

### Redakční rada

Doc. Ing. Dr. L. Oppl, CSc. (vedoucí redaktor) — Ing. V. Bašus (výkonný redaktor) — Doc. Ing. Dr. J. Cihelka — V. Fridrich — Ing. J. Haber — Doc. Ing. L. Hrdina — Ing. L. Chalupský — Doc. Ing. J. Chyský, CSc. — Ing. B. Jelen — Ing. L. Kubíček — Ing. Dr. M. Lázňovský — Ing. Dr. Z. Lenhart — Doc. Ing. J. Lutovský — F. Máca — Doc. Ing. Dr. J. Mikula — Ing. Dr. Němec, CSc. — Ing. V. Tůma, CSc.

Adresa redakce: Dvorecká 3, Praha 4

### O B S A H

Doc. Ing. J. Pekarovič, CSc.:

Jednorúrkový horizontálny systém vykurovania so skratom a rovnakou dimensiou vodorovného vedenia . . . . . 41

Ing. J. Khek:

Dezinfeckce vzduchu v klimatizačních zařízeních pomocí germicidních výbojek . . . . . 65

J. Ivičič, Z. Vacátko:

Odprašovací zařízení rotační pece č. 5 v Královodvorských cementárnách . . . . . 73

Ing. V. Tůma, CSc.:

Metoda stanovení druhu vazby vlhkosti se skeletem vlhkého materiálu . . . . . 81

### CONTENTS

Doc. Ing. J. Pekarovič, CSc.:

Horizontal one pipe system of heating with by-pass of the same dimension of conduct . . . . . 41

Ing. J. Khek:

Air disinfection in air-conditioning plants by means of germicide discharge tubes . . . . . 65

J. Ivičič, Z. Vacátko:

Dust collecting system of rotary kiln number 5 in the cement works at Králův Dvůr . . . . . 73

Ing. V. Tůma, CSc.:

Method of determining the kind of the linkage of humidity on the skeleton of humid materials . . . . . 81

## S O M M A I R E

Doc. Ing. J. Pekarovič, CSc.:

Ing. J. Khek:	Système horizontal du chauffage à un tube avec conduite de retour de la même dimension . . . . .	41
J. Ivičič, Z. Vacátko:	Désinfection de l'air dans les installations de conditionnement à l'aide des lampes à décharge germicides . . . . .	65
Ing. V. Tůma, CSc.:	Installation de dépoussiérage du four rotatif numéro 5 dans les usines à ciment à Králův Dvůr . . . . .	73
	Méthode de la détermination du genre de la liaison de l'humidité au squelette . . . . .	81

## I N H A L T

Doc. Ing. J. Pekarovič, CSc.:

Ing. J. Khek:	Einrohrheizsystem mit waagrechter Umführungsleitung gleichen Durchmessers . . . . .	41
J. Ivičič, Z. Vacátko:	Luftdesinfektion in den Klimatisierungsanlagen mittels keimtötenden Entladungslampen . . . . .	65
Ing. V. Tůma, CSc.:	Entstaubungseinrichtung des Dreihofens Nummer 5 in den Zementwerken in Králův Dvůr . . . . .	73
	Methode zur Bestimmung der Art der Bindung der Feuchtigkeit an das Skelett des feuchten Materials . . . . .	81

# JEDNORÚRKOVÝ HORIZONTÁLNY SYSTÉM VYKUROVANIA SO SKRATOM A ROVNAKOU DIMENZIOU VODOROVNÉHO VEDENIA

DOC. ING. JOZEF PEKAROVIČ, CSc.

*Slovenská vysoká škola technická v Bratislave*

Článok obsahuje podrobný postup výpočtu jednorúrkovej horizontálnej sústavy ústredného vykurovania o rovnakej (stálej) dimenzii vodorovného vedenia graficko-početnou metodou. Teoretické zdôvodnenia sú doplnené vypočítaným príkladom.

*Recenzoval: Ing. K. Labouka, CSc.*

## Použité označenie

- $c$  — špecifické teplo [kcal/kg deg] pre vodu  $c \doteq 1$  kcal/kg deg,  
 $f$  — prepočítací koeficient veľkosti výhrevných plôch pre rôzne teplotové spády  $\Delta t$  [—],  
 $F_n$  — výhrevná plocha  $n$ -tého vykurovacieho telesa [ $m^2$ ],  
 $G_{Sn}$  — prietok vody skratom pre  $n$ -té telo [kg/h, 1/h],  
 $G_{ST}$  — prietok vody vodorovným vedením [kg/h, 1/h],  
 $G_{T\max}$  — maximálny prietok vody vykurovacím telosom na vodorovnom vedení [kg/h, 1/h],  
 $G_{Tn}$  — prietok vody  $n$ -tým telosom [kg/h, 1/h],  
 $J$  — ochladenie spôsobené 1 kcal/h na vodorovnom vedení [deg h/kcal],  
 $k$  — súčinatel priestupu tepla vykurovacieho telesa [kcal/ $m^2$  h deg],  
 $k_{50}$  — súčinatel priestupu tepla vykurovacieho telesa pre normálny teplotový spád ( $t_{sn} - t_m$ ) =  $= 80 - 20 = 60$  °C [ $kcal/m^2$  deg],  
 $l$  — dĺžka rúrovoúseku [m],  
 $Q_{ST}$  — tepelná zátaž vodorovného vedenia ako súčet tepelných výkonov vykurovacích telies napojených na vodorovné vedenie  $Q_{ST} = \Sigma Q_{Tn}$  [kcal/h],  
 $Q_{T\max}$  — maximálny tepelný výkon vykurovacieho telesa na vodorovnom vedení [kcal/h],  
 $Q_{Tn}$  — tepelný výkon  $n$ -tého vykurovacieho telesa na vodorovnom vedení [kcal/h],  
 $R$  — merná tlaková strata trením v potrubí [ $kp/m^2$  m],  
 $\Sigma \xi_T$  — súčet jednotkových odporov v okruhu vykurovacieho telesa [—],  
 $\Sigma \xi_S$  — súčet jednotkových odporov v skrate [—],  
 $t_m$  — teplota miestnosti [°C],  
 $t_0$  — teplota vykurovacej vody na začiatku vodorovného vedenia [°C],  
 $t_{sn}$  — stredná teplota  $n$ -tého vykurovacieho telesa [°C],  
 $t_z$  — teplota vykurovacej vody na konci vodorovného vedenia [°C],  
 $\Delta t$  — teplotový spád medzi vykurovacím telosom a miestnosťou [deg],  
 $\Delta t_{ST}$  — teplotový spád na vodorovnom vedení [deg],  
 $\Delta t_T$  — teplotový spád na vykurovacom telesie [deg],  
 $t_{zn}$  — teplota v bode zmiešávania na vodorovnom vedení za  $n$ -tým telosom [°C],  
 $Z$  — tlaková strata jednotkovými odporami v potrubí [ $kp/m^2$ ],

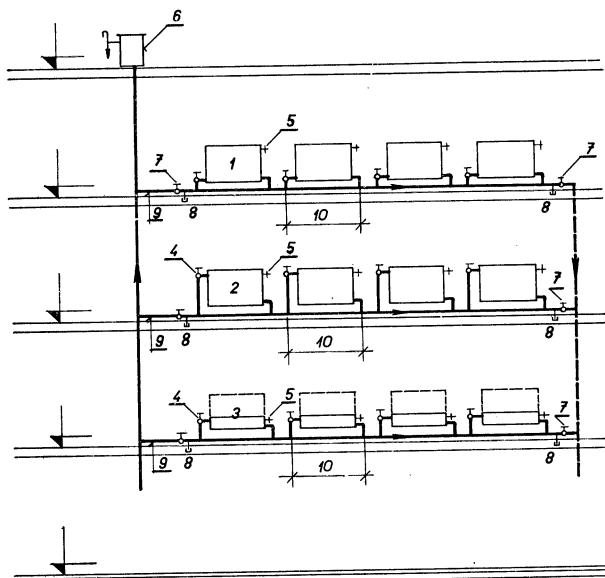
*Indexy:*

- $T$  — pre okruh vykurovacieho telesa,  
 $S$  — pre skrat,  
 $ST$  — pre vodorovné vedenie

## 1. CHARAKTERISTIKA SYSTÉMU A JEHO POUŽITIE

Jednorúrkovým horizontálnym systémom najčastejšie s nútenským obehom vykurovacej vody podľa obr. 1 hovoríme tiež systémy s obtokovou rúrkou. Radiátorové teleso, alebo doskové, panelové telesá môžu mať prívodnú i odvodnú prípojku v spodnej ružici radiátora, telesa, alebo prívodná prípojka je namontovaná v hornej ružici a odvodná v dolnej ružici, eventuálne ako vykurovacie telesá dajú sa použiť konvektory.

Odstavenie jednotlivých vykurovacích telies je umožnené ventilom, či kohútom, pri možnosti prietoku vykurovacej vody skratom. Odstavenie celého vodorovného

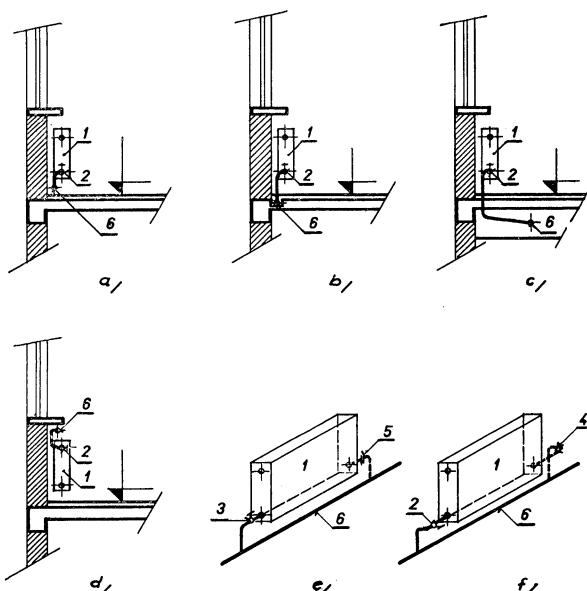


Obr. 1. Jednorúrkový horizontálny systém so skratom (1 — radiátor s prívodnou i odvodnou prípojkou vykurovacej vody dolu, 2 — radiátor s prívodnou prípojkou vykurovacej vody hore, 3 — konvektor, 4 — dvojregulačný kohút, alebo ventil, 5 — odvzdušňovací ventil, 6 — expanzná nádoba, 7 — uzavierací (šikmý) ventil, 8 — vypúšťací ventil, 9 — vodorovné vedenie, 10 — skrat).

vedenia je zrejmé z obr. 1. Každé vykurovacie teleso musí však odvzdušňovať ventil.

Variabilitu prevedenia tohto systému uplatníme podľa stavebného prevedenia objektu, pretože vodorovné vedenie uložené bez spádu možno inštalovať podľa obr. 2a vedením v tomže podlaží, voľne pod vykurovacími telesami, alebo podľa obr. 2b vedením v podlahe, pri ktorom sa doporučuje obalenie potrubia trvácou a korózii vzدورujúcou tepelnou izoláciou, napr. PVC fóliou a uložiť ho do drážky v nosnej časti podlahy ako je na obr. 2b, alebo len v drážkach vytvorených v samotnej podlahovej konštrukcii, teda nad nosnou časťou podlahy. Pri tomto spôsobe uloženia je pochopiteľne nutná tesnosť zvarov. V obr. 2c naznačené vedenie je v priestore medzi nosnou konštrukciou a zaveseným zníženým stropom nižšieho podlažia, čo sa

obzvlášť môže vyskytnúť v objektoch obchodných, alebo továrenských. Tu je potrebné zohľadniť, aby vodorovné vedenie bolo v dostatočnej vzdialosti od obvodového plášta, čím sa získava prirodzené kompenzujúce koleno pre obe prípojky k vykurovacím telesám vzhľadom na dilatáciu vodorovného vedenia. Konečne na obr. 2d je vodorovné vedenie uložené nad vykurovacími telesami pod parapetnou doskou (prirodzené ak v objekte nie sú žiadne dvere na obvodovom pláštii). Výhodné je to obzvlášť pri zabudovaní okien, ktoré zaberajú celú šírku miestnosti; takto je potom vodorovné vedenie priebežnou parapetnou doskou prakticky ukryté. Je len prirodzené, že pre vypúšťanie zariadenia je potrebné, aby každé vykurovacie teleso malo svoj vypúšťací ventil, či kohút.



Obr. 2. Rôzne spôsoby pripojenia vykurovacieho telesa na vodorovné vedenie (a — vodorovné vedenie pod vykurovacím telesom nad podlahou, b — vodorovné vedenie v podlahe, c — vodorovné vedenie v zniženom stope nižšieho podlažia, d — vodorovné vedenie nad vykurovacím telesom pod okenným parapetom, e — nepríaznivé pripojenie vykurovacieho telesa, f — príaznivé pripojenie vykurovacieho telesa rohovou armatúrou; (1 — vykurovacie telo, 2 — rohový dvojregulačný kohút, 3 — priamy dvojregulačný kohút, 4 — rohové radiátorové skrutkovanie 5 — priame radiátorové skrutkovanie, 6 — vodorovné vedenie).

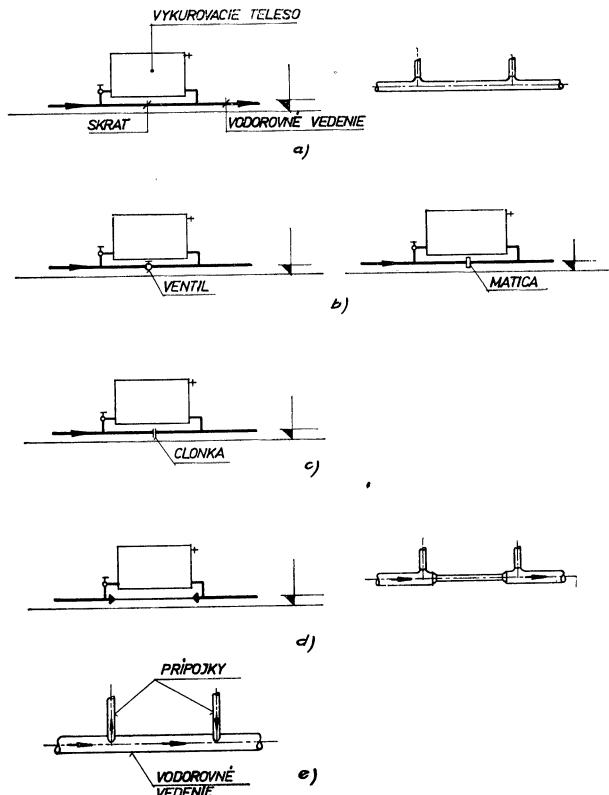
Z hľadiska dilatácie vodorovného vedenia je lepšie zapojenie vykurovacích telies rohovou armatúrou, teda rohovým dvojregulačným kohútom a skrutkováním podľa obr. 2f ako priamym, podľa obr. 2e, keďže v prvom prípade je rohové prevedenie akýmsi druhom prirodzenej kompenzácie tepelnej dilatácie skratu, kým v druhom prípade môže prísť pomerne ľahšie k odtrhnutiu prípojok.

Popísaná sústava vykurovania je vhodná pre montáž do montovaných bytových domov, tiež pre objekty klasicky stavané, pre sociálne prístavky prevádzkových hál, stavené montovanou technologiou, pre objekty, ktorých prvé nadzemné podlažie je uskočené od ostatných podlaží, eventuelne keď je objekt osadený na stĺpoch, teda pre konštrukcie zo železobetonového skeletu a podobne.

## 2. ZÁKLADNÉ SPÔSOBY PROVEDENIA A VÝPOČTU SKRATU

Výpočet horizontálnej jednorúrkovej sústavy so skratom sa riadi podľa zvoleného spôsobu prevedenia, je preto nutné analyzovať rôzne možné spôsoby prevedení.

Na základe obecne platnej zásady vo výpočtoch rúrovej siete — že tlaková strata v skrate sa musí rovnati tlakovej strate v okruhu vykurovacieho telesa — poznáme zásadne dva druhy skratov: bez škrtenia a so škrtením.



Obr. 3. Rôzne spôsoby prevedenia vodorovného vedenia jednorúrkovej sústavy so skratom, (a — bez škrtenia skratu, b — škrtenie ventilom, alebo regulačnou maticou, c — škrtenie clonkou, d — škrtenie zúžením skratu, e — škrtenie zastrčením prípojok do vodorovného vedenia).

a) *Bez škrtenia* znamená jednaký priemer vodorovného vedenia bez zmeny svetlosti v úseku nakrátko (v skrate) podľa obr. 3a. Prednostou tohto prevedenia je dobrý vzhľad, dobrá funkcia a rýchla montáž, prirodzene umožnená ľahkou prefabrikáciou mimo staveniska.

b) *So škrtením*. Je viacero spôsobov prevedení škrtenia v skrate k dosiahnutiu jednakých tlakových strát v úseku skratu a v okruhu vykurovacieho telesa.

Zabudovanie ventila, alebo škrtiacej (regulačnej) matky podľa obr. 3b sa málo používa pri horizontálnych sústavach, pretože po montáži trvá pomerne dlho regulovanie sústavy. Hodí sa preto pre malé zariadenia, napr. v rodinnom domku.

Zabudovanie škrtiacej clonky, *obr. 3c* má prednosť v tom, že veľkosť škrtenia sa dá predom výpočtovo stanoviť. Prednosťou, ale i zároveň nedostatkom pri inštalovaní cloniek do skratov spočíva v tom, že zvonku nie je žiadnen prístup k neodbornému zásahu, ako môže byť v prípade zabudovania ventilu, či regulačnej matice, ale po dlhšej dobe prevádzkovania systému nie je zistiteľné, ako vlastne clonka škrtí.

Škrtenie prostredníctvom zúženia skratového potrubia podľa *obr. 3d* je už lepším prevádzkovým riešením. No v každom prípade sa doporučuje skratové potrubie previesť len o jednu dimenziu menšie ako je svetlosť vodorovného vedenia, aby sa zabránilo prípadnému zapchatiu potrubia.

Posledným spôsobom škrtenia skratu je zasunutie prípojok vykurovacieho telesa do vodorovného vedenia podľa *obr. 3e*. Prepočítavanie skratu škrtením v tomto prípade je iluzórne, pretože prakticky veľkosť škrtenia sa ponecháva ľubovôli montéra na stavbe.

Konečne ku všetkým spôsobom škrtenia skratu treba povedať, že sú iba núdzovým riešením. V ďalších úvahách zaoberám sa skratom bez škrtenia, tj. s rovnakou dimensiou vodorovného vedenia, tak veľmi vhodného pre prefabrikáciu podľa *obr. 3a*.

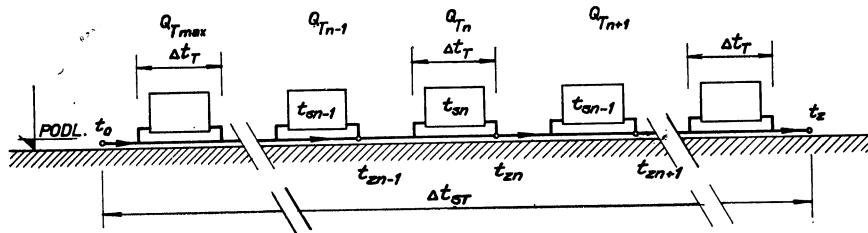
Je nutné pripomenúť, že tak ako skratový jednorúrkový vertikálny (zvislý) systém ústredného čerpadlového vykurovania [3], tak i jednorúrkový horizontálny systém so skratom je možno počítať dvojako:

1. Zvoliť konštantný teplotový spád pre vodorovné vedenie, napr.  $\Delta t_{ST} = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$ , pričom na začiatku vodorovného vedenia je zvolená teplota  $92,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ , na konci  $67,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ , alebo iný teplotový spád s inými začiatočnými a koncovými teplotami. Cez každý skrat a cez každý okruh vykurovacieho telesa na vodorovnom vedení preteká určité (stále) množstvo vykurovacej vody, pričom cez okruh vykurovacieho telesa sa snažíme previesť väčšie kvantum obehovej vody, aby sa jej čo najviac zúčastnilo na výmene tepla do miestnosti. Teda dimenzie skratu a prípojok k vykurovacím telesám sú na celom vodorovnom vedení stále, keďže množstvá vody do vykurovacích telies a príslušných skratov sú vždy jedнакé. Skrat je čo najmenšieho priemeru a minimálne tak veľký, aby pri uzavretí najväčšieho vykurovacieho telesa mohla cez neho vykurovacia voda pretekať. Na vodorovnom vedení o jednej dimenzii sa postupne menia jednak stredné teploty vykurovacích telies, ale i teplotové spády na telesách  $\Delta t_T$  sú na každom vykurovacom telese rôzne, podľa kalorickej hodnoty, požadovanej v jednotlivých miestnostiach tohož podlažia.
2. Je ale možné voliť konštantný teplotový spád pre vodorovné vedenie  $\Delta t_{ST}$ , ako i konštantný teplotový spád pre všetky vykurovacie telesá napojené na vodorovné vedenie  $\Delta t_T$  a prirodzene, že nemusí platit  $\Delta t_{ST} = \Delta t_T$ . Touto voľbou sa potom menia prietočné množstvá do vykurovacích telies v jednotlivých miestnostiach tohož podlažia — podľa požadovaného výkonu vykurovacích telies a teda i prípojky k telesám — pričom množstvo vody tečúce skratom je vždy väčšie ako cez okruh vykurovacieho telesa a pre skrat navrhujeme jednotnú dimenziu vodorovného vedenia, teda bez zúženia skratu, či iného spôsobu škrtenia skratu.

Pre svoje už vpredu vymenované výhody riešim v ďalšom túto poslednú alternatívu.

### 3. NÁVRH VEĽKOSTI VYKUROVACÍCH TELIES

a) Skôr ako pristúpime k dimenzovaniu veľkosti vykurovacích telies pre jednotlivé miestnosti, napojených na vodorovné vedenie v tomže podlaží, treba si uvedomiť, že voľbou poklesu teploty na vykurovacích teliesach  $\Delta t_T$  (obr. 4) sme smerom dolu (teda ku menším hodnotám) obmedzení. Množstvo obehovej vody totiž, ktoré má



Obr. 4. Teplotové pomery na vykurovacích telies a na vodorovnom vedení pri rovnakej dimenzii skratu.

tiečt tým-ktorým vykurovacím telosom pri systéme o rovnakej dimenzii vodorovného vedenia musí byť vždy menšie ako to, čo tečie celým vodorovným vedením. Ináč totiž nie je možná funkcia samotného vodorovného vedenia. Alebo inak povedané: pri voľbe  $\Delta t_T = \text{konšt.}$ , rozhodujúce je to vykurovacie telo, ktoré má maximálny tepelný výkon  $Q_{T\max}$  na vodorovnom vedení, alebo maximálny prietok  $G_{T\max}$ , teda matematicky

$$G_{T\max} < G_{ST} \quad [\text{kg/h, l/h}] \quad (1)$$

Pre množstvo vykurovacej vody pretekajúcej ľubovoľným telosom  $G_{Tn}$  o tepelnom výkone  $Q_{Tn}$  platí

$$G_{Tn} = \frac{Q_{Tn}}{c \cdot \Delta t_T} \quad [\text{kg/h, l/h}] \quad (2)$$

pre telo o maximálnom tepelnom výkone zasa obdobne

$$G_{T\max} = \frac{Q_{T\max}}{c \cdot \Delta t_T} \quad [\text{kg/h, l/h}] \quad (3)$$

Analogicky pre množstvo vody pretekajúcej celým vodorovným vedením  $G_{ST}$  o tepelnej záťaži  $Q_{ST}$  bude

$$G_{ST} = \frac{Q_{ST}}{c \cdot \Delta t_{ST}} \quad [\text{kg/h, l/h}] \quad (4)$$

Vložením (3) a (4) do (1) bude

$$\frac{Q_{T\max}}{\Delta t_T} < \frac{Q_{ST}}{\Delta t_{ST}}$$

a pretvorením dostaneme nerovnosť

$$\Delta t_T > \frac{Q_{T\max}}{Q_{ST}} \cdot \Delta t_{ST} \quad [^\circ\text{C}] \quad (5)$$

ktorá je kritériom pre zvolený teplotový spád na vykurovacích telesách  $\Delta t_T$ .

b) Po tejto kontrole pristúpime k stanoveniu zmiešavacích teplôt vykurovacej vody na vodorovnom vedení podľa obr. 4. Nech teplota na začiatku vodorovného vedenia je  $t_0$  a na konci zasa  $t_z$ . Teplotový spád vodorovného vedenia je potom

$$\Delta t_{ST} = t_0 - t_z \quad [\text{°C}] \quad (6)$$

Ak pre  $Q_{ST}$  má byť spôsobené ochladenie o  $\Delta t_{ST}$  (rovnica 6), tak 1 kcal/h spôsobí pokles

$$\frac{\Delta t_{ST}}{Q_{ST}} = J \quad [\text{deg h/kcal}] \quad (7)$$

čo je pre každé vodorovné vedenie stála hodnota.

Teplota zmiešavania  $n$ -tého telesa na vodorovnom vedení  $t_{zn}$  je potom jednoducho

$$t_{zn} = t_{zn-1} - Q_{Tn} \cdot J \quad [\text{°C}] \quad (8)$$

Kedže teplotový spád vo vykurovacích telesách  $\Delta t_T$  je ale konštantný, tak patričná stredná teplota ľubovoľného vykurovacieho telesa na vodorovnom vedení je

$$t_{sn} = t_{zn-1} - \frac{\Delta t_T}{2} \quad [\text{°C}] \quad (9)$$

c) Teraz je už konečne možno pristúpiť k návrhu veľkosti výhrevnej plochy vykurovacích telies, ktorú počítame v tepelnej technike z rovnice pre priestup tepla

$$F_n = \frac{Q_{Tn}}{k(t_{sn} - t_m)} \quad [\text{m}^2] \quad (10)$$

Poznamenávam, že hodnota  $k$  je v bežných tabuľkách pre vykurovacie telesá stanovená iba pre tzv. normálny teplotový spád

$$t_{sn} - t_m = 80 - 20 = 60 \text{ °C} \quad (11)$$

teda pre stálu strednú teplotu  $t_{sn} = 80 \text{ °C}$ . Avšak pri jednorúrkovej sústave stredná teplota vykurovacieho telesa  $t_{sn}$  je pre každé teleso iná, musí sa potom meniť aj hodnota koeficientu priestupu tepla vykurovacieho telesa  $k$ .

