

ztv

ZDRAVOTNÍ TECHNIKA A VZDUCHOTECHNIKA
nositel Čestného uznání České vědeckotechnické společnosti

Ročník 27

Číslo 3

Redakční rada:

Doc. Ing. Dr. L. Oppl, CSc. (vedoucí redaktor) — Ing. V. Bašus (výkonný redaktor) —
Doc. Ing. Dr. J. Cihelka — V. Fridrich, dipl. tech. — Doc. Ing. V. Chalupová, CSc. —
Ing. arch. L. Chalupský — Doc. Ing. J. Chyský, CSc. — Ing. B. Jelen — Ing. L. Kubi-
ček — Ing. Dr. M. Lázňovský — Ing. Dr. J. Němec, CSc. — Ing. L. Strach, CSc. — Doc.
Ing. J. Valchář, CSc.

Adresa redakce: Dvorecká 3, 147 00 Praha 4

OBSAH

Ing. J. Mikler, CSc.:	Metóda na výpočet energetických ziskov rovinných solár- nych kolektorov a budov od slnečného žiarenia	129
Ing. P. Rejf:	Určení dynamických vlastností prostorově rozloženého potrubí	151
Ing. arch. J. Vrtěl:	Koeficientová metóda zjištění interreflexní složky při bočním denním osvětlení	165
Z. Svoboda:	K aproximaci charakteristik ventilátorů	175



CONTENTS

Ing. J. Mikler, CSc.:	Calculation method of energy gains of flat-plate solar col- lectors and buildings from solar radiation	129
Ing. P. Rejf:	Determination of the dynamic properties of piping tubes arranged in space	151
Ing. arch. J. Vrtěl:	Coefficient method of the interreflective component de- termination with the lateral day lighting	165
Z. Svoboda:	An approximation of fan characteristics	175

ACADEMIA

СОДЕРЖАНИЕ

Инж. Й. Микрел, к.т.н.:	Метод расчета энергетических прибылей плоских солнечных коллекторов и зданий от солнечной радиации	129
Инж. П. Рейф:	Определение динамических свойств пространственно расположенного трубопровода	151
Инж. арх. Я. Вртел:	Метод коэффициентов для определения интеррефлексной составляющей при боковом дневном освещении	165
З. Свобода:	Аппроксимация характеристик вентиляторов	175



SOMMAIRE

Ing. J. Mikler, CSc.:	Méthode de calcul des gains énergétiques des collecteurs solaires plans et des bâtiments du rayonnement solaire	129
Ing. P. Rejf:	Détermination des caractéristiques dynamiques de la tuyauterie arrangée dans l'espace	151
Ing. arch. J. Vrtěl:	Méthode des coefficients pour la détermination de la composante d'interreflexion à l'éclairage naturel latéral	165
Z. Svoboda:	Approximation des caractéristiques des ventilateurs	175



INHALT

Ing. J. Mikler, CSc.:	Berechnungsmethode der Energiegewinne der Ebenensonnenkollektoren und Gebäude von der Sonnenstrahlung	129
Ing. P. Rejf:	Bestimmung dynamischer Eigenschaften der räumlich ausgebreiteten Rohrleitung	151
Ing. arch. J. Vrtěl:	Koeffizientmethode zur Bestimmung der Interreflexionskomponente bei der seitlichen Tageslichtbeleuchtung	165
Z. Svoboda:	Approximation der Charakteristiken von Ventilatoren	175

METÓDA NA VÝPOČET ENERGETICKÝCH ZISKOV ROVINNÝCH SOLÁRNYCH KOLEKTOROV A BUDOV OD SLNEČNÉHO ŽIARENIA

ING. JOZEF MIKLER, CSc.

Ústav stavebníctva a architektúry SAV, Bratislava

V článku sa uvádza charakteristika výpočtovej metódy SOLEN a počítačového programu rovnakého mena, na určovanie dostupnosti slnečnej energie v ľubovoľnej geografickej lokalite, na ľubovoľne orientovanej a sklonenej rovine, pro zohľadnení reálnych klimatických a poveternostných pomerov lokality. V prípade vyšetrovania mikroklimy interierov budov a solárnych kolektorov metóda umožňuje aj výpočet energetických ziskov od slnečného žiarenia za zasklením, ako aj množstva slnečnej energie pohltenej absorpčným povrchom umiestneným za zasklením.

Recenzoval: Ing. Michalička, CSc.

1. ÚVOD

Slnečná energia je jedným z dôležitých perspektívnych obnoviteľných energetických zdrojov, ktorý v prípade jeho rozsiahlejšieho využívania môže významne prispieť k úsporám tradičných zdrojov energie a palív [1, 2, 3, 4].

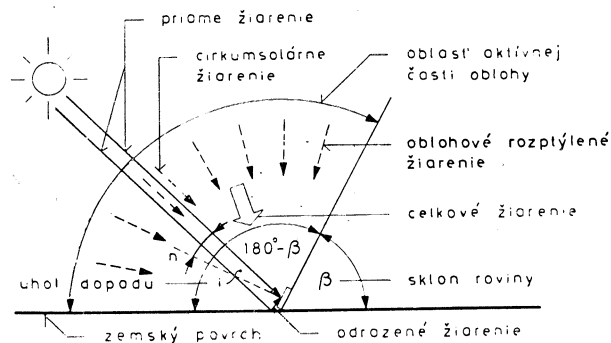
Pri plánovaní, návrhu a projektovaní zariadení na využívanie slnečnej energie je treba, aby boli k dispozícii údaje o dostupnosti slnečného žiarenia v uvažovanej lokalite. V súčasnosti je však k dispozícii málo spoľahlivých a výstižných štatistických údajov o slnečnom žiarení, získaných z aktinometrických meraní (spravidla len pre horizontálnu rovinu) a vo veľmi malom počte miest [2]. Ukázala sa preto objektívna potreba analytického výpočtového určovania dostupnosti energie slnečného žiarenia. Príspevkom k riešeniu tohto problému je aj výpočtová metóda SOLEN, charakterizovaná v tomto článku, ktorú vypracoval jeho autor ako zlepšený variant ním navrhutej podobnej metódy uvedenej v [5]. Hlavným prínosom tejto metódy je to, že sa v nej vhodnou formou zohľadňuje vplyv reálnych klimatických a poveternostných pomerov uvažovanej geografickej lokality, v dôsledku čoho táto metóda, ako aj autorom článku na jej základe vypracovaný počítačový program rovnakého mena, poskytujú výsledky, ktoré sú v dobrej zhode s porovnávanými korešpondujúcimi údajmi, získanými z aktinometrických meraní.

2. POTREBA POZNANIA MNOŽSTVA A KVALITY SLNEČNÉHO ŽIARENIA PRI NAVRHOVANÍ SOLÁRNYCH KOLEKTOROV A HODNOTENÍ TEPELNEJ BILANCIE BUDOV

Základom úvah o priamom využívaní energie slnečného žiarenia sú poznatky o dostupnom slnečnom žiarení v uvažovanom mieste, a to v prvom rade o jeho množstve, ale aj o jeho kvalite, ktorá je v tejto súvislosti reprezentovaná vzájomným pomerom jednotlivých zložiek slnečného žiarenia.

Na všeobecnú rovinu so sklonom $\beta > 0^\circ$ (pričom sklon roviny β je uhol medzi

horizontálnou rovinou a uvažovanou rovinou), pri bezoblačnej oblohe dopadá celkové slnečné žiarenie, ktoré pozostáva z troch zložiek, a to z priamej zložky, z difúznej zložky a zo zložky slnečného žiarenia odrazeného od okolitého terénu pred vyšetřovanou rovinou. Schéma týchto základných zložiek slnečného žiarenia na úrovni zemského povrchu je uvedená na obr. 1. Na tomto obrázku je znázor-



Obr. 1. Základné zložky slnečného žiarenia na úrovni zemského povrchu.

nené ešte aj tzv. cirkumsolárne žiarenie, ktoré je vlastne difúznym žiarením rovnobežným s priamym slnečným žiarením. Tento druh žiarenia sa však vo výpočtových metódach na určovanie dostupného množstva energie slnečného žiarenia spravidla neuvažuje ako samostatná zložka.

Pri horizontálnej rovine so sklonom $\beta = 0^\circ$, ktorá predstavuje špeciálny prípad všeobecnej roviny, dopadá na ňu tzv. globálne slnečné žiarenie, ktoré sa skladá len z priamej a difúznej zložky, pretože zložka odrazená od okolitého terénu je v tomto prípade nulová.

Pri výpočte množstva slnečného žiarenia, ktoré prejde cez sklenenú tabuľu (alebo tabuľu z iného priesvitného materiálu) vo funkcii priesvitného krytu solárneho kolektora, resp. cez sklenenú tabuľu okna budovy, je treba uvažovať separátne zložku priameho slnečného žiarenia, nakoľko priapustnosť tejto zložky zasklením je funkciou jej uhla dopadu i . Podobne aj koeficient pohltivosti priamej zložky slnečného žiarenia zasklením, ako aj koeficient pohltivosti priamej zložky slnečného žiarenia absorpčným povrchom absorbéra solárneho kolektora (umiestneným za jeho skleneným krytom), je taktiež funkciou uhla dopadu priamej zložky slnečného žiarenia.

3. MATEMATICKÝ MODEL A METÓDA URČOVANIA DOSTUPNOSTI ENERGIE SLNEČNÉHO ŽIARENIA A ENERGETICKÝCH ZISKOV

Navrhnutá metóda je charakteristická tým, že výpočet dostupného množstva počítaných veličín sa uskutočňuje na dvoch úrovniach, a to jednak na úrovni ožiarenosti (resp. intenzity slnečného žiarenia, alebo plošnej hustoty žiarivého

toku slnečného žiarenia) označenej ako I [kW m^{-2}], ako aj na úrovni plošnej hustoty energie slnečného žiarenia R [kWh m^{-2}]. Jednotlivé zložky veličín I a R sa vypočítavajú za predpokladu pôsobenia bezoblačných, ako aj zamračených, resp. oblačných podmienok. Vplyv uvedených podmienok sa v metóde vyjadruje pomocou údaja priemerný relatívny slnečný svit s , ktorý je definovaný ako pomer skutočného času k teoreticky možnému času trvania slnečného svitu za uvažované časové obdobie [5].

Výsledné vypočítané veličiny R sa metódou a programom SOLEN poskytujú pre zvolený mesiac a aj pri priemernom relatívnom slnečnom svite s sa berú jeho mesačné priemerné hodnoty s_m .

3.1. Výpočet ožiarenosti ľubovoľne orientovanej a sklonenej roviny

3.1.1. Bezoblačné pomery

Za tohto stavu oblohy (veličiny, ktoré charakterizujú tento stav, majú index b), keď je k dispozícii priame slnečné žiarenie, sa na vyjadrenie oslabenia slnečného žiarenia pri jeho prechode zemskou atmosférou používa Linkeho zákalový činiteľ atmosféry v mesačnej relácii T_m . Tento charakterizuje priepustnosť reálnej atmosféry zvoleného miesta pri jasnej a bezoblačnej oblohe v závislosti od jej zákalu a od nadmorskej výšky lokality.

Prvou veličinou, ktorá sa počíta, je priama (označenie p) normálová ožiarenosť roviny kolmej (druhý index K) k smeru slnečných lúčov na úrovni zemského povrchu ${}^pI_{bK}$. Pri výpočte ${}^pI_{bK}$ sa použil podľa [6] výraz

$${}^pI_{bK} = I_0 u_1, \quad (1)$$

v ktorom

$$u_1 = \frac{300 \sin h_0 - T_m (T_m - 1)}{300 (\sin h_0 + 0,106 T_m)}, \quad (2)$$

\tilde{I}_0 — je mimozemská ožiarenosť v danom dni roka, jej celoročná priemerná hodnota sa nazýva solárna konštanta I_0 (v metóde sa uvažuje $I_0 = 1,37 \text{ kW m}^{-2}$),
 h_0 — výška Slnka, t. j. uhol medzi smerom slnečného lúča a horizontálnou rovinou ($^\circ$),
 T_m — priemerná mesačná hodnota Linkeho zákalového činiteľa atmosféry lokality.

Na základe veličiny ${}^pI_{bK}$ sa vypočítava priama slnečná ožiarenosť ľubovoľne orientovanej roviny so sklonom β , tj. ${}^pI_{b\beta}$, ktorá je daná výrazom

$${}^pI_{b\beta} = {}^pI_{bK} \cos i \quad (3)$$

kde i je uhol dopadu priameho slnečného žiarenia (t. j. uhol medzi smerom slnečného lúča a normálou uvažovanej roviny).

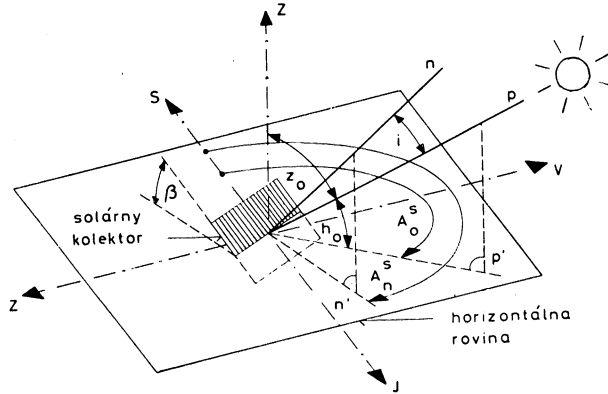
Východiskové premenné I_0 , h_0 , i , ako aj ďalšie potrebné pomocné premenné, ako δ (deklinácia Slnka), t^s (hodinový uhol) a A_0^s (azimut Slnka, meraný od severu smerom doprava) sa určujú pomocou vzorcov uvedených v [5].

Hlavné uhlové veličiny, používané pri výpočte dostupnosti slnečnej energie, sú znázornené v schéme na obr. 2.

Ďalšou veličinou, ktorá sa počíta za podmienok bezoblačnej oblohy, je difúzna ožiarenosť horizontálnej roviny ${}^dI_{bH}$, daná vzťahom

$${}^dI_{bH} = k_b (I_0 - {}^pI_{bK}) \sin h_0, \quad (4)$$

kde k_b je koeficient, ktorý udáva časť atmosférou roptýleného slnečného žiarenia, ktoré smeruje dole, k zemskému povrchu.



Obr. 2. Hlavné uhlové veličiny použité pri výpočte dostupného množstva energie slnečného žiarenia na zvolenej rovine, resp. na solárnom kolektore.

Podrobná numerická analýza uskutočnená pri návrhu tejto metódy ukázala, že k_b je najvhodnejšie vyjadriť v závislosti od T_m pomocou vzorca

$$k_b = (0,22 + 0,025T_m). \quad (5)$$

Oblohová difúzna zložka, resp. ožiarenosť všeobecnej roviny so sklonom β za bezoblačných podmienok $^dI_{b\beta}$ sa podľa [5] dá určiť z výrazu

$$^dI_{b\beta} = ^dI_{bH}u_2, \quad (6)$$

v ktorom

$$u_2 = \frac{1}{2} \left[\sin \beta \left(0,94 e^{\cos i} + \frac{1,84}{T_m} - 1,44 \right) + 1 + \cos \beta \right]. \quad (7)$$

Tretia zložka pri všeobecnej rovine so sklonom $\beta > 0^\circ$, ožiarenosť odrazená od okolitého terénu $^rI_{b\beta}$, sa určuje pomocou výrazu

$$^rI_{b\beta} = \frac{1}{2} \rho_t (1 - \cos \beta) (^pI_{bK} \sin h_0 + ^dI_{bH}). \quad (8)$$

Vo vzťahu (8) ρ_t je albedo okolitého terénu, ktoré sa pri porovnávacích výpočtoch slúžiacich na vyhodnotenie výstižnosti tejto metódy bralo hodnotou $\rho_t = 0,20$.

3.1.2. Zamračené, resp. oblačné pomery

Tento stav oblohy a zemskej atmosféry je charakterizovaný čiastočne, až úplne zamračenou oblohou, pričom Slnko je zatienené oblakmi, takže v tomto prípade je neprítomná priama zložka slnečného žiarenia. Veličiny, ktoré prislúchajú tomuto stavu oblohy sú označené prvým indexom z. Aj v tomto prípade je dôležitá difúzna ožiarenosť horizontálnej roviny $^dI_{zH}$. Na jej výpočet sa používa vzťah, ktorý má tvar

$$^dI_{zH} = k_z I_0 \sin h_0. \quad (9)$$

Na základe výpočtovej analýzy sa ukázalo, že na určenie k_z možno vhodne použiť vzorec

$$k_z = (0,18 + 0,025T_m). \quad (10)$$

Koeficient k_z , podobne ako k_b , je taktiež funkciou T_m , aj keď pri použití základného činiteľa T_m na vyjadrenie k_z ide o určitú aproximáciu fyzikálne menej odpovedajúcu skutočnosti.

Oblohová difúzna ožiarenosť všeobecnej roviny so sklonom β pre zamračené pomery ${}^dI_{z\beta}$ sa určuje pomocou výrazu

$${}^dI_{z\beta} = 0,4 {}^dI_{zH} (1 + 1,5 \cos \beta). \quad (11)$$

Dalšia zložka, ožiarenosť odrazená od okolitého terénu pri zamračenom stave oblohy ${}^rI_{z\beta}$, sa vypočítava na základe vzťahu

$${}^rI_{z\beta} = \rho_t {}^dI_{zH} \left(0,5 - \frac{\cos \beta}{2} \right). \quad (12)$$

3.2. Určenie plošnej hustoty energie dopadajúceho slnečného žiarenia

Po výpočte jednotlivých okamžitých zložiek ožiareností I v kW m^{-2} se vypočítávajú im korešpondujúce a od nich odvodené veličiny plošnej hustoty energie slnečného žiarenia R v kWh m^{-2} . Jednotlivé množstvá veličín R sa počítajú najskor pre zvolený deň (označené indexom d) daného mesiaca (v metóde sa volí ako charakteristický deň 15.) a potom pre celý uvažovaný mesiac (označené indexom m). Veličiny R sa počítajú pre teoretický, astronomicky možný čas denného trvania slnečného svitu S_a , ktorý predstavuje počas roka premenný časový interval a je daný vzťahom

$$S_a = H_{az} - H_{av}, \quad (13)$$

kde H_{az} je hodina západu Slnka,

H_{av} je hodina východu Slnka, pri voľnom horizonte, v miestnom slnečnom čase H .

Keď nepoznáme funkčnú závislosť jednotlivých zložiek $I = f(H)$ za bezoblačných, ako aj oblačných podmienok, udávajúcu priebeh I v závislosti od času H , ale vieme vypočítať hodnoty napr. difúznej zložky ${}^dI_{b\beta j}$ v jednotlivých časových intervaloch ΔH , ktorých počet $j = 1, 2, 3$ až m' , tak v tomto prípade korešpondujúce denné množstvo plošnej hustoty energie dopadajúceho difúzneho slnečného žiarenia za bezoblačných podmienok, ${}^dR_{b\beta d}$ sa môže určiť numericou integráciou použitím vzťahu

$${}^dR_{b\beta d} = \sum_{j=1}^{m'} {}^dI_{b\beta j} \Delta H. \quad (14)$$

Uvedený spôsob numerickej integrácie sa použil aj v navrhnutej metóde s tým, že časový interval $\Delta H = 0,25$ h. Týmto spôsobom sa určujú v metóde aj ďalšie počítané denné sumy zložiek ${}^pR_{b\beta d}$ a ${}^rR_{b\beta d}$ pre bezoblačné podmienky, ako aj denné sumy zložiek pri zamračených podmienkach ${}^dR_{z\beta d}$ a ${}^rR_{z\beta d}$.

Pomocou použitia údajov priemerný mesačný relatívny slnečný svit s_m a počtu dní uvažovaného mesiaca n sa ďalej z denných hodnôt veličín R pre bezoblačné pomery vypočítávajú sumárne mesačné hodnoty (označené indexom m) plošnej hustoty energie celkového slnečného žiarenia a jeho zložiek dopadajúceho na zvolenú rovinu so sklonom β zo vzorcov

$$pR_{b\beta m} = pR_{b\beta d}nS_m, \quad (15)$$

$$dR_{b\beta m} = dR_{b\beta d}nS_m, \quad (16)$$

$$rR_{b\beta m} = rR_{b\beta d}nS_m, \quad (17)$$

$$cR_{b\beta m} = pR_{b\beta m} + dR_{b\beta m} + rR_{b\beta m}. \quad (18)$$

Sumárne mesačné hodnoty plošnej hustoty energie dopadajúceho celkového slnečného žiarenia a jeho zložiek za zamračených podmienok sa počítajú podobným spôsobom s tým rozdielom, že namiesto údajov s_m sa v tomto prípade používa koeficient $(1 - s_m)$. Takže

$$dR_{z\beta m} = dR_{z\beta d}n(1 - s_m), \quad (19)$$

$$rR_{z\beta m} = rR_{z\beta d}n(1 - s_m), \quad (20)$$

$$rR_{z\beta m} = dR_{z\beta m} + rR_{z\beta m}. \quad (21)$$

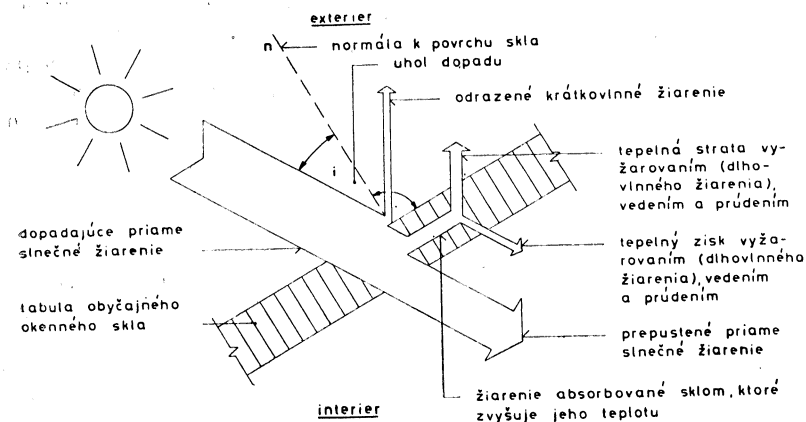
Vynásobením denných množstiev R počtom dní n a koeficientom s_m vo vzťahoch (15) až (17), resp. $(1 - s_m)$ vo vzorcoch (19) a (20), sa získavajú príslušné podiely jednotlivých veličín v rámci uvažovaného mesiaca, podľa toho, či ide o veličiny bezoblačných alebo zamračených pomerov oblohy.

Ako posledná sa počíta priemerná hodnota sumárneho množstva dostupnej plošnej hustoty energie celkového slnečného žiarenia za daný mesiac $cR_{\beta m}$, ktorá je hlavným výstupom metódy a programu SOLEN pri výpočte dopadajúcich množstiev plošnej hustoty, pomocou súčtu

$$cR_{\beta m} = cR_{b\beta m} + cR_{z\beta m}. \quad (22)$$

3.3. Výpočet energetického zisku od slnečného žiarenia za referenčným zasklením

Metóda a program SOLEN umožňujú ďalej výpočet energetických ziskov zo slnečného žiarenia aj v priestore za zasklením okna, solárneho kolektora a pod. Pri tomto výpočte, ktorý je druhým výpočtovým stupňom metódy, sa uvažuje



Obr. 3. Schéma mechanizmu tepelných energetických ziskov interieru od priameho slnečného žiarenia pri obyčajnom okennom skle.

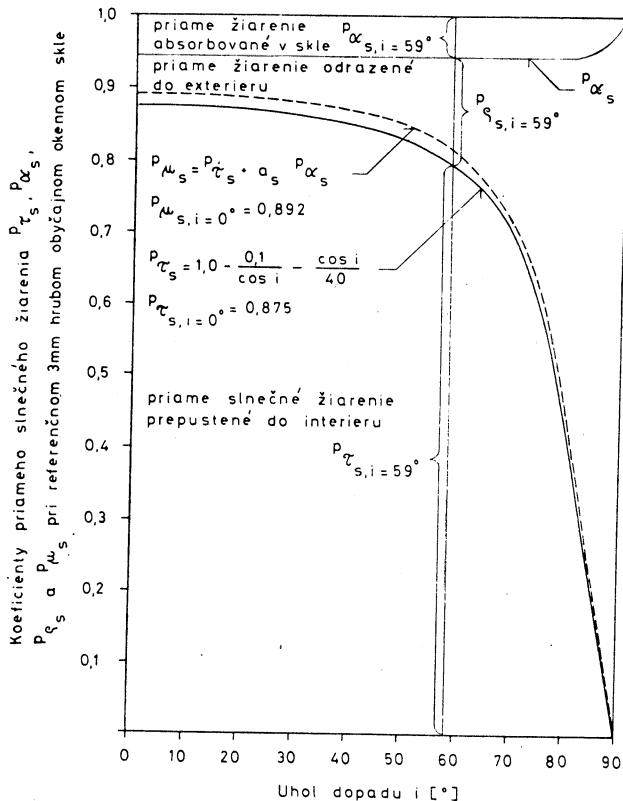
tzv. referenčné zasklenie, ktoré predstavuje 3 mm hrubé, mierne zašpinené obyčajné okenné sklo.

Hrubá schéma mechanizmu tepelných ziskov interieru od priameho slnečného žiarenia pri obyčajnom okennom skle je ilustrovaná na obr. 3.

Hlavné charakteristické vlastnosti skla, a to, priepustnosť, odrazivosť a pohltivosť sú kvalitatívne vyjadrené pomocou koeficientu priepustnosti τ_s , koeficientu odrazivosti ρ_s a koeficientu pohltivosti α_s . Pri presnom vyjadrení uvedených koeficientov by sa malo uplatňovať jednak spektrálne zloženie dopadajúceho slnečného žiarenia, ako aj smerovosť priamej zložky dopadajúceho slnečného žiarenia, ktorá súvisí s uhlom dopadu priameho slnečného žiarenia na povrch skla. V tejto približnej metóde sa zohľadňuje len závislosť priepustnosti od uhla dopadu i priameho slnečného žiarenia, daná koeficientom p_{τ_s} , zatiaľ čo pohltivosť priameho slnečného žiarenia sklom, vyjadrená koeficientom pohltivosti skla p_{α_s} sa uvažuje konštantnou hodnotou pre všetky uhly dopadu i .

Závislosť p_{τ_s} a p_{α_s} od uhla dopadu i použitá v metóde podľa [6], je daná vzťahom

$$p_{\tau_s} = 1,0 - \frac{0,1}{\cos i} - \frac{\cos i}{40}, \quad (23)$$



Obr. 4. Závislosť koeficientu priepustnosti p_{τ_s} , pohltivosti p_{α_s} a odrazivosti p_{ρ_s} priameho slnečného žiarenia pri obyčajnom 3 mm hrubom okennom skle od uhla dopadu i .

resp.

$$p_{\alpha_s} = 0,04 \cos i + \frac{\cos i \sin i}{70 \cos^2 i + 2} + 0,013. \quad (24)$$

Krivka závislosti p_{τ_s} od uhla dopadu priameho snečného žiarenia i , platná pre referenčné 3 mm hrubé obyčajné okenné sklo, daná vzťahom (23), je znázornená v grafe na obr. 4. Na tomto obrázku je uvedená aj závislosť koeficientu pohltivosti p_{α_s} určená vzorcom (24), prenesená zo spodnej strany grafu, k jeho hornej strane, pričom ako rozdiel medzi príslušnými veľkosťami koeficientov p_{τ_s} a p_{α_s} sa dá pre jednotlivé hodnoty i odčítať aj koeficient odrazivosti p_{ρ_s} .

Vzhľadom na pomerne malý interval zmien koeficientu pohltivosti p_{α_s} v závislosti od uhla dopadu i (hlavne v rozmedzí $i = 0^\circ$ až 80°) sa tento v metóde uvažuje konštantnou hodnotou $p_{\alpha_s} = 0,055$. Rovnakou hodnotou sa berie aj koeficient pohltivosti difúzneho a od terénu odrazeného snečného žiarenia, takže platí tiež $d_{\alpha_s} = r_{\alpha_s} = 0,055$.

Koeficient priepustnosti difúzneho a od terénu odrazeného snečného žiarenia sa v metóde uvažuje približnou hodnotou $d_{\tau_s} = r_{\tau_s} = 0,8$.

Príspevok od snečného žiarenia absorbovaného referenčným sklom a odovzdaného do interieru sa vyjadruje pomocou koeficientu a , ktorý sa v metóde uvažuje približnou hodnotou $a = 0,3$.

Na základe uvedených veličín a ich hodnôt sa môže potom určiť tzv. koeficient efektívnej priepustnosti uvažovaného referenčného skla pre priame žiarenie p_{μ_s} , pre difúzne žiarenie d_{μ_s} a pre žiarenie odrazené od okolitého terénu r_{μ_s} pomocou týchto vzťahov

$$p_{\mu_s} = p_{\tau_s} + a \cdot p_{\alpha_s}, \quad (25)$$

$$d_{\mu_s} = r_{\mu_s} = d_{\tau_s} + a \cdot d_{\alpha_s}. \quad (26)$$

Priebeh závislosti koeficientu p_{μ_s} (pre uvažované sklo a hodnoty p_{τ_s} a p_{α_s}) od uhla dopadu i je na obr. 4. znázornený čiarkovanou čiarou.

