

Časopis  
Společnosti  
pro techniku  
prostředí

ISSN 1210-1389

# VYTÁPĚNÍ VĚTRÁNÍ INSTALACE

2 1999  
8. ROČNÍK

25 Kč  
37 Sk

... něco je ve vzduchu

Z NAŠEHO VÝROBNÍHO PROGRAMU

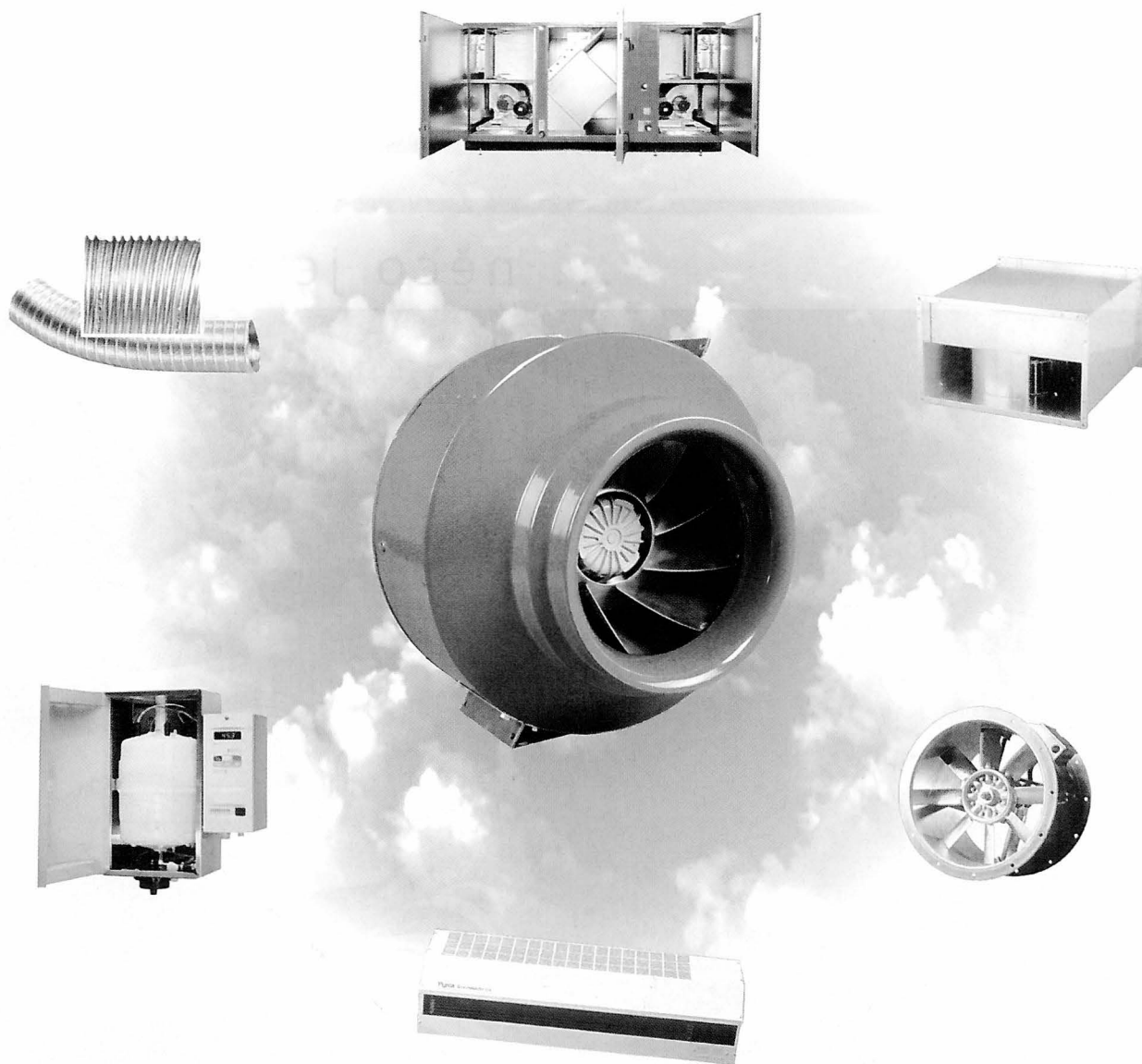


 **ELEKTRODESIGN**®  
**VENTILÁTORY S.R.O.**

VELKOOBCHOD S VENTILÁTORY A PŘÍSLUŠENSTVÍM

Boleslavova 15, Praha 4

tel.: 02/692 46 02, 692 45 54, fax: 02/692 36 87



## Změna adresy od 1. 1. 1999

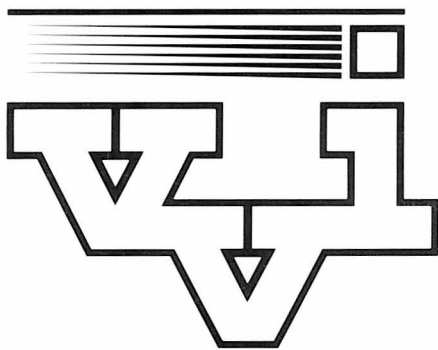
Kancelář

SYSTEMAIR a.s.  
Osinalická 12/104  
182 00 Praha 8 - Dáblice  
tel./fax: 02/ 859 2859, 859 2709  
tel./fax: 02/ 688 6817, 8391 1383

Obchodní zastoupení

Jižní Morava:  
tel./fax 0502/ 442 130

Severní Morava:  
tel./fax 069/ 632 2849



# VYTÁPĚNÍ VĚTRÁNÍ INSTALACE

Číslo 2  
Ročník 8

Duben 1999  
(ZTV XLII)

Vydává **Společnost pro techniku prostředí**

Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1, tel./fax: (02) 21 08 22 01, e-mail: stp\_set@mbox.vol.cz

**Vedoucí redaktor:** prof. Ing. Karel Hemzal, CSc.

**Výkonná redaktorka a grafická úprava:** Alena Tomanová

**Redakční rada:** Ing. Jiří Frýba, předseda Společnosti pro techniku prostředí, Ing. Jiří Bašta, doc. Ing. Karel Brož, CSc., prof. Ing. František Drkal, CSc., Ing. Dr. Petr Fischer, prof. Ing. Karel Hemzal, CSc., prof. Ing. Jaroslav Chyský, CSc., Ing. Marcel Kadlec, Ing. Zdeněk Lerl, MUDr. Ariana Lajčiková, CSc., doc. Ing. Richard Nový, CSc., doc. Ing. Karel Ondroušek, CSc., prof. Ing. Jiří Petrák, CSc., Ing. Vladimír Poledna, Ing. Daniela Ptáková, Ing. Václav Šimánek, Ing. Stanislav Toman, Alena Tomanová.

## Odborný časopis Společnosti pro techniku prostředí

**Redakce:** **Fakulta strojní**, Technická 4, 166 07 Praha 6, tel./fax: (02) 24 35 24 85, tel. 79 137 19

### PŘEDPLATNÉ

Česká republika: **SEND předplatné s.r.o.**, P.S. 141, Antala Staška 80, 140 00 Praha 4, tel./fax: (02) 61 00 62 72, 6100 63 72. Celoročně 100 Kč + poštovné 42 Kč.

Slovenská republika: **MAGNET-Press Slovakia s.r.o.**, P.O.Box 169, 830 00 Bratislava, tel./fax: 07/44 45 45 59 – předplatné, 07/44 45 46 28 – administratíva. Sídlo firmy Teslova 12, 821 02 Bratislava. Roční předplatné 148 Sk včetně poštovního a balného.

Zahraničí: **Myris Trade s.r.o.**, P. O. Box 2, 142 01 Praha 4, ČR, tel.: (02) 475 27 74, fax: (02) 49 65 95, e-mail: MYRIS@LOGIN.CZ nebo

**Kubon-Sagner**, Buch Export-Import GmbH, D-80328 München, BRD, fax: ++(089) 54218-218, e-mail: POSTMASTER@KUBON-SAGNER.DE.

Časopis vychází čtyřikrát ročně, cena jednotlivého čísla 25 Kč, 37 Sk.

**Inzeráty** tuzemských i zahraničních firem přijímá a informace o podmínkách inzerce podává:

Ing. Vladimír Poledna,  
tel.: (02) 61 15 28 28, fax: 61 15 28 29.  
Za obsah inzerce ručí zadavatel.

DPH neúčtujeme, vydavatel STP není jejím plátcem. Podávání novinových zásilek v ČR povoleno Ředitelstvím pošt, Praha čj. NP 1727/1993 ze dne 23. 3. 1993.

Tisk Tiskárna Tobola, Jínonická 329, 158 00 Praha 5, tel.: 51 04 51 49, fax: 51 04 51 50.

Do sazby 21. 2. 1999, vyšlo 15. 4. 1999.

© Společnost pro techniku prostředí

| OBSAH   | Strana | CONTENTS   | Page |
|---|--------|--|------|
| <i>PROJEKTOVÁNÍ</i>   |        | <i>DESIGN</i>  |      |
| LABOUTKA, MAREŠ: Problematika termohydraulického rozdělovače                                    | 66     | LABOUTKA, MAREŠ: Problems of thermohydraulic distributor   | 66   |
| NICKEL: Kritéria k projekci zaplavovacích větrání v administrativních budovách – (2. část)      | 73     | NICKEL: Design criteria for displacement ventilation in administrative buildings – (2nd Part)        | 73   |
| DVOŘÁK: Negativní faktory působící na muzejní a galerijní exponáty                              | 78     | DVOŘÁK: Negative factors influencing museum and gallery exhibits                                     | 78   |
| <i>VYTÁPĚNÍ</i>   |        | <i>HEATING</i>   |      |
| BROŽ: Zdroj tepla pro obec Dešná – první výtopna v ČR na fytomasu                               | 80     | BROŽ: Heat source for village Dešná – first phytomass heating plant in the Czech republic            | 80   |
| BAŠTA: Dimenzování směšovacího armatur a hydraulické propojení zdroje tepla s otopnou soustavou | 84     | BAŠTA: Mixing fittings dimensioning and hydraulic interconnection of heat source with heating systém | 84   |
| KOTRBATÝ: Parní zavěšené sálavé panely v průmyslových halách (II.)                              | 89     | KOTRBATÝ: Radiant heating panels in steam systems (II.)  | 89   |
| <i>STAVEBNÍ TEPELNÁ FYZIKA</i>  |        | <i>CIVIL ENGINEERING THERMAL PHYSICS</i>   |      |
| VAVERKA: Transparentní izolace  | 94     | VAVERKA: Transparent insulation  | 94   |
| <i>NOVÉ NORMY</i>   |        | <i>BUSSINES INFORMATION</i>  |      |
| LAJČIKOVÁ: Nové technické normy   | 99     | BELIMO – actuating mechanisms (power units) for heating, ventilating and air conditioning            | 101  |
| <i>FIREMNÍ INFORMACE</i>  |        | FLAIR – Accurate humidity sensors Novasina Hygrodat... when even 1% of r.h. is too much              | 102  |
| BELIMO – servopohony pro vytápění, větrání a klimatizaci  | 101    | SYSTEMAIR – Swiss firm announces great progress in air humidifying                                   | 103  |
| FLAIR – Přesná čidla vlhkosti Novasina Hygrodat ... když i 1% r.v. je příliš                    | 102    | Visiting the firm FRIATEC AG in Mannheim   | 104  |
| SYSTEMAIR – Švýcarská firma oznamuje velký pokrok ve zvlhčování vzduchu                         | 103    | INKOTECH – Problems of electronic equipment air conditioning   | 105  |
| Návštěva u firmy FRIATEC AG v Mannheimu   | 104    | Water deposit descaler LIN   | 107  |
| INKOTECH – Problematika klimatizace elektronických zařízení                                     | 105    | <i>INFORMATION</i>   |      |
| Odstraňovač vodního kamene LIN  | 107    | Report on radiation situation in the territory of the Czech republic in 1997                         | 108  |
| <i>INFORMACE</i>  |        | <i>NEWS</i>  |      |
| Zpráva o radiační situaci na území České republiky v roce 1997                                  | 108    |  |      |
| <i>Zprávy</i>   |        |  |      |

# Problematika termohydraulického rozdělovače

## Problems of thermohydraulic distributor

Prof. Ing. Karel LABOUTKA, CSc.  
Laboutka Engineering  
Ing. Jan MAREŠ,  
Ústav techniky prostředí, ČVUT  
FSI, student PGDS

Recenzoval  
Ing. Jiří Bašta

Autoři se zabývají problematikou zapojení zdroje či zdrojů tepla přes termohydraulický rozdělovač. Vhodným způsobem nastiňují celou problematiku a nabízejí jak obecné, tak i konkrétní řešení v podobě příkladu.

**Klíčová slova:** vytápění, termohydraulický rozdělovač, kotel

The paper deals with connecting the heat source (or sources) via thermohydraulic distributor. Universal solution of this problem is presented, an example of practical application is given as well.

**Key words:** heating, thermohydraulic distributor, boiler

Po určitém váhání v posledních letech projektanti vytápění stále více používají mezi primárním okruhem (kotlový okruh) a sekundárním okruhem tzv. termohydraulický rozdělovač. Pro tento prvek se používají rovněž i jiná pojmenování jako anuloid, hydraulická výhybka, hydraulická spojka apod..

Na první pohled je to zapojení velmi lákavé, slibující projektantovi vyřešení všech případných problémů s vyšším počtem sekundárních okruhů s různou hydraulickou charakteristikou. Ve skutečnosti vznikají v mnohých případech četná zklamání. Ta nastanou vždy, pokud projektant nedodrží základní pravidla pro návrh termohydraulického rozdělovače.

Termohydraulický rozdělovač v principu není nic jiného než předimenzovaný hydraulický zkrat ("bypass"), který však nemá prakticky žádný hydraulický odpor. Aby termohydraulický rozdělovač plnil své funkce, je nutné dodržet následující podmínky:

- rychlost proudění otopné vody, která proudí termohydraulickým rozdělovačem, musí být nízká (řádově 0,1 m/s);
- oběhové množství v kotlovém okruhu by mělo být větší než v okruhu sekundárním, aby se zamezilo přísávání vratné vody zpět do otopné soustavy. Výjimku tvoří pouze použití kondenzačních kotlů, které vyžadují co možná nejnižší teplotu vratné vody. Proto by v tomto případě mělo být oběhové množství v primárním okruhu nižší, aby se naopak zamezilo zpětné cirkulaci výstupní otopné vody z kotlů zpět do kotlového okruhu.

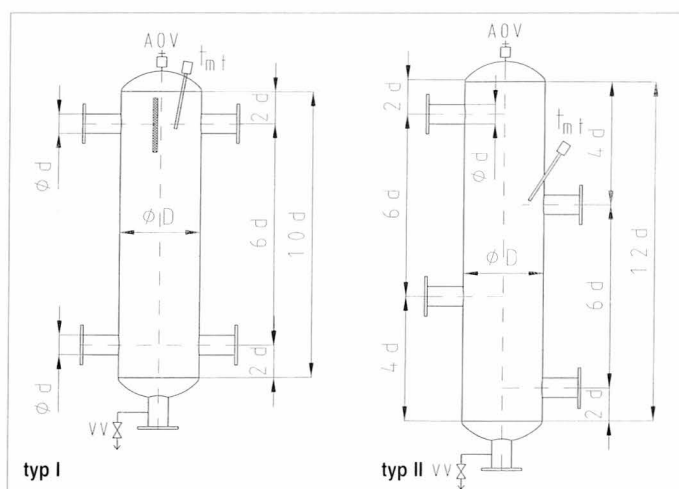
Protože otopná voda má nízkou rychlost, dochází k uvolňování vzduchových bublin a také i k sedimentaci tuhých částic, které jsou v otopné vodě obsaženy. V termohydraulickém rozdělovači dochází k vyrovnávání kolísání teplot přívodní otopné vody od kotlů a lze v něm umístit čidlo teploty přívodní otopné vody do sekundárního okruhu pro potřeby regulace a měření.

## 1. KONSTRUKČNÍ USPOŘADÁNÍ TERMOHYDRAULICKÉHO ROZDĚLOVAČE

V zásadě jsou známy dvě konstrukční řešení:

- I – používané hlavně ve Francii
- II – známé z německé literatury.

Oba způsoby se liší prakticky jen uspořádáním vstupních a výstupních hrdel. Obě řešení jsou na obr. 1 i se zobrazením doporučené polohy teplotního čidla pro přívodní otopnou vodu do sekundárního okruhu. Pro typ II (vstupní hrdla v jedné rovině) je důležitá montáž oddělovacího děrovaného plechu, který zamezí zkratu mezi vstupním hrdlem z primárního okruhu a výstupním hrdlem sekundárního okruhu.



Obr. 1 Konstrukční uspořádání termohydraulického rozdělovače

## 2. NÁVRH VELIKOSTI TERMOHYDRAULICKÉHO ROZDĚLOVAČE

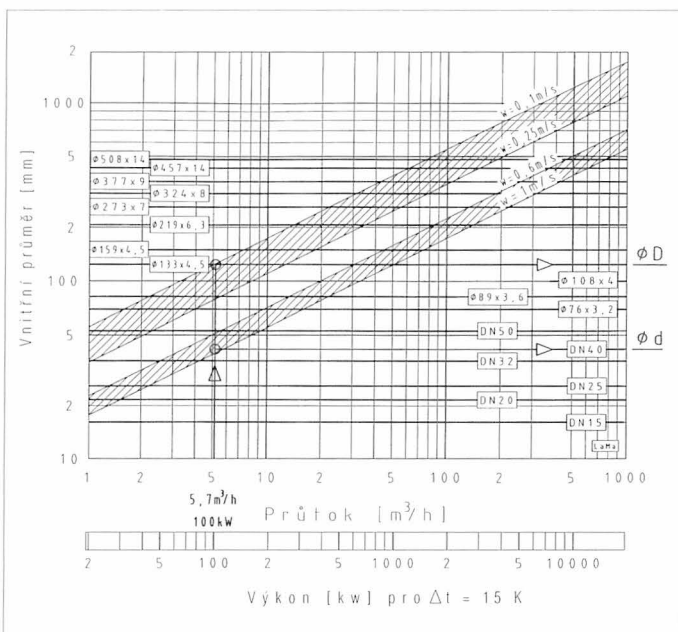
Na základě četných aplikací v provedených zařízeních vyplynuly následující zásady pro optimální návrh termohydraulického rozdělovače :

1. Objemový průtok primárním (kotlovým) okruhem by měl být o 20 až 50 % vyšší než jmenovitý průtok sekundárním okruhem. Pro zajištění správné funkce plně postačuje, aby oběhové množství v primárním okruhu bylo větší. Dané zvýšení je jakýmsi stupněm bezpečnosti pro dosažení tohoto požadavku. Pro určení množství je výhodné využít teplotní rozdíl sekundárního okruhu zmenšený o 25 %. Při použití takto upraveného teplotního rozdílu pro určení objemového průtoku primárním okruhem je vždy splněn požadavek většího průtoku primárním okruhem.
2. Vnitřní průměr  $\phi D$  válce termohydraulického rozdělovače musí být navržen tak, aby se rychlost vody proudící termohydraulickým rozdělovačem z primárního okruhu pohybovala v rozmezí 0,1 až 0,25 m/s. Výhodnější je vždy nižší rychlost. Pro výpočet vnitřního průměru lze použít vztahu (pro rychlost proudění 0,1 m/s):

$$D = \sqrt{3537 \cdot V} \quad [\text{mm}]$$

kde  $D$  je vnitřní průměr termohydraulického rozdělovače [mm]  
 $V$  objemový průtok termohydraulickým rozdělovačem [m<sup>3</sup>/h].

3. Průměr přívodních hrdel by se měl navrhovat pro rychlost proudění otopné vody v rozsahu 0,6 až 1 m/s.



Obr. 2 Nomogram pro návrh velikosti termohydraulického rozdělovače

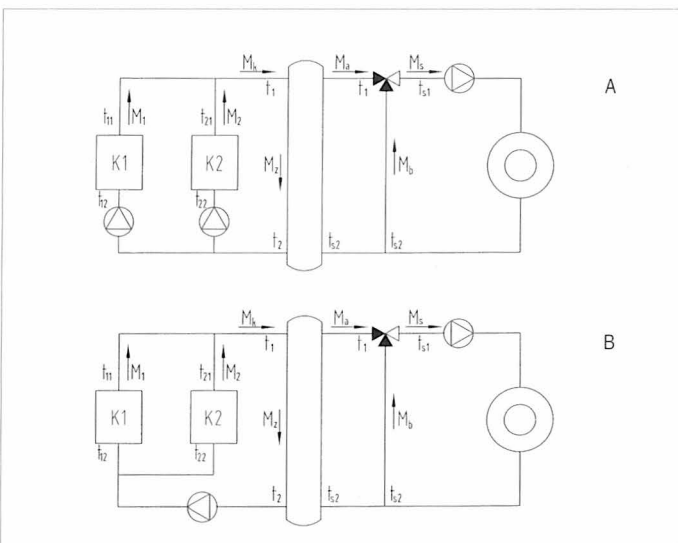
Příklad: Dáno:

$Q = 100 \text{ kW}$ ,  $M = 5,7 \text{ m}^3/\text{h}$  pro  $\Delta t = 15 \text{ K}$ ,  $\varnothing d = \text{DN } 40$ ,  $\varnothing D = 133 \times 4 \text{ mm}$

Na obr. 2 je uveden nomogram pro rychlé určení  $\varnothing d$  a  $\varnothing D$  a výkonová stupnice pro rozdíl teplot na kotlovém okruhu  $\Delta t = 15 \text{ K}$ . V nomogramu jsou vyznačena dvě pásma doporučených rychlostí pro volbu  $\varnothing d$  ( $w = 0,1$  až  $0,25 \text{ m/s}$ ) a  $\varnothing d$  ( $w = 0,6$  až  $1 \text{ m/s}$ ).

### 3. VÝPOČET HYDRAULICKÝCH POMĚRŮ KOTLOVÉHO OKRUHU

Aby termohydraulický rozdělovač plnil svoji funkci je nutné, jak již bylo řečeno, aby oběhové množství otopné vody v primárním (kotlovém) okruhu bylo vždy vyšší než v okruhu sekundárním. Oběhové množství otopné vody



Obr. 3 Schéma zapojení kotlového okruhu

v primárním okruhu je závislé na uspořádání kotlového okruhu a volbě oběhových čerpadel. Je ale velké množství zapojení kotlových okruhů. Nejjednodušší zapojení vzniká při použití jednoho kotle a jednoho čerpadla. V tomto případě se oběhové čerpadlo volí tak, aby dopravní množství odpovídalo požadované hodnotě a dopravní tlak čerpadla hradil tlakovou ztrátu primárního okruhu.

Problémy s návrhem oběhových čerpadel mohou ale vzniknout v případě, že v primárním okruhu je více kotlů. Pro jednoduchost budeme uvažovat pouze dva kotle, i když dále uvedené závěry lze zobecnit i pro použití více kotlů. V principu jsou možné dva způsoby zapojení:

- každý kotel má své vlastní oběhové čerpadlo (označme jako případ zapojení A na obr. 3),
- oba kotle mají společné oběhové čerpadlo (označme jako případ zapojení B na obr. 3).

#### 3.1 Zapojení A

na obr. 3 znázorňuje bez armatur zapojení termohydraulického rozdělovače a sekundárního okruhu s kvalitativní regulací teploty otopné vody. Každý kotel má své vlastní čerpadlo.

Abychom mohli určit průtok, jak celkový primárním okruhem, tak i jednotlivými kotli, využijeme tzv. redukované charakteristiky oběhového čerpadla. Redukovaná charakteristika čerpadla se v našem případě získá odečtením charakteristiky potrubní sítě kotlového úseku od charakteristiky čerpadla. Kotlovým úsekem označíme tu část potrubní sítě primárního okruhu, kde protéká stejné oběhové množství jako protéká kotlem. Kotlový úsek je vlastně škrticím orgánem umístěným jak na sání, tak i na výtlačku čerpadla. Tlakovou ztrátu třením a místními odporů vyjadřujeme vztahem:

$$\Delta p = \left( \lambda \frac{l}{d} + \sum_{i=1}^n \zeta_i \right) \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} \quad [\text{Pa}] \quad (1)$$

- kde  $\Delta p$  je celková tlaková ztráta potrubního úseku [Pa]  
 $\lambda$  součinitel tlakové ztráty třením [-]  
 $l$  délka potrubního úseku [m]  
 $d$  vnitřní průměr potrubního úseku [m]  
 $\zeta$  součinitel místní tlakové ztráty [-]  
 $\rho$  hustota proudící tekutiny (otopné vody) [kg/m<sup>3</sup>]  
 $w$  rychlost proudění tekutiny v potrubním úseku [m/s].

Nahradíme-li součinitel místní tlakové ztráty ekvivalentní délkou potrubí  $l_\zeta$ , pro kterou platí vztah:

$$l_\zeta = \frac{d \cdot \sum_{i=1}^n \zeta_i}{\lambda} \quad [\text{m}] \quad (2)$$

- kde  $l_\zeta$  je ekvivalentní délka potrubí [m]  
 $d$  vnitřní průměr potrubního úseku [m]  
 $\zeta$  součinitel místní tlakové ztráty [-]  
 $\lambda$  součinitel tlakové ztráty třením [-].

Vyjádříme-li vztah (1) s ekvivalentní délkou  $l_\zeta$  dostaneme:

$$\Delta p = \left( \lambda \frac{l + l_\zeta}{d} \right) \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} \quad [\text{Pa}] \quad (3)$$

Pokud použijeme častěji používaný tvar pro celkovou tlakovou ztrátu s objemovým průtokem můžeme psát:

$$\Delta p = \left( \lambda \frac{8 \cdot (l + l_{\zeta}) \cdot \rho}{\pi^2 \cdot d^5} \right) \cdot V^2 \quad [\text{Pa}] \quad (4)$$

kde  $\Delta p$  je celková tlaková ztráta potrubního úseku [Pa]  
 $\lambda$  součinitel tlakové ztráty třením [-]  
 $l$  délka potrubního úseku [m]  
 $l_{\zeta}$  je ekvivalentní délka potrubí [m]  
 $d$  vnitřní průměr potrubního úseku [m]  
 $\rho$  hustota proudící tekutiny (otopné vody) [kg/m<sup>3</sup>]  
 $V$  objemový průtok tekutiny v potrubním úseku [m<sup>3</sup>/s].

Pro potrubí konstantního průměru a určité délky při přibližně konstantní hustotě je poměr

$$\lambda \frac{8 \cdot (l + l_{\zeta}) \cdot \rho}{\pi^2 \cdot d^5} \quad \text{konstantní. Za těchto podmínek lze tento vztah vyjádřit ve tvaru:}$$

$$\Delta p = C \cdot V^2 \quad [\text{Pa}] \quad (5)$$

kde konstanta  $C = \lambda \frac{8 \cdot (l + l_{\zeta}) \cdot \rho}{\pi^2 \cdot d^5}$ .

Vztah (5) je obdobou výrazu používaného pro ventily s využitím jmenovitého průtoku ( $k_v$  hodnota):

$$\Delta p = \left( \frac{V}{k_v} \right)^2 \quad [\text{bar}] \quad (6)$$

$$\Delta p = 10^5 \left( \frac{V}{k_v} \right)^2 \quad [\text{Pa}] \quad (7)$$

kde  $\Delta p$  je tlaková ztráta [10<sup>5</sup> Pa = 1 bar]  
 $V$  objemový průtok [m<sup>3</sup>/h]  
 $k_v$  jmenovitý průtok [m<sup>3</sup>/h].

Z porovnání vztahů (5), (6) a (7) vyplývá při respektování jednotek (bar, Pa):

$$C = \frac{10^5}{k_v^2} \left( \frac{V}{k_v} \right)^2 \quad [\text{Pa} \cdot \text{s}/\text{m}^3] \quad (8)$$

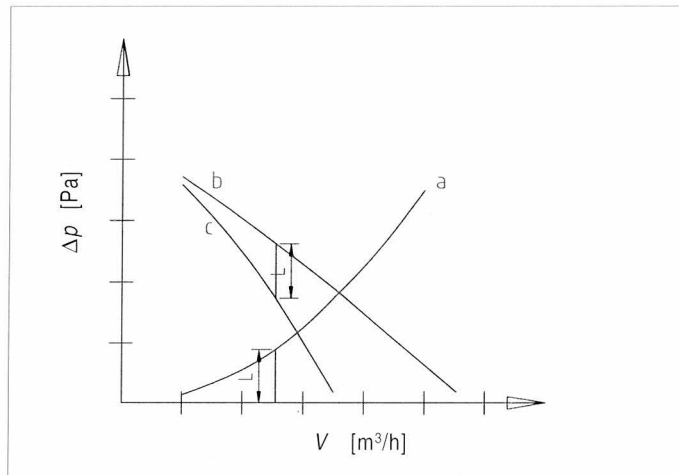
Pro potrubní síť lze tedy používat stejného vztahu jako pro ventily:

$$\Delta p = 10^5 \left( \frac{V}{k_s} \right)^2 \quad [\text{Pa}] \quad (9)$$

kde  $\Delta p$  je tlaková ztráta [Pa]  
 $V$  objemový průtok [m<sup>3</sup>/h]  
 $k_s$  jmenovitý průtok potrubní sítě [m<sup>3</sup>/h].

Vlastní konstrukce redukované charakteristiky je znázorněna na obr. 4. Pokud vytvoříme redukovanou charakteristiku všech oběhových čerpadel v primárním okruhu, můžeme provést jejich součet podle pravidel pro paralelně pracující čerpadla.

Celkový objemový průtok primárním okruhem stanovíme s využitím charakteristiky potrubní sítě společné části primárního okruhu pro obě čerpadla

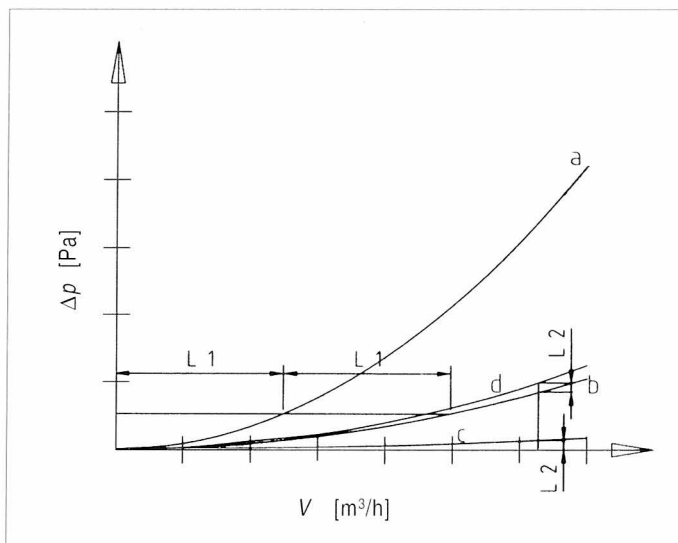


Obr. 4 Konstrukce redukované charakteristiky oběhového čerpadla  
 a – charakteristika potrubní sítě kotlového úseku; b – charakteristika oběhového čerpadla; c – redukovaná charakteristika oběhového čerpadla

(společně armatury, potrubí, termohydraulický rozdělovač atd.) a výsledné redukované charakteristiky čerpadel. Výsledný pracovní bod pro zapojení A je zobrazen jako bod P2 na obr. 6 (viz příklad).

### 3.2 Postup při návrhu oběhových čerpadel pro zapojení A

Pro správnou volbu velikosti oběhového čerpadla je nutné si uvědomit několik základních věcí. Pokud pracují obě čerpadla současně, objemový průtok jednotlivými kotle se rozdělí nepřímo úměrně poměru tlakových ztrát kotlů (včetně armatur atd.) tak, že tlaková ztráta obou kotlů bude shodná. Pokud jsou kotle i čerpadla stejného typu a velikosti, pak bude každým čerpadlem protékat právě polovina celkového oběhového množství otopné vody primárního okruhu. Dopravní tlak obou oběhových čerpadel bude odpovídat součtu tlakové ztráty potrubní sítě společné části primárního okruhu pro obě čerpadla a tlakové ztráty kotlového úseku pro objemový průtok jedním čerpadlem. Postup návrhu čerpadla je následující (uvažujeme shodnou velikost a typ oběhového čerpadla, kotle a armatur, atd.):



Obr. 5 Konstrukce výsledné charakteristiky potrubní sítě primárního okruhu  
 a – charakteristika potrubní sítě kotlového úseku; b – charakteristika společné části potrubní sítě primárního okruhu; c – paralelní složení charakteristik kotlových úseků; d – sériové složení b a c

1. Stanovíme nominální objemový průtok primárním okruhem  $M_1$  a pro tento objemový průtok určíme tlakovou ztrátu společné části primárního okruhu pro obě čerpadla  $\Delta p_1$ .
2. Objemový průtok jedním čerpadlem  $M_i = 0,5 M_1$ .
3. Dopravní výška jednoho čerpadla  $\Delta p_{ci} = \Delta p_1 + \Delta p_{K_i}$ , kde  $\Delta p_{K_i}$  je tlaková ztráta kotlového úseku pro průtok  $M_i$ .
4. Podle dopravního množství  $M_i$  a  $\Delta p_{ci}$  zvolíme z katalogu výrobce vhodný typ čerpadla.

### 3.3 Postup návrhu oběhových čerpadel pro zapojení B

V zapojení B (viz obr. 3B) je jedno čerpadlo společně pro oba kotle. Kotle by měly být zapojeny souprůdným (tzv. Tichelmannovým) způsobem, aby nedocházelo k rozdílnému vychlazení kotlů. Výsledná charakteristika potrubní sítě primárního okruhu se získá sériovým sečtením odporů společné části primárního okruhu a dvou paralelně řazených odporů kotlových úseků (viz 4.2). Získání výsledné charakteristiky potrubní sítě je znázorněno na obr. 5. Návrh oběhového čerpadla je v tomto případě jednodušší. Dopravní tlak odpovídá tlakové ztrátě primárního okruhu pro jmenovitý průtok.

## 4. PŘÍKLAD VÝPOČTU PRO KONKRÉTNÍ PŘÍPAD

**Zadáni:** Pro dva jednostupňové kotle De Dietrich Eliade NEZ 120-10, každý o jmenovitém výkonu 54 kW navrheme oběhová čerpadla pro případ zapojení A i B. Sekundární síť bude otopná soustava pokrývající tepelnou ztrátu 100 kW při oblastní venkovní výpočtové teplotě. Jmenovité parametry otopné soustavy jsou 90/70 °C

#### a) Jmenovitý průtok primárním okruhem

Pro výkon 100 kW a teplotní rozdíl o 25 % nižší než jmenovitý teplotní rozdíl (20 K – 25 % = 15 K) sekundárního rozvodu je objemový průtok:

$$M = \frac{Q}{1,163 \cdot \Delta t} = \frac{100}{1,163 \cdot 15} = 5,7 \text{ m}^3/\text{h} \quad (10)$$

#### b) Návrh rozměrů termohydraulického rozdělovače

Z nomogramu na obr. 2 určíme pro objemový průtok 5,7 m<sup>3</sup>/h (100 kW, 15 K) průměr  $\varnothing D$  termohydraulického rozdělovače 133 × 4,5 mm, přívodní hrdla mají jmenovitou světlost DN 40.

#### c) Charakteristika potrubní sítě kotlového úseku:

odpor kotle dle podkladů výrobce:

pro  $\Delta t = 15 \text{ K}$  (průtok 3,1 m<sup>3</sup>/h určen podle vztahu (6)) je  $\Delta p = 6,6 \text{ kPa}$

jmenovitý průtok sítě pro kotel:  $k_s = \frac{3,1}{\sqrt{0,066}} = 12,1 \text{ m}^3/\text{h};$

potrubí:

pro zjednodušení budeme uvažovat měrný tlakový spád 150 Pa/m (objemový průtok 3,1 m<sup>3</sup>/h) a podíl místních odporů 50 %; délka kotlového úseku cca 3 m

$$\Delta p = (1 + a) R \cdot l = (1 + 0,5) 150 \cdot 3 = 675 \text{ Pa}$$

jmenovitý průtok potrubní sítě:  $k_s = \frac{3,1}{\sqrt{0,00675}} = 37,7 \text{ m}^3/\text{h};$

– odpor armatur (uzavírací klapky, zpětná klapka, filtr, atd.):  $\Delta p = 1000 \text{ Pa}$

jmenovitý průtok armaturou:  $k_s = \frac{3,1}{\sqrt{0,01}} = 31 \text{ m}^3/\text{h};$

– výsledný jmenovitý průtok sítě kotlového úseku:

Pro sériové skládání odporů platí [1]:

$$C = \sum C_i = \sum \frac{10^5}{k_s^2} = \frac{10^5}{12,1^2} + \frac{10^5}{37,7^2} + \frac{10^5}{31^2} = 857,4$$

$$\Rightarrow k_s = \sqrt{\frac{10^5}{857,4}} = 10,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### d) Charakteristika potrubní sítě společné části primárního okruhu

– potrubí: pro zjednodušení budeme opět uvažovat měrný tlakový spád 150 Pa/m (průtok: 5,7 m<sup>3</sup>/h) a podíl místních odporů 50 %; délka potrubí cca 5 m

$$\Delta p = (1 + a) R \cdot l = (1 + 0,5) \cdot 150 \cdot 5 = 1125 \text{ Pa} \Rightarrow \text{dopravní výška čerpadla} = 0,11 \text{ m}$$

jmenovitý průtok sítě:  $k_s = \frac{5,71}{\sqrt{0,01125}} = 53,8 \text{ m}^3/\text{h};$

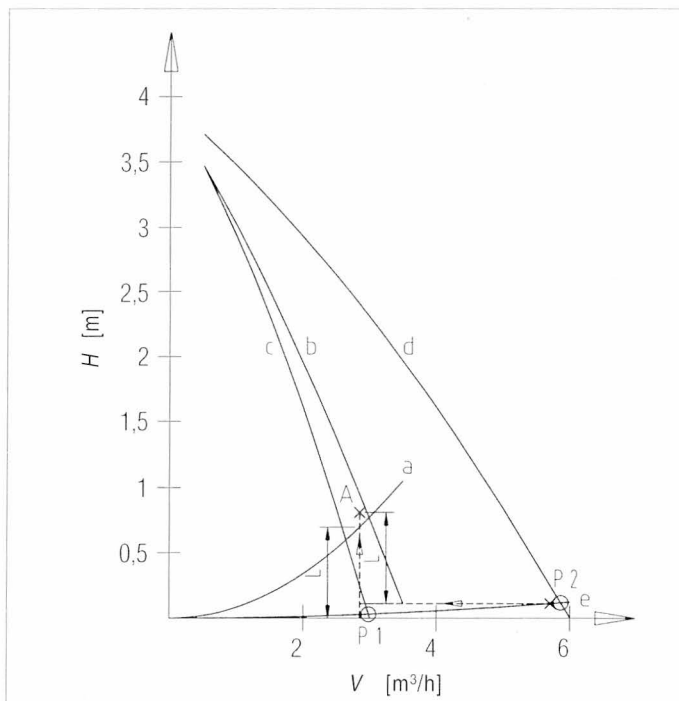
### 4.1 Zapojení A (každý kotel má vlastní čerpadlo)

#### a) Určení pracovního bodu pro primární okruh (chod obou čerpadel):

- objemový průtok kotlovým okruhem  $V_K = 5,7 \text{ m}^3/\text{h};$
- tlaková ztráta společné části primárního okruhu  $\Delta p_K = 1,1 \text{ kPa} = 0,11 \text{ m}.$

#### b) Určení pracovního bodu kotlového čerpadla

objemový průtok (jedním kotlem):  $V_1 = \frac{V_K}{2} = \frac{5,7}{2} = 2,85 \text{ m}^3/\text{h};$



Obr. 6 Výsledné charakteristiky pro zapojení A

a – charakteristika potrubní sítě kotlového úseku; b – oběhové čerpadlo Grundfos UPS 25-40, 3.otáčky; c – redukováná charakteristika oběhového čerpadla; d – výsledná redukováná charakteristika dvou paralelně řazených čerpadel; e – charakteristika potrubní sítě primárního okruhu; P2 – výsledný pracovní bod při chodu obou čerpadel; P1 – výsledný pracovní bod při chodu pouze 1 čerpadla; A návrhový pracovní bod čerpadla

□ dopravní tlak:  $\Delta p_1 = \Delta p_K + \left( \frac{V_1}{k_{s1}} \right)^2 = 0,011 + \left( \frac{2,85}{10,8} \right)^2 = 0,081 \text{ bar} = 8,1 \text{ kPa} = 0,81 \text{ m.}$

Z katalogu fy Grundfos volíme oběhové čerpadlo UPS 25-40, 3. otáčky – pracovní bod 2,85 m<sup>3</sup>/h, 0,9 m. Na obr. 6 jsou zobrazeny všechny charakteristiky potrubních sítí a oběhových čerpadel.

c) Výsledné pracovní body čerpadla určené z redukovaných charakteristik. Hodnoty lze odečíst z grafické konstrukce na obr. 6:

- při chodu obou kotlů (bod P2)
  - dopravní množství 5,86 m<sup>3</sup>/h
  - dopravní výška 0,12 m
- při chodu pouze jednoho kotle (bod P1)
  - dopravní množství 3,0 m<sup>3</sup>/h
  - dopravní výška 0,03 m.

#### 4.2 Zapojení B (společné oběhové čerpadlo pro oba kotle)

a) Charakteristika potrubní sítě primárního okruhu

- paralelně řazené kotlové úseky podle [1] platí pro paralelně řazené odpory:

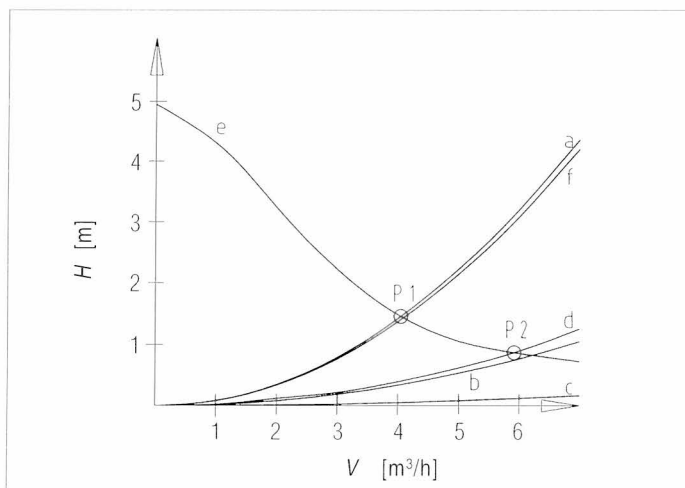
$$k_{sú} = k_{s1} + k_{s2} = 10,8 + 10,8 = 21,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

- sériové řazení kotlových úseků a společné části primárního okruhu: – pro sériové řazení platí:

$$C = C_1 + C_2 = \frac{10^5}{k_{sú}^2} + \frac{10^5}{k_s^2} = \frac{10^5}{21,6^2} + \frac{10^5}{53,8^2} = 248,9 \Rightarrow k_1 = \sqrt{\frac{10^5}{248,9}} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$$

b) Určení pracovního bodu kotlového čerpadla

- objemový průtok:  $V_K = 5,7 \text{ m}^3/\text{h}$



Obr. 7 Výsledné charakteristiky pro zapojení B

a – charakteristika potrubní sítě kotlového úseku; b – charakteristika potrubní sítě paralelně řazených kotlových úseků; c – charakteristika potrubní sítě společné části primárního okruhu; d – výsledná charakteristika potrubní sítě primárního okruhu; e – charakteristika oběhového čerpadla Grundfos UPS 32-55, 2.otáčky; f – výsledná charakteristika potrubní sítě primárního okruhu při chodu jednoho kotle; P1 – výsledný pracovní bod oběhového čerpadla při chodu 1 kotle; P2 – výsledný pracovní bod oběhového čerpadla při chodu obou kotlů

□ dopravní tlak:

$$\Delta p = \left( \frac{V_K}{k_1} \right)^2 = \left( \frac{5,7}{20} \right)^2 = 0,08 \text{ bar} = 8 \text{ kPa} = 0,8 \text{ m}$$

Z katalogu fy Grundfos volíme oběhové čerpadlo UPS 32-55, 2.otáčky – pracovní bod: 5,7 m<sup>3</sup>/h, 0,9 m. Na obr. 7 jsou zobrazeny všechny charakteristiky potrubních sítí a oběhového čerpadla.

c) Výsledné pracovní body čerpadla určené z redukovaných charakteristik (viz. obr. 7):

- při chodu obou kotlů (bod P2)
  - dopravní množství 5,91 m<sup>3</sup>/h
  - dopravní výška 0,87 m
- při chodu pouze jednoho kotle (bod P1)
  - dopravní množství 4,05 m<sup>3</sup>/h
  - dopravní výška 1,46 m.

### 5. TEPLOTNÍ A HYDRAULICKÉ POMĚRY V PRIMÁRNÍM A SEKUNDÁRNÍM OKRUHU

#### 5.1 Použití kvalitativní regulace trojcestným směšovacím ventilem pro sekundární sít'

Teplotní a hydraulické poměry jsou určeny pro výše uvedený příklad. V tab. 1 jsou uvedeny hodnoty jak jednotlivých teplot, tak i objemových průtoků pro

Tab. 1 Teplotní a hydraulické poměry v primárním a kotlovém okruhu při použití kvalitativní regulace

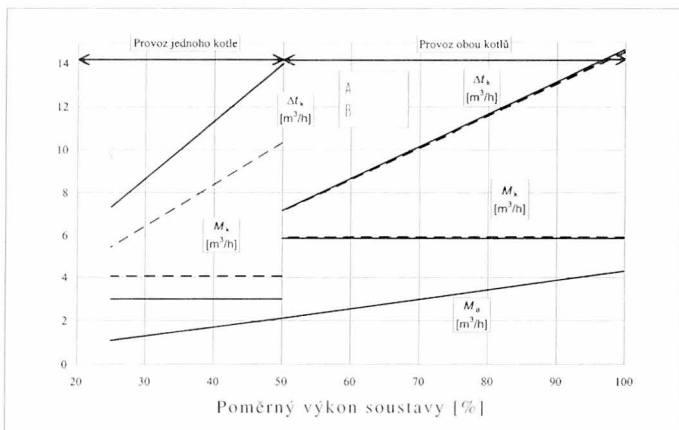
| Výkon zdroje   | [kW]                | A    |      |      |      |      | B    |      |      |      |      |
|----------------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                |                     | 100  | 100  | 100  | 50   | 50   | 100  | 100  | 100  | 50   | 50   |
| Výkon soustavy | [kW]                | 100  | 75   | 50   | 50   | 25   | 100  | 75   | 50   | 50   | 25   |
| $M_1$          | [m <sup>3</sup> /h] | 2,9  | 2,9  | 2,9  | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 4,1  | 4,1  |
| $M_2$          | [m <sup>3</sup> /h] | 2,9  | 2,9  | 2,9  | 0    | 0    | 3    | 3    | 3    | 0    | 0    |
| $M_k$          | [m <sup>3</sup> /h] | 5,9  | 5,9  | 5,9  | 3    | 3    | 5,9  | 5,9  | 5,9  | 4,1  | 4,1  |
| $M_s$          | [m <sup>3</sup> /h] | 4,3  | 4,3  | 4,3  | 4,3  | 4,3  | 4,3  | 4,3  | 4,3  | 4,3  | 4,3  |
| $M_e$          | [m <sup>3</sup> /h] | 1,6  | 3,7  | 4,8  | 1,9  | 2,6  | 1,6  | 3,7  | 4,8  | 3    | 3,7  |
| $M_a$          | [m <sup>3</sup> /h] | 4,3  | 2,2  | 1,1  | 1,1  | 0,4  | 4,3  | 2,2  | 1,1  | 1,1  | 0,4  |
| $M_b$          | [m <sup>3</sup> /h] | 0    | 2,1  | 3,2  | 3,2  | 3,9  | 0    | 2,1  | 3,2  | 3,2  | 3,9  |
| $t_1$          | [°C]                | 90   | 90   | 90   | 90   | 90   | 90   | 90   | 90   | 90   | 90   |
| $t_{11}$       | [°C]                | 90   | 90   | 90   | 90   | 90   | 90   | 90   | 90   | 90   | 90   |
| $t_{21}$       | [°C]                | 90   | 90   | 90   | 0    | 0    | 90   | 90   | 90   | 0    | 0    |
| $t_{s1}$       | [°C]                | 90   | 75,2 | 59,5 | 59,5 | 42,3 | 90   | 75,2 | 59,5 | 59,5 | 42,3 |
| $t_{s2}$       | [°C]                | 70   | 60,2 | 49,5 | 49,5 | 37,3 | 70   | 60,2 | 49,5 | 49,5 | 37,3 |
| $t_2$          | [°C]                | 75,3 | 79   | 82,7 | 75,7 | 82,8 | 75,4 | 79,1 | 82,7 | 79,4 | 84,8 |
| $t_{22}$       | [°C]                | 75,3 | 79   | 82,7 | 75,7 | 82,8 | 75,4 | 79,1 | 82,7 | 79,4 | 84,8 |
| $t_{12}$       | [°C]                | 75,3 | 79   | 82,7 | 75,7 | 82,8 | 75,4 | 79,1 | 82,7 | 79,4 | 84,8 |
| $\Delta t_k$   | [K]                 | 14,7 | 11   | 7,3  | 14,3 | 7,2  | 14,6 | 10,9 | 7,3  | 10,6 | 5,2  |
| $\Delta t_s$   | [K]                 | 20   | 15   | 10   | 10   | 5    | 20   | 15   | 10   | 10   | 5    |

$\Delta t_k$  – teplotní rozdíl otopné vody na kotli,  $\Delta t_s$  – teplotní rozdíl otopné vody v otopné soustavě, ostatní veličiny značeny v souladu s obr. 3



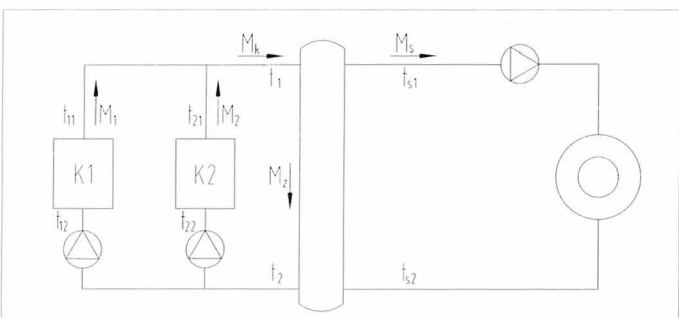
oba způsoby zapojení primárního okruhu. Hodnoty veličin jsou stanoveny pro čtyři výkonové stupně – 25, 50, 75 a 100 % jmenovitého výkonu. Důležitým faktorem je teplotní rozdíl otopné vody na kotli, který by neměl být nižší než 5 K s ohledem na hlučnost, provoz a životnost kotlů.

Na obr. 8 jsou vyneseny závislosti teplotního rozdílu otopné vody na kotli, hmotnostního průtoku, jak primárním tak i sekundárním okruhem a hmot-

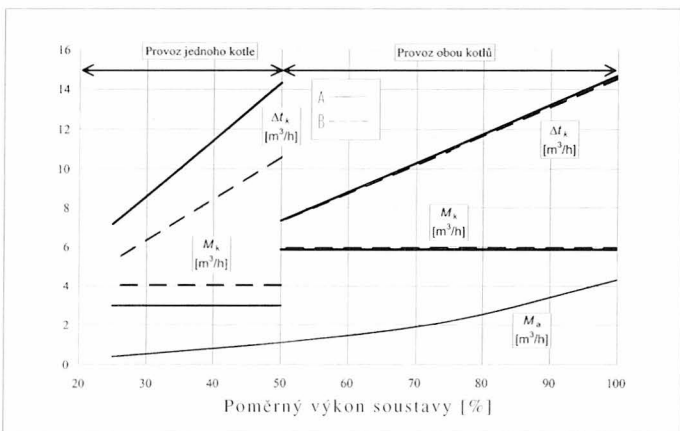


Obr. 8 Závislost teplotního rozdílu otopné vody kotlem na hmotnostním průtoku, jak primárním tak i sekundárním okruhem a objemového průtoku kotlem pro oba způsoby zapojení kotlového okruhu na poměrném výkonu sekundárního okruhu při použití kvalitativní regulace

$\Delta t_K$  – teplotní rozdíl otopné vody na kotli, ostatní veličiny značeny v souladu s obr. 3



Obr. 9 Schéma zapojení kotlového okruhu (varianta A) a sekundární sítě při použití kvantitativní regulace. Popis veličin v souladu s obr. 3.