Pri horizontálnych sústavách rozlišujeme však dva spôsoby zapojenia vykurovacieho telesa:

$\alpha$ ) ak je prívodná prípojka ku telesu v hornej ružici radiátora a odvodná zasa dolu (pozri obr. 1, druhé vodorovné vedenie), počítame  $k$  pre rôzne  $(t_{sn} - t_m)$  podľa vzťahu

$$k = k_{60} \cdot \sqrt[3]{\frac{t_{sn} - t_m}{60}} = k_{60} \left( \frac{t_{sn} - t_m}{60} \right)^{0,33} \quad [\text{kcal/m}^2 \text{ h deg}] \quad (12)$$

Výpočet veľkosti výhrevných plôch vykurovacích telies je teda uvažovaním rovníc (9) a (12) niečo zdĺhavejší. Pre praktickú potrebu však poslúžia tabuľky uvedené v [3], kde je možné veľmi jednoducho odčítať pre ľubovoľný teplotový spád  $(t_{sn} - t_m)$  priamo počet článkov liatinových radiátorov typu 500/150, 500/200 a 1 000/100,

$\beta$ ) ak sú obe prípojky, prívodná i odvodná pripojené k telesu v dolnej ružici radiátora (pozri obr. 1, prvé vodorovné vedenie), platí pre súčinu priestupu tepla radiátora vzťah podľa [5]

Tab. I. TEPELNÝ VÝKON LIATINOVÉHO RADIÁTORA 500/150

pre rôzne teplotové spády  $\Delta t = t_s - t_m$   
pri zapojení prívodnej i odvodnej prípojky zo spodu

Výhrevná plocha [m <sup>2</sup> ]	0,62	0,84	1,05	1,26	1,47	1,68	1,89	2,10	2,31	2,52	2,73	2,94	3,15	
Dĺžka skratu [mm]	380	440	500	560	620	680	740	800	860	920	980	1040	1100	
Dĺžka telesa [mm]	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900	
$\Delta t$ [°C]	koefficient $f$	Počet článkov												
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
40	0,567	156	209	261	313	365	417	469	521	574	626	678	730	782
41	0,587	162	216	270	324	378	432	486	540	594	648	702	756	810
42	0,607	167	223	279	335	391	447	502	558	614	670	726	782	837
43	0,627	173	231	283	346	404	461	519	577	634	692	750	807	865
44	0,648	179	238	298	358	417	477	536	596	656	715	775	834	894
45	0,668	184	246	307	369	430	492	553	614	676	737	799	860	922
46	0,689	190	253	317	380	444	507	570	634	697	760	824	887	951
47	0,710	176	261	326	392	457	522	588	653	718	784	849	914	979
48	0,732	202	269	337	404	471	539	606	673	741	808	875	942	1 010
49	0,753	208	277	346	416	485	554	623	693	762	831	900	970	1 039
50	0,775	214	285	356	428	499	570	642	713	784	855	927	998	1 069
51	0,796	220	293	366	439	512	586	659	732	805	879	952	1 025	1 098
52	0,818	226	301	376	451	527	602	677	752	828	903	978	1 053	1 129
53	0,840	232	309	386	464	541	618	695	773	850	927	1 004	1 082	1 159
54	0,863	238	317	397	476	556	635	714	794	873	952	1 032	1 111	1 191
55	0,885	244	326	407	488	570	651	733	814	895	977	1 058	1 140	1 221
56	0,908	251	334	418	501	585	668	752	835	919	1 002	1 086	1 169	1 253
57	0,931	257	343	428	514	599	685	771	856	942	1 028	1 113	1 199	1 284
58	0,954	263	351	439	526	614	702	790	877	965	1 053	1 147	1 228	1 316
59	0,977	270	359	449	539	629	719	809	899	988	1 078	1 168	1 258	1 348
60	1,000	276	368	460	552	644	736	828	920	1 012	1 104	1 196	1 288	1 380
61	1,025	283	377	471	566	660	754	849	943	1 037	1 131	1 226	1 320	1 414
62	1,047	289	385	481	578	674	770	867	963	1 059	1 156	1 252	1 348	1 444
63	1,071	296	394	493	591	690	788	887	985	1 084	1 182	1 281	1 379	1 478
64	1,094	302	402	503	604	704	805	906	1 006	1 107	1 207	1 308	1 409	1 509
65	1,118	308	411	514	617	720	823	925	1 028	1 131	1 234	1 337	1 440	1 542
66	1,143	315	421	526	631	736	841	946	1 051	1 156	1 262	1 367	1 472	1 577
67	1,167	322	429	537	644	751	859	966	1 073	1 181	1 288	1 395	1 503	1 610
68	1,194	329	439	549	659	769	879	988	1 098	1 208	1 318	1 428	1 537	1 647
69	1,216	336	447	559	671	783	895	1 007	1 118	1 230	1 342	1 454	1 566	1 678
70	1,241	342	457	571	685	799	913	1 027	1 141	1 256	1 370	1 484	1 598	1 712
71	1,266	349	466	582	699	815	932	1 048	1 164	1 281	1 397	1 514	1 630	1 747
72	1,291	356	475	594	712	831	950	1 069	1 187	1 306	1 425	1 544	1 662	1 781
73	1,316	363	484	605	726	847	968	1 089	1 210	1 331	1 452	1 574	1 695	1 816
74	1,341	370	493	617	740	863	987	1 110	1 233	1 357	1 480	1 603	1 727	1 850
75	1,367	377	503	629	754	880	1 006	1 132	1 257	1 383	1 509	1 634	1 760	1 886
76	1,392	384	512	640	768	916	1 024	1 152	1 280	1 408	1 536	1 664	1 792	1 920
77	1,418	391	522	652	783	913	1 043	1 174	1 304	1 435	1 565	1 695	1 826	1 956
78	1,444	398	531	664	797	930	1 063	1 195	1 328	1 461	1 594	1 727	1 859	1 992
79	1,470	406	541	676	811	946	1 082	1 217	1 352	1 487	1 623	1 758	1 893	2 028
80	1,496	413	550	688	826	963	1 101	1 238	1 376	1 514	1 651	1 789	1 926	2 064

Príklad použitia tabuľky:

Veličiny dané

požadovaný výkon vykurovacieho telesa  $Q_{T_1} = 1\ 800 \text{ kcal/h}$ ,vypočítaná stredná teplota telesa  $t_{s1} = 82,66^\circ\text{C}$ ,teplota miestnosti  $t_m = 20^\circ\text{C}$ ,teplotový spád medzi telesom a miestnosťou  $\Delta t = t_{s1} - t_m = 82,66 - 20 = 62,66^\circ\text{C}$

Výhrevná plocha článku 0,21 m<sup>2</sup>

Hrúbka článku 60 mm

k<sub>60</sub> = 7,3 kcal/m<sup>2</sup>h deg

3,36	3,57	3,78	3,99	4,20	4,41	4,62	4,83	5,04	5,25	5,46	5,67	5,88	6,09	6,30
1 160	1 220	1 280	1 340	1 400	1 460	1 520	1 580	1 640	1 700	1 760	1 820	1 880	1 940	2 000
960	1 020	1 080	1 140	1 200	1 260	1 320	1 380	1 440	1 500	1 560	1 620	1 680	1 740	1 800
Počet článkov														
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
834	887	939	991	1 043	1 095	1 147	1 199	1 252	1 304	1 356	1 408	1 460	1 512	1 564
864	918	972	1 026	1 080	1 134	1 188	1 242	1 296	1 350	1 403	1 458	1 512	1 566	1 620
893	949	1 005	1 061	1 117	1 172	1 228	1 284	1 340	1 396	1 452	1 507	1 563	1 619	1 675
923	980	1 038	1 096	1 153	1 211	1 269	1 326	1 384	1 442	1 499	1 557	1 615	1 672	1 730
954	1 013	1 073	1 132	1 192	1 252	1 311	1 371	1 430	1 490	1 550	1 609	1 669	1 728	1 788
983	1 044	1 106	1 167	1 229	1 290	1 352	1 413	1 475	1 536	1 598	1 659	1 720	1 782	1 843
1 014	1 077	1 141	1 204	1 267	1 331	1 394	1 458	1 521	1 584	1 648	1 711	1 774	1 838	1 901
1 045	1 110	1 175	1 241	1 306	1 371	1 437	1 502	1 567	1 632	1 698	1 763	1 828	1 894	1 959
1 077	1 144	1 212	1 279	1 346	1 414	1 481	1 548	1 616	1 683	1 750	1 818	1 885	1 952	2 020
1 108	1 177	1 247	1 316	1 385	1 454	1 524	1 593	1 662	1 731	1 801	1 870	1 939	2 009	2 078
1 140	1 212	1 283	1 354	1 426	1 497	1 568	1 639	1 711	1 782	1 853	1 925	1 996	2 067	2 138
1 171	1 245	1 318	1 391	1 464	1 537	1 611	1 684	1 757	1 830	1 903	1 977	2 050	2 123	2 196
1 204	1 279	1 354	1 430	1 505	1 580	1 655	1 731	1 806	1 881	1 956	2 031	2 107	2 182	2 257
1 238	1 313	1 391	1 468	1 545	1 622	1 700	1 777	1 854	1 931	2 009	2 086	2 163	2 241	2 318
1 270	1 349	1 429	1 508	1 587	1 667	1 746	1 826	1 905	1 984	2 064	2 143	2 222	2 302	2 381
1 302	1 384	1 465	1 547	1 628	1 709	1 791	1 872	1 954	2 035	2 116	2 198	2 279	2 361	2 442
1 336	1 420	1 503	1 587	1 670	1 754	1 837	1 921	2 004	2 088	2 171	2 255	2 338	2 422	2 505
1 370	1 456	1 541	1 627	1 713	1 798	1 884	1 969	2 055	2 141	2 226	2 312	2 398	2 483	2 569
1 404	1 492	1 579	1 667	1 755	1 843	1 920	2 018	2 106	2 193	2 281	2 369	2 457	2 544	2 632
1 438	1 528	1 617	1 707	1 797	1 887	1 977	2 067	2 157	2 246	2 336	2 426	2 576	2 666	2 696
1 472	1 564	1 656	1 748	1 840	1 932	2 024	2 116	2 208	2 300	2 391	2 483	2 575	2 667	2 759
1 508	1 603	1 697	1 791	1 886	1 980	2 074	2 168	2 263	2 357	2 451	2 546	2 640	2 734	2 828
1 541	1 637	1 733	1 830	1 926	2 022	2 119	2 215	2 311	2 407	2 504	2 600	2 696	2 793	2 889
1 576	1 675	1 773	1 872	1 970	2 069	2 167	2 266	2 364	2 463	2 561	2 660	2 758	2 857	2 953
1 610	1 711	1 811	1 912	2 012	2 113	2 214	2 314	2 415	2 515	2 616	2 717	2 817	2 918	3 019
1 645	1 748	1 851	1 954	2 057	2 159	2 282	2 365	2 468	2 571	2 674	2 776	2 879	2 982	3 085
1 682	1 787	1 892	1 997	2 103	2 208	2 313	2 418	2 523	2 628	2 733	2 838	2 944	3 049	3 154
1 717	1 825	1 932	2 039	2 147	2 254	2 361	2 469	2 576	2 683	2 791	2 898	3 005	3 113	3 220
1 757	1 867	1 977	2 087	2 196	2 306	2 416	2 526	2 636	2 745	2 855	2 965	3 075	3 185	3 295
1 790	1 901	2 013	2 125	2 237	2 349	2 461	2 573	2 684	2 796	2 908	3 020	3 132	3 244	3 355
1 826	1 940	2 055	2 160	2 283	2 397	2 511	2 625	2 739	2 853	2 968	3 082	3 196	3 310	3 424
1 863	1 979	2 096	2 212	2 329	2 445	2 562	2 678	2 795	2 911	3 027	3 144	3 260	3 377	3 498
1 900	2 019	2 137	2 256	2 375	2 494	2 612	2 731	2 850	2 968	3 087	3 206	3 325	3 443	3 562
1 937	2 058	2 179	2 300	2 421	2 542	2 663	2 784	2 905	3 026	3 147	3 268	3 389	3 510	3 631
1 973	2 097	2 220	2 343	2 467	2 590	2 713	2 837	2 960	3 083	3 207	3 330	3 454	3 577	3 700
2 012	2 137	2 263	2 389	2 515	2 640	2 766	2 892	3 018	3 143	3 269	3 395	3 520	3 646	3 772
2 048	2 176	2 305	2 433	2 561	2 689	2 817	2 945	3 073	3 201	3 329	3 457	3 585	3 713	3 841
2 087	2 217	2 348	2 478	2 608	2 739	2 869	3 000	3 130	3 260	3 391	3 521	3 652	3 782	3 913
2 125	2 258	2 391	2 524	2 656	2 789	2 922	3 055	3 188	3 320	3 453	3 586	3 719	3 852	3 985
2 163	2 299	2 434	2 569	2 704	2 839	2 975	3 110	3 245	3 380	3 515	3 651	3 786	3 921	4 056
2 202	2 339	2 477	2 614	2 752	2 890	3 027	3 165	3 302	3 440	3 578	3 715	3 853	3 990	4 128

Veličiny z tabuľky zistené

na základe vypočítaného  $\Delta t = 62,66^\circ\text{C}$  je veľkosť vykurovacieho telosa 500/150 o 19 článkoch, stavebnej dĺžky 1 140 mm, dĺžke skratu 1 340 mm a vloženej výhrevnej plochy 3,99 m<sup>2</sup>.

Literatúra:

Helmker: Waagerechte Einrohrheizung, II. Auflage, Düsseldorf 1966.

Pekarovčík: Ekonomičnosť vodorovnej jednorúrkovej sústavy ústredného vykurovania v montovaných bytových domoch, Kand. dizertačná práca, Bratislava 1967.

Tab. II. TEPELNÝ VÝKON LIATINOVÉHO RADIÁTORA O ROZMERE 500/200

Pre rôzne teplotové spády  $\Delta t = t_s - t_m$ 

Pri zapojení prívodnej a odvodnej prípojky zo spodu

Výhrevná plocha [m <sup>2</sup> ]		0,81	1,08	1,35	1,62	1,89	2,16	2,43	2,70	2,97	3,24	3,51	3,78	4,05	
Dĺžka	skratu [mm]	380	440	500	560	620	680	740	800	860	920	980	1 040	1 100	
	telesa [mm]	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900	
$\Delta t$ [°C]	koefficient f	Počet článkov													
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
40	0,567	196	261	326	391	456	522	587	652	717	783	848	913	978	
41	0,587	203	270	338	405	473	540	608	675	743	810	878	945	1 013	
42	0,607	209	279	349	419	489	558	628	698	768	838	908	977	1 047	
43	0,627	216	288	361	433	505	577	649	721	793	865	937	1 010	1 082	
44	0,648	224	298	373	447	522	596	671	745	820	894	969	1 043	1 118	
45	0,668	230	307	384	461	538	615	691	768	845	922	999	1 076	1 152	
46	0,689	238	317	396	475	555	634	713	792	872	951	1 030	1 109	1 189	
47	0,710	245	327	408	490	572	653	735	817	898	980	1 062	1 143	1 225	
48	0,732	253	337	421	505	589	674	758	842	926	1 010	1 094	1 179	1 263	
49	0,753	260	346	433	520	606	693	779	866	953	1 039	1 126	1 213	1 299	
50	0,775	267	357	446	535	624	713	802	891	981	1 070	1 159	1 248	1 337	
51	0,796	275	366	458	549	641	732	824	915	1 007	1 099	1 190	1 282	1 373	
52	0,818	282	376	470	564	650	753	847	941	1 035	1 129	1 223	1 317	1 411	
53	0,840	290	386	483	580	676	773	869	966	1 063	1 159	1 256	1 353	1 449	
54	0,863	298	397	496	596	695	794	893	993	1 092	1 191	1 290	1 390	1 489	
55	0,885	305	407	509	611	713	814	916	1 018	1 120	1 221	1 323	1 425	1 527	
56	0,908	313	418	522	627	731	835	940	1 044	1 149	1 253	1 358	1 462	1 566	
57	0,931	321	428	535	642	750	857	964	1 071	1 178	1 285	1 392	1 499	1 606	
58	0,954	329	439	549	658	768	878	988	1 097	1 207	1 317	1 426	1 536	1 646	
59	0,977	337	449	562	674	787	899	1 011	1 124	1 236	1 348	1 461	1 573	1 686	
60	1,000	345	460	575	690	805	920	1 035	1 150	1 265	1 380	1 495	1 610	1 725	
61	1,025	354	472	589	707	825	943	1 061	1 179	1 297	1 415	1 533	1 650	1 768	
62	1,047	361	482	602	723	843	963	1 084	1 204	1 325	1 445	1 565	1 686	1 806	
63	1,071	370	493	616	739	862	985	1 109	1 232	1 355	1 478	1 601	1 725	1 848	
64	1,094	377	503	629	755	881	1 007	1 132	1 258	1 384	1 510	1 636	1 762	1 887	
65	1,118	386	514	643	772	900	1 029	1 157	1 286	1 414	1 543	1 672	1 800	1 929	
66	1,143	394	526	657	789	920	1 052	1 183	1 315	1 446	1 578	1 709	1 840	1 972	
67	1,167	403	537	671	805	940	1 074	1 208	1 342	1 477	1 611	1 745	1 879	2 013	
68	1,194	412	549	687	824	961	1 099	1 236	1 373	1 511	1 648	1 785	1 923	2 060	
69	1,216	420	559	699	839	979	1 119	1 259	1 399	1 538	1 678	1 818	1 958	2 098	
70	1,241	428	571	714	856	999	1 142	1 285	1 427	1 570	1 713	1 856	1 998	2 141	
71	1,266	437	582	728	874	1 019	1 165	1 310	1 456	1 602	1 747	1 893	2 030	2 184	
72	1,291	445	594	742	891	1 039	1 188	1 336	1 485	1 633	1 782	1 930	2 079	2 227	
73	1,316	454	605	757	908	1 060	1 211	1 362	1 514	1 665	1 816	1 968	2 119	2 270	
74	1,341	463	617	771	925	1 080	1 234	1 388	1 542	1 697	1 851	2 005	2 159	2 314	
75	1,367	472	629	786	943	1 101	1 258	1 415	1 572	1 730	1 887	2 044	2 201	2 358	
76	1,392	480	640	800	961	1 121	1 281	1 441	1 601	1 761	1 921	2 081	2 241	2 401	
77	1,418	489	652	815	979	1 142	1 303	1 468	1 631	1 794	1 957	2 120	2 283	2 446	
78	1,444	498	664	830	996	1 163	1 329	1 495	1 661	1 827	1 993	2 159	2 325	2 491	
79	1,470	507	676	845	1 014	1 184	1 353	1 522	1 691	1 860	2 029	2 198	2 367	2 536	
80	1,496	516	688	860	1 032	1 204	1 377	1 549	1 721	1 893	2 065	2 237	2 409	2 581	

Priklad použitia tabuľky:

Veľkiny dane

požadovaný výkon vykurovacieho telesa  
vypočítaná stredná teplota telesa  
teplota miestnosti  
teplotový spád medzi telesom a miestnosťou

$$Q_{T_2} = 1\ 200 \text{ kcal/h},$$

$$t_{s2} = 76,32^\circ\text{C},$$

$$t_m = 20^\circ\text{C},$$

$$\Delta t = t_{s2} - t_m$$

$$= 76,32 - 20$$

$$\Delta t = 56,32^\circ\text{C}$$

**Výhrevná plocha článku** **0,27 m<sup>2</sup>**

**Hrúbka článku** **60 mm**

**k<sub>60°</sub> = 7,1 kcal/m<sup>2</sup> h deg**

4,32	4,59	4,86	5,13	5,40	5,67	5,94	6,21	6,48	6,75	7,02	7,29	7,56	7,83	8,10
1 160	1 220	1 280	1 340	1 400	1 460	1 520	1 580	1 640	1 700	1 760	1 820	1 880	1 940	2 000
960	1 020	1 080	1 140	1 200	1 260	1 320	1 380	1 440	1 500	1 560	1 620	1 680	1 740	1 800

Počet článkov

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1 043	1 109	1 174	1 239	1 304	1 369	1 435	1 500	1 565	1 630	1 695	1 761	1 826	1 891	1 956
1 080	1 148	1 215	1 283	1 350	1 418	1 485	1 553	1 620	1 688	1 755	1 823	1 890	1 953	2 025
1 117	1 187	1 257	1 326	1 396	1 466	1 536	1 606	1 675	1 745	1 815	1 885	1 955	2 024	2 094
1 154	1 226	1 298	1 370	1 442	1 514	1 586	1 659	1 731	1 803	1 875	1 947	2 019	2 091	2 163
1 192	1 267	1 342	1 416	1 491	1 565	1 640	1 714	1 789	1 863	1 938	2 012	2 087	2 161	2 236
1 229	1 306	1 383	1 460	1 537	1 613	1 690	1 767	1 844	1 921	1 998	2 074	2 151	2 228	2 305
1 268	1 347	1 426	1 506	1 585	1 664	1 743	1 823	1 901	1 981	2 060	2 139	2 219	2 298	2 377
1 307	1 388	1 470	1 552	1 633	1 715	1 797	1 878	1 960	2 041	2 123	2 205	2 286	2 363	2 450
1 347	1 431	1 515	1 600	1 684	1 768	1 852	1 936	2 021	2 105	2 189	2 273	2 357	2 442	2 526
1 386	1 472	1 559	1 646	1 732	1 819	1 905	1 992	2 079	2 165	2 252	2 338	2 425	2 512	2 598
1 426	1 515	1 605	1 694	1 783	1 872	1 961	2 050	2 139	2 228	2 318	2 407	2 496	2 585	2 674
1 465	1 556	1 648	1 739	1 831	1 923	2 014	2 106	2 197	2 289	2 380	2 472	2 563	2 655	2 746
1 505	1 599	1 693	1 788	1 882	1 976	2 070	2 164	2 258	2 352	2 446	2 540	2 634	2 728	2 822
1 546	1 642	1 739	1 836	1 932	2 029	2 125	2 222	2 319	2 415	2 512	2 608	2 705	2 802	2 898
1 588	1 687	1 787	1 886	1 985	2 084	2 184	2 283	2 382	2 481	2 581	2 680	2 779	2 879	2 978
1 629	1 730	1 832	1 934	2 036	2 138	2 239	2 341	2 443	2 545	2 647	2 748	2 850	2 952	3 054
1 671	1 775	1 880	1 984	2 080	2 193	2 297	2 402	2 506	2 611	2 715	2 820	2 924	3 028	3 133
1 713	1 820	1 927	2 035	2 142	2 249	2 356	2 463	2 570	2 677	2 784	2 891	2 998	3 105	3 212
1 756	1 865	1 975	2 085	2 195	2 304	2 414	2 524	2 634	2 743	2 853	2 963	3 072	3 182	3 292
1 798	1 910	2 028	2 135	2 247	2 360	2 472	2 584	2 697	2 809	2 921	3 034	3 146	3 258	3 371
1 840	1 955	2 070	2 185	2 306	2 415	2 530	2 645	2 760	2 875	2 991	3 106	3 221	3 336	3 451
1 886	2 004	2 122	2 240	2 358	2 476	2 594	2 712	2 829	2 947	3 065	3 183	3 301	3 419	3 537
1 927	2 047	2 168	2 288	2 408	2 529	2 649	2 770	2 890	3 010	3 131	3 251	3 372	3 492	3 613
1 971	2 094	2 217	2 340	2 464	2 587	2 710	2 833	2 956	3 079	3 203	3 326	3 449	3 572	3 695
2 013	2 139	2 265	2 391	2 517	2 642	2 768	2 894	3 020	3 146	3 272	3 397	3 523	3 649	3 775
2 057	2 186	2 315	2 443	2 572	2 700	2 829	2 958	3 086	3 215	3 343	3 472	3 601	3 729	3 858
2 103	2 235	2 366	2 498	2 629	2 761	2 892	3 024	3 155	3 287	3 418	3 549	3 681	3 812	3 944
2 148	2 282	2 416	2 550	2 685	2 819	2 953	3 087	3 222	3 356	3 490	3 624	3 758	3 895	4 027
2 197	2 335	2 472	2 609	2 747	2 884	3 021	3 159	3 296	3 433	3 571	3 708	3 845	3 983	4 120
2 238	2 378	2 517	2 657	2 797	2 937	3 077	3 217	3 357	3 496	3 636	3 776	3 916	4 056	4 196
2 284	2 427	2 569	2 712	2 855	2 998	3 140	3 283	3 426	3 568	3 711	3 854	3 997	4 136	4 282
2 330	2 475	2 621	2 767	2 912	3 058	3 203	3 349	3 495	3 640	3 788	3 931	4 077	4 223	4 368
2 376	2 524	2 673	2 821	2 970	3 118	3 267	3 415	3 564	3 712	3 861	4 009	4 158	4 306	4 455
2 422	2 573	2 724	2 876	3 027	3 179	3 330	3 481	3 633	3 784	3 935	4 087	4 238	4 389	4 541
2 468	2 622	2 776	2 931	3 085	3 239	3 393	3 548	3 702	3 856	4 010	4 164	4 319	4 473	4 627
2 516	2 673	2 830	2 987	3 145	3 302	3 459	3 616	3 774	3 931	4 088	4 245	4 402	4 560	4 717
2 562	2 722	2 882	3 042	3 202	3 362	3 522	3 682	3 842	4 002	4 163	4 323	4 488	4 643	4 803
2 600	2 773	2 936	3 099	3 262	3 425	3 588	3 751	3 914	4 077	4 240	4 403	4 567	4 730	4 893
2 657	2 823	2 989	3 156	3 322	3 488	3 654	3 820	3 986	4 152	4 318	4 484	4 650	4 816	4 982
2 705	2 874	3 043	3 213	3 382	3 551	3 720	3 889	4 058	4 227	4 396	4 565	4 734	4 903	5 072
2 753	2 925	3 097	3 269	3 441	3 613	3 786	3 958	4 130	4 302	4 474	4 646	4 818	4 990	5 162

*Veličiny z tabuľky zistené*

na základe vypočítaného  $\Delta t = 56,32^\circ\text{C}$  je veľkosť vykurovacieho telesa 500/200 o 12 článkoch, stavebnej dĺžky 720 mm, dĺžky skratu 920 mm a vloženej výhrevnej plochy 3,24 m<sup>2</sup>.

*Literatúra:*

*Helmkér:* Waagerechte Einrohrheizung, II. Auflage, Düsseldorf 1966.

