

ztv

ZDRAVOTNÍ TECHNIKA A VZDUCHOTECHNIKA

nositel Čestného uznání České vědeckotechnické společnosti

Ročník 18

Číslo 4

Redakční rada:

Doc. Ing. Dr. L. Oppl, CSc. (vedoucí redaktor) — Ing. V. Bašus (výkonný redaktor) —
Doc. Ing. Dr. J. Cihelka — V. Fridrich — Prof. Ing. L. Hrdina — Ing. arch. L. Chalupský — Doc. Ing. J. Chyský, CSc. — Ing. B. Jelen — Ing. L. Kubíček — Ing. Dr. M. Lázňovský — F. Máca — Doc. Ing. Dr. J. Mikula, CSc. — Ing. Dr. J. Němec, CSc. —
Doc. Ing. J. Valchář, CSc.

Adresa redakce: Dvorecká 3, 147 00 Praha 4

OBSAH

Doc. Ing. Dr. J. Cihelka:	Problémy výpočtu tepelné ztráty infiltrací	193
Ing. K. Brož, CSc.:	Přídavná namáhání kolmých potrubních odboček při dilataci hlavního vedení	207
Doc. Ing. J. Řehánek, DrSc.:	Stavební konstrukce z hlediska tepelných ztrát	213
Ing. I. Bureš, CSc.:	Dynamické vlastnosti výsledných teploměrů	223
Ing. Dr. J. Mikula, CSc.:	Výpočet pravděpodobné průměrné teploty vzduchu v kanálech pro potrubí podzemních tepelných sítí	231

Kartonové přílohy 103 a 104

CONTENTS

Doc. Ing. Dr. J. Cihelka:	Some problems in calculating heat losses	193
Ing. K. Brož, CSc.:	Additional stresses in perpendicular branch-pipes in case of the main-pipe dilatation	207
Doc. Ing. J. Řehánek, DrSc.:	Building constructions — their heat-losses	213
Ing. I. Bureš, CSc.:	Dynamic properties of spherical thermometers	223
Ing. Dr. J. Mikula, CSc.:	Calculating the probable average air temperature in ducts for pipes of underground heating networks	231

Cardboard supplement 103–104

СОДЕРЖАНИЕ

Доц. инж. доктор Я. Цигелка:	Проблемы расчета потери тепла естественным воздухообменом	193
Инж. К. Брож, к. т. н.:	Добавочные напряжения перпендикулярных трубопроводных отводов при дилатации главных проводов	207
Доц. инж. Я. Реганек, доктор наук:	Строительные конструкции с точки зрения тепловых потерь	213
Инж. К. Буреш, к. т. н.:	Динамические свойства результирующих термометров	223
Инж. доктор Ю. Микула, к. т. н.:	Вычисление правдоподобной средней температуры воздуха в каналах для трубопровода подземных тепловых сетей	231
Картонное приложение 103—104		

SOMMAIRE

Doc. Ing. Dr. J. Cihelka:	Problèmes de calcul d'une perte thermique par l'infiltration	193
Ing. K. Brož, CSc.:	Fatigues additionnelles des branchements de tuyauterie verticaux à la dilatation de la conduite principale	207
Doc. Ing. J. Řehánek, DrSc.:	Constructions au point de vue des pertes thermiques	213
Ing. I. Bureš, CSc.:	Caractéristiques dynamiques des thermomètres résultants	223
Ing. Dr. J. Mikula, CSc.:	Calcul de la température moyenne probable de l'air dans les conduits pour les tuyauteries des réseaux thermiques souterrains	231

Amexe de carton 103—104

INHALT

Doc. Ing. Dr. J. Cihelka:	Problematik der Berechnungen von Infiltrationswärmeverlusten	193
Ing. K. Brož, CSc.:	Zusatzbelastungen der senkrechten Abzweigrohren bei der Dilatierung von Hauptrohrleitung	207
Doc. Ing. J. Řehánek, DrSc.:	Baukonstruktionen vom Standpunkt der Wärmeverluste aus betrachtet	213
Ing. I. Bureš, CSc.:	Dynamische Eigenschaften von Kugelthermometern	223
Ing. Dr. J. Mikula, CSc.:	Berechnung der wahrscheinlichen durchschnittlichen Lufttemperatur in Kanälen für unterirdische Fernheizrohrleitungsnetze	231

Kartonbeilage 103—104

PROBLÉMY VÝPOČTU TEPELNÉ ZTRÁTY INFILTRACÍ

DOC. ING. DR. JAROMÍR CIHELKA

Fakulta strojní ČVUT — Praha

V článku jsou popsány způsoby výpočtu tepelné ztráty infiltrací používané v některých evropských zemích a je provedeno srovnání těchto způsobů podle dosažené intenzity výměny vzduchu. Dále je popsán postup výpočtu navrhovaný pro ČSN 06 0210.

Recenzoval: Doc. Ing. J. Řehánek, Dr.Sc.

1. ÚVOD

Při vytápění místností na teplotu vyšší než je teplota venkovní je nutno přivádět teplo jednak k úhradě tepelné ztráty prostupem stěnami, jednak k úhradě tepelné ztráty větráním. U obytných a jim podobných místností jde většinou o přirozené větrání spárami netěsných oken (o tzv. infiltraci), při kterém je potřebný rozdíl tlaku vyvozen především dynamickým účinkem větru na budovu. Větrání infiltrací je z hygienického hlediska nezbytné a musí být při něm dosaženo určité minimální výměny vzduchu. Podle rychlosti větru a také podle jeho směru vzhledem k budově však může výměna vzduchu infiltrací dosahovat velmi rozdílných hodnot. Proto je poměrně velmi obtížné navrhnout stupeň provzdušnosti obvodového pláště budovy tak, aby bylo vyhověno jak hygienickému požadavku na dostatečnou výměnu vzduchu, tak také ekonomickému požadavku na hospodárnost provozu vytápění.

Při určitém zjednodušení však lze říci, že v našich klimatických podmínkách, kde se při výpočtovém rozdílu teplot $t_i - t_e = 20 + 15 = 35$ °C počítá s měrnou tepelnou ztrátou vztahenou na 1 m³ vytápěného prostoru $q = 40$ až 100 kcal/m³ h, vyhovuje, připadá-li na tepelnou ztrátu infiltrací přibližně 10 % z celkové tepelné ztráty, neboť pak je zajištěna dostatečná výměna vzduchu

$$\frac{0,1}{0,3 \cdot 35} (40 \div 100) = 0,38 \text{ až } 0,95 \text{ h}^{-1}.$$

Současně jsou přitom také uspokojivě splněny požadavky ekonomické a požadavky centrální regulace vytápění. Je-li maximální hodnota tepelné ztráty infiltrací rovna 10 % z celkové tepelné ztráty, zvýší se za bezvětří, když tepelná ztráta infiltrací klesne na nulu, teplota v místnosti z 20 °C na

$$\frac{35}{0,9} - 15 = 39 - 15 = 24 \text{ °C}.$$

Toto přechodné zvýšení vnitřní teploty, je v podstatě přijatelné. Kdyby však byl podíl maximální tepelné ztráty infiltrací 20 % z celkové tepelné ztráty, zvýšila by se za bezvětří teplota v místnosti až na 29 °C, a to by již bylo velmi nepříjemné přetápění.

2. VÝPOČET TEPELNÉ ZTRÁTY INFILTRACÍ PODLE NOREM EVROPSKÝCH ZEMÍ

Pro výpočet tepelné ztráty infiltrací se v normách evropských zemí používá tři různých způsobů:

- podle druhu místnosti se předepisuje minimální intenzita výměny vzduchu n [h^{-1}],
- podle konstrukce oken se předepisuje zvětšení součinitele prostupu tepla okny o hodnotu Δk ,¹⁾
- počítá se výměna vzduchu vlivem větru s přihlédnutím ke všem faktorům, které tuto výměnu vyvolávají.

V *prvním případě* (případ *a*) se tedy počítá tepelná ztráta infiltrací ze vztahu

$$Q_V = c_V \cdot n \cdot O(t_i - t_e), \quad (1)$$

kde c_V je měrné teplo vzduchu,
 n — normou předepsaná intenzita výměny vzduchu [h^{-1}],
 O — objem místnosti,
 $(t_i - t_e)$ — výpočtový rozdíl vnitřní a venkovní teploty.

Tohoto způsobu výpočtu se používá například

v Anglii, kde se volí $n = 0,75$ až $2,5 \text{ h}^{-1}$,
a ve Švédsku, kde se volí $n = 0,4$ až $0,5 \text{ h}^{-1}$.

Výpočet tepelné ztráty infiltrací podle předem zvolené intenzity výměny vzduchu je jednoduchý a zdánlivě vyhovuje i z hlediska hygienického, neboť v každém případě se počítá s otopným příkonem pro ohřívání potřebného množství čerstvého vzduchu. Nevýhodou však je, že se při tom nepřihlíží k vlivu skutečných faktorů, které rozhodují o výměně vzduchu infiltrací, např. k vlivu velikosti a provzdušnosti oken, rychlosti větru, druhu budovy a její polohy vzhledem k okolí. Skutečná výměna vzduchu infiltrací však může být za určitých okolností mnohem větší než je hodnota zvolená pro výpočet a místnost je pak nedostatečně vytápěna.

Ve *druhém případě* (případ *b*) se tepelná ztráta infiltrací počítá jako přírážka k tepelné ztrátě prostupem tepla okny ze vztahu

$$Q_V = \Delta k \cdot S_{Ok}(t_i - t_e), \quad (2)$$

kde Δk je zvýšení součinitele prostupu tepla okny, jehož hodnota se volí podle konstrukce oken (podle jejich provzdušnosti) a podle polohy budovy vzhledem k okolí,
 S_{Ok} — plocha oken.

Tohoto způsobu výpočtu se používá například

ve Švýcarsku, kde se volí $\Delta k = 1,0$ až $2,2 \text{ kcal/m}^2 \text{ h K}$,
a v Norsku, kde se volí $\Delta k = 0,5$ až $2,0 \text{ kcal/m}^2 \text{ h K}$.

Výpočet tepelné ztráty infiltrací podle rovnice (2) umožňuje snadné vyjádření celkové tepelné ztráty místnosti

$$Q = Q_P + Q_V = [k_{st} \cdot S_{st} + (k_{ck} + \Delta k) S_{Ok}] (t_i - t_e),$$

nevýhodou však je — stejně jako v případě *a*, že se nepřihlíží ke vlivu skutečných faktorů, které rozhodují o infiltraci.

¹⁾ V tomto případě jde v podstatě o přírážku k tepelné ztrátě prostupem podobnou *přirážce na vítr* jak ji znala naše ČSN 06 0210 před rokem 1962.

Ve třetím případě (případ c) se zjednodušeným způsobem vyjadřuje vliv faktorů, které rozhodují o výměně vzduchu působením větru. Tepelná ztráta infiltrací se počítá ze vztahu

$$Q_V = c_V \cdot \Sigma(i \cdot l) \cdot \Delta p^n (t_i - t_e) \quad (3a)$$

nebo

$$Q_V = c_V \cdot \Sigma(i \cdot l) \cdot B \cdot M (t_i - t_e), \quad (3b)$$

kde $\Sigma(i \cdot l)$ — celková provzdušnost oken [$m^3 h^{-1} / (kp/m^2)^{0,67}$]; i je tzv. součinitel provzdušnosti okenních spár [$m^3 h^{-1} / m (kp/m^2)^{0,67}$], l — délka okenních spár,

Δp — rozdíl tlaku vně a uvnitř místnosti vyvolaný působením větru na budovu [kp/m^2],

n — exponent, jehož hodnota závisí na charakteru proudění spárou (obvykle se počítá s hodnotou $n = 0,67$),

B, M — charakteristická čísla budovy a místnosti, která mají stejný význam jako rozdíl tlaku Δp ; platí vztah $B \cdot M = \Delta p^n$.

Tento způsob výpočtu byl poprvé použit v západoněmecké normě DIN 4701 z roku 1959 a brzy potom i v normách dalších evropských zemí, např. i v naší ČSN 06 0210 z roku 1962. V současné době se tohoto způsobu používá v ČSSR, NSR, Francii, Dánsku a má být zaveden také do připravované normy v NDR.

Výpočet tepelné ztráty infiltrací podle rovnice (3a) nebo (3b) vystihuje poměrně přesně podstatu jevu, neboť při vyjádření objemového průtoku vzduchu

$$V = \Sigma(i \cdot l) \cdot \Delta p^n \quad (4a)$$

nebo

$$V = \Sigma(i \cdot l) \cdot B \cdot M \quad (4b)$$

se přihlíží ke všem vlivům; veličinou $\Sigma(i \cdot l)$ se vyjadřuje vliv velikosti a provzdušnosti oken a veličinou Δp^n (popřípadě součinem $B \cdot M$) vliv rychlosti větru, vliv druhu budovy a její polohy vzhledem k okolí a vliv vnitřního uspořádání budovy na pronikání vzduchu.

Abyste bylo možno navzájem porovnat vpředu popsané způsoby výpočtu tepelné ztráty infiltrací a posoudit, k jakým konkrétním výsledkům se dochází podle norem jednotlivých evropských zemí, je třeba ve všech případech vyjádřit společný porovnávací parametr. K tomu se nejlépe hodí intenzita výměny vzduchu n , se kterou se přímo počítá v případě a, a kterou lze také vyjádřit v případech b a c.

V případě b lze z rovnice

$$\Delta k \cdot S_{ok.} \cdot (t_i - t_e) = c_V \cdot n \cdot O(t_i - t_e)$$

odvodit vztah

$$n = \frac{1}{c_V} \frac{S_{ok.}}{O} \Delta k = \frac{1}{c_V} \frac{S_{ok.}}{S_{podl.}} \frac{S_{podl.}}{O} \Delta k = \frac{1}{c_V} \frac{S_{ok.}}{S_{podl.}} \frac{1}{H} \Delta k = A \cdot \Delta k, \quad (5)$$

kde součinitel

$$A = \frac{1}{c_V} \frac{S_{ok.}}{S_{podl.}} \frac{1}{H} \quad (5a)$$

vyjadřuje vliv standardních rozměrů místnosti, tj. výšky $H = O / S_{podl.}$ ($S_{podl.}$ je plocha podlahy, tj. půdorysná plocha místnosti) a poměrné plochy oken $S_{ok.} / S_{podl.}$.

Za předpokladu, že u moderních obytných budov je $1/H = 1/2,85 = 0,35$ a $S_{ok.} / S_{podl.} = 0,2$ až $0,5$, je hodnota součinitele

$$A = \frac{1}{0,3} 0,35 (0,2 \div 0,5) = 0,23 \text{ až } 0,58$$

(počítá se s měrným teplem vzduchu $c_V = 0,3 \text{ kcal/m}^3 \text{ K}$ při teplotě 0°C). Potom je podle vztahu

$$n = A \cdot \Delta k = (0,23 \div 0,58) \Delta k$$

pro švýcarskou normu ($\Delta k = 1,0$ až $2,2$)

$$n = (0,23 \div 0,58) (1,0 \div 2,2) = 0,23 \text{ až } 1,28 \text{ h}^{-1}$$

a pro norskou normu ($\Delta k = 0,5$ až $2,0$)

$$n = (0,23 \div 0,58) (0,5 \div 2,0) = 0,12 \text{ až } 1,16 \text{ h}^{-1}.$$

V případě c je třeba rovnici (3a) nebo (3b) nejprve upravit na tvar

$$Q_V = f \cdot \Sigma l \cdot (t_i - t_e),$$

kde

$$f = c_V \cdot i \cdot \Delta p^n$$

nebo

$$f = c_V \cdot i \cdot B \cdot M.$$

Potom lze z rovnice

$$f \cdot \Sigma l \cdot (t_i - t_e) = c_V \cdot n \cdot O(t_i - t_e)$$

odvodit vztah

$$n = \frac{1}{c_V} \frac{\Sigma l}{O} f = \frac{1}{c_V} \frac{\Sigma l}{S_{\text{ok.}}} \frac{S_{\text{ok.}}}{S_{\text{podl.}}} \frac{S_{\text{podl.}}}{O} f = \frac{1}{c_V} \frac{S_{\text{ok.}}}{S_{\text{podl.}}} \frac{1}{H} \frac{\Sigma l}{S_{\text{ok.}}} f = A \cdot \Omega \cdot f, \quad (6)$$

kde $A = \frac{1}{c_V} \frac{S_{\text{ok.}}}{S_{\text{podl.}}} \frac{1}{H} = 0,23$ až $0,58$ má stejný význam i stejnou hodnotu jako v předešlém případě,

$\Omega = \frac{\Sigma l}{S_{\text{ok.}}}$ je poměrná délka okenní spáry; u oken obvyklého tvaru a velikosti je $\Omega = 3,0$ až $7,2$.

Po dosazení vpředu uvedených hodnot za A a Ω je

$$n = A \cdot \Omega \cdot f = (0,23 \div 0,58) (3,0 \div 7,2) f = (0,7 \div 4,2) f,$$

a z toho pak

pro ČSN 06 0210 z roku 1962 ($f = 0,2$ až $3,2$)

$$n = (0,7 \div 4,2) (0,2 \div 3,2) = 0,14 \text{ až } 13,5 \text{ h}^{-1},$$

pro DIN 4701 z roku 1959 ($f = 0,3$ až $3,6$)

$$n = (0,7 \div 4,2) (0,3 \div 3,6) = 0,21 \text{ až } 15,2 \text{ h}^{-1},$$

pro nově navrhovanou normu NDR ($f = 0,2$ až $3,5$)

$$n = (0,7 \div 4,2) (0,2 \div 3,5) = 0,14 \text{ až } 14,8 \text{ h}^{-1},$$

pro francouzskou normu ($f = 0,3$ až $4,8$)

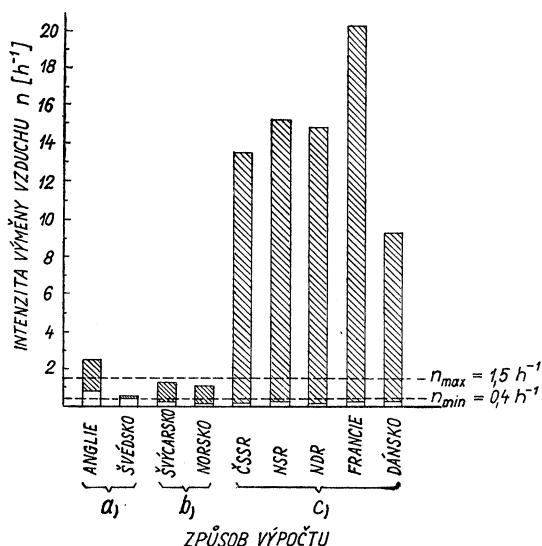
$$n = (0,7 \div 4,2) (0,3 \div 4,8) = 0,21 \text{ až } 20,2 \text{ h}^{-1}$$

a pro dánskou normu ($f = 0,3$ až $2,2$)

$$n = (0,7 \div 4,2) (0,3 \div 2,2) = 0,21 \text{ až } 9,2 \text{ h}^{-1}.$$

Tab. 1. Intenzita výměny vzduchu infiltrací $n[h^{-1}]$ podle norem evropských zemí

Způsob výpočtu	Země	Intenzita výměny vzduchu $n[h^{-1}]$ vypočítaná podle normy	
		min. hodnota	max. hodnota
a	Anglie	0,75	2,5
	Švédsko	0,4	0,5
b	Švýcarsko	0,23	1,28
	Norsko	0,12	1,16
c	ČSSR	0,14	13,5
	NSR	0,21	15,2
	NDR	0,14	14,8
	Francie	0,21	20,2
	Dánsko	0,21	9,2



Obr. 1. Rozsah hodnot intenzity výměny vzduchu infiltrací vypočítané podle norem některých evropských zemí

V přehledu jsou hodnoty intenzity výměny vzduchu infiltrací n , vypočítané podle norem některých evropských zemí, uvedeny v tab. 1. Graficky pak je znázorněn rozsah těchto hodnot na obr. 1. Z přehledu v tabulce i z grafického znázornění vyplývá, že v případech, kde se počítá tepelná ztráta infiltrací podle způsobů a a b (např. v Anglii, Švédsku, Švýcarsku a Norsku), vyhovuje rozsah vypočítané intenzity výměny vzduchu jak z hlediska hygienického²⁾, tak také z hlediska energetického.

kého; vypočítané hodnoty však mohou být často značně odlišné od hodnot skutečných. Při výpočtu podle způsobu c (např. v ČSSR, NDR, NSR, Francii a Dánsku) vycházejí hodnoty n ve velmi širokém rozsahu od $0,12 \text{ h}^{-1}$ až do $20,2 \text{ h}^{-1}$ tak, jak je tomu i ve skutečnosti. Vychází-li příliš malá hodnota n (např. $n < 0,4$), svědčí to o tom, že v daném případě bylo použito příliš těsných a popřípadě i příliš malých oken, a naopak, vychází-li příliš velká hodnota n (např. $n > 1,5$), bylo použito příliš velkých a netěsných oken. V obou případech lze podle vypočítané hodnoty výměny vzduchu infiltrací n provést korekci tak, aby bylo dosaženo vyhovující hodnoty

$$n = 0,4 \text{ až } 1,5 \text{ h}^{-1}.$$

Výpočet podle způsobu c nemá tedy sloužit pouze k mechanickému určení konečné hodnoty tepelné ztráty infiltrací Q_V , ale také k posouzení, zda pro daný případ byla zvolena vhodná velikost a konstrukce oken. Vychází-li příliš malá nebo naopak příliš velká hodnota intenzity výměny vzduchu infiltrací n , je možno provést korekci v konstrukci oken tak, aby konečná hodnota tepelné ztráty infiltrací nepřevyšovala ekonomicky únosnou hodnotu. V tomto směru jsou dány velké možnosti pro spolupráci mezi tepelným technikem a architektem.

3. VÝPOČET TEPELNÉ ZTRÁTY INFILTRACÍ PODLE NOVÉ ČSN 06 0210

Při nové revizi ČSN 06 0210 bude také upraven postup výpočtu tepelné ztráty infiltrací. Pro bližší informaci zde uvádíme teoretické odvození navrhovaného postupu a přehled výchozích hodnot pro praktický výpočet. Vzhledem k tomu, že v nové normě bude již použito měrových jednotek mezinárodní SI-soustavy, použijeme těchto jednotek i v dalším textu.

Při větrání infiltrací jde o přirozenou výměnu vzduchu netěsnými spárami oken a dveří. Objemový průtok vzduchu je při tom dán vztahem

$$V = (i \cdot l) \Delta p^n \quad [\text{m}^3/\text{s}], \quad (7)$$

kde i je součinitel provzdušnosti spár $[\text{m}^3\text{s}^{-1}/\text{mPa}^n]$,

l — délka spár $[\text{m}]$,

n — exponent, jehož hodnota závisí na charakteru proudění spárou a u oken různých konstrukcí je v mezích od 0,6 do 0,8; zpravidla se počítá s průměrnou hodnotou $n = 0,67$.

2) Hodnoty $n < 0,4 \text{ h}^{-1}$ je ovšem nutno považovat za nevyhovující z hlediska hygienického, a proto by bylo nutno v případech, kde výpočtem podle způsobu b vychází $n < 0,4$, zvětšit hodnotu Δk , popřípadě zvětšit plochu oken S_{ok} .

3) Při teplotách $t_i = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ a $t_e = -15 \text{ }^\circ\text{C}$ je celkový účinný vztlak vyvozený rozdílem měrných tíh vzduchu na schodišti vysokém $h = 20 \text{ m}$

$$\Delta p_t = g \cdot h(\rho_e - \rho_i) = 9,81 \cdot 20(1,324 - 1,207) = 23 \text{ Pa}.$$

Předpokládá-li se, že neutrální rovina prochází středem výšky h , je maximální vnější přetlak v nejnižším podlaží

$$\frac{\Delta p_t}{2} = \frac{23}{2} = 11,5 \text{ Pa}.$$

Vlivem větru však vzniká na návětrné straně budovy vnější přetlak

$$\text{při rychlosti větru } w = 6 \text{ m/s... } \Delta p_w = \frac{w^2}{2} \rho_e = \frac{6^2}{2} 1,324 = 23,8 \text{ Pa},$$

$$\text{při rychlosti větru } w = 8 \text{ m/s... } \Delta p_w = \frac{8^2}{2} 1,324 = 42,4 \text{ Pa}.$$

Rozdíl tlaku Δp vzniká jednak rozdílem měrných tíh vzduchu při rozdílu teplot uvnitř a vně budovy, jednak vlivem dynamického účinku větru na budovu. U budov až do výšky nadzemní části 20 m lze zanedbat rozdíl tlaku vlivem rozdílu teplot³⁾ a počítat pouze s rozdílem tlaku vlivem větru

$$\Delta p_w = A \frac{w^2}{2} \rho \quad [\text{Pa}], \quad (8)$$

kde A je tzv. aerodynamický součinitel budovy. Aerodynamický součinitel má obvykle pro návětrnou stranu budovy hodnotu

$$A_{\text{náv.}} = 0,7 \text{ až } 1,0 \text{ (v průměru } 0,9)$$

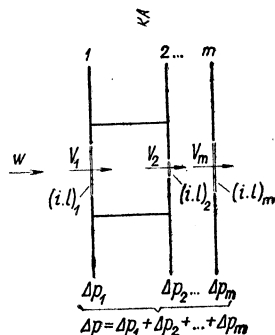
a pro závětrnou stranu

$$A_{\text{záv.}} = -0,2 \text{ až } -0,4 \text{ (v průměru } -0,3).$$

Rychlost větru w se rozlišuje podle polohy budovy vzhledem k okolní krajině (rozlišuje se chráněná, nechráněná a velmi nepříznivá poloha) a v našich povětrnostních podmínkách se počítá s hodnotami

$$w = 4, 6 \text{ a } 8 \text{ m/s pro normální krajinu}$$

a $w = 6, 8 \text{ a } 10 \text{ m/s pro krajinu s intenzivními větry.}$



Obr. 2. Schéma pro výpočet výměny vzduchu infilrací u budov s větším počtem místností v podlaží

Výpočet výměny vzduchu (objemového průtoku) infilrací je u budov s větším počtem místností velmi složitý a obtížný. Například v případě podle obr. 2, kde musí vzduch postupně procházet spárami v oknech a dveřích ve stěnách 1, 2, ..., m , platí rovnice

$$V_1 = V_2 = \dots = V_m = V \quad (a)$$

a

$$\Delta p_1 + \Delta p_2 + \dots + \Delta p_m = \Delta p. \quad (b)$$

Dosadí-li se v rovnici (b) za $\Delta p_1, \Delta p_2, \dots, \Delta p_m$ vztah podle rovnice (7), je

$$\left[\frac{V}{(i.l)_1} \right]^{1/n} + \left[\frac{V}{(i.l)_2} \right]^{1/n} + \dots + \left[\frac{V}{(i.l)_m} \right]^{1/n} = \Delta p,$$

a z toho

$$V = \frac{\Delta p^n}{\left[\frac{1}{(i.l)_1^{1/n}} + \frac{1}{(i.l)_2^{1/n}} + \dots + \frac{1}{(i.l)_m^{1/n}} \right]^n}.$$

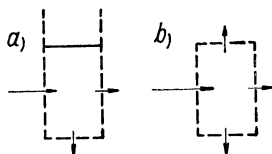
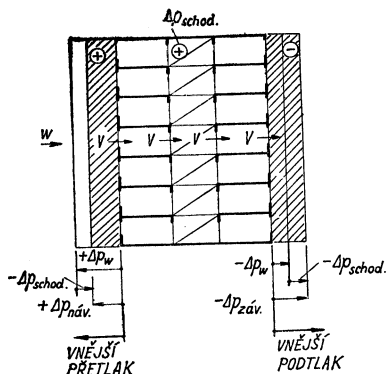
Protože při $n = 0,6$ až $0,8$ je

$$\left[\frac{1}{(i \cdot l)_1^{1/n}} + \frac{1}{(i \cdot l)_2^{1/n}} + \dots + \frac{1}{(i \cdot l)_m^{1/n}} \right]^n \approx \frac{1}{(i \cdot l)_1} + \frac{1}{(i \cdot l)_2} + \dots + \frac{1}{(i \cdot l)_m} = \sum_1^m \frac{1}{(i \cdot l)},$$

lze psát pro objemový průtok vzduchu vztah

$$V = \frac{\Delta p^n}{\sum_1^m \frac{1}{(i \cdot l)}}. \quad (9)$$

Objemový průtok vzduchu je tedy nepřímou úměrou součtu hydraulických odporů oken a dveří, kterými musí procházet.⁴⁾



Obr. 4. Pronikání vzduchu při náporu větru u osaměle stojící budovy;
a) budova se dvěma závětrnými stranami,
b) budova se třemi závětrnými stranami

Obr. 3. Pronikání vzduchu budovou při infiltraci vlivem větru

Vlivem rozdílu tlaku vniká vzduch do místnosti na návětrné straně, proniká do prostoru schodiště a dále do místností na závětrné straně, odkud pak uniká zpět do vnějšího prostředí (obr. 3).