Plošné hustoty žiarivého toku, resp. tepelného zisku z jednotlivých zložiek snečného žiarenia za referenčným zasklením so sklonom β za bezoblačných podmienok $p'_{I_{b\beta}}$, $d'_{I_{b\beta}}$, $r'_{I_{b\beta}}$, a $c'_{I_{b\beta}}$, ako aj za zamračených podmienok $d'_{I_{z\beta}}$, $r'_{I_{z\beta}}$ a $c'_{I_{z\beta}}$, počítané v jednotlivých časových intervaloch $\Delta H = 0,25h$. sa v charakteristickom dni mesiaca určia s využitím výrazov (25) a (26) zo vzťahov

$$p'_{I_{b\beta}} = p_{I_{b\beta}} p_{\mu_s}, \quad (27)$$

$$d'_{I_{b\beta}} = d_{I_{b\beta}} d_{\mu_s}, \quad (28)$$

$$r'_{I_{b\beta}} = r_{I_{b\beta}} r_{\mu_s}, \quad (29)$$

$$c'_{I_{b\beta}} = p'_{I_{b\beta}} + d'_{I_{b\beta}} + r'_{I_{b\beta}}, \quad (30)$$

resp.

$$d'_{I_{z\beta}} = d_{I_{z\beta}} d_{\mu_s}, \quad (31)$$

$$r'_{I_{z\beta}} = r_{I_{z\beta}} r_{\mu_s}, \quad (32)$$

$$c'_{I_{z\beta}} = d'_{I_{z\beta}} + r'_{I_{z\beta}}. \quad (33)$$

V ďalšom kroku sa numerickou integráciou, charakterizovanou v predchádzajúcej časti určia korešpondujúce denné veličiny za referenčným zasklením $p'R'_{b\beta d}$, $d'R'_{b\beta d}$, $r'R'_{b\beta d}$, $c'R'_{b\beta d}$, $d'R'_{z\beta d}$, $r'R'_{z\beta d}$ a $c'R'_{z\beta d}$. Pomocou týchto sa vynásobením počtom

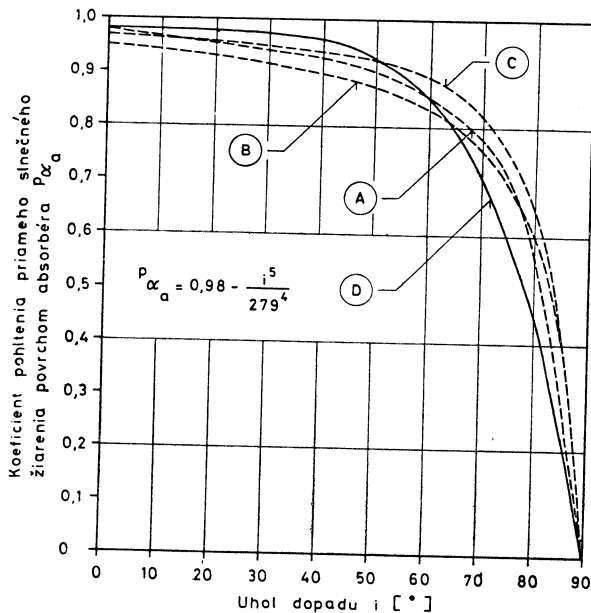
dní vo vyšetrovanom mesiaci n a priemerným mesačným relatívnym slnečným svi-
tom s_m , pri veličinách určených za bezoblačných pomerov a koeficientom $(1 - s_m)$
za zamračených pomerov, určia nakonec sumárne mesačné množstvá plošnej hustoty
energie slnečného žiarenia dostupné v interieri za zasklením ${}^p R'_{\beta\beta m}$, ${}^d R'_{\beta\beta m}$,
 ${}^r R'_{\beta\beta m}$, ${}^c R'_{\beta\beta m}$, ${}^d R'_{z\beta m}$, ${}^r R'_{z\beta m}$ a ${}^c R'_{z\beta m}$. Výsledná mesačná hodnota ${}^c R'_{\beta\beta m}$, ktorá je
hlavným výstupom pri výpočte prepustenej energie slnečného žiarenia zasklením,
je daná vzťahom

$${}^c R'_{\beta\beta m} = {}^c R'_{b\beta m} + {}^c R'_{z\beta m}. \quad (34)$$

3.4 Určenie množstva plošnej hustoty energie slnečného žiarenia pohlteneho v absorbéri solárneho kolektora

Tretím výpočtovým stupňom metódy a programu SOLEN je výpočtový stupeň,
v rámci ktorého sa vypočítava množstvo energie slnečného žiarenia pohltene
absorpčným povrchom absorbéra, v závislosti od množstva energie dopadajúceho
a referenčným sklom prepusteneho slnečného žiarenia.

V metóde a programe SOLEN sa v tejto súvislosti uplatňuje koeficient pohltienia



Obr. 5. Závislosť koeficientu pohltivosti priameho slnečného žiarenia typickým čiernym neselek-
tívnym povrchom absorbéra solárneho kolektora $p\alpha_a$ od uhla dopadu i .

(absorpcie) priameho slnečného žiarenia typickým čiernym neselektívnym povrchom
absorbéra $p\alpha_a$, ktorý je závislý od uhla dopadu i , pričom sa zanedbáva vplyv
spektrálneho zloženia slnečného žiarenia na hodnotu koeficientu $p\alpha_a$. Pri návrhu
tejto metódy sa na základe numerickej analýzy ukázalo, že závislosť koeficientu
 $p\alpha_a$ na i je možné vhodne vyjadriť vzťahom

$$p_{\alpha_a} = 0,98 - \frac{i^5}{2794}. \quad (35)$$

V grafe na obr. 5 uvádzame na ilustráciu krivku závislosti koeficientu p_{α_a} od uhla dopadu i , určenú pomocou vzorca (35), ktorá je vyťahnutá plnou čiarou a označená ako krivka D . Okrem toho v grafe sa nachádzajú aj ďalšie krivky tejto závislosti, a to krivka A podľa prameňa [7], krivka B podľa [8] a krivka C podľa [9].

Koeficient pohltienia difúzneho žiarenia d_{α_a} a od terénu odrazeného slnečného žiarenia r_{α_a} typickým čiernym neselektívnym absorpčným povrchom sa podľa [7] určuje približnou hodnotou o veľkosti $d_{\alpha_a} = r_{\alpha_a} = 0,95$.

Plošná hustota žiarivého toku slnečného žiarenia pohltená absorpčným povrchom absorbéra solárneho kolektora, ktorý sa premení na teplo, označená ako I'' , sa v metóde určuje vynásobením príslušných korešpondujúcich hodnôt plošnej hustoty žiarivého toku slnečného žiarenia prepusteného referenčným sklom, resp. energetických ziskov interieru I' koeficientami p_{α_a} , d_{α_a} a r_{α_a} . Takže základné zložky I'' pre bezoblačné a zamračené, resp. oblačné podmienky sa určujú pomocou výrazov

$$pI''_{b\beta j} = pI'_{b\beta j} p_{\alpha_a}, \quad (36)$$

$$dI''_{b\beta j} = dI'_{b\beta j} d_{\alpha_a}, \quad (37)$$

$$rI''_{b\beta j} = rI'_{b\beta j} r_{\alpha_a}, \quad (38)$$

$$cI''_{b\beta j} = pI''_{b\beta j} + dI''_{b\beta j} + rI''_{b\beta j}, \quad (39)$$

$$dI''_{z\beta j} = dI'_{z\beta j} d_{\alpha_a}, \quad (40)$$

$$rI''_{z\beta j} = rI'_{z\beta j} r_{\alpha_a}, \quad (41)$$

$$cI''_{z\beta j} = dI''_{z\beta j} + rI''_{z\beta j}. \quad (42)$$

Podobne ako v predchádzajúcich dvoch prípadoch sa na základe výrazov (36) až (38) ako aj (40) a (41) numerickou integráciou určia im korešpondujúce množstvá R'' pre charakteristický deň zvoleného mesiaca a na základe týchto množstiev denných sa potom určia (ich vynásobením počtom dní v mesiaci n a údajom s_m pri veličinách určených pre bezoblačné pomery a koeficientom $(1 - s_m)$ pre zamračené pomery) mesačné množstvá plošnej hustoty energie slnečného žiarenia pohltenej absorpčným povrchom absorbéra solárneho kolektora $pR''_{b\beta m}$, $dR''_{b\beta m}$, $rR''_{b\beta m}$, $cR''_{b\beta m}$, $dR''_{z\beta m}$, $rR''_{z\beta m}$ a $cR''_{z\beta m}$. Hlavný vypočítaný údaj tohto stupňa výpočtu $cR''_{\beta m}$ sa určí ako pri predchádzajúcich dvoch stupňoch pomocou vzťahu

$$cR''_{\beta m} = cR''_{b\beta m} + cR''_{z\beta m}. \quad (43)$$

Pri veličine $cR''_{\beta m}$ ide už vlastne o plošnú hustotu energie slnečného žiarenia absorbovanú absorbérom solárneho kolektora, teda v skutočnosti ide o plošnú hustotu absorbovanej tepelnej energie. Pomocou priemernej plošnej hustoty absorbovanej tepelnej energie zo slnečného žiarenia a priemernej plošnej hustoty tepelných strát potom sa môže vypočítať priemerná plošná hustota využiteľnej (užitočnej) tepelnej energie za uvažovaný mesiac a na základe tejto veličiny a plošnej hustoty energie celkového dopadajúceho slnečného žiarenia na sklený kryt aj priemerná mesačná (alebo napr. aj ročná) účinnosť slnečného kolektora.

Tab. 1. Porovnanie priemerných mesačných a ročných súm plošnej hustoty energie priameho (pR_{Hm} , pR_{Hr}), oblohového difúzneho (dR_{Hm} , dR_{Hr}) a globálneho (εR_{Hm} , εR_{Hr}) slnečného žiarenia dostupných na horizontálnej rovine, získaných z aktinometriekých meraní za obdobie 1966 až 1979 a vypočítaných programom SOLEN, v kWh.m⁻² a v % a prehľad vstupných údajov s_m a T_m , použitých pri výpočtoch uskutočnených programom SOLEN, pre lokalitu Bratislava-Koliba

Praveň	SOLEN			[10]			Rozdiel [%]			Použitie vstupné údaje	
	pR_{Hm}	dR_{Hm}	εR_{Hm}	pR_{Hm}	dR_{Hm}	εR_{Hm}	pR_{Hm}	dR_{Hm}	εR_{Hm}	s_m	T_m
1	6,874	20,291	27,165	8,734	15,200	23,934	-21,3	+25,1	+11,9	0,18	2,82
2	13,723	30,610	44,333	17,352	23,806	41,158	-20,9	+22,2	+7,2	0,28	4,00
3	38,263	46,915	85,178	41,623	43,182	84,805	-8,1	+7,9	+0,4	0,37	3,73
4	69,321	57,911	127,233	70,188	58,998	129,186	-1,2	-1,8	-1,5	0,47	3,86
5	94,990	72,028	167,017	96,389	76,281	172,670	-1,4	-5,6	-3,3	0,52	4,22
6	96,596	76,196	172,792	95,076	80,944	176,020	+1,5	-5,9	-1,8	0,51	4,35
7	95,094	77,856	172,942	90,621	80,828	171,449	+4,7	-3,7	+0,9	0,52	4,55
8	83,735	66,050	149,785	77,525	71,571	149,096	+7,4	-7,7	+0,5	0,53	4,33
9	58,424	48,909	107,333	55,941	48,380	104,321	+4,2	+1,1	+2,8	0,51	3,99
10	30,710	36,348	67,058	34,793	33,052	67,849	-11,7	+9,1	-1,2	0,42	3,75
11	10,671	22,132	32,803	12,177	17,258	29,435	-12,4	+22,0	+10,3	0,23	2,77
12	6,370	16,548	22,915	7,769	12,385	20,154	-18,0	+25,1	+12,0	0,18	2,32
Rok	604,771	571,783	1 176,554	608,192	561,885	1 170,077	-0,6	+1,7	+0,6		

Tab. 2. Porovnanie priemerných mesačných a ročných súm plošnej hustoty energie priameho (pR_{HM} , pR_{HR}), oblohového difúzného (dR_{HM} , dR_{HR}) a globálneho (εR_{HM} , εR_{HR}) slnečného žiarenia dostupných na horizontálnej rovine, získaných z aktinometrických meraní za obdobie 1966 až 1979 a vypočítaných programom SOLEN, v kWh m⁻² a v % a prehľad vstupných údajov ε_m a T_m , použitých pri výpočtoch uskutočnených programom SOLEN, pre lokalitu Hradec Králové

Prameň	SOLEN				[11]				Rozdiel [%]			Použitá vstupné údaje		
	pR_{HM}	dR_{HM}	εR_{HM}	pR_{HR}	dR_{HR}	εR_{HR}	pR_{HM}	dR_{HM}	εR_{HM}	pR_{HR}	dR_{HR}	εR_{HR}	ε_m	T_m
1	4,775	18,084	22,859	4,965	16,525	21,490	-3,8	+8,6	+5,9	-3,8	+8,6	+5,9	0,15	2,80
2	9,707	26,721	36,428	11,824	23,840	35,664	-17,9	+10,8	+2,1	-17,9	+10,8	+2,1	0,19	3,20
3	33,257	43,721	76,979	31,662	45,733	77,445	+4,8	-4,5	-0,6	+4,8	-4,5	-0,6	0,32	3,30
4	55,997	59,249	115,246	52,499	63,338	115,837	+6,2	-6,4	-0,5	+6,2	-6,4	-0,5	0,39	3,80
5	76,598	75,136	151,734	76,287	77,807	154,094	+0,4	-3,4	-1,5	+0,4	-3,4	-1,5	0,42	4,10
6	84,872	78,729	163,556	79,694	88,094	167,788	+6,1	-10,6	-2,5	+6,1	-10,6	-2,5	0,45	4,30
7	80,476	77,897	158,373	72,175	87,508	159,883	+10,3	-10,9	-0,8	+10,3	-10,9	-0,8	0,42	4,10
8	72,477	65,356	138,013	66,737	70,393	137,130	+7,9	-6,9	+0,6	+7,9	-6,9	+0,6	0,45	4,00
9	44,769	49,199	93,968	43,502	50,116	93,618	+2,8	-1,8	+0,4	+2,8	-1,8	+0,4	0,40	3,80
10	22,515	34,981	57,496	25,320	29,728	55,084	-11,1	+15,0	+4,2	-11,1	+15,0	+4,2	0,33	3,60
11	6,006	21,088	27,094	6,633	16,068	22,701	-9,4	+23,8	+16,2	-9,4	+23,8	+16,2	0,16	3,00
12	3,775	15,396	19,171	4,308	12,138	16,446	-12,4	+21,1	+14,2	-12,4	+21,1	+14,2	0,15	2,80
Rok	495,224	565,693	1 060,917	475,606	581,338	1 056,944	+3,9	-2,7	+0,4	+3,9	-2,7	+0,4		

Tab. 3. Porovnanie primerných mesačných a ročných súm plošnej hustoty energie priameho (εR_{HM} , εR_{HR}) a globálneho (εR_{HM} , εR_{HR}) slnečného žiarenia dostupných na horizontálnej rovine, získaných z aktinometrických meraní za obdobie 1975 až 1980 a vypočítaných programom SOLEN, v kWh m⁻² a v % a prehľad vstupných údajov s_m a T_m , použité pri výpočtoch uskutočnených programom SOLEN, pre lokalitu Třeboň

Prameň	SOLEN				[12]				Rozdiel [%]			Použité vstupné údaje	
	εR_{HM}	εR_{HR}	εR_{HM}	εR_{HR}	εR_{HM}	εR_{HR}	εR_{HM}	εR_{HR}	εR_{HM}	εR_{HR}	εR_{HM}	s_m	T_m
Druh plošnej hustoty	εR_{HM}	εR_{HR}	εR_{HM}	εR_{HR}	εR_{HM}	εR_{HR}	εR_{HM}	εR_{HR}	εR_{HM}	εR_{HR}	εR_{HM}		
1	6,770	19,189	25,959	9,884	21,914	31,798	-31,5	-12,4	-18,4	0,19	2,80		
2	15,914	26,815	42,729	18,311	30,740	49,051	-13,1	-12,7	-12,9	0,29	3,20		
3	38,275	44,414	82,689	32,653	52,720	85,373	+14,7	-15,7	-3,1	0,36	3,40		
4	54,361	59,372	113,733	45,722	67,168	112,890	+15,9	-11,4	+0,7	0,36	3,60		
5	94,692	67,558	162,250	77,935	83,396	161,331	+17,7	-18,9	+0,6	0,42	3,60		
6	91,285	73,470	164,755	73,680	89,207	162,887	+19,2	-17,6	+1,1	0,45	3,80		
7	79,200	78,432	157,632	64,980	88,269	153,249	+17,9	-11,1	+2,8	0,41	4,10		
8	70,017	68,159	138,176	58,053	76,274	134,327	+16,7	-10,4	+2,8	0,44	4,20		
9	43,893	50,615	94,508	38,501	56,440	94,941	+12,3	-10,3	-0,4	0,38	3,80		
10	22,518	35,822	58,340	22,324	37,614	59,938	+0,8	-4,8	-2,6	0,30	3,40		
11	8,223	21,663	29,886	8,636	21,666	30,302	-4,8	-0,0	-1,4	0,19	2,80		
12	5,302	16,402	21,704	6,886	18,104	24,990	-23,0	-9,4	-13,1	0,18	2,70		
Rok	530,450	561,911	1 092,361	457,786	643,291	1 101,077	+13,7	-12,6	-0,8				

4. POROVNANIE VÝSLEDKOV VYPOČÍTANÝCH NAVRHNUTOU METÓDOU A PROGRAMOM SOLEN

Program SOLEN, vypracovaný na základe uvedenej metódy autorom príspevku, uskutočňuje charakterizované výpočty pomocou týchto vstupných údajov: sklon roviny β , azimut normály roviny A_n^s , zemepisná šírka miesta φ , mesiac M , deň v mesiaci D , albedo okolitého terénu ρ_t , zákalový činiteľ atmosféry T_m , počet dní v mesiaci n , priemerný mesačný relatívny slnečný svit s_m a dodatočná priepustnosť skla τ_s (pre výpočet s iným ako 3 mm hrubým zasklením). Po výpočte sa na širokoriadkovej tlačiarňi počítača vytlačia okrem zadaných vstupných údajov pre každý výpočtový variant tieto vypočítané veličiny:

1. Pri prvej výpočtovej úrovni (dopadajúca, resp. exteriérová plošná hustota energie slnečného žiarenia) ${}^pR_{\beta sm}$, ${}^dR_{\beta sm}$, ${}^rR_{\beta sm}$, ${}^cR_{\beta sm}$, ${}^dR_{z\beta sm}$, ${}^rR_{z\beta sm}$, ${}^cR_{z\beta sm}$ a ${}^cR_{\beta sm}$.

2. Pri druhej výpočtovej úrovni (plošná hustota energie slnečného žiarenia prepustenej referenčným sklom 3 mm hrubým, resp. energetický zisk interieru za týmto zasklením) ${}^pR'_{\beta sm}$, ${}^dR'_{\beta sm}$, ${}^rR'_{\beta sm}$, ${}^cR'_{\beta sm}$, ${}^dR'_{z\beta sm}$, ${}^rR'_{z\beta sm}$, ${}^cR'_{z\beta sm}$ a ${}^cR'_{\beta sm}$.

3. Pri tretej výpočtovej úrovni (plošná hustota energie slnečného žiarenia absorbovaná absorberom solárneho kolektora umiestneným za referenčným zasklením, resp. plošná hustota absorbovanej tepelnej energie od slnečného žiarenia) ${}^pR''_{\beta sm}$, ${}^dR''_{\beta sm}$, ${}^rR''_{\beta sm}$, ${}^cR''_{\beta sm}$, ${}^dR''_{z\beta sm}$, ${}^rR''_{z\beta sm}$, ${}^cR''_{z\beta sm}$ a ${}^cR''_{\beta sm}$.

Za účelom čo najobjektívnejšieho vyhodnotenia navrhutej metódy a na jej základe vypracovaného programu SOLEN sa predovšetkým pozornosť orientovala na lokality, v ktorých sú k dispozícii výsledky aktinometrických meraní (aj v členení globálneho slnečného žiarenia na priamu a difúznú zložku) zo štatisticky dostatočne dlhého časového obdobia a súčasne sú v nich dostupné pre to isté časové obdobie aj údaje o priemernom mesačnom relatívnom slnečnom svite s_m , ktoré sú použité ako vstupné údaje pre výpočet programom SOLEN.

V tab. 1, 2 a 3 sa uvádza porovnanie priemerných mesačných a ročných súm plošnej hustoty energie priameho (${}^pR_{Hm}$, ${}^pR_{Hr}$), difúzného (${}^dR_{Hm}$, ${}^dR_{Hr}$) a globálneho (${}^gR_{Hm}$, ${}^gR_{Hr}$) slnečného žiarenia, dostupných na horizontálnej rovine, získaných z aktinometrických meraní a vypočítaných programom SOLEN v kWh m⁻² a v %, pre lokalitu Bratislava-Koliba (tab. 1), Hradec Králové (tab. 2) a Třeboň (tab. 3), v ktorých sú splnené uvedené podmienky. V tabuľkách sa nadechádzajú aj priemerné mesačné hodnoty vstupných údajov s_m a T_m , ktoré sa použili pri porovnávacích výpočtoch uskutočnených programom SOLEN, časové obdobia, z ktorých boli merané hodnoty a vstupné údaje s_m a T_m určené a použitý prameň.

Porovnanie uvedené v tab. 1, 2 a 3 dokumentuje skutočnosť, že metóda a program SOLEN poskytujú výsledky, ktoré sú v dobrej zhode s im korešpondujúcimi priemernými údajmi, získanými na základe aktinometrických meraní. Minimálne rozdiely, z hľadiska potrieb praxe prakticky zanedbateľné, existujú hlavne pri energii globálneho slnečného žiarenia na najdôležitejšej ročnej časovej, resp. sumarizačnej úrovni.

V tab. 4 sa uvádzajú porovnania priemerných ročných súm plošnej hustoty energie globálneho slnečného žiarenia dostupných na horizontálnej rovine ${}^gR_{Hr}$, získaných z aktinometrických meraní a vypočítaných programom SOLEN, v kWh m⁻² a v %, pre lokality Hurbanovo, Skalnaté Pleso, Štrbské Pleso, Praha a Stockholm-Broma, kde (s výnimkou lokality Stockholm-Broma) boli použité

Tab. 4. Porovnanie priemerných ročných súm plošnej hustoty energie globálneho slnečného žiarenie ϵR_{HF} : dostupných na horizontálnej rovine, získaných z aktinometrických meraní a vypočítaných programom SOLEN, v kWh m⁻² a v %, pre lokality Hurbanovo, Skalnaté Pleso, Štrbské Pleso, Praha a Stockholm-Broma

Lokalita	SOLEN	Prameň (použitá obdobie)	Rozdiel	
	[kWh m ⁻²]	[kWh m ⁻²]	[kWh m ⁻²]	[%]
Hurbanovo	1 252,033	[13] (1941—1970) 1 277,494	—25,461	—1,9
Skalnaté Pleso	1 193,633	[14] (1957—1960) 1 123,016	+ 70,617	+ 5,9
Štrbské Pleso	1 208,162	[13] (1941—1970) 1 196,388	+ 11,774	+ 1,0
Praha	1 146,212	[15] (1958—1960) 1 020,900	+ 125,312	+ 10,9
Stockholm-Broma	947,363	[16] (1961—1969) 984,100	—36,737	—3,7

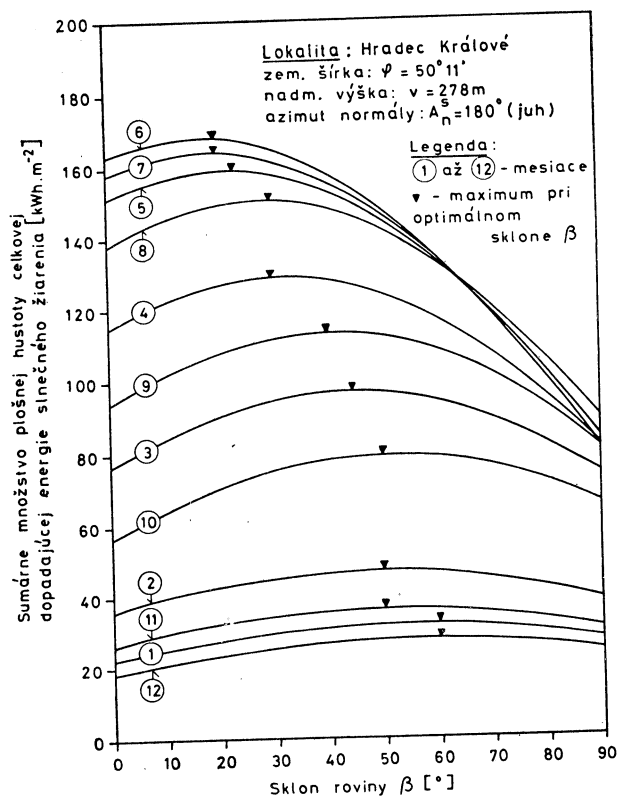
vstupné údaje s_m , určené z iných časových období ako porovnávané namerané hodnoty.

Väčší rozdiel medzi porovnávanými údajmi v tomto prípade existuje pri lokalite Praha, kde hodnoty získané pre porovnanie na základe meraní boli určené z veľmi krátkeho, len trojročného časového obdobia.

5. UKÁŽKA SPÔSOBU VYUŽITIA A INTERPRETÁCIE VÝSLEDKOV ZÍSKANÝCH VYPRACOVANOU METÓDOU A PROGRAMOM SOLEN

Navrhnutá metóda a program SOLEN sa môžu výhodne využiť predovšetkým v súvislosti s aplikáciou rôznych systémov a heliotechnických zariadení, hlavne však pri určení optimálneho sklonu ich stabilne umiestnených rovinných solárnych kolektorov, t. j. sklonu, pri ktorom za zvolené časové obdobie v rámci roka (napr. počas vykurovacieho obdobia, tvoreného mesiacmi 10—4) dopadá na solárny kolektor maximálne množstvo energie celkového slnečného žiarenia, ako aj pri návrhu a hodnotení tepelnej a energetickej bilancie budov.

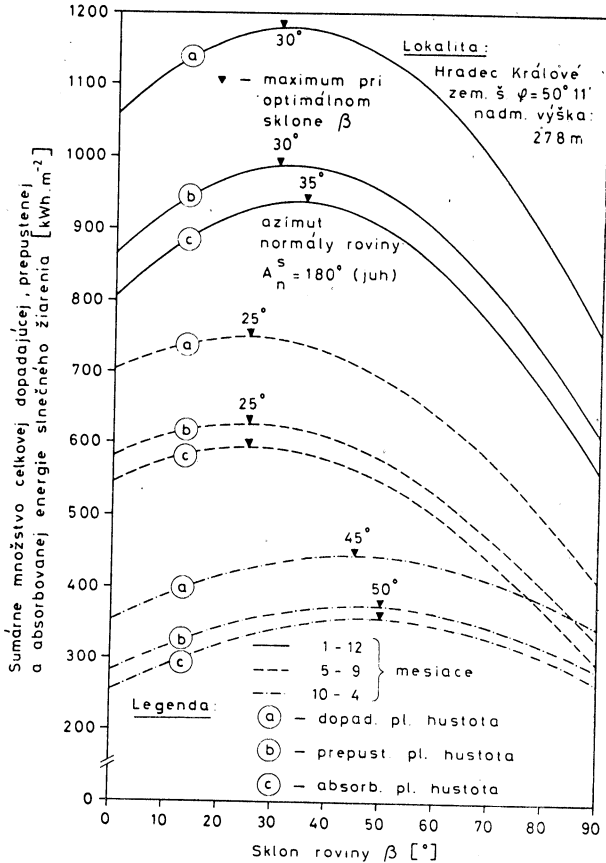
Na obr. 6 je znázornená závislosť sumárneho mesačného množstva plošnej hustoty energie celkového (dopadajúceho) slnečného žiarenia $\epsilon R_{\beta m}$ od sklonu roviny, resp. solárneho kolektora β , vypočítaná programom SOLEN pre jednotlivé mesiace



Obr. 6. Závislosť sumárneho mesačného množstva plošnej hustoty dopadajúcej energie celkového slnečného žiarenia $cR_{\beta m}$ od sklonu roviny β , vypočítaná programom SOLEN pre jednotlivé mesiace roka vo funkcii parametrov (lokalita Hradec Králové, azimut normály roviny $A_n^s = 180^{\circ}$, t. j. južný smer).

roka 1 až 12, v lokalite Hradec Králové, pričom rovina je orientovaná južne (azimut normály roviny $A_n^s = 180^{\circ}$). Pomocou kriviek závislostí $cR_{\beta m}$ od β , vypočítaných pre jednotlivé mesiace, sa dá určiť mesačný optimálny sklon rovinných solárnych kolektorov používaných pri tzv. malých nezávislých a malovýkonových nízko-teplotných solárnych termálnych systémoch [2], ktorých sklon sa dá často ručne nastavovať v potrebnom rozmedzí. V tomto prípade sa nastavuje optimálny sklon kolektora v rámci jednotlivých mesiacov (označený na obr. čiernym trojuholníkom), pri ktorom dopadá na kolektor maximálne množstvo energie slnečného žiarenia. Hlavným účelom a prínosom programu SOLEN v oblasti heliotechniky je však jeho využitie na určenie optimálneho sklonu stabilne umiestnených rovinných solárnych kolektorov, bez možnosti zmeny ich sklonu, ktoré sa používajú najčastejšie.