*Pekarovič:* Ekonomičnosť vodorovnej jednorúrkovej sústavy ústredného vykurovania v montovaných bytových domoch, Kand. dizertačná práca, Bratislava 1967

**Tab. III. TEPELNÝ VÝKON LIATINOVÉHO RADIÁTORA 500/150**

Pre rôzne teplotové spády  $\Delta t = t_s - t_m$

Pri zapojení prívodnej a odvodnej prípojky zo spodu -10 %

Výhrevná plocha [m <sup>2</sup> ]	0,62	0,84	1,05	1,26	1,47	1,68	1,89	2,10	2,31	2,52	2,73	2,94	3,15	
Dĺžka skratu [mm]	380	440	500	560	620	680	740	800	860	920	980	1 040	1 100	
Dĺžka telesa [mm]	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900	
Počet článkov														
$\Delta t$ [°C]	Koef. f	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
40	0,567	141	188	235	282	329	375	422	469	516	563	610	657	704
41	0,587	146	194	243	292	340	389	437	486	534	583	632	680	729
42	0,607	151	201	251	301	352	402	452	502	553	603	653	703	754
43	0,627	156	208	259	311	363	415	467	519	571	623	675	727	778
44	0,648	161	215	268	322	375	429	483	536	590	644	697	751	805
45	0,668	166	221	276	332	387	442	498	553	608	663	719	774	829
46	0,689	171	228	285	342	399	456	513	570	627	684	741	798	855
47	0,710	176	235	294	353	411	470	529	588	646	705	764	823	882
48	0,732	182	242	303	364	424	485	545	606	666	727	788	848	909
49	0,753	187	249	312	374	436	499	561	623	686	748	870	873	935
50	0,775	192	257	321	385	449	513	577	641	706	770	834	898	962
51	0,796	198	264	329	395	461	527	593	659	725	791	857	922	988
52	0,818	203	271	339	406	474	542	609	677	745	813	880	948	1 016
53	0,840	209	278	348	417	487	556	626	695	760	834	904	973	1 043
54	0,863	214	286	357	429	500	572	643	714	786	857	929	1 000	1 072
55	0,885	220	293	366	440	513	586	659	733	806	879	952	1 026	1 099
56	0,908	225	301	376	451	526	601	676	752	827	902	977	1 052	1 127
57	0,931	231	308	385	462	539	617	694	771	848	925	1 002	1 079	1 156
58	0,954	237	316	395	474	553	632	711	790	869	948	1 027	1 106	1 185
59	0,977	243	323	404	485	566	647	728	809	890	970	1 051	1 132	1 213
60	1,000	248	331	414	497	579	662	745	828	911	993	1 076	1 159	1 242
61	1,025	255	339	424	509	594	679	764	848	933	1 018	1 103	1 188	1 273
62	1,047	260	347	433	520	607	693	780	867	953	1 040	1 127	1 213	1 300
63	1,071	266	355	443	532	621	709	798	886	975	1 064	1 152	1 241	1 330
64	1,094	272	362	453	543	634	724	815	906	996	1 087	1 177	1 268	1 358
65	1,118	278	370	463	555	648	740	833	925	1 018	1 110	1 203	1 296	1 388
66	1,143	284	378	473	568	662	757	851	946	1 041	1 135	1 230	1 325	1 419
67	1,167	290	386	483	580	676	773	869	966	1 063	1 159	1 256	1 352	1 449
68	1,194	297	395	494	593	692	791	890	988	1 087	1 186	1 285	1 384	1 483
69	1,216	302	403	503	604	705	805	906	1 007	1 107	1 208	1 309	1 409	1 510
70	1,241	308	411	514	616	719	822	925	1 027	1 130	1 233	1 335	1 438	1 541
71	1,266	314	419	524	629	734	838	943	1 048	1 153	1 258	1 362	1 467	1 572
72	1,291	321	427	534	641	748	855	962	1 069	1 175	1 282	1 389	1 496	1 603
73	1,316	327	436	545	654	763	871	980	1 089	1 198	1 307	1 416	1 525	1 634
74	1,341	333	444	555	666	777	888	999	1 110	1 221	1 332	1 443	1 554	1 665
75	1,367	339	453	566	679	792	905	1 018	1 132	1 245	1 358	1 471	1 584	1 697
76	1,392	346	461	576	691	807	922	1 037	1 152	1 268	1 383	1 498	1 613	1 728
77	1,418	352	470	587	704	822	939	1 056	1 174	1 291	1 409	1 526	1 643	1 761
78	1,444	359	478	598	717	837	956	1 076	1 195	1 315	1 434	1 554	1 673	1 793
79	1,470	365	487	608	730	852	973	1 095	1 217	1 338	1 460	1 582	1 704	1 825
80	1,496	372	495	619	743	867	991	1 114	1 238	1 362	1 486	1 610	1 734	1 857

*Priklad použitia tabuľky:*

*Veličiny dane*

požadovaný výkon vykurovacieho telesa

vypočítaná stredná teplota

teplota miestnosti

teplotový spád medzi telesom a miestnosťou je

$$Q_{T_3} = 1\ 800 \text{ kcal/h},$$

$$t_{s3} = 82,66^\circ\text{C},$$

$$t_m = 20^\circ\text{C},$$

$$\Delta t = t_{s3} - t_m$$

$$= 82,66 - 20$$

$$\Delta t = 62,66$$

Výhrevná plocha článku **0,21 m<sup>2</sup>**

Hrúbka článku **60 mm**

3,36	3,57	3,78	3,99	4,20	4,41	4,62	4,83	5,04	5,25	5,46	5,67	5,88	6,09	6,30
1 160	1 220	1 280	1 340	1 400	1 460	1 520	1 580	1 640	1 700	1 760	1 820	1 880	1 940	2 000
960	1 020	1 080	1 140	1 200	1 260	1 320	1 380	1 440	1 500	1 560	1 620	1 680	1 740	1 800
<b>Počet článkov</b>														
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
751	798	845	892	937	986	1 032	1 072	1 126	1 173	1 220	1 267	1 314	1 361	1 408
777	826	875	923	972	1 020	1 069	1 118	1 166	1 215	1 263	1 312	1 361	1 409	1 458
804	854	904	955	1 005	1 055	1 105	1 156	1 206	1 256	1 306	1 356	1 407	1 457	1 507
830	882	934	986	1 038	1 090	1 142	1 194	1 246	1 297	1 349	1 401	1 453	1 505	1 557
858	912	966	1 019	1 073	1 126	1 180	1 234	1 287	1 341	1 395	1 448	1 502	1 556	1 609
885	940	995	1 050	1 106	1 161	1 216	1 272	1 327	1 382	1 438	1 493	1 548	1 603	1 659
912	969	1 027	1 084	1 141	1 198	1 255	1 312	1 369	1 426	1 483	1 540	1 597	1 654	1 711
940	999	1 058	1 117	1 175	1 234	1 293	1 352	1 410	1 469	1 526	1 587	1 646	1 704	1 763
969	1 030	1 091	1 151	1 212	1 272	1 333	1 394	1 454	1 515	1 575	1 636	1 697	1 757	1 818
997	1 060	1 122	1 184	1 247	1 309	1 371	1 434	1 496	1 558	1 621	1 683	1 745	1 808	1 870
1 026	1 091	1 155	1 219	1 283	1 347	1 411	1 475	1 540	1 604	1 668	1 732	1 796	1 860	1 924
1 054	1 120	1 186	1 252	1 318	1 384	1 450	1 515	1 581	1 647	1 713	1 779	1 845	1 911	1 977
1 083	1 151	1 219	1 286	1 354	1 422	1 490	1 557	1 625	1 693	1 760	1 828	1 896	1 964	2 031
1 112	1 182	1 252	1 321	1 391	1 460	1 530	1 599	1 669	1 738	1 808	1 877	1 947	2 016	2 088
1 143	1 214	1 286	1 357	1 429	1 500	1 572	1 643	1 715	1 786	1 857	1 929	2 000	2 072	2 143
1 172	1 245	1 319	1 392	1 465	1 538	1 612	1 685	1 758	1 831	1 905	1 978	2 051	2 125	2 198
1 203	1 278	1 353	1 428	1 503	1 578	1 653	1 729	1 804	1 879	1 954	2 029	2 104	2 180	2 255
1 233	1 310	1 387	1 464	1 541	1 618	1 696	1 773	1 850	1 927	2 004	2 081	2 158	2 235	2 312
1 264	1 342	1 421	1 500	1 579	1 658	1 737	1 816	1 895	1 974	2 053	2 132	2 211	2 290	2 369
1 294	1 375	1 456	1 537	1 617	1 698	1 779	1 860	1 941	2 022	2 103	2 183	2 264	2 345	2 426
1 324	1 407	1 490	1 573	1 656	1 738	1 821	1 904	1 987	2 069	2 152	2 235	2 318	2 401	2 483
1 358	1 442	1 527	1 612	1 697	1 782	1 867	1 952	2 036	2 121	2 206	2 291	2 376	2 461	2 545
1 387	1 473	1 560	1 647	1 733	1 820	1 907	1 993	2 080	2 167	2 253	2 340	2 427	2 513	2 600
1 418	1 507	1 596	1 684	1 773	1 862	1 950	2 039	2 128	2 216	2 305	2 394	2 482	2 571	2 659
1 443	1 539	1 630	1 721	1 811	1 902	1 992	2 083	2 173	2 264	2 355	2 445	2 536	2 626	2 717
1 481	1 573	1 666	1 758	1 851	1 943	2 036	2 128	2 221	2 313	2 406	2 499	2 591	2 684	2 776
1 514	1 603	1 703	1 798	1 892	1 987	2 081	2 176	2 271	2 365	2 460	2 554	2 649	2 744	2 838
1 546	1 642	1 739	1 835	1 932	2 029	2 125	2 222	2 318	2 415	2 512	2 608	2 705	2 801	2 898
1 581	1 680	1 779	1 878	1 977	2 076	2 174	2 273	2 372	2 471	2 570	2 669	2 768	2 866	2 965
1 611	1 711	1 812	1 913	2 013	2 114	2 215	2 315	2 416	2 516	2 617	2 718	2 818	2 919	3 020
1 644	1 746	1 849	1 952	2 055	2 157	2 260	2 363	2 466	2 568	2 671	2 774	2 876	2 979	3 082
1 677	1 782	1 886	1 991	2 096	2 201	2 306	2 410	2 515	2 620	2 725	2 830	2 934	3 039	3 144
1 710	1 816	1 923	2 030	2 137	2 244	2 351	2 458	2 565	2 671	2 778	2 885	2 992	3 099	3 206
1 743	1 852	1 961	2 070	2 179	2 288	2 396	2 505	2 614	2 723	2 832	2 941	3 050	3 159	3 268
1 776	1 887	1 998	2 109	2 220	2 331	2 442	2 553	2 664	2 775	2 886	2 997	3 108	3 219	3 330
1 811	1 924	2 037	2 150	2 263	2 376	2 490	2 603	2 716	2 829	2 942	3 055	3 168	3 282	3 395
1 844	1 959	2 074	2 189	2 305	2 420	2 535	2 650	2 768	2 881	2 996	3 111	3 226	3 342	3 457
1 878	1 995	2 113	2 230	2 348	2 465	2 582	2 700	2 817	2 934	3 052	3 169	3 287	3 404	3 521
1 912	2 032	2 152	2 271	2 391	2 510	2 630	2 749	2 869	2 988	3 108	3 227	3 347	3 466	3 586
1 947	2 069	2 190	2 312	2 434	2 555	2 677	2 799	2 920	3 042	3 164	3 285	3 407	3 529	3 650
1 981	2 105	2 229	2 353	2 477	2 600	2 724	2 848	2 972	3 096	3 220	3 343	3 467	3 591	3 715

*Veličiny z tabuľky zistené*

na základe vypočítaného  $\Delta t = 62,66^{\circ}\text{C}$  je veľkosť vykurovacieho telesa 500/150 o 21 článkoch, stavebnej dĺžky 1 260 mm, dĺžky skratu 1 460 mm a vloženej výhrevnej plochy  $4,47 \text{ m}^2$ .

*Literatúra:*

*Helmker: Waagerechte Einrohrheizung, II. Auglage, Düsseldorf 1966,*

*Pekarovič: Ekonomičnosť vodorovnej jednorúrkovej sústavy ústredného vykurovania v montovaných bytových domoch, Kand. dizertačná práca, Bratislava 1967*

Tab. IV. TEPELNÝ VÝKON LIATINOVÉHO RADIÁTORA O ROZMERE 500/200

Pre rôzne teplotové spády  $\Delta t = t_s - t_m$ 

Pri zapojení prívodnej a odvodnej prípojky zo spodu -10 %

Výhrevná plocha [m <sup>2</sup> ]	0,81	1,08	1,35	1,62	1,89	2,16	2,43	2,70	2,97	3,24	3,51	3,78	4,05	
Dĺžka skratu [mm]	380	440	500	560	620	680	740	800	860	920	980	1 040	1 100	
Dĺžka telesa [mm]	180	220	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900	
Počet článkov														
$\Delta t$ [°C]	Koef. f	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
40	0,567	176	235	294	352	411	470	528	587	646	704	763	822	880
41	0,587	182	243	304	365	425	486	547	608	668	729	790	851	911
42	0,607	188	251	314	377	440	503	565	628	681	754	817	880	942
43	0,627	195	260	324	389	454	519	584	649	714	779	844	909	973
44	0,648	201	268	335	402	470	537	604	671	738	805	872	939	1 006
45	0,668	207	277	346	415	484	553	622	691	761	830	899	968	1 037
46	0,689	214	285	357	428	499	571	642	713	785	856	927	998	1 070
47	0,710	220	294	367	441	514	588	661	735	808	882	955	1 029	1 102
48	0,732	227	303	379	445	530	606	682	758	833	909	985	1 061	1 137
49	0,753	234	312	390	468	546	624	702	779	857	935	1 013	1 091	1 169
50	0,775	241	321	401	481	562	642	722	802	882	963	1 043	1 123	1 203
51	0,796	247	330	412	494	577	659	742	824	906	989	1 071	1 154	1 236
52	0,818	254	339	423	508	593	677	762	847	931	1 016	1 101	1 186	1 270
53	0,840	261	348	435	522	609	696	783	870	956	1 043	1 130	1 217	1 304
54	0,863	268	357	447	536	625	715	804	893	983	1 072	1 161	1 251	1 340
55	0,885	275	366	458	550	641	733	824	916	1 008	1 099	1 191	1 288	1 374
56	0,908	282	376	470	564	658	752	846	940	1 034	1 128	1 222	1 316	1 410
57	0,931	289	385	482	578	675	771	867	964	1 060	1 156	1 253	1 349	1 446
58	0,954	296	395	494	592	691	790	889	987	1 086	1 185	1 284	1 382	1 481
59	0,977	303	405	506	607	708	809	910	1 011	1 113	1 214	1 315	1 416	1 517
60	1,000	311	414	518	621	725	828	932	1 035	1 139	1 242	1 346	1 449	1 553
61	1,025	318	424	531	637	743	849	955	1 061	1 167	1 273	1 379	1 486	1 592
62	1,047	325	434	542	650	759	867	975	1 084	1 192	1 301	1 409	1 517	1 626
63	1,071	333	444	554	665	776	887	998	1 109	1 220	1 330	1 441	1 552	1 663
64	1,094	340	453	566	679	793	906	1 019	1 132	1 246	1 359	1 472	1 585	1 699
65	1,118	347	463	579	694	810	926	1 041	1 157	1 273	1 389	1 504	1 620	1 736
66	1,143	355	473	592	710	828	947	1 065	1 183	1 302	1 420	1 538	1 656	1 775
67	1,167	362	483	604	725	846	966	1 087	1 208	1 329	1 450	1 570	1 691	1 812
68	1,194	371	494	618	742	865	989	1 112	1 236	1 360	1 483	1 607	1 730	1 854
69	1,216	378	504	629	755	881	1 007	1 133	1 259	1 385	1 511	1 636	1 762	1 888
70	1,241	385	514	642	771	899	1 028	1 156	1 285	1 413	1 542	1 670	1 798	1 927
71	1,266	393	524	655	786	917	1 048	1 179	1 310	1 442	1 573	1 704	1 835	1 966
72	1,291	401	535	668	802	935	1 069	1 203	1 336	1 470	1 604	1 737	1 871	2 005
73	1,316	409	545	681	817	954	1 090	1 226	1 362	1 499	1 635	1 771	1 907	2 043
74	1,341	416	555	694	833	972	1 101	1 249	1 388	1 527	1 666	1 805	1 943	2 082
75	1,367	425	566	708	849	991	1 132	1 274	1 415	1 557	1 698	1 840	1 981	2 123
76	1,392	432	576	720	865	1 009	1 153	1 297	1 441	1 585	1 729	1 873	2 017	2 161
77	1,418	440	587	734	881	1 028	1 174	1 321	1 468	1 615	1 761	1 908	2 055	2 202
78	1,444	448	598	747	897	1 046	1 196	1 345	1 495	1 644	1 794	1 943	2 093	2 242
79	1,470	457	609	761	913	1 065	1 217	1 370	1 522	1 674	1 826	1 978	2 130	2 283
80	1,496	465	619	774	929	1 084	1 239	1 394	1 549	1 703	1 858	2 013	2 168	2 323

Príklad použitia tabuľky:

Veličiny dané

požadovaný výkon vykurovacího telesa  
vypočítaná stredná teplota vykurovacího telesa  
teplota miestnosti  
teplotový spád medzi telesom a miestnosťou

$$\begin{aligned} Q_{T_4} &= 1 200 \text{ kcal/h}, \\ t_{s4} &= 76,32^\circ\text{C}, \\ t_m &= 20^\circ\text{C}, \\ \Delta t &= t_{s4} - t_m \\ &= 76,32 - 20 \\ \Delta t &= 56,32^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Výhrevná plocha článku 0,27 m<sup>2</sup>

Hrúbka článku 60 mm

4,32	4,50	4,86	5,13	5,40	5,67	5,94	6,21	6,48	6,75	7,02	7,29	7,56	7,83	8,10
1 160	1 220	1 280	1 340	1 400	1 460	1 520	1 580	1 640	1 700	1 760	1 820	1 880	1 940	2 000
960	1 020	1 080	1 140	1 200	1 260	1 320	1 380	1 440	1 500	1 560	1 620	1 680	1 740	1 800
Počet článkov														
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
939	998	1 056	1 115	1 174	1 232	1 291	1 350	1 409	1 467	1 526	1 585	1 643	1 702	1 761
972	1 033	1 094	1 154	1 215	1 276	1 337	1 397	1 458	1 519	1 580	1 641	1 701	1 762	1 823
1 005	1 068	1 131	1 194	1 257	1 319	1 382	1 445	1 508	1 571	1 634	1 696	1 759	1 822	1 885
1 038	1 103	1 168	1 233	1 298	1 363	1 428	1 493	1 558	1 622	1 687	1 752	1 817	1 882	1 947
1 073	1 140	1 207	1 275	1 342	1 409	1 476	1 543	1 610	1 677	1 744	1 811	1 878	1 945	2 012
1 106	1 176	1 245	1 314	1 383	1 452	1 521	1 590	1 660	1 729	1 798	1 867	1 936	2 005	2 074
1 141	1 212	1 284	1 355	1 426	1 498	1 569	1 640	1 712	1 783	1 854	1 926	1 997	2 068	2 140
1 176	1 249	1 323	1 396	1 470	1 543	1 617	1 690	1 764	1 837	1 911	1 984	2 058	2 131	2 205
1 212	1 288	1 364	1 440	1 515	1 591	1 667	1 743	1 818	1 894	1 970	2 046	2 122	2 197	2 273
1 247	1 325	1 403	1 481	1 559	1 637	1 715	1 793	1 871	1 949	2 027	2 105	2 183	2 261	2 338
1 284	1 364	1 444	1 524	1 604	1 685	1 765	1 845	1 925	2 005	2 086	2 166	2 246	2 326	2 407
1 318	1 401	1 483	1 566	1 648	1 730	1 813	1 895	1 978	2 060	2 142	2 225	2 307	2 390	2 472
1 355	1 440	1 524	1 609	1 694	1 778	1 863	1 948	2 032	2 117	2 202	2 286	2 371	2 456	2 540
1 391	1 478	1 565	1 652	1 730	1 826	1 913	2 000	2 087	2 174	2 261	2 348	2 435	2 522	2 608
1 429	1 519	1 608	1 697	1 787	1 876	1 968	2 055	2 144	2 233	2 323	2 412	2 501	2 591	2 680
1 466	1 557	1 649	1 741	1 832	1 924	2 015	2 107	2 199	2 290	2 382	2 473	2 565	2 657	2 748
1 504	1 598	1 692	1 786	1 880	1 974	2 068	2 162	2 256	2 350	2 444	2 538	2 632	2 726	2 820
1 542	1 638	1 735	1 831	1 927	2 024	2 120	2 217	2 313	2 409	2 506	2 602	2 698	2 795	2 891
1 580	1 679	1 777	1 876	1 975	2 074	2 172	2 271	2 370	2 469	2 567	2 666	2 765	2 864	2 962
1 618	1 719	1 821	1 922	2 023	2 124	2 225	2 326	2 427	2 528	2 630	2 731	2 832	2 933	3 034
1 656	1 760	1 863	1 967	2 090	2 174	2 277	2 381	2 484	2 588	2 692	2 795	2 899	3 002	3 106
1 698	1 804	1 910	2 016	2 122	2 228	2 334	2 441	2 547	2 653	2 759	2 865	2 971	3 077	3 183
1 734	1 842	1 951	2 059	2 168	2 276	2 384	2 493	2 601	2 709	2 818	2 926	3 035	3 143	3 251
1 774	1 885	1 996	2 107	2 217	2 328	2 439	2 550	2 661	2 772	2 883	2 993	3 104	3 215	3 326
1 812	1 925	2 038	2 152	2 265	2 373	2 491	2 605	2 718	2 831	2 944	3 058	3 171	3 284	3 397
1 852	1 967	2 083	2 199	2 315	2 430	2 548	2 662	2 778	2 893	3 009	3 125	3 240	3 357	3 472
1 893	2 011	2 130	2 248	2 366	2 485	2 603	2 721	2 840	2 958	3 076	3 195	3 313	3 431	3 550
1 933	2 054	2 174	2 293	2 416	2 537	2 658	2 778	2 899	3 020	3 141	3 262	3 382	3 503	3 624
1 978	2 101	2 225	2 348	2 472	2 596	2 719	2 843	2 966	3 090	3 214	3 337	3 461	3 584	3 708
2 014	2 140	2 266	2 392	2 518	2 643	2 769	2 895	3 021	3 147	3 273	3 399	3 525	3 651	3 776
2 055	2 184	2 312	2 441	2 569	2 698	2 826	2 955	3 083	3 211	3 340	3 468	3 597	3 725	3 854
2 097	2 228	2 359	2 490	2 621	2 752	2 883	3 014	3 145	3 276	3 407	3 538	3 669	3 800	3 931
2 138	2 272	2 406	2 539	2 673	2 806	2 940	3 074	3 207	3 341	3 475	3 603	3 742	3 876	4 009
2 180	2 316	2 452	2 588	2 725	2 861	2 997	3 133	3 270	3 406	3 542	3 678	3 814	3 951	4 087
2 221	2 360	2 499	2 638	2 776	2 915	3 054	3 193	3 332	3 470	3 609	3 748	3 887	4 026	4 165
2 264	2 406	2 547	2 689	2 830	2 972	3 113	3 255	3 396	2 538	3 679	3 821	3 982	4 104	4 245
2 306	2 450	2 594	2 738	2 882	3 026	3 170	3 314	3 458	3 602	3 747	3 891	4 035	4 179	4 323
2 349	2 495	2 642	2 789	2 936	3 083	3 229	3 376	3 523	3 670	3 817	3 963	4 110	4 257	4 404
2 392	2 541	2 691	2 840	2 990	3 139	3 290	3 438	3 588	3 737	3 886	4 036	4 185	4 335	4 484
2 435	2 587	2 739	2 891	3 043	3 196	3 348	3 500	3 652	3 804	3 956	4 109	4 261	4 413	4 565
2 478	2 653	2 787	2 942	3 097	3 252	3 407	3 562	3 717	3 871	4 026	4 181	4 336	4 491	4 646

#### Veličiny z tabuľky zistené

na základe vypočítaného  $\Delta t = 56,32^\circ\text{C}$  je veľkosť vykurovacieho telesa 500/200 o 13 článkoch, stavebnej dĺžky 780 mm, dĺžky skratu 980 mm a vloženej výhrevnej plochy 3,51 m<sup>2</sup>.

#### Literatúra:

Heimker: Waagerechte Einrohrheizung, II. Auflage, Düsseldorf 1966.

Pekarovčík: Ekonomičnosť vodorovnej jednorúrkovej sústavy ústredného vykurovania v montovaných bytových domoch, Kand. dizertačná práca, Bratislava 1967

$$k = k_{60} \cdot \sqrt[5]{\left( \frac{t_{sn} - t_m}{60} \right)^2} = k_{60} \left( \frac{t_{sn} - t_m}{60} \right)^{0.4} \quad [\text{kcal/m}^2 \text{ h deg}] \quad (13)$$

Tí istí autori [5] na základe pokusov zistili, že pri napojení vykurovacieho článkového telesa zo spodu, nastáva zníženie tepelného výkonu oproti normálnemu zapojeniu (teda prívod hore a odvod dolu) a toto zníženie je v priamej závislosti od teplotového spádu vo vykurovacom telesu  $\Delta t_T$  takto:

- pri  $\Delta t_T = 20^\circ\text{C}$  je zníženie tepelného výkonu telesa o 15 %,
- pri  $\Delta t_T = 15^\circ\text{C}$  je zníženie tepelného výkonu telesa o 10 %,
- a pri  $\Delta t_T = 10^\circ\text{C}$  je zníženie tepelného výkonu telesa o 5 %.

Na základe rovníc (9) a (13) sú potom pre ulahčenie výpočtu veľkosti výhrevných plôch liatinových radiátorov typu 500/150 a 500/200 zapojených oboma prípojkami zo spodu pre tubovinový teplotový spád  $\Delta t = (t_{sn} - t_m)$  zostavené tab. I a tab. II. V tab. III a tab. IV sú zostavené výkony týchž typov radiátorov taktiež pri zapojení zo spodu, ale zmenšené o 10 %, s ktorými hodnotami možno počítať ako so strednými pre zvolené teplotové spády  $\Delta t_T = 10$  až  $20^\circ\text{C}$ , alebo presne pre zvolený  $\Delta t_T = 15^\circ\text{C}$  a tak ľahko navrhnuť veľkosť telesa. Ináč z tab. I a tab. II možno si tiež ľahko vypočítať zmenšený tepelný výkon pre zvolené  $\Delta t_T = 20^\circ\text{C}$  o 15 % ale i pre  $\Delta t_T = 10^\circ\text{C}$  o 5 %.