U řadových budov lze předpokládat, že provzdušnost oken a dveří na obou stranách budovy je stejná $\Sigma(i \cdot l)_{náv.} = \Sigma(i \cdot l)_{záv.}$ a pak vyplývá z rovnice větrací rovnováhy

$$\Sigma(i \cdot l)_{náv.} \left[(A_{náv.} - A_{schod.}) \frac{w^2}{2} \rho \right]^n = \Sigma(i \cdot l)_{záv.} \left[A_{schod.} - A_{záv.} \right] \frac{w^2}{2} \rho \right]^n$$

pro prostor schodiště fiktivní hodnota aerodynamického součinitele

$$A_{schod.} = \frac{A_{náv.} + A_{záv.}}{2}. \quad (10)$$

Při $A_{náv.} = 0,9$ a $A_{záv.} = -0,3$ je

$$A_{schod.} = \frac{0,9 - 0,3}{2} = 0,3$$

⁴⁾ Nazve-li se součín $(i \cdot l)$ [$\text{m}^3 \text{s}^{-1} / \text{Pa}^{0,67}$] provzdušností oken nebo dveří, lze reciprokou hodnotu $1/(i \cdot l)$ [$\text{Pa}^{0,67} / \text{m}^3 \text{s}^{-1}$] považovat za hydraulický odpor.

a pro infiltraci místností na návětrné straně budovy pak lze počítat s rozdílem tlaku (s vnějším přetlakem)

$$\Delta p_{\text{náv.}} = (A_{\text{náv.}} - A_{\text{schod.}}) \frac{w^2}{2} \varrho = (0,9 - 0,3) \frac{w^2}{2} \varrho = 0,6 \frac{w^2}{2} \varrho. \quad (11)$$

U osaměle stojících budov lze počítat s poměrem provzdušností oken a dveří na návětrné a závětrné straně

$$\Sigma(i \cdot l)_{\text{náv.}} = 2 \Sigma(i \cdot l)_{\text{záv.}} \text{ v případě podle obr. 4a}$$

a

$$\Sigma(i \cdot l)_{\text{náv.}} = 3 \Sigma(i \cdot l)_{\text{záv.}} \text{ v případě podle obr. 4b.}$$

Potom je v případě podle obr. 4a

$$A_{\text{schod.}} = \frac{A_{\text{náv.}} + A_{\text{záv.}}}{3} = \frac{0,9 - 0,3}{3} = 0,2$$

a

$$\Delta p_{\text{náv.}} = (0,9 - 0,2) \frac{w^2}{2} \varrho = 0,7 \frac{w^2}{2} \varrho \quad (12a)$$

a v případě podle obr. 4b

$$A_{\text{schod.}} = \frac{A_{\text{náv.}} + A_{\text{záv.}}}{4} = \frac{0,9 - 0,3}{4} = 0,15$$

a

$$\Delta p_{\text{náv.}} = (0,9 - 0,15) \frac{w^2}{2} \varrho = 0,75 \frac{w^2}{2} \varrho. \quad (12b)$$

Po vyjádření rozdílu tlaku Δp pro místnosti na návětrné straně lze podle rovnice (9) vyjádřit objemový průtok vzduchu těmito místnostmi

$$V = \frac{\Delta p_{\text{náv.}}^n}{\frac{1}{(i \cdot l)_{\text{ok.}}} + \frac{1}{(i \cdot l)_{\text{dv.}}}}. \quad (13)$$

Z porovnání tohoto vztahu se vztahem běžně používaným pro výpočet tepelné ztráty infiltrací (viz rovnice 3b v kap. 2)

$$V = (i \cdot l)_{\text{ok.}} \cdot B \cdot M \quad (14)$$

pak vyplývá

$$B \cdot M = \frac{\Delta p_{\text{náv.}}^n}{1 + \frac{(i \cdot l)_{\text{ok.}}}{(i \cdot l)_{\text{dv.}}}}.$$

Z toho pak charakteristické číslo budovy

$$B = \Delta p_{\text{náv.}}^n = \left[(A_{\text{náv.}} - A_{\text{schod.}}) \frac{w^2}{2} \varrho \right]^n \quad [\text{Pa}^n] \quad (15)$$

vyjadřuje vliv druhu budovy (řadová nebo osaměle stojící) a její polohy vzhledem k okolní krajině a charakteristické číslo místnosti

$$M = \frac{1}{1 + \frac{(i \cdot l)_{ok.}}{(i \cdot l)_{dv.}}} \quad (16)$$

vliv provzdušnosti místnosti dané poměrem mezi provzdušností oken $(i \cdot l)_{ok.}$ a provzdušností vnitřních dveří $(i \cdot l)_{dv.}$.

Pro poměry, se kterými se počítá v ČSN 06 0210, tj. pro $t_e = -15^\circ\text{C}$ (průměrná hodnota) a $w = 4, 6, 8$ a 10 m/s, je pro řadové budovy

$$B = \left(0,6 \frac{w^2}{2} \rho_e\right)^{0,67} = \left(\frac{0,6 \cdot 1,32}{2} w^2\right)^{0,67} = (0,396 w^2)^{0,67, 5)}$$

tj. při $w = 4$ m/s... $B = 3,42$ (zaokrouhlí se na 3),
 $w = 6$ m/s... $B = 6,12$ (zaokrouhlí se na 6),
 $w = 8$ m/s... $B = 8,61$ (zaokrouhlí se na 9),
 $w = 10$ m/s... $B = 12,53$ (zaokrouhlí se na 12),

pro osaměle stojící budovy

$$B = \left(0,75 \frac{w^2}{2} \rho_e\right)^{0,67} = \left(\frac{0,75 \cdot 1,32}{2} w^2\right)^{0,67} = (0,495 w^2)^{0,67, 5)}$$

tj. při $w = 4$ m/s... $B = 3,97$ (zaokrouhlí se na 4),
 $w = 6$ m/s... $B = 6,83$ (zaokrouhlí se na 8),
 $w = 8$ m/s... $B = 10,10$ (zaokrouhlí se na 12),
 $w = 10$ m/s... $B = 15,65$ (zaokrouhlí se na 16).

Konečné (zaokrouhlené) hodnoty charakteristického čísla budovy jsou uvedeny v tab. 2.

Tab. 2. Charakteristické číslo budovy B pro výpočet tepelné ztráty infiltrací

Krajinná oblast se zřetelem k intenzitě větru	Poloha budovy v krajině	Rychlost větru w [m/s]	Charakteristické číslo budovy B [Pa ^{0,67}]	
			řadové budovy	osaměle stojící budovy
Normální krajina	chráněná	4	3	4
	nechráněná	6	6	8
	velmi nepříznivá	8	9	12
Krajina s intenzivními větry	chráněná	6	6	8
	nechráněná	8	9	12
	velmi nepříznivá	10	12	16

⁵⁾ Při teplotě $t_e = -15^\circ\text{C}$ a tlaku 735,5 torru je měrná hmotnost vzduchu

$$\rho_e = 1,25 \frac{273}{258} = 1,32 \text{ kg/m}^3.$$

Pro výpočet charakteristického čísla místnosti podle vztahu

$$M = \frac{1}{1 + \frac{(i \cdot l)_{ok.}}{(i \cdot l)_{dv.}}} = \frac{(i \cdot l)_{dv.}}{(i \cdot l)_{ok.} + (i \cdot l)_{dv.}} \quad (16a)$$

se počítá s těmito alternativami:

a) místnosti s 1, 2 nebo 3 netěsněnými vnitřními dveřmi, pro něž je

$$(i \cdot l)_{dv.} = 40 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} / \text{Pa}^{0,67},$$

b) místnosti s 1, 2 nebo 3 těsněnými vnitřními dveřmi, pro něž je

$$(i \cdot l)_{dv.} = 20 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} / \text{Pa}^{0,67} \text{ } ^6)$$

V obou případech *a* a *b* se pak ještě dále rozlišují místnosti s poměrně malými okny a místnosti s poměrně velkými okny, tj. počítá se

v případě s netěsněnými dveřmi (případ *a*) s hodnotami

$$\left. \begin{array}{l} (i \cdot l)_{ok.} = 20 \cdot 10^{-4} < 40 \cdot 10^{-4} \\ (i \cdot l)_{ok.} = 60 \cdot 10^{-4} > 40 \cdot 10^{-4} \end{array} \right\} \text{ pro případ s 1 dveřmi}$$

$$\left. \begin{array}{l} (i \cdot l)_{ok.} = 40 \cdot 10^{-4} < 80 \cdot 10^{-4} \\ (i \cdot l)_{ok.} = 120 \cdot 10^{-4} > 80 \cdot 10^{-4} \end{array} \right\} \text{ pro případ se 2 dveřmi}$$

$$\left. \begin{array}{l} (i \cdot l)_{ok.} = 60 \cdot 10^{-4} < 120 \cdot 10^{-4} \\ (i \cdot l)_{ok.} = 180 \cdot 10^{-4} > 120 \cdot 10^{-4} \end{array} \right\} \text{ pro případ se 3 dveřmi}$$

Tab. 3. Charakteristické číslo místnosti *M* pro výpočet tepelné ztráty infiltrací

Vnitřní dveře		Provzdušnost oken (<i>i</i> · <i>l</i>) _{ok} [m ³ s ⁻¹ /Pa ^{0,67}]	Charakteristické číslo místnosti <i>M</i>
těsnost	počet ¹⁾		
netěsněné (bez prahů)	1	< 10 · 10 ⁻⁴	0,7
		> 40 · 10 ⁻⁴	0,4
	2	< 80 · 10 ⁻⁴	0,7
		> 80 · 10 ⁻⁴	0,4
	3	< 120 · 10 ⁻⁴	0,7
		> 120 · 10 ⁻⁴	0,4
těsněné (s prahy)	1	< 20 · 10 ⁻⁴	0,7
		> 20 · 10 ⁻⁴	0,4
	2	< 40 · 10 ⁻⁴	0,7
		> 40 · 10 ⁻⁴	0,4
	3	< 60 · 10 ⁻⁴	0,7
		> 60 · 10 ⁻⁴	0,4

¹⁾ Pro místnosti bez vnitřních dveří (např. pro sály, velkoprostorové kanceláře apod.) se počítá s *M* = 1.

⁶⁾ Pro vnitřní dveře, jejichž spára má délku *l* = 6,5 m, se počítá se součinitelem provzdušnosti

i = 6,15 · 10⁻⁴ m³s⁻¹/m Pa^{0,67}... netěsněné dveře,

i = 3,08 · 10⁻⁴ m³s⁻¹/m Pa^{0,67}... těsněné dveře.

a v případě s těsnými dveřmi (případ b) s hodnotami

$$\left. \begin{aligned} (i \cdot l)_{ok.} &= 10 \cdot 10^{-4} < 20 \cdot 10^{-4} \\ (i \cdot l)_{ok.} &= 30 \cdot 10^{-4} > 20 \cdot 10^{-4} \end{aligned} \right\} \text{ pro případ s 1 dveřmi}$$

$$\left. \begin{aligned} (i \cdot l)_{ok.} &= 20 \cdot 10^{-4} < 40 \cdot 10^{-4} \\ (i \cdot l)_{ok.} &= 60 \cdot 10^{-4} > 40 \cdot 10^{-4} \end{aligned} \right\} \text{ pro případ se 2 dveřmi}$$

$$\left. \begin{aligned} (i \cdot l)_{ok.} &= 30 \cdot 10^{-4} < 60 \cdot 10^{-4} \\ (i \cdot l)_{ok.} &= 90 \cdot 10^{-4} > 60 \cdot 10^{-4} \end{aligned} \right\} \text{ pro případ se 3 dveřmi}$$

Hodnoty charakteristického čísla M vypočítané podle vztahu (16a) pro hodnoty $(i \cdot l)_{ok.}$ a $(i \cdot l)_{dv.}$ vpředu uvedené jsou v tab. 3.

Podle návrhu nové ČSN 06 0210 je v SI-jednotkách součinitel

$$f = c_v \cdot i \cdot B \cdot M = 0,13 \cdot 10^4(1,0 \div 2,0) 10^{-4}(3,0 \div 16,0) (0,4 \div 0,7) = 0,156 \text{ až } 2,92;^7)$$

zaokrouhlí se na $f = 0,16$ až $2,9$. Dále je součinitel

$$A = \frac{c_v}{1} \frac{S_{ok.}}{S_{podl.}} \frac{1}{H} = \frac{1}{0,13 \cdot 10^4} (0,2 \div 0,5) 0,35 = (0,56 \div 1,36) 10^{-4}$$

a poměrná délka okenní spáry

$$\Omega = \frac{\Sigma l}{S_{ok.}} = 3,0 \text{ až } 7,2.$$

Dosadí-li se vpředu uvedené hodnoty A , Ω a f do vztahu (6), je

$$\begin{aligned} n &= 3600 A \cdot \Omega \cdot f = 0,36 \cdot 10^4(0,56 \div 1,36) 10^{-4}(3,0 \div 7,2) (0,16 \div 2,9) = \\ &= 0,097 \text{ až } 10,2 \text{ h}^{-1}.^8) \end{aligned}$$

Použití výpočtu intenzity výměny vzduchu n k posouzení, zda byl zvolen vhodný typ a vhodná velikost oken, vysvětlují následující příklady:

Příklad 1.

V řadové budově, stojící v chráněné poloze v krajině s normální intenzitou větrů, jsou obytné místnosti o půdorysné ploše $S_{podl.} = 20 \text{ m}^2$ a výšce $H = 2,75 \text{ m}$. Okna o ploše $S_{ok.} = 6 \text{ m}^2$ mají celkovou délku spár $\Sigma l = 24 \text{ m}$ a součinitel provzdušnosti $i = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} / \text{m Pa}^{0,67}$ (jde o těsná okna). Místnosti mají 2 těsné vnitřní dveře.

Pro daný případ je

$$\frac{S_{ok.}}{S_{podl.}} = \frac{6}{20} = 0,3,$$

$$\frac{1}{H} = \frac{1}{2,75} = 0,365,$$

$$\Omega = \frac{\Sigma l}{S_{ok.}} = \frac{24}{6} = 4,0,$$

$$\Sigma(i \cdot l) = 1,0 \cdot 10^{-4} \cdot 24 = 24 \cdot 10^{-4},$$

⁷⁾ Počítá se s měrným teplem vzduchu $c_v = 1300 \text{ J/m}^3 \text{ K}$, součinitelem provzdušnosti $i = 1,0 \cdot 10^{-4}$ pro těsná okna, $i = 2,0 \cdot 10^{-4}$ pro netěsná okna,

charakteristickým číslem budovy $B = 3,0$ až $16,0$ (viz tab. 2), charakteristickým číslem místnosti $M = 0,4$ až $0,7$ (viz tab. 3).

⁸⁾ Počítá-li se v SI-soustavě měrových jednotek, vychází podle rovnice (6) intenzita výměny vzduchu v s^{-1} . Proto je zde součin $A \cdot \Omega \cdot f$ násoben ještě 3600.

$B = 3,0$... viz tab. 2, případ „řadové budovy, chráněná poloha a normální krajina“,
 $M = 0,7$... viz tab. 3, případ „místnosti se 2 těsnými vnitřními dveřmi při $\Sigma(i.l) = 24 \cdot 10^{-4} < 40 \cdot 10^{-4}$ “.

Dosadí-li se vpředu uvedené hodnoty, je součinitel

$$A = \frac{1}{c_v} \frac{S_{ok.}}{S_{podl.}} \frac{1}{H} = \frac{1}{0,13 \cdot 10^4} 0,3 \cdot 0,365 = 0,84 \cdot 10^{-4}$$

a součinitel

$$f = c_v \cdot i \cdot B \cdot M = 0,13 \cdot 10^4 \cdot 1,0 \cdot 10^{-4} \cdot 3 \cdot 0,7 = 0,273.$$

Intenzita výměny vzduchu pak je

$$n = 3600 A \cdot \Omega \cdot f = 0,36 \cdot 10^4 \cdot 0,84 \cdot 10^{-4} \cdot 4 \cdot 0,273 = 0,33 \text{ h}^{-1}.$$

Tato hodnota vyhovuje; při přísnějších nárocích na větrání by bylo možno zvolit okna s poněkud větší provzdušností, tj. s větší hodnotou $\Sigma(i.l)$ než $\Sigma(i.l) = 24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} / \text{Pa}^{0,67}$.

Příklad 2.

Pro stejné místnosti jako v předešlém případě, ale v budově stojící osaměle ve velmi nepříznivé poloze v krajině s intenzivními větry, je

$B = 16,0$... viz tab. 2, případ „osaměle stojící budovy, velmi nepříznivá poloha, krajina s intenzivními větry“.

Při stejných hodnotách ostatních veličin je pak součinitel

$$f = c_v \cdot i \cdot B \cdot M = 0,13 \cdot 10^4 \cdot 1,0 \cdot 10^{-4} \cdot 16 \cdot 0,7 = 1,46$$

a intenzita výměny vzduchu

$$n = 3600 A \cdot \Omega \cdot f = 0,36 \cdot 10^4 \cdot 0,84 \cdot 10^{-4} \cdot 1,46 = 1,77 \text{ h}^{-1}.$$

To je již příliš velká hodnota pro obytné místnosti, a proto by bylo třeba zvolit v tomto případě okna s menší provzdušností, tj. s menší hodnotou $\Sigma(i.l)$ než $\Sigma(i.l) = 24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} / \text{Pa}^{0,67}$.

4. ZÁVĚR

Ze všech způsobů výpočtu tepelné ztráty infiltrací, používaných v normách pro určení potřeby tepla při ústředním vytápění, lze za nejvhodnější považovat výpočet, při kterém se s přihlédnutím ke všem faktorům počítá výměna vzduchu vlivem dynamického účinku větru na budovu. Tento způsob byl také již v roce 1962 zaveden v naší ČSN 06 0210 a pro novou úpravu této normy byl dále zpřesněn.

Výpočet umožňuje poměrně přesné určení maximální výměny vzduchu, a tím i maximální tepelné ztráty infiltrací za nejnepříznivějších podmínek, tj. nejen za maximálního výpočtového rozdílu teplot ($t_i - t_e$), ale také za největší výpočtové rychlosti větru a dále za předpokladu, že strana budovy, na které se nachází místnost je v daném okamžiku stranou návětrnou.

Při velké časové proměnlivosti směru i intenzity (rychlosti) větru se ovšem okamžitě hodnoty výměny vzduchu, a tím i tepelné ztráty infiltrací neustále mění, zatímco tepelná ztráta prostupem stěnami zůstává poměrně stálá (mění se jen pozvolna podle změn venkovní teploty). Má-li být za těchto okolností splněn předpoklad pro uspokojivou centrální regulaci ústředního vytápění, nesmí v žádném případě dosáhnout maximální (výpočtová) tepelná ztráta infiltrací Q_V příliš velké hodnoty. Doporučuje se počítat s

$$Q_V \leq 0,15 Q_P$$

(Q_p je tepelná ztráta prostupem stěnami). Intenzita výměny vzduchu by při tom měla být v mezích

$$n = 0,4 \text{ až } 1,5 \text{ h}^{-1},$$

což je hodnota, která plně vyhovuje i z hlediska hygienického.

LITERATURA

- [1] ČSN 06 0210: Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění (norma ČSSR z r. 1962)
- [2] DIN 4701: Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden (norma NSR z r. 1959)
- [3] TGL 112—0319: Wärmebedarf von Gebäuden—Berechnungsgrundlagen (návrh normy NDR z r. 1974)
- [4] Schweizerische Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden (švýcarská pravidla z r. 1957)
- [5] *Kritscher, O.*: Die Wärmebedarfsberechnung von Gebäuden und die Möglichkeiten ihrer Vereinheitlichung. Otištěno ve sborníku z kongresu „Heizung, Lüftung, Klimatechnik“. 1968, s. 131—147.

ПРОБЛЕМЫ РАСЧЕТА ПОТЕРИ ТЕПЛА ЕСТЕСТВЕННЫМ ВОЗДУХООБМЕНОМ

Доц. Инж. доктор Яромір Цигелька

В статье описываются способы расчета потери тепла естественным воздухообменом, использованным в некоторых странах Европы, и здесь приведено сравнение этих способов по интенсивности воздухообмена. Дальше описывается порядок вычисления предлагаемый для ЧСН 06 0210.

SOME PROBLEMS IN CALCULATING THE INFILTRATION HEAT LOSSES

Doc. Ing. Dr. Jaromír Cihelka

The author describes methods for calculating the infiltration heat losses, used in some European countries, and compares these methods from the standpoint of air exchange intensity. A calculating method suggested for the new Czechoslovak Standard ČSN 06 0210 has been described.

PROBLEMATIK DER BERECHNUNG VON INFILTRATIONSWÄRMEVERLUSTEN

Doc. Ing. Dr. Jaromír Cihelka

Der Verfasser beschreibt in verschiedenen europäischen Ländern verwendete Berechnungsmethoden für Infiltrationswärmeverluste. Die Methoden sind nach berechneter Luftaustauschintensität verglichen worden. Es wird auch eine für die Tschechoslowakische Norm ČSN 06 0210 vorgeschlagene Berechnungsmethode beschrieben.

PROBLÈMES DE CALCUL D'UNE PERTE THERMIQUE PAR L'INFILTRATION

Doc. Ing. Dr. Jaromír Cihelka

Dans l'article présenté, on décrit les modes de calcul d'une perte thermique par l'infiltration employés dans certains pays européens et on fait une comparaison de ces modes suivant l'intensité obtenue d'un échange de l'air. Plus loin, on décrit un procédé de calcul proposé pour un standard ČSN 06 0210.

PŘÍDAVNÁ NAMÁHÁNÍ KOLMÝCH POTRUBNÍCH ODBOČEK PŘI DILATACI HLAVNÍHO VEDENÍ

ING. KAREL BROŽ, CSc.

Fakulta strojní ČVUT, Praha

Článek obsahuje teoretické zdůvodnění velikosti přídatných silových účinků a napětí, která vznikají v kolmých odbočkách potrubí při dilataci hlavního vedení. Závěry jsou dovedeny do jednoduchých vztahů, vhodných pro technickou praxi, jež jsou účelně vyjádřeny graficky v příloze. Nomoqramy umožňují rychlou kontrolu.

Recenzoval: Doc. Ing. Dr. J. Mikula, CSc.

Projektant tepelných sítí venkovních i potrubních rozvodů otopných soustav v budovách bývá často postaven před řešení problémů různého původu, které musí zvládnout v krátkém čase. Tak se může stát, že při projekci dojde k opomenutí některé okolnosti, která při event. pozdější poruše může nabýt rozhodujícího významu. Pro nedostatek času (někdy i podkladů) byla také donedávna relativně opomíjena část výpočtů, zabývající se pevnostní (statickou) problematikou tepelných potrubí. Většina problémů z této oblasti sestává vlivem uložení z případů staticky neurčitých, a proto výpočet nebývá jednoduchý. Jedním z řady těchto problémů je i přídatné namáhání kolmých odboček při dilataci hlavní potrubní větve.

Ve všech typech tepelných sítí setkáváme se v podstatě se dvojitým provedením odboček podle připojení na hlavní větev:

- a) v místě odbočky je pevný bod (zakotvení) buď jen na hlavní větvi nebo na hlavní větvi i odbočce;
- b) spojení odbočky s hlavní větví leží mimo pevný bod a může se volně pohybovat.

V případě b) se obě potrubí při deformaci (způsobené tepelnou dilatací) vzájemně ovlivňují a takto vzniklé přídatné silové účinky a namáhání mohou dosáhnout hodnot, které vedou až k rozrušení spoje, uchycení, podpěr a osových vedení, těsnění armatur a podobně. Příklad časté situace je znázorněn na obr. 1.

Hlavní větev je zde uchycena v pevném bodě PB , druhé zakotvení dilatačního pole je již mimo obrázek. V polovině dilatačního pole je zamontován kompenzátor (zde tvaru U). Mezi pevným bodem a kompenzátozem je několik podpěr, případně osových vedení. Odbočné potrubí je uchyceno k hlavní větvi ve vzdálenosti l od pevného bodu PB a je montováno při teplotě t_0 . Volná délka odbočky od spoje s hlavní větví k prvému osovému vedení (nebo k uchycení na otopné těleso a podobně) je L . Při zahřátí na provozní teplotu t_p o rozdíl Δt proti teplotě při montáži se místo spoje odbočky s hlavní větví posune o vzdálenost $\Delta l = \alpha l \Delta t$ směrem ke kompenzátoru. Za předpokladu, že spoj obou potrubí je tuhý a osová vedení odbočného potrubí (resp. jeho uchycení ke spotřebiči) je tuhé a nedovoluje znatelné natočení, vzniknou v místech uchycení odbočky příčné síly F a ohybové momenty M , přičemž tečna deformované osově čáry odbočného potrubí má v uchycení stále stejnou směrnici (nedochází k natočení průřezu). V obr. 1 jsou kresleny smysly sil a momentů tak, jak působí z okolí za odbočné potrubí. Kdybychom účinky sledovali z hlediska hlav-

ního vedení a osového vedení nebo spotřebiče, ke kterému je odbočné potrubí připojeno, měly by opačný smysl.

V souřadném systému naznačeném na obr. 1 bude ohybový moment v obecném místě se souřadnicí x :

$$M_0 = F \cdot x - M, \quad (1)$$

kde M je moment v místě připojení ($x = L$) a v místě osového vedení ($x = 0$).

Energie napjatosti v soustavě, způsobená ohybovým namáháním, je

$$A = \frac{1}{EJ} \int_L^0 M_0^2 dx. \quad (2)$$

Považuje-li se podle předchozích předpokladů spoj odbočky s hlavní větví i osově vedení za vetknutí, bude podle Castiglianových vět platit:

$$\frac{\partial A}{\partial M} = 0; \quad \frac{\partial A}{\partial F} = \Delta l. \quad (3)$$

Provedením deformační podmínky (3) pro moment M dostáváme

$$\frac{\partial A}{\partial M} = \frac{1}{2EJ} \int_0^L 2M_0 \frac{\partial M_0}{\partial M} dx = 0.$$

Protože však $\frac{\partial M_0}{\partial M} = -1$, (jak vyplývá z rovnice (1)), získáme dosazením a úpravou:

$$M = \frac{F \cdot L}{2}. \quad (4)$$

Podobně z deformační podmínky pro sílu F bude

$$\Delta l = \frac{\partial A}{\partial F} = \frac{1}{2EJ} \int_0^L 2M_0 \frac{\partial M_0}{\partial F} dx,$$

a po dosazení za $\frac{\partial M_0}{\partial F} = x$ (opět z rov. (1)) a úpravou získáme:

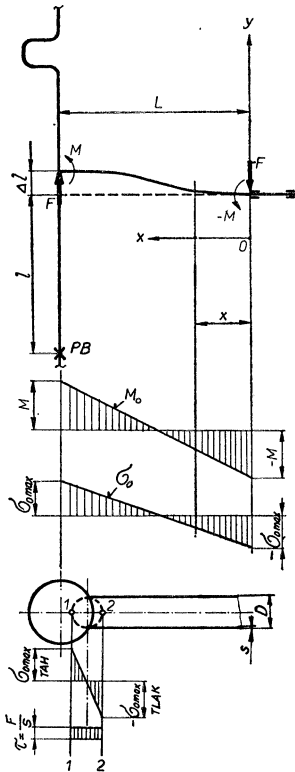
$$F = \frac{12EJ \Delta l}{L^3}. \quad (5)$$

Potom i

$$M = \frac{FL}{2} = \frac{6EJ \Delta l}{L^2}, \quad (6)$$

a maximální podélné ohybové napětí od dilatace bude:

$$\sigma_{0 \max} = \frac{M_{0 \max}}{W_0} = \frac{M}{W_0} = \frac{M \cdot D}{2J} = \frac{3ED \Delta l}{L^2}. \quad (7)$$



Obr. 1.

Velikost napětí daná rovnicí (7) platí přesně pro oboustranně vetknutý primatický nosník a neuvažuje možné zvýšení napětí vlivem tvaru spoje. Naproti tomu však nutno uvážit, že napětí udané rovnicí (7) je vyšší než skutečné, neboť podmínek ideálního vetknutí na obou koncích sledovaného úseku odbočky není úplně dosaženo. Oba vlivy se do značné míry vyrovnávají a můžeme tedy napětí vyhodnocená podle rovnice (7) považovat za skutečná a hodnověrná.

Kromě podélného napětí ohybového působí ve sledovaných průřezech ještě napětí tečné (smykové):

$$\tau = \frac{F}{S} = \frac{12EJ \Delta l}{SL^3}. \quad (8)$$

Ve vztahu (8) je za sílu F dosazeno z rovnice (5).

V nejnamáhanějších bodech 1 a 2 krajního průřezu (v obr. 1 kreslen tento průřez v pootočení 90°) lze vyhodnotit redukované namáhání podle hypotézy maximální přetvárné práce (HMH):

$$\sigma_{\text{red}} = \sqrt{\sigma_{0\text{max}}^2 + 3\tau^2} = \frac{3E \Delta l}{L^2} \sqrt{D^2 + \frac{48J^2}{S^2L^2}}.$$

Použijeme-li dále přibližného zjednodušení, že $\frac{J}{S} = 0,117 D^2$, obdržíme dosazením a úpravou předchozího výrazu:

$$\sigma_{\text{red}} = \frac{3ED \Delta l}{L^2} \sqrt{1 + 0,66 \left(\frac{D}{L}\right)^2} = \sigma_{0\text{max}} \sqrt{1 + 0,66 \left(\frac{D}{L}\right)^2}. \quad (9)$$

Člen pod odmocninou vyjadřuje vliv tečného napětí, který obvykle bývá malý, jak je možno usoudit z tvaru výrazu.*) Proto je možné většinou považovat největší napětí ohybové již přímo za napětí redukované.

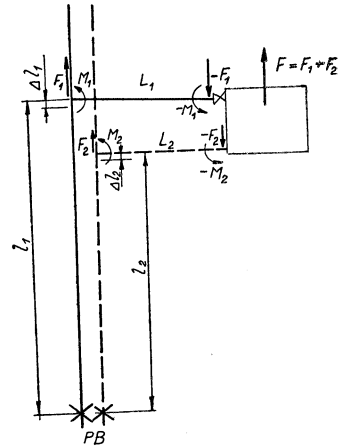
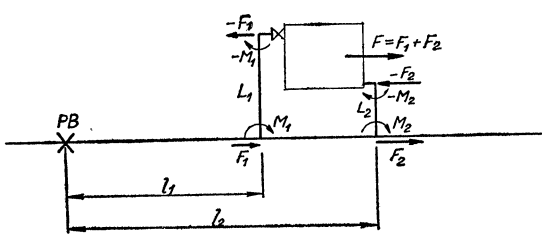
V dolní části obr. 1 je naznačen výsledný průběh ohybového momentu M_0 podle vztahu (1), (4), (6). Největších hodnot nabývá v místech uchycení, kde $|M_0| = |M|$. Analogický průběh má i podélné napětí ohybové podle vztahu (7). Je zřejmé, že největších hodnot dosáhnou tato napětí v krajních průřezích (tj. v místě spojení s hlavní větví a v místě osového vedení, resp. uchycení odbočky). Protože však i po příčném průřezu jsou ohybová napětí rozdělena lineárně (jak je naznačeno ve spodní části obr. 1 v pootočeném řezu), budou působit napětí $\sigma_{0\text{max}}$ vždy jen ve dvou bodech nejexponovanějšího průřezu.