Krivky závislosti sumárneho množstva plošnej hustoty energie celkového slnečného žiarenia dopadajúcej cR_{β} (označenie a), prepustenej referenčným zasklením cR'_a (označenie b) a absorbovanej absorpčným povrchom absorbéra cR''_{β} (označenie c) od sklonu kolektora β , vypočítané programom SOLEN, pre sumarizačné obdobia



Obr. 7. Určenie optimálneho sklonu solárneho kolektora pomocou kriviek závislosti sumárneho množstva plošnej hustoty energie celkového slnečného žiarenia dopadajúcej (exterierovej) ${}^cR_{\beta}$, prepustenej referenčným zasklením (interierovej) ${}^cR'_{\beta}$ a pohltenej absorbátom ${}^cR''_{\beta}$, od sklonu solárneho kolektora β , vypočítaných programom SOLEN pre tri charakteristické sumari-začné obdobia (lokalita Hradec Králové, azimut normály roviny $A_n^s = 180^{\circ}$, t. j. južný smer).

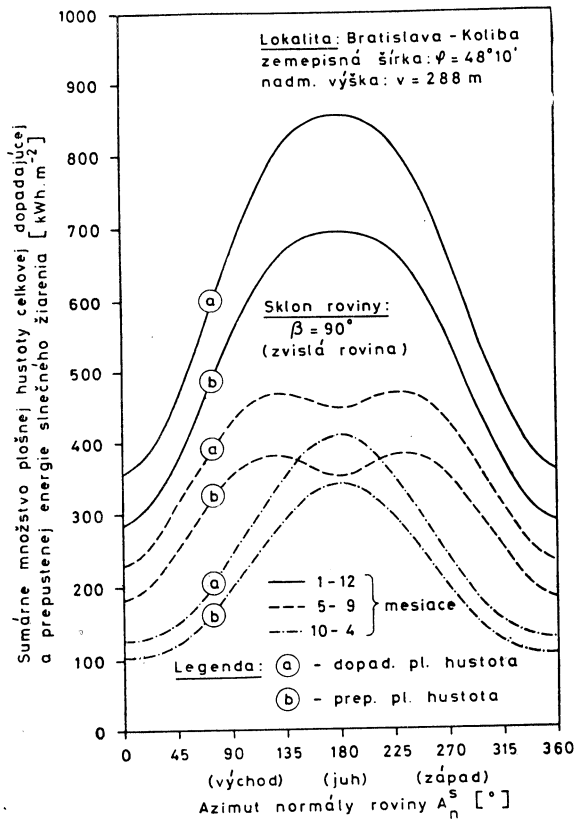
mesiacov 1 až 12 (celý rok), 5 až 9 (letné obdobie) a 10 až 4, v lokalite Hradec Králové, pri rovine orientovanej na juh ($A_n^s = 180^{\circ}$), sú ilustrované na obr. 7. Z tohto obr. vidno priebeh závislosti uvedených veličín od uhla β , ako aj rozdiely medzi hodnotami ${}^cR_{\beta}$, ${}^cR'_{\beta}$ a ${}^cR''_{\beta}$, pri jednotlivých sklonoch vyšetrovanej roviny, resp. solárneho kolektora β . Tak napr. pri horizontálnej rovine s $\beta = 0^{\circ}$, pri ročnom období (index r), dopadajúca plošná hustota ${}^cR_{\text{Hr}}$ má hodnotu $1\,060,917 \text{ kWh m}^{-2}$, plošná hustota prepustená referenčným zasklením ${}^cR'_{\text{Hr}} = 868,114^{-2}$ a absorbovaná plošná hustota ${}^cR''_{\text{Hr}} = 805,250 \text{ kWh m}^{-2}$, čo voči ${}^cR_{\text{Hr}}$ v prípade ${}^cR_{\text{Hr}}$ reprezentuje zníženie o 18,2 % a pri ${}^cR''_{\text{Hr}}$ zníženie o 24,1 %.

Z priebehu kriviek uvedených veličín vyplýva, že približne o rovnaké percentá sú hodnoty ${}^cR'_{\beta r}$ a ${}^cR''_{\beta r}$ znížené voči ${}^cR_{\beta r}$ aj pri optimálnom sklone $\beta = 30^{\circ}$, resp.

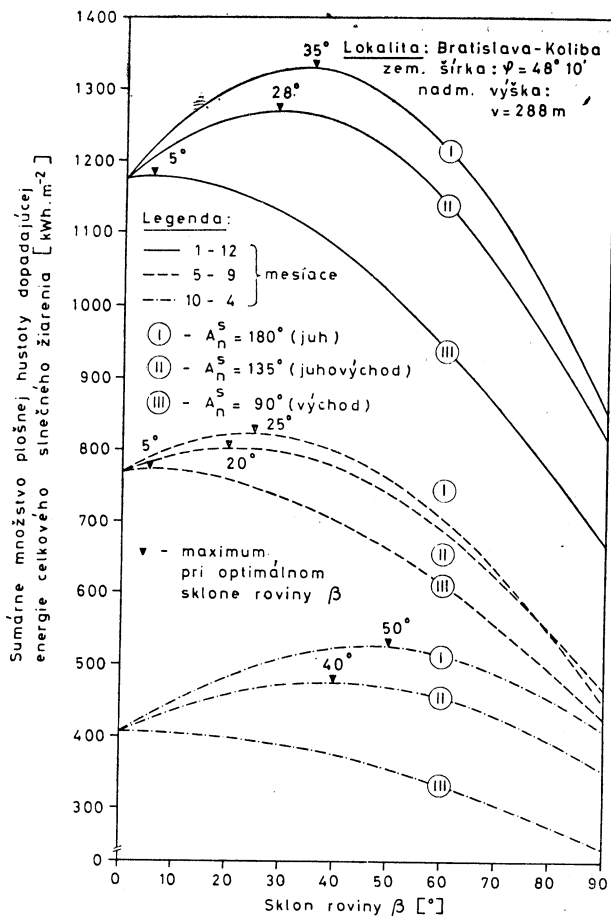
$\beta = 35^\circ$, keď príslušné krivky dosahujú extrém. Podobne z obr. 7 ďalej vyplýva, že maximálna možná hodnota $eR_{\beta R}$ pri optimálnom sklone $\beta = 30^\circ$ je väčšia približne o 10,1 %, ako hodnota eR_{HR} pri horizontálnej rovine s $\beta = 0^\circ$.

Príklad možnosti využitia výsledkov získaných programom SOLEN pre oblasť hodnotenia energetických ziskov interierov budov zo slnečného žiarenia cez zasklené časti obvodového plášťa budov, je ilustrovaný na obr. 8. Tu sú pomocou grafu znázornené krivky závislosti plošnej hustoty celkovej energie slnečného žiarenia dopadajúcej eR_{β} a prepustenej referenčným zasklením eR'_{β} od azimutu normály roviny A_n^s , vypočítané programom SOLEN, pre charakteristické tri sumarizačné obdobia, pri zvislej rovine so sklonom $\beta = 90^\circ$, v lokalite Bratislava-Koliba.

Na obr. 9 sa nachádzajú krivky závislosti plošnej hustoty dopadajúcej energie celkového slnečného žiarenia eR_{β} od sklonu β , vypočítané programom SOLEN, pre tri sumarizačné obdobia, v lokalite Bratislava-Koliba, pričom pre jednotlivé charakterické sumarizačné obdobia sú vykreslené tri krivky, a to pre južnú orien-



Obr. 8. Závislosť sumárneho množstva plošnej hustoty energie celkového slnečného žiarenia dopadajúcej (exterierovej) eR_{β} a prepustenej referenčným zasklením (interierovej) eR'_{β} od azimutu normály roviny A_n^s , vypočítaná programom SOLEN pre tri charakteristické sumarizačné obdobia, pri zvislej rovine so sklonom $\beta = 90^\circ$ (lokalita Bratislava-Koliba).



Obr. 9. Určenie optimálneho sklonu solárneho kolektora pomocou kriviek závislosti sumárneho množstva plošnej hustoty energie celkového slnečného žiarenia dopadajúcej (extrierierovej) $^{\circ}R_{\beta}$ od sklonu solárneho kolektora β , vypočítaných programom SOLEN pre tri charakteristické sumarizačné obdobia (lokalita Bratislava-Koliba, azimut normály roviny $A_n^s = 90^{\circ}$, t. j. východ, $A_n^s = 135^{\circ}$, t. j. juhovýchod a $A_n^s = 180^{\circ}$, t. j. južný smer).

táciu roviny, resp. solárneho kolektora s $A_n^s = 180^{\circ}$, pre juhovýchodnú (resp. juhozápadnú) orientáciu s $A_n^s = 135^{\circ}$ (resp. 225°) a pre východnú (resp. západnú) orientáciu roviny s $A_n^s = 90^{\circ}$ (resp. 270°). Z tohto obr. napr. vidno, že keď by mal byť solárny kolektor orientovaný výhodným smerom, tak pri celoročnom období a letnom období (zloženom z mesiacov 5 až 9) by naň najviac energie dopadalo pri jeho sklone $\beta = 5^{\circ}$ a pri období pozostávajúcom z mesiacov 10 až 4 dokonca maximum energie dopadá na kolektor s $A_n^s = 90^{\circ}$ pri jeho sklone $\beta = 0^{\circ}$, teda pri horizontálnej polohe solárneho kolektora.

Z obr. 9 je ďalej napr. evidentné, že pri celoročnom využívaní solárneho kolektora orientovaného na juh ($A_n^s = 180^{\circ}$) sa môže pri jeho optimálnom sklone $\beta = 35^{\circ}$

dosiahnuť zväčšenie naň dopadajúcej plošnej hustoty $^{\circ}R_{gr}$ voči horizontálnej polohe kolektora s $\beta = 0^{\circ}$ asi o 11,3 %, čo reprezentuje v konkrétnom prípade lokality Bratislava-Koliba zväčšenie približne o hodnotu 150 kWh m^{-2} .

6. ZÁVER

Aj keď pri metóde SOLEN charakterizovanej v tomto článku ide o približnú metódu na výpočtové určovanie v prvom rade dopadajúcej, ale aj prepustenej referenčným zasklením a pohltenej absorberom solárneho kolektora plošnej hustoty energie slnečného žiarenia, výsledky, ktoré táto metóda a na jej základe vypracovaný program SOLEN poskytujú, sa pri najdôležitejších veličinách, a to pri plošnej hustote energie základného globálneho, resp. celkového slnečného žiarenia na ročnej úrovni len veľmi málo líšia od korešpondujúcich priemerných hodnôt určených na základe aktinometrických meraní. Táto skutočnosť prispieva značným podielom k tomu, aby sa predmetná metóda a program SOLEN mohli efektívne uplatniť tak pri priamom využívaní slnečnej energie pre technické a energetické účely, ako aj v oblasti teplotného návrhu a hodnotenia budov.

LITERATÚRA

- [1] Barabas, K.: Globální problémy energetiky. Zborník predn. z celošt. konferencie Dlhodobá prognostika v energetike, 1. diel. ZP SVTS GR Slovenských energet. podnikov, Bratislava 1976, s. 80—93.
- [2] Mikler, J.: Dostupnosť a možnosti využitia slnečnej energie v ČSSR. Architektúra a Urbanizmus, 15, 1981, č. 3, s. 145—160.
- [3] Mikler, J.: Využitie slnečnej energie pri zásobovaní budov teplom. Elektrotechn. Obzor, 68, 1979, č. 7, s. 410—415.
- [4] Mikler, J.: O priamom využití slnečnej energie v budovách. Projekt, 1980, č. 9/241, s. 14—16.
- [5] Mikler, J.: Výpočet dostupnosti slnečnej energie pomocou počítača. Kandidátska dizert. práca. Ústav stavebn. a architekt. SAV, Bratislava 1980.
- [6] Puškáš, J.: Matematický model tepelnej záťaže budov od slnečného žiarenia. Záver. správa. Stav. fakulta SVŠT, Bratislava 1977.
- [7] Szokolay, S. V.: Solar Energy and Building. The Architectural Press Ltd., London 1975.
- [8] Smola, A.: Využitie slnečnej energie. Elektrotechn. fakulta SVŠT, Bratislava 1980.
- [9] Duffie, J. A., Beckman, W. A.: Solar energy Therma Processes. John Wiley & Sons, New York 1974.
- [10] Denníky merania slnečného žiarenia. Meteorolog. observat. HMÚ Bratislava-Koliba, Bratislava 1966—1979.
- [11] Dvuměsíční přehled měření záření. Meteorolog. observat. v Hradci Králové HMÚ Praha, Hradec Králové 1966—1979.
- [12] Podklady z merania slnečného žiarenia. Hydrobotanické oddelenie — Botanický ústav ČSAV, Třeboň 1975—1980.
- [13] Vaniček, K.: Způsoby měření sluneční radiace a radiální klima ČSSR. Elektrotechn. Obzor, 67, 1978, č. 6, s. 347—349.
- [14] Podněbí československé socialistické republiky — Souborná studie. Hydrometeorologický ústav, Praha 1969.
- [15] Aktinometričeskij spravočnik — zarubežnyje strany. Gidrometeorologičeskoe izdatelstvo, Leningrad 1964.
- [16] Löfberg, H. A.: Report form on radiation data (Stockholm-Broma). The National Swedish Inst. for Building Research and CIE TC-4.2-Daylighting, Gävle 1981.

МЕТОД РАСЧЕТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРИБЫЛЕЙ ПЛОСКИХ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ И ЗДАНИЙ ОТ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ

Инж. Йозеф Миклер, к. т. н.

В статье приводится характеристика приблизительного аналитического метода расчета и математической модели для определения доступности энергии солнечной радиации на произвольно ориентированной и наклонной плоскости, расположенной в каком-либо географическом месте. В случае исследования и анализа интерьеров зданий и солнечных коллекторов позволяет этот метод как расчет энергетических прибылей от солнечной радиации за остеклением, так и расчет количества солнечной энергии, поглощенной абсорбционной поверхностью, которая находится за остеклением.

CALCULATION METHOD OF ENERGY GAINS OF FLAT-PLATE SOLAR COLLECTORS AND BUILDINGS FROM SOLAR RADIATION

Ing. Jozef Mikler, CSc.

Characteristic of an approximate analytical calculation method and a mathematical model for determination of the availability of solar radiation energy on an arbitrary oriented and inclined plane considering the influence of actual climatic and meteorological conditions in an optional geographical locality is discussed in the article. In the case of the building interior and solar collectors study and analysis this method allows as energy gains calculation from solar radiation behind the glazing, as calculation of the amount of solar energy absorbed by an absorptive surface placed behind the glazing.

BERECHNUNGSMETHODE DER ENERGIEGEWINNE DER EBENSONNENKOLLEKTOREN UND GEBÄUDE VON DER SONNENSTRAHLUNG

Ing. Jozef Mikler, CSc.

Im Artikel führt man die Kennziffer einer approximativen analytischen Berechnungsmethode und eines mathematischen Modells für die Bestimmung der eventuellen Energiegewinne auf einer beliebig orientierten und geneigten Ebene, bei Erwägung des Einflusses realer klimatischer und meteorologischer Verhältnisse, in einem beliebigen geographischen Standort von der Sonnenstrahlung ein. Im Falle der Untersuchung und der Analyse der Interieure von Gebäuden und der Sonnenkollektoren ermöglicht die Methode auch die Energiegewinne von der Sonnenstrahlung hinter der Verglasung und auch die Menge der durch eine hinter der Verglasung angebrachte Absorptionsoberfläche absorbierten Sonnenenergie zu berechnen.

MÉTHODE DE CALCUL DES GAINS ÉNERGÉTIQUES DES COLLECTEURS SOLAIRES PLANS ET DES BÂTIMENTS DU RAYONNEMENT SOLAIRE

Ing. Jozef Mikler, CSc.

Dans l'article présenté, on publie la caractéristique d'une méthode de calcul analytique approximative et d'un modèle mathématique pour la détermination des gains éventuels de l'énergie du rayonnement solaire sur un plan arbitrairement orienté et incliné qui est placé dans une localité arbitraire géographique. Au cas de l'étude et de l'analyse des intérieurs des bâtiments et des collecteurs solaires, la méthode permet de calculer aussi les gains énergétiques du rayonnement solaire derrière le vitrage et aussi la quantité de l'énergie solaire absorbée par une surface absorbante placée derrière le vitrage.

● Klimatizační jednotka pro textilní laboratoře

Pro výzkumné laboratoře textilního průmyslu se vyžadují stabilní stavy vzduchu v toleranci teplot ± 1 K a relativních vlhkostí ± 2 %. Speciálně pro tento účel byla v SSSR vyvinuta klimatizační jednotka, jejíž zvláštností je polytropní úprava vzduchu ve zvlhčovací komoře s trojnásobným rozprašováním vody.

Data jednotky:

objemový průtok dodávaného vzduchu	0,83 až 1,17 m ³ /s
objemový průtok podílu venkovního vzduchu	0,28 m ³ /s
chladicí výkon	7 kW
hmotnost chladicího agregátu	360 kg

Uspořádání jednotky: Smíšený venkovní a oběhový vzduch prochází jednotkou zdola nahoru. Rozprašovacími tryskami mezi dvěma axiálními oběžnými koly se do přístroje vstříkují voda ochlazená buď až na 6 °C nebo ohřátá až na 60 °C. V odlučovači kapek na výstupu z jednotky zachycená voda je sváděna do dutého náboje druhého (horního) oběžného kola a v něm pak působením odstředivé síly rozvedena k obvodu radiálními vrtáními a zde znovu rozprášena. Pod tímto kolem se nacházejí záchytné lopatky, které svedou nerozprášené kapičky do dutého náboje prvního (spodního) oběžného kola a zde dochází ke třetímu stupni rozprášení.

Voda, která se vysráží na stěně přístroje, stéká do sběrného věnce po vnitřním obvodu a odtud se na jeho pilovitém okraji vytvořené kapičky znovu strhávají do proudu vzduchu.

Ke klimatizační jednotce jsou přiřazeny elektrický ohříváč a chladicí agregát k úpravě teploty vody, řízené regulátorem v závislosti na teplotě v místnosti. Úprava vlhkosti vzduchu v místnosti se děje regulací vstříkovaného množství vody. Požadované stavy vzduchu se dosahují nízkou spotřebou vody 0,02 až 0,05 kg vody/kg vzduchu.

Prototyp jednotky byl zkoušen po dobu jednoho roku a byla konstatována jeho vysoká hospodárnost a spolehlivost.

LuK 3/83

(Ku)

● Průmyslový filtr nové konstrukce

Firma Donaldson Co, USA, nabízí nový typ textilních průmyslových filtrů „Downflo“. U těchto znečištěný vzduch vstupuje horem do

skříňe filtru a proudí směrem dolů, přičemž prostupuje filtračními hadicemi umístěnými ve skříni vodorovně, směrem od jejich vnější strany, kde se zbavuje prachu, od jejich vnitřku. Odtud pak vyčištěný vstupuje do sběrné komory na boku skříňe filtru a výstupním otvorem ven.

Čištění hadic se děje zpětným profukem, kdy se prach uvolní a padá do výsypku na spodu skříňe filtru. Výhodou konstrukce je, že je možno kontrolovat a vyměňovat hadice jednotlivě z boku (odkud se zasouvají), aniž by bylo nutno provádět jakoukoliv demontáž navazujícího zařízení.

ASHRAE J. 2/83

(Ku)

INFORMACE

O 22. AKUSTICKÉ KONFERENCI

22. Akustická konference proběhla ve dnech 4. až 7. října 1983 na Štrbském Plese.

Tématem této konference byla elektroakustika. Jednání konference probíhalo současně ve dvou sekcích, a to v sekci elektroakustiky, kde na závěr byla zařazena i problematika magnetismu a v sekci záznamu a studiové techniky.

Celkem bylo předneseno 70 referátů, z toho 15 od zahraničních účastníků.

Převážná většina referátů přinášela zcela nové poznatky z oblasti výzkumu, vývoje i z aplikace těchto poznatků v praxi a ve výrobě. Z výsledků vyplývalo, že v období od minulé konference zabývající se elektroakustikou konané v roce 1978 došlo k rychlému rozvoji především v oblasti záznamu signálu, kde se široce uplatňuje digitální technika. Konference ukázala také růst zájmu výrobních závodů o výsledky přednášených vědeckých prací.

Pořadatelem konference byla ČSVTS, Slovenský ústřední výbor Elektrotechn. společn. ČSVTS, TESLA VÚST, VÚZORT, TESLA — Spotřebná elektrotechnika — koncern Bratislava, TESLA Elektroakustika, TESLA Vrábľe, Dům techniky ČSVTS Bratislava. Záštitu nad pořádáním konference převzala Akust. komise ČSAV.

V návaznosti na opakující se cyklus akustických konferencí s vybranou tematikou bude v tomto roce ve dnech 2.—4. října 1984 v Českých Budějovicích uspořádána 23. akustická konference na téma „Úloha řeči a hudby v životním prostředí“. Pořadatelem bude opět ČSVTS, Dům techniky, ČSVTS Praha.

Chalupová

URČENÍ DYNAMICKÝCH VLASTNOSTÍ PROSTOROVĚ ROZLOŽENÉHO POTRUBÍ

ING. PAVEL REJF

SVÚSS Běchovice-Praha 9

V článku je uveden způsob výpočtu vlastních frekvencí a tvarů kmitů netlumeného prostorově rozloženého potrubí metodou konečných prvků. Uvedený výpočetní postup je použit na konkrétním příkladě, který byl řešen na programovatelném kalkulátoru HP 9845B.

Recenzoval: Ing. Karel Brož, CSc.

POUŽITÁ OZNAČENÍ

ϵ	[1]	tenzor malých deformací
C	$[N\ m^{-2}]$	tenzor tuhosti materiálu
N	[1]	matice básových funkcí
K	$(N\ m^{-1})$	matice tuhosti
M	[kg]	matice hmotnosti
T	[1]	matice prostorové transformace
P	$[kg\ s^{-2}]$	dynamická matice
w	[m]	vektor posuvů
r	[m]	vektor posuvů uzlových bodů
p	[N]	vektor vnitřních silových účinků
V	$[m^3]$	objem
K	[J]	kinetická energie
W	[J]	potenciální energie
E	$[N\ m^{-2}]$	modul pružnosti v tahu
S	$[m^2]$	plocha průřezu
J	[m]	ohybový moment setrvačnosti
G	$[N\ m^{-2}]$	modul pružnosti ve smyku
J_p	[m]	polární moment setrvačnosti
J_{pm}	$[kg\ m^2]$	hmotný moment setrvačnosti
t	[s]	časová souřadnice
x, y, z	[m]	prostorové souřadnice
x, y, z	[m]	výchyšky nosníku ve směrech x, y, z
l	[m]	délka nosníku
n	[1]	rozměr výsledných matic soustavy
ρ	$[kg\ m^{-3}]$	hustota
Φ	[1]	natočení nosníku
ω	$[s^{-1}]$	úhlová frekvence

1. ÚVOD

Jednou z příčin poškození potrubních systémů bývá jejich dynamické namáhání při shodě vlastní frekvence s frekvencí zatěžování. U většiny těchto systémů délkový rozměr značně převyšuje příčné rozměry potrubí a lze je proto při výpočtu nahradit nosníkovým systémem. Při numerickém výpočtu vlastních frekvencí a tvarů kmitu je výhodné použití metody konečných prvků.

2. VÝPOČET VLASTNÍCH FREKVENCÍ A TVARŮ KMITU NOSNÍKU METODOU KONEČNÝCH PRVKŮ

Při použití této metody jsou pohybové rovnice získány např. užitím *Hamiltonova* variačního principu [2]:

$$\delta \int_{t_1}^{t_2} (W - K) dt = 0; \quad (1)$$

kde variace kinetické energie

$$\delta K = \delta \int_V \frac{1}{2} \rho \dot{\mathbf{w}}^2 dV = \delta \int_V \frac{1}{2} \rho \dot{\mathbf{w}}^T \dot{\mathbf{w}} dV, \quad (2)$$

variace potenciální energie deformace soustavy

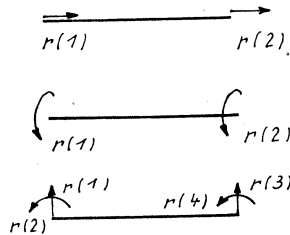
$$\delta W = \delta \int tr \left(\frac{1}{2} \boldsymbol{\epsilon} \mathbf{C} \boldsymbol{\epsilon} \right) dV, \quad (3)$$

kde tr je (stopa tenzorového součinu)

Vektor posuvů hledáme ve tvaru [2]:

$$\mathbf{w} = \mathbf{N} \mathbf{r}. \quad (4)$$

kde $\mathbf{N}(x)$ je matice bázových (interpolačních) funkcí posuvů a $\mathbf{r}(t)$ je vektor posuvů uzlových bodů dělení tělesa, které jsou neznámými.



Obr. 1. Posuvy uzlových bodů při podélném, krouživém a ohybovém kmitání.