Navyše zo všetkých tabuľiek odčítame pre patričný vyhľadaný výkon aj príslušnú dĺžku skratu, celkovú dĺžku vykurovacieho telesa ako i presnú výhrevnú plochu (pre rozpočet).

#### 4. DIMENZOVANIE RÚROVODU

V podstate ide tuná o získanie

- a) dimenzie horizontálneho vedenia,
- b) dimenzie prípojok k vykurovacím telesám.

Podľa teórie výpočtu vodných sústav s nútenským obehom je to vlastne pre daný (navrhnutý) rúrový úsek, t. j. pre jeho dĺžku, počet jednotkových odporov, dalej pre známe prietočné množstvo a pre prípustný tlakový spád, nájsť rúrový priemer obr. 5. Pritom rozdelenie vody do skratu (spojky nakrátko) a do vykurovacieho telesa nastane tým spôsobom, že v oboch vetvách (skrat a okruh vykurovacieho telesa) nastane tá istá tlaková strata, čiže medzi bodmi A a B spotrebuje sa ten istý tlakový rozdiel, platí teda rovnosť tlakových strát

$$(1R + Z)_S = \Sigma (l \cdot R + Z)_T \quad [\text{kp/m}^2] \quad (14)$$

alebo lepšie nerovnosť

$$(1R + Z)_S \geq \Sigma (1R + Z)_T \quad [\text{kp/m}^2] \quad (15)$$

a) Dimenzovanie horizontálneho vedenia. V rovnici (14) sú hodnoty pre dané (navrhnuté) dva rúrové úseky (skrat a okruh vykurovacieho telesa medzi bodmi A a B), obr. 5 známe. Chybujе však aspoň jedna hodnota R, a to buď pre skrat, buď pre okruh vykurovacieho telesa. Ak totiž poznáme veľkosť merného trenia R pre

určitý prúdový okruh, je z tabuľiek podľa Gregora (Rietschela) pri danom prietočnom množstve známa aj dimenzia úseku a ďalej i rýchlosť prúdenia v tomto rúrovom úseku. Tak je potom možné vypočítať napr. ľavú stranu rovnice, teda priemer potrubia pre skrat.

Podľa [2] sa udáva, že všeobecne ekonomická hodnota  $R$  pre výpočet priemeru rúrových úsekov pri čerpadlovom vykurovaní je 10 až 15  $\text{kp/m}^2 \cdot \text{m}$ . Na základe tohto poznatku je zostavená *tab. V* pre dimenzovanie vodorovných vedení, resp.

*Tab. V. Smerné hodnoty „ $R$ “ pre dimenzovanie vodorovného vedenia (teda i skratov)*

Prietok vody vodorovným vedením [l/h]		Priemer potrubia vodorovného vede- nia		Merné trenie $R$ [ $\text{kp/m}^2 \cdot \text{m}$ ]		Rýchlosť vody $v$ [m/s]	
od	do	angl. p.	mm	od	do	od	do
—	127	3/8"	10	5,0	14	0,18	0,32
128	289	1/2"	15	4,0	18	0,19	0,42
290	544	3/4"	20	3,6	13	0,24	0,44
545	1 109	1"	25	4,0	15	0,28	0,55
1 110	1 919	5/4"	32	3,6	10	0,32	0,55
1 920	3 460	6/4"	40	5,0	15	0,42	0,80
3 461	6 230	51,5/57		3,0	15	0,36	0,85

skratov. Zásadne nejdeme nikdy s hodnotou  $R$  pod  $5 \text{ kp/m}^2 \cdot \text{m}$ , pretože tak by sme potom rovniciu (14), či nerovnosť (15) ľažko splnili.

b) Dimenzovanie prípojok k vykurovacím telesám. Nato je veľmi výhodný graficko-početný postup riešenia [1], ktorý pre jednoduchosť prevediem bez ohľadu na vplyv gravitačného tlaku vznikajúceho ochladením vody v samotnom vykurovacom telese. Pre určitú stavebnú dispozíciu v miestnosti navrhнем typ vykurovacieho telesa a polohu vodorovného vedenia k nemu, napr. podľa *obr. 5*, alebo *obr. 6* a zhovíme si dva diagramy: základný a pomocný. Základný udáva funkčnú závislosť medzi tlakovou stratou  $\text{kp/m}^2$  a prietočným množstvom  $G_S$  [l/h] pre skrat. Spočíta sa pre rôzne dĺžky skratu, napr. odstupňované po 0,25 m a pre súčet jednotkových odporov  $\Sigma\xi_S$  v skrate podľa *obr. 5*, a to pre doporučený rozsah prietočného množstva, či merného odporu  $R$  podľa *tab. V* pre dimenzie 3/8", 1/2", 3/4", 1", 5/4", 6/4". Nech v *obr. 6* predstavuje diagram vľavo (základný diagram) závislosti pre určitú dimensiú vodorovného vedenia.

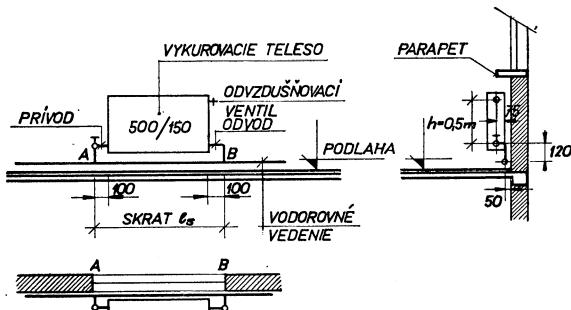
Druhý, pomocný diagram udáva súčasne tu istú funkčnú závislosť ako diagram základný (je zostrojený v tých istých mierkach), teda tlakovú stratu v závislosti na prietočnom množstve, ale pre okruh vykurovacieho telesa. Spočíta sa pre stálu dĺžku pripojenia prívodu a odvodu, napr. podľa *obr. 5* ( $l_T = 2 \times 0,3 \text{ m} = 0,6 \text{ m}$ ) a pre súčet prietočných súčinitelov  $\Sigma\xi_T$  pre rôzne menovité svetlosti prípojky prívodu a odvodu k vykurovaciemu telesu, napr. 3/8", 1/2", 3/4", eventuelne aj v ich kombináciach, teda napr. 3/8" prívod — 3/8" odvod, 3/8" prívod — 1/2" odvod, atď., a to pre rôzne prietočné množstvá, ktoré môžu pretekať vykurovacím telesom. Nech v *obr. 6* predstavuje diagram vpravo (pomocný diagram) tieto funkčné závislosti.

Z obr. 6 je vidno, že pre prietočné množstvo  $G_{Sn}$  a  $G_{Tn}$  musí byť

$$G_{ST} = G_{Sn} + G_{Tn} \quad [\text{kg/h}, \text{l/h}] \quad (16)$$

pričom pre  $G_{Tn}$  a  $G_{ST}$  platia rovnice (2) a (4), teda prietočné množstvo vykurovacej vody tečúce skratom pod  $n$ -tým telesom je potom jednoducho

$$G_{Sn} = G_{ST} - G_{Tn} \quad [\text{kg/h}, \text{l/h}] \quad (17)$$



Obr. 5. Určenie dĺžok potrubia a jednotkových odporov pre skrat a okruh vykurovacieho telesa

a) jednotkové odpory pre skrat

$$\begin{array}{ll} T\text{-kus priechodný} & 0,0 \\ T\text{-kus spojenie} & 0,5 \\ \hline \Sigma\xi_S & 0,5 \end{array}$$

dĺžka skratu  $l_s$  sa mení počtom článkov vykurovacieho telesa ( $l_s = \text{dĺžka telesa} + 200 \text{ mm}$ ).

b) jednotkové odpory pre okruh vykurovacieho telesa:

Druh jednotkového odporu		Menovitá svetlosť prívodu a odvodu				
		3/8"	1/2"	3/4"	1"	5/4"
Prívod	T-kus odbočka, odpojenie	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	1 koleno	2,0	2,0	1,5	1,5	1,0
	1 rohový kohút V 4523	5,0	4,0	3,5	3,0	2,5
	1 vykurovacie telo	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	$\Sigma\xi$ pre PRÍVOD	11,0	10,0	9,0	8,5	7,5
Odvod	2 kolenná T-kus sútok	4,0	4,0	3,0	3,0	2,0
		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	$\Sigma\xi$ pre ODVOD	5,0	5,0	4,0	4,0	3,0
$\Sigma\xi_T$ PRÍVODU A ODVODU		16,0	15,0	13,0	12,5	10,5

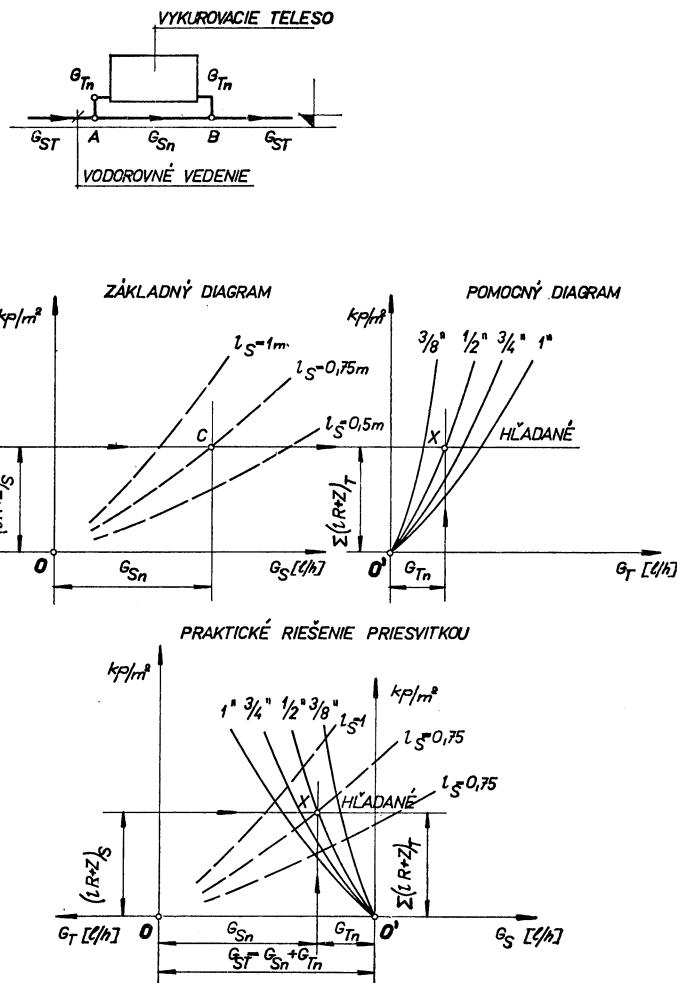
dĺžka pre okruh vykurovacieho telesa je zvolená  $2 \times 300 \text{ mm}$ ,  $l_T = 600 \text{ mm}$ .

V súlade s odsekom 2d platí pri tomto systéme vždy, že

$$G_{Sn} > G_{Tn} \quad [\text{kg/h}, \text{l/h}] \quad (18)$$

Túto podmienku, ako aj v odseku 4a uvedená najnižšia hranica  $R = 5 \text{ kp/m}^2 \cdot \text{m}$  pre skrat, nám potom umožňujú splnenie základnej rovnice (14), či nerovnosti (15) pri dimenzovaní horizontálneho jednorúrkového systému so skratom a rovnej dimenzií horizontálneho vedenia.

Nájdenie dimenzií prívodnej a odvodnej prípojky k vykurovaciemu telesu je potom veľmi jednoduché. Najprv si oba diagramy zrovnáme podľa osi  $x$  (prietočného množstva  $G_S$  a  $G_T$ ). V mieste známeho prietočného množstva skratom  $G_{Sn}$  (rovnica 17) v základnom diagrame vztýčime kolmicu, ktorá pretne krivku udanej dĺžky skratu  $l_S$  v bode  $C$ . Bodom  $C$  viedieme rovnobežku s osou  $x$  až do diagramu pomocného, kde



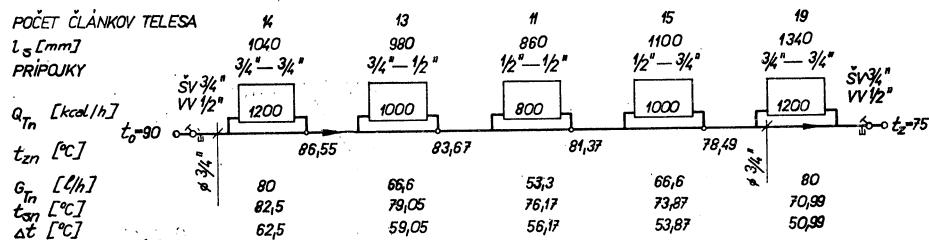
Obr. 6. Dimenzovanie prípojok k vykurovacím telesám na vodorovnom vedení.

túto pretíname kolmicou v mieste známeho prietocného množstva vykurovacím telesom  $G_{Tn}$  (rovnica 2). V hľadanom priesecíku X prechodí krvka  $1/2"$ , ktorá určuje teda dimenziu prívodnej a odvodnej prípojky k  $n$ -tému vykurovaciemu telesu na vodorovnom vedení.

Praktickejšie a ešte rýchlejšie nájdeme dimenzie prípojok k vykurovaciemu telesu tak, že pomocný diagram prekreslíme na priesvitný papier tak, že ho okolo osi  $y$  ešte otočíme, teda os  $G_T$  má smer došava. Ak teraz položíme pomocný diagram (alebo nazvime ho krátko priesvitkom) počiatkom 0' na os  $x$  základného diagramu v mieste spoločného prietocného množstva tečúceho vodorovným vedením  $G_{ST}$ , tak vztýčením kolmice v mieste prietocného množstva  $G_{Sn}$  (na základnom diagrame), alebo lepšie a ľahko spočítanom  $G_{Tn}$  (na priesvitke) dostávame na krvke dĺžky skratu  $l_S$  priesecík X, v ktorom krvka  $1/2"$  priesvitky určuje dimenziu prívodnej a odvodnej prípojky k  $n$ -tému vykurovaciemu telesu.

## 5. PRÍKLAD VÝPOČTU HORIZONTÁLNEHO JEDNORÚRKOVÉHO VEDENIA GRAFICKO-POČETNOU METÓDOU

Uvažujme horizontálne vedenie pre objekt na jednom z podlaží pri tepelnej zátaži  $Q_{ST} = 5\ 200 \text{ kcal/h}$  podľa obr. 7. Nech teplotový spád na vodorovnom vedení  $\Delta t_{ST} = 15^\circ\text{C}$  je aj zvoleným teplotovým spádom na vykurovacích telesách  $\Delta t_T = 15^\circ\text{C}$ , pričom počiatočná teplota pri prúdení vodorovným vedením zlava je  $t_0 = 90^\circ\text{C}$  a konečná  $t_z = 75^\circ\text{C}$ .



Obr. 7. Schéma jednorúrkového vedenia pre  $\Delta t_{ST} = 15^\circ\text{C}$  a  $\Delta t_T = 15^\circ\text{C}$ .

a) Najprv prevedieme kontrolu prietoku vodorovným vedením, čiže kontrolu voľby teplotového spádu na vykurovacom telesu  $\Delta t_T$ . Najväčší tepelný výkon má prvé (n = 1) a piaté (n = 5) vykurovacie teleso, teda  $Q_{Tmax} = 1\ 200 \text{ kcal/h}$  a preto podla (5) je

$$15 > \frac{1\ 200}{5\ 200} \cdot 15 \quad 15 > 3,45$$

čo teda vyhovuje.

b) Návrh veľkosti vykurovacích telies. Pokles teploty vykurovacej vody na 1 kcal/h plynie zasa z rovnice (7)

$$J = \frac{15}{5\ 200} = 0,002\ 88 \text{ deg h/kcal}$$

Nato prevedieme výpočet zmiešavacích teplôt podľa rovnice (18). Pre prvé teleso ( $n = 1$ ) je

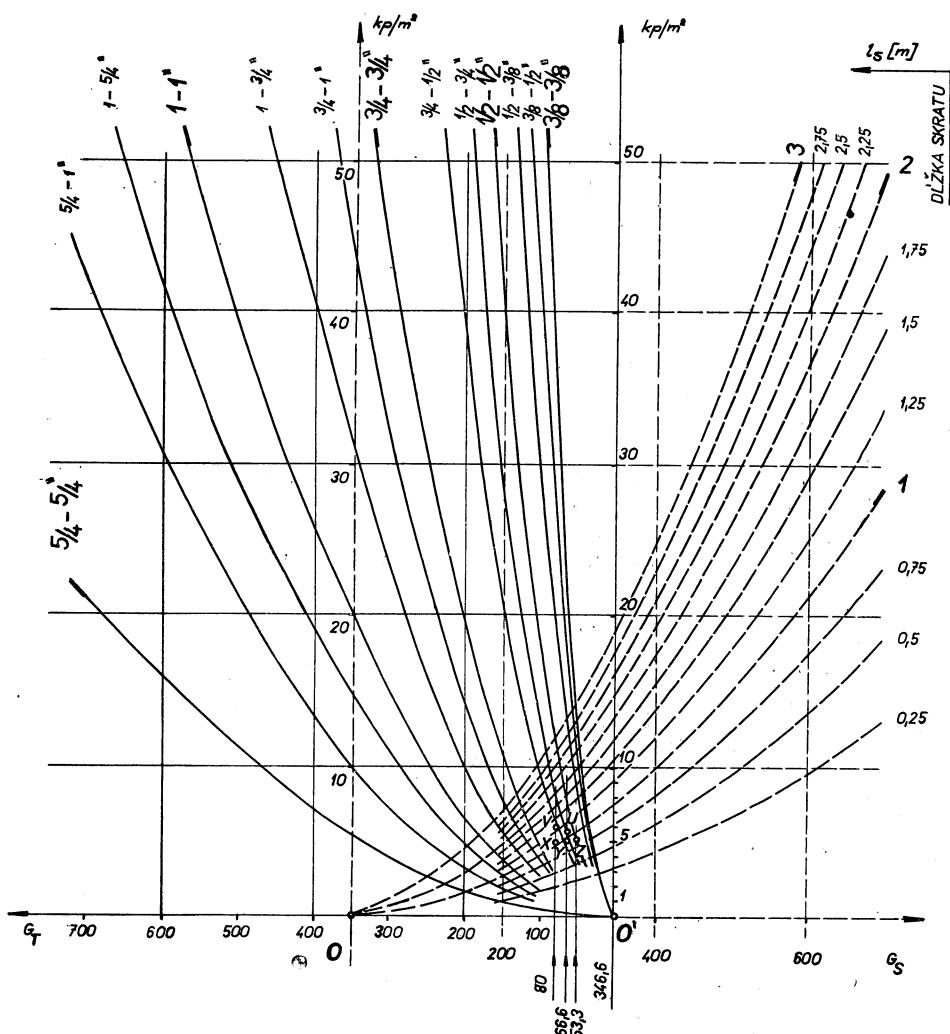
$$t_{z1} = 90 - 1\ 200 \cdot 0,002\ 88 = 86,55 \text{ } ^\circ\text{C}$$

pre druhé ( $n = 2$ ) teleso

$$t_{z2} = 86,55 - 1\ 000 \cdot 0,002\ 88 = 83,67 \text{ } ^\circ\text{C}$$

ostatné zmiešavacie teploty sú zapísané v obr. 7.

Stredné teploty vykurovacích telies určíme z rovnice (9), pre prvé teleso ( $n = 1$ ) je



Obr. 8. Grafické určenie dimenzií prípojok k vykurovacím teliesám na vodorovnom vedení pre obr. 5 a obr. 7.

$$t_{s1} = 90 - \frac{15}{2} = 82,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

pre druhé teleso ( $n = 2$ ) zasa

$$t_{s2} = 82,5 - \frac{15}{2} = 79,05 \text{ } ^\circ\text{C}$$

a ostatné hodnoty sú zapísané v obr. 7. Veľkosť vykurovacích telies zvoleného typu 500/150 podla (10) uvažujúc (9) a (13) ako i pokles o 10 % na tepelnom výkone pre zvolené  $\Delta t_T = 15 \text{ } ^\circ\text{C}$  je ľahko previesť použitím tab. III za predpokladu, že vo všetkých miestnostiach uvažujeme teplotu  $t_m = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Počty článkov vykurovacích telies ako i príslušné dĺžky skratov sú taktiež zapísané v obr. 7.

c) Určenie dimenzie vodorovného vedenia je veľmi jednoduché na základe tab. V, pretože pre pretečené množstvo vody vodorovným vedením podla (4) je

$$G_{ST} = \frac{5 \cdot 200}{15} = 346,6 \text{ l/h}$$

vychodí jednotná dimenzia  $\varnothing 3/4"$ .

d) Určenie dimenzie prípojok k vykurovacím telesám. Nech usporiadanie prípojok k navrhnutému vykurovaciemu telesu na vodorovnom vedení je podla obr. 5. Podla jednostupňových tabuľiek (Gregor, Rietschel) zhovíme si v zmysle odseku 4b najprv základný diagram v doporučenom rozsahu tab. V 290 až 544 l/h pre  $l_S$  meniace sa po 0,25 m a  $\Sigma \xi_S = 0,5$ , ktorý v obr. 8 je kreslený čiarkované. Podľa tých istých tabuľiek vyniesieme pomocný diagram ako priesvitku a pracujeme s ňou tak, ako bolo popísané v oseku 4b. V obr. 8 je pomocný diagram kreslený plnou čiarou spolu s diagramom základným (čiary čiarkované) nastavený počiatkom 0' v mieste  $G_{ST} = 346,6 \text{ l/h}$  základného diagramu. Do obr. 8 sú ďalej zakreslené patričné prietočné množstvá vody  $G_{Tn}$  tečúce vykurovacími telesami ( $n = 1$  až 5) na vodorovnom vedení o tepelných výkonoch  $Q_{Tn} = 1\ 200, 1\ 000, 800, 1\ 000, 1\ 200 \text{ kcal/h}$ , so skratmi o dĺžkach  $l_S = 1\ 040, 980, 860, 1\ 100, 1\ 340 \text{ mm}$ . Príslušné prietočné množstvo dostaneme na základe rovnice (2), pre prvé teleso ( $n = 1$ ) je

$$G_{T1} = \frac{1\ 200}{15} = 80 \text{ l/h}$$

Ostatné prietočné množstvá tečúce ďalšími vykurovacími telesami ( $n = 2$  až 5) sú vpísané do obr. 7. Hľadané dimenzie prípojok v obr. 8 na základe priesecíkov X, Y, Z, U, V sú taktiež vpísané do obr. 7.

## 6. ZÁVER

Naznačená graficko-početná metóda výpočtu jednorúrkového horizontálneho systému s rovnakou dimensiou vodorovného vedenia so skratom vrátane výpočtu veľkosti vykurovacích telies je časove náročnejšia ako klasický výpočet dvojrúrkovej sústavy pomocou tabuľiek. Ale použitím tabuľiek pre výpočet veľkosti vykurovacích telies (tab. I, II, III, IV) ako i diagramu základného a pomocného (priesvitky) pre rúrovod (obr. 8) je potom časove rovnocenná s výpočtom dvojrúrkovej sústavy. Je len prirodzenou podmienkou, aby sa základné a pomocné diagramy publikovali ako projekčná pomôcka pre rôzne kombinácie uloženia vykurovacieho telesa a horizontálneho vedenia.

Naznačený bol postup výpočtu iba horizontálneho vedenia, pretože ostatné rozvody (stúpacie) v objekte dimenzujeme tak, ako sa bežne v technickej praxi počíta.

Citatel iste pobaadal, že priesečkmi  $X$ ,  $Y$ ,  $V$  v obr. 8 neprechodí žiadna krvka priesvitky. To splňujú iba body  $Z$ ,  $U$ , keďže nimi prechodia krvky  $1/2"$  —  $1/2"$  a  $1/2"$  —  $3/4"$ . Aby sme ale rovnici (14) pre priesečky  $X$ ,  $Y$ ,  $V$  splnili, volíme v prípade priesečku  $X$  dimenzie prípojok k telesu  $3/4"$  —  $3/4"$ , pre priesečik  $Y$   $3/4"$  —  $1/2"$  a pre priesečik  $V$   $3/4"$  —  $3/4"$ , teda dimenzie väčšie a doregulovaním práve zabudovaným dvojregulačným kohútom [4] splňujeme požiadavku rovnice (14). Taktiež v práci nebola zmienka o tom, či v príklade uvažované teplotové spády ako na vodorovnom vedení  $\Delta t_{ST}$  tak i pre okruh vykurovacích telies  $\Delta t_T$  sú ekonomicky vhodné pre vodorovnú jednorúrkovú sústavu [4]. Použil som ozaj ľubovoľne volené teplotové spády.

A konečne, ako už bolo spomenuté, neuvážoval som v práci s vplyvom prídavnej gravitačnej sily v dôsledku ochladenia sa vody vo vykurovacích telesách, ani s ochladiením volne vedeného vodorovného vedenia. Oba javy totiž, i keď nemajú podstatný vplyv na dimenzovanie veľkosti vykurovacích telies a na dimenzie prípojok k telesám, vyžadovali by si osobitné pojednanie. Týmto by sa sice zväčšila presnosť výpočtu horizontálnych jednorúrkových sústav so skratom, ale nariastla by aj prácnosť výpočtu. To zatiaľ len preto, aby príspevok neodradil záujem projektantov navrhovať jednorúrkové horizontálne sústavy do stavebne vhodných — vpredu uvedených — objektov.

## LITERATÚRA

- [1] Helmker: Waagerechte Einrohrheizung, II. Auflage, Düsseldorf 1966.
- [2] Retschel-Reiss: Heiz- und Lüftungstechnik, XIV. Auflage, Berlin 1960.
- [3] Pekarovčík: Jednorúrkový vertikálny systém vykurovania so skratom a rovnakou dimensiou stúpačky. Zdravotnícky technika a vzduchotechnika, 1966.
- [4] Pekarovčík: Ekonomičnosť vodorovnej jednorúrkovej sústavy ústredného vykurovania v montovaných bytových domoch, Kand. dizertačná práca, Bratislava 1967.
- [5] Raiss-Eppelain: Die Wärmeleistung des gusseisernen Gliederheizkörpers bei unterem Anschluss, Heizungs-Lüftungstechnik, Heft 5, 1955.

## ● Vytápení plynem a čistota ovzduší

Pri spalování plynu z mestského nebo dálkové sítě a zemního plynu vzniká na základě provedeného časťecného odšífrení ve srovnání s tekutými palivy emise  $SO_2$  podľadného významu. Tomuto stavu môžeme dôkovať za to, že otopená zařízení, vytápená plynem, nepodléhají zákonům a předpisům pro ochranu pred emisiemi, platným pro topení s pevnými a kapalnými palivami.