V rovnicích (1) až (9) nejsou uváděny jednotky, protože rovnice jsou obecné a platí pro jakoukoliv homogenní soustavu jednotek. Ve výsledné rovnici (5) záleží rozměr na jednotkách síly v modulu pružnosti v tahu E , délkové jednotky ve veličinách E , J , L , musí být stejné. Podobně i ve výsledných rovnicích (7) a (9).

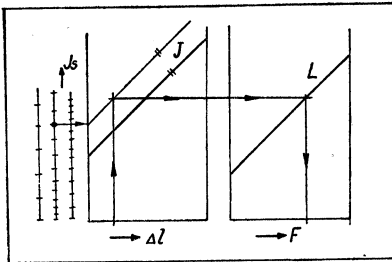
Další příklad použití vpředu uvedených závěrů je znázorněn na obr. 2 pro případ dvoutrubkové a jednostrubkové otopné soustavy s obtokem. Silové účinky v přívodní i vratné přípojce otopného tělesa se řeší zvlášť; zajímá-li nás výsledný účinek na otopné těleso, je v absolutní hodnotě roven součtu účinků v obou přípojkách, má jen opačný smysl.

*) Například pro Js50 a $L = 1\,000$ mm je $\sqrt{1 + 0,66 \left(\frac{57}{1\,000}\right)^2} = \sqrt{1,002145} = 1,001$.

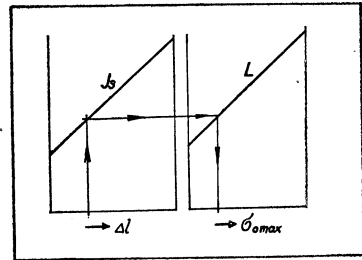
Výslednou sílu F a největší ohybové napětí lze zjistit jednoduše z nomogramů v přílohách 103 a 104 tohoto díla, které zobrazují rovnice (5) a (7). Platí pro ocelové trubky, byly konstruovány pro modul pružnosti v tahu $E = 2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$ ($2 \cdot 10^6 \text{ kp/cm}^2$). Nomogramy v příloze 103 obsahují závislost dilatace — síla (vztah (5)), přičemž nomogram na přední straně má rozsah vhodný pro rozvody otopných soustav a na zadní straně pro tepelné sítě venkovní. Klíč obou nomogramů je uveden na obr. 3, obr. 4 znázorňuje klíč závislosti dilatace — napětí (vztah (7)) a zahrnuje celý rozsah parametrů, protože pod kótou J_s hraje zde roli jen vnější průměr trubky D , který se pro jednotlivá provedení trubek příliš neliší (nomogram v příloze 104).



Obr. 2. Příklad působení sil a momentů ve dvou-trubkové otopné soustavě a jednotrubkové soustavě obtokem



Obr. 3. Klíč k nomogramu „dilatace—síla“ pro otopné soustavy (viz přední strana přílohy 103) a klíč k nomogramu „dilatace—síla“ pro tepelné sítě (viz zadní strana přílohy 103)



Obr. 4. Klíč k nomogramu „dilatace—napětí“ (viz příloha 104)

Velikost síly je ovlivňována též momentem setrvačnosti příčného průřezu materiálu trubky, který je funkcí čtvrté mocniny průměrů. Je pro různá provedení trubek o stejné jmenovité světlosti dosti odlišný. Proto je důležité začít s odečítáním na správné svislé stupnici vlevo.

Praktické příklady použití jsou uvedeny na zadní straně přílohy 104 a dokumentují jednoduchost a rychlost určování silových účinků bez numerického počítání za předpokladu známého posunutí Δl . Při aplikaci výsledků je třeba mít stále na zřeteli, že jde o *napětí přidavná*, tj. v potrubích při tom existují ostatní složky namáhání, způsobené vnitřním přetlakem, vlastní tíhou, pasivními odpory, osamělými břemeny, kompenzátory apod., vždy podle konkrétní situace.

SEZNAM POUŽITÝCH OZNAČENÍ

A	[J,]	energie napjatosti od ohybu
D	[m, mm]	vnější průměr trubky
d	[m, mm]	vnitřní průměr trubky
E	[Nm ⁻² , MPa]	modul pružnosti v tahu
F	[N, daN]	síla, reakce
$J = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4)$	[m ⁴ , cm ⁴]	moment setrvačnosti příčného průřezu trubky
L	[m]	délka odbočky
l	[m]	vzdálenost odbočky od bližšího zakončení
Δl	[m, mm]	dilatace úseku o délce l
M_0	[J]	ohybový moment v obecném místě
M	[J]	ohybový moment v místě uchycení
$S = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$	[m ² , cm ²]	příčný průřez materiálu trubky
Δt	[K]	rozdíl teplot
α	[K ⁻¹]	součinitel délkové teplotní roztažnosti materiálu trubky
σ	[Nm ⁻² , MPa]	normální napětí (tah, tlak, ohyb)
τ	[Nm ⁻² , MPa]	tečné (smykové) napětí

Poznámka k použitým jednotkám SI v nomogramech:

pro sílu F ; 1 daN = 10 N = 1,0197 kp

pro napětí σ ; 1 MPa = 10⁵ Pa = 10⁵ N/m² = 10 bar = 10,197 kp/cm²

ДОБАВОЧНЫЕ НАТЯЖЕНИЯ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫХ ТРУБОПРОВОДНЫХ ОТВОДОВ ПРИ ДИЛАТАЦИИ ГЛАВНЫХ ПРОВОДОВ

Инж. Карел Брож, к. т. н.

Статья содержит теоретическое обоснование величины добавочных силовых воздействий и действий напряжения, которые возникают в перпендикулярных трубопроводных отводах при дилатации главного провода. Выводы, подходящие для технической практики, выражены графически в приложении. Номограммы обеспечивают быстрый контроль.

ADDITIONAL STRESSES IN PERPENDICULAR BRANCH-PIPES IN CASE OF THE MAIN-PIPE DILATATION

Ing. Karel Brož, CSc.

The article contains theoretical reasons for the existence of additional forces and/or stresses in perpendicular branch-pipes in case of the main-pipe dilatation. The results have been simplified for technical praxis and graphically expressed. Charts for a quick checking have been added.

ZUSATZBELASTUNGEN DER SENKRECHTEN ABZWEINGRÖHREN BEI DER DILATIERUNG VON HAUPTROHRLEITUNG

Ing. Karel Brož, CSc.

Der Artikel enthält eine theoretische Begründung der Grösse von Zusatzkräften und Zusatzspannungen, die in senkrechten Abzweigrohren bei der Dilatation der Hauptrohrleitung entstehen. Die Resultate davon sind für technische Praxis vereinfacht und sinnvoll graphisch in einer Anlage dargelegt worden; dadurch wird eine schnelle Überprüfung ermöglicht.

FATIGUES ADDITIONNELLES DES BRANCHEMENTS DE TUYAUTERIE VERTICALS À LA DILATATION DE LA CONDUITE PRINCIPALE

Ing. Karel Brož, CSc.

L'article présenté comprend une cause théorique de la grandeur des effets additionnels de la force et de la tension qui prennent naissance dans les branchements verticaux à la dilatation de la conduite principale. Les conclusions sont conduites aux relations simples et convenables pour une pratique technique et ils sont exprimées dans une annexe graphiquement. Les nomogrammes facilitent un contrôle vite.

Vytápěcí zařízení pro byty a domky

(Ing. Alois Jukl)

V úvodu autor uvádí přehled fyzikálních a technických jednotek používaných v oboru vytápění. Potom postupně probírá tuhá, kapalná a plynná paliva a elektrickou energii.

V dalších kapitolách poukazuje na soustavy vytápění vhodné pro byty a rodinné domky a pak se zabývá zařízeními pro místní vytápění, pro ústřední vytápění a teplovzdušnými otopnými soustavami.

Následující kapitola je věnována výpočtům pro zavedení ústředního vytápění, tedy výpočtu tepelných ztrát, výpočtu výhřevné plochy otopných těles, výpočtu dimenzí potrubí pro teplovodní vytápěcí zařízení a určování a výpočtu výkonu čerpadla pro

nucený oběh otopné vody teplovodního ústředního vytápění.

Poslední kapitoly publikace pojednávají o ekonomickém srovnání soustav vytápění rodinných domků, o přípravě teplé užitkové vody pro byty, o stavebních úpravách při zřizování vytápěcího zařízení v bytech a rodinných domech a o hospodárném provozu těchto vytápěcích zařízení.

V publikaci jsou uvedeny i pořizovací a provozní náklady, potřebné při zavádění různých systémů vytápění a v závěru jsou zařazeny platné normy a výpočtové tabulky. Kniha je doplněna řadou praktických příkladů a instruktivních obrázků. Je určena všem, kdo si chtějí pořídit vhodné vytápění v rodinném domku nebo v bytě.

Vydalo SNTL v roce 1974, 196 stran, 139 obrázků, 59 tabulek, 2 přílohy pod páskou, cena brožovaného výtisku 14 Kčs.

STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA TEPELNÝCH ZTRÁT

DOC. ING. JAROSLAV ŘEHÁNEK, DRSc.

Výzkumný ústav pozemních staveb, Praha

V příspěvku je provedena analýza vlivu jednotlivých faktorů na tepelně izolační vlastnosti stavebních konstrukcí. Částečně je při tom věnována pozornost i tepelně technickým vlastnostem celých budov. Autor čerpá ze svých bohatých zkušeností z výzkumu a v příspěvku uvádí četné velmi zajímavé a nové poznatky a souvislosti.

Recenzoval: Doc. Ing. Dr. J. Cihelka

1. ÚVOD

K rozsáhlému spektru požadavků, které klademe na budovy, patří také požadavek, vztahující se k možnosti, vytvářet v jistém časovém období jistý tepelný stav vnitřního prostředí v budovách.

Omezíme-li se z onoho jistého časového období pouze na zimní období, pak víme, že požadovaný tepelný stav vnitřního prostředí v budovách lze zajistit vhodnou otopnou soustavou a máme-li na mysli racionální způsob zajišťování tepelného stavu vnitřního prostředí, také vhodnými tepelně technickými vlastnostmi stavebních konstrukcí.

Nemají-li stavební konstrukce vhodné tepelně technické vlastnosti, popřípadě nepoužívají-li se správné hodnoty tepelně technických veličin stavebních konstrukcí při výpočtu tepelných ztrát, pak dochází buď k nadměrným tepelným ztrátám a spotřebě energie na vytápění budov, nebo k „nedotápění“ budov, z čehož plyne řada známých nepříznivých skutečností.

V předloženém článku věnuji proto pozornost některým problémům a faktorům které ovlivňují tepelně technické veličiny stavebních konstrukcí a které vedou, nejsou-li respektovány, k výše uvedeným situacím.

2. STAVEBNÍ KONSTRUKCE A TEPELNÉ ZTRÁTY BUDOV

Jak je známo, stanovuje se celková tepelná ztráta místnosti (budovy) jako součet tepelné ztráty prostupem tepla stavebními konstrukcemi a tepelné ztráty větráním:

$$Q = Q_p + Q_v, \quad (1)$$

kde Q je celková tepelná ztráta [W],

Q_p je tepelná ztráta prostupem tepla stavebními konstrukcemi [W],

Q_v je tepelná ztráta větráním. [W].

Rozlišuje se základní tepelná ztráta Q_0 a výsledná tepelná ztráta Q_p . Základní tepelná ztráta je dána vztahem

$$Q_0 = \sum_{j=1}^n k_j S_j (t_i - t_{e_j}), \quad (2)$$

kde k_j je součinitel prostupu tepla j -té stavební konstrukce [$W m^{-2}K^{-1}$],

S_j je plocha j -té stavební konstrukce [m^2],

t_i je teplota vnitřního vzduchu [$^{\circ}C$],

t_{ej} je teplota vnějšího vzduchu, nebo teplota vzduchu v sousední místnosti, uvažovaná při výpočtu tepelné ztráty j -té stavební konstrukce [$^{\circ}C$],

n je počet druhů stavebních konstrukcí.

Z veličin, figurujících ve vztahu (2), budou dále probrány, se zřetelem k předmětnému zájmu, veličiny t_e a k .

2.1. Teplota vnějšího vzduchu

Vazba výpočtové teploty vnějšího vzduchu a stavebních konstrukcí je popsána v čl. 40 ČSN 06 0210 [1]. V této spojitosti je nutno upozornit pouze na to, na co se často zapomíná, že nemají-li stavební konstrukce dostatečnou akumulaci schopnost, musíme počítat s přiměřeným snížením výpočtové teploty vnějšího vzduchu — [2], [3]. Tento problém je aktuální u budov s velkými zasklenými plochami a u některých průmyslových budov s lehkými obvodovými a střešními pláštěmi.

2.2 Teplota vzduchu v sousední místnosti (prostoru)

Teplota vzduchu v sousední místnosti se volí podle tab. 2 v ČSN 06 0210, popřípadě se může ve zvláštních případech vypočítat z rov. (9) cit. normy.

Teplota vzduchu v sousední místnosti je významnou veličinou nejen z hlediska výpočtu tepelných ztrát, ale také z hlediska volby vyhovujícího tepelného odporu stavební konstrukce, oddělující uvažovanou místnost od sousední místnosti (prostoru) [4]. Jejím stanovení by se měla proto věnovat náležitá pozornost, zejména u budov předurčených k hromadné výstavbě. „Tabulkové hodnoty“ a skutečné hodnoty mohou být dosti odlišné.

Zvlášť aktuální je z tohoto hlediska teplota vzduchu na schodišti. To proto, že „tabulková hodnota“ udává stejnou teplotu vzduchu pro celý prostor schodiště, zatímco skutečnost je jiná. Např., podle tab. 2 ČSN 06 0210, je teplota vzduchu na schodišti $t = 3^{\circ}C$, při teplotě vnějšího vzduchu $t_e = -15^{\circ}C$; naměřené údaje v budovách T06-B a T08-B, při stejné teplotě vnějšího vzduchu, jsou v závislosti na výšce, odpovídající úrovni jistého podlaží, v tab. 1.

Tab. 1. Teplota vzduchu na schodišti domů T06-B a T08-B při $t_e = -15^{\circ}C$ [5]

	$t[^{\circ}C]$ v úrovni podlaží				
	1	2	4	6	8
T06-B	—0,5 až 0,0	1,5 až 3,5	6,5 až 8,5	9,0 až 10,5	—
T08-B	—2,0 až —0,5	2,5 až 4,0	6,5 až 8,0	10,5 až 13,5	12,5 až 15,5

Jestliže bychom uvažovali uvedené teploty vzduchu, pak v případě „tabulkové hodnoty“ by mohla být schodišťová stěna navržena tak, aby byl její tepelný odpor nejméně $R_N = 0,3 m^2 K W^{-1}$ a v případě hodnot podle tab. 1 by musel být $R_N = 0,56 m^2 K W^{-1}$ v úrovni 1. a 2. podlaží. $R_N = 0,3 m^2 K W^{-1}$ v úrovni 3. až 5. podlaží a $R_N = 0,09 m^2 K W^{-1}$ ve vyšších podlažích [6].

2.3. Součinitel prostupu tepla

Součinitel prostupu tepla stavebních konstrukcí je dán vztahem

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + R + \frac{1}{\alpha_2}}, \quad (3)$$

kde α_1 , α_2 jsou součinitelé přestupu tepla na vnitřní a na vnější straně konstrukce [$\text{W m}^{-2} \text{K}^{-1}$], R je tepelný odpor stavební konstrukce [$\text{m}^2\text{K W}^{-1}$]

Součinitel prostupu tepla je tedy nepřímo úměrný tepelnému odporu stavební konstrukce. Ten závisí, jak je známo, na tloušťce a na součiniteli tepelné vodivosti stavební konstrukce (na tloušťce a součiniteli tepelné vodivosti jednotlivých vrstev u vícevrstevných stavebních konstrukcí). Z toho plyne, že součinitele prostupu tepla lze ovlivnit:

- tloušťkou stavební konstrukce (tloušťkou jednotlivých vrstev stavební konstrukce),
- součinitelem tepelné vodivosti stavební konstrukce (součinitelem tepelné vodivosti jednotlivých vrstev stavební konstrukce).

Z hlediska výpočtu tepelných ztrát je významné to, do jaké míry odpovídají skutečné hodnoty veličin ad a) a ad b) předpokládaným (navrhovaným). Je zřejmé, že skutečné hodnoty uvedených veličin mohou vést k nižší hodnotě, ke stejné hodnotě, popřípadě k vyšší hodnotě součinitele prostupu tepla stavebních konstrukcí ve srovnání s navrhovanými hodnotami.

Zmíním se o některých typických faktorech, které bývají příčinou vyšších hodnot součinitele prostupu tepla stavebních konstrukcí než se předpokládá.

U jednovrstevných stavebních konstrukcí nevznikají obvykle potíže se zajištěním navrhované tloušťky. Pokud jde o součinitele tepelné vodivosti, pak nejzávažnější příčinou zvýšení jeho hodnoty (a tudíž hodnoty součinitele prostupu tepla) je překročení objemové hmotnosti materiálu použitého k výrobě stavební konstrukce. Např. u vnějšího panelu, vyrobeného z betonu z keramzitu, jehož tloušťka je 26 cm + 4 cm vnější a vnitřní omítky, se mění hodnota součinitele prostupu tepla podle tab. 2. Hodnotu součinitele prostupu tepla ovlivňuje také vlhkost. Ta se respektuje tím, že se stanovuje výpočtová hodnota součinitele tepelné vodivosti pro tzv. výpočtovou ustálenou vlhkost v konstrukci. Výpočtová ustálená vlhkost v konstrukcích se však

Tab. 2. Vliv objemové hmotnosti betonu z keramzitu na součinitele prostupu tepla vnějšího panelu.

Objemová hmotnost ρ [kg m^{-3}]	900	1000	1100	1200
Součinitel prostupu tepla k [$\text{W m}^{-2} \text{K}^{-1}$]	1,08	1,19	1,34	1,48
Zvýšení k [%]	—	10,2	24,1	37,1

dosahuje až po několika letech od počátku výstavby. To znamená, že v počátečním období, tj. v prvním a druhém roce stáří budovy, mají stavební konstrukce obvykle vyšší hodnotu součinitele prostupu tepla než se předpokládá, protože vlhkost zvyšuje tepelnou vodivost stavební konstrukce — jako příklad vlhkostního stavu ve vnějších konstrukcích z betonu ze struskové pemzy v časovém průběhu — viz *tab. 3*.

Tab. 3. Průběh vlhkosti ve vnějších konstrukcích z betonu ze struskové pemzy

Stáří budovy (měsíce)	Průměrné hodnoty poměrné hmotnostní vlhkosti [%]	Nejvyšší hodnoty poměrné hmotnostní vlhkosti [%]
0	10,5	14,1 až 16,0
11	7,1	10,1 až 12,0
21	4,9	8,1 až 10,0
47	4,3	6,0
58	3,8	6,0

Z uvedeného důvodu by se měl proto důsledně uplatňovat požadavek, aby budovy, jejichž stavební konstrukce jsou vyráběny „mokrým“ procesem, nebo jestliže se v průběhu jejich montáže či zabudovávání dostane do nich srážková vlhkost (děšť, sníh), se intenzivně vytápěly a větraly před předáním do užívání a zejména tehdy, dokončují-li se budovy v podzimmím a zimním období.

U stavebních konstrukcí s výztuží může způsobit zvětšení součinitele prostupu tepla výztuž, což je přirozené, neboť součinitel tepelné vodivosti výztuže je 50 až 100krát větší než u stavebních materiálů. Vliv výztuže na zvýšení součinitele prostupu tepla je tím větší, čím větší je její podíl v uvažovaném objemu konstrukce a čím menší má základní materiál součinitele tepelné vodivosti. Přitom je nutno rozlišovat výztuž uloženou kolmo na tepelný tok, pak lze orientačně uvažovat se zvýšením hodnoty součinitele tepelné vodivosti, které odpovídá zvýšení objemové hmotnosti materiálu (včetně výztuže) a výztuž uloženou rovnoběžně s tepelným tokem (tedy příčně), a pak zvýšení hodnoty součinitele tepelné vodivosti v procentech se stanoví orientačně podle *tab. 4*.

Tab. 4. Zvýšení tepelné vodivosti pórobetonu vlivem příčné výztuže [5], [7].

Hmotnost příčné výztuže z celkové hmotnosti vzorku [%]	1	2	3	4	5	6
Zvýšení tepelné vodivosti [%]	23,5	35,5	43,0	47,5	50,5	52,5

U vícevrstvých konstrukcí může dojít ke zvětšení součinitele prostupu tepla nejen v důsledku zvětšení součinitele tepelné vodivosti použitých materiálů, ale také v důsledku zmenšení tloušťky některých vrstev; tento poslední vliv může se projevit výrazně zejména tehdy, jde-li o materiál, který má ve stavební konstrukci funkci tepel-

ného izolátoru. Pak totiž i malé zmenšení tloušťky může znamenat podstatnější zvýšení hodnoty součinitele prostupu tepla. Typickými představiteli materiálů, u nichž se může zmenšit tloušťka po jejich zabudování do konstrukce, jsou materiály (výrobky) z minerálních, skleněných a čedičových vláken. Tyto materiály nejsou dostatečně tuhé, takže jsou-li zatíženy, stlačují se. Jestliže dochází k jejich stlačení, zvětšuje se zároveň jejich objemová hmotnost, což rovněž znamená zvýšení tepelné vodivosti a v důsledku toho zvýšení součinitele prostupu tepla. O jaké hodnoty zvýšení součinitele tepelné vodivosti může jít v důsledku zvýšení objemové hmotnosti stlačení, je ukázáno u minerální vlny v tab. 5. Např. stlačí-li se minerální vlna tak, že se změní základní objemová hmotnost z hodnoty 60 na 95 kg m⁻³, zvětší se hodnota součinitele tepelné vodivosti o 56 %, jestliže se zvětší na 120 kg m⁻³, pak dokonce o 81 % [5].

Tab. 5. Zvýšení součinitele tepelné vodivosti minerální vlny v [%] v důsledku zvýšení její objemové hmotnosti stlačení (ze základní objemové hmotnosti)

Základní objemová hmotnost ρ [kg m ⁻³]	Zvýšení λ [%] v důsledku zvýšení objemové hmotnosti ze základní objemové hmotnosti na [kg m ⁻³]		
	95	120	155
60	56	81	—
95	—	26	51
120	—	—	29

U vnějších panelů sendvičového typu, s krajními železobetonovými vrstvami a izolačním jádrem, se často neuvažují spojovací betonová žebra, spojovací výztuž, beton mezi izolačními deskami atp, tj. počítá se s hodnotou součinitele tepelné vodivosti izolačních materiálů bez uvedených vlivů, které působí vesměs k jejich zvýšení. Toto zvýšení může činit 20 až 70 % [5]. V uvedených případech je nutno stanovit tzv. součinitele tepelné vodivosti nestejnorodé vrstvy, pro který platí vztah [5]:

$$\lambda_{nv} = \frac{\lambda_1 V_1 + \lambda_2 V_2 + \dots + \lambda_n V_n}{V_1 + V_2 + \dots + V_n}, \quad (4)$$

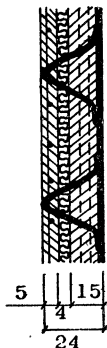
kde λ_{nv} je součinitel tepelné vodivosti nestejnorodé vrstvy. [W m⁻¹K⁻¹],
 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ jsou součinitelé tepelné vodivosti jednotlivých materiálů v nestejnorodé vrstvě [W m⁻¹K⁻¹],
 V_1, V_2, \dots, V_n jsou objemy jednotlivých materiálů v nestejnorodé vrstvě [m³].

Např. na obr. 1 je znázorněn sendvičový panel, který má na vnitřní straně 15 cm železobetonu, na vnější straně 5 cm železobetonu a izolační jádro tvoří desky z pěnového polystyrenu o tloušťce 4 cm. Vrstvou pěnového polystyrenu prochází výztuž. V 1 m² jsou čtyři otvory, které jsou zaplňeny, mimo procházející výztuže, betonem — viz obr. 2. Máme tedy v tomto případě nestejnorodou vrstvu, ve které jsou: pěnový polystyren, beton a výztuž. Pro charakteristickou plochu panelu o velikosti 1 m² vycházejí tyto objemy jednotlivých materiálů v nestejnorodé vrstvě [5]:

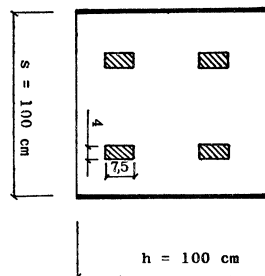
pěnový polystyrén $V_p = 0,0399 \text{ m}^3$, beton $V_b = 0,000 124 \text{ m}^3$ a výztuž $V_v = 0,000 003 6 \text{ m}^3$; jejich součinitelé tepelné vodivosti jsou: $\lambda_p = 0,042 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$, $\lambda_b = 1,28 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ a $\lambda_v = 58,0 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$; součinitel tepelné vodivosti nestejnorodé vrstvy pak je — viz vztah (4):

$$\lambda_{nv} = \frac{0,0399 \cdot 0,042 + 0,000 124 \cdot 1,28 + 0,000 003 6 \cdot 58,8}{0,04} \doteq 0,051 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1},$$

což je proti hodnotě samotného pěnového polystyrénu o 21,4 % vyšší hodnota.



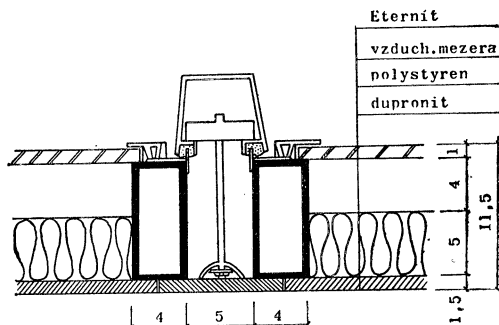
Obr. 1.
Schéma sendvičového panelu



Obr. 2. Rozložení a rozměry otvorů pro výztuž v sendvičovém panelu

U vícevrstevných konstrukcí může docházet ke zvýšení součinitele prostupu tepla v důsledku nesprávného konstrukčního řešení. Např. u plochých střech je důležitá, z hlediska obsahu vlhkosti, otevřená vzduchová vrstva. Rozdíl v obsahu vlhkosti v izolačním materiálu ve větrané a nevětrané ploché střeše je vidět z *tab. 6*; zatím co v prvním případě obsah vlhkosti roste, ve druhém případě se již po druhém roce provozu střechy dostává vlhkost k hodnotě, se kterou se počítá jako ustálenou.

U panelů s plastických hmot a kovů zvětšuje často hodnotu součinitele prostupu tepla kovový rám — viz *obr. 3*. Jestliže je součinitel prostupu tepla mimo kovový



Obr. 3. Schéma panelu s kovovým rámem

rám $k = 0,58 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$, pak s kovovým rámem (a uvažuje-li se šířka panelu 1,2 m) je $k = 0,82 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$, tj. přibližně o 40 % větší proti hodnotě bez rámu [9].

Tab. 6. Obsah vlhkosti v izolačním materiálu nevětrané a větrané ploché střechy [8]

Střecha	Izolační materiál	Průměrná poměrná hmotnostní vlhkost [%]		
		Počáteční	Po prvním roce provozu	Po druhém roce provozu
nevětraná	pěnobeton ($\rho = 500 \text{ kg m}^{-3}$)	30 až 32	30 až 35	35
větraná	škvára ($\rho = 900 \text{ kg m}^{-3}$)	19 až 25	16 až 18	8 až 10

2.4. Vliv součinitele prostupu tepla stavebních konstrukcí na tepelné ztráty

Součinitel prostupu tepla stavebních konstrukcí patří k nejvýznamnějším faktorům, ovlivňujícím tepelné ztráty budov. Je to vidět z rozboru tepelných ztrát. Např. u objektů T06-B a T08-B [10] činí tepelná ztráta prostupem tepla vnějšími stěnami 25,1 %, prostupem tepla okny 29,3 %, infiltrací 25,5 %, vnitřními stěnami a dveřmi 14,3 %, podlahou 2,3 % a stropy 3,5 %. Zvláštní pozornost si zaslouhuje vliv velikosti okenních ploch na tepelné ztráty. To proto, že 1 m² okna propustí zhruba 2,5 až 3 krát více tepla.

Vliv podílu zasklených ploch a na měrnou tepelnou ztrátu budovy q_b u konkrétních typů budov je zřejmý z tab. 7. Zvětšení a z hodnoty 0,11 na hodnotu 0,17 (0,18) u typů T06-B a T08-B proti typům T12 představuje zvýšení měrné tepelné ztráty přibližně o 9 až 10 %.

Tab. 7. Měrná tepelná ztráta v závislosti na podílu zasklených ploch u konkrétních typů budov

Typ budovy	Podíl zasklených ploch a	Měrná tepelná ztráta q_b [W m ⁻³]	Typ budovy	Podíl zasklených ploch a	Měrná tepelná ztráta q_b [W m ⁻³]
T12, T16	0,11	26,0	T08-B	0,17	28,4
G 40	0,12	26,5	T06-B	0,18	28,8
T03-B	0,14	27,1	T07-B, HK ¹⁾	0,20	29,7
G 59	0,15	27,6	A 1 ²⁾	0,26	32,1

¹⁾ Hradec Králové; ²⁾ Invalidovna Praha

Poznámky:

1. Podíl zasklených ploch a je dán vztahem

$$a = \frac{S_{ok}}{S},$$

kde S_{ok} je plocha oken budovy [m²], S je zastavěná plocha budovy [m²].

