terčíku připájen. Tento způsob snížení chyby měření má však omezení dané zajištěním dotyku čidla s měřeným povrchem a dále s možným ovlivněním měřeného procesu. Vztah (65) je odvozen za předpokladu dokonalého styku čidla s povrchem polomasivu. Tento předpoklad je v praxi nereálný. Povrch čidla a polomasivu není dokonale roviný a styk čidla s povrchem není dokonalý.

Podrobně se problémem přenosu tepla na styku dvou pevných těles zabývá práce [2]. Pro potřebu našich úvah bude stačit, když ve vztahu (65) bude poloměr plochy dotyku čidla redukován podle možného dokonalého dotyku. Vztah (65) tedy přejde na vztah

$$P = 4 \cdot \lambda_p \cdot a \cdot (t_c - t_p) = 4 \cdot \lambda_p \cdot a \cdot \Delta t_p, \quad (66)$$

Porovnáme-li vztah (66) se vztahem (5), okrajovou podmínkou (28) a vztahem (59) vidíme, že použitá konstanta  $k$  je dána vztahem

$$k = 4 \cdot \lambda_p \cdot \alpha . \quad (67)$$

Po dosazení do vztahu (62) bude

$$K_3 = \frac{4 \cdot \lambda_p \cdot \alpha}{\lambda_v \cdot S_v} . \quad (68)$$

#### 4.2 TEPLITNÍ GRADIENT MEZNÍ VRSTVY

Teplotní gradient mezní vrstvy  $k_2$  je definován vztahem

$$k_2 = \frac{\Delta t}{\Delta s} = \frac{\alpha_p}{\lambda_0} \cdot (t_p - t_e) . \quad (69)$$

Součinitel přestupu tepla  $\alpha_p$  je pro přirozenou konvekci ( $Pr \cdot Gr = 0,7 \cdot 10^6$  až  $3 \cdot 10^7$ ) definován vztahem pro

— vertikální povrch

$$\begin{aligned} \alpha_p &= 1,31 \cdot (t_p - t_e)^{0,46}, \\ k_2 &= 1,31 \cdot \frac{(t_p - t_e)^{1,46}}{\lambda_0}, \end{aligned} \quad (70)$$

— horizontální povrch

$$\begin{aligned} \alpha_p &= 1,87 \cdot (t_p - t_e)^{0,3}, \\ k_2 &= 1,87 \cdot \frac{(t_p - t_e)^{1,3}}{\lambda_0}. \end{aligned} \quad (71)$$

Oba vztahy (70) a (71) jsou zobrazeny na obr. 9.

#### 4.3 SOUČINITEL PŘESTUPU TEPLA Z POVRCHU VODIČE $\alpha_v$

Součinitel  $\mu$  je definován vztahem (8). Za předpokladu vodiče kruhového průřezu je

$$\mu = \sqrt{\frac{4 \cdot \alpha_v}{\lambda_v \cdot d_v}} . \quad (72)$$

Přenos tepla z povrchu vodiče představuje samostatný problém.

Podle DISA [6] platí pro přenos tepla na povrchu tenkých drátů kriteriální vztahy:

Přirozená konvekce (klidný vzduch):

$$Nu = (0,88 - 0,43 \cdot \log Gr)^{-1}, \quad (73)$$

kde  $Nu = \frac{\alpha_v \cdot d_v}{\lambda_0}$

$$Gr = \frac{g \cdot \beta \cdot d_v^3 (t_v - t_e)}{\nu^2} . \quad (74)$$

Nucená konvekce (proudící vzduch):

$$Nu = (1,18 - 1,10 \cdot \log Re)^{-1} . \quad (75)$$

Podle [3] platí pro součinitel přestupu tepla konvekci na povrchu vodiče vztah:

$$\alpha_v = C \cdot \lambda_0 \cdot \frac{Pr^{0,35}}{d_v^{(1-m)}} \cdot \left(\frac{v}{\nu}\right)^m. \quad (76)$$

Koeficient  $C$  a exponent  $m$  závisí na  $Re$ . Pro praktické hodnoty  $Re$  ( $v = 0,1 \text{ m/s}$ ,  $Re = 0,27$ ) je hodnota  $C = 0,99$  a  $m = 0,305$ . Přesněji jsou hodnoty  $C$  a  $m$  uvedeny v závislosti na  $Re$  v tab. 1.

Podle [5] pro přenos tepla z povrchu tyče kruhového průřezu platí kriteriální rovnice

$$Nu = C \cdot Re^n. \quad (77)$$

Hodnoty koeficientu  $C$  a exponentu  $n$  jsou uvedeny v tab. 2.

Tab. 1. Hodnoty  $C$  a  $m$  v závislosti na  $Re$   
(ve vztahu (76))

$Re$ [—]		$C$	$m$
od	do		
0,1	4	0,99	0,305
4	50	0,86	0,41
8	$1 \cdot 10^3$	0,50	0,47
$1 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	0,669	0,47
$5 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^4$	0,22	0,60
$5 \cdot 10^4$	—	0,026	0,80

Tab. 2. Hodnoty  $C$  a  $n$  v závislosti na  $Re$   
(ve vztahu (77))

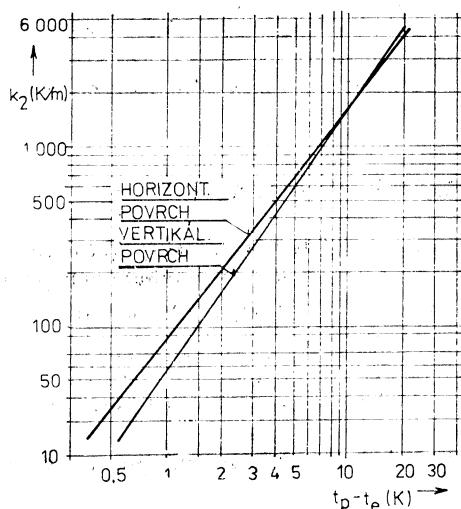
$Re$ [—]		$C$	$n$
od	do		
1	4	0,91	0,330
4	40	0,821	0,305
40	$4 \cdot 10^3$	0,615	0,466
$4 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^4$	0,174	0,618
$4 \cdot 10^4$	$2,5 \cdot 10^5$	0,0239	0,808

Pro představu o hodnotách  $\alpha_v$  uvádíme výsledky výpočtu podle vztahů (72) až (77) pro podmínky

— prostředí — vzduch [ $\nu = 16 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $\lambda_0 = 0,0252 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ]

— rychlosť proudění vzduchu kolem vodiče  $v = 0,1 \text{ m/s}$

— průměr vodiče  $d_v = 0,0002 \text{ m}$



Obr. 9. Závislost  $k_2$  a  $(t_p - t_e)$  pro podmínky  $Pr \cdot Gr \in (0,7 \cdot 10^6, 3 \cdot 10^7)$

Vztah (75):  $Re = 1,27$

$$Nu = 0,94$$

$$\alpha_v = 110,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Vztah (76):  $\alpha_v = 119,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Vztah (77):  $Nu = 0,964$

$$\alpha_v = 121,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Pro zcela klidný vzduch ( $v = 0 \text{ m/s}$ ,  $(t_v - t_e) = 3 \text{ K}$ ) (vztah (72) a (73))

$$Gr = 5,493 \cdot 10^{-8}$$

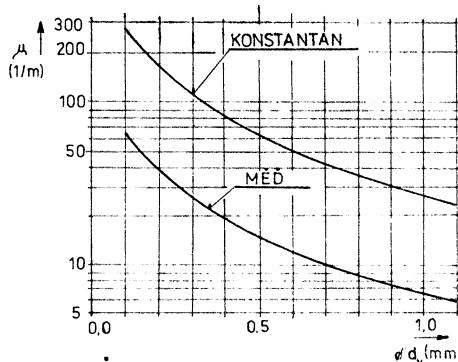
$$Nu = 0,250$$

$$\alpha_v = 31,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

V případě izolovaného drátu se vypočítá tzv. redukovaný součinitel přestupu tepla  $\alpha'_v$  podle vztahu

$$\alpha'_v = \frac{1}{\frac{r_v}{\lambda_{iz}} \cdot \lg \frac{r_{iz}}{r_v} + \frac{r_v}{r_v \cdot \alpha_{iz}}} \quad (78)$$

Závislost součinitele  $\mu$  na průměru vodiče čidla  $d_v$  ze vztahu (72) je zobrazena na obr. 10 za předpokladu  $\Delta t_v = 0,5 \text{ K}$  a prostředí klidný vzduch ( $\lambda_o = 0,025 2 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ,  $\nu = 16 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $t_e = 20^\circ\text{C}$ ,  $v = 0 \text{ m/s}$ ).



Obr. 10. Závislost  $\mu$ ,  $d_v$ , pro  $\Delta t_v = 0,5 \text{ K}$  a vzduch

## 5. APLIKACE UVEDENÝCH VZTAHŮ

Pro představu o možném použití vztahů (57), (60), (61) a hodnotách chyby měření byl proveden výpočet za zvolených modelových podmínek

— prostředí vodiče — vzduch ( $\lambda_o = 0,025 2 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ,  $\nu = 16 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $t_e = 20^\circ\text{C}$ ,  $v = 0 \text{ m/s}$ )

— těleso (polomasisiv) ( $\lambda_p = 0,1 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ,  $t_p = 17^\circ\text{C}$ )

— vodič (veden při povrchu  $\Delta s = 1 \text{ mm}$   $t_1 = 0,3 \text{ K}$ ,  $x_1 = 0,05 \text{ m}$ ,  $\alpha_v = \text{konst.} = 35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ,  $\lambda_{Cu} = 380 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ,  $\lambda_{ko} = 55 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ )

Výsledky výpočtu chyby ( $t_0^* = t_e - t_p$ ) měření povrchové teploty jsou uvedeny v tab. 3.

Tab. 3. Výsledky výpočtu chyby ( $t_0 = t_0 - t_p$ ) měření povrchové teploty za modelových podmínek podle vztahů (57), (81)

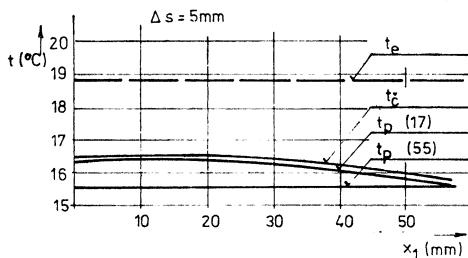
Druh čidla	$P_z$ [W]	$d_v$ [mm]	$d_t$ [mm]	1 vodič		2 vodiče	
				$t_{01}^*$ [K]	$t_{02}^*$ [K]	$t_0^*$ [K]	$t_{02}^*$ [K]
Termočlánek	0	Cu-Ko	0,2	6	0	$2,5 \cdot 10^{-1}$	$2,5 \cdot 10^{-1}$
Odporový teplomér	$1 \cdot 10^{-4}$	Cu	0,2	6	$5 \cdot 10^{-1}$	$2,5 \cdot 10^{-1}$	$3,0 \cdot 10^{-1}$
Termistor	$1 \cdot 10^{-6}$	Cu	0,2	10	$4,0 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-1}$	$2,4 \cdot 10^{-1}$
Dioda	$6 \cdot 10^{-3}$	Cu	0,2	1,8	$4,6 \cdot 10^{-1}$	$3,6 \cdot 10^{-1}$	$8,2 \cdot 10^{-1}$

## 6. EXPERIMENTÁLNÍ OVĚŘENÍ ODVOZENÝCH VZTAHŮ

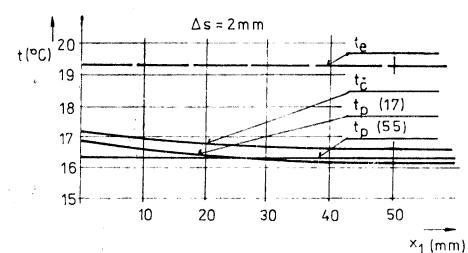
Pro ověření odvozených vztahů byl uspořádán jednoduchý experiment. Za konstantních podmínek přenosu tepla a konstantní teploty vzduchu  $t_e$ , byla měřena povrchová teplota  $t_p$  pomocí termočlánků typu T (Cu — ko) a to tak, že vždy proběhlo měření sada termočlánků s konstantní vzdáleností vedení vodičů od povrchu (obr. 6a). Měřená teplota povrchu čidlem je pokládána za teplotu čidla  $t_c$ . Pro každou takto naměřenou teplotu je vypočítána teplota povrchu  $t_p$  pomocí odvozených vztahů.

$$t_p = t_c - t_0^* = t_c - (t_c - t_p). \quad (79)$$

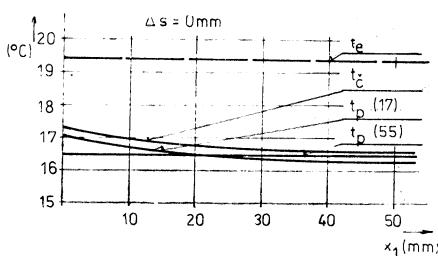
Problémem při ověření je, že skutečná teplota povrchu je neznámá a principiálně ani není zjistitelná. Výpočet pouze prokazuje, že teplota  $t_p$  vypočtená vyjde vždy konstantní pro stejné podmínky měření a míra odlišnosti od konstantní hodnoty může vysvětlovat o platnosti odvozených vztahů. Na obr. 11 až obr. 14 jsou zobrazeny naměřené hodnoty teploty čidla  $t_c$  a vypočtené hodnoty teploty povrchu  $t_p$  při různém způsobu uložení vodičů čidla ( $s$ ,  $x_1$ ) jednak podle autorem odvozených vztahů, jednak podle vztahu (17) podle [1].



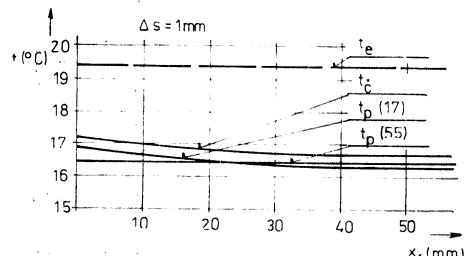
Obr. 11. Závislost  $t_c$ ,  $t_p$ ,  $x_1$  pro  $\Delta s = 5$  mm



Obr. 12. Závislost  $t_c$ ,  $t_p$ ,  $x_1$  pro  $\Delta s = 2$  mm



Obr. 13. Závislost  $t_c$ ,  $t_p$ ,  $x_1$  pro  $\Delta s = 1$  mm



Obr. 14. Závislost  $t_c$ ,  $t_p$ ,  $x_1$  pro  $\Delta s = 0$  mm

## 7. ROZKLAD PROBLÉMU A ZÁVĚRY

Uvedené řešení zahrnující přenos tepla v mezní vrstvě může znamenat zpřesnění dříve uvedených řešení [1], avšak ani toto řešení nevystihuje přesně skutečnost — tedy alespoň některé předpoklady podstatné pro řešení jsou určitým zjednodušením skutečnosti:

- součinitel přestupu tepla z povrchu vodiče  $\alpha_v$  se při řešení předpokládá o konstantní hodnotě, avšak ve skutečnosti je závislý na rozdílu teploty vodiče a prostředí, kterým vodič prochází a tento rozdíl obecně konstantní není. To znamená, že koeficient  $\mu$  v diferenciální rovnici (24) není konstantní. Rovněž je předpokládáno, že kriteriální závislosti uváděné pro přenos tepla z vodiče (platící pro volné prostředí) platí i pro prostředí mezní vrstvy povrchu polomasyvu.
- teplotní gradient mezní vrstvy  $k_2$  závisí na teplotě povrchu polomasyvu  $t_p$ , která je před zahájením výpočtu neznámá — tzn., že výpočet by měl být prováděn ve více přebližovacích krocích.

Tato zjednodušení přirozeně znamenají méně přesné přiblížení skutečnosti, avšak pro běžné aplikace měření teplot v průmyslu, ale i ve výzkumu a zkušebnictví, je přesnost dostačující.

Odrozený vztah (57) umožňuje zohlednit i vliv délky vedení vodiče na povrchu, kdy  $t_1^* = 0$  a  $s$  má hodnotu tloušťky mezní vrstvy. V tomto případě bude mít vztah (57) tvar

$$t_0^* = \frac{P_z / (\lambda_v \cdot S_v)}{\mu + k_3} + \frac{t_2^*}{s} \cdot \frac{1}{\mu + k_3} \cdot (e^{-\mu \cdot x_1} - e^{-\mu \cdot x_2}). \quad (80)$$

V případě, že čidlo nemá vlastní zdroj tepla ( $P_z = 0$ ), bude možno vztah (80) převést do formy jako má vztah (17), tedy

$$\frac{t_p - t_e}{t_p - t_c} = \frac{1}{(\mu + k_3)s} \cdot (e^{-\mu \cdot x_1} - e^{-\mu \cdot x_2}). \quad (81)$$

V případě, že dále vodič čidla není veden po povrchu, ale přímo prochází kolmo na mezní vrstvu o tloušťce  $s$ , bude zřejmě  $x_1 = 0$  a  $x_2 = s$ . Vztah (81) se dále zredukuje na tvar

$$\frac{t_p - t_e}{t_p - t_c} = \frac{1}{(\mu + k_3) \cdot s} \cdot (1 - e^{-\mu \cdot s}).$$

Odrozený vztah tedy umožňuje výpočtově zohlednit i vliv prostředí vodiče čidla na chybu měření vlivem rušení čidla (tab. 3).

Z rozboru problému měření povrchové teploty kontaktním způsobem je zřejmé, že měřicí proces povrchové teploty je třeba chápát jako vzájemnou interakci čidlo — těleso (na jehož povrchu je teplota měřena) — prostředí.

Provedené rozbory také prokazují dosažitelné meze absolutní přesnosti měření povrchové teploty kontaktním způsobem. Jen obtížně bude zřejmě možno v běžných případech měřit povrchovou teplotu s přesností vyšší než 0,15 K a tím je zřejmě i limitován požadavek na absolutní přesnost měření kontaktním čidlem a případným převodníkovým zařízením.

## 8. SEZNAM SYMBOLŮ A OZNAČENÍ

$C, C_1, C_2$	[—]	konstanty úměrnosti
$I$	[A]	protékající proud čidlem
$O$	[m]	obvod průřezu vodiče
$P$	[W]	tepelný tok na nerušeném povrchu
$P_v$	[W]	tepelný tok v čidle vlivem přenosu tepla mezi vodičem a prostředím
$P_z$	[W]	tepelný tok v čidle vlivem vlastního zdroje čidla
$P_e$	[W]	tepelný tok přenosu tepla mezi čidlem a prostředím

$\Delta P$	[W]	tepelný tok vlivem přenosu tepla mezi čidlem a polomasivem
$R_o$	[ $\Omega$ ]	elektrický odpor čidla
$S$	[ $m^2$ ]	plocha průřezu vodiče
$a$	[m]	ekvivalentní poloměr skutečné plochy dotyku čidla
$d_v$	[m]	průměr průřezu vodiče
$d_{iz}$	[m]	průměr izolace vodiče
$d_c$	[m]	ekvivalentní průměr čidla
$g$	[ $m/s^2$ ]	tíhové zrychlení
$k$	[W/K]	součinitel přenosu tepla do polomasivu
$k_2$	[K/m]	teplotní gradient mezní vrstvy
$q$	[W/ $m^2$ ]	hustota tepelného toku v místě zmenšeného povrchu polomasivu
$q_1$	[W/ $m^2$ ]	hustota tepelného toku v místě čidla na povrchu polomasivu
$r_\delta$	[m]	ekvivalentní poloměr čidla
$r_{iz}$	[m]	poloměr izolovaného vodiče
$s$	[m]	tloušťka mezní vrstvy
$t, t(x)$	[ $^\circ C$ ]	teplota vodiče (v místě $x$ )
$t_c$	[ $^\circ C$ ]	teplota čidla
$t_p$	[ $^\circ C$ ]	teplota nerušeného povrchu polomasivu
$t_1$	[ $^\circ C$ ]	teplota v místě $s_1$ mezní vrstvy
$t_e = t_2$	[ $^\circ C$ ]	teplota prostředí
$t^*$	[ $^\circ C$ ]	vzájemná teplota $t^* = t_c - t_p$
$t^{**}$	[K/m]	1. derivace teploty $t^*$
$t^{***}$	[K/ $m^2$ ]	2. derivace teploty $t^*$
$\Delta t_p$	[K]	rozdíl teploty čidla a povrchu $\Delta t_p = t_c - t_p$
$v$	[m/s]	rychlosť proudění vzduchu
$x$	[m]	vzdálenost
$x_1$	[m]	délka vedení vodiče čidla při povrchu
$x_2$	[m]	délka vodiče od místa dotyku k místu po průchodu mezní vrstvou
$\alpha_p$	[W/( $m^2 \cdot K$ )]	součinitel přestupu tepla na nerušeném povrchu polomasivu
$\alpha_s$	[W/( $m^2 \cdot K$ )]	součinitel přestupu tepla sáláním
$\alpha_{eiz}$	[W/( $m^2 \cdot K$ )]	součinitel přestupu tepla na povrchu izolace
$\alpha_v$	[W/( $m^2 \cdot K$ )]	součinitel přestupu tepla na povrchu vodiče
$\beta$	[ $1/^\circ C$ ]	teplotní součinitel objemové roztažnosti
$\lambda_0$	[W/(m · K)]	měrná tepelná vodivost klidného vzduchu
$\lambda_v$	[W/(m · K)]	měrná tepelná vodivost vodiče
$\lambda_p$	[W/(m · K)]	měrná tepelná vodivost polomasivu
$\mu$	[1/m]	součinitel vedení a přenosu tepla vodiče
$\nu$	[ $m^2/s$ ]	kinematická viskozita vzduchu
$Re$		Reynoldsovo kritérium
$Bi$		Biotovo kritérium
$Nu$		Nusseltovo kritérium
$Gr$		Grashofovo kritérium
$Pr$		Prandtlovo kritérium

## LITERATURA

- [1] Chyský, J.: Měření teplot termoelektrickými článci. ZTV roč. 3 (1960) č. 4, Academia Praha 1960.
- [2] Fried, E.: Thermal Conduction Contribution to Heat Transfer at Contacts. N. York 1981.
- [3] Kutateladze, S., A., Borišanskij, V. M.: Příručka sdílení tepla. SNTL Praha, 1962.
- [4] Ražňjevič, K.: Tepelné tabulky a diagramy. Alfa Bratislava 1969.
- [5] Bica, J.: Konvektivní přenos tepla ve vzduchu. SVÚSS Běchovice.
- [6] Høistup, J., Rasmussen, K. Larsen, S. E.: Dynamic Calibration of Temperature Wires in Still Air. DISA Information No 20. Skorlunde.
- [7] Chyský, J.: Vlhký vzduch, SNTL Praha 1977.
- [8] Zálešák, M.: Modelové měření součinitele přestupu tepla konvekce pomocí interferometru Macha Zehndera. Stavebnícky časopis 30 (1982) č. 12, VEDA Bratislava, 1982.
- [9] Zálešák, M.: Přenos tepla na vnější straně konstrukcí a budov a aplikace ve výpočtu spotřeby energie na vytápění. Kand. dis. práce. VÚPS Praha 1980.

- [10] *Singh, B. S., Dybss, A.*: Error in Temperature Measurements Due to Condition Along the Sensor Leads. *Journal of Heat Transfer*. 8/1977. ASME N. York 1977.
- [11] ČSN 35 6710: Druhy a napětí termoelektrických článků.
- [12] ČSN 25 8010: Směrnice pro měření teplot v průmyslu.
- [13] *Ingersoll, L. R., Zobel, O. J., Ingresoll, A. C.*: Heat Conduction with Engineering, Geological and other Applications. Madison The University Wisconsin Press 1954.
- [14] *Pirkov, Z., Veit, J.*: Laplaceova transformace. SNTL/ALFA 1972.
- [15] *Korn, G. A., Korn, T. M.*: Mathematical Handbook for Scientists and Engineers. Překlad v ruštině. Nauka Moskva 1973.
- [16] *Šindelář, V., Krupka, F.*: Měření teploty. Práce Praha 1955.
- [17] *Wisniewski, S.*: Pomiar temperatury w badaniach silików i w rządzeniach cieplnych. Wydawnictwa Naukowa-Techniczne. Warszawa 1983.
- [18] *Loeffler, R. F.*: Thermocouples, Resistance Temperature Detectors, Thermistors, Which? ISA New York, 1968.
- [19] *Zehnula, K.*: Snímače neelektrických veličin. SNTL Praha 1977.

## **О ПРОБЛЕМЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ КОНТАКТНЫМ СПОСОБОМ**

*Инж. Мартин Залешак, к. т. н.*

В статье приводится анализ температурного поля, образующегося нарушением первоначальной поверхности помещением теплочувствительного элемента, который приводит или отводит тепло. Приводится идеализация случая и соответствующие решения. Результаты анализа были сравниваны непрямым методом с экспериментом. Из результатов вытекает что такие измерения трудно провести с точностью больше чем  $\pm 0,15$  K.

## **PROBLEMS OF ACCURACY OF THE SURFACE TEMPERATURE MEASUREMENT BY THE CONTACT METHOD**

*Ing. Martin Zálešák, CSc.*

An analysis of the temperature field that had arisen by the interference of the original surface by locating of the temperature sensing element which conducts or conducts away heat is discussed in the article. The idealization and the corresponding solution are presented there. The results were compared by the indirect method with the experiment. It follows from the conclusion that these measurements are practicable very hardly with accuracy higher than  $\pm 0,15$  K.

## **BEITRAG ZUM PROBLEM DER MESSGENAUIGKEIT EINER OBERFLÄCHENTEMPERATUR MIT HILFE DES KONTAKTVERFAHRENS**

*Ing. Martin Zálešák, CSc.*

Im Beitrag ist die Analyse eines durch die Beschädigung einer originelle Oberfläche als die Folge rung der Unterbringung eines Temperaturföhlers, der die Wärme zuführt oder abführt, entstandenen Temperaturfeldes durchgeführt. Man führt die Idealisierung des Falles und die entsprechende Lösung durch. Die Ergebnisse der Analyse wurden mit einem Experiment durch die indirekte Methode verglichen. Man leitet eine Schlussfolgerung, dass diese Messungen mit einer grösseren Genauigkeit als  $\pm 0,15$  K schwer ausführbar sind, ab.

## **CONTRIBUTION AU PROBLÈME DE LA PRÉCISION DU MESURAGE D'UNE TEMPÉRATURE SUPERFICIELLE À L'AIDE DU MODE CONTACT**

*Ing. Martin Zálešák, CSc.*

Dans l'article présenté, on fait l'analyse d'un champ de température produit par l'altération d'une surface originale sous l'influence du placement d'un organe capteur de température qui amène ou emmène la chaleur. On fait l'idéalisatoin du cas et la solution répondante. Les résultats de l'analyse étaient confrontés avec une expérience par la méthode indirecte. On déduit une conclusion que ces mesurages sont réalisables difficilement avec une précision plus grande que  $\pm 0,15$  K.

---

### ● ČSN 83 4713 — Stanovení emisí sirouhlíku ze stacionárních zdrojů

S účinností od 1. 6. 1988 byly v souboru norm v oblasti ochrany ovzduší vydány čtyři části nové čs. státní normy, která platí pro měření emisí sirouhlíku ze stacionárních zdrojů znečištování ovzduší. Platí pro jednorázová i pro průběžná registrační měření. Z hlediska účelu se týká měření rozhodčích (arbitrázních), garančních, provozních, kontrolních i experimentálních. Z hlediska přesnosti platí pro měření podrobná, běžná i orientační.