Obr. 10 Závislost teplotního rozdílu otopné vody protékající kotlem na hmotnostním průtoku, jak primárním tak i sekundárním okruhem a hmotnostního průtoku kotlem pro oba způsoby zapojení kotlového okruhu na poměrném výkonu sekundárního okruhu při použití kvantitativní regulace

$\Delta t_K$  – teplotní rozdíl otopné vody na kotli, ostatní veličiny značeny v souladu s obr. 3

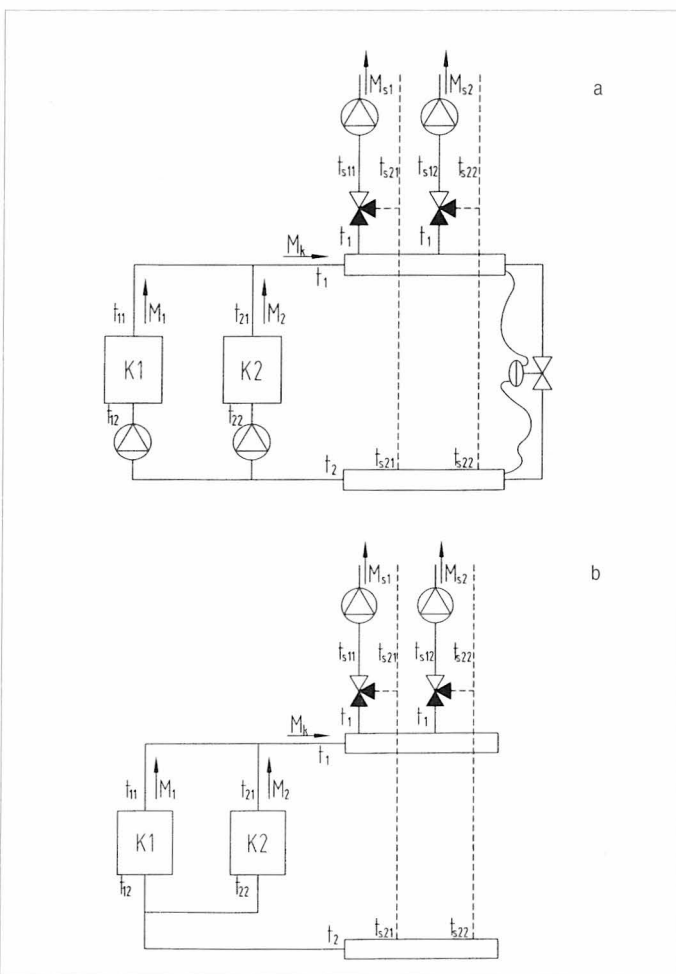
nostního průtoku kotlem pro oba způsoby zapojení kotlového okruhu na poměrném výkonu sekundárního okruhu.

Je zajímavé, že pokud pracují oba kotle je objemový průtok primárním okruhem, kotlem a teplotní diference otopné vody na kotlích prakticky shodná. Pokud pracuje pouze jeden kotel, je objemový průtok v případě použití společného čerpadla (zapojení B) vyšší a tím se snižuje teplotní rozdíl na kotli, který se blíží kritické hodnotě v případě nízké potřeby tepla v sekundárním okruhu. Z průběhu závislosti hmotnostních průtoků primárního okruhu a hmotnostního průtoku sekundární sítě na poměrném výkonu otopné soustavy je vidět, že pokud je pro návrhový stav splněna podmínka o poměru množství primárního a sekundárního okruhu, který má být 1,2 až 1,5, je tato podmínka splněna po celé otopné období.

### 5.2 Použití kvantitativní regulace sekundární sítě

Schéma zapojení se zapojením kotlového okruhu pro variantu A je zobrazeno na obr. 9. Podmínky v sekundárním okruhu jsou shodné s případem kvalitativní regulace. Sekundární síť má jmenovité teplotní poměry 90/70 °C.

V tab. 2 jsou opět uvedeny hodnoty všech teplotních a průtokových veličin, které jsou vyznačeny na obr. 9. Závislosti teplotního rozdílu otopné vody na kotli ( $\Delta t_K$ ), hmotnostního průtoku, jak primárním tak i sekundárním okruhem, a objemového průtoku kotlem pro oba způsoby zapojení kotlového okruhu jsou zobrazeny na obr. 10. V případě kvantitativní regulace sekundární sítě



Obr. 11 Schéma možných zapojení primárního a sekundárního okruhu bez použití termohydraulického rozdělovače.

Veličiny značeny v souladu s obr. 3.

Tab. 2 Teplotní a hydraulické poměry v primárním a kotlovém okruhu při použití kvantitativní regulace

| Výkon zdroje   | [kW]                | A    |      |      |     |      | B    |      |      |      |      |
|----------------|---------------------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|
|                |                     | 100  | 100  | 100  | 50  | 50   | 100  | 100  | 100  | 50   | 50   |
| Výkon soustavy | [kW]                | 100  | 75   | 50   | 50  | 25   | 100  | 75   | 50   | 50   | 25   |
| $M_1$          | [m <sup>3</sup> /h] | 2,9  | 2,9  | 2,9  | 3   | 3    | 3    | 3    | 3    | 4,1  | 4,1  |
| $M_2$          | [m <sup>3</sup> /h] | 2,9  | 2,9  | 2,9  | 0   | 0    | 3    | 3    | 3    | 0    | 0    |
| $M_k$          | [m <sup>3</sup> /h] | 5,9  | 5,9  | 5,9  | 3   | 3    | 5,9  | 5,9  | 5,9  | 4,1  | 4,1  |
| $M_s$          | [m <sup>3</sup> /h] | 4,3  | 3,2  | 2,1  | 2,1 | 1,1  | 4,3  | 3,2  | 2,1  | 2,1  | 1,1  |
| $M_z$          | [m <sup>3</sup> /h] | 1,6  | 2,7  | 3,8  | 0,9 | 1,9  | 1,6  | 3,7  | 4,8  | 3    | 3,7  |
| $M_a$          | [m <sup>3</sup> /h] | 4,3  | 3,2  | 2,1  | 2,1 | 1,1  | 4,3  | 3,2  | 2,1  | 2,1  | 1,1  |
| $t_1$          | [°C]                | 90   | 90   | 90   | 90  | 90   | 90   | 90   | 90   | 90   | 90   |
| $t_{11}$       | [°C]                | 90   | 90   | 90   | 90  | 90   | 90   | 90   | 90   | 90   | 90   |
| $t_{21}$       | [°C]                | 90   | 90   | 90   | 0   | 0    | 90   | 90   | 90   | 0    | 0    |
| $t_{s1}$       | [°C]                | 90   | 90   | 90   | 90  | 90   | 90   | 90   | 90   | 90   | 90   |
| $t_{s2}$       | [°C]                | 70   | 70   | 70   | 70  | 70   | 70   | 70   | 70   | 70   | 70   |
| $t_2$          | [°C]                | 75,3 | 79,1 | 82,8 | 76  | 82,7 | 75,4 | 79,2 | 82,9 | 79,6 | 84,6 |
| $t_{22}$       | [°C]                | 75,3 | 79,1 | 82,8 | 76  | 82,7 | 75,4 | 79,2 | 82,9 | 79,6 | 84,6 |
| $t_{12}$       | [°C]                | 75,3 | 79,1 | 82,8 | 76  | 82,7 | 75,4 | 79,2 | 82,9 | 79,6 | 84,6 |
| $\Delta t_k$   | [K]                 | 14,7 | 10,9 | 7,2  | 14  | 7,3  | 14,6 | 10,8 | 7,1  | 10,4 | 5,4  |
| $\Delta t_s$   | [K]                 | 20   | 20   | 20   | 20  | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   |

$\Delta t_k$  – teplotní rozdíl otopné vody na kotli,  $\Delta t_s$  – teplotní rozdíl otopné vody v otopné soustavě, ostatní veličiny značeny v souladu s obr. 3

při nízké potřebě tepla je teplotní diference na kotli velmi malá, což je z hlediska provozu kotle nevhodné. Podíl průtoků primárním a sekundárním okruhem opět leží v rozsahu 1,2 až 1,5.

Poznámka: Vše je stanoveno pro stacionární stav, při zanedbání tepelných ztrát rozvodů.

## 6. NÁHRADA TERMOHYDRAULICKÉHO ROZDĚLOVAČE

Pokud projektant nechce použít zapojení s termohydraulickým rozdělovačem nebo v případech, kdy hydraulické a teplotní poměry vycházejí nevhodně, může použít i jiného zapojení. Na obr. 11 jsou uvedeny dva možné případy.

Prvním z nich je použití tzv. beztlakého rozdělovače a sběrače. Jak je z obr. 11a patrné, rozdělovač a sběrač jsou spolu hydraulicky spojeny prepouštěcím ventilem, jehož otevírací přetlak odpovídá tlakové ztrátě sekundárního okruhu při plném otevření trojcestného směšovacího ventilu v přímém směru. Druhý způsob zapojení (obr. 11b) lze použít pro kotle, které nevyžadují minimální průtok. V tomto případě musí být dopravní tlak oběhových čerpadel sekundární sítě zvýšen o tlakovou ztrátu kotlového okruhu.

### Literatura:

- [1] ROOS, H.: Hydraulik der Wasserheizung, R. Oldenbourg Verlag München, Wien 1995
- [2] PETITJEAN, R.: Total hydronic balancing, Tour & Anderson Hydraulics AB, Ljung 1994
- [3] Recknagel, Sprenger, Schramek: Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik, R. Oldenbourg Verlag München, Wien 1994
- [4] HEMZAL, K., LABOUTKA, K.: Regulace klimatizačních a vytápěcích zařízení, Skripta ČVUT, Praha 1989
- [5] Firemní podklady firem Grundfos a Rikotherm De Dietrich.

## \* Administrativní budova s roční spotřebou tepla jen 10 kWh/m<sup>2</sup>

"První evropská administrativní budova ve standardu pasivních domů" má vzhledem ke svému pláští, nepropouštějícímu vzduch a silně tepelně izolovanému, tak malou spotřebu tepla, že nebylo použito konvenčních vytápěcích a chladicích systémů a místo toho je na využití zemní teplo, kontrolované větrání, zpětné získávání tepla, solární technika a noční vychlazování.

Jde o třípatrovou správní budovu specializované firmy na solární techniku a životní prostředí v Cölbe *Wagner & Co*, slavnostně uvedenou do provozu 18. září 1998. Celková podlažní plocha má 2200 m<sup>2</sup> a obsahuje kanceláře, výstavní místnosti, poradenský a seminární úsek. Plánovanou spotřebou tepla cca 10 kWh/m<sup>2</sup> za rok patří k nejúspěšnějším v zemi.

Podíváme se nejprve na vlastní stavbu. Tvorní ji skelet ze železobetonu s tepelnou izolací tloušťky 20 až 40 cm, takže hodnoty součinitele prostupu tepla střechy, podlah a stěn jsou v mezích  $k = 0,12$  až  $0,15$  W/m<sup>2</sup>K. Okna (otevíratelná) mají trojitě zasklení. Jejich hodnota "k", vč. konstrukce rámu, činí asi  $0,5$  W/m<sup>2</sup>K. K potlačení ztrát tepla větráním bylo použito polyetylenové fólie kolem celého pláště, čímž bylo dosaženo maximální vzduchotěsnosti. Následnými testy byly pak zjištěny a odstraněny všechny netěsnosti, aby se vyloučilo nekontrolované přirozené větrání.

O zajištění hygienických dodávek venkovního vzduchu se stará větrací zařízení s 0,5 až 1násobnou výměnou vzduchu bez podílu oběhového vzduchu. Venkovní

vzduch je nasáván a předem upravován v zemním výměníku tepla (betonové trubky délky 4 × 40 m, průměru 0,5 m položené v hloubce 1,5 m) a to v zimě předehříván a v létě předchlazován. Nato prochází vzduch dvojitým výměníkem tepla s křížovým prouděním (účinnost ZZT cca 0,8) a konečně se přivádí vnitřkem venkovních stěn do místnosti. V případě potřeby je ještě k dispozici dohřívání v registrech napájených vodou ohřívanou solárními články. K tomu účelu jsou na střeše sluneční kolektory o celkové ploše 65 m<sup>2</sup>, které ohřívají vodu v sezónním zásobníku o objemu 85 m<sup>3</sup>, obloženém 50 cm tlustou vrstvou tepelné izolace. Na konci letního, ohřívacího období má zde být k dispozici voda o teplotě 90 až 95 °C.

Dodatečně je ještě instalováno kogenerační zařízení, jehož elektrický příkon 5 kW slouží pro vlastní potřebu, tepelný výkon 12 kW se využívá buď přímo k dohřívání přiváděného vzduchu nebo ke zvýšení teploty v sezónním zásobníku vody.

Jako opatření k letnímu ochlazení budovy je využíván princip nočního akumulativního vychlazování. Podle potřeby se automaticky otevrou světlíky v horních částech oken a odváděcí otvory v prostoru střechy tak, aby proud venkovního vzduchu ochlazoval teplé části stavby.

Budova je vybavena automatikou na bázi centrálního řízení se sběrníci a DDC jak větrání, zónového vytápění, solárního zařízení, kogeneračního zařízení, tak i slunečních žaluzií, osvětlení a otevírání otvorů pro noční větrání/chlazení.

CCI 12/98

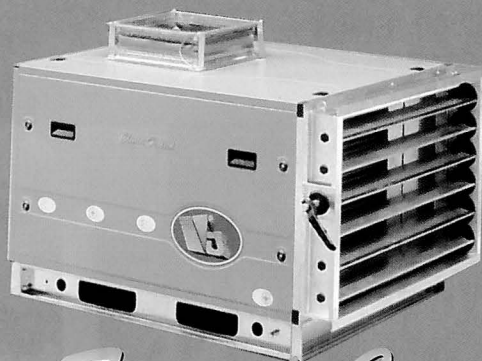
(Ku)

VÝROBCE VZDUCHOTECHNICKÝCH A KLIMATIZAČNÍCH ZAŘÍZENÍ



VTS CLIMA

vaše vlastní  
roční období



*Clima Friend Compact*

ISO 9001 TÜV  

VITROSERVICE CLIMA s.r.o.

Zelený Pruh 99  
146 01 Praha  
tel. 02/ 61 21 82 77

Vídeňská 89  
630 00 Brno  
tel. 05/ 43 16 43 67

arch. M. Lorence 9  
761 80 Zlín  
tel. 067/ 76 55 703

Naše nabídka:

- ✘ Vzduchotechnické a klimatizační zařízení, kompaktní i sestavné
- ✘ Jednotky typu roof top
- ✘ Podstropní jednotky
- ✘ Jednotky do potrubí
- ✘ Jednotky se zpětným ziskem tepla
- ✘ Teplovzdušné ventilátory
- ✘ Systémy regulace



*Krantz*  
KOMPONENTEN

*Vědění je naše síla, kvalita náš kapitál*

## Váš specialista pro komfortní vzduchotechniku

**Připravujeme pro projektanty  
vzduchotechniky:**

- kompletní projekční podklady
- výpočtový program
- kouřové zkoušky - videodokumentace
- technické reporty
- vývojové zprávy
- referenční projekty
- informace o nových trendech a technologiích ve vzduchotechnice
- projekční manuály
- kompletní poradenskou činnost

**KRANTZ KOMPONENTEN**

**ICS spol. s r.o.**

Modřanská 43

147 00, Praha 4

tel.: 02 - 7003 3017, fax: 02 - 7003 3057

# Kritéria k projekci zaplavovacích větrání v administrativních budovách (2. část)

## Design criteria for displacement ventilation in administrative buildings (2nd part)

Dipl. Ing. Jürgen NICKEL  
Krantz-TKT, Bergisch Gladbach, SRN

### II. TECHNICKÉ ÚDAJE K VELKOPLOŠNÝM VÝUSTÍM KRANZ-TKT

V této části příspěvku technicky specifikovány různé modely velkoplošných výustí TKT. Jsou zobrazeny jen hlavní části potřebné k výpočtům. Vnitřní komponenty, které vykonávají hlavní funkce, nejsou zobrazeny. Technické specifikace (rovnice a grafy) jsou však vztahy na příslušné konstrukce vnitřních částí. Konstrukční omezení soklových, stěnových a čtyřhranných velkoplošných výustí umožňují volit definitivní rozměry, především minimální hloubku a rozměry připojovacího nátrubku, v souladu s uvedenou rozměrovou řadou.

#### 5. Soklové zdrojové výustě do výšky 150 mm

Minimální teplota přiváděného vzduchu

- 20 °C běžně;
- 19 °C je-li vzdálenost k pracovišti alespoň 2 m, a měrný objemový průtok < 14,4 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup>;

$\Delta\vartheta$  (přív. – vnitřní vzduch)

- 1 až –3 K běžně;
- do –4 K je-li vzdálenost k pracovišti alespoň 2 m, a měrný objemový průtok < 14,4 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup>;

maximální výfuková rychlost  $v_0$

- ≤ 0,15 m/s je-li oblast pobytu těsně u výustí;
- ≤ 0,18 m/s je-li oblast pobytu min. 0,8 m od výustě;
- ≤ 0,2 m/s je-li oblast pobytu min. 0,8 m od výustě a výška výustě ≤ 100 mm;

maximální měrný objemový průtok

- 80 m<sup>3</sup>/h.m je-li oblast pobytu těsně u výustí;
- 100 m<sup>3</sup>/h.m je-li oblast pobytu min. 0,8 m od výustě;

maximální rychlost vzduchu v nátrubku  $v_{st} = 2,5$  m/s.

#### Tlaková ztráta

Tlakovou ztrátu tvoří ztráta v nátrubku (obvykle ještě s vloženým perforovaným plechem) a ztráta ve skříní výustě. Do přípojky potrubí lze instalovat uzavírací klapku. Připojovací nátrubek má zpravidla tlakovou ztrátu 15 až 30 Pa.

#### Hladina akustického výkonu

Hlavním zdrojem hluku je nátrubek s perforovaným plechem a případná klapka. Přesné hodnoty musí být vypočítány pro konkrétní výustě, použité v projektu. Hladinu akustického výkonu lze přibližně vypočítat (s chybou 3 dB (A)):

$$L_{WA} = 10 \log \dot{V} + 31 \log \Delta p - 31,6 \quad [\text{dB (A)}]$$

kde je  $\dot{V}$  objemový průtok m<sup>3</sup>/h,  
 $\Delta p$  tlaková ztráta Pa.

#### 6. Čtyřhranné velkoplošné výustě

Uvedeme technické specifikace čtyřhranných velkoplošných výustí Kranz, standardních velikostí. Při známých objemových průtocích a teplotách (vnitřní, přiváděný vzduch) lze je použít do projektů.

V podstatě mohou být tyto výustě vyráběny (v jistých mezích) v jakýchkoliv rozměrech. Protože geometrie výustí musí odpovídat určitým podmínkám, např. poměru průřezu přípojky k výfukové ploše, jsou předloženy standardní velikosti k usnadnění navrhování.

##### 6.1 Velikosti

Čtyřhranné výustě jsou k dostání ve výškách od 150 do 1380 mm a šířkách od 300 do 1500 mm. Nejběžnější jsou tyto rozměry:

- výšky 150, 300, 500, 880, 1380 mm
- šířky 500, 880, 1380 mm.

Pokud nejsou zvláštní architektonické požadavky, vychází se většinou při volbě velikosti výustí z objemového průtoku. Hloubka výustí závisí od délky připojovacího nátrubku. Jako obecné pravidlo platí, že čím je větší průřez hrdla, tím je menší hladina hluku. Připojovací hrdlo a jeho délka (hloubka) se proto řídí akustickými požadavky.

Pro každou velikost jsou v tab. 1 uvedeny různé čtyřhranné přípojky jako standardní. Jsou uvedeny i průřezy přípojek, protože na nich závisí jak hladina hluku, tak i tlaková ztráta výustí.

Kruhové nátrubky o shodných průřezech se čtyřhrannými, lze také použít, ale celková hloubka musí být z konstrukčních důvodů alespoň o 100 mm větší než průměr přípojky. To znamená, že s kruhovými přípojkami jsou výustí obvykle hlubší, než s čtyřhrannými.

V případě velkého průřezu kruhových přípojek, je možno umístit vedle sebe několik menších, při minimálním odstupu 50 mm. Celkový průřez všech kruhových přípojek musí být v limitu uváděném v tabulce 1 mezi nejmenším a největším průřezem nátrubku, aby se zajistil klidný provoz.

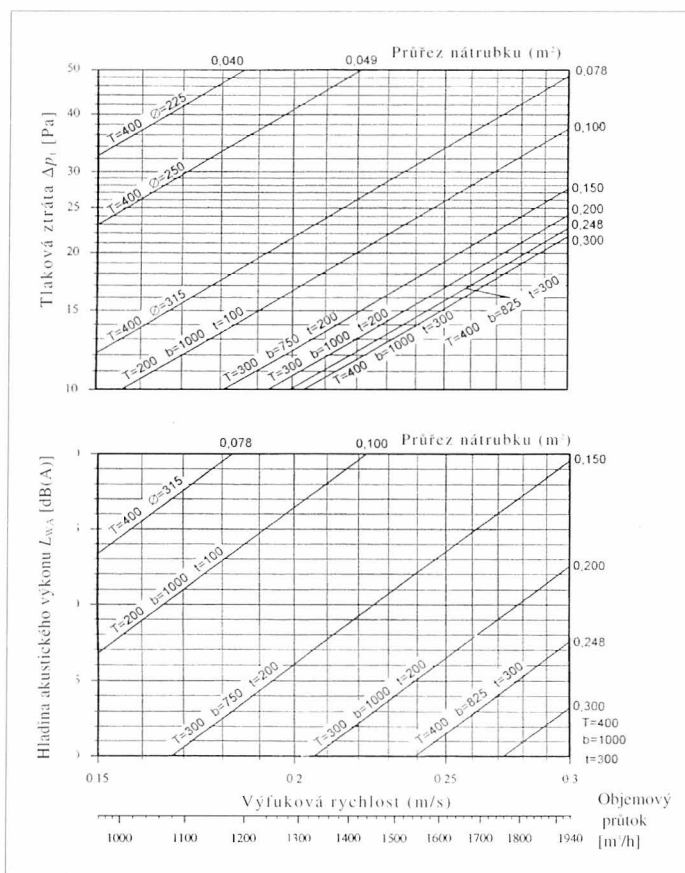
##### 6.2 Akustický návrh

Hladina akustického výkonu a tlaková ztráta závisí na rychlosti v nátrubku a na výfukové rychlosti.

Pro jednu vybranou velikost jsou příslušné údaje uvedeny na obr. 15. Hladiny akustického výkonu pod 20 dB(A) nejsou uvedeny. Pro jiné nátrubky je třeba hladinu hluku a tlakovou ztrátu interpolovat, přičemž je třeba vycházet

Tab. 1 Standardní rozměry čtyřhranných velkoplošných výustí

| H<br>mm | Výška mm     |     |               |                                   |              |     |               |                                   |              |      |               |                                   |
|---------|--------------|-----|---------------|-----------------------------------|--------------|-----|---------------|-----------------------------------|--------------|------|---------------|-----------------------------------|
|         | 500          |     |               |                                   | 880          |     |               |                                   | 1380         |      |               |                                   |
|         | Hloubka<br>T | b   | Nátrubek<br>t | A <sub>sp</sub><br>m <sup>2</sup> | Hloubka<br>T | b   | Nátrubek<br>t | A <sub>sp</sub><br>m <sup>2</sup> | Hloubka<br>T | b    | Nátrubek<br>t | A <sub>sp</sub><br>m <sup>2</sup> |
| 150     | 150          | 150 | 50            | 0,0075                            | 150          | 300 | 50            | 0,015                             | 150          | 300  | 50            | 0,015                             |
|         | 150          | 200 | 50            | 0,0100                            | 150          | 400 | 50            | 0,020                             | 150          | 400  | 50            | 0,020                             |
|         | 150          | 250 | 50            | 0,0125                            | 150          | 500 | 50            | 0,025                             | 150          | 500  | 50            | 0,025                             |
|         | 200          | 150 | 100           | 0,0150                            | 200          | 300 | 100           | 0,030                             | 200          | 300  | 100           | 0,030                             |
| 300     | 150          | 200 | 50            | 0,010                             | 150          | 300 | 50            | 0,015                             | 150          | 400  | 50            | 0,020                             |
|         | 150          | 300 | 50            | 0,015                             | 150          | 400 | 50            | 0,020                             | 150          | 600  | 50            | 0,030                             |
|         | 150          | 400 | 50            | 0,020                             | 150          | 500 | 50            | 0,025                             | 200          | 400  | 100           | 0,040                             |
|         | 200          | 250 | 100           | 0,025                             | 200          | 300 | 100           | 0,030                             | 200          | 500  | 100           | 0,050                             |
| 500     | 200          | 150 | 100           | 0,015                             | 200          | 250 | 100           | 0,025                             | 200          | 250  | 100           | 0,025                             |
|         | 200          | 200 | 100           | 0,020                             | 200          | 300 | 100           | 0,030                             | 200          | 500  | 100           | 0,050                             |
|         | 200          | 250 | 100           | 0,025                             | 200          | 400 | 100           | 0,040                             | 200          | 750  | 100           | 0,075                             |
|         | 200          | 300 | 100           | 0,030                             | 200          | 500 | 100           | 0,050                             | 200          | 1000 | 100           | 0,100                             |
| 880     | 200          | 200 | 100           | 0,020                             | 200          | 400 | 100           | 0,040                             | 200          | 500  | 100           | 0,050                             |
|         | 200          | 300 | 100           | 0,030                             | 200          | 500 | 100           | 0,050                             | 200          | 750  | 100           | 0,075                             |
|         | 200          | 400 | 100           | 0,040                             | 300          | 300 | 200           | 0,060                             | 300          | 500  | 200           | 0,100                             |
|         | 300          | 250 | 200           | 0,050                             | 300          | 350 | 200           | 0,070                             | 300          | 625  | 200           | 0,125                             |
|         | 300          | 300 | 200           | 0,060                             | 300          | 400 | 200           | 0,080                             | 300          | 750  | 200           | 0,150                             |
| 1380    | 200          | 400 | 100           | 0,040                             | 300          | 500 | 200           | 0,100                             | 300          | 1000 | 200           | 0,200                             |
|         | 300          | 300 | 200           | 0,060                             | 300          | 750 | 100           | 0,075                             | 300          | 750  | 200           | 0,150                             |
|         | 300          | 400 | 200           | 0,080                             | 300          | 500 | 200           | 0,100                             | 300          | 1000 | 200           | 0,200                             |
|         | 400          | 400 | 250           | 0,100                             | 300          | 625 | 200           | 0,125                             | 400          | 825  | 300           | 0,248                             |
|         | 400          | 400 | 300           | 0,120                             | 300          | 750 | 200           | 0,150                             | 400          | 1000 | 300           | 0,300                             |



Obr. 15 Čtyřhranné výustě H × B 1380 × 1380 mm

z průřezů pro standardní velikost. K zajištění funkce a správné distribuce vzduchu musí být průřez v limitu (min. a max.) standardních velikostí.

### 7. Kruhové, půlkruhové a čtvrtkruhové velkoplošné

Tyto velkoplošné výustě jsou vyráběny v standardním provedení (např. obr. 16, 17, 18). Základní rozměry, viz tab. 2.

Kruhové velkoplošné jsou k dostání v těchto variantách vybaveny:

- a) distribuční rohoží
- b) clonkami
- c) clonkami a perforovaným plechem ke zvýšení celkové tlakové ztráty.

Avšak u varianty c) spolu s tlakovou ztrátou roste i hloučnost. Půlkruhové a čtvrtkruhové velkoplošné jsou k dostání jen s distribučními rohožemi.

Pro všechny varianty platí:

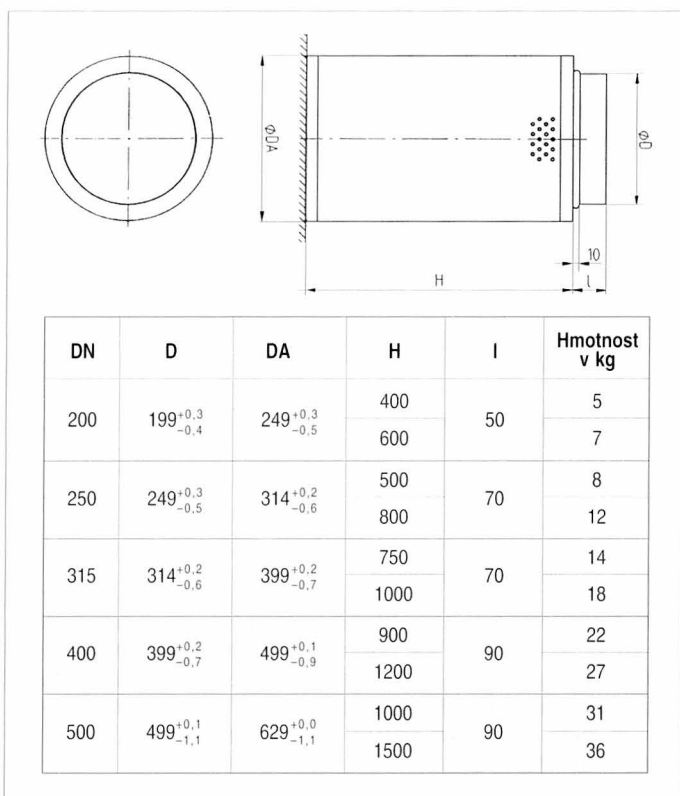
- maximální teplota přiváděného vzduchu ..... 20 °C
- teplotní rozdíl  $\Delta \vartheta_{si}$  ..... -1 až -3 K
- max. výfuková rychlost ..... 0,25 m/s
- kde jsou možné velké blízké zóny ..... 0,3 m/s

(Výpočet blízkých zón viz kap. 4).

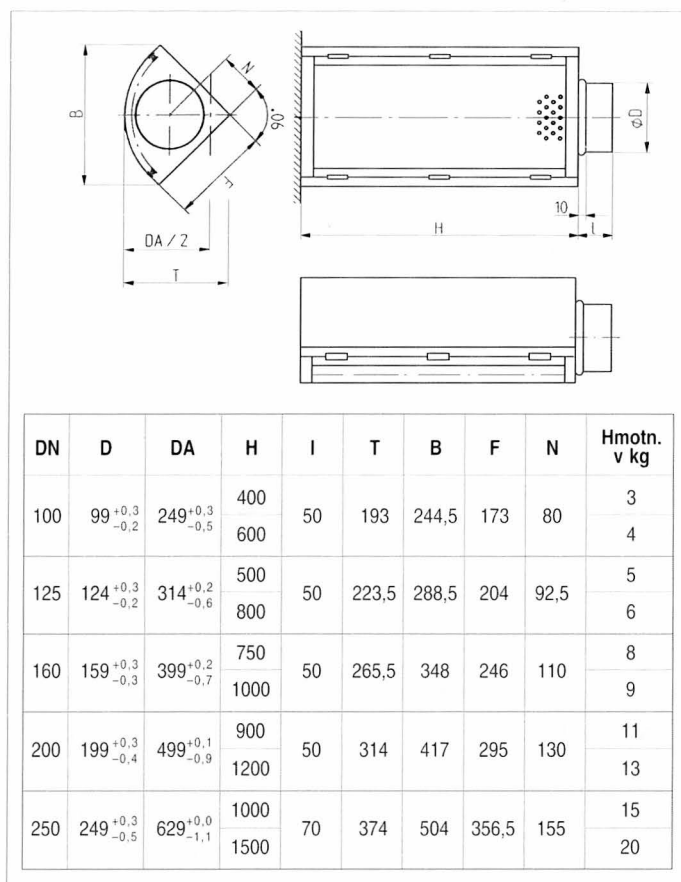
Údaje o tlakových ztrátách a hladinách akustického výkonu, jako příklad pro jeden typ výustí, nalezneme na obr. 19.

### 8. Speciální řešení s distribuční rohoží

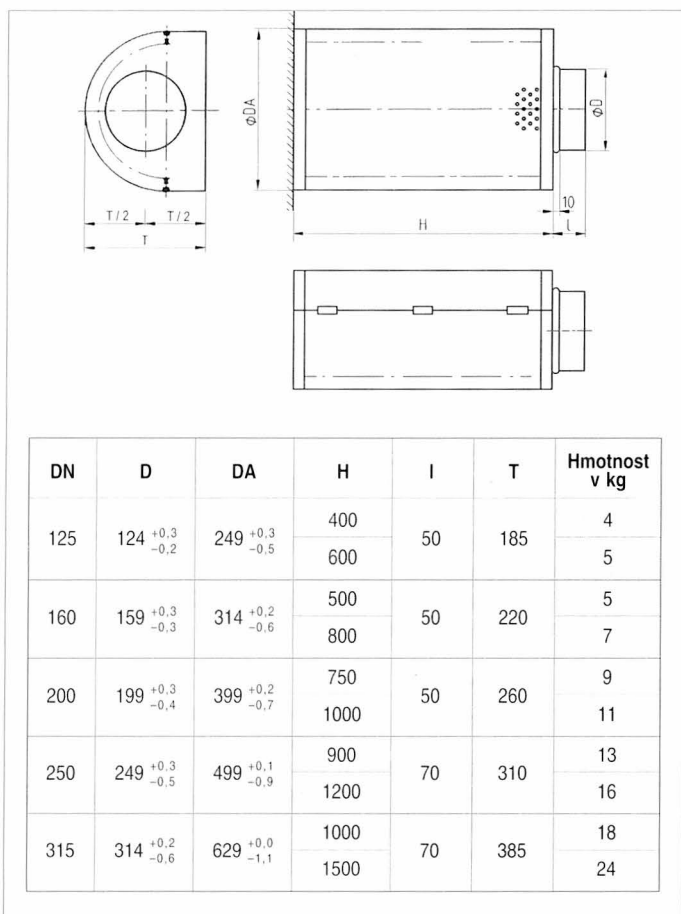
U velmi plochých velkoplošných výustí a/nebo při malých přípojovacích nátrubcích, je často nemožné dosáhnout rovnoměrnou distribuci vzduchu, nebo výsledkem je velmi vysoká hloučnost.



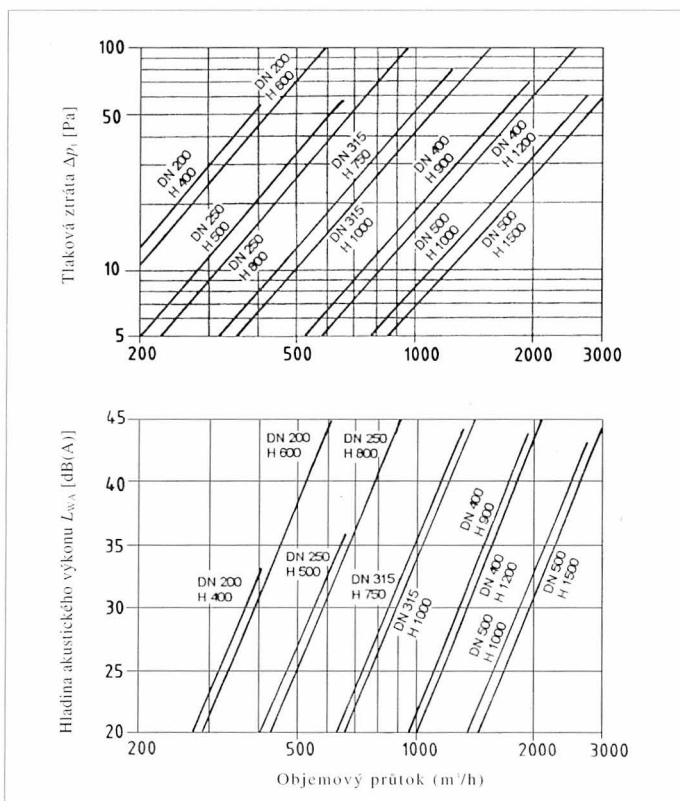
Obr. 16 Kruhové velkoplošné výustě s hrdlem



Obr. 18 Čtvrtkruhové velkoplošné výustě s distribuční rohoží



Obr. 17 Půlkruhová výustě s distribuční rohoží



Obr. 19 Tlakové ztráty a hladiny akustického výkonu kruhové s clonkami a perforovaným plechem ("rozdávěcím mechanismem")

Tab. 2 Rozměry a objemové průtoky u kruhových, půlkruhových a čtvrtkruhových velkoplošných výustí (viz. obr. 16, 17, 18)

| Kruhové      |          |         |         |                                      |                                       |                         |
|--------------|----------|---------|---------|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| DN<br>mm     | DA<br>mm |         | H<br>mm | Výtoková<br>plocha<br>m <sup>2</sup> | $\dot{V}_{\min}$<br>m <sup>3</sup> /h | $\dot{V}_{\max}$<br>l/s |
| 200          | 250      |         | 400     | 0,28                                 | 150/250                               | 40/70                   |
|              | 250      |         | 600     | 0,44                                 | 235/395                               | 65/105                  |
| 250          | 315      |         | 500     | 0,45                                 | 245/405                               | 65/110                  |
|              | 315      |         | 800     | 0,75                                 | 405/675                               | 110/185                 |
| 315          | 400      |         | 750     | 0,86                                 | 480/800                               | 130/220                 |
|              | 400      |         | 1000    | 1,21                                 | 650/1085                              | 180/300                 |
| 400          | 500      |         | 900     | 1,35                                 | 725/1215                              | 200/335                 |
|              | 500      |         | 1200    | 1,82                                 | 980/1635                              | 270/455                 |
| 500          | 630      |         | 1000    | 1,90                                 | 1025/1705                             | 280/470                 |
|              | 630      |         | 1500    | 2,89                                 | 1555/2595                             | 430/720                 |
| Půlkruhové   |          |         |         |                                      |                                       |                         |
| DN<br>mm     | DA<br>mm | T<br>mm | H<br>mm | Výtoková<br>plocha<br>m <sup>2</sup> | $\dot{V}_{\min}$<br>m <sup>3</sup> /h | $\dot{V}_{\max}$<br>l/s |
| 125          | 250      | 185     | 400     | 0,14                                 | 75/125                                | 20/35                   |
|              | 250      |         | 600     | 0,22                                 | 115/195                               | 30/50                   |
| 160          | 315      | 220     | 500     | 0,23                                 | 120/200                               | 30/55                   |
|              | 315      |         | 800     | 0,38                                 | 200/335                               | 55/90                   |
| 200          | 400      | 260     | 750     | 0,45                                 | 240/400                               | 65/110                  |
|              | 400      |         | 1000    | 0,60                                 | 325/540                               | 90/150                  |
| 250          | 500      | 310     | 900     | 0,68                                 | 360/605                               | 100/165                 |
|              | 500      |         | 1200    | 0,91                                 | 490/815                               | 135/225                 |
| 315          | 630      | 385     | 1000    | 0,95                                 | 510/850                               | 140/235                 |
|              | 630      |         | 1500    | 1,44                                 | 775/1295                              | 215/360                 |
| Čtvrtkruhové |          |         |         |                                      |                                       |                         |
| DN<br>mm     | DA<br>mm | T<br>mm | H<br>mm | Výtoková<br>plocha<br>m <sup>2</sup> | $\dot{V}_{\min}$<br>m <sup>3</sup> /h | $\dot{V}_{\max}$<br>l/s |
| 200          | 250      | 185     | 400     | 0,17                                 | 35/60                                 | 10/15                   |
|              | 250      |         | 600     | 0,11                                 | 55/95                                 | 15/25                   |
| 250          | 315      | 220     | 500     | 0,11                                 | 60/100                                | 15/25                   |
|              | 315      |         | 800     | 0,19                                 | 100/165                               | 25/45                   |
| 315          | 400      | 260     | 750     | 0,22                                 | 120/200                               | 30/55                   |
|              | 400      |         | 1000    | 0,30                                 | 160/270                               | 45/75                   |
| 400          | 500      | 310     | 900     | 0,34                                 | 180/300                               | 50/80                   |
|              | 500      |         | 1200    | 0,46                                 | 245/405                               | 65/110                  |
| 500          | 630      | 385     | 1000    | 0,47                                 | 255/425                               | 70/115                  |
|              | 630      |         | 1500    | 0,72                                 | 385/645                               | 105/180                 |

Rozměry a objemové průtoky vzduchu při  $v_0 = 0,15$  až  $0,25$  m/s.

Pokud se v projektu použijí výustě s distribučními rohožemi, je možné v nich najít řešení speciálních požadavků.

K získání přiměřené, rovnoměrné výfukové rychlosti, rychlost přiváděného vzduchu do otvoru (rychlost v nátrubku  $v_{st}$  nebo ve skříni  $v_k$ ) musí být menší než 5 m/s.

Tlakovou ztrátu a hladinu akustického výkonu lze přibližně vypočítat z těchto rovnic:

tlaková ztráta

$$\Delta p_c = 0,6 v_{st}^2 + 140 v_0^{1,2} \quad [\text{Pa}]$$

hladina akustického výkonu

$$L_{WA} = 10 \log \dot{V} + 55 \log (v_{st} + 7v_0) - 47,6 \quad [\text{dB (A)}]$$

### 9. Použití distribučních rohoží

S distribučními rohožemi je vzduch rovnoměrněji rozložen po celém výfukovém otvoru, aniž by bylo třeba vestavovat clonky nebo perforované plechy. Hladina akustického výkonu je nižší než u konstrukcí s clonkami. To znamená že provedení nemusí tak přesně souhlasit s určitými geometrickými podmínkami, takže speciální velkoplošné lze vyrábět bez náročných úprav pro získání optimálního výkonu.

Tyto výhody jsou na druhé straně zaplacený náročnější údržbou (výměnou zanesených rohoží). V závislosti na stupni filtrace celého zařízení (doporučuje se nejméně třída EU 7) a na jiných provozních podmínkách, musí být vláknité distribuční rohože (odpovídající třídě EU 5) vyměňovány alespoň jednou za rok či dva. Jinak se mohou zanášet, což zvedá ztrátu výustí a snižuje objemový průtok. Za určitých nepříznivých podmínek v místě instalace zařízení, může v nich docházet k nehygienickému hromadění prachu.

## III. Projekt zaplavovacího větrání

### 10. Údaje potřebné k projektování

U zaplavovacího větrání je proudění vzduchu v místnosti ovlivňováno více teplotním rozdílem  $\Delta t$  a rozložením teploty v celé místnosti, než při turbulentním smíchování vzduchu.

Proto je třeba znát k projektu tato data:

- velikost místnosti: výšku  $H$ , plochu podlahy  $A$ , délku stěn odkud bude vzduch přiváděn;
- chladicí zátěž (tepelné zisky)  $\dot{Q}$ , kterou je třeba větráním odvést;
- celkový objemový průtok  $\dot{V}$ ;
- minimální teplotu přiváděného vzduchu (20 až 21 °C);
- požadovanou vnitřní teplotu  $\vartheta_{in} = \vartheta_{1,1}$ .

Požadavky na pohodu prostředí:

- maximální rychlost vzduchu v oblasti pobytu, nebo požadavek
- soulady s DIN 1946, část 2, pokud se týče rychlosti vzduchu v místnosti, tj. závislost max. rychlosti na teplotě a turbulenci;
- max. přípustnou blízkou zónu před výustěmi, kde nemají být pevná pracoviště a kde není nutné dodržet standard pohody;
- požadavky na tlakovou ztrátu  $\Delta p$  a hladinu akustického výkonu  $L_{wa}$ .

Na základě těchto dat je třeba si ověřit, zda lze odvést chladicí zátěž  $\dot{Q}$  objemovým průtokem  $\dot{V}$  při daných teplotách.



Přitom by neměly být překročeny tyto limity:

- teplotní rozdíl  $\Delta t_{si} = -3 \text{ K}$ ;
- teplotní gradient  $t_{1,1} - t_{II} \leq 2 \text{ K/m}$  (dle DIN 1946-2),  
kde  $t_{II}$  je teplota 0,1 m nad podlahou;
- teplota při podlaze  $t_{II} = t_{0,1} \geq 21 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Jsou-li výsledkem nesrovnalosti, je třeba data změnit. Ve většině případů stačí zvýšit objemový průtok, ovšem často bývá nemožné vyfukovat více než 20 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup> pro nedostatek místa.

K výpočtu max. rychlosti vzduchu v místnosti dle DIN 1946-2 můžeme předpokládat turbulenci o intenzitě 20 % v blízké zóně. V závislosti na teplotě vzduchu při podlaze vychází:

Teplota vzduchu při podlaze  $t_{II}$  21 °C 22 °C 23 °C 24 °C 25 °C

Max. přípustná rychlost vzduchu m/s  
při stupni turbulence 20 % 0,16 0,17 0,19 0,21 0,23.

Při přívodu vzduchu od stěny musíme určit podle obr. 10 a 11, je-li možno celkový objemový průtok vzduchu vyfukovat po celé délce, která je k dispozici, nebo je-li možno splnit max. hodnoty (dané teplotním rozdílem a rychlostí).

Při přívodu vzduchu jednotlivými výústěmi je třeba určit, jsou-li pro dané objemové průtoky vzduchu ve výústích, splněny požadavky maximální přípustné blízké zóny. Je třeba si vždy uvědomit, že ani dodržení max. výfukové rychlosti (tj. 0,15 nebo 0,2 m/s) nezajistí pohodu po celé místnosti.

## 11. Volba velkoplošných výústí

Při navrhování velkoplošných výústí se často vychází z akustických požadavků a max. výfukové rychlosti  $v_0$ . Jako max. výfuková rychlost platí (shrnuto z části I a II):

- soklové zdrojové  $v_0 \leq 0,15$  až  $0,2 \text{ m/s}$ ,
- stěnové velkoplošné  $v_0 \leq 0,25 \text{ m/s}$  (viz též obr. 10),
- čtyřhranné velkoplošné  $v_0 \leq 0,25 \text{ m/s}$ .  
 $v_0 \leq 0,15 \text{ m/s}$ , kde požadujeme blízkou zónu < 2 m;
- kruhové, půlkruhové a čtvrtkruhové velkoplošné  
 $v_0 \leq 0,3 \text{ m/s}$ , kde je blízká zóna > 2 m (jako v obr. 12),  
 $v_0 \leq 0,2 \text{ m/s}$ , kde je blízká zóna > 1 až 2 m (jako v obr. 12),  
 $v_0 \leq 0,15 \text{ m/s}$ , kde je blízká zóna < 1 m (jako v obr. 12).

Hladina akustického výkonu se vyhledá v příslušných grafech. Průřez připojovacího nátrubku má být co největší (běžně rychlost v něm 2 až 2,5 m/s). Nejsou-li specifikovány max. hladiny akustického výkonu, jen max. hladina akustického tlaku v místnosti, lze uvažovat max. útlum hluku až k osazenství 2 až 5 dB (podle vzdálenosti). Do výpočtu je třeba též brát souhrnný vliv hluku všech výústí. Protože velkoplošné výústě jsou často instalovány velmi blízko lidí, nelze na ně aplikovat výpočty, které platí pro stropní vířivé výústky. Je třeba mít na paměti, že celková tlaková ztráta je často velmi malá, což vyžaduje patřičnou pozornost při projektování vzduchovodů, aby došlo k rovnoměrnému rozdělení vzduchu všemi výústěmi. ■ ■

## Negativní faktory působící na muzejní a galerijní exponáty

### Negative factors influencing museum and gallery exhibits

Ing. Martin DVORÁK  
Státní ústav památkové péče,  
Praha

*Autor se zabývá hodnocením negativních vlivů prostředí na různé druhy muzejních exponátů. V příspěvku jsou rovněž doporučeny optimální hodnoty prostředí pro vystavené předměty.*

**Klíčová slova:** muzeum, galerie, oxidy dusíku, oxidy síry, osvětlení, teplota a vlhkost vzduchu, VOC

Recenzoval  
Ing. Václav Šimánek

*Author deals with evaluation of negative impacts of environment on different kinds of museum exhibits. In the contribution also optimum environment conditions are recommended for exhibited objects.*

**Key words:** museum, gallery, nitrogen oxides, sulfur oxides, lighting, air temperature and humidity, VOC

Všechny materiály, které nás obklopují, podléhají působení nejrůznějších negativních vlivů okolního prostředí. Výjimkou bohužel nejsou ani umělecké předměty, umístěné jak v expozicích, tak i v depozitářích muzeí i galerií. Nejdůležitějšími negativními vlivy jsou:

- vlhkost
- teplota
- světlo
- chemické příměsi v okolním prostředí
- působení člověka
- biologické vlivy a negativní působení přírodních sil (např. zemětřesení, záplavy ...).

Působení všech těchto vlivů je většinou souběžné, jejich negativní dopady se navzájem kombinují a mnohdy sčítají v delším časovém horizontu. Jednotlivé negativní vlivy lze podrobněji charakterizovat:

### VLHKOST

Pro exponáty je nejdůležitější **relativní vlhkost**. Ta by měla být spolu s teplotou vzduchu standardně sledovanou veličinou ve všech muzejních úložných i výstavních prostorách. Pro každý materiál lze stanovit optimální rozmezí hodnot relativní vlhkosti vzduchu, kdy pravděpodobnost možného hrozičoho poškození jejím vlivem je minimální.

Obecně jsou možná **poškození způsobená nevhodnou hodnotou vlhkosti**, případně jejího **rychlého a výrazného kolísání**, charakterizována:

- změnou objemu materiálu – vnitřní tlaky, praskání, rozpad, nebo naopak bobtnání (především u organických materiálů, např. dřevo, papír, kosti);
- vznikem nežádoucích chemických reakcí, či urychlení jejich průběhu – změna mechanických vlastností papíru, textilu, korozní procesy u kovů, blednutí barviv u textilu a j.;

- ❑ biologickým poškozením – při hodnotách relativní vlhkosti dlouhodobě překračujících 70 % dochází k vytvoření prostředí optimálního pro působení mikroorganismů.

Na základě výsledků dlouhodobých praktických zkušeností publikovaných v odborné literatuře lze shrnout doporučené úrovně relativní vlhkosti vzduchu pro vystavování různých materiálů (při doporučených hodnotách teploty vzduchu 18 až 20 °C) (viz. tab. 1.):

Tab. 1 Doporučené úrovně relativní vlhkosti

| Materiál                         | Doporučená úroveň relativní vlhkosti % |
|----------------------------------|--|
| kovy                             | 40 a méně                              |
| papír                            | 40 až 55                               |
| kůže, pergamen                   | 55 až 60                               |
| dřevo                            | 50 až 60                               |
| textil                           | 45 až 55                               |
| kosti, rohovina, slonovina       | 55 až 60                               |
| malby                            | 50 až 60                               |
| smíšené sbírky                   | 45 až 55                               |
| fotografie – barevné materiály   | 40 až 50                               |
| fotografie – černobílé materiály | 30 až 40                               |

## TEPLOTA

Teplota je dalším významným faktorem, působícím na muzejní a galerijní exponáty. V našich klimatických podmínkách sice nejsou teplotou vzduchu působená poškození exponátů tak dramatická jako např. v tropických či subtropických oblastech, nicméně toto nebezpečí reálně existuje. Obecně platí, že se zvyšující se teplotou se urychlují chemické, fyzikální i biologické pochody

- ❑ např. průběh degradace nekvalitního papíru probíhá při teplotě 15 a 20 °C, při jinak identických podmínkách až 2,5× rychleji;
- ❑ podobně např. molekuly vody a vzduchu pronikají skrze pevné materiály při teplotě 15 a 20 °C, při jinak identických podmínkách až 1,3× rychleji.

Nevhodné teploty mohou mít v muzejní praxi i tyto důsledky:

- ❑ se změnou teploty předmětu dochází u různých materiálů k různým objemovým změnám, které jsou dány jejich různou tepelnou roztažností (pro kombinace takových materiálů jako např. kovy – smalt či kovy – polychromie mohou být i poměrně malé objemové změny nebezpečné);
- ❑ s rostoucí teplotou vzduchu se urychluje i biologická aktivita (růst mikroorganismů, hub, plísní);
- ❑ se změnou teploty vzduchu souvisí i změna relativní vlhkosti – to může mít za následek značné objemové změny, které mohou pro některé materiály být kritické a může dojít až k jejich destrukci (ohroženy jsou především exponáty ze dřeva, nábytek, deskové obrazy, dřevěné plastiky).

Z hlediska ochrany exponátů před negativním působením tepelného záření je důležité především **zajištění vhodného umístění exponátů** (nutno zamezit dopadu přímého slunečního světla, neužívat silné neodfiltrované bodové světlo – a to ani krátkodobě – např. při fotografování, filmování či restaurování, neumísťovat exponáty do blízkosti topných těles).

Samostatnou kapitolou je vhodný způsob manipulace s exponáty a jejich transportu, při kterém může být exponát často vystaven mimo jiné značným tepelným výkyvům, které jsou spojeny se šokovými změnami relativní vlhkosti (transport z nevytápěného depozitáře do vytopené místnosti, transport nevhodně chráněných exponátů v zimě, letecký transport).

Obecně lze říci, že pro zpomalení průběhu korozních a degradačních procesů je vhodné snížení teploty – ovšem nad bodem mrazu. Doporučené tempo

ty pro depozitární režim se pohybují mezi 5 až 10 °C, kdy je riziko biologického poškození, hrozící zejména textilu a archíváliím, nižší. Pro prostory přístupné návštěvníkům se pak doporučuje teploty s ohledem na komfort personálu muzeí i návštěvníků pohybuji v rozmezí 17 až 18 °C. Specifickou kategorií jsou fotomateriály – barevné materiály je doporučováno přechovávat při teplotách 5 ± 1 °C, černobílé materiály při teplotách 12 ± 1 °C a filmy pak dokonce pod bodem mrazu.