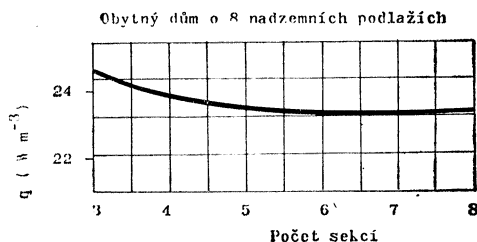
2. Měrná tepelná ztráta budovy q_b je dána vztahem

$$q_b = \frac{Q_b}{V},$$

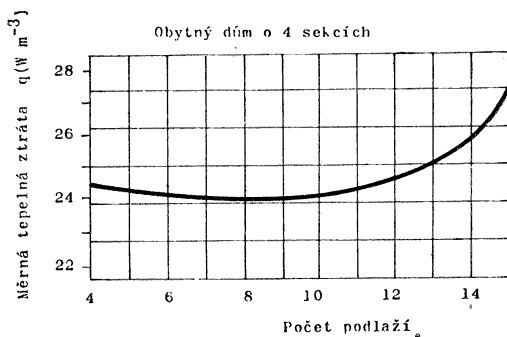
kde Q_b je tepelná ztráta budovy [W], V je obestavěný prostor budovy [m³].

2.5. Jiné faktory ovlivňující tepelnou ztrátu budovy

Tepelná ztráta budovy je také ovlivňována způsobem zastavění (zástavba může být řadová, koncová, volná, bloková atp.) počtem podlaží, půdorysným řešením aj.



Obr. 4. Vliv počtu sekcí na měrnou tepelnou ztrátu budovy u obytného domu o osmi nadzemních podlažích

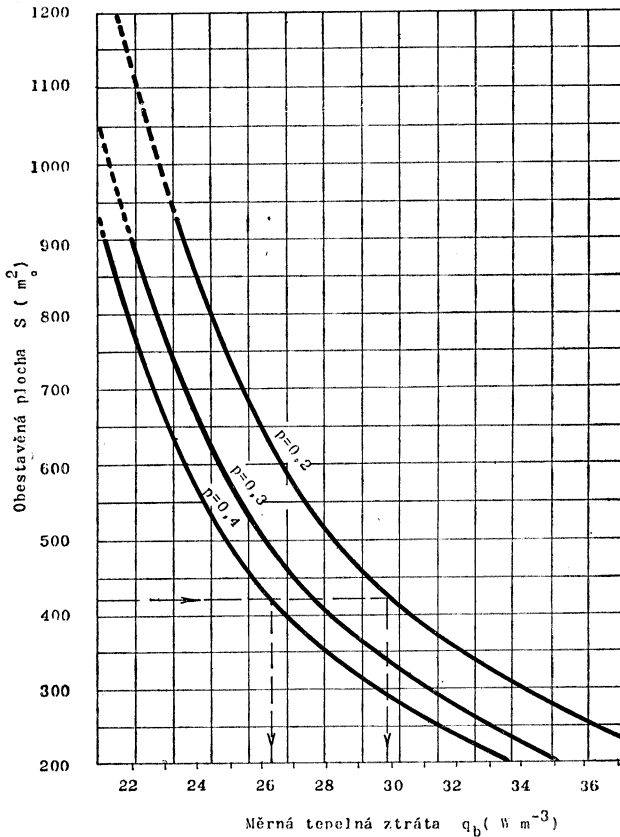


Obr. 5. Vliv počtu podlaží na měrnou tepelnou ztrátu budovy u obytného domu o čtyřech sekcích

Na obr. 4 je uvedena závislost měrné tepelné ztráty obytné budovy o osmi nadzemních podlažích na počtu sekcí. Z obr. 4 je vidět, že zvětšuje-li se délka budovy, zmenšuje se její měrná tepelná ztráta (při konstantní šířce a výšce budovy), a to asi o 5 % u budovy s osmi sekcemi proti budově se třemi sekcemi; další zvětšování délky budovy nemá prakticky vliv na snižování měrné tepelné ztráty.

Na obr. 5 je uvedena závislost měrné tepelné ztráty obytné budovy o čtyřech sekcích na počtu nadzemních podlaží. Ukazuje se, že od čtvrtého do osmého nadzemního podlaží se měrná tepelná ztráta nepatrně snižuje a naopak od osmého do patnáctého nadzemního podlaží se zvětšuje, a to až o 15 % (toto zvýšení měrné tepelné ztráty je způsobeno zvýšenou infiltrací).

Měrná tepelná ztráta je také ovlivněna půdorysem budovy. Teoreticky nejvýhodnější je čtvercový půdorys budovy, neboť při daném obestavěném prostoru má čtvercová budova nejmenší plochu vnějších stěn. Měrná tepelná ztráta budovy při podílu šířky s a délky d budovy ($p = s/d = 0,2; 0,3; 0,4$) a v závislosti na zastavěné ploše je uvedena na obr. 6.



Obr. 6. Měrná tepelná ztráta budovy v závislosti na zastavěné ploše a podílu šířky a délky zastavěné plochy

3. ZÁVĚR

V článku se probírá vliv některých faktorů na součinitele prostupu tepla stavebních konstrukcí, a to: vliv tloušťky konstrukce, či jednotlivých vrstev konstrukce u vícevrstevných konstrukcí, vliv součinitele tepelné vodivosti (a u něj vliv objemové hmotnosti materiálu, množství výztuže, vliv různých materiálů na součinitele tepelné vodivosti nesterjnorodé vrstvy, vliv stlačení měkkých či polotuhých vrstev), vliv konstrukčního řešení, kovového rámu aj.

Dále se probírá vliv součinitele prostupu tepla stavebních konstrukcí na tepelné ztráty. Uvádí se rozbor tepelných ztrát u objektů T06-B a T08-B, ukazuje se podíl zasklených ploch na měrnou tepelnou ztrátu u různých typů budov a nakonec vliv délky, výšky a šířky budovy na měrnou tepelnou ztrátu budovy.

CITOVANÁ LITERATURA

- [1] ČSN 06 0210 Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění.
- [2] *Labouška K.*: Oblastní teplota pro výpočet tepelných ztrát budov. *Zdravotní technika a vzduchotechnika* č. 2, roč. 5 (1962), str. 81 až 87.
- [3] *Řehánek J., Koníček L.*: Tepelné vlastnosti konstrukcí průmyslových staveb. Výzkumná zpráva VÚPS Praha, 1965, 54 str.
- [4] ČSN 73 0540 Tepelné technické vlastnosti stavebních konstrukcí, 1964.
- [5] Směrnice pro navrhování a posuzování obytných panelových budov z hlediska stavební tepelné techniky. Díl 2, VÚPS Praha 1972, 609 str.
- [6] ČSN 73 0540 Tepelné technické vlastnosti stavebních konstrukcí a budov, revize, I. návrh, 1974.
- [7] *Truza K.*: Výzkum vlivu výztuže na tepelnou vodivost pórobetonu. Výzkumná zpráva VÚPS Praha, 1968, 40 str.
- [8] *Zacharevskaja M. A., Oborin L. A., Kazancev I. A.*: *Naturnye issledovanija ekspluatacionnyh kačestv i temperaturno-vlažnostnogo režima ploskich sovmeščennych kryš v Leninogradě. Sbornik „Stroitelnye problemy teplofiziki“*, Minsk, 1964, str. 158 až 162.
- [9] *Janouš A., Herink M., Kučera P.*: Teoretické a experimentální vyšetřování obvodových pláštů budov. Výzkumná zpráva o úkolu P 12-121-001-02-01, etapa 1, VÚPS Praha, 1974, 94 str.
- [10] Požadavky na optimální strukturu energetické základny pro vytápění, větrání, klimatizaci a ohřev vody. Publikace STÚ Praha, 1969.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕР

Доц. Инж. Ярослав Реханек, доктор наук

V статье проводится анализ влияния отдельных факторов на теплоизолирующие свойства строительных конструкций. Внимание обращено частично к теплоизолирующим свойствам целых зданий. Автор исходит из опыта из исследования и он приводит в статье много интересных и новых знаний и взаимосвязей.

BUILDING CONSTRUCTIONS—THEIR HEAT-LOSSES

Doc. Ing. Jaroslav Řehánek, DrSc.

The author analyzes the influence of various factors on the thermoinsulating qualities of building constructions. Thermotechnical qualities of whole buildings are partly discussed. The author uses his own rich research experiences and publishes many novel and interesting notions.

BAUKONSTRUKTIONEN VOM STANDPUNKT DER WÄRMEVERLUSTE AUS BETRACHTET

Doc. Ing. Jaroslav Řehánek, DrSc.

Der Artikel analysiert den Einfluss von einigen Faktoren auf thermoisolierende Eigenschaften von Baukonstruktionen. Teilweise werden auch wärmetechnische Eigenschaften von ganzen Gebäuden erwähnt. Der Verfasser, aus seinen eigenen reichen Forschungserfahrungen schöpfend, liegt viele interessante und neue Erkenntnisse und Zusammenhänge vor.

DYNAMICKÉ VLÁSTNOSTI VÝSLEDNÝCH TEPLOMĚŘŮ

ING. IVAN BUREŠ, CSc.

Výzkumný ústav výstavby a architektury, Praha

Článek Ing. Bureše pojednává o dosud málo známých dynamických vlastnostech kulových výsledných teploměru, kterých se používá k měření výsledného tepelného stavu prostředí. Poznání dynamických vlastností je důležité nejen při použití kulového teploměru jako čidla pro automatickou regulaci, ale také při přímém měření výsledné teploty. Podle časové konstanty kulového teploměru lze určit dobu, za kterou se údaj teploměru ustálí na konečné hodnotě.

Recenzoval: Doc. Ing. Dr. J. Čihelka

1. ÚVOD

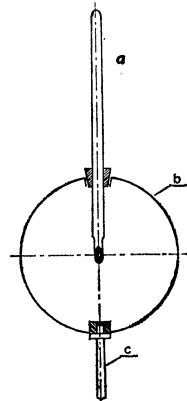
V posledních letech se při stanovování tepelné pohody prostředí stále více uplatňují tzv. výsledné teploměry [1], [2]. Tento přístroj ukazuje teplotu tělesa, jehož povrch má vysoký součinitel sálání a jehož ustálená teplota je podmíněna rovnovážným stavem výměny tepla s obklopujícím ho vzduchem a okolními stěnami. Je zřejmé, že tento způsob měření je ve srovnání s použitím obyčejných teploměru, ovlivňovaných převážně teplotou vzduchu, podstatně dokonalejší.

Výsledný teploměr není jediným přístrojem pro měření tepelného stavu prostředí z hlediska pohody. Je řada dalších, které můžeme zařadit do kategorie modelů a na nichž je nějakým způsobem měřena výměna tepla lidského těla s okolím. Tyto modely musí být ohřáty nebo vytápěny, mají proto řadu nevýhod, které plynou z jejich složitosti a složité obsluhy.

O statických vlastnostech výsledných teploměru je v současné době dostatek informací, kupř. v lit. [3] a [4], avšak podklady pro dynamiku dějů buď chybí, nebo jsou hrubé. Za účelem návrhu registračních metod provedená a v tomto článku popsaná měření mají vyplnit zmíněnou mezeru v našich vědomostech.

2. MĚŘENÉ VÝSLEDNÉ TEPLOMĚRY

Stanovení dynamických vlastností bylo provedeno na výsledných teploměrech typu VERNON, jejichž schematický náčrt je na obr. 1. Přístroj sestává z duté koule o průměru 100 ÷ 150 mm, do níž je vloženo vlastní čidlo — kupř. skleněný teploměr plněný rtutí.



Obr. 1. Výsledný teploměr podle Vernona
(a — skleněný teploměr, b — dutá koule, c — stojan)

Koule je zhotovena z tenkého měděného plechu s povrchovou úpravou o maximálním součiniteli sálání (tentó druh výsledného teploměru byl vybrán proto, že je u nás nejvíce rozšířen a bylo jej tudíž možno ve více provedeních snadno získat). Jiný druh — podle MISSEARDA — je tvořen dutým válcem o průměru 80 a výšce 200 mm [3]. Lze očekávat, že jeho vlastnosti se od základního typu — průměru 100 mm nebudou příliš lišit. Byly měřeny tyto tři varianty VERNONOVA přístroje:

1. Výsledný teploměr s koulí \varnothing 100 mm a standardní úpravou povrchu provedenou nátěrem, jehož základními složkami jsou saze a vodní sklo.

2. Výsledný teploměr s koulí o \varnothing 150 mm, s úpravou povrchu stejnou, jako u předšlého.

3. Výsledný teploměr VERNON-JOKL s koulí o \varnothing 100 mm, potaženou měkkým, lehčným (pěnovým) polyuretanem (molitanem) o tloušťce asi 3 mm.

Poněvadž dynamické vlastnosti výsledných teploměrů jsou ovlivněny i chováním vlastního čidla a do jisté míry je možné vlastnosti obou částí rozlišit, byl proměřen též při zkouškách používaný skleněný obalový teploměr s dělením po 0,5 K, rozsahem -30 až $+50$ °C.

3. PROVEDENÍ ZKOUŠEK

Měření výsledných teploměrů byla provedena vesměs v přechodném období, při venkovních teplotách $5 \div 8$ °C a teplotách v místnosti $23 \div 25$ °C. Kulový teploměr byl vychlazen do ustálení na venkovní teplotu, přenesen do místnosti a postaven asi 0,7 m od venkovní stěny s oknem a článkovým radiátorem s povrchovou teplotou cca 50 °C. Idealizované bodové čidlo by za daných poměrů bylo ovlivněno asi z 10 % okenní plochou, z 10 % povrchem radiátoru a ze zbývajících 80 % ostatními plochami o teplotě málo odlišné od teploty vzduchu. Uvedené podmínky měly napodobit poměry, kterým je výsledný teploměr nejčastěji vystaven. Lze však očekávat, že odlišné podmínky v rozmezí stavů obvyklých v obytných prostorech nemají na tok tepla znatelný vliv. Přitom „ustálená hodnota“ tepelných poměrů v místnosti byla kontrolována druhým výsledným teploměrem, umístěným vedle měřeného. Současně byla pro hrubou informaci psychrometrem měřena i teplota vzduchu, jež byla v průměru asi o 1 K nižší, než ustálená teplota výsledného teploměru. Po skokové změně byl odčítán ve vhodných intervalech průběh teplot uvnitř kulového teploměru, který udává přechodovou charakteristiku.

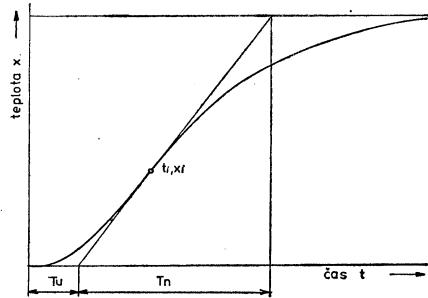
Jak z naznačeného popisu zkoušek plyne, jistou nepřesností je zatíženo právě stanovení okamžiku skokové změny, neboť přemístění teploměru zvenčí dovnitř trvalo asi 10 sekund. Tato nepřesnost není sice podstatná z hlediska celkového průběhu přechodové křivky přesto však má vliv, jak bude ukázáno dále, na přesnost stanovení kratší časové konstanty (dané pravděpodobně vlastnostmi použitého rtuťového teploměru).

4. ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

Pro každý přístroj byla provedena řada měření, z nichž bylo pro další zpracování vybráno 2 až 5 nejzdařilejších přechodových křivek. Kritériem pro posouzení jakosti křivek byla nejčastěji přesnost dodržení „ustálené teploty“ v místnosti.

Vybrané výsledky byly potom v číselném stavu převedeny na „jednotkový skok“, tj. skok o změnu teploty = 1 K a z tohoto materiálu byla vypočtena průměrná přechodová charakteristika každého přístroje.

Získaný číselný materiál byl vnašen do grafu, který má u lineárního členu se zpožděním vyšším než 1. řádu tvar podle obr. 2. Za lineární člen lze považovat takový, jehož chování v čase je možno popsat lineárními diferenciálními rovnicemi s konstantními koeficienty. Pro přiměřeně malé výchylky lze v okolí zvoleného bodu tímto způsobem přibližně popsat chování každého členu, jehož přechodová funkce je v daném bodě spojitá a má spojitě derivace do potřebného řádu.



Obr. 2. Přechodová charakteristika s tečnou v inflexním bodě: T_u — doba průtahu, T_n — doba náběhu, t_1, x_1 — souřadnice inflexního bodu

Skutečnou přechodovou křivku lze tedy považovat za exponenciálu, u které můžeme za jistých zjednodušujících podmínek stanovit některé číselné údaje.

V případě výsledných teploměrů se zřejmě jedná o systém se dvěma výraznými zpožďujícími — kapacitními členy, jehož výstupní odezvu (zde časový průběh údaje teploměru) na vstupní signál (změnu výsledné teploty okolí) lze popsat diferenciální rovnicí:

$$T_1 T_2 \frac{d^2}{dt^2} x_2 + (T_1 + T_2) \frac{d}{dt} x_2 + x_2 = x_1, \quad (1)$$

kde $x_1 = x_1(t)$ — průběh vstupní změny (zde jednotkový skok teploty v čase $t = 0$),

$x_2 = x_2(t)$ — časový průběh výstupní změny — údaje teploměru,

t — čas,

T_1, T_2 — časové konstanty, dané fyzikálními parametry zařízení.

Rovnice tohoto typu popisují zcela obecně dynamiku, tj. časový průběh výstupní změny v závislosti na vstupní změně a mají s ohledem na druh vstupního signálu dvě nejjednodušší řešení. Je to odezva na změnu skokem (což je zmíněná již přechodová charakteristika), která v případě rov. (1) má tvar

$$\frac{x_2(t)}{x_1(t)} = 1 - \frac{T_1}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t}{T_1}} + \frac{T_2}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t}{T_2}}, \quad (2)$$

a odezva v ustáleném stavu na harmonický vstupní signál (tzv. amplitudo-fázová frekvenční charakteristika, znázorněná v Gausově rovině komplexních čísel)

$$\frac{x_2(p)}{x_1(p)} = \frac{1}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)}, \quad (3)$$

kde $p = j\omega$ = komplexní kmit,

$j = \sqrt{-1}$.

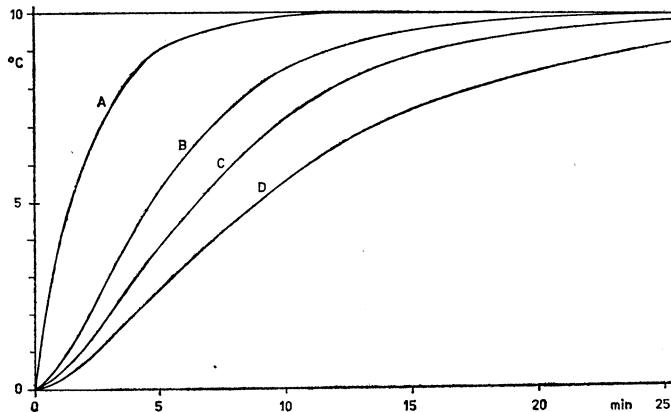
Přechodová charakteristika má jak patrně z *obr. 2* směrnici tečny v počátku rovnou nule, ve stoupající části inflexní bod a asymptoticky se blíží ustálenému stavu. Tečna v inflexním bodě vymezuje svými průsečíky s osou x a s asymptotou ustáleného stavu dva charakteristické úseky, vyznačené v *obr. 2* a zvané v regulační technice doba průtahu T_u a doba náběhu T_n . Tyto úseky lze pro zvolenou přechodovou charakteristiku vypočítat a obráceně podle nich lze určit z dané křivky příslušné časové konstanty T_1 a T_2 , jak je kupř. tabelárně zpracováno v [4]. (Pro dané T_u/T_n odečteme T_n/T_1 a T_2/T_1 . Lze volit i jiné charakteristické hodnoty tečny v inflexním bodě, avšak pomocí T_u a T_n se zdá být určení nej přesnější).

Popsanou cestou byly získány z průměrných charakteristik příslušné časové konstanty, ze kterých byly potom vypočteny dle vzorce (2) a (3) ideální přechodové a amplitudo-fázové charakteristiky, vztah (3) byl ovšem běžným způsobem upraven tak, aby byla oddělena reálná a imaginární část výrazu. Vypočtené přechodové charakteristiky vykazují ve srovnání s naměřenými vcelku dobrý souhlas, což znamená, že výchozí úvahy byly správné.

5. ROZBOR VÝSLEDKŮ

Získané charakteristiky jsou na *obr. 3* a *obr. 4*. U *obr. 3* je zvolen pro pohodlnější čtení rozsah 10 K). Zatímco přechodová charakteristika nám říká, za jakou dobu po změně (skokem) smíme odečítat teploměr, frekvenční charakteristika ukazuje zmenšení amplitudy a fázový posun ustálených vynucených kmitů v závislosti na kmitočtu. V *tab. 1* jsou dále uvedeny stanovené časové konstanty jednotlivých přístrojů.

Z grafů lze např. vyčíst, že obyčejný teploměr odečítáme s chybou, činící 10 % změny asi po 5 min, výsledný teploměr Vernonův o průměru 100 mm asi po 12 min. Pro kmitavý průběh dojde u obyčejného teploměru k 10 % zkreslení asi při 2 kmittech/h, u Vernonova o \varnothing 100 mm asi při 1 kmitu/h. Jiný příklad: při frekvenci



Obr. 3. Přechodové charakteristiky teploměrů *A* — skleněný teploměr, *B* — Vernonův teploměr \varnothing 100 mm, *C* — Vernonův teploměr \varnothing 150 mm, *D* — Vernon-Joklův teploměr \varnothing 100 mm

sledných teploměrů za jednodukapacitní čidlo. Vyčkáme buď dobu $3T_1$, po které je již teplota prakticky ustálena (odchylka od konečného stavu činí 5 % odchylky, která byla na počátku tohoto intervalu) nebo odečteme počáteční a konečný stav teploměru za jeden (libovolný) interval T_1 a ke konečnému odečtu přidáme 1/2 difference obou teplot (přesně 58 %). Výsledek má odpovídat ustálené teplotě.

Uvedených několik příkladů ukazuje způsob použití přechodových a frekvenčních charakteristik. Frekvenční charakteristiky lze kreslit jednodušeji logaritmickým, tzv. Bode-ho diagramem, když nás — jak tomu často bývá — nezajímá příliš fázový posun signálu. Způsob sestavení je např. popsán v lit [6].

Rovnice (1) popisuje přesně vzato systém se zpožděním 2. řádu a tzv. oddělenými „RC členy“, tvořenými odporem a kapacitou, které svou číselnou hodnotou představují časové konstanty členů. Jestliže členy odděleny nejsou, tj. dochází k zpětnému ovlivnění proti směru postupu sledovaného signálu, má dif. rovnice tvar

$$T_1^* T_2^* \frac{d^2}{dt^2} x_2 + (T_1^* + T_{12}^* + T_2^*) \frac{d}{dt} x_2 + x_2 = x_1, \quad (4)$$

kde člen T_{12}^* vzniká vazbou mezi prvním a druhým kapacitním členem. Kdybychom kupř. znali T_2^* můžeme zřejmě porovnáním koeficientů rov. (1) a (4) zbylé 2 vypočítat:

$$T_1^* T_2^* = T_1 T_2, \quad \rightarrow \quad T_1^* = \frac{T_1 T_2}{T_2^*}, \quad (5)$$

$$T_1^* + T_{12}^* + T_2^* = T_1 + T_2, \quad \rightarrow \quad T_{12}^* = (T_1 + T_2) - (T_1^* + T_2^*). \quad (6)$$

Prakticky to znamená, že na základě znalosti časové konstanty vlastního čidla, tj. skleněného teploměru (zde $T_2^* = 2,1$ min) by bylo možno ve všech případech vypočítat T_{12}^* a hlavně T_1^* — časovou konst. samotné koule — pláště teploměru. Přitom T_{12}^* by mělo vyjít kladné, poněvadž představuje součin z jistého, s ohledem na teplotní spád kladného odporu a kladné kapacity, dané součinem z hmoty a měrného tepla. Tento výsledek se nepotvrdil, což dokazuje záporná hodnota T_{12}^* stanovená pro některé případy z rov. (5) a (6). Příčina je zřejmě dvojitá: jednak lze očekávat, že součinitel přestupu tepla skleněného teploměru je uvnitř koule jiný, než v otevřeném prostoru (což znamená, že za T_2^* nelze prostě položit hodnotu změřenou za jiných podmínek), a dále je stanovení kratší časové konstanty ovlivněno určením správného okamžiku skokové změny a z toho vyplývajícími počátečními hodnotami charakteristiky, u které dává podle rov. (2) větší příspěvek člen s menší časovou konstantou, (patrně již z toho, že hodnota derivace do inflexního bodu roste a člen s menší časovou konstantou je kladný).

6. Z Á V Ě R

Obecně vzato je třeba dát přístrojům s kratší časovou konstantou přednost, poněvadž přesněji sledují měřenou veličinu a tak poskytují více informací. Zvláště u registračních metod, které jsou a budou čím dál tím více uplatňovány, by měly být dynamické vlastnosti čidla a celého měřicího systému ve správné relaci k rychlosti posuvu, aby záznam nebyl zkreslen. Ideální by ovšem bylo, kdyby přístroje určené k měření tepelné pohody byly citlivé na rychlosti změn, které vnímá člověk. Údaje o tom jsou zatím velmi skromné a zpravidla souvisejí též s vnímáním rychlosti vzduchu v případě průvanu [7], [8]. Zdá se, že člověk na holé pokožce nevnímá změny

kratší, než $6 \div 10$ s, tj. s frekvencí $3 \div 5$ kmitů/min. Vezmeme-li za základ tuto prahovou frekvenci, potom s výjimkou termistorů sotva některé čidlo vyhoví, přičemž obyčejný teploměr je schopen sledovat s přijatelným zkrácením změny o frekvenci řádově $100 \times$, výsledný asi $300 \times$ až $1\,000 \times$ menší.

Rychlá reakce nemá ovšem jenom samé výhody. Je přirozené, že u přístrojů s malou rychlostí posuvu — např. 10 mm za 6 hodin, jaká je u týdenních termografů a zvláště při periodickém odečítání přístrojů ukazovacích, může být vhodnější mírou skutečného stavu průměrná hodnota, získaná čidlem s větší setrvačností.

SEZNAM LITERATURY

- [1] *Cihelka J.* — Návrh revize ČSN 06 0210 — Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění. (Informační zpráva, ZTV 1974/3, s. 175—179.)
- [2] *Jokl M.* — Metodika měření mikroklimatu, pracovní návrh. IHE 1972, Praha.
- [3] *Cihelka J.* a kol. — Vytápění a větrání. SNTL 1969, Praha.
- [4] *Chyský J., Opll L.* a kol. — Větrání a klimatizace, (Technický průvodce 31) SNTL 1971, Praha.
- [5] *Strejc Vl.* — O možnostech vyššího využití teorie regulace v praxi. Práce 1958, Praha
- [6] *Balda M., Bošek B., Dráb Z.* — Základy automatizace. SNTL 1968, Praha
- [7] *Hladký V.* — Některé problémy s měřením a definicí malých rychlostí při proudění vzduchu s ohledem na tepelnou pohodu. ZTV 1974/3, s. 145—151.
- [8] — Untersuchungen über Zugerscheinungen und Abkühlungseffekte. SHT 1974/5, s. 304.

Poznámka recenzenta:

Z výsledků měření časových konstant vyplývá, že ustálení kulového teploměru s polyuretanovým povlakem (tzv. výsledného teploměru „Venon-Jokl“) trvá podstatně déle než ustálení původního Vernonova kulového teploměru s holým povrchem, což je způsobeno tepelným odporem vrstvy polyuretanu. To je pro praktické měření velká nevýhoda. Polyuretanový povlak kovového pláště u čidla bez vnitřního zdroje tepla, jakým je také výsledný teploměr, nemá opodstatnění a jen neúměrně zvyšuje tepelnou setrvačnost, tj. prodlužuje dobu měření.

ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕЗУЛЬТИРУЮЩИХ ИХ ТЕРМОМЕТРОВ

Инж. Иван Буреш, к. т. н.

Статья занимается до сих пор малоизвестными динамическими свойствами шаровых результирующих термометров, которые пользуются для измерения результирующего теплового состояния среды. Знание динамических свойств необходимо как при использовании шарового термометра как датчика в автоматическом регулировании, так при прямом измерении результирующей температуры. По временной константе шарового термометра можно определить время, через которое показание термометра стабилизируется на конечной величине.

DYNAMIC PROPERTIES OF SPHERICAL THERMOMETERS

Ing. Ivan Bureš, CSc.

The author discusses some up to the present time only little known dynamic properties of spherical thermometers used for ascertaining the thermal conditions of ambient air with respect to radiant heat. The knowledge of dynamic characteristics of a spherical thermometer is useful not only when using such a thermometer in an automatic control equipment, but as well for direct measurements of effective ambient air temperature with respect to radiant heat. Knowing the time-constant of the spherical thermometer, the time required for reaching the final temperature value may be estimated.

DYNAMISCHE EIGENSCHAFTEN VON KUGELTHERMOMETERN

Ing. Ivan Bureš, CSc.

Der Verfasser setzt sich mit bisher nur wenig bekannten dynamischen Eigenschaften von Kugelthermometern auseinander; solche Thermometer verwendet man zur Messung des wirksamen Wärmezustandes samt Wärmestrahlung in der Umgebung des Menschen. Diese dynamischen Eigenschaften kennenzulernen ist wichtig nicht nur für Anwendung eines solchen Kugelthermometers bei automatischer Regelung, sondern auch bei direkten Messungen der wirksamen Temperatur mit Rücksicht auf Wärmestrahlung. Gemäss der Zeitkonstante eines Kugelthermometers kann man die Zeit zur Erreichung des Messendwertes abschätzen.

CARACTÉSTIQUES DYNAMIQUES DES THERMOMÈTRES RÉSULTANTS

Ing. Ivan Bureš, CSc.