V částech 1 a 2 jsou uvedena všeobecná ustanovení a předpisy pro odběr vzorků odpadních plynů s obsahem sirouhlíku pro manažerské metody měření.

Část 3 platí zejména pro rozhodčí a kontrolní měření obsahu sirouhlíku metodou argento-metrickou. Sirouhlík se z odpadního vzorku absorbuje v roztoku diethylaminu v ethanolu. Vzniklá kyselina diethyldithiocarbaminová se stanoví srážecí titrací odměrným roztokem dusičnanu stříbrného. K indikaci bodu ekvivalence se použije selektivní sulfidová elektroda. Metody se užije ke stanovení hmotnostní koncentrace sirouhlíku v rozsahu 20 až 4 000 mg . m<sup>-3</sup>

V části 4 je uvedena jedometrická metoda pro orientační a provozní stanovení sirouhlíku v rozsahu 50 až 2 000 mg . m<sup>-3</sup>. Sirouhlík se z odpadního plynu absorbuje v roztoku hydroxidu draselného v ethanolu. Vzniklý ethyl-xantogenát draselný se titruje odměrným roztokem jodu za přítomnosti tlumivého roztoku při hodnotě pH cca 5,7.

První postup stanovení ruší karbonylsulfid ve srovnatelných hmotnostních koncentracích s koncentracemi sirouhlíku a sirovodíku i ve stopách. Rušivými látkami pro druhý postup jsou sirovodík, karbonylsulfid, merkapтанy, oxid sířičitý a nenasycené uhlovodíky.

Zpracovatelem nové čs. státní normy je Výzkumný ústav anorganické chemie v Ústí nad Labem ve spolupráci s Českým hydro-meteorologickým ústavem v Praze.

(tes)

### ● Chladiva R 11 a R 12 se doporučují nahradit chladivem R 22

Chladiva R 11, a R 12 a R 113 byla pracovní skupinou UNEP při OSN označena jako ohrožující životní prostředí. Je třeba počítat s tím, že jejich výroba bude dříve či později zcela vyloučena.

Chladiva R 22 a NH<sub>3</sub> byla experty na

životní prostředí prohlášena jako neohrožující ozónovou vrstvu v atmosféře. Obě jsou vynikající chladiva, kterými se dají pokrýt téměř všechny případy použití u chladicích zařízení. Z toho plyne doporučení přestat s výrobou zařízení s výše uvedenými nebezpečnými chladivy a u stávajících zařízení při generálních opravách nahradit je chladivy R 22 nebo NH<sub>3</sub>.

CCI 7/87

(Ku)

### ● Muzeum osvětlení

Arnsberg NSR (Licht 88/1) — má předvést historický vývoj umělého osvětlování a jeho společenský a kulturní význam. Časově má zahrnout období od 18. století do paděstých let našeho století. My dnes považujeme vysokou úroveň osvětlování za samozřejmost a často si ji ani neuvědomujeme. To, co je dnes nám samozřejmé, lze předvedením jednotlivých fází dosavadního vývoje s mnoha chybami kroků (nebo i obdobími), prezentovat jako něco, co jednotlivci praeně tvořili, vynalézali a prověrovali. Je třeba poukázat na světlé i temnější stránky celého dosavadního vývoje.

Budoucí muzeum má mít sbírky asi takto členěny:

1. Technický vývoj osvětlení od konce 18. století. Světelné zdroje a svítidla, funkční specializace aktivních a pasivních prvků, změny účinnosti (vývoj) obou skupin prvků. Od konce 19. století využívání výboje v plynech a luminiscence (cesta za studeným světlem).
2. Vliv osvětlení na život současného člověka, jeho proměny pod tímto vlivem. Noc se mění v den (zkracuje se). Využívání světla pro bydlení, v pracovním a odpočinkovém prostředí, veřejné osvětlení (nárůst hustoty, dopravy a bezpečnosti). Potřeba normalizace (ekonomické proudy), vznik a vývoj státních norem a standardů, mezinárodní koordinace a spolupráce.
3. Historie výroby svítidel v oblasti Arnsbergu (Neheim – Hüsten)

Je to jedna z významných oblastí výroby svítidel v NSR s velkou tradicí a vysokou současnou úrovní.

Výstavba muzea je v počátcích, mnoho předmětů tu ještě chybí — proto koncepce je velmi náročná. Zvláště pak chybějí předměty a obrazová dokumentace změn, které nastaly v povolání „pasíře“. Je stále ještě základem kvalitní výroby svítidel.

(LCh)

# EXPERIMENTÁLNE POSÚDENIE PREVÁDZKY VEĽKOPLOŠNÉHO STROPNÉHO SÁLAVÉHO VYKUROVANIA V OBYTNÝCH BUDOVÁCH

DOC. ING. DUŠAN PETRÁŠ, CSc., ING. MÁRIA BUDIaková

Katedra TZB, Stavebná fakulta SVŠT, Bratislava

Článok obsahuje výsledky měření vnitřních klimatických faktorů a otopných příkonů v obytných místnostech s velkoplošným stropním vytápěním. Výsledky měření jsou porovnávány s hodnotami vypočítanými. Cílem měření bylo prokázat vhodnost stropního vytápění z hlediska tepelné pohody člověka a dále jeho menší energetickou náročnosť.

Recenzoval: Doc. Ing. Dr. Jaromír Cihelka

## 1. ÚVOD

Jednou z hlavných úloh hospodárskeho a sociálneho rozvoja ČSSR je racionalnejšie využívať palivá a energie v nevýrobnej sfére a v domácnostach. Tie sa v komplexnej bytovej výstavbe, z hľadiska jej prevádzkovej energetickej náročnosti, približne 65 až 80 %-tami podielajú na vykurovaní budov [15]. Preto je nevyhnutné minimalizovať takúto energetickú náročnosť vykurovania na strane jednej, avšak, so snahou nenarušiť tepelnú pohodu vo vykurovaných interiéroch. Na strane druhej, uplatňovať také technické riešenia systémov vykurovania, ktoré budú materiálovovo, tým i investične zrovnatelne so súčasnými, teda ich celková ekonomická efektívnosť počas doby prevádzky vychádzajúc z úspor energie bude v porovnaní so súčasnými cenami výrobkov vykurovacej techniky pozitívna.

V súčasnosti sa racionalizácia spotreby energie na vykurovanie v KBV rieši najmä uplatnením centralizovaného zásobovania teplom (22 % všetkých bytov), nasadzovaním meracej a regulačnej techniky so snahou o dispečérské riadenie vykurovacej sústavy, avšak už menej sa analyzuje úloha koncových prvkov systémov vykurovania, t. j. vykurovacích plôch.

Domnievame sa, že práve analýza spôsobu odovzdávania tepla, či konvekciou, alebo sálaním, môže výrazne prispieť jednak k minimalizácii energetickej náročnosti vykurovania, ale aj k adekvátnej tvorbe optimálneho tepelného režimu vo vykurovaných interiéroch. Preto skôr ako budeme overovať túto problematiku, stručne sformulujeme požiadavky na sálavé vykurovania, a to konkrétnie na veľkoplošné stropné v obytných budovách.

## 2. POŽIADAVKY NA VEĽKOPLOŠNÉ STROPNÉ SÁLAVÉ VYKUROVANJE V OBYTNÝCH BUDOVÁCH

■ Všeobecne, pri sálavom vykurovaní interiérov, sa využíva sálavý tok vykurovacej plochy, ktorým sa priamo bez prostredníctva vzduchu zohrievajú stavebné konštrukcie a len malá časť tepelného toku sa odovzdáva priamo konvekciou vzduchu [2, 3, 6, 12]. Pri veľkoplošnom stropnom sálavom vykurovaní je tento pomer približne 75 : 25 % v prospech tepelných tokov sálaním. Z tohto

dôvodu definovanie požiadaviek na tepelný stav takto vykurovaného interiéru musí byť čiastočne odlišný od vykurovania konvekčného, pričom musia byť zohľadnené najmä nasledovné skutočnosti:

- vplyv usmerneného tepelného toku v priestore,
- vyššia teplota okolitých plôch oproti teplote vzduchu,
- lepšie subjektívne tepelné pocity užívateľov (chladnejší vzduch a teplejší okolité plochy).

V nadväznosti na nové, progresívne medzinárodné normatívy [1, 7, 8, 10] môžeme pre veľkoplošné stropné sálavé vykurovanie obytných interiérov požadovať, aby:

- a) asymetria sálavej teploty od teplých vykurovaných stropov bola menšia ako  $5^{\circ}\text{C}$  vo vzdahu k malej vodorovnej plôške vo výške 0,6 m nad podlahou,
- b) vertikálny teplotný gradient vzduchu pre sedlavú činnosť užívateľov medzi výškami 1,1 m a 0,1 m nad podlahou, t.j. medzi úrovňou hlavy a chodidiel, bol nižší ako  $3\text{ K}$ ,
- c) subjektívne tepelné pocity aspoň 80 % užívateľov vyjadrovali spokojnosť s daným tepelným stavom vykurovaného interiéru.

Otázka zabezpečenia tepelnej pohody ako celku, resp. bez vylúčenia tzv. lokálnej tepelnej nepohody [13], veľmi úzko súvisí aj s problematikou energetickej náročnosti sálavo vykurovaných interiérov obytných budov. Je zjavné, že ak vieme pri sálavom vykurovaní docieliť hodnoty teploty vzduchu o 1 až 3 K nižšie ako je hodnota tzv. účinnej teploty okolitých interiérových plôch, tým pádom môžeme očakávať i nižšiu spotrebu energie na vykurovanie. Udáva sa [16], že v našich klimatických podmienkach predstavuje rozdiel 1 K teploty vzduchu oproti hodnote projektovanej rozdiel 6 až 7 % v prevádzkovej energetickej náročnosti. Potom systémy sálavého vykurovania sú približne o 10 až 20 % úspornejšie oproti systémom konvekčným [11].

Ak vychádzame zo skutočnosti, že pre merný vykurovaný byt o obostavanom priestore  $200\text{ m}^3$ , pri teplote vnútorného vzduchu  $+20^{\circ}\text{C}$  a pri teplote vonkajšieho vzduchu  $-15^{\circ}\text{C}$  musí byť spotreba energie na vykurovanie  $9,3\text{ MWh}$ , resp.  $33,5\text{ GJ}$  ročne, potom merná tepelná strata musí byť menšia ako  $22\text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$  pri neprerušovanom, resp.  $26\text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$  pri prerusovanom spôsobe vykurovania [16].

V nadväznosti na ČSN 73 0540 s výhľadom na upravené parametre súvisiace s revíziou tejto normy musíme aj pre veľkoplošné stropné sálavé vykurovanie v obytných budovách požadovať:

- a) dodržiavanie hodnôt tepelnno-technických vlastností stavebných konštrukcií s dôrazom na ich tepelný odpor s tendenciou zvyšovania jeho hodnoty u nepriesvitných stavebných konštrukcií približne o 50 %,
- b) spotrebu energie na vykurovanie merného bytu pri teplote vnútorného vzduchu  $+20^{\circ}\text{C}$  a teplote vonkajšieho vzduchu  $-15^{\circ}\text{C}$  menšiu ako  $9,3\text{ MWh}/\text{byt}$ , rok s tendenciou zníženia tejto hodnoty o  $2,0\text{ MWh}/\text{byt}$ , rok,
- c) mernú tepelnú stratu vykuroванého interiéru menšiu ako  $22\text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$  pri neprerušovanom, resp.  $26\text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$  pri prerusovanom spôsobe vykurovania s tendenciou zníženia tejto hodnoty o ďalších 20 %.

· Ako sme už v úvode naznačili, pri komplexnom posúdení prevádzky veľkoplošného stropného sálavého vykurovania by mal byť zohľadnený ešte celý rad ďalších ukazovateľov, a to jednak technických a v neposlednej rade i ekonomických. Jedná sa najmä o materiálové a konštrukčné zohľadnenie takéhoto spôsobu vykurovania v dnes projektovaných a realizovaných stavebných konštrukčných sústavách. Ďalej o výrobkové a prvkové pokrytie jednotlivých zariadení samotnej vykurovacej techniky s dôrazom na možnosť využitia nízkopotenciálnej energie napr. odpadného tepla, energie geotermálnych vôd...pri návaznom uplatnení

celého systému meracej i regulačnej techniky. A v neposlednom rade o celkové ekonomicko-energetické vyhodnotenie takého spôsobu vykurovania počas doby prevádzky.

Vzhľadom na takýto komplex úloh a k overeniu aspoň aspektov energetických a pohodových sme uskutočnili experimentálne meranie v reálnych obytných budovách vykurovaných práve veľkoplošným stropným sálavým vykurovaním.

V nasledujúcom uvedieme cieľ experimentálneho merania, zvolenú metodiku z hľadiska miesta, času, meraných veličín a prístrojov, výsledky a ich analýzu vzhľadom na požadované podmienky.

### 3. EXPERIMENTÁLNE MERANIE

#### 3.1 Cieľ merania

Cieľom experimentálneho merania bolo analyzovať tepelný režim sálavo vykurovaných interiérov z hľadiska:

- a) potreby tepla v porovnaní s tepelnými výkonomi vykurovacích plôch,
- b) priebehu teploty vzduchu v objekte, resp. v reprezentatívnej miestnosti,
- c) subjektívnych tepelných pocitov užívateľov vykurovaných interiérov.

#### 3.2 Metodika merania

##### 3.2.1 Meranie z hľadiska miesta

Experimentálne meranie sa uskutočnilo na sídlisku Nivy v Bratislave. Posudzovaný vykurovací okruh — 4 jedenastopodažné tehlové obytné budovy na ulici Ružová dolina — je zásobovaný teplom zo sústavy centralizovaného zásobovania. Tlakovo nezávislá horúcovodná odovzdávacia stanica mala počas merania nasledovné priemerné teplotné parametre: vstup do OST — 105 °C, výstup z OST — 55 °C, vstup do objektov — 38,8 °C, výstup z objektov — 34,8 °C.

##### 3.2.2 Meranie z hľadiska času

Experimentálne meranie prebiehalo vo vykurovacej sezóne 1987/1988, pričom všetky hodnotiace parametre sa sledovali súbežne 2 týždne, a to posledný januáravý a prvý februárový v roku 1988. Veličiny sledované v odovzdávacej stanici boli zaznamenávané každý deň v štyroch 6 hodinnových cykloch. Meranie v reprezentatívnej miestnosti trvalo 9 dní s hodinnovým záznamom údajov.

##### 3.2.3 Meranie z hľadiska veličín

Experimentálne meranie sa uskutočnilo jednak v odovzdávacej stanici, no najmä v obytných budovách a ich interiéroch:

- a) veličiny merané v OST a pred vstupom do objektov:
  - tepelná energia dodávaná do obytných budov [J],
  - vstupná a výstupná teplota do OST [°C]
  - vstupný a výstupný tlak do OST [Pa],
  - vstupná a výstupná teplota do objektov [°C],
  - vstupný a výstupný tlak do objektov [Pa].
- b) veličiny merané vo vykurovaných interiéroch obytných budov:
  - teploty vzduchu v miestnostiach [°C],

- povrchové teploty sálavých stropov [ $^{\circ}\text{C}$ ],
  - sálavé tepelné toky z vykurovacích stropných plôch [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ ].
- c) veličiny sledované vo vykurovaných interiéroch obytných budov:
- subjektívne tepelné pocity užívateľov pomocou PMV-indexu.

### 3.2.4 Meranie z hladiska prístrojov

Analogicky s rozdelením meraných veličín vzhľadom na miesto merania, začle-níme i prístrojovú techniku na:

- a) prístroje používané v OST a pred vstupom do objektov
  - elektronické merače spotreby tepelnej energie VMTH,
  - ortuťové teplomerky inštalované v potrubí,
  - manometre inštalované v potrubí.
- b) prístroje používané vo vykurovaných interiéroch obytných budov
  - termočlánkové snímače teplôt napojené na meraciu ústredňu Therm 5 200,
  - termistorový teplomer PÚ-360,
  - rádiometer firmy KIPEN-ZONEN napojený na Milarovoltmeter-Tesla.
- c) pomôcky k sledovaniu tepelných pocitov užívateľov
  - 7-stupňová psychofyzikálna stupnica.

## 4. VÝSLEDKY MERANIA A JCH ANALÝZA

V súlade s vytýčeným cieľom merania v nasledujúcom ukážeme v tabelárnej, resp. grafickej podobe výsledky experimentálneho merania tepelného režimu sálavo vykurovaných interiérov obytných budov.

### 4.1 Potreba tepla

Výpočet potreby tepla, t. j. tepelných strát vykurovaných obytných budov bol uskutočnený podľa ČSN 06 0210. Výsledné tepelné straty jednotlivých bytov boli vypočítané pomocou výpočtovej techniky na počítači PP01 a sú uvedené v nasledujúcej tab. 1.

Tab. 1. Tepelné straty bytov vzhľadom na orientáciu a podlážie

Orientácia Podlažie	Byt—juh [W]	Byt— východ [W]	Byt—sever [W]	Byt—západ [W]	Priemer [W]
I.	5 798	5 342	6 222	6 524	5 972
II.	5 645	5 210	6 080	6 410	5 836
III. až VIII.	rovnaké tepelné straty ako pri II. podlaží				
VIII. až X.	6 220	5 880	6 622	7 316	6 509
XI.	7 764	7 264	7 966	8 440	7 858

Celková tepelná strata obytnej budovy pri vonkajšej výpočtovej teplote vzduchu  $-12^{\circ}\text{C}$  bude 273 492 W.

## 4.2 Tepelné výkony vykurovacích plôch

Sálavý výkon stropných vykurovacích plôch obytných budov bol meraný rádiometrom KIPEN-ZONEN. Z odmeraných hodnôt sálavých tepelných tokov za predpokladu, že sálavý tok tvorí 75 % z celkového výkonu vykurovacích plôch sme vypočítali nasledovné hodnoty skutočného tepelného výkonu, uvedené v tab. 2.

Tab. 2. Skutočné tepelné výkony stropných vykurovacích plôch

Orientácia Podlažie	Byt—juh [W]	Byt— východ [W]	Byt—sever [W]	Byt—západ [W]	Priemer [W]
I.	3 167	2 860	4 098	3 360	3 346
II.	2 702	2 160	2 894	2 299	2 514
III.	2 328	3 229	2 862	2 335	2 689
IV.	2 433	2 087	2 896	2 447	2 466
V.	2 563	2 588	2 928	2 948	2 757
VI.	2 682	2 703	2 942	3 021	2 837
VII.	2 844	2 824	3 005	3 097	2 943
VIII.	3 550!	2 899	3 220	3 210	3 220
IX.	3 567	2 980	4 051!	3 288	3 472
X.	4 059!	3 187	4 157	3 310	3 678
XI.	4 190	3 286	4 243	3 466	3 796

Z tabuľky skutočných tepelných výkonov stropných vykurovacích plôch je zrejmé, že výkony vykurovacích plôch identických bytov s výnimkou prvého nadzemného podlažia mierne stúpajú s výškou budovy. Výkričníkom sú označené hodnoty, kde výkony náhle výrazne stúpli, pričom v ďalších podlažiach sa už nevrátili do predchádzajúcich medzi. Rovnako zaujímavé sú i rozdiely medzi tepelnými výkonomi stropných vykurovacích plôch v jednotlivých bytoch vzhládom na orientáciu k svetovým stranám.

## 4.3 Porovnanie potreby tepla a tepelných výkonov vykurovacích plôch

Aby sme mohli porovnávať vypočítané tepelné straty obytných budov so skutočnými tepelnými výkonomi stropných sálavých vykurovacích plôch, musíme v prvom rade zosúladíť teplotné okrajové podmienky. Výpočet tepelných strát vykurovaných miestností obytných budov (časť 4.1) bol uskutočnený za predpokladu vonkajšej výpočtovej teploty vzduchu  $-12^{\circ}\text{C}$  a priemernej teploty vykurovaných interiérov  $19,36^{\circ}\text{C}$ . Je zrejmé, že teplotný rozdiel týchto vstupných parametrov bol  $31,36\text{ K}$ .

Skutočný tepelný výkon stropných vykurovacích plôch bol meraný pri priemernej vonkajšej teplote vzduchu  $+5,2^{\circ}\text{C}$  a priemernej teplote vykurovaných interiérov  $20,67^{\circ}\text{C}$ , takže skutočný teplotný rozdiel bol v priemere pri experimentálnom meraní  $15,47\text{ K}$ .

Po prepočítaní hodnôt tepelných strát a skutočných tepelných výkonov stropných vykurovacích plôch na rovnaký teplotný rozdiel teploty vykurovaných

íri teriérov a vonkajšej teploty vzduchu, t. j. na porovnateľné okrajové teplotné podmienky, môžeme konštatovať že:

- a) tepelný výkon stropných vykurovacích plôch po výške budovy s výnimkou I. podlažia takmer lineárne stúpa, pričom tepelné straty jednotlivých podlaží sa menia skokovito,
- b) samotný systém velkoplošného sálového stropného vykurovania je z hľadiska tepelného výkonu mierne predimenovaný, teda je zrejmé približne 7%-né prekúrenie,
- c) diferencie medzi tepelnými stratami a tepelnými výkonmi vykurovacích plôch sú len v okrajových podlažiach v prospech vykurovacieho systému.

#### 4.4 Priebeh teploty vzduchu v objekte

V nadväznosti na meranie tepelných výkonov stropných vykurovacích plôch boli sledované i teploty vzduchu v interiéroch po výške budovy. Zo záznamov z registračných pásiek bolo zrejmé, že analogicky so zmenami a lineárnym nárastom tepelných výkonov stropných vykurovacích plôch so stúpajúcim podlažím, narastala aj teplota vzduchu, a to až o 5,3 K. Vidieť, že teplotný gradient po výške budovy je výrazne vyšší od požiadaviek charakterizujúcich tepelno-hydraulickú stabilitu vykurovacích sústav, čo svedčí o nevyhnutnosti adekvátnej viacstupňovej regulácie takýchto systémov vykurovania.

#### 4.5 Subjektívne tepelné pocity užívateľov

Na doplnenie údajov o tepelnom stave vykurovaných obytných budov z hľadiska subjektívnych tepelných pocitov ich užívateľov bol zostavený dotazník, vhodne aplikujúci 7-bodovú psychofyzikálnu stupnicu. Štatistické spracovanie vstupných údajov pre jednotlivé byty bolo vykonané opäť vzhľadom na orientáciu k svetovým stranám a 3 výškové úrovne, charakterizované najnižším, stredným a najvyšším podlažím, čo je zrejmé z nasledujúcej tabuľky.

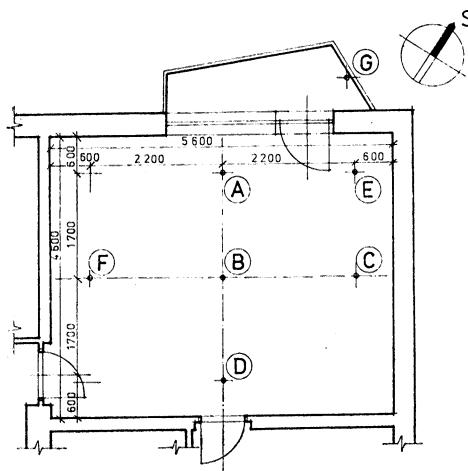
Tab. 3. Subjektívne tepelné pocity užívateľov obytných budov

Orientácia Podlažie	Byt—juh [PMV]	Byt—východ [PMV]	Byt—sever [PMV]	Byt—západ [PMV]
I.	—0,22	0,43	—1,05	—0,84
V.	0,52	0,32	0,05	0,15
XI.	1,94	1,61	1,21	1,35

Tabuľka subjektívnych tepelných pocitov užívateľov názorne dokumentuje už skôr uvedené výsledky experimentálneho merania, či už tepelné výkony stropných vykurovacích plôch, ako aj teplotný gradient vzduchu po výške budovy. V priemere môžeme tiež hovoriť o tzv. miernej tepelnej nepohode v dôsledku prekúrenia, avšak najnižšie podlažie charakterizuje presný opak, t. j. približne 20 % užívateľov tohto podlažia by bolo nespokojných s tepelným stavom.

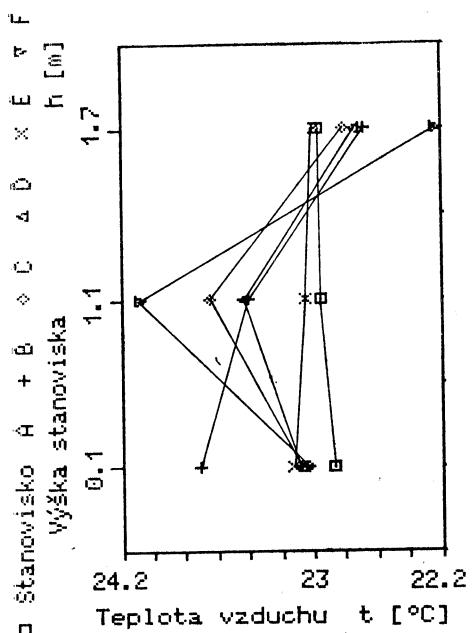
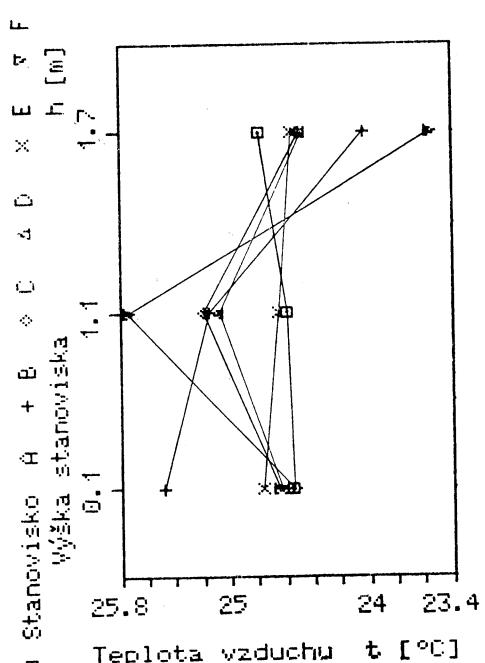
Z hľadiska orientácie k svetovým stranám sa potvrdilo, že byty orientované na juh sú najteplejšie, tie ktoré majú východnú a západnú orientáciu približne rovnaké, a byty orientované na sever sú najchladnejšie.

Za povšimnutie však stojí, že diferencie po výške objektu v úrovni tepelných pocitov užívateľov sú výraznejšie ako rozdiely vzhľadom na orientáciu k svetovým

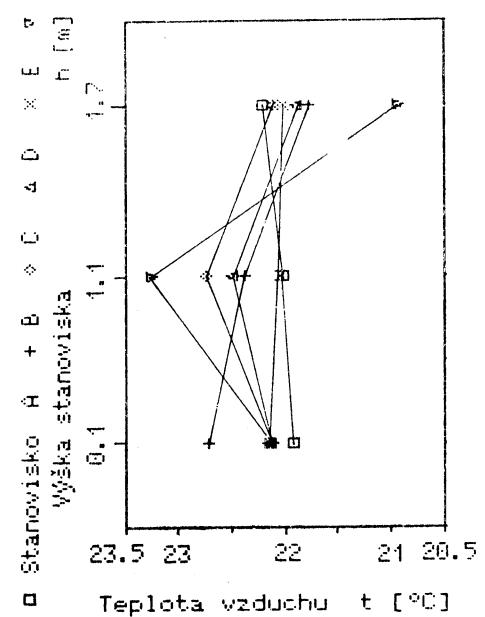


Obr. 1. Schéma pôdorysu reprezentatívneho interiéru s vyznačením meracích miest.