## SVĚTLO

Světlo je elektromagnetické záření o poměrně malých vlnových délkách. Pro degradační procesy je z celého světelného spektra nejdůležitější oblast ultrafialového (UV) záření (cca 100 až 330 nm), oblast tzv. viditelného světla (330 až 760 nm) je důležitá daleko méně. Infráčervené (IR) záření (cca 750 až 10 000 nm) působí v místě dopadu lokálním zvýšením teploty – a tak sekundárně může přispívat k destrukci materiálu. Nejškodlivější podíl světla je u UV částic. Naštěstí nedopadá na zemský povrch v celém rozsahu. Jeho podstatná část je absorbována již při průchodu jednotlivými vrstvami atmosféry. Další podíl (oblast vlnových délek mezi 100 až 300 nm) je do značné míry pohlcována (až 80 %) při průchodu běžným okenním sklem. Pro záření o vlnových délkách nad 300 nm se však podíl záření procházejícího běžně užívaným okenním sklem **rapidně zvyšuje a dosahuje až 80 %**. Právě tento podíl UV záření je rozhodující pro spuštění a urychlení možných degradačních procesů a proto je žádoucí před jeho působením exponáty ochránit. Co se týká srovnání denního a umělého světla, v denním je UV podíl asi šestkrát vyšší, než ve světle umělém. U zdrojů umělého osvětlení pak dávají obecně výbojky světlo s menším podílem UV záření než žárovky.

Ochrana proti negativnímu působení světla by měla v první řadě řešit omezení přístupu denního světla. Způsobů možné ochrany je celá řada:

- ❑ úplné zamezení přístupu slunečního světla a použití kontrolovaných zdrojů umělého osvětlení;
- ❑ zamezení dopadu přímého slunečního světla;
- ❑ použití speciálních ochranných materiálů s UV absorpčními vlastnostmi (speciální polymerní materiály ve formě fólií či desek, např. Perspex), ochranné nátěry či laky obsahující účinný UV absorbér;
- ❑ snížení úrovně (intenzity) osvětlení na minimální nutnou míru;
- ❑ omezení doby osvětlení na nejkratší možnou dobu.

Jak již bylo řečeno, důsledky působení negativních vlivů se kumulují, což platí i pro světlo. Proto vhodnými, a ne vždy nutně finančně nákladnými opatřeními, lze velmi výrazně přispět k prodloužení "životnosti" daného exponátu (např. osvětlení objektu pouze v přítomnosti návštěvníků, vhodné žaluzie, závěsy, příp. přehozy zakrývající exponát mimo návštěvní hodiny, vhodné vitríny). Doporučené limity pro osvětlení jednotlivých druhů historických předmětů viz. tab. 2.

## CHEMICKÉ VLIVY OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ

Bohužel – v podstatě všechny plyny, běžně zastoupené v zemské atmosféře, mohou za určitých okolností podstatnou měrou přispět ke vzniku a průběhu korozních procesů. Mezi nejdůležitější plynné škodliviny patří:

**ozón** – může negativně působit především na exponáty organického původu obsahující ve své struktuře dvojný uhlíkový vazby C = C, jako např. kaučuk, kůže, papír, textil, některé přírodní, ale i exponáty s polychromií. Přispívá též ke korozi kovů. Pozitivně působí návštěvníci expozic, neboť svým dýcháním koncentraci ozónu snižují.

**oxidy síry** – zejména oxid siřičitý SO<sub>2</sub>, který se dále oxiduje a za přítomnosti vzdušné vlhkosti se mění na kyselinu sírovou. Vznikající kyselina sírová hydrolyticky napadá všechny vápenaté materiály, např. lastury a geologické exponáty. V exteriéru pak působí korozivně na kámen, nebo nástěnné malby. Oxidy síry jsou dále nebezpečné i pro kovy – zejména stříbro, měď i železo a jejich slitiny. Vedle toho jsou oxidy síry

Tab. 2

| Předmět (materiál)  | Doporučená intenzita osvětlení Luxů |
|---|-------------------------------------|
| * předměty málo citlivé na světlo (sklo, keramika, kovy, smalty, kámen, dřevo, některé přírodníny)  | do 300                              |
| * olejomalby, nástěnné malby, tempery, nebarvená kůže, rohovina, kosti, slonovina   | do 200                              |
| * předměty zvláště citlivé na světlo (textil, tapiserie, papír, akvarely, tisky, kresby, tapety, většina botanických exponátů, barvená kůže, perli) | do 50                               |

velmi nebezpečné i pro materiály obsahující celulózu (papír, bavlna), či proteiny (hedvábí, vlna, kůže, pergamen). Vyšší koncentrace oxidů síry také urychluje blednutí přírodních barviv i barevné změny některých pigmentů. Snížení koncentrace SO<sub>2</sub> uvnitř budovy lze dosáhnout vhodným režimem větrání a velmi účinná je také klimatizační jednotka s nucenou cirkulací a filtrací přes alkalické absorbéry, či filtry s aktivním uhlím.

**oxidy dusíku** – atmosféra obsahuje jejich směs. Pro muzejní exponáty je nejnebezpečnější NO<sub>2</sub>, který reaguje se vzdušnou vlhkostí na kyselinu dusičnou. Kyselina dusičná má podobné negativní účinky, jako kyselina sírová – způsobuje korozi kovů, hydrolyzu materiálů obsahujících celulózu a poškozuje vápenné povrchy. Na rozdíl od SO<sub>2</sub> však NO<sub>2</sub> nenapadá zcela suché povrchy a dusičnany nepronikají do materiálů a neakumulují se v nich v takové míře jako sirany. Pro snížení úrovně NO<sub>2</sub> v interiérech muzeí je opět vhodné použít systému nuceného oběhu vzduchu s filtrační a absorpční jednotkou.

## NEGATIVNÍ PŮSOBNÍ ČLOVĚKA

Podstatný negativní vliv na muzejní exponáty má bohužel i člověk. Naše neblahé působení na památky lze rozdělit do několika skupin:

- **škodliviny** vznikající jako sekundární produkty při výrobě, především již diskutované oxidy síry a dusíku, dále pak čpavek, sirovodík a j.
- **ostatní škodliviny**, především VOC (nízkomolekulární těkavé organické sloučeniny). Zdrojem je mnoho činností člověka, v interiéru např. kouření.
- **prachové částice** – možná centra vzniku koroze, příp. mikrobiálního poškození
- **neodborné zásahy** – při přechovávání, konzervování či restaurování
- **vandalismus a výjimečné situace** (požáry, války).

Nejdůležitější z těchto škodlivin jsou těkavé organické sloučeniny VOC (volatile organic compounds). Jsou to nízkomolekulární látky, které ve své struktuře obsahují vazbu C = O. Patří k nim organické kyseliny a aldehydy, nejčastěji zmiňovanými a sledovanými jsou formaldehyd a acetaldehyd, z kyselin pak kyselina mravenčí a octová. Jejich zdroji jsou nejčastěji materiály běžně přítomné v muzejním prostředí – jako např.: dřevo a různé kompozity – překližky, laťovky, dále lepidla, tmely, barvy, laky, textilní apretury, vlastní muzejní exponáty, některé plasty, čisticí prostředky, detergenty, a také i sami návštěvníci.

Koncentrace těchto škodlivin, v uzavřených prostorách vitrin a depozitářů může být dramaticky zvýšena v porovnání s koncentrací v místnostech či mimo budovu. Často je to kontraproduktivní následek některých opatření, směřujících k zamezení přístupu polutantů z vnějšího prostředí a udržení vhodné úrovně relativní vlhkosti a teploty.

Negativní vlivy VOC na muzejní exponáty jsou diskutovány již dlouhou dobu viz. případ rozpadajících se muší, vystavených ve vitrině ze skla a dubového dřeva, který byl publikován již v r. 1899. Právě dřevo – a nejen dubové – je v dlouhém časovém horizontu zdrojem octové kyseliny, která se působem

ním vlhkosti uvolňuje ze struktury dřeva (celulózy). Mezi materiály, které jsou nejvíce ohrožené působením VOC, patří:

- **vápenaté materiály** – mušle, některé minerály;
- **historické sklo a smalty** – obecně sklo s vyšším obsahem sodíku a draslíku na úkor křemíku;
- **některé kovy** – olovo, zinek, měď, slitiny – bronzy.

Ve světě se stále častěji přistupuje k systematickému monitoringu polutantů. Např. úroveň VOC byla sledována v asi 40 vybraných evropských muzeích. Doposud získané výsledky lze shrnout do bodů :

- nejvyšší koncentrace VOC je v uzavřených prostorech s nejnižší cirkulací vzduchu (vitriny, depozitáře)
- koncentrace aldehydů bývá vyšší než koncentrace kyselin
- koncentrace kyseliny octové bývá vyšší, než koncentrace kyseliny mravenčí

Nejdůležitější opatření proti působení VOC jsou:

- **volba vhodných materiálů** jak pro úpravy muzejních prostorů, vitrin, expozic, vnitřního zařízení, tak i pro nákup nového mobiliáře (jako "ideální" lze např. charakterizovat vitrinu, která bude konstruována z inertních materiálů – sklo, Perspex, příp. vhodný kov; vyplněna bude vhodným inertním plynem o mírném přetlaku – např. dusíkem či argonem; bude vhodně osvětlena a monitorována. Nezanedbatelnou je i vhodně zvolená materiálová skladba exponátů uvnitř vitríny – ideální jsou mono-materiálové expozice);
- možná **úprava existující situace** – vhodné nátěry, zabraňující uvolňování polutantů, bariérové nepropustné izolující fólie, např. hliník, PET;
- **zvýšení cirkulace vzduchu o vhodném složení;**
- **použití látek aktivně zachycujících polutanty** – aktivní uhlí, polymerní sorbenty, molekulová síta, zeolity;
- **přesný monitoring úrovně znečištění.**

Riziko biologického poškození sbírkových předmětů byl věnován samostatný článek [9]. Působení přírodních sil a neodborné zásahy již přesahují rámec tohoto sdělení.

Závěrem lze říci, že problematika důsledné a účinné ochrany cenných historických muzejních exponátů je velmi komplikovaná a současný stav v mnoha našich muzeích a dalších výstavních a depozitářských prostorech je značně neuspokojivý. Ne všechna řešení jsou však finančně nedostupná a leckde lze i v poměrně skromných podmínkách dosáhnout velmi výrazného zlepšení situace.

## Literatura:

- [1] PARMAR, S. S., GROSJEAN, D.: Sorbent removal of air pollutants for museum display cases, Environ. Int. 17, 39-50, 1991
- [2] FELLER, R. L.: Aspects of deterioration process in conservation, JAIC 33(1994), 91-99
- [3] GROSJEAN, D.: Museum survey of indoor pollutions, final report for the GCI 1987-1989, GCI, Los Angeles California USA
- [4] WERNER, A.: Heating and Ventilation in Museums, Museums Journal 57/7/, s. 159-66
- [5] STOLOW, N.: The Action of environment on museum objects, 1./ Humidity, temperature and atmospheric pollution, Curator 9 /3/, s. 175-85, 1966
- [6] ROSE, W.: Effects of Climate Control on the Museum Building Envelope, JAIC 33 (1994), s. 199-210
- [7] CASSAR, M.: Research on the Effects of the Environment on Indoor Cultural Property
- [8] BAER, Norbert S., Banks, Paul N.: Indoor Air Pollution: Effects on Cultural and Historic Materials, The International Journal of Museum Management and Curatorship / 1985, 4, s. 9-20
- [9] KOPEČKA, I.: Ochrana sbírek před biologickým poškozením, VVI 8, 1/99, s. 46-48.

# Zdroj tepla pro obec Dešná – první výtopna v ČR na fytomasu

## Heat source for village Dešná – first phytomass heating plant in the Czech republic

Doc. Ing. Karel BROŽ, CSc.  
 ČVUT v Praze, strojní fakulta,  
 Ústav techniky prostředí

Recenzent  
 prof. Ing. Karel Hemzal, CSc.

V příspěvku je autorem popsán zdroj pro centralizované zásobování teplem jedné obce, spalující slámu případně dřevní štěpky. Je poukázáno na ekologické přednosti, které má náhrada uhlí biomasou - obnovitelným zdrojem energie. Technické řešení je doplněno ekonomickou rozvahou provozních nákladů a jsou uvedeny i sociální výhody pro obyvatele. Tepelný zdroj je v provozu druhé otopné období, jeho dodavateli byli čeští výrobci a je pilotním zařízením, které může být příkladem pro obdobné projekty.

**Klíčová slova:** vytápění, biomasa, ekologie, paliva, výtopna, kotle, spalínové výměníky

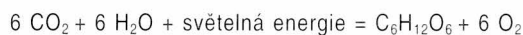
In the contribution the project design describes the source for centralized heat supply for one village with combustion of straw eventually wood chips. Ecological advantages are pointed out that has replacing coal by biomass - renewable source of energy. Technical solution is complemented by economic analysis of operating costs and also social advantages for village people are presented. The heat source has been operated for the second heating period, it was delivered by Czech manufacturers and represents the pilot plant which could serve as example for analogous projects.

**Key words:** heating, biomass, ecology, fuels, heating plant, boilers, combustion products exchangers

### 1. ROSTLINNÁ BIOMASA (FYTOMASA) JE EKOLOGICKY VHODNÉ PALIVO

V době před druhou světovou válkou byl český venkov soběstačný v zásobování palivem, kterým bylo výhradně dříví a dřevní odpad (fytomasa), často ručně dopravovaný do lokálních topenišť. V padesátých a pozdějších letech, v době velmi levného uhlí, bylo dříví a dřevní odpad postupně uhlím vytlačováno – bez ohledu na zhoršení životního prostředí, protože obsluha byla pohodlnější. Spotřeba uhlí rostla zároveň s postupnou modernizací vytápění: z lokálního způsobu se přecházelo na ústřední vytápění venkovských stavení a rodinných domků. Starší malé kotle na uhlí produkují značné množství emisí, takže při zimním inverzním počasí bývalo v malé obci horší ovzduší než v okolí uhelné elektrárny. V posledních letech bylo ovzduší v malých obcích dle možností opět zlepšováno zaváděním plynu náhradou za hnědé uhlí. Všechny menší obce však tuto možnost neměly – náklady na plynovodní přípojky by byly příliš velké nebo tato možnost vůbec neexistovala. V těchto případech je vhodné vrátit se k původně využívanému palivu – fytomase.

Fytomasa vzniká z oxidu (kyslíčnicku) uhličitého a vody za působení slunečního záření (jeho viditelné složky s vlnovými délkami od 0,3 do 0,8 mikrometru) fotosyntézou, při čemž vedlejším produktem je kyslík:



Oxid uhličitý čerpají rostliny ze vzduchu, vodu z půdy a energii ze slunečního záření.

Při stechiometrickém spalování (oxidaci) fytomasy rovnice probíhá opačným směrem: přívodem 6 molekul kyslíku k 1 molekule fytomasy se zpět získá energie spotřebovaná předchozí fotosyntézou a vzniknou produkty reakce - 6 molekul vody a oxidu uhličitého. Kdyby nebylo nadbytečných emisí  $\text{CO}_2$  ze spalování fosilních paliv, opakující se fotosyntéza a spalování každoročně vzniklé fytomasy by trvale udržovaly rovnováhu  $\text{CO}_2$  a  $\text{O}_2$  v ovzduší. Schematická rovnice fotosyntézy v hmotnostním vyjádření pro 1 kg fytomasy má tvar:



Výhřevnost dokonale suché fytomasy je tedy 18,56 MJ/kg nezávisle na druhu rostliny, na které vznikla. Skutečná výhřevnost uváděná dle druhů dřevin či rostlin se liší zejména jen podle typického obsahu vlhkosti. Za optimální a technicky dosažitelnou hmotnostní vlhkost bývá považována hodnota 15 až 25 %. Fytomasa s hmotnostní vlhkostí asi 50 % je již pro spalování nevhodná. K energetickým účelům lze využívat nejen dříví a dřevní odpad, ale též slámu ze stébelnatých rostlin (obilí a řepky) a trávy.

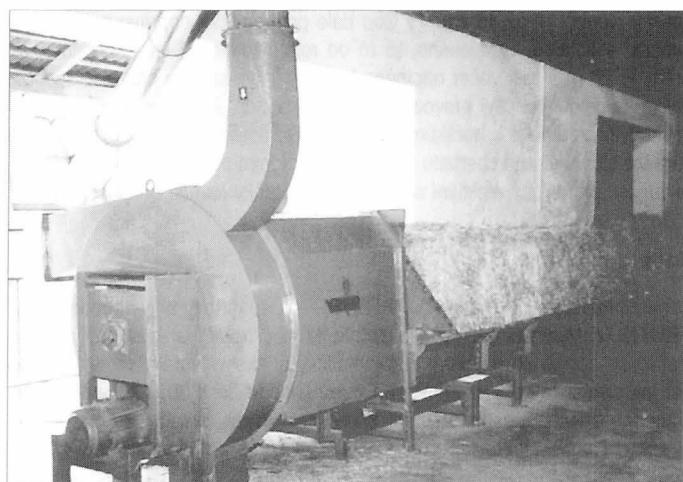
Pro území našeho státu bylo již vypracováno mnoho studií a prognóz o možnostech a potenciálu využití fytomasy pro energetické účely, jejichž výsledky se značně liší podle vstupních podmínek od zlomků % až do 10 % pokrytí našich primárních energetických potřeb. Vysoké procento krytí potřeb předpokládá záměrné pěstování rychle rostoucích dřevin na všech k tomu dostupných plochách. Reálný se zdá být odhad současných možností energetického využití odpadní fytomasy dle [1] ve výši asi 10 PJ za rok. V [1] se uvádějí i pěstební plochy řepky olejné v r. 1998 (240 000 ha), jejíž sláma má střední výhřevnost 16 MJ/kg a měrná produkce slámy je 2600 kg/ha (0,26 kg/m<sup>2</sup>). Obilní sláma byla v r. 1998 sklizena z 1,68 mil. ha při měrné produkci 4 180 kg/ha (0,418 kg/m<sup>2</sup>) a výhřevnosti 14,2 MJ/kg při hmotnostní vlhkosti 15 %.

### 2. VZNIK CENTRÁLNÍHO ZDROJE TEPLA NA FYTOMASU V OBCI DEŠNÁ

Dešná se nachází v jihovýchodním cípu okresu Jindřichův Hradec, asi 5 km severně od státní hranice s Rakouskem. Představitelé obce reagovali na program ozdravení ovzduší, vyhlášený MŽP a SFŽP (Ministerstva životního prostředí a Státního fondu životního prostředí) a rozhodli se nahradit převažující uhelné lokální vytápění centrálním zdrojem na fytomasu. Bezprostřední okolí obce nabízí přebytky řepkové i obilné slámy a na toto palivo byl zpracován projekt zdroje. Původně se uvažovalo s poměrně drahou technologií z Dánska, ale firma Energis 92 z Hradce Králové zpracovala projekt na základě nabídek tuzemských výrobců VERNER, Červený Kostelec u Náchoda (vlastní kotle s přísunem paliva a regulací) a Step TRUTNOV a.s. (spalínové výměníky, spalínové cesty a čištění plynů). Tím se celkové náklady podstatně snížily.



Obr. 1 Celkový pohled na stavbu výtopny s příjezdovými vraty pro zavážení balíků paliva



Obr. 2 Dopravní trať balíků slámy k rozdrůžovači a pohled na ventilátor pneumatické dopravy drcené slámy do provozního zásobníku paliva

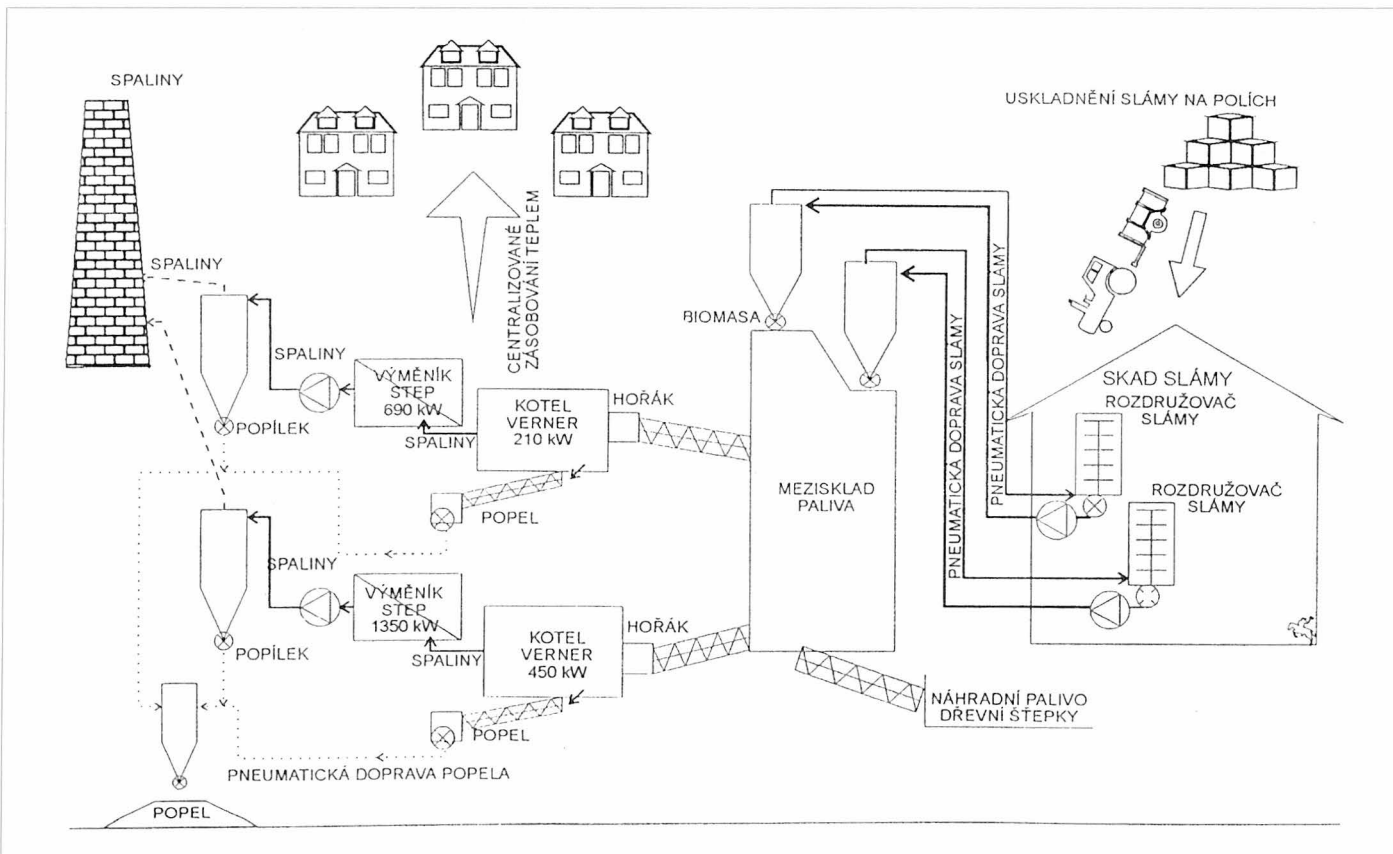
Pro výstavbu výtopny byl vybrán doposud nevyužívaný pozemek poblíž centra obce (obr. 1). Při tom byla adaptována a využita v těsném sousedství stojící stodola pro sklad slámy. Instalovaný výkon zdroje 2,7 MW by postačoval pro vytápění a přípravu teplé užitkové vody jak v obci Dešná, tak v sousedních Dančovicích i Plačovicích. Tyto obce jsou vzdáleny méně než 600 m od prozatím ukončeného rozvodu tepla všem zájemcům v Dešně.

Výstavba celého zdroje probíhala od 17. 2. 97 do 30. 9. 97 (stavební i technologická část). Zdroj byl uveden do zkušebního provozu od října 97 a do trvalého provozu byl spuštěn 14. 3. 1998.

### 3. Technické údaje výtopny

#### Doprava, skladování a příprava paliva pro spalování

Řepková a obilná sláma se po sklizni pěchuje do kvádrových balíků na polích v bezprostřední blízkosti obce, odkud se sváží do skladu (bývalé stodoly), stavebně navazujícího na kotelnu. Ve skladu lze umístit asi 450 balíků slámy, což představuje zhruba 158 000 kg. Toto množství stačí podle odběru tepla na 40 až minimálně 10 dnů provozu. Balíky slámy jdou jeden za druhým kontejnerem do rozdrůžovače (obr. 2), kde jsou stébla dělena na



Obr. 3 Celkové schéma tepelného zdroje včetně získávání paliva a odlučování popela

kousky dlouhé 10 až 15 cm. Ty jsou dále pneumaticky dopravovány do zásobníku v kotelně, vzdáleného 15 m od rozdrůžovače. Délka kontejnerové dráhy je 26 m a je-li večer naplněna balíky slámy, vznikne provozní zásoba paliva na celonoční plný provoz kotlů na plný výkon. Ze zásobníku jde palivo šnekovými podavači k hořákům. Cestu paliva, spalin i tuhých zbytků spalování lze sledovat na schématu v obr. 3. Náhradním palivem mohou být dřevní štěpky, pro jejichž efektivní spalování jsou hořáky rovněž přizpůsobeny.

### Kotle

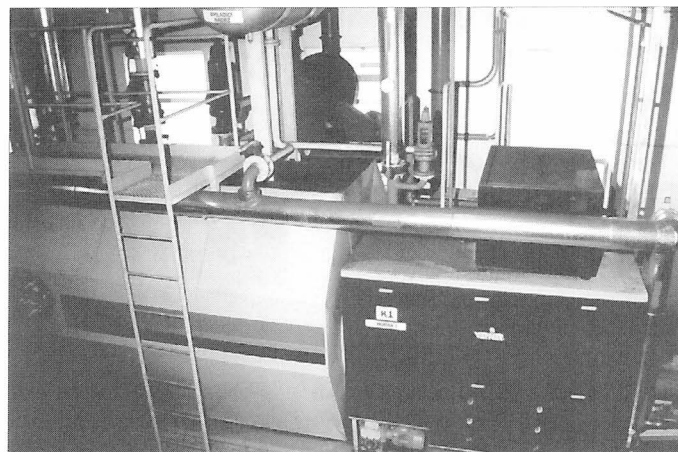
Jsou nainstalovány dva kotle VERNER se spalinovými výměníky Step TRUTNOV. Hlavními částmi vlastních kotlů jsou *hořáky a spalovací prostor*. Palivo se dopravuje do hořáků automaticky šnekem. Hořáky mohou spalovat jak slámu, tak dřevní štěpky do maximální velikosti 30 × 30 × 100 mm, i značně znečištěné minerálními příměsemi (hlína, písek) bez problémů. Hořák má vodou chlazené dno a spalovací komora má keramikou vyloženou klenbu. Toto řešení umožnilo spalovat i značně spékavá paliva, kterými jsou i sláma a kůra. Spalovací vzduch se přivádí ventilátorem do několika zón spalování, v nichž se automaticky kontroluje kvalita spalování a přebytek vzduchu "lambda" sondou.

*Dohořovací komora* je včleněna do spalinového výměníku Step, čímž se zmenšil objem celého kotle. Je konstruována tak, aby úlet tuhých částic byl minimální a nedopal prakticky nulový. Spalováním vlhké slámy klesá účinnost kotlů (hmotnostní vlhkost okolo 50 % a více) a při snaze o zachování výkonu kotle vzroste spotřeba paliva zhruba o 25 %. Maximální vlhkost spalované biomasy nesmí přesáhnout 60 % – ještě tehdy jsou splněny emisní limity. Kotle jsou bezobslužné, pouze s pochůzkovou kontrolou a jsou dobře regulovatelné od 30 do 100 % jmenovitého výkonu. V dohořovací komoře se spaliny dokonale promíchají, poněkud se zde zdrží při teplotě mírně nad 1000 °C, která je zde udržována a kdy ještě nedochází k nadměrné tvorbě NO<sub>x</sub>.

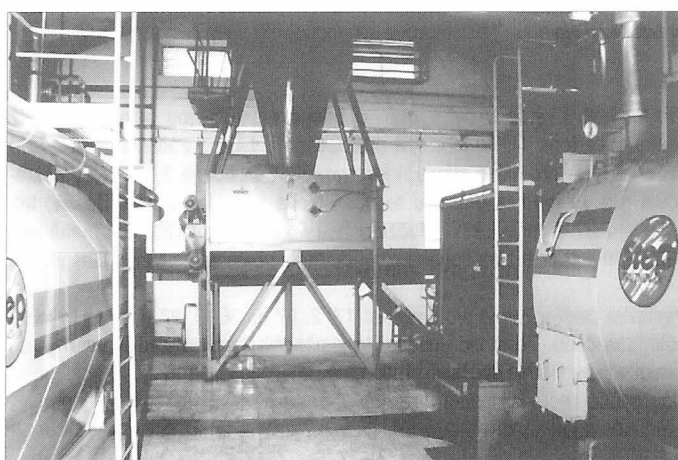
*Spalinový výměník* zaručuje vychlazení spalin na 200 °C. Může být do něho zabudován přídatný hořák na kapalné palivo nebo zemní plyn, pokud by byl žádán náhradní provoz na další druh paliva. Části spalinového výměníku, které jsou při provozu vystaveny zvýšenému koroznímu namáhání, lze snadno a rychle vyměnit s minimální pracností.

Tab. 1 Základní data kotlů

| Základní data kotlů              | Kotel K1<br>(obr. 4) | Kotel K2<br>(obr. 5 vpravo) |
|----------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| Výkon kotle                      | 210 kW               | 450 kW                      |
| Výkon spalinového výměníku       | 690 kW               | 1350 kW                     |
| Max. spotřeba řepkové slámy      | 290 kg/h             | 580 kg/h                    |
| Účinnost při 30% vlhkosti paliva | 90 %                 | 90 %                        |



Obr. 4 Detailní pohled na kotel K1 se spalinovým výměníkem



Obr. 5 Čelní pohled na spodní část provozního zásobníku paliva s turnikety a šnekovými dopravníky ke kotlům (vlevo K1, vpravo K2)

### Měření a regulace

Vlastní kotle a celá strojní část jsou plně automatizovány od přísunu paliva až po odtah spalin a transport popela. Systém měření a regulace řídí a optimalizuje zejména vlastní spalovací proces, ale ovládá i všechny transportní cesty včetně dopravy tepla tepelnou sítí.

### Rozvod tepla

Teplu je dodáváno odběratelům dvoutrubkovou bezkanálovou teplovodní sítí s výpočtovými teplotami 105/70 °C. Potrubí má prefabrikovanou tepelnou izolaci s vnějším ochranným pláštěm. Domovní přípojky končí předávacími místy s deskovými výměníky a měřením odebraného tepla. V obci je celkem 86 předávacích míst, což představuje 90 % připojených objektů.

## 4. Financování a ekonomika díla

Financování bylo z větší části zajištěno z fondů SFŽP, a to jednak nenávratnou dotací a jednak půjčkou s nízkým úrokem. Zbýlá část byla uhrazena z vlastních prostředků obce.

Celkové investiční náklady byly **38,5 mil. Kč**  
z toho rozvody tepla a předávací stanice **17,5 mil. Kč**.

Za období leden až březen 1998 odebrala obec 3 379 GJ tepelné energie.

### Čištění spalin, odvod spalin a popela

Spalinové ventilátory dopravují spaliny přes vírové odlučovače do komína. Zachycený popílek putuje přes turniketový podavač do zásobníku a posléze na skládku. Celoročním provozem kotle K1 se vyprodukuje asi 7 m<sup>3</sup> popelovin (při spotřebě řepkové slámy asi 590 tun), u kotle K2 jsou údaje dvojnásobné. Mechanicky vyčištěné spaliny splňují emisní limity. Také popel ze spalovací komory je automaticky posunován k drtiči a je z komory vynášen šnekovým dopravníkem, turniketem dávkován do okruhu pneumatické dopravy a dále dopravován do společného zásobníku popela a odtud na skládku.

Cena dodávaného tepla je dnes **240 Kč/GJ**, z toho přímé náklady na 1 GJ bez odpisů jsou zhruba 116 Kč. V přímých nákladech se zobrazuje cena paliva přibližně 50 % podílem. Podle [1] kolísala v ČR v r. 1997 cena obilné slámy od 200 Kč/t od soukromého zemědělce až do 750 Kč/t od zemědělských družstev (za slámu o průměrné výhřevnosti 14 GJ/t při vlhkosti 15 %), rozptýl měrné ceny byl tedy od 14,30 do 53,60 Kč/GJ v palivu. Reálná cena obilné slámy v r. 1996 byla 650 až 750 Kč/t a bylo v ní zahrnuto:

- cena slámy v rádku na poli ..... 200 Kč/t
- průměrná cena za lisování balíků ..... 250 Kč/t
- doprava do 15 km, podíl na zisku, daně, režie ..... 200 až 300 Kč/t
- Celkem ..... 650 až 750 Kč/t

Z toho vyplývá reálný rozptýl měrné ceny slámy od 46,40 do 53,60 Kč/GJ.

## ZÁVĚR

Je zřejmé, že využití fytomasy pro energetické účely v centrálním zdroji je ekologicky vhodné a snižuje podstatně imisní zatížení prostředí proti vytápění uhlím. Na druhé straně je nutno poznamenat, že bez dotace a zvýhodněné půjčky by centrální systém zásobování teplem v obci s malou hustotou potřeby tepla nemohl být realizován. Z lokálního hlediska pak systém pro obec přináší další výhody:

- obec sama může ovlivňovat cenu tepla
- vznikly další pracovní příležitosti
- při získávání paliva se podporuje podnikání v místě výkupu
- peníze za teplo zůstávají v obecním rozpočtu (úplně po splacení půjčky, jinak částečně)
- palivo je obnovitelné a naroste každý rok.

Popsaný případ centrálního zdroje tepla na fytomasu je možno považovat za pilotní zařízení – první v České republice, které bylo dodáno českými výrobci, firmami VERNER s.r.o. v Červeném Kostelci a Step TRUTNOV a.s.. Přesto, že se jedná o prototyp, dosavadní provoz prokázal, že dílo je technicky velmi zdařilé a ze všech hledisek se vyrovná zahraniční konkurenci a může sloužit za příklad pro další projekty tohoto typu, kde jsou vhodné podmínky.

## Literatura:

- [1] SOUČKOVÁ, H.: Potenciál biomasy z resortu zemědělství pro energetické využití. Sborník konference "Obnovitelné zdroje energie – Kroměříž '98", str. 57 a 60. Vyd. ČENES, Novotného lávka 5, 110 00 Praha 1, 1998
- [2] Step TRUTNOV, a.s.: Firemní podklady, 1998
- [3] LAIN, M.: Využití biomasy pro centralizované zásobování obce teplem. Sborník konference "Obnovitelné zdroje energie – Kroměříž '98", str. 103 až 105. Vydal ČENES, Novotného lávka 5, 110 00 Praha 1, 1998. ■ ■

## \* Nový "obr" v technice budov

1. září 1998 došlo ke sloučení tří významných podniků zabývajících se technickým vybavením budov a to: *Landis & Staefa*, *Cerberus* a části koncernu *Siemens* s aktivitami v technice budov. Nový gigant *Siemens Building Technologies* je segmentován na tyto divize: Automatizace budov, bezpečnost budov, služby v technice budov a řešení budov (projektování). Sídlo centrály je ve Švýcarsku v Zurichu.

# AIRFLOW

## Kalibrační a měřicí přístroj - mikromanometr KAL 84

- určen především ke kalibraci přístrojů na měření tlaku
- vhodný při výrobě tlakových senzorů a spínačů
- precizní při měření velice nízkých tlaků



### Důležité informace o KAL 84:

- nejmenší rozsah 0 ... 100 Pa
- nejjemnější rozlišení 0,01 Pa
- analogový výstup 0 ... 1 V
- napájení akku 9 V / 230 V, 50 Hz
- zaručena vysoká přesnost
- certifikát DKD na vyžádání

**Airflow Lufttechnik GmbH, organizační složka Praha**  
**108 00 Praha 10 - Malešice, Hostýnská 520**  
**Tel./fax: 02 / 77 22 30, 77 23 70, e-mail: airflow@ms.anet.cz**

## \* Co znamená LEGOE?

Cílem Německé spolkové nadace pro životní prostředí (DBU) je propagace výzkumného projektu LEGOE, tj. vývoje nástrojů k jednoduchému počítačovému zpracování a integraci běžných pracovních postupů při navrhování budov. Projekt se realizuje ve spolupráci s partnery z průmyslu a vysokých škol a s architekty.

Databáze LEGOE obsahuje rozsáhlý katalog stavebních prvků, jakož i technické a cenové informace, stavebně-fyzikální data stavebních prvků, interpretační programy o spotřebě energií a vody, kritéria ekologických aspektů a zdravotní hlediska. Program může analyzovat životní cyklus budovy a po skončení projekčního procesu zhotovit potřebné dokumenty.

LEGOE dá k dispozici architektům a projektantům snadno použitelný balík software, který může zodpovědět již v počáteční fázi projektu řadu otázek. Tak je možno včas odhalit chybné předpoklady a návrh optimalizovat. Přitom se aktuální verze omezuje ve zjednodušené formě na dnes běžné problémy, jako je např. letní ochrana proti teplu. Připravuje se, případně jako doplňkový projekt, připojení výpočtového programu na spotřebu vody, elektrické energie a na dimenzování zásobníků dešťové vody. Na základě toho se pak mají vypočítat různé vzorové budovy a pojmout do databanky jako srovnávací objekty. Ve výhledu je i řešení problémů ochrany proti hluku, využití denního světla a ochrana zdraví.

Jedním z problémů, jimiž se architekti a projektanti budou muset v budoucnu více zabývat, je sanace starých objektů. Také v tomto směru budou do databanky vloženy poznatky, které se objeví v další verzi LEGOE.

# Dimenzování směšovacích armatur a hydraulické propojení zdroje tepla s otopnou soustavou

## Mixing fittings dimensioning and hydraulic interconnection of heat source with heating system

Ing. Jiří BAŠTA  
 ČVUT v Praze, fakulta strojní  
 Ústav techniky prostředí

Recenzent  
 prof. Ing. Karel Hemzal, CSc.

Článek pojednává o správném dimenzování směšovacích armatur ve vytápění a o výhodách či nevýhodách některých způsobů zapojení zdroje tepla. Pro snadné pochopení způsobů dimenzování směšovacích armatur (klapek a ventilů) jsou uvedeny i konkrétní početní příklady. Článek vznikl volným překladem, úpravou a doplněním materiálů firmy Viessmann s jejím laskavým svolením.

**Klíčová slova:** vytápění, otopná soustava, směšovací armatura, regulace

The article presents the correct dimensioning of mixing fittings for heating systems and advantages and disadvantages of some types of heat source connection. For easy understanding methods of dimensioning mixing fittings (flap valves and valves) also concrete examples of calculations are presented. The article was originated as free translation, modification and complementation of materials of the firm Viessman with its kind permission.

**Key words:** heating, heating system, mixing fittings, control

Správné dimenzování směšovačů (klapek) a směšovacích ventilů je důležitým předpokladem stability regulovaného okruhu. Obvyklé je dimenzování podle autority ventilu a  $k_{VS}$  hodnoty, a proto se na tyto veličiny zaměříme.

### 1. AUTORITA VENTILU $P_V$

Autoritou ventilu je podíl tlakové ztráty zcela otevřeného ventilu a tlakové ztráty části otopné soustavy s proměnným objemovým průtokem. Měli bychom se snažit dosáhnout autority u zařízení s:

- jedním směšovačem či trojcestným směšovacím ventilem .....  $P_V \geq 0,5$
- více směšovači nebo trojcestnými směšovacími ventily .....  $P_V \geq 0,7$
- čtyřcestným směšovačem či směšovacím ventilem .....  $P_V \geq 0,3$ .

Poslední případ má opodstatnění, pokud čtyřcestný směšovač přísluší přímo kotli. Více těchto směšovačů na jednom rozdělovači má smysl pouze tehdy, pamatujeme-li na čerpadlo i v primárním okruhu. U kondenzačních kotlů čtyřcestné směšovače nemají žádné opodstatnění.

### 2. PRŮTOK OTOPNOU SOUSTAVOU – OKRUHEM $V_{HN}$

Průtok je určen známým vztahem pro přenášený tepelný výkon při definovaném teplotním spádu.

$$V_{HN} = \frac{Q_{HN}}{c_w \cdot \rho \cdot (t_{PN} - t_{ZN})} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (1)$$

|          |  |
|----------|--|
| $Q_{HN}$ | tepelný výkon otopné soustavy (zdroje tepla) [W]     |
| $c_w$    | měrná tepelná kapacita vody [J/kg.K]                 |
| $\rho$   | střední hustota vody [kg/m <sup>3</sup> ]            |
| $t_{PN}$ | projektovaná teplota vody přiváděné do soustavy [°C] |
| $t_{ZN}$ | projektovaná teplota zpětné vody ze soustavy [°C].   |

### 3. PRŮTOK KOTLOVÝM OKRUHEM $V_{KN}$

je dán součtem průtoků v okruzích, napojených na kotel

$$V_{KN} = V_{HN1} + V_{HN2} + V_{HN3} + \dots + V_{HNn} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (2)$$

Tlaková ztráta kotlového okruhu se určí pro průtok  $V_{KN}$  výpočtem.

Až do tlakové ztráty cca 3000 Pa lze použít tlakový rozdělovač. Pro vyšší hodnoty je výhodnější použít beztlaký rozdělovač. Tlaková ztráta kotlového okruhu a jeho průtok nejsou pro dimenzování směšovačů nevýznamné. Důležité jsou tyto hodnoty hlavně pro dimenzování oběhového čerpadla kotlového okruhu.

### 4. POŽADOVANÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA SMĚŠOVAČE ČI SMĚŠOVACÍHO VENTILU $\Delta p_{VS}$

$$\Delta p_{VS} = P_V \cdot \frac{\Delta p_{var}}{1 - P_V} \quad [\text{kPa}] \quad (3)$$

kde  $\Delta p_{var}$  je tlaková ztráta části zařízení s proměnným průtokem [kPa].

### 5. $k_{VS}$ – HODNOTA ZVOLENÉHO SMĚŠOVAČE ČI SMĚŠOVACÍHO VENTILU

$k_{VS}$  – hodnota je jmenovitý průtok armaturou v m<sup>3</sup>/h při maximálním otevření  $H_{100}$  armatury a tlakové ztrátě  $\Delta p_o = 100$  kPa.

$$k_{VS} = V_{HN} \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_o}{\Delta p_{VS}}} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (4)$$

kde průtok  $V_{HN}$  je v m<sup>3</sup>/h !

Z katalogového listu technických údajů směšovače či směšovacího ventilu vybereme ten, který má  $k_{VS}$  hodnotu nejbližší hodnotě určené výpočtem podle vztahu (4). U teplovodního vytápění přitom nalézají hlavní použití ventily s rovnoprocenní charakteristikou.

### 6. SKUTEČNÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA VYBRANÉHO SMĚŠOVAČE ČI VENTILU $\Delta p_{VT}$

$$\Delta p_{VT} = \frac{V_{HN}^2}{k_{VS}^2} \cdot \Delta p_o \quad [\text{kPa}] \quad (5)$$



Je-li tlaková ztráta  $\Delta p_{VT}$  značně menší než požadovaná, je žádoucí vyhledat směšovač či ventil s menší  $k_{VS}$  – hodnotou. Přitom musíme však dbát, aby rychlost proudění teplotnosné látky vztažená ke světlosti připojení nepřekročila následující hodnoty:

- jmenovitá světlost do DN 100 .....  $w \leq 1,2$  m/s
- jmenovitá světlost do DN 250 .....  $w \leq 1,5$  m/s
- jmenovitá světlost do DN 300 .....  $w \leq 1,8$  m/s.

## 7. RYCHLOST PROUDĚNÍ TEPLONOSNÉ LÁTKY V MÍSTĚ PŘIPOJENÍ SMĚŠOVAČE ČI SMĚŠOVACÍHO VENTILU $w$

$$w = \frac{4 \cdot V_{HN}}{3600 \cdot d^2 \cdot \pi} \quad [\text{m/s}] \quad (6)$$

kde  $V_{HN}$  je průtok příslušným okruhem [ $\text{m}^3/\text{h}$ ] a  $d$  je světlost připojovacího potrubí [m].

## 8. PŘÍKLADY

### 8.1 Soustava s tlakovým rozdělovačem

Požadovaný tepelný výkon okruhu nechť je  $Q_{HN} = 100$  kW, teplota přívodní vody  $t_{PN} = 70$  °C a teplota zpětné vody  $t_{ZN} = 50$  °C. Průtok okruhem bude

$$V_{HN} = \frac{Q_{HN}}{c_w \cdot \rho \cdot (t_{PN} - t_{ZN})} = \frac{100\,000}{4187 \cdot 1000 \cdot (70 - 50)} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 4,3 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Podle obr. 1 otopnou soustavu tvoří dva stejné okruhy, z čehož plyne průtok kotlovým okruhem

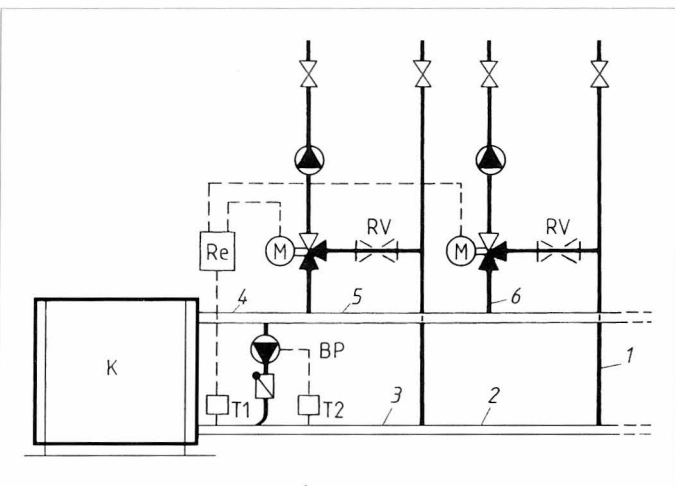
$$V_{KN} = V_{HN1} + V_{HN2} = 4,3 + 4,3 = 8,6 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Tlaková ztráta části soustavy s proměnným průtokem je určena takto:

- kotel (Poromat – Triplex 225 kW) .....  $\Delta p_k = 400$  Pa
- úseky podle obr. 1 č. 1 až 6 .....  $\Delta p_{ku} = 600$  Pa.

Společně získáváme tlakovou ztrátu částí potrubní sítě s proměnným průtokem

$$\Delta p_{var} = 1000 \text{ Pa}.$$



Obr. 1 Soustava s tlakovým rozdělovačem

Autoritu ventilu volíme  $P_V = 0,7$  a pak je požadovaná tlaková ztráta směšovacího ventilu

$$\Delta p_{VS} = P_V \cdot \frac{\Delta p_{var}}{1 - P_V} = 0,7 \cdot \frac{1}{1 - 0,7} = 2,33 \text{ kPa}$$

$k_{VS}$  hodnota směšovacího ventilu by měla být maximálně

$$k_{VS} = V_{HN} \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_o}{\Delta p_{VS}}} = 4,3 \cdot \sqrt{\frac{100}{2,3}} = 28,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

Z návrhového diagramu vybereme ventil s  $k_{VS}$  hodnotou nejbližší hodnotě 28,4  $\text{m}^3/\text{h}$ . Tím bude např. směšovací ventil Viessman DN 40 s  $k_{VS} = 29,0$   $\text{m}^3/\text{h}$  při  $\Delta p_o = 100$  kPa. Skutečná tlaková ztráta směšovacího ventilu bude

$$\Delta p_{VT} = \frac{V_{HN}^2}{k_{VS}^2} \cdot \Delta p_o = \frac{4,3^2}{29^2} \cdot 100 = 2,2 \text{ kPa}$$

a rychlost proudění v potrubí o světlosti DN 40 je  $w = 0,95$  m/s.

Je-li tlaková ztráta kotlového okruhu ( $\Delta p_{var}$ ) větší jak 2000 Pa, je žádoucí navrhnout do zkratu ke směšovači (viz obr. 1) ještě regulační ventil (RV). Navržen by měl být tak, aby celková tlaková ztráta zkratu s regulačním ventilem byla rovna tlakové ztrátě kotlového okruhu ( $\Delta p_{var}$ ). Zkrat může mít podstatně menší průměr potrubí, rychlosti proudění by však ve zkratovém potrubí neměly přesáhnout 1,5 m/s.

### 8.2 Dimenzování směšovací armatury u nízkoteplotních kotlů

Máme-li pouze nízkoteplotní okruh (např. podlahové vytápění) a nízkoteplotní kotel, dimenzujeme směšovací armaturu tak, jak již bylo uvedeno s průtokem okruhu  $V_{HN}$ . Pro kotel je pak nastavena topná křivka při venkovní oblastní výpočtové teplotě  $t_e$  odpovídající přívodní teplotě jen o málo vyšší (o 5 K), než je potřebná pro nízkoteplotní okruh.

Pokud jsou ale napojeny na rozdělovač např. okruhy vzduchotechniky, požaduje se provoz s konstantní teplotou např. 70 až 75 °C (v Čechách požadují vzduchotechnici bohužel stále ještě hodnotu 90 °C). Tak se dostáváme ke zcela odlišným průtokům pro otopný okruh a okruh s úseky s proměnným průtokem.

Uvedme příklad, kde potřebný tepelný výkon nízkoteplotního okruhu bude  $Q_{HN} = 30$  kW.

Projektovaná přívodní teplota otopné vody  $t_{PN} = 50$  °C a zpětná teplota otopné vody  $t_{ZN} = 42$  °C. Průtok otopným okruhem je

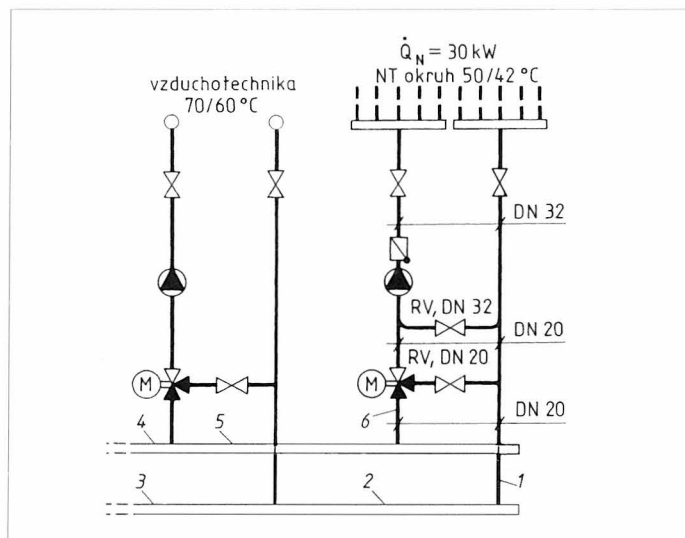
$$V_{HN} = \frac{Q_{HN}}{c_w \cdot \rho \cdot (t_{PN} - t_{ZN})} = \frac{30\,000}{4187 \cdot 1000 \cdot (50 - 42)} = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 3,2 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Objemový průtok úseky 1 a 6 (viz obr. 2), tedy úseky s proměnným průtokem, je

$$V_{HN} = \frac{Q_{HN}}{c_w \cdot \rho \cdot (t_{PN} - t_{ZN})} = \frac{30\,000}{4187 \cdot 1000 \cdot (70 - 42)} = 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 0,92 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Rozdíl těchto průtoků činí

$$\Delta V = V_{HN} - V_{var} = 3,2 - 0,92 = 2,28 \text{ m}^3/\text{h}.$$



Obr. 2 Nízkoteplotní otopná soustava se směšovací armaturou

Tento průtok  $\Delta V$  se musí vracet zkratem s regulačním ventilem (pevným zkratem). Regulační ventil RV DN 32 je tak nastaven, že jde do NT okruhu voda o teplotě 50 °C a to při plně otevřené směšovací armatuře a teplotě přívodní vody 70 °C. Kdyby byla armatura dimenzována na průtok  $V_{HN}$  bez zkratu, pracovala by do rozsahu max. 50 až 60 % jmenovitého zdvihu. Takovéto zmenšení regulačního rozsahu by pak vedlo k nestabilitě regulace a provozním potížím.

Při celkové tlakové ztrátě úseků s proměnným průtokem např. 800 Pa bude tlaková ztráta směšovače

$$\Delta p_{VS} = P_V \cdot \frac{\Delta p_{var}}{1 - P_V} = 0,7 \cdot \frac{0,8}{1 - 0,7} = 1,86 \text{ kPa}$$

a její  $k_{VS}$  - hodnota

$$k_{VS} = V_{HN} \cdot \frac{\Delta p_o}{\Delta p_{VS}} = 0,92 \cdot \frac{100}{1,86} = 6,74 \text{ m}^3/\text{h}$$

Podle této hodnoty vybereme např. směšovač Viessmann-Spezial R 3/4" s  $k_{VS} = 7,0 \text{ m}^3/\text{h}$ . Skutečná tlaková ztráta směšovače pak bude

$$\Delta p_{VT} = \frac{V_{HN}^2}{k_{VS}^2} \cdot \Delta p_o = \frac{0,92^2}{7,0^2} \cdot 100 = 1,73 \text{ kPa}$$

Rychlost proudění otopné vody při světlosti DN 20 bude  $w = 0,8 \text{ m/s}$ .