L'article présenté de M. Ing. Bureš traite les caractéristiques dynamiques peu connues jusqu'à présent des thermomètres résultants en forme sphérique lesquels on utilise pour la mesure d'un état de milieu thermique résultant. La connaissance des caractéristiques dynamiques est importante non seulement à l'application d'un thermomètre en forme sphérique comme un organ sensible pour la régulation automatique mais aussi à la mesure directe d'une température résultante. Suivant la constante de temps d'un thermomètre en forme sphérique on peut déterminer le temps pendant lequel une donnée du thermomètre se stabilise sur une valeur finale.

Vyjádření doc. Ing. M. Jokla, DrSc.

Autor prováděl stanovení přechodových charakteristik teploměrů jejich přenášením z venkovního prostředí o teplotě vzduchu 5–8 °C do místnosti s teplotou vzduchu 23 až 25 °C. Z Mollièrova diagramu je zřejmé, že při relativních vlhkostech vzduchu v místnosti již kolem 30 % muselo docházet k vlhčení teploměrů vodní parou z ovzduší a při vlastním měření opět k jejich vysoušení. To se zřejmě nejvíce projevilo na porézním povrchu kulového teploměru Vernon-Jokl (je ostatně úmyslně uzpůsobený i pro měření mokré výsledné teploty, oblíbené v některých západních zemích).

Precizně prováděná měření v Akademii věd SSSR v Moskvě zcela se shodující s výsledky VÚBP v Praze a s výsledky kandidátské práce Ing. Olexy na fakultě stavební ČVUT ukazují, že doba přechodu kulového teploměru Vernon-Jokl (doba náběhu plus doba průtahu) nepřesahuje 16 min. Akademie věd SSSR je také onou institucí, která tento teploměr doporučila nejen pro zavedení v SSSR, ale i v ostatních zemích RVHP. Jsou však s úspěchem používány i v samotné vlasti kulového teploměru v Anglii.

Předností kulového teploměru Vernon-Jokl podle čs. patentu 117 892 je především jeho teoretické zdůvodnění pro hodnocení tepelného vlivu prostředí na člověka, zcela rozdílné od původního zdůvodnění Vernonova, a dále jeho některé úpravy, doslova vynucené nepřesností klasického kulového teploměru (např. výsledné teploty, naměřené na pracovištích v hutích kulovými teploměry s černým nátěrem zcela novým a nátěrem opravovaným vykazovaly rozdíl až 8 °C). Byl standardizován povrch koule zvýšením drsnosti až po již neměníci se součinitel relativní absorpce pro dlouhovlnné záření, což bylo po mnoha pokusech realizováno povlakem z vrutitého druhu polyuretanu a zamezeno úniku tepla z koule do stativu speciální úpravou upevňovacího zařízení.

VÝPOČET PRAVDĚPODOBNÉ PRŮMĚRNÉ TEPLoty VZDUCHU V KANÁLECH PRO POTRUBÍ PODZEMNÍCH TEPELNÝCH SÍTÍ

ING. DR. JULIUS MIKULA, CSc.

V článku je na základě známých vztahů pro sdílení tepla odvozen postup výpočtu teploty vzduchu v podzemních kanálech tepelných sítí za ustáleného tepelného stavu. Postup je demonstrován na početním příkladu.

Recenzoval: Doc. Ing. Dr. J. Cihelka

Teplotu vzduchu v podzemních kanálech, v nichž jsou uložena potrubí tepelných sítí, popřípadě i jiných potrubních rozvodů, lze určit pomocí zákona o zachování energie za těchto předpokladů:

- tok tepla je radiální, poněvadž délka přímých úseků tepelné sítě je zpravidla ve srovnání s rozměry průřezu velmi značná,
- tok tepla je ustálený — v setrvačném stavu, při němž se teploty nemění nebo se mění jen velmi pozvolna, takže vliv akumulace tepla, zejména v zemině obklopující tepelnou síť, se znatelně neprojeví.

Z těchto předpokladů vyplývá, že následujícím postupem lze vypočítat teplotu vzduchu v teplovodných kanálech jen jako pravděpodobnou průměrnou hodnotu pro dlouhá období ustálených teplot, která se však u tepelných sítí často vyskytují.

Zákon o zachování energie lze ve sledovaném případě za uvedených předpokladů vyjádřit takto:

Množství tepla, která předávají vzduchu v kanále jednotlivá potrubí svými tepelnými ztrátami q_1, q_2, \dots, q_n , tj. $q_1 + q_2 + \dots + q_n$ a množství tepla, které se odvádí ze vzduchu v kanále jednak přestupem tepla do stěn kanálu $q_{k\alpha}$ (a dále vedením tepla stěnou kanálu $q_{k\lambda}$ a zeminou $q_{z\lambda}$ a přestupem tepla s povrhu země do ovzduší $q_{z\alpha}$) a jednak větráním kanálu, jímž se odvádí množství tepla q_v , tj. $q_{k\alpha} + q_v$ jsou stejná:

$$q_1 + q_2 + \dots + q_n = q_{k\alpha} + q_v, \quad (1)$$

kde

$$q_{k\alpha} = q_{k\lambda} = q_{z\lambda} = q_{z\alpha}.$$

Podle [1] lze pro určení jednotkového množství sdíleného tepla použít jednotný vztah:

$$q = \frac{\Delta t}{r} \quad [\text{W m}^{-1}], \text{ resp. } [\text{kcal m}^{-1} \text{ h}^{-1}], \quad (2)$$

kde Δt [K], resp. [°C] je rozdíl teplot na vnitřním a vnějším povrchu vrstvy o tepelném odporu r [m K W⁻¹], resp. [m h °C kcal⁻¹].

Pro válcovou tepelnou izolaci soustředně obalující potrubí*) je:

$$q_{1,2,\dots,n} = \frac{t_1, 2, \dots, n - t_k}{r_{iz\lambda} + r_{iz\alpha}}, \quad (3)$$

kde $t_1, 2, \dots, n$ je pracovní teplota potrubí [°C]; odpor proti přestupu tepla z obsahu potrubí do jeho stěny, odpor proti vedení tepla stěnou kovových trubek a odpor proti přestupu tepla s povrchu potrubí do tepelné izolace jsou obvykle nepatrné, takže není třeba s nimi počítat a teplota vnitřního povrchu tepelné izolace se proto prakticky shoduje s teplotou obsahu potrubí, tj. s pracovní teplotou potrubí.

t_k je teplota vzduchu v kanále [°C],

$r_{iz\lambda}$ — odpor proti vedení tepla stěnou dutého válce

$$r_{iz\lambda} = \frac{\ln D_{iz}/D}{2\pi \lambda_{iz}},$$

$r_{iz\alpha}$ — odpor proti přestupu tepla s povrchu tepelné izolace do okolního vzduchu

$$r_{iz\alpha} = \frac{1}{\pi D_{iz} \alpha_{iz}},$$

D — vnější průměr izolované trubky, resp. potrubí, s nímž se shoduje vnitřní průměr tepelně izolačního válce o

s — tloušťce stěny, takže vnější průměr tepelně izolačního válce je

$$D_{iz} = D + 2s,$$

λ_{iz} — je měrná tepelná vodivost tepelné izolace za provozního stavu,

α_{iz} — součinitel přestupu tepla s povrchu tepelné izolace do okolního vzduchu.

Pro teplovodný kanál obdélníkového průřezu (obr. 1) a zeminu, která kanál obklopuje, je

$$q_{k\alpha} = q_{k\lambda} = q_{z\lambda} = q_{z\alpha} = \frac{t_k - t_0}{r_{k\alpha} + r_{k\lambda} + r_{z\lambda} + r_{z\alpha}} = \frac{t_k - t_0}{r_{k\alpha} + r_{k+z}}, \quad (4)$$

kde t_0 je teplota ovzduší nad povrchem země,

$r_{k\alpha}$ — odpor proti přestupu tepla ze vzduchu v kanále o vnitřních rozměrech $A \times B$ do stěn kanálu

$$r_{z\alpha} = \frac{1}{2(A + B) \alpha_k}, \quad (5)$$

r_{k+z} je odpor proti vedení tepla stěnou kanálu a zeminou včetně odporu proti přestupu tepla s povrchu země do ovzduší, který podle [1] lze určit pomocí vzorce

$$r_{k+z} = \frac{\ln 3,5 H_r / \sqrt[4]{AB^3}}{\left(5,7 + \frac{A}{2B}\right) \lambda_z}, \quad (6)$$

*) Tepelnou ztrátu q lze pro soustřednou válcovou tepelnou izolaci určit též postupem podle ON 72 7006 [2], přičemž součin součinitelů k , jejichž číselné hodnoty jsou v této čs. normě, se shoduje s převratnou hodnotou tepelného odporu:

$$\Sigma r_{iz} = r_{iz\lambda} + r_{iz\alpha} = \frac{1}{k_r k_a k_t} \quad [\text{m h } ^\circ\text{C kcal}^{-1}],$$

$$\doteq \frac{1,16}{k_r k_a k_t} \quad [\text{m K W}^{-1}],$$

kde H_r je redukována hloubka kanálu, v níž je zachycen i vliv odporu proti přestupu tepla s povrchu země do ovzduší:

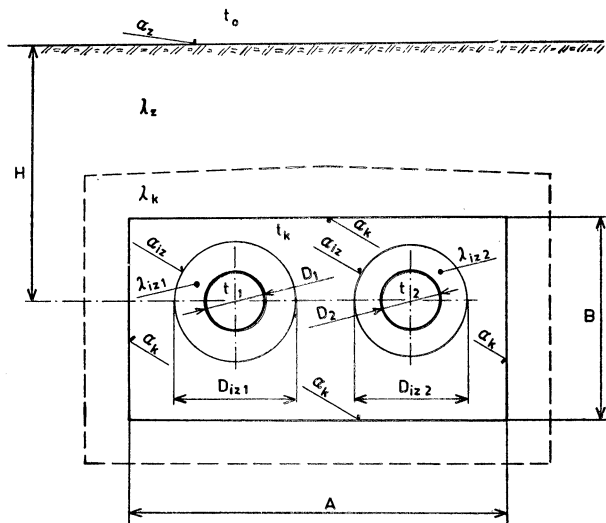
$$H_r = H + \frac{\lambda_z}{\alpha_z},$$

H — skutečná hloubka vodorovné osy kanálu pod povrchem země,

λ_z — průměrná měrná tepelná vodivost zeminy,

α_z — součinitel přestupu tepla s povrchu země do ovzduší.

Výpočet tepelných odporů $r_{k1} + r_{z1}$ lze zahrnout do jednotného vzorce, neboť měrná tepelná vodivost stěn železobetonových kanálů a zeminy se příliš neliší a případné rozdíly jsou zanedbatelné, protože tloušťka stěn kanálu je ve srovnání s tloušťkou vrstvy zeminy nad kanálem, resp. s hloubkou uložení kanálu, malá. Kromě toho je obvykle nutné měrnou tepelnou vodivost zeminy jen odhadovat.



Obr. 1. Schematický řez podzemním neprůlezným kanálem pro dvoutrubkovou vodní tepelnou síť

Vliv odporu proti přestupu tepla s povrchu země do ovzduší r_{za} byl započítán pomocí zvětšené hloubky uložení kanálu.

Množství tepla, které odvádí vzduch proudící kanálem, lze odhadovat pomocí předpokládané průměrné rychlosti w_v proudění vzduchu kanálem mezi otvory, kterými vzduch do kanálu vstupuje a z něho vystupuje a které jsou umístěny ve vzdálenosti l_v měřené ve směru osy kanálu. Celkové množství tepla, které vzduch proudící kanálem odvádí je dáno množstvím tepla, kterého je zapotřebí k ohřátí vzduchu z teploty ovzduší t_0 , s níž je do kanálu nasáván, na teplotu t_k , s níž z kanálu uniká:

$$Q_v = q_v l_v = F_v w_v c_v (t_k - t_0) \quad [W], \text{ resp. } [\text{kcal/h}]. \quad (7a)$$

Jednotkové množství tepla, které vzduch odvádí z kanálu o délce 1 metr je

$$q_v = \frac{F_v w_v c_v}{l_v} (t_k - t_0) = \varphi (t_k - t_0), \quad (7b)$$

kde F_v je volný průtočný průřez kanálu

$$F_v = AB - \frac{\pi}{4} (D_{1z1}^2 + D_{1z2}^2 + \dots),$$

D_{1z1}, D_{1z2}, \dots jsou vnější průměry tepelné izolace jednotlivých potrubí a
 c_v — měrné teplo vzduchu: $c_v = 1,3 \text{ kJ m}^{-3} \text{ K}$
 $\cong 0,31 \text{ kcal m}^{-3} \text{ }^\circ\text{C}$

Dosadí-li se do rovnice (1) vztahy (2) až (7), lze pro výpočet teploty t_k vzduchu v kanále odvodit vzorec, který je však poměrně složitý a není dostatečně přehledný. Náznornější je výpočet postupný:

$$\left. \begin{aligned} \frac{t_1 - t_k}{\Sigma r_1} + \frac{t_2 - t_k}{\Sigma r_2} + \dots &= \frac{t_k - t_0}{\Sigma r_z} + \varphi(t_k - t_0) \\ \frac{t_1}{\Sigma r_1} + \frac{t_2}{\Sigma r_2} + \frac{t_0}{\Sigma r_z} + \varphi t_0 &= t_k \left(\frac{1}{\Sigma r_1} + \frac{1}{\Sigma r_2} + \frac{1}{\Sigma r_z} + \varphi \right) \\ M &= t_k(N) \\ t_k &= \frac{M}{(N)} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

$$\text{kde } \Sigma r_1 = \Sigma r_{1z1} \quad \Sigma r_2 = \Sigma r_{1z2} \quad \Sigma r_z = r_{k\alpha} + r_{k+z}$$

Výhoda postupného výpočtu je nejlépe patrná z následujícího číselného příkladu:

Příklad

V kanále o vnitřních rozměrech $A = 850 \text{ mm}$ a $B = 400 \text{ mm}$, uloženém v osově hloubce $H = 1,5 \text{ m}$, jsou dvě potrubí Js 100 o průměrné pracovní teplotě $t_1 = 110 \text{ }^\circ\text{C}$ a $t_2 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$, opatřené tepelnou izolací o tloušťce $s = 7 \text{ cm}$ a o měrné tepelné vodivosti v provozním stavu $\lambda_{1z} = 0,093 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1} = 0,08 \text{ kcal m}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Měrná tepelná vodivost zeminy se odhaduje na $\lambda_z \sim 1,7 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1} \cong 1,46 \text{ kcal m}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ a součinitel přestupu tepla s povrchu země do ovzduší $\alpha_z \sim 17 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1} \cong 14,6 \text{ kcal m}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

Podle tabulky 10 v ČSN 38 3360 je:

$$\begin{aligned} \alpha_{1z} &= 7 \text{ kcal m}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \cong 8,14 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}, \\ \alpha_k &= 7 \text{ kcal m}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \cong 8,14 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}. \end{aligned}$$

Z daných hodnot vyplývá:

$$\begin{aligned} D_1 &= D_2 = 0,108 \text{ m}, \\ D_{1z1} &= D_{1z2} = 0,248 \text{ m}, \\ H_r &= 1,5 + \frac{1,7}{17} = 1,5 + \frac{1,46}{14,6} = 1,6 \text{ m}, \\ \frac{D_{1z}}{D} &= \frac{0,248}{0,108} \cong 2,296, \quad \ln D_{1z}/D = \ln 2,269 \cong 0,832, \\ r_{1z\lambda 1} = r_{1z\lambda 2} &= \frac{0,832}{2\pi \cdot 0,093} \cong 1,423 \text{ m K W}^{-1} = \frac{0,832}{2\pi \cdot 0,08} \cong 1,656 \text{ m h }^\circ\text{C kcal}^{-1}, \\ r_{1z\alpha 1} = r_{1z\alpha 2} &= \frac{1}{\pi \cdot 0,248 \cdot 8,14} \cong 0,157 \text{ m K W}^{-1} = \frac{1}{\pi \cdot 0,248 \cdot 7} \cong 0,183 \text{ m h }^\circ\text{C kcal}^{-1}, \\ \Sigma r_1 = \Sigma r_2 &\cong 1,423 + 0,157 \text{ m K W}^{-1} \cong 1,656 + 0,183 \text{ m h }^\circ\text{C kcal}^{-1} \\ &\cong 1,580 \text{ m K W}^{-1} \cong 1,839 \text{ m h }^\circ\text{C kcal}^{-1}, \\ q_1 &\cong \frac{110 - t_k}{1,580} \text{ W m}^{-1} \cong \frac{110 - t_k}{1,839} \text{ kcal m}^{-1} \text{ h}^{-1}, \end{aligned}$$

$$q_2 \doteq \frac{60 - t_k}{1,580} \text{ W m}^{-1} \doteq \frac{60 - t_k}{1,839} \text{ kcal m}^{-1} \text{ h}^{-1},$$

$$r_{k\alpha} = \frac{1}{2(0,85 + 0,4) \cdot 8,14} \doteq \frac{1}{20,35} \doteq 0,049 \text{ m K W}^{-1} =$$

$$= \frac{1}{2(0,85 + 0,4) \cdot 7} \doteq \frac{1}{17,5} \doteq 0,057 \text{ m h } ^\circ\text{C kcal}^{-1},$$

$$r_{k+z} = \frac{\ln 3,5 \cdot 1,6 / \sqrt{0,85 \cdot 0,4^3}}{\left(5,7 + \frac{0,85}{2 \cdot 0,4}\right) \cdot 1,7} = \frac{\ln 5,6/0,485}{(5,7 + 1,06) \cdot 1,7} \doteq \frac{\ln 11,55}{11,49} \doteq \frac{2,446}{11,49} \doteq 0,213 \text{ m K W}^{-1} =$$

$$= \frac{\ln 5,6/0,485}{\left(5,7 + \frac{0,85}{2 \cdot 0,4}\right) \cdot 1,46} \doteq \frac{\ln 11,55}{6,76 \cdot 1,46} \doteq \frac{2,446}{9,87} \doteq 0,248 \text{ m h } ^\circ\text{C kcal}^{-1},$$

$$\Sigma r_z = r_{k\alpha} + r_{k+z} \doteq 0,213 + 0,049 \text{ m K W}^{-1} \doteq 0,248 + 0,057 \text{ m h } ^\circ\text{C kcal}^{-1} \doteq \\ \doteq 0,262 \text{ m K W}^{-1} \doteq 0,305 \text{ m h } ^\circ\text{C kcal}^{-1}.$$

a) *Kanál není provětrán, teplota ovzduší $t_o = +10^\circ\text{C}$:*

$$q_1 + q_2 = \frac{t_k - t_o}{r_{k\alpha} + r_{k+z}},$$

$$\frac{110 - t_k}{1,580} + \frac{60 - t_k}{1,580} = \frac{t_k - 10}{0,262},$$

$$\frac{110 + 60}{1,580} + \frac{10}{0,262} = t_k \left(\frac{2}{1,580} + \frac{1}{0,262} \right),$$

$$107,6 + 38,2 = t_k(1,266 + 3,82)$$

$$145,8 \doteq 5,086 t_k \dots \dots \dots t_k \doteq 28,7^\circ\text{C},$$

$$\frac{110 - t_k}{1,839} + \frac{60 - t_k}{1,839} = \frac{t_k - 10}{0,305},$$

$$\frac{110 + 60}{1,839} + \frac{10}{0,305} = t_k \left(\frac{2}{1,839} + \frac{1}{0,305} \right),$$

$$92,4 + 32,8 = t_k(1,083 + 3,28)$$

$$125,2 \doteq 4,363 t_k \dots \dots \dots t_k \doteq 28,7^\circ\text{C},$$

Při teplotě ovzduší $t_o = 0^\circ\text{C}$: $107,6 \doteq 5,086 t_k$

$$92,4 \doteq 4,363 t_k \dots \dots \dots t_k \cong 21,2^\circ\text{C},$$

Při teplotě ovzduší $t_o = -10^\circ\text{C}$: $107,6 - 38,2 \doteq 5,086 t_k$

$$69,4 \doteq 5,086 t_k$$

$$92,4 - 32,8 \doteq 4,363 t_k$$

$$59,6 \doteq 4,363 t_k \quad t_k \cong 13,6^\circ\text{C}.$$

b) *Kanálem proudí vzduch odhadnutou rychlostí $w_v = 0,1 \text{ m s}^{-1}$ při teplotě ovzduší $t_o = 0^\circ\text{C}$:*

$$F_v = 0,85 \cdot 0,4 - 2 \frac{\pi}{4} 0,248^2 \doteq 0,34 - 0,097 \doteq 0,243 \text{ m}^2.$$

Při vzdálenosti vstupu a výstupu vzduchu z kanálu $l_v = 59 \text{ m}$ je

$$q_v = \frac{0,243 \cdot 0,1 \cdot 3600 \cdot 1,3}{59} (t_k - t_o) \doteq 1,927(t_k - t_o) \quad \text{kJ h}^{-1} \text{ m}^{-1}$$

$$= 0,535(t_k - t_o) \quad \text{W m}^{-1}$$

$$= 0,46(t_k - t_o) \quad \text{kcal m}^{-1} \text{ h}^{-1}$$

$$= \varphi(t_k - t_o),$$

$$q_1 + q_2 = \frac{t_k - t_0}{r_{k\alpha} + r_{k+z}} + \varphi(t_k - t_0),$$

$$\frac{170}{1,580} + \frac{0}{0,262} + \varphi \cdot 0 = t_k \left(\frac{2}{1,580} + \frac{1}{0,262} + \varphi \right),$$

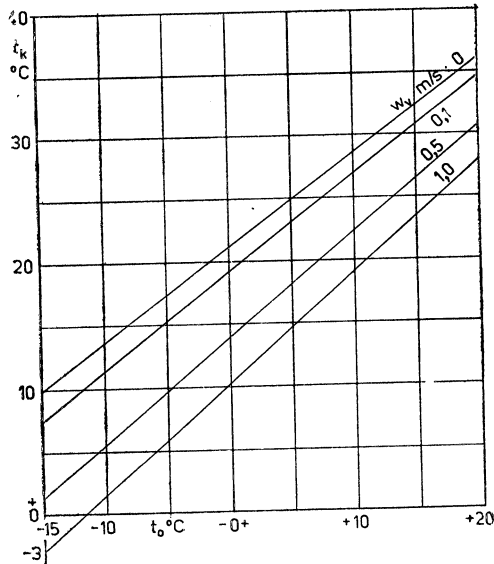
$$107,6 + 0 + 0 = t_k(1,266 + 3,82 + 0,535) \quad t_k = 19,1 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$107,6 = 5,621 t_k$$

$$\frac{170}{1,839} + 0 + 0 = t_k \left(\frac{2}{1,839} + \frac{1}{0,305} + \varphi \right),$$

$$92,4 = t_k(1,083 + 3,28 + 0,46) \quad t_k = 19,1 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$92,4 = 4,823 t_k$$



Obr. 2. Příklad pravděpodobné závislosti teploty vzduchu v teplovodném kanále t_k na teplotě ovzduší t_0 a na rychlosti w_v proudění vzduchu kanálem za ustáleného radiálního toku tepla

c) Tepelná ztráta potrubí při teplotě vzduchu v kanále $t_k = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$:

$$q = q_1 + q_2 = \frac{t_1 - t_k}{\Sigma r_1} + \frac{t_2 - t_k}{\Sigma r_2} = \frac{85}{1,580} + \frac{35}{1,580} = 53,8 + 22,2 = 76 \text{ W m}^{-1} =$$

$$= \frac{85}{1,839} + \frac{35}{1,839} = 46,2 + 19,1 = 65,3 \text{ kcal m}^{-1} \text{ h}^{-1}.$$

Příklad závislosti teploty vzduchu v kanále na teplotě ovzduší a na rychlosti vzduchu v kanále je v diagramu na obr. 2.

Závěr

Výpočet teploty vzduchu v podzemních kanálech uvedeným postupem založeným na zjednodušujících předpokladech a hlavně na ustáleném toku tepla, není tedy obtížný a umožňuje alespoň přibližně se orientovat v této problematice a získat

názor na vlivy, na nichž teplota vzduchu v kanále závisí. Z těchto vlivů se uplatňuje především rychlost proudění vzduchu kanálem, teplota ovzduší a měrná tepelná vodivost zeminy, které je však možné jen odhadovat, proto shoda výsledku výpočtu se skutečností závisí na správnosti odhadu uvedených veličin. Množství tepla, které uniká tepelnými ztrátami potrubí tepelnou izolací, lze zjistit početně poměrně spolehlivě, je-li měrná tepelná vodivost tepelné izolace v provozním stavu známa s dostatečnou přesností.

Odhad vhodné teploty ovzduší znesnadňuje při výpočtu teploty vzduchu v kanále akumulace tepla, zejména v zemině, která nebyla uvažována v zájmu zjednodušení výpočtového postupu a umožnění provádění výpočtu dosud obvyklými pomůckami. Lze proto výsledek takto zjednodušených výpočtů považovat za pravděpodobný průměr, který by se ustálil po dlouhodobém působení uvažovaných neměnných se teplot.

Výpočet teploty vzduchu v podzemních kanálech při nestacionárním toku tepla je velmi složitý a pro technickou praxi použitelný jen při použití samočinných počítačů.

LITERATURA

- [1] Mikula J.: Ztráty tepla nebo chladu potrubí vedeného nad zemí nebo uloženého v zemi. Zdravotní technika a vzduchotechnika roč. 12 (1969), příloha k č. 5—6. Akademia Praha. Mikula J. a kolektiv: Technický průvodce 49: Potrubí a armatury. SNTL Praha 1974. 2. vydání.
- [2] ON 72 7006 Směrnice pro navrhování izolací proti ztrátám tepla. Způsoby výpočtu tepelných ztrát pro průmyslové izolace. Dříve ČSN 72 7005 a ON 73 0542 se stejným názvem a obdobnými číselnými hodnotami.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ПРАВДОПОДОБНОЙ СРЕДНЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В КАНАЛАХ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДА ПОДЗЕМНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Инж. доктор Юлиус Микула, к. т. н.

В статье выведен на основе знакомых зависимостей для теплообмена порядок вычисления температуры воздуха в подземных каналах тепловых сетей во время стабильного теплового состояния. Порядок вычисления демонстрируется на арифметическом примере.

CALCULATING THE PROBABLE AVERAGE AIR TEMPERATURE IN DUCTS FOR PIPES OF UNDERGROUND HEATING NETWORKS

Ing. Dr. Julius Mikula, CSc.

This article, based on already known relations in heat-flowing, derives a method for calculating the air temperature in underground ducts for heating pipes at stabilized circumstances. An example of such a calculation has been added.

BERECHNUNG DER WAHRSCHEINLICHEN DURSCHNITTlichen LUFTEMPERATUR IN KANÄLEN FÜR UNTERIRDISCHE FERNHEIZROHRLEITUNGSNETZE

Ing. Dr. Julius Mikula, CSc.

Der Verfasser geht von bekannten Zusammenhängen der Wärmeströmung aus und leitet davon eine Methode der Lufttemperaturberechnung in unterirdischen Kanälen der Fernheizrohrleitungsnetze im Beharrungszustand ab. Die Methode wurde an einem Berechnungsbeispiel demonstriert.

CALCUL DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE PROBABLE DE L'AIR DANS LES CONDUITS POUR LES TUYAUTERIES DES RÉSEAUX THERMIQUES SOUTERRAINS

Ing. Dr. Julius Mikula, CSc.

Dans l'article présenté en vertu des relations connues pour la transmission de la chaleur, on dérive un procédé de calcul de la température de l'air dans les conduits souterrains des réseaux thermiques d'un état thermique stabilisé. On fait une démonstration du procédé sur un exemple de calcul.

Potřeba energie u velkých klimatizovaných objektů

Spíše než venkovní klimatické podmínky, vedou otázky životního prostředí (ochrana obyvatel proti hluku a znečištěnému vzduchu), stoupající požadavky na komfort, provedení staveb a vzrůst tepelných zátěží vnitřních zón k tomu, že se čím dále tím více klimatizují velké stavby, především administrativní budovy a obchodní domy.

S ohledem na významnou potřebu energie pro všechna tato klimatizační zařízení a jejich podíl v celkové tepelné zátěži, je nutno dbát na to, udržet jejich energetické nároky pokud možno nízké, t. j., aby při technickém vybavování budov byly požadavky na klimatizační techniku optimalizovány a mimo jiné široce využity možnosti zpětného získání tepla či chladu.

L. Rouvel v článku „Potřeba energie klimatizovaných budov“ v časopise Brennstoff-Wärme-Kraft, č. 11/1973, str. 422 až 447, uvádí, že nutným předpokladem pro správné dimenzování klimatizačních zařízení je spolehlivé stanovení tepelné a chladicí zátěže a uvažování všech rozhodujících veličin při respektování dynamiky pochodu.

Abyste mohly být získány vhodné podklady, byly za pomoci samočinného počítače konány systematické výzkumy o vlivu nejdůležitějších veličin na potřebu energie pro klimatizování prostoru. Výzkum zahrnoval různá provedení staveb (budovy

bez oken, budovy prakticky jen s venkovními zónami, budovy s výraznými vnitřními zónami) za venkovních klimatických podmínek pro město Essen. Přitom byly měněny intenzity osvětlení od 300 do 1 000 luxů, podíl okenní plochy na venkovní fasádě od 0 do 80 % a zastínění oken od vnějších po vnitřní žaluzie.

Získané výsledky výpočtů, zanesené do diagramů závislosti potřeby energie na jmenovaných veličinách, zahrnují i různé možnosti zpětného získávání tepla (regenerační výměníky, chladicí stroj jako vytápěcí zařízení nebo tepelné čerpadlo).