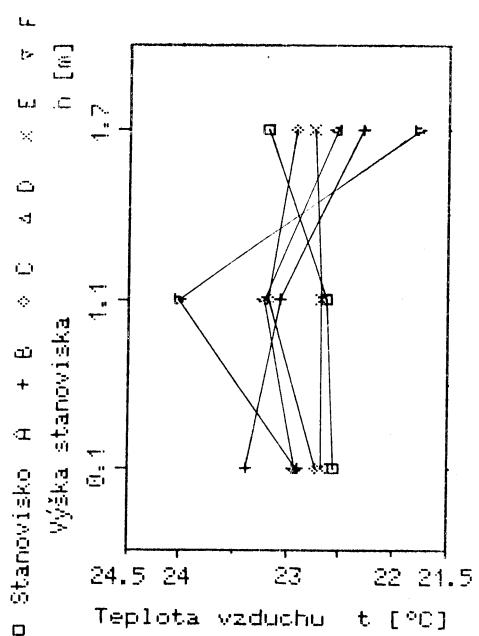
►  
Obr. 2. Teplotný gradient vzduchu pre 6 meracích miest v reprezentatívnom interiéri dňa 31. I. 1988.



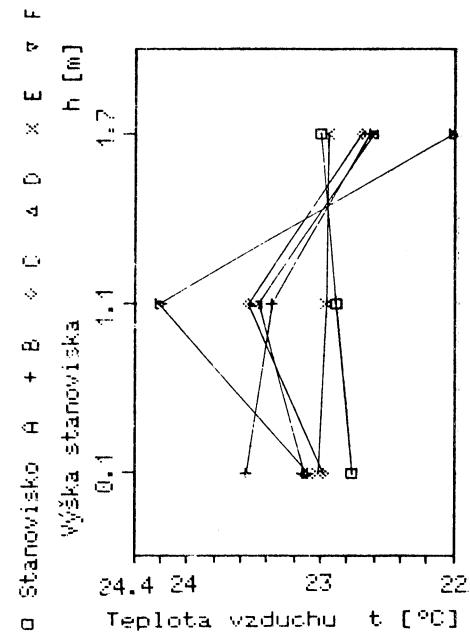
Obr. 3. Teplotný gradient vzduchu pre 6 meracích miest v reprezentatívnom interiéri dňa 1. II. 1988.



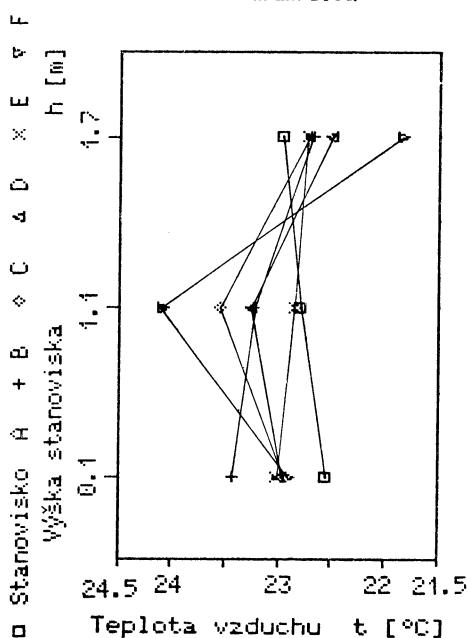
Obr. 4. Teplotný gradient vzduchu pre 6 meracích miest v reprezentatívnom interiéri dňa 2. II. 1988.



Obr. 5. Teplotný gradient vzduchu pre 6 meracích miest v reprezentatívnom interiéri dňa 3. II. 1988.



Obr. 6. Teplotný gradient vzduchu pre 6 meracích miest v reprezentatívnom interiéri dňa 4. II. 1988.



Obr. 7. Teplotný gradient vzduchu pre 6 meracích miest v reprezentatívnom interiéri dňa 5. II. 1988.

stranám. To potvrdzujú predchádzajúce analýzy, že veľkoplošné vykurovanie so značnou tepelno-akumulačnou schopnosťou je veľmi ľahko regulovateľné, na strane druhej však vyrovnáva čiastočne rozdiely vyplývajúce z orientácie k svetovým stranám.

#### 4.6 Tepelný režim reprezentatívneho vykurovaného interiéru

V súlade s [8, 14] bola uskutočnená analýza tepelného režimu reprezentatívneho sálavo vykurovaného interiéru na 9. podlaží v 6 meracích miestach (obr. 1) a v 3 výškových úrovniach 0,1 m, 1,1 m a 1,7 m nad podlahou. Výsledky sú dokumentované na grafoch (obr. 2 až obr. 7).

Z analýzy grafov je zrejmé, že počas sledovaného obdobia bol značný rozkyv teploty vzduchu, napr. vo výške 0,1 m 3,9 K, vo výške 1,7 m 2,3 K. Napriek tomuto faktu, teplotný gradient vzduchu pre úroveň sediaceho človeka bol vždy nižší ako 3 K, t. j. vyzdvihoval skôr uvedenej požiadavke.

Pre zvýraznenie analýzy bolo uskutočnené i štatistické spracovanie výsledkov a vypočítané korelačné koeficienty (pre značný rozsah neuvádzame) pre kombinácie zmien teplôt: vonkajšieho vzduchu, povrchovej teploty stropnej vykurovacej plochy a teploty vzduchu v interiéri, pre rôzne časové intervaly charakterizujúce pobyt ľudí, t. j. doma, alebo v práci. Aj táto analýza potvrdila skutočnosť, že celkový tepelný stav bol mierne prekúrený, avšak bez vzniku lokálnej tepelnej nepohody či v dôsledku teplotného gradientu, alebo asymetrie sálavej teploty, na strane druhej potvrdil veľmi ľahkú regulovateľnosť veľkoplošných systémov vykurovania vzhľadom na zmeny vonkajšej klímy.

### 5. ZÁVER

Ukázaná časť výsledkov experimentálneho posúdenia prevádzky veľkoplošného stropného sálavého vykurovania v obytných budovách, orientovaná na overenie súladu potreby tepla s tepelnými výkonmi sálavých vykurovaných stropov a na analýzu priebehu teploty vzduchu v obytnej budove ako celku, potvrdila nasledujúce skutočnosti:

- a) veľkoplošné stropné sálavé vykurovanie z hľadiska tepelného režimu obytnej budovy ako celku reaguje obdobne ako iné spôsoby vykurovania v dôsledku vplyvu tepelnovo-hydraulických aspektov v rozvojnom potrubí, z hľadiska tepelného stavu vykurovanejho interiéru patrí k veľmi vhodným systémom vykurovania,
- b) energetická náročnosť takéhoto vykurovania, resp. konfrontácia vypočítaných tepelných strát s výkonmi vykurovacích plôch umožňuje výrazné šetrenie energie pri uplatnení vhodného spôsobu regulácie a merania dodávky tepla.

### 6. LITERATÚRA

- [1] ASHRAE Standard 55—81: Thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta 1981, 17 s.
- [2] Banhidi, L.—Macskássy, A.: Sugárzó fűtéssek. Akadémiai Kiadó, Budapest 1985, 135 až 159 s.
- [3] Cihelka, J.: Sálavé vytápění. SNTL, Praha 1961, 374 s.
- [4] Cikhart, J.: Poznámky k měření spotřeby tepla v bytech. Zdravotní technika a vzducho-technika, Academia, Praha, 3/1982, 165—168 s.

- [5] Fanger, P. P.: Thermal comfort — Analysis and application in environmental engineering. McGraw-Hill Book Company, New York 1972, 244 s.
- [6] Glück, B.: Strahlungsheizung — Theorie und Praxis. VEB Verlag für Bauwesen, Berlin 1985, 507 s.
- [7] International Standard ISO 7730: Moderate thermal environments- Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. Geneva, 1984, 19 s.
- [8] International Standard ISO 7726: Thermal environments- Instruments and method for measuring physical quantities. Geneva 1981, 109 s.
- [9] Marsalová-Budiaková, M.: Analýza konvekčných a sálavých vykurovacích sústav v školskom objekte. Zborník vedeckých prác Stavebnej fakulty SVŠT, SvF SVŠT, Bratislava 1987, 15 s (v tlači).
- [10] NKB — rapport No. 40: Inomhusklimat. Stockholm 1981, 109 s.
- [11] Olesen, B. W.: Energy consumption and thermal comfort in a room heated by different methods. In.: International Conference CLIMA 2000, Budapest 1980, 293—304 s.
- [12] Pekarovčík, J. K.: Vykurovacie sústavy — Teória sálavého vykurovania, lokálne a zvláštne druhy vykurovania. SvF SVŠT, Bratislava 1987, 218 s.
- [13] Petráš, D.: Príčiny lokálnej tepelnej nepohody v interiéroch budov. In.: Stavebnická ročenka 1987, Alfa, Bratislava 1986, 20—29 s.
- [14] Petráš, D.—Piršel, L.: Metodika hodnotenia tepelného stavu obytných a občianskych budov. In.: Stavebnická ročenka 1988, Alfa, Bratislava 1987, 162—193 s.
- [15] Petráš, D.—Piršel, L.: Prístroje a metódy merania energetickej náročnosti vykurovania obytných budov. In.: Stavebnická ročenka 1989, Alfa, Bratislava 1988, 135—152 s.
- [16] Řehánek, J.—Janouš, A.: Tepelné ztráty budov a možnosti jejich zmenšování. SNTL, Praha 1985, 182 s.

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОТОЛОЧНОГО ЛУЧИСТОГО ОТОПЛЕНИЯ БОЛЬШЕЙ ПОВЕРХНОСТИ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ**

*Док. Инж. Душан Петраш, к. т. н., Инж. Мария Будиакова*

Статья содержит результаты измерения внутренних климатических факторов и отопительных мощностей в жилых помещениях с потолочным отоплением большей поверхности. Результаты измерений сравниваются с расчитанными значениями. Целью измерения было показать удобность потолочного отопления из точки зрения теплового комфорта человека и дальнешую меньшую энергетическую требовательность этой системы.

## **AN EXPERIMENTAL APPRECIATION OF THE LARGE-SURFACE RADIENT CEILING HEATING PERFORMANCE IN RESIDENTIAL BUILDINGS**

*Doc. Ing. Dušan Petráš, CSc., Ing. Mária Budiaková*

Results of the measurement of indoor climatic factors and heating power demands in the living room with the large-surface ceiling heating system are included in the article. Results of the measurement are compared with the calculated values. The demonstration of fitness of the ceiling heating system from the point of view of the thermal comfort of a man and the lower energetical demands of the system — that's the aim of the measurement.

## **EXPERIMENTALBEURTEILUNG DER FUNKTION EINER GROSSFLÄCHENDECKEN STRAHLUNGSHEIZUNG IN DEN WOHNGEBÄUEN**

*Doc. Ing. Dušan Petráš, CSc., Ing. Mária Budiaková*

Der Artikel enthält die Messergebnisse der klimatischen Innenfaktoren und der Heizleistungen in den Wohnräumen mit einer Grossflächendeckenheizung. Die Messergebnisse werden mit den ausgerechneten Werten verglichen. Das Ziel der Messungen war die Zweckmässigkeit einer Deckenheizung vom Gesichtspunkt der Wärmebehaglichkeit eines Menschen und weiter ihre kleineren energetischen Ansprüche nachzuweisen.

# DOBA DOZVUKU PRACOVNÍCH PROSTORŮ

ING. PAVEL JANEČEK, CSc.

*Výzkumný ústav bezpečnosti práce, Praha*

Článek se zabývá problematikou způsobu měření a výhodnocení dozvukových charakteristik v pracovních prostorech, stanovením míry závislosti doby dozvuku na vzdálenosti mikrofonu od zdroje zvuku a určením mezi využitelností doby dozvuku. Z rozsáhlého souboru měření je aplikací metod matematické statistiky ukázáno, že doba dozvuku není využitelná jako charakteristika pracovních prostorů s objemem větším než 1 000 m<sup>3</sup>.

*Recenzovala: Doc. Ing. Věra Chalupová, CSc.*

## 1. ÚVOD

Dozvukové charakteristiky jsou speciální třídou přenosových charakteristik uzavřených prostorů. Doba dozvuku určovaná z těchto charakteristik je pak důležitým kritériem pro hodnocení akustické kvality prostorů, a to jak určených pro kulturní, shromažďovací, tak i pracovní účely. Přestože doba dozvuku není jedinou objektivně určovanou veličinou charakterizující tyto prostory v přechodovém stavu, je veličinou v součastnosti nejvíce užívanou. Tato skutečnost je způsobena řadou důvodů. Doba dozvuku může být určena rychle, relativně přesně, s nepříliš vysokými náklady na přístrojové vybavení. Na druhé straně experimentální určování jiných charakteristik vyžaduje více času, nákladnější přístroje a význam těchto charakteristik a interpretace výsledků není v žádném případě srovnatelná s dobou dozvuku. Doba dozvuku je navíc přímo vztažena k procesu doznívání, který je pozorovatelný posluchačem. Dále je nutno říci, že doba dozvuku je známá pro řadu prostorů, jejichž akustická kvalita byla posouzena i subjektivně. Toto umožnilo sestavení optimálních hodnot dob dozvuku pro různé typy užití prostorů.

Dozvukové charakteristiky pracovních prostorů jsou druhou jejich nejdůležitější charakteristikou (po přenosových charakteristikách v ustáleném stavu).

Z měření určené doby dozvuku se užívají nejen pro stanovení kvality prostorů, ale jsou i podkladem pro jejich dodatečné úpravy. Navíc jsou tyto hodnoty užívány při určování neprůzvučnosti, pohltivosti materiálů a konstrukcí, akustických výkonů zdrojů zvuku, parametrů prostorů, atd.

Tento příspěvek se zabývá metodou měření dozvukových charakteristik v pracovních prostorech, analyzou rozsáhlého souboru měření provedených ve VÚBP v Praze a důsledky z toho plynoucími pro oblast prostorové akustiky pracovních prostorů.

## 2. URČOVÁNÍ DOBY DOZVUKU

Doba dozvuku byla definována Sabinem [1] v roce 1895. Tato definice byla založena na měření času nutného k poklesu akustického tlaku mezi dvěma hladinami, konkrétně na subjektivním určení časového intervalu od přerušení zdroje zvuku do okamžiku, kdy v měřeném prostoru nebyl zvuk slyšitelný. Normálně toto

korespondovalo změně hladin akustického tlaku přibližně o 60 dB, tj. rozdílu, který je od té doby užíván k definování standardní doby dozvuku.

Po zavedení objektivních měřicích metod využívaných i v současné době byl změněn způsob měření a určování doby dozvuku. Na rozdíl od původní definice standardní doby dozvuku, která byla založena na stanovování dvou bodů na poklesové křivce, se přešlo na zjišťování směrnice přímky, která approximuje časový pokles hladiny akustického tlaku.

### 3. METODIKA MĚŘENÍ

Postup měření a vyhodnocení měření dozvukových charakteristik v pracovních prostorech byl speciálně zpracován, přičemž byly využity zkušenosti z měření a vyhodnocení doby dozvuku v sálech [2]. Měřicí zařízení sestávalo na vysílací straně z generátoru bílého šumu, výkonového zesilovače a širokopásmového elektroakustického záříče EAS 100.

Měřicí zařízení na přijímací straně bylo tvořeno měřicím mikrofonem, měřicím zesilovačem a magnetofonem. Širokopásmové buzení prostoru a širokopásmový záznam procesu doznívání je nutný a výhodný vzhledem k tomu, že měření se obvykle provádějí v pracovních prostorech, které jsou ve výstavbě nebo ve kterých je již provoz. Pak měření musí být i při velkém počtu měřených bodů provedeno co nejrychleji. To splňuje záznam přechodových charakteristik na magnetofonový pásek a laboratorní zpracování záznamu. Nevýhodou tohoto způsobu je, že se neprovádí filtrování ve vysílacím řetězci, které umožňuje dokonalejší vybuzení prostoru a filtrování v přijímacím řetězci, kterým se zlepšuje odstup signálu od šumu, tzn. snižují se rušivé jevy vytvářené v samotném prostoru, ale také šumy vznikající v mikrofoni soupravě a měřicím zesilovači.

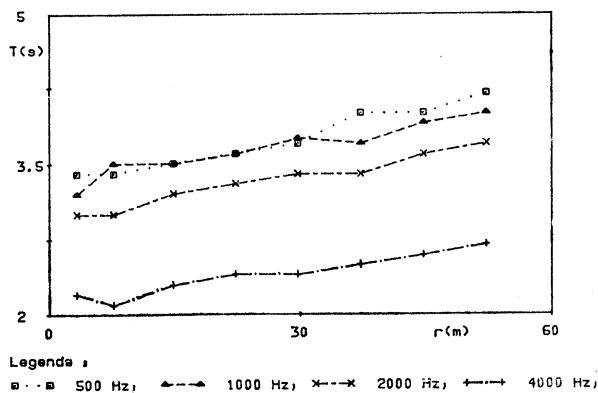
Zdroj zvuku se obecně umisťuje v místě, kde se obvykle nachází reálný zdroj zvuku. Pokud toto není zřejmé, nebo v prostoru se nachází řada zdrojů zvuku, umisťuje se podle těchto zásad. V prostorech pravoúhlého tvaru je nejhodnější poloha zdroje zvuku v rohu prostoru, kde všechny vlastní frekvence prostoru mají maximum. Uvedená poloha zdroje má výhodu i v tom, že umožňuje využít maximálního rozdílu obrysového kvádru prostoru k získání závislosti doby dozvuku na vzdálenosti od zdroje zvuku. Zde je potřebné poznámenat, že vzhledem k platnosti principu reciprocity může být poloha zdroje a přijímače měněna beze změny výsledku, jsou-li zdroj zvuku i přijímač všeobecně.

V případě, že by v měřeném prostoru bylo zcela difúzní pole, a to v celé fázi doznívání zvuku, postačovala by jedna poloha mikrofonu, neboť dozvukové křivky by nezávisely na poloze zdroje zvuku a přijímače. Jelikož v normálních pracovních prostorech nelze očekávat difúzní pole, je žádoucí provádět měření při různých polohách mikrofonu.

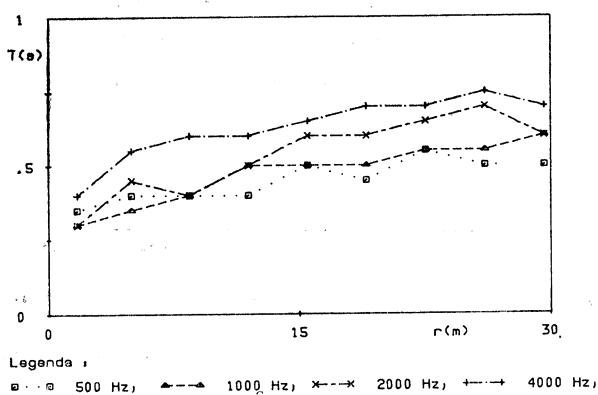
V našem případě bylo měření dozvukových charakteristik prováděno na liniích bodů, které byly rovnoběžné s podélnou osou obrysového kvádru prostoru. Body na linii byly rozděleny pravidelně se vzdáleností desetiny délky obrysového kvádru. Měření v prostoru se provádělo nejméně na jedné linii. Výška mikrofonu byla 1,2 resp. 1,5 metru v závislosti na druhu pracovišť.

#### 4. VÝSLEDKY MĚŘENÍ A JEJICH ZPRACOVÁNÍ

Měření dozvukových charakteristik bylo dosud ve VÚBP provedeno v 56 prostorech pracovního charakteru. Reprezentativní výsledky měření jsou zpracovány ve formě závislostí doby dozvuku na vzdálenosti přijímače (mikrofonu)



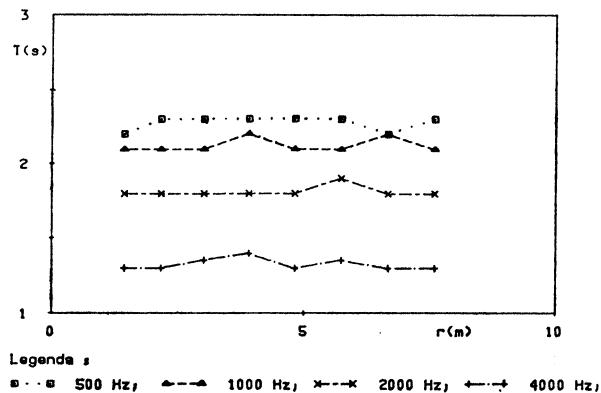
Obr. 1. Závislost doby dozvuku na vzdálenosti mikrofonu od zdroje zvuku pro průmyslový prostor.



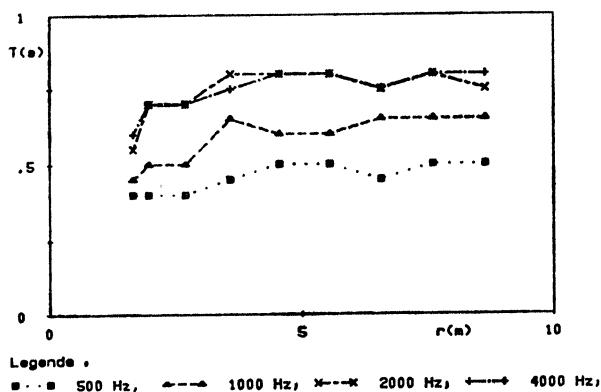
Obr. 2. Závislost doby dozvuku na vzdálenosti mikrofonu od zdroje zvuku pro velkoprostorovou kancelář.

od zdroje zvuku pro oktávová pásmá se středními kmitočty 500 až 4 000 Hz. Na obr. 1 je uvedena tato závislost pro akusticky neupravený výrobní prostor s rozměry  $75,3 \times 36,2 \times 12,7$  m, ve kterém je obrobna rotačních součástí. Stejná závislost je uvedena na obr. 2 pro akusticky upravenou velkoprostorovou kancelář s rozměry  $35,4 \times 13,6 \times 3,0$  m. Na obr. 3 je tato závislost pro akusticky neupravenou

učebnu s rozměry  $9,4 \times 7,4 \times 3,8$  m a konečně na obr. 4 je znázorněna závislost pro kancelář s akustickými obklady stropu a obvodových stěn s rozlohou  $10,6 \times 8,6 \times 3,0$  m.



Obr. 3. Závislost doby dozvuku na vzdálenosti mikrofonu od zdroje zvuku pro akusticky neupravenou učebnu.



Obr. 4. Závislost doby dozvuku na vzdálenosti mikrofonu od zdroje zvuku pro kancelář s akustickými obklady.

## 5. STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT

Příklady uvedené na obr. 1 až 4 naznačují, že v některých typech pracovních prostorů dochází k významným změnám doby dozvuku se vzdalováním mikrofonu od zdroje zvuku. Zabývejme se proto podrobněji tímto problémem.

Za účelem zevšeobecnění příkladů naznačených na obr. 1 až 4, provedeme zpracování všech získaných výsledků měření doby dozvuku. Budeme se tedy zabývat zkoumáním závislosti doby dozvuku na vzdálenosti přijímače od zdroje zvuku, k čemuž využijeme jednoduchou regresi a korelací. Pro danou závislost

volíme na základě experimentálních zkušeností a z konstruovaných bodových diagramů lineární regresní funkci ve tvaru

$$T = a + br, \quad (1)$$

kde  $T$  — doba dozvuku [s],

$a, b$  — konstanty,

$r$  — vzdálenost přijímače od zdroje zvuku (m).

Určení parametrů příslušné regresní funkce provedeme metodou nejmenších čtverců. Pro zvolenou funkci (1) je možné odhadnout změny závisle proměnné  $T$  na změnách nezávisle proměnné  $r$  podle rovnice

$$T = T_s + b_{Tr} \cdot (r - r_s), \quad (2)$$

kde  $T_s$  — střední hodnota doby dozvuku [s],

$b_{Tr}$  — regresní koeficient [ $s \cdot m^{-1}$ ],

$r_s$  — střední hodnota vzdálenosti přijímače od zdroje zvuku [m].

Korelační koeficient  $r_{Tr}$  je pak dán rovnicí

$$r_{Tr} = \frac{n \sum_{i=1}^n r_i T_i - \sum_{i=1}^n r_i \sum_{i=1}^n T_i}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n r_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n r_i \right)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n T_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n T_i \right)^2 \right]}}, \quad (3)$$

kde  $r_{Tr}$  — korelační koeficient [—],

$n$  — celkový počet sledovaných bodů v linii [—].

*Poznámka:* Regresní koeficient  $b_{Tr}$  udává změnu doby dozvuku odpovídající zvýšení vzdálenosti o 1 m.

Tab. 1. Střední hodnoty  $r_{Tr}$  v oktaových pásmech se středními kmitočty 125 Hz až 8 kHz pro různé typy prostorů

Typ prostoru	Střední hodnoty $r_{Tr}$ [—] pro oktaové pásmo se středním kmitočtem [Hz]						
	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Průmyslové s $V > 1000 \text{ m}^3$ bez akustických úprav	0,35	0,60	0,86	0,82	0,84	0,87	0,87
Kanceláře velkoprostorové s $V > 1000 \text{ m}^3$ (podhled, zástěny)	0,26	0,38	0,68	0,81	0,89	0,90	0,87
Pracovny s $V < 1000 \text{ m}^3$ bez akustických úprav	-0,07	0,06	0,04	-0,02	0,04	0,11	0,05
Pracovny s $V < 1000 \text{ m}^3$ s akustickými úpravami	0,19	0,26	0,29	0,39	0,48	0,33	0,37

Korelační koeficient je dán pomocí regresních koeficientů  $b_{Tr}$  a  $b_{rT}$  rovnicí

$$r_{Tr}^2 = b_{Tr} \cdot b_{rT}. \quad (4)$$

Pro ověření hypotézy o závislosti doby dozvuku na vzdálenosti přijímače od zdroje zvuku bylo testováno všech 56 měřených prostorů. Pro každý z prostorů byly stanoveny výběrové korelační koeficienty podle rovnice (3) v jednotlivých oktávových pásmech. Vzhledem k množství výsledků bylo provedeno rozšíření prostorů v závislosti na objemu  $V$ , charakteru a akustických úpravách do čtyř skupin. Pro každou skupinu pak byly stanoveny střední hodnoty výběrových korelačních koeficientů v oktávových pásmech. Výsledky zpracování jsou uvedeny v tab. 1.

Korelační koeficienty v tabulce, které se blíží hodnotě 1, ukazují vysoký stupeň přímé závislosti (doba dozvuku se s vzdáleností přijímače od zdroje zvuku zvyšuje). Blíží-li se korelační koeficient nule zleva nebo zprava, značí to lineární nezávislost  $T$  na  $r$ , neboli platnost klasické teorie rozložení zvukových polí v přechodovém stavu v uzavřených prostorech [1], [4], [5].