Skutečná autorita ventilu  $P_{VT}$  je určena

$$P_{VT} = \frac{\Delta p_{VT}}{\Delta p_{VT} + \Delta p_{var}} = \frac{1,73}{1,73 + 0,8} = 0,68.$$

Toto malé odklonění autority směrem k nižší hodnotě je nevýznamné a směšovač DN 15 by byl příliš malý.

### 8.3 Příklad obdobný, jako v části 8.1

Zabývejme se stejným zapojením jako v části 8.1 avšak s tím, že tlaková ztráta kotlového okruhu je značně větší. Tento případ by odpovídal zapojení,

kdy je např. potrubní síť od kotle k rozdělovači značně dlouhá. Celková tlaková ztráta úseků s proměnným průtokem necht' činí 20 kPa. Tlaková ztráta směšovací armatury bude pak určena

$$\Delta p_{VS} = P_V \cdot \frac{\Delta p_{var}}{1 - P_V} = 0,7 \cdot \frac{20}{1 - 0,7} = 46 \text{ kPa}$$

a  $k_{VS}$  hodnota je

$$k_{VS} = V_{HN} \cdot \frac{\Delta p_o}{\Delta p_{VS}} = 4,3 \cdot \frac{100}{46} = 6,34 \text{ m}^3/\text{h}$$

Této hodnotě by odpovídal směšovač Viessman DN 20 s  $k_{VS} = 7,0 \text{ m}^3/\text{h}$ . Rychlost proudění při jmenovité světlosti DN 20 je  $w = 3,8 \text{ m/s}$ .

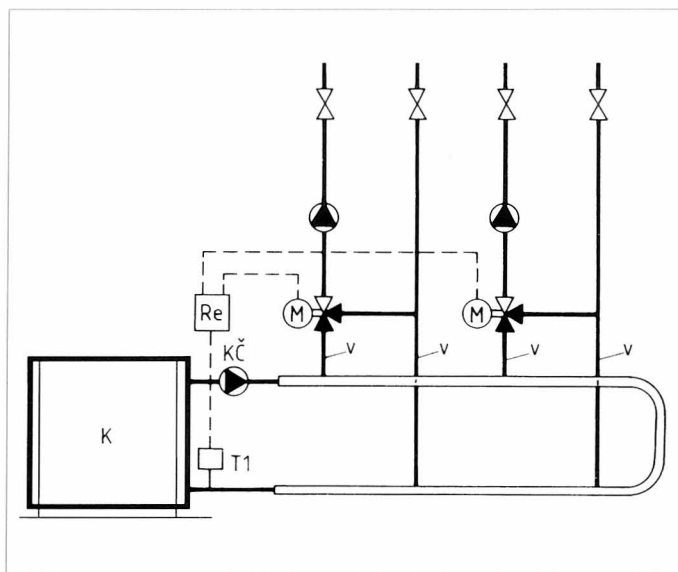
Při této vysoké rychlosti se nutně objeví hluk vyvolaný prouděním, stejně jako erozivní koroze sedla ventilu. Soustava by neměla být projektována s tlakovým rozdělovačem. Zde pomůže hydraulické "oddělení" kotlového okruhu.

## 9. HYDRAULICKÉ "ODDĚLENÍ" KOTLOVÉHO OKRUHU OD OKRUHŮ OTOPNÝCH

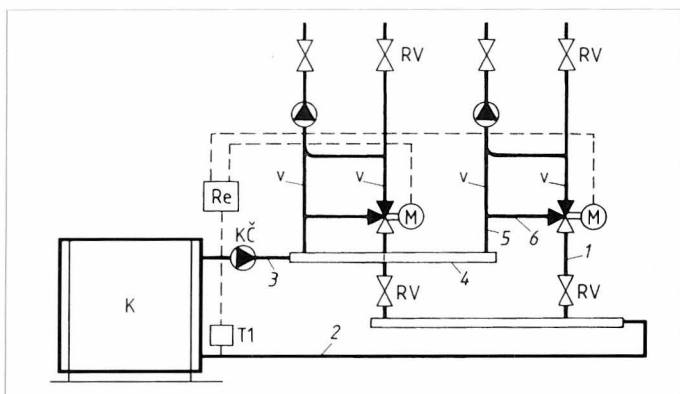
### 9.1 Tlakově prostý rozdělovač vytvořený propojením konců rozdělovače a sběrače

Toto zapojení je určeno pro soustavy s jedním kotlem a jedním kotlovým čerpadlem (KČ). Průtok kotlovým čerpadlem musí být přinejmenším roven nebo lépe o něco větší (+5 %), než je dopravní množství všech oběhových čerpadel otopných okruhů. Pokud není tato podmínka splněna, dochází k chybné cirkulaci v beztlakovém rozdělovači.

Pro dimenzování směšovače je určující pouze tlaková ztráta úseků označených (V) na obr. 3. Tlaková ztráta těchto úseků je většinou velmi malá a tak se dostáváme při autoritách ventilu 0,5 až 0,7 ke značně velkým jmenovitým  $k_{VS}$  hodnotám. V těchto případech se směšovač dimenzuje pouze podle rychlosti proudění. Autorita ventilu  $P_V$  může přitom dosáhnout téměř hodnoty 1. Vyšší autorita armatury je vždy z hlediska regulovatelnosti příznivější.



Obr. 3 Soustava s beztlakým rozdělovačem



Obr. 4 Soustava s beztlakým rozdělovačem a pevnými zkraty (bypassy)

### 9.2 Zapojení podle obr. 4

Také zde je tlaková ztráta úseků (V) s proměnným průtokem velmi malá. Směšovací ventily se dimenzují podle pokynů v části 9.1. Při instalaci např. dvou kotlů bude mít každý své kotlové čerpadlo odpovídající jmenovitému výkonu kotle. Společný průtok obou čerpadel musí být přinejmenším stejný (lépe +5 %) jako součet průtoků všech oběhových čerpadel jednotlivých okruhů.

Dopravní tlak kotlového čerpadla se určí jako tlaková ztráta úseků "1, 2, K, 3, 4, 5 a 6" a směšovacího ventilu.

Tichelmannovo hydraulické zapojení kotle má smysl pouze tehdy, pokud je délka rozdělovače velká, jako je tomu např. při vytápění zahradnictví s komplexem skleníků.

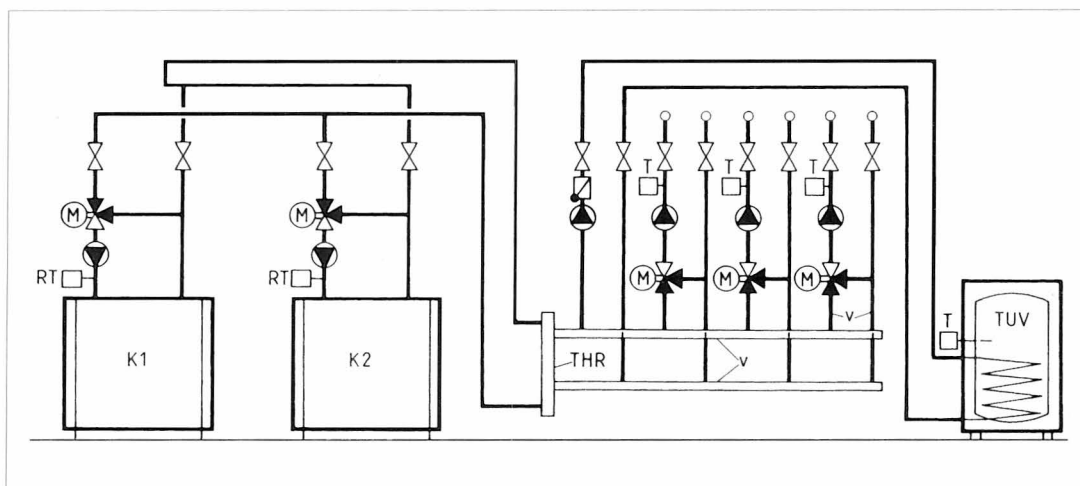
### 9.3 Hydraulické zapojení s termohydraulickým rozdělovačem (THR)

Pro dimenzování směšovačů či směšovacích ventilů je rozhodující tlaková ztráta úseků "v" a THR, která je opět poměrně malá. Termohydraulický rozdělovač je dimenzován na rychlost proudění 0,2 až 0,3 m/s při maximálním průtoku. Tlaková ztráta termohydraulického rozdělovače musí být malá. Zde doporučuji čtenáři prostudovat si velmi pěkný článek prof. K. Laboutky a Ing. J. Mareše "Problematika termohydraulického rozdělovače", VVI 2/99, str. 66 až 72.

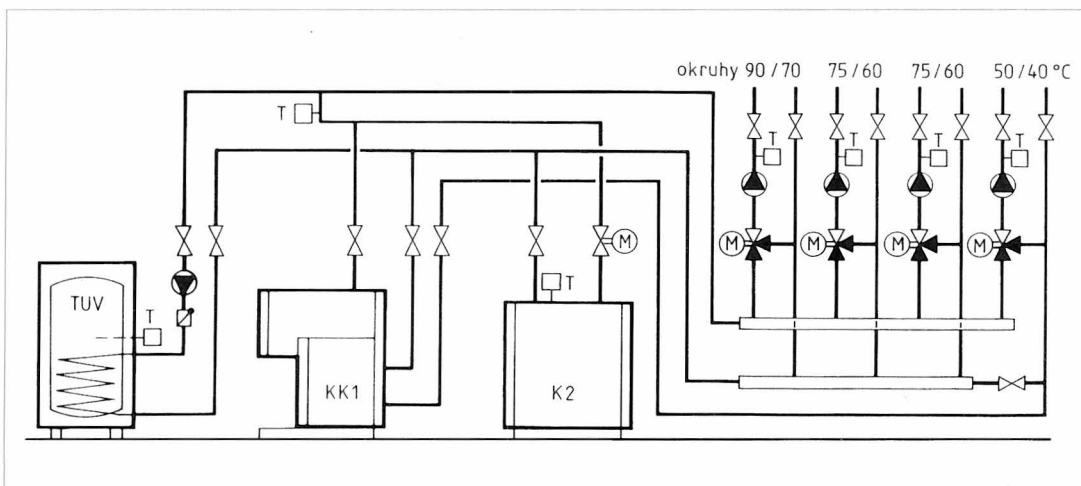
Dopravní tlak primárního (kotlového) okruhu čerpadla odpovídá tlakové ztrátě kotlového okruhu k termohydraulickému rozdělovači. Při více kotlích musí mít každý své kotlové čerpadlo. Celkový průtok kotlových čerpadel musí být alespoň o 10 % větší, než společný průtok oběhových čerpadel okruhů.

Zapojení prezentovaná na obr. 3, 4 a 5 mají při použití kondenzačních kotlů určitou nevýhodu. V důležité oblasti výkonů (přechodné období – jaro, podzim) se zvyšuje teplota zpátečky, čímž se snižuje využití kondenzačního tepla ze spalin (zavádějící by to bylo při použití regulátoru teplotního rozdílu a čerpadla s plynulou regulací otáček).

Nevýhodou u zapojení s termohydraulickým rozdělovačem je zvýšení tepelných ztrát rozvodu při letním ohřevu TUV, neboť otopná voda pro ohříváky TUV protéká stále celým kotlovým okruhem přes termohydraulický a tlakový rozdělovač.



Obr. 5 Hydraulické zapojení dvou kotlů s ohřevem TUV přes termohydraulický rozdělovač

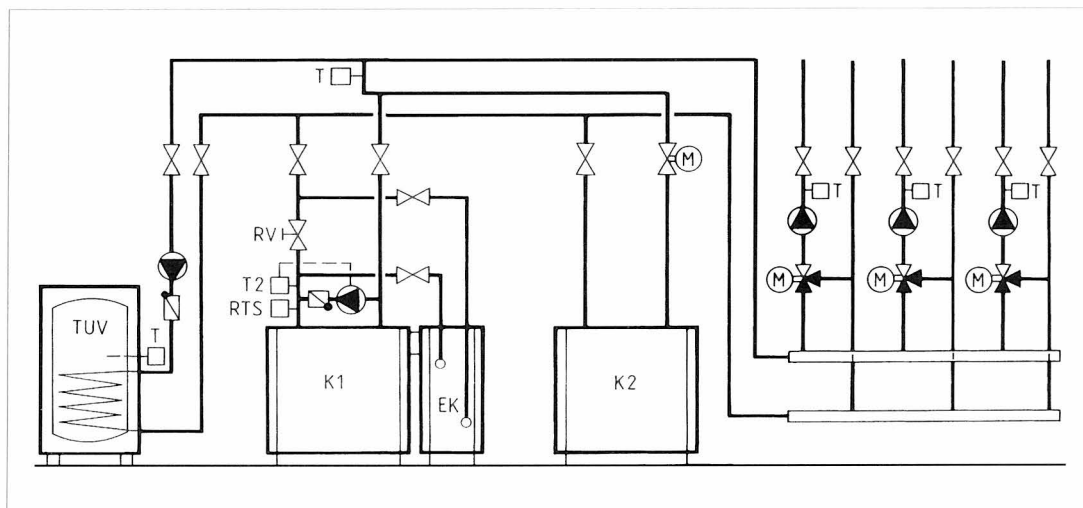


Obr. 6 Soustava s kondenzačním a nízkoteplotním kotlem

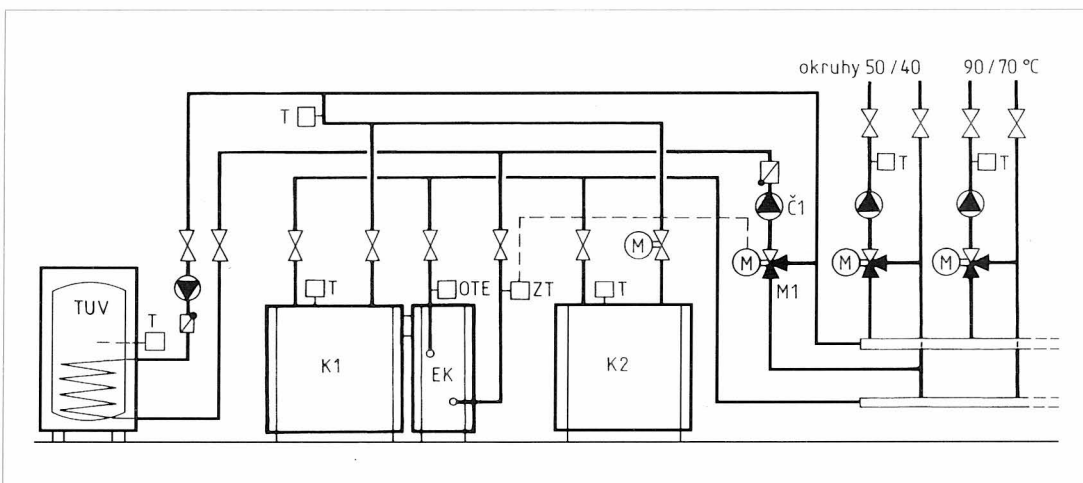
## 10. SOUSTAVA S KONDENZAČNÍM KOTLEM JAKO VEDOUČÍM

Na obr. 6 je schéma soustavy s kondenzačním kotlem jako vedoucím a nízkoteplotním kotlem pro špičkový výkon.

Kondenzační kotel s 50 % celkového požadovaného výkonu pokrývá cca 85 % celoroční potřeby tepla a to se stupněm využití o 10 až 12 % vyšším než by měl kotel nízkoteplotní. Proto je kondenzační kotel zařazen jako vedoucí.



Obr. 7 Hydraulické zapojení dvou kotlů s ohřevem TUV přes termohydraulický rozdělovač



Obr. 8 Soustava s kondenzačním a nízkoteplotním kotlem

Problém vyvstává u kondenzačních kotlů pouze u zpátečky, když otopné okruhy vyžadují různé teploty. Zde musíme zajistit včasné společné spojení všech zpáteček okruhů, aby došlo ještě před vstupem do kotle k plnému promísení. I přes toto opatření se tvorba kondenzátu zmenší a tak nedosáhneme plného využití kondenzačního tepla obsaženého ve spalinách.

Aby v těchto případech pracovaly kondenzační kotle s maximálním stupněm využití, dodávají výrobci kotle se dvěma vstupy zpátečky. Jeden z nich je zcela dole, kde spaliny a voda proudí v protiproudu a na který je napojena nejméně chladnější zpětná voda. Zpětná voda s vyšší teplotou je přiváděna do druhého vstupu umístěného výš.

## 11. SOUSTAVA OBSAHUJÍCÍ KOTEL S EKONOMIZÉREM A KOTEL PRO ŠPIČKOVÝ VÝKON

Využití ekonomizéru je vhodným opatřením ke zvýšení stupně využití celého zařízení. Takto doplněný kotel pak můžeme snadno kombinovat i s kotlem kondenzačním. Můžeme mít např. okruh zapojený podle obr. 7.

Regulační ventil (RV) slouží ke škrcení, aby se při plném provozu hořáku a zcela otevřených směšovacích armaturách dosáhlo zvýšení teploty zpětné vody zhruba o 10 K.

Při tomto zapojení protéká ekonomizérem jen část celkového průtoku a tak jeho tlakové ztráty jsou malé (cca 80 až 200 Pa). Takto se i tlakové ztráty kotlového okruhu zvyšují jen nepatrně.

Pokud je v řadě otopných okruhů i jen jeden nízkoteplotní, je vhodné propojit jeho zpátečku s ekonomizérem. Takovéto propojení naznačuje obr. 8, který ukazuje určitý kompromis. Zde však nelze zpátečku nízkoteplotního okruhu napojit přímo, jak je tomu na obr. 6.

Klesá-li průtok nízkoteplotním okruhem k minimu, byl by odvod tepla z ekonomizéru nedostačující. Omezovač teploty (OTE) způsobí nakonec bezpečnostní odstavení.

Čerpadlo Č1 se musí následně postarat o zajištění minimálního průtoku. Provoz čerpadla je nezávislý na výkonu nízkoteplotního okruhu. Čerpadlo je závislé pouze na výkonu ekonomizéru s teplotním spádem  $\Delta t = 8$  až 10 K.

Často je používáno čerpadlo s více stupni otáček. S nejvyššími otáčkami (jmenovitým průtokem) je provozováno při plném výkonu hořáku kotle.

Pracuje-li hořák pouze na první stupeň, přepíná se čerpadlo na nižší stupeň otáček.

Čidlo teploty zpětné vody (ZT) a směšovač (M1) s PI regulátorem teploty zpětné vody lze použít pouze u zařízení s ekonomizérem a kotlem s plynovým, olejovým či kombinovaným hořákem.

Má-li soustava dva kotle z nichž jeden je rozšířen o ekonomizér, je řídicím (vedoucím) kotlem s ekonomizérem.

Hydraulické propojení zdrojů tepla může mít různé podoby. Většina z nás používá v projektech pár osvědčených základních zapojení. Ne vždy však s nimi vystačíme a tak pokud tvoříme nová zapojení, mějme vždy na paměti nejen správné hydraulické propojení, ale i stabilní regulační chování soustavy, které vyžaduje správný návrh směšovačů či směšovacích ventilů.

### Literatura:

- [1] RECKNAGEL, H., SPRENGWER, E., SCHRAMEK, E. R.: Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik. R. Oldenbourg Verlag GmbH, München 1995
- [2] ROOS, H.: Hydraulik der Wasserheizung. Oldenbourg Verlag GmbH, München 1995
- [3] Podklady firmy Viessmann.

# ATRAKTIVNÍ DESIGN ZA BEŽKONKURENČNÍ CENY

*Moderní technika vytápění = úspornost + spolehlivost + čistota*



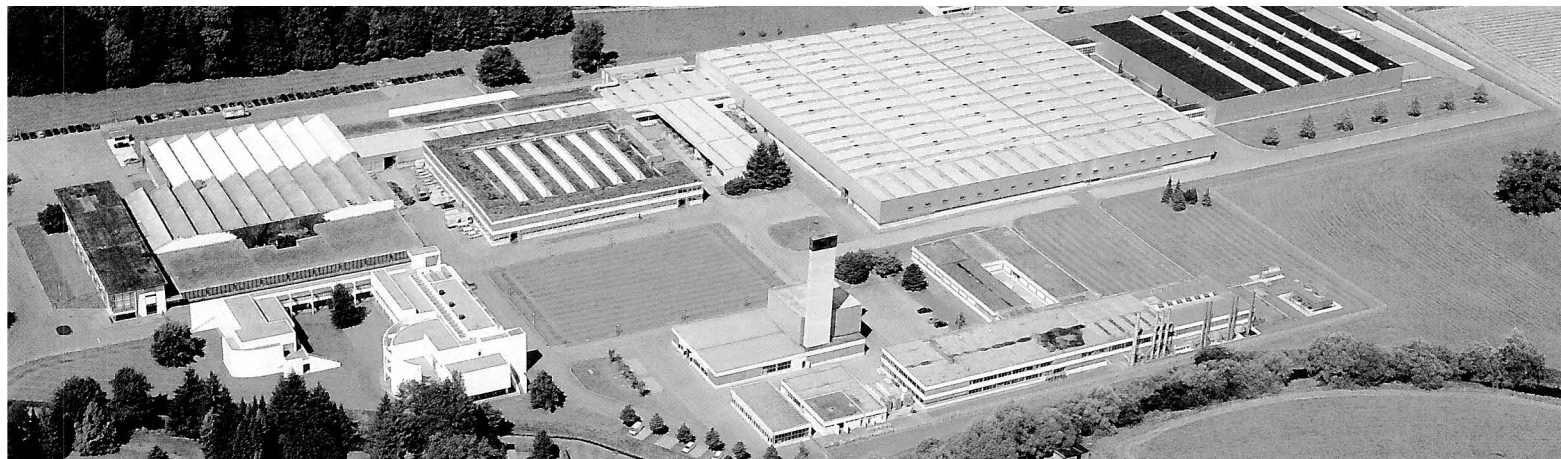
Ocelová desková otopná tělesa  
Solidoflux a Planflux firmy Buderus  
jsou ideálním doplněním Vašeho vytápěcího  
systému. Hladká nebo profilovaná čelní plocha,  
boční připojení nebo pravé spodní  
připojení s integrovaným termostatickým ventilem.  
Nejširší výběr konstrukčních typů (délek a výšek)  
v různém barevném provedení. Speciální  
upevňovací technika BMS systém  
uspoří až 30 % montážního času.

**Buderus Váš spolehlivý partner**

## **Buderus**

TEPELNÁ TECHNIKA

Buderus tepelná technika Praha s.r.o., oddělení Mkt, Korunní 26, 120 00 Praha 2  
Tel.: 02/2425 6263, 2425 4496, 2251 4007, 2251 4520, 2251 8669, Fax: 02/2425 2316  
e-mail: buderus@mbox.vol.cz



## Výrobce světového jména.

### Hořáky a topné systémy nejvyšší spolehlivosti.

Firma Weishaupt patří k vedoucím výrobcům plynových a olejových hořáků v Evropě. Podnik se sídlem v jižním Německu zaměstnává přes 3 000 zaměstnanců ve více než 40 zemích světa a definuje opětovně nové technické standardy. Díky svému výzkumnému a vývojovému institutu na straně jedné a svým moderním, racionálním výrobním metodám na straně druhé se firma Weishaupt podílí rozhodujícím způsobem na dalším vývoji spalovací techniky.

V centru zájmu stojí především kvalita, spolehlivost a bezpečnost: výrobky jsou na špičkové technické úrovni, určeny pro dlouhodobé nasazení a přitom mají estetický vzhled. Tyto vlastnosti jsou zajištěny použitím vysoce kvalitních materiálů a četnými výrobními kontrolami.

Vysoká účinnost hořáků Weishaupt nezajistí pouze optimální využití tepelné energie paliva, ale pomocí nízké spotřeby paliva i nízké provozní náklady.

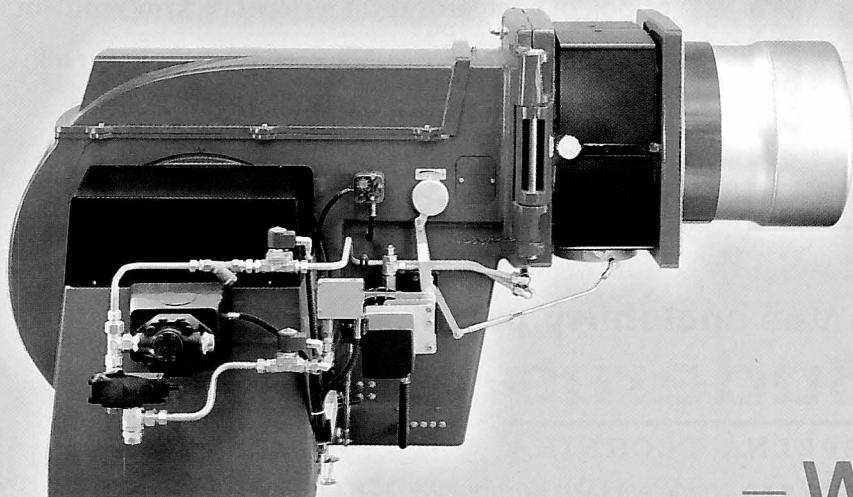
Hořáky Weishaupt jsou přizpůsobeny praxi: spolehlivé, úsporné, se snadnou montáží a přes to s velmi nízkou emisí škodlivých látek.

### **Weishaupt spol. s r.o.**

CZ - 140 00 Praha 4  
Vyskočilova 5A  
tel. (02) 6121 3302-3  
fax (02) 6121 3260

### **Weishaupt spol. s r.o.**

SR - 960 01 Zvolen  
nám. SNP 59  
tel. (0855) 532 1665  
tel. a fax (0855) 532 1365

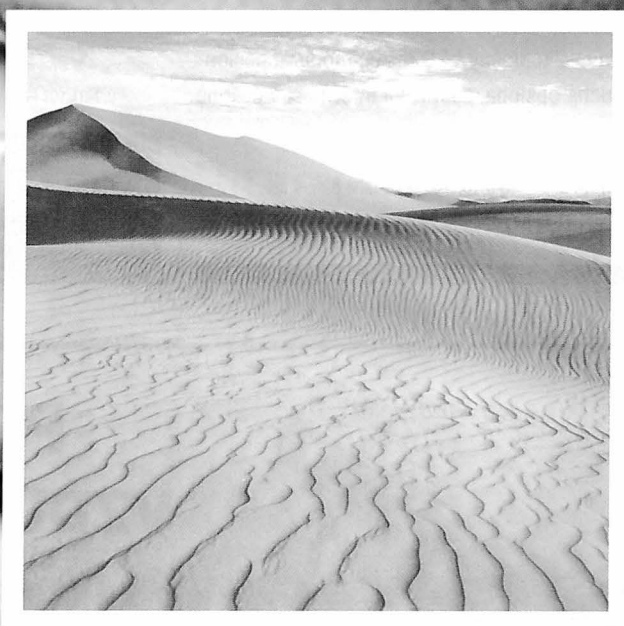


*Dvoupalivový hořák Weishaupt plyn /olej*

— weishaupt —  
Plynové a olejové hořáky

robatherm 

# ZKUŠENOSTI, INOVACE A KVALITA POTVRZUJÍ NAŠI KOMPETENCI



## VÝHRADNÍ ZÁSTUPCE PRO ČR

### centrála:

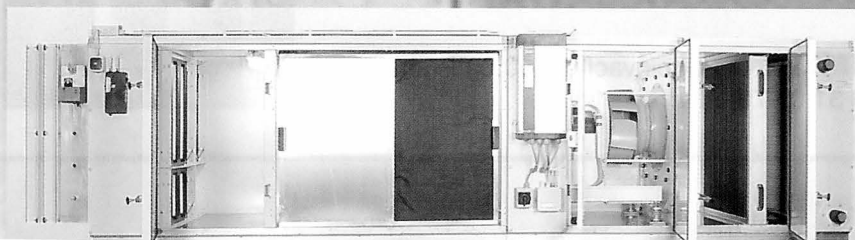
OK-Puls s.r.o., Ječná 29a, P.O.BOX 90, 621 00 Brno  
tel.: 05-72 64 313, 314, 315, tel./fax: 05-72 64 310 (zázn.), e-mail: ok-puls@ok-puls.anet.cz

### pobočka:

5. května 35, 140 00 Praha 4  
tel./fax/zázn.: 02-43 61 36, mobil. tel.: 0603-45 05 92, e-mail: ok-puls.praha@iol.cz

## VÝHRADNÍ ZÁSTUPCE PRO SR

OK-Puls Slovensko s.r.o., Galvaniho 12, 821 04 Bratislava  
tel./fax/zázn.: +421-7-43 41 50 55, mobil: +421-905-58 34 19



# Elektronický termostat equiflex<sup>®</sup> NRT 101



CE

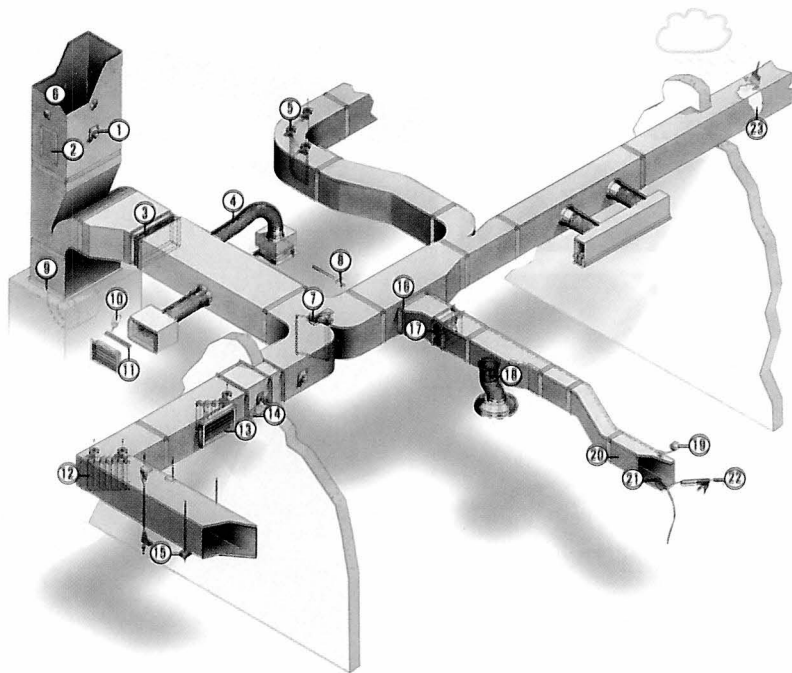
- Regulace teploty jednotlivých místností nebo bytů
- Ovládaní el. topení, kotlů, čerpadel nebo termických pohonů
- 3 nastavitelné teplotní stupně - redukovaný, normální a komfortní
- Týdenní program: 42 povelů pro teplotní stupně
- Roční program (dovolená, prázdniny) - 6 povelů
- Automatické přepínání letního/zimního času
- Integrovaná ochrana proti zamrznutí
- Přehledný velkoplošný LCD displej, moderní design
- Jednoduchá obsluha, zobrazení informací v češtině



NRT 101 F001

SAUTER AUTOMATION spol. s r.o. Pod Čimickým hájem 13 a 15, 181 00, Praha 8  
Tel.: 02/660 12 111, Fax: 02/660 12 221. E-mail: sauter@sauter.cz, Internet: <http://www.sauter.cz>

**SAUTER**  
Energy under control



## P O M O K VZDUCHOTECHNIKA

**P3ductal**  
preinsulated aluminium ducts system

System P3ductal je určený k výrobě izolovaných hliníkových rozvodů.

Jeho technické a konstrukční vlastnosti i náklady odpovídají potřebám projektování a výroby moderního vzduchotechnického zařízení.

### Nabízíme

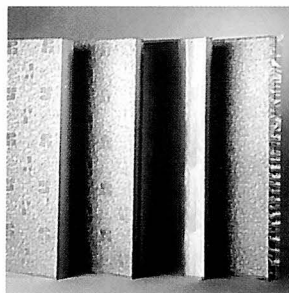
- panely (i do venkovního prostředí) • příslušenství • nářadí

### Zajišťujeme

- poradenství • podklady pro projektování • školení v tuzemsku
- výrobu a montáž VZT potrubí

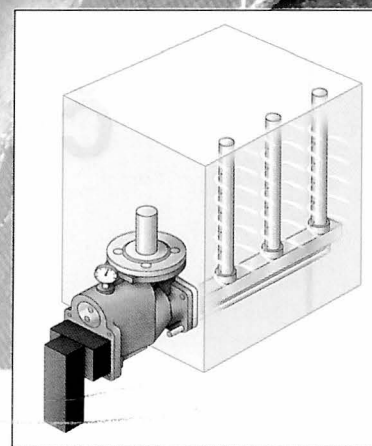
### Kontaktní adresa:

**POMOK - VZDUCHOTECHNIKA**, Spojovací 6, 190 00 Praha 9  
Tel./fax: (02) 683 41 68, 66 31 03 79





**Velký výkon za málo peněz!**



 **Flair**

**Condair, Defensor**

*kompletní sortiment  
komfortních a průmyslových  
zvlhčovacích systémů*

**Calorex**

*odvlhčování bazénů a staveb*

**DST Seibu Giken**

*adsorpční odvlhčovače*

**Novasina**

*přesné měření vlhkosti*

**THERMOSCREENS**

*vrátové a dveřní clony*

**ISOVEL**

*přesná klimatizace*

Vratislavova 4, 128 00 Praha 2, tel.: 02/ 299 566, 299 793, fax: 02/ 298 741  
e-mail: [flair@flair.cz](mailto:flair@flair.cz), <http://www.flair.cz>



SPOLEČNOST PRO TECHNIKU PROSTŘEDÍ



odborná výstava



vytápění, vzduchotechnika, sanita, regulace

**ČESKÉ BUDĚJOVICE**  
**12. - 15. 5. 1999**



uzávěrka přihlášek pro vystavovatele: 28. 2. 1999  
Garant: Ing. Michaela Krišťůvková - 038 / 7714210  
VÝSTAVIŠTĚ ČESKÉ BUDĚJOVICE a.s.  
Husova 523, 370 21 České Budějovice

PROBĚHNE SOUČASNĚ S VÝSTAVAMI STAVBA  
FOR ARCH JIŽNÍ ČECHY, COMPUTER, ELEKTRO

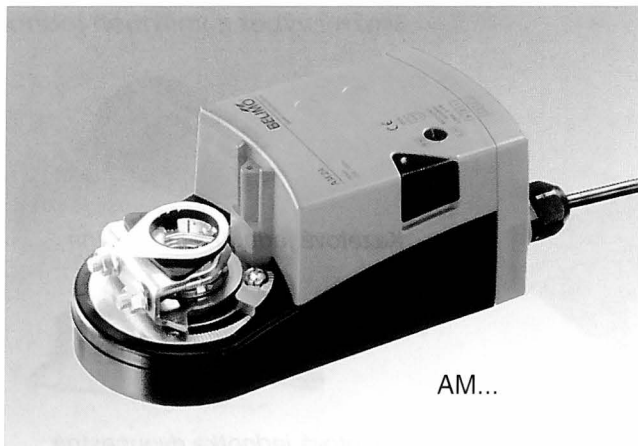
# MFT

BELIMO - řešení na míru

# BELIMO®

Servopohony pro vytápění,  
větrání a klimatizaci

Výrobky švýcarské firmy  
s certifikátem kvality  
podle ISO 9001



AM...

Servopohonu řady **AM...** s multifunkční technologií **MFT** bylo uděleno čestné uznání za nejlepší exponát na 5. Mezinárodním odborném veletrhu

**aqua-therm '98**

- SERVOPOHONY PRO VZDUCHOTECHNICKÉ A KLIMATIZAČNÍ KLAPKY
- SERVOPOHONY PRO POŽÁRNÍ A ODKUŘOVACÍ KLAPKY
- KOMPONENTY PRO REGULACI MNOŽSTVÍ VZDUCHU (VAV)
- SERVOPOHONY PRO TŘÍ A ČTYŘCESTNÉ SMĚŠOVACÍ ARMATURY A KULOVÉ VENTILY

Výhradní zastoupení pro ČR:

**BELIMO CZ**, Ing. Ivar Mentzl  
Charkovská 16, 101 00 Praha 10  
tel.: 02/71740523, 71740311;  
fax: 02/71743057  
E-mail: belimo@praha.czcom.cz  
Internet: www.belimo.org

**KORADO®**  
Česká Třebová

# TEPLO PRO VÁS

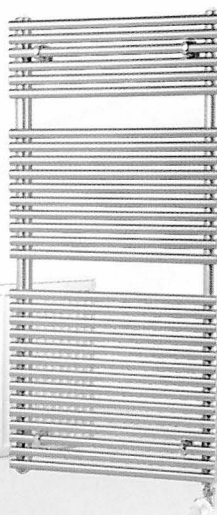
**KORALUX**  
Prisma Vertikal



**RADIK**



**KORALUX**  
Tubus



ARIO, v.o.s.  
Jičín  
Tel.: 0433/25 441  
Fax: 0433/25 441

České topcentrum,  
s.r.o.  
Pardubice  
Tel.: 040/631 05 57  
Fax: 040/37 462

EGERIUS GROUP,  
a.s.  
Cheb  
Tel.: 0166/43 35 18  
Fax: 0166/43 65 38

KOSKA  
Unhošť  
Tel.: 0312/69 74 31  
Fax: 0312/69 84 61

PRAMO 1. s.r.o.  
Česká Třebová  
Tel.: 0465/53 31 09  
Fax: 0465/53 31 09

THERM PLUS, s.r.o.  
Liberec  
Tel.: 048/513 00 95-6  
Fax: 048/513 00 95-6

THYSSENSCHULTE,  
s.r.o.  
Praha 10  
Tel.: 02/67 107 380  
Fax: 02/71 76 12 31

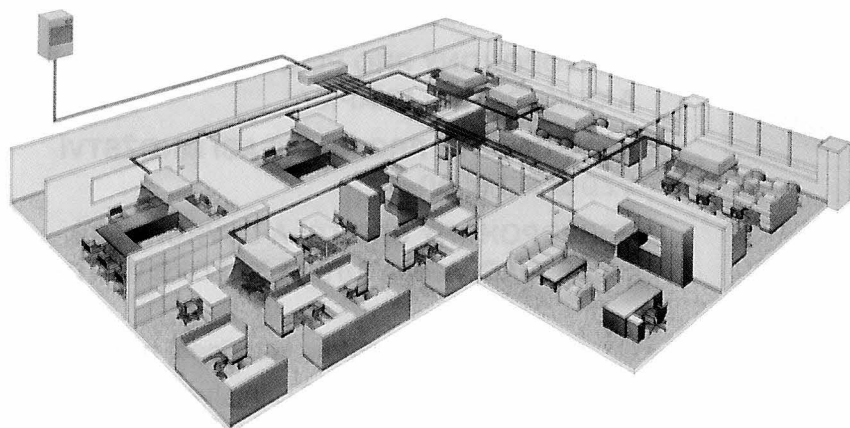
I.TOPCENTRUM,  
s.r.o.  
Praha - Chrásťany  
Tel.: 02/90 02 85 54  
Fax: 0311/67 09 53

VANĚK, s.r.o.  
Praha 4  
Tel.: 02/449 122 96  
Fax: 02/449 122 96

**KORADO**, a.s., Bří Hubálků 869, 560 02 Česká Třebová, Tel.: 0465/506 111, Fax: 0465/533 126  
Infoline: 0800/111 506, e-mail: korado@ct.anet.cz, http://www.korado.cz

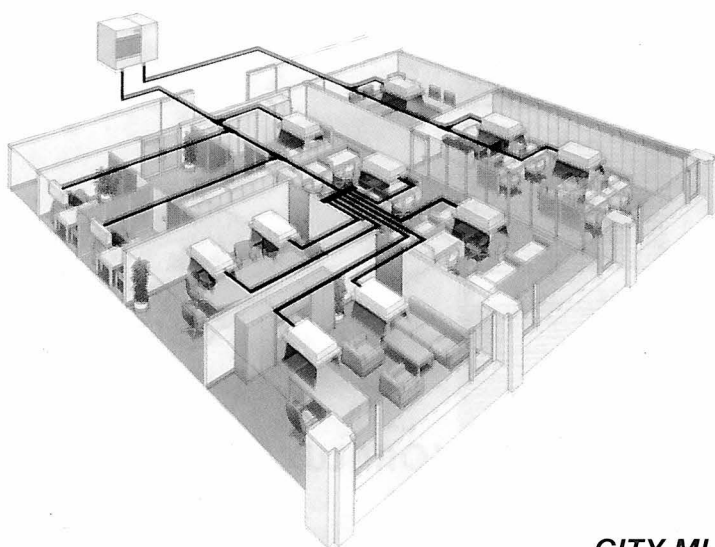
## Klimatizační zařízení budoucnosti pro budovy dneška

### Možný výběr z vnitřních jednotek



#### CITY MULTI R2

- První celo - dvoutrubkový systém umožňující současný režim chlazení/topení u vnitřních jednotek se zpětným využitím tepelné energie
- Možnost připojení až deseti vnitřních jednotek na jednu venkovní jednotku
- U obou systémů výběr z osmi druhů vnitřních jednotek ( celkem 42 typů )
- Možnost výběru chladiva R 407C nebo R 22

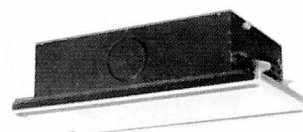


#### CITY MULTI Y

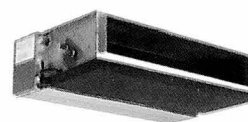
- Celoroční provoz
- Vysoká flexibilita systému
- Jednoduchá projekce a návrh
- na jednu venkovní jednotku lze připojit až 16 vnitřních jednotek



Kazetová jednotka čtyřcestná



Kazetová jednotka dvoucestná



Jednotka do vzduchotechniky



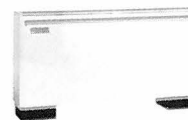
Podstropní jednotka



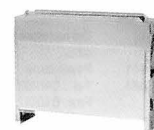
Malá nástěnná jednotka



Velká nástěnná jednotka



Parapetní jednotka s krytem



Parapetní jednotka pro zakrytování

Bližší informace i u regionálních dealerů

Masarykovo nám. 1544,530 02, Pardubice, tel.:040/671 04 64, fax:040/671 04 62,E-mail: mtech @ mtech.cz

# Intergas 99

## 8. mezinárodní plynárenský veletrh

4. - 6. 5. 1999

Praha, Výstaviště

- \* distribuce plynu \* domovní a komunální plynové instalace, nové materiály a konstrukční metody
- \* měřicí a regulační systémy \* spotřebiče pro komunální sféru
  - \* zářiče \* plynové hořáky \* průmyslové pece
- \* průmyslové armatury \* plynové motory a turbíny pro kogeneraci
- \* příklady použití kogenerace \* technika k omezování tvorby NOx
- \* zásobníky a distribuce LPG \* projektování, servisní a montážní činnost
  - \* spotřebiče na LPG pro domácnost a volný čas
- \* plynárenské transportní a distribuční podniky \* antikorozi ochrana
- \* nářadí, technická zařízení a mechanizace pro stavby v plynárenství
  - \* odborná sdružení a asociace, odborný tisk
  - \* plyn pro pohon automobilů

Pořadatel :



Osadní 26, 170 04 Praha 7

Tel./Fax: 02 / 80 64 89, 80 93 88

Fax: 02/ 80 19 61

url: <http://www.arrowtrade.cz> e-mail: [expo@arrowtrade.cz](mailto:expo@arrowtrade.cz)

Odborný garant:

**Český plynárenský a naftový svaz**

**KEBEK s.r.o.**  
Pražská 5382, 430 01 Chomutov  
Tel.: ++420 396 63 11 11  
Fax: ++420 396 65 19 19

**KEBEK Slovakia, s.r.o.**  
Komárňanská 24, 821 05 Bratislava  
Tel.: ++421 7 534 18 873 - 5  
Fax: ++421 7 534 18 874

[www.kebek.cz](http://www.kebek.cz)



## PRO VÝROBNÍ I MONTÁŽNÍ FIRMY Z OBORU VZDUCHOTECHNIKY A KLIMATIZACE

### Vzduchotechnické příruby

- přírubové lišty GEBHARDT - STAHL
- kruhové příruby
- příslušenství pro výrobu VZT potrubí

### Stavebnicové systémy

- regulační klapky, protidešťové žaluzie
- polotovary pro výrobu tlumících vložek
- kulisy tlumičů hluku, ohebné potrubí

### Závěsová technika

- kompletní sortiment závěsových prvků  
pro montáž všech typů VZT potrubí

### Kotevní technika

- hmoždinky a kotvy do všech stavebních hmot

### Spojovací materiál

- široká nabídka šroubů, matic, podložek atd.

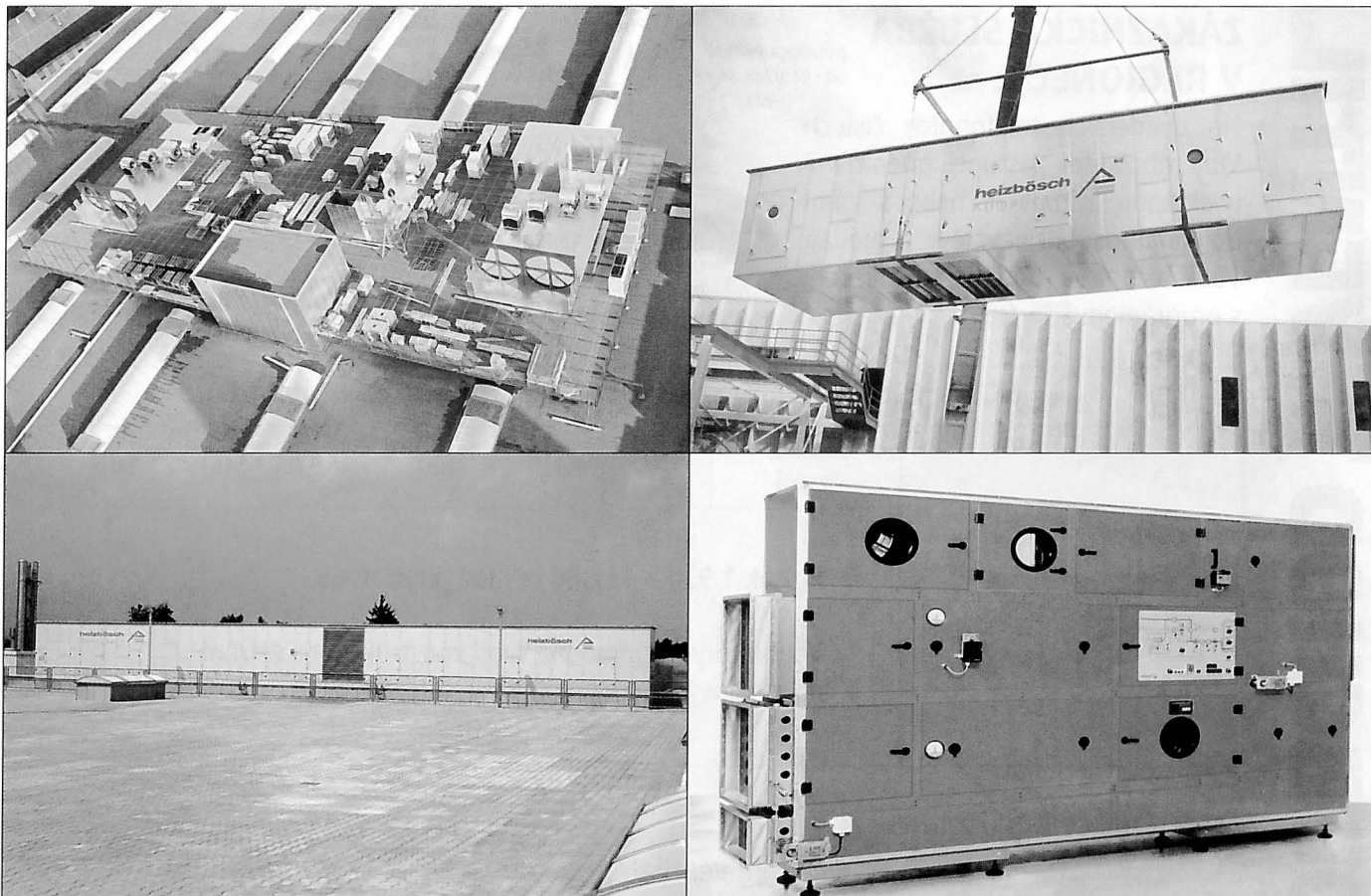
### Těsnící materiál

- samolepící těsnění (VITOLEN)
- utěšňovací pásy
- akrylátové a silikonové tmely



# heizbösch - inovační klimatizační technika

## Šitá na míru šetří energii a chrání životní prostředí



■ Inovační klimatizační technika spadá do kompetence firmy heizbösch.

### Charakteristika jednotek heizbösch-MODLAIR:

■ **Bezrámová samonosná stavebnicová konstrukce** umožňuje přizpůsobit velikost a tvar jednotek prostorovým poměrům stavby.

■ **Seriově zcela hladké vnitřní plochy** odpovídají požadavkům na hygienické provedení a čisté prostory; přispívají rovněž ke snížení příkonu elektromotorů.

■ **Korozivzdorné sendvičové stěnové panely** s optimální izolací z tuhé pěny bez obsahu FCKW zajišťují trvalou a velmi dobrou zvukovou a tepelnou izolaci.

### ■ 3 způsoby dodávky a montáže:

- dodávka vcelku i velkých centrál
- dodávka po komorách dle montážního otvoru
- dodávka zcela demontované jednotky a montáž na místě.

■ **Vzduchové výkony** od 500 - 500.000 m<sup>3</sup>/h a více.

**heizbösch Klimatizace**  
FN v Motole  
V Úvalu 84  
150 18 PRAHA 5 - MOTOL  
Tel. 02 / 244 36 060  
Fax 02 / 244 36 061

**heizbösch Klimatizace**  
Rapotín 409  
788 13 Šumperk 4  
Tel./Fax 0649 / 21 10 31

**heizbösch**  
Klimatizace 

Bösch spol. s r. o.  
Technika pro objekty  
Ústředí  
Heršpická ul. 6, 656 19 Brno  
Tel. 05 / 432 17 496  
Fax 05 / 432 17 497



Boleslavova 15, Praha 4  
 tel.: 02/692 46 02, 692 45 54  
 fax: 02/692 36 87  
<http://www.elektrodesign.cz>  
 e-mail: elektrodesign@elektrodesign.cz

## ZÁKAZNICKÁ SLUŽBA V REGIONECH:

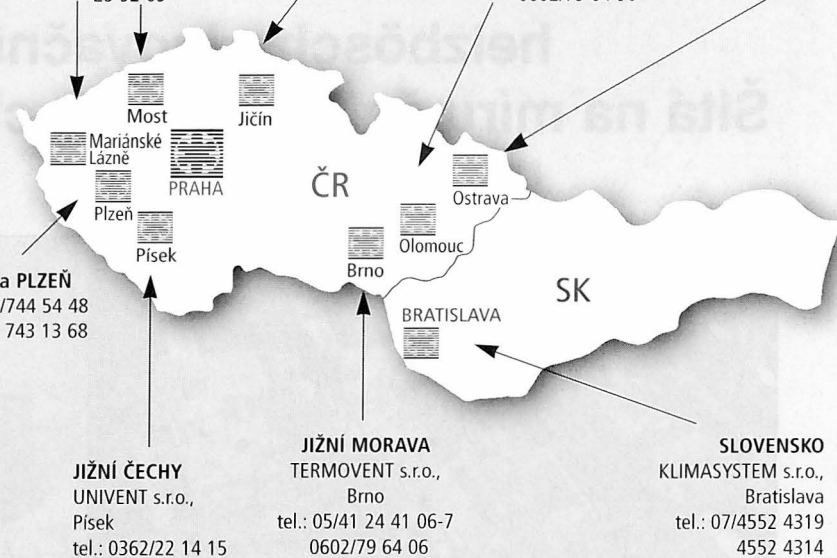
Na uvedených telefonních číslech Vám obchodní zástupci operativně poskytnou informace nebo s Vámi dojednájí osobní návštěvu a předají Vám technické podklady a diskety s programem **ED 99**.