V článku W. Hansche v časopise Gas u. Wasserfach (23/67) jsou dále probrány problémy stavby komínů i ve vztahu k pevným a kapalným palivům. Komín má za úkol spalinu odvádět a přitom pomocí difuse a turbulence je tak zředit, že při jejich styku s povrchem země nemůže dojít k žádným škodám. Požadovaná výška komínu je dána nejen obsahem škodlivin ve spalinách (v podstatě  $SO_2$ ), nýbrž též meteorologickými podmínkami, množstvím a teplotou spalin, jakož i jejich výstupní rychlosťí. Jestliže jsou

zmíněné parametry konstantní, závisí nutná výška komínu na množství  $SO_2$  lineárne.

Též domovní komín musí mít určitou výšku nad budovou, aby spaliny nebyly vztaženy do podtlakového pásmu ležícího v závěti budovy. Význam ukázal, že výška komínu by měla být 17, až  $2,5 \times$  výšky budovy, což lze sotva připustit z architektonického hlediska. Proto se zkouší tzv. deflektory, které se umisťují na konec komína, přičemž spaliny mohou volně proudit vzhůru; zabrání se jejich svedení dolů. Další možnosti k zabránění spadu spalin se doporučuje zvýšení jejich výstupní rychlosti, která je při vytápení normálně okolo 3 m/s a u tepláren do 15 m/s, na 40 m/s s použitím ventilátoru.

U zvlášt vysokomolekulárních topných plynů vznikají mimoto při špatných podmínkách spalování nebo při najíždění ze studeného stavu nespálené uhlovodíky a saze. Přitom může vzniknout až 150 různých vazeb uhlovodíků v nepatrné koncentraci, které obtěžují minimálně okolí svým pachem. (Je)

## ● Vibrační sušárna

(Jap. patent č. 17 432)

Sušárna chráněná tímto patentem má komoru s obdélníkovým průřezem. V prostoru komory jsou umístěny zakládací misky, po nichž postupuje vysoušený materiál. Jeho pohyb se docíluje vibrací zakládacích misek. Sušící prostředí proudí mezi miskami v protiproudě k postupu vysoušeného materiálu.

(Tm)

## ● Metoda pro stanovení standardních hodnot místní kvality vzduchu pomocí měření znečištění vzduchu a veřejného mínění

Ke stanovení místní kvality vzduchu ve velkoměstě Birminghamu bylo v provozu 21 měřicích stanic dle než rok. Přitom byly sebrány a analysovány tyto druhy znečištěním vzduchu:

1. měsiční spad prachu —
2. měsiční množství síry —
3. 24hodinové množství  $\text{SO}_2$  —
4. 24hodinové množství polétavého prachu —
5. 24hodinové množství kysličníku dusičitého —
6. 24hodinové množství aldehydů.

Kromě toho bylo ve městě dotázáno více než 7 200 domácností na jejich domácí emise.

Výsledky měření znečištění vzduchu a ankety byly statisticky zpracovány a zhodnoceny.

Veřejné stanovisko k znečištěním vzduchu bylo zaměřeno zřejmě proti spadu prachu a v jistém okruhu též proti obsahu polétavých částic. Jednotlivě nacházela více než 1/3 obyvatel Birminghamu měsíční spad prachu nad  $11,6 \text{ g/m}^2$  a obsah polétavých částic ve vzduchu nad  $150 \text{ mg/m}^3$  jako obtěžující, zatímco od více než poloviny obyvatel spad  $15,4 \text{ g/m}^2$  za měsíc, po případě  $230 \text{ mg/m}^3$  polétavých částic, byl označen jako všeobecně obtěžující znečištění ovzduší. Pokládá se proto měsíční spad prachu cca  $11,6 \text{ mg/m}^2$  a  $150 \text{ mg/m}^3$  polétavých částic za standardní hodnotu, o kterou se musí usilovat, aby byla zachována odpovídající kvalita vzduchu ve městě.

Vztahy mezi ročním, popřípadě sezónním spadem prachu, nebo obsahem polétavých částic ve vzduchu v létě a veřejným míněním jsou znázorněny graficky. Z toho vyplývá, že veřejné mínění je citlivější na stoupající spad prachu než na narůstající obsah polétavých částic ve vzduchu.

Podle J. Air Poll. Control 3/67

(Je)

## ● Nový návrh směrnice VDI 2 054 — klimatizace pro výpočtová střediska

Počítací jsou technické přístroje, jejichž provoz předpokládá určitý stav vzduchu. Důležité jsou teplota pro elektrická a elektro-černíká zařízení, vlhkost pro papír (dérné štítky apod.) a čistota vzduchu pro nosiče paměti (pásky). Při provozu vyvíjejí počítací značné množství tepla, protože přivedená elektrická energie se změní v teplo. Proto jsou nutná klimatizační zařízení, aby udržovala přiváděný vzduch i vzduch v místnosti v požadovaných mezech.

Návrh směrnice byl zpracován výborem „Klimatizace pro výpočtová střediska VDI“ — odborné skupiny pro vytápění, větrání a klimatizaci v červnu 1968.

Návrh doplňuje základní pravidla VDI pro větrání DIN 1946, list 1 a má být po určité době praktického ověření převzat do této normy.

Klimatechnik 8/68

(Je)

## ● Upravená Deutschova rovnice pro účinnost při elektrickém odlučování

Na základě zkušeností s výpočtovými a skutečně dosahovanými hodnotami je provedena diskuse Deutschovy rovnice

$$\eta = 1 - \exp(-Aw_D/V)$$

kde značí  $A$  odlučovací plochu [ $\text{m}^2$ ],  $w_D$  — usazovací rychlosť [ $\text{m/s}$ ] a  $V$  množství procházejícího plynu [ $\text{m}^3/\text{s}$ ], za použití experimentálních výsledků a výpočtových operací. Přitom jsou uvedeny jako parametry pro odlučování proud hmoty k usazovací elektrodě (vyjádřený číslem přenosu hmoty a koeficientem příčného rozdělení částic) a „doba zvíření“ (vyjádřené koeficientem pro jednoduché a opakování usazování). Parametry jsou dosazeny do rovnice pro odlučivost (zkouška na vyloučení koeficientů pro příčné rozdělení a erozi vede zpět k Deutschově rovnici).

Zvláštní úvahy jsou věnovány mechanismu usazování na usazovací elektrodě se zřetelem na spolupůsobení mechanických a elektrických sil.

Předložená práce se zmiňuje též o tom, že uvedené úvahy mohou přispívat pouze částečně k zachycování složitých vlivů, souvisících s elektrickým odlučováním.

Podle Am. Environment 1/67

(Je)

# DEZINFEKCE VZDUCHU V KLIMATIZAČNÍCH ZAŘÍZENÍCH POMOCÍ GERMICIDNÍCH VÝBOJEK

ING. JIŘÍ KHEK

*Tesla Holešovice, n. p.*

V klimatizačních zařízeních je možno velmi účinně dezinfikovat vzduch ultrafialovým zářením vlnové délky 253,7 nm. Toto záření má radikální germicidní účinky, to znamená, že ničí všechny druhy mikroorganismů. Jelikož tento způsob dezinfekce není u nás dosud běžný, uvádíme základní informace o zdrojích germicidního záření, vyráběných v ČSSR a o způsobu jejich aplikace ve vzduchotechnice.

Recenzoval: Doc. MUDr. P. Pachner

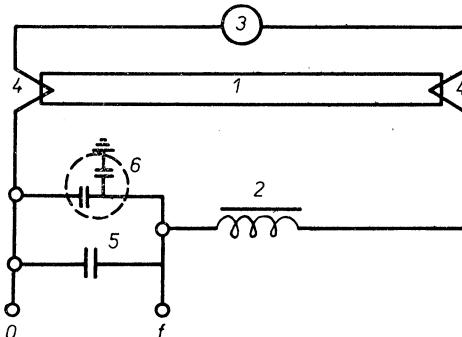
## 1. ZDROJE GERMICIDNÍHO ZÁŘENÍ

Speciálním zdrojem ultrafialového záření germicidních účinků je nízkotlaká rtuťová výbojka. Konstrukcí a tvarem se podobá zářivce, avšak trubice je zhotovena z tzv. uviolového skla, tj. skla, propouštějícího ultrafialové záření potřebných vlnových délek. Nízkotlaký rtuťový výboj vyzařuje energii převážně na vlnové délce 253,7 nm, tedy v těsné blízkosti maxima germicidních účinků ultrafialového záření (265 nm).

Od r. 1967 vyrábí Tesla Holešovice, n. p., dva typy germicidních výbojek: RNB 15 a RNB 30. Liší se od sebe rozměry a jmenovitým příkonem. Oba tyto typy jsou velmi vhodné pro použití ve vzduchotechnice, proto v tab. I uvádíme jejich technické parametry. Ekvivalentem těchto domácích zdrojů jsou zahraniční výrobky firmy Philips (TUV 15 a TUV 30), firmy Hanau, NSR (NN 15 a NN 30), firmy Mazda, Francie (TG 30 a přibližně TG 16) aj.

Germicidní výbojky mají podobné patice jako zářivky a upevňují se do stejných objímek. Rovněž schéma zapojení je stejné jako u zářivek (obr. 1). Poloha výbojky při provozu může být libovolná, pouze pro měření zářivých vlastností je předepsána poloha vodorovná.

Teplota okolí výbojky při provozu ovlivňuje její účinnost. Pro teploty 10 a 25 °C je nutno počítat s účinností o 10 % nižší, při teplotách 5 a 40 °C klesá účinnost o 20 % a při 50 °C o 30 %.



Obr. 1. Schéma elektrického zapojení germicidní výbojky (1 — germicidní výbojka, 2 — tlumivka, 3 — zapalovač (startér), 4 — elektrody výbojky, 5 — kompenzační kondenzátor, 6 — odrušovací kondenzátor).

Tab. I. Technické parametry germicidních výbojek Tesla

Germicidní výbojka	RNB 15	RNB 30
<i>Elektrické vlastnosti</i>		
Jmenovitý příkon (bez předřadníku)	15 W	30 W
Jmenovité napětí (včetně předřadníku)	220 V	220 V
Napětí výboje	50 ± 5 V	100 ± 10 V
Minimální sítové napětí pro spolehlivé zapálení výboje	100 V	200 V
Jmenovitý předřazovací proud (závisí na předřadníku)	asi 0,43 A	asi 0,52 A
Jmenovitý pracovní proud (závisí na předřadníku)	asi 0,33 A	asi 0,37 A
<i>Ostatní vlastnosti</i>		
Jmenovitá intenzita ozáření (ve vzdálenosti 100 cm kolmo od středu výbojky)	20 $\mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2}$	50 $\mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2}$
Jmenovitá doba života	2 000 h	2 000 h
<i>Rozměry</i>		
Vnější průměr trubice	25 mm	25 mm
Délka výbojky bez kolíků	437,4 mm	897,6 mm
Montážní délka včetně objímek	455 mm	915 mm
Délka kolíků	2 × 7 mm	2 × 7 mm
Rozteč kolíků	12,7 mm	12,7 mm
<i>Příslušenství</i>		
Tlumivka Elektrosvit Nové Zámky, n. p., typ	814	816
Zapalovač Tesla Holešovice, n. p., typ	99 003	99001
Kompenzační kondenzátor WK 70 912	5 $\mu\text{F}$	4 $\mu\text{F}$
Odrůšovací kondenzátor	TC 110 04 0,05 $\mu\text{F}$	
Optimální teplota okolí	15 až 25 °C	

## 2. DEZINFEKCE VZDUCHU

Germicidního účinku ultrafialového záření lze nejvýhodněji — a často jako jediného způsobu — využít při dezinfekci vzduchu. Jedná se v podstatě o dva způsoby: Dezinfekci v místnostech a dezinfekci ve vzduchovodech.

### Dezinfekce vzduchu v místnostech

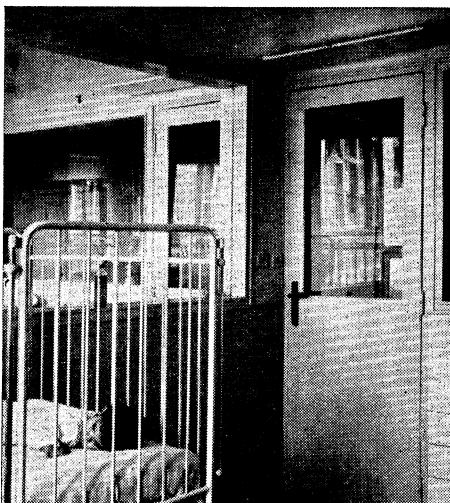
Dezinfekce vzduchu v místnostech se provádí přímým nebo nepřímým ozařováním. Přímé ozařování celého prostoru je nejúčinnější, je však možné pouze tam, kde nejsou přítomny osoby. Záření totiž ohrožuje svými erytemálními účinky lidské zdraví. Při nepřímém způsobu se ozařuje tzv. horní vzduch, nacházející se v prostoru ve výšce nad hlavou lidí, prakticky ve výšce nad 2 metry nad podlahou, kde se umisťují nepřímé zářiče (*obr. 2*). V důsledku přirozené cirkulace vzduchu přichází při tomto způsobu do ozářené oblasti postupně veškerý vzduch. Podle *Hollaendra* (1955) dosahuje tato cirkulace v pokojové teplotě rychlosti 1,5 až 3 m/min. Podle téhož autora

intenzita ozáření  $5 \mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2}$  odpovídá jedné výměně vzduchu za minutu v celé kubatuře místnosti. V horní části prostoru lze prakticky užít intenzit 25 až  $50 \mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2}$  při expoziční době 1 až 5 minut. Přirozené proudění vzduchu působí při tomto ozáření tak účinně, jako stonásobná úplná výměna vzduchu větráním. Při vnikání dalších mikrobů se vytvoří rovnováha na hladině 2 až 10 %, zatím co při výměně vzduchu větráním nelze dosáhnout bez pocitu průvanu více než 25 až 30 výměn za hodinu.

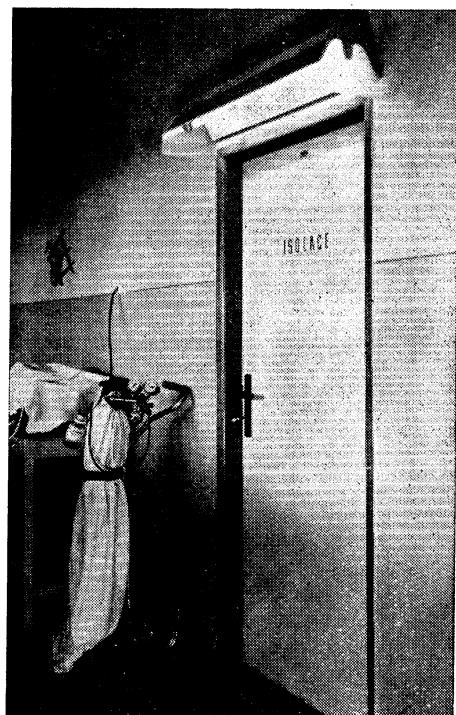
Mikroby jsou z části na částečkách prachu, takže každé zvíření prachu zvyšuje koncentraci mikrobů ve vzduchu. Proto se v prostorách s vysokými nároky na sterilitu doplňuje ozařování horního vzduchu ještě nepřímým ozářením podlahy.

Na pracovištích s vysokými nároky na sterilitu nestačí nepřímé ozařování, proto se doplňuje přídavným přímým ozářením místního charakteru. Provádí se závesným nebo nástěnným zářičem nízko nad pracovní plochou. Osoby si chrání oči, obličej a ruce před erytemálními účinky. Mezi zářičem a pracovní rovinou musí být zachována vzdálenost 50 až 200 cm z manipulčních důvodů.

Pro dosažení optimální sterility je nutno v budově vytvořit několik pásem, v nichž stupeň sterility postupně stoupá. Obvykle 1. a 2. vnější pásmo působí jako filtr pro 3. pásmo s nejvyšší sterilitou. V tomto pásmu se během pracovní doby užívá trvalého nepřímého ozáření a v přestávkách přímého ozáření. Spoje jednotlivých pásem jsou opatřeny přepážkou vytvořenou 20 až 30 cm širokým pruhem záření s vysokou intenzitou (obr. 3).



Obr. 2. Dezinfekce vzduchu pomocí nepřímého ozářování (Foto archiv Tesla Holešovice, n. p.).



Obr. 3. Vytvoření izolační přepážky přímým ozářováním nedle dveří (foto archiv Tesla Holešovice, n. p.).

## Dezinfece vzduchu ve vzduchovodech

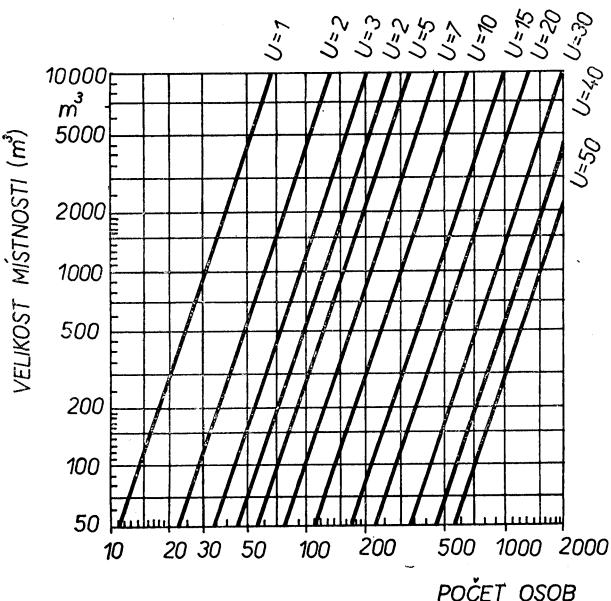
Při klimatizaci je výhodné dezinfikovat vzduch přímo ve vzduchovodu. Expoziční doby podle rychlosti proudění vzduchu jsou 0,12 až 0,5 s. Intenzity ozáření mohou podle uspořádání ozařovacího systému dosahovat hodnot  $10^4$  až  $2,5 \cdot 10^4 \mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2}$ . Je nutno dosáhnout dávky ozáření alespoň  $15 \mu\text{W} \cdot \text{min} \cdot \text{cm}^{-2}$ , která stačí na běžné druhy mikroorganismů v ovzduší. U plísní a hub je nutno volit dávky ozáření asi 10krát vyšší.

Germicidní výbojky se umisťují do přívodní větve vzduchovodu buď rovnoběžně s osou nebo kolmo k ose potrubí. U vedení velkých průřezů s koaxiálně umístěnou germicidní výbojkou je při určité průměrné intenzitě ozáření značný rozdíl v ozáření na povrchu a uvnitř prozářené zóny. Proto se zajistuje čerpení vzduchu pomocí přepážek nebo se rozloží několik trubic rovnoběžně mimo osu vzduchovodu.

Účinnost celého systému je do značné míry závislá na odraznosti vnitřních stěn vzduchovodu. Optimálním materiálem je hliník čistoty 99,99 %, jímž se např. ve formě fólie polepují vnitřní stěny vzduchovodů v místě, kde působí ultrafialové záření.

## 3. POKYNY PRO KONSTRUKCI DEZINFEKČNÍCH SYSTÉMŮ

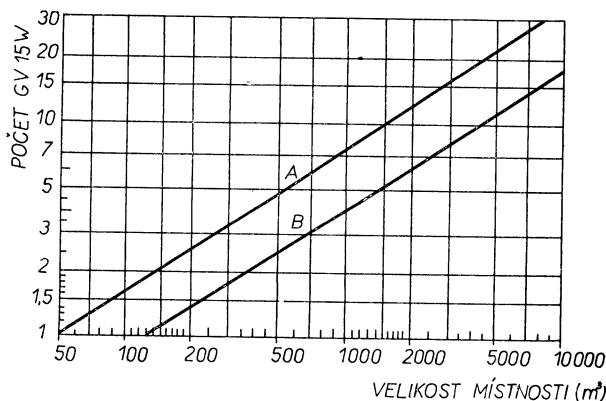
Při použití přímého způsobu ozařování je nutno pro stanovení intenzity ozáření na pracovní rovině znát závislost mezi touto intenzitou a vzdáleností pracovní roviny od osy germicidní výbojky. Je-li tato vzdálenost menší než asi 1/3 účinné délky výbojky, platí mezi intenzitou ozáření a vzdáleností nepřímá úměrnost. Při vzdálenosti



Obr. 4. Diagram k určení počtu germicidních výbojek pro místnosti s větší koncentrací osob podle katalogu firmy Hanau ( $U$  — počet germicidních výbojek 15 W, dosažená sterilita 90 %.)

nosti větší než dvojnásobek délky trubice je tato závislost kvadratická. V intervalu mezi těmito hranicemi přechází závislost spojité podle exponenciální v kvadratickou.

Pro nepřímý způsob ozařování je nutno použít reflektorů se speciální směrovou charakteristikou tak, aby maximální množství zářivé energie bylo vyzařováno v horizontální rovině. Směrem ke stropu má směrovat jen nepatrný zářivý tok, aby odrazem od stropu nedocházelo k nepřiměřenému ozáření zejména obličeje pracujících osob. Zároveň krátká dráha paprsků směrujících ke stropu snižuje podstatně účinnost systému.



Obr. 5. Diagram k určení počtu germicidních výbojek pro místnosti různé kubatury s malou koncentrací podle katalogu firmy Hanau (A — dosažená sterilita 99 %, B — dosažená sterilita 90 %).

Podle katalogu firmy Hanau uvádíme v obr. 4 podklady vhodné pro stanovení potřebného počtu germicidních výbojek 15 W v místnostech s požadavkem 90 % sterility v závislosti na kubatuře místnosti a počtu soustředěných osob. Jedná se o prostory s větší koncentrací lidí, jako jsou učebny, čekárny, sály kin, divadel, ale také železniční vagóny apod. Diagram platí pro nepřímé ozařování za předpokladu velmi dobré účinnosti systému, jakou má zařízení Sterisol firmy Hanau. Při použití 30 W výbojek se jejich počet snižuje přibližně na polovinu.

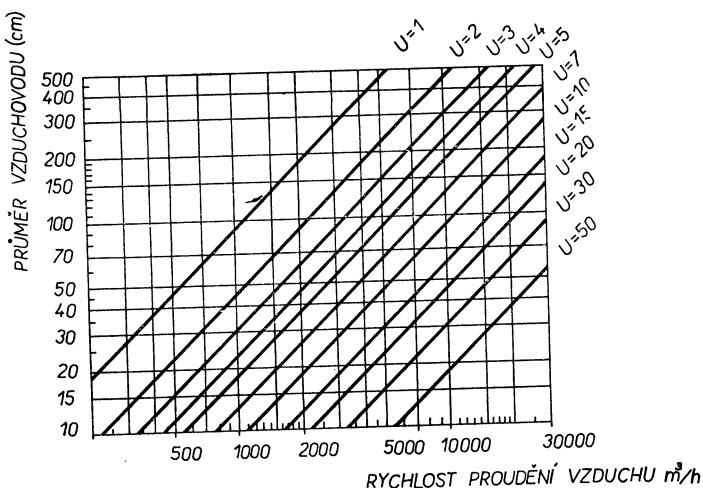
Diagram (obr. 4) platí pro výšku místnosti alespoň 4,5 m. Je-li výška místnosti menší, je nutno zvýšit počet zdrojů podle této tabulky:

Výška místnosti [m]	4,0	3,5	3,0	2,5
Přirážka [%]	10	20	43	150

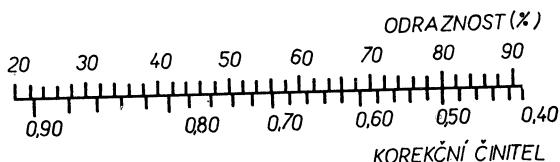
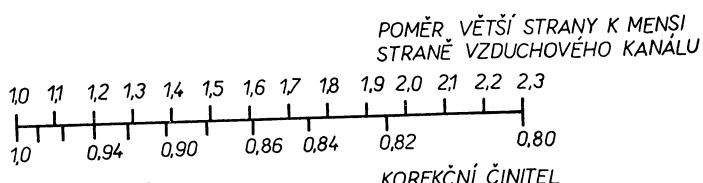
V místnostech, kde počet osob vzhledem ke kubatuře nehraje hlavní roli, se určuje počet výbojek podle kubatury a podle nároků na sterilitu, a to podle diagramu na obr. 5. Průměrka A platí při požadavku sterility 99 %, tj. 200 výměn vzduchu

za 1 hodinu, křivka *B* při požadavku sterility 90 %, tj. 100 výměn za 1 hodinu. Při použití germicidních výbojek 30 W se jejich počet sníží na polovinu. Ostatní podmínky platnosti tohoto diagramu jsou stejné jako v předchozím případě.

Dezinfece vzduchu ve vzduchovodech závisí na ploše a tvaru průřezu, na délce



Obr. 6. Diagram k určení počtu germicidních výbojek v přímkovém vzduchovodu kruhového nebo čtvercového průřezu podle katalogu firmy Hanau ( $U$  — počet germicidních výbojek 30 W, dosažená sterilita 99 %).



Obr. 7. Korekční činitelé k obr. 6 pro vzduchovody obdélníkového průřezu (horní stupnice) a pro vzduchovody s různou odrazností vnitřní stěny (dolní stupnice).

ozářené části vzduchovodu, na odrazenosti stěn pro ultrafialové záření vlnové délky 253,7 nm a na rychlosti průtoku vzduchu.

Podle údajů firmy Hanau lze určit potřebný počet germicidních výbojek v přímkovém vzduchovodu podle diagramu z obr. 6. Údaje tohoto diagramu platí pro kruhový nebo čtvercový průřez a pro 99 % sterilitu. Při požadavku sterility 99,9 % je nutno počet germicidních výbojek zdvojnásobit, pro sterilitu 90 % se jejich počet dělí dvěma.

Pro obdélníkový průřez hledáme podle rozměru kratší strany korekčního násobitele v diagramu na obr. 7 na horní stupni. Na dolní stupni téhož diagramu jsou uvedeny korekční činitele pro různé odrazenosti vnitřních stěn vzduchovodu, kde působí germicidní záření.

Klimatizační systém pro přívod vnějšího vzduchu nebo cirkulaci vzduchu je nutno v každém případě při pobytu osob v prostoru doplnit systémem nepřímého ozařování, který by odstranil mikroby zavlečené dýcháním, kašláním, prášením z oděvů apod.