## 6. ZÁVĚRY

Z obr. 1 až 4 a výsledků statistického zpracování uvedeného v tab. 1 vyplývá, že pouze v pracovních prostorech s malým objemem bez akustických úprav lze pokládat dobu dozvuku za nezávislou na vzdálenosti přijímače od zdroje zvuku. Pro průmyslové prostory s objemem větším než  $1\ 000\ m^3$  a velkoprostorové kanceláře se naopak doba dozvuku se vzdáleností přijímače od zdroje značně mění, a to tak, že se zvětšující se vzdálenost roste. Přitom velikost změny je funkcí parametrů prostoru. Také v prostorech s objemem menším než  $1\ 000\ m^3$ , které jsou opatřeny akustickým podhledem případně obklady stěn, se doba dozvuku zvětšuje se vzdáleností od zdroje zvuku. Tyto změny však obecně nejsou tak výrazné jako v objemově velkých prostorech.

Nižší hodnoty korelačních koeficientů v oktávových pásmech se středními kmitočty 125 a 250 Hz především pro prvé dva typy prostorů uvedených v tab. 1, jsou dány relativně nízkým počtem vlastních módů v těchto pásmech, důsledkem čehož jsou časové fluktuace hladin akustického tlaku při doznívání a tedy nepřesnosti při vyhodnocování dozvukových křivek.

Z analýzy závislosti doby dozvuku na poloze mikrofonu vzhledem ke zdroji jednoznačně plyne, že klasické zákony doznívání zvukového pole [1], [4], [5] mají platnost omezenou pouze na prostory objemově malé, které jsou akusticky neupravené. V těchto prostorech lze tedy předpokládat difúzní zvukové pole v přechodovém stavu. Výsledky uvedené zde podporují výsledky publikované v práci [6]. Na základě těchto závěrů lze odvodit, že doba dozvuku nemůže být v prostorech s velkým objemem jako jsou obvyklé průmyslové prostory, velkoprostorové kanceláře, považována za celkový parametr prostoru, ale pouze za parametr lokální. Toto determinuje nevhodnost užívání doby dozvuku např. jako parametru v teoretických modelech pro stanovení rozložení zvukového pole v daných prostorzech v ustáleném a přechodovém stavu.

Možnosti využití doby dozvuku ve velkých prostorzech např. pro stanovení srozumitelnosti (verbálních i neverbálních signálů) je nutno dále zkoumat, výše uvedená práce nezahrnovala tuto oblast.

## LITERATURA

- [1] *Sabine, W. C.*: Collected Papers on Acoustics. 2. ed. New York, Dover Publications 1964.
- [2] ČSN 36 8841. Akustika. Měření doby dozvuku v sálech. 1988.
- [3] *Kuttruff, H.*: Room Acoustics. 2. ed. London, Applied Science 1979.
- [4] *Jaeger, G.*: Theorie des Nachhalls. Sitzungsberichte der Kaiserl. Akademie der Wissensch. Wien, CXX. Band, Abt. II a, 1911, s. 613—634.
- [5] *Eyring, C. F.*: Reverberation Time in "Dead" Rooms. JASA, 1, 1930, č. 1, s. 217—241.
- [6] *Janeček, P.*: Model založený na kombinaci prímeho a difuzívneho zvukového pole. Zdravotní technika a vzduchotechnika, 32, 1989, č. 3, s. 147—157.

## ВРЕМЯ РЕВЕРБЕРАЦИИ РАБОЧИХ ПРОСТРАНСТВ

Инж. Павел Янечек, к. т. н.

Статья занимается проблематикой способа измерения и оценки реверберативных характеристик в рабочих пространствах, определением меры зависимости времени реверберации от расстояния микрофона от источника звука и определением пределов использования времени реверберации. Из обширной совокупности измерений указано при помощи применения методов математической статистики, что время реверберации невозможно использовать как характеристики рабочих пространств с объемом больше чем  $1000 \text{ m}^3$ .

## THE REVERBERATION TIME OF THE WORKING ROOMS

Ing. Pavel Janeček, CSc.

The article deals with the problems of the measuring and evaluation method of the reverberation characteristics in the working rooms, with determination of the measure of interdependence of the reverberation time on the microphone distance from the sound source and with the reverberation time use efficiency. It follows from the wide set of measurements by application of the mathematic statistic methods that the reverberation time is not exploitable as a characteristic of working rooms with volume higher than  $1000 \text{ m}^3$ .

## NACHHALDDAUER DER ARBEITSRÄUME

Ing. Pavel Janeček, CSc.

Der Artikel befasst sich mit der Problematik eines Mess- und Bewertungsverfahrens der Nachhallcharakteristiken in den Arbeitsräumen, mit der Bestimmung eines Masses der Abhängigkeit der Nachhalldauer von der Entfernung eines Mikrofons von der Schallquelle und mit der Festlegung der Ausnutzungsgrenzen der Nachhalldauer. Auf Grund des umfangreichen Messkomplexes zeigt man mit Hilfe der Applikationen der Methoden der mathematischen Statistik, dass die Nachhalldauer als eine Charakteristik der Arbeitsräume mit dem als  $1000 \text{ m}^3$  grösseren Volume nicht ausnutzbar ist.

## TEMPS DE RETENTISSEMENT DES ESPACES DE TRAVAIL

Ing. Pavel Janeček, CSc.

L'article présenté s'occupe de la problématique d'un mode de mesurage et d'appreciation des caractéristiques de retentissement dans les espaces de travail, de la détermination d'une mesure de la dépendance du temps de retentissement de la distance d'un microphone de la source sonore et de la détermination des limites d'utilisation du temps de retentissement. Sur la base de l'ensemble de mesurage étendu, on montre par l'application des méthodes de la statistique mathématique que le temps de retentissement n'est pas utilisable comme une caractéristique des espaces de travail avec le volume plus grand que  $1000 \text{ m}^3$ .

## ● Ultrazvukové zvlhčovače

V průmyslu i komfortu jsou časté případy potřeby zvlhčování. V současné době, v náročných případech, jsou velmi používané parní zvlhčovače, kde se produkuje pára z vodovodní vody mezi dvěma elektrodami. Na 1 kg páry za hodinu je třeba asi 0,76 kWh. Příčina jejich oblíbeného používání mimo jiné tkví v tom, že se u nich jedná o odpařenou, tedy čistou vodu. U jiných typů zvlhčovačů (rotačních, sprchových, rozstřikovacích, rozprašovacích) se dodávají do vzduchu anorganické, popř. i organické příměsi.

Méně obvyklou konstrukcí je infračervený zvlhčovač, kde zdrojem energie jsou elektromagnetické vlny produkované v trubici z křemenného skla, plněné halogenním plyнем s wolframovým vláknem žhaveným na teplotu přes 2 000 °C. Záříč ozařuje vodní hladinu, z níž se pak voda odpařuje rovněž naprostě čistá, prostá minerálů i mikroorganismů. Spotřeba energie na 1 kg/h páry je asi 1 kWh.

Fenomén ultrazvukového rozprašování byl poprvé popsán již v r. 1927 W. R. Woodem a A. L. Loomisem. V r. 1983 byl v NSR uveden na trh ultrazvukový zvlhčovač pro průmyslové účely. Podle odhadu se jich od té doby vyrobilo asi 100 000 kusů. Aby bylo možno využít ultrazvukové vlny, musí být převedena elektrická energie v mechanickou, což se děje v ultrazvukovém generátoru na piezoelektrickém principu. Generátor ponořený na dno nádoby s vodou způsobí, že při MHz frekvencích vyskakují z hladiny velmi jemné částice vodní mlhy o velikosti asi 1 µm. Velikost částic závisí na frekvenci ultrazvuku; čím je vyšší, tím jsou částice menší.

Ve větrání a klimatizaci i jinde se používají

po řadu let s úspěchem zvlhčovače, které pracují s frekvencí od 1,625 do 1,75 MHz. Výrobou takovýchto zvlhčovačů ve stavebnicovém provedení se zabývá hamburgská firma STULZ.

Hlavními součástmi zvlhčovače jsou jeden modul napájecí vody, jeden nebo více rozprašovacích modulů včetně příslušné elektroniky s připojenou hubicí pro výfuk vodní mlhy, transformátor a po případě i ventilátor. Skříň zvlhčovače je z plastu ABS nebo z nerezu. Přívod vody je automatický přes magnetický ventil. Tranzistor umístěný na destičce tištěných spojů má vlastní chladiče těliskov. Každý rozprašovací modul obsahuje dva oscilátory (kmitače), každý o výkonu 0,6 kg/h. Elektrická energie o napětí 48 V je přiváděna k rozprašovačům jednotlivě, což umožňuje provoz přístroje i při poruše jednoho elementu. Ovládací zařízení s transformátorem se umisťuje mimo— podle situace. Zvlhčovače se sestavují z modulů do 8 velikostí pro vlnící výkon 1,2 až 9,6 kg/h. Životnost těchto zvlhčovačů je 10 000 provozních hodin. To pak ovšem neznamená výpadek oscilátoru, ale pokles jeho výkonnosti nejvýše o 30 %, což se dá napravit zvýšením napětí. Výrobce doporučuje, z hlediska snažší údržby, přiváděnou vodu zbavit mechanických přísladků.

Jako výhody zdůrazňuje výrobce mimo jiné, že tyto zvlhčovače na rozdíl od parních současně ochlazují vzduch v důsledku odpařování mlhy a vlnící účinek se dostaví okamžitě se zapnutím a ustane s vypnutím. Rozprašovaná voda je přitom též prostá minerálů, takže těchto zvlhčovačů je možné použít i pro výpočetní střediska.

kkt 7/88

(Ku)



# MĚŘENÍ A HODNOCENÍ FAKTORŮ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ NA STAVENIŠTI A JEHO OKOLÍ

ING. JAN STOSS, CSc.

Příspěvek informuje o sledování vlivu stavební činnosti při rekonstrukci bytového fondu v Praze 2, Záhřebské ul. na životní prostředí. Z faktorů životního prostředí byla sledována hlučnost a prašnost. Sledování ukázalo nepříznivý vliv zvoleného způsobu výstavby na životní prostředí obyvatel v okolí stavby.

*Recenzoval: Ing. Richard Nový, CSc.*

V r. 1988 prováděli specialisté hygienického odboru ZÚNZ SZP ve spolupráci s VÚPS Praha sledování vlivu výstavby na prašnost a hlučnost na staveniště a jeho okolí. Předmětem sledování byla experimentální bytová výstavba v Praze 2, Záhřebské ulici, která nahradí stavby ze začátku 20. století v bloku mezi ulicemi Belgickou a Americkou.

Dům č. p. 154 byl zbourán ručně a uvolněné místo bude sloužit staveništní dopravě. Dům č. p. 156 a později č. p. 158, 188 byly po přípravných pracích odstraněny odstřelem. Na místě domu č. p. 156 bude postaven obytný dům technologií tunelového bednění, na místě č. p. 158, 188 rovněž obytný dům panelovou technologií typu VVÚ-ETA.

Sledování vlivu výstavby na životní prostředí probíhalo od přípravných prací na demolici objektů po zemní práce a pilotáž v období červenec—listopad 1988. Vliv vlastní výstavby nebyl tedy ve sledování za r. 1988 obsažen.

Pro zhodnocení vlivu výstavby je nejprve nutno stanovit kritériia hlučnosti a prašnosti:

- a) Nejvyšší přípustné hodnoty hluku předpisují Hygienické předpisy sv. 37/1977, směrnice č. 41 — Nejvyšší přípustné hodnoty hluku a vibrací — příloha k vyhlášce č. 13/1977 Sb. Pro účely hodnocení hluku z výstavby byla směrnice doplněna výnosem hlavního hygienika ČSR ze dne 30. 7. 1980 (Metodické opatření pro hodnocení hluku ze stavební činnosti). Maximálně přípustné hladiny hluku ze stavební činnosti, změřené 2 m před fasádou chráněných objektů, jsou uvedenými dokumenty stanoveny takto:

$$\begin{aligned} 7-21 \text{ hodin} & . . L_{Aeq} = 65 \text{ dB(A)} \\ 6-7 \text{ hodin} & . . L_{Aeq} = 55 \text{ dB(A)} \\ 21-22 \text{ hodin} & . . L_{Aeq} = 55 \text{ dB(A)} \\ 22-6 \text{ hodin} & . . L_{Aeq} = 45 \text{ dB(A)} \end{aligned}$$

Pro noční dobu (21—7 hodin) se stavební činnost povoluje jen výjimečně.

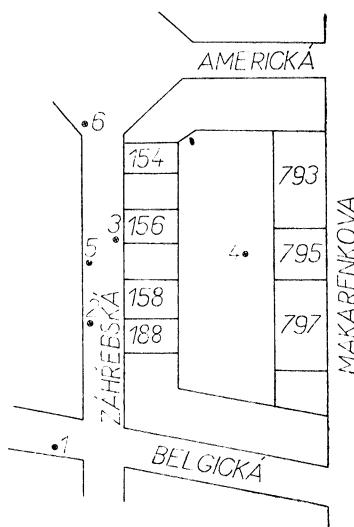
- b) Pro hodnocení prašného spadu jsou předepsané nejvyšší přípustné hodnoty Hygie-

nickými předpisy sv. 51/1981 — směrnice č. 58 a 59.

Nejvyšší přípustná hodnota prašného spadu ve městě je dána hodnotou  $12,5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$  za měsíc. Tato hodnota byla pro účely hodnocení prašného spadu při odstřelu objektů přepracována na hodnotu

$$0,41 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \text{ za } 24 \text{ h.}$$

Pro měření hlučnosti bylo vybráno šest míst, umístěných v ulicích Záhřebské a Belgické a dálé uvnitř bloku, ve kterém se rekonstrukce provádí. Vyznačení míst měření je uvedeno v obr. 1, jejich bližší popis je v tab. 1.



Obr. 1. Místa pro měření hlučnosti.

Pro měření prašného spadu při demolicích (odstřelu) domu č. p. 156 bylo zvoleno 6 míst, označených v obr. 2. Přesný popis je uveden

v tab. 2. Měření bylo prováděno do odběrných nádob v době odstřelu (6. 8. 1988), 15 minut po odstřelu byly odstraněny. V době odstřelu vál jihozápadní vítr ( $\alpha = 220^\circ$ ) o rychlosti  $v = 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Tab. 1. Přehled míst měření hlučnosti

Č.	Výška nad terénem [m]	Vzdálenost od č. p. [m]		
		158	156	154
1	1,5	60,0	85,0	105,0
2	1,5	12,5	35,0	60,0
3	1,5	20,0	10,0	25,0
4	1,5	27,5	30,0	42,5
5	1,5	12,5	15,0	40,0
6	1,8	20,0	40,0	65,0

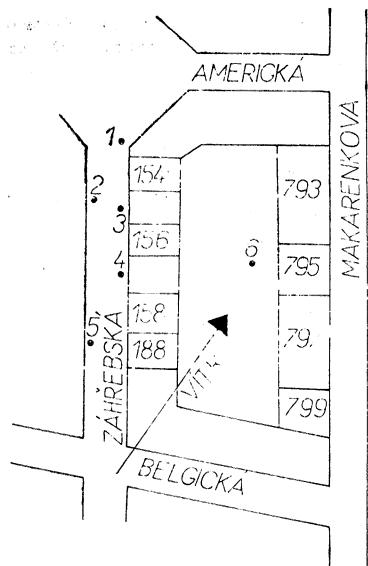
Tab. 2. Přehled míst měření prašného spadu

Č.	Výška nad terénem [m]	Vzdálenost od č. p. 156
1	2,1	30,0
2	1,5	20,0
3	0,9	7,5
4	1,1	10,0
5	2,0	30,0
6	1,0	30,0

Výsledky měření hlučnosti jsou obsaženy v tab. 3. Kromě zde uvedených souhrnných výsledků byly ve všech případech pořízeny časové snímky hlučnosti se sledováním druhu činnosti a mechanismů nasazených na stavbě.

Tab. 3. Přehled výsledků měření hlučnosti

Č.	Místo měření						dB (A)			Činnost
	1	2	3	4	5	6	L <sub>Aeq</sub>	L <sub>Amin</sub>	L <sub>Amax</sub>	
1		•					89,2			Přípravné práce k demolicí
2						•	74,8			Přípravné práce k demolicí
3				•			55,1	48,3	72,2	Ruční demolice
4		•					71,4	68,8	80,8	Ruční demolice
5	•						66,2	54,6	90,6	Ruční demolice
6				•			76,2		106,4	Odstřel č. p. 156
7				•			56,1	46,1	67,9	Nakládání, odvoz trosek
8			•				83,4	71,1	89,7	Nákladní vozy
9			•				81,1	73,1	93,9	Nakládání a odvoz č. p. 156
10			•				82,4	70,5	106,3	Příprav. práce k vrtání pilot
11				•			59,8	48,5	78,1	Vrtání pilot
12			•				63,2	48,3	82,9	Injektáž betonu
13				•			65,5	61,0	93,4	Zemní práce, vrtání pilot
14					•		80,5	65,5	101,8	Zemní práce, vrtání pilot



Obr. 2. Místa pro měření prašného spadu (6. 8. 1988).

Porovnáme-li změřené hodnoty  $L_{Aeq}$  s požadavky hygienických předpisů pro dobu 7—21 hodin ( $L_{Aeqp} = 65 \text{ dB(A)}$ ), zjišťujeme, že většina naměřených hodnot daný limit přesahuje. Výjimku tvoří pouze méně hlučné práce, jako je ruční bourání objektu č. p. 154, injektaž betonu, přípravné práce na vrtání pilot (č. 11 a 12) a nakládání materiálu (č. 7). Ostatní práce přesahují povolené hodnoty, některé podstatně — např. při vrtání pilot s použitím kompresorů jsou hodnoty  $L_{Aeq} = 82,4 \text{ dB(A)}$ .

Maximální hodnota hladiny hluku  $L_{Amax} = 106,3 \text{ dB(A)}$ , změřená v bodě č. 4 při odstřelu domu č. p. 156 není vzhledem k době trvání (asi 8 s) statisticky významná. Ostatní hlučné práce představují činnost trvající několik dní až týdnů.

Hodnoty prašného spadu při demolici (odstřelu) č. p. 156 uvádíme v tab. 4. Ve všech sběrnych místech byly přípustné hodnoty pro 24 hodin překročeny. Rozdíly v hodnotách prašného spadu v jednotlivých místech jsou silně závislé na směru větru.

Tab. 4. Hodnoty prašného spadu

Místo měření	Prašný spad [g · m <sup>-2</sup> ]
1	10,6
2	12,9
3	8,6
4	5,1
5	1,2
6	3,5

## Závěr

Z hlediska hlučnosti je nutno konstatovat značně nepříznivý vliv zvoleného způsobu výstavby na okolní bytovou i ostatní zástavbu. Zvláště je třeba zdůraznit, že v rekonstruovaném bloku se kromě bytových jednotek nachází základní škola (č. p. 794), mateřská škola s hřištěm (č. p. 793) a dětské zdravotní středisko (č. p. 799).

Kromě přípravných prací na bourání objektů jsou všechny prováděné práce hlučné a překračují povolené limity.

Příčinou je bezohledné nasazení hlučné techniky, např. pneumatický poháněných vrtacích souprav, „netlumených“ kompresorů, pneumatický poháněných stavebních vrtáku, vyhazování stavební suti při bouracích pracích bez použití stavebních shozů apod.

Vysoké hodnoty prašného spadu jsou důsledkem nedostatečných opatření k jeho omezení. Při demolici domu č. p. 156 byla použita pouze jedna proudnice ke zkrápnění trosek. Žádná další opatření, např. zvodnění konstrukce, ohrazení k usměrnění prachu, igelitové fólie k ochraně okolních objektů, nebyla učiněna.

Ná závěr je třeba říci, že takto organizovaná výstavba je z hlediska ochrany životního prostředí v rozporu jde s hygienickými předpisy, tak s příkazem ministra stavebnictví ČSR č. 15/1981 k odstranění nepříznivých vlivů stavební činnosti na životní prostředí v Praze. Při dalších pracích na rekonstrukci Prahy je nutno z experimentu v Záhřebské ulici vyvodit poučení a projekt organizace výstavby lépe přizpůsobit požadavkům životního prostředí.

## Измерение и оценка факторов окружающей среды на стройплощадке и в ее окрестности

Инж. Ян Стосс, к. т. н.

Статья информирует о наблюдении влияния строительного процесса при реконструкции жилого фонда в Праге 2, ул. Загребская на окружающую среду. Из факторов окружающей среды были наблюдены шум и пыльность. Наблюдение показало неблагоприятное влияние выбранного способа строительства на окружающую среду населения в окрестности строительства.

## Measurement and rating of environmental factors in the building side

Jan Stoss, C.E., PhDr.

The article deals with the observing of influence of the building activity with the redevelopment of the residential buildings in Prague 2, Záhřebská St. on block of flats there. The noisiness and dustiness levels were observed there from the environmental factors. The observation demonstrated the unfavourable effect of the chosen building method upon the environment of residents in the neighbourhood of the building side.

## Messung und Bewertung der Umweltfaktoren auf einer Baustelle und in ihrer Umgebung.

Ing. Jan Stoss, CSc.

Der Artikel gibt die Information zur Untersuchung des Bautätigkeitseinflusses bei der Rekonstruktion eines Wohnbesitzes in Prag 2, Záhřebská Gasse, auf die Umwelt an. Man untersuchte den Lärm und die Staubmenge von den Umweltfaktoren. Die Untersuchung hat den ungünstigen Einfluss der erwählten Ausbauweise auf die Umwelt der Einwohner in der Bauumgebung gezeigt.

## Mesurage et l'appréciation des facteurs de l'environnement dans un chantier et dans son ambiance.

Dr. Ing. Jan Stoss

L'article présenté informe de l'observation de l'influence de l'activité du bâtiment pendant la reconstruction d'un fonds de logement à Prague 2, rue Záhřebská, sur l'environnement. On observait l'effet de bruit et de poussière des facteurs de l'environnement. L'observation a montré l'influence défavorable du mode de construction choisi sur l'environnement des habitants dans l'ambiance de la construction.

### ● Wankelův princip využíván i u chladicích kompresorů

Zatímco zájem o Wankelův motor ve světě upadl, je jeho princip intenzivně využíván u malých chladicích kompresorů. Celkem 18 firem ve světě, z toho 12 japonských, vyrábí kompresory této konstrukce, především pro klimatizaci osobních automobilů. Zbývajících 6 firem je amerických. Tak např. pro americkou společnost AGA byl vyvinut Wankelův motor-kompresor pro pohon zemním plynem. Zajímavé je, že v Evropě, kde myšlenka vznikla (NSR) není zatím výrobce těchto kompresorů.

CCI 9/87

(Ku)

### ● Vědci žádají drastické snížení výroby freonů

V polovině roku 1988 se v Göttingenu sešlo na téma snížení koncentrace chlоро-fluoro-uhlrovodíků v atmosféře. Zatím co ve stratosféře koncentrace ozónu ubývá, v troposféře naopak narůstá, což příkládají vědci na účet freonů. Tyto látky v důsledku velké stability stoupají z troposféry do stratosféry, kde se jejich velká část vlivem ultrafialového záření fotolýzuje. Odštěpené atomy chlóru působí pak ve fotochemii ozónu jako katalyzátory při jeho odbourávání. Proces ovlivňuje příznivě chlad, jaký je především nad antarktidou a tak „ozónová díra“ nad tímto kontinentem narůstá ročně o 4 %. Doporučuje se proto nahradit chladiva R 11 a R 12 chladivem R 22.

Výsledky měření v atmosféře až do výšky 60 km ovšem ukázaly, že R 22 se neodbourává ve spodní části atmosféry, jak se předpokládalo pro jeho malou chemickou stabilitu. Odhaduje se, že hodnota emisí R 22 byla v r. 1985 asi  $210 \cdot 10^6$  kg a narůstá ročně o 16 %. Pokud by tyto emise pokračovaly, pak by účinek R 11 a R 12 přídavným vlivem R 22 narostl do r. 2020 na dvojnásobek. Narůstající koncentrace ozónu v troposféře se přičítá na vrub rostoucí produkcii  $NO_x$ , které vznikají při spalovacích procesech. Vyšší koncentrace ozónu v těchto výškách přispívá k úhynu lesů a dráždí sliznice a oči.

Účastníci konference naléhají na výrobce sprejů, aby přestali užívat freony a prosazují omezení rychlosti automobilů ke snížení koncentrace  $NO_x$ .

CCI 9/88

(Ku)

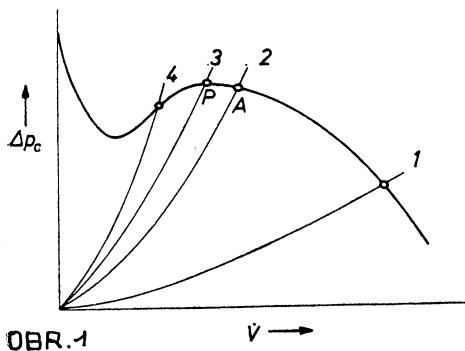


Fridrich

## VENTILÁTOŘE SE STABILIZÁTOŘÍ

Dlouholetá spolupráce výzkumného pracoviště drážďanského kombinátu ILKA s odbornými a vysokými školami vedla k vývoji a výrobě ventilátorů s výbornými technickými parametry.

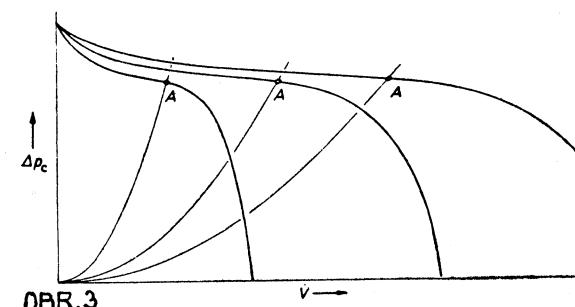
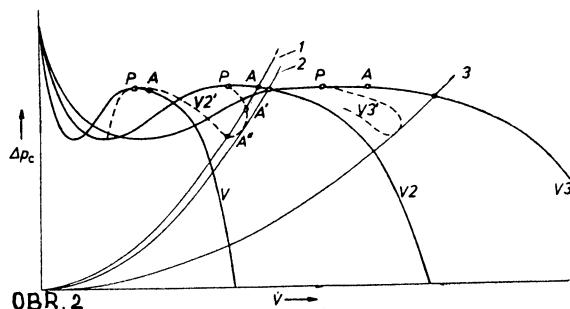
Spolupráce s projektanty a uživateli vzduchotechnických zařízení pak usměrnila kladně vývoj, i pokud se týče provozních vlastností. Jedním z výsledků této práce jsou tzv. stabilizátory. Charakteristiky některých ventilátorů mají sedlovitý tvar obr. 1), přičemž bod na vrcholu  $P$  představuje rozmezí



OBR. 1

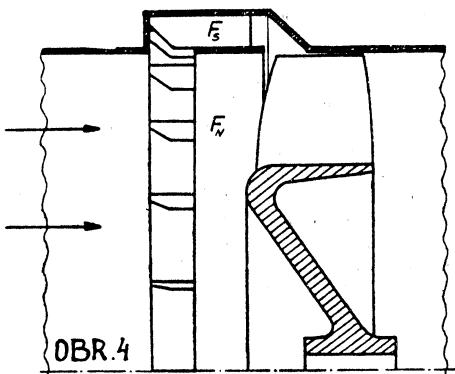
stabilního chodu (napravo) a nestabilního chodu (nalevo). Dalším typickým bodem na charakteristice je bod maximální účinnosti  $A$ . Vlevo a vpravo od tohoto bodu účinnost a tedy i hospodárnost klesá. V obrázku jsou vyznačeny jako příklad čtyři charakteristiky zařízení (1 až 4), jejichž průsečíky s charakteristikou ventilátoru představují 4 provozní body. Část charakteristiky vpravo od bodu  $P$  je normální pracovní oblastí, přičemž z energetického hlediska je provoz v bodě 1 nepříznivý, v bodě 2 optimální, v bodě 3 nejvýše normálně možný, v bodě 4 u samostatně pracujících ventilátorů sice možný, ale nevhodný. Je třeba podotknout, že u vysoce výkonných ventilátorů je bod  $A$  blízko bodu  $P$ .