Nejzávažnější výsledky výzkumu shrnuje autor takto: Tvar budovy má zejména velký vliv na roční spotřebu energie. Nejpříznivější jsou hluboké budovy s výraznou vnitřní zónou. Skýtají nejlepší předpoklady pro optimální oběh energie v budově, jako např. u klimatizačního zařízení s částečnou recirkulací vzduchu, se zpětným získáváním tepla a chladu, jakož i za použití regenerativního výměníku tepla. Naproti tomu velikost oken a způsob jejich stínění mají jen malý vliv na roční spotřebu tepla, ale ovlivňují silně (zejména způsob stínění) vyložení klimatizačního zařízení, především chladicího stroje. Významně se na roční spotřebě užitečné energie podílí i intenzita osvětlení, i když ani ne tak pro svůj vliv na spotřebu tepla při chladu, jako spíše pro spotřebu proudu pro vlastní osvětlení.

HLH 3/74

(Ku)

PŘÍRÁŽKA NA VYROVNÁNÍ Vlivu CHLADNÝCH STĚN PODLE ČSN 06 0210

Ing. Dr. Jaromír Cihelka

O změnách navrhovaných pro nové znění ČSN 06 0210 — Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění byli čtenáři ZTV již souhrnně informováni ve zprávě otištěné ve 3. čísle ročníku 1974 na str. 175—179. K některým navrhovaným změnám se ještě vracíme podrobnějším vysvětlením, při kterém uvedeme teoretický rozbor otázky a závěry, které pak budou použity pro normu. Tato vysvětlení k jednotlivým otázkám budou tedy jakýmsi komentářem sloužícím pro bližší informaci uživatelů nové normy. Nejprve budeme informovat o přírážce na vyrovnání vlivu chladných stěn, která bude napříště hrát při výpočtu tepelných ztrát významnou roli, zejména u místností s velkými ochlazovanými stěnami.

Přírážka na vyrovnání vlivu chladných stěn p , kterou se podle rovnice

$$Q_p = Q_0(1 + p) \quad (1)$$

zvětšuje základní tepelná ztráta prostupem stěnami Q_0 , zajišťuje zvětšení otopného příkonu potřebné ke zvýšení teploty vnitřního vzduchu t_v nad výpočtovou vnitřní teplotu t_1 při snížení účinné teploty okolních ploch t_v vlivem nízké teploty ochlazovaných stěn. Za předpokladu, že se výsledná vnitřní teplota t_1 vztahuje k plošce dS , umístěné uprostřed místnosti a orientované směrem k ochlazované ploše $S_{st.}$ (obr. 1), musí být splněna rovnice tepelné pohody člověka

$$t_v + (1 - 2m)t_v + 2m \cdot t_{st.} = 2t_1 \quad (2)$$

kde $m = \frac{S_{st.}}{\Sigma S}$ je poměrná plocha ochlazovaných stěn (ΣS je celková plocha stěn ohraničujících místnost),

¹⁾ Podle nové ČSN 06 0210 se za výpočtovou vnitřní teplotu považuje výsledná teplota $t_1 = 0,5(t_v + t_v)$.

²⁾ V rovnici (2) se předpokládá, že pro plochu nad ploškou dS (obr. 1) je poměrná plocha ochlazovaných stěn

$$\frac{S_{st.}}{0,5 \Sigma S} = 2m$$

a poměrná plocha neochlazovaných vnitřních stěn

$$\frac{0,5 \Sigma S - S_{st.}}{0,5 \Sigma S} = 1 - 2m.$$

Dále se předpokládá, že teplota neochlazovaných stěn se rovná teplotě vnitřního vzduchu t_v .

$$t_{st.} = \frac{k_{st.}}{\Lambda_{st.}}(t_v - t_e) + t_e$$

je teplota vnitřního povrchu ochlazovaných stěn;

$k_{st.}$ je součinitel prostupu tepla ochlazovaných stěn,

$$\Lambda_{st.} = \frac{\alpha_1 \cdot k_{st.}}{\alpha_1 - k_{st.}}$$

tepelná propustnost ochlazovaných stěn ($\alpha_1 = 8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ je součinitel přestupu tepla na vnitřním povrchu).

Dosadí-li se do rovnice (2) vpředu uvedený vztah za teplotu $t_{st.}$, je

$$2(1 - m)t_v + 2m \frac{k_{st.}}{\Lambda_{st.}}(t_v - t_e) + 2m \cdot t_e = 2t_1,$$

a z toho zvýšená teplota vnitřního vzduchu

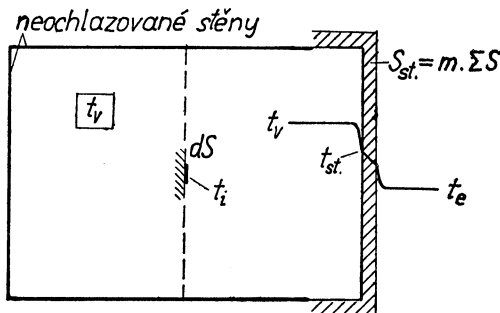
$$t_v = \frac{\Lambda_{st.} \cdot t_1 - m(\Lambda_{st.} - k_{st.}) t_e}{\Lambda_{st.} - m(\Lambda_{st.} - k_{st.})} \quad (3)$$

Dosadí-li se pak tento vztah za teplotu t_v do rovnice pro výpočet přírážky na vyrovnání vlivu chladných stěn

$$p = \frac{t_v - t_1}{t_1 - t_e},$$

je po úpravě

$$p = \frac{m(\Lambda_{st.} - k_{st.})}{\Lambda_{st.} - m(\Lambda_{st.} - k_{st.})} \quad (4)$$



Obr. 1. Schéma pro výpočet přírážky na vyrovnání vlivu chladných stěn

V případě podle obr. 1 je dále

$$k_{st.} = \frac{1}{m} k_c \quad (a)$$

a

$$A_{st.} = \frac{8k_c}{8m - k_c} \quad (b)$$

Dosadí-li se tyto vztahy do rovnice (4), je konečná rovnice pro výpočet přírážky p v závislosti na průměrném součiniteli prostupu tepla všech stěn místnosti

$$p = \frac{k_c^2}{8k_c - k_c^2} \cdot 3) \quad (5)$$

Hodnoty přírážky p vypočítané podle tohoto vztahu jsou uvedeny v tab. 1 a graficky je znázorněna závislost $p = f(k_c)$ v diagramu na obr. 2. Pro normu byly hodnoty p odstupňovány tak, jak je znázorněno na obr. 2 a uvedeno v tab. 2.

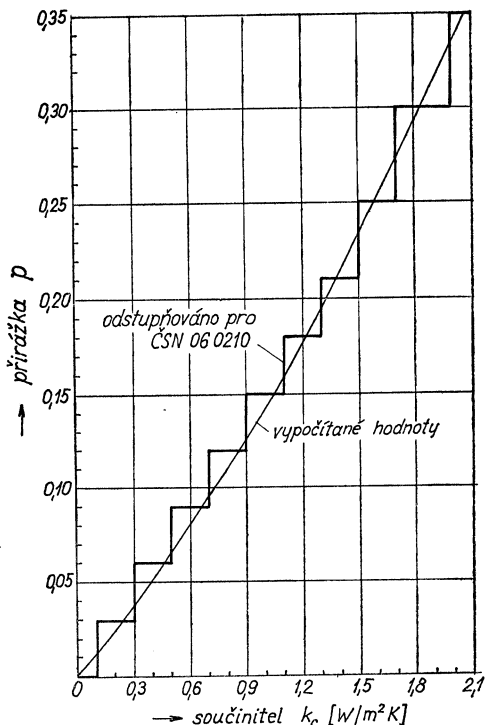
Popsaný způsob výpočtu přírážky p , při kterém se přihlíží ke směrovému účinku chladných stěn, vystihuje v plné míře vliv těchto stěn na tepelnou pohodu člověka, a proto lze očekávat, že umožní správně určit otopný příkon pro intenzivně ochlazované místnosti (např. pro rohové místnosti s velkými okny apod.).

Tab. 1. Hodnoty přírážky na vyrovnání vlivu chladných stěn p vypočítané z rovnice (5)

Průměrný součinitel prostupu tepla stěn místnosti k_c [W/m ² K]	Přírážka na vyrovnání vlivu chladných stěn p
0,1	0,0127
0,2	0,0257
0,3	0,039
0,6	0,081
0,9	0,127
1,2	0,177
1,5	0,232
1,8	0,292
2,1	0,357

3) Průměrný součinitel prostupu tepla stěn místnosti je

$$k_c = \frac{Q_0}{\sum S \cdot (t_i - t_e)}$$



Obr. 2. Závislost přírážky na vyrovnání vlivu chladných stěn p na průměrném součiniteli prostupu tepla stěn místnosti k_c

Tab. 2. Hodnoty přírážky na vyrovnání vlivu chladných stěn p pro ČSN 06 0210

Průměrný součinitel prostupu tepla stěn místnosti k_c [W/m ² K]	Přírážka na vyrovnání vlivu chladných stěn p
$k_c < 0,1$	0
$0,1 \leq k_c < 0,3$	0,03
$0,3 \leq k_c < 0,5$	0,06
$0,5 \leq k_c < 0,7$	0,09
$0,7 \leq k_c < 0,9$	0,12
$0,9 \leq k_c < 1,1$	0,15
$1,1 \leq k_c < 1,3$	0,18
$1,3 \leq k_c < 1,5$	0,21
$1,5 \leq k_c < 1,7$	0,25
$1,7 \leq k_c < 2,0$	0,30

TEPELNÁ ZTRÁTA INFILTRACÍ U VÝŠKOVÝCH BUDOV PODLE ČSN 06 0210

Ing. Dr. Jaromír Čihelka

Problémy výpočtu tepelné ztráty infiltrací v obecném případě jsou vysvětleny v samostatném článku v tomto čísle ZTV (na str.

193—206). Tepelná ztráta infiltrací vlivem větru se počítá z rovnice

$$Q_V = c_V \cdot \Sigma (\dot{v} \cdot l) \cdot B \cdot M (t_i - t_e), \quad (1)$$

kde $B = \left(\Delta A \frac{w^2}{2} \rho_e \right)^{2/3}$ je charakteristické

číslo budovy ($\Delta A = A_{\text{náv.}} - A_{\text{schod.}}$ je rozdíl aerodynamických součinitelů pro návětrnou stranu budovy a pro scho-diště),

$M = \frac{(i \cdot l)_{\text{av.}}}{(i \cdot l)_{\text{ok.}} + (i \cdot l)_{\text{av.}}}$ — charakteris-tické číslo místnosti.

S touto základní tepelnou ztrátou infiltrací se také počítá u tud v vysokých více než 24 m (tj. s počtem podlaží 8 a více), avšak navíc se přičítá ještě tepelná ztráta infiltrací vlivem rozdílu mezi vnitřní a venkovní teplotou. U výškových budov jde zpravidla o osaměle stojící budovy a o velmi nepříznivou polohu vzhledem k okolní krajině, takže se počítá s hodnotou $B = 12 \text{ Pa}^{2/3}$, popřípadě s $B = 16 \text{ Pa}^{2/3}$ u budov v krajině s velmi inten-zivními větry. Na rozdíl od dosavadní ČSN 06 0210 se v nové normě počítá se stejnou hodnotou B pro celou výšku budovy (pro všechna podlaží), tj. nepočítá se se zvětšová-ním rychlosti větru s výškou nad terénem. Základní hodnota Q_V podle rovnice (1) se také použije pro kontrolu provzdušnosti oken $\Sigma(i \cdot l)$ podle požadavku, aby Q_V nebyla větší než $0,15Q_P$ (Q_P je tepelná ztráta propu-stepem stěnami).

U výškových budov vzniká rozdíl tlaku vyvolávající infiltraci nejen vlivem větru, ale také vlivem rozdílu měrných tíh vnějšího a vnitřního vzduchu, tj. vlivem rozdílu

teplot ($t_i - t_e$).¹⁾ Vnější přetlak přitom vzniká ve spodní části budovy pod tzv. neutrální rovinou. Tento vnější přetlak lze vypočítat z rovnice

$$\Delta p_t = g(h_0 - h)(\rho_e - \rho_i), \quad (2)$$

kde h_0 je výška neutrální roviny nad terénem (lze předpokládat, že $h_0 = 0,5 H$), h — výška daného místa (podlaží) nad terénem (viz obr. 1).

Podle rovnice (2) se rozdíl tlaku Δp_t zvětšuje s rostoucí vzdáleností ($h_0 - h$) pod neutrální rovinou a největší rozdíl je tedy v 1. podlaží nad terénem.

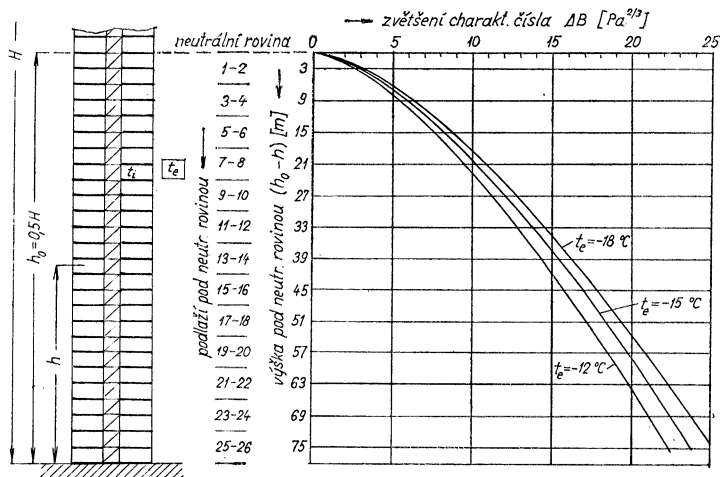
Vlivem rozdílu teplot dochází ve spodních podlažích výškových budov (pod neutrální rovinou) k přidavné infiltraci s tepelnou ztrá-tou

$$\Delta Q_V = c_V \cdot \Sigma(i \cdot l) \cdot \Delta B \cdot M(t_i - t_e). \quad (3)$$

Veličina

$$\Delta B = \Delta p_t^{2/3} = [g(h_0 - h)(\rho_e - \rho_i)]^{2/3} \quad (4)$$

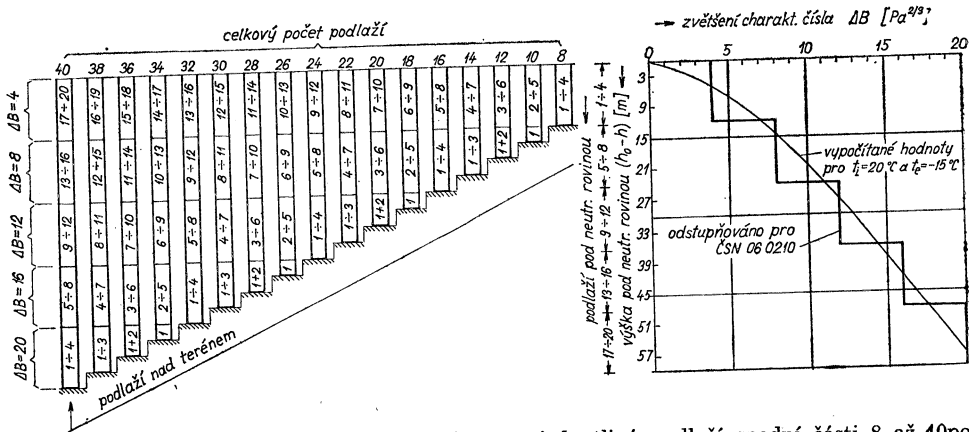
je zvětšení charakteristického čísla budovy vlivem rozdílu teplot. Průběh ΔB v závislosti na výšce pod neutrální rovinou ($h_0 - h$) je znázorněn v diagramu na pravé straně obr. 1. O lstopňování hodnot ΔB pro potřebu ČSN 06 0210 je naznačeno v diagramu na obr. 2, kde je také uvedeno rozdělení spodní části 8 až 40podlažních budov na oblasti po 4 podla-žích, pro které se počítá s hodnotami $\Delta B = 4, 8, 12, 16$ a $20 \text{ Pa}^{2/3}$. Hodnoty ΔB jsou uvedeny také v tab. 1.



Obr. 1. Závislost zvětšení charakteristického čísla ΔB vlivem rozdílu teplot na výšce pod neutrální rovinou ($h_0 - h$)

¹⁾ Podrobněji je infiltrace vlivem rozdílu teplot vysvětlena v závěrečné zprávě Ing. A. Chyby a Ing. K. Hemzala „Podklady pro revizi výpočtu infiltrace venkovního vzduchu u výš-

kových staveb“ (Výzkumný ústav pozemních staveb — Praha, 1974), která byla také podkladem pro vypracování příslušné části ČSN 06 0210.



Obr. 2. Zvětšení charakteristického čísla ΔB pro jednotlivá podlaží spodní části 8 až 40podlažních budov (návrh pro ČSN 06 0210)

Tab. 1. Zvětšení charakteristického čísla ΔB pro výškové budovy

Zvětšení charakteristického čísla budovy ΔB [$\text{Pa}^{2/3}$]	Při celkové výšce (počtu podlaží) budovy									
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
	pro podlaží nad terénem									
4	1 ÷ 4	2 ÷ 5	3 ÷ 6	4 ÷ 7	5 ÷ 8	6 ÷ 9	7 ÷ 10	8 ÷ 11	9 ÷ 12	
8	—	1	1 + 2	1 ÷ 3	1 ÷ 4	2 ÷ 5	3 ÷ 6	4 ÷ 7	5 ÷ 8	
12	—	—	—	—	—	1	1 + 2	1 ÷ 3	—	
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Zvětšení charakteristického čísla budovy ΔB [$\text{Pa}^{2/3}$]	Při celkové výšce (počtu podlaží) budovy							
	26	28	30	32	34	36	38	40
	pro podlaží nad terénem							
4	10 ÷ 13	11 ÷ 14	12 ÷ 15	13 ÷ 16	14 ÷ 17	15 ÷ 18	16 ÷ 19	17 ÷ 20
8	6 ÷ 9	7 ÷ 10	8 ÷ 11	9 ÷ 12	10 ÷ 13	11 ÷ 14	12 ÷ 15	13 ÷ 16
12	2 ÷ 5	3 ÷ 6	4 ÷ 7	5 ÷ 8	6 ÷ 9	7 ÷ 10	8 ÷ 11	9 ÷ 12
16	1	1 + 2	1 ÷ 3	1 ÷ 4	2 ÷ 5	3 ÷ 6	4 ÷ 7	5 ÷ 8
20	—	—	—	—	1	1 + 2	1 ÷ 3	1 ÷ 4

Tepelná ztráta infiltrací pro spodní podlaží výškových budov se v nové ČSN 06 0210 bude počítat ze vztahu

$$Q_V \text{ celk.} = Q_V + \Delta Q_V = c_v \cdot \sum (i \cdot l) \cdot (B + \Delta B) M(t_i - t_e) \quad (5)$$

Tato tepelná ztráta bude největší pro nejspodnější podlaží a směrem nahoru k neutrální rovině se bude postupně zmenšovat až na hodnotu Q_V podle rovnice (1). Pro podlaží horní části budovy (nad neutrální rovinou) se pak bude počítat se stálou hodnotou Q_V .

Pro bližší vysvětlení postupu výpočtu podle nové ČSN 06 0210 zde uvedeme hodnoty

charakteristického čísla budovy, se kterými se počítá tepelná ztráta infiltrací pro jednotlivá podlaží 20podlažní budovy (za předpokladu, že základní hodnota volená podle polohy budovy vzhledem ke krajíně je $B = 12$):

$$\text{pro 1. a 2. podlaží } \dots B + \Delta B = 12 + 12 = 24,$$

$$\text{pro 3. až 6. podlaží } \dots B + \Delta B = 12 + 8 = 20,$$

$$\text{pro 7. až 10. podlaží } \dots B + \Delta B = 12 + 4 = 16,$$

$$\text{pro 11. až 20. podlaží } \dots B = 12.$$

K výpočtu tepelné ztráty infiltrací u výš-

kových budov je nutno připojit ještě toto vysvětlení:

Zatímco tepelná ztráta postupem stěnami Q_P závisí na 1. mocnině rozdílu teplot $(t_1 - t_e)$, závisí přídatná tepelná ztráta infiltrací vlivem rozdílu teplot

$$\Delta Q_V = c_v \cdot \Sigma(i \cdot l) \cdot \Delta B \cdot M(t_1 - t_e) = \\ = \text{konst.} \cdot (t_1 - t_e)^{1+2/3}$$

na $(t_1 - t_e)^{5/3}$. Nemá-li tato okolnost působit potíže při centrální regulaci vytápění, nesmí ΔQ_V dosahovat v žádném případě příliš velké hodnoty. Tato podmínka je však v dostatečné míře zajištěna, když provzdušnost oken $\Sigma(i \cdot l)$ je volena tak, aby základní tepelná ztráta infiltrací vlivem větru $Q_V \leq \leq 0,15Q_P$.

MOŽNOSTI ROZVOJE VYTÁPĚNÍ V ŠESTÉ PĚTILETCE

VIII. národní konference oboru vytápění ČVTS — Komitétu techniky prostředí

Ve dnech 4. až 8. února 1975 proběhla VIII. národní konference oboru vytápění v Interhotelu Moskva - Pupp v Karlových Varech, pořádaná odbornou skupinou vytápění Komitétu techniky prostředí ČVTS Praha ve spolupráci s Domem techniky Praha. Byla to již 8. konference z oboru vytápění za posledních 18 roků, které se zúčastnilo více než 600 odborníků.

Tématika předcházejících konferencí obsahovala problematiku aktuální v době konání konference. Tak tomu bylo i letos, kdy celá naše společnost se zabývá přípravou 6. pětiletého plánu. Tato problematika byla také hlavní náplní konference.

Jednání konference bylo rozděleno do tří sekcí a rovněž i členění sborníku s 25 příspěvky od 28 autorů bylo upraveno do tří témat:

- I. Rozvoj oboru vytápění
- II. Projektování
- III. Montáž a provoz

Jednání v každé sekci bylo časově rozděleno do dvou částí. V první části byla přednesena zpráva generálního zpravodaje. V druhé části probíhala tzv. panelová diskuse, kdy byly zodpovězeny četné připomínky, náměty a dotazy.

Večer druhého dne konference byl věnován diskusním kroužkům ve třech zájmových skupinách:

- a) regulovatelné ejektory,
- b) použití termostatických regulačních ventilů,
- c) elektrické vytápění.

Zájem o toto setkání byl velký, diskuse bohatá až do pozdních večerních hodin.

Večer třetího dne byl ukončen společenským setkáním se společnou večeří, které se zúčastnilo 180 osob.

Poslední den konference byl věnován exkurzím. Přihlásilo se 505 účastníků, 186 zájemců si prohlédlo horkovodní tepelnou síť provozovanou s kombinovanou kvalitativně kvantitativní ústřední regulací teploty ve zdroji tepla. Prohlídky vytápěcích a v duchotechnických zařízení Interhotelů se zúčastnilo 319 osob.

Účastníci konference přijali následující závěry:

1. Osmá národní konference, pořádaná ČVTS — Komitétem pro techniku prostředí — odbornou skupinou vytápění v únoru 1975 v Karlových Varech proběhla v době přípravy

národního hospodářství na 6. pětiletku. V úsilí o splnění úkolů, daných XIV. sjezdem KSČ opíralo se jednání zejména o usnesení květnového pléna o vědeckotechnickém rozvoji, zdůrazněné závěry listopadového pléna ÚV KSČ.

2. Téma konference, zaměřené na možnosti rozvoje oboru v 6. pětiletém plánu, kdy bude nutno zajistit vytápění pro 1 030 000 bytových jednotek a řadu objektů občanské a průmyslové výstavby, představující objem ročně realizovaných investic 5 miliard Kčs, bylo vyčerpáno řadou publikovaných a přednesených příspěvků.

3. Jednání dospělo k řadě technických závěrů, které budou respektovány v další činnosti výzkumných, hospodářských i kontrolních organizací, ústavů a pracovišť tak, aby byly vytvořeny předpoklady pro úspěšné splnění vysokých úkolů.

Účastníci konstatovali, že ke splnění úkolů je nutno:

- a) urychleně využít výpočtové techniky,
- b) urychleně zavádět moderní metody a nové konstrukce,
- c) plně využívat nové výrobky, které musí být v dostatečném počtu podle již vydaných předpisů a racionalizačních programů zavedeny do projekce, výroby a montáže,
- d) plně využít iniciativu pracovníků a dobré zkušenosti racionalizačních brigád a brigád soc. práce,
- e) zvýšit tempo prací na normalizačním a legislativním úseku tak, aby tato nutná část řízení nezaostávala za rozvojem techniky,
- f) realizovat státní program racionalizace ve spotřebě paliv a energie.

Výbor odborné skupiny 2. Komitétu pro techniku prostředí projednal na své schůzi dne 19. 3. 1975 závěry VIII. národní konference „Možnosti vytápění v šesté pětiletce“ v Karlových Varech ve dnech 3.—6. února 1975 a usnesl se navrhnout na základě jednání konference jako rozpracování bodu 3 závěrů splnění následujících technických a organizačních opatření:

3.1 Pokračovat ve vydávání katalogu výrobků pro ústřední vytápění K 2 (STÚ) v dosavadní formě — samostatně v pravidelných cyklech. Tato forma se osvědčila, změny systému nepovedou ani k úsporám papíru ani k úsporám technických kapacit u vydava-

tele, způsobí však značné ztráty v projekčních a montážních organizacích a povedou k užívání zastaralých výrobků.

3.2 Pokračovat a urychlit vývoj a výrobu prvků pro jednotrubkové soustavy, realizovat tyto soustavy a zkušenosti ihned rozšiřovat tak, aby mohlo být již v počátcích 6. pětiletky dosaženo předpokládaných ekonomických přínosů.

3.3 Modernizace vytápěcích soustav závisí mj. na výrobě čerpadel o vyšších parametrech a radiátorových armatur s plynule nastavitelnou vyšší tlakovou ztrátou. Tyto požadavky by splnila čerpadla pro pracovní teplotu 110—130 °C a tlak 60 až 80 kPa.

3.4 Pro další rozvoj použití elektrické energie pro vytápění je nutno dohodnout jednotný postup, zejména v otázce použití druhu a parametrů akumulčních látky, typu otopné soustavy, ve kterém by byly sjednoceny názory energetiků, topenářů i hygieniků.

3.5 Řadu problémů při projednávání projektů ústř. vytápění vyřešilo by oficiální stanovisko hlavního hygienika ČSSR k otázkám povrchových teplot otopných těles, popříp. topidel, určené především pro sjednocení názorů pracovišť hygienických služeb, které projekty schvalují.

3.6 Významných úspor lze dosáhnout dalším sledováním těchto otázek:

a) izolačních a akumulčních vlastností staveb,

b) vývojem prvků pro výrobu tepla a organizací jejich dodávek jako komplexů (např. hořák + kotel + regulační obvody + měřicí přístroje),

c) vývojem prvků pro stavbu moderních komínů odolávajícím kondenzátům spalín ušlechtilých paliv,

d) soustavným studiem podmínek racionálního využití energie ve vytápěných prostorách,

e) urychleným ověřením parametrů zavěšených sálavých panelů — Slavindustria B. Bystrica a zavedením do sériové výroby, f) dořešením problematiky prosklených

ploch budov, zejména otázky těsnění, trojitého zasklení, meziokenních a podparapetních dílců atp.

3.7 Znovu prověřit systém přidělování palivových základěn a to i pro tuhá paliva, tak, aby bylo dosaženo původního záměru, tj. využití ušlechtilých paliv tam, kde je to nezbytné z více hledisek.

3.8 Vzhledem k situaci v palivech provést urychleně inovaci výrobního programu kotlů na pevná paliva; prosazovat výrobky automatizované a zejména věnovat pozornost vývoji a výrobě moderních přídavných pomocných zařízení (zauhlování, odškvarování).

3.9 Urychlit práce na přípravách následujících ČSN — připravené bez zdržení vydat: ČSN 06 1101 — otopná tělesa

ČSN 06 0210 — výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění

ČSN 73 4205 — komíny

ČSN 73 4211; 73 4212 — výpočet komínových průduchů

ČSN 73 4219 — připojování spotřebičů ke komínům

ČSN 73 0504 — tepelné technické vlastnosti stavebních konstrukcí.

3.10 Zahájit práce na vytypování problémů, které by bylo možno řešit výpočetní technikou za spolupráce různých pracovišť tak, aby byl vytvořen soubor programů pro řešení dílčích i komplexních úloh techniky prostředí, který by byl dostupný všem projekčním pracovníkům.

V 6. pětiletém plánu, tj. v letech 1976—80 máme zajistit vytápění 610 000 nových bytů a 420 000 bytů rekonstruovaných, tj. ročně v průměru 206 000 bytů. Ročně realizované investice pro obor vytápění v 6. PLP se odhadují na 5 mld Kčs/rok. Je to úkol veliký a závažný, na němž závisí i spokojenost miliónů občanů, bydlících v ústředně vytápěných bytech. Účastníci konference dospěli k přesvědčení, že úkoly kladené na obor vytápění v 6. pětiletém plánu bude možno splnit.

Doc. Ing. Karel Labouška, ČSČ.

„50 LET CENTRALIZOVANÉHO ZÁSOBOVÁNÍ TEPEM V SSSR“

10. a 11. prosince 1974 se konala v Leningradu jubilejní všesvazová konference s mezinárodní účastí na uvedené téma. Jako hosté se zúčastnily zahraniční delegace BLR, RSR, MLR, NDR, PLR, a ČSSR. Na konferenci byly zastoupeny všechny svazové republiky a autonomní oblasti. Vystoupilo celkem 20 řečníků s časově náročnými referáty. Ve sborníku byly otištěny jen stručné teze, a proto se každý autor snažil přednést co nejvíce z toho, co otištěno nebylo, a téměř každý byl ve svém časovém nároku omezován.

O tom, jaký význam se centralizovanému zásobování teplem v SSSR přikládá, hovoří kvalifikace a pracovní postavení jednotlivých autorů. V několika případech to byli náměst-

kové ministrů energetiky (případně bytového a komunálního hospodářství) svazových republik, dále pracovníci akademie věd SSSR a vysokých škol i vedoucí pracovníci energetických závodů. Konferenci zahajoval i uzavíral první náměstek ministra energetiky SSSR *E. I. Borisov*.