ZÁPADNÍ ČECHY  
 tel.: 0602/34 11 16  
 25 92 05

SEVERNÍ ČECHY  
 tel.: 0602/71 59 99

pobočka OLOMOUC  
 tel.: 068/542 26 23  
 0602/79 64 96

SEVERNÍ MORAVA  
 tel.: 0602/71 59 15



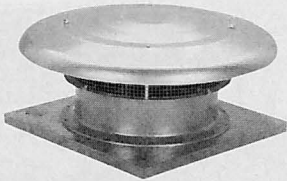
pobočka PLZEŇ  
 tel.: 019/744 54 48  
 743 13 68

JIŽNÍ ČECHY  
 UNIVENT s.r.o.,  
 Písek  
 tel.: 0362/22 14 15

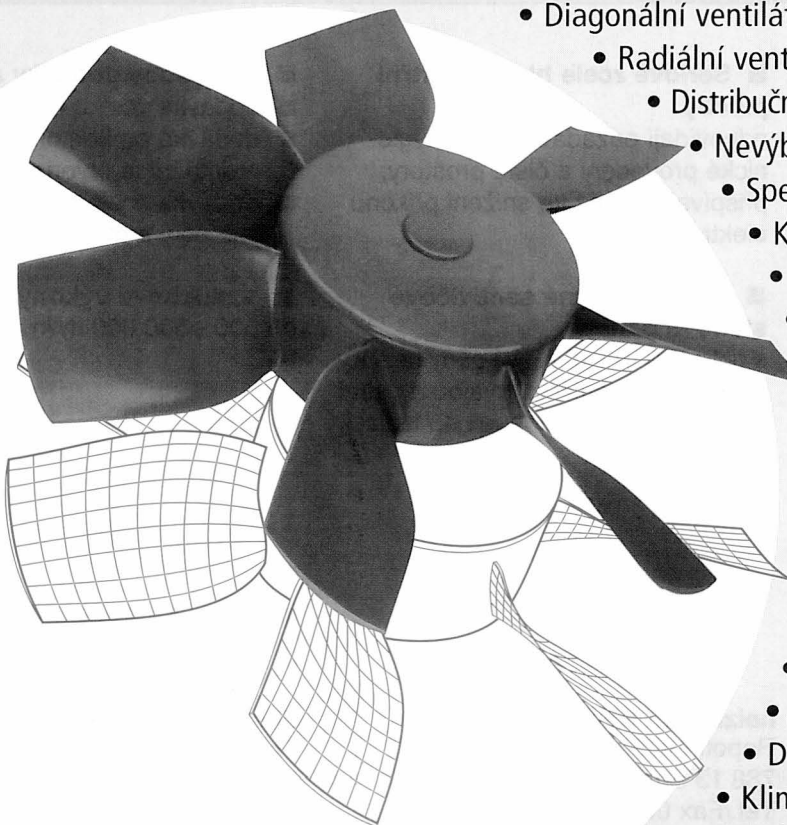
JIŽNÍ MORAVA  
 TERMOVENT s.r.o.,  
 Brno  
 tel.: 05/41 24 41 06-7  
 0602/79 64 06

SLOVENSKO  
 KLIMASYSTEM s.r.o.,  
 Bratislava  
 tel.: 07/4552 4319  
 4552 4314

### HCTB, HCTT – axiální střešní ventilátory pro přívod a odvod

|  | řada Ø [mm]   | 315 | 355 | 400 | 450 | 500 | 560 | 630 |
|--|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|  | <p>Průtok 1.930 – 15.300 m<sup>3</sup>/hod. Krytí IP 65.</p> <p>Ventilátory jsou vhodné svojí konstrukcí pro větrání průmyslových hal, provozoven a bazénů.</p> |     |     |     |     |     |     |     |

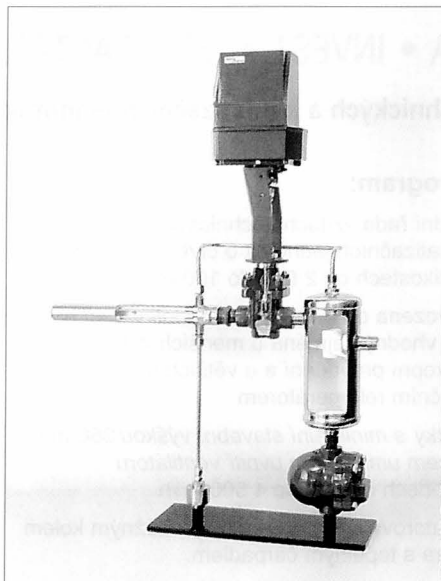
### DODÁVANÝ SORTIMENT:



- Axiální ventilátory
- Diagonální ventilátory
- Radiální ventilátory
- Distribuční elementy pro přívod a odvod vzduchu
- Nevýbušné ventilátory
- Speciální ventilátory
- Kyselinovzdorné ventilátory
- Vysokotlaké ventilátory
- Kouřové a spalinové ventilátory
- Tlumiče hluku
- Regulátory otáček
- Mikroprocesorové regulátory pro VZT
- Ventilátory pro požární větrání
- Elektrické a vodní ohřivače vzduchu
- Tvarovky
- Flexo hadice a potrubí
- Rekuperační jednotky
- Akumulační zákryty
- Dveřní a vratové clony TTL
- Klimatizační jednotky CIAT
- Chladicí jednotky CIAT



# PARNÍ ZVLHČOVAČE S PŘÍMÝM VSTŘÍKEM PÁRY



- Dodávka suché páry bez nebezpečí kontaminace bakteriemi Legionella.
- Rychlé smísení páry a vzduchu při minimálním nárůstu teploty vzduchu.
- Malá, lehká a kompaktní konstrukce zvlhčovače, která snižuje náklady na montáž.
- Široká řada typů zvlhčovačů.
- Jednoduchá konstrukce z kvalitní nerez oceli.
- Minimální počet pohyblivých částí zvlhčovače, který vyžaduje minimální údržbu.
- Tichý provoz zvlhčovače.

SPIRAX SARCO garantuje konzultace, technickou pomoc a servis.

**TRADIČNÍ KVALITA ZA DOBRÉ CENY !**

- Regulační ventily • Zvedače kondenzátu • Regulační ventily • Regulační ventily EL, PN • Uzavírací armatury • Filtry • Separátory, injektory, difuzory, odvzdušňovače a zavzdušňovače • Mezipřírubové zpětné ventily • Měření tepla v páře a kondenzátu (i mezipřírubové průtokoměry) • Armatury pro přístrojový vzduch • Armatury pro čistou páru •



Certificate No. FM163

## spirax/sarco

SPIRAX SARCO, spol. s r.o.

V Korytech (areál nákladového nádraží ČD), 100 00 Praha 10 - Strašnice  
Tel.: (02) 782 28 03, 781 02 22, 781 05 21, Fax: (02) 781 80 51

## Klimatizace Brno spol. s r.o. nabízí:

### Divize vzduchotechnika

- zhotovení projektové dokumentace
- kompletní dodávky vzduchotechniky
- kompletní dodávky M a R vč. elektro
- zaregulování systémů, revize, zkoušky

### Divize klimatizace - Panasonic

- vypracování projektové dokumentace
- kompletní dodávky, instalace, servis klimatizačních jednotek Panasonic
- mobilní klimatizační jednotky Rowenta
- zvlhčovače a odvlhčovače vzduchu
- výrobky studené vody

KLIMATIZACE BRNO spol. s r.o., Horní 32, 639 00 Brno  
tel./fax: 05 / 43210034, tel./fax: 05 / 43211224

**KLIMATIZACE**  
BRNO s.r.o.

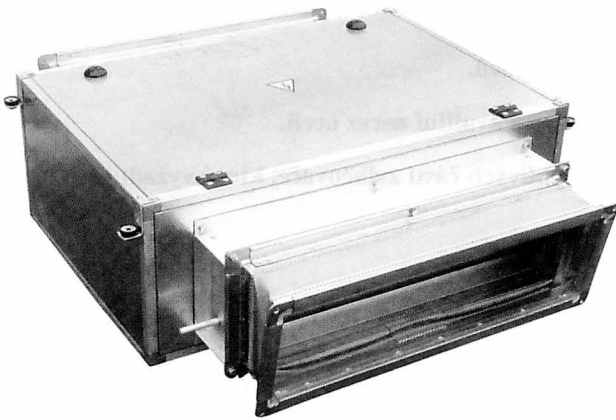


# Panasonic



Jan HŘEBEC • CLIMA • INVEST • CONTRACTOR

Český výrobce vzduchotechnických a klimatizačních jednotek



Kromě výrobků, uvedených v katalozích, *můžeme dodat nejen atypické sestavy, ale i atypické rozměry* jednotlivých komor.

Při úzké transportní cestě mohou být jednotlivé komory dopraveny na stavbu v rozebraném stavu a našimi pracovníky smontovány na místě.

Technická podpora:

Katalogy a návrhový software obdržíte na adrese:

**C.I.C. Jan Hřebec**

**Štefánikova 48, 150 00 Praha 5**

**Tel.: (02) 57 32 00 66, 57 32 71 41, 57 32 71 34**

**Fax: (02) 57 32 36 25**

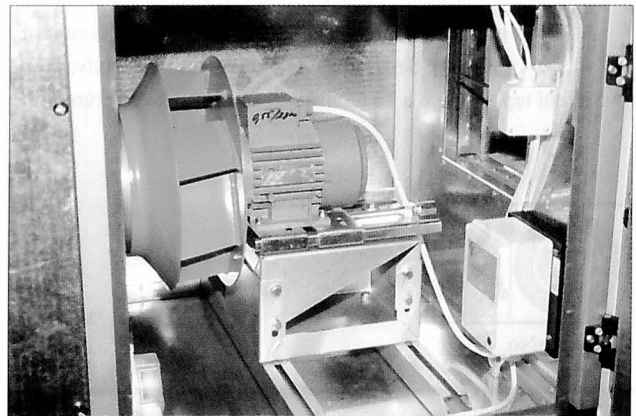
#### Náš výrobní program:

**Řada H** - základní řada vzduchotechnických a klimatizačních jednotek o čtvercovém průřezu ve velikostech od 2 000 do 100 000 m<sup>3</sup>/h

**Řada HL** - je odvozena od řady H, ale *jednotky mají nižší profil*, vhodný zejména u menších výkonů pro podstropní provedení a u větších pro sestavy s rotačním rekuperátorem

**Řada HLX** - jednotky s *minimální stavební výškou 350 mm, motorem umístěným uvnitř ventilátoru* o výkonech od 500 do 4 500 m<sup>3</sup>/h

**Novinky** - ventilátorová komora s volným oběžným kolem  
- komora s tepelným čerpadlem.



## Jste moderní podnik se zájmem o ekologii, úsporu paliv, efektivity výroby a přesto máte pocit, že Vám stále *něco* chybí?

**R** - rozhodně Vám ušetří 40 až 70 % paliva

**A** - aktivováno zemním plynem, svítiplynem a propanbutanem

**D** - dodává se ve tvarech „I“ „L“ „U“ o výkonu 10 až 40 kW

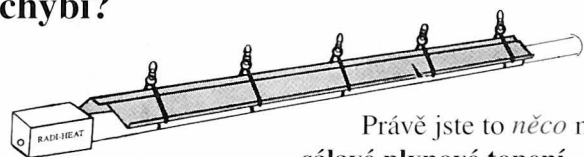
**I** - investiční náklady poklesnou o 60 %

**H** - haly mohou být vytápěny celoplošně či lokálně

**E** - eliminuje se proudění vzduchu a roznášení prachu

**A** - abnormální dlouhá životnost s minimální údržbou

**T** - technologie provozu topení je ekologicky nezávadná



Právě jste to *něco* našli  
- sálavé plynové topení

# RADI-HEAT®

Výroba, prodej, servis, montáž, bezplatné poradenství:

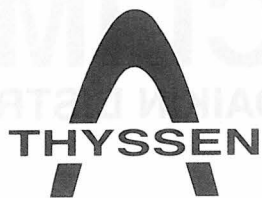


**UNIQ** spol. s r.o.

první výrobce sálavého plynového vytápění v ČR

Petrovická 4, 403 40, Ústí nad Labem

Tel/Fax: 047 - 560 10 97,



## THYSSEN SCHULTE s.r.o.

Váš odborný velkoobchod a maloobchod  
Thyssen Schulte spolehlivý partner  
Nabízíme vše pro instalátory, stavební a montážní firmy,  
obchodníky, konečné zákazníky.

**samoobslužný prodej kompletního sortimentu  
dovoz zboží v předem určeném termínu  
poradenství**

- topení • sanita • klimatizace •
- prvky pro inženýrské sítě •

**V RÁMCI NAŠÍ SORTIMENTNÍ NABÍDKY  
cca 20 000 POLOŽEK UVEDENÝCH OBORŮ  
VÁM RÁDI ZAJISTÍME:**

- Kompletní program dodávek pro topení a sanitu
- Pohodlný, praktický, moderní a rychlý nákup  
v samoobslužném skladě
- Poradenský servis našich kvalifikovaných odborníků.
- rozvoz materiálu podle přání zákazníka.

### PRAHA - Thyssen Schulte s.r.o.

areál PSP, pošt. příhrádka 53  
Nad Vršovickou horou 88/4, 101 00 Praha 10  
Tel.: (02) 671 07 380 - 67107 382, 671 07 371  
Fax: (02) 71 76 12 31, 671 07 385  
Stálá výstava koupelen:  
Bělehradská 124, Praha 2, Tel.: (02) 25 10 02, Fax: (02) 25 89 59

### HRADEC KRÁLOVÉ - Thyssen Schulte s.r.o.

areál VOS (bývalá STS), Bratří Štefanů 499, 500 03 Hradec Králové  
Vytápění: Tel: (049) 541 01 57 Fax: (049) 541 01 52  
Inženýrské sítě: Fax: (049) 541 04 19  
Tel.: (049) 575 41 98, 575 41 99

*stálá výstava koupelen*

### Středisko inženýrské sítě Hradec Králové

Tel.: (049) 575 41 99, Fax: (049) 541 04 19

### PLZEŇ - Thyssen Schulte s.r.o.

areál bývalé Mototechny  
Slovanská alej 24, 317 05 Plzeň  
Tel.: (019) 74 46 494, 74 46 968, Tel./Fax: (019) 74 47 939

### KARLOVY VARY - Thyssen Schulte s.r.o.

areál firmy Varbyt  
Stará Kysibelská 583, 360 09 Karlovy Vary  
Tel.: (019) 32 30 140, 32 30 141, 32 30 143, Fax: (019) 32 30 142

*stálá výstava koupelen*

### Vzorková prodejna Brno

Palackého 30, Brno  
Tel.: (05) 49 21 14 13, Tel./Fax: (05) 41 24 08 47



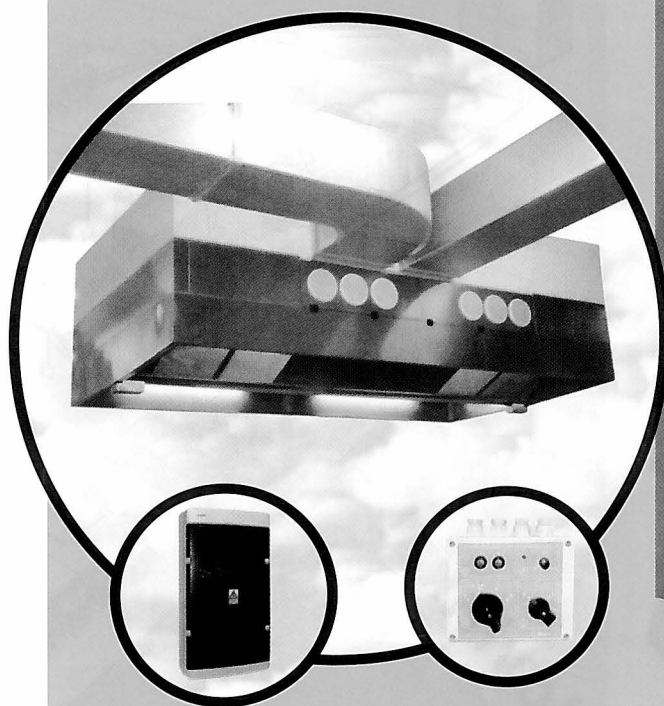
*Vyzkousejte si nás  
- vyplátí se Vám to!*

*Tešíme se na Vaši návštěvu a spolupráci!*



## KUCHYŇSKÉ DIGESTOŘE

### s rekuperací tepla



**DiNER**

**REKUPERACE = úspora až 70 % energie při větrání  
kuchyňských provozů**

**NEJLEVNĚJŠÍ ENERGIE = rekuperací ušetřená**

účinnost rekuperace až 68 % • celonerezové provedení  
[AISI 304] • odtah i přívod větracího vzduchu v jediné  
sestavě • standardně osazeno osvětlením a by-passem  
• provedení středové S, nástěnné N • volitelně indukční  
přívod - snížení výkonu až o 25 % • volitelně komfortní  
automatická regulace výkonu • lze i provedení bez  
rekuperace - STANDARD • skupinové sestavy digestoří  
s kaskádovým řízením



Hlavní cena "Nejlepší exponát" na prestižních výstavách  
PRAGOTHERM | Splnění požadavků "hygienického  
provedení" pro zdravotnictví a další provozy se zvýšeným  
nárokem na čistotu prostředí | Rozsáhlá servisní síť po  
celém území ČR a SR

**Atrea®**

Atrea s. r. o., Masná 5, 466 01 Jablonec n. N.  
Tel./fax: 0428 / 312074, 312075, 312076  
E-mail: atrea@atrea.cz, internet: www.atrea.cz

**DAIKIN**

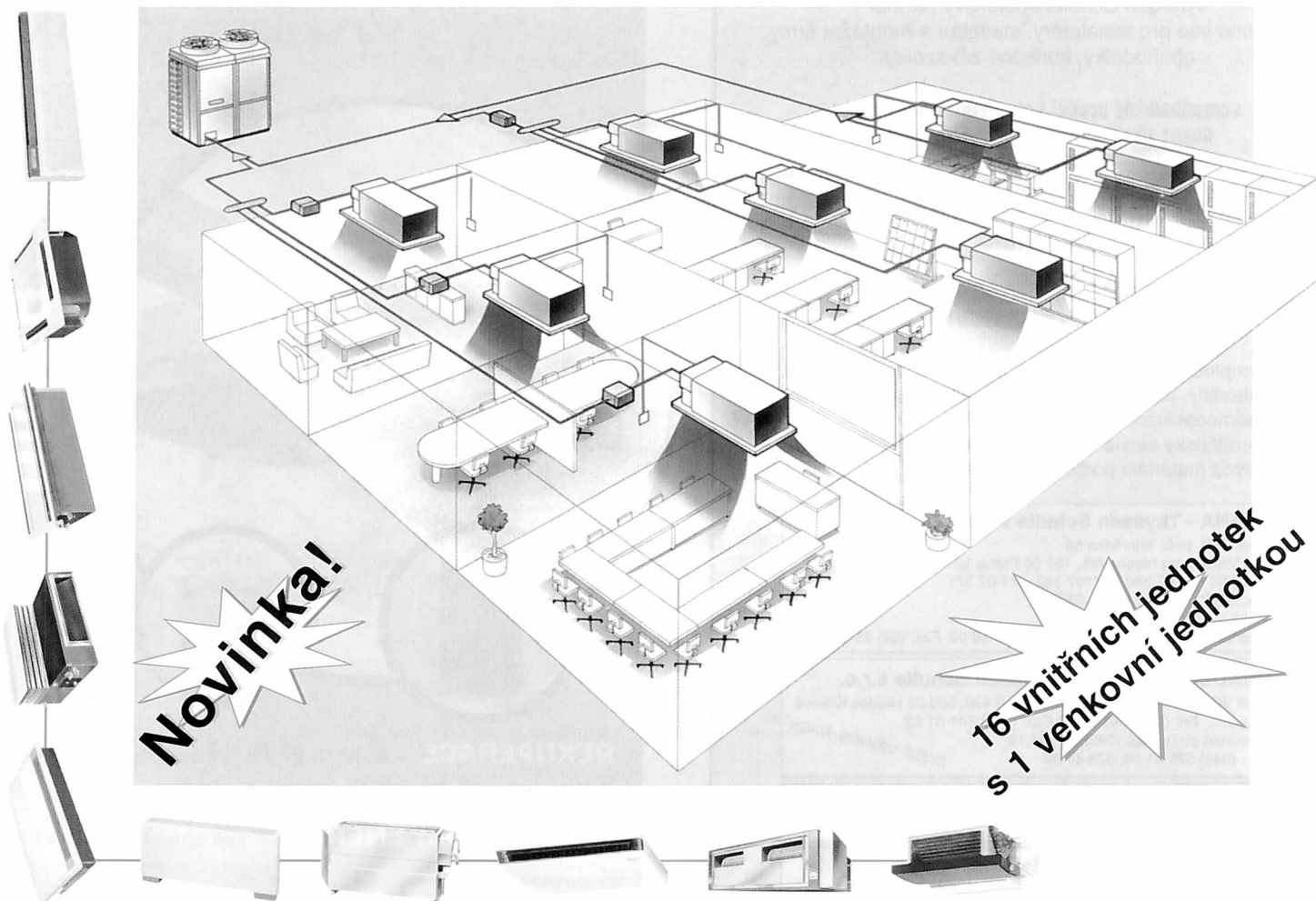
# VRV

# CLIMEX

DAIKIN DISTRIBUTOR

AIR CONDITIONERS

## Air Conditioning

**Novinka!****16 vnitřních jednotek  
s 1 venkovní jednotkou**

- 60 možných velikostí
- 10 různých provedení
- možnost vyhřívání nebo chlazení
- technologie inverter
- až 21 kapacitních stupňů
- účinné topení až do  $-15^{\circ}\text{C}$  venkovní teploty

- dálkové ovládání
- provedení s R 22 a R 407C
- BMS systém
- čerstvý vzduch prostřednictvím rekuperační jednotky

prodáno v Evropě

# 32.500

venkovních jednotek  
z a o b d o b í  
od 1972 do 1/1998

# R22

**záruka  
3 roky**

CLIMEX spol. s r.o.,

Blanická 25, 121 20 Praha 2, tel.: 02/22251151, tel./fax: 02/22252103

# Parní zavěšené sálavé panely v průmyslových halách – (II.)

## Radiant heating panels in steam systems – (II.)

Ing. Miroslav KOTRBATÝ  
soukromý podnikatel

Recenzoval  
Doc. Ing. Karel BROŽ, CSc.

Článek uvádí typická zapojení a pravidla pro projektování zavěšených sálavých panelů ve výrobních halách, kde nositelem energie v primární síti je pára. Uvádějí se i praktické příklady zapojování a rozmístování otopné plochy.

**Klíčová slova:** pára, vytápění, předávací stanice, sálavé panely

The paper presents typical applications and design rules for hydronic radiant heating panels in industrial halls, where steam is used in primary energy system. Practical examples of connections and location of panels are given.

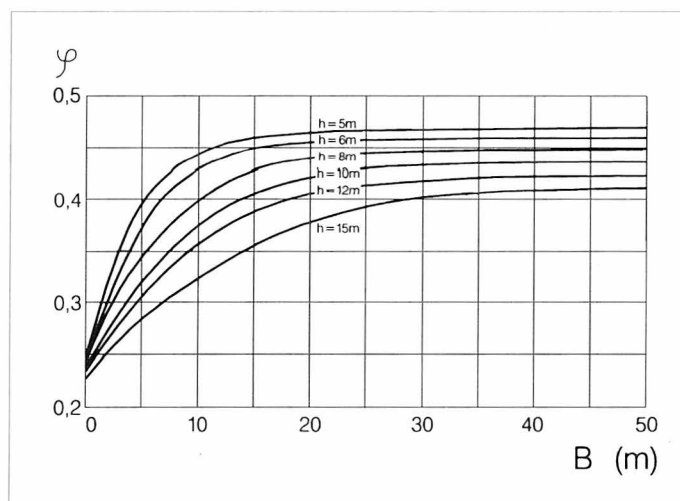
**Key words:** steam, heating, heat interchange station, radiant heating panels

Zavěšené sálavé panely jsou všeobecně známá otopná soustava pro průmyslové haly a jiné velkoprostorové objekty. Jako základní teplotonosná látka se používá teplá nebo horká voda. V systémech parních se doporučuje přejít na vodu v předávací stanici pára – voda (viz VVI 1/99, Kotrbatý: *Sálavé panely v parních soustavách*). Jako další možné řešení je přímé použití páry. Její specifické vlastnosti a v návaznosti odvod a vychlazování kondenzátu podstatně ovlivňují technické řešení celé soustavy. Odvození jednotlivých prvků a skupin, které zajistí hospodárný a bezporuchový provoz, ukáže příklad.

### 1. ROVNOMĚRNOST VYTÁPĚNÍ

Dosažení rovnoměrnosti vytápění po celé ploše haly je úkol velmi důležitý. Podstatný vliv má velikost sálavé otopné plochy jednotlivých otopných pásů, jejich rozmístění a způsob zapojení. Při rovnoměrném rozmístění sálavé otopné plochy a stejně při teplotě povrchu dochází k rozdílnému poměru osálení a tím také k rozdílné dodávce tepla v okrajových a vnitřních částech objektu. Na obr. 1 a 2 jsou znázorněny poměry osálení při různých šířkách hal. Je samozřejmé, že vliv poměru osálení a rovnoměrného rozložení otopné plochy platí i ve směru podélném. Negativně působí i chladný obvodový plášť, okna a vstupní otvory. Jako příklad řešení byla použita čtyřlodi halová šířky 4 × 18 m, délky 48 m se sociálně administrativním přístavkem podél delší strany objektu.

Ve směru příčném se negativní vliv rozdílného poměru osálení a vliv obvodové stěny kompenzuje širšími panely (6 modulů, resp. 5 modulů). Ve vnitř-



Obr. 2 Poměry osálení při rovnoměrném rozložení panelů v širokých halách

ních výrobních lodích jsou navrženy pásy se čtyřmi moduly. Zde se nabízí porovnání obr. 2 s počtem modulů v jednotlivých pásích.

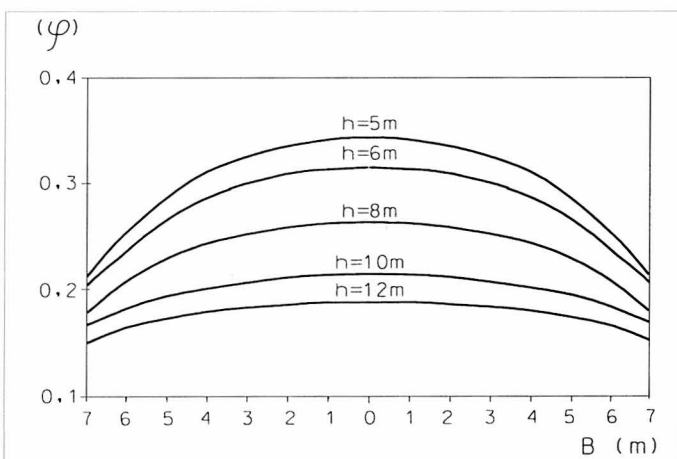
Ve směru podélném je třeba koncové panely rozšířit (zdvojit) v délce, která souvisí s provedením obvodového pláště čelní stěny. Přibližně: bez vrat 6 m, s vraty 12 m. Příklady jsou uvedeny na obr. 3 a 4. Počet modulů je opět vyznačen (13, 10, 9). V případě, že při vstupu páry do panelů není situován přístavek, je třeba i na této straně rozšířit panely (obr. 4).

Pro zvýšení efektivity vytápění se pod střešní plášť mohou instalovat vířivé ventilátory Eco Fan. Při obvodových stěnách postačí ventilátory se zimmím provozem (1) uvnitř objektu s ohledem na potřebné provětrání této části v období letním ventilátory s reverzním provozem (2) odvod vzduchu mimo objekt.

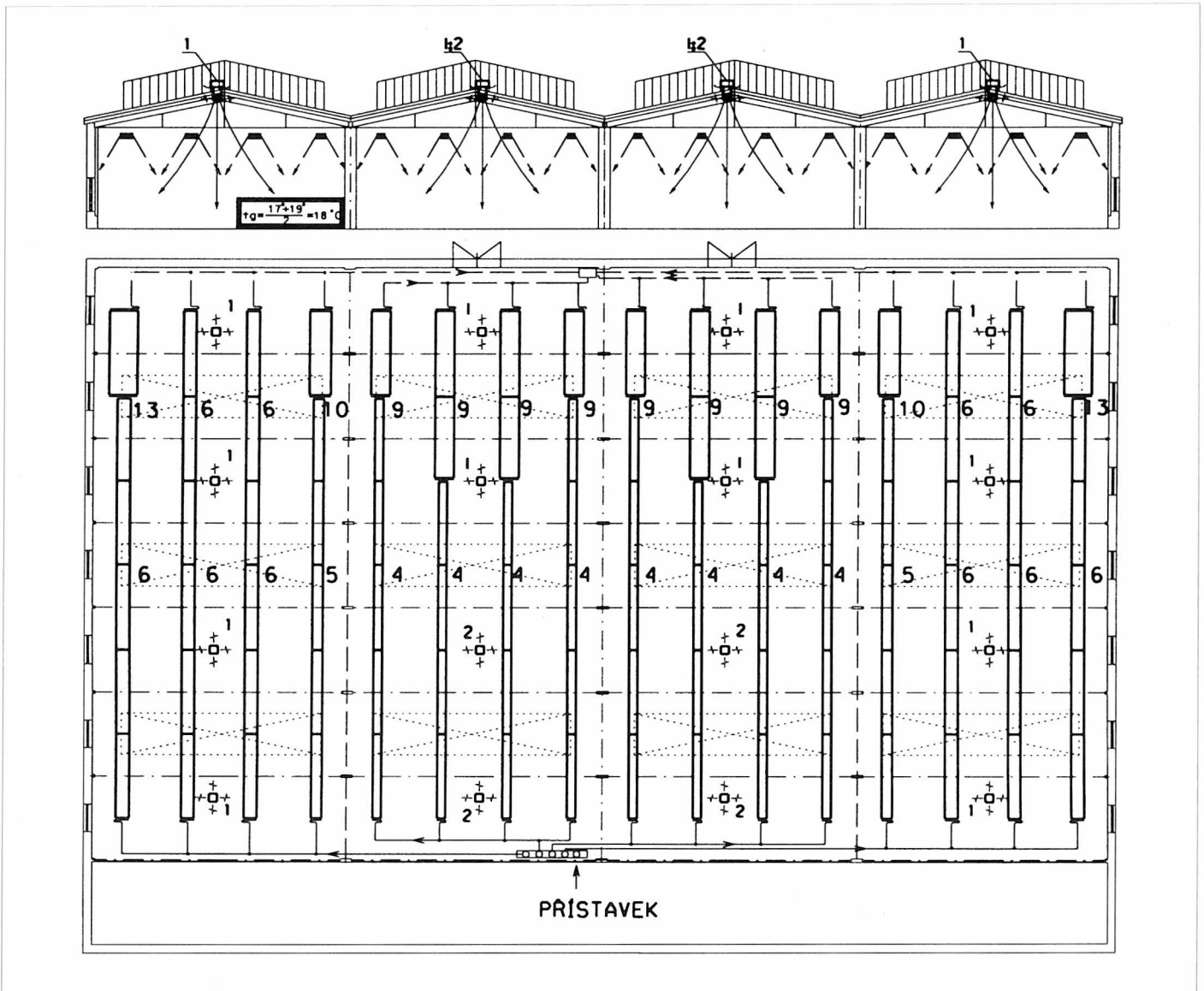
### 2. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ SOUSTAVY

Při návrhu rozmístění jednotlivých pásů, jejich situování do prostoru, připojení na parní rozvod a odvod kondenzátu musí být respektovány následující podmínky:

- od místa napojení odbočky pro sálavý pás musí být jak panely, tak i rozvod páry a kondenzátní potrubí spádováno ve směru toku až do sběrné nádrže v rozmezí 3 až 5‰.



Obr. 1 Poměr osálení při rovnoměrném rozložení panelů v úzkých halách



Obr. 3 Rozmístění sálavých pásů s koncovými rozšířeními panely při vstupu kondenzátu z panelů – v čele je situován přístavek  
4, 5, 6, 9 10 a 13 – počet modulů v sálavém panelu  
1, 2 – vířivé ventilátory

b) V žádném místě soustavy – rozvod (přípojka), panely, sběr kondenzátu – nesmí zůstat při odstavení kondenzát tak, aby při opětném uvedení do provozu proudila pára nad ním. Zabraňuje se tím tlučení při náběhu soustavy.

Na obr. 5 je vyznačeno v příčném i podélném pohledu technické řešení zapojení s vyznačením jednotlivých přechodných prvků. Doporučuje se připojovat jednotlivé pásy na parní rozvod zespodu a opatřit tuto přípojku uzavírací armaturou, která slouží pro odstavení pásu. Je však na uvážení, zda místo armatury která musí být pravidelně udržována (minimálně 1 × za půl roku několikrát uzavřít a otevřít aby se zabránilo zarůstání), osadit přírubový spoj. V případě poruchy je pak možné mezi příruby vložit plnou mezistěnu a provést opravu.

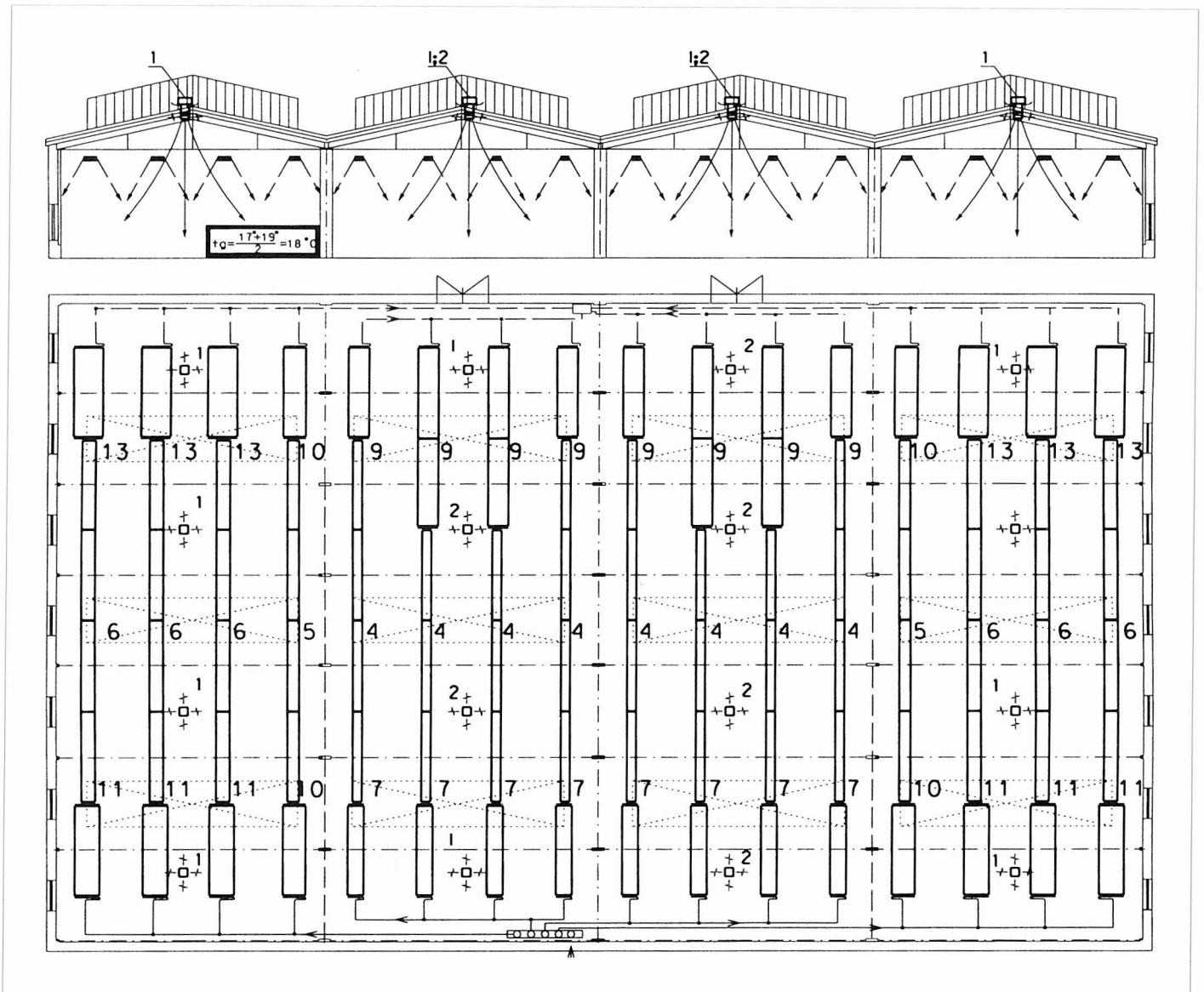
Napojení pásu je řešeno smyčkou PS 5/4" (7 × 28/2,6 L) obr.6, která má za úkol kompenzovat roztahování pásu a zabezpečit přímý odvod kondenzátu vzniklého při zatápění v parním rozvodu a přípojce. Všechny tři prvky jsou

navrženy v souladu s požadavkem spádování min. 3% až 5% a vyprázdnění soustavy při odstavení.

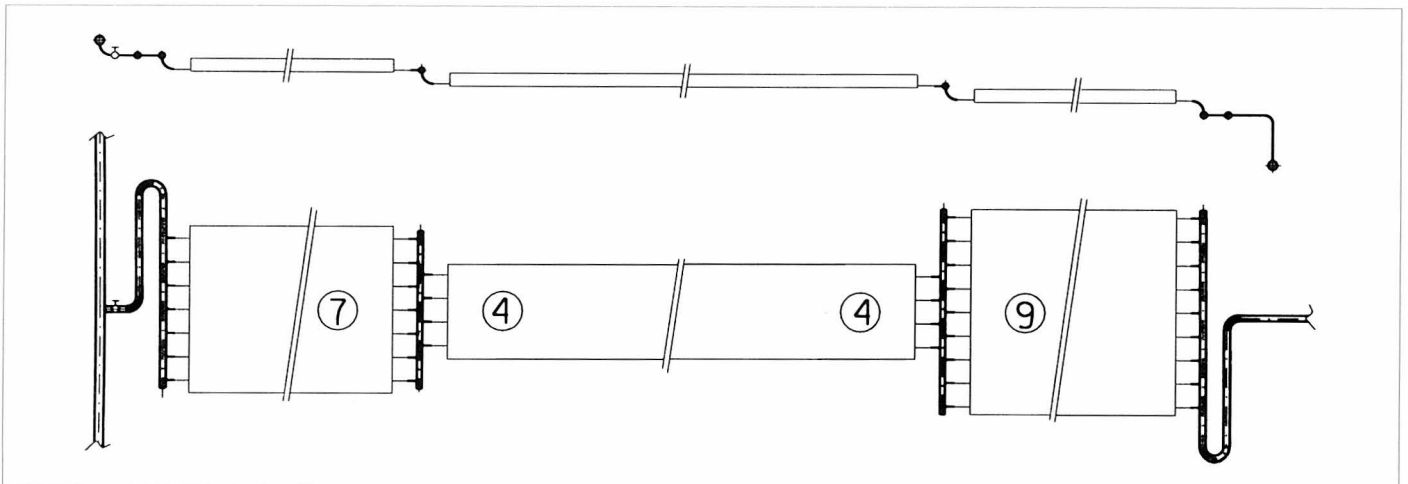
Přípojovací smyčka je řešena jako typový prvek umožňující napojení panelů na parní rozvod. Stejný prvek se použije při napojení panelů ve vodní soustavě na výstupu média ze sálavého pásu (stoupání umožňuje odvod vzduchu). V označení: PS – parní smyčka; 5/4" – průměr přípojovací smyčky; (7 × 28/2,6) – počet přípojovacích oblouků; L (P) – vybočení smyčky vlevo resp. vpravo.

Za rozšířeními panely následuje parní přechod (4) z dvojice nebo širšího panelu do jednoduchého pásu PP – 5/4" – (7 × 28/2,6) + (4 × 28/2,6) – obr. 7.

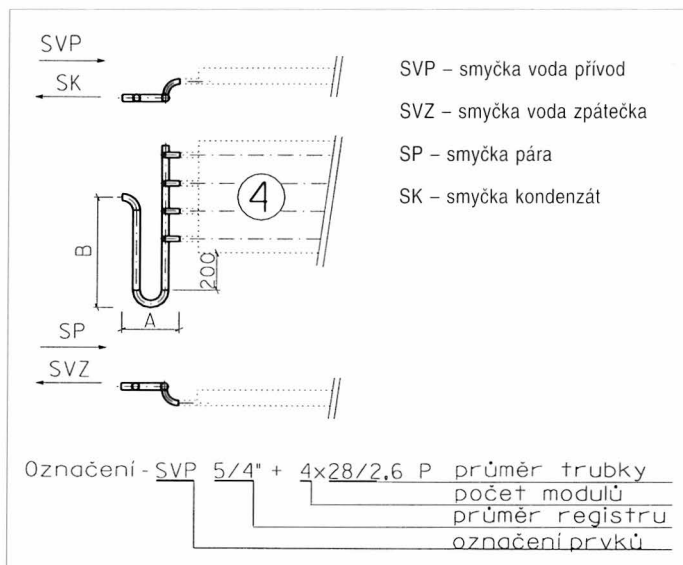
Obdobným způsobem se připojí rozšířené panely na konci pásu pomocí přechodu, PK – 5/4" – 4 × (28/2,6) + 9 (28/2,6) – obr. 8. Odvod kondenzátu do sběrného kondenzátního potrubí je řešen pomocí kondenzátní smyčky – SK – 5/4" – (9 × 28/2,6) – obr. 6 resp. 9.



Obr. 4 Rozmístění sálavých pásů s koncovými rozšířenými panely jak při vstupu páry, tak při výstupu kondenzátu – v čele (přívod páry) není situován přístavek  
 4, 5, 6, 7, 9, 10, 13 – počet modulů v sálavém panelu  
 1, 2 – vířivé ventilátory



Obr. 5 Výškové řešení přechodových prvků při různě širokých panelech

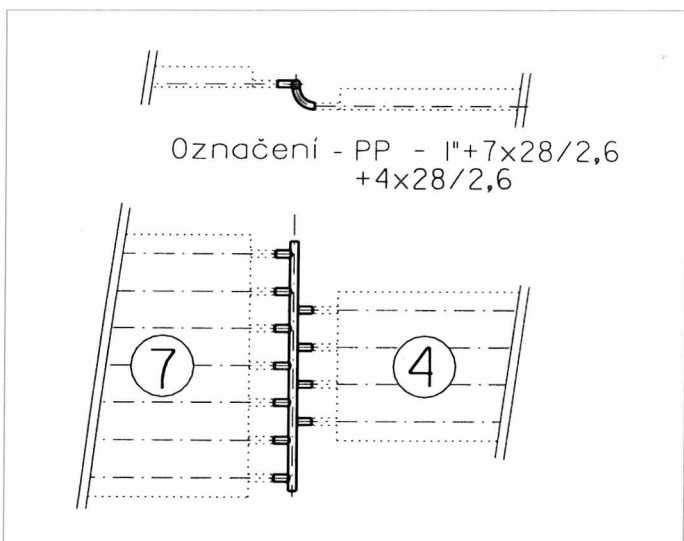


Obr. 6 Připojovací smyčky

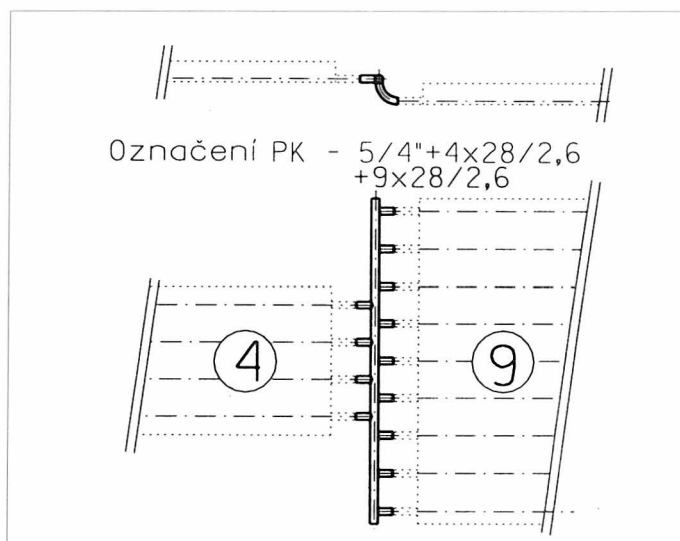
Řešení přechodových prvků mezi zdvojenými a jednoduchými panely závisí na možném technickém řešení přechodu. Jelikož nelze svařovat, resp. umísťovat protilehlé přípojky do jednoho bodu, volí se zapojení vždy do středu mezi dvě přípojení.

Proto také nelze u panelů se sudým počtem modulů základního pásu připojovat vždy rozšířené koncové panely s dvojnásobným počtem modulů. Doporučuje se v takovém případě volit rozšíření na straně vstupu páry s menším počtem – obr. 5; 6 PP 1" [(7 × 28/2,6) + (4 × 28/2,6)] a na straně výstupu kondenzátu s větším počtem modulů než je dvojnásobek (obr. 5; 7 PK 5/4" (4 × 28/2,6) + (9 × 28/2,6) L. Tímto řešením se rovněž lépe vychladí kondenzát.

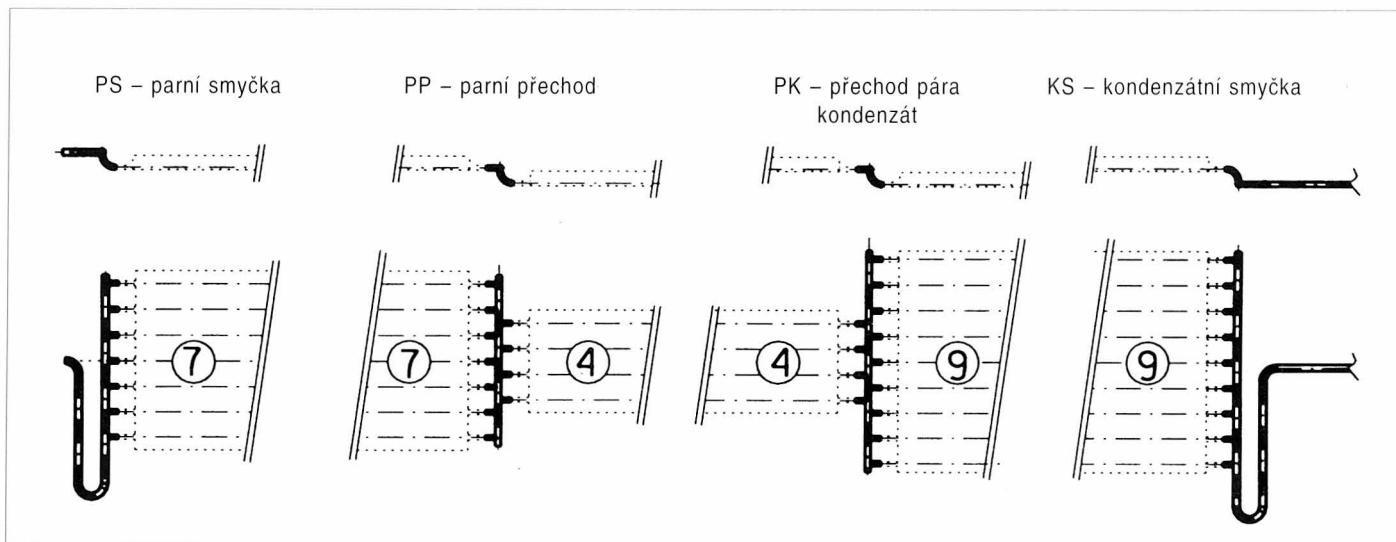
Při pohledu na všechny spojovací prvky je zřejmé, že v žádné části celého pásu nemůže při odstavení zůstat kondenzát. Tuto funkci – sběr kondenzátu po uzavření přívodu páry zajišťují část svislého potrubí (1000 mm) (7) před odvaděčem kondenzátu. Jelikož z hlediska regulace soustavy vytvářejí čtyři paralelní pásy v jedné lodi jedno otopné těleso, volí se rovněž jeden plovákový odvaděč kondenzátu, před který se umísťuje filtr. Nezanedbatelným důvodem sdružování pásů do jednoho odvaděče je i omezení rozsahu obsluhy. Při opětovném uvedení do provozu působí pára kolmo na hladinu kondenzátu



Obr. 7 Přechod pára – pára

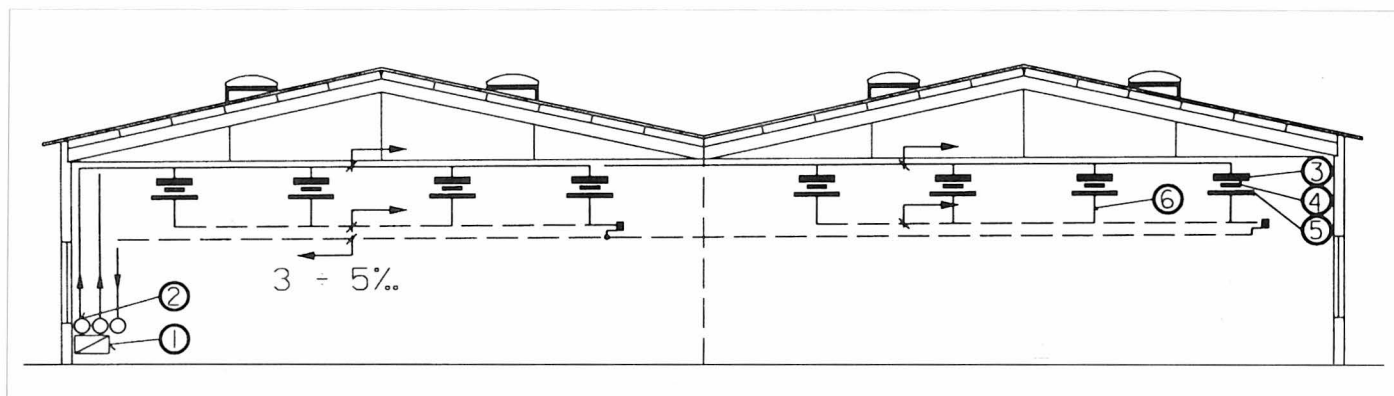


Obr. 8 Přechod pára – kondenzát



Obr. 9 Výšková řešení přechodových prvků





Obr. 10 Připojení parních sálavých panelů na rozvod páry a kondenzát

a tím je zabráněno tlučení – nedochází k promíchávání páry s kondenzátem. Výškové rozmístění přechodových prvků ukazuje obr. 9. Zapojení sálavých pásů na parní a kondenzátní potrubí je ukázáno na obr. 10, přičemž pro lepší funkci celé soustavy je použito zapojení souproutým systémem.

Parní potrubí se vede z rozdělovače (1) přes regulační ventil (2) nad úroveň zavěšení panelů. Spádování parního rozvodu ve směru toku páry 3 až 5% – podle možnosti stavebního provedení podstřešní konstrukce (vazníků). Jednotlivé pásy jsou připojovány přes parní smyčky. Každá výrobní loď = 1 skupina.

Horní širší panel (3) určuje nejvyšší výšku zavěšení, střední pás základní šířky (4) probíhá výškově mezi oběma koncovými (3; 5), za kondenzátní smyč-

kou následuje 1 m dlouhá část svislého kondenzátního potrubí (6) sloužícího pro sběr kondenzátu při odstavení soustavy. Kondenzátní potrubí se rovněž spáduje ve směru toku v rozmezí 3 až 5%.

## ZÁVĚR

Sálavé panely v parních systémech lze použít jednak transformací páry (výměník pára – voda) jako soustavy vodní. Přímé parní vytápění s možnou kvalitní regulací – škrcení na parním rozdělovači – je rovněž reálné za předpokladu splnění uváděných principů zapojování a řešení přechodů mezi jednotlivými druhy panelů. Na ekonomii provozu má vliv i způsob sběru a vracení kondenzátu. ■ ■

### Vytápění hal

tmavými plynovými infrazářiči

**HAINZL v roce 1999**

- v provedení „A“ bez odtahů spalin v souladu s hygienickými předpisy;
- v provedení „B“ a „C“ s komínovou ztrátou jen 8 až 10 %.

Vždy s montáží, zárukou a servisem, se slevou pro inženýrské a plynářské firmy.

### Pracovní plošiny ALP-LIFT

- osobní, s pracovní výškou až 13 m, pro jednu osobu, nosnost 135 kg;
- nákladní s nosností 300 kg a zdvihem do 7,5 m, ruční nebo elektro-hydraulický pohon.

Prodej, pronájem, servis, příznivé ceny, dostupné díly.

### Pracovní plošiny ITECO

- nůžkové, samojízdné, bateriové pro 2 až 4 osoby, nosnost až 465 kg, s pracovní výškou až do 12 m.

Nabídka pro malé, pružné firmy na velké akce.

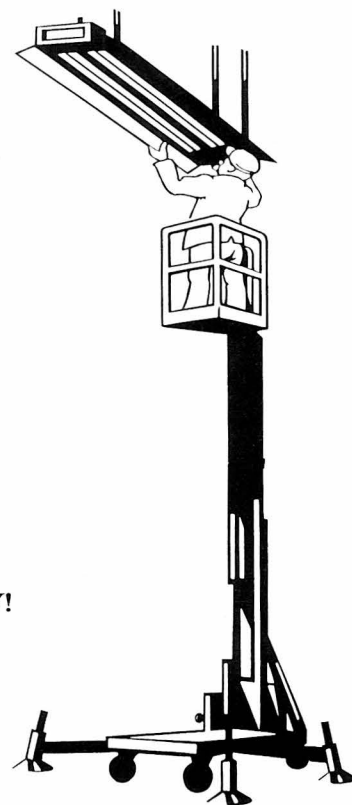
**HLEDÁME DALŠÍ PŮJČOVNY, NABÍZÍME VELMI ZAJÍMAVÉ CENY!**

**BRKA**

- montáž, servis - Ing. Vladimír Brát

Olbrachtova 1137, 503 46 TŘEBECHOVICE p. Orebem

Tel./fax: (049) 559 30 68, Internet: [www.brka.cz](http://www.brka.cz)



# Transparentní izolace

## Transparent insulation

Prof. Ing. Jiří VAVERKA, DrSc.  
Fakulta architektury, VUT v Brně

Recenzent  
prof. Ing. Karel Hemzal, CSc.