Složitější jsou poměry, když jsou do zařízení zapojeny ventilátory paralelně, jak je uvedeno na obr. 2. Charakteristika dvou stejných ventilátorů zapojených vedle sebe vznikne zdvojnásobením jednotlivých objemových průtoků charakteristiky původní ( $V$ ) při konstantním  $\Delta p_c$  a je na obrázku označena  $V2$ . Možná je ale i charakteristika  $V2'$ , která vznikne sečtením objemových průtoků stejného  $\Delta p_c$  nestabilní části. (Obdobně i charakteristiky  $V3$  nebo  $V3'$  při spojení tří ventilátorů vedle sebe). Je-li charakteristika zařízení 1 napojena na dva paralelně pracující ventilátory charakte-



ristiky  $V$ , pak je možný nejen provozní bod  $A$ , ale také i body  $A'$  a  $A''$ , takže u takto vyloženého zařízení lze očekávat „pumpování“ ventilátoru, tzn. přebíhání z jednoho bodu do druhého. To má za následek nepříznivé namáhání jak zařízení, tak i samotných ventilátorů. Stabilní chod je u takového zařízení možný jen tehdy, má-li charakteristika zařízení průběh jako křivka  $2$  na obrázku nebo je-li napravo od ní, tj. i napravo od křivky  $V2'$  nebo napravo od křivky  $V3'$  v případě tří paralelně zapojených ventilátorů. Je třeba si přitom povšimnout, že bod optimální účinnosti nelze při paralelném stabilním chodu dosáhnout.

Na obr. 3 je z porovnání s obr. 1 a 2 patrné, jaký vliv na charakteristiku mají stabilizátory, a to jak na charakteristiku samotného ventilátoru, tak i na charakteristiku při jejich paralelním zapojení. Jak je patrné, pro každou charakteristiku zařízení je možný jen jeden



provozní bod na výsledné charakteristice paralelních ventilátorů. Z toho je na první pohled patrná výhoda použití stabilizátorů:

- bezproblémový provoz paralelně zapojených ventilátorů do jednoho zařízení a tedy energeticky hospodárné vyložení,
- stabilní chod zařízení i při měnících se odporech zařízení (nápor větru, kolísání teploty),
- v důsledku stabilního chodu větší spolehlivost zařízení vč. ventilátorů.

Na stabilitu nemá vliv ani regulace, ani pohybivé části ventilátorů. Řešení stabilizátoru je patrné z obr. 4. Při relativně malém škrcení ventilátoru, jak odpovídá asi provozu mezi charakteristikami 1 a 3 nasává kolo hlavní podíl vzdušiny přes normální sací otvor  $F_N$  a malou část přes otvor (mezikruhový) stabilizátoru  $F_S$ . Překročí-li se při narůstajícím škrcení bod  $P$  (z obr. 1) směrem vlevo, znamená to, že tlak vytvořený za oběžným kolem překoná tlak, který vytváří kolo v obvodové šterbině, a tak dojde k přetékání části vzdušiny po vnějším obvodě oběžného kola, což vede k poklesu tlaku za kolem. Tento jev se opakuje, a to vede k nestabilitě — kolísání tlaku vzdušiny. Zjednodušeně řečeno, v tomto případě přebírá stabilizátor zpět proudící vzdušinu a vede ji pak usměrněnou k oběžnému kolu, takže nedochází k výkyvům tlaku a charakteristika nabývá tvaru jako na obr. 3.

Zpracováno podle článku Ing. H. Botheho z Turbowerke Meissen pod názvem Ventilatoren mit Stabilisatoren v časopise Die Kälte und Klimatechnik č. 9/1988.

Kubíček



## HARRACHOV 89

Ve dnech 31. 5. až 2. 6. 1989 uspořádala pobočka ČSVTS ředitelství SEI pro ČSR Praha pravidelný seminář specialistů oboru ústředního vytápění. Pobočka ČSVTS ředitelství Státní energetické inspekce pro ČSR připravila ve spolupráci s Odbornou skupinou vytápění KŽP aktuální téma „Modernizace vytápění a velkoplošné vytápění“. K jednání byl připraven základní materiál ve formě diskusních příspěvků vyzvaných autorů, shrnutých do sborníku Harrachov 89:

### *K tématu modernizace vytápění:*

- Otopné soustavy pro modernizaci vytápění (Lážňovský)
- Modernizace vytápění — zkušenosti z hlediska investora (Vodička)
- Problémy spojené s modernizací vytápění při navrhování (Jánský)
- Deset let modernizace bytového fondu v Praze (Valoušek)
- Modernizace vytápění na Smíchově (Lovicar)

- Modernizace bytového fondu v Severočeském kraji (Altman)
- Jednotrubkové horizontální otopné soustavy se čtyřcestnou armaturou pro modernizaci bytového fondu (Marek)
- Možnosti umístování kompaktních předávacích stanic mimo vytápěné objekty (Storkan)
- Modernizace soustav dodávky tepla za použití teplovodních objektových předávacích stanic (Jánský)
- Zásady uplatnění elektrického vytápění a přípravy teplé užitkové vody (Spolek)

### *K tématu velkoplošné vytápění:*

- Příprava ČSN — Podlahové velkoplošné vytápění (Ler)
- Poznámky k navrhování a užití podlahových otopných soustav (Jirout)
- Velkoplošné vytápění — zkušenosti s podlahovým vytápěním (Krommel)
- Otopná tělesa v nízkoteplotních soustavách (Mužík)

- Velkoplošné vytápění elektřinou (*Spolek*)
  - Nízkoteplotní vytápěcí soustava budovy výpočetního střediska Státní plánovací komise (*Mašek*)
  - Elektrické kombinované vytápění podlahové s přímotopným (*Mastný*)
- Jednání se zúčastnilo 46 odborníků z oboru ústředního vytápění (projektantů, výrobeů, výzkumných a vývojových pracovišť, investorských složek, Státní energetické inspekce, hygienické služby a ČVUT).
- Pracovní jednání, kterého se aktivně zúčastnili všichni účastníci, vyústilo v následující závěry:
- ### K modernizaci vytápění
1. Stanovení definice modernizace vytápění: Zlepšení způsobu vytápění změnou otopných soustav nebo změnou paliva za kvalitnější.
  2. Pro modernizaci vytápění lze považovat za vhodné využít plyn, elektrické energie a CZT jako základních zdrojů energií.
  3. Při stanovení výkonů kotelen se doporučuje vycházet ze seriózních rozborů z hledisek ekologických, energetických a ekonomických a nezvýrazňovat jen zúžené hledisko nízkých ztrát rozvodu plynu proti tepelným ztrátám rozvodů tepla. Rozbor by měl být prováděn podle individuálních poměrů dané lokality s přihlédnutím ke stavu budovy, stávající soustavy a možného perspektivního přechodu na CZT.
  4. Nepřipustit, aby při změně palivové základny z tuhých nebo tekutých paliv na plyn nebylo prověřeno stanovení výkonu kotelny.
  5. Tepelně technické vlastnosti obvodových konstrukcí modernizovaných budov by měly odpovídat požadavkům na přípustnou měrnou tepelnou charakteristiku budovy podobně, jako to předepisují vyhlášky FMPE pro elektrické vytápění.
  6. Modernizace vytápěcí soustavy musí respektovat i hygienicky nutné provětrání místnosti.
  7. Doporučuje se při modernizaci staré zástavby využívat výhod etážových vytápěcích soustav a jednotrubkových horizontálních i vertikálních rozvodů.
  8. Doporučuje se prověřit možnost umisťování kompaktních výměníkových stanic mimo vytápěný objekt v samostatném kiosku.
  9. U kondenzačních kotlů využívat možnosti přímé regulace teploty otopné vody podle venkovní teploty bez směšovacích armatur.
  10. Nepovažujeme za správné, v souladu s dřívějšími závěry, požadovat hospodárné využívání dodaného tepla jenom na přímém spotřebiteli, tj. na uživateli vytápěných prostor, ale naopak považujeme za správné rozšířit tuto zainteresovanost na hospodárném využívání tepla na organizace, které teplo vyrábějí, rozwádžejí a předávají, a na organizace, které zodpovídají za tepelně technický stav obvodových pláštů budov a za údržbu všech komponentů vytápěcích soustav.

11. Výbor ÚOS 5 připraví odborný seminář, na kterém by byly poskytnuty informace širšímu okruhu technické veřejnosti a orgánům, které rozhodují o využití plynu jako paliva, o podmínkách hospodárného využívání plynu ve vytápění. Seminář by měl být připravován ve spolupráci s dodavatelem plynu.
12. Využít zkušenosti s využitím elektrické energie pro vytápění lokality Janského vršku v Praze a aplikovat je tam, kde pro to budou vytvořeny energetické a ekonomicke podmínky nebo tam, kde si to vyžadují ekologické požadavky.
13. Doporučuje se využít zkušeností okolních států k sestavení systémových energetických programů s cílem snížení zejména energetické náročnosti modernizovaných objektů. Systémové pojetí modernizace zahrnuje optimální řešení vytápěcích soustav při uvažování stavebně fyzikálních vlastností budov, požadavků plynoucích z koncepce „zdravé“ budovy a co nejvyššího využití tepelných zisků v tepelné bilanci.
14. Pro reálnost modernizací vytápění je nutné zajistit odpovídající součástkovou základnu a montážní kapacity. Tento úkol se vymyká z možnosti účastníků semináře a měl by být řešen rezortními ministerstvy s přihlédnutím k energetickým generálům.
15. V souladu se závěry z Harrachova 88 měly by se urychleně dokončit Směrnice pro plynové kotelny.
16. Považujeme za svou povinnost upozornit na to, že má-li se uskutečnit modernizace v plánovaném rozsahu, je nutné, aby byla urychleně zajištěna projektová příprava a zajištěna materiální základna a montážní kapacity. Podmínky, kterým by měly vystupovat komponenty vytápěcích soustav jsme stanovili v závěrech Harrachov 88 (ZTV 6/88, Informace SEI 6/88, Topenářství, Informace ČKD DUKLA).
17. S očekávaným zpřísněním požadavků na tepelně technické vlastnosti obvodových konstrukcí (ČSN 73 0540) dojde ke zvýšení požadavků na otopná tělesa s menší stavební hloubkou a nižší stavební výškou. Očekáváme, že výrobci otopních těles vás na tento požadavek zareagují.
18. Absence výkonů 5 až 10 kW u plynových kotlů ve výrobních programech způsobuje obtíže při modernizacích vytápění. Očekáváme od výrobců kotlů, že tuto mezeru v nabídce kotlových jednotek vyplní vhodným typem kotlů.
19. Výzkumné a vývojové práce oboru vytápění nemají při stávající organizaci našeho stavebnictví finanční krytí, protože obor vytápění nemá organizační zastřešení ani centrálního hospodářského garanta. Podle našeho názoru by měly být tyto práce kryty státní, objednávkou, tak jak je tomu v jiných evropských státech v rámci energetických a ekologických programů. Výbor ÚOS 5 bude informovat vyšší orgány ČSVTS.

## K velkoplošnému vytápění

1. Současná situace vyžaduje dokončit a vydat ČSN Podlahové velkoplošné vytápění.
2. Projektanti postrádají jednotný výpočtový postup pro podlahové vytápění elektrickou energií a je nutné takový postup připravit a vydat.
3. Je nutné provést fyziologické rešerše o přípustné teplotě podlahy a prověřit mezní hodnoty stanovené v Herbertově 85 (28 °C, výjimečně 30 °C pro místnosti s trvalým pobytom lidí a 32 až 33 °C pro místnosti s přechodným pobytom lidí).
4. Podlahové velkoplošné vytápění je vhodnou soustavou pro modernizaci. Tepelná dynamika otopené soustavy a budovy musí být v souladu, a to zvláště u velkoplošného podlahového vytápění, s akumulací v konstrukci podlahy.
5. Doporučujeme provést výběr konstrukcí podlah a soustav podlahového vytápění realizovatelné z tuzemských prvků.
6. Je potřebné stanovit podmínky pro interiér místnosti při použití velkoplošného podlahového vytápění (podlahoviny, nábytek, zastavěnost podlahy atp.).
7. Považujeme za správné prosadit znovuobnovení výroby hliníkových lamelových stropů, známých pod označením SATAL. Soustava je prověřena dlouholetým provozem a je použitelná jak pro modernizaci, tak pro novou výstavbu.

V průběhu diskuse k jednotlivým problémům byli účastníci seznámeni s následujícími novinkami v oboru vytápění:

— *Železárný a drátovny Bohumín* plánují pro rok 1989 výrobu 300 až 350 kusů kotlů LUMEX. Objem jejich výroby je limitován subdodávkami (automatika řízení provozu, regulátory tlaku, elektromagnetické ventily a keramická náplň kotlů). ŽDB připravují podmínky pro zabezpečení výroby 800 kotlů LUMEX do roku 2000.

— *Rudné doly Příbram* zavádějí výrobu termoregulačních ventilů řady 85. Tyto regulační ventily jsou bez předregulace s řadou pevných průtoků  $K_v = 0,2; 0,4; 0,8; 1,0 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  pro DN 10, DN 15, DN 20. Zdvih ventilu je omezen shora na maximální hodnotu 3 K.

Ve výrobním programu RD Příbram zůstává řada ventilů 80 s předregulací. V roce 1990 by mělo dojít ke sjednocení mechanické části řady 80 s řadou 85.

K řadě ventilů 85 je možné k deregulaci použít stavitelného odporu H 80, který je ve výrobním programu RD Příbram.

— *Termoservis* (JZD Chovatel Lučany) vyrábí radiační kotle:

ORK 30 NT (kondenzační,	30 kW
ORK 100 KR (inovovaný)	100 kW
ORK 300	300 kW
ORK 500 (schvaluje se)	500 kW
předpoklad výroby: 1989	1 000 kusů
1990	1 500 kusů
1991	2 500 kusů
cílová	3 500 kusů
	ročně

pro rok 1992 se využijí nízkoteplotní kotle

ORK 63 NT	63 kW
ORK 125 NT	125 kW
ORK 250 NT	250 kW

— *ČKD DUKLA* pro plynové domovní a střešní kotelny dodává teplovodní kotle KDS s výkony 70, 90, 130 kW s monoblokovými hořáky VČP Hradec Králové.

ČKD D dodává blokové plynové kotelny 290 až 3 400 kW s kotly typu PGVE a KDVE.

Elektrokotle odporové se dodávají s výkonom 125, 250, 400 kW Do roku 1991 připravuje ČKD D vydání sborníku vzorových řešení kotelny.

Pro kotelny menších výkonů připravuje se výroba malé úpravy vody s průtokem  $0,2 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  upravené vody.

— *Inklemo* nabízí plynové kotelny s výkony 100 až 700 kW pro montáž na střechu budovy.

— *Sigma Ústí* připravuje do výroby článkový protiproudový výměník s měděnými trubkami vinutými do šroubovic. Výměník o ploše  $2,25 \text{ m}^2$  může pracovat ve svislé i vodorovné poloze a je určen pro horkovodní, parní i nízkoteplotní média.

— Spojky šroubovací pro plastové trubky 20/2 mm vyrábí Slovenská armaturka Myjava (SAM) pod názvem „Spojprogram“. Pro studenou vodu je spojka celoplastová, pro teplou vodu má mosazné tělo se závitem.

— Spojky pro difuzní svařování vytáví Plastika Nitra pro polypropylen i rozvětný polyetylén 20/2.

— *Chotěbořské strojírny Chotěboř* ve spolupráci s VÚPS Praha zahájily vývoj a přípravu výroby deskového výměníku z ocelového plechu třídy 17, svařovaného, velikost desky 150/400 mm. Předpokládá se výroba dvou typů:

20 kW — otopená voda  $80/60^\circ\text{C}$   
— teplá voda užitková  $10/55^\circ\text{C}$   
— hloubka cca 100 mm

100 kW — otopená voda  $150/70^\circ\text{C}$   
— sekundární voda  $90/70^\circ\text{C}$   
— hloubka 200 mm

*Fridrich*

## VELKÉ AXIÁLNÍ ROVNOTLAKÉ VENTILÁTORY

Závody na výrobu vzduchotechnických zařízení s. p. Milevsko zajišťuje vývoj, výrobu, dodávky a montáž řady axiálních rovnostlakých ventilátorů ARB a ARD. Ventilátory nacházejí uplatnění především v energetice, dolech a různých technologických zařízeních.

Provedení ventilátorů je vzduchové nebo kouřové s možností použití do teplot až + 250 °C. Ventilátory kouřového provedení mohou doprovádat vzdušinu s abrazivními přiměšeninami. Řada ventilátorů je velmi rozsáhlá, s možností dodávek do průměru oběžného kola až 4 500 mm.

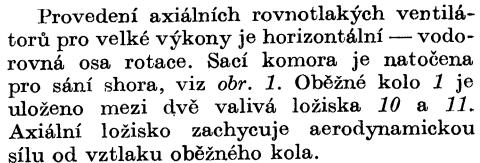
Pro energetické bloky 200, 350 a 500 MW se používají ventilátory o průměrech oběžného kola 3 150, 3 550, 4 000 a 4 500 mm. Nábojový poměr, tj. poměr průměru náboje k vnějšímu průměru oběžného kola je 0,7 u typu ARB a u typu ARD je 0,8. Oba typy používají navíc různá oběžná kola shodného jmenovitého průměru tak, aby pokryvala rozsáhlé vzdutí chrotecké parametry průtoku  $Q$  a celkového tlaku  $\Delta p_e$  s tím, že provozní bod se bude pohybovat v oblasti maximální účinnosti.

Ventilátory ARB, ARD pokrývají následující pracovní oblasti:

- průměr oběžného kola  $D$  [mm]  
3 150, 3 550, 4 000
  - průtok vzdušiny  $Q$  [ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ]  
100 až 600
  - celkový tlak  $\Delta p_{\text{cv}}$  [Pa]  
1 200 až 7 000
  - hustota  $\varrho$  [ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ]  
1, 2

Uvedené ventilátory pracují řadu let např. v ČSSR v Elektrárně Mělník na bloku 500 MW, v zahraničí na největších elektrárnách NDR, blocích 500 MW (Boxberg, Hagenwerder, Jänschwalde) v Jugoslávii v elektrárně Obernovac). Pro ČLR, elektrárnu SHEN TOU, bloky 500 MW byly vyrobeny ventilátory o průměru oběžného kola 4 500 mm, celkové délce (s elektromotorem) 20 000 mm, hmotnosti 101 tun. Jednalo se o kourové provedení, které splňuje následující parametry:

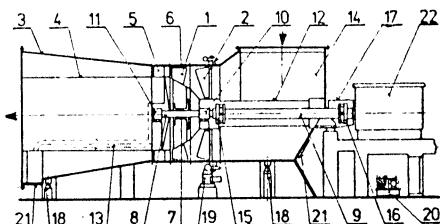
— průtok $Q$	[ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ]	516/612
— celkový tlak $\Delta p_{cv}$	[Pa]	2 560/1 690
— hustota $\rho$	[ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ]	0,771
— otáčky $n$	[ $\text{min}^{-1}$ ]	370



Stanice oběhového mazání 20, zajišťuje chlazení, čištění, cirkulaci oleje do ložisek a zpět i blokací pohonu a předchází vážným poruchám. Každé z ložisek je opatřeno 2 teploměry, které umožňují signálnizaci (při + 70 °C) a blokaci pohonu (při + 90 °C).

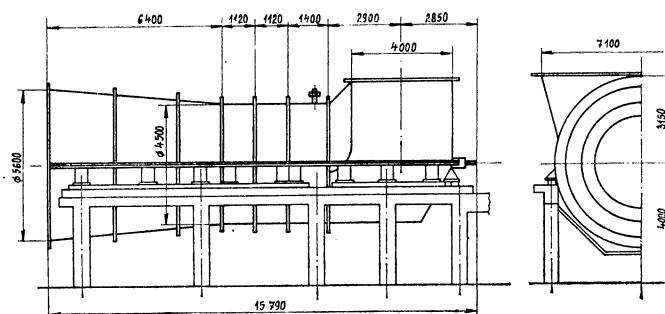
Regulaci parametrů v širokých mezích za-  
jíšťuje regulační ústrojí 2, ovládané servo-  
pohonem 19. Je dělené v horizontální rovině.

Difuzor 3 a sací komora 14 jsou opatřeny průlezy a umožňují přístup do ventilátoru po odstavení z provozu.



Obr. 1. Axialní rovnootlaký kouřový ventilátor ARB 4 500 (1 — oběžné kolo, 2 — regulační ústrojí, 3 — difuzor, 4 — jádro difuzoru, 5 — rozváděcí skříň, 6 — skříň oběžného kola, 7 — náboj oběžného kola, 8 — hřídel, 9 — hnací hřídel, 10 — přední ložisko, 11 — koncevé ložisko, 12 — chladící trubka, 13 — chlazení ložiska, 14 — sací komora, 15 — pružný kloub, 16 — pružný kloub s axiálním posuvem (spojka), 17 — kryt spojky, 18 — vodicí zařízení, 19 — předloha regulačního ústrojí, 20 — mazací stanice, 21 — průlez, 22 — elektromotor).

Rozváděcí lopatky 5 jsou zavařeny ve skříni. Spojení motoru 22 s hřídelem oběžného kola 8 je zajišťováno trubkovým hřídelem 9 a dvěma kloubami 15 a 16, které umožňují

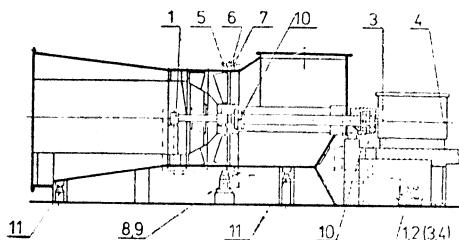


Obr. 2. Hlavní rozměry ventilátoru ARB 4 500

axiální posuv vlivem dilatace. Pružný kloub 16 u motoru 22 je opatřen krytem 17.

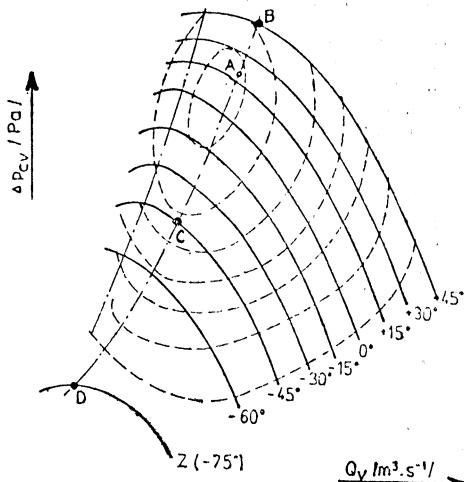
Ventilátory se používají pro vzduchové režimy parních kotlů pro vzdušinu o teplotě do + 80 °C, kouřové ventilátory pro vzdušinu do + 250 °C, při teplotě okolo + 40 °C (+ 60 °C).

Hlavní rozměry ventilátoru ARB 4 500 (bez motoru) jsou uvedeny na obr. 2, mazací plán je na obr. 3.

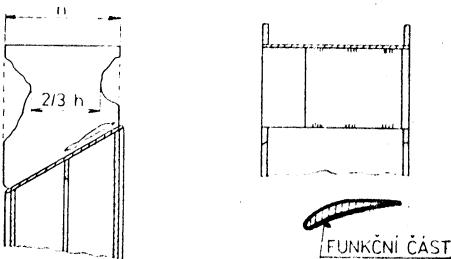


Obr. 3. Mazací plán ARB 4 500 (1, 2 — ložiska ventilátoru, 3, 4 — ložiska motoru, 5 — šnek převodové skříně, 6 — ložiska převodové skříně, 7 — křízové klouby regulačního ústrojí a předlohy, 8 — ložiska předlohy, 9 — valemčkové řetězy, 10 — posunový kloub, 11 — ložiska vodicího zařízení).

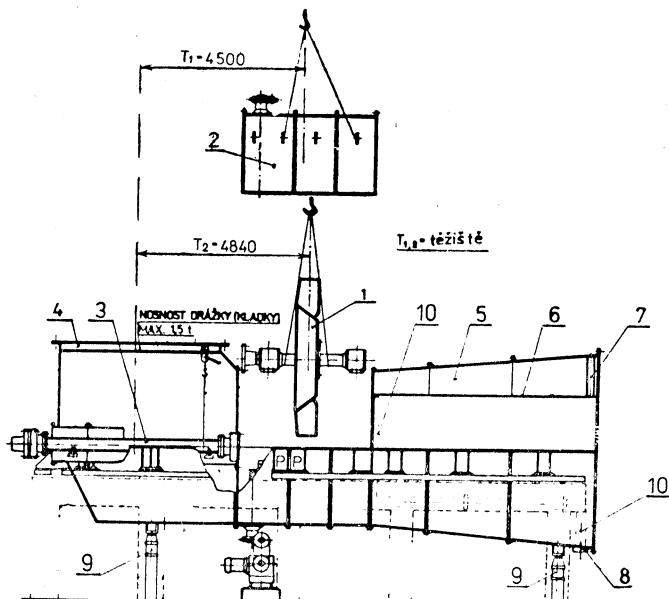
Regulační ústrojí umožňuje široký rozsah regulace a trvalý provoz od -45° do +45°. Nedoporučuje se trvalý provoz v rozmezí nastavení lopatek -75° (při zavřeném regulačním ústrojí) až -45°, kde je navíc velmi špatná účinnost viz obr. 4. Nulová poloha regulačních lopatek je vztázena na podélnou osu profilu otočné části lopatek a podélnou osu ventilátoru. Nedoporučuje se provoz



Obr. 4 Regulace výkonu ventilátoru změnou natočení regulačního ústrojí



Obr. 5. Opotřebení oběžného kola a rozváděcích lopatek.



Obr. 6. Demontáž rotoru ARB 4 500.

mezi body odporové charakteristiky C a D.

Při dopravě kouřových plynů je třeba zajišťovat kontrolu lopatek oběžného kola a kontrolu rozváděcí skříně, tj. dílů, které nejvíce podléhají opotřebení. Oběžné kolo viz obr. 5 je třeba vyřadit z provozu, když nosná část lopatky se zmenší na 2/3 nebo když hrozí místní prodlážení. Opotřebovanou rozváděcí skříň nebo lopatky je třeba opravit. První kontrola se provádí za 3 měsíce po uvedení ventilátoru do provozu.

Na obr. 6 je uvedena celková dispozice a způsob zavěšení oběžného kola s hřidelem a ložisky 1 i způsob zavěšení horní poloviny skříně oběžného kola při montáži nebo demontáži ventilátoru.