Většina projevů byla odborně konstatujícího rázu. Byl dokumentován prudký vzrůst teplotěnského způsobu zásobování teplem v SSSR; tímto způsobem je tam dnes zásobováno na 800 měst, celková délka tepelných sítí je asi 8 000 km (v ČSSR kolem 80 měst a délka sítí asi 1 100 km — což je v relaci, pokud jde o počet, nikoliv však o výkon a podíl na energetické bilanci země).

Tab. 1. Ekonomická efektivnost teplárenství

Ukazatel	Jednotky	1961 až 1965	1966 až 1970	1971 až 1975
Přírůstek výkonu energetických centrál	GW	11,8	13,1	13,2
Úspora paliva celkem	mil. t. m. p.	40,5	92,8	137,5
Vlivem teplár. způsobu	mil. t. m. p.	36,2	86,3	125
Vlivem zlepšené účinnosti kotlů tepláren i výtopen	mil. t. m. p.	4,3	9,2	12,5
Přírůstek úspory paliva	mil. t. m. p.	23,7	52,3	44,7
Střední cena 1 tuny měrného paliva	rublů	10,4	14,1	15,0
Hodnota úpory paliva	mil. rb.	246	736	680
Úspora investic vlivem stavby tepláren místo výtopen a elektráren	mil. rb.	827	919	926

Tab. 2. Snížení měrné spotřeby paliva v g m.p./kWh v pětiletkách

Roky	Všechny zdroje	Kondenzační elektrárny	Teplárny
1961—65	468 — 413 = 55	465 — 426 = 39	475 — 397 = 78
1966—70	413 — 366 = 47	426 — 388 = 38	397 — 324 = 73
1971—75	366 — 340 = 36	388 — 369 = 19	324 — 288 = 36

Tab. 3. Bilance spotřeby paliv pro městské zdroje zásobování teplem v procentech celkové spotřeby

Zdroj	Druh paliva	1965	1970	1975	1980
Teplárny	plyn	23,4	26	35,4	42,7
	mazut	19,3	28	25,5	22,9
	uhlí	48,4	39	31,4	27,5
	ostatní druhy paliv	8,9	7	7,7	8,9
Výtopy	plyn	21,1	27	51	56
	mazut	13,9	16,8	22,5	23,7
	uhlí	43,8	38,9	23,7	18,8
	ostatní druhy paliv	21,2	17,7	2,8	1,5
Místní zdroje	plyn	8,6	9,1	19,4	30,9
	mazut	3,9	3,9	6,4	4,5
	uhlí	52,4	52	48,4	41,8
	ostatní druhy paliv	35,1	35	25,8	22,8

Tab. 4. Potřeba tepla v průmyslu podle odvětví na konci pětileték

Rok	1965		1970		1975		1980	
	mil. Gcal	%	mil. Gcal	%	mil. Gcal	%	mil. Gcal	%
průmysl paliv	86,5	11	121,3	10,9	158	10,5	190	10,0
černá metalurgie	61,5	7,8	80,1	7,2	95	6,4	110	5,7
barevná metalurgie	30,0	3,8	41,9	3,8	56	3,8	68	3,6
chem. a naft. průmysl	112,5	14,3	168,5	15,2	250	16,9	350	18,5
strojírenství	136,7	17,3	202,4	18,3	250	16,9	290	15,3
lesní a dřevaobráběcí průmysl	64,8	8,4	85,6	7,7	111,1	7,5	132,7	7,0
průmysl stavebních materiálů	50,9	6,5	76,3	6,9	110	7,5	140	7,5
potravinářský prům.	100,6	12,8	115,4	10,4	140	9,5	169	9
lehký průmysl	42,5	5,4	61,8	5,6	82,4	5,6	100,2	5,3
jiná odvětví	101,8	10,7	155,9	14	229,5	15,4	350,1	18,1
celkem průmysl včetně stavebnictví a dopravy	787,8	100	1109,2	100	1480	100	1900	100

V SSSR je dnes teplárenství objektivně považováno za nejhospodárnější způsob využití energie paliv. Proto stát věnuje tomuto odvětví plnou podporu. Přesto, že světové potřeby ve sféře paliv a energie, plynoucí z cenových požadavků zemí vyvážejících ropu, se v sovětském hospodářství záporně neodrážejí, věnují i zde značnou pozornost hospodaření s palivou. To dokumentují následující údaje (zveřejněné během jednání, nejsou ve sborníku).

Jak tedy plyne z tab. 2, je v r. 1975 střední měrná spotřeba měrného paliva v SSSR 340 g/kWh, zatímco v ČSSR je asi 400 až 409 g. Přitom jsou paliva u nás průměrně dražší než v SSSR. Snaha po úsporách energie projevuje se v SSSR i sledováním využití ostatních přírodních zdrojů, například geotermálního tepla. Příspěvek *Ing. Ju. I. Sultanova* z Dagestánské ASSR se zabýval využitím teplých pramenů o teplotě do 95 °C v zásobování teplem a teplou užitkovou vodou. Srovnává cenu tepla z Machačkalinské teplárny na fosilní palivo (4,9 rublu/Gcal) a z geotermálních vod Dagestánu (0,55 rublu/Gcal) a dokumentuje tak značné roční úspory, které využitím vznikají.

Přestože je v SSSR dostatek fosilních paliv, jsou zpracovávány studie o rozvoji jaderného teplárenství. Jaderné teplárny, které u nás jsou jediným řešením v tomto odvětví pro nejbližší budoucnost, jsou v SSSR ekonomické od tepelného zatížení 1 750 MW výše při hodnotě tepelného součinitele 0,6 až 0,8. Teploty a tlaky vody v tepelné síti jsou při tom značně vyšší než u tepláren na fosilní paliva (210 až 250 °C). Tyto údaje se týkají evropské části SSSR.

Značná pozornost byla na konferenci vě-

nována též tepelným sítím, které byly hodnoceny jako členek soustavy CZT, který zasluhuje (podobně jako u nás) největší pozornost. Kritický byl příspěvek *doc. N. K. Gromova*, který hodnotil tepelné sítě jako díla neodpovídající komunistickým zásadám práce a péče o člověka. U plynovodů a vodovodů se v SSSR dodržují dvě hlavní zásady:

— ponechávají rezervy pro připojení nepředvídaných odběratelů,

— rozdělují síť na sekce, které jsou vzájemně propojené.

Tyto zásady se při stavbě tepelných sítí neuplatňují ve snaze snížit celkové náklady, což bývá v SSSR přičinou potíží a poruch. Jako další hlavní příčinu poruch tepelných sítí označil s. Gromov vnější koroze. Tepelná izolace pěnobetonem se v SSSR podobně jako u nás vcelku neosvědčila. Světlou výjimkou v tomto směru je tepelná síť Leningradu, jejíž některé úseky úspěšně fungují v pěnobetonové izolaci již 29 roků.

V tepelných izolacích potrubí dosáhl dobrého úspěchu Leningradský obvodní vědeckovýzkumný a projektový ústav typových a experimentálních staveb, oddělení plastických hmot, vedené *A. N. Krašeninnikovem, DrSc.* Oddělení vyvinulo prefabrikovanou tepelnou izolaci z fenolových proplastů s tepelnou vodivostí 0,06 W/mK.

Záruka vlastnosti je 30 let. Cena této izolace na 1 m trubky se pohybuje od 4,90 rublu (Js 50) do 10,15 rublu (Js 200).

Při jubilejním rázu a své šíři (asi 900 přihlášených účastníků) nemohla konference dospět k jednoznačným technickým závěrům. Šíře získaných poznatků je značná a bude zpracovávána několik měsíců.

Brož

Tab. 5. Dosažené a dosažitelné základní ukazatele rozvoje centralizovaného zásobování teplem v SSSR

Název ukazatele	rozm.	dosažené		dosažitelné		zlepšení v %	
		střední	nejlepší	střední	nejlepší	střední	nejlepší
1	2	3	4	5	6	7	8
Měrné investiční náklady souč. tepláren 300—600 MW při průměr. podmínkách v evropské části SSSR	rublů kW	240—220	210—190	220—200	190—180	8—9	9,5—5
		217—190	175—160	190—170	170—150	9,5—105	3—6
měrná pracnost (živá práce)	prac. směn kW	5—4,5	4—3,5	3,5—3,0	2,5—2,0	30—33	37—42
		4,5—4,0	2,5—3,0	3,0—2,5	2,0—1,5	33—37	42—50
délka období vnitřní přípravy	měs.	18—16	14—12	10—8	6—5	80—100	220
trvání výstavby do zapojení prvního bloku	měs.	46—40	40—34	24—22	24—22	39—38	40—35
		40—34	30—26	24—22	20—18	40—35	33—31
příprava technického projektu	měs.	10—8	8—7	7—6	6—5	30—25	25—28
zhotovení pracovních výkresů	měs.	18—16	16—15	15—12	8—6	17—25	50—60
celková délka cyklu projekt—výstavba	měs.	65—56	56—48	40—35	34—30	38—37	39—37
		59—50	46—40	35—30	30—26	40—40	35—37
měrné náklady na výstavbu magistralních teplovodů \varnothing 400 až 1200 mm	tis. rub. km	cca 17	—	cca 14	—	18	—
měrná pracnost výstavby tepelných sítí (živá práce) (průměr 400 až 1200 mm)	prac. směn m	7—9	—	3—4	—	57—55	—
měrná spotřeba měrného paliva na 1 kWh při par. 130 bar, 535 °C	gm. p. kWh	270	150	220—230	150	15—18	—
měrná výroba elektřiny na jednotku dodaného tepla	kWh Gcal	320—350	—	420—450	—	23	—
úroveň výroby elektrické energie podle potřeby tepla	%	60	100	70—75	100	—	—
podíl tepláren na krytí diagramu el. zatížení	%	cca 10	—	25	—	—	—

Oborové normy generálního ředitelství SIGMA, Závodu na výrobu čerpacích zařízení a armatur, Olomouc, jsou označeny zkráceně jen SIGMA.

- ČSN 11 0038 — *Ponorná čerpací soustrojí. Zkoušení a dodávání.*
Vyhlášení změny b) z října 1974 pro čl. 57. Platí od 1. 1. 1975.
- ČSN 13 0010 — *Potrubí a armatury. Jmenovité tlaky Jt.*
Vyhlášení změny a) z července 1974, která byla vydána tiskem. Platí od 1. 10. 1974.
- ČSN 13 2300 — *Potrubí. Trubková hrdla přivařovací. Technické dodací předpisy.*
Vyhlášení změny a) z července 1974, která byla vydána tiskem. Platí od 1. 10. 1974.
- ON 13 3062 — *Armatury průmyslové. Směrnice pro vypracování montážních a provozních předpisů.*
Oborová norma SIGMA. Platí od 1. 11. 1974.
- ON 13 3100 — *Průmyslové armatury. Ovládací prvky armatur. Přehled.*
Oborová norma SIGMA. Nahrazuje ON téhož čísla z 25. 4. 1962. Platí od 1. 10. 1974.
- ON 13 3112 — *Ruční kola se čtyřhrannou dtrou.*
Vyhlášení změny a) z října 1974 pro 4. sloupec u rozměru „S“. Platí od 1. 11. 1974.
- ON 13 3712 — *Šoupátka ze šedé litiny Jt 6 s přípojovacími rozměry přírub Jt 10.*
Vyhlášení změny b) z října 1974 pro tabulku 1 a 2. Platí od 1. 11. 1974.
- ON 13 3802 — *Šoupátka třmenová ze šedé litiny Jt 6 s přípojovacími rozměry přírub Jt 10.*
Vyhlášení změny b) z října 1974 pro tabulku 1. Platí od 1. 11. 1974.
- ON 13 4290 — *Armatury průmyslové. Vtokové koše ze šedé litiny.*
Oborová norma SIGMA. Platí od 1. 11. 1974.
- ČSN 13 6503 — *Potrubní armatury vodárenské. Navrtávací pasy. Technické dodací předpisy*
Nahrazuje ON téhož čísla ze 4. 11. 1963. Platí od 1. 10. 1974.
- ČSN 13 6592 — *Navrtávací pasy bez uzávěru Jt 10. Rozměry.*
Platí od 1. 10. 1974.
- ČSN 13 6594 — *Navrtávací pasy s kulovým uzávěrem Jt 10. Rozměry.*
Platí od 1. 10. 1974.
- ČSN 13 7052 — *Přímé vypouštěcí kohouty s čepem — Jt 6.*
Vyhlášení změny a) z listopadu 1974 pro čl. 2. Platí od 1. 1. 1975.
- ČSN 13 7058 — *Přímé vypouštěcí kohouty s čepy — Jt 6.*
Vyhlášení změny a) z listopadu 1974 pro čl. 2. Platí od 1. 1. 1975.
- ČSN 13 7500 — *Tlakoměrové kohouty a ventily a součásti tlakoměrových přípojek. Přehled.*
Stanoví základní rozměry. Nahrazuje ČSN téhož čísla z 13. 12. 1961. Platí od 1. 1. 1975.

● Energetická krize v západní Evropě

Energetické bilance provedená v r. 1973 pro členské země EHS nevyvolala uspokojení—potřeba energie převyšuje dodávkové možnosti při využití všech dostupných zdrojů, včetně uvažovaných zásob plynu a oleje v Severním moři. Omezení dodávek oleje ze zemí Středního Východu značně vyzdvihlo do popředí otázku hospodaření s energií. Nejvíce postižené země trpí 20% schodkem.

Všech devět členských zemí EHS závisí silně na dovozu oleje pro primární energii. Nejvíce závislá je Itálie, poněvadž 75% její energie pochází z oleje. Velká Británie a NSR jsou nejméně postiženy, neboť jejich potřeba energie je kryta olejem jen z 50%. Ve všech zemích vykazuje uhelný průmysl sestup a jaderná energetika (s výjimkou Velké Británie) pomalý nástup. Tak v r. 1975 má Francie a NSR vyrábět 2–4% celkové energie v jaderných elektrárnách s nárůstem na 5–9% do roku

1980. Těžba plynu a oleje v Severním moři má v r. 1975 pokrýt asi 10 % potřeby energie západní Evropy.

V některých zemích silně převažuje olej jako palivo pro vytápění budov. Např. Francie v r. 1970 vytápěla olejem 62 % budov, což představovalo 55 % celkové spotřeby energie v zemi. Právým opakem je Velká Británie, kde domácnosti spotřebují na otop pouze 9 % oleje ve srovnání s průměrem celkové spotřeby 47 %.

Výhled do budoucnosti je proto pro většinu evropských zemí málo povzbudivý. Ubývající zásoby oleje a malý trend rozvoje jiných forem energie vedou pouze k jedinému řešení — zvýšení využitelnosti energie. Toho lze dosáhnout třemi základními cestami; zvýšením účinnosti energetických cyklů, snížením požadavků na energii a využitím odpadního tepla.

Zvýšení účinnosti energetických cyklů

Běžné kotle a výměníky na přímé spalování dosáhly dnes prakticky horní hranici účinnosti. Její strop se pohybuje asi v oblasti 85 % a závisí na faktoru kondenzace. Nicméně sezónní účinnost může klesnout ztlačně pod optimum v důsledku tlumeného provozu. Správná volba hořák — výměník tepla zajistí, aby účinnost blížící se špičkové byla udržena i po dobu snížené zátěže. Přecenění požadavků na vytápění směřuje k nízké zátěži, která pak vede k nižší sezónní účinnosti.

Údržba je jiný důležitý faktor. Špinavé povrchy výměníků mohou značně snížit účinnost. Vytápění olejem je spojeno se značným faktorem znečištění. To vzbudilo zájem na vývoji hořáku na emulzi olej—voda, který vykazuje značně čistší spalování.

Cesta k proražení účinnostní bariéry, bez průvodních nepříjemností byla již popsána (HPAC 9/71). Technika „ponořeného spalování“ (hořící plyn v kaskádovém výměníku) umožňuje účinnosti až 95 %. Omezením jsou zde poměrně nízké střední teploty vody potřebné k dosažení vysoké účinnosti. Zpětná voda musí být udržována asi na 32 °C a přiváděná voda asi na 82 °C nebo méně.

Výroba elektrické energie je cyklus s velkými ztrátami. Průměrná energetická účinnost např. ve Velké Británii je 28 %. Jedna z posledních postavených elektráren o výkonu 4 000 MW má tepelný příkon (v palivu) 10 000 MW. Ztráty elektráren jsou tak značné, že ztracená tepelná energie, kterou by bývalo možno využít ve Velké Británii v r. 1970 by pokryla téměř celou tepelnou zátěž britských domácností v témže roce.

Většina elektráren používá oleje nebo uhlí, ale některé přecházejí na zemní plyn. V Belgii jedna třetina veškeré elektrické energie se získává v elektrárnách vytápěných plynem. Z hlediska životního prostředí je zemní plyn forma dodávané energie, která se nejlépe hodí pro vytápění, chlazení nebo pro celoeenergetické systémy, neboť produkuje spaliny v malé míře a neviditelné. Hned po SSSR využívá NSR nejvíce kombinované tepelné energie. Přes 70 % současných dálkových teplovod-

ních sítí je zásobováno odpadní parou. NSR je také země s jedním z největších podílů tepelných elektráren vytápěných uhlím — 67 % v r. 1972.

Jaderné elektrárny, kombinované s dávkou tepla do dálkové tepelné sítě se zdají být dnes ideálním řešením. Švédsko je zatím jedinou zemí, která široce uplatňuje tento způsob.

Celoeenergetické systémy ve všeobecně chápaném významu, tj. výroba elektrické i tepelné energie v místě spotřeby se v Evropě ujímají jen pozvolna. Jeden z největších projektů tohoto systému ve Francii je nově mezinárodní středisko v Paříži s celkovou energetickou zátěží 33 MW. Největší celoeenergetický systém ve Velké Británii je v jedné továrně na cigarety s celkovou energetickou zátěží 28,5 MW.

Snížení požadavků na energii

Úvahy o spotřebě energie pro budovy vycházejí běžně z její konstrukce, vybavení a norem pohody prostředí (případně vylepšených), z čísla kdy se zaměří na dokonalejší řešení budovy. K zachování energie v budoucnosti a ve snaze o její vyšší stupeň využití, musí být sníženy základní požadavky na topné a chladicí zátěže. To znamená lepší izolaci, menší plochu zasklení a propracovanější řešení, krátce snížení specifické tepelné zátěže (tj. W na m³ prostoru).

Normy na izolace se v Evropě značně různí. Velká Británie např. je na spodní části žebříčku, i když Londýn má též počet topných denostupňů jako většina západoevropských metropolí s nízkými zimními venkovními teplotami. Švédský standard je např. třikrát vyšší než ve Velké Británii. Poslední studie o vlivu zlepšené izolace v nových obytných budovách ve Velké Británii doporučuje použít na střeších rodinných domků 50 mm minerální vaty místo 25 mm, což povede okolo r. 1980 k ročním úsporám topného oleje ve výši cca 1,5 miliónu tun, přičemž se vycházel z předpokladu, že takto bude izolováno jen 30 % z celkového počtu domků.

Ve Francii ovlivnily normy s vyššími požadavky na izolaci pro celoeenergetické systémy výrobu izolací — jeden z největších výrobců skleněné vaty oznámil v r. 1972 30 % nárůst odbytu.

Důležitost izolace může být posuzována i z toho faktu, že jen 10 % úspora na energii v obytných budovách ve Francii a v NSR by dvakrát převýšila současně instalovaný tepelný výkon dálkového vytápění v obou zemích.

Vzmemeli v úvahu, že obytný sektor je největším spotřebitelem tepelné energie (asi 3 × až 4 × větší než u nebytových objektů), budou mít největší výsledný účinek izolace obytných budov. Ve Velké Británii je v popředí zájmu průmysl výroby izolačních materiálů pro současné stavby. Největší pozornost je věnována zdvojeování zasklení. Vzrůstající tendenci vykazuje izolace stěn nanášením rychle tuhoucích pěn a střech minerální vatou.

Jiný faktor přispívající ke zvýšené spotřebě energie jsou rostoucí požadavky na vyšší teploty obytných prostorů. V minulém desetiletí byla považována za dostačující teplota 20 °C, nyní není neobvyklá teplota 22 °C. Nedávná práce *Fangerova* uvažuje, že 23 až 24 °C není příliš mnoho pro sedící osoby. Na druhé straně z psychofyzilogického hlediska nedoporučuje *Missenard* více než 18 °C, neboť tvrdí, že za určitý čas povedou teploty 23 až 24 °C k zakrnění (atrofii) lidského termoregulačního systému. Otázka optimálních teplot není tedy v žádném případě rozhodnuta, přičemž nemůže být v této oblasti opomenuta ekonomická závaznost energetické stránky.

Podíl venkovního vzduchu je jiným významným faktorem z hlediska spotřeby energie. Z čistě fyziologického hlediska může být podíl čerstvého vzduchu snížen na čtvrtinu v současné době doporučovaných hodnot. Rozhodujícími kritériem je totiž hladina pachů a nikoliv nedostatek kyslíku nebo tvoření CO₂. Užíváním filtrů s aktivním uhlím plus HEPA filtrů (tzn. vysoce účinných) může snížit celkové množství vzduchu a recirkulovat ještě použitelný vzduch.

Využití odpadního tepla

Kromě jiných zdrojů regenerace tepla (elektrárny, celoenenergetické systémy) může být získáno teplo přímo z kondenzátorů chladicích zařízení a z osvětlení. V Evropě se nyní začíná rozšiřovat regenerace tepla z odpadního vzduchu. Zařízení spočívá na principu rotujícího bubnu a teplotonosné trubky. Zde je na předním místě Švédsko, kde např. regenerace na principu teplotonosné trubky bylo použito do konce roku 1971 v 3 600 bytech a podíl znovuzískaného tepla se odhaduje na 50 až 60 % z tepla v odpadním vzduchu.

Teplo může být získáno také z odpadků. Zvyšující se produkce odpadků a jejich rostoucí kalorická hodnota si toto vynucují jak z ekonomického, tak i ze sociálního hlediska. Např. spalovny v Paříži, na něž je napojen rozvod dálkového vytápění, dávají ročně

1,2 miliónů tun páry z 1,6 miliónů tun odpadků (výhřevnosti asi 2 800 kJ/kg, tj. 670 kcal/kg). Jiný proces zkoumaný v laboratoři Warren Spiring ve Velké Británii je pyrolýsa, proces, při němž se destilují spalitelné plyny z odpadků za nepřítomnosti vzduchu. Uvádí se, že 10 kg odpadků vydá tolik tepla jako 1 kg uhlí.

Energetické zdroje v budoucnosti

Energií budoucnosti je jaderná energie, myslíme-li na konec tohoto století a na začátek příštího. Avšak některé zajímavé myšlenky se zaobírají i jinými zdroji a médii.

Francouz *F. Lessing* navrhuje využití vodíku uvolňovaného z mořské vody za pomoci jaderné energie, kde jeho výroby by byly na velkých plovoucích ostrovech blízko pobřeží. Je možné dopravovat vodík potrubím asi za osminu současných nákladů na rozvod elektrické energie. Výhodou tohoto systému je čistota procesu, protože produkt spalování je voda.

Američan *A. Bruckner* uvažuje o využití energie větru. Voda načerpaná do výše položených zásobovacích nádrží tisícem větrných mlýnů by vydala tolik energie jako jedna jaderná elektrárna. Jiný Američan *Thring* navrhuje místní výrobu tepla a energie pro jednotlivé rodinné domy využitím síly větru a slunečního záření. Generátor 4 kW a baterie by mohly zajistit dostatek energie pro tříčlennou rodinu. Náklady by byly asi 2 000 dolarů za generátor. Sluneční sběrače pokrývající střechu by zajistily asi ze 30 až 50 % vytápění místností, zbytek by byl uhrazen tepelným čerpadlem poháněným energií od větrného mlýnu.

Tyto myšlenky představují dlouhodobý výhled. V nejbližším desetiletí musí být vzrůstající potřeba energie vyrovnávána jejím hospodárnějším využíváním.

Podle článku: A. A. Field, Energy: crisis and conservation, Heating/Piping/Air Conditioning sv. 46, č. 2/1974, str. 57—64.

(Ku)

● Vzduchové poměry v operačním sále s vertikálním „pístovým“ prouděním v operačním poli

(Podle *H. Neugart: Heizung-Lüftung-Haus-technik* 25, 1974, č. 11, s. 389—392)

V operačních sálech pro obtížné chirurgické zákroky se používá málo turbulentního „pístového“ proudění. Aby se snížily náklady, dělá se přívod jen částí stropu přes filtry Hosch. Byla provedena měření teplot a proudění vzduchu v sále při přívodu vzduchu v části stropu, a to buď volně nebo s oddělením této části závěsy z fólií plastických hmot od ostatního prostoru. Proudění je nepříznivě ovlivněno svítidlem a operačním týmem. Byly stanoveny intenzity výměny vzduchu pomocí

změny koncentrace rozptýlených částic v závislosti na čase. V případě s vypnutým svítidlem bylo při málo turbulentním přívodu vzduchu dosaženo intenzity výměny vzduchu 170 h⁻¹. Při zapnutém osvětlení se snížila výměna vzduchu na 91 h⁻¹. Počet zárodků při málo turbulentním proudění činil 10 až 40 v 1 m³, zatímco v běžně klimatizovaném prostoru při intenzitě výměny vzduchu 20 h⁻¹ se pohybuje v rozmezí 50 až 200. Prvý způsob je tedy pětikrát účinnější než druhý. Ještě lepších výsledků se dosáhne v případě přívodu vzduchu v celé ploše stropu. Pro sál byla navržena celková intenzita výměny vzduchu 600 h⁻¹. V místě chirurgického zákroku byla výměna vzduchu 436 h⁻¹ a počet zárodků 3 až 10 v 1 m³.

(Op)

Épületgépészet 23 (1974) č. 3

— II. Országos Épületgépészeti Gázkonferencia (II. národná konferencia o inštaláciách plynu v budovách), I Ballay, 97—100.

— Földgáz a háztásokban (Zemný plyn v domácnostiach), *M. Nagy*, 101—109.

— Háztartási gázkészülékek égéstermek-elvezetése (Odvod spalín z plynových spotrebičov v domácnostiach), *Völgyes I.*, 109—116.

— Belsőtérü konyhák gázellátási problémái (Problémy v zásobovaní plynom vnútorne disponovaných kuchýň), *F. Bodnár*, 117—127.

— Tetőtéri gázkazánházak (Strešné plynové kotolne), *F. Mészáros*, 128—133.

— A. II. Országos Épületgépészeti Gázkonferenciával kapcsolatos rendezvények (Ünnesenia z II. národnej konferencie o inštalácii plynu v budovách) 134.

— Kis hőtehetlenségű épületek légállapotváltozásainak fizikai modellezése (Modelovanie stavových zmien vzduchu v budovách s malou tepelnou inerciou), *Gy. Péntzes*, 135—141.

— A mesterséges világítás követelményei (Požiadavky na umelé osvetlenie), *Dr. T. Lantos*, 142.

Épületgépészet 23 (1974) č. 4.

— 25 éves a szovjet-magyar műszaki tudományos együttműködési egyezmény (25. výročí sovietsko-maďarskej zmluvy o vedecko-technickej spolupráci), 145—146.

— A klimatizálás hűtési teljesítményét és energiafogyasztását befolyásoló tényezők (Činitele ovplyvňujúce chladiaci výkon a spotrebu energií klimatizačných zariadení), *Gy. Szabó*, 147—153.

— Beszámoló a drezdai lég- és klimatechnikai konferenciáról (Referát o vzduchotechnickej konferencii v Drážďanoch), *M. Palócz*, 153.

— Az ember tevékenységét befolyásoló fontosabb ergonómiai tényezők (Dôležitejšie ergonómické činitele ovplyvňujúce činnosť človeka), *Dr. L. Csokó*, 154—157.

— Jellemző szám tagos hőleadók gépi méretezéséhez (Údaj pre výpočet článkových výmeníkov na počítačoch), *Fodor A. Csaba*, 158.

— Hőszükségletszámítás számítógéppel (Výpočet potreby tepla na počítači), *J. Stojanovič*, 159—160.

— A finn szauna fiziológiai és tervezési kérdéseiből (Fiziológické a projekčné otázky fínskych saun), *L. Emhő*, 161—166.

— Sertéstartási épületek adiabatikus és hűtőgépes hűtésének összehasonlítása (Porovnanie kompresorového a adiabatického chladenia ošipárni), *B. Kovács*, 167—173.

— Épületgépészet a Tavaszi Budapesti Nemzetközi Vásáron (Technické zriadenia budov na jarnom medzinárodnom veľtrhu v Budapešti), *F. Mészáros*, 173—180.

— Beszámoló a 18. Országos Gázkonferenciáról (Zpráva z 18. plynárenskej konferencie), *I. Völgyes*, 181.

Gesundheits-Ingenieur 96 (1975), č. 1

— Ergebnisse von Stickoxid-Immissionsmessungen in Berlin (Výsledky měření imisí kyslíčniku dusnatého v Berlíně) — *Lahmann E., Prescher K. E.*, 1—4.

— Die städtebauliche Planung der Sanierung und Probleme der Modernisierung am Beispiel Berlins (Urbanistické plánování sanace a problémy modernizace na příkladu města Berlína) — *Dahlhaus J.*, 4—8.

— Wasserversorgungs- und sanitäre Anlagen und Einrichtungen im Krankenhaus München-Neuperlach (Zásobování vodou a sanitární zařízení a vybavení v nemocnici v Mnichově-Neuperlachu) — *Haberer E., Höpfl R.*, 9—14.

— Aktuelles aus Haustechnik & Umweltschutz (Novinky z domovní techniky & ochrana životního prostředí) — 15—18.

Gesundheits-Ingenieur 96 (1975), 2

— Emissionsverminderung und Brennstoffeinsparung bei Ölfeuerungen (Snižování emisí a úspora paliv u vytápění olejem) — *David's P.*, 33—36.

— Quantitative Bestimmung von Aminen in Abluft (Kvantitativní stanovení aminů v odpadním vzduchu) — *Weisheit W., Pinkal D.*, 37—41.