*Príspevek sa zabyvá transparentnými materiálmi, a to jejich fyzikálními, tepelně-izolačními a světelnými vlastnostmi, vzájemným srovnáním těchto vlastností a vhodnými aplikacemi. Pojednává o průsvitných materiálech využitých jako transparentní izolace.*

**Klíčová slova:** izolace, sluneční záření, transparentní materiály, propustnost

*The contribution deals with transparent materials, namely with their physical, thermal-insulating and luminous properties, with mutual comparing these properties and with suitable applications. It discusses translucent materials utilized as transparent materials.*

**Key words:** insulation, solar radiation, transparent materials, transmissivity

Aplikaci transparentních materiálů lze rozdělit do dvou základních skupin:

- osazených do konstrukčních prvků,
- tepelných izolantů na neprůsvitná akumulační jádra.

**Do první skupiny** lze zařadit materiály primárně zabezpečující světelnou pohodu interiéru včetně mikrobiologické a psychologické rovnováhy uživatelů při současné energetické optimalizaci vnitřního prostředí.

**Druhá skupina**, kde dominuje aspekt tepelně-izolační, jsou materiály, které přispívají nejen k omezení tepelných ztrát, ale jsou použitelné i k pasivnímu využití sluneční energie (tepelných zisků) při současné minimalizaci diskomfortu v letním období.

Z výše uvedeného rozdělení vyplývají dominantní požadavky na transparentní materiály, které aplikujeme u objektů pozemního charakteru.

### 1. Transparentní tepelné izolace

Transparentní tepelné izolace jsou výrobky ze skla a plastů. Vyznačují se nízkým součinitelem prostupu tepla a velmi dobrou propustností slunečního záření. V závislosti na jejich struktuře (geometrii) lze rozdělit do čtyř skupin:

1. materiály paralelní s absorberem (vícnásobná zasklení, komůrkové struktury z vytlačovaných plastů),
2. materiály kolmé k absorberu (voštinové a trubičkové struktury z PC nebo skla),
3. komůrkové struktury (skelná a akrylátová pěna),
4. homogenní struktury (aerogely).

Izolační schopnosti jsou založeny na uzavření vzduchu do buněk či komůrek určité velikosti, ve kterých je jeho přirozené proudění (volná konvekce) vlivem rozdílů teplot omezen na minimum. Platí, že čím jemnější je struktura transparentní izolace, tím lepší jsou její tepelně izolační vlastnosti.

#### 1.1 Materiály paralelní s absorberem

##### Násobná zasklení

Typickým příkladem je vícnásobné zasklení. Má výhodu v dobré propustnosti slunečního záření, vysoké absorpci infračerveného záření, odolnosti proti poškrábání a vysokým teplotám. Jeho hlavními nevýhodami jsou velká měrná hmotnost a především relativně vysoká tepelná vodivost ( $\lambda = 0,8 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ). Z toho vyplývá, že tepelný odpor samotné tabule skla je vůči tepelným odporům při přestupu tepla zanedbatelný. Součinitel prostupu

tepla takovým zasklením je  $k = 5,8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ . Pro zvýšení izolační schopnosti se zvyšuje počet tabulí (resp. vzduchových mezer), čímž klesne součinitel prostupu tepla pro dvojsklo na  $k = 3,0 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ , trojsklo  $k = 2,0 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  a čtyřsklo  $k = 1,4 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ . Vícnásobná zasklení však snižují propustnost světla účinkem povrchového odrazu.

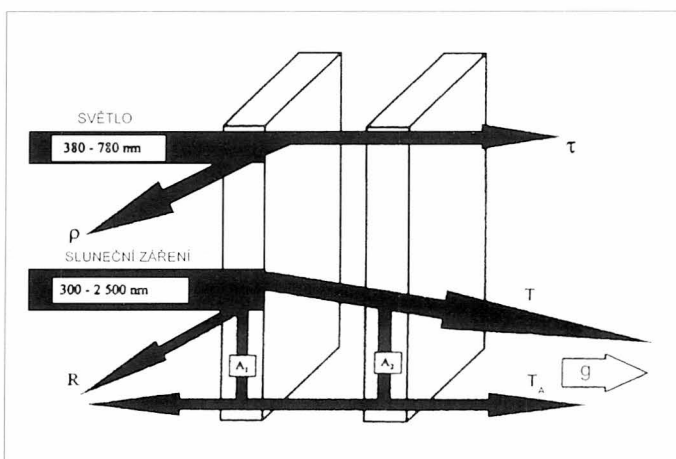
Z hlediska světelného a energetického lze skla rozdělit na:

- protisluneční,
- nízkoemisivní.

**Protisluneční skla** maximalizují propustnost světelného toku (o LT vlnové délce = 380 až 780 nm) a minimalizují solární energii (o SF vlnové délce = 780 až 2480 nm). Solární faktor (SF) je veškerá přímá sluneční energie, kterou sklo propustí, tzn. součet přímo propuštěné energie transmisí a části vnitřním sklem pohlcené energie vyzářené a sdílené konvekcí do interiéru.

**Nízkoemisivní skla** snižují průnik dlouhovlnného tepelného záření od topných zdrojů ( $\lambda > 2480 \text{ nm}$ ) do exteriéru až o 89 % oproti čirému sklu. Tato skla podle způsobu transparentního pokovení jsou:

- pyrolitická, která jsou stabilní a tvrdá, odolná proti mechanickému poškození;



Obr.1 Schematické znázornění distribuce světelného a slunečního toku dvojitým zasklením (podle [5])

$\tau$  je světelná propustnost,

$T$  propustnost záření,

$R$  odrazivost záření,

$A$  pohltivost záření,

$g$  celková energetická propustnost,

$g = T + T_A$ ,

$T_A$  sekundárně sdílená energie do interiéru v důsledku zahřátí vnitřního skla

Tab. 1. Propustnost záření a prostup tepla různých druhů zasklení

| Zasklení                                       | $\tau$ | $T$  | $R$  | $A$  | $g$  | $k_z$<br>( $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ) |
|--|--------|------|------|------|------|--|
| <b>Jednoduché zasklení</b>                     |        |      |      |      |      |  |
| Sklo čiré (float) 4 mm                         | 0,89   | 0,82 | 0,07 | 0,11 | 0,86 | 5,8  |
| Sklo čiré (float) 6 mm                         | 0,88   | 0,80 | 0,07 | 0,13 | 0,84 | 5,8  |
| Sklo čiré (float) 8 mm                         | 0,87   | 0,77 | 0,06 | 0,17 | 0,82 | 5,7  |
| Sklo čiré (float) 10 mm                        | 0,86   | 0,75 | 0,05 | 0,20 | 0,80 | 5,7  |
| Stopsol Clasic čiré 4 mm                       | 0,38   | 0,48 | 0,29 | 0,23 | 0,54 | 5,8  |
| Stopsol Clasic bronz 4 mm                      | 0,26   | 0,35 | 0,28 | 0,37 | 0,44 | 5,8  |
| Stopsol Supersilver 5 mm                       | 0,66   | 0,68 | 0,25 | 0,07 | 0,69 | 5,8  |
| Planibel zelený 4 mm                           | 0,78   | 0,57 | 0,06 | 0,37 | 0,66 | 5,8  |
| Planibel bronz 4 mm                            | 0,60   | 0,58 | 0,06 | 0,36 | 0,68 | 5,8  |
| Planibel šedý 4 mm                             | 0,55   | 0,58 | 0,06 | 0,36 | 0,67 | 5,8  |
| Solarbel Silver SS 08 6 mm                     | 0,08   | 0,07 | 0,36 | 0,37 | 0,18 | 4,4  |
| Solarbel Silver SS 35 6 mm                     | 0,35   | 0,31 | 0,11 | 0,58 | 0,44 | 5,3  |
| <b>Dvojsklo</b>                                |        |      |      |      |      |  |
| Sklo čiré 4 – 12 – 4                           | 0,80   | 0,70 | 0,13 | 0,17 | 0,76 | 2,9  |
| Sklo čiré 5 – 12 – 5                           | 0,79   | 0,67 | 0,12 | 0,21 | 0,74 | 2,9  |
| Sklo čiré 6 – 12 – 6                           | 0,78   | 0,64 | 0,12 | 0,24 | 0,72 | 2,9  |
| Sklo čiré 8 – 12 – 8                           | 0,76   | 0,59 | 0,11 | 0,30 | 0,69 | 2,8  |
| Sklo čiré 10 – 12 – 10                         | 0,74   | 0,54 | 0,10 | 0,36 | 0,65 | 2,8  |
| Sklo čiré Stopsol Clasic čirý 4 – 12 – 4       | 0,35   | 0,42 | 0,30 | 0,28 | 0,47 | 2,9  |
| Sklo čiré Stopsol Supersilver Clear 5 – 12 – 5 | 0,61   | 0,58 | 0,29 | 0,13 | 0,63 | 2,9  |
| Sklo čiré – Solarbel Silver SS 08 6 – 12 – 6   | 0,07   | 0,06 | 0,36 | 0,58 | 0,12 | 2,3  |
| Sklo čiré – Solarbel Green SBV 33 6 – 12 – 6   | 0,29   | 0,17 | 0,07 | 0,76 | 0,27 | 2,7  |
| Sklo čiré – Planibel plus 4 – 12 – 4 (Ar)      | 0,79   | 0,56 | 0,22 | 0,22 | 0,67 | 1,5  |
| Sklo čiré – Planibel plus 6 – 12 – 6 (Ar)      | 0,77   | 0,52 | 0,19 | 0,29 | 0,65 | 1,5  |
| Stopsol – Planibel plus 4 – 12 – 4 (Ar)        | 0,34   | 0,31 | 0,38 | 0,31 | 0,37 | 1,5  |
| Sklo čiré – Eko plus 4 – 16 – 4                | 0,70   | –    | –    | –    | 0,70 | 1,8  |
| Sklo čiré – Eko plus 4 – 16 – 4 (Ar)           | 0,70   | –    | –    | –    | 0,70 | 1,5  |
| Sklo čiré – Planiterm 4 – 16 – 4               | 0,77   | –    | –    | –    | 0,62 | 1,6  |
| Sklo čiré – Planiterm 6 – 16 – 4               | 0,76   | –    | –    | –    | 0,61 | 1,6  |
| Sklo čiré – Planiterm 4 – 16 – 4 (Ar)          | 0,77   | –    | –    | –    | 0,62 | 1,4  |
| Sklo čiré – Planiterm Futur 4 – 16 – 4 (Ar)    | 0,70   | –    | –    | –    | 0,62 | 1,1  |
| Sklo čiré – Infrastop Ausresin 6 – 12 – 6      | 0,66   | 0,41 | –    | –    | 0,44 | 1,4  |
| Sklo čiré – Infrastop zelený 6 – 12 – 8 (Ar)   | 0,37   | 0,17 | –    | –    | 0,20 | 1,4  |
| Sklo čiré – Infrastop Gold 6 – 12 – 6          | 0,40   | 0,21 | –    | –    | 0,26 | 1,4  |

Poznámka: Pokud není uvedeno jinak je vzduchová dutina mezi skly vyplněna vzduchem. U dvojskel s označením (Ar) je mezera mezi skly vyplněna argonem.

Tab. 2. Rozhodující vlastnosti termoplastů pro využití na prosvětlovací prvky  
 PC – polykarbonát; PMMA – polymethylmetakrylát (akrylové sklo);  
 PVC – tvrdý polyvinylchlorid

| Vlastnost                   | Jednotka               | Termoplast |      |       | Sklo  |
|-----------------------------|------------------------|------------|------|-------|-------|
|                             |                        | PC         | PMMA | PVC   |       |
| Hustota                     | [g/cm <sup>3</sup> ]   | 1,2        | 1,18 | 1,4   | 2,5   |
| Rázová houževnatost         | [kJ/m <sup>2</sup> ]   | b.1.+      | 12   | b.1.+ | –     |
| Vrubová houževnatost        | [kJ/m <sup>2</sup> ]   | 20–30      | 2    | 2–4   | –     |
| E–modul                     | [N/mm <sup>2</sup> ]   | 2100       | 3300 | 3200  | 70000 |
| Tvarová stálost: – trvale   | [°C]                   | 100        | 70   | 60    | –     |
| – krátkodobě                | [°C]                   | 135        | 95   | 80    | –     |
| Tepeľná vodivost            | [W/m.K]                | 0,2        | 0,18 | 0,16  | 0,8   |
| Teplotní roztažnost         | [1/K.10 <sup>6</sup> ] | 65         | 70   | 80    | 8     |
| Index lomu nD <sup>25</sup> | –                      | 1,58       | 1,49 | –     | 1,50  |
| Propustnost světla++        | [%]                    | 88         | 92   | 68    | 95    |
| Hořlavost ČSN 73 0862       | –                      | C1         | C2   | C1    | –     |

b.1.+ = bez lomu; ++ měřeno na plných deskách tloušťky 3 mm

– elektromagnetická, která jsou citlivá na poškození, proto se používají výlučně u izolačních dvojskel.

Pro ilustraci uvádím v tab. 1 přehled nejčastěji používaných typů zasklení a jejich parametry.

**Komůrkové struktury z vytlačovaných plastů**

Termoplastové materiály lze rozdělit dle zásadních a doplňkových vlastností.

- Zásadní: – tepelně-technické,  
 – světelně-technické,  
 – mechanické,

- Doplňkové: – odolnost proti požáru,  
 – ochrana proti UV záření,  
 – odolnost proti chemickým vlivům.

Základní rozdělení termoplastových materiálů a jejich mechanické a fyzikální vlastnosti jsou uvedeny v tab. 2.

Tab. 3. Komůrkové desky z PMMA (obchodní označení Plexiglas, Interacryl)

| Typ            | Tloušťka<br>(mm) | Plošná<br>hmotnost<br>(kg/m <sup>2</sup> ) | Světelná<br>propustnost <sup>+</sup><br>(%) | $k$<br>(W/m <sup>2</sup> .K) | Index vzduch.<br>neprůzvučnosti<br>(dB) |
|----------------|------------------|--|---|------------------------------|---|
| jednokomůrková | 16               | 5,0  | 86  | 2,7                          | 22                                      |
| dvoukomůrková  | 16               | 5,5  | 86  | 2,4                          | 23                                      |
| dvoukomůrková  | 32               | 6,5  | 81  | 1,9                          | 24                                      |

+ – pro neutrální odstín

Tab. 4. Přehled vyráběných typů PC komůrkových desek – jejich vlastnosti v porovnání se sklem

| Typ                         | Tloušťka<br>(mm) | Plošná<br>hmotnost<br>(kg/m <sup>2</sup> ) | $k$<br>(W/m <sup>2</sup> .K) | Světelná<br>propustnost <sup>+</sup><br>(%)<br>550 mm |
|-----------------------------|------------------|--|------------------------------|---|
| jednokomůrková              | 4,5              | 1,0  | 3,9                          | 82  |
| jednokomůrková              | 6,0              | 1,3  | 3,7                          | 81  |
| jednokomůrková              | 6,0              | 1,6  | 3,4                          | 75  |
| jednokomůrková              | 8,0              | 1,5  | 3,6                          | 80  |
| jednokomůrková              | 10,0             | 1,7  | 3,2                          | 79  |
| dvoukomůrková               | 10,0             | 2,2  | 2,7                          | 74  |
| jednokomůrková              | 16,0             | 2,7  | 2,9                          | 78  |
| dvoukomůrková               | 16,0             | 2,8  | 2,3                          | 76  |
| tříkomůrková                | 16,0             | 3,0  | 2,15                         | 71  |
| čtyřkomůrková <sup>++</sup> | 20,0             | 3,3  | 1,8                          | 64  |
| tříkomůrková                | 25,0             | 3,7  | 1,7                          | 60  |
| sklo                        | 4,0              | 9,6  | 5,8                          | 95  |

+ – propustnost pro transparentní odstín

++ – výrobek firmy GEP Lexan Thermoclear LTC 20/5RS/3300

Z PVC, který svými fyzikálními i zpracovatelskými vlastnostmi není ideálním materiálem pro prosvětlovací prvky, jsou vyráběny silnostěnné zámkové profily, tvarově vycházející z dutých profilů, aplikovaných na zateplení pláště budov nebo stropní podhledy. Při jejich aplikacích do chemicky exponovaných výrobních prostorů, kde lze využít dobré chemické odolnosti PVC, používá se spíše na vislá prosvětlení v místech nižší expozice slunečním zářením. Plošná hmotnost – 5 kg/m<sup>2</sup>, světelná propustnost – 68 %.

PMMA je z hlediska světelné propustnosti ideálním materiálem. Jsou z něho vyráběny komůrkové desky, které vynikají průzračností. Při jejich dimenzování je nutno přihlídnout k nižší houževnatosti, jsou proto relativně masivní, nedají se ohýbat a při manipulaci jsou snadno poškoditelné. Skutečností, že PMMA propouští UV záření, se využívá v některých aplikacích, kde je tato vlastnost požadována (např. skleníky, zimní zahrady apod.). V opačném případě jsou v procesu výroby do polymeru přidávány absorbéry pohlcující UV záření. Podle novějších patentů firmy Roehm lze použitím speciálních typů absorbérů převádět část UV spektra do oblasti viditelného záření a tím zvyšovat zářivost desek. Pro zvýšení optického efektu bývá povrch dezénován, případně smáčivě upravován (no drop), čímž se zvětšuje světelná propustnost v případě orosení plochy. Nízká houževnatost PMMA komůrkových desek nezaručuje při střešních aplikacích odolnost proti krupobíti, s jejich využitím lze uvažovat na prosvětlovací plochy s velkým sklonem, kde je požadavek maximálního prostupu světla, na vnitřní dělicí příčky, případně pro speciální architektonické prvky staveb (tab. 3).

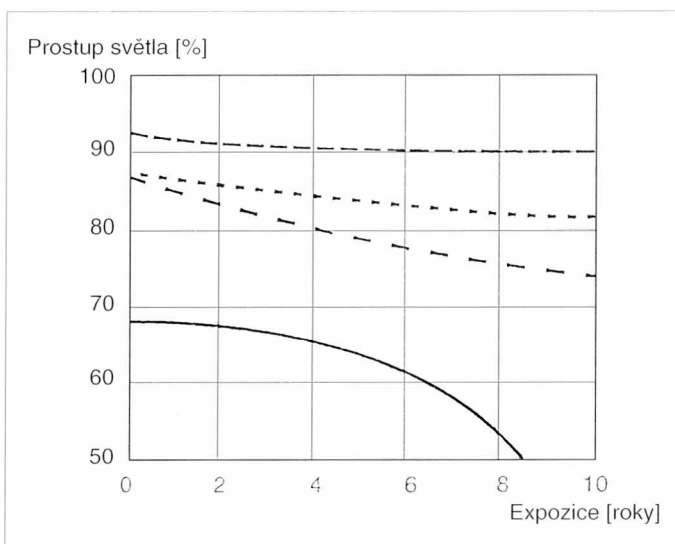
PC Polykarbonát splňuje svými mechanickými vlastnostmi nároky na moderní prosvětlovací materiál. Vedle plných desek, kterými lze sklo nahradit

Tab. 5. Rázová houževnatost deskových materiálů (metodou padajícího trnu)

| Materiál tloušťka<br>mm | Rázová energie<br>(J) |
|-------------------------|-----------------------|
| Sklo (4)                | 2                     |
| Bezpečnostní sklo (6)   | 10                    |
| Akrylové sklo (4)       | 12                    |
| PC komůrková deska (10) | 160                   |
| PC plná deska (2)       | 200                   |

Tab. 6. Přibližné úspory tepla v % proti sklu tloušťky 4 mm

| Deska<br>(mm)      | Hlavní "prosklení"<br>% | Přídavné "zasklení"<br>% |
|--------------------|-------------------------|--------------------------|
| jednokomůrková 4,5 | 33                      | 71                       |
| jednokomůrková 6   | 35                      | 73                       |
| jednokomůrková 10  | 48                      | 74                       |
| dvoukomůrková 10   | 53                      | 76                       |
| dvoukomůrková 16   | 57                      | 77                       |



Obr. 2. Změna světelné propustnosti s časem

----- PMMA  
 ..... PC s UV ochranou  
 - - - PC bez UV ochrany  
 ——— PVC

v plně šíří jeho výhodných vlastností a současně rozšířit aplikační oblast do tvarově náročných řešení, byl vyvinut sortiment komůrkových desek (tab. 4), kde je v plně šíří využito jeho jedinečných mechanických vlastností (tab. 5).

### 1.2 Požárně technické charakteristiky

Z uvedených materiálů je podle ČSN 73 0862 PMMA zařazen do třídy C2 – středně hořlavý, PC a PVC do třídy C1 – těžce hořlavý.

Z hlediska požární bezpečnosti pro stropy a střechy je požadována odolnost proti zkapávání hmot z podhledové konstrukce podle ČSN 73 0865, přičemž nesmí dojít k odkapávání nebo odpadávání hořících hmot, ani k odpadávání nehořících hmot po dobu zkoušky.

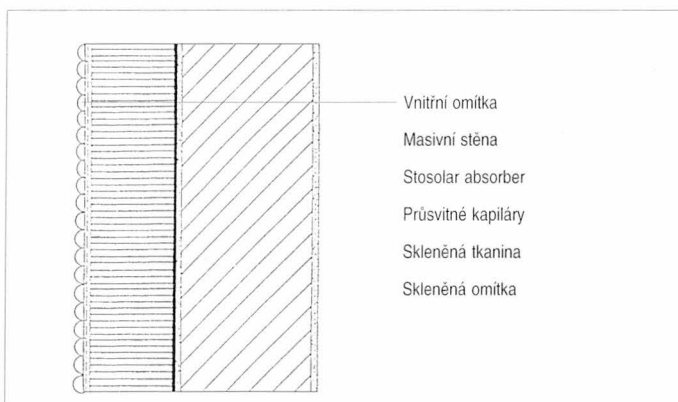
Polykarbonátové komůrkové desky, které jsou používány na střešní prosvětlovací konstrukce, musí vyhovovat této zkoušce. Je věcí typu, výrobce i systému upevnění komůrkových desek, zda tomuto požadavku vyhoví.

### 1.3 Světelná propustnost

Je zřejmé, že podmiňující vlastností stavebního využití je propustnost světla a její neměnnost během doby užití, zejména při působení UV záření. PMMA (akrylové sklo), který UV paprsky propouští, patří z tohoto hlediska k nejdolnějším termoplastům (při desetileté expozici se propustnost světla snižuje max. o 1 %, naproti tomu PVC i při dobré stabilizaci ztrácí svoje optické vlastnosti velmi rychle (obr. 2). PC zachycuje UV záření, přičemž dochází k chemickým změnám, projevujícím se žloutnutím. Pro externí aplikace se proto povrch PVC desek opatřuje speciální vrstvou UV absorbéru, který brání průchodu UV záření do hmoty polymeru.

V tab. 6 jsou uvedeny možné úspory tepla při použití komůrkových desek náhradou za sklo tloušťky 4 mm, resp. i jako přídavného "zasklení" komůrkovou deskou zevnitř prosvětlovací plochy.

Při aplikacích komůrkových desek lze podle orientace stavebního uložení v závislosti na úhlu dopadu slunečního záření dosáhnout různého efektu zjasňování, než je obvyklé u plných desek, např. u skla. Pokud jsou komůrky desek orientovány směrem východ-západ, je křivka intenzity vnitřního osvětlení shodná s křivkou intenzity vnějšího osvětlení, redukované koeficientem prostupu světla (0,7 až 0,85 podle typu), v případě orientace sever-jih dochází ráno a večer při nízkých úhlech dopadu slunečního záření vlivem opakovaného odrazu světla uvnitř komůrkové struktury ke zdánlivému zvýšení intenzity vnitřního osvětlení, tzn., že desky "září" (obr. 3).



Obr. 3 Skladba stěny s transparentní tepelnou izolací Stootherm Solar

### 1.4 Materiály kolmé k absorbéru

Tento typ izolace je tvořen svazky kapilárních kruhových dutin, příp. jinou voštinovou (včelí plástve – osmiúhelník) strukturou, které jsou orientovány kolmo k absorpční ploše (viz obr. 3). Takto jsou všechny paprsky, které mají horizontální složku, směřovány na absorbér. Odrazy na povrchu transparentních hran způsobují pouze malé optické ztráty, jelikož tento (Fresnelův) odraz je téměř bezeztrátový. Protože se jedná o otevřené struktury, musí být z exteriérové strany chráněny zasklením, příp. i jinou povrchovou úpravou, např. skleněnou omítkou na tkanině (Stootherm Solar).

Charakteristickými parametry těchto struktur jsou **tloušťka stěny  $b$ , průměr dutiny  $D$  a délka dutiny  $L$**  (zároveň tloušťka izolace). Jako doprovodný parametr se udává ještě **poměr  $L/D$** , pohybující se **od 3 do 12 (běžně 6 až 8)**, a **objemový podíl stěn  $f$ , závislý na tloušťce stěn**. Modifikací těchto parametrů lze měnit jak optické, tak tepelné izolační vlastnosti struktury.

Jelikož stěny dutin tvoří cestu pro vedení tepla z absorbéru ke krycímu sklu (příp. skleněné omítce), měly by být co nejtenčí. Tenké stěny navíc umožňují i vyšší propustnost slunečního záření a snižují spotřebu materiálu. Tenké stěny však ztrácejí svou nepropustnost vůči infračervenému záření emitovanému absorbérem. O vlivu konvekce při určitém teplotním rozdílu  $\Delta T$  mezi absorbérem a krycím sklem rozhoduje primárně průměr dutiny  $D$  a sekundárně délka dutiny  $L$ . Obvykle by  $D$  neměl být větší než 15 mm, poměr  $L/D$  by měl být větší než 5. Při dané tloušťce stěny a průměru dutiny se zvyšováním délky dutiny  $L$  snižují tepelné ztráty vyzařováním a vedením, propustnost slunečního záření klesá pomalu.

Při výběru parametrů struktury je třeba se řídit především její funkcí a dále provozními parametry (provozní  $\Delta T$ ). Pokud má struktura za funkci pouze potlačení konvekce a potlačení radiace je zajišťováno nízkoemisivním absorbérem, pak jsou vhodné struktury s většími průměry dutin (nad 10 mm). Menší průměr by sice vedl k dalšímu potlačování konvekce, ale také ke zbytečné velkému obsahu materiálu. Stěny dutin mohou být v tomto případě tenké (desítky  $\mu\text{m}$ ). Tyto struktury mají dvě podstatné výhody. Zaprvé je to nižší cena, zvláště při použití drahých materiálů (teplotně vysoce stabilní plasty). Druhou výhodou je možnost dosažení vysoké solární propustnosti transparentní izolace (nad 90 %). Pokud však má struktura potlačovat jak radiaci, tak konvekci, vyžaduje menší průměr dutin (několik mm) a silnější stěny, aby se dosáhlo potřebného stínění infračerveného záření. Jsou proto náročnější na spotřebu materiálu. Pro dobrý návrh kapilárních či plástvových struktur je nutná optimalizace parametrů založená na konkrétní funkci struktury, předpokládané provozní teplotě absorbéru a místních klimatických podmínkách.

Kapilární a plástvové struktury se vyrábějí jak z plastů, tak i ze skla. Jelikož jde často o nekrhové tvary (čtvercové, hexagonální), používá se jako charakteristického rozměru hydraulický průměr dutiny  $D$ . Průměr dutin u plastových struktur se pohybuje od 1 do 10 mm. Tloušťka stěn bývá od desítek m do několika desetin mm. Jako materiály se používají polymethylmetakrylát (PMMA), polykarbonát (PC), polyetylén (PE) či teflon.

Při aplikaci systému Stootherm Solar se exteriérová finální úprava provede sklem STO Solar, výrobcem označovaná jako skleněná omítka. Deklarovaná hodnota součinitele vedení tepla této izolace dle DIN 52612 rovna  $\lambda = 0,08 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ , faktor difúzního odporu polykarbonátové desky je dle DIN 52615 udáván  $\mu = 1$  a skleněné omítky  $\mu = 930$ .

Cena transparentních izolací s malými průměry dutin, vzhledem k nízkému vyráběnému množství, se v přepočtu pohybuje okolo 1500 až 2000 Kč/m<sup>2</sup> pro tloušťku 10 cm, pro každý cm tloušťky se zvyšuje, resp. snižuje o 200 Kč/m<sup>2</sup>.

Dutiny běžných skleněných kapilárních struktur bývají kruhového tvaru o průměru od 3 do 10 mm. Bylo stanoveno, že pro teploty okolo 120 °C by optimální tloušťka stěn kapilár měla být 70 až 80  $\mu\text{m}$ . Dolní limit pro tloušťku stěny kapilár daný současnými výrobními postupy je přibližně 60 až 70  $\mu\text{m}$ , což sice znamená, že jí může být dosaženo, nicméně běžně vyráběné kapilární struktury mají tloušťku stěn nad 100  $\mu\text{m}$ . Takové tenkostěnné křehké struktury nejsou samonosné a musí být umístěny mezi dvě tabule skla.

### 1.5 Homogenní struktury

Do této skupiny TTI patří zejména křemičité aerogely (granulované a dlaždice), které v poslední době prošly významným kvalitativním vývojem. Je to materiál s extrémně vysokou porozitou (až 95 % vzduchu), velmi nízkou plošnou hmotností 50 až 250 g/m<sup>2</sup> a jemnou strukturou.

Velikost pórů je menší než střední volná dráha molekul vzduchu (většina pórů má velikost 5 až 50  $\mu\text{m}$ ), a proto je tepelná vodivost aerogelu asi

0,017 až 0,021 W/m.K (při 0 °C), tzn. nižší než tepelná vodivost klidného vzduchu. Přes svou vysokou porozitu má aerogel vysokou propustnost světla (okolo 90 %) díky tomu, že póry jsou mnohem menší než vlnové délky viditelného světla, a tak je křemičitý aerogel pro lidské oko takřka průhledný. Naopak pro většinu dlouhovlnného infračerveného záření je aerogel neprůsvitný a jeho tepelné ztráty čistě radiací jsou tedy minimální. Aerogel má i další výhody jako je odolnost UV záření a vysokým teplotám, či nehořlavost. Mezi jeho nevýhody patří silná absorpce vlhkosti a křehkost. Musí být proto uzavřen ve skleněném pouzdře. Křemičitý aerogel se vyrábí buď v sypkém stavu (granule) nebo ve formě destiček (monolitický).

**Závěr**

Vývojem, výrobou a praktickou aplikací TTI se otevírá nová kapitola využití tepelných zisků slunečního záření v pasivní formě. Pro ilustraci uvádím tabulárně zpracované charakteristické fyzikální a tepelné vlastnosti jednotlivých představitelů TTI (viz tab. 7). Závěrem je třeba konstatovat, že většímu rozšíření transparentních tepelných izolací brání jejich vysoká cena. Proto je aplikace těchto materiálů v ČR omezena pouze na experimentální úroveň.

Tab. 7 Charakteristické hodnoty některých transparentních izolací

| Materiál   | Tloušťka (mm) | %  | k (W/m²K) |
|--|---------------|----|-----------|
| Dvojitě zasklení                                 | 4/12/4        | 80 | 3,0       |
| Komůrkový LC Lexan 2RS                           | 6             | 75 | 3,5       |
| Komůrkový LC Lexan 4RS                           | 16            | 70 | 2,2       |
| PMMA pěna (2 vrstvy)                             | 50            | 50 | 1,8       |
| Plástve PC (D = 4 mm)                            | 100           | 75 | 1,1       |
| Kapilární struktura PC (D = 3 mm)                | 100           | 65 | 0,85      |
| Kapilární struktura PC (D = 1,7 mm)              | 100           | 57 | 0,7       |
| Křemičitý aerogel monolitický (bez krycích skel) | 10            | 90 | 1,5       |

**Literatura:**

- [1] SVOBODA, Z.: Průsvitné izolační materiály a výpočtová simulace jejich chování. Stavební obzor 6/94.
- [2] KIRN, M.: Transparentní tepelné izolační systém – krok od úspor energie k získání energie. STO AG, D 79780, Sühlingen.
- [3] VAVERKA, J., CHYBÍK, J.: Tepelné izolace staveb v České republice – současnost a budoucnost. Materiály a technologie pro stavbu č. 3/98.
- [4] DIN 4108, Teil 6 Wärmeschutz im Hochbau, Berechnung des Jahresheizwärmeharfts von Gebäden.
- [5] HALAHYJA, M., CHMÚRNY, I., STERNOVÁ, Z.: Stavebná tepelná technika. Grada group, Bratislava 1998. ■ ■

**\* Používaná paliva pro vytápění ve Francii**

Na základě průzkumu pořádaného ve dvouletých intervalech ve Francii pod heslem "Kvalita života a nároky", používá k vytápění 46 % dotázaných plyn, s velkým odstupem pak topný olej – 18,5 %, elektřinu vytápění 16 %, dřevo 7,2 % a zbytek pak ostatní paliva.

CCI 12/98

(Ku)

**RECENZE KNIHY**

Publikaci **Stavebná tepelná technika** s podtitulem *Tepelná ochrana budov*, autorů Halahyja M., Chmúrny I., Sternová Z. vydalo vydavatelství Jaga group v Bratislavě 1998.

V obsáhlé publikaci (na 224 stranách) autoři soustředili velmi přehledně aplikace metod, využívajících zákonitostí jimiž se řídí přenos tepla a hmoty, na řešení problematiky stavební tepelné techniky. Tepelně technické vlastnosti obvodových pláštů budov, jejich podlah, dělicích příček a stropů výrazně ovlivňují koncepci projektů vytápění případně klimatizace objektu a mají dominantní vliv na provozní spotřebu energie.

Kniha poskytuje projektantům, studentům, provozovatelům a technicky vzdělané veřejnosti možnost předpovídat stav vnitřního prostředí v našich klimatických podmínkách, posuzovat tepelnou ochranu budov, navrhovat její zlepšení s cílem hospodárně snižovat energetickou náročnost provozu budov.

Do knihy jsou zahrnuty výpočetní metody, vycházející z nejnovějších technických norem, při čemž jsou vynechány nesrozumitelnosti, které často složitost norem doprovází. Uvedeny jsou také principy metod výpočtů v tabulkových procesorech a iteračními metodami řešení diferenciálních rovnic.

Dlouholeté zkušenosti autorů s výukou inženýrů na Stavební fakultě Slovenské Technické University vedly zřejmě k zařazení kapitol, věnovaných tepelné pohodě v pojetí P. O. Fangera, výpočtu spotřeby tepla na vytápění budov, měření spotřeby tepla při provozu budov a energetickému hodnocení budov.

Publikace je velmi pěkně graficky zpracovaná. V ČR ji distribuuje BEN - technická literatura, Věšínova 5, 100 00 Praha 10, tel. (02) 782 27 75.

(Hz)

**\* Požární klapy mohou zachránit život**

Ročně vzniká po celém světě velké množství požárů s velkými materiálními škodami a, bohužel, i s obětmi na životech. Příčinou úmrtí při požáru bývá většinou otrava kouřovými plyny, k jejichž šíření přispívají značnou měrou rozvody vzduchu větracích a klimatizačních zařízení. Proto jsou důležitá opatření k zamezení šíření kouře mezi jednotlivými požárními úseky

Je proto nutné otvory ve stěnách, stropích a podlahách opatřit požárními (nebo též kouřovými) klapkami, které se při vzniku požáru automaticky uzavřou. Běžné jsou klapy s tavnou pojistkou, která se při teplotě přes 72 °C roztaví a klapka zavře. Nevýhodou těchto klapek je, že teploty kouřových plynů při vzniku požáru, nebo při vzdáleném ohnisku požáru, leží většinou pod tavnou teplotou pojistek a tak se může bez zábrany rozšířit velké množství tzv. studeného kouře po budově. Proto v některých státech, jako např. v Rakousku nebo Švýcarsku, (na rozdíl od ČR) předpisy nepřipouštějí instalaci takovýchto klapek.

Druhá varianta požárních klapek jsou motorizované klapy. Ty jsou napojeny, jako ostatní protipožární zařízení, na detektory kouře, které dají signál servomotorům klapky k uzavření ihned po vzniku požáru. Tak pomáhají účinně k úspěšné evakuaci osob a přispívají hasičům k likvidaci ohniska požáru v důsledku lepší viditelnosti na přístupových cestách.

Velmi důležitá je údržba. Podle místních předpisů je třeba funkce požárních klapky pravidelně kontrolovat, zpravidla jednou za půl roku nebo za rok. Pokud jde o motorizované klapy je kontrola jejich funkce z centrály jednoduchá a tedy jejich údržba podstatně méně nákladná.

CCI 11/98

(Ku)

# Nové technické normy

## New technical standards

Opakovaně jsme zalistovali ve Věstnicích Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Jen v posledním čtvrtletí roku 1998 a v lednu 1999 bylo vydáno 827 nových ČSN, 283 bylo pro neaktuálnost a technickou zastaralost zrušeno, desítky norem doznaly oprav, velký počet norem byl harmonizován a řada evropských a mezinárodních norem byla schválena k přímému používání v anglickém jazyce.

Z těch ČSN, které se týkají zájmové sféry čtenářů našeho časopisu, vybíráme nově vydané:

**ČSN EN 61591** (třídící znak 36 1060) **Sporákové odsavače par pro domácnost - Metody pro měření vlastností.** Vydána v říjnu 1998.

**ČSN EN 1076** (třídící znak 83 3633) **Ovzduší na pracovišti - Odběrové trubice pro stanovení plynů a par - Požadavky na zkušební metody.** Vydána v říjnu 1998.

**ČSN EN 1854** (třídící znak 06 1806) **Hlídače tlaku pro hořáky na plynná paliva a pro spotřebiče plyných paliv.** Vydána v říjnu 1998.

**ČSN EN 1113** (třídící znak 13 7195) **Sprchové hadice pro zdravotnické armatury.** Vydána v říjnu 1998.

**ČSN EN 1112** (třídící znak 13 7195) **Vývody pro sprchy pro zdravotně technické armatury.** Vydána v říjnu 1998.

**ČSN EN 60 335-2-31** (třídící znak 36 1040) **Bezpečnost elektrických spotřebičů pro domácnost a podobné účely. Část 2: Zvláštní požadavky na sporákové odsavače par.** Vydáním této normy se ruší norma téhož názvu a čísla (třídícího znaku 36 1055) z dubna 1995. Vydána v říjnu 1998.

**ČSN EN 60 335-2-43** (třídící znak 36 1040) **Bezpečnost elektrických spotřebičů pro domácnost a podobné účely. Část 2: Zvláštní požadavky na sušiče prádla a ručníků.** Vydáním této normy se ruší norma téhož názvu a čísla (třídícího znaku 36 1055) z prosince 1996 !! Vydána v říjnu 1998.

**ČSN EN 255-3** (třídící znak 14 3015) **Klimatizátory vzduchu, jednotky pro chlazení kapalin a tepelná čerpadla s elektricky poháněnými kompresory - Režim ohřívání. Část 3: Zkoušení a požadavky na značení jednotek pro teplou užitkovou vodu.** Vydána v listopadu 1998.

**ČSN EN 60 335-2-51** (třídící znak 36 1040) **Bezpečnost elektrických spotřebičů pro domácnost a podobné účely. Část 2: Zvláštní požadavky na pevně připojená oběhová čerpadla pro systémy vytápění a rozvody užitkové vody.** Vydáním této normy se ruší norma téhož názvu a čísla (třídícího znaku 36 1055) z března 1995. Vydána v prosinci 1998.

**ČSN EN 60 335-2-53** (třídící znak 36 1040) **Bezpečnost elektrických spotřebičů pro domácnost a podobné účely. Zvláštní požadavky na elektrické spotřebiče pro vytápění sauny.** Nahrazuje normu téhož názvu a čísla (třídícího znaku 36 1055) z listopadu 1995. Vydána v prosinci 1998.

**ČSN EN 60 335-2-80** (třídící znak 36 1040) **Bezpečnost elektrických spotřebičů pro domácnost a podobné účely. Část 2: Zvláštní požadavky na ventilátory.** Vydána v prosinci 1998.

Vydáním této normy se ruší ČSN 36 1176 Bezpečnostní požadavky pro elektrické ventilátory a regulátory. Část 1: Ventilátory pro domácnost a podobné účely ze srpna 1997 a ČSN IEC 342-3 (třídící znak 36 1178) Bezpečnostní požadavky pro elektrické ventilátory a regulátory. Část 3: Proudové ventilátory ze srpna 1997.

**ČSN EN 60 335-2-88** (třídící znak 36 1040) **Bezpečnost elektrických spotřebičů pro domácnost a podobné účely. Část 2: Zvláštní požadavky na zvlhčovače určené pro použití s topnými, větracími nebo klimatizačními systémy.** Vydána v prosinci 1998.

**ČSN EN 60 335-2-98** (třídící znak 36 1040) **Bezpečnost elektrických spotřebičů pro domácnost a podobné účely. Část 2: Zvláštní požadavky na zvlhčovače.** Vydána v prosinci 1998.

**ČSN EN ISO 11654** (třídící znak 73 0528) **Akustika - Absorbéry zvuku používané v budovách - Hodnocení zvukové pohltivosti.** Vydána v prosinci 1998.

**ČSN EN 497** (třídící znak 06 1453) **Specifikace pro spotřebiče spalující zkapalněné uhlovodíkové plyny - Víceúčelové vařidlové hořáky pro venkovní použití.** Vydána v prosinci 1998.

**ČSN EN 161** (třídící znak 06 1803) **Samočinné uzavírací ventily pro hořáky na plynná paliva a spotřebiče plyných paliv.** Vydána v prosinci 1998.

**ČSN EN 1854** (třídící znak 06 1808) **Hlídače tlaku pro hořáky na plynná paliva a pro spotřebiče plyných paliv.** Vydána v prosinci 1998.

**ČSN EN 621** (třídící znak 06 1912) **Ohříváče vzduchu na plynná paliva s nucenou konvekcí, s přiváděním spalovacího vzduchu a/nebo odváděním spalin účinkem přirozeného tahu, o jmenovitém tepelném příkonu nejvýše 300 kW, pro vytápění nebytových objektů.** Vydána v prosinci 1998.

**ČSN EN 778** (třídící znak 06 1913) **Ohříváče vzduchu na plynná paliva s nucenou konvekcí, s přiváděním spalovacího vzduchu a/nebo odváděním spalin účinkem přirozeného tahu, o jmenovitém tepelném příkonu nejvýše 70 kW, pro vytápění bytových prostorů.** Vydána v prosinci 1998.

**ČSN EN 1264-1** (třídící znak 06 0315) **Podlahové vytápění - Soustavy a komponenty - Část 1: Definice a značky.** Vydána v prosinci 1998.

**ČSN EN 1264-2** (třídící znak 06 0315) **Podlahové vytápění - Soustavy a komponenty - Část 2: Výpočet tepelného výkonu.** Vydána v prosinci 1998.

**ČSN EN 1264-3** (třídící znak 036 0315) **Podlahové vytápění - Soustavy a komponenty - Část 3: Projektování.** Vydána v prosinci 1998.

**ČSN EN 1822-1** (třídící znak 12 5002) **Vysoce účinné filtry vzduchu (HEPA a ULPA) - Část 1: Klasifikace, ověřování vlastností a označování.** Vydána v lednu 1999.

**ČSN EN 1822-2** (třídící znak 12 5002) **Vysoce účinné filtry vzduchu (HEPA a ULPA) - Část 2: Výroba aerosolu, měřicí zařízení, statistika počítání částic.** Vydána v lednu 1999.

**ČSN EN 1822-3** (třídící znak 12 5002) **Vysoce účinné filtry vzduchu (HEPA a ULPA) - Část 3: Zkušební média plochých filtrů.** Vydána v lednu 1999.

**ČSN EN ISO 266** (třídící znak 01 1601) **Akustika - Vyvolené kmitočty.**  
Vydáním této normy se ruší ČSN 01 1601 z r. 1986 Akustika - Kmitočty pro měření. Vydána v lednu 1999.

Tímto výběrem upozorňujeme alespoň na to, že některé normy jsou novelizovány, příp. nahrazeny novou normou již po necelých dvou letech. Uvádíme-li část 2., znamená to zároveň, že první část byla vydána již dříve. Oznámení o vydání ČSN připravuje Český normalizační institut (ČNI) a věstníky vydává Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Ty vycházejí jednou měsíčně a lze si je předplatit jako každé jiné periodikum. Zájemcům jsou presenčně dostupné v ČNI, oddělení dokumentace, Biskupský dvůr č.5, 110 02 Praha 1 nebo v knihovně Státního zdravotního ústavu v Praze 10.



**\* Britové očekávají u vytápění bytů významný nárůst do roku 2002**

Dvoustupňový nárůst britského trhu vytápěcí techniky pro byty prorokuje společnost *Market & Business Development Ltd.*

Ve studii zveřejněné v září 1998 mají vzrůst částky za prodej v této oblasti v r. 2002 o 11 % ve srovnání s rokem 1998, přičemž se u plynových nástěnných topidel očekává nárůst o 17 %. Z toho téměř 2/3 půjdou na vrub modernizace vytápění. Na druhé straně se očekává pokles zájmu o radiátory (který je vázán především na novou výstavbu) a to asi o 6 %. Naopak se bude zvyšovat poptávka po regulačních přístrojích a to téměř o 10 %. Jako hlavním nositelem energie zůstane i v budoucnosti plyn, jehož podíl na palivech činil v r. 1998 78 % a v r. 2002 má stoupnout na 80 %.

CCI 12/98

(Ku)

## ELEKTRONIKA PRO KLIMATIZACI A VZDUCHOTECHNIKU

**MARVAK - TC**  
Řídicí systém pro klimajednotku s tepelným čerpadlem. Zajišťují úsporu až 2/3 elektriny na topení.  
**Nejlevnější energie je ušetřená energie!**

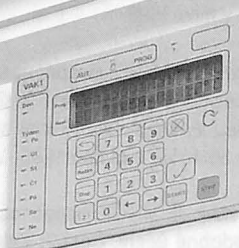

**MARVAK**  
Řídicí systém pro klasickou klimajednotku.

**VRE 1-7**  
Regulátory jednofázových ventilátorů.


**VRD 1-7**  
Regulátory třífázových ventilátorů.

**EO3kW**  
Regulátor elektrického ohřevače nebo topení 230V / 3kW.  
800,- Kč

**ÚSPORNÉ ZARÍZENÍ**

HL. vypínač El. předehřivač Kompressor 1. ventilátor 2. ventilátor 24V



**Vlaček**

Dubrovnická 3, 150 00 Praha 5  
tel./fax: 02/5721 0375



## BELIMO – servopohony pro vytápění, větrání a klimatizaci

### BELIMO – actuating mechanisms (power units) for heating, ventilating and air conditioning

Letošním rokem to bude 24 let úspěšného působení švýcarské akciové společnosti na světovém trhu. Belimo vyrobilo více než 15 milionů servopohonů. Pokrývá z 50 % světovou a ze 70 % evropskou potřebu servopohonů pro vzduchotechniku a nyní nově i pro vytápění.

Filozofii firmy Belimo byla dosud koncentrace pouze na jeden druh výrobku (servopohon). V tomto roce chystáme uvést na trh novinky, které rozšíří náš sortiment zcela novým směrem. Kvalita (certifikát ISO 9001 a ESČ), termíny a cena tvoří základní priority úspěšné spolupráce se všemi zákazníky.

Základní řadou jsou servopohony s kroutícím momentem 4, 8, 10, 15, 18 a 30 Nm, pro žaluziové VZT klapky s plochou až do 6m<sup>2</sup>. Tato základní řada se využívá i pro směšovací armatury (ESBE, KOMEX THERM, L&S, SAUTER, HONEYWELL), pro kulové kohouty (VIR, GIACOMINI,...) a pro mezipřírubové klapky (BURACCO, BOAX,...).

Letošní světové novince servopohonu řady **AM... s multifunkční technologií MFT** bylo na 5. Mezinárodním odborném veletrhu **Aqua-therm '98** v Praze uděleno čestné uznání za nejlepší exponát. Servopohony řady AM... naznačují směr vývoje servopohonů budoucnosti (technologie na bázi mikroprocesorového řízení).

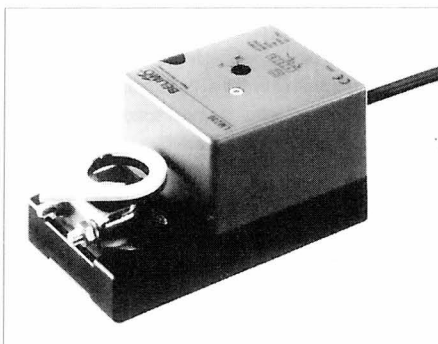
Servopohony AM... s kroutícím momentem 18 Nm jsou vhodné pro ovládání VZT klapky až do průřezu 3,6 m<sup>2</sup>. Díky minimální šířce (92 mm) se mohou montovat i na úzké rámy vzduchotechnických klapky. Dodávají se pro ovládací napětí 24 a 230 V a pro řídicí signál 0 až 10 V. Otevřeno/zavřeno, třípolohové, spojitě 0 až 10 V. Ke všem typům se dodávají externí pomocné přepínací kontakty (tj. podle typu pohonu mohou být k dispozici až 4 přepínací kontakty). Montáž na osy o průměru 10 ... 20 mm. Tichý provoz (< 45 dB (A)) umožňuje

### \* Plynem vyhříváné zvlhčovací jednotky

Důvodem k vývoji plynových zvlhčovačů vzduchu americké firmy Nortec byl nárůst cen za elektrickou energii. Jde o centrální jednotky k vlhčení vzduchu v budovách v zimním období. Pracují na principu odparu vody v nádržích. Umísťují se nejlépe v nejvyšším podlaží budov s ohledem na nutný odvod spalin. Jejich instalace je snadná a rychlá. vč. připojení na automatickou regulaci. Jak prohlašují zástupci výrobce, i případně nutný přívod plynu se vyplatí. Provoz prvních instalovaných zvlhčovačů byl

Tab. 1 Přehled řady servopohonů

| Řada servopohonů              | Kroutící moment | Průřez VZT klapky     | Světlost armatury |
|-------------------------------|-----------------|-----------------------|-------------------|
| LM...                         | 4 Nm            | do 0,8 m <sup>2</sup> | DN 15 – 25        |
| LF... s havarijní funkcí      | 4 Nm            | 0,8 m <sup>2</sup>    | DN 15 – 25        |
| NM...                         | 8 Nm            | 1,5 m <sup>2</sup>    | DN 25 – 50        |
| SM...                         | 15 Nm           | 3 m <sup>2</sup>      | DN 50 – 100       |
| AF... s havarijní funkcí      | 15 Nm           | 3 m <sup>2</sup>      | DN 50 – 100       |
| AM... s MFT (programovatelné) | 18 Nm           | 3,6 m <sup>2</sup>    | DN 50 – 100       |
| GM...                         | 30 Nm           | 6 m <sup>2</sup>      | DN 100 – 150      |



Obr. 1 Nejmenší servopohon řady LM... s kroutícím momentem 4 Nm

použit pohony i v prostředí s vysokými nároky na komfort. Odnímatelný zadní panel se svorkovnicí umožňuje zapojení všech druhů kabelů. Z výroby je garantované krytí IP54. Moderní design je u všech částí směřován na nejvyšší funkčnost.

Servopohon AM 24-SR je kromě své standardní funkce, vybaven MFT k programování a změně mnoha funkcí: kroutící moment, dobu běhu, směr otáčení, pracovní rozsah řídicího napětí. Spojitý servopohon (0 až 10 V) lze změnit na otevřeno/zavřeno nebo na třípolohové řízení. Dále lze změnit zpětná hlášení, servisní nastavení a datový protokol.

### Chystané novinky od 2. čtvrtletí 1999 – rozšíření základního sortimentu novým směrem

- dvou a třicestné kulové ventily Belimo o světlosti DN 15 až 50 (označení R209 až R350);
- rozšíření stávajících třípolohových servopohonů NR o dvoupolohové a spojitě 0 až 10 V;
- nová řada servopohonů pro kulové ventily LR, dvoupolohové a spojitě.



Obr. 2 Servopohon s havarijní funkcí (zpětná pružina) řady LF...