Ventilátory jsou z přepravních důvodů děleny a je možné je přepravovat po železnici. Ve výrobním závodě ZVVZ s. p. Milevsko se provádí u každého ventilátoru kontrolní montáž a demontáž.

V rozsahu dodávky je kompletní ventilátor včetně elektromotoru, stanice oběhového mazání, olejového potrubí, předlohy pro ovládání regulačního ústrojí, kotevní a spojovací materiál, technická průvodní dokumentace včetně

návodů k obsluze a údržbě. V rozsahu dodávky není servopohon a zdvihadla.

Po kompletní montáži, před prvním spuštěním je nezbytné provést kontrolu vzdutotechnického potrubí před a za ventilátorem a odstranit cizí předměty. Spuštění je povolen pouze se zavřeným regulačním ústrojím, aby proudový náraz na elektromotor byl co nejménší.

Axiální rovnotlaké ventilátory jsou u našich odběratelů velmi oblíbeny. Hlavní důvodem jsou relativně malé rozměry, široký rozsah regulace, plochý průběh účinnosti, která doznaла špičkových hodnot.

Velký rozsah regulace je výhodný především v energetice, kde je zaručen optimální provoz v širokém pásmu.

S technickým rozvojem rostou požadavky na stále vyšší parametry a tím i nároky na vývoj, konstrukci, technologii, výrobu a kontrolu jednotlivých dílů ventilátorů, montáž nevyjímaje.

Axiální rovnotlaké ventilátory jsou na světové úrovni a v rámci států RVHP na špičce, proto tvoří nosný program ZVVZ.

Sl. Novotný



## ODBORNÉ ZÁVĚRY

ze 3. společného semináře techniků pracujících v hygienické službě a projektantů konaného ve dnech 10.—13. 4. 1989 v Klučenicích

**Pořadatel:** — Pobočka ČSVTS Krajské hygienické stanice Středočeského kraje, KŽP ČSVTS—ÚOS 3 — Pracovní prostředí.

Seminář probíhal částečně formou panelové diskuse a byl zaměřen na následující problematiku:

— elektrické jevy v pracovním prostředí,  
— problematika mikroklimatických podmínek,  
— odstraňování plynných škodlivin,  
— filtrace prachu.

1. Při návrhu komfortních klimatizačních zařízení je nutno věnovat pozornost také iontovému klimatu. Pro tento účel by bylo vhodné vydat směrnici o způsobech úpravy iontového klimatu a o potřebných koncentracích záporných iontů na vybraných pracovištích, prostorách občanské výstavby, nemocnicích apod.

2. V přípravě je novela oddílu VI Hygienického předpisu směrnice č. 46/78 o mikroklimatických podmírkách na pracovištích. Návrh má řešit:

- optimální a přípustné hodnoty pro duševní a energeticky málo náročnou práci,
- optimální a limitní hodnoty pro energeticky náročnou práci,
- zásady pro hodnocení anizotropních tepelných polí.

Z diskuse k tomuto tématu vyplynuly následující požadavky:

— je třeba zajistit legislativní podklady pro požadavky na mikroklimatické podmínky pro projektování průmyslových a občanských staveb. Pro potřebu projekce se ukazuje jako nejvhodnější zpracování formou ČSN, zohledňující nejnovější poznatky z oblasti fyziologie a hygieny práce;

— novela přílohy VI Hyg. předpisu sm. 46/78 by měla řešit zejména běžný dozor a případy mimořádných (krajních) tepliných zátěží.

3. V diskusi k celému Hyg. předpisu sm. 46/78 bylo poukázáno na nutnost přehodnotit další pasáže a požadavky v oblasti větrání, vytápění, bezokenních provozů apod., což bude vyžadovat novelizaci Hyg. předpisu jako celku.

4. V současné době jsou vyvinuta v ČSSR různá zařízení pro odlučování odsávaného vzduchu od technologických procesů, který je znečištěn škodlivinami plynnými, kapalnými i prašnými aerosoly. Mnohá z těchto zařízení nejsou všeobecně známa a nejsou proto hygienickou službou požadována. Pro zvýšení informovanosti byli účastníci seznámeni s novými typy odlučovačů a byly jim předány přehledy odlučovačů a absorpčních aparátů s. p. Chepos.

- V současné hospodářské situaci se dá očekávat, že pokud nebudou urychleně vydány legislativní podklady pro určování přípustných emisí, pak nebudou podniky samy mít zájem na zlepšování okolního prostředí. K řešení by přispělo vydání nového emisního zákona a norem pro měření škodlivin.
- Je nedostatečně zajišťován sortiment dostupných měřicích zařízení ke sledování znečištění ovzduší.
- V ČSSR není možno v rámci platných předpisů realizovat vzduchotechnická zařízení pro menší truhlárnou (především

z hlediska výbušnosti) z dostupných tuzemských zařízení. Tomuto problému je nutno urychleně věnovat zvýšenou pozornost nadřízených orgánů.

- Pro účely projektování zpracoval Uniprojekt na základě objednávky ŠKVU Bratislava bezpečnostní pravidla pro odstraňování a odlučování dřevěného odpadu. Tato pravidla je možno objednat v Uniprojektu Praha, 1. pluku 8–10, 180 00 Praha 8.
- K problematice větrání kotelen — platné předpisy: vyhláška č. 24/84 Sb., ČSN 07 0703, ČSN 73 5120.

Šimáček

## ANTIALERGICKÝ FILTR

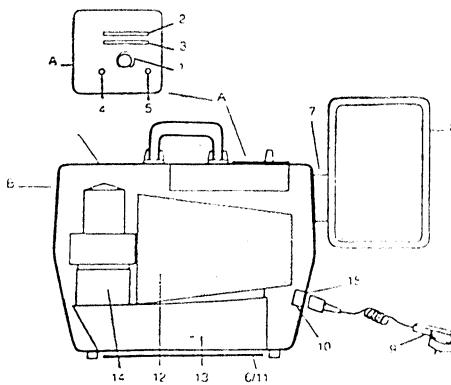
V prosinci 1988 uspořádaly dva výbory České národní rady (Výbor pro vědu a školství, předseda akademik B. Rosický, člen předsednictva ČNR a Výbor zdravotní a sociální, předseda MUDr Oldřich Burský, místopředseda ČNR) speciální seminář, na kterém předvedli zástupci firmy Fertigbausystem Höltner & Co. GmbH v čele s předsedou představenstva Ing. H. Höltrem lékařem-specialistou ze všech KÚNZ v ČSR a dalším odborníkům filtrační systém „Air — Clean“.

V posledních desetiletích byla vyvinuta řada „přístrojů na čištění vzduchu“ pro ulehčení pacientům-alergikům. Z počátku (již v období mezi dvěma válkami) to byly pokusy přivádět pacientům vzduch zbavený alergenů pomocí filtrů, které se jim umisťovaly přímo před nos a ústa. Později to byly přístroje, které mechanickými nebo elektrostatickými filtry měly odstranit z nasávaného vzduchu alergeny nebo jejich nosiče. Všechny dosavadní systémy přinesly určité zlepšení jen části postižených. Přístroje budou nečistily vzduch úplně aniž se na mechanických filtroch hromadily nosiče alergenů a vlastní alergeny byly strhávány a přenášeny s vyčistěným vzduchem.

Při konstrukci filtračního systému Air Clean firmy H. Höltner GmbH Gladbeck se provedla miniaturizace filtrů používaných k zachycování škodlivin v chemickém průmyslu, ve spalovnách odpadů a v chladících systémech. Princip filtru spočívá v různé chemické reakci jednotlivých vrstev filtrů na absorbované molekulární látky ze vzduchu. Několikanásobný aktivní chemickoabsorbční filtr je složen z filtru na hrubý prach a z baktéricidního a fungicidního filtru tvořeného acidickou filtrační hmotou ( $\text{pH} < 0,5-2$ ), alkalickým filtrem ( $\text{pH} > 13$ ), neutralizačním filtrem z vrstvy aktivního uhlí a absolutním filtrem zachycujícím jemný prach.

Přístroj na čištění vzduchu BCF 304 — antialergický kufr (obr. 1) — má kryt z umělé hmoty a je tvořen těmito hlavními částmi:

- výmenný předfiltr, ventilátor, hlavní filtr, elektronické řízení,



Obr. 1. Konstrukční a obslužné prvky přístroje na čištění vzduchu.

A — obslužný prvek/kontrola funkce  
B — konstrukce přístroje Air-o-med  
1 — vypínač a regulátor množství odevzdávání vzduchu

2 — indikace znečištění nasávaného vzduchu  
3 — indikace čistoty vyčištěného vzduchu  
4 — indikace provozu

5 — čidlo světlosti  
6 — otvor na nasávání vzduchu

7 — otvor na výstup vzduchu  
8 — laminární vyfukovací hlava

9 — kabel na připojení do sítě  
10 — zástrčka přístroje s pojistikami

11 — chemickosorpční filtry  
12 — chemicky upravený filtr

13 — chemicky upravený filtr  
14 — ventilátor

15 — pojistiky

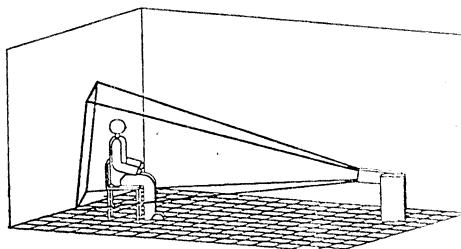
2. výkyvná vyfukovací jednotka, kontrola kvality vzduchu a filtru prostřednictvím čidel v nasávaném a vyfukovaném proudu vzduchu. Kvalita je indikována světelnými diodami v obslužném poli (dobrá kvalita — zelená barva, střední kvalita — žlutá, špatná kvalita vzduchu — červená barva).

Přístroj váží 12 kg, příkon 70 W (220 V 50/60 Hz). Rozměry: 52,5 × 19 × 42 cm. Vy-

fukovací jednotka má rozměry  $30,6 \times 21,3 \times 15,7$  cm.

Při ověřovacích a funkčních zkouškách (obr. 2) bylo potvrzeno, že Hölterův antialergický kufr odlučuje:

1. plynné emise acidické, např.  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , HF,  $\text{HCl}$  atd.
2. plynné emise alkalické např. čpavek, aminy a fenoly
3. alifatické a aromatické uhlovodíky
4. polycyklické aromatické uhlovodíky (dioxiny, furany apod.)
5. formaldehyd
6. pentachlorfenol
7. bakterie a houby, pylová zrna, roztoče, zvířecí chlupy atd.



Obr. 2. Znázornění bezalergenového prostoru při pokusu.

8. pachy (z fekálií a hnisajících ran; tabákový kouř apod.)

9. prach a aerosoly

Od srpna 1988 do února 1989 byla na šesti alergologických odděleních nemocnic v NSR provedena zkouška terapeutických účinků přístroje a ověření očekávaného snížení spotřeby léků. Zkouška byla uskutečněna zúčastnilo se jí 48 pacientů rozdělených do dvou stejně velkých skupin. Na výročním kongresu Mezinárodní společnosti astmatologů Interasma '89 v květnu v Praze informoval o výsledcích zkoušky Dr. med. M. Schata ze Společnosti pro užití a experimentální výzkum alergií v Mönchengladbachu.

Obě skupiny (A a B) používaly po dobu 4 týdnů přístroj BCF 304: skupina A plně vybavený filtrační technikou, skupina B bez filtrů. U pacientů skupiny A se projevilo výrazné zlepšení a snížení spotřeby léků:

antihistaminik o více než 50 % (73 % pacientů skupiny A) theophylin o více než 30 % (89 % pacientů skupiny A).

U kontrolní skupiny B se nezaznamenala žádná pozitivní změna.

Dr Schata na kongresu podrobně informoval o tom, že statistické zhodnocení pokusu jednoznačně prokázalo terapeutický efekt filtračního přístroje při alergických dýchacích onemocněních.

Štěpán

## VĚTRACÍ JEDNOTKA NDR TYPU DBG

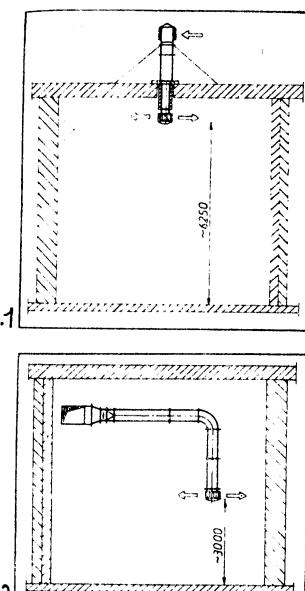
V praxi se často vyskytují případy, zejména ve starých objektech, kde uniká značné množství tepla pod strop hal a možnosti instalace centrálního vzduchotechnického zařízení jsou omezené.

Aby bylo možno realizovat technologicky potřebné objemové průtoky, využít vysoké zátěže konvekčního tepla z technologií a minimalizovat energetické a vzduchotechnické nároky, byly v NDR vyvinuty a provozně odzkoušeny větrací jednotky DBG 315. Tyto jednotky představují kompaktní kombinaci radiálního ventilátoru a radiální vířivé vyústky. Jednotky mohou pracovat jak v izotermních, tak i neizotermních podmínkách.

Výzkumné pracoviště ILKA vypracovalo projekční podklady pro nasazení jednotek jak pod stropem (obr. 1) tak i v prostoru (obr. 2). Ve vysokých halách s dostatečným vývinem technologického tepla je možné jednotkami v zimě přivádět venkovní neupravený vzduch, který se po výtoku z jednotek rychle promísi s vnitřním vzduchem.

Jednotkové řešení, umožňující vypínání jednotek, spolu s přepínáním otáček elektromotorů, skýtá možnost pružného přizpůsobení měničím se vnitřním tepelným zátěžím.

Jmenovitý objemový průtok jednotky je  $3\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ .



Obr. 1. Větrací jednotka NDR typu DBG.

# STANOVENIE ÚČINNOSTI KOTLOV NA PEVNÉ PALIVÁ

Ing. Peter Horbaj, CSc.

Katedra tepelnej energetiky, Hutecká fakulta VŠT, Košice

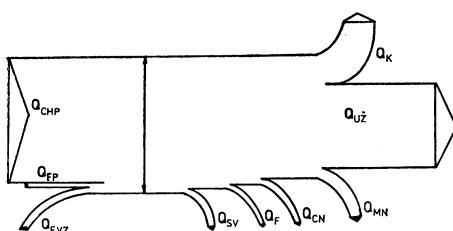
## 1. Úvod

Pre stanovenie tepelných strát a účinností nízkotlakových kotlov na pevné palivá pre ohrev vody na vykurovanie a TÜV je nevyhnutné robiť merania teplototechnických veličín potrebných pre ďalší výpočet. Princípalne je možné postupovať dvoma metódami [1]:  
a) priamou metódou,  
b) nepriamou metódou.

Samotný kotel pracuje ako výmenník tepla medzi spalinami vzniknutými spálením paliva a vodou, resp. parou, ak ide o parný kotel. Chemická energia viazaná v palive sa mení na tepelnú, ktorá sa vo forme fyzikálneho tepla vody, resp. pary dodáva spotrebiteľovi. Pri tejto výmene tepla dochádza k stratám, ktoré majú značný vplyv na účinnosť kotla.

## 2. Priama metóda stanovenia účinnosti

Pri priamej metóde sa vychádza z tepelnej bilancie daného kotla, teda súčet tepla na príjmovej strane sa musí rovnať súčtu odvedeného tepla. Na obr. 1 je znázormený Sankeyov diagram pre tepelnú bilanciu kotla.



Obr. 1. Sankeyov diagram

### 2.1. Privodený tepelný tok („teplo“)

1. Chemické „teplo“ paliva  $\dot{Q}_{\text{CHP}} = \dot{G} \cdot Q_n$  je rovné súčinu mernej spotreby paliva  $\dot{G}$  [ $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ] a jeho výhrevnosti  $Q_n$  [ $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ ]. Tu však vzniká problém, ako určiť na niektorých kotloch práve mernú spotrebu paliva. V praxi totiž mnoho kotolní má upravované násypy uhlia pre kotly, ku ktorým sa nie je možné dostať. Výhrevnosť je možné určiť kalorimetricky [4], [5].

2. Fyzikálne „teplo“ paliva  $\dot{Q}_{\text{FP}} = \dot{G} \cdot c_{\text{pp}} \cdot t_p$ , túto položku u kotlov na pevné palivá je možné zanedbať, keďže palivo na vstupe do kotla má približne teplotu okolia.

3. Fyzikálne „teplo“ vzduchu  $\dot{Q}_{\text{FV}} = \dot{V}_{\text{vz}} \cdot c_{\text{vv}} \cdot t_v$ . Túto položku je možné zanedbať, keďže vzduch sa nepredohrieva.

$c_{\text{pp}}, c_{\text{pv}}$  — merná tepelná kapacita paliva, resp. vzduchu [ $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ] resp. [ $\text{kJ} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$ ] za normálnych podmienok

$t_p, t_v$  — teplota paliva resp. vzduchu [ $^{\circ}\text{C}$ ],  
 $\dot{V}_{\text{vz}}$  — prútok vzduchu [ $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ],

## 2.2 Odvedený tepelný tok

### 1. Užitočné „teplo“ resp. výkon kotla

$$\dot{Q}_{\text{uz}} = m_v \cdot c_{\text{pv}} \cdot (t_{v2} - t_{v1}) \text{ resp.}$$

$$\dot{Q}_{\text{uz}} = m_p \cdot c_{\text{pp}} \cdot (t_{p2} - t_{p1}),$$

kde  $m_v$  a  $m_p$  je prietok vody, resp. pary [ $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ],  $t_{v1}$  a  $t_{v2}$ , resp.  $t_{p1}$  a  $t_{p2}$  je teplota vstupujúcej a vystupujúcej vody, resp. pary [ $^{\circ}\text{C}$ ].

$c_{\text{pp}}$  — merná tepelná kapacita pary [ $\text{kJ} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1}$ ]

Tu vzniká opäť problém určovania  $m_v$ , resp.  $m_p$ . Hodnotu  $m_v$ , resp.  $m_p$  je možné stanoviť meraním Prandtlovou trubicou (v tom prípade treba upravovať potrubie) alebo ultrazvukom, ktorý nie je stále k dispozícii.

Na základe známeho celkového privedeného tepla, ktoré je u týchto kotlov rovné chemickejmu teplu paliva, je možné určiť účinnosť kotla

$$\eta = \frac{\dot{Q}_{\text{uz}}}{\dot{Q}_{\text{cel}}} \cdot 100 \quad [\%].$$

## 2. Tepelné straty kotla

### a) Strata fyzikálnym teplom spalin — komínová strata $\dot{Q}_K$

$$\dot{Q}_K = \dot{V}_{\text{sp}} \cdot c_{\text{psp}} \cdot (t_{\text{sp}} - t_v) \quad [\text{kJ/h}],$$

kde  $\dot{V}_{\text{sp}}$  je objem spalin [ $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ],  $c_{\text{psp}}$  je merná tepelná kapacita spalin [ $\text{kJ} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$ ] pri normálnych podmienkach,

$t_{\text{sp}}$  je teplota spalin [ $^{\circ}\text{C}$ ],

$t_v$  je teplota spaľovacieho vzduchu [ $^{\circ}\text{C}$ ]

Je to najväčšia strata, dosahujúca u bežných teplovodných kotlov typu ARK, resp. SLATINA hodnoty v rozmedzí 20 až 30 %.

b) Strata mechanickým nedopalom  $\dot{Q}_{\text{MN}}$  v tuhých zbytkoch, ktorá sa skladá z dielčích strát v jednotlivých podieloch tuhých zbytkov — v škváre, v prepade a v úlete

$$\begin{aligned} \dot{Q}_{\text{MN}} &= \\ &= \sum Q_{\text{MNI}} = \sum \frac{C_i}{100 - C_i} \cdot \frac{X_i}{100} \cdot \frac{O_P}{Q_{\text{nr}}} \cdot \dot{Q}_{\text{nei}} [\%], \end{aligned}$$

kde  $Q_{\text{nei}}$  je výhrevnosť horlaviny uvažovaného druhu tuhých zbytkov a prímerne je rovná 32 700  $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$  [1],

$X_i$  — podiel výjadrujúce bilanciu popola — popol v škváre, v prepade a v úlete [%],

- $C_i$  — obsahy horľaviny v škváre, v prepade a v úlete [%],  
 $OP$  — obsah popola v palive [%],  
 $Q_{nr}$  — redukovaná výhrevnosť paliva; pre kotly na tuhé palivo, kde nedochádza k jeho predohrevu a k predohrevu vzduchu, je  $Q_{nr} = Q_n$ .

c) Strata chemickým nedopalom  $Q_{CN}$  je spôsobená únikom produktov nedokonalého spaľovania, v prípade kotlov na pevné palivá hlavne CO, čiže je možné napísat, že  $Q_{CN} = Q_{CO}$ . Podľa [1] je však možné uvažovať s hodnotou  $Q_{CN} = 0,8$  až 1,0.

d) Strata fyzikálnym teplom tuhých zbytkov  $Q_F$

$$Q_F = \sum Q_{Fi} = \sum \frac{X_i}{100 - C_i} \cdot \frac{OP}{Q_{nr}} \cdot c_i \cdot t_i \quad [\%],$$

kde  $c_i$  je merná tepelná kapacita škváry, prepadu a úletu [ $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ]  
 $c_i = 0,71 + 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot t_i$ ,

$t_i$  je teplota škváry, prepadu a úletu [ $^{\circ}\text{C}$ ].

Podobne ako strata  $Q_{MN}$  sa skladá zo strát v škváre, v prepade a v úlete, pričom aj tu platí, že  $Q_{nr} = Q_n$

e) Strata tepla do okolia z povrchu kotla  $Q_{sv}$  je podľa [1] rovná u malých, liatinových a nízkotlakových kotlov 3 až 4 %. Ide o stratu tepla prúdením a sájaním z povrchu telesa kotla.

Z rovnice tepelnej bilancie vyplýva:

$$Q_{CHP} = Q_{uz} + Q_K + Q_{CN} + Q_{MN} + Q_F + Q_{sv},$$

$$Q_{CHP} = Q_{cel}.$$

Úpravou dostaneme

$$\eta = \frac{Q_{cel} - Q_K - Q_{CN} - Q_{MN} - Q_F - Q_{sv}}{Q_{cel}} \cdot 100 \quad [\%],$$

$$\eta = 100 - Q_K - Q_{CN} - Q_{MN} - Q_F - Q_{sv} \quad [\%].$$

### 3. Nepriama metóda stanovenia účinnosti

Táto metóda je založená na využití rovnice

$$\eta = 100 - Q_K - Q_{CN} - Q_{MN} - Q_F - Q_{sv} \quad [\%]$$

a preto je nutné klásť dôraz na rozbor jednotlivých strát, hlavne na najväčšiu zo strát, t. j. komínovú.

- a) Strata mechanickým nedopalom  $Q_{MN}$  sa určuje zo vzťahu uvedeného v kapitole 2.2 bod 2b.  
 $X_i$  a  $C_i$  sa stanovujú žíhaním v muflových peciach.
- b) Strata chemickým nedopalom podľa [1] je rovná  $Q_{CN} = 0,8$  až 1,0 %, berieme priemernú hodnotu  $Q_{CN} = 0,9 \%$ .
- c) Stratu fyzikálnym teplom tuhých zbytkov  $Q_F$  počítame zo vzťahu v kapitole 2.2 bod 2d.  
 $X_i$  a  $C_i$  sa stanovujú žíhaním v muflových peciach.