V nosníkových soustavách může jejich prvek (nosník) [3] vykonávat ohybové kmity ve dvou rovinách, podélné a torzní kmity (obr. 1). Vektor posuvů \mathbf{w} a vektor neznámých \mathbf{r} i -tého prvku uvažujeme ve tvaru:

$$\begin{aligned} \mathbf{w}_i &= [x_i, y_i, z_i, \Phi_{xi}, \Phi_{yi}, \Phi_{zi}]^T, \\ \mathbf{r}_i &= [x_i(0), y_i(0), z_i(0), \Phi_{xi}(0), \Phi_{yi}(0), \Phi_{zi}(0), \\ & x_i(l), y_i(l), z_i(l), \Phi_{xi}(l), \Phi_{yi}(l), \Phi_{zi}(l)]^T. \end{aligned} \quad (5)$$

Použijeme-li přípustných zjednodušení, můžeme zanedbat vyšší členy *Greenova* a *Lagrangeova* tenzoru deformací a můžeme jednotlivé druhy kmitu řešit jako nezávislé zvlášť. Bázové funkce se výhodně získají analytickým řešením diferenciálních rovnic nosníku [4]. Pro ohybové kmitání v jedné rovině:

$$\mathbf{w}_i = [y(x)], \mathbf{r}_i = [y(0), y'(0), y(l), y'(l)]. \quad (6)$$

Pro získání báзовých funkcí uvažujme nejjednodušší případ, statickou rovnici nezátíženého nosníku

$$y^{iv}(x) = 0,$$

okrajové podmínky

$$y(0) = r(1), y'(0) = r(2), y(l) = r(3), y'(l) = r(4). \quad (7)$$

Řešením získáme vektor báзовých funkcí

$$\mathbf{N} = \begin{bmatrix} 1 - \frac{3x^2}{l^2} + \frac{2x^3}{l^3} \\ x + \frac{x^3}{l^2} - \frac{2x^2}{l} \\ \frac{3x^2}{l^2} - \frac{2x^3}{l^3} \\ -\frac{x^2}{l} + \frac{x^3}{l^2} \end{bmatrix}^T, \quad \text{kde } \mathbf{w} = \mathbf{N} \cdot \mathbf{r} \quad (8)$$

Matici tuhosti získáme z (3) s využitím zjednodušení pro daný případ, pak:

$$\begin{aligned} W &= \frac{1}{2} \int_{(V)} \sigma \varepsilon dV = \frac{1}{2} \int E \cdot y'' \cdot y_F \cdot y'' \cdot y_F dV = \\ &= \frac{1}{2} E \int_{(S)} \int_{(l)} y'' \cdot y'' \cdot y_F^2 dS dx = \frac{1}{2} EJ \int_{(l)} y'' y'' dx = \frac{1}{2} \mathbf{r}^T \mathbf{K} \mathbf{r}. \end{aligned} \quad (9)$$

Tedy

$$\mathbf{K} = EJ \int_0^l \mathbf{N}''^T \mathbf{N}'' dx. \quad (10)$$

Pak např.:

$$\mathbf{K}(1, 1) = EJ \int_0^l \left(-\frac{6}{l^2} + \frac{12}{l^3} x \right)^2 dx = 12 \frac{EJ}{l^3}.$$

Matici hmotnosti získáme z (2) s využitím zjednodušení pro daný případ:

$$K = \frac{1}{2} \int_{(V)} \rho \dot{y}^2 dV = \frac{1}{2} \int_{(S)} \int_{(l)} \rho \dot{y}^2 dV = \frac{1}{2} \rho S \int_{(l)} \dot{y}^2 dx = \frac{1}{2} \mathbf{r}^T \mathbf{M} \mathbf{r}. \quad (11)$$

Tedy

$$\mathbf{M} = \rho S \int_0^l \mathbf{N}^T \mathbf{N} dx, \quad (12)$$

$$\mathbf{M}(1, 1) = \rho S \int_0^l \left(1 - \frac{3x^2}{l^2} + \frac{2x^3}{l^3} \right)^2 dx = \frac{13}{35} \rho S l.$$

Vztah (1) platí pro libovolně pevně zvolené časové okamžiky t_1, t_2 a libovolnou variaci potenciální a kinetické energie. Můžeme jej tedy přepsat na:

$$\delta \int_{t_1}^{t_2} W dt - \delta \int_{t_1}^{t_2} K dt = 0. \quad (13)$$

Při pevně určených báзовých funkcích

$$\delta \mathbf{w} = \mathbf{N} \delta \mathbf{r}, \quad (14)$$

$$\delta \int_{t_1}^{t_2} W dt = \delta \int_{t_1}^{t_2} \frac{1}{2} \mathbf{r} \mathbf{K} \mathbf{r} dt = \int_{t_1}^{t_2} \delta \mathbf{r} \mathbf{K} \mathbf{r} dt. \quad (15)$$

Variace posunů omezíme podmínkou, že jsou v krajních časech t_1, t_2 nulové (*), pak úpravou per partes

$$\begin{aligned} \delta \int_{t_1}^{t_2} -K dt &= - \int_{t_1}^{t_2} \int_V \rho \dot{\mathbf{w}} \delta \dot{\mathbf{w}} dV dt = - \left[\underbrace{\left(\int_V \rho \dot{\mathbf{w}} \delta \mathbf{w} dV \right)}_{=0^*} \right]_{t_1}^{t_2} + \int_{t_1}^{t_2} \int_V \rho \ddot{\mathbf{w}} \delta \mathbf{w} dV dt = \\ &= \int_{t_1}^{t_2} \int_V \rho \delta \mathbf{r}^T \mathbf{N}^T \mathbf{N} \ddot{\mathbf{r}} dV dt = \int_{t_1}^{t_2} \delta \mathbf{r} \mathbf{M} \ddot{\mathbf{r}} dt. \end{aligned} \quad (16)$$

Vztah (13) platí pro libovolné, pevně zvolené časové okamžiky t_1 a t_2 . Odtud s využitím vztahů (14) až (16) vyjádříme výchozí rovnici volného ohybového kmitání nosníku:

$$\mathbf{M} \ddot{\mathbf{r}}(t) + \mathbf{K} \mathbf{r}(t) = \mathbf{0}. \quad (17)$$

Obdobný postup použijeme pro podélné a kroutové kmitání. Výchozí rovnice jsou

$$\mathbf{x}''(x) = 0; \quad \Phi''(x) = 0. \quad (18)$$

Posuvy uzlových bodů jsou

$$\mathbf{r}_i = [\mathbf{x}(0), \mathbf{x}(l)]^T; \quad \mathbf{r}_i = [\Phi(0), \Phi(l)]^T. \quad (19)$$

Vektor bázových funkcí je pro podélné a kroutové kmitání týž:

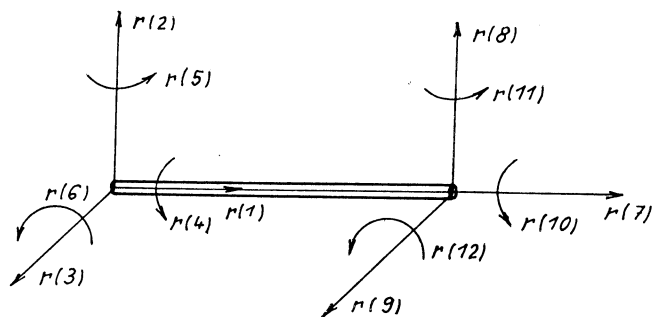
$$\mathbf{N} = \left[1 - \frac{x}{l}; \frac{x}{l} \right]. \quad (20)$$

Pro podélné, kroutové a ohybové kmitání je možno získat uvedeným postupem následující tuhostní a hmotnostní matice (viz obr. 1):

$$\begin{aligned} \mathbf{K}_p &= \frac{ES}{l} \begin{bmatrix} 1, & -1 \\ -1, & 1 \end{bmatrix}, & \mathbf{M}_p &= \frac{m}{6} \begin{bmatrix} 2, & 1 \\ 1, & 2 \end{bmatrix}, \\ \mathbf{K}_t &= \frac{GJ_p}{l} \begin{bmatrix} 1, & -1 \\ -1, & 1 \end{bmatrix}, & \mathbf{M}_t &= \frac{J_{pm}}{6} \begin{bmatrix} 2, & 1 \\ 1, & 2 \end{bmatrix}, \\ \mathbf{K}_o &= \frac{EJ}{l^3} \begin{bmatrix} 12, & 6l, & -12, & 6l \\ 6l, & 4, & -6l, & 2l^2 \\ -12, & -6l, & 12, & -6l \\ 6l, & 2l^2, & -6l, & 4l^2 \end{bmatrix}, & & & (21) \\ \mathbf{M}_o &= \frac{m}{4 \cdot 20} \begin{bmatrix} 156, & 22l, & 54, & -13l \\ 22l, & 4l^2, & 13l, & -3l^2 \\ 54, & 13l, & 156, & -22l \\ -13l, & -3l^2, & -22l, & 4l^2 \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

Z těchto dílčích submatic složíme výsledné prostorového kmitání (viz obr. 2):

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} \mathbf{K}_{11}, & \mathbf{K}_{12} \\ \mathbf{K}_{21}, & \mathbf{K}_{22} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{M} = \begin{bmatrix} \mathbf{M}_{11}, & \mathbf{M}_{12} \\ \mathbf{M}_{21}, & \mathbf{M}_{22} \end{bmatrix}, \quad (22)$$



Obr. 2. Posuvy uzlových bodů nosníku při prostorovém kmitání.

$$\begin{aligned}
 \mathbf{K}_{11} &= \begin{bmatrix} \frac{ES}{l} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 12 \frac{EJ_z}{l^3} & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 \frac{EJ_z}{l^2} \\ 0 & 0 & 12 \frac{EJ_y}{l^3} & 0 & -6 \frac{EJ_y}{l^2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{GJ_p}{l} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -6 \frac{EJ_y}{l^2} & 0 & 4 \frac{EJ_y}{l} & 0 & 0 \\ 0 & 6 \frac{EJ_z}{l^2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 \frac{EJ_z}{l} \end{bmatrix}, \\
 \mathbf{K}_{12} &= \begin{bmatrix} -\frac{ES}{l} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -12 \frac{EJ_z}{l^3} & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 \frac{EJ_z}{l^2} \\ 0 & 0 & -12 \frac{EJ_y}{l^3} & 0 & -6 \frac{EJ_y}{l^2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\frac{GJ_p}{l} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 6 \frac{EJ_y}{l^2} & 0 & 2 \frac{EJ_y}{l^2} & 0 & 0 \\ 0 & -6 \frac{EJ_z}{l^2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 \frac{EJ_z}{l} \end{bmatrix}, \\
 \mathbf{K}_{21} &= \begin{bmatrix} -\frac{ES}{l} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -12 \frac{EJ_z}{l^3} & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 \frac{EJ_z}{l^2} \\ 0 & 0 & -12 \frac{EJ_y}{l^3} & 0 & 6 \frac{EJ_y}{l^2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\frac{GJ_p}{l} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -6 \frac{EJ_y}{l^2} & 0 & 2 \frac{EJ_y}{l} & 0 & 0 \\ 0 & 6 \frac{EJ_z}{l^2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 \frac{EJ_z}{l} \end{bmatrix}, \quad (23)
 \end{aligned}$$

$$\mathbf{K}_{22} = \begin{bmatrix} \frac{ES}{l} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 12 \frac{EJ_z}{l^3} & 0 & 0 & 0 & -6 \frac{EJ_z}{l^2} \\ 0 & 0 & 12 \frac{EJ_y}{l^3} & 0 & 6 \frac{EJ_y}{l^2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{GJ_y}{l} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 6 \frac{EJ_y}{l^2} & 0 & 4 \frac{EJ_y}{l} & 0 \\ 0 & -6 \frac{EJ_z}{l^2} & 0 & 0 & 0 & 4 \frac{EJ_z}{l} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{M}_{11} = \begin{bmatrix} \frac{m}{3} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 156 \frac{m}{420} & 0 & 0 & 0 & 22 \frac{ml}{420} \\ 0 & 0 & 156 \frac{m}{420} & 0 & -22 \frac{ml}{420} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{J_{pm}}{3} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -22 \frac{ml}{420} & 0 & 4 \frac{ml^2}{420} & 0 \\ 0 & 22 \frac{ml}{420} & 0 & 0 & 0 & 4 \frac{ml}{420} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{M}_{12} = \begin{bmatrix} \frac{m}{6} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 54 \frac{m}{420} & 0 & 0 & 0 & -13 \frac{ml}{420} \\ 0 & 0 & 54 \frac{m}{420} & 0 & 13 \frac{ml}{420} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{J_{pm}}{6} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -13 \frac{ml}{420} & 0 & -3 \frac{ml^2}{420} & 0 \\ 0 & 13 \frac{ml}{420} & 0 & 0 & 0 & -3 \frac{ml^2}{420} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{M}_{21} = \begin{bmatrix} \frac{m}{6} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 54 \frac{m}{420} & 0 & 0 & 0 & 13 \frac{ml}{420} \\ 0 & 0 & 54 \frac{m}{420} & 0 & -13 \frac{ml}{420} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{J_{pm}}{6} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 13 \frac{ml}{420} & 0 & -3 \frac{ml^2}{420} & 0 \\ 0 & -13 \frac{ml}{420} & 0 & 0 & 0 & -3 \frac{ml^2}{420} \end{bmatrix}$$

(24)

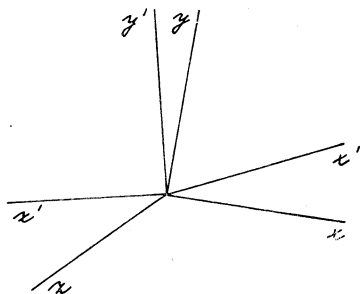
$$\mathbf{M}_{22} = \begin{bmatrix} \frac{m}{3} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 156 \frac{m}{420} & 0 & 0 & 0 & -22 \frac{ml}{420} \\ 0 & 0 & 156 \frac{m}{420} & 0 & 22 \frac{ml}{420} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{J_{pm}}{3} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 22 \frac{ml}{420} & 0 & 4 \frac{ml^2}{420} & 0 \\ 0 & -22 \frac{ml}{420} & 0 & 0 & 0 & 4 \frac{ml^2}{420} \end{bmatrix}$$

Je-li nosník natočen v prostoru, je třeba transformovat jeho příspěvky k tuhostní a hmotnostní matici do základního souřadného systému, aby byly slučitelné s ostatními součástmi. Pro tuto transformaci platí (viz obr. 3):

$$\mathbf{T}_d = \begin{bmatrix} \cos xx', & \cos xy', & \cos xz' \\ \cos yx', & \cos yy', & \cos yz' \\ \cos zx, & \cos zy', & \cos zz' \end{bmatrix}, \quad (25)$$

$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} \mathbf{T}_d & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{T}_d & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{T}_d & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \mathbf{T}_d \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{r} = \mathbf{T}\mathbf{r}', \quad \mathbf{K}' = \mathbf{T}\mathbf{T}\mathbf{K}\mathbf{T}, \quad \mathbf{M}' = \mathbf{T}\mathbf{T}\mathbf{M}\mathbf{T}. \quad (26)$$



Obr. 3. Prostorové natočení souřadného systému.

Při sestavování vztahů pro soustavu z více prvků jsou ve vektoru posuvů uzlových bodů zahrnuty posuvy všech uzlových bodů soustavy. Tuhostní a hmotnostní matici i -tého prvku umístíme podle uzlových bodů levého a pravého konce i -tého prvku. Je-li např. levý uzlový bod i -tého nosníku l_i^i k -tým uzlovým bodem soustavy a pravý uzlový bod nosníku p_i^i l -tým uzlovým bodem soustavy:

$$\mathbf{r}_s = [r_1, \dots, l_i^i, \dots, p_i^i, \dots, r_N]^T \quad (27)$$

$$[\mathbf{K}_s^*] + \begin{matrix} & & k & & l & & \\ & & & & & & \\ k & \left[\begin{array}{c|c|c|c|c} 0 & & 0 & & 0 \\ \hline 0 & \mathbf{K}'_{11} & 0 & \mathbf{K}'_{12} & 0 \\ \hline 0 & & 0 & & 0 \\ \hline 0 & \mathbf{K}'_{21} & 0 & \mathbf{K}'_{22} & 0 \\ \hline 0 & & 0 & & 0 \end{array} \right] & & \\ l & & & & & & \\ & & & & & & \end{matrix}, \quad (28)$$

příspěvek i -tého nosníku
k celkové tuhostní matici

$$[\mathbf{M}_s^*] + \begin{matrix} & & k & & l & & \\ & & & & & & \\ k & \left[\begin{array}{c|c|c|c|c} 0 & & 0 & & 0 \\ \hline 0 & \mathbf{M}'_{11} & 0 & \mathbf{M}'_{12} & 0 \\ \hline 0 & & 0 & & 0 \\ \hline 0 & \mathbf{M}'_{21} & 0 & \mathbf{M}'_{22} & 0 \\ \hline 0 & & 0 & & 0 \end{array} \right] & & \\ l & & & & & & \\ & & & & & & \end{matrix}. \quad (29)$$

příspěvek i -tého nosníku
k celkové hmotnostní matici

Celkové hmotnostní a tuhostní matice jsou většinou výrazně pásové, šířka pásu je dána největším rozdílem číslování v soustavě uzlových bodů levého a pravého konce nosníku.

Pro zavedení vlivu upevnění a připojení soustředěných hmotností a tuhostí je možno uvažovat celý systém rozdělený na dvě soustavy. Pro první soustavu, ve které je samostatný nosníkový systém, platí pro volné kmitání:

$$\mathbf{M}_s \ddot{\mathbf{r}}_1(t) + \mathbf{K}_s \mathbf{r}_1(t) = \mathbf{p}_1(t), \quad (30)$$

pro druhou soustavu tvořenou nespojitostmi platí:

$$\mathbf{M}_n \ddot{\mathbf{r}}_2(t) + \mathbf{K}_n \mathbf{r}_2(t) = \mathbf{p}_2(t), \quad (31)$$

kde $\mathbf{p}_1(t)$ a $\mathbf{p}_2(t)$ jsou vnitřní silové účinky, \mathbf{M}_n , \mathbf{K}_n jsou diagonální hmotnostní a tuhostní matice s nenulovou hmotností, resp. tuhostí v souřadnici, kde je připojena. Pro spojení obou soustav v uvažovaný celek platí podmínky slučitelnosti:

$$\mathbf{r}_s = \mathbf{r}_1 = \mathbf{r}_2, \quad \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2 = \mathbf{0}. \quad (32)$$

Pak platí:

$$(\mathbf{M}_s + \mathbf{M}_n) \ddot{\mathbf{r}}(t) + (\mathbf{K}_s + \mathbf{K}_n) \mathbf{r}(t) = \mathbf{0}. \quad (33)$$

Tedy celková hmotnostní a tuhostní matice je

$$\mathbf{M}_c = \mathbf{M}_s + \mathbf{M}_n, \quad \mathbf{K}_c = \mathbf{K}_s + \mathbf{K}_n. \quad (34)$$

Při volném kmitání můžeme vektor uzlových bodů vyjádřit ve tvaru:

$$\mathbf{r}(t) = \mathbf{r} \cdot e^{j\omega t}, \quad \ddot{\mathbf{r}} = -\omega^2 \mathbf{r} e^{j\omega t}. \quad (35)$$

Na základě (17) pak s dosazením (35) můžeme pro soustavu psát:

$$(\mathbf{K}_c - \omega^2 \mathbf{M}_c) \mathbf{r}_s = 0. \quad (36)$$

Vlastní frekvence soustavy pak hledáme s využitím podmínky:

$$\det(\mathbf{K}_c - \omega^2 \mathbf{M}_c) = 0. \quad (37)$$

Na základě (33) určíme i vlastní tvar kmitu. Zvolíme-li amplitudu kmitu (volbou velikosti jedné souřadnice vektoru výchylek uzlových bodů $r_s(i) = c$), dostaneme rovnici s pravou stranou stupně $n - 1$, jejímž řešením je vlastní tvar kmitu.

3. PROGRAM

Na základě uvedených vztahů byl sestaven program. Aby byl použitelný i pro obecně rozvětvené soustavy, bylo použito libovolně volitelné šířky pásu matic soustavy (omezení jsou dána pouze kapacitou paměti počítače). K nalezení vlastních frekvencí se počítá hodnota determinantu (37) v řetězu bodů, pokrývajícím vyšetřované pásmo. Indikátorem vlastní frekvence je změna znaménka v sousedních bodech, popřípadě pokles absolutní hodnoty determinantu v určitém bodě, oproti sousedním. Nulový bod se dohledává *Newtonovou* metodou pro požadovanou přesnost. Výpočet determinantu je založen na *Gaussově* eliminaci, používá se i úplná pivotace, před proběhnutím výpočtu se velikosti prvků v jednotlivých řádcích upraví tak, aby jejich geometrický průměr měl hodnotu 1 a součinitel se uloží do zvláštního vektoru a výsledná hodnota se jím pak vynásobí (aby se zabránilo operacím s prvky o velmi rozdílné velikosti a „přetečení“ paměti).

Při výpočtu vlastního tvaru kmitu je výchozí rovnice upravena následujícím způsobem (při volbě velikosti k -tého prvku $r_s(k) = 1$):

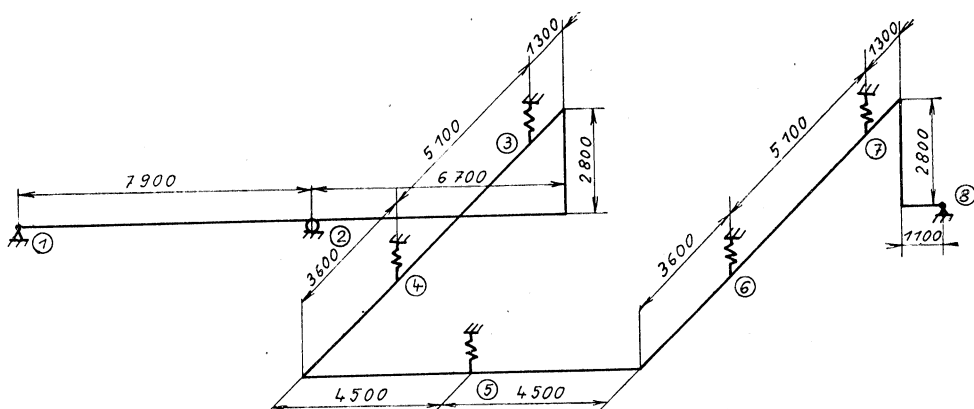
$$\underbrace{\begin{bmatrix} P_{1,1} & \dots & P_{1,k-1} & 0 & P_{1,k+1} & \dots & P_{1,n} \\ \vdots & & & \vdots & & & \vdots \\ P_{k-1,1} & \dots & P_{k-1,k-1} & 0 & P_{k-1,k+1} & \dots & P_{k-1,n} \\ 0 & \dots & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ P_{k+1,1} & \dots & P_{k+1,k-1} & 0 & P_{k+1,k+1} & \dots & P_{k+1,n} \\ \vdots & & & \vdots & & & \vdots \\ P_{n,n} & \dots & P_{n,k-1} & 0 & P_{n,k+1} & \dots & P_{n,n} \end{bmatrix}}_{\mathbf{P}'(\omega)} \cdot \begin{bmatrix} r_s(1) \\ \vdots \\ r_s(k-1) \\ r_s(k) \\ r_s(k+1) \\ \vdots \\ r_s(n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -P_{1,k} \\ \vdots \\ -P_{k-1,k} \\ 1 \\ -P_{k+1,k} \\ \vdots \\ -P_{n,k} \end{bmatrix}, \quad (38)$$

kde

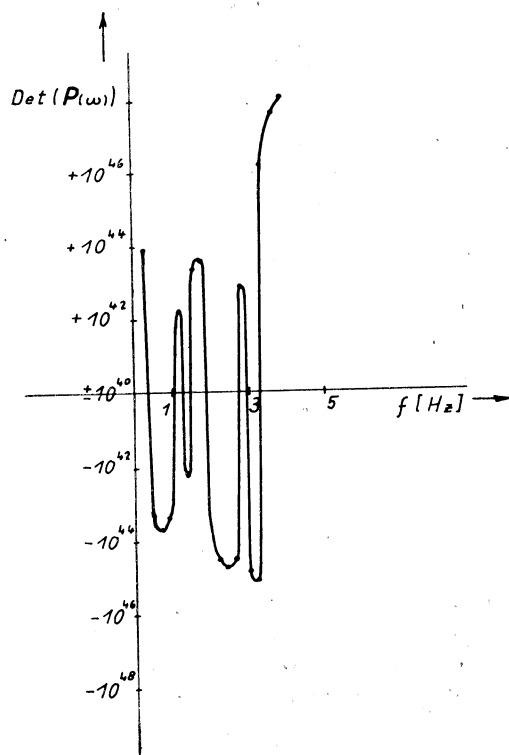
$$\mathbf{P}(\omega) = \mathbf{K}_c - \omega^2 \mathbf{M}_c. \quad (39)$$

Pak se používá též postup výpočtu, eliminace je pouze rozšířena i na vektor pravé strany rovnice a při pivotaci po sloupcích je třeba měnit i pořadí prvků vektoru r_s . Při volbě vztažného prvku $r_s(k)$ je třeba zajistit, aby byl v místě a ve směru, ve kterém má příslušný tvar kmitu velkou amplitudu a ne uzel. Jinak by se volbou $r_s(k)$ matice determinantu (34) nestala regulární a výpočet byl by nepřesný. Tato podmínka je splněna, platí-li:

$$\frac{\det \mathbf{P}(\omega)}{\det \mathbf{P}'(\omega)} \ll \frac{\det \mathbf{P}(\omega)}{n}. \quad (40)$$



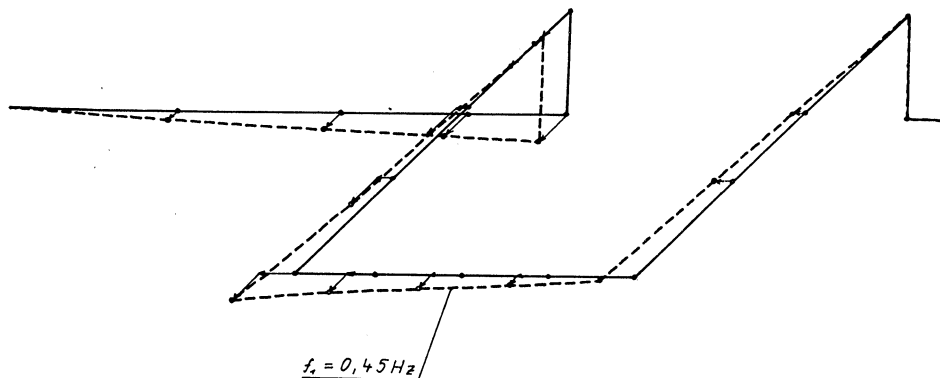
Obr. 4. Schéma parovodu.



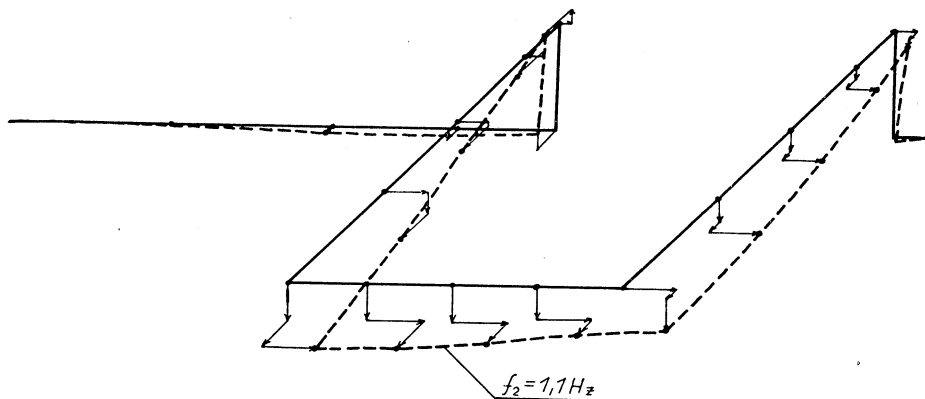
Obr. 5. Průběh determinantu matice volného kmitání v závislosti na frekvenci.

4. KONKRÉTNÍ PŘÍKLAD

Pomocí uvedeného programu byly nalezeny vlastní frekvence a tvary kmitu části propojovacího parovodu pro elektrárny se sběrníkovým uspořádáním a stroji o výkonech menších než 50 MW. Parovod je zhotoven z trubky $\varnothing 219 \times 20$ a je znázorněn na *obr. 4*. Uložení v místech ① a ⑧ považujeme za tuhé vetknutí a respektujeme jej posuvnými a otočnými pružinami ve všech směrech o tuhosti



Obr. 6. První tvar kmitu.



Obr. 7. Druhý tvar kmitu parovodu.

10^{10} Nm^{-1} (Nm). Podporu v místě ② považujeme za tuhou a respektujeme ji pružinou ve směru y o tuhosti 10^{10} Nm^{-1} . Ve směru y jsou v místech ③ a ⑦ pružiny o tuhosti $4 \cdot 10^4 \text{ Nm}^{-1}$ a v místech ④, ⑤, ⑥ pružiny o tuhosti $6 \cdot 10^4 \text{ Nm}^{-1}$.

Na *obr. 5* je uveden průběh determinantu v závislosti na frekvenci a na *obr. 6* nalezené tvary kmitu. Nalezené vlastní frekvence jsou: 0,44 Hz; 1,1 Hz; 1,25 Hz; 1,45 Hz; 1,9 Hz; 2,79 Hz; 2,83 Hz a 3,3 Hz. Další skupina vlastních frekvencí následuje po větším odstupu.

5. ZÁVĚR

Metodou konečných prvků lze počítat vlastní frekvence a tvary kmitu soustav, složených z prvků s převládajícím délkovým rozměrem. I při použití maximálních přípustných zjednodušení (v článku použitých) vzniknou matematické modely, které se dají použít k dynamické analýze. Podle uvedeného postupu byl na našem pracovišti sestaven program, který byl realizován na stolním počítači HP 9845 T.

Tento program je na našem pracovišti využíván pro výpočet vlastních frekvencí i M — ortonormovaných vlastních tvarů kmitu jak nerozvětvených, tak i rozvětvených, prostorově rozložených nosníkových soustav. V [2] se uvádí, že na základě uvedených vztahů lze spolehlivě počítat prvních asi $n/3$ vlastních frekvencí. Při výpočtu nejnižších vlastních frekvencí činí relativní chyba až pod 1 %. (Použitý počítač operuje s dvanáctimístnými čísly.) Při výpočtu vyšších vlastních frekvencí, jejichž tvary kmitu není už možno použitým dělením přesně postihnout, a při rozsáhlejších úlohách (řádu stovek stupňů volnosti) nepřesnost výpočtu rychle roste. Doba výpočtu determinantu (7) na uvedeném počítači činila pro nerozvětvenou soustavu ze 13 nosníků (rozměr pásu matice v (7) je 78×18) asi 2 minuty. Při výpočtu soustavy ze 12 nosníků s jedním rozvětvením (rozměr pásu matice v (7) je 72×30) byla doba výpočtu asi 3,5 minuty.

K tomu, abychom vyhledali všechny tvary kmitu a nemuseli používat příliš hustého pokrytí frekvenčního pásma frekvencemi, v nichž počítáme hodnotu determinantu (7), můžeme využít vlastností *Sturmových* posloupností [9]. Počet znaménkových změn v posloupnosti vedoucích hlavních minorů charakteristického determinantu udává počet vlastních čísel menších než ω^2 v [7]. Přitom je možné při výpočtu této posloupnosti provádět nejen řádkovou [10], ale i úplnou pivotační a jejich rušivý vliv na počet znaménkových změn kompenzovat podle vztahu uváděného v [10].

K rychlejšímu nalezení vlastní frekvence a tvaru kmitu byla rovněž ověřena vhodnost použití inverzní vektorové iterace [2], [9].

Dále je ještě vhodné zmínit se o filtrační vlastnosti uváděné diskretizace potrubních konstrukcí na nosníkové prvky. Je-li zvoleno rozdělení konstrukce tak, že uzlové body dělení budou v místech, ve kterých má některý vyšší tvar kmitu uzlový bod, nebude možné tuto frekvenci nalézt. Takovéto vlastní frekvence budou tedy použitou diskretizací „odfiltrovány“, i když patří mezi prvních $n/3$. Opakují-li se tedy v konstrukci stejná pole, je vhodnější použít v nich různá nepravidelná dělení na jednotlivé prvky. Tato nepravidelnost by však neměla být tak veliká, aby rozdíly mezi jednotlivými prvky (v tuhosti a hmotnosti) byly řádové a větší. Praktické zkušenosti ukazují, že by tím byla snížena přesnost výpočtu.