#### 4. Závěr

Úspěšné použití germicidních výbojek pro dezinfekci vzduchu, popřípadě dosažení sterilního prostředí, závisí na mnoha okolnostech, které nemohly být v této stručné informaci vzaty v úvahu. Jedná se zejména o rozličnou citlivost různých druhů mikroorganismů i individuální citlivost mikrobiálních kmenů na germicidní účinky záření, významnou roli hraje mikroklima, zejména vlhkost, prašnost a teplota. O účinnosti systémů rozhoduje odrazenost stěn a stropů v prostoru, způsob uspořádání a rozmístění zářičů, křivky prostorového rozložení zářivého toku zářidel atd. Z těchto důvodů je nutno hledat podrobnější informace v literatuře a v prospektech zahradníčených firem. Tesla Holešovice, n. p., jako výrobce germicidních výbojek v ČSSR, poskytuje poradenské služby ve středisku aplikáčního výzkumu světla a záření v Praze 7, Přístavní 14, tel. 38 14 26, a zpracovává návrhy na použití germicidních výbojek ve všech aplikáčních oblastech.

#### LITERATURA

- [1] Hollaender A.: Radiation biology Vol. II. 1955, N. Y. MC Graw Hill Book Co. National Research Council.

#### ● Pásové sušárny

(Chemical Processing č. 10, 1967)

V přehledném článku jsou popsány konstrukce pásových teplovzdušných a spalino-vých sušáren a sušáren s infraohřevem. Autor, R. E. Gardner uvádí, že největší výhodou pásových sušáren je možnost pásmového

ohřevu, popřípadě udržení stejné teploty podle celé dráhy postupu materiálu komorou. Kombinací uvedených způsobů ohřevu lze se přiblížit k libovolné předepsanému teplotnímu rádu. Pásové sušárny jsou použitelné i pro vysoušení různých bahnitých a těstovitých materiálů, potravinářských produktů apod.

(Tm)

## ● Výpočty tepelného režimu tuhých těles

(A. I. Pechovič, V. M. Židkikh: „Rasčety teplovogo režima tverdyh tel“ — Energia, Leningradskoe otdelenie, 1968, 304 str., 5 tab., 8 příloh, 40 literárních odkazů.)

V knize jsou uvedeny výpočtové grafy k vyčíslení teploty, střední teploty a teplotního gradientu v desce, válci, kouli, polonekonečném a nekonečném tělese.

Její obsah je rozdělen do dvou částí. V první části se uvádí postup při řešení úloh, a to ve třech kapitolách.

V první kapitole se vysvětluje, cím začít při řešení úloh, popisuje se postup při volbě podmínek jednoznačnosti řešení diferenciální rovnice vedení tepla, uvádí se třídění tepelných režimů a pokyny pro používání výpočtových grafů.

Ve druhé kapitole je obsažen výklad principu superpozice, jakožto metody řešení složitých úloh. Autoři rozlišují „elementární superpozici“ a „složitou superpozici“. Vyjmenovávají případy, kdy je možno kterou použít. dále formulují základní pravidlo pro řešení úloh metodou superpozice a princip superpozice při symetrickém rozložení zdrojů tepla.

Ve třetí kapitole se uvádí vazba mezi jednoduchými a složitými úlohami, vztah mezi řešením, platnými pro polonekonečné těleso, provádí se rozbor složitých počátečních a mezních podmínek, popisují se parametry, ovlivňující tepelné veličiny, druhy rozložení zdrojů tepla uvnitř tělesa, probírá se případ, kdy je na povrchu tělesa vrstva kapaliny a kdy je těleso omezeno vzájemně kolmými a rovnoběžnými plochami. Třetí kapitola je ukončena řadou příkladů řešení složitých úloh metodou superpozice s použitím výpočtových grafů.

Druhá část obsahuje vlastní jádro publikace — výpočtové grafy, a to pro 59 případů. Zdánlivě to není mnoho, avšak v důsledku použití vyložené metody superpozice, at už elementární nebo složité, se uvedený počet případů podstatně rozšiřuje.

V závěru publikace jsou přílohy, z nichž první obsahuje analytické vztahy, na základě kterých jsou vypracovány výpočtové grafy; v dalších jsou pak veličiny potřebné pro analytický způsob výpočtu.

Rádu uváděných výpočtových grafů známe, dnes již možno říci z klasických publikací o vedení tepla od autorů: Gröber-Erk (poslední vydání doplněné Grigullim), Carslaw-Jaeger, Mac Adams, Michejev, Lykov aj.

Autoři publikace rozsah výpočtových grafů podstatně rozšířili a zejména v důsledku použití metody superpozice je možno řešit poměrně široký okruh úloh spojených s vý-

počtem teploty v tělesech v neustáleném teplotním stavu.

V publikaci jsou uvedeny jen nejnutnější základní teoretické poznatky z teorie vedení tepla — pouze tolik, aby i ne příliš sběhlý čtenář v teorii vedení tepla mohl bezpečně pracovat s veličinami, vyskytujícími se v jednotlivých grafech.

Knihu lze doporučit jako vhodnou pomůcku všem, v soulaze s autory, kdož potřebují:

1. rychle stanovit teplotu, střední teplotu, teplotní gradient v tuhých tělesech různé geometrické formy a pro různorodé okrajové podmínky;
2. řešit obrácené úlohy, např. na základě teplotního režimu v tělese stanovovat jeho tepelné veličiny;
3. nalézt analytické řešení úlohy a dále provést nutné číselné výpočty;
4. provést analýzu různých stránek tepelného procesu, např. nalezení rychlosti a hloubku proniknutí tepelné vlny.

Řehánek

## ● Automatizace řízení provozu bubnové sušárny

(Patent USA č. 3 279 088)

V sušárně podle tohoto patentu se reguluje teplota sušicího prostředí na vstupu do sušárny v závislosti na teplotě ve výstupním průřezu, odpovídající úplnému vysoušení náplně bubnu, popřípadě vysušení na požadovanou vlhkost při kolísajícím podávání materiálu do bubnu.

(Tm)

## ● Komorová sušárna keramických materiálů

(Franc. patent 1 477 653)

Autor navrhuje komorovou sušárnu, v níž se mění teplota, vlhkost a množství sušicího vzduchu automaticky v závislosti na parametrech optimální křivky sušení jednotlivých výrobků.

(Tm)

## ● Bubnová sušárna

(Jap. patent č. 17 275)

Podél osy bubnové sušárny je umístěn Venturiho skruber. Spaliny, odcházející z bubnu, jsou vedeny do skrubera, kde se ochlazují rozprašovanou vodou. Zároveň se koagulují částice unášeného prachu a odcházejí z skrubera jako čerpací kal. Kal se zahušťuje a dopravuje čerpadlem do trysek, které jej rozprašují do vstupního průřezu spalin do bubnu.

(Tm)

# ODPRAŠOVACÍ ZAŘÍZENÍ ROTAČNÍ PECE Č. 5 V KRÁLOVODVORSKÝCH CEMENTÁRNÁCH

JAN IVIČIČ, ZBYNĚK VACÁTKO

ZVVZ, Milevsko

Článek popisuje nově vyvinuté odlučovací zařízení pro rotační pec s výměníkem při suchém způsobu výroby slínku. Zařízení sestává z mechanického odlučovače, stabilizátora a elektroodlučovače. Zařízení bylo vyzkoušeno v provozu u pece o výkonu 400 t slínku za 24 hodin. Zjištěné odlučivosti a úlety při dvou různých vstupních teplotách do stabilizátoru jsou uvedeny v diagramech.

*Recenzoval: Doc. Ing. Dr. L. Oppl, CSc.*

## 1. ÚVOD

Dříve u nás i v dalších státech, zabývajících se výrobou cementu, byl používán „mokrý způsob“ výroby cementového slínku. Z hlediska ekonomie a možností zvýšení výroby se postupně přechází na „suchý způsob“ rekonstrukcí stávajících zařízení. Toto řešení bylo realizováno i Přerovskými strojírnami v cementárně Králův Dvůr.

Z hlediska odprašování jsme se při tomto systému dostali do oblasti teplot, koncentrací a jemnosti granulometrie, na které nebylo u nás odprašovací zařízení řešeno a ověřeno.

Proto odbor technického rozvoje ministerstva těžkého strojírenství předložil na ministerstvo výstavby žádost o projednání nabídkové studie kombinovaného mechanického a elektrického odlučovače (vypracované ZVVZ Milevsko) jako odprašovacího zařízení pro kompletaci zařízení na suchý způsob výroby cementového slínku.

Komise MV za účasti zástupců MTS a ZVVZ rozhodla, že prototypové zařízení bude realizováno v závodě III KDC v prostoru dvou kotlů, které budou demontovány a tím bude n. p. ZVVZ Milevsko umožněno provozní odzkoušení tohoto prototypu. Realizaci bylo rozhodnuto neprovádět v rámci centralizované investiční výstavby rekonstrukce KDC, nýbrž samostatně včetně potřebných stavebních úprav a prací jako státní vývojový úkol MTS, bez narušení vlastní rekonstrukce a výrobního úkolu investora.

V průběhu řešení úkolu byl z rozhodnutí SKVT uvedený úkol zrušen pro nedostatek prostředků. Obnoven byl později a zároveň byl změněn na resortní úkol.

## 2. KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ

Pro umístění vývojového odprašovacího zařízení do stávající budovy bylo vypracováno několik projektových studií. Byla posuzována jejich použitelnost po stránce funkční i rozměrové, se snahou omezit pořizovací náklady na nutnou míru. V rámci

těchto studií byly zpracovány dva zásadní koncepční návrhy. Jednak řešení bez stabilizace kouřových plynů (systém obdobný dodávce firmy Humboldt v cementárně Lochkov s elektrickými odlučovači Elex), kde elektrické odlučovače pracují ve vysokých teplotách a musí být proto dimenzovány značně větší. Druhý návrh se stabilizací a ochlazením kouřových plynů, který byl realizován, je v dalším po- sepsán. Teprve v průběhu řešení, bylo zařízení postupně doplnováno tak, aby vyhovo- psalo nejen pro zkoušky, ale i pro trvalý provoz.

### 3. TECHNICKÝ POPIS

Zařízení na odlučování prachu při suchém způsobu výroby cementového slínku navržené pro 5. rotační pec o výkonu 400 t/24 hod slínku v závodě III KDC se skládá ze dvou hlavních skupin:

1. Vlastní vývojové zařízení, tj. mechanický a elektrický odlučovač se stabilizátorem a rozvodem tlakové vody.

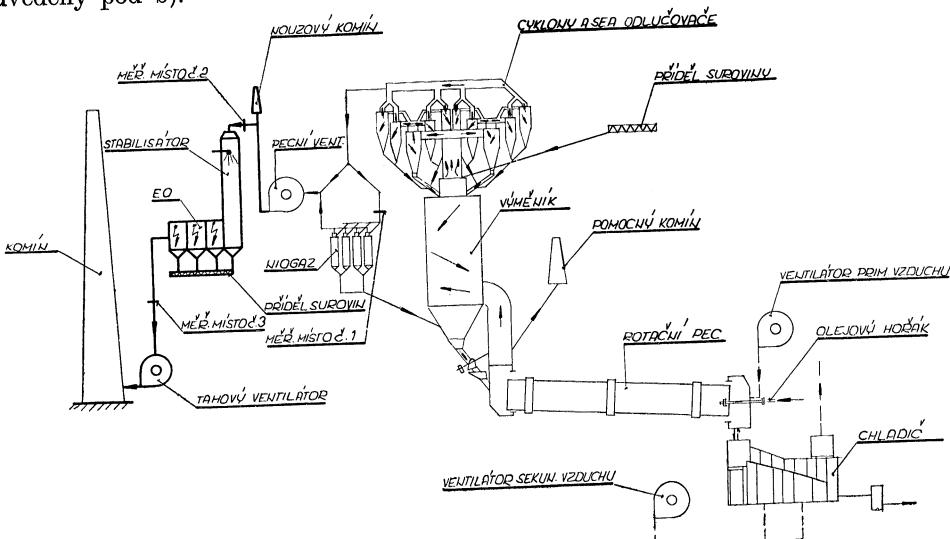
2. Zařízení, které je nutné pro provoz a pro vyzkoušení odlučovačů, tj. kouřovody, ventilátory, doprava prachu, regulační a měřící orgány, nosné konstrukce, lávky, obsluhovací plošiny atd.

Při koncepčním návrhu odlučovacího zařízení, jehož hlavní funkční částí je elektrický odlučovač se stabilizátorem, bylo nutno provést zásadní rozhodnutí, zda-li má být elektrický odlučovač umístěn v oblasti:

a) vysokého podtlaku, tj. asi 500 až 700 kp/m<sup>2</sup> tím způsobem, že by se pecní ventilátor umístil až za elektrofiltr,

b) středního podtlaku, asi 150—200 kp/m<sup>2</sup> při použití dalšího ventilátoru za elektrofiltrem a ponechání pecního ventilátoru na původním místě,

c) přetlaku — v případě, že by nebyl instalován za elektrofiltrem ventilátor, uvedený pod b).



Obr. 1. Celková dispozice včetně odprašovacího zařízení.

Řešením podle a) by se snížilo opotřebení ventilátoru, avšak bylo by nutné elektrofiltr i stabilizátor dimenzovat na vysoké namáhání podtlakem.

Řešení podle b) si vyžádá použití dvou ventilátorů, avšak má řadu výhod, jako je na příklad dosažení mírného podtlaku v elektrickém odlučovači, stabilizátoru a potrubí, možnost snadného odvádění spalin do odlučovačů nebo do atmosféry atd. Proto bylo zvoleno řešení podle b). Schéma tohoto zařízení je na obr. 1.

Řešení podle c) by si vyžádalo speciální provedení elektrofiltru, kde bylo nutno řešit chlazení izolátorů. Bylo sporné, zda-li je vůbec možné dosáhnout vzduchotěsnost elektrofiltru, stabilizátoru a potrubí. Proto bylo od provedení c) upuštěno, i když se zdánlivě jevilo jako koncepčně nejjednodušší.

## Elektrický odlučovač

Odlučovač je ocelový, jednoduchý, se třemi sekciemi. Čistěný plyn vstupuje ze stabilizátoru nejprve přes rozdělovací stěnu do skříně odlučovače, kde prochází elektrickým polem mezi oběma systémy elektrod. Zachycený prach je z elektrod oklepáván do výsypek, z nichž je odebírána transportním zařízením.

Rozdělovací stěna slouží k rovnoramennému rozdělení plynu po celém průřezu. Oklepávání rozdělovací stěny se provádí ručně. Zachycený prach na rozdělovací stěně je oklepáván do výsypky umístěné pod první sekci.

Skríň odlučovače je složena ze stěn, vstupní a výstupní přírubby, výsypek a střechy. Ve skříni jsou vestavěny odlučovací sekce, které jsou zavěšeny na nosných částech střechy. Na střeše odlučovače jsou umístěna dvířka, kryty izolátorů, rozvod s oklepávacími mechanismy a kabelové konecovky.

Vysokonapěťové elektrody jsou kruhového průřezu ( $\varnothing$  asi 2 mm), v horní části jsou zavěšeny na rámu, dole jsou zatíženy závažím; na soustavu těchto elektrod se přivádí záporný pól velmi vysokého napětí přes kabelovou koncovku. Čištění (oklepávání) elektrod je prováděno oklepáváním horního závěsného rámu mechanickými kladivy.

Usazovací elektrody jsou zhotoveny z tvarových pasů využívaných tak, aby byl oklepáváný prach chráněn před novým stržením do proudu plynu. Řady elektrod jsou uchyceny do rámu odděleně po čtyřech řadách na nosné části střechy odlučovačů. Oklepávání těchto elektrod je prováděno svislým směrem, a to tak, že jsou dvě a dvě řady elektrod od sebe vzdalovány rozdílným zařízením a po vysmeknutí se oklepávají mezi sebou. Toto řešení je unikátní a omezuje v maximální míře přenos energie při oklepávání a tím snižuje i dynamické namáhání skříně odlučovače. Potřebné energie pro oklepnutí prachu je dosaženo urychlovacími pružinami s možností nastavení předpětí. Soustava usazovacích elektrod je uzemněna a propojena s kladným polem zdroje velmi vysokého napětí.

Oklepávání obou systémů elektrod je poháněno u každé sekce převodovým elektromotorem o výkonu 0,55 kW, a to pomocí rozvodu, který je umístěn na střeše odlučovače. Pro kontrolu, údržbu a revizi jednotlivých systémů jsou na střeše umístěna dvířka a kryty s dvířky.

Každá sekce odlučovače je napájena samostatným rotačním usměrňovačem typu 1FRU-70 — jednofázový rotační usměrňovač 70 kV — 300 mA, výrobce ČKD Praha. Pro celý elektrický odlučovač jsou použity 3 ks rotačního usměrňovače a 1 ks je rezervní.

## Charakteristická data elektrického odlučovače

Celková šířka (bez plošin)	5 705 mm
Celková délka	12 500 mm
Celková výška	13 700 mm
Počet sekcí	3
Počet komor v jedné sekci	23
Aktivní sběrací plocha jedné sekce	869,4 m <sup>2</sup>
Aktivní délka vn drátů v jedné sekci	2 484 m
Počet drátů v jedné sekci	414 ks
Rozteč elektrod	225 ± 1 mm
Hrubý průtočný průřez	31,05 m <sup>2</sup>
Přibližně celková váha	108 100 kg

## Stabilizátor

Stabilizátor funkce elektrického odlučovače podle v. č. -30328-165 je zařízení, ve kterém se plyn s prachem upravuje tak, aby byl vhodný pro odlučování v elektrických odlučovačích. Tato úprava se provádí vstřikováním vody. Vstřikovaná voda, u které je podmínka, aby se zcela odpařila, způsobí zvětšení vlhkosti upravovaného plynu, jeho ochlazení, snížení zdánlivého elektrického odporu prachu a tím i zlepšení jeho vodivosti. Stabilizátor je v podstatě potrubí (komín) o průměru 4 000 mm a výšce 21 000 mm. Svojí spodní částí spočívá na skříni elektrického odlučovače. Ve skříni elektrického odlučovače pod stabilizátorem jsou rozmištěny rozdělovací plechy, které slouží k zajištění rovnoměrnosti rozložení proudu čištěného plynu a prachu; zároveň spolu s rozdělovací stěnou elektrického odlučovače působí jako odlučovač prachu. Spodní část skříně je opatřena výsypkou ke shromažďování a svedení zachyceného prachu.

Vlastní úprava plynů a prachu zvlhčováním byla řešena samostatným vývojovým úkolem.

V horní části stabilizátoru je systém trysek, kterým se rozprašuje přiváděná voda. Voda se rozprašuje při tlaku 20 kp/cm<sup>2</sup>. Rozvod tlakové vody a trysky jsou uzpůsobeny tak, aby bylo možno vstřikovat různá množství vody podle okamžité potřeby a pokud možno co nejrovnoměrněji v celém kruhovém průřezu stabilizátoru.

## 4. VSTUPNÍ PARAMETRY

Konečné parametry, předané pro vývoj odprašovacího zařízení v lednu 1965:

výkon pecní linky	400 t slínsku za 24 h
průtočný objem spalin na výstupu z výměníku	36 740 m <sup>3</sup> /h
při teplotě 0 °C a tlaku 760 torr	
teplota spalin za výměníky	340 °C
tlaková ztráta výměníku	450 kp/m <sup>2</sup>
tlaková ztráta rotační pece včetně výměníků	530 kp/m <sup>2</sup>
obsah prachu ve spalinách	120 g/Nm <sup>3</sup>
měrná hmotnost prachu	2,7 kg/dm <sup>3</sup>

Granulometrické složení prachu vztažené na měrnou hmotnost prachu 1 g/cm<sup>3</sup>:

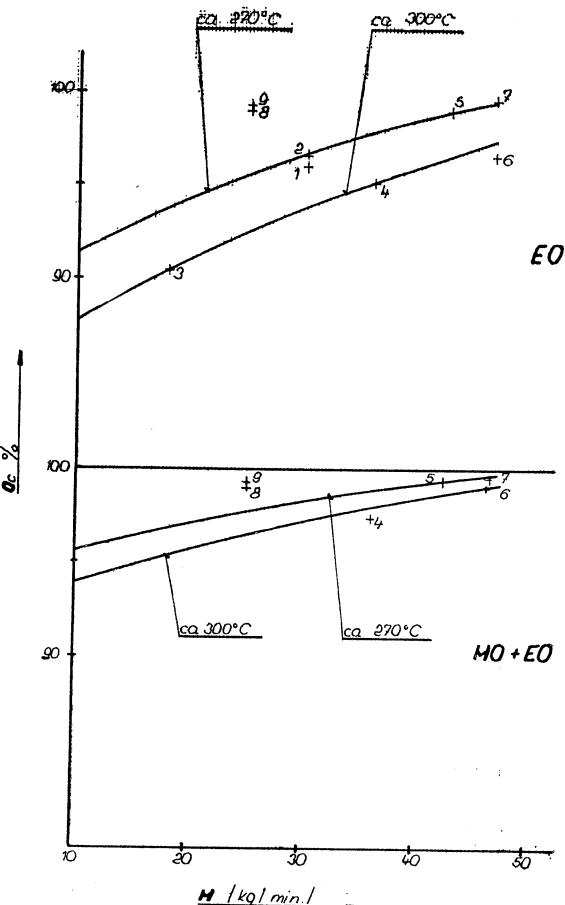
Velikost částice v mikrometrech	1	2	3	4	5	8	10	15	20	30
Zbytek v %	96	82	68	57	50	33	26	14	7	3

přípustný maximální úlet prachu z komína  
tomu odpovídající celková odlučivost MO+EO      70 kg/h  
98,25 %.

## 5. ZKOUSKY A MĚŘENÍ

Kromě individuálních zkoušek vývojového charakteru za účelem ověřování samostatných elementů zařízení, jež probíhaly průběžně v době řešení úkolu, byla provedena měření odlučovacího zařízení, jejichž účelem bylo prokázat jak funkci celého zařízení, tak i stanovit závislost odprašovacího zařízení na celkové funkci technologického celku. Zvláště pak byl sledován vliv vlhčení plynů v předřazeném stabilizátoru na funkci elektrického odlučovače. Rovněž bylo provedeno měření ověřující funkci předřazeného mechanického odlučovače. Toto měření bylo provedeno za spoluúčasti měřící skupiny CEVA Radotín.

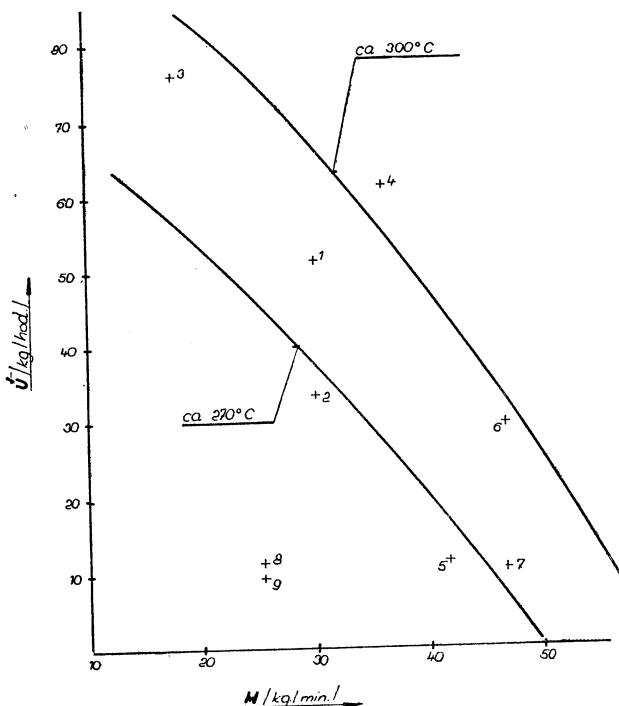
Celé měření odprašovacího zařízení — volba a počet měřících míst, způsob odsávání a zachycování prachu a vyhodnocení měřených hodnot bylo provedeno podle předpisů, daných normou pro měření odprašovacích zařízení — ČSN 12 4010. V průběhu měření byla prováděna chemická analýza čistěných plynů. Plyn byl vždy odebrán z míst měření podtlaku v kanálech. Při měření byl samozřejmě sledován chod celého technologického celku i



Obr. 2. Diagram celkové odlučivosti v závislosti na množství vstřikované vody při proudech 250 mA.

chod usměrňovací stanice a stabilizátoru. Výsledky měření jsou přehledně zpracovány a uvedeny ve vývojové zprávě „Odprašovací zařízení pro suchý způsob výroby cementového slínku“ z října roku 1967.

Všechna měření byla prováděna při srovnatelně velkém výkonu rotační pece, při čemž teploty před stabilizátorem se pohybovaly v mezích od  $270^{\circ}\text{C}$  do  $300^{\circ}\text{C}$ . Z charakteristik zařízení na diagramech obr. 2 a obr. 3 je patrná závislost odlučivosti a úletu do ovzduší na množství vstřikované vody.



Obr. 3. Diagram závislosti úletu na množství vstřikované vody.

Úprava plynů a prachu je velice ovlivněna rozložením rychlostního profilu a profilu koncentrací v průřezu stabilizátoru. Při různých množstvích vstřikované vody byly ve funkci různé okruhy a různé trysky s různým umístěním v průřezu stabilizátoru. Vzájemná vazba volby provozu jednotlivých okruhů a trysek s rozložením rychlostního profilu a koncentrace umožňuje efektivní odpaření a využití přiváděné vody. Poznatky získané tímto způsobem budou uplatněny při úpravě vstupního kouřovodu a rozmístění trysek při výstavbě odprašovacího zařízení a stabilizátoru pro další pece.

## 6. ZÁVĚR

Při závěrečném hodnocení vývojového úkolu bylo konstatováno, že vyvinuté odlučovací zařízení je vhodným řešením pro odlučování prachu unikajícího z výměníku při suchém způsobu výroby cementového slínku.

Na základě dosažených výsledků bylo dále konstatováno, že základní parametry uvedené v zadání úkolu byly splněny. Jak dokázala měření (provedená za účasti CEVA Radotín, ČKD-PS a zástupců KDC) úlet byl podstatně nižší než bylo požadováno.

Podklady získané při řešení úkolu a výsledky zkoušek a měření jsou cenným studijním materiálem při projektování odprašovacích zařízení pro suchý způsob výroby cementového slínku.

Závěrem lze říci, že získané výsledky a zkušenosti je nutno považovat za první stádium řešení celé problematiky odlučování prachu v cementářství. Je nutné se i nadále věnovat zlepšení zařízení a ověření okrajových hodnot a provozní spolehlivosti.