- d) Strata do okolia je podľa [1] rovná  $Q_{sv} = 3$  až 4 %. Berieme priemernú hodnotu  $Q_{sv} = 3,5 \%$ .
- e) Stratu fyzikálnym teplom spalin — komínovú  $Q_K$  je možné určiť tiež z jednoduchého vzťahu

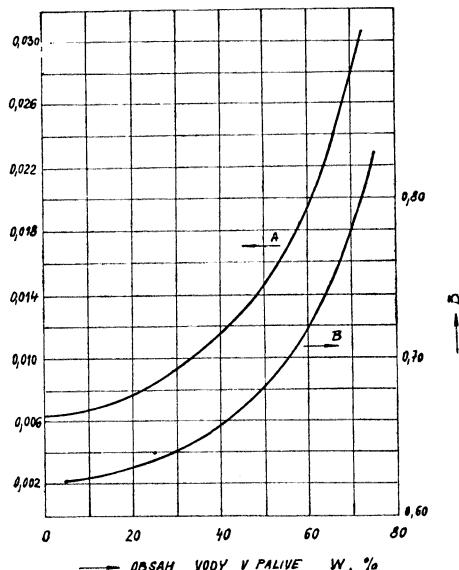
$$Q_K = \left( A + \frac{B}{CO_2} \right) \cdot (t_{sp} - t_v) \quad [\%],$$

kde  $A$  a  $B$  sú konštanti odčítané z grafu [1] (obr. 2)

$$CO_2 = \frac{CO_{2\max}}{m},$$

$CO_2$  — percentuálne zastúpenie  $CO_2$  v suchých spalinách [%]

$CO_{2\max}$  — percentuálne zastúpenie  $CO_2$  v suchých spalinách pri  $m = 1$  [%]



Obr. 2. Konstanty A a B

### 4. Voľba metódy pre stanovenie účinnosti kotlov

Pre praktické účely je jednoznačne výhodnejšia nepriama metóda, a to hlavne z nasledujúcich dôvodov:

- a) pre obtiažné, resp. nemožné určovanie mernej spotreby paliva na kotloch používaných v praxi [2],
- b) pre obtiažné a úpravy si vyžadujúce určovanie prietoku vody, resp. par, pokiaľ nie je k dispozícii ultrazvukový prietokomer a normovaný úsek vhodný pre meranie Prandtlovou trubicou,
- c) pre potrebu poznáť elementárne zloženie paliva, ktoré vo väčšine prípadov nie je známe, kvôli určovaniu objemu spalin.

```

1 REM **PROGRAM PRE VYPOCET UCINNOSTI KOTLOV-BPMK**
2 INPUT "ULNOST PALIVA-W%",W,"OBSAH CO2-CO2E%",CO2,"TEPLOTA SKVARY-TSEC1",TS
3 INPUT "TEPLOTA PREPADU-TRC%",TR,"TEPLOTA ULETU-TUCCJ",TU,"TEPLOTA ODCH.SPALIN
   TSKLCJ",TSK
4 INPUT "TEPLOTA OKOL.VZDUCHU-TUCCJ",TU,"VYHREVNOST PALIVA-QNCKJ/KCJ",QN
5 INPUT "OBSAH POPLA-OPC%",OP
20 INPUT "POZNAS ZLOZENIE [A/N]",PZ$...
25 IF PZ$ <> "A" AND PZ$ <> "N" THEN 20
30 IF PZ$="N" THEN 60
35 IF PZ$="A" THEN 132
60 CS=15
70 CR=30
80 CU=22
90 XS=74
100 XR=5
110 XU=20
130 QNR=ON
134 GOTO 140
132 INPUT "HORLAVINA V SKVARE-CS%",CS,"HORLAVINA V PREPADE-CR%",CR
133 INPUT "HORLAVINA V ULETE-CUC%",CU,"POPOL V SKVARE-XS%",XS,"POPOL V PREPAD
   -XRC%",XR
134 INPUT "POPOL V ULETE-XU%",XU,"OBSAH POPOLA-OPC%",OP
137 QNR=QN
140 QM1=CS/(100-CS)*XS/100*OP/QNR*32700
150 QM2=CR/(100-CR)*XR/100*OP/QNR*32700
160 QM3=CU/(100-CU)*XU/100*OP/QNR*32700
170 QMN=QM1+QM2+QM3
175 QCM=.9
180 CPS=.71+.5E-3*TS
185 CPR=.71+.5E-3*TR
200 CPU=.71+.5E-3*TU
205 QF=OP/QNR*(XS/(100-CS)*CPS*TS+XR/(100-CR)*CPR*TR+XU/(100-CU)*CPU*TU)
210 A=6.4899E-3+.365E-4*SQR(EXP(W/10))
220 B=LN(1.851203+.010046*SQR(EXP(W/10)))
230 QK=(A+B/CO2)*(TSK-TV)
235 QSV=3.5
240 ETA=100-(QMN+QCM+QF+QK+QSV)
250 PRINT "TS";TS;"C"
255 PRINT "TR";TR;"C"
270 PRINT "TU";TU;"C"
280 PRINT "TSK";TSK;"C"
290 PRINT "TV";TV;"C"
300 PRINT "CO2";CO2;"%"
310 PRINT "STRATA MECHANICKYM NEEDPALOM-QMN=";QMN;"%"
320 PRINT "STRATA CHEMICKYM NEEDPALOM-QCM=";QCM;"%"
330 PRINT "STRATA TEPLA TUH.ZBYTKAMI-QF=";QF;"%"
335 PRINT "STRATA TEPLA DO OKOLIA-QSV=";QSV;"%"
340 PRINT "STRATA TEPLA KOMINOVAK-QK=";QK;"%"
350 PRINT "UCINNOST KOTLA=";ETA;"%"
360 STOP
365 DIM M(80),QK(80),ETA(80),A(80),B(80),CO2(80)
370 K=(18/CO2-1.5)*20+2
372 PRINT "M(I)"TAB(5)"CO2(I)"TAB(15)"QK(I)"TAB(23)"ETA(I)"
375 FOR I=1 TO K
376 M(I)=18/CO2-(I-1)*0.05
380 CO2(I)=18/M(I)
400 A(I)=6.4899E-3+.365E-4*SQR(EXP(W/10))
410 B(I)=LN(1.851203+.010046*SQR(EXP(W/10)))
420 QK(I)=(A(I)+B(I)/CO2(I))*(TSK-TV)
430 ETA(I)=100-(QMN+QCM+QF+QK(I))
445 PRINT M(I)TAB(5)CO2(I)TAB(15)QK(I)TAB(23)ETA(I)
450 NEXT I
445 PRINT M(I)TAB(5)CO2(I)TAB(15)QK(I)TAB(23)ETA(I)
450 NEXT I
455 STOP
460 CLEAR
470 SCALE 1.5,5,0,100
480 FOR L=0 TO 100 STEP 10
490 XAXIS 1.5,5,L
500 NEXT L
510 FOR P=1.5 TO 5 STEP 0.5
520 YAXIS 0.100,P
530 NEXT P
540 FOR I=1 TO K
550 PLOT M(I),QK(I)
552 MOVE M(I),ETA(I)
555 PLOT M(I),ETA(I)
557 MOVE M(I),QK(I)
560 NEXT I

```

READY

Obr. 3

## 5. Program výpočtu účinnosti kotlov na pevné palivá (obr. 3)

Pre rýchly výpočet účinnosti kotlov na pevné palivá bol vypracovaný program na počítači PP/01 na základe nepriamej metódy. Tento program je možné rozdeliť do nasledujúcich častí:

### 1. zadanie vstupných údajov:

- parametre charakterizujúce palivo:  $Q_n$  — výhľavnosť,  $OP$  — popol v palive,  $W$  — voda v palive,
- parametre charakterizujúce spalovací proces:  $CO_2$  — obsah  $CO_2$  v suchých spalinách zistený napr. Orsatovým prístrojom;  $TSK$  — teplota spalín,  $TS$  — teplota škváry,  $TR$  — teplota prepadu,  $TU$  — teplota úletu,  $TV$  — teplota okolitého vzduchu (je možné ich zmerať teplomerom, resp. termočlánkom).

### 2. výpočet podľa nameraných údajov:

je potrebné zmerať obsah  $CO_2$  v suchých spalinách pre určenie dominantnej komínovej straty, pre stanovenie ďalších strát je nutné určiť (v muflových pieckach)  $CS$ ,  $CR$ ,  $CU$  — horlavinu v škváre, v prepade a v úlete a  $XS$ ,  $XR$ ,  $XU$  — popol v škváre, v prepade a v úlete. Toto je opäť mnohokrát obtiažné, resp. nemožné, a preto je do programu zahrnutá varianta s doporučenými literatúrnymi údajmi.

### 3. výpočet podľa doporučených literárnych údajov [1]

Pre tento výpočet môžeme používať nasledujúce experimentálne zistené údaje:  $CS = 16$ ,  $CR = 30$ ,  $CU = 22$ ,  $XS = 74$ ,  $XR = 6$ ,  $XU = 20$ , pričom použitím týchto hodnôt sa dopúšťame len malých nepresností v celkovej bilancii.

### 4. prevedenie výpočtu:

výpočet je prevedený podľa uvedených vzťahov; pre možnosť univerzálneho použitia hodnôt konštánt  $A$  a  $B$  pre rôzne obsahy

vody  $W$  v palive bola prevedená na počítači PMD/85 regresná analýza krieviek  $A$  a  $B$ , ktorej výsledok je zahrnutý v nasledujúcim programe, zostavenom pre počítač PP/01.

### 5. výpis vypočítaných hodnôt:

je prevedený len pre displej na základe prevedeného výpočtu a zobrazujú sa všetky údaje potrebné pre zhodnotenie práce kotla.

### 6. grafický priebeh závislosti komínovej straty $Q_K$ a účinnosti $\eta$ na súčiniteli prebytku vzduchu $m$ . Zníženie prebytku vzduchu nepriamoúmerne vplýva na zvýšenie účinnosti kotla a je jednou z cest, ako zvýšiť účinnosť kotla.

V ďalšom je uvedený listing programu pre výpočet účinnosti kotlov na pevné palivá.

## 6. Záver

Predložený článok a program pre počítač PP/01 umožňuje simulať rôzne podmienky spalovania v kotloch na pevné palivá a zároveň je ho možné využiť pre rýchle určovanie účinnosti spalovania v kotloch na základe ľahko dostupných prevádzkových údajov. Zo získaných výsledkov je možné analyzovať prácu kotlov i prácu obsluhy kotolní a zamerať sa na najslabšie miesta prevádzky, ktorými sú — riadenie výšky vrstvy paliva, znižovanie prebytku vzduchu reguláciou množstva prívadzaného vzduchu, analýza rozdelenia vzduchu v kotli atď.

## Použitá literatúra

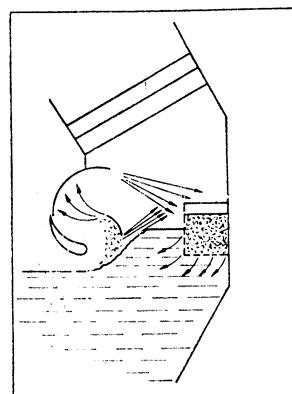
- [1] Černý, V. a kol.: Parní kotle. SNTL, Praha 1983.
- [2] Černý, V. a kol.: Parní kotle a spalovací zařízení. SNTL, Praha 1975.
- [3] Cihhart, J.: Měření a regulace ve vytápění. SNTL, Praha 1984.
- [4] ON 07 0417 Tepelný výpočet parných kotlov.
- [5] ČSN 07 0305 Hodnotenie kotlových strát.

## NOVÉ MOKRÉ HLADINOVÉ ODLUČOVAČE V NDR

V NDR byly vyvinuty a provozně odzkoušené mokré hladinové odlučovače řady WNA, ktoré se nyní vyrábějí v šesti velikostech. Schéma funkcie odlučovače je patrné z obr. 1.

Ke každej velikosti odlučovače, z hlediska pracovního rozsahu, jsou přiřazeny dva, popř. tři ventilátory a kromě toho odborníci kombinátu ILKA na základě zkušeností nebo ověřovacích zkoušek navrhnu pro dané podmínky do odlučovače vhodný typ vírníku.

Z hlediska ochrany proti korozi jsou nové odlučovače chráněny různým způsobem. Pro běžné případy se u ocelových částí osvědčil náter epoxidové pryskyřice s dehtem, pro použití v prostředí o hodnotě pod 5,5 pH (odsířování) se osvědčilo pogumování. Zvláště tepelně nebo abrazivně namáhané části, jako např. vírníky nebo eliminátory jsou z nerezu.



OBR.1

V některých případech jsou vhodné eliminátory kapek z plastů.

Protože ve slévárnách dochází nyní k hojnějším nasazením betonitu, připravuje se úprava pro příslušné pracovní podmínky.

Vyráběné velikosti pokrývají objemové

průtoky od 5 000 do 40 000 m<sup>3</sup>/h. Dosavadní zkušenosti získané v různých podmírkách prokázaly kvalitu odlučovačů jak po stránci provozní, tak i z hlediska životnosti i údržby.

LuK 1/88

Kubíček

## NOVÝ TYP OKNA S MENŠÍMI TEPELNÝMI ZTRÁTAMI

Západoněmecká inženýrská firma Denzler vyvinula typ okna, který ve spojení s odvětracím zařízením umožňuje kontrolovanou výměnu vzduchu a snižuje ztráty tepla.

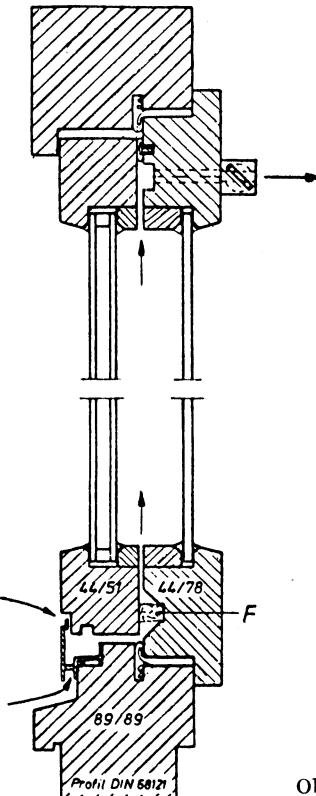
Předpisy o úsporách energie požadují vyrábět a instalovat co nejtěsnější okna, což vede ke snižování přirozené výměny uvnitř budov.

Řešení, které odstraňuje tento nedostatek a přitom zabránuje vnikání chladného vzduchu v zimě je na obr. 1. Je to běžné zdvojené okno s trojitým zasklením pouze s určitou úpravou. Toto okno bylo poprvé instalováno v r. 1980 a po řadě zlepšení vede dnes k úplné spokojenosti s kvalitou vzduchu v místnostech, především u majitelů rodinných domků, mj. také proto, že u novostaveb umožňuje jejich bezproblémové vysoušení.

Při instalaci nového typu oken v silně prašných oblastech se doporučuje osadit spodní spáru přívodu vzduchu filtrem (F), jak je patrné z obrázku. Průlez přívodní spáry je tak dimenzován, aby na jedné straně rozdíly v náporu větru neměly přílišný vliv na velikost výměny vzduchu, na druhé straně, aby její odpor nezvyšoval zbytečně spotřebu energie na odvětrání. V horní části rámu je výstupní štěrbina opatřena regulační klapkou. Proudění vzduchu mezi zasklením zabraňuje zamrzání oken. Nižší teplota v tomto prostoru vede jednak ke snížení tepelných ztrát vnějším zasklením, jednak ke zvýšení přestupu tepla z vnitřního zasklení na proud přiváděného vzduchu.

CCI 10/88

(Ku)



Obr. 1.



Fridrich

**EFEKTÍVNE SYSTÉMY VYKUROVANIA BUDOV (EFFEKTIVNYE  
SISTEMY OTOPENIJA ZDANIJ)**

Minin, V. E., Averjanov, V. K., Belinkij, E. A., Gineburg, Je. Ja., Kazancev, I. A., Pozin, G. M., Ponomarev, V. N., Tjutjunikov, A. I., Čistovič, S. A., Škalikov, G. S.:

*Strojizdat-Leningradské oddelenie, Leningrad 1988 (217 strán, 66 obrázkov, 8 tabuľiek, 4 prílohy, 70 citácií)*

V knihe sú objasnené otázky teórie vykurovania budov, popísané zariadenia, princípy a metódy navrhovania súčasných a perspektívnych systémov vykurovania, ako aj ich prvkov. Analyzované sú zvláštnosti vykurovania budov rôzneho druhu, ktoré sa využívajú v oblastach Krajiného Severu, pričom sú zohľadnené leningradské skúsenosti z projektovania systémov vykurovania v podmienkach masovej unifikovanej výstavby stavebných objektov. Všetky otázky sú hodnotené zo zorného uhla ekonomickej efektívnosti využitia palivovo-energetických zdrojov pri súčasnom zvyšovaní kvality systémov vykurovania.

Kniha okrem predstavu, úvodu, príloh a zoznamu literatúry pozostáva zo 6 ucelených kapitol, ktoré sú celkovo začlenené do 28 podkapitol. Členenie knihy a náväznosť kapitol je logická, t.j. najprv sú definované požiadavky na zabezpečenie mikroklimy vo vykurovaných interiéroch, potom sú špecifikované jednotlivé prvky vykurovacieho systému na čo nadávaju rozdelenie vykurovacích sústav podľa teplenosného média, ku koncu sú ukázané možnosti využitia netradičných zdrojov energie a na záver sú formulované zásady automatickej regulácie vykurovacích systémov.

Prvá kapitola „Požiadavky na mikroklimu interiérov a technické prostriedky k jej zabezpečeniu“ sa autori zaoberajú definovaním okrajových podmienok návrhu vykurovacieho systému, vychádzajúc z interakcie človeka s interiérovým prostredím, orientovaných na zabezpečenie optimálneho tepelného stavu užívateľov vykurovaných budov. Sú analyzované najnovšie poznatky teórie z definovania požiadaviek na obalové stavebné konštrukcie (v zmysle zníženia tepelných strát a zlepšenia ich akumulačnej schopnosti) a automatický regulovanie vykurovacej sústavy. Je vytvorená principiálna logická schéma k návrhu vykurovania ako technického prostriedku, ktorým sa v určitých ročných obdobiah a klimatických oblastiach musí zabezpečiť tepelná rovnováha budovy s vonkajším prostredím. V závere tejto časti je provedená klasifikácia systémov vykurovania. V obecnej polohe sú vykurovacie systémy rozčlenené vzhľadom na zdroje tepla (miestne, ústredné, centralizované), na spôsob odovzdávania tepelnej energie (konvekciou, radiáciou), ale aj podľa druhu energie (atomová, slnečná, geotermálna, elektrická, resp. podľa paliva), média (voda, para, vzduch) a prevedenia. Kapitola sa končí prehľadom možností ktoré umožnia zníženie spotreby energie na vykurovanie.

Nasledujúca kapitola „Prvky vykurovacích systémov“ v technickej podobe dáva informáciu o jednotlivých zariadeniach vykurovacej sústavy. V zásade sú charakterizované zdroje tepla a odovzdávanie stanice, rozvody a vykurovacie telesá, resp. plochy. Jednotlivé podkapitoly detailne analyzujú jednotlivé zariadenia. V časti o vykurovacích telesách je uskutočnená klasifikácia podľa materiálu vyhotovenia, podľa účelu, vyhotovenia konštrukčného a použitia. Podrobne sú definované základné tepelnotechnické vlastnosti, následne jednotlivé výrobne, rozmerové a výkonové rady. Rozvody sú špecifikované najmä s ohľadom na počet potrubí, s tendenciou maximálneho uplatňovania jednorúrkových systémov pri rôznych alternatívach napojenia k vykurovacím telesám. Zvlášt sú analyzované odovzdávanie stanice, vychádzajúc zo spôsobu pripojenia na tepelnú sieť, teda tlakovo závisle, resp. nezávisle. Podrobne sú popísané rôzne parametre a charakteristiky výmeníkov tepla, ich výpočet, konštrukčné riešenia a samotný návrh vychádzajúc z exaktného matematického vyjadrenia.

Nasledujúce dve kapitoly sú jadrom samotnej knižnej publikácie. V poradí tretia kapitola „Vodné vykurovacie systémy“, charakterizuje danosti najrozšírenejšieho spôsobu vykurovania v ZSSR. Podstatná časť je venovaná problematike výpočtu, resp. dimenzovania takýchto systémov, či s prirodzeným, alebo nútenským obehom vody. Opäť sú matematicky formulované zásady výpočtu systémov vykurovania, a to dvoj- i jednorúrkových, so spodným a horným rozvodom, vertikálne aj horizontálne. Cenné je to, že takto matematická formulácia problematiky dimenzovania je exaktá a umožňuje algoritmovizáciu problému a tým i využitie výpočtovej techniky, konkrétnie EBM. Sú uvedené rôzne výpočtové programy (Potok-ES, AROS-ES, Vykurovanie, APR-15ES...), ukázané základné princípy výpočtu a vykonávania rutinných úkonov.

Nasledujúca 4. kapitola „Teplovzdušné vykurovanie“, specifikuje jednotlivé druhy teplovzdušného vykurovania, zvláštnosti ich prevádzky, principiálne schémy a oblasti použitia. Zvlášt podrobne je analyzovaná otázka distribúcie teplého vzduchu v interiéri, v nadávnosti na charakter vzduchového prúdu. Sú udané základné charakteristiky pre rôzne vzduchotechnické výustky s doporučeniami pre jednotlivé oblasti aplikácie. Tieto problémy sú súčasne opäť veľmi podrobne matematicky popísané, takže takéto exakté vyjadrenie zase umožňuje maximálne využitie výpočtovej techniky pre návrh takýchto systémov vykurovania. Z technického aspektu

sú bližšie definované i rôzne spôsoby ohrevu tepla pri takomto spôsobe vykurovania, no najmä tzv. teplovzdušné agregáty predstavujúce ucelené vykurovacie jednotky.

Piatá kapitola „Solarne vykurovanie pomocou tepelných čerpadiel“ predstavuje problematiku využitia neftriadičných zdrojov energie na vykurovanie budov. V tomto prípade konkrétnu energiu slnečného žiarenia. Sú analyzované rôzne kombinácie systémov vykurovania využívajúce energiu Slnka, v závislosti na tepelnom médiu (kvapalina, vzduch), na teplotnom potenciáli ako aj podľa spôsobu akumulácie tepelnej energie. Vychádza sa pritom v súlade se svetovými tendenciami so snahy o tzv. pasívne heliovykurovanie budov, pričom sa minimalizuje podiel aktívnych systémov. Dôležité miesto autori venujú základnej teoretickej otázke, a to dostupnosti slnečného žiarenia na rovine kolektora. Ten sa považuje za základný zberač solárnej energie, preto je veľmi podrobne definované v akých principiálnych schémach sa môže nachádzať. V neposlednom rade je analyzovaná otázka efektívnosti solárnych vykurovacích systémov, najmä s ohľadom na predpokladané teritória. Z hľadiska energetickej účinnosti sú doporučované riešenia využívajúce tepelné čerpadlá. Problémovo samostatne sa v tejto kapitole rieši otázka vykurovania tzv. mobilných objektov.

V poslednej kapitole „Regulácia režimu vodných vykurovacích systémov“ autori podávajú základy problematiky regulácie vykurovania. Súčasne však ukazujú i na určité osobitosti, ktoré pri dynamických teplotných a tlakových zmenách vo vykurovacej reguľovanej sústave vznikajú. Podrobne je riešená otázka technicko-ekonomickej efektívnosti uplatnenia mieracej a regulačnej techniky pri vykurovaní budov.

Záverom možno konštatovať, že kniha leningradského kolektívu odborníkov z vysokých škôl a výskumných ústavov je vhodná pre technicko-inžinierske kádre projektantov, ale aj špecialistov z montážnych, výrobných a prevádzkových organizácií. Vzhľadom na logickú stavbu, definovanie jednotlivých problematík, jasné vysvetlenie pojmov je vhodná i pre učiteľov, študentov a ašpirantov z vykurovania.

Petráš

## ● Evropská vytápacia technika do Japonska

Koncem roku 1988 bol v Japonsku založen první japonsko-západonemecký ústav pro vytápění. Zaměřením ústavu je zavádět v Japonsku vytápěcí systémy, které jsou v Evropě běžné, resp. tyto modifikovat na japonské stavební a bytové podmínky. Spolupráce se nemá však omezit jen na technicko-vědeckou stránku, ale i zprostředkovávat kontakt se západonemeckými podniky na výrobu vytápěcí techniky.

CCI 12/88

(Ku)

vysoce čisté materiály od stroje ke stroji v pouzdrech, takže se vysoce čisté prostory — i v třídě pod 1 — přenášejí do vnitřku strojů. To povede ke snížení objemu výroby techniky čistých prostorů, alespoň pokud se týče výroby čipů. Na druhé straně se ale ve farmaci, jemné mechanice, optice a biotechnologii očekává nárůst požadavků na čisté prostory. Zejména se předpokládá vvrát v potravnictví.

CCI 1/89

(Ku)

## ● Vývojové tendencie v technice čistých prostorov

Technika čistých prostorov prodléláva bouřlivý rozvoj. Přitom prudec stoupají provozní náklady, které nutí provozovatele nově zavažovat koncepce. Jak se ukazuje, zhruba jen asi 10 % obestavěného prostoru čistých místností je skutečně k dispozici výrobě, zbývajících 90 % zabírá technické vybavení. Snahy proto směřují ke zvýšení účinnosti výroby, tj. k potlačení podílu zmetků, což povede k používání čistých mědií, čistých materiálů a k odstranění „znečištěného člověka“. To znamená automatizovanou výrobu. V současné době je vyvíjen automatický systém označovaný SMIF (Standard Mechanical Interface), kde se dopravují

Západonemecká firma Fröling, která vyrábí kotly, tepelná čerpadla a zařízení pro zpětné získávání tepla zavedla, jako první na světě, zajištování povrchových teplot svých výrobků pomocí termovide. Video-clip může být při snímání kdykoliv zastaven a vytříšten, různé provozní stavby mohou pak být porovnávány srovnáváním barevných rozdílů na jednotlivých snímečkách. Teplotní průběhy v libovolných bodech lze převést na diagramy. Tepelné můstky, nebo místa vzniku  $NO_x$  jsou opticky ihned zjistitelné.

Jak prohlásil majitel firmy, vysoká investice se brzy zaplatí, protože přineseurychlení při vývoji nových, dokonalejších výrobků.

CCI 8/88

(Ku)

## ASHRAE Journal 30 (1988), č. 11

- The true cost of refrigerant leaks (Skutečná cena za úniky chladiva) — *Esslinger S., 27—29.*
- How will CFC bans affect energy use? (Jak zákaz používání chlorofluorouhlíků ovlivní spotřebu energie?) — *Fischer S. K., Creswick F. A., 30—34.*
- A historical look at CFC refrigerants (Pohled do historie chlorofluorouhlíkových chladiv) — *Nagengast B., 37—39.*
- Hidden olfs in sick buildings (Znečištění vzduchu uvnitř budovy) — *Fanger O. P., 40—41, 43.*
- Pumps (Čerpadla) — 44, 46, 48, 50.

## ASHRAE Journal 30 (1988), č. 12

- Service life of energy conservation measures (Životnost energeticky úsporných zařízení) — *McRae M., Rufo M. W., Guddat R. O., Baylon D. A., 25—28.*
- Pipe size selection (Výběr velikosti potrubí) — *Waller B., 31—34.*
- Chicago past and present (Minulost a současnost výstav vytápění, větrání a klimatizace v Chicagu) — 35—36, 38.
- The technical program (Program a přehled přednášek zimního zasedání ASHRAE 1989 v Chicagu) — 40—42, 44, 46, 48, 50, 52.
- Product preview (Přehlídka výrobků, vystavovaných na výstavě z oboru vytápění, větrací a klimatizační techniky v Chicagu) — 56—58, 60, 62—67.
- Software (Software pro vytápění, větrání a klimatizaci) — 68—70, 72, 74—75.

## ASHRAE Journal 31 (1989), č. 4

- Updating the V.A.V. outside air economizer controls (Regulační vnějšího vzduchu u systémů s proměnným průtokem vzduchu) — *Avery G., 14—16.*
- Turbulence and draft (Turbulence vzduchu a průvan) — *Fanger P. O., Melikov A. K., Hanzawa H., Ring J., 18, 20, 22, 25.*
- Moisture problems in buildings in hot humid climates (Problémy s vlhkostí v budovách, které se nacházejí v horkém, vlhkém podnebí) — *Lots W. A., 26—27.*
- Full scale smoke control tests at the Plaza Hotel building (Zkoušky šíření kouře v budově Plaza Hotel, prováděné v celém rozsahu) — *Klote J., 28—30, 32.*
- Valves yesterday and today: an historical perspective (Ventily včera a dnes: vývoj) — 34—36, 38, 40, 42—44.

## Heating, piping, air conditioning, 61 (1989), č. 3

- Existing buildings: vast HVAC resource (Stávající budovy: velké možnosti pro vytápění, větrání a klimatizaci) — *Korte B., 57—63.*

— Retrofit: problem or opportunity (Opětné změny ve vybavení budov) — *Coad W. J., 65—69.*

— Energy recovery in a medical center (Zpětné získávání energie ve zdravotnickém středisku) — *Bahnfleth D. R., Cramblette D., 71—74, 79—83.*

— Retrofitting a new HVAC system (Přestavba nového vytápěcího, větracího a klimatizačního systému) — *Jourdan J., 87—91.*

— Absorption machines: energy success story (Absorpční stroje jsou energeticky výhodné) — *Duffy J. P., 99—102.*

— Computer software for the plumbing engineer (Software pro potřeby potrubářů) — *Smith W. W., 105—110.*

## Heating, piping, air conditioning 61 (1989), č. 4

— What is CABDS? (Co je to CABDS?) — *Ahart J. R., 36—37, 40.*

— The CFC problem: bigger than you think (Problém chlorofluorouhlíků je větší, než si myslíte) — *Stamm R. H., 51—54.*

— CFCs: The industry's stand (Chlorofluorouhlíky: situace v průmyslu) — 55—57.

— CAE for HVAC system design: is it possible? (Je automatizovaný návrh systému vytápění, větrání a klimatizace reálný?) — *Lam S., 63—67.*

— Rewriting NFPA 90A (Přepracování standardu NFPA 90A) — *Schmidt W. A., 69—70.*

— Sprinkler system hydraulic calculations (Výpočty hydraulického systému sprinklerů) — *Smith W. W., 77—79, 104.*

— Programming for DDC control (Programování pro přímou digitální regulaci) — *Barker K. A., 83—87.*

— Nonducted air flow with unit coolers (Bezkanálové proudění vzduchu u jednotkových chladičů) — *Godemann R., 89—91.*

— Selecting vibration isolator (Výběr tlumičů chvění) — *Wilkins Ch., 95—98, 111.*

— Predicting water vapor saturation pressure (Předvídání saturovacího tlaku vodní páry) — *Mathur G. D., 103—104.*

## Sanitär- und Heizungstechnik 54 (1989), č. 3/I

— 60 Häuser hängen an einer Wärmeinsel (60 domů napojeno na jediné tepelné centrum) — *Pegels U., 120—124.*

— Grundsätzliche Untersuchungen zum wirtschaftlichen Einsatz von chemischen Wärme pumpen (Základní výzkum hospodárného využívání chemických tepelných čerpadel) — *Schaper W., 125—128.*

— Eine ganze Menge kritische Punkte (Problémy koroze v tepelné technice) — *Breuer K., 133—135.*

— Hohe Filterwirkungsgrade allein genügen nicht (Vysoká účinnost filtrů při odvětrávání kuchyní sama nestačí) — 136—137.