LITERATURA

- [1] Valenta J., Němec J.: Novodobé metody výpočtů tuhosti a pevnosti ve strojírenství, SNTL, Praha, 1975
- [2] Bíttnar Z., Řeřicha P.: Metoda konečných prvků v dynamice konstrukcí, SNTL, Praha, 1981
- [3] Hendrych J.: The Dynamics of Arches and Frames, Academia, Praha, 1981
- [4] Rippl J.: Vybrané analytické metody pro numerické řešení problémů dynamiky rotorových soustav, zpráva SVŮSS 77-01009, 1977
- [5] Voborský J.: Řešení prostorových potrubních systémů z hlediska dynamických účinků, zpráva SVŮSS 80-02003, 1980

- [6] *Kouba J.*: Řešení volných kmitů křivých prutů metodou konečných elementů, závěrečná práce PGS, SVÚSS, Běchovice, 1979
- [7] *Rejř P.*: Optimalizace potrubních systémů z hlediska vibrační odolnosti, zpráva SVÚSS 79-03004, 1979
- [8] *Rejř P.*: Teoreticko-experimentální výzkum rázových jevů v nosíkových soustavách, zpráva SVÚSS 81-03035, 1981
- [9] *Novák J., Dvořák P., Kouba J.*: Směrnice pro určení úrovně budících sil a odezvy ve svazku trubek mezichladiče ČKD, zpráva SVÚSS 81-03021, 1981
- [10] *Gupta K. K.*: Solution of Eigenvalue Problems by Sturm Sequence Method, International Journal for numerical methods in Engineering, vol 4, 379—404, 1972

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОСТРАНСТВЕННО РАСПОЛОЖЕННОГО ТРУБОПРОВОДА

Инж. Павел Рейф

В статье приведен метод расчета собственных частот и форм колебаний недемпфированного пространственно расположенного трубопровода методом конечных элементов. Приведенный расчетный способ применен на конкретной задаче, которая была решена при помощи настольной вычислительной машины HP 9845 B.

DETERMINATION OF THE DYNAMIC PROPERTIES OF PIPING TUBES ARRANGED IN SPACE

Ing. Pavel Rejř

The paper presents the calculations of natural frequencies and vibration mode-shapes of non-damped piping tubes arranged in space using the finite element method. This calculation procedure has been used to calculate the example given in the paper, which has been solved with the use of the desk computer HP 9845 B.

BESTIMMUNG DYNAMISCHER EIGENSCHAFTEN DER RÄUMLICH AUSGEBREITETEN ROHRLEITUNG

Ing. Pavel Rejř

Im Artikel führt man das Berechnungsverfahren der Eigenfrequenzen und der Schwingungsformen der nichtgedämpften räumlich ausgebreiteten Rohrleitung mit Hilfe der Methode der Endelemente ein. Das eingeführte Berechnungsverfahren ist auf einem konkreten Beispiel, das mit Hilfe des programmierbaren Rechners HP 9845 B gelöst wurde, verwendet.

DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES DYNAMIQUES DE LA TUYAUTERIE ARRANGÉE DANS L'ESPACE

Ing. Pavel Rejř

Dans l'article présenté, on fait savoir le mode de calcul des fréquences propres et des formes des vibrations de la tuyauterie non-amortie arrangée dans l'espace à l'aide des éléments finis. Le mode de calcul présenté est utilisé pour un exemple coneret qui était résolu à l'aide d'un calculateur à programmation HP 9845 B.

● Nízkoenergetické rodinné domky

Největší západoevropská elektrárnská společnost RWE (elektrárny Porýní-Vestfálska) zahájila ve 2. čtvrtletí 1983 výrobu nízkoenergetických typových rodinných domků. Nový domek o obytné ploše 174 m², navenek se od jiných rodinných domků nijak neliší, má spotřebovat ročně asi 10 000 kWh tepelné energie, což znamená maximální spotřebu tepla 7,1 kW, tj. 42 W/m² obytné plochy, vztaheno na klimatické podmínky oblasti Essenu a při uvažování výměny vzduchu 0,6krát za hodinu. Pro srovnání — běžný dům o stejné obytné ploše spotřebovuje ročně více než čtyřikrát tolik energie.

Nový rodinný domek má na základě ekonomického rozboru plášt izolovaný izolací tloušťky 12 cm, odpovídající $k = 0,3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ a střechu izolací tloušťky 16 cm, čemuž odpovídá $k = 0,25 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Podíl oken na jižní fasádě tvoří 30 % a tato dvojité zasklená okna mají okenice sloužící v chladných nocích jako přechodné zateplení. Tato okna s uzavřenými okenicemi mají $k = 1,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ oproti 2,6 W/m² K bez okenic. Tepelný zisk jižních místností v zimě v důsledku oslunění činí 8 až 10 %. Okna orientovaná na ostatní světové strany mají trojitě zasklení a se stejným přechodným zateplením jako u jižních oken mají $k = 1,35 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Velká pozornost byla věnována ochraně před slunečním zářením pro letní období. Okenice jsou tak řešeny, že jsou nejen svisle posuvné (zateplení — zima), ale i sklopné, takže takto mají i funkci vnějšího stínícího zařízení. Jižní okna obytné části jsou navíc chráněna pergolou se stavitelnými lamelami.

Okna v sedlové střeše mají vnější rolety (žaluzie), které mohou sloužit i v zimě jako přechodné zateplení, je jen otázkou, zda budou fungovat za sněhu a ledu.

Podle výpočtů nemá teplota v létě za nejnepříznivějších podmínek v obytných místnostech přestoupit 26,5 °C.

Vytápění domků může být buď bivalentní (tepelné čerpadlo + kotel na topný olej, či plyn), nebo monovalentní (kotel na tuhá, či tekutá paliva) nebo elektrokotlem na noční proud. Optimální využití tepelné energie představuje vytápění teplým vzduchem s regenerací tepla v deskovém výměníku (výrobce fa FLÁKT). Stupňovitě nastavitelné větrání snižuje na základě výpočtů při účinnosti tepelné výměny okolo 40 % spotřebu tepla až o 30 %.

Všechny výpočty platí pro denní teplotu v obytných místnostech 21 °C (v zimním období) při snížení v noci na 18 °C, které představuje dalších asi 8 % úspor na energii. Dobrá izolace i vnitřních stěn o tloušťce 6 cm umožňuje v ložnicích snížit teplotu až na 16 °C, což může přinést úsporu na teple až o 32 %. V případě, že osazenstvo domku je zaměstnáno, je možno přes den omezit vytápění a docílit úspory asi 38 % ve srovnání s celodenním vytápěním s nočním omezením.

Otázka 0,6násobné výměny vzduchu zůstává otevřená, protože není vyloučena komunikace pachů, i když jsou kuchyně, koupelna a WC odvětrávány, a je bezesporu nízká pro kuřáckou rodinu.

Je samozřejmé, že k tomu, aby byly docíleny všechny předpokládané úspory, je zapotřebí, aby obyvatelé nízkoenergetických domků byli zodpovědní a obsluhovali všechna zařízení tak, jak bylo uvažováno při návrhu. Praxe z normálních domků ukázala, že podle přístupu k šetření energií se rozdíl v nákladech na vytápění liší až o 400 %.

CCI 3/83

(Ku)

● Eutektické soli v klimatizačním zařízení administrativní budovy

První zařízení využívající eutektické směsi k akumulaci tepelné energie byla použita pro administrativní budovu koleje Orange Coast v Kalifornii. Instalaci provedla fa. Western Air & Refrigeration Co.

Systém akumulace tepla užívá eutektické hydráty solí, které chladí cirkulující vodu v dobách mimo energetickou špičku, aby se zajistil chlad v době špičky, aniž by bylo třeba uvádět do provozu chladicí agregát. To odstraňuje nutnost odběru elektrické energie v době špičky, což má za následek nižší poplatky za energii.

Systém je snadno použitelný i pro stávající zařízení se zásobníky studené vody, vyžaduje jen asi čtvrtinu prostoru a nemá problémy s vrstvením, které je běžné u jiných systémů akumulace chladu.

Eutektické směsi, které mrznou při +8 °C, vyžadují méně energie, než je třeba k fázové přeměně vody při 0 °C, aby se docílil stejný chladicí účinek.

ASHRAE J. 2/83

(Ku)

KOEFICIENTOVÁ METODA ZJIŠTĚNÍ INTERREFLEXNÍ SLOŽKY PŘI BOČNÍM DENNÍM OSVĚTLENÍ

ING. ARCH. JAROSLAV VRTĚL

Autor navrhuje, dokládá a odvozuje zjednodušení a dokompletování výpočtu interreflexní složky denního osvětlení. Předkládá metodu a pomůcku. Uvedená složka denního osvětlení má zásadní význam pro kvalitu světelného mikroklimatu v prostoru. Obtížnost určování, respektive nepřesný odhad, způsobily opomíjení a zanedbávání složky, která má značný energetický význam.

Recenzoval: Ing. arch. Ladislav Chalupský

Oproti dennímu hornímu osvětlení, kde prošetřujeme osvětlenost průměrnou, není možno při bočním osvětlení denním světlem uplatnit v obecném bodě interiéru jednoduchým násobením koeficientem úměrnost interreflexní složky $e_{\text{interr.}}$ s výsledným součtovým tokem denního světla z exteriéru do interiéru proudícího. Příčinou toho je nelineární pokles osvětlenosti bodů v místnosti při vzdalování vyšetřovaného bodu M od okenní stěny a není proto možno akceptovat vzorec uvedený v čl. 114 dnes již neplatné normy ČSN 730511 — Denní osvětlení průmyslových budov z r. 1956, kde tento vzorec měl tvar $e = (e_{\text{obl.}} + e_{\text{ext.}})r$, přičemž znakem r se rozuměl „průměrný činitel zvýšení osvětlení vlivem mnohonásobného odrazu světla v místnosti“. Jednalo se tu zřejmě o průměrnou hodnotu součtu $e_{\text{obl.}} + e_{\text{ext.}}$, která byla obtížně v interiéru zjiřitelná a norma k tomu bližší údaje neuváděla (viz čl. 121 uvedené normy).

Přitom je ale zcela jasné, že interreflexe je důsledkem světelného toku externího, že je jeho funkcí, a že tedy, při respektování výrazu $e = e_{\text{obl.}} + e_{\text{ext.}} + e_{\text{interr.}}$ (podle čl. 25 platné normy ČSN 36 0035 — Denní osvětlení budov z r. 1968) bude možno určit složku $e_{\text{interr.}}$ vztahem $e_{\text{interr.}} = (e_{\text{obl.}} + e_{\text{ext.}}) \cdot k_{\text{interr.}}$, kde bod C bude vhodně zvolen v prostorovém hranolu místnosti na vhodně určené rovině κ .

Podle dosavadních metod, užívaných pro zjišťování složky $e_{\text{interr.}}$, opomíjíme tvar a způsob umístění osvětlovacích bočních otvorů na okenní stěně a okna charakterizujeme pouze parametrem plochy skla, označovaným písmenem W , přičemž se plochou skla rozumí plocha nárysu zasklené části okna. Je to ovšem značně hrubé zjednodušení úlohy.

Pro uplatnění vlivu osvětlovacích otvorů (anebo jen jejich částí), ležících pod úrovní materiální neprůhledné roviny μ , na níž úlohou daný bod M vyšetřujeme, není vhodná tato rovina ve vodorovné poloze, normálně uvažovaná ve výšce 85 cm nad podlahou. Vyšetřovaný bod C umístíme zřejmě vhodně na svislé rovině κ , vedené rovnoběžně s okenní stěnou, neboť se bude jednat o to, aby osvětlovací otvor této stěny byl ze zvoleného bodu C pokud možno v celém svém rozsahu pozorovatelný. Vzhledem ke stanovenému úkolu — určit interreflexi v místnosti uvažované ve formě kvádra — bude proto výhodné umístění bodu C ve středu výšky místnosti na svislé fiktivní rovině κ , situované uprostřed hloubkové délky d místnosti a rovnoběžně s okenní stěnou, přičemž ve směru šířky δ místnosti umístíme bod C na osu okna, tedy bez ohledu na centrální osu místnosti. Při větším počtu

oken volíme příslušný počet bodů C a výsledky sečteme, při stejných oknech znásobíme počtem oken (zdůvodnění tohoto postupu viz níže). Výhodou je konstrukční zjednodušení zjištění složek $e_{obl.}$ a $e_{ext.}$, vyloučení stínění center C okenním ostěním aj.

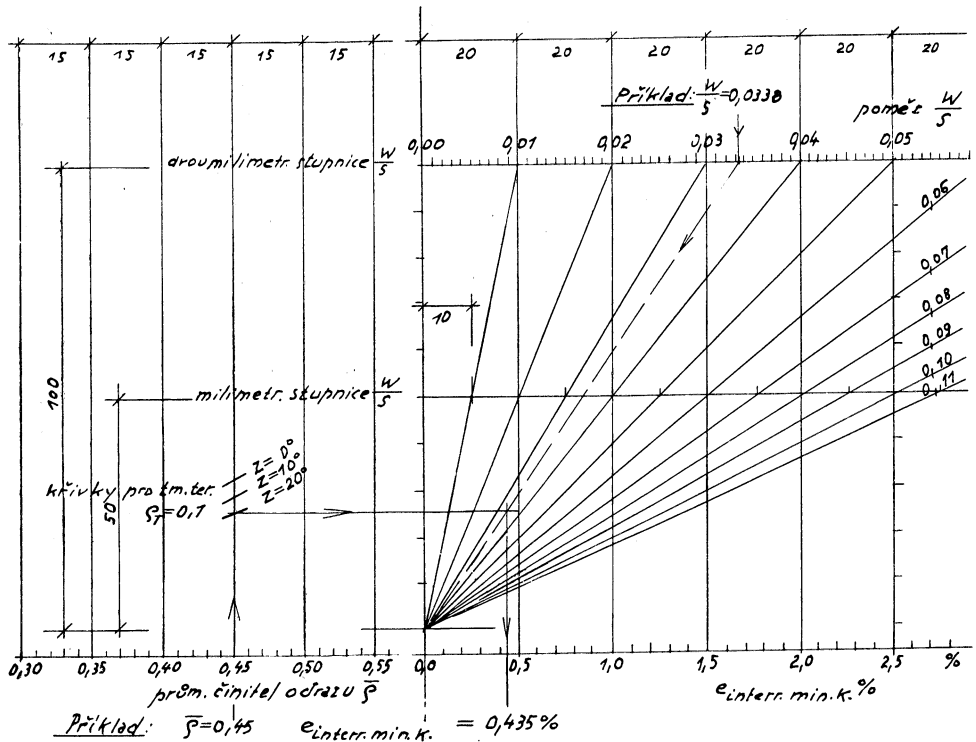
Ověření výsledků, dosažených za těchto předpokladů, provedeme porovnáním s hodnotami $e_{interr. min. K.}$ obdrženy pomocí diagramu (Kittlerova nomogramu [4]), což umožní zabezpečující další předpoklad místnosti v prostředí se středním znečištěním vnějším a s malým znečištěním vnitřním, tedy v prostředí obytného sídliště. Příslušný činitel světelných ztrát bude tedy

$$\tau_{K.} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,95 = 0,693.$$

Stínění neprůhlednými okenními konstrukcemi bude odečteno graficky (obr. 3). Uvažuje se dvojité zasklení oken čirým sklem, 3 mm tlustým.

Uvedené prověření bude zjednodušeno tím, že se omezíme na hodnoty $\rho_z = 0,3$, $\rho_T = 0,1$ [4].

Dále omezme prošetření (a také platnost níže uvedených vzorců metody C) na případy, kde vnější svislá protilehlá překážka Z se jeví pod úhlem (měřeným ze středu O výšky okna), který obdržíme z úhlu sevřeného ramenem K_{lim} . O a vodorovnou rovinou, vedenou středem O okna, zmenšeného minimálně o úhel $z_{obl.}$, jenž



Obr. 1. Geometrická vazba hodnot podle diagramu Kittlerova.

se rovná 8° až 10° . Velikost 10° volíme v nižších místnostech, např. v místnostech bytů, velikost 8° uplatníme v místnostech s většími výškami (obr. 3). Přitom bod $R_{\text{lim.}}$, jakožto pomyslné nároží římsy, je průsečík prodloužené svislé stěny Z s pa-prskem $R_{\text{lim.}}$. C spojujícím spodní hranu horní neprůhledné části (vlysu) okna s centrem C . Výseč daná úhlem $z_{\text{obl.}}$ umožňuje, aby centrum C přijímalo světelný tok oblohový.

Případy, kdy do centra C nevniká žádný světelný tok z oblohy, je nutno řešit vzhledem k měnícímu se jasů stěny Z při jejím prodlužování do hloubky [6]. Matematizace těchto změn není zde provedena.

Podle přiloženého obr. 1 je minimální složka interreflexe, určená Kittlerovým diagramem, přímo úměrná hodnotě W (při neměnné hodnotě S), z čehož plyne oprávněnost uvedeného postupu při stanovení center C , neboť vodorovným posunem okna na okenní stěně se hodnota interreflexe nemění.

Abychom mohli zjednodušeně porovnávat jednotlivé prošetřované případy, budeme uvažovat jednotný činitel průměrného odrazu světla od povrchů místnosti $\bar{\rho}$ v hodnotě 0,45, což lze dosáhnout, jestliže se bude jednat o stropy a okenní stěny v bílé, zašlé barvě. Od toho odchýlné hodnoty $\bar{\rho}$ bude možno dosazovat do obecně platného vzorce. Poznamenejme, že druhá mocnina hodnoty 0,45 se rovná přibližně 0,2, čímž dospějeme k jednoduchému činiteli $0,5 \cdot 0,2 = 0,1$.

Jas venkovní svislé překážky Z při výše uvedené odraznosti budeme uvažovat v hodnotě 0,1 [3], podobně v téže hodnotě jas terénu, kde nižší odraznost je kompenzována vysokou osvětleností ze zenitní části oblohy, která září shora na terén (viz Arndtův vzorec [4]). Tento předpoklad umožní jednorázové zjištění Daniljukovými jednotkami n_I světelného vlivu svislé překážky i terénu a jas těchto ploch bude možno sloučit s činitelem Daniljukovy soustavy 0,01 do hodnoty $0,01 \cdot 0,1 = 0,001$.

Předpokládaná fiktivní rovina κ s centrem C nechť má fiktivní odraznost rovnou $\bar{\rho}$, takže v centru C vzniká jas úměrný hodnotě $(e_{\text{obl. } C} + e_{\text{ext. } C}) \cdot \bar{\rho} = \Sigma_C \cdot \bar{\rho}$.

Distribucí světla z tohoto centra (při více oknech z příslušných center) na plochy v místnosti vznikne pak minimální složka interreflexní, což ve formě dalšího předpokladu vyjádříme znásobením hodnotou $0,5 \cdot \bar{\rho}$, čímž hledaný vzorec pro výpočet interreflexní minimální složky bude obsahovat výraz $\Sigma_C \cdot 0,5\bar{\rho}^2$.

Pro vyjádření vztahu k rozměrům místnosti uvažujeme, že hodnota hledaného výrazu interreflexní složky bude zvětšována o hodnotu poměru d/δ , kde d je dimenze hloubkové délky místnosti, δ je její šířka. Přímo úměrný přínos dimenze d plyne z rozdílu velikostí poklesů osvětlenosti, dané součtem $(e_{\text{obl.}} + e_{\text{ext.}})$ oproti mnohem mírnějšímu poklesu hodnoty $e_{\text{interr.}}$ [3]. Působí tedy délka d jako brzdicí faktor (jako redresor) prudkého poklesu součtu Σ_C . Uvažujme tento faktor v poněkud zredukované hodnotě $(0,9d)$, již odvodíme z výsledků propočtů řady praktických případů. Opačný vliv má šířka δ , což ostatně je v souladu s obecně přijatou nepřímou úměrností složky $e_{\text{interr.}}$ se součtem povrchů místnosti S . Působení výšky v místnosti na hledanou složku $e_{\text{interr.}}$ ponecháme při výpočtech Daniljukovou metodou bez úprav a vyjádříme je hodnotou n_I .

Docházíme tak k základnímu vzorci

$$\begin{aligned} e_{\text{interr. min.}} &= (e_{\text{obl. } C} + e_{\text{ext. } C}) \cdot 0,5\bar{\rho}^2 \left(1 + 0,9 \frac{d}{\delta}\right) = \\ &= \Sigma_C \cdot 0,5\bar{\rho}^2 \left(1 + 0,9 \frac{d}{\delta}\right) = \Sigma_C \cdot k_{\text{interr.}} [\%], \end{aligned}$$

tedy ku hledanému koeficientovému tvaru složky $e_{\text{interr. min.}}$, určenému z činitele součtu vnějších toků světelných, místnost osvětlujících.

V případech, kde $\bar{\rho} = 0,45$, uplatníme výhodně vzorec

$$e_{\text{interr. min.}} = 0,1 \Sigma_c \left(1 + 0,9 \frac{d}{s} \right) [\%]$$

(použito v níže uvedených propočtech případů I až IX).

Možnost přímé aplikace těchto vzorců vymežeme podmínkou $0,5 < \frac{d}{s} < 2,5$, přičemž spodní mez se neuplatní při vhodné úpravě šířky místnosti: nastane-li případ, kdy $\frac{d}{s} \leq 0,5$ (v šířkově protáhlých místnostech), rozdělíme po šířce prostor interiéru na oddíly fiktivními svislými rovinami, kolnými k okenní stěně, na nichž budeme uvažovat $\rho = 0,2$ [4]. Tím klesne celkové průměrné $\bar{\rho}$ a pro výpočet použijeme obecný vzorec.

Není-li dosažena spodní mez poměru d/s , dostávali bychom, bez rozdělení místnosti, oproti výsledkům podle diagramu Kittlerova vyšší hodnoty $e_{\text{interr. min.}}$. V případech, kdy je překročena horní mez poměru d/s (v místnostech do hloubky protažených), vycházejí hodnoty nižší o více než 0,1 %, než je udává diagram Kittlerův. Poznamenejme, že se tu jedná o místnosti chodbového charakteru, kde většinou osvětlenosti nepřikládáme zvláštní význam.

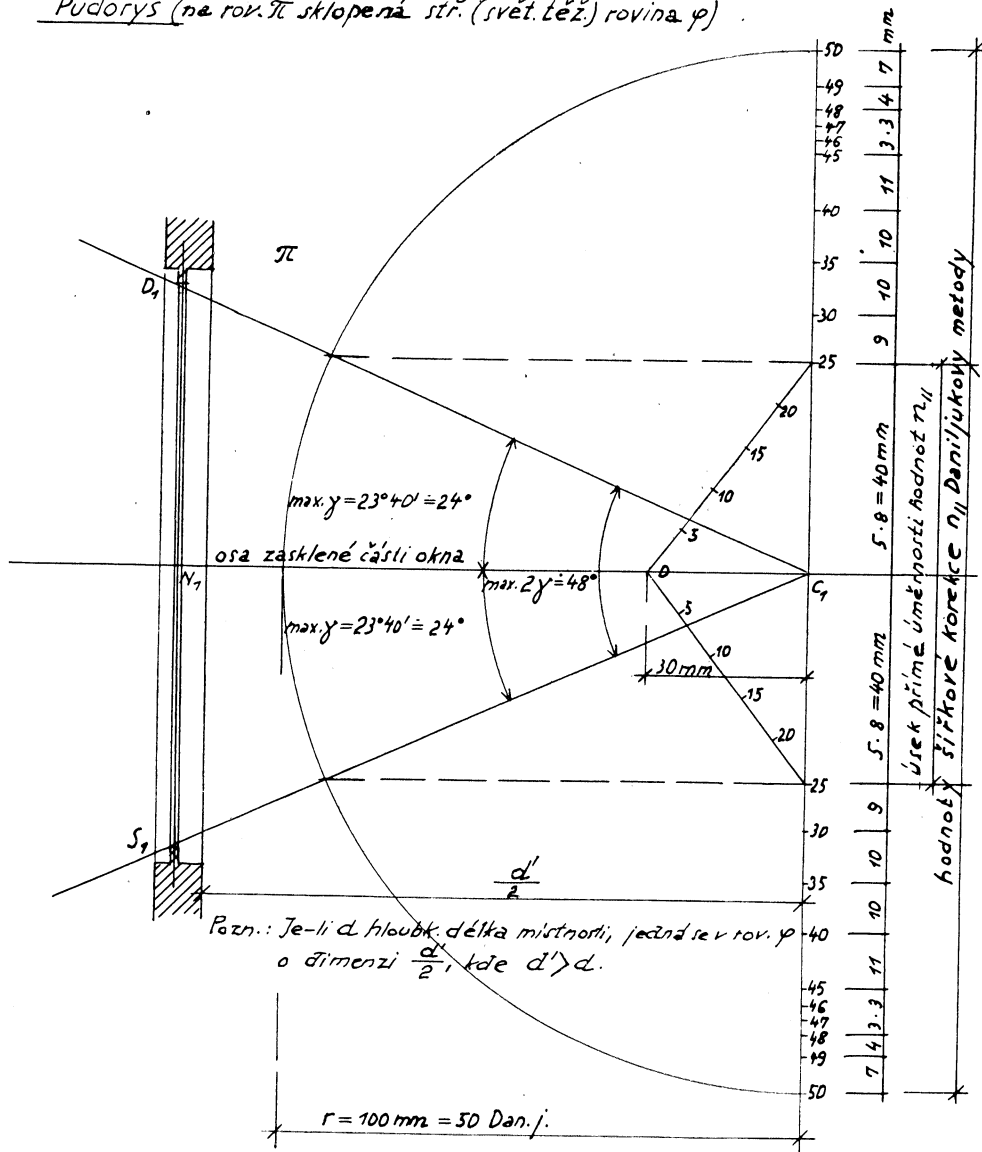
Na obr. 2 je uvedeno zdůvodnění dalšího vymezení, které se uplatní v případech, kdy šířkový úhel DCS , označený 2γ , ležící v rovině středního, světelně těžištního paprsku (v rovině φ), pod nímž v této rovině vidíme z centra C zasklenou šířku okna, bude větší než $2 \cdot 24^\circ = 48^\circ$. Zdůvodnění spočívá v geometrické vlastnosti tzv. šířkové korekce n_{II} Daniljukovy soustavy, kde do hodnoty $n_{II} = 25$ se na stupnici hodnot n_{II} uplatňuje přímá úměrnost. Jedná se o úhel $23^\circ 30'$ (tedy přibližně o úhel 24°), jenž odpovídá sinusové hodnotě $0,4 \cdot r$ stupnice, kde $r = 50$ Daniljukových jednotek. Nastane-li tedy případ, kdy úhel $2\gamma = 48^\circ$ (např. při průběžných oknech), rozdělíme šířkové okno (zasklenou část) na menší díly a výsledky sečteme. Jelikož se jedná také o dimenzi $0,5d'$, kde d' je vzdálenost centra C od okenní stěny, měřená v rovině φ , tedy vzdálenost nutně větší než $0,5d$, v půdoryse měřená, je možno úhel γ v půdoryse zvětšit na úhel 25° , tedy na zorný úhel maximální $2\gamma_{\text{max.}} = 50^\circ$. Uvedené šířkové rozdělení zasklené části okna není uplatněno v propočtu místnosti zimní zahrady, č. poř. IV, zorný úhel zasklené šířky okna se tu rovná přibližně 60° , metoda bodu C dává tu vyšší výsledek s rozdílem Δ větším než 0,1 %.

Přímá úměrnost šířkové korekce v rovině φ do hodnoty $\gamma = 24^\circ$ odpovídá přímé úměrnosti hodnot $e_{\text{interr. min. k.}}$ s hodnotami plochy nárysu okenního skla W . Nepříznivě na tuto přímou úměrnost působí změny směrové charakteristiky k [1], což však v rámci $0 < \gamma < 24^\circ$ se příliš neuplatní, jelikož se při dvojitěm zasklení čirým sklem jedná o hodnoty jen málo se lišící od 1,0. Do výpočtu $e_{\text{obl.}}$, $e_{\text{ext.}}$ ovšem dosazujeme hodnoty k_ψ v jejich skutečných velikostech, určených podle úhlu ψ [4].

Celkem se tedy prakticky jedná pouze o vymezení možnosti uplatnění vzorců podmínkou $\frac{d}{s} < 2,5$.