### Typ ventilu a servopohonu Označení

- 2cestný kulový ventil R209..229 (DN 15-32) R230..250 (DN 32-50)
- 3cestný kulový ventil R309..329 (DN 15-32) R330..350 (DN 32-50)
- 2polohový servopohon 24 V LR24 NR24
- 2polohový servopohon 230 V LR230 NR230
- 3polohový servopohon 24 V NR24-3 NR24-3
- 3polohový servopohon 230 V NR230-3 NR230-3
- regulační – řídicí signál 0 až 10 VLR24-S RNR24-SR

V případě dalších informací, se prosím, obraťte na naše zastoupení v Praze, kde Vám rádi poradíme a předvedeme celý sortiment. ■ ■

sledován po dobu jednoho roku a bylo ověřeno, že pracují bez závady a splňují všechny požadované parametry. Jednotky nevyžadují prakticky žádnou údržbu a při kontrole vodní nádrže na konci sezóny bylo zjištěno, že usazené minerály, obsažené ve vodovodní vodě nijak neupravované a jiné usazené nečistoty se daly snadno spláchnout. Keramické hořáky jednotek pracují tiše a účinně, není v okolí cítit žádný zápach a jsou solva zřetelné stopy po kondenzaci v odvodu spalin.

ASHRAE Journal 12/98

(Ku)

## Přesná čidla vlhkosti Novasina Hygrodat ... když i 1% r.v. je příliš

**Accurate humidity sensors  
Novasina Hygrodat ...**  
when even 1% of r.h. is too much

Flair, a.s., Praha

Švýcarský koncern AxAir zahrnuje vedle známých značek zvlhčovačů Condair a Defensor i proslulého výrobce laboratorních analyzátorů a čidel vlhkosti značky Novasina. Nejnovějším produktem této značky je vysoce přesné čidlo Hygrodat, určené svými špičkovými parametry a cenovou dostupností především pro náročné aplikace v klimatizační technice.

Měření vlhkosti vzduchu je jedním z nejcitlivějších problémů v oblasti regulace zařízení techniky prostředí. Již správná volba umístění čidla předpokládá respektování zásad, které vylučují rušivé vlivy měření, jako je zahlcení čidla v krátké vzdálenosti za zvlhčovačem, ovlivnění lokálními zdroji tepla a vlhkosti nebo zvýšenou místní infilrací. Pro běžné případy komerčních budov a staveb občanské vybavenosti většinou vystačíme s tolerancemi vlhkosti  $\pm 5\%$  r.v., v některých průmyslových provozech je dostačující rozmezí  $\pm 10\%$  r.v. Podstatně náročnější jsou však specializované technologické provozy, jako farmaceutická výroba, testovací a vývojové laboratoře, zpracování filmů a výroba mikroelektronických komponentů. Zde jsou často požadovány hodnoty tolerance menší než 3% a nejsou výjimkou ani nároky na tolerance  $\pm 1\%$  r.v..

Kromě volby správné koncepce zařízení, které svou funkcí umožňuje udržení požadovaných mezí (např. velmi přesný parní vyvíječ Defensor Mk4 Process) je nutno zajistit i přesné měření regulovaných hodnot, které většinou naráží na přesnost a stálost čidel. Běžná čidla, která vyhovují velmi dobře pro běžné budovy, mají vlastní chybu obvykle větší, než je požadovaná tolerance. Omezujícím faktorem je i měřicí rozsah, proměnná citlivost v závislosti na okolních podmínkách, nebezpečí zahlcení a velká hystereze. Řešením těchto problémů může být nová generace přesných čidel Hygrodat.

### Standardní čidla vlhkosti

Mechanická nebo elektromechanická čidla s aktivním hygroskopickým materiálem (např. vlasy) se používají nejčastěji jako hygrostaty. Jejich přesnost není lepší než  $\pm 3\%$  r.v. a pro spolehlivý provoz je nutno čidla periodicky kalibrovat.

Lepší stabilitu mají kapacitní čidla s článkem na bázi LiCl. Citlivost se pohybuje běžně v rozmezí 2 až 3%

r.v., v okrajích měřicího rozsahu (pod 20% a přes 90%) se přesnost zhoršuje. Kritickou pro tato čidla bývá přítomnost některých chemikálií v ovzduší (např.  $\text{NH}_3$ ), které urychlují stárnutí měřicího článku a ztrátu jeho citlivosti.

Čidla pracující na psychrometrickém principu vykazují poměrně vysokou spolehlivost, problémem je však jejich setrvačnost a značná rozměrnost těchto čidel, která je pro použití u řady aplikací předem diskvalifikují.

### Přesná čidla Hygrodat

Řada čidel Hygrodat je určena pro aplikace v náročných klimatizačních systémech. Jejich základní předností je extrémní citlivost s konstantním průběhem v celém měřicí rozsahu, možnost snadné a spolehlivé kalibrace a dlouhodobá stabilita.

Na rozdíl od kapacitních čidel vlhkosti, která mají díky hysterezi určitou nepřesnost, používá Novasina elektrolýtický odporový měřicí článek s patentovaným složením. Odporový měřicí článek umožňuje měření vlhkosti v rozsahu od 6 až do 100% r.v. bez rizika zahlcení, s konstantní citlivostí.

### Kalibrace, tolerance a stabilita

Jednou z největších předností systému Hygrodat je snadná kalibrace čidla sadou pěti ampulí s roztokem solí kovů. Postupným nasazením těchto ampulí na kalibrační nástavec se kalibrují hodnoty 11%, 33%, 53%, 75% a 90% r.v.

Díky této kalibraci je možno dosahovat maximální přesnosti a stability. Po pětibodové kalibraci je při teplotě 25 °C přesnost čidla  $\pm 0,5\%$  r.v. v rozsahu od 6 do 100% r.v., při teplotě od 0 do 50 °C je pak přesnost  $\pm 1\%$  r.v.. Rozlišovací schopnost čidla je za všech podmínek lepší jak  $\pm 0,3\%$  r.v. Stabilita čidla Hygrodat je lepší než 1% r.v. za rok. I u nekalibrovaného čidla garantuje výrobce přesnost  $\pm 2\%$  r.v.

### Pracovní rozsah a výstupní signál

Měření vlhkosti je automaticky teplotně kompenzováno. Pracovní rozsah od 6 do 100% r.v., provozní teplota -10 až 50 °C (typ M 20 až 80 °C).

Výstupní signál z čidel Hygrodat je volitelný v rámci několika běžných napěťových a proudových rozsahů: 4 až 20 mA, 0 až 20 mA, 0 až 1 V =, 0 až 10 V =. Napájení čidel je buď stejnosměrným napětím 9 až 35 V nebo střídavým 90 až 260 V.

Systémy Hygrodat splňují požadavky krytí IP65 a vyhovují tak většině požadavků pro instalaci do vnějšího i vnitřního prostředí. Na vyzádnání se dodává jako zvláštní příslušenství filtr vláknitého prachu pro měřicí buňku.

Systém vyhovuje předpisům pro elektromagnetickou kompatibilitu EMC podle EN 50082-1 a EN 50081-1. Pro instalaci do prostředí se silným elektromagnetickým rušením se dodává sada "EMC kit", která umožňuje funkci za podmínek stanovených normou EN 85582-2.

Čidla Hygrodat jsou konstruována jako kanálová nebo prostorová (Hygrodat 10) s možností doplnění o displej se zobrazením aktuální měřené vlhkosti a teploty (Hygrodat 20).

Komunikační modul Hygrodat je určen pro montáž na stěnu. Vlastní čidlo v kapiláře 110 nebo 210 mm je pevně uchyceno na boční nebo zadní stěnu komunikačního modulu (čidlo prostorové resp. kanálové) nebo je propojeno s komunikačním modulem kabelem v maximální délce 60 m. Čidlo je dodáváno včetně držáku pro montáž na stěnu, pro montáž do potrubí je možno na vyzádnání dodat přírubu.

### Aplikace a reference přesných měřicích systémů Hygrodat

Díky schopnosti čidel Hygrodat vyhovět i nejnáročnějším požadavkům nalezneme jejich uplatnění i v postupech, kde sebemenší odchylka od předepsaných hodnot znamená pokles kvality výrobku nebo zkrácení vyhodnocovaných údajů. Proto řada špičkových světových výrobců dnes používá systémy Novasina k zabezpečení kritických fází technologických procesů.

### Jako příklad můžeme jmenovat alespoň některé provozy:

- Rolls Royce – optimalizace provozu leteckých motorů v závislosti na vlhkosti vzduchu;
- Siemens Drážďany – řízení vlhkosti čistých prostorů pro výrobu čipů;
- Kodak – řízení procesu sušení při výrobě filmů;
- BMW, Ford Cosworth – přesné měření testovacích podmínek při zkoušení motorů;
- Hoechst, Smithkline Beecham – sledování výrobních podmínek. ■ ■



Obr. 1 Vlhkostní čidlo

## Švýcarská firma oznamuje velký pokrok ve zvlhčování vzduchu

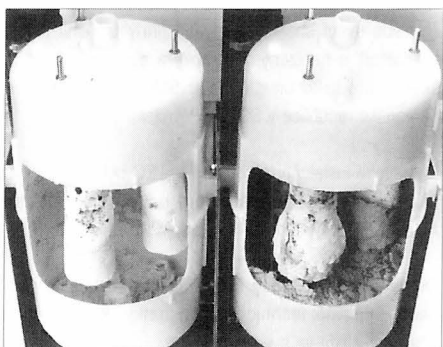
Swiss firm announces great progress in air humidifying

Systemair, a.s., Praha

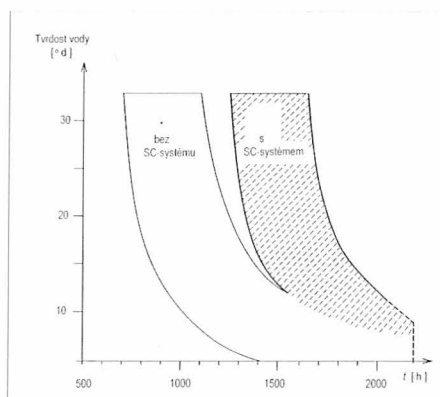
Firma **NORDMANN ENGINEERING** představila v březnu 1995 na veletrhu ISH ve Frankfurtu parní zvlhčovače používající tzv. SC-systém, který byl pak téhož roku na výstavě Interclima v Paříži oceněn za inovaci. SC-systém představuje velký pokrok v technice parního zvlhčování vzduchu a byl proto přihlášen k patentování, načež v říjnu 1998 dostal evropský patent č. EP 0715 121 B1. Revoluční novinkou SC-systému (Self-cleaning-system) je samočisticí proces s automatickým odstraňováním vodního kamene z parního válce.

Parní zvlhčovače se během doby v oblasti zvlhčování vzduchu staly nejpobulárnějším druhem a z nich především elektrodové, protože jsou snadno instalovatelné, spolehlivé a produkují čistou, sterilní páru. Vyžadují ovšem pravidelnou údržbu, protože se na elektrodách a ve válci usazuje vodní kámen. Mezitím se objevila různá řešení tohoto problému, která ovšem vyžadovala otevření a vyčištění parního generátoru (válce), což je obtížný úkol vzhledem k časové náročnosti na čištění a riziku vzniku následných netěsností. Děje-li se čištění po 600 hodinách, jak doporučuje většina výrobců, vede to k významnému zvýšení nákladů na údržbu.

Vývojové oddělení firmy **NORDMANN ENGINEERING** hledalo způsob, jak se vyhnout nutnosti otvírat a čistit válec. Novinka spočívá v použití speciálních válců z polypropylenu s vyjmátným vypouštěcím sítkem, které umožňují personálu údržby preventivní čištění válců dříve, než minerálie vytvoří bloky, které pak již nebude možno vypouštět. To představuje důležitý pokrok v životnosti zařízení.



Obr. 1 Stav varných nádob po 600 hodinách provozu s SC-systémem (vlevo) a bez SC-systému (vpravo)



Obr. 2 Životnost varných nádob v závislosti na tvrdosti vody

\* Platí při pravidelném čištění nádoby

SC-systém v širokém rozsahu znemožňuje tvorbu vodního kamene ve válci tím, že udržuje minerály suspendované ve vodě a zabraňuje jim usazovat se na dně válce. Speciální vzduchová injektáž, elektronicky řízená fuzzy logikou zajišťuje trvalou suspenzi minerálů. Jejich částice zůstávají tak malé, že je lze většinou odstraňovat během normální operace vypouštěním v rámci procesu dekoncentrace. Toto řešení znamená podstatné snížení nároků na čištění válce. Není již nutné jej otvírat, minerály se odstraňují automaticky.

Elektrodové zvlhčovače s SC-systémem mohou pracovat s normální vodovodní vodou a nevyžadují její drahou úpravu. Mohou pracovat s jakkoliv tvrdou vodou, protože vodní kámen je automaticky odváděn. Kromě zmíněné přednosti, mají nové zvlhčovače **NORMANN ENGINEERING** výhody, jako je kvalitní regulace parního výkonu, čistá a sterilní pára, izotermní vlhčení, automatické vypínání při nedostatku vody aj.

Za pozornost stojí tyto přednosti:

- elektrodové parní zvlhčovače jsou provozně bezpečné, protože elektrický proud probíhá vodou a není nebezpečí přehřátí, klesá-li její hladina, nebo je-li válec prázdný
- elektrický proud je úměrný výšce hladiny vody a není-li voda, proud neprobíhá
- použití mikroprocesoru s fuzzy logikou, která v důsledku řízení celého procesu odpařování a samočištění, vede k optimalizaci spotřeby energie
- parní výkon je trvale přizpůsobován požadavkům regulace a tak je relativní vlhlost vzduchu řízena velmi přesně
- hydrodynamický plnicí systém se snadným a rychlým počátečním plněním válce, je-li již vzduchové potrubí pod tlakem
- nízké provozní náklady a malá časová náročnost na údržbu
- dlouhá životnost parního válce
- estetický vzhled a kompaktní konstrukce, umožňující jednoduchou instalaci a provoz
- výrobek odpovídající normě ISO 9001 a nesoucí známku CE.

## Význam zvlhčování a působení elektrodových parních zvlhčovačů

Zvlhčování je známé po staletí. Byl to nejprve hrnec postavený na ohništi, aby se z něho odpařovala voda. Později to byly kotlíky stavěné na litinová kamna, aby odpařovaná voda v zimě vlhčila vzduch. Se zavedením ústředního vytápění nebylo "kotlíkové" řešení dále únosné a byly zaváděny jiné způsoby vlhčení. V minulosti většina budov byla stavěna z cihel, s tlustými stěnami. Takovýto způsob konstrukce zajišťoval určitou rezervu vlhkosti ve stěnách. V současné době se používají slabé stěny s materiály o vysoké tepelné izolaci, které nemohou do sebe akumulovat vlhkost.

Srovnáme-li projektované vnitřní teploty a relativní vlhkosti obytných prostor dříve a nyní dostaneme:

- dříve: 17 °C a relativní vlhkost 40 %
- dnes: 21 °C a relativní vlhkost 50 %,

což představuje rozdíl 3 gramů vody na m<sup>3</sup> vzduchu. Tyto tři gramy je třeba nyní přidat, abychom splňovali současné požadavky. Kromě toho vzrostly také požadavky na čerstvý vzduch. To vše vede k deficitu vlhkosti. Ideální podmínky jsou okolo 21 °C a r. v. 50 % a k nim právě hledáme cesty.

## Vliv vlhkosti vzduchu na pocit pohody a produktivitu

V případě nízké vlhkosti pociťuje člověk:

- suchou pokožku, zejména na rukou (zvýšená potřeba vlhčících krémů v zimě);
- vysychání nosní sliznice;
- vysychání v hrdle a chrapot;
- dráždění očí, především u osob s kontaktními čočkami.

Studie dále ukázaly, že se snižující se relativní vlhkostí vzduchu pod 40 % stoupá absence v zaměstnání. Příčinou je zvýšení nemocnosti dýchacích orgánů. Vlhčením vzduchu se urychluje shlukování částic polétavého prašného aerosolu a jejich sedimentace. Vzduch se tak čistí.

## Nepřímé účinky vlhkosti vzduchu

Jde v první řadě o vliv na růst bakterií a nemocí. Fixování bakterií na různé nosiče je spojeno s fyzikálními, chemickými a biologickými faktory, přičemž vlhkost vzduchu hraje roli ve dvou rovinách:

- vlhkost nosičů vede k přitahování bakterií a současně k fixování živin, nutných k růstu bakteriálních kolonií;
- vlhkost vzduchu má vliv na přežívání virů a baktérií.

## Syndrom nemocné budovy

Syndrom nemocné budovy (Sick-Building Syndrome - SBS) je soubor příznaků, které pociťují uživatelé

budov, např. bolesti hlavy, únava, všeobecná malátnost, dráždění očí, nosu, krku apod. Je často diagnostikován tím, že zaměstnanci ztrácejí tyto potíže po opuštění budovy. SBS se neprojevuje vždy tímž způsobem. Nejčastější stížnosti zahrnují symptomy podobné nachlazení nebo infekci dýchacího traktu. Někteří zaměstnanci popisují SBS jako bolesti hlavy a neschopnost soustředění, zatímco jiní si stěžují na suchou pokožku nebo vyrážky.

**Podle zprávy Světové zdravotnické organizace (WHO) č. 4 z r. 1989 se za nemocnou budovu považuje taková, kde alespoň 20 % osazenstva vypovídá o symptomech SBS po dobu více než dva týdny a které přestanou po jejím opuštění.**

Syndrom nemocné budovy je výsledkem špatné kvality ovzduší. Agentura ochrany ovzduší USA zjistila, že v budovách s omezenou úpravou venkovního vzduchu, může být vnitřní vzduch až desetkrát více kontaminován, než v budovách dostatečně zásobovaných čerstvým vzduchem. Bylo konstatováno, že v moderních budovách trpí o 45 % více lidí, než ve starších a proto

je nyní soustředěna pozornost na všechny, kteří mají co do činění s budovami a jejich funkcemi, od architekta, který je navrhuje, až po údržbáře, kteří se starají o jejich provoz. Vyskytly se již i soudní spory se vztahem ke kvalitě vnitřního prostředí.

### **Příspěvek zvlhčovačů vzduchu k ozdravení vnitřního ovzduší**

Zvlhčovače vzduchu a zejména parní elektrodové, jsou velmi důležitá zařízení, protože zvyšují vlhkost vzduchu, což je životně významný činitel pro

- lidi, zvířata i rostliny;
- skladovaný materiál;
- potraviny;
- průmyslové procesy.

Hlavní výhodou elektrodových parních zvlhčovačů vzduchu je to, že produkují sterilní páru prostou příměsí. Dostatečně vysoká relativní vlhkost vzduchu má mnoho pozitivních účinků, jako:

- Zvýšený komfort. Bylo prokázáno, že optimum relativní vlhkosti je okolo 50 %, protože při nižší vlhkosti (což je častý případ v obydlích a na pracovištích v zimě) lidé trpí řadou potíží.
- Vyšší produktivita práce a nižší absence. Lidé se při relativní vlhkosti okolo 50 % cítí lépe, pracují lépe a rychleji. Onemocnění dýchacích orgánů jsou méně častá.
- Méně vážnějších onemocnění. Voda v parních elektrodových zvlhčovačích se ohřívá na 100 °C, pára je sterilní, neobsahuje mikroorganismy a bakterie.

Kromě toho, elektrodové parní zvlhčovače neprodukují kapičky a tak je menší náchylnost k tvorbě kondenzačních míst, kde by mohly mikroorganismy růst.

Závěrem je třeba znovu zdůraznit význam vlhčení vzduchu, jako důležitého procesu z hlediska lidského zdraví a pracovních výkonů. Pochopení tohoto významu povede k potlačení mnoha problémů a instalace elektrodových parních zvlhčovačů je tedy hodnotnou investicí. Prevence je vždy levnější než léčení. ■ ■

## **Návštěva u firmy FRIATEC AG v Mannheimu**

### **Visiting the firm FRIATEC AG in Mannheim**

Pracovníci společnosti FRIATEC s.r.o. Praha pozvali odborníky z oblasti zdravotní techniky na návštěvu výrobního závodu v Mannheimu.

Exkurze ve dnech 6. až 8. 10. 1998 se zúčastnilo 25 pozvaných projektantů, dodavatelů vnitřních vodovodů, kanalizace a plynovodů, zástupci odborných učilišť, středních odborných a vysokých škol.

Firma byla založena roku 1860, kdy patřila k vedoucí skupině Svazu evropského keramického průmyslu. Výroba byla v té době zaměřena především na kameninové potrubí a tvarovky a velkoobjemové keramické nádoby.

Těžištěm dnešního výrobního programu jsou tři obory:

- výrobky z plastů
- čerpadla armatury
- technická keramika a lékařská technika.

Uvedené obory se dále dělí na šest výrobních sekcí:

- čerpadla z materiálů s vysokou odolností proti korozi a opotřebení pro chemický a kovozpracující průmysl;

- *technické plasty* s vývojem a výrobou bezpečnostních tvarovek;
- *FRIALEN* z PE-HD- tvarovky pro beztlakovou kanalizaci;
- *armatury* pro chemický a hutnický průmysl, pro rozvody technických plynů a průmyslových vodovodů;
- *FRIALIT-DEGUSIT* - elektroizolační stavební díly, laboratorní zařízení, potrubí a kapiláry, ochranná a izolační potrubí a nářadí pro jemné broušení;
- *lékařská technika* zajišťuje výrobu zubních implantátů, algiporhydraxylapititové keramiky a video-systémů, nástrojů pro artroskopii.

Mimo těchto šesti sekcí je výroba zaměřena do dvou dalších oblastí:

**FRIASOL** - zhotovování modulárních stavebních částí pro ochranu betonových dilů a potrubí proti korozi a opotřebení (desky BKU a GFA z PE-HD);

**FRIDURIT** - laboratorní technika vyrábí laboratorní desky a vylevky z technické keramiky, cirkulační čističky vzduchu, neutralizační zařízení, filtry pro čištění odpadních vod a vzduchu z laboratoří.

Účastníci zájezdu se především zajímali o obor sanitární techniky, ve kterém fa. Friatec nabízí kompletní instalační systém.

**FRIABLOC** – systém prefabrikovaných sanitárních prvků pro závěsné záchodové mísy, umyvadla, bidety a pisoáry. Univerzální řešení umožňuje instalaci jak při tradičním vyzdívání zdi a přiček, tak i při použití sádrokartonových přiček. Součástí WC-modulu je splachovací nádržka s dvojím splachováním nastavitelným pro

velkou potřebu od 6 do 9 l a pro malou pevně stanoveným množstvím 3,5 l.

**FRIAPHON** – plastové kanalizační trouby a tvarovky pro odvádění splaškových a dešťových odpadních vod. Stěny trub jsou dvouvrstvé a tím zabezpečují zvýšenou schopnost útlumu šířeného hluku. Do odpadního potrubí je možno vkládat v místech prostupu stropních konstrukcí speciální protipožární manžety, které se v případě požáru deformují a uzavřou cestu průchodu ohně a kouře odpadním potrubím. Trouby a tvarovky Friaphon se dodávají v dimenzích 52 × 2,8; 78 × 4; 110 × 5,3; 135 × 5,5; 160 × 6,3. Používaný plast je plně recyklovatelný.

Se systémy Friatherm, Friabloc a Friaphon jsme byli detailně seznámeni v přednášce ing. Jiřího Janicha v novém, krásném a hlavně účelném kongresovém centru v areálu navštívené firmy. Rovněž jsme shlédli vybavení laboratoří a školícího pracoviště.

Je třeba uvítat snahu navštívené firmy umožnit hlubší seznámení s nabízenými výrobky a systémy. V ČR je školící středisko umístěnou v SOU – Žamberk, ve Slovenské republice v SOU – Povážská Bystrica.

Komplexní instalační systém FRIATEC byl oceněn zlatou medailí na mezinárodním odborném veletrhu AQUA-THERM v r. 1996 a čestným uznáním v r. 1997.

Odjížděli jsme od firmy FRIATEC AG Mannheim obohaceni dalšími technickými poznatky, které mohou účastníci využít ve své činnosti.

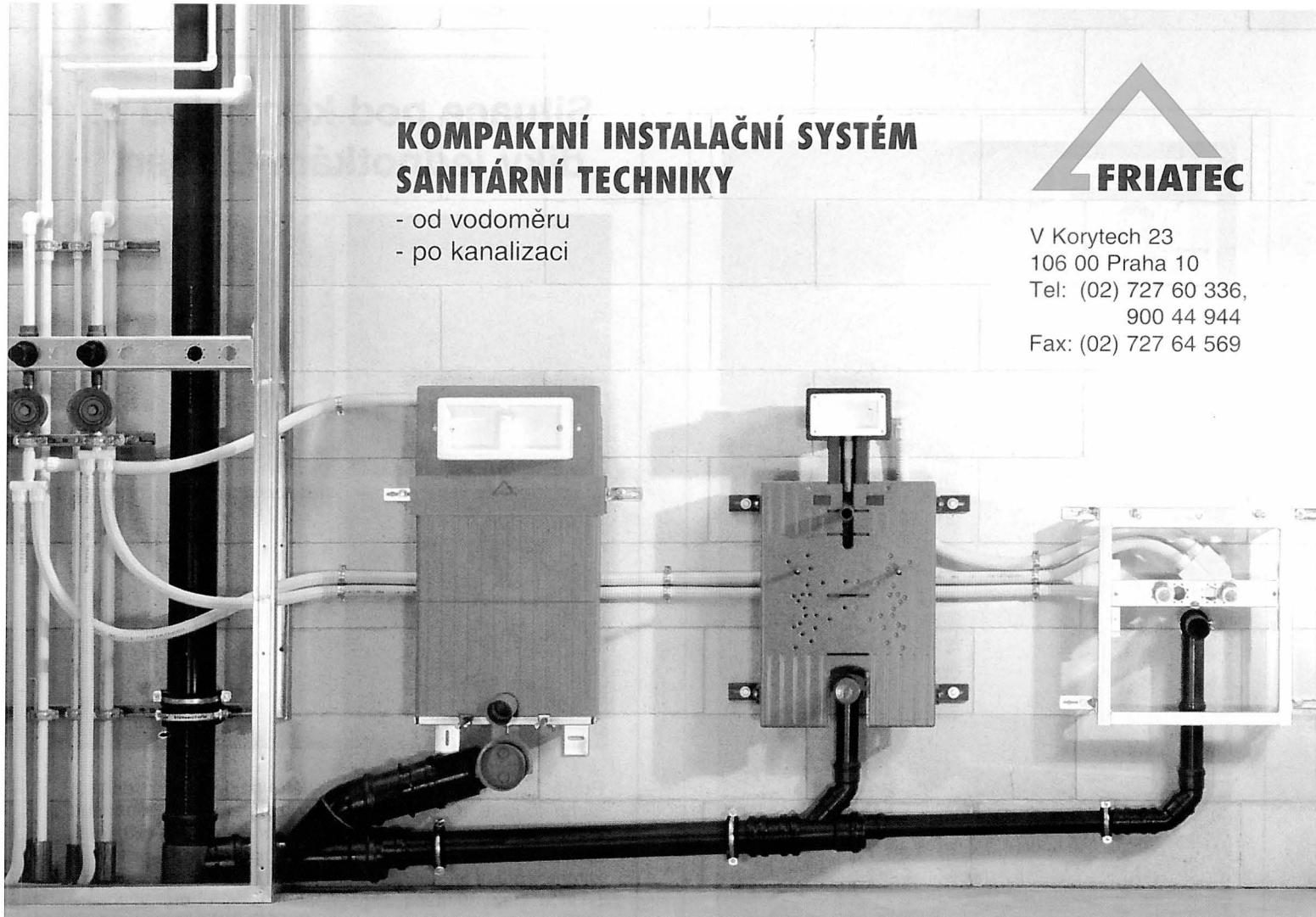
doc. Ondroušek

## KOMPAKTNÍ INSTALAČNÍ SYSTÉM SANITÁRNÍ TECHNIKY

- od vodoměru
- po kanalizaci

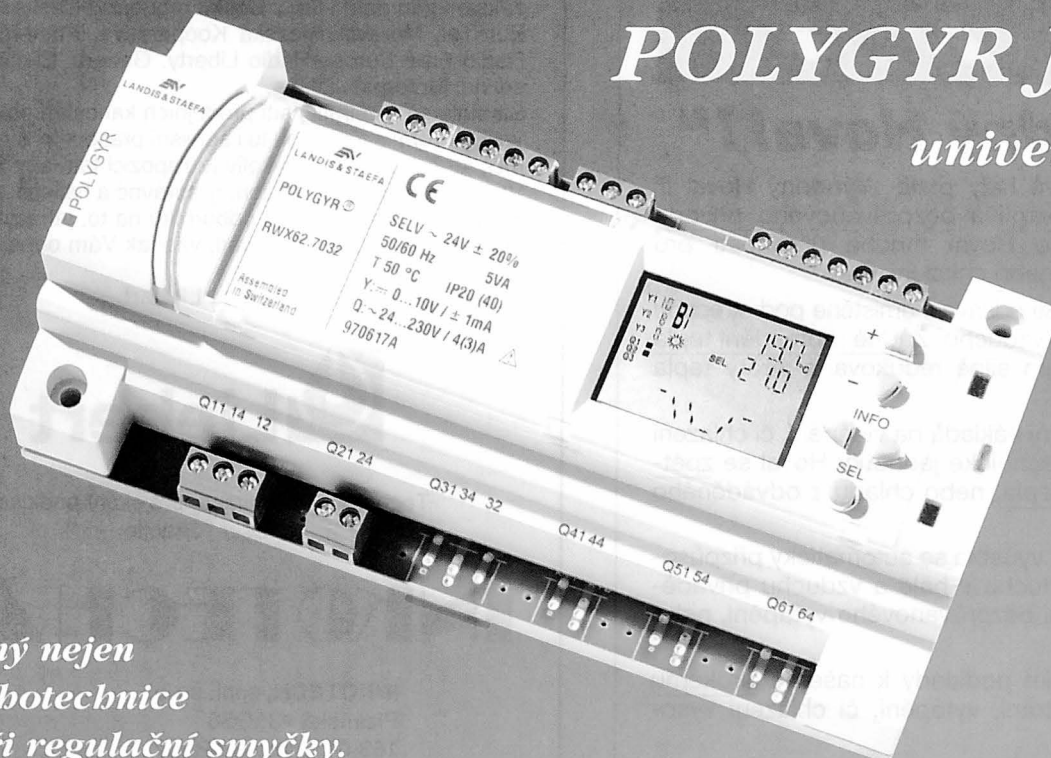


V Korytech 23  
106 00 Praha 10  
Tel: (02) 727 60 336,  
900 44 944  
Fax: (02) 727 64 569



## POLYGYR JOKER

*univerzální PID  
regulátor*

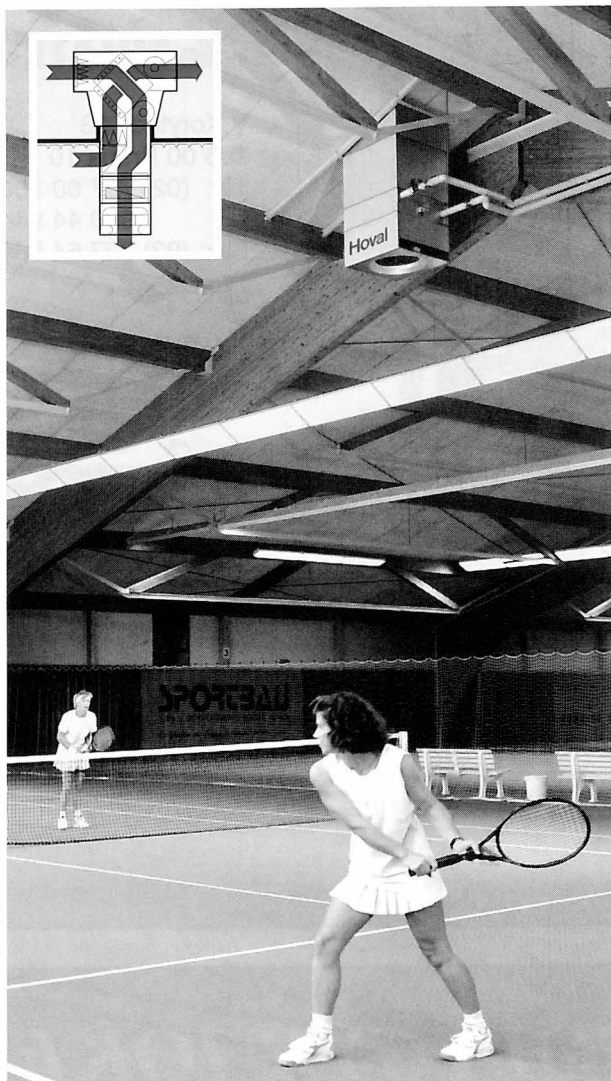


*Použitelný nejen  
ve vzduchotechnice  
až pro tři regulační smyčky.*

# LANDIS & STAEFA

LANDIS & GYR (CZ), Novodvorská 14, Praha 4, tel.: 02/6134 2319, <http://www.landis.cz>

Brno 05/45 545 201 České Budějovice 038/731 28 33 Liberec 048/522 59 01 Ostrava 069/662 2985 Pardubice 040/6818 276 Plzeň 019/7539 795



## „Výhodný Hoval!“

Nejen pro tenisové haly platí: „Výhodný Hoval!“ Pomocí úspor energií a bezprůvanového přívodu vzduchu dosahuje Hoval mnoha předností pro větrání, vytápění, nebo chlazení hal.

Úspory energií zajistí odsávání umístěné pod střechou a vertikální vedení vzduchu: Žádné hromadění tepla pod střechou a tím silně redukované ztráty tepla střechou.

Ještě silnější snížení nákladů na vytápění, či chlazení nabízejí vzduchotechnické jednotky Hoval se zpětným získáváním tepla, nebo chladu z odváděného vzduchu.

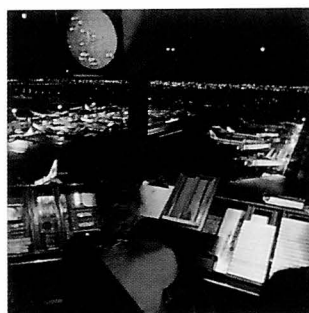
Patentovaná vířivá vyústka se automaticky přizpůsobuje teplotám vzduchu v hale a vzduchu přiváděného: pro zajištění bezprůvanového vytápění, nebo chlazení.

Vyžádejte si prosím podklady k našemu širokému programu pro větrání, vytápění, či chlazení vysokých hal.

Schiestl spol. s r.o.  
K oboře 334  
252 41 Dolní Břežany  
tel. 02 / 49 13 92  
fax. 02 / 49 14 12

# Hoval

## Situace pod kontrolou ... díky jednotkám Liebert®



Prakticky kdekoli po celém světě najdete elektronická, technologická a telekomunikační zařízení bezpečně pod kontrolou chráněna proti nežádoucí teplotě a vlhkosti, spolehlivě zajištěna ve správném pracovním prostředí klimatizačními jednotkami Liebert®.

S více než 30letými zkušenostmi s výrobou, vývojem, provozem a působením po celém světě, je firma Liebert® na vedoucí pozici na poli přesné klimatizace.

K jejímu dlouhému a působivému seznamu významných zákazníků patří i tito z České republiky: Česká spořitelna, EuroTel, Moravskoslezská Kooperativa, Komerční banka, Radio Free Europe/Radio Liberty, General Electric - Multi-servis, Motorpal Jihlava, ...

Se stále se rozšiřující sítí prodejních kanceláří pokrývajících většinu zemí světa, jsou tu i servisní pracovníci a naši odborníci, kteří jsou Vám kdykoliv k dispozici tak, aby zajistili pro Vaše technologické zařízení ty správné a nejlepší podmínky. Zeptáte-li se skutečných odborníků na to, jaká zařízení pro přesnou klimatizaci používají, víte jak Vám odpoví?

No přece Liebert...




# Liebert

Technické konzultace, projekční podklady  
a řešení žádejte:

# INKOTECH



**INKOTECH**, spol. s r.o.  
Plzeňská 435/338  
163 01 Praha 6 - Řepy  
**Tel.:** (02) 302 32 40  
**Fax:** (02) 301 69 60  
**E-mail:** [inkotech.pha@pha.potnet.cz](mailto:inkotech.pha@pha.potnet.cz)

Výhradní dovozce a prodejce výrobků  
 Liebert v České Republice.

## Problematika klimatizace elektronických zařízení

### Problems of electronic equipment air conditioning

Inkotech, s.r.o., Praha

To, že v poslední době dochází k obrovskému vývoji elektronických zařízení, je obecně známá skutečnost. Je patrný stálý trend miniaturizace zařízení a zároveň zvyšování výkonu. Známost frází se stále častěji stává rčení: "Já mám dnes na stole to, na co dříve byl potřeba celý sál". Přes toto rčení citlivost elektroniky na změny teploty a na přehřátí se od dob sálových počítačů příliš nezměnila, ba právě naopak. Ještě počátkem tohoto desetiletí byla patrná snaha výrobců elektroniky vyvíjet hardware, jehož citlivost na teplotu bude minimální. Tato snaha však nepřinesla očekávané výsledky.

Dnes se, pro zvýšení počtu paralelních operací a kapacity paměti elektronických zařízení, experimentuje s přímým chlazením elektronických obvodů vodou (např. Institut CERN Evropské unie ve Švýcarsku).

Řešení odvodu tepla, které vzniká provozem elektronických zařízení, je velice podstatné pro provoz, spolehlivost a životnost. Někteří výrobci elektroniky vyžadují dodržení přesného mikroklimatu během celé doby záruky. Za optimální podmínky pro provoz elektronických zařízení jsou v současné době považovány hodnoty mikroklimatu 22 °C, 50 % r. v. Je jasné, že tyto hodnoty lze celoročně udržovat pouze tehdy, bude-li prostor, v němž jsou instalována elektronická zařízení, klimatizován. Protože klimatizace těchto prostorů má zvláštní požadavky, vznikl specifický druh klimatizačních jednotek, určených speciálně pro tyto aplikace. Jedná se o *přesnou klimatizaci*, určenou ke klimatizaci počítačových místností, místností serverů, přenosových místností, telefonních ústředí a důležitých komunikačních uzlů a síti.

Jedním z předních a největších výrobců v tomto oboru klimatizační techniky je americká firma Liebert (součást elektrotechnického koncernu EMERSON Group), která má více než třicetiletou tradici a zkušenost s výrobou a aplikací jednotek systémů přesné klimatizace.

### Komfortní klimatizace

Když se řekne klimatizace, většině laiků se vybaví split jednotka pro klimatizaci kanceláří. Tyto jednotky slouží k zajištění komfortního klimatu pro osoby pobývající v daném prostoru (většinou se jedná o kanceláře, klientenské prostory bank, autosalonů, obchodů apod.). Jednotky tohoto systému mají různé variace provedení (nástěnné, podstropní, kazetové) tak, aby příliš nerušily vzhled interiéru. Pracují s malým průtokem cirkulačního vzduchu, který je ochlazován průchodem přes výparník chladicího okruhu. Ochlazování vzduchu bývá velké, tak-

že dochází ke kondenzaci vlhkosti ze vzduchu. Část chladicího výkonu je odčerpána odvodem latentního tepla. Pro odvod tepelné zátěže není tedy k dispozici celý chladicí výkon zařízení. Tento jev je v případě komfortní klimatizace žádoucí, neboť v prostorách, ve kterých se trvale vyskytují a pracují lidé, je důležité odvádět nejen teplo, ale také vznikající vlhkost. Tato vlastnost komfortní klimatizace pak přináší specifické problémy pokud je tato použita pro chlazení elektroniky. Řídicí systém jednotky dokáže regulovat teplotu vzduchu v místnosti v rozmezí max.  $\pm 3$  K, regulace vlhkosti není tímto systémem řešena.

Jednotky jsou konstruovány pro sezónní provoz cca 1200 hodin/rok s max. délkou životnosti při tomto sezónním provozu do 8 let. Sezónní provoz s sebou přináší velmi podstatnou nevýhodu standardně vybavených jednotek, kterou je nemožnost provozu při teplotách pod  $+8$  °C.

### Přesná klimatizace

Jednotky systému přesné klimatizace slouží k odvodu odpadního tepla, vznikajícího provozem elektronické, případně jiné citlivé technologie. Rovněž zajišťují optimální mikroklima pro provoz citlivých zařízení (počítače, servery, telefonní ústředny, sběrný dat, velíny např. elektrárny atd.). Jednotky tohoto systému jsou většinou věžové, tak aby dokonale "zapadly" mezi instalovanou technologii. Věžová varianta zároveň není náročná na podlahový prostor.

Přesná klimatizace pracuje s velkým průtokem cirkulačního vzduchu, který je ochlazován průchodem přes přímý výparník chladicího okruhu (alternativou jsou jednotky chlazené vodou). Protože vzduchový průtok je velký, nemusí být ochlazení vzduchu příliš velké a nedochází tedy ke kondenzaci vlhkosti nebo je tato minimální, (pokud ovšem řídicí systém jednotky nedá povel k odvlhčování vzduchu). Odvod vlhkosti není běžně u klimatizace technologických prostorů potřebný. Protože instalovaná elektronická nebo jiná technologie není zdrojem vlhkosti, je někdy nutné instalovat jednotky s vestavěným parním zvlhčováním, neboť nízká hodnota r.v. (cca pod 35 %) může způsobovat poškození dat a technologie vlivem výbojů statické elektřiny, které jsou pro elektroniku zhoubné. Ochlazování vzduchu může být vyfukován směrem vzhůru do prostoru, případně dolů do zdvojené podlahy. Firma Liebert pro tuto aplikaci nabízí ventilátory s externím statickým tlakem až 400 Pa. Toto řešení umožňuje dokonalou distribuci vzduchu ke všem prvkům chlazené technologie.

Řídicí systém jednotky dokáže regulovat teplotu vzduchu v místnosti v rozmezí  $\pm 1$  K, regulace vlhkosti je možná až do rozmezí  $\pm 5$  %.

Jednotky jsou konstruovány pro celoroční provoz 8760 h/r, s délkou životnosti při tomto provozu 20 a více let (záleží na náročnosti provozu, údržbě, obsluze atd.). Celoročním provozem je u jednotek Liebert miněno standardní rozpětí od  $+32$  °C (možno až  $+49$  °C) až do teploty  $-20$  °C (možno až  $-29$  °C).

### Přesná versus komfortní klimatizace

Systémy přesné klimatizace mají oproti klasické komfortní klimatizaci jednu, na první pohled zřetelnou nevýhodu, a tou je vyšší pořizovací cena, kterou je třeba zaplatit za tyto speciálně vyvinuté jednotky. Zákazník, který se rozhodl investovat obrovské sumy do elektronického systému řízení výroby nebo komunikačního systému, hledá samozřejmě možnost jak tyto náklady alespoň částečně snížit. První cesta vede právě k instalaci běžné klimatizace.

Nejlevnější řešení je zvolit běžnou komfortní klimatizaci, obdobnou jakou používá zákazník pro klimatizování ostatních např. kancelářských prostor – nástěnné příp. podstropní jednotky. Toto rozhodnutí je učiněno pouze pod tlakem pořizovacích nákladů. Zkusme se podívat na řešení z hlediska provozu elektronické technologie.

Položme si dvě základní otázky, které se pokusíme v dalším textu zodpovědět:

1. Nebude toto, na první pohled finančně výhodné řešení, znamenat ohrožení funkce instalované technologie ?
2. Neskrývá toto levné řešení v sobě další skryté náklady, které mohou jeho výhodnost znehodnotit?

### Požadavky na chladicí zařízení pro klimatizaci elektronických technologií

Abychom mohli zodpovědět první otázku, je dobré definovat základní požadavky na jednotky, které mají být schopny zajistit provoz elektronické technologie:

1. potřeba provozu chladicího zařízení průběžně během celého roku;
2. schopnost maximálního odvodu citelného tepla;
3. potřeba zajistit minimální kolísání teploty klimatizovaného prostoru;
4. potřeba zajistit minimální kolísání r. v. klimatizovaného prostoru;
5. velký průtok cirkulačního vzduchu, aby bylo zajištěno dokonalé provětrání klimatizovaného prostoru ;
6. maximální možná spolehlivost systému;
7. možnost automatického zálohování, automatické spuštění zálohy v případě potřeby/poruchy;
8. schopnost dálkového hlášení provozních stavů, případně dálkové regulace systému prostřednictvím "Autoanswer" modemu;
9. dlouhá životnost zařízení.

Dokážou systémy komfortní klimatizace splnit výše uvedené podmínky?

**ad 1** Komfortní klimatizace ve standardním provedení zajistí bezproblémový provoz do cca. teploty  $+8$  °C, po úpravě a doplnění jednotek "zimní regulací" do cca  $-5$  °C.

**ad 2** Odvod citelného tepla tvoří max. 60 až 70 % z celkového chladicího výkonu, zbytek chladicího výkonu, jak bylo uvedeno, se spotřebovává na odvod latentního tepla, což může vést k odvlhčování vzduchu až na nebezpečně nízkou mez.

**ad 3** ŘS komfortní klimatizace zajistí regulaci teploty max. v rozmezí  $\pm 3$  K.

- ad 4 ŘS komfortní klimatizace není obvykle vybaven regulací vlhkosti.
- ad 5 Vzduchové průtoky jsou malé a často není zajištěno dokonalé provětrání klimatizovaného prostoru.
- ad 7 Jednotky systému komfortní klimatizace nemají standardně vyšší úroveň vzájemné komunikace, lze tedy jen těžko jednotku automaticky zálohovat nebo spouštět záložní.
- ad 8 Stejný problém jako v předchozím bodě.
- ad 9 Při celoročním provozu dochází u komfortní klimatizace ke značnému opotřebení všech důležitých prvků, zkrácení jejich životnosti a snížení spolehlivosti. Tento bod v sobě skrývá potenciální nebezpečí dalších nákladů, neboť komfortní klimatizaci je nutné reparovat, případně nahradit novým zařízením podstatně dříve (podle našich zkušeností po 4 až 5 letech provozu) než přesnou klimatizaci.
- Jak dokáží systémy přesné klimatizace Liebert splnit výše uvedené podmínky?
- ad 1 Přesná klimatizace ve standardním provedení umožní bezproblémový provoz do cca. teploty  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- ad 2 Odvod citelného tepla tvoří 90 až 100 % z celkového chladičového výkonu.
- ad 3 ŘS přesné klimatizace zajistí regulaci teploty v rozmezí  $\pm 1\text{ K}$ .
- ad 4 ŘS přesné klimatizace Liebert ve spolupráci s interním parním zvlhčovačem reguluje vlhkost v rozmezí  $\pm 5\%$ .
- ad 5 Vzduchové průtoky jsou velké, možnost výfuku do zdvojené podlahy s externím tlakem ventilátoru až 400 Pa, což zajišťuje dokonalé provětrání klimatizovaného prostoru, jednotky Liebert je také možno napojit na vzduchotechnické potrubí.
- ad 7 Tyto jednotky mají standardně vyšší úroveň vzájemné komunikace, lze tedy provádět automatické zálohování, spouštění záložní jednotky apod.
- ad 8 ŘS je schopen bezproblémové integrace do systémů "Autoanswer" modů.
- ad 9 Jednotky mají životnost i v nejtěžších provezech minimálně 20 let.

Jako odpověď na první z otázek v úvodu článku lze říci, že komfortní klimatizace nedokáže zajistit požadovaný stupeň ochrany elektronického zařízení. Lze sice provést určitý "Upgrade" těchto systémů, avšak vložené prostředky neodpovídají dosaženému výsledku, přičemž některé vlastnosti komfortní klimatizace nelze změnit (např. velmi důležitý poměr citelného a celkového chladičového výkonu nebo životnost zařízení). Náklady na "Upgrade" komfortní klimatizace jsou často velmi vysoké a srovnávají cenový rozdíl mezi přesnou a komfortní klimatizací. Další nebezpečí, které s sebou přináší instalace komfortní klimatizace pro elektronická zařízení, je nebezpečí výpadku technologie vlivem selhání nebo nedokonalé funkce klimatizace. Těžko lze vyčíslit škody, když místo komunikační sítě hledí na uživatele jen slepé obrazovky terminálů nebo není možné navázat spojení prostřednictvím telefonu z důvodu výpadku ústředny apod. Poslední nebezpečí na první pohled skrytých dodatečných nákladů je nutnost častější výměny těchto zařízení. Nezdíra se stává, že je v nutné dva

až třikrát instalovat novou jednotku komfortní klimatizace v místě, kde by stačilo pouze jednu instalovat jednotku přesné klimatizace Liebert.

### Komfortní versus přesná klimatizace – ekonomika provozu

Zkusme se na tento problém podívat ještě z hlediska ekonomického, které mnohdy zákazníka zajímá nejvíce. Toto hledisko zahrnuje nejen investiční, ale i provozní náklady, které jsou stále podstatnější a v budoucnu budou nabývat většího významu. Už v současné době obecně platí, že provozní náklady zařízení po dobu jeho provozu mnohonásobně převyšují pořizovací náklady.

Důvodem, proč jsou stále ke klimatizaci elektronických zařízení využívány systémy komfortní klimatizace, jsou příznivější pořizovací náklady.

Komfortní klimatizace je konstruována pro udržování optimálního mikroklimatu pro prostor, v němž se pohybují a pracují lidé. Z toho vyplývají jeho hlavní charakteristiky. Naproti tomu je přesná klimatizace projektována pro udržování mikroklimatu prostorů s instalovanou technologií. Odvod tepelné zátěže je v obou případech realizován prostřednictvím ochlazování cirkulačního vzduchu.

Komfortní klimatizace dosahuje poměru citelného a celkového tepla 0,6 až 0,7. Tzn., že 30 až 40 % z výkonu jde na odvod vlhkosti, který je žádoucí v případě klimatizace místností s pracujícími osobami. Systémy přesné klimatizace dosahují hodnot 0,9 až 1,0. U elektronických zařízení je velký odvod vlhkosti nežádoucí, neboť při nízkých hodnotách r.v. vzniká nebezpečí výbojů statické elektřiny, které mohou vážně a nenávratně poškodit data uchovávaná v elektronických pamětech.

Při volbě klimatizačního zařízení komfortní klimatizace není možné řídit se hodnotami, které výrobce udává. Uváděný chladičový výkon odpovídá odvodu celkového tepla a také podmínkám v místnosti většinou  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 50 % r.v., které neodpovídají hodnotám doporučeným výrobcem elektroniky a jsou považovány spíše za krajní hodnoty spolehlivého provozu elektronického zařízení. Krátce řečeno, pro klimatizaci běžné místnosti serverů její tepelná zátěž byla stanovena na cca. 15 kW, je nutno navrhnout komfortní klimatizaci o celkovém výkonu min. 23 kW. Přesná klimatizace vystačí s celkovým výkonem 15 až 16,5 kW. Jak se tento rozdíl promítne do provozních nákladů lze spočítat velice snadno. Klimatizační zařízení mívají hodnotu chladičového výkonu cca 3, tzn. 3 kW chladičového výkonu vyžadují přibližně 1 kW příkonu. Jednotka přesné klimatizace vyžaduje tedy pro svůj provoz příkon 5,45 kW oproti 7,59 kW nezbytnými pro provoz komfortní klimatizace. Provozní náklady komfortní klimatizace jsou tedy o 28 % vyšší než provozní náklady na provoz přesné klimatizace. Rozdíl vyjádřený v Kč a jeho poměr k pořizovacím nákladům výrazně závisí na ceně, kterou uživatel klimatizace platí za kWh.

Z hlediska provozních nákladů je tedy jednoznačně výhodnější investice do přesné klimatizace.

Tab. 1 Porovnání tepelné zátěže mezi komfortní a přesnou klimatizací

| Klimatizace | Podíly tepelné zátěže (%) |          |
|-------------|---------------------------|----------|
|             | citelné                   | latentní |
| komfortní   | 65                        | 35       |
| přesná      | 95                        | 5        |

### Další možnosti snižování provozních nákladů u systémů přesné klimatizace

Velice podstatné, z hlediska provozních úspor, je možnost přizpůsobení chladičového výkonu zařízení proměnlivým hodnotám tepelné zátěže. Tato není během celého roku konstantní a kolísá v závislosti na venkovní teplotě. Regulace běžných klimatizačních zařízení je řešena nejčastěji systémem start/stop regulace kompresoru. Tato regulace je výhodná u menších chladičových výkonů. U velkých chladičových výkonů je nebezpečí zbytečného cyklování jednotky, přetěžování el. sítě proudovými rázy atd.

Firma Liebert vyvinula pro větší výkony 4-stupňový systém regulace chladičového výkonu "FOUR STEP" (obr. 1). Principem činnosti je využití výhody dvouvalcového pístového kompresoru, u kterého je možno odtlačováním sacích ventilů postupně vyřazovat jednotlivé válce z činnosti.

Další možnou úsporou, zvláště v našich podmínkách, je možnost využívat tzv. *volného chlazení* "GLYCOOL", kdy je k výparníku doinstalován přídavný výměník vzduch – glykol. Tento systém využívá okolní vzduch v době, kdy je chladnější než požadovaná teplota v místnosti. Lze tedy prostřednictvím suchého chladiče glykolu odvádět teplo z místnosti do okolí. Pokud se teploty okolí blíží teplotě v místnosti, je použit chladičový okruh k dochlazení vzduchu. Tento systém dokáže podstatně snížit provozní náklady a také prodloužit životnost důležitých komponentů chladičového okruhu.