— Die Simulation des instationären thermischen Verhaltens klimatisierter Räume mit einem elektrischen Analogiemodell nach Beuken (Simulace nestacionárního tepelného chování klimatizovaných místností za použití elektrického analogového modelu podle Beukena) — *Zeller M.*, 42—44, 49—54.

Heizung-Lüftung-Haustechnik 26 (1975), č. 1

— Wirtschaftliche Beheizung von Schwimmbädern mit Gas (Hospodárné plynové vytápění plováren) — *Rado L.*, 6—14.

— Aussenluft-Wasser-Wärmepumpe mit Zusatz-Propangasheizung für Einfamilienhäuser (Tepelné čerpadlo na vnější vzduch-vodu s doplňkovým plynovým vytápěním na propan pro rodinné domky) — *Dörr H.*, 15—18.

— Abwärmennutzung bei Eigenstromversorgung auf Erdgasbasis mit Total-Energy-Anlagen. Teil 1: Aufbau und Arbeitsweise von Total-Energy-Anlagen und allgemeine wirtschaftliche Betrachtungen (Využití odpadního tepla při zásobování elektrickou energií z vlastních zdrojů na bázi zemního plynu za použití zařízení „total-energy“. Díl 1.: Konstrukce a funkční princip zařízení „total energy“ a všeobecné hospodářské poznatky) —

Auras H., Börstinghaus H., Fox U., 19—23.
— Einfluss der adiabaten Luftbefeuchtung auf den Energieverbrauch von Klimaanlage (Vliv adiabatického zvlhčování vzduchu na spotřebu energie klimatizačních zařízení) — *Fox U.*, 24—26.

— Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Gasfeurstätten mit Strömungssicherungen durch Einbau von Abgasklappen (Zlepšení hospodárnosti plynových spotřebičů s průtokovými pojistkami zamontovaným klapek na odpadní plyn) — *Postenrieder E.*, 27—31.
— Keine Heizöllagerung in Wasserschutzzone (Žádné skladování topného oleje ve vodní ochranné zóně) — 31.
— Probleme der Reinraum- und Steriltechnik (Problémy techniky čistého prostoru a sterilní techniky) — *Hofmann W. M.*, 32—34.

Heizung Lüftung Haustechnik 26 (1975), č. 2

— Volkswirtschaftliche Bedeutung der Energieeinsparung und Wärmerückgewinnung (Národohospodárský význam úspory energie a zpětného získávání tepla) — *Kalischer P.*, 47—51.
— Anlagentechnik der Wärmerückgewinnung (Technika zařízení na zpětné získávání tepla) — *Laabs K. D.*, 52—55.
— Rekuperative Energierückgewinnung (Rekuperativní zpětné získávání energie) — *Allemann R.*, 56—59.
— Energieeinsparung durch Wärmepumpen (Úspora energie tepelnými čerpadly) — 59.
— Wärmerückgewinnung durch Wärmepumpen (Zpětné získávání tepla tepelnými čerpadly) — *Laabs K. D.*, 60—62.
— Neuberechnung der Gradtagzahlen für die VDI-Richtlinie 2067 Blatt 1 (Nový výpočet denostupňů pro VDI směrnici 2067, list 1) — *Jurksch G.*, 63—65.
— Schallschutzmassnahmen in der Sanitär-, Heizungs- und Lüftungstechnik (Ochranná opatření proti hluku ve zdravotní, vytápěcí a větrací technice) — *Zitzelsberger J.*, 66—72.
— Wärmerückgewinnung in Klimaanlage (Zpětné získávání tepla v klimatizačních zařízeních) — 72.
— Abwärmenutzung bei Eigenstromversorgung auf Erdgasbasis mit Total-Energy-Anlagen. Teil 2: Untersuchung der Wirtschaftlichkeit von Total-Energy-Anlagen (Využití odpadního tepla při zásobování elektrickou energií z vlastních zdrojů na bázi zemního plynu za použití „total-energy“ zařízení. Díl 2.: Zjišťování hospodárnosti zařízení „total-energy“) — *Auras H., Börstinghaus H., Fox U.*, 73—76.
— Zentrale Leittechnik in Energiezentralen (Ústřední řídicí technika v energetických ústřednách) — *Hadre E.*, 77—82.

Klima-Kältetechnik 17 (1975), č. 1

— Nebelbildung und Nebelauflösung bei Kühltürmen (Tvorení mlhy a rozpouštění mlhy u chladicích věží) — *Berliner P.*, 5—9.

— Die gesundheitliche Bedeutung faserförmiger Stäube und ihre messtechnische Erfassung (Význam vláknitých prachů z hlediska zdravotnického a jejich zjišťování měřicí technikou) — *Schlöpköter H. W., Friedrichs K. H.*, 13—14.

— Die modernen Lithiumbromid-Absorptionskältemaschinen und ihr Einsatz unter Berücksichtigung der Energiewichtigkeit (Moderne litho-bromidové absorpční chladicí stroje a jejich použití s ohledem na energetickou důležitost) — *Hartmann K.*, 14—18.

Light and Lighting 67 (1974) September (October, č. 9) 10

— Display lighting (Výstavní osvětlení) — 208—219.
— Lighting for Selling (Osvětlení výstavy) — *Tate R. L. C.*, 208—211.
— Some do's and don'ts in museum display lighting (Nápaditost výstavního osvětlení v muzeu) — *Harris J. B.*, 212—215, 217.
— Home lighting (Atraktivní bytové osvětlení) — 218—219.
— Birmingham New Central Libraries (Osvětlení Ústřední knihovny v B.) — *Dedicoat J.*, 224—227.
— Floodlighting at Salzburg (Osvícování památek u příležitosti konference v S.) — 228—230.
— Science and technology in building design (Věda a technologie při navrhování osvětlení v budovách) — *Hardy A. C.*, 231—234.
— Restaurant conversion of Boston City Hall (Proměny restauračního interiéru v B.) — 236—237.
— Away from the main road (Osvětlení pěší komunikace) — 238—239.

Lighting and application 4 (1974), č. 9

— How much light does a surgeon want? (Jak mnoho světla je třeba pro chirurgický výkon?) — *Beck W. C.*, 4—6.
— Cedar Rapid's Mercy Hospital (Osvětlení nemocnice) — *Quebe J.*, 7—9.
— Just what the doctor ordered (Pracovní osvětlení na dětském oddělení) — 10—11.
— A hospital dinning room (Jídelna v nemocnici) — 12—13.
— Somerset Community Hospital (Osvětlení nemocnice) — *Mitchell A. B.*, 14—15.
— A patient service console systém (Víceúčelová ošetrovací jednotka) — 21—22.
— If your patients happen to be people (Osvětlení pro obyvatelnost prostředí) — *Metcalf*, 23—27.
— Design considerations for a surgey suite (Řešení operační jednotky) — *Weinhold G.*, 28—30.
— A dental clinic (Osvětlení zubní kliniky) — *Birt T. L.*, 31—32.
— The offset luminaire systém — a new concept in Kroadway lighting (Osvětlování s boků je novým systémem uličního osvětlování) — *Wilson A. R., Jilhsin J. F.*, 33.

- A memorial park (Dekoratívni osvícování v parku) — *LaCuisa F. F.*, 43—44.
- The Branford „hospice“ (Ubytovna v B.) — 50—51.
- Applying system concepts for improved patient-care service (Vhodná osvětlovací soustava pro zlepšení pohody nemocných na zvláštních odděleních) — *Amick Ch. L., Mosier R. D.*, 52—55.
- Hospital design update (Dobré nemocniční osvětlení) — 56—57.
- Patient room lighting — an historical review (Historický přehled osvětlování lůžkových pokojů), *Bobrick M.*, 58—63.

Lighting design and application 4 (1974), č. 10

- Energy: act or react (Pro a proti energii) — *Coda F. M.*, 4—8
- Energy advisory committee report (Zpráva komitétu pro využití energie) — 9—12.
- The new energy economics of lighting (Nový pohled na ekonomiku energie pro osvětlování) — *Williams H. G.*, 16—21.
- Preparing a lighting power budget (Rozpracování otázek zásob světelné energie) — *Kaufmann J. E.*, 22—25.
- The safe lighting of art (Bezpečnostní osvětlení pro umělecké hodnoty) — *Wotton E.*, 26.
- Day lighting and energy conservation (Denní osvětlení a úspory energie) — *Peery R.*, 27—29.
- The application of efficient sources (Použití účinných zdrojů) — *Ladymon S.*, 30.
- Energy — and our role as illuminating engineers (Rozhodující úloha energie ve světelné technice) — *Amick Ch. L.*, 32—33.
- Ultraviolet and public health (UV záření a lidské zdraví) — *Bickford E. D., Clark G. W., Spears G. R.*

Lichttechnik 26 (1974), č. 9

- Beleuchtung von Verteilerhallen im Paketpostamt Hamburg-Altona (Osvětlení třídírny v balíkové poště v H.) — *Schulz E.*, 376—377.
- Besseres Raumklima durch Abluftleuchten (Zlepšení vnitřního klimatu použitím odvětrávaných svítidel) — *Tapp H.*, 380.
- Vorfertigte Lichtelemente für Beleuchtung und Raumarchitektur (Světelné prvky = stavebnice pro osvětlování a architekturu prostoru) — 383.
- Über die Messung von Lichtfeldgrößen zur räumlichen Bewertung der Beleuchtung mit einfachem Messinstrumentarium (Měření veličin světelného pole při prostorovém hodnocení osvětlení s pomocí jednoduchého přístrojového vybavení) — *Haeger F.*, 385—388.

Lichttechnik 26 (1974), č. 10

- Die Gefährdung von Kunststoffwerken durch die Wärmestrahlung von Lichtquellen (Poškození uměleckých děl tepelným zářením světelných zdrojů) — *Hilbert G. S.*, 423—427.

— Über die Sonnenscheinwahrscheinlichkeit in der Bundesrepublik Deutschland (1) (Pravděpodobný výskyt slunečního svitu v NSR — díl 1) — *Krochmann J., Schmid O.*, 428—429 pokrač.

Luft- und Kältetechnik 11 (1975), č. 1

- Über die Bewertung des Leistungsvermögens von chemisch aktiven Filtersubstanzen unter den Bedingungen des Kältekreislaufs (O hodnocení kapacity chemicky aktivních filtračních látek za podmínek chladicího oběhu) — *Hüntzschel H., Frisische B.*, 3—6.
- Untersuchungen der natürlichen Strömung infolge am Boden eines Modellraumes angeordneten Heizfläche (Šetření přirozeného proudění následkem výhřevné plochy uspořádané na podlaže modelového prostoru) — *Michael K.*, 7—9.
- Der Einfluss der Lüftung auf den optimalen Wärmeschutz und den Wärmekomfort von Wohnungen (Vliv větrání na optimální tepelnou ochranu a tepelnou pohodu bytů) — *Kunze W., Petzold K.*, 9—12.
- Die chemische Beständigkeit von Molekularsieben in R 22 (Chemická odolnost molekulových sít v R 22) — *Frisische R.*, 12—14.
- Ein Beitrag zur Kondensation in horizontalen Röhren (Příspěvek ke kondenzaci v horizontálních trubkách) — *Apley R.*, 15—18.
- Über einige Ergebnisse von Messungen an gekrümmten turbulenten Freistrahlen (O některých výsledcích měření na zakřivených turbulentních volných prouděch) — *Leopold J.*, 21—25.
- Die Berechnung des Einfalls diffuser Himmelsstrahlung in Räume mit Hilfe des Tageslichtquotienten (Výpočet dopadu difuzního záření oblohy do prostorů za použití podílů denního světla) — *Löber J.*, 25—31.
- Das Nomogramm zur Bestimmung der Feuchtigkeitsjahresbilanz in Aussenbauwänden (Nomogram na stanovení roční bilance vlhkosti ve vnějších stavebních stěnách) — *Schnajder R.*, 31—33.
- Untersuchungen zum Einsatz des nichtazeotropen Zweistoffkältemittel R 12 — R 11 in Kompressionskältemaschinen (Šetření o použití neazeotropního dvojsložkového chladiva R 12—R 11 v kompresorových chladicích strojích) — *Lorenz A.*, 23—37.
- Örtliche Absaugvorrichtungen für Belüftungssysteme von Produktionsräumen (Küchen) (Místní odsávací zařízení pro větrací systémy výrobních prostorů (kuchyní)) — *Susmanowitsch L. M.*, 38—42.
- Möglichkeiten zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Betriebes von Kühlanlagen (Možnosti zvýšení hospodárnosti provozu chladicích zřízení) — *Polák V.*, 42—45.

RAS — Rohr-Armatur-Sanitär-Heizung 29 (1974), č. 9

- Krankenhausausstattung objektgerecht serviert (Dokonalé a přizpůsobené vybavení nemocnic) — *Gienger W.*, 507—509,

— Sanitärtechnik setzt Akzente im Kran-
kenhausbau (Zdravotní technika je v těžišti
výstavby nemocnic) — 511+515.
— Küchentechnik No. 5 (Technika v kuchyni
č. 5) — příloha K 207—K 252.
— Der Küchenspezialist als Wohnungsmo-
dernisierer? (Bude specialista pro navrhování
kuchyní modernizovat byt?) — K 212, K 214.

RAS — Rohr-Armatur-Sanitär-Heizung 29 (1974), č. 10

— Experimentierphase in vollem Gange (Expe-
riment se plně rozvíjí) — 569—573.
— Design — Element der Produktentwicklung
(2) (Design znamená vývoj výrobku — díl 2) —
374—575.
— Aussagestarke Sanitärausstellung mit eige-
ner Handschrift (Mimořádně zdařilá výstava
sanitářních výrobků z osobitým rukopisem) —
592—595.
— Produktionsentwicklung 1970—1973 bei
Warmwasser-, Heizungs-, Lüftungs- und Kli-
maerzeugnissen (Vývoj růstu výroby předmětů
pro rozvody teplé vody, vytápění, větrání
a klimatizaci v letech 1970—1973) — 610—
612, 614—615.

Sanitär- und Heizungstechnik 39 (1974), č. 9

— Optimierte Aufheizen von Gebäuden (Opti-
malizace ve vytápění budov) — 573.
— ...ein Beweis, wie bedeutungsvoll die Funk-
tionen einer Grundstücksentwässerungsanlage
sind (Důkaz, jak významné jsou funkce od-
vodňovací soustavy v objektu) — *Schön-
feld J.*, 574.
— DIN 1986 „Entwässerungsanlagen für
Gebäude und Grundstücke“ (Návrh DIN
1986 „Odvodňování budov a pozemků“) —
575—583.
— Flexible Planung jetzt möglich (Je možno
pružně navrhovat — k DIN 1986) — *Breuer
K.*, 584—585.
— Mangelhafte Koordination mit DIN 1988
(Chybná koordinace s DIN 1988) — *Dziuk G.*,
586—587.
— Entwurf DIN 1986 (1974): Zu viele Unge-
reimtheiten (Návrh DIN 1986 (1974): Mnoho
nesmyslů) — *Feurich H.*, 588—596.
— Elektro-Warmwasser-Zentralspeicherhei-
zung für einen Supermarkt (Ústřední elektrické
zásobníkové vytápění teplou vodou v tržnici) —
597.
— Gasboom in der englischen Heizungstech-
nik (Plynové hořáky na výstavě Hevac '74
v Londýně) — 598—600.
— Heizungs- und Lüftungs-Regelungstechnik
(2) (Řídicí technika ve vytápění a větrání —
díl 2.) — 603—610, 612 pokrač.
— Küchentechnik No. 5 (Technika v kuchyni,
díl 5) — K 207—K 252

Sanitär- und Heizungstechnik 39 (1974), č. 10

— Gefahren bei der Erdgasverbrennung (Ne-

bezpečí při spalování zemního plynu) — 639
diskuse.

— Forschung in der Sanitär-, Heizungs-
und Bautechnik (Výzkum v oblastech sanitární
techniky, vytápění a výstavby) — 640—641.
— Verbessertes Korrosionsverhalten von ver-
zinkten Rohren (Zlepšení odolnosti proti
korozí u pozinkovaných trub — diskuse) —
642—643.
— Entwurf DIN 1314: Definitionen für Druck,
Überdruck und Druckdifferenz (Návrh DIN
1314: Definice pro tlak, přetlak a tlakové
rozdíly) — *Schulz K. P.*, 643.
— Emissions-Grenzwerte aus Kaminen (Pra-
hové hodnoty emise z kominů) — 644—647.
— Hoteleigene Trinkwasseraufbereitung mit
Umkehrosmose-Anlagen (Úpravna vody v ho-
telovém zařízení se zpětnou osmózou) — 647.
— Einsatz von Kupferrohren für technische
und medizinische Gase (Použití měděných
trub pro rozvody technické a medicínálních
plynů) — *Feldhusen K.*, 648—654.
— Lärminderung an Warm- und Heisswas-
ser-Heizungsanlagen — Entwurf VDI 2715
(Snižování hlučnosti teplo a horkovodních
zařízení, návrh směrnic VDI 2715) — 655—
660.
— Aborte und Urinanlagen im neuen Entwurf
DIN 1986 und LBO Baden-Württemberg (Zá-
chody a močičistě v novém návrhu DIN 1986
a ve vztahu k zemskému stavebnímu řádu
v B.—W.) — *Mayer R.*, 661—667.
— Des Heizungsbauers grosse Chance (Velká
příležitost pro výrobce otopných soustav) —
Schöbel W., 668.
— Heizungs- und Lüftungs-Regelungstechnik
(3) (Řídicí technika ve vytápění a větrání —
díl 3.) — 669—674 pokrač.

Schweizerische Blätter für Heizung + Lüftung 42 (1974), č. 1

— Sonnenenergie—Heizsysteme (Sluneční energie
— vytápěcí systémy) — *Fischer A.*, 2—6.
— Latentenergiespeicher (Zásobník latentní
energie) — *Laing N.*, 7—10.
— Bericht von der Jahresversammlung der
ASHRAE in Montreal — Juni 1974. (Zpráva
z výročního zasedání ASHRAE v Montrealu —
červen 1974) — *Hartmann P.*, 10—12.

Stadt- und Gebäudetechnik 28 (1974), č. 9

— Die gebäudetechnische Ver- und Entsorgung
und die Anschlussbedingungen bei fundamen-
terlegter Erschliessung (I) (Stavební technické
přívody a odpady a podmínky jejich napojení
u přípojek kladených do základů — díl I.) —
Matthes H., 257—261.
— Entwicklungsrichtungen beim Bau von
Abwasserleitungen (Vývojové směry při bu-
dování odpadních potrubí) — *Jestremski W.*,
261—264.
— Einige Fragen der Konstruktion von Kunst-
stoff-Abwasser-Rohrleitungen und ihrer steck-
baren Verbindungen (Některé otázky při kon-
struování odpadních potrubí z umělých hmot

a jejich nasunovatelných spojení) — *Dubrovkin S. D., Goltzman S. L.*, 265—268.

— Untersuchung des Temperatureinflusses beim Schweißen von Montagenähten auf die Randzonen korrosionsgeschützter Rohrleitungen bis NW 800 (Výzkum tepelných vlivů při svařování montážních švů na okraje potrubí chráněných proti korozi do JS 800) — *Nitzer E.*, 268—272.

— Sanierung von Wasserversorgungsnetzen durch Zementmörtelauskleidung (Sanace potrubí vodovodních sítí povlakem z cementové malty) — 272—273.

— Ein Beitrag zur optimalen Dimensionierung vermaschter Rohrnetze (Příspěvek k optimálnímu způsobu dimenzování uzavřených sítí trubních rozvodů) — *Böhmer P.*, 273—276.

— Berechnung der Druckverluste in Rohrleitungen und Formstücken (Výpočet tlakových ztrát v potrubích a tvarovkách) — *Glück B.*, 277—283.

— Widerstandsbeiwerte für Druckverlustberechnungen (Hodnoty odporu pro výpočty tlakových ztrát) — *Böhme R.*, 284.

— Kalt- und Warmwasserzähler aus der UdSSR (Vodoměry na studenou a teplou vodu z SSSR) — 285.

Stadt- und Gebäudetechnik 28 (1974), č. 10

— Die Entwicklung der Technischen Universität Dresden im Spiegel des 25. Jahrestages der DDR (Rozvoj TU Dresden v zrcadle 25. letého výročí NDR) — *Kraft G.*, 291—293.

— 25 Jahre DDR — 25 Jahre Technik im Dienst der sich entwickelnden sozialistischen Gesellschaft (25 let NDR — 25 let techniky ve službách vývoje socialistické společnosti) — *Gruner H.*, 293—294.

— Die Heizungsanlagen im Kulturpalast Dresden (Otopná zařízení v Paláci kultury v D.) — *Popp D., Tillner R.*, 295—297.

— Experimentalanlage „Einrohrheizung mit waagerechter Leitungsführung“ (Experiment s „jednotrubkovou otopnou soustavou s horizontálními přívody“) — *Straube H.*, 297—303.

— Automatisierte Berechnung hls-technischer Anlagen (Počítače při výpočtech zdravotně technických zařízení) — *Fröhlich E., Scheer R., Burghardt I., Hirschbrich K.*, 304—307.

— Die gebäudetechnische Ver- und Entsorgung und die Anschlussbedingungen bei fundamentverlegter Erschließung (II) (Stavebně technické přívody a odpady a podmínky jejich zapojení u přípojek kladených do základů — díl II.) — *Matthes H.*, 308—312 pokrač.

— Der Einfluss der Aussenwandgestaltung, Wärmelast und lufttechnischen Anlage auf die Kosten mehrgeschossiger Metalleichtbauten (Vliv konstrukce obvodového pláště, tepelného zatížení a vzduchotechnických zařízení na cenu vícepodlažních lehkých kovových budov) — *Sieber H., Meitzner E.*, 313 až 316 dokonč.

— Wo stehen wir bei der Rekonstruktion unserer Wohnbausubstanz (Kde postáváme

při rekonstrukci našeho bytového fondu) — *Vysek H.*, 316—318.

— Weiterbildung des ingenieurtechnischen Personals im Industriezweig Technische Gebäudeausrüstung (Další vzdělávání inženýrských kádrů v oboru zdravotně technických zařízení budov) — *Brandt G.*, 318—319.

Staub Reinhaltung der Luft 35 (1975), č. 1

— Streulichtphotometrische und gravimetrische Vergleichsmessungen des atmosphärischen Staubgehalts (Fotometrická na principu rozptylu světla a gravimetrická srovnávací měření obsahu prachu v atmosféře) — *Köhler A., Birkle M.*, 1—4.

— An Experimental Investigation of the Exponential Attenuation of Beta Radiation for Dust Measurement (Experimentální ověřování exponenciálního zeslabení β -záření při měření prachu) — *Sem G. J., Borgos J. A.*, 5—9.

— Steinkohlenpetrographie und mikroskopische Integrationsanalyse im Dienste der Staubiagnostik in einer Kokerei und in deren Umgebung (Petrografie černého uhlí a mikroskopická integrační analýza ve službě diagnostiky prachu v koksárně a v jejím okolí) — *Mašek V.*, 9—11.

— Ein mathematisches Modell der Lungenreaktion nach Staubinhalation bei Ratten (Matematický model chování plic po vdechnutí prachu u krys) — *Losert Č., Kyselá B., Škoda V.*, 12—18.

— Einfacher Ozonerzeuger zur Herstellung von Eichgas mit 10 bis 2000 μg ozón/ m^3 (Jednoduchý generátor ozónu na výrobu plynu pro cejchování s 10 až 2000 μg ozónu/ m^3) — *Schwarzbach E., Templin R.*, 18—20.

— 2. Symposium über die Entwicklung schadstoffarmer Antriebssysteme in Verbindung mit dem 2. Statusseminar Kraftfahrzeug- und Strassenverkehrstechnik (2. symposium o vývoji pohonných systémů chudých na škodliviny v návaznosti na 2. seminář o technice motorových vozidel a silniční dopravy) — *Kraft D., Nagel A.*, 21—22.

Staub Reinhaltung der Luft 35 (1975), č. 2

— Immissionsmessungen von O_3 zur Erfassung photochemischer Umsetzung in bodennahen Luftschichten (Měření imisí O_3 na zjišťování fotochemické změny ve vrstvách vzduchu v blízkosti země) — *Birkle M.*, 41—45.

— Kohlenwasserstoffe in Sedimentationsstäuben — eine massenspektrometrische Untersuchung (Uhlíkovíky v sedimentačních prášcích — hmotové spektrometrické šetření) — *Herlan A.*, 45—50.

— Der Einfluss von atmosphärischen Schwebstoffen auf photochemische Reaktion (Vliv atmosférických suspendovaných látek na fotochemickou reakci) — *Conte C., Devitofrancesco G., Petronio B. M.*, 51—53.

— Die Messung faserförmiger Stäube in der Aussenluft (Měření vláknitých prachů ve vněj-

ším vzduchu) — *Friedrichs K. H.*, 54—56.
— Die richtige Filtrationsgeschwindigkeit im Gewebefilter als Bemessungsfaktor für die Filtergrösse (Správna filtrační rychlost v tkaninovém filtru jako dimenzovací faktor pro velikost filtru) — *Gebica M.*, 56—59.

Svetotechnika 43 (1974), č. 9

— Svet kak element žiznennoj sredy čeloveka (Světlo jako součást životního prostředí člověka) — 1.

— Nekotorye voprosy metriki i metodiki ekspertnyh subektivnyh ocenok psichosmetičeskich parametrov svjetovoj sredy (Některé otázky měření a metodik expertního subjektivního hodnocení psychosmetických parametrů světelného prostředí) — *Jurov S. G.*, 2—4.

— Informacionnye funkcion sveta (Informační význam světla) — *Veličkovskij B. M.*, *Zinčenko V. P.*, 4—7.

— Svetovaja sreda i arhitekturnaja kompozicija (Světelné prostředí a architekturní kompozice) — *Obolenskij N. V.*, 7—12.

— Vybór optimalnogo urovnja osveščennosti dlja pomeščeníj administrativnyh zdanij (Volba optimálních světelných hladin v prostorách administrativních budov) — *Epanešnikov M. M.*, *Perova N. S.*, 12—14

— Uveličenie estetvennogo ultrafioletovogo izlučenijsa v pomeščenijsach (Zvětšení přírodního UV záření v místnostech) — *Alekseeva E. P.*, 14—15.

— Svet v arhitekture interera (Světlo v architektuře prostoru) — *Kubasov V. S.*, 16—17
— Ob ustrojstve svetitelnyh ustanovok v okrašočnyh cechach (Výstavba osvětlovacích zařízení v barvínách) — *Pikman I. Ja.*, 18—20.

— O vypolnenii montažnyh rabot v zdanijsach s železobetonnyimi perekrytijami (Provedení montážních prací v budovách se železobetonovými stropy) — *Makarov A. V.*, *Smertin V. S.*, 23—24.

Svetotechnika 43 (1974), č. 10

— Zavisimost koefficienta zapasa ot parametrov osvetitelnyh ustanovok i ich eksploatacionnyh charakteristik (Závislost činitele zálohy — rezerv — od parametrů osvětlovacího zařízení a jejich využívání) — *Varsanofeva G. D.*, *Krol C. I.*, 1—4.

— K voprosu ustrojstva avarijnogo osveščenijsa (Zřizování havarijního — nouzového — osvětlení) — *Rajčelskij L. A.*, 8—10.

— Svetotechnika i svetoskusstvo (Světelná technika a měření světla) — *Makarevič V. G.*, 15—17.

— Rasčet prožektoronogo osveščenijsa po udelnoj moščnosti (Výpočet reflektorového osvětlení specifického výkonu) — *Dadiomov M. S.*, 17—18.

Vodosnabženie i sanitarnaja technika (1975) č. 1

— Rasčet parallel'no rabotajuščich vichrevyh trub sistem individual'nogo kondicionirovanija vozducha (Výpočet paralelně pracujících virových trubnic pro klimatizační systémy) — *Dyskin L. M.*, 17—19.

— Vozdušnyj režim v zdanijsach pri primenenii mestnyh ventiljatornyh kondicionerov (Vzduchový režim v budovách při použití místních ventilátorových klimatizačních zařízení) — *Kokorin O. Ja.*, *Urušagze G. V.*, 20—23.

— Opredelenie veličiny gazovyjdelenij pri proektirovanii ventiljacii (Určení veličiny vývinu plynů při projektování větrání) — *Bakrunov G. A.*, *Ščibraev E. V.*, 23—25.
— Issledovanie novogo sposoba obespylivanija vozdušnoj sredy v „čistých komnatach“ (Výzkum nového způsobu odlučování prachu v čistých místnostech) — 31—33.

— Konstrukcii obratnyh klapanov dlja ustanovki vo flancevyh soedinenijsach vozduchovodov (Konstrukce zpětných ventilů pro zařízení v přírubových spojeních vzduchovodů) — *Šaroglazov V. S.*, 35.

ztv

4

Zdravotní technika a vzduchotechnika. Ročník 18, číslo 4, 1975. Vydává Česká vědeckotechnická společnost, komitét pro techniku prostředí v Akademii, nakladatelství Československé akademie věd, Vodičkova 40, 112 29 Praha 1. Adresa redakce: Dvorecká 3, 147 000 Praha 4. — Tiskové Tisk, knižní výroba, n. p., 656 01 Brno, závod 1. — Vychází šestkrát ročně. Objednávky a předplatné přijímá PNS, admin. odbor. tisku, Jindřišská 14, 125 05 Praha 1. Lze také objednat u každého poštovního úřadu nebo doručovatele. Cena jednoho čísla Kčs 8,—, roční předplatné 48,—. (Tyto ceny jsou platné pouze pro Československo.)

Sole agents for all western countries with the exception of the German Federal Republic and West Berlin JOHN BENJAMINS N. V., Periodical Trade, Warmoesstraat 54, Amsterdam, Holland. Annual subscription: Vol. 18, 1975 (6 issues) Dutch Glds. 35,—.

Toto číslo vyšlo v říjnu 1975.

© Academia, Praha 1975.