Uvedme nyní příklady propočtů interreflexní složky metodou centra C v různ-

Půdorys (na rov. π sklopená str. (svět. těž.) rovina φ)



Obr. 2. Určení max. velikosti úhlu $SCD = 2\gamma$.

ných místnostech s $\bar{\rho} = 0,45$, s $\tau_K = 0,693$. Součet S vnitřních povrchů uvažujeme zjednodušeně bez započítání ostění oken a dveří, tedy s propočtem podle vzorce

$$S = 2(\bar{s}d + (\bar{s} + d) \cdot v).$$

Tabulka výsledků propočtů složky min. interreflexe při $\bar{q} = 0,45$
 $e_{\text{interr. min}} = 0,1 \cdot \sum c \cdot k \%$, kde $k = 1 + 0,9 d/s$

Poř. č.	z^0	$\sum c$ [%]	k [%]	$e_{\text{interr. min.}}$ [%]	$\frac{W}{S}$	$e_{\text{interr. min. K.}}$ [%]	Δ [%]
I sklad	10	1,1773	$1 + 0,9 \cdot \frac{6}{7,5} = 1,72$	0,2024	$\frac{2,52}{171} = 0,0147$	0,210	-0,0076
II jídelna	10	$2 \cdot 1,1773 = 2,3546$	$1 + 0,9 \cdot \frac{6}{7,5} = 1,72$	0,4048	$\frac{5,04}{171} = 0,0294$	0,420	-0,0152
III pracovna	10	$3 \cdot 1,1773 = 3,5319$	$1 + 0,9 \cdot \frac{6}{7,5} = 1,72$	0,6072	$\frac{7,56}{171} = 0,0441$	0,630	-0,0228
IV kabinet	10	2,076	$1 + 0,9 \cdot \frac{4,5}{3} = 2,35$	0,4879	$\frac{2,52}{72} = 0,0350$	0,500	-0,0121
V chodba	10	0,6842	$1 + 0,9 \cdot \frac{7,5}{3} = 3,25$	0,2224	$\frac{2,52}{108} = 0,0233$	0,340	-0,1176
IV zimní zahrada	0	6,603	$1 + 0,9 \cdot \frac{3}{3} = 1,9$	1,255	$\frac{3,802}{54} = 0,0704$	1,130	+0,125
VII dílna	20	$3 \cdot 0,8181 = 2,454$	$1 + 0,9 \cdot \frac{6}{7,5} = 1,72$	0,422	$\frac{6,57}{195,3} = 0,0337$	0,435	-0,013
VIII ateliér	10	$5 \cdot 1,1773 = 5,8865$	$1 + 0,9 \cdot \frac{6}{12} = 1,45$	0,8536	$\frac{12,60}{252} = 0,0500$	0,730	+0,1236
IX ateliér	10	$4 \cdot 1,1773 = 4,7092$	$1 + 0,9 \cdot \frac{6}{10,65} = 1,505$	0,7089	$\frac{10,08}{226,70} = 0,0445$	0,650	+0,0589
<i>Poznámka:</i>							
a) Je-li $\bar{q} = 0,35$, je $\bar{q}^2 = 0,1225$, $0,5\bar{q}^2 = 0,06125$, $e_{\text{interr. min.}} = 0,0613 \sum c k$, [%], tedy:							
I sklad	10	1,1773	$1 + 0,9 \cdot \frac{6}{7,5} = 1,72$	0,1241	$\frac{2,52}{171} = 0,0147$	0,120	+0,0041
b) Je-li $\bar{q} = 0,55$, $\bar{q}^2 = 0,3025$, $0,5\bar{q}^2 = 0,1513$, je $e_{\text{interr. min.}} = 0,1513 \sum c \cdot k$ [%], tedy:							
I sklad	10	1,1773	$1 + 0,9 \cdot \frac{6}{7,5} = 1,72$	0,3056	$\frac{2,52}{171} = 0,0147$	0,310	-0,0044

Okna uvažujeme osazena do okenní stěny 45 cm tlusté s vnitřním lícem rámu ve vzdálenosti 20 cm od vnějšíku zdi. Pokud nebude jinak udáno, bude se jednat o parapety 90 cm vysoké, dále o vzdálenosti protilehlých svislých, oblohu zastíňujících překážek Z od průčelí budovy 10 m, okna budou uvažována ocelová, zdvojená, dvoukřídlová, podle ON 74 6231 z r. 1975. Příslušné W oken jmen. velikosti 210/180 cm se rovná

$$W = [210 - (15,5 + 11 + 15,5)] \cdot [180 - (15,5 + 14,5)] = 168 \cdot 150 = 252 \text{ m}^2.$$

Jedná se o okna s křídly odsuvnými — otevíravými.

Dimenze místností uvedme v pořadí $\delta/d/v$, dimenze oken v pořadí δ/v ve jmenovitých (skladebných) rozměrech.

Jsou to tyto místnosti:

- I. Sklad vel. 7,5/6/3 m s jedním oknem vel. 210/180 cm
- II. Jídelna vel. 7,5/6/3 m se dvěma okny vel. 210/180 cm
- III. Pracovna vel. 7,5/6/3 m se třemi okny vel. 210/180 cm
- IV. Kabinet vel. 3/4,5/3 m s jedním oknem vel. 210/180 cm, vzdálenost protilehlé překážky 8 m
- V. Chodba vel. 3/7,5/3 m s jedním oknem vel. 210/180 cm na úzkém čele místnosti
- VI. Zimní zahrada vel. 3/3/3 m, s jedním oknem vel. 240/240 cm, čtyřkřídlovým, se spodním poutcem, s výškou parapetu 30 cm
- VII. Dílna vel. 7,5/6/3,9 m se třemi okny vel. 150/210 cm, jednokřídlovými, podle ČSN 74 6231 z r. 1962, s výškou parapetu 150 cm, vzdálenost protilehlé překážky 8 m (viz obr. 3)
- VIII. Ateliér vel. 12/6/3 m s pěti okny vel. 210/180 cm
- IX. Ateliér vel. 10,65/6/3 m se čtyřmi okny vel. 210/180 cm

Dále znovu uvažována místnost skladu (č. poř. I), ale s $\bar{\rho} = 0,35$, $\bar{\rho} = 0,55$.

V tabulce výsledků jsou uvedeny hodnoty $e_{\text{interr. min.}}$, určené metodou centra C a dále hodnoty $e_{\text{interr. min. k.}}$, zjištěné z diagramu Kittlerova. Uveden také rozdíl $\Delta [\%] = e_{\text{interr. min.}} - e_{\text{interr. min. k.}}$ s příslušným znaménkem.

Připomeňme, že uvedené minimální hodnoty interreflexní složky se normálně uvažují jako složky osvětlenosti v bodech $M_{\text{min.}}$, extrémně vzdálených od okenní stěny, ležících na vodorovné rovině μ ve výši 85 cm nad podlahou (v těsné blízkosti zadní stěny se projevuje mírné zvýšení interreflexní složky).

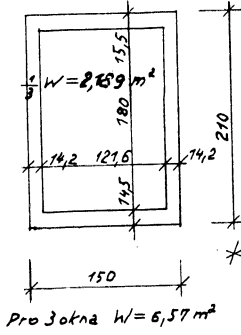
Z přehledu výsledků plynou malé hodnoty rozdílů $\Delta [\%]$ mezi výsledky obou metod. Tyto rozdíly jsou nižší než 0,1 % až na případ chodby (č. poř. V), kde nebyla splněna podmínka $(d/\delta) < 2,5$, dále až na případ zimní zahrady (č. poř. IV), kde nebyla po šířce rozdělena zasklená část okna, ač půdorysný zorný úhel je větší než 50°, a na případ ateliéru o šířce 12 m (č. poř. VIII), kde nebyla správně šířka místnosti rozdělena, ačkoliv $d/\delta = 0,5$.

Výsledky tedy ukazují na správnost uvedených zjištění, týkajících se tvaru a možnosti použití vzorců metody centra C .

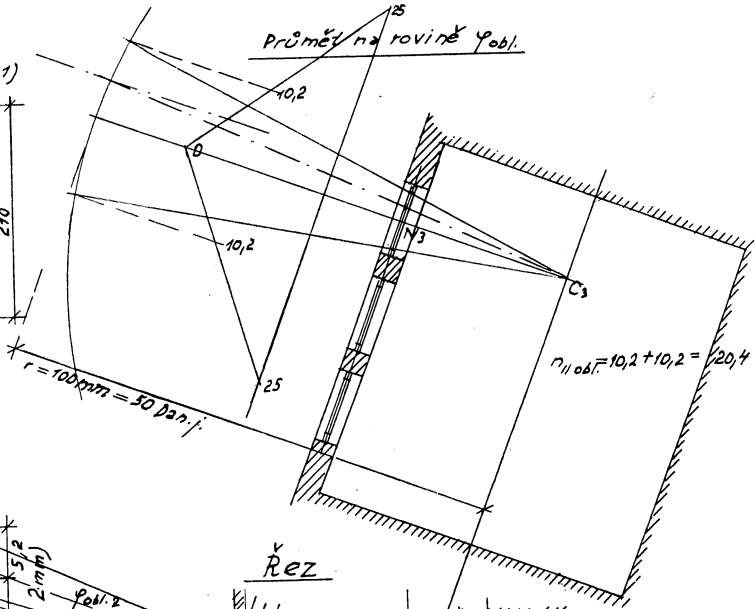
Na obr. 3 je znázorněna grafická konstrukce řešení interreflexní složky v dílně (č. poř. VII), a to stupnicovou formou Daniljukovy metody [5]. Malá odchylka roviny $\varphi_{\text{ext.}}$ od vodorovné umožňuje použití půdorysu místnosti ke zjištění šířkové korekce $n_{\text{IIext.}}$. V praxi úsporně nerýsuje celou místnost, neboť postačí znázornění jednoho okna, příslušného centra C a římsy \tilde{K} .

Poznamenejme, že článek navazuje na autorův příspěvek, jenž byl publikován v č. 4/82 tohoto časopisu pod názvem „Použití Daniljukovy metody ke zjištění interreflex denního bočního světla“. Z celkem 15 případů místností byl tam odvozen výpočtový vzorec při uvažování symetrického rozmístění oken vůči ose MC ,

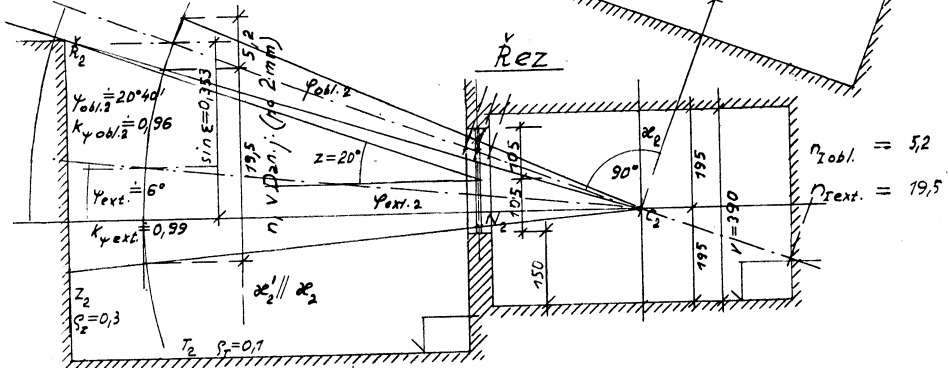
Nárys okna
(ocel, zdvojit, ČSN 746231)



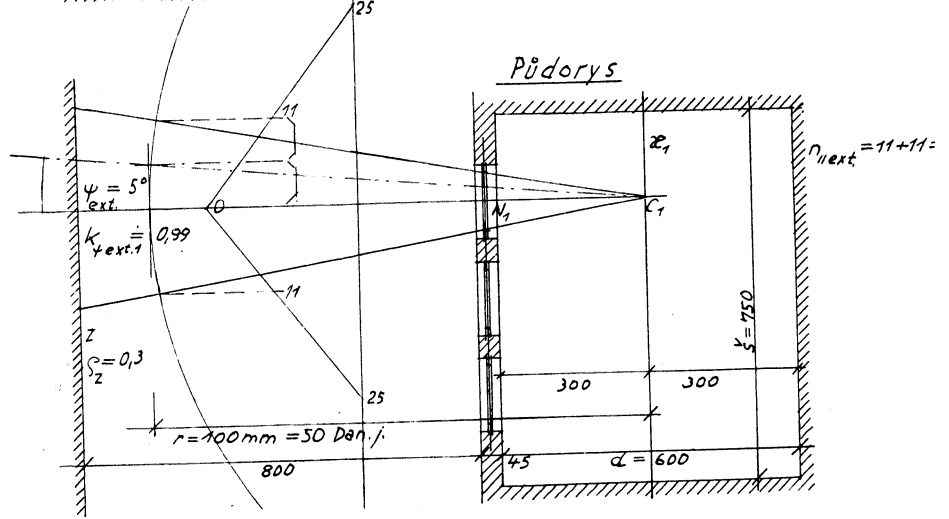
Průměř na rovině φ_{obl}



Řez



Půdorys



přičemž centrum C bylo jako společné voleno uprostřed šířky místnosti, jakožto těžiště hranolu interiéru, hodnoty diagramu Kittlerova byly vzhledem na různost případů redukovány (zabezpečeny) činitelem τ_K .

Závěr

Zvýšená pracnost při určování složky $e_{\text{interr. min.}}$ metodou centra C , plynoucí z nutnosti zjišťovat hodnotu Σ_C , přináší své výhody možnosti přímého koeficientového násobení, reagujícího na značnou část světelného toku z exteriéru do interiéru proudícího, tedy výhody možnosti navázání na převážnou světelnou kvalitu prostředí vnějšího i vnitřního, kde uplatníme výškové umístění a tvar oken, tvar místnosti a její barevné vybavení. Metoda centra C navádí také na možnost experimentálního studia změn interreflexe v bočně jednostranně denním světlem osvětlených místnostech měřením osvětlenosti, vznikající externím světelným tokem, v bodech C , umístěných na okenních osách a na svislé, v tomto případě materiální rovině κ .

LITERATURA

- [1] ČSN 73 0511 „Denní osvětlení průmyslových budov“ z 25. 6. 1955 (platná do 1. 1. 1968).
- [2] ČSN 36 0035 „Denní osvětlení budov“ (účinnost od 1. 1. 1968).
- [3] J. Matoušek: Komentář k ČSN 36 0035 „Denní osvětlení budov“ (vyd. ÚNM, Praha 1969).
- [4] R. Kittler—L. Kittlerová: Návrh a hodnotenie denného osvetlenia — 2. vydání Alfa, Bratislava 1975.
- [5] J. Vrtěl: Geometrická upřesnění při aplikaci Daniljukovy metody a stupnicová grafická metoda (sborník „Světelné technický návrh IV, D. T., Praha 1978).
- [6] J. Vrtěl: Poznámky k optimálnímu řešení osvětlovacích otvorů (Zdravotní technika a vzduchotechnika č. 2/81).

МЕТОД КОЭФФИЦИЕНТОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕРРЕФЛЕКСНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПРИ БОКОВОМ ДНЕВНОМ ОСВЕЩЕНИИ

Инж. арх. Ярослав Вртел

Автор предлагает, объясняет и выводит упрощение и комплектование расчета интеррефлексной составляющей дневного освещения и предлагает метод и пособие. Приведенная составляющая дневного освещения имеет принципиальное значение для качества световых условий в пространстве. Затруднительность определения, или же неточная оценка, приводила к пренебрежению и манкировке составляющей, которая имеет значительное энергетическое значение.

COEFFICIENT METHOD OF THE INTERREFLECTIVE COMPONENT DETERMINATION WITH THE LATERAL DAY LIGHTING

Ing. arch. Jaroslav Vrtěl

The author proposes, supports and derives simplification and completing of the calculation of the day lighting interreflective component. The author describes the method and the aid, too.

←
Obr. 3. Grafické určení hodnoty Σ_C pro výpočet $e_{\text{interr. min.}}$, v místnosti dílny (č. poř. VII)
 $q = 0,43 + 0,86 \cdot 0,353 = 0,734$
 $e_{\text{obl.}} = 5,2 \cdot 0,204 \cdot 0,01 \cdot 0,734 \cdot 0,693 \cdot 0,96 \% = 0,5181 \%$
 $e_{\text{ext.}} = 19,5 \cdot 0,22 \cdot 0,01 \cdot 0,1 \cdot 0,693 \cdot 0,99 \% = 0,3000 \%$

$$\text{Pro jedno okno } \frac{1}{3} \Sigma_C = 0,8181 \%$$

$$\text{Pro tři okna } \Sigma_C = 2,4543 \%$$

The day lighting component is very important for the light conditions in space. Difficulty of determination, inaccurate assessment if you like, is the reason for which the component with considerable power significance has been omitted and neglected.

KOEFFIZIENTMETHODE ZUR BESTIMMUNG DER INTERREFLEXIONSKOMPONENTE BEI DER SEITLICHEN TAGESLICHTBELEUCHTUNG

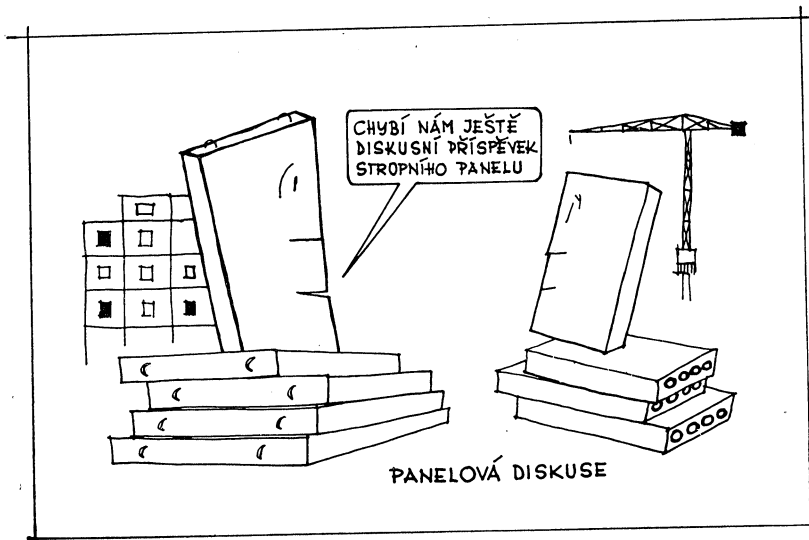
Ing. arch. Jaroslav Vrtěl

Der Autor entwirft, belegt und leitet die Vereinfachung und Komplettierung der Berechnung der Interreflexionskomponente der Tageslichtbeleuchtung ab. Er legt die Methode und das Hilfsmittel vor. Die angegebene Komponente der Tageslichtbeleuchtung hat grundsätzliche Bedeutung für die Qualität des Lichtmikroklimas in einem Raum. Die Schwierigkeit der Bestimmung, respective ungenaue Abschätzung, hat die Unterlassung und Vernachlässigung der Komponente, die beträchtliche energetische Bedeutung hat, verursacht.

MÉTHODE DES COEFFICIENTS POUR LA DÉTERMINATION DE LA COMPOSANTE D'INTERREFLEXION À L'ÉCLAIRAGE NATUREL LATÉRAL

Ing. arch. Jaroslav Vrtěl

L'auteur élabore, démontre et déduit la simplification et le complètement du calcul de la composante d'interreflexion de l'éclairage naturel. Il présente la méthode et les aides. La composante présentée de l'éclairage naturel a l'importance de principe pour la qualité du microclimat lumineux dans un espace. La difficulté de la détermination, c'est-à-dire l'évaluation inexacte, a causé l'omission et la négligence de la composante qui a l'importance énergétique considérable.



K APROXIMACI CHARAKTERISTIK VENTILÁTORŮ

ZDENĚK SVOBODA

VÚV, Praha

Aby bylo možné spolehlivě odhadnout průběh tlakové charakteristiky ventilátoru v okolí bodu s největší účinností, je třeba s velkou přesností určit maximum charakteristiky. To se zjišťuje regresí pomocné funkce, která je v článku analyzována.

Recenzoval: Ing. Zdeněk Moravec, DrSc.

1. ÚVOD

Aerodynamické vlastnosti ventilátorů se posuzují podle tzv. charakteristik [1], [2]. Pro jejich funkční vyjádření a grafické znázornění na kreslicím zařízení (plotteru) se používají ve Výzkumném ústavu vzduchotechniky Praha regresní aproximace podle [3].

Nejdůležitější částí tlakové charakteristiky je její konkávní část v okolí bodu s největší účinností, kde je aproximována posunutou mocninnou funkcí. Posunutí je vyjádřeno souřadnicemi jejího maxima, jež se počítají regresí pomocné funkce, která je v další části článku analyzována.

2. ANALYZA POMOCNÉ FUNKCE

Podle [3] se lokální maximum tlakové charakteristiky hledá metodou nejmenších čtverců (dále jen MNČ) jako maximum pomocné funkce (1):

$$\psi = a \cdot \varphi^b \cdot e^{c\varphi}, \quad (1)$$

kde ψ je tlakové číslo,
 φ — průtokové číslo,
 $a > 0$ — parametr (součinitel),
 $b > 0$ — parametr (exponent),
 $c < 0$ — parametr (součinitel exponentu).

Podle [4] jsou parametry a , b , c vypočítány z transformovaného tvaru (2):

$$\psi_T = a_T + b\varphi_T + c\varphi, \quad (2)$$

kde $\psi_T = \ln \psi$ je transformovaná hodnota ψ ,
 $a_T = \ln a$ — transformovaná hodnota a ,
 $\varphi_T = \ln \varphi$ — transformovaná hodnota φ .

Funkce (2) je lineární co do parametrů a_T , b , c , ale nezávisí lineárně na argumentu.

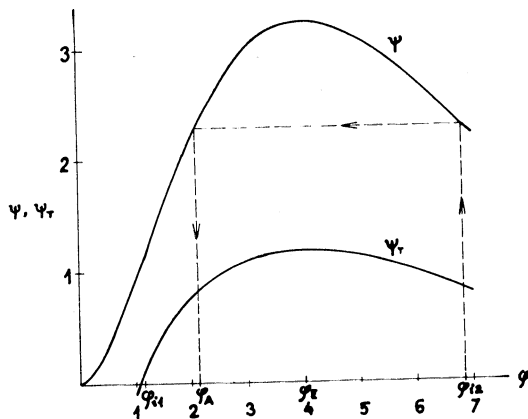
Na obr. 1 jsou znázorněny obě funkce v závislosti na průtokovém čísle φ . Parametry jsou u funkce (1) $a = 1,5$, $b = 2$, $c = -0,5$, u funkce (2) $a = \ln 1,5$, $b = 2$, $c = -0,5$.

V [3] bylo ukázáno, že pro $a > 0$, $b > 0$, $c < 0$ platí (3), (4):

$$\varphi_E = \frac{b}{|c|}, \quad (3)$$

$$\varphi_{i1,2} = \varphi_E \pm \frac{\sqrt{b}}{|c|} = \frac{b \pm \sqrt{b}}{|c|}, \quad (4)$$

kde φ_E je argument extrému (lokální maximum),
 $\varphi_{i1,2}$ — argument inflexního bodu.



Obr. 1. Graf pomocné funkce a jejího transformovaného tvaru.

Rovnici (3) získáme jako první derivaci $d\psi/d\varphi$ i $d\psi_T/d\varphi$. Z (1), (3), (4) vyplývá pro poměr funkčních hodnot v bodu $\varphi_{i1,2}$ a φ_E :

$$\frac{\psi_{i2}}{\psi_E} = \left(1 + \frac{\sqrt{b}}{b}\right)^b \cdot e^{-\sqrt{b}}, \quad (5)$$

kde $\psi_{i2} = f(\varphi_{i2})$ je funkční hodnota v bodě φ_{i2} ,
 $\psi_E = f(\varphi_E)$ — funkční hodnota v bodě φ_E .

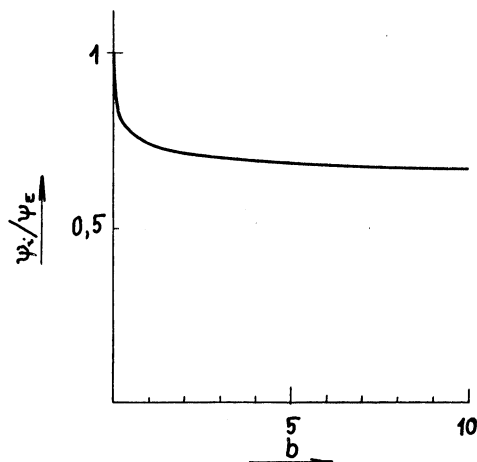
Funkce (5) je zajímavá tím, že závisí pouze na parametru b . Funkce (5) je klesající a má limitu (6):

$$\lim_{b \rightarrow 0} \left(1 + \frac{\sqrt{b}}{b}\right)^b \cdot e^{-\sqrt{b}} = \lim_{b \rightarrow 0} \left(1 + b \cdot \frac{\sqrt{b}}{b}\right) \cdot e^{-\sqrt{b}} = 1, \quad (6)$$

V tab. 1 je vypočteno několik funkčních hodnot funkce (5) v závislosti na b . Uvedená funkční závislost je graficky znázorněna v obr. 2 pro argument $b \in \langle 0; 10 \rangle$. Z obr. 2 je patrné, že pro $b > 2$ klesá funkce (5) jen velmi pomalu. Parametry a_T , b , c se počítají z bodů, jejichž funkční hodnoty leží v intervalu

Tab. 1. Tabulka hodnot $\psi_{i2}/\psi_E = f(b)$.

b	0	0,01	0,1	1	2	6	10	100
ψ_{i2}/ψ_E	1	0,927	0,841	0,736	0,708	0,673	0,661	0,626



Obr. 2. Graf závislosti $\psi_{12}/\psi_E = f(b)$.

$\langle \psi_{12}; \psi_E \rangle$ nebo užším. Podle tab. 1 pro $b \leq 10$ tomu odpovídá interval $0,661 < \langle \psi_{12}/\psi_E < 1$ a podle obr. 1 interval argumentů $\langle \varphi_A; \varphi_{12} \rangle$. V něm jsou obě funkce konkávní a mají společné maximum v bodu φ_E . Transformací funkce (1) na funkci (2) se změní i odchylky změřených bodů. Deformace jsou však méně výrazné než u transformace linearizací a proto se dá očekávat, že odhad parametrů $a = e^{a\tau}$, b, c vypočítaný z funkce (2) bude dostatečně přesný. Je to ověřeno v dalším odstavci na příkladu.

3. STATISTICKÝ ODHAD PARAMETRŮ a, b, c

Na obr. 1 je naznačen graf pomocné funkce (1), kde $a = 1,5, b = 2, c = -0,5$. V intervalu $\varphi \in \langle 3,2; 6,8 \rangle$ je zadán 20 body s ekvidistantním krokem 0,4 kde $[\varphi_i; \psi_i + 0,2]$ a $[\varphi_{i+1}; \psi_{i+1} - 0,2]$ platí pro $i = 1, 3, 5, \dots, 19$. Výpočtem MNČ z transformovaného tvaru (2) byly podle [3] vypočítány v dvojitě přesnosti parametry uvedené v první řádce tab. 2. Po zavedení vah $w_i = (\Delta\psi_i/\Delta\psi_{Ti})^2$ podle [5] byly čtyřmi iteracemi vypočítány parametry uvedené v druhé řádce tab. 2. Iterace skončily tehdy, když relativní odchylky nových a předchozích parametrů byly menší než 0,000 01. V obou řádcích jsou také vypočítány souřadnice lokálního

Tab. 2. Srovnávací tabulka parametrů a souřadnic maxima φ_E .

a	b	c	x_E	x_E
1,490 51	2,011 27	-0,502 78	4,000 28	3,242 05
1,509 24	1,989 16	-0,497 31	3,999 80	3,254 07
1,5	2	-0,5	4	3,248 05
1,499 88	2,000 22	-0,500 05	4,000 04	3,248 06

maxima x_E, y_E . Ve třetí řádce jsou uvedeny přesné parametry funkce (1). Ve čtvrté řádce je průměr z hodnot z první a druhé řádky. Uvedené parametry se blíží přesným hodnotám z řádky třetí nejvíce.

Z tab. 2 je patrné, že se iteracemi nezískaly přesnější výsledky než přímým výpočtem z transformované funkce (2). Váhami w_i se totiž opravují difference nelineární konkávní funkce (2), která se v intervalu argumentů $\langle \varphi_A; \varphi_{i2} \rangle$ tvarem grafu příliš neliší od grafu původní funkce (1), jak je vidět z obr. 1. Ve výpočtu iteracemi podle [5] se to projevilo málo odlišnými vahami w_i ($w_1 = 9,01947$, $w_{10} = 9,92209$, $w_{20} = 10,48091$).

4. ZÁVĚR

Při hledání lokálního maxima tlakové charakteristiky ventilátorů $\psi = f(\varphi)$ se používá pomocné regresní funkce (1).

V článku je ukázáno:

- a) argument maxima φ_E je společný pro funkci (1) i pro její transformovaný tvar (2),
- b) odhad parametrů $a = e^{a\tau}$, b , c vypočítaný MNČ z transformované funkce (2) je dostatečně přesný pro výpočet bodů, kde funkční hodnoty hledané funkce leží v intervalu $0,6 < \psi_{i2}/\psi_E < 1$.
- c) poměr funkčních hodnot ψ_{i2}/ψ_E je funkcí b podle (5)
- d) nejpřesnější odhad parametrů a , b , c lze v intervalu $\langle \varphi_A; \varphi_{i2} \rangle$ stanovit jako průměr z hodnot získaných výpočtem MNČ podle [3] a výpočtem s váhami podle [5].

LITERATURA

- [1] Čermák, J. a kol.: Ventilátory, SNTL, Praha 1974.
- [2] ON 12 3061 Ventilátory, účinnost od 1. 5. 1978.
- [3] Svoboda, Z.: Aproximace charakteristik ventilátorů, Zdravotní technika a vдуchotechnika č. 3, roč. 26 (1983).
- [4] Svoboda, Ot.: Program 80 020 — Aprox (Aproximace několika funkcí MNČ), 1980.
- [5] Svoboda, Z.: Linearizované a kvazilinearizované regrese, Zdravotní technika a vдуchotechnika, č. 1., roč. 27 (1984).

АППРОКСИМАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕНТИЛЯТОРОВ

Зденек Свобода

Чтобы было можно хорошо определить ход нагнетательной характеристики вентилятора в окрестности точки с самой максимальной эффективностью, надо с большой точностью определить максимум характеристики. Это установится регрессией вспомогательной функции, которая анализируется в статье.

AN APPROXIMATION OF FAN CHARACTERISTICS

Zdeněk Svoboda

In order that it would be possible to estimate reliable the course of the fan pressure characteristic in neighbourhood of the maximum efficiency point, it is necessary to determinate very precisely maximum of the characteristic. It is investigated by regression of the auxiliary function which is analysed in the article.

VZDUCHOTEČNICKÁ ZAŘÍZENÍ PRO LÁZNĚ POVRCHOVÝCH ÚPRAV
(DOKONČENÍ)

Ing. Leopold Kubiček

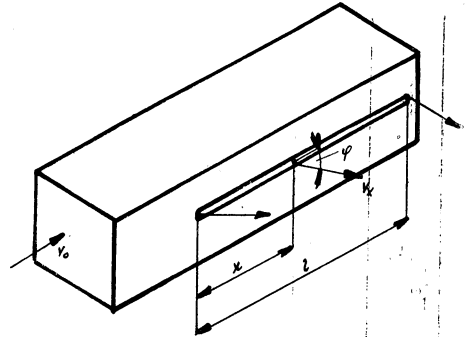
10. Dodatek — všeobecné konstrukční údaje
k odsávacím zařízením

10.1 Dimenzování odsávacího potrubí

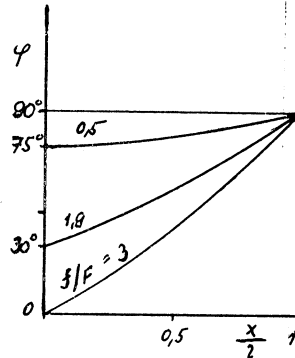
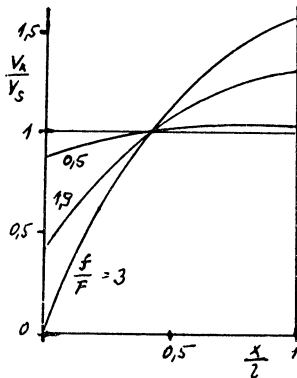
Průřez odsávacího potrubí má být dimenzován tak, aby rychlost v něm se pohybovala mezi 7 až 20 m/s, přičemž její velikost je především limitována hladinou hluku.

10.2 Rovnoměrné rozdělení vzduchu
ve štěrbinách

Jedna z nejčastějších příčin špatné funkce odsávacích zařízení je nesprávné (nerovnoměrné) rozdělení odsávaného nebo přiváděného vzduchu.



Obr. 11. Štěrbinová komora přiváděného vzduchu.



Obr. 12. Závislost rychlosti a úhlu vylétajícího proudu vzduchu ze štěrbinu na vzdálenosti od jejího začátku.

Komora přiváděného vzduchu, kde F je plocha jejího průřezu s průtočnou střední rychlostí v_0 , f je plocha otvoru štěrbinu vystupujícího vzduchu, v_x je rychlost vyfukovaného vzduchu ve vzdálenosti x od začátku štěrbinu, l je délka štěrbinu, φ je úhel, který svírá výtékající vzduch s rovinou štěrbinu (obr. 11). Je-li poměr f/F velký, vzduch výtéká zejména na konci štěrbinu, přičemž na jejím začátku z ní vytéká nejméně. Aby rozložení výtoku ze štěrbinu bylo přijatelné, měl by být poměr f/F menší než 0,5, jak je patrné z grafu na obr. 12, kde $\bar{v} = v_x/v_s$, tj. poměr skutečné rychlosti v daném bodě štěrbinu ke střední výtokové rychlosti ze štěrbinu v_s , neboli rychlost v tlakové komoře v_0 má být nejvýše poloviční než střední výtoková rychlost v_s . V takovýchto případech bude se úhel výtoku vzduchu ze štěrbinu φ pohybovat mezi 75° na začátku a 90° na konci štěrbinu. Pokud je to možné, měl by poměr v_s/v_0 být alespoň 3.

Předchozí úvahy mohou být použitelné

i v případě odsávání. Rychlosti ve štěrbinách se běžně pohybují okolo 10 m/s a v komorách mezi 3 až 5 m/s.

Příklad:

Štěrbinou délky 1 m se odsává objemový průtok vzduchu 1,5 m³/s. Je třeba určit parametry zařízení, aby se zajistilo co nejrovnoměrnější rozdělení vzduchu ve štěrbině konstantní šířky.

Zvolíme střední rychlost ve štěrbině $v_s = 10$ m/s; šířka štěrbinu pak bude $1,5/10 = 0,15$ m a průřez sací komory minimálně $2 \times 0,15 = 0,3$ m². Pak rychlost vzduchu na výstupu z komory bude nejvýše polovina střední rychlosti vzduchu ve štěrbině, tj. $v_0 \approx 0,5 v_s = 5$ m/s.

Pokud odváděný vzduch po vstupu do štěrbinu nemění směr, takže sací komoru tvoří vlastně konfuzor, pak pro rovnoměrné rozložení vzduchu po celé délce štěrbinu je depo-

Tabulka 7. Klasifikace hlavních postupů používaných v povrchových úpravách

Druh lázně	Toxické látky náchylné k uvolnění	Charakteristika	Teplota [°C]	Třída
Odmašťování chemické železo, měď, zinek, hliník a slitiny	louh a alkalické sloučeniny	aa	40—80	C3-C2 (1)
Odmašťování elektrolytické <i>kyanidové</i> — železo, měď, zinek, hliník a slitiny	louh, alk. sloučeniny, kyanidy	aa + ca	20	C3-C2
<i>mekyanidové</i> — železo, měď, hliník,	louh, alkalické sloučeniny	aa	20—70	C3-C2 (1)
Měření železa <i>kyšelé</i> — litina, ocelolitina — železo s pájkou — nerez <i>alkalické</i> — příprava a odrezování	kyselina solná kyselina solná k. dusičná a fluorovodíková louh sodný	pk pk kyslič. dusíku + pk aa	20 70—80 20—60 80—100	A4-A2 (2) A2 A4-A2 C1
Měření mědi dekapování příprava a chemické leštění chromové moření moření peroxidem vodíku matovací lázeň	kyselina sirová kyselina dusičná a solná k. sirová a dvojhroman k. sirová a peroxid vodíku kyselina dusičná a sirová	ka kyslič. dusíku + pk ka aa + okysličovadlo kyslič. dusíku + pk	20 20 20 20 20	C4 A2 B4 C3 A2
Měření hliníku <i>kyšelé</i> — sítro-chromové — dusično-fluorovodíkové — dusičné — fosforečné <i>alkalické</i> leštění (satinování)	kyselina sirová a chromová k. dusičná a fluorovodíková kyselina dusičná kyselina fosforečná louh a alkalické sloučeniny louh sodný	ka kyslič. dusíku + pk kysličníky dusíku ka aa aa	20—70 20 20 40—60 50	A4-A2 (1) A2 A4-A2 (3) C3-C2 (1) C2
Měření elektrolytické moření a anodický rozklad	kyselina sirová	ka	20—60	B3-B2 (1)
Leštění elektrolytické hliník a slitiny stříbro	kyselina fosforečná kyanidy	ka aa + ca	90—95 20	A1 C3-C2 (4)

Druh lázně	Toxické látky náchylné k uvolnění	Charakteristika	Teplota [°C]	Třída
— lesklé cín—kobalt	formaldehyd	páry	20	A2
— síranové	z	vodní pára	40—45	D3
— halogenové	fluoridy	a. halogenový	65—70	C2
železo	z	vodní pára	30—70	D3-D2 (1)
— síranové	fluoroboritan	a. fluoroboritanový	55—65	C2
— fluoroboritanové	amidosulfonan	a. amidosulfonanový	20	C4
— amidosulfonanové	fluoroboritan	a. fluoroboritanový	20—30	C3
— fluoroboritanové	síran niklu	a. síranu niklu	20—30	A2 (6)
— síranové	síran a chlorid niklu	a. síranu a chloridu niklu	45—55	C3-C2 (4)
— Wattova lázeň	z	z	20—25	C4
— černý nikl	amidosulfonan niklu	a. amidosulfonanový	45—55	C3-C2 (4)
— amidosulfonanové	fluoroboritan niklu	a. fluoroboritanový	40—45	C3-C2 (4)
— fluoroboritanové	fluoroboritan	a. fluoroboritanový	25—40	C3 (3)
olovo	k. fluorovodíková	+ pk		
rhodium: lázeň síranová nebo fosfátová	z	vodní pára	35—50	D3
zinek	chlorid zinečnatý	a. chloridový	20—25	C3
— chloridové	fluoroboritan	a. fluoroboritanový	25—40	C3
— fluoroboritanové	z	z	20—35	D4-D3
pokrování chemické	z	z	20—25	D4
— kyanidové: stříbro na mědi a slitinách	z	z	25	D4
— zinek na hliníku a slitinách	z	z	80	D2
— kyselé: měď na železe	z	z	20—25	A3
— fluoroboritanové: zinek—nikl na hliníku a slitinách	formaldehyd	vodní pára	20—25	A3
— cín na mědi	z	z	95	D1
— měď na kovech nebo plastech	z	z	20—100	C3-C1 (1)
— zlato na kovech	síran niklu	ka	98—100	C1
— nikl na kovech nebo plastech: kyselé alkaliické s bórhidridem	soli niklu	aa		

<p>odstraňování kovů chemické různé kovy na hliníku a plastu ABS kadmium a zinek na oceli a litině, chrom na železe <i>kadmium na železe a oceli</i> — dusičnanem amonným — persíranem amonným kadmium—cín na oceli, mosazi nebo mědi měď a mosaz na železe a olovu měď a mosaz na oceli stříbro na mědi, mosazi, pakfongu <i>cín na mědi a mosazi</i> — kyselá lázeň — chlorovodíková lázeň — fosforečnanová lázeň olovo na oceli zlato—stříbro na mědi a slitinách cín—zinek na železe nikl na hořčíku</p>	<p>kyselina dusičná kyselina solná z čpavek kyselina solná k. chromová a sirová kyanidy k. sirová a dusičná kyselina octová k. chlorovodíková žádné k. octová, peroxid vodíku kyanidy lough sodný, k. fluorovodíková</p>	<p>dusitanové páry pk z čpavek chlorovodík ka + ca aa + ca kyslíčník dusíku + pk pk pk vodní pára pk aa + ca aa + vodní pára fluorovodík</p>	<p>20 20 20 20 20 20—50 20—70 80 20 20—40 50—60 20 20 100 20</p>	<p>A2 A4 D4 B3 A2 A3-A2 (1) C3-C2 (1) A1 A3 A-3A2 D2 A2 C2 C1 A2</p>
<p>odstraňování kovů elektrolytické nikl, měď, mosaz na oceli — dusičnanová lázeň nikl na mědi, mosazi, oceli měď, mosaz, kadmium, zinek na oceli; zlato, stříbro na oceli; železo, nikl-kyanidová l. olovo na oceli, cín na oceli a mědi chrom na niklu nikl, měď, mosaz na zinku a slitinách cín—nikl na železe</p>	<p>dusičan sodný kyselina sirová kyanidy, lough lough lough kyselina sirová kyselina sirová</p>	<p>aa ka aa + ca aa aa ka ka</p>	<p>20 20 20—50 40—80 20—40 50 20</p>	<p>C3 B3 C3-C2 (1) C2-C1 (1) C3-C2 (1) B2 B3</p>
<p>odstraňování eloxování na hliníku <i>odbarvování bez odstraňování</i> — dusičná lázeň — sirová lázeň <i>odstraňování</i> — alkalická lázeň — kyselá lázeň <i>chromátování</i> — hliníkové — hořčíkové: lázeň kyselá neutrální zásaditá</p>	<p>kyselina dusičná z lough z z kyselina dusičná z z</p>	<p>kyslíčníky dusíku z aa vodní pára z kyslíčníky dusíku + ka vodní pára vodní pára</p>	<p>20—30 30 40—70 90—100 20 20—25 90 100</p>	<p>A4-A3 (1) D4 C3-C2 (1) D1 (8) D4 (9) A3 D1 D1</p>

Druh lázně	Toxické látky náchylné k uvolnění	Charakteristika	Teplota [°C]	Třída
— kadmiové	z	z	20	D4
— cínové	z	vodní pára	80	D2
— zinkové, měděné, stříbrné	z	z	20	D4
<i>pasivace</i>				
— irizovaná na kadmium a zinku; zelená na zinku a křeski na kadmium; černá na zinku	z	z	20	D4
— nerez				
<i>oxidace</i>	kyselina dusičná	kyslíčkový dusíku	20	A4
— hliník a slitiny	z	z	2	D4
— železo a ocel (brynění a bronzování)	louch sodný		120—130	(10)
<i>fosfátování</i>			50	D3 (11)
— hliník	z	vodní pára	50—80	D3-D2 (12)
— železo, zinek	z	vodní pára		
eloxování hliníku a jeho slitin				
— sřranové	kyselina sírová	ka	20	B3
— chromové	kyselina chromová	ka	40	A3
— oxálové	z	vodní pára	55	D3
— barvení eloxovaných předmětů	z	z	20—40	D4
— naplávání	z	vodní pára	90—100	D1

Vysvětlivky: k — kyselina, ka — kyselý aerosol, aa — alkaliický aerosol, pč — páry kyselin, ca — kyanidový aerosol, a — aerosol, z — zanedbatelné

(1) — nejvyšší třída (nejsilnější emise) odpovídá oblasti nejvyšších provozních teplot

(2) — pro koncentrace HCl < 15 % — A4, > 15 % — A3-A2

(3) — pro koncentrace < 20 % — A4, 20—50 % — A3, > 50 % — A2

(4) — emise jsou funkce hustoty proudu

(5) — třída C3 odpovídá slabému mosazení při nízké teplotě, třída C2 silnému mosazení při teplotě lázně přes 50 °C

(6) — v případě postupu s nerozpuštěnými anodami

(7) — v případě použití velkých hustot proudu je možný únik kyseliny fluorovodíkové a tedy vyšší třída ohrožení

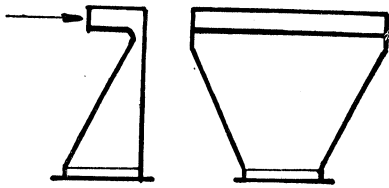
(8) — bez rozkladu hliníku

(9) — možnost mírného úniku par kyseliny fluorovodíkové

(10) — hlavní nebezpečí vzniká z případného střikání

(11) — možnost úniku par kyseliny fluorovodíkové

(12) — možnost úniku dusitanových par



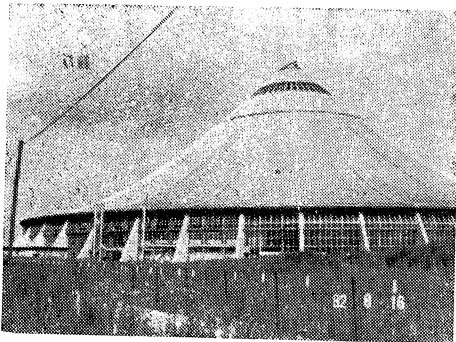
Obr. 13. Konfuzorová štěrbínová sací komora se seškracením.

ručený úhel zúžení konfuzoru 60° , avšak v žádném případě nemá být překročen úhel 90° . V případech, kde z dispozičních důvodů nelze použít jednoho takového dlouhého konfuzoru, je možno instalovat dva nebo více kratších vedle sebe. Rovnoměrnosti rozdělení vzduchu lze dosáhnout, popř. ji zlepšit seškracením. Jeho účinek tkví ve vytvoření tlakové ztráty v sousedství štěrbiny. Obr. 13 uvádí příklad sací komory ve tvaru konfuzoru se seškracením, kde jsou proud vzduchu vstupujícího do štěrbiny a procházejícího komorou vzájemně kolmé.

LIKVIDACE MĚSTSKÉHO A PRŮMYSLOVÉHO ODPADU RECYKLACÍ DRUHOTNÝCH SUROVIN

Ing. Rudolf Stolařík

V roce 1982 uspořádala pobočka ČSVTS u přidružené výroby Pozemních staveb, n. p. Plzeň návštěvu Dřevařského výzkumného ústavu ve Vídni, „Dřevařského veletrhu“ v Klagenfurtu a některých moderních dřevařských staveb. Nejzajímavější byla stanová konstrukce z lepených dřev fy. Rinter (obr. 1). Tato firma se mimo to zabývá tříděním městského odpadu a získáváním druhotných suro-



Obr. 1. Kruhová stavba se zavěšenou stanovou střešou z lepených dřevěných vazníků fy. Rinter, v níž je umístěno zařízení na zpětné získávání surovin. Provozní plocha $22\ 700\text{ m}^2$, obestavěný prostor 1 mil. m^3 , výška nosného pylonu o průměru 7 m je 68 m . Vnitřní prostor bez podpěr a sloupů.

Za účelem rovnoměrného rozložení vzduchu po štěrbině lze použít i jiných způsobů, jako

- soustavu vodicích lopatek,
- štěrbiny proměnné šířky,
- komory proměnného průřezu.

Výpočet takového řešení je však složitý a zaregulování velmi citlivé, a proto se doporučuje dát přednost systémům s konstantní šířkou štěrbiny a se sací komorou nebo konfuzorem, řešeným podle uvedených doporučení.

Vše co bylo výše řečeno, platí i pro přívod vzduchu.

10.3 Rozdělení vzduchu mezi jednotlivé lázně

Předchozí stať pojednávala o rovnoměrném rozložení vzduchu u jedné lázně. Avšak stejně je třeba zajistit i rozdělení celého objemového průtoku ke všem zdrojům škodlivin, podle jejich potřeby a v průběhu provozu sledovat, aby případné rozladění systému nevedlo ke snížení účinnosti odsávacího zařízení jako celku.

vin recyklaci jednotlivých druhů hmot. Městský odpad se plně likviduje bez znečišťování ovzduší.

Zařízení na zpětné získávání surovin zahrnuje:

- dvě souběžně zapojené separační linky s výkonností po 20 t odpadu za hodinu a
- po jednom zařízení k výrobě vláken pro stavební desky a k výrobě vláken pro výrobu papíru.

Jednotlivé výrobní postupy separace a úpravy:

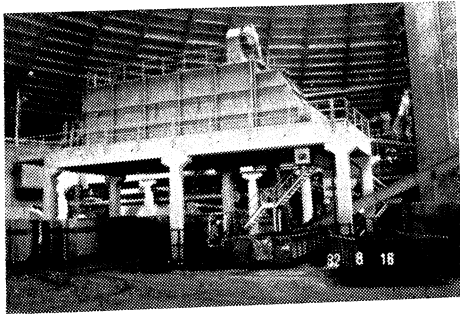
Odpad se dostává ze zásobníku do trhače plastových pytlů, které se často používají hlavně ve velkoměstech jako sběrné nádoby. Železné části a plechovky se odlučují magnetickým odlučovačem. V následujícím drtiči se plechovky dále rozmělnují a druhým magnetickým odlučovačem se oddělí od uvolněných nečistot.

Proud odpadu se po odloučení železa vede k drtiči, který jej rozmělnuje do velikosti asi 70 mm . Rozmělněný odpad z drtiče se dělí ve vzdušném třídíči na lehké a těžké částice. Třídění se zde uskutečňuje na základě rozdílných rychlostí pádu různých součástí odpadu.

Lehká frakce, pozůstávající z papíru, umělých hmot a jemného smetí, je vzdušným proudem dopravována do cyklónu, kde je od nosného vzdušného proudu oddělována. Těžká frakce se v následném stupni dělí na dvě. Tento stupeň pozůstává ze vzduchového třídíče, cyklónu a mlýna a vibračního síta. Jedna z těchto frakcí v podstatě pozůstává z organických, druhá z inertních těžkých čás-

tic. Organická těžká frakce (pozůstávající z dřeva, kůže, gumy, těžkých umělých hmot, textilu) se přivádí k zařízení pro zpracování vláken pro desky. Inertní frakce pozůstává převážně ze skla, keramiky, písku a podobného zrnitého materiálu.

Lehká frakce z organických jemných částic, papíru a plastických fólií se dělí v otáčejícím



Obr. 2. Část recyklační linky.

se kónickém síťovém bubnu. Organická frakce procházející bubnem se používá k výrobě vysoce hodnotného kompostu.

Frakce přecházející nad sítím, frakce papírová a umělých hmot se ovlhčuje kropicími tryskami a vede se k dalšímu třídění s horkým vzduchem, za nímž se fólie z plastických hmot lisují do balíků.

Těžká, ovlhčená papírová frakce se na místě zpracovává v zařízení na papír a vlákninu. Toto zařízení, které se již mnohokrát osvědčilo, sestává z drtiče, sít, rozvláknovače, kádí, čističe hustých hmot, zahušťovacího stroje, dispersního zařízení a dvojitého síťových lisů a slouží k výrobě vláknité hmoty, která svou jakostí vyhovuje potřebám průmyslu, který zpracovává starý papír. Hotová vláknitá hmota se ve formě paletizovatelných listů (podobně jako celulóza) připravuje k rozeslání na konečné zpracovatele.

V tomto separačním zařízení se potřebný vzduch zčásti recirkuluje, takže tím zátěž okolí prachem a hlukem zůstává pod 150 mg/m³, popř. 80 dB(A). Přiváděná voda do tohoto zařízení se dostává s papírem do přípravy vlákniny. Neodpadá žádná voda, takže je separace příznivá životnímu prostředí.

Vlhká předčistěná frakce, která byla zba-

vena kovových součástí a z velké části i podílů inertních jemných částic organických, jakož i materiálů poléťavých (papíru, plastických fólií) postupuje řetězovým dopravníkem do 1. meziskladového zásobníku, sloužícího též jako předzásobník, který má za úkol následující stroje bezvadně a pravidelně dávkovat. Z meziskladu se materiál dopravuje šnekovým dopravníkem přes magnetický odlučovač, pozůstávající z bubnu permanentních magnetů a dalším dopravníkem k sušárně. Jde o bubnovou sušárnu, která má za úkol vlhkou a předčistěnou vlákninu z odpadu vysušit na 5–10 % a tepelně dezinfikovat. Výpary sušárny, dříve než se dostanou komínem do ovzduší, procházejí přes čističku plynu.

Vysušená vlákna se vedou dalšími dopravníky do 2. mezizásobníku. Sušárna je vybavena hasicím protipožárním zařízením, které v případě požáru automaticky zařadí dopravnímu šneku zpětný chod a hořící vlákna se automaticky uhasí v protipožárním ochranném prostoru. Jako další protipožární opatření je instalováno trubkové vodní kropení nad 2. mezizásobníkem a nad dopravníky.

Doprava materiálu z 2. mezizásobníku je opět zajišťována šnekovým dopravníkem, který předává materiál řetězovému dopravníku a vede do čističky materiálu. Přitom vznikající frakce „přidatná látka“ a „vláknovina“ se dopravují pásy do jednotlivých zásobníků. Odpadní vzduch ze sušárny se ve filtru zbavuje prachu.

Rízení celého zařízení je zajištěno elektronicky příslušnými přístroji z velínu.

Popsané zařízení je značně složité vzhledem k tomu, že je v prvé řadě zaměřeno na přípravu vláknin pro průmysl dřevotřískových desek a pro výrobu papíru a kartonu a dále dodává skelnou a keramickou drť pro stavbu cest, plastické materiály pro průmysl umělých hmot, organické látky pro výrobu kompostů a kovový odpad pro hutní průmysl.

Hospodářská situace navštívené firmy AG Rinter, Wien, má své obtíže. Tkíví v nadbytku dřeva na rakouském trhu, který je zčásti zvyšován i naším vývozem. Proto vlákninový dřevařský a papírenský recykling nemá dostatečný odbyt. Humusu je zatím jen 10–15 % z celkového množství odpadu, avšak v roce 1983 se výroba zvýšila na 25 %, tj. na 60 000 t za rok pro zahradnictví města Vídně, pro vinice i lesy.

Popsaný princip likvidace městského odpadu není jediný. V Itálii je systém Screin, který se již několik let osvědčuje. Další systémy se používají v Anglii, Francii a NSR.

PROBLÉMY KRAJINY Z HLEDISKA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Český ústřední výbor a krajský výbor komitétu pro životní prostředí ČSVTS uspořádaly se zemědělskou a lesnickou společností ČSVTS a Domem techniky v Plzni ve dnech 15. a 16. března 1983 v Mariánských Lázních konferenci na téma „Problémy krajiny

z hlediska životního prostředí“, na niž bylo předneseno 29 referátů, které vyslechlo 180 účastníků. Poměrně malá účast byla ze Slovenska.

V referátech byly probrány hlavní problémy naší krajiny a naznačeny cesty, jak postupně

zabránit poškozování ekologické rovnováhy v krajině, která může vést nejen k narušení její obytnosti, ale i zdraví jejích obyvatel. Projednávání problematika byla rozdělena do tří hlavních okruhů, a to:

1. Půda a zvyšování její úrodnosti.
2. Ovzduší a škody z jeho znečištění.
3. Cesty k ovlivnění společnosti, aby s krajinou zdravě hospodařila.

ad 1: *Profesor Ing. R. Šaly, DrSc.* z Vysoké školy lesnické a dřevařské ve Zvolenu poukázal na škodlivost uniformního obdělávání, hnojení a chemizování půdy bez ohledu na její sorpční schopnost a vodní kapacitu, což způsobuje časté havárie vodotečí. Půdu též ohrožují kyselé srážky. Podle Ulrycha z roku 1980 činí roční spád síry v ČSSR 5 g/m², v severozápadních Čechách až 10 g/m². Ve střední Evropě průměrně jen 2,5—5 g/m². To má za následek změny v půdě — uvolňují se ionty Al, Mn, Fe, což nelze řešit jen velkoplošným vápněním zemědělských či lesních půd. V ČR je 52 %, v SSR 22 % písčitéch a hlinitopísčitéch půd, u nichž při dávkách 150—200 kg dusíku na hektar dochází k eutrofizaci spodních vod a k znečištění drenážních vod, jejichž zátěž se za léta 1968—1978 ztrojnásobila.

Doc. Ing. Otomar Kvěch, CSc. z Vysoké školy zemědělské v Praze ukázal, jak necitlivý je k půdě blokový osev. Víc jak polovina půd trpí vodní a větrnou erosi a na 1 000 vagónů denně odnášejí naše řeky nejménější humusní půdy do moří.

Lukaři a pastvináři — *Ing. Kopta* a *Ing. Krajčovič* — ukázali na příkladech, jak lze hospodařit bez eroze a bez eutrofizace vod.

Ing. Rudolf Stolařík, garant akce, se soustředil na jednu z hlavních otázek dnešních dnů — humus v půdě. Staťková hnojiva nebyla nikdy v dějinách lidské společnosti obtížným odpadem, jakým se stala mnohým novodobým zemědělcům v bezstelivových velkostájích. Byl to vždy důležitý výrobek v zemědělství. Hněj vrací i dnes přírodě strávené živiny.

O optimalizaci využití půdního fondu promluvila *Ing. Marie Štandová, CSc.*, z Čs. střediska pro životní prostředí v Bratislavě. Dotkla se otázek rajonizace, lokalizace chráněných území a oblastí i rozmístění kultur.

ad 2: O významu čistoty ovzduší promluvili *prof. Ing. František Jonáš, DrSc.*, z Vysoké školy zemědělské v Praze. Poukázal na nárůst energetických zdrojů. V ČSSR je ročně emitováno 3 mil. t SO₂, což je 1,5 % celosvětové emise. Je to asi 200 kg SO₂/osobu ročně.

Sloučeniny síry působí negativně na zdraví člověka, likvidují celé ekosystémy jehličnatých dřevin, snižují zemědělskou produkci, korodují kovy, budovy a okyselují půdu a vodu. Závěrem poukázal na cesty k nápravě, jako jsou odsíření elektráren a výtopen, fluidní spalování, zplyňování uhlí.

RNDr. Ing. Eliška Nováková, CSc., z Ústavu

aplikované ekologie a ekotechniky z VŠZ v Kostelci n/Černými lesy se zabývala zdravotním stavem zajíce jako měřítko zdraví krajiny. Zajíc v dnešní krajině s jejími převratnými skutečnostmi je stresován a mnohdy určen k uhynutí. Přehnojování dusíkem se projevuje v jeho krvi dvoj- až trojnásobným množstvím methemoglobinu. Hladina vápna u něj klesá se stupněm znečištění krajiny. To se projeví snížením jeho obranyschopnosti proti infekcím, stresem a alergiím zvláště při vyšší zátěži organismu, např. při graviditě, kojení. Umělými průmyslovými hnojivy se na pole zanáší i balast, ovlivňující půdní strukturu a jedovatě těžké kovy.

MUDr. B. Tušek za Krajskou hygienickou stanicí Plzeň ukázal na nebezpečí DDT, které při koncentraci 100 mg kg⁻¹ hmotnosti tuku působí již nervové poruchy a neschopnost se soustředit. Přes zákaz se některé takové sloučeniny používají i nadále v lesnictví.

RNDr. A. Pyšek, CSc., z n. p. Stavební geologie seznámil účastníky na barevných diapositivích s petrofóbními rostlinami, které indikují havárie na ropovodech. Je to většina lesních stromů, mechy a lišejníky.