- Zweite Pumpe für die Spitzenlast (Zdvojená čerpadla v zátěži otopných sítí) — *Kieckse H. J.*, 138—140, 143.
- Kann die Heizkesselindustrie einen Beitrag zur Minderung des Treibhauseffektes leisten? (Může průmysl otopných kotlů přispět ke změnění skleníkového efektu?) — *Förster S., Quell P.*, 144—145.
- Fast Reinraumklima im Pflanzenschutzzentrum (Téměř dokonale čisté ovzduší ve středisku pro ochranu rostlin) — *Genath B.*, 146—148.
- Mit der Abteufe wächst die Kühllast (Problémy tepelné zátěže v dolech) — 149 až 150.
- Zigarettenmaschine mit Hut (Čištění vzduchu při výrobě cigaret) — 153—154.
- Staub- und biogene Räume: Anforderungen an die Klimatechnik wachsen (Bezprášné a biologicky čisté — požadavky na klimatizaci rostou) — 156, 158.
- ish zpravodaj: 160, 162, 164, 168, 170, 172, 174, 176, 178.
- Sanitär- und Heizungstechnik 54 (1989), č. 3/II**
- „Modelle künstlicher Wasser-Maschinen“ (Tři fungující modely čerpadel v historickém muzeu v Augsburgu) — *Ruckdeschel W.*, 199 bis 206.
- Die Kette ist nur so stark wie ihr schwächstes Glied (Problémy materiálů a koroze v domovních instalacích) — *Breuer K.*, 207—208, 213—251.
- Probleme und Erfahrungen mit Kunststoff-Transportssystemen für aggressive Heil- und Mineralwässer (Problémy a zkušenosti s rozvody) z umělých hmot u agresivních a minerálních vod — *Saunus Ch.*, 216—222 pokrač.
- Eine Sprinkleranlage ist wohl unverzichtbar (Problematika jištění odvětrávání podzemních garází) — 223—224, 226.
- Sanitärplanung im Gesundheitswesen (Sanitární zařízení a hygiena u tělesně postižených) — *Feurich H.*, 227—228, 231—234 pokrač.
- Wohnen unterm Zinkdach (Zinkový plech na střechách obytných domů) — *Plawer H. L.*, 235—238.
- Was den Menschen heilt, zerstört die Technik (Příroda proti člověku — Mrtvé moře) — 239—243.
- ish (Informace o struktuře výstavy) — 244—247.
- Landis & Gyr: Digitaler Heizungsregler ohne Bedienungshandbuch (Firemní sdělení: Jednoduchá digitální regulace teplotních zařízení) — 248—249.
- ish zpravodaj: 250, 252, 254, 256, 258.
- Sanitär- und Heizungstechnik 54 (1989), č. 4**
- ish zpravodaj: 272—274, 277—284, 287 bis 288.
- Probleme und Erfahrungen mit Kunststoff-Transportssystemen für aggressive Heil- und Mineralwässer (2) (Problémy a zkušenosti s rozvody z umělých hmot u agresivních léčivých a minerálních vod — díl 2) — *Saunus Ch.*, 300—302 dokonč.
- Modernisierung an einem einzigen Tag (Přestavba otopné soustavy za den) — 303 až 304.
- Sanitärplanung im Gesundheitswesen (2) (Sanitární zařízení a hygiena u tělesně postižených — díl 2) — *Feurich H.*, 309—312 dokonč.
- Mit Warmwasserspeicher noch effektiver (Učinnější využívání teplovodních zásobníků) — *Genath B.*, 313—316.
- Schott: Schorsteine aus Glas (Firemní sdělení: Komínové tahy ze skla) — 319—320.
- Zehnder-Beutler: Strahlungswärme aus der Hallendecke (Firemní sdělení: zářivé vytápění v rozlehlých halách) — 320.

#### **Stadt- und Gebäudetechnik 42 (1988), č. 6**

- 25 Jahre TGA — 25 Jahre volkseigenes Kombinat (25 let znárodněného kombinátu TZB) — *Kremonek H.*, 165—168.
- Die Konsumgüterproduktion im VEB Kombinat Technische Gebäudeausrüstung (Výroba spotřebního zboží ve VEB TGA) — *Muth R.*, 168—169.
- 25 Jahre Qualifizierung und Nachwuchsentwicklung im VEB Kombinat Technische Gebäudeausrüstung (25 let výchovy kvalifikovaného dorostu ve VEB TGA) — *Brandt G.*, 169—171.
- Zur Entwicklung und zu den Aufgaben des VEB Forschung und Rationalisierung Technische Gebäudeausrüstung (Rozvoj a úkoly výzkumu a racionalizace ve VEB TGA) — *Liebermann H.*, 171—173.
- Sanitärrohrbündel — ein Hauptzeugnis für den industriellen Wohnungsbau (Prefabrikace trubních rozvodů se stala hlavním výrobkem pro zprůmyslnění bytové výstavby) — *Zeschmar H.*, 174—176.
- Die Anlagen des VEB Kombinat technische Gebäudeausrüstung im Grand Hotel Berlin (Výrobky VEB TGA v Grand hotelu v B.) — *Scheel H.*, 171—179.
- Zur Entwicklung von Hausanschallussstationen — Rückblick und Ausblick (Vývoj domovních výměníkových stanic, pohled do historie i do budoucnosti) — *Hoffmann H., Sternberg P.*, 180—182.
- 25 Jahre Technische Gebäudeausrüstung — 25 Jahre Heizflächen aus Neukirchen (25 roků TGA se rovná 25 rokům výroby deskových zářičů v N.) — *Erler G.*, 182—183.
- Entwicklung der Kesselproduktion m VEB Kombinat Technische Gebäudeausrüstung (Vývoj výroby kotlů ve VEB TGA) — *Müller R.*, 184—185.
- Neue Typenreihe Kondensat-Pumpstationen — KON 88 (Nová typová řada čerpadel kondenzátoru KON 88) — *Horvay R., Gelzenlechter L.*, 185—186.

— VEB TGA Leipzig — zuverlässiger Partner des Bauwesens (VEB TGA Lipsko je spolehlivým partnerem výstavby) — *Bösel D.*, 186 až 187.

— TGA-Systemlösung für Gewächshäuser TG 10 E (TGA instalacní systém pro rodné domky) — *Otto H., Gossow J.*, 188—189.

— Strahlungswärmestrom von Fussbodenheizflächen (Tepelné proudení při podlahovém vytápění) — *Gluček B.*, 190—191.

— TGA-Baukastensystem, „Tegadus“ (TGA stavebnicový systém = sprechový kout) — *Nordmann B.*, 191—192 a 3. str. obálky.

### Svetotechnika 58 (1989), č. 2

— Problemy organizacie naučno-techničeskoj dejstvenosti v svetotechničeskoj podotrasli v novych uslovijach (Problémy organizace vědecko-technické činnosti ve světelné technice v nových podmínkách) — *Agafonovoj T. A.*, 1—9.

— O vlijanii kačestva elektroenergii na effektivnost osvetitelnych ustanovok (Vliv kvality elektrické energie na efektivnost osvětlovacích soustav) — *Goldenblat B. I.*, 11—12.

— Analiz zavisimosti vidimosti ot charakteristik objekta i fona (Rozbor závislosti viditelnosti od charakteristik objektu a okolí) — *Nikitin V. D.*, 12—15.

— O zakonomernosti svetopropuskanija okonnego stekla (Závislosti světelné propustnosti okenního skla) — *Skryl I. N.*, 19—20 výtah.

### Svetotechnika 58 (1989), č. 3

— Pravila ustrojstva elektrostanovok (Pravidla zřizování elektrických zařízení) — 1—5.

— Osveščenije rezidencii moskovskogo patriarcha (Osvětlení rezidence moskevského patriarchy) — *Lukin Ju. I.*, 5—8.

— Ispolzovaniye priamogo solnečnogo sveta dljavnutrennego osveščenija zdanij (Využití přímého slunečního světla k osvětlení vnitřků budov) — *Korobko A. A., Pjatigorskij V. M., Tereškevič S. G.*, 8—10.

— Novyje svetilniki mestnogo osveščenija (Nová řada svítidel pro místní osvětlování) — *Zechcer G. M., Lazovskij M. Ju., Popušož M. T., Fajermark M. A.*, 11—13.

— Germetičnyj podvodnyj svetovoj pribor (Vodotěsné svítidlo) — *Basov Ju. G., Garbaletov E. S., Trunina L. A.*, 13—14.

— Ploskij rassejvatele s prismačeskoj po verchnostju (Plochý rozptylovač s prismačickým povrchem) — *Petrova N. G.*, 14—16.

— Rešenija svetotechničeskoj sekcií NTS VNIPPI TPEP (Vyřešené světelné technické úkoly) — *Kljuev S. A.*, 24—25.

### Vodosnabženie i sanitarnaja technika (1988), č. 12

— Principial'naja schema organizacji vodoootvedeniya Apšerona (Základní organizační schéma odvodu vody Apšeronu) — *Mamedov R. G., Gol'dman L. S.*, 5—7.

— Intensifikacija uplotnenija i sguščenija osadkov stočnych vod (Intenzifikace zahušťování kalů odpadních vod) — *Turovskij Ju. I.*, 7—9.

— Oberzzaraživanie chlorom doociščennych stočnych vod (Dezinfece dočištovaných odpadních vod chlórem) — *Vanin V. V., Račkova T. G., Smirnova E. I., Logunova O. E.*, 10—11.

— Rasčet predel'no dopustimych vybrosov v atmosferu (Výpočet mezních povolených hodnot emisií) — *Vasil'ev A. N.*, 12—13.

— Sniženie uščerba ot zagrjaznenija okružujuščej sredy (Snížení ztrát ze znečištění životního prostředí) — *Kon L. Ja., Gorbunova T. V.*, 13—15.

— Opyt očistki aspiracionnogo vozducha ot aerozolej plastifikatorov (Zkušenosti a čištění vdechovatelného vzduchu od aerosolů plastifikátorů) — *Pirumov A. I., Mettus A. A., Leont'ev V. P., Graždanov V. A., Pavlova N. A.*, 15—17.

— Proektnye raboty po ochrane atmosfernogo vozducha (Projektové práce z oblasti ochrany atmosférického vzduchu) — *Kuz'mina I. A.*, 17.

— Gidravličeskie charakteristiki solnečnych kollektorov (Hydraulické charakteristiky slunečních kolektorů) — *Rabinovič M. D., Fert A. R., Vanžula S. K., Strelčuk O. B., Sokolov Ju. V.*, 18—19.

— Očistka agresivnych stočnych vod na predprijatiyah černoj metallurgii (Čištění agresivních odpadních vod na závodech černé metalurgie) — *Poliščuk L. L., Matweeva T. V., Klenyševa L. D.*, 23—24.

— Efektivnost centralizovannyh vakuumnyh sistem musoroudalenija (Efektivita centralizovaných podtlakových systémů odstraňování odpadků) — *Ryb'ev V. I., Latyšenko O. N.*, 25 — 26.

### Vodosnabženie i sanitarnaja technika (1989), č. 1

— Raschodomery v kombinirovannych ustanovkach vodočistki (Průtokoměry u kombinovaných zařízení na čištění vody) — *Jakovlev S. V., Mjasnikov I. N., Kravcov M. V.*, 6—7.

— Rasčet truboprovodov gorjačego vodosnabženija (Výpočet potrubí pro zásobování horkou vodou) — *Ševelev A. F., Doronin L. K., Popov A. I.*, 8—9.

— O povyšenii točnosti hidravličeskikh izmenij (Zvýšení přesnosti hydraulických měření) — *Šamaev M. A.*, 10.

— Sokrašenie energopotreblenija na ventilaciiju i kondicionirovanie vozducha (Snížení spotřeby energie pro větrání a klimatizaci vzduchu) — *Kuvšinov Ju. Ja., Tkačenko N. V.*, 10—12.

— Rekonstrukcija regulacionnyh klapanov ventilacionnyh ustanovok (Rekonstrukce regulačních ventilů větracích zařízení) — *Tubolkin V. S.*, 13—14.

— Učet teplotechničeskich i klimatologičeskich dannych pri opredelenii plošadi svetoprocemov (Evidence tepelně technických a klimatických

- údajů při určování plochy světlíků) — *Krupnov B. A.*, 15—16.
- Intensifikacija reagentnoj regeneracii vodozabornych skvažin (Intenzifikace reagentní regenerace vrtů pro jímání vody) — *Grebennikov V. T., Voropanov V. E., Ivaniščev K. G., Pikalev S. I.*, 18—19.
- Ekspluatacionnyj režim sistem vodjanogo otoplenija (Provozní režim systémů teplovodního vytápění) — *Polunin M. M., Petruš V. D.*, 20—21.
- Televizionnoe obsledovanie vodozabornych skvažin (Televizní sledování vrtů pro jímání vody) — *Dikarevskij V. S., Ameličkin S. G., Vilin A. G., Levitin S. M., Il'inskij Ja. Z.*, 22—23.
- Ekonomičeskij podchod k obespečennosti mikroklimata životnovodčeskih pomešenij (Ekonomický přístup k zajištění mikroklimatu prostorů pro chov zvířat) — *Maljavina E. G., Paškova O. M.*, 23—24.
- Opyt ekspluatacie ilovych plošadok s vertikálnym drenažem (Zkušenosti z provozu kalových polí s vertikální drenáží) — *Blagoruzanova A. M., Malikova L. P., Nenašev N. I.*, 25.
- Opyt ekspluatacie flotacionnoj ustanovki (Zkušenosti z provozu flotáčního zařízení) — *Jakubovskij E. P., Jaromskij V. N., Gulevič A. L.*, 26
- Nízkotemperaturnoe otoplenie (Nízkoteplotní vytápění) — *Basin G. L.*, 27—28.
- Vodosnabženie i sanitarnaja technika (1989), č. 2**
- Rasčet posleavarijnich gidravličeskikh režimov (Výpočet počátečních hydraulických režimů) — *Sidler V. G., Sumarokov S. V., Čupin V. R., Barinova S. Ju., Štafman V. V.*, 4—5.
- Avtomatičeskoe dozirovanie chlora na vodoprovodnych stancijach (Automatické dávkování chlóru v úpravnách vody) — *Nakovskij N. S., Pestov N. F., Jurčenko V. A.*, 5—7.
- Rastrubnye soedinenija trub iz PVCH s uplotnitel'nym kol'com (Těsné spoje potrubí z PVC) — *Jechlakov S. V., Gol'danova E. S.*, 7—8.
- Vyčislitel'naja i mikroprocessornaja technika pri upravlenii sistemami vodoootvedenija gorodov (Výpočetní a mikroprocesorová technika při řízení systémů odvodu vody z měst) — *Ermolin Ju. A., Pal'gunov N. V.*, 9—10.
- Ekonomičeskaja effektivnost mestnoj vytjažnoj ventiljacii (Ekonomická účinnost místního větrání) — *Barišpolec I. N.*, 10—11.
- Opredelenie ekspluatacionnoj nadežnosti teplových punktov (Určení provozní spolehlivosti tepláren) — *Meščaninov I. V., Sadykov T. K.*, 12—13.
- Programmiruemj mikrokälkuljator pri rasčete parametrov vozducha (Programovatelná mikropočítačka při výpočtu parametrů vzduchu) — *Isaev V. F.*, 13—15.
- Primenenie programmiruemych mikrokälkuljatorov (Použití programovatelných mikropočítaček) — *El'stejn A. M.*, 15.
- Aerodinamičeskij rasčet vozduchovodov sistem ventiljacii (Aerodynamický výpočet vzduchovodů větracích systémů) — *Rjabov A. V.*, 16—17.
- Rasčet prjamougol'nyh vozduchovodov (Výpočet hranatých vzduchovodů) — *Kuc Ju. I., Chmelevskij I. V.*, 18—19.
- Ocenka neučtennyh raschodov vodoootvedenija goroda (Hodnocení průtoků městských odpadních vod) — *Birickij M. I., Kuksin I. E., Cacyk G. S., Jaroš E. S.*, 22—23.
- Suška osadkov stočnych vod na predpriatijach mašinostroitel'noj promyšlennosti (Sušení kalu odpadních vod ve strojírenských závodech) — *Bykovec V. P., Glimina L. A., Ševčik A. P.*, 24—25.
- Estestvennaja ventiljacija dlja životnovodčeskih pomešenij effektivna (Prírozené větrání je pro prostory pro chov zvířat účinné) — *Dmitriev M. T., Švedov V. V.*, 26—27.
- Vystavka GDR v Moskve (Výstava NDR v Moskvě) — 27—29.
- Vodosnabženie i sanitarnaja technika (1989), č. 4**
- Metodika rasčeta obmerzania otkrytyh napornych truboprovodov (Metodika výpočtu namrzání otevřených přetlakových potrubí) — *Donov A. A.*, 4—6.
- Technologija očistki poverchnostnych vod dvuchstupenčatym fil'trovaniem (Technologie čištění povrchových vod dvoustupňovou filtrace) — *Dikarevskij V. S., Ajukajev R. I., Fomin S. N.*, 6—8.
- Rasčet nasadočnych degazatorov dlja udaleñija metana iz vody (Výpočet náplňových odplyňovacích prostředků pro odstranění metanu z vody) — *Skidan G. B., Roždov I. N.*, 9—10.
- Termoreagentnaja razglinizacija vodozabornych skvažin g. Neftejnganska (Tepelně reagencní zajišťování vrtů pro jímání vody v Neftejnganském) — *Grebennikov V. T.*, 10 bis 12.
- Učet intensivnosti snegotajaniya pri proektovanii doždevoj kanalizaci (Intensita tání sněhu v projektování dešťové kanalizace) — *Ždanov L. A., Šver C. A.*, 12—13.
- Vakuuumnaja sistema vodoootvedenija (Podtlakový systém odvádění vody) — *Zemskova V. E., Ždanov L. A.*, 14—15.
- Vozdušnyj obogrev učebnyh pomešenij škol Severa (Teplovzdušné vytápění školních učeben v severních oblastech) — *Erzman N. V., Pozin G. M.*, 16.
- Udel'nyj raschod teploty na otoplenie (Měrná spotřeba tepla pro vytápění) — *Permajakov S. I., Filimonova G. N.*, 17.
- Vosstanovlenie sistem vodosnabženia i kanalizacii v Leninakanе posle zemletrasjenija (Systémy zásobování vodou a kanalizace v Leninakanu po zemětřesení) — 18—19.

- Zabor vody iz peremerzajučich rek (Jímání vody ze zamrzajících řek) — *Vdovin O. I.*, 20—22.
- Perspektiva vnedrenja fiziko-chimičeskoj očistki stočnych vod (Perspektiva zavedení fyzikálně chemického čištění odpadních vod) — *Močalov I. P., Rudenko L. V., Zelenskij G. G.*, 23—24.
- Raspylenie vody v električeskom pole sovmestno s ionizacijey vozducha (Rozprášovanie vody v elektrickém poli spolu s ionizáciou vzduchu) — *Nezgada V. Ju.*, 25—26.
- Vodozabor na reke Vach (Jímání vody z řeky Vach) — *Kozlov I. D.*, 27.
- Očistka stočnych vod malých naseleñnykh mest (Čištění odpadních vod malých sídlišť) — *Močalov I. P., Rodziller I. D.*, 28—30.
- Vodosnabženie i sanitarnaja technika (1989), č. 3**
- Rasčet aerotenkov-vytesnitelej (Výpočet aktivačních nádrží) — *Jakovlev S. V., Lenskij B. P., Posupon'ko S. V., Michajlov M. M.*, 5—7.
- Algoritmov lokalizacii mest povreždenij kanalizacionnoj seti (Algoritmus lokalizace poškození kanalizační sítě) — *Jermolin Ju. A., Pal'gunov N. V., Skrjabin L. F.*, 8—9.
- Povyšenie effektivnosti očistki promyšlennych stočnych vod (Zvýšení účinnosti čištění průmyslových odpadních vod) — *Varjušina G. P., Kuznecov O. Ju., Kirsanov V. A., Serežina A. M.*, 10—11.
- Ocenka effektivnosti sposobov otoplenija (Hodnocení účinnosti vytápění) — *Naumov A. L., Krotov Je. I.*, 12—13.
- Reguliruemye vozduchoraspredelitele tipa VRDS (Regulovatelné výstupy typu VRDS) — *Gegin A. D., Sokolova N. M.*, 14—17.
- Ispol'zovaniye separatorya nepreryvnoy produvki v kačestve paroobrazovatelja (Použití separátoru jako vývýječe páry) — *Volgareva K. M.*, 17—18.
- Teploizolirujušcie ukrytija otopitel'nykh priborov (Tepelné izolační kryty vytápěcích těles) — *Livčák I. F., Karpis V. E.*, 18—20.
- Metalloemkost vozduchovodov pritočnykh sistem (Spotřeba kovu na vzduchovody přívodních systémů) — *Nejmark L. I., Poljakov V. A.*, 22—23.
- Rasčet biofil'trov s vraščajuščejsa zagruzkoj (Výpočet biologických filtrů s opětovným zařízením) — *Olejnik A. Ja., Černyj I. M.*, 24 až 26.
- Operativnyj količestvennyj učet organizmov aktivnogo ila (Operativní kvantitativní evidence organismů aktivovaného kalu) — *Šachmatova R. A., Varšaver L. S.*, 27—28.
- Pnevoprobojniki prokladyvajut truboprovody (Pneumatická probíjecí kladiva pomáhají pokládat potrubí) — *Gurkov K. S., Klímaško V. V., Plavskich V. D., Čepurnoj N. P.*, 28 až 29.
- Očistka promyšlennych stočnych vod (Čištění průmyslových odpadních vod) — *Varežkin Ju. M., Michajlova A. N.*, 30.

### ● Nové axiální ventilátory v NDR

VEB Turbowerke Meissen, podnik kombinátu ILKA uvedl na trh novou řadu axiálních ventilátorů VAN 606 ve třech velikostech 630, 800 a 1 000. U těchto ventilátorů oproti předchozím došlo k materiálním úsporám a tedy vylehčení při zachování všech parametrů jako u předchozího typu. Přes značné vylehčení je zaručována vysoká spolehlivost a použití jak v klimatizaci, tak i např. v zemědělství, v kolejových vozidlech nebo v dolech.

Ventilátory mají přestavitelné lopatky a je možno je doplnit vtokovou dýzou, vstupním regulačním ústrojím a výstupní skříní. Ventilátory možno instalovat jak horizontálně, tak i vertikálně. Pokrývají rozsah objemových průtoků 1 až 16 m<sup>3</sup>/s při celkovém rozdílu tlaků až 1 500 Pa.

LuK 1/88

(Ku)

### ● Nové diagonální ventilátory fy. Ziehl-Abegg

Západoněmecká firma Ziehl-Abegg uvedla na trh novou řadu diagonálních ventilátorů. Diagonální ventilátory spojují výhody axiálních ventilátorů s výhodami radiálních ventilátorů, tj. dodávají relativně velké objemové průtoky při relativně velkých tlacích a oproti radiálním ventilátorům mají menší potřebu potřebu místa a nižší ztráty změnou směru proudu vzduchu.

Oběžná kola nových ventilátorů mají 9 lopatek a jejich nosné desky (náboje) mají vestavěný elektromotor s vnějším rotorem a ve skříní je systém vodicích lopatek, který je výsledkem výzkumu a rozsáhlých výpočtů. Motor je chlazen obtokem. Vyráběné velikosti jsou od 350 do 630 mm průměru oběžného kola, maximální otáčky 1 400/min, maximální objemový průtok je 30 000 m<sup>3</sup>/h, maximální tlakový rozdíl 800 Pa.

Ventilátory lze použít do nástrešních jednotek nebo vestavět do potrubí.

HLH 8/88

(Ku)



Fridrich

### *Úprava maloobchodní ceny časopisu Zdravotní technika a vzduchotechnika*

Současné maloobchodní ceny periodického tisku SAV byly stanoveny v polovině padesátých let a až na ojednále výjimky zůstávaly od této doby nezměněné. Naproti tomuto náklady na vydávání periodického tisku ČSAV zejména v posledních letech vlivem zvyšování cen papíru, polygrafických prací, tiskových barev, ale i vynuceným přechodem na nové výrobní techniky v důsledku modernizace některých tiskárenských provozů stále vzrůstaly. U naprosté většiny časopisů ČSAV se mimoto stále zvyšoval rozdíl mezi platnými maloobchodními cenami a prodejnými cenami v zahraničí cena v DM či US.

Pravidelně prováděné analýzy ekonomiky periodického tisku ČSAV prokázaly, že schodek ČSAV spojený s jeho vydáváním neúměrně vzrůstá a k dalšímu citelnému nárůstu dotací v souvislosti s novým sazebníkem velkoobchodních cen a změnou systému tvorby cen periodického tisku došlo od 1. 1. 1990. Proto po dohodě ČSAV s FÚTI, MCFM ČSR dochází v zájmu snížení nepriznivého dopadu výše uvedených důvodů na ekonomiku periodického tisku ČSAV od 1. 1. 1990 k úpravě cen a časopisů ČSAV.

Nová maloobchodní cena našeho časopisu byla stanovena ve výši 15,— Kčs za 1 číslo. Je srovnatelná s cenou obsahově, rozsahově i sazebně obdobně náročných jiných československých časopisů a měla by alespoň kryt nárůst výrobních nákladů v posledních letech.

Věříme, vážení čtenáři, že nutnost provedení úpravy maloobchodní ceny našeho časopisu pochopíte a zůstanete i nadále jeho odběrateli.

**Ztv**

**6**

**Zdravotní technika a vzduchotechnika.** Ročník 32, číslo 6, 1989. Vydává český výbor komitétu pro životní prostředí ČSVTS v Akademii, nakladatelství Československé akademie věd, Vodičkova 40, 112 29 Praha 1. Adresa redakce: Dvorecká 3, 147 00 Praha 4. — Tiskne Tisk, knižní výroba, n. p., 656 01 Brno, závod 1. — Vychází šestkrát ročně. Rozšířuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha, ACT Kafkova 19, 160 00 Praha 6, PNS-ÚED Praha, závod 02, Obránců míru č. 2, 656 07 Brno, PNS-ÚED Praha, závod 03, Gottwaldova 206, 709 90 Ostrava 9. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS-ústřední expedice a dovoz tisku Praha, administrace vývozu tisku, Kovpakova 26, 160 00 Praha 6. Návštěvní dny: středa 7.00—15.00 hodin, pátek 7.00—13.00 hodin.

Cena jednoho čísla Kčs 8,—, roční předplatné Kčs 48,—. (Tyto ceny jsou platné pouze pro Československo.)

Distribution rights in the western countries: Kubon & Sagner, P.O. Box 340 108, D-8000 München 34, GFR.

Annual subscription: Vol. 32, 1989 (6 issues) DM 118,—.  
Toto číslo vyšlo v prosinci 1989.

© Academia, Praha 1989.