### **DUST COLLECTING SYSTEM OF ROTARY KILN NUMBER 5 IN THE CEMENT WORKS AT KRÁLŮV DVŮR**

*Jan Ivičič—Zbyněk Vacátko*

The paper describes a newly developed separating device for the rotary kiln with an exchanger for a dry method of clinker production. This device consists of a mechanical separator, a stabilizer and an electroseparator. The collecting system was tested during production at a kiln with capacity of 400 t of clinker during 24 hours. The ascertained separating abilities and the flue dust at two different entering temperatures into the stabilizer are mentioned in diagrams.

### **INSTALLATION DE DÉPOUSSIÉRAGE DU FOUR ROTATIF NUMÉRO 5 DANS LES USINES À CIMENT À KRÁLŮV DVŮR**

*Jan Ivičič—Zbyněk Vacátko*

L'article décrit une installation de séparation, récemment développée pour le four rotatif avec un échangeur pendant la fabrication du ciment en clinker à un procédé par voie sèche. Cette installation consiste d'un séparateur mécanique, d'un stabilisateur et d'un électroséparateur. L'installation a été examinée en marche, auprès du four ayant un rendement de 400 t de ciment en clinker, au cours de 24 heures. Les séparabilités constatées et les poussières volantes à deux températures d'entrée dans le stabilisateur sont indiquées dans les diagrammes.

### **ENTSTAUBUNGSEINRICHTUNG DES DREHOFENS NUMMER 5 IN DEN ZEMENTWERKEN IN KRÁLŮV DVŮR**

*Jan Ivičič—Zbyněk Vacátko*

Der vorgelegte Artikel beschreibt die neu entwickelte Abscheidungsvorrichtung für den Drehofen mit Austauscher bei Gewinnung des Klinkers auf trockenem Wege. Die Vorrichtung besteht aus einem mechanischen Abscheider, einem Stabilisator und einem Elektroabscheider. Die Vorrichtung wurde im Betrieb, am Ofen mit Leistung von 400 t Klinkers, während 24 Stunden, überprüft. Die festgestellten Abscheidungsfähigkeiten und die Flugstaube, bei zwei verschiedenen Eintrittstemperaturen in den Stabilisator, sind in Diagrammen angeführt.

## ● Způsob stanovení čistoty vzduchu v budovách v Japonsku

Z pověření japonského ministerstva zdravotnictví bylo experimentálně zkoumáno působení filtrů vzduchu na stupeň čistoty vzduchu v klimatizované budově. Současně byly měřeny časové změny koncentrace polétavých látek uvnitř i mimo budovy, jakož i frakční složení částic, a spolu srovnávány. Při filtraci vzduchu se snížila koncentrace polétavých látek uvnitř budovy na 1/4 vnější hodnoty. Přitom však bylo zjištěno, že filtry mohou být zachycovány pouze hrubší částice, větší než 1 mikrometr.

Dále byl uvnitř a vně budovy měřen spad prachu a jeho granulometrické složení. Množství spadlého prachu bylo nezávislé na tom, zda filtr byl v provozu nebo ne; uvnitř budovy bylo podmíněno pouze zvřením prachu. Velikost jeho zrn byla větší než u polétavých látek. Uvnitř budovy byla naměřena velikost částic až 80 mikrometrů, vně budovy až 200 mikrometrů. Pro vyšší pádovou rychlosť byl spad na vstupu čistěného plynu do místnosti nejvyšší. Spad vyjádřený v poměru celkového průmětu částic na 1 m<sup>2</sup> v místnosti byl průměrně 32,5 · 10<sup>-4</sup> cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.

Na podkladě výsledků měření koncentrací polétavých látek vně i uvnitř budovy, množství proteklého čistého i znečištěného vzduchu, jakož i odlučivosti použitych vzduchových filtrů, mohlo být odhadnuto množství zvřeného prachu v místnosti. Bylo úměrné počtu osob, nacházejících se v místnosti, a vyhovovalo empirické rovnici:

$$M = (2,3 + 16,6n) \cdot 10^{-3} \text{ mg/m}^3$$

kde  $n$  je počet osob v místnosti.

Podle J. Japan Air Cleaning Assoc. 5/67

(Je)

## ● Nový zákon USA o ochraně ovzduší

Nový zákon o ochraně ovzduší, který před nedávnem byl uveden v život v USA, se týká především zmocnění úřadů pro čistotu ovzduší k ukládání plánovaných přírůšek, rozšíření výzkumu paliv a motorových vozidel, zřizování vnitrostátních pracovních výborů, zmocnění pro vydávání norem imise aj. Zabránění znečištěním vzduchu, jakož i kontrola ovzduší, jsou úkolem státních a místních úřadů.

Finanční pomoc a nejvyšší vedení jsou významné při vývoji a při koordinaci federálních, státních regionálních a místních programů pro zachování čistoty vzduchu.

Zákon má chránit kvalitu vzduchu a podporovat výzkumné a vývojové práce k jejímu zlepšení.

K provádění zákona ve všech stupních se předpokládá vynaložit v r. 1968 35 mil. dolarů a v r. 1969 90 mil. dolarů. Další prostředky ve výši 75 mil. dolarů (1968), 95 mil. dolarů (1969) a 134 mil. dolarů (1970) jsou k dispozici pro vypracování kritérií a norem emise a potíráni znečištěním ovzduší pro dosažení lepší kvality vzduchu.

(Je)

## ● Vytápění plynem a čistota ovzduší

Při spalování plynu z městského nebo dálkové sítě a zemního plynu vzniká na základě provedeného částečného odsíření ve srovnání s tekutými palivy emise SO<sub>2</sub> podřádného významu. Tomuto stavu můžeme děkovat za to, že otopená zařízení, vytápěná plynem, nepodléhají zákonům a předpisům pro ochranu před emisí, platným pro topení s pevnými a kapalnými palivy.

V článku W. Hansche v časopise Gas u. Wasserfach (23/67) jsou dále probrány problémové stavby komínů i ve vztahu k pevným a kapalným palivům. Komín má za úkol spaliny odvádět a přitom pomocí difuse a turbulence je tak zředit, že při jejich styku s povrchem země nemůže dojít k žádným škodám. Požadovaná výška komínu je dána nejen obsahem škodlivin ve spalinách (v podstatě SO<sub>2</sub>), nýbrž též meteorologickými podmínkami, množstvím a teplotou spalin, jakož i jejich výstupní rychlostí. Jestliže jsou zmíněné parametry konstantní, závisí nutná výška komínu na množství SO<sub>2</sub> lineárně.

Též domovní komínky musí mít určitou výšku nad budovou, aby spaliny nebyly vtaženy do podtlakového pásma ležícího v závětrí budovy. Výzkum ukázal, že výška komínu by měla být 1,7 až 2,5 × výšky budovy, což lze sotva připustit z architektonického hlediska. Proto se zkouší tzv. deflektory, které se umísťují na konec komínů, přičemž spaliny mohou volně proudit vzhůru; zabránění se jejich svedení dolů. Další možnosti k zabránění spadu spalin se doporučuje zvýšení jejich výstupní rychlosti, která je při vytápění normálně okolo 3 m/s a u tepláren do 15 m/s, na 40 m/s s použitím ventilátoru.

U zvlášť vysokomolekulárních topných plynů vznikají mimoto při špatných podmínkách spalování nebo při najízdění ze studeného stavu nespálené uhlovodíky a saze. Přitom může vzniknout až 150 různých vazeb uhlovodíků v nepatrné koncentraci, které obtěžují minimálně okolí svým pachem.

(Je)

# METODA STANOVENÍ DRUHU VAZBY VLHKOSTI SE SKELETEM VLHKÉHO MATERIÁLU

ING. VÁCLAV TŮMA, CSc.

*Státní výzkumný ústav pro stavbu strojů, Běchovice*

V článku je popisováno zařízení, vyvinuté pro stanovení tzv. termogramu sušení. Termogram je záznam průběhu rozdílu teplot vysoušeného vzorku a vzduchu na čase. Podle jeho průběhu lze určit druh vazby vlhkosti ve hmotě a navrhnut optimální způsob sušení.

*Recenzoval: Doc. Ing. J. Chyšký, CSc.*

## 1. Úvod

Sušení kapilárně porézních, koloidních materiálů, je složitým tepelným a fyzikálně chemickým procesem, jehož zákonitosti jsou určeny především vazbou vlhkosti se skeletem vlhkého materiálu. Schéma typů vazby vlhkosti navrhl Rebinder [1]; teprve v poslední době byly však vypracovány metody experimentálního stanovení jednotlivých vazebních forem vlhkosti ve vzorcích. Jednou z těchto metod je metoda termogramu sušení, použitá poprvé Kazanským [2]. V suárenské laboratoři SVÚSS byla pro tuto metodu vybudována automatická aparatura.

## 2. Princip metody

Metoda je založena na poznatku, že uvolnění vazby vlhkosti se skeletem materiálu je možné pouze po dodání energie, rovnající se energii právě uvolňované vazby. Porušení vazby vlhkosti je tak endotermickou reakcí, která se musí projevit změnou střední teploty vzorku, umístěného např. v prostředí o konstantní teplotě. Závislost rozdílu střední teploty vzorku a teploty okolí na čase nazval Kazanský termogramem sušení.

Termogram sušení má na svém průběhu několik singulárních bodů, které indikují postupně přechod mezi jednotlivými porušovanými vazbami vlhkosti [3]. Registruje-li se při pokusu zároveň časový úbytek hmotnosti vzorku, lze na jeho průběhu singulární body termogramu promítнуть. Transformací časového úbytku hmotnosti na křivku sušení odpovídají promítnutým singulárním bodům mezné měrné vlhkosti, příslušné danému typu vazby.

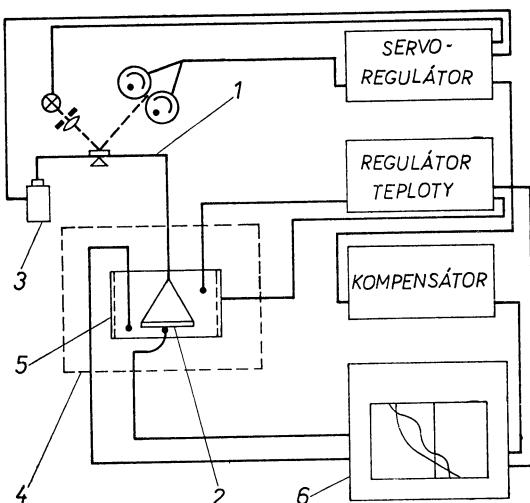
Principem určování vazby vlhkosti ve hmotě pomocí termogramu sušení je tak současný zápis časového rozdílu střední teploty vzorku a teploty okolí a úbytku hmotnosti vzorku, vysoušeného v normativních konstantních parametrech.

## 3. Aparatura

Pro stanovení termogramů byla navržena automatická registrační aparatura [4], kterou tvoří tyto celky:

1. Analytická váha s fotoelektrickým přenosem.
2. Termostat.
3. Systém regulace parametrů prostředí v termostatu.
4. Kyveta.
5. Systém registrace teploty v kyvete.
6. Servomechanický zapisovač.

Schéma aparatury je uvedeno na obr. 1. Hlavní částí aparatury je analytická váha, na jejímž jednom rameni je zavěšena kyveta se vzorkem. Změna hmotnosti vzorku je kompenzována silou jádra, vtahovaného do solenoidu. Proud solenoidu je řízen proporcionalním servoregulátorem, jehož vstupní signál je odvozen ze změny osvětlení dvou fotonek. Na fotonky dopadá světelný paprsek, odrážený od zrcátka nad hlavním břitem vahadla. Úprava analytických vah Meopta Al je patrná z obr. 2.



Obr. 1. Schéma aparatury (1 — analytické váhy s fotoelektrickým přenosem, 2 — kyveta, 3 — solenoid, 4 — teplovzdušný termostat, 5 — ochranná nádoba, 6 — servomechanický zapisovač).

článek, vyvedený bezmomentovým závěsem na nosící ochranné nádoby a zapojený na elektronický zapisovač ekBT se dvěma měrnými mosty.

Celkové uspořádání aparatury je uvedeno na obr. 3. Předběžnými zkouškami bylo zjištěno, že použitý servomechanický zapisovač dovoluje odečítat změnu hmotnosti 0,015 g/mm, rozdíl lokálních teplot dna kyvety nepřesahuje  $0,03^{\circ}\text{C}$ , rozdíl definiční teploty prázdné kyvety a teploty okolí, stanovený v rovině kyvety, je zanedbatelný, a že použitá impulsní regulace teploty prostředí v ochranné nádobě udržuje teplotu po náběhové době asi 15 minut na konstantní úrovni.

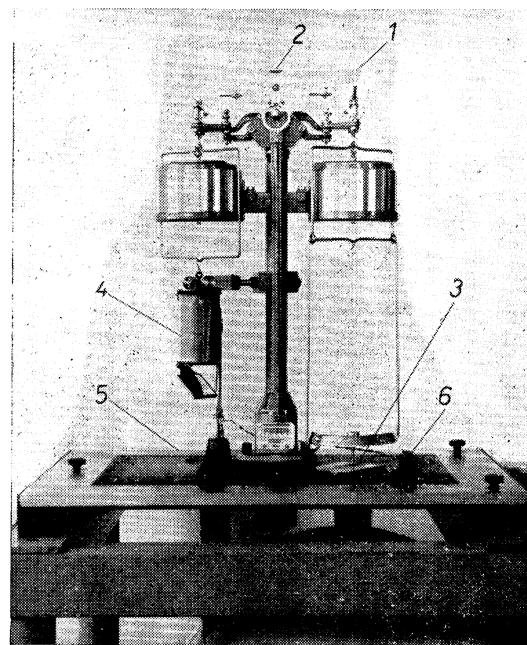
#### 4. Postup experimentu

Do kyvety, vyjmuté z termostatu, se vloží zkoušený materiál tak, aby vytvořil vrstvu o výšce asi dvou granulí. Vzorek se pak zvlhčí  $3\text{ cm}^3$  destilované vody, která vytvoří v kyvete volnou hladinu. Kyveta se pak zavěší do termostatu, vyhřátého na teplotu pokusu, obvykle  $80^{\circ}\text{C}$ . Zapojením servoregulátoru vah a servomechanického zapisovače je pak zahájen vlastní pokus. Pokus končí při dosažení nulového rozdílu teploty vzorku a teploty okolního prostředí.

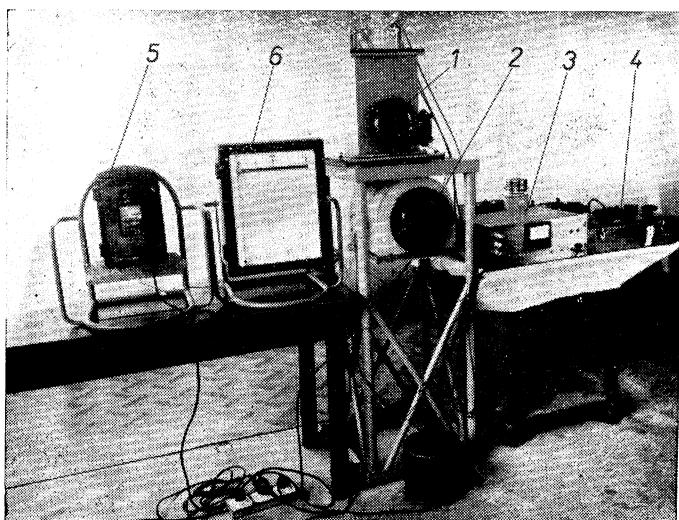
Změna hmotnosti vzorku je kompenzována silou jádra, vtahovaného do solenoidu. Proud solenoidu je řízen proporcionalním servoregulátorem, jehož vstupní signál je odvozen ze změny osvětlení dvou fotonek. Na fotonky dopadá světelný paprsek, odrážený od zrcátka nad hlavním břitem vahadla. Úprava analytických vah Meopta Al je patrná z obr. 2.

Analytické vahy jsou umístěny v komoře, na kterou navazuje vlastní teplovzdušný termostat. V prostoru termostatu je umístěna ochranná nádoba, tvořící prostor s vlastní tepelnou regulací impulsním regulátorem. Snímačem regulátoru je odporový plošný teploměr, umístěný na vnitřní trojnásobné síti ochranné nádoby.

Zkoušený vzorek se vkládá do kyvety, vyrobené z měděného plechu o tloušťce 0,2 mm. Ke spodní straně kyvety je přiletován termo-



Obr. 2. — Úprava vah Meopta A 1. (1 — vahadlo, 2 — zrcátko, 3 — závěs kyvety, 4 — solenoid, 5 — základová deska, 6 — osvětlení prostoru vzh).

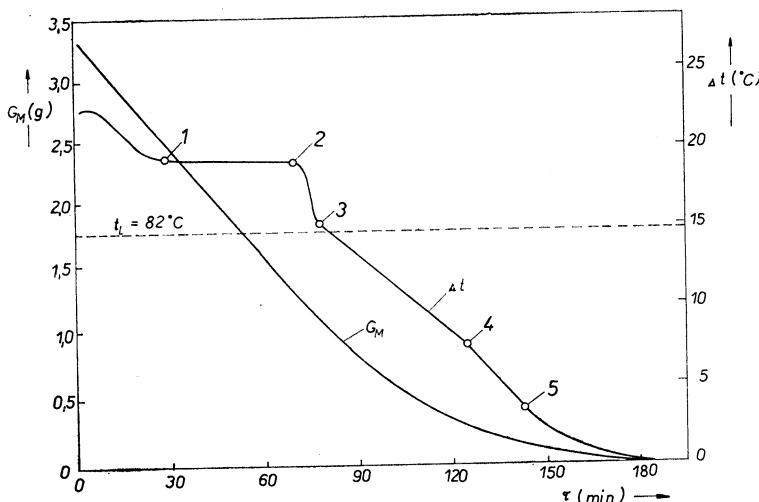


Obr. 3. Aparatura pro stanovení termogramu (1 — komora s váhou, 2 — teplovzdušný termostat, 3 — servoregulátor, 4 — kompresor, 5 — regulátor teploty, 6 — servomechanický zapisovač).

## 5. Termogram silikagelu

Na obr. 4 je uveden ze záznamového papíru překreslený termogram silikagelu československého původu. Pro zkoušku byly vzaty částice, které tvořily zbytek na síťce 1–1,2 mm; vzorek byl vysoušen při střední teplotě 82 °C.

Termogram silikagelu má na svém průběhu pět singulárních bodů. Jeho průběh je rozdělen bodem 3 na dvě větve. V první větvi se od počátku pokusu vypařuje voda volná, povrchová a voda z dutin a pórů o průměru větším než  $10^{-4}$  mm. Průběhu



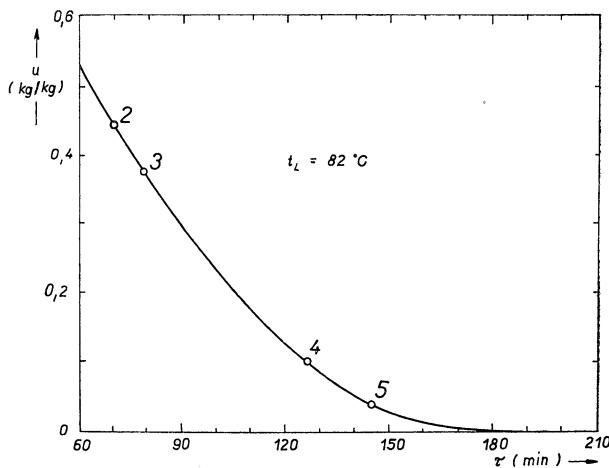
Obr. 4. Termogram silikagelu.

termogramu mezi bodem 1 a 2 odpovídá úsek stálé rychlosti sušení, charakterizovaný konstantní teplotou vzorku.

Průběh termogramu mezi bodem 2 a 3 odpovídá poklesu hladiny vypařování z geometrického povrchu do vrstvy, kde se voda nalézá v tzv. stykovém rozložení. V něm vytváří jakési manžety v místech vzájemného styku jednotlivých častic; poloměr zakřivení manžet se s postupujícím vysoušením neustále zmenšuje. Bod 3 se na termogramu objeví tehdy, když se poloměr manžet zmenší na hodnotu menší než  $10^{-4}$  mm, tj. po odstranění veškeré volné vody.

Druhá větev termogramu silikagelu má průběh, připomínající písmeno S a vyjadřuje odpařování v hygroskopické oblasti. Singulární body 4 a 5 dělí druhou větev ve tři úseky, odpovídající postupné odpařování mikroporézní vody (mezi body 3 a 4), vody polymolekulárně adsorbované (mezi body 4 a 5) a nakonec vody nejsilněji svázané s materiélem — vody monomolekulárně adsorbované.

Na obr. 5 je uvedena křivka sušení silikagelu (počínaje 60. minutou pokusu) a vyznačeny mezní vlhkosti, určené promítnutím singulárních bodů termogramů.



Obr. 5. Křivka sušení silikagelu s mezními vlhkostmi.

$u_A = 0,446 \text{ kg/kg}$  voda volná, makrokapilární  
 $0,446 = 0,380 \text{ kg/kg}$  voda styková  
 $0,380 = 0,103 \text{ kg/kg}$  voda mikrokapilární  
 $0,103 = 0,040 \text{ kg/kg}$  voda polymolekulární adsorpce  
 $0,040 > u_B \text{ kg/kg}$  voda monomolekulární adsorpce

## 6. Termogramy některých dalších láttek

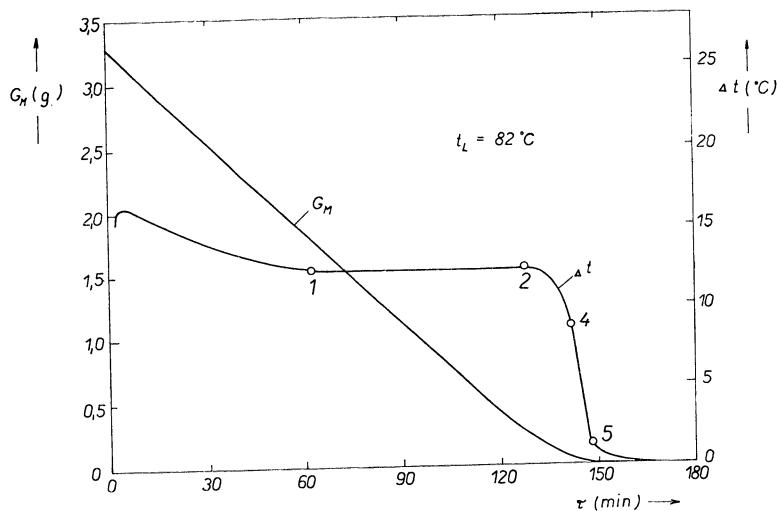
Další zkoušky byly provedeny s křemičitým pískem a skleněnými kuličkami (balotinou), které reprezentovaly kapilárně porézní látky s převažujícími makropory. Jako materiál koloidní, kapilárně porézní, byl zvolen preparát ostakol, jehož hlavní složkou je aktivní uhlí. Dále byly zjištěny termogramy několika materiálů, se kterými právě probíhaly sušící zkoušky. Byl to zejména polyvinylchlorid, pyrazolidin a tři druhy keramické hmoty pro lisování, u nichž bylo zapotřebí získat údaje pro ověření zvoleného typu sušárny.

Výsledky zkoušek jsou shrnutý v tab. I, kde jsou uvedeny číselné hodnoty mezních vlhkostí, stanovené při normativní teplotě 82 °C.

## 7. Příklady diskuse termogramu

Na obr. 6 je uveden termogram suspenzního PVC, který obsahoval částice do velikosti 0,01 mm. Průběh termogramu naznačuje, že jde o látku kapilárně porézní s makrokapilární strukturou.

Z hodnot v tab. I. lze určit, že do měrné vlhkosti 0,243 kg/kg obsahuje PVC volnou vodu, kterou je možno odstranit mechanickým odvodněním. Poměrně značný obsah vlhkosti 0,243—0,041 kg/kg představuje vodu, vázanou na styčných plochách jednotlivých částic. Pro sušení materiálu s témito převažujícími vazbami jsou vhodné pneumatické způsoby sušení (proudové, fluidní), poněvadž se při nich dostává do styku se sušicím prostředím velký povrch materiálu. U proudového sušení dochází k prudkému snížení vlhkosti v počátečních fázích procesu (v místě podávání ma-



Obr. 6. Termogram suspensního PVC.

Tab. I. Výsledky zkoušek

Materiál	Typ	Hygro-	Styková	Mikro-	Vlhkost	Vlhkost
		skopiec,	vlhkost	kapilární	polymole-	monomo-
		kg/kg	kg/kg	kg/kg	kg/kg	lekulární
Silikagel	kapilárně porézní	0,446	0,380	0,103	0,040	$u < 0,040$
Křemičitý písek	kapilárně porézní	0,0269	0,0058	—	0,001	$u < 0,001$
Balotina	kapilární porézní	0,059	0,011	—	0,005	$u < 0,005$
Ostacol	koloidní, kapilárně porézní	0,797	—	0,196	0,047	$u < 0,047$
Suspensní PVC	kapilárně porézní	0,243	0,041	—	0,012	$u < 0,012$
Keramický kal NV	koloidní, kapilárně porézní	0,383	—	0,0392	0,006	$u < 0,006$
Bezalkalický porcelán	koloidní, kapilárně porézní	0,271	—	0,022	0,009	$u < 0,009$
Bczalkalický porcelán s apreturou	koloidní, kapilárně porézní	0,270	—	0,020	0,004	$u < 0,004$
Pyrazolidin	koloidní, kapilárně porézní	0,455	0,166	0,051	0,010	$u < 0,010$

teriálu do sušárny), kde je velká hodnota relativní rychlosti mezi materiélem a sušícím prostředím. V důsledku toho se rychle vysoušejí povrchové vrstvy částic a tedy i voda volná a styková.

PVC není účelné vysoušet na hodnotu nižší než 0,012 kg/kg, odpovídající monomolekulárně vázané vlhkosti, pokud nebude usušený produkt ihned zpracován nebo dopravován ke zpracování v neprodyšně uzavřených nádobách. Konečná vlhkost produktu po sušení by se měla pohybovat v oboru vlhkosti vázané polymolekulární adsorpce, tj. v oboru 0,041—0,012 kg/kg. Podle průběhu sorpcní izotermy lze uvažovat o hodnotě 0,018 kg/kg, která představuje rovnovážnou vlhkost pro teplotu prostředí 18 °C a relativní vlhkost 60 %. Pokud se vyžaduje pro elektrotechnické výrobky PVC o nižší vlhkosti, je nutno PVC vysoušet těsně před zpracováním, a to nejlépe v teplovzdušné fluidní sušárně nebo v sušárně s průchodem sušičho prostředí nehybnou vrstvou (šachtová sušárna).