Obr. 1 Liebert System 4 vybaven "Four Step" regulací provozu polohermetických kompresorů a infračerveným zvlhčovačem



## Závěr

Používat komfortní klimatizační jednotky ke klimatizaci elektronických a počítačových systémů může být velmi zrádné a ošidné. Skrytá rizika a další, na první pohled neviditelné náklady, jsou z hlediska uživatele velmi nebezpečné a je třeba je také při výběru klimatizace pro počítačové a elektronické systémy zohlednit.

Snaha uspořit investiční náklady za každou cenu může vést k velkým škodám na technologii, ke ztrátě dat, případně může podstatně podrazit provoz. Paradoxně tak snaha o úsporu může přijít hodně drahá. I zde platí ono letité pravdivé a mnohokrát vyzkoušené rčení, že: "Nikdo není tak bohatý, aby si mohl kupovat levné věci". ■ ■

## Odstraňovač vodního kamene LIN

### Water deposit descaler LIN

Investor dnes nemá lehkou volbu, jak si vybrat mezi množstvím kvalitních topenářských firem tu, která mu dodá novou kotelnu, nebo výměňkovou stanici. Vždyť nabídky jsou téměř shodné.

Dodavatel by možná měl akceptovat požadavek investora na poskytnutí pětileté funkční záruky na dosahování projektovaných parametrů. S LINem je to možné, neboť tento ekologicky nezávadný odstraňovač korozních usazenin je určen pro šetrné a přitom účinné čištění teplosměnných ploch (deskové výměníky) a čištění staré soustavy před napojením na nový zdroj tepla.

Aplikace této jedinečné technologie, která odstraňuje usazeniny ze všech typů materiálů (kov i nekov) je velice všestranná. Její hlavní použití je zaměřeno na odstraňování usazenin z teplosměnných ploch tepelných zařízení. Výrobce je firma ROSEKO z Ruské federace podle patentu RF č. 95105867/02 a pro použití v ČR bylo vydáno rozhodnutí Ministerstva zdravotnictví ČR pod zn. HEM-3435 - 18. 2. 98 / 5909. Dodavatelem přípravku je fa Lisoft.

LIN je prášek nažloutlé barvy rozpustný ve vodě. Je určen k odstraňování produktů vodního kamene a koroze. Je ekologicky nezávadný a nenapadá základní materiál čistěného zařízení. Použití nachází u vodních rozvodů, kotlů, otopných hadů, výměníků tepla, boilerů, parogenerátorů, teplovodů, chladičů automobilů, jakož i u kuchyňských zařízení.

Dávkování LINu je 10 až 50 g/l vody podle tloušťky nánosů (zpravidla 1 mm nánosů = 10 g prášku). Nedoporučuje se dávkovat menší množství než 10 g/l. Pro přesný výpočet spotřeby prášku je nevyhnutelné vzít do úvahy přesné složení vody, její tvrdost, kdy

bylo zařízení naposledy čištěno, tloušťku nánosů, objem a plochu čistěného zařízení, objemovou hmotnost usazenin apod.

### Technologický postup

Zvolené množství prášku se přidá do příslušného objemu vody. Vytvořený roztok se ohřeje na min. 60 °C (když zařízení nemá vlastní ohřev) a přečerpává se (jestliže nemá vlastní oběhové čerpadlo) zařízením. Doporučuje se nucená cirkulace o rychlosti 2 m/s. Prášek se při této teplotě dokonale rozpustí. Teplotní rozsah práce čistícího roztoku je 60 až 160 °C. V praxi rozpustnost prášku (a tím i jeho účinnost) klesá při 58 °C a zastavuje se při 54 °C. Naopak zvýšením teploty účinnost stoupá. Optimální je rozmezí teplot 90 až 110 °C.

Před započítáním práce má roztok pH cca 4,2 až 4,4. Rozpuštěním nánosů jeho hodnota stoupá a zastaví se při pH 8,0 až 8,2. Při této hodnotě je schopnost roztoku odstraňovat nános vyčerpána. Po dobu čištění se mění barva lakmusového indikátoru, zvyšuje se pH roztoku, což umožňuje kontrolovat účinnost čistícího procesu. Pokud se pH roztoku nemění dvě hodiny a nedosáhne horní hranice pH 8,0 až 8,2, je nános odstraněn. Takový roztok je možno po vypuštění znovu použít. Jestliže při čištění dosahuje hodnota pH opětovně horní hranice, znamená to, že tloušťka nánosů je větší než byl předpoklad, či byl nepřesný výpočet. Pak lze do roztoku přidat dávku prášku a sledovat hodnotu pH až se ustálí pod horní hranici. Při čištění bez výpočtu je nutné nechat obíhat roztok alespoň 4 až 6 hodin při kontinuální kontrole pH. Jedná se hlavně o zařízení, kde není možná vizuální kontrola čistěných ploch.

Hodnotu pH je možno měřit

- filtračně (zvolit vhodný indikátor pro rozmezí pH),
- pH metrem,
- orientačně (lakmusovým papírkem).

Po vyčištění je možné použít roztok, vzhledem ke své ekologické nezávadnosti, přímo vypustit do průmyslové kanalizace. Po vypuštění roztoku je nutné zařízení důkladně propláchnout a po dobu dvou měsíců dodržovat zvýšený režim odkalování zařízení.

### Výpočet

*Soupis použitých veličin*

$V$  objem čistěného zařízení [m<sup>3</sup>]

$V1$  objem expanzní nádoby [m<sup>3</sup>]

$S$  plocha čistěného zařízení [m<sup>2</sup>]

$\delta$  tloušťka vrstvy usazenin vodního kamene [m]

$\rho$  hustota usazenin vodního kamene [kg/m<sup>3</sup>]

$m$  hmotnostní množství preparátu LIN [kg]

$t$  čas potřebný k vyčištění zařízení [h]

$K$  empirický součinitel korigující spotřebu preparátu LIN,  $K = 0,3$

$f$  empirický součinitel zohledňující vytvoření roztoku [kg/m<sup>2</sup>.h].

Když jsou usazeniny vodního kamene již vyšší a značně zatuhlé či tvrdé, uvažuje se hustota = 2250 kg/m<sup>3</sup>

a součinitel  $f = 0,03$ . Pokud je vrstva usazenin ještě tenká a ještě ne plně "zkamenělá" počítáme s hustotou = 1250 kg/m<sup>3</sup> a součinitelem  $f = 0,15$ .

### Vztahy pro výpočet

Potřebné množství přípravku LIN

$$m = K \cdot \rho \cdot S \cdot \delta \quad [\text{kg}] \quad (1)$$

Kontrola koncentrace LINu pro barevné kovy

$$C = \frac{m}{V + V1} \geq 17 \quad [\text{kg/m}^3] \quad (2)$$

pro ocel

$$C = \frac{m}{V + V1} \geq 27 \quad [\text{kg/m}^3] \quad (3)$$

Doba, za kterou se zařízení vyčistí

$$t = \frac{m}{f \cdot S} \quad [\text{h}] \quad (3)$$

### Příklad výpočtu pro solární kolektor

Chceme vyčistit vnitřní povrch měděných trubek.

Známe výchozí údaje jsou:

- objem expanzní nádoby  $V1 = 30 \text{ l} = 0,03 \text{ m}^3$
- poloměr trubky  $R = 7,5 \text{ mm} = 0,0075 \text{ m}$
- délka trubek  $l = 25 \text{ m}$
- tloušťka usazenin  $\delta = 1 \text{ mm} = 0,001 \text{ m}$
- hustota usazenin  $\rho = 1250 \text{ kg/m}^3$ .

Postup výpočtu:

Plocha čistěného povrchu

$$S = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot l = 2 \cdot \pi \cdot 0,0075 \cdot 25 = 1,18 \text{ m}^2$$

Objem čistěného zařízení

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot l = \pi \cdot 0,0075^2 \cdot 25 = 0,0044 \text{ m}^3$$

Množství LINu

$$m = K \cdot \rho \cdot S \cdot \delta = 0,3 \cdot 1250 \cdot 1,18 \cdot 0,001 = 0,44 \text{ kg}$$

Kontrola koncentrace LINu

$$C = \frac{m}{V + V1} = \frac{0,44}{0,03 + 0,0044} = 13 \text{ kg/m}^3$$

Koncentrace nemůže být nižší jak 17 kg/m<sup>3</sup> a proto se skutečné množství LINu rovná

$$m = 17 \cdot (V + V1) = 17 \cdot (0,03 + 0,0044) = 0,59 \text{ kg.}$$

Orientační čas čištění zařízení je

$$t = \frac{m}{f \cdot S} = \frac{0,59}{0,15 \cdot 1,18} = 3,3 \text{ h}$$

(Ba)

## Zpráva o radiační situaci na území České republiky v roce 1997

### Report on radiation situation in the territory of the Czech republic in 1997

Tuto zprávu vydal Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB) a Státní ústav radiační ochrany (SURO) v listopadu 1998. Kolektiv autorů ji zpracoval do tří základních kapitol.

V první části přináší zpráva výsledky, získané celostátní monitorovací sítí, která sleduje distribuci aktivit radionuklidů a dávek ionizujícího záření na území státu v prostoru a čase zejména pro účely získání dlouhodobých časových trendů a včasného zjištění odchylek od nich. Pozornost je věnována umělým radionuklidům, které se v měřitelných hodnotách vyskytují a jsou sledovány v ovzduší, v poživatínách a v těle člověka (provádí se na referenční skupině obyvatelstva).

V roce 1997 nedošlo k žádnému mimořádnému úniku radionuklidů do prostředí, rovněž nebylo na žádném měřicím místě zaznamenáno překročení stanovených vyšetřovaných úrovní. Ve složkách životního prostředí i v lidech je stále ještě měřitelná velmi nízká aktivita <sup>137</sup>Cs, které se do prostředí dostalo po černobylské havárii a v důsledku zkoušek jaderných zbraní v atmosféře.

Ve druhé části zprávy jsou zařazeny výsledky monitorování výpustí a okolí jaderných elektráren. Nebyly nalezeny rozdíly mezi obsahem radionuklidů v jednotlivých

vých složkách prostředí (m.j. ovoce, plodiny) z okolí jaderné elektrárny Dukovany a z ostatního území státu.

Třetí část zprávy se týká informací o stavu ozáření obyvatelstva z nejdůležitějšího zdroje – přírodní radioaktivity. Zcela dominantní podíl na ozáření obyvatelstva má přitom prokazatelně expozice osob dceřným produktem radonu při pobytu v budovách. Ve zprávě je podrobně popsán současný stav budování celostátních databází obsahu radonu v domech, obsahu přírodních radionuklidů ve stavebních materiálech a obsahu radionuklidů v pitné vodě. Vydáním zákona č. 18/1997 Sb. a prováděcích předpisů (zejména vyhlášky SÚJB č. 184/1997 Sb.) došlo k některým zásadním změnám i v systému měření a hodnocení přírodní radioaktivity. Pro ekvivalentní objemovou aktivitu (EOAR) v ovzduší staveb byly mezní hodnoty pro stávající objekty (200 Bq/m<sup>3</sup>) a nové stavby (100 Bq/m<sup>3</sup>) nahrazeny systémem směrných hodnot (při jejich překročení se zvažuje provedení odpovídajícího zásahu ke snížení ozáření, avšak rozhodnutí o něm je ponecháno na vlastníku objektu - s výjimkou pracovišť).

Pro obsah přírodních radionuklidů ve vodě byl zaveden nový systém směrných hodnot a pro vodu, dodávanou do veřejných vodovodů i systém hodnot mezních. Dodavatelům vody do veřejných vodovodních sítí navíc zákon ukládá zajistit s předepsanou četností systematické měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů ve vodě a předkládat výsledky SÚJB. Pokud obsah přírodních radionuklidů překročí stanovené meze, nesmí být voda dodávána.

Rovněž pro hodnocení obsahu přírodních radionuklidů ve stavebních materiálech byl zaveden nový systém směrných a mezních hodnot. Výrobci a dovozci stavebních materiálů zákon ukládá zajistit s předepsanou četností systematické měření a hodnocení obsahu

přírodních radionuklidů a předkládat výsledky SÚJB. Při překročení stanovených mezí nesmí být materiál uveden do oběhu.

Zatímco průzkum obsahu radonu v budovách probíhá nadále jako státní intervenční program, je měření obsahu přírodních radionuklidů ve vodě a stavebních materiálech přeneseno jako povinnost na dodavatele vody a stavebních materiálů, stát si ponechává úlohu zavedení účinné kontroly plnění zákonných požadavků.

Bylo věnováno úsilí na vytvoření celostátních databází. Základní jednotná databáze RADON je připravena, databáze pro sledování obsahu přírodních radionuklidů ve vodě VODA a stavebních materiálech STAVMAT byly vyvíjeny nově s perspektivou dokončení do konce roku 1998. V roce 1997 připravil také Český geologický úřad (ČGU) novou revizi prognózní mapy kategorií radonového rizika České republiky. (Je součástí zprávy).

Zpráva je bohatě graficky a obrazově dokumentována. Z tab. 20. se např. dovídáme, že v rámci programu na vyhledávání domů s vyšším radonovým rizikem za rok 1997 bylo zmeřeno 5334 domů, vyšší EOAR byla nalezena ve 2226 z nich, z toho ve 13 domech byla vyšší než 1000 Bq/m<sup>3</sup>.

Auotři uzavírají, že v roce 1997 nedošlo k žádnému mimořádnému úniku radionuklidů do prostředí, na žádném z měřicích míst nebylo zaznamenáno překročení stanovených vyšetřovacích úrovní, nebylo nalezeno ovlivnění okolí jaderné elektrárny Dukovany jejím provozem. A tak je Zpráva o radiační situaci na území České republiky nejen zajímavým, ale i radostným čtením.

(Laj)

### \* Novinka? – "Voňavá klimatizace"

Voňavá klimatizace – co to vlastně je? Je snahou se blíže podívat na tento problém z vědeckého hlediska a zpochybnit vymyšlené pojmy klasifikace kvality ovzduší jako olf a decipol. Snahou této "nové" klimatizace není přimísením voňavých esencí "opravit umělé ovzduší" nebo potlačit syndrom nemocných budov, ale splnit přání obchodu, dodávku vůně zpříjemnit atmosféru v prodejních místnostech a tak prodloužit pobyt zákazníků a tím zvýšit obrát. Je všeobecně známo, jaký vliv mají vůně na člověka, pokud se týče schopnosti soustředění, uvolnění nebo vzpruhy. Jak jinak by bylo možno si vysvětlit popularitu voňavek u obyvatelstva.

Základem byl požadavek jednoho velkého německého textilního závodu vyvinout systém, který by u stávajícího klimatizačního zařízení s průtokem 120 000 m<sup>3</sup>/h vzduchu, rovnoměrně dopravoval vůni do čtyřpodlažní prodejny v Drážďanech o celkové ploše 6500 m<sup>2</sup>. Vývoji předcházely úvahy využít k tomu systémy, které jsou již na trhu. Avšak astronomické ceny a hygienické nedostatky vedly k tomu, že byl vyvinut zcela nový systém, kde se do stávajícího zařízení vstříkuje tryskou voňavá látka (rozpuštěná v etanolu), která se po krátké vzdálenosti bez zbytků odpaří. Při vývoji byl kladen důraz na to, aby tento systém se dal snadno instalovat do stávajících zařízení a nebylo potřeba žádného zásahu do jeho měřicí a regulační techniky. Aby se zamezilo nedostatku nebo přebytku dodávky vůně při změně objemového průtoku nebo podílu venkovního vzduchu, je dávkování vůně řízeno vlastní automatikou.

Systém s centrálním klimatizačním zařízením má v důsledku rovnoměrného rozložení vůně velkou přednost před lokálními vyvíječi vůní, v jejichž blízkosti se vyskytují vysoké a tedy nepříjemné koncentrace. Platí totiž zásada, že vůně má být těsně nad prahem vnímání a tedy vědomě nevnímána. Zbývá ještě dodat, že systém dávkování vůně *AromaJet* je přihlášen k patentování a má osvědčení německého Spolku technického dozoru.

CCI 11/98

(Ku)

### \* "Osobní" klimatizace

Komu je horko, nemusí již vyhledávat klimatizované místnosti. Zajímavá novinka se objevila na americkém trhu, nabízená zásilkovým obchodním domem Sharper za 49 \$. Jedná se o "oboječek" v jehož vnitřku se nachází navlhčená houba a malý ventilátor, který fouká vzduch přes houbu na krk a šíji, čímž se má v důsledku odpařování vody docílit chladícího účinku.

CCI 12/98

(Ku)

## \* Studie o syndromu nemocných budov (SBS)

Francouzský národní hygienický institut zveřejnil výsledky rozsáhlé studie na téma "Příčiny vzniku syndromu nemocných budov". Na základě plošného průzkumu spojeného s měřením a dotazy, jak v klimatizovaných, tak i v přirozeně větraných budovách se došlo k těmto závěrům:

Při dotazu na spokojenost s pracovním prostředím hrála klimatizace místností spíše podřadnou roli, pokud byly splněny tyto podmínky: moderní, dobře vybavené pracoviště, dostatek místa (se zajištěním určitého soukromí), okna vzdálená ne více než 2 m od pracoviště. Pokud byly vzneseny stížnosti se vztahem ke klimatizaci, směřovaly zpravidla na špatné dimenzování, špatně nastavené provozní parametry, nebo na nedostatečnou údržbu.

Na základě této akce vychází doporučení: zajištění přívodu venkovního vzduchu minimálně 25 m<sup>3</sup>/h na osobu, teploty v místnostech mezi 22 a 24 °C, relativní vlhkosti mezi 40 a 60 %, rychlosti vzduchu v oblasti pobytu pod 0,15 m/s a péče o co nejčistší vzduchovody.

CCI 12/98

(Ku)

## \* Recese v solární technice v SRN?

Výstavba továren na solární články v SRN nebude stačit, aby se udržel krok se světovým trhem. Zatímco v USA a Japonsku produkce těchto článků podle národních strategií a podle informací z průmyslu fotovoltaiky má do r. 2000 vzrůst asi na 150 MW/rok, může Německo počítat sotva s polovinou. Do roku 2005, pokud potrvá současný trend, bude SRN i Evropa v tomto směru hrát jen podřadnou roli. Změna by mohla nastat, kdyby evropské státy důsledně změnilly svou solární strategii a výstavba podniků na výrobu fotovoltaiky se zvýšila o 20 až 30 procent oproti současně známým plánům. Toto alespoň tvrdí ve své studii německý politolog *Oliver Ristau*.

Jestliže Japonsko zadalo již před léty domácímu průmyslu fotovoltaiky jasný program 70 000 střeš a prezident USA *Bill Clinton* nedávno vyhlásil v tomto směru národní program jeden milión střeš, vláda SRN se několikrát pokoušela brzdit svůj vklad do evropské solární politiky.

CCI 12/98

(Ku)

## Chladiva – aktualizovaný souhrn

Informaci nahradte text str. 123 druhý odstavec shora, v Technickém průvodci "Větrání a klimatizace" z roku 1993.

Běžně se dnes používají tato chladiva (v závorce je uvedena teplota varu při tlaku 0,1 MPa a tlak, který odpovídá kondenzaci při teplotě 40 °C):

### 1. Čpavek – amoniak – NH<sub>3</sub> – R 717 (–33,6 C, 1,56 MPa)

Čpavek patří ke klasickým chladivům a je používán nepřetržitě od počátku strojního chlazení v druhé polovině 19. století. Má výborné termodynamické vlastnosti, je ale jedovatý a ve směsi se vzduchem hořlavý a výbušný. Jeho případný únik ze zařízení je již při velmi nízkých koncentracích, jež ještě nejsou nebezpečné, snadno indikovatelný čichem podle štiplavého zápachu. Čpavek je rozšířen jako chladivo pro průmyslová chladicí zařízení, jeho použití je běžné i na zimních stadionech. Protože neovlivňuje ozonovou vrstvu Země ani skleníkový efekt a je velmi levný, jeho význam a použití v současné době roste. Za určitých technických a bezpečnostních opatření (nepřímé chlazení, umístění a větrání strojovny apod.) je dnes čpavek používán i v klimatizaci.

### 2. Halogenované uhlovodíky, obecně nazývané freony.

Obecný název pochází z označení výrobků firmy Du Pont de Nemours, jež tato chladiva uvedla na trh ve dvacátých letech 20. století. Tato chladiva se označují písmenem R a třímístným číslem jež odpovídá skladbě molekuly. První číslice je počet atomů uhlíku mínus jedna (u derivátů metanu je hodnota nula a neuvádí se), druhá počet atomů vodíku plus jedna, třetí počet atomů fluoru. Většina těchto chladiv je poměrně bezpečná, na lidský organismus působí nepříznivě až při vysokých koncentracích, kdy směs se vzduchem obsahuje již nedostatek kyslíku. Páry chladiva mají větší hustotu než vzduch a jejich přítomnost je čichem obtížně zjištělná. Ovlivňují částečně skleníkový efekt a pokud obsahují v molekule chlor i ozonovou vrstvu (např. R 22). Chladiva s chlorem budou na základě Montrealského protokolu nejspíše do roku 2030 zakázána, v některých státech i dříve (např. v SRN od roku 2000). Dnes jsou k dispozici tato chladiva:

| Označení | Chemická značka                              | Teplota varu<br>v °C při 0,1 MPa | Tlak kondenzace<br>v MPa při 40 °C |
|----------|--|----------------------------------|------------------------------------|
| R 22     | CHClF <sub>2</sub>                           | –41,0                            | 1,53                               |
| R 23     | CHF <sub>3</sub>                             | –82,3                            | nadkritický stav                   |
| R 32     | CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>               | –52,0                            | 2,47                               |
| R 125    | C <sub>2</sub> HF <sub>5</sub>               | –48,9                            | 2,01                               |
| R 134a   | C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub> | –26,4                            | 1,02                               |
| R 143a   | C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> F <sub>3</sub> | –47,6                            | 1,84                               |
| R 152a   | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> F <sub>2</sub> | –25,3                            | 0,91                               |
| R 227    | C <sub>3</sub> HF <sub>7</sub>               | –17,6                            | 0,71                               |

### 3. Směsi chladiv

Výše uvedené halogenované uhlovodíky se používají jako jednosložková chladiva (většinou R 22, R 134a a R 227) nebo ve směsích jak azeotropických (označení R 5XY), tak zeotropických (R 4XY), kde XY je pořadové číslo směsi. U zeotropických směsí dochází při varu chladiva při konstantním tlaku k růstu teploty varu (tzv. tepotní skluz). Nejpoužívanější jsou dnes směsi R 404A, R 407C a R 507. Po roce 2000 je předpokládán prudký nárůst v užívání směsi R 410A pro její termodynamickou dokonalost vedoucí k zvýšení chladicího faktoru a tím k úspoře pohonné energie. Potřeba používání směsí je vyvolána tím, že za chladivo R 22 není k dispozici vhodná jednosložková látka.

Připravil Prof. Ing. Jiří PETRÁK, CSc.

### Bronislav Jelen – 90 let

Dne 21. dubna 1999 se dožívá významného životního jubilea – 90 let – náš známý pracovník v oboru větrání a klimatizace, pan Bronislav Jelen. Patří k nejstarším pracovníkům v tomto oboru u nás, kde pracoval již před druhou světovou válkou. V poslední době své činnosti zastupoval při dovozu zahraniční firmy. Od roku 1967 působil v hodnotitelské komisi pro schvalování jakosti československých vzduchotechnických výrobků. Pracoval i v odborné sekci větrání a klimatizace naší STP.

Do dalších let života mu přejeme pohodu, pevně zdraví a plnou pracovní svěžest.

Redakční rada časopisu VVI

### 3. mezinárodní konference pod názvem Vnitřní klima vs. Inteligentní technologie

Ve dnech 1. až 3. prosince 1998 se sešlo na Štrbském Plese více než 200 odborníků, kteří mají co říci k uvedené problematice, aby si vyměnili zkušenosti a zveřejnili zajímavé výsledky své práce. Jak už název konference napovídá, přednesené práce se týkaly možností technických zařízení v interiéru a jejich působení pro blaho člověka, pro zdraví a komfort.

Pořadatelem konference byla Slovenská spoločnosť pre techniku prostredia, odborným garantem byl doc. ing. Dušan Petráš, CSc., vedoucí Ústavu technických zariadení budov na stavební fakultě Slovenské technické univerzity v Bratislavě.

Konference o vnitřním klimatu budov jsou ve Vysokých Tatrách organizovány každoročně, každé tři roky jako konference mezinárodní. Těchto konferencí se pravidelně a rádi účastníme, neboť jsou vždy užitečným setkáním lidí z mnoha příbuzných a hraničních oborů. Pracovní program je vždy velmi bohatý, najde se ale i chvíle na procházku krásnou tatranskou přírodou (dosud vždy zajistili organizátoři nejen hladký průběh konference, ale i pěkné počasí) a společenské kontakty. Nad letošní akcí převzalo záštitu Ministerstvo životního prostředí SR.

Za českou stranu byl v čestném předsednictvu ing. Jiří Frýba, v mezinárodním vědeckém přípravném výboru pak prof. ing. J. Vaverka ze stavební fakulty VUT Brno.

Odborná část programu byla rozdělena do těchto tematických okruhů:

1. Kvalita vnitřního prostředí a zdraví. Zde zaznělo několik podnětných sdělení o škodlivinách, přítomných v ovzduší (azbest, radon, alergen) a o jejich vlivu na zdraví.
2. Vnitřní klima budov a komfort. Zde zaujalo několik sdělení o osvětlování a akustické pohodě v interiéru.
3. Působení vnitřního / venkovního vzduchu. Zajímavá byla sdělení o vytápění plynem, přetápění budov a o hodnocení vybraných nox.

4. Stavební materiály a konstrukce pro inteligentní budovy. Pozornost vzbudila sdělení o nových typech staveb (dvojitě fasády), o nových stavebních prvcích (transparentní tepelné izolace), o vlastnostech stavebních materiálů (nebezpečí plísnivění).
5. Inteligentní systémy vytápění, klimatizace a chlazení. Nové byly informace o vytápěcích solárních stěnách, jejichž teplota po oslunění stoupne až o 30 °C a vytápěcí výkon je 50 až 100 W/m<sup>2</sup>. Teplý vzduch lze využít k vytápění, příp. v průmyslu k sušení. Zaujalo i sdělení o velkoplošném sálavém vytápění.
6. Měření, regulace a řízení inteligentních budov. Přednesené práce se týkaly energetického auditu budov a sběru dat.
7. Prezentace inteligentních technologií. V této části bylo představeno několik firem.
8. Simulace provozu inteligentních budov. Bylo referováno zejména o simulacích energetických. Hovořilo se i o potížích při simulaci vypočtených parametrů.
9. Pilotní a demonstrační projekty, případové studie. Předložená sdělení se týkala obytných budov, bazénů, škol, nemocnic. Zaujalo sdělení o mikrobiologické kvalitě vzduchu ve vagónech na železnici.

V této poslední sekci jsem přednesla přednášku o několikaletém použití recirkulačních čističů vzduchu v mateřské škole (Lajčíková, A., Mathauserová, Z., Hollerová, J.). Sdělení vyvolalo živou diskusi. Ukázalo se, že všeobecná informovanost o použití těchto přístrojů není ani mezi odborníky dostatečná, buď jsou odmítány, nebo přeceňovány. Z naší práce vyplynulo, že správně zvolený a dobře používaný čistič vzduchu zvýší kvalitu vnitřního ovzduší natolik, že lze najít zlepšení zdravotního stavu exponovaných osob, v našem případě nižší nemocnost předškolních dětí.

Celkem se konference účastnili odborníci z 15 zemí, m.j. z Egypta a z Austrálie. Z přihlášených 77 přednášek (uvedených v plném znění ve sborníku) odeznělo 64. Široký záběr konference umožnil postihnout oblast životního i pracovního prostředí. Již tradičně jde o interdisciplinární fórum, na kterém konfrontují své názory a zkušenosti stavaři, architekti a další technici s hygieniky. Jsou zde obvyklé živé a neformální diskuse. Pro české účastníky je příjemné, že jsou zde přijímáni jako "domácí", nikoliv jako "zahraniční" hosté a to nejen v případě plátek. K dispozici je sborník přednášek v angličtině.

A .Lajčíková

### 60. výročí Stavební fakulty Slovenské technické univerzity v Bratislavě

Stavení fakulta STU si připomněla šedesáté výročí svého založení. Vzešla z Vysoké školy technické Dr. Milana Rastislava Štefánika v Martine, která měla oddělení inženýrského stavitelství konstruktivního a dopravního, inženýrského stavitelství vodohospodářského a kulturního a oddělení zeměměřičského inženýrství. Za šedesátileté existence vchovala SvF téměř tři tisíce studentů v bakalářském a inženýrském studiu a okolo dvou set inženýrů v postgraduálním doktorandském studiu.

Dnes má dvacet dva kateder, výpočtové a studijně-informační středisko.

V pedagogickém procesu působí 355 pedagogů (33 profesorů, 103 docentů a 219 odborných asistentů),

#### 3. března 1999 nás náhle opustil kolega a kamarád pan Ing. Vladimír Bašus

*Těžká choroba mu nedala šanci bojovat. Zaskočila náhle jeho i nás všechny, kteří jsme ho znali. Zprávě o jeho úmrtí se nechce věřit, vždyť byl stále tak aktivní, tak plný plánů do budoucna, tak zaměřený.*

*Dovedl zabrat v práci. Poznala jsem ho jako výkonného pracovníka vzduchotechnické laboratoře Institutu hygieny a epidemiologie (nyní SZÚ) v Praze. Dlouhá léta jsme byli kolegové a posléze přátelé a kamarádi. Po odchodu z výzkumu vybudoval Ing. Bašus firmu Symposium Servis, která se stala vzdělávací a doškolovací agenturou s rozsáhlým záběrem. Mnoho techniků i hygieniků prošlo semináři této agentury ať už jako posluchači, nebo lektori. Ing. Bašus mluvil o svých nových aktivitách s uspokojením, měl z práce radost. Po všech životních strastech, které musel prožít, byl rád, že se dočkal doby, ve které mohl naplno rozvinout svůj organizační a podnikatelský talent.*

*Uměl na práci také na chvíli zapomenout a pobavit se. Nejmáštěji s rodinou, s vnučaty, na chalupě. Byl výborným společníkem, zvláště, byla-li po ruce sklenička dobrého vína, které uměl ocenit. Kam přišel, tam přinášel dobrou náladu, rozdával úsměv, sršel energií, nic pro něj nebylo problémem. Rázem ho bylo plno, nejen pro jeho kulatou postavu. Měl to, čemu se říká kouzlo osobnosti.*

*Sluší se vzpomenout jeho aktivní a dlouholeté činnosti výkonného redaktora časopisu Zdravotní technika a vzduchotechnika, předchůdce dnešního Vytápění, větrání, instalace. V loňském roce oslavil Ing. Bašus 70. narozeniny, které jsme na stránkách VVI připomenuli.*

*Mirek Bašus neměl rád formality, neměl rád obřady. Rodina proto vyhověla jeho přání a rozloučila se s ním v tichosti, s vyloučením veřejnosti. Zratili jsme kolegu a kamaráda. Vzpomínkou se s ním loučíme.*

*Budeme vzpomínat na jeho úsměv a umění žít.*

A.Lajčíková, redakční rada a přítel

v oblasti vědy a výzkumu 35 vědeckých pracovníků. V rámci oslav proběhla mezinárodní vědecká konference v sekcích:

- Inženýrské konstrukce a dopravní stavby
- Vodní hospodářství a vodní stavby
- Geodézie a kartografie
- Architektura a pozemní stavby
- Technická zařízení budov
- Materiálové inženýrství
- Technologie a ekonomika
- Matematika a fyzika
- Společenské vědy.

Jako zástupci katedry TZB pražské SvF jsme se zúčastnili programu v sekci "Technická zařízení budov", který se konal ve dnech 19. a 20. 11. 1998. Odborné příspěvky kolegů z bratislavské, brněnské a pražské katedry TZB byly velmi zajímavé, týkaly se širokého spektra zájmů jednotlivých pedagogů příp. jejich skupin.

Jednotlivé příspěvky se zaměřily především na:

- snižování produkce škodlivin zdrojů,
- hodnocení zdravotního rizika z distribuce prachových částí ve vzduchu podle normy STN EN 481,
- mikroklima v budovách,
- aplikovanou termiku,
- nové systémy přípravy TUV a problémy spojené s omezením výskytu bakterie LEGIONELLA PNEUMOPHYLA,
- problematiku výuky předmětů TZB po vstupu do EU,
- rekonstrukci a modernizaci TZB v panelových bytových domech,
- aplikaci počítačového modelování a simulace ve výuce energetického auditu,
- využití sítě INTERNETU při výuce disciplín TZB,
- energetické a environmentální přístupy při volbě progresivních a vytápěcích systémů,
- nové formy spalování plynů,
- optimalizace výpočtu podlahového teplovodního a elektrického vytápění stavebních objektů,
- systém větrání při rekonstrukci bytů,
- informace o výuce a zaměření vědecko-výzkumné činnosti katedry TZB SvF Technické univerzity v Košicích.

Výročí oslavy byly doprovázeny kulturními pořady. Nezapomenutelným zážitkem bylo vystoupení Vysokoškolského uměleckého souboru TECHNIK STU Bratislava v koncertním sále Slovenského rozhlasu. Přejeme všem kolegům z katedry TZB a celé Stavební fakultě STU v Bratislavě další úspěchy při vzdělávání staveních inženýrů.

*doc. Ondroušek*

## Seminář "Bytové větrání"

Společnost pro techniku prostředí spolu se Státním zdravotním ústavem Praha uspořádala dne 27. 10. 1998 seminář "Bytové větrání". Tematické zaměření semináře bylo zvoleno na základě požadavků o poskytnutí informací k dané problematice od pracovníků hygienické

služby, asanačních firem, zabývajících se odstraňováním plísní a vlhkosti zdiva a celé řady dalších odborníků z oblasti větrání bytových budov. Množí se totiž problémy s byty, kde narůstají koncentrace škodlivin, včetně plísní a vysoké vlhkosti vzduchu i zdiva. Situace je způsobena především nedostatečným větráním bytů.

Bliže na tuto situaci upozornila v prvním příspěvku "Hygienické požadavky na větrání bytů" ing. Zuzana **Mathauserová**, garantka semináře. Energetická náročnost na vytápění se samozřejmě promítne v našich peněženkách a tak snahou je tyto náklady omezit. Utěšují se okna, dveře, nebo se vyměňují stará okna, umožňující výměnu vzduchu infiltrací dle základních hygienických požadavků, za okna těsná, kde se infiltrace blíží téměř k nule. Žádné doplňující větrací elementy, které by požadovanou výměnu vzduchu zajistili ale již používány nejsou a tak si pomalu v takto ošetřených bytech vytváříme prostředí, které rozhodně neprospívá lidskému organismu a má prokazatelně za následek zvýšenou nemocnost uživatelů trvale nevětraných bytů. V příspěvku jsou uvedena doporučení na minimální větrání jednotlivých prostor bytu. Opakovaně je zdůrazňováno, že řešení každého bytu musí umožnit jeho řádné větrání. Je to však individuální záležitost pro každý byt, protože přirozené větrání je závislé na celé řadě faktorů vnějšího i vnitřního prostředí.

Pro dimenzování přirozeného větrání je nezbytné dobře znát obrazy proudění ve větraném prostoru. Základní principy proudění vzduchu jak větracími otvory, tak v celé budově vysvětlil ve svém příspěvku "Proudění vzduchu v budovách" prof. Ing. Karel **Hemzal**, CSc. Příčinou proudění jsou tlakové rozdíly na stěny budovy, způsobené rozdílem hustot vzduchu na obou stranách dělicích stěn, větrem při obtékání budovy, příp. nevyváženým nuceným větráním. V příspěvku jsou uvedeny všechny výpočtové vztahy potřebné k dimenzování přirozeného větrání i ukázka aplikace uvedených zákonitostí.

V příspěvku "Tepelně technické problémy vlhkých bytů při nedostatečném větrání" ukázal autor ing. Ladislav **Bukovský** celou řadu konkrétních vad a poruch staveb způsobených vlhkostí, především poruchy způsobené kondenzací vlhkosti na povrchu konstrukce, nebo v konstrukci – způsobené klimatickými vlivy a nesprávným provedením stavebních úprav v kombinaci s nedostatečným větráním. Upozornil, že nelze zasahovat do větracího systému domu či omezovat tepelné ztráty neodborně – nevhodné dílčí opatření může přímo zhoršit kvalitu vnitřního prostředí.

V příspěvku "Rekapitulace stávajícího stavu větrání v bytech" se ing. Daniela **Ptáková** zabývala větracími systémy v panelové výstavbě od 40. let do roku 1980. Přirozené větrání budov používané do konce 50. let bylo nahrazeno centrálním odsávacím systémem, který se málo osvědčil, u většiny staveb je nefunkční. Hlavní příčinou špatné funkce těchto větracích zařízení je především nedbalá a neodborná montáž a nedostatečná údržba. Zařízení vyřazují z provozu sami uživatelé, ať už z důvodu nadměrné hlučnosti, nemožnosti regulace chodu v jednotlivých bytech, nebo jen vlastním nešetřným zacházením.

V příspěvku "Principy řešení bytového větrání" se ing. Ludvík **Stárek** zaměřil na komplexní požadavky bytového větracího systému – kvalitu vnitřního prostředí, tepelně-vlhkostní pohodu, akustickou pohodu, požární bezpečnost i bezpečnost obecně. Dále se věnoval systémům větrání vhodným pro regeneraci – systémům s nucenou (resp. kombinovanou) výměnou vzduchu. Objasnil principy a přednosti podtlakových a rovnotlakých systémů individuálních i centrálních. Příspěvek doplnil o návrhy řešení větracích zařízení s regenerací pro jednotlivé typy bytových jader, včetně odhadu investičních nákladů a ročních nákladů na energii.

Na toto téma navázal ing. Martin **Zálešák** ve svém příspěvku "Energetická náročnost větrání". Po úvodním shrnutí požadavků na nucené větrání bytových domů se věnoval spotřebě energie na větrání, včetně požadavků na větrání v době nepřítomnosti uživatelů bytů, což je fakt, který může podstatně ovlivnit ekonomii větrání. Po zásadách a technických možnostech větrání bytových domů následovalo ekonomické hodnocení větracích systémů provedené pro konkrétní případy.

O dlouholeté zkušenosti z oboru se s posluchači ve svém příspěvku "Zkušenosti s realizací větracích systémů v bytech a rodinných domech" podělil ing. Petr **Morávek**, CSc. Technické řešení vzduchotechnických systémů nově i dodatečně instalovaných musí být takové, aby nebylo uživateli vnímáno jako zhoršení vzhledu interiéru, nesmí obtěžovat hlukem, ani nepříjemně zvyšovat provozní náklady na bydlení. Větrací jednotky pro centrální vzduchotechnické systémy je třeba provozovat s účinnou rekuperací tepla, extrémně tichým ventilátorem s nízkým elektrickým příkonem, účinnou filtrací a regulačním zařízením, nejlépe s automatickým řízením provozu pomocí počítače v závislosti na skutečném obsazení prostoru. Při takto realizovaném vzduchotechnickém zařízení nebylo dle autorem provedené dotazníkové akce (několik stovek dodatečných realizací vzduchotechniky v rodinných domech) 98 % respondentů vůbec obtěžováno realizovaným zařízením a 96 % respondentů pociťovalo výrazné z kvalitní vzduchu v celém objektu.

K požadavkům na hygienu bydlení ve vztahu k větrání a vzduchotechnickým zařízením se v příspěvku "Řízené větrání bytů" vrátil ing. Miloslav **Chlum**. Zabýval se lokálními bytovými vzduchotechnickými soustavami, jejichž vlastnosti jsou dány použitím malých výkonných odťahových ventilátorů a přívodních prvků do fasády, které jsou vybaveny částicovým filtrem a tlumiči hluku. Seznámil se způsobem řízeného větrání bytu v závislosti na vlhkosti a doložil, že takto řízená výměna vzduchu splňuje požadavky na větrání a znamená i úsporu energie.

"Větrání a energetická náročnost rodinného domu" ing. Ludka **Klázara** byl poslední příspěvek semináře. Autor vzal pro hodnocení jako energetickou náročnost tepelnou energii potřebnou pro vytápění a větrání rodinného domu a přípravu TUV a na modelovém objektu předvedl možnosti jejího snižování ve dvou krocích. Jednak snižováním energetických nároků, které lze ovlivnit zlepšováním tepelně technických vlastností obvodové konstrukce, snižováním tepelných ztrát objektu a použitím řízeného

nuceného větrání s rekuperací tepla, jednak účelným hospodařením s energií. Jednou z možností je využití alternativních zdrojů energie nebo použití tepelných čerpadel. V závěru příspěvku se věnuje právě využití tepelného čerpadla pro vytápění i větrání.

Semináře se zúčastnilo cca 70 posluchačů z oboru techniky prostředí, hygieniků, pracovníků orgánů státní správy, provozovatelů i uživatelů a dalších, program byl doplněn vystoupením firem. K semináři byl vydán obsáhlý sborník, který je pro zájemce stále k dispozici v kanceláři Společnosti pro techniku prostředí, Novotného lávka 5, Praha 1. Z bohaté diskuse jednoznačně vyplynulo, že problémy v dané oblasti opravdu existují a je třeba je urychleně řešit, protože ekonomický i komerční tlak na uživatele bytů, bez jakýchkoli odborných znalostí z oblasti větrání v návaznosti na kvalitu prostředí v bytech, může mít značný negativní vliv na zdravotní stav obyvatel i stav budov. Nejsou zatím jednoznačně legislativně dány ani základní hygienické požadavky na větrání bytů. Je-li ve Vyhlášce o obecných technických požadavcích na stavbu č. 137/98 Sb. uveden požadavek na "zajištění větrání obytné a pobytové místnosti" a ve stejné vyhlášce v souladu se zákonem č. 20/66 Sb. vznesen požadavek na "ochranu zdraví, zdravých životních podmínek a životního prostředí", neříká to nic o tom, jak tyto požadavky zajistit, kdy a jaká technická zařízení (vzduchotechnická) použít.

Společnost pro techniku prostředí by ještě v tomto roce chtěla na danou problematiku navázat další akcí, kde by pro jednotlivé typy bytových budov situovaných v různých prostředích byla předvedena různá řešení větracích systémů tak, aby byly splněny doporučené hygienické požadavky na větrání s ohledem na energetickou náročnost systémů. Můžete-li k plánované akci přispět svými podněty, nebo jenom problémy, které je třeba řešit, obraťte se prosím na ing. Petra Mádra, STP, nebo ing. Zuzanu Mathauserovou, Státní zdravotní ústav, Praha.

Ing. Mathauserová



## HB 2000

Mezinárodní konference o zdravých budovách Healthy Buildings 2000 se bude konat od 6. do 10. srpna 2000 v Espoo u Helsinek ve Finsku. Organizátoři upozorňují,

že Helsinky budou jedním z měst kultury roku 2000. Zvou účastníky do areálu známé technické university (Helsinki University of Technology), jejímž autorem je proslulý finský architekt Alvar Aalto. První konference o zdravých budovách se konala v roce 1987 ve Stockholmu, další pak ve Washingtonu, Budapešti, Miláně a v Oslo.

Cílem příštího setkání je prezentace posledních výsledků výzkumu kvality vnitřního ovzduší, nové informace o stavebních a jiných technických materiálech, o vývoji technických zařízení k úpravě vzduchu, o ekologických, ekonomických i finančních aspektech takových zařízení. Záběr konference pokrývá všechny typy budov ve všech klimatických podmínkách, mezi nabídnutými tématy lze nalézt predikci, výpočty, simulaci, konstrukce, měření, kontrolu, legislativu, zkušenosti, vládní programy, zdravotní důsledky aj.

Blížší informace poskytnete sekretariát konference na této adrese:

Healthy Buildings 2000  
P.O.Box 87  
FIN-12151 Espoo, Finland  
Fax : +358 9 452 3610, <http://www.hb2000.org/> (Laj)

## RECENZE

### Vladimír Fridrich, d.t.: 1 + 100 – nevázně o vážných profesích

Knižka obsahuje výběr kreseb, které se objevovaly už více jak 20 let v odborných časopisech ZTV, VVI, Top-in a v poslední době i v 3T a "převážně nevázně" si všimli profesi technického zařízení budov.

Knižku vydalo vydavatelství BOMEMIA PRINT Brno (Rousínovská 1, 627 00 Brno) pro Cech topenářů a instalatérů (Jilová 38, 639 00 Brno) a na těchto adresách je možné si knižku objednat za 100 Kč.

ing. Petr Mádr

## Kurs Klimatizace a větrání '99

Odborná sekce Větrání a klimatizace Společnosti pro techniku prostředí ČVTS, ve spolupráci se Strojní fakultou ČVUT v Praze, připravuje odborný kurs na letošní léto.

Odborný garant: Prof. Ing. Karel Hemzal, CSc.  
Organizační garant: Ing. Petr Mádr  
Přípravný výbor: Prof. Ing. František Drkal, CSc, Doc. Ing. Richard Nový, CSc, Ing. Stanislav Toman, Ing. Josef Dvořák, Ing. Miloš Lain, Ing. Petr Mádr.

Kurs je určen zejména projektantům, pracovníkům činným ve výstavbě, provozovatelům vzduchotechnických zařízení. Na rozdíl od dříve uskutečněných kurzů, které připravovaly účastníky na autorizační zkoušky, je připravovaný kurs svým zaměřením "pokračovacím". Je připravován jako součást celoživotního vzdělávání absolventů studií v oboru technika prostředí (vytápění, větrání, klimatizace,

útlum hluku) a těch, kteří mají znalosti na úrovni oborového studia, kteří mají již určitou praxi v oboru a chtějí být informováni o současném stavu poznatků, praktik a metod řešení vybraných aktuálních témat v oboru. Při řešení tematických zadání bude ponechán časový prostor pro diskusi.

Přednášející poskytnou účastníkům podklady k řešení zadaných problémů a sylaby přednášek. *Misto konání:* Strojní fakulta, Technická 4, Praha 6. Reservace ubytování mimopražským účastníkům bude zajištěna. Ubytování si účastníci uhradí sami. Délka kursu bude dvakrát tři, tj. šest dnů (vždy v úterý, středu a čtvrtek) 8. až 10. června 1999 a 21. až 23. září 1999.

**Přednášející,** kteří využijí kapacitu  $6 \times 8 = 48$  výukových hodin: Ing. Toman, Prof. Drkal, Ing. Vaněk, Ing. Dvořák, Ing. Mathauserová, Ing. Pulkrábek, Doc. Hemerka, Doc. Nový, Prof. Hemzal, Ing. Lain, Ing. Frýba, Ing. Zálešák, Ing. Mojžíš, Ing. Bašta, Ing. Kadlec, Ing. Nedoma, Ing. Morávek, Ing. Antipovič.

### Témata přednášek

- Projektová dokumentace VZT zařízení a autorský dozor;
- Předávání VZT zařízení do provozu;
- Větrání kotelen;
- Větrání hypermarketů;
- Ochrana staveb proti šíření požáru VZT zařízením;
- Energetické nároky VZT zařízení a aplikační SW;
- ZZT, metodika ekonomického vyhodnocování a aplikační SW;
- Výpočty hluku od VZT zařízení uvnitř a vně budovy a aplikační SW;
- Hygienické předpisy a zákonné normy pro VZT zařízení, čisté prostory;
- Ochrana ovzduší při návrhu VZT zařízení, rozptylové studie;
- Větrání a odvlhčování bazénů;
- Rozvody vzduchu v klimatizovaném prostoru, Vzduchové clony;
- Vodní versus chladivové systémy;
- Použití počítačových simulací k dimenzování VZT;
- Použití počítačů k dimenzování VZT;
- Vícezónová klimatizační zařízení;
- Tepelné technické parametry staveb;
- Filtry vzduchu;
- Současné trendy v provozování TZB;
- Měření a regulace - požadavky projektanta VZT;
- Navrhování vodních rozvodů tepla a chladu;
- Větrání a vytápění průmyslových objektů;
- Návrh tlumičů hluku;
- Požadavky vzduchotechnika na chladíře a naopak;
- Větrání kuchyní.

Cena kursu je 5900 Kč pro členy STP,  
6900 pro nečleny.

Příhlášky přijímá sekretariát Společnosti pro techniku prostředí, Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1, fax: (02) 21 08 22 01.

**Uzávěrka přihlášek je 15. května 1999.** (Hz)

KLIMATIZAČNÍ JEDNOTKY

# AeroMaster NT

*Elegance*

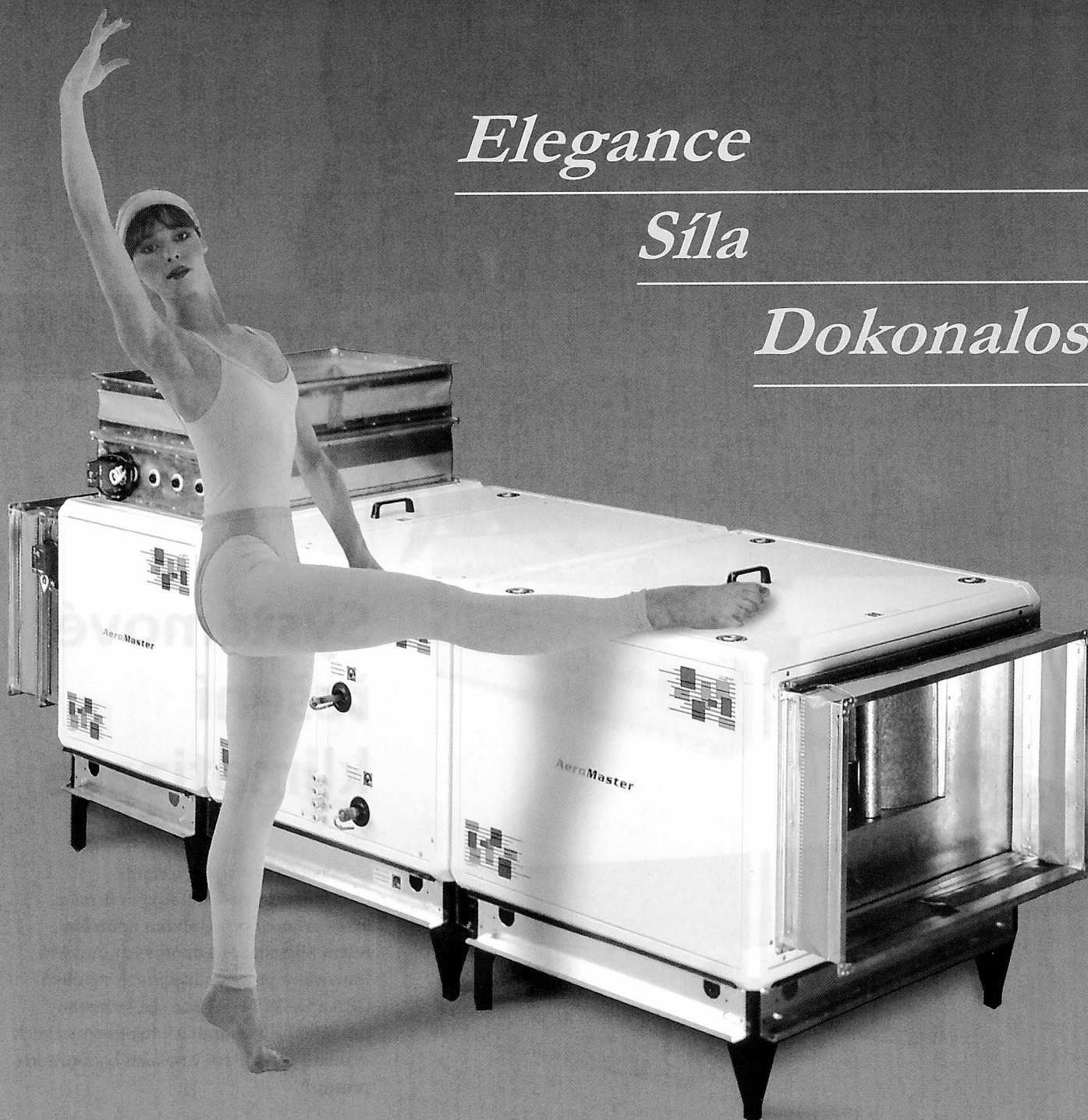
---

*Síla*

---

*Dokonalost*

---



  
**REMAK**<sup>®</sup>

<http://www.remak.cz>

Telefon: (0651) 654 800, E-mail: [remak@remak.cz](mailto:remak@remak.cz)



**Klima pro pocit pohody**

## **Systemové řešení klimatizace**

GEA nabízí svým partnerům - projektantům, dodavatelským firmám, investorům i obchodníkům optimální řešení klimatizace jednotlivých projektů. Inovovaný program kvalitních výrobků GEA a DAIKIN je jasně strukturovaný pro řešení jak centrálních tak decentrálních systémů a regulace v oblasti komfortních prostorů.



**GEA**

**Leading Technologies. Individual Solutions.**

GEA Klimatizace spol. s r.o.  
Vesecká 1, CZ - 46312 Liberec  
Tel.: 00 420 / 48 / 5225 - 301  
Fax: 00 420 / 48 / 5130 402

**DAIKIN**