RNDr. Luděk Hůrka ze Západočeského muzea doložil vlivy zprůmyslnění na přírodu snížením stavu ptactva na Boleveckém rybníku, kde je rezervace. Za 90 let se počet druhů snížil ze 133 na 105 (tj. o 21 %), tažných ptáků o 25 % a hnízdících o 56 %. Počet tetřivků poklesl od r. 1977 o 68 %, hrabivých ptáků o 65 %, koroptví o 65 %, netopýřů o 75 %.

RNDr. Cvaček z Výzkumného ústavu mlékařenského připustil nebezpečí přechemizace na jakost mléka a mléčných výrobků.

Ing. Jiří Kocil z federálního ministerstva zemědělství a výživy hovořil o úkolech zemědělství, které musí zabezpečit nejen zvýšenou produkci, ale i ochranu krajiny. Zvláště je sledován obsah organických látek v půdě, které vykazují trvalý úbytek. Proto je třeba i s kejdou jako hnojivem náležitě zacházet. Při nových půdních úpravách je třeba zajistit i omezení eroze.

Obdobné problémy jsou i v lesním hospodářství: zajištění protierozní ochrany, zachování humusu v půdě a rozvoj spíše biologické než chemické ochrany porostů.

ad 3: K ovlivnění veřejnosti ke zlepšení vztahu k přírodě a dosažení ekologické rovnováhy v krajině přispěly další referáty. O postavení a dosavadních výsledcích Českého svazu ochrany přírody promluvil *prof. Ing. František Hron, DrSc.*, z VŠZ v Praze a o mezinárodních snahách ochrany *Zdeněk Janča, prom. biolog*, z lékařské fakulty UK v Plzni.

Večerní promítání filmů o CHO Sokolovského lesa, návštěva Kladské a promítání filmu o CHO Třeboňska s proslavem *RNDr. D. Dykijové* z Botanického ústavu ČSAV vyplnily účastníkům jejich volný čas.

Stolařík

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

přijátá na zájmovém setkání vědců „Věda mezi válkou a mírem,“ jež se konalo 24. a 25. června 1983 v rámci Světového shromáždění za mír a život, proti jaderné válce.

Setkání vědců dospělo k těmto závěrům:

1. Zúčastnění vědci z nejrůznějších vědních oborů z 49 zemí, zastánci různých politických názorů a náboženského přesvědčení, prohlašují, že za nejvýznamnější úkol vědců celého světa považují spojit své úsilí a zabránit použití zbraní hromadného ničení — zabránit konečné katastrofě celé lidské civilizace — a účastnit se mírového hnutí za zmrazení nukleárních zbraní a Kampaně Spojených národů za odzbrojení.

2. Nové akutní nebezpečí vypuknutí nukleární války by mohlo vzniknout plánovaným rozmístěním nové generace amerických střel středního doletu, obzvláště možným selháním elektronických systémů.

3. V nejrůznějších odvětvích vědy bylo dokázáno, že nukleární válka by nevyhnutelně ve svých důsledcích znamenala konec lidstva, konec přírody, konec veškerého života na této planetě.

— Proto vědci považují militaristickou myšlenku, že by některá ze zúčastněných stran mohla v nukleární válce zvítězit, za zcela seestnou. Rovněž mylné a absurdní je věřit v možnost omezené jaderné války. — Proto se obracejí k vládám zemí, vlastnicích jaderné zbraně, aby respektovaly závěry, k nimž dospěli vědci v otázce hrozby nukleární války a aby učinily vše pro to, aby nukleární energie byla používána výhradně pro mírové účely, pro blaho lidstva. Prohlašují, že skutečným úkolem vědy a vědců je budovat, nikoli ničit.

4. Doporučují vládám států, aby přikládaly větší váhu mezinárodnímu právu a podpořily rezoluci Valného shromáždění Spojených národů, jež prohlašuje, že každý stát, který by použil jaderných zbraní jako první v „preventivních“ či „obraných“ akcích, by se dopustil nejtěžšího zločinu proti lidstvu, který nelze nijak ospravedlnit. Doporučili všem vládám, aby plnily mezinárodní smlouvy zakazující chemické a bakteriologické zbraně a snížily obrovské smrtelné zásoby vojenských chemických prostředků.

5. Upozorňují na to, že nová etapa zbrojení spolu s růstem vojensko-průmyslového komplexu a úlohy militarismu ve vnitřní a zahraniční politice zvyšují nedůvěru mezi národy, zvláště mezi státy s rozdílnými společenskými systémy a ohrožují mezinárodní stabilitu. Vyzývají nejvyšší představitele, vlády a parlamenty států vlastnicích jaderné zbraně, aby snížili nebezpečí vypuknutí jaderného konfliktu mezinárodním jednáním o omezení jaderného zbrojení a o postupném odzbrojení na základě principu stejné bezpečnosti. Zejména plány na vývoj nových strategických jaderných zbraní a přípravy na západní Evropě vytvářejí celosvětové nebezpečí, jaké dosud nemá obdoby.

6. Považují boj za mír a mírové soužití států s rozdílným společenským zřízením za nejnáléhavější globální problém lidstva. Horečné zbrojení odčerpává obrovské ekonomické hodnoty, lidské úsilí a tak rozhodně oddaluje možnosti řešení problémů, které lidstvu vznikají a jsou nejnáléhavější ve třetím světě. Pouze v míru je možné řešit další naléhavé globální problémy jako jsou chudoba, negramotnost a choroby, zachování zdravého životního prostředí pro všechny vzájemně se podmiňující formy života na Zemi, zajištění potravin a potřebných surovinových zdrojů pro lidstvo a problémy spojené s kulturním, hospodářským, vědeckým a technologickým rozvojem společnosti. Boj za mír je úzce spojen s bojem za demokracii a lidská práva. Právo jednotlivce, národu a států na život v míru musí být v této souvislosti považováno za nejvýznamnější základní lidské právo. Boj za mír je také těsně spojen s bojem za společenský pokrok, hospodářské a sociální požadavky pracujících lidí na celém světě, s bojem za právo na rozvoj a nový ekonomický řád a za národní osvobození.

7. Účastníci setkání proto navrhuji, aby vědci — zastánci nejrůznějších mírových koncepcí a teorii soustředili svou pozornost na to, co sjednocuje zastávce míru na celém světě — na snahu o odvrácení hrozby jaderné války a přednostně na okamžitě zmrazení všech jaderných zbraní jako na krok k dosažení všeobecného a úplného odzbrojení.

8. Účastníci setkání navrhuji svolat Světový kongres vědců proti válce a zbrojení,

9. Navrhují vytvořit v jednotlivých státech národní výbory vědců za mír, v nichž budou bojovat proti válce společně vědci z oboru přírodních, technických a společenských věd.

10. Účastníci apelují na morální odpovědnost všech vědců světa, aby se zapojili do boje za mír, proti nebezpečí nukleární války. Tato odpovědnost vyplývá ze vztahu vědce k životu a lidstvu a vyžaduje také, aby vedl a vychovával mladou vědeckou generaci ke stejné odpovědnosti. Vědci mohou významně přispět k tomu, aby si lidé lépe uvědomili rizika a potencionální důsledky zbrojení, zejména jaderného zbrojení.

11. Účastníci setkání považují rozvoj široké mezinárodní spolupráce ve výzkumu problémů zajištění míru a odvrácení jaderné války za otázku životního významu. Doporučují, aby UNESCO a všechna mezinárodní vědecká sdružení vědeckých disciplín zařadila výzkum těchto problémů na program jednání příslušných světových kongresů, symposií a konferencí, pokud tak již nečinila — protože jejich řešením by mohla věda přispět k rozvoji mírového soužití.

12. Obracují se na vědce celého světa s naléhavou výzvou, aby ve svých zemích a na mezinárodní úrovni aktivně vystupovali za uvolnění mezinárodního napětí, mírové soužití států s různými společenskými systémy, proti hrozbě jaderné války a za ochranu života, kdekoli a kdykoli je ohrožen.

ASHRAE JOURNAL 25 (1983), č. 7

— Managing New York City's energy conservation program (Řízení programu pro úspory energie v New Yorku) — *Copeland Ch. C.*, 29—33.

— Energy performance in atriums — an affirmation (Úspory energie a atria) — *Duke B. W.*, 34—39.

— Atriums: the HVAC factors (Atria: faktory vytápění, větrání a klimatizace) — *Setty B.S.V.*, 40—45.

— Smoke management system consideration for hotel atriums (Regulace kouře v budovách v případě požáru a hotelová atria) — *Dillon M. E.*, 46—50.

ASHRAE Journal 25 (1983), č. 8

— Thermal performance comparisons for a solar hot water system (Porovnání tepelné účinnosti pro solární systémy ohřevu vody) — *Fischer R. A., Fanney A. H.*, 27—31.

— Energy conservation in museums and historic buildings (Uchování energie v muzeích a historických budovách) — *Ucar M., Doering G. C.*, 32—37.

— Simultaneous heating and cooling — the undetected energy consumer (Současné vytápění a chlazení — nezjištěný spotřebitel energie) — *Albern W. F.*, 38—39.

— Solar optical properties of accepted interior window treatment (Solární optické vlastnosti vnitřních úprav oken) — *Woodson E., Horridge P., Khan S., Tock R. W.*, 40—45.

ASHRAE Journal 25 (1983), č. 9

— The cost of frost (Náklady na zmrazování výrobků v závodě na zpracování masa) — *Coley M. B.*, 29—31.

— Heat recovery techniques in chemical processing refrigeration applications (Způsoby zpětného získávání tepla z chladicích procesů v chemickém průmyslu) — *Hall R. A.*, 32—37.

— Heat recovery in an ice rink? They did it at Cornell University (Zpětné získávání tepla z provozu kluzišť) — *Albern W. F.*, 38—39.

— Beating the blahs for VAV (Klimatizační systém s proměnným průtokem vzduchu) — *Tamblyn R. T.*, 42—45.

— Solar and subterranean complex combined for energy efficiency (Využití sluneční energie v kombinaci s podzemním komplexem staveb šetří energii) — *Lany K.*, 46—47.

— Energy conservation during recovery of condensed chemical vapors (Úspory energie během zpětného získávání kondenzovaných chemických výparů) — *Miller D. K.*, 48—49.

— Fume hood diversity for reduced energy

consumption (Odsavače a snížení spotřeby energie) — *Moyer R. C.*, 50—52.

ASHRAE Journal 25 (1983), č. 10

— Standard 90: Review, preview and update (Standard 90: současný stav) — *Grumman D. L.*, 27—29.

— Special project 41: Development of recommendation to upgrade ASHRAE standard 90A-1980, "Energy conservation in new building design" (Speciální projekt 41 — zajištění standardu ASRAE 90A-1980, „Úspory energie u nově projektovaných budov“) — *Jones J. W.*, 30—36.

— Evaluation of evacuated glass tubes for sampling of SF₆/air mixture for air exchange measurement (Hodnocení evakuovaných skleněných trubic pro vzorkování směsi SF₆/vzduch k měření výměny vzduchu) — *Tamura G. T., Evans R. G.*, 40—43.

Haustechnik Bauphysik Umwelttechnik] (Gesundheits-Ingenieur) 104 (1983), č. 5

— Die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft 1983 (Technické instrukce k čistotě vzduchu 1983) — *Lahmann E.*, 217—220.

— Gaswärmepumpe zur Wärmenutzung feststoffbeladenen städtischen Abwassers (Tepelné čerpadlo s plynovým motorem na využití tepla z městské odpadní vody, znečištěné tuhými látkami) — *Berger H., Roth V.*, 220—229.

— Zur Wärmeleistung des Plattenheizkörpers (Tepelný výkon deskového vytápěcího tělesa) — *Adunka F.*, 230—236.

— Wie lassen sich die Wärmeverluste in Brüstungen hinter Heizkörpern wirksam reduzieren? (Jak se mohou účinně snížit tepelné ztráty u parapetů za vytápěcími tělesy) — *Erhorn H., Gertis K.*, 237—238, 247—253.

— Zur Problematik viraler Aerosole in der Umgebung von biologischen Kläranlagen und Abwasserreineigungsgebieten (Problematika virových aerosolů v okolí biologických čistíren vod a v oblastech, znečištěných odpadními vodami) — *Wullenweber M., Joret J. C.*, 254—257.

Stellungnahme zur Spannungsrissskorrosion an Kupferrohren (Stanovisko ke korozi, způsobené pnutí, na měděných trubkách) — příloha.

— Planen und Bauen in der Sanitärtechnik (Plánování a konstrukce ve zdravotní technice) — *Usemann K. W.*, příloha.

Heating, piping, air conditioning 55 (1983), č. 6

HPAC Info-dex 83/84 (Adresář výrobců a přehled výrobků vytápěcí, větrací a klimatizační techniky).

**Heating, piping, air conditioning 55 (1983),
č. 7**

- Noise control for rooftop air handlers (Kontrola hluku pro nástřešní klimatizační jednotky) — 26, 31—32.
- Computer analysis picks control system for office building (Rozbor, prováděný počítačem, pomáhá zvolit centrální klimatizační systém pro kancelářskou budovu) — *Bihler L. A.*, 53—57.
- Computer analysis picks unitary system for electronic plant (Rozbor, prováděný počítačem, pomáhá zvolit systém klimatizačních jednotek pro závod na výrobu elektroniky) — *Munn D. M.*, 60—62.
- Floor-by-floor conditioning of office highrise (Klimatizace jednotlivých podlaží výškové kancelářské budovy) — *Peters D., Kaler M.*, 66—68, 73—75.
- The search for chiller efficiency (Zkoumání účinnosti chladiče) — *Landman W. J.*, 77—81.
- The system choice (Volba klimatizačního systému) — *Stokes R., Momsen A.*, 87—89.

**Heating, piping air conditioning 55 (1983),
č. 8**

- The economics of VAV duct looping (Hospodárnost smyčkování kanálů pro klimatizační systém s proměnným průtokem vzduchu) — *Coe P. E.*, 61—64.
- Automatic boiler blowdown with heat recovery (Automatické odkalování kotle se zpětným získáváním tepla) — *Oven M.*, 68—73.
- VAV and heat recovery in a medical center (Klimatizační systém s proměnným průtokem vzduchu a zpětné získávání tepla v nemocnici) — *Lindberg P. R.*, 82—88.
- Estimatig VAV retrofit costs (Hodnocení nákladů na klimatizační systém s proměnným průtokem vzduchu) — *Wendes H. C.*, 93—96, 101—103.
- Supply fan volume control in a VAV system (Regulace ventilátoru pro přívod vzduchu v klimatizačním systému s proměnným průtokem vzduchu) — *Haines R. W.*, 107, 110—111.
- EMCS and digital controllers (Řízení spotřeby energie a kontrolní systémy a digitální kontrolní zařízení) — *Coad W. J.*, 112, 115, 119.

**Heating, piping, air conditioning 55 (1983),
č. 9**

- The cost of conserved energy as an investment statistic (Cena uspořené energie jako statistika investic) — *Meier A.*, 73—77
- Rate of return analysis in the evaluation of project alternatives (Výpočet rozboru návratnosti v hodnocení alternativ projektu) — *Montag G. M.*, 84—89.
- Two techniques for selling energy management (Dva způsoby přístupu k řízení spotřeby energie) — *Whalen J. M.*, 97—101.

- Garden apartment energy use (Spotřeba elektrické energie komplexu budov vilového typu) — *Spielvogel L. G.*, 104—107.
- Evaporative cooling for energy conservation (Chlazení vypařováním šetří energii) — *Meyer J. R.*, 111—116, 118.
- Laboratory fume hood noise (Hluk odsavačů v laboratořích) — *Sessler S. M., Hoover R. M.*, 124, 126—128, 133—137.
- Direct digital control (Přímá digitální regulace vytápění, větrání a klimatizace) — *Haines R.*, 139, 141, 144.

**Heating, piping, air conditioning 55 (1983),
č. 10**

- Engineered plumbing considerations for a bus garage (Technické instalace pro velkogaráže autobusů) — *March H. S.*, 57—62.
- How CADD supports the mechanical systems engineer (Navrhování a zobrazování pomocí počítače slouží strojním inženýrům, zabývajícím se vytápěním, větráním a klimatizací) — *Raker D. S.*, 65—70.
- Duct sizing table (Tabulka rozměrů potrubí) — *Habjan J.*, 74—77.
- Pipe insulation choices (Volba izolačního materiálu pro potrubí) — *Danisch Ch.*, 81—84.
- Boiler flooding problems (Problematika zahlcení kotle) — *Rosa F.*, 95—96.
- Valves: selection, specification, and application (Volba, specifikace a použití ventilů) — *Miller R. H.*, 99—103, 108—118.
- Air conditioning control for a condominium building (Regulace klimatizace pro obytnou budovu) — *Haines R. W.*, 121—122.
- Nomograph estimates critical flow rates for air (Nomogram hodnotí kritické rychlosti vzduchu) — *Ganapathy V.*, 125—126.

Heizung Lüftung Haustechnik 34 (1983), č. 9

- Integriertes Energieversorgungskonzept für ein Krankenhaus. Studie für das Universitätsklinikum Berlin-Steglitz (Integrovaný koncept zásobování energií pro nemocnici. Studie pro univerzitní kliniku Berlin-Steglitz) — *Esdorn H., Jahn A.*, 361—368.
- Zur intermittierenden Betriebsweise von Kreuzstromwärmeübertragern in Raumluft-technischen Anlagen (Přerušovaný provoz výměníků tepla s křížovým prouděním ve vzduchotechnických zařízeních) — *Probst J., Wunderlich H.*, 369—372.
- Berücksichtigung der Wärmespeicherfähigkeit in DIN 4701 (Přihlednutí k tepelné akumulační schopnosti v normě DIN 4701) — *Hauser G.*, 373—375.
- Einfluss von Frost- und Korrosionsschutzmitteln auf Glykol-Basis auf Pumponkennlinien und Durchflusswiderstände (Vliv ochranných prostředků proti mrazu a korozi na bázi glykolu na charakteristiky čerpadel a průtočné odpory) — *Ganter M.*, 376—379.
- Spezial-Deckenlufttheizer für die neue Wartungshalle VI des Frankfurter Flughafens (Speciální stropní ohřivače vzduchu pro halu údržby VI frankfurtského letiště) — 388.

Die Kälte und Klimatechnik 36 (1983), č. 9

- Regelung der Flüssigkeitsumwälzung bei Anlagen mit Zwangsumwälzung (Regulace cirkulace kapaliny u zařízení s nuceným oběhem) — *Lassen O.*, 378, 380, 382, 384.
- Klimatisierung von Führerräumen (Klimatizace řídicích kabin) — *Hermann D., Karder J.*, 386, 388, 390—391.
- Verdichter für die Kälte- und Klimatechnik (Kompressory pro chladicí a klimatizační techniku) — 392, 394, 396, 398.
- IKK 83-4. Internationale Fachausstellung Kälte-Klimatechnik, Essen 20.—22. Oktober 1983 IKK 83-4. mezinárodní výstava z oboru chladicí a klimatizační techniky; Essen — 20.—22. říjen 1983: — 400, 404, 406—408.

Die Kälte und Klimatechnik 36 (1983), č. 10

- Hygienische Kontrolle von Klimawässern (Hygienická kontrola vody pro klimatizační systémy) — *Scharmann R.*, 440, 442, 444, 446.
- Auswahlkriterien für Gasmotorwärmepumpen (Kritéria pro volbu tepelných čerpadel s plynovým motorem) — *Ackemann R.*, 446, 448, 450.
- Doppeltarifzähler bei Wärmepumpenanlagen — braucht man sie, braucht man sie nicht? (Dvojí sazbový elektroměr u zařízení s tepelnými čerpadly — je zapotřebí, není zapotřebí?) — *Pilke R.*, 452, 454, 456.
- Wärmerückgewinnung in Tortenfabrik. Immer neue Zielgruppen für Kälte- und Klimatriebwerke (Využívání odpadního tepla v továrně na cukrovinky. Stále nové cílové skupiny pro provoz chlazení a klimatizace) — *Amend A.*, 356, 461.
- Wärmepumpenverdampfer „Bucodelot“ — eine neue Lösung zur Ausnutzung niedriger Wassertemperaturen (Výparník tepelných čerpadel „Bucodelot“ — nové řešení k využití nízkých teplot vody) — *Klüe U.*, 462, 464.
- Die Aluminium-Märkte im Detail (Trhy hliníku — podrobně) — 464.
- DWM Copeland GmbH, Berlin (Firma DWM Copeland GmbH, Berlin — historie a současný stav firmy) — *Bense H. A.*, 466, 468, 470.
- IKK 83-4. Internationale Fachausstellung Kälte-Klimatechnik, Essen, 20.—22. Oktober 1983 (IKK 83-4. mezinárodní výstava z oboru chladicí klimatizační techniky; Essen, 20.—22. října 1983) — 474, 476, 478, 480, 482.

Luft- und Kältetechnik 19 (1983), č. 4

- Entwicklung und Produktion von Rationalisierungsmitteln für Erzeugnisse der Luft- und Kältetechnik (Vývoj a výroba racionalizačních prostředků pro výrobky vzduchotechniky a chladicí techniky) — *Hansch R.*, 184—188.
- Entwicklung und Produktion prozessspezifischer Industrieroboter im VEB Kombinat Luft- Kältetechnik (Vývoj a výroba speci-

- fických průmyslových robotů v kombinátě Luft und Kältetechnik) — *Kluge R.*, 188—190.
- Zur Handhabung der Selbstkosten eines Vergleichserzeugnisses bei der Erzeugnisneue- bzw. Erzeugnisweiterentwicklung (Vlastní náklady srovnávacího výrobku u nového vývoje výrobku, případně u dalšího vývoje výrobku) — *Krause F., Haussmann B.*, 191—192.
- Beitrag zur Rationalisierung des Zuschnittes von rechteckigen Blechteilen im VEB Kombinat Luft- und Kältetechnik (Příspěvek k racionalizaci přířezy pravouhých plechových dílů v kombinátě Luft- und Kältetechnik) — *Angermann R., Bartmuss G., Gärtner D.*, 193—196.
- Fertigung der Zahngeometrie von Schraubenverdichtertrotoren (Zhotovení geometrie ozubení rotorů šroubových kompresorů) — *Krause F.*, 196—199.
- Feuchtetransport in Baustoffen und Bauteilwerkteilen (Vzlinání vlhkosti ve stavebních hmotách a stavebních dílech) — *Häupl P., Stopp H.*, 202—207.
- Methoden zur Vorausbestimmung von Strömungsvorgängen in klimatisierten Räumen — Fortsetzung (Metody na předběžné stanovení postupů proudění v klimatizovaných místnostech — pokračování) — *Hanel B., Köthnig G.*, 207—211.
- Ein Verfahren zur Berechnung dreidimensionaler Freistrahlen (Způsob výpočtu třírozměrných volných paprsků) — *Hanel B.*, 212—217.
- Hohe Materialökonomie — Kernpunkt der Sicherung eines hohen Leistungszuwachses (Vysoká materiálová hospodárnost — podstata zabezpečení vysokého vzrůstu výkonu) — *Schade D.*, 217—218.
- Erhöhung der Effektivität der Grundfondsreproduktion (Zvýšení účinnosti reprodukce základního fondu) — *Wechsler A.*, 219.

Sanitär- und Heizungstechnik 48 (1983), č. 7

- Bei leichten Bauweisen höchster Gewinn (Optimizací vytápění lze i při vylehčených stavebních technologiích mnoho získat) — 606—611.
- Noch dickere Dämmschichten empfehlenswert (Doporučují se ještě tlustší izolační vrstvy) — 612—613.
- Zu wenig Sachkenntnisse und zu wenig geprüft (Úrazy chlorem z malých znalostí a nedostatečné kontroly) — 615—616.
- Wärmepumpen. Energieverbund und Mehrfachnutzung des Badewassers (Tepelná čerpadla, energetická náročnost a vícenásobné použití koupačí vody — díl 4.) — *Saunus Ch.*, 617—620 pokrač.
- Zuviel: 10 l Wasser für 0,25 l Urin (10 l vody na spláchnutí 0,25 l moče je moc) — *Mayer E.*, 621—622.
- Torf statt Öl (Rašelina místo oleje) — *Frommann D.*, 627—628.
- Keramik-Kressel: Versuche bald in einer neuen Phase (Pokusy s keramickými kotly se záhy dostanou do nového směru) — 629—630.
- Vicu-Rohre: Dämmung auf Unterputz-

Verlegung abgestimmt (Firem. sdělení: izolace potrubí) — 640—641.

— Asea Lepper: Elektrowärme als Alternativheizung (Firem. sdělení: švédské elektrické zásobníky pro vytápění) — 642.

— Ospa: Whirl-Pools werden zu Favoriten in Hotels (Firem. sdělení: individuální koupací bazény s pozlábky) — 643.

— Küchentechnik No. 4 (Příloha „Technika v kuchyni“ č. 4) — K 141—K 178

— Das Forum für den Küchenspezialisten in der Küchentechnik (Jídelní kouty, navrhování kuchyňských linek) — SK 128—SK 136.

Sanitär- und Heizungstechnik 48 (1983), č. 8

— Wenn die Estrichleger kommen (Kladení podlahového vytápění) — 660—661.

— Die Gefahr ist noch nicht gebannt (Nebezpečí instalace komínových nástavců) — *Fischer R.*, 662—666.

— Den CO₂-Gehalt der Raumluft messen (Je nutno měřit obsah CO₂ v místnosti) — *Werner H.*, 667—670.

— Mit einigen Grundregeln ist schon viel geholfen (Dodržování základních regulí při ochraně před šířením ohně účinně pomáhá) — *Wittke B.*, 671—674.

— Erhöhtes Nachtstrom-Angebot wieder zu erwarten (Očekává se opětovné zvýšení nabídky nočního proudu) — 677—678.

— Wärmepumpen, Energieverbund und Mehrfachnutzung des Badewassers (Tepelná čerpadla, energetická náročnost a vícenásobné použití koupací vody — díl 5.) — *Savvus Ch.*, 679—682 pokrač.

— Danfoss: Erfolg durch kontinuierliche Forschungs- und Entwicklungsarbeit (Fir. sdělení: Danfoss inovuje regulační techniku) — 695—698.

Stadt- und Gebäudetechnik 37 (1983), č. 7

— Ökonomisch optimale Übertragungsgrade von Wärmerückgewinnungseinrichtungen

(Ekonomicky optimální stupeň přenosu u zařízení na zpětné získávání tepla) — *Tesche P.*, 194—197.

— Zur Wechselwirkung zwischen Fugenlüftung und Transmissionswärmeverlusten von Fenstern (Teil 2) (Působení výměny při větrání spárami a tepelnými ztrátami transmisí u oken — díl 2) — *Petzold K.*, 198—199 pokrač.

— Aussenlufteinfall in Gebäude (Pronikání venkovního vzduchu do budov) — *Weier H.*, 200—204.

— Mittelwerte der Aussenlufttemperaturen und Gradstunden für die Berechnung des Jahreswärmebedarfs der Lüftungsanlagen in Industriebetrieben (Střední hodnoty teplot venkovního vzduchu a hodinostupňů pro výpočet roční spotřeby tepla pro větrací zařízení v průmyslu) — *Oppl L.*, 204—206.

— Arbeitshygienische und energiegunstige Klimagegestaltung auf der Grundlage der integrativen Klimabewertung (Pracovně hygienické a energeticky úsporné vytváření klimatu na základě integračního hodnocení klimatu) — *Rublack K., Gaebelein H., Krastel D., Barig A.*, 206—208.

— Örtliche Klimagegestaltung (Místní klimatizace) — *Barig A.*, 208—211

— Mentale Leistung unter variierten Raumklimabedingungen (Mentální výkonnost při proměnných klimatických podmínkách v prostoru) — *Schrader G., Bischof W., Horn H.*, 212—214.

— Arbeitsblätter zum Berechnen von Luftschleieranlagen (Pracovní listy k výpočtům zařízení pro vzduchové clony) — *Klengel M.*, 217—219.

— Lüftungs- und Klimatechnik Definitionsstandards TGL 39010/01 und 02 (TGL 39010/01 a 02 „Definice ve větrání a klimatizaci“) — *Gumsch K.*, 219—222.

ztv

3

Zdravotní technika a vzduchotechnika. Ročník 27, číslo 3, 1984. Vydává český výbor komitétu pro životní prostředí ČSVTS v Akademii, nakladatelství Československé akademie věd, Vodičkova 40, 112 29 Praha 1. Adresa redakce: Dvorecká 3, 147 00 Praha 4. — Tiskne Tisk, knižní výroba, n. p., 656 01 Brno, závod 1. — Vychází šestkrát ročně. Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS ÚED Brno. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS-ústřední expedice a dovoz tisku Praha, závod 01, administrace vývozu tisku, Káfkova 19, 160 000 Praha 6. Cena jednoho čísla Kčs 8,—, roční předplatné Kčs 48,—. (Tyto ceny jsou platné pouze pro Československo.) Distribution rights in the western countries: Kubon & Sagner, P.O. Box 34 01 08, D-8000 München 34, GFR.

Annual subscription: Vol. 27, 1984 (6 issues) DM 88,—.
Toto číslo vyšlo v červnu 1984.

© Academia, Praha 1984.