Rozborem termogramu pyrazolidinu lze dospět k doporučení fluidní sušárny nebo jiné teplovzdušné sušárny s delší dobou pobytu náplně v zařízení, nutné pro odstranění mikrokapilárně vázané vody. Z termogramů různých hmot pro keramiku, vysoušených v rozprašovací sušárně vyplývá, že keramický kal NV a bezalkalický porcelán patří mezi látky koloidní, kapilárně porézní. Keramický kal NV má vyšší podíl mikrokapilárně vázané vody. Přidání apretačného činidla (polyetylénoxid) se do vahového poměru 5 % neprojevilo posuvem singulárních bodů termogramu, takže se nezměnily ani vlastnosti obou látek z hlediska sušení.

## 8. Závěr

Vybudovaná automatická aparatura umožňuje stanovení termogramů sušení vlhkých zrnitých materiálů při normativní teplotě 80 °C. Zpracováním termogramů se určí mezní vlhkost, příslušné jednotlivým druhům vazby vlhkosti, zastoupené v materiálu a získají základní údaje pro volbu vhodného typu sušárny.

## LITERATURA

- [1] Rebindér P. A.: O formach svjazi vlagi s materialami v procesach suški, sborník z r. 1958.
- [2] Kazanskij M. F.: Analiz form svjazi i sostojaniija vlagi poglošchennoj dispersnym materialom pri pomošči kinetičeskikh krivych suški, Doklady AV SSSR sv. 130, 1960.
- [3] Kazanskij M. F.: Analiz form svjazi vlagi poristych materialov pri pomošči termogramm suški, Koloidnyj žurnal XIX, 1957, č. 6.
- [4] Tůma V.: Vazebná energie vlhkosti ve vlhkých materiálech a metody jejího stanovení, zpráva SVÚTT 64-05023 (1964).
- [5] Jelínek J.: Elektronická váha, zpráva SVÚSS 67-07007 (1967).

## METHODE ZUR BESTIMMUNG DER ART DER BINDUNG DER FEUCHTIGKEIT AN DAS SKELETT DES FEUCHTEN MATERIALS

Ing. V. Tůma, CSc.

Der Artikel beschreibt die zur Bestimmung des sogenannten Thermogramms der Trockenmassen entwickelte Einrichtung. Das Thermogramm verzeichnet den zeitlichen Verlauf der Temperaturdifferenz im getrockneten Muster und der Luft. Je nach diesem Verlauf kann die Art der Bindung der Feuchtigkeit in der Masse bestimmt und die optimale Trocknungsart entworfen werden.

## METHOD OF DETERMINING THE KIND OF THE LINKAGE OF HUMIDITY ON THE SKELETON OF HUMID MATERIAL

Ing. V. Tůma, CSc.

The paper describes the installation developed for determination of the so called dry material thermogram. The thermogram is a registration of the time behaviour of temperature differences between the dried out sample and the air. After its course the kind of the linkage of humidity in the mass can be determined and the optimum kind of drying can be projected.

## MÉTHODE DE LA DÉTERMINATION DU GENRE DE LA LIAISON DE L'HUMIDITÉ AU SQUELETTE DU MATÉRIAUX HUMIDE

Ing. V. Tůma, CSc.

Dans l'article présenté on décrit l'installation développée pour déterminer le soi-disant thermogramme des résidus secs. Le thermogramme est l'enregistrement du relevé de la différence des températures de l'échantillon desséché et de l'air en fonction du temps. D'après son relevé il est possible de déterminer le type de la liaison de l'humidité dans la masse et de proposer le genre du séchage.

### ● Mechanické čištění heterogenních plynných systémů novým odlučovačem kapek

Je popsán jednoduchý mechanický odlučovač, odlučující setrvačností kapky o průměru větším než  $10 \mu\text{m}$ . Aby byly udrženy pro čištění co možno nejnižší energetické náklady, byla vybrána mřížka, která ovlivňuje změnu rychlosti čištěného proudu plynu co do směru, nikoli však co do velikosti. Mřížka sestává proto z přímých a zakřivených proudových kanálů, které jsou vodorovně protékány. V pásmech obrácení proudu je použita fázová dělící komora. Nejhodnější tvar, odpovídající nejmenší takové ztrátě, byl nalezen měřením proudůně u různých profilů mřížek.

Pro měření frakční odlučivosti a tlakové ztráty odlučovače byl použit proudový tunel (průtok vzduchu  $7\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ ). K výrobě kapek byla použita Lechlerova vodní dýza (maximum kapek od  $15$  do  $20 \mu\text{m}$ ). Měření kapek, které prošly filtrem, se provádělo odhrouhou sondou odsáváním stejnou rychlosť. Zbytek kapek o průměru větším než  $5 \mu\text{m}$  byl odlučován na filtračním papíru při ostrém zakřivení proudu vzduchu, zbytek vody pak určován vážením.

Výsledky ukazují v souhlase s teoretickými úvahami stoupání odlučivosti na proudových mřížkách se stoupající rychlosťí proudění plynu, obsahujícího kapičky. Empiricky byla stanovena rychlosť, při které je dosaženo odlučivosti  $99,9\%$ .

K čištění odpadních plynů při výrobě hnojiv byl podle stejného principu konstruován a je úspěšně provozován odlučovač kapek

ve velkém provedení pro průtok plynu  $25\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ . Mřížkové profily jsou vyrobeny z polyesterové pryskyřice zesílené skleněnými vlákny.

Podle Chem.-Ing. Technik 19/67

(Je)

### ● „Studené“ světlo

Západoněmecká firma Hanau Quarzlampen GmbH předvedla na brněnském veletrhu jednu z prvních větších evropských aplikací vedení světla skleněnými vlákny.

Bud jako samostatné zařízení nebo jako přídavné zařízení např. k operačnímu svítidlu vyrábí svítidlo SPEZIAL, z jehož tubusu o  $\varnothing 41 \text{ mm}$  vychází proud světla, téměř rovnoběžný svazek světla „studeného“.

200 W žárovka (reflektorová)  $24 \text{ V}$  v samostatném pouzdru vysoko nad místem použití svítí proti svazku skleněných vláken, uložených v rameni konstrukce. Těmito postupuje světlo přes ohebnou část do nástavce a ven. Nastavování, ovládání a směrování je velmi snadné. Pohyblivostí jednotlivých součástí je vytvořen značně rozsáhlý prostor pro využití zařízení.

Soustředěné „studené“ světlo se využívá pro zesílení stávajícího osvětlení, pro osvětlení nedostupných míst a pro dosažení zvláštních světelných podmínek.

(LCh)

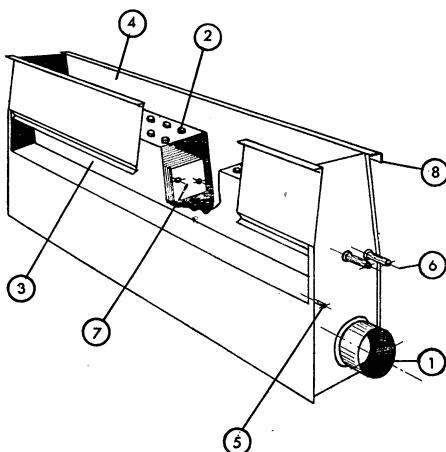
## ROZHLEDY

### INDUKČNÍ JEDNOTKA HYGienaire

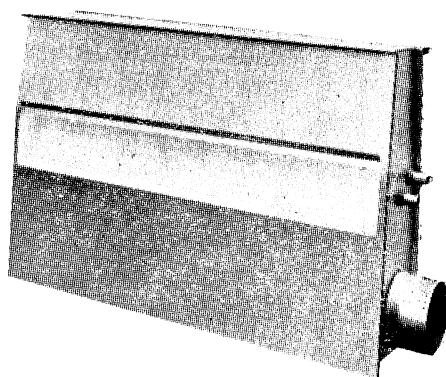
Firma MARLO ITALIANA vyvinula a v r. 1967 dala na trh novou indukční jednotku HYGIENAIRE, kterou je možno použít i v ta-

kových provozech, kde je zvýšený nárok na hygienu prostředí (nemocniční pokoj atd.).

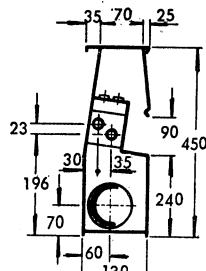
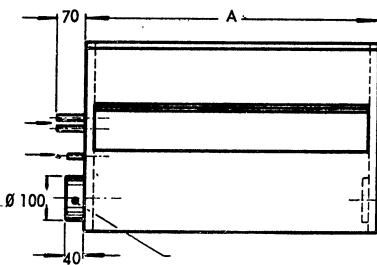
Lamelový výměník tepla, tj. prostor, kde u běžných indukčních jednotek dochází při přívodu sekundárního vzduchu ke shromažďování prachu, je u jednotek HYGIENAIRE kryt plechovou komorou, která zároveň slouží pro přívod primárního vzduchu. Tím je zabráněno znečištění výměníku a přívod indukovaného sekundárního vzduchu je velmi snadno přístupný a jednoduše čistitelný. Blížší uspořádání je patrné z obr. 1. Vnější vzhled jednotky je na obr. 2.



Obr. 1. Schematický náčrt uspořádání jednotky HYGIENAIRE; (1 — přívod primárního vzduchu, 2 — trysky, 3 — přívod indukovaného sekundárního vzduchu, 4 — výfuk upraveného vzduchu, 5 — regulace primárního vzduchu, 6 — přívod a odvod topné vody pro lamelový výměník, 7 — lamelový výměník tepla, 8 — závěs pro uchycení jednotky).



Obr. 2. Vnější vzhled jednotky HYGIENAIRE.



MODEL	Hy-1	Hy-2	Hy-3
A	690	990	1290

Obr. 3. Rozměrový náčrt jednotky HYGIENAIRE.

Jednotka se vyrábí ve třech velikostních typech, rozměry jsou patrný z obr. 3. Tepelný výměník vestavěný v jednotce slouží jenom k ohřevu vzduchu v zimním období. Ke chlazení v letním období je používáno pouze přezení upraveného primárního vzduchu.

Technická data jednotky jsou uvedena v tab. I. Výrobcem jednotky HYGienaIRE je firma MARLO ITALIANA SpA, Via V. Monti, 27 Pero (Milano), zast. pro ČSSR: Hugo Mecke, Ungargasse 46, 1030 Wien, Rakousko.

*Popov*

Tab. I. Technická data indukční jednotky HYGienaIRE

			Typ		
			Hy-1	Hy-2	Hy-3
Množství primárního vzduchu — max. — min.	m <sup>3</sup> /h		250 100	370 150	500 200
Topný výkon*)	kcal/h		2700	4300	5600
Chladicí výkon**) pro	Δt				
	8 °C		600	800	1150
	10 °C		750	1050	1400
	12 °C	kcal/h	900	1250	1750
	14 °C		1000	1500	2050
	16 °C		1150	1650	2300
Jmenovité množství topné vody		l/h	300	450	600

\*) Vztaženo na maximální množství primárního vzduchu, rozdíl mezi vstupní teplotou topné vody a vstupní teplotou primárního vzduchu je 75 °C.  
\*\*) Vztaženo na maximální množství primárního vzduchu, Δt je rozdíl mezi venkovní teplotou a vstupní teplotou primárního vzduchu.

## NOVINKY Z OCHRANY OVZDUŠÍ V USA

(*Pokračování*)

### Program pro výpočet rozptylu kysličníku siřičitého

Národní ústav pro kontrolu znečištění ovzduší a Komise pro atomovou energii věnovali v letošním roce 130 000 dolarů na vypracování programu pro velké počítače k předpovídání šíření  $SO_2$ .

Ročně se dostává do ovzduší nad územím Spojených států asi 26 miliónů tun  $SO_2$  ze spalování uhlí a nafty. Proto se pokládá za velmi účelné vypracovat několik variant programů pro velké počítače tak, aby pro jednotlivé

zdroje bylo možné předpovídat šíření exhalací  $SO_2$  podle dané meteorologické situace. Tyto výpočty mají umožnit:

1. Předpovídat koncentrace  $SO_2$  na území kolem zdroje do vzdáleností asi 50 km a zorganizovat účinný poplachový systém.
2. Vypracovat účinný plán ke snížení účinků  $SO_2$ , zakládající se na střídavém používání paliv obsahujících síru (uhlí, nafta) a paliv bez síry (hlavně plyn) — podle meteorologické situace.
3. Vypracovat dlouhodobé plány pro osidlování okolí takovýchto zdrojů.

## **Okamžitá opatření ke zlepšení ochrany ovzduší v Columbijském okrese a ve státech Virginia a Maryland**

Na společné konferenci těchto států ve Washingtonu D. C. byla usnesena tato opatření:

1. S okamžitou platností se nesmí k vytápění používat uhlí a olejů s větším obsahem síry než 1,5 %. Od r. 1969 se tato hranice snižuje na 1 %.
2. Emise tuhých částic mají být sníženy na maximálně dosažitelné minimum.
3. Spalování na otevřených prostranstvích se nepovoluje.
4. Skladování prázkovitých materiálů na volném prostranství se zakazuje.
5. Kouřové emise komínů i výfukových plynů automobilů nesmí přesáhnout stupeň 1 Ringelmannovy stupnice. Všechna motorová vozidla musí být 2 × ročně kontrolována, pokud jde o výfukové exhalace.
6. Nebude-li provozovatel do 6 měsíců ochoten se této podmínce podřídit, může být zažalován generálním prokurátorem.

### **Odborné kurzy pro pracovníky v oboru ochrany ovzduší**

Národní ústav pro kontrolu znečištění ovzduší v Durhamu (Severná Karolina) uspo-

řadá ve školním roce 1968—1969 36 teoretických krátkodobých kursů a 17 praktických cvičení v terénu v nejrůznějších státech.

### **Nová monografie**

V Industrial Hygiene Foundation of America (Pittsburgh) začíná vycházet encyklopédie průmyslové hygieny „Industrial Hygiene Highlights“, jejímž vydavateli jsou: *L. V. Cralley, L. J. Cralley a G. D. Clayton*. Prvý svazek, který právě vychází, obsahuje tyto hlavní obory: Epidemiologii a choroby z povolání (*L. J. Cralley*), Uzavřené ekologické systémy (*C. P. Bergtholdt*), Znečištování ovzduší (*G. D. Clayton*), Meteorologie (*R. C. Wanta*), Analytická chemie a přístrojová technika (*R. G. Keenan*), Inženýrství (*B. D. Bloomfield*), Vytápění a větrání (*H. S. Belding, B. A. Hertig*), Hluk (*T. B. Bonney*), Ionizační záření (*H. F. Schulte*), Neionizační záření (*I. Maltelsky*), Toxikologie (*E. A. Pfitzer*), Osobní ochrana (*W. A. Burges*) a Průmyslové škodliviny (*J. A. Houghton*).

Tento první svazek je tedy určen hlavně pro průmyslové fyziky, hygieniky a bezpečnostní inženýry.

*Spurný*

## **PROUDOVÁ SUŠÁRNA S KOMBINOVANÝM SDÍLENÍM TEPLA**

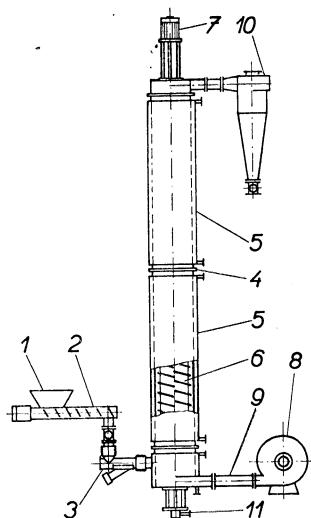
Na 10. mezinárodním veletrhu v Brně byl ve stánku firmy Werner—Pfeiderer, Stuttgart, NSR, vystaven funkční model proudové

sušárny s vytápěnými stěnami a vytápěným rotorem. Schéma a podrobný popis tohoto zařízení, navrženého pro vysoušení materiálů

Tab. I. Tlaková ztráta a provozní údaje některých sušáren

Průměr sušárny	mm	400	1 200	800	2000
Délka topného pláště	m	10	20	11,5	18,1
Hmotnost zpracovávaného materiálu	kg/h	800	4 000	1 000	4 000
Objem sušicího prostředí	m <sup>3</sup> /h	600	4 000	—	—
Tlaková ztráta	kP/m <sup>2</sup>	750	1 200	—	—
Materiál	—	—	—	polypropylén	polyetylén
Počáteční vlhkost	kg/kg	—	—	0,50	0,40
Konečná vlhkost	kg/kg	—	—	0,001	0,01

o uzavřeném okruhu přehřátých par rozpuštěla, bylo publikováno v ZTV, č. 2, (1966) str. 93—94. Na obr. 1 je uvedeno schéma sušárny pro vysoušení materiálů, obsahujících



Obr. 1. (1 — náspinka, 2 — šnekový podavač, 3 — vibrační podavač, 4 — komora sušárny, 5 — topný pláště, 6 — vytápěný rotor, 7 — poohon rotoru, 8 — ventilátor, 9 — ohřívač, 10 — odlučovač, 11 — přívod páry a odvod kondenzátu z rotoru.)

vodu. V prospektech o tomto zařízení, nazývaném výrobcem Drallrohrtrockner, jsou uvedeny některé podrobnější údaje.

Sušárna uvedeného typu je vhodná pro materiály, které lze ve vlhkém stavu pneumaticky dopravovat, a které mají převážně povrchovou vodu s minimálním podílem vody vázané v mikrokapilárách. Zpracovávaný materiál nesmí být navíc lepivý na stěny sušárny ani při maximální sušicí teplotě.

Dosud provedená provozní zařízení byla navržena pro materiály o počáteční vlhkosti 0,5—1,0 kg/kg, vysoušené na konečnou vlhkost 0,001—0,002 kg/kg. Sušicí doba je rádově několik sekund. Změnou otáček vytápěného rotoru (2—10 ot/min) lze měnit dobu setrvání materiálu v zařízení v poměru 1 : 6. Koncentrace materiálu je dána rozmezím 0,5 až 1,5 kg/kg, a to pro dopravní rychlosť v kanálu mezi žebry rotoru 12—20 m/s. Tlaková ztráta sušárny se pohybuje v rozmezí 500 až 1500 kp/m<sup>2</sup>, a je závislá na provozních parametrech, jak je patrné z tab. I. Sušárna je vytápěna parou o přetlaku 0,2—6 kp/cm<sup>2</sup>, takže teplota stěny se pohybuje do 160 °C. Požadují-li se nižší teploty topného povrchu než 100 °C, je topným médiem voda. Měrná spotřeba páry se pohybuje kolem 1,3 kg na kg odpařené vlhkosti. Sušárny jsou vyráběny v typové řadě, uvedené v tab. II.

Charakteristické údaje dvou provozních sušáren jsou uvedeny rovněž v tab. I.

Hlavní výhoda popsaného typu sušárny je:

- a) kombinovaný konvekční a kontaktní ohřev, vyžadující malé množství sušicího vzduchu,
- b) intenzívní, avšak šetrné vysoušení materiálů při poměrně nízkých teplotách a definovaných sušicích dobách,
- c) malé požadavky zařízení na půdorysnou plochu,
- d) jednoduché uspořádání a možnost plně automatizovaného provozu.

V. Tůma

Tab. II. Typové velikosti a výkonnosti kombinovaných sušáren

Průměr sušárny [mm]	Délka topného pláště [mm]	Výkonnost [kg/h]
150	5 000	až 300
250	5 000—8 000	200—600
400	8 000—12 000	500—1 500
800	8 000—16 000	1 000—3 000
1 200	12 000—24 000	2 000—4 000
2 000	12 000—24 000	3 000—6 000

## PÁSOVÁ SUŠÁRNA S NOVÝM ZPŮSOBEM VEDEní SUŠICÍHO PROSTŘEDÍ

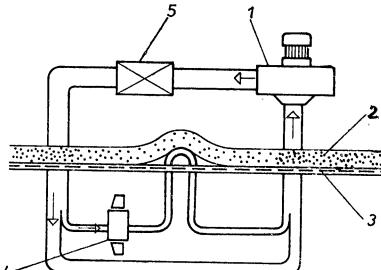
Firma Mohr, Gerabronn, NSR, nabízí pásovou sušárnu pro kontinuální sušení textilních a podobných materiálů. Sušárna má nově

řešený rozvod sušicího vzduchu, jehož schéma je patrné z obrázku. Odstředivý ventilátor 1 vytlačuje vzduch přes ohřívač 5 nad vrstvu

vysoušeného materiálu 2, uloženou na dopravníku 3 sušárny. Po průchodu vrstvy shora dolů se odděluje od hlavního proudu část sušicího prostředí, které se pak přivádí ventilátorem 4 a tryskami pod vysoušenou vrstvu, takže jí prostupuje zdola nahoru. Tímto proudem se vrstva nakypří, uvolní se vzniklé shluky částic nebo vláken, a materiál se vysouší rovnoměrně po celé šířce pásu. Množství sušicího prostředí, přiváděného zdola, je možno regulovat podle vlastností materiálu; objem této části sušicího prostředí nepůsobí nepříznivě na účinek hlavního proudu. Sušárny se vyrábějí pro šířky dopravníku 1,2; 1,6 a 2,0 m, jejich konstrukce je stavebnicová s jednotkovou délkou článku 2,4 m. Sušárna se dvěma sušicími články o šířce pásu 1,2 m (celková účinná plocha pásu 7,7 m<sup>2</sup>) má výkon

380 kg/kg hydrofilní bavlny (obvazové vaty) vysoušené z počáteční vlhkosti 1,5 kg/kg.  
(Podle prospektu firmy Mohr)

V. Tůma



Obr. 33.

## PATENTY

*Odsávací zařízení, zejména pro obuvnické stroje;*

Fr. Havlík, Ing. J. Hruška; 119 224, tř. 71c, 119/00, MPT A 43d (od 22. 10. 1964).

*Zařízení k isolaci plynů z plynných směsí;*

Ing. A. Dubanský, kand. věd; Ing. Ot. Gottstein; 119 275, tř. 421, 4/02, MPT G 01n (od 2. 5. 1962).

*Tlumič chvění obráběcích strojů;*

Ing. J. Outrata, Ing. M. Poláček a Ing. J. Slavíček; 119 305, tř. 49a, 36/01, 49b, 4/07, MPT B 23b, B 23c (od 1. 2. 1965).

*Odlučovač páry;*

J. Cl. London, J. Garland; 119 404, tř. 13d, 27, MPT F 22g (od 1. 12. 1961).

*Hydraulický nebo pneumatický odlehčovací ventil;*

A. K. Morris; 119 405, tř. 47g, 47/01, MPT F 06k (od 30. 1. 1962).

*Zařízení pro měření konstanty tlumení mechanických kmitů;*

Ing. V. Turko; 119 431, tř. 42c, 42, 21e, 11/20, MPT G 01c, G 01r (od 29. 12. 1962).

*Způsob a zařízení k udržování zvoleného tlaku teplosměnné kapaliny odvádějící přebytečné teplo z reaktoru;*

Ing. M. Baumann, B. Růžička; 119 457, tř. 12g, 4/02, 12k, 1/04, MPT B 01j, C 01c (od 10. 1. 1963).

*Spektrofotometr pro současnou analýzu na dvou spektrálních čarách;*

Ing. J. Frühwirt; 119 485, tř. 42 1, 3/08, MPT G 01n (od 26. 9. 1963).

*Zařízení k zachycování prachu ze vzduchu a plynů z dřtíren, úpraven od pecí apod.;*

Ing. K. Erben, M. Samek, V. Ondřejek, F. Dražan a Ing. V. Novotný; tř. 12e, 2/01, MPT B 01d (od 29. 11. 1963).

*Způsob automatického zajištění funkce vodní rotační vývěry při čerpání vzduchu a horké vodní páry;*

Ing. Dr. H. Širhal, kand. věd a Z. Lázníčka; 119 515, tř. 80a, 30, MPT B 28b (od 19. 3. 1964).

*Přestavný ventil průtoku plynu s nepřímým ovládáním;*

Ing. Z. Havelk; 119 518, tř. 47g, 13, MPT F 06k (od 27. 3. 1964).

*Trubkový výměník tepla;*

Ing. Z. Bureš, Vl. Javůrek; 119 527, tř. 17f, 5/01, MPT F 25h (od 25. 4. 1964).

*Tlumiče k osobní ochraně sluchu před nadměrným hlučkem;*

Dr. J. Maršák, PhMr. M. Bauer a F. Konečný; 119 552, tř. 30d, 28, MPT A 61f (od 26. 6. 1964).

*Ochranné rukavice;*

A. Zatloukal; 119 574, tř. 3d, 39/00, MPT 4lh (od 27. 8. 1964).

*Absolutní průtokoměr pro měření malého množství plynu;*

M. Marek; 119 584, tř. 42 I, 4/04, 42e, 23/20, MPT G 01n, G 01k (od 17. 9. 1964).

*Přenosné zařízení pro měření teplot;*

Ing. K. K. Jordanov, V. Chalupa; 119 604, tř. 42i, 9/20, MPT G 01k (od 23. 11. 1964).

*Způsob infračervené analýzy látek, zejména plynů, selektivní absorpcí jednoho svazku paprsků záření a zařízení k provedení tohoto způsobu;*

Ing. J. Janáč; 119 625, tř. 42 I, 4/13, MPT G 01n (od 7. 1. 1965).

*Pouliční svítidlo s vysokotlakými rtutovými výbojkami;*

Ing. P. Schmidt; 119 743, tř. 4b, 5/04, MPT F 21c (od 7. 3. 1960).

*Svítidlo na trífázový proud s výbojkami;*

Ing. P. Schmidt; 119 744, tř. 4b, 5/01, MPT F 21c (od 7. 3. 1960).

*Tlumič hlučku;*

Dipl. ing. Ch. Achter, ing. E. J. Ley; 119 763, tř. 46c<sup>6</sup>, 2, MPT F 02f (od 11. 5. 1962).

*Souměrný detektor infracerveného záření;*

M. Mach; 119 829, tř. 42 I, 3/08, MPT G 01n (od 26. 2. 1964).

*Způsob zkapalňování a koncentrování kysličníku sířičitého ze sulfitových odplynů;*

Ing. F. Minařík, Ing. J. Schmied, kand. věd; 119 865, tř. 55b, 3/40, MPT D 21c (od 5. 6. 1964).

*Odsávací zařízení pro obráběcí stroje;*

B. Bělohoubek, Ing. J. Linda; 119 877, tř. 67a, 28, MPT B 24b (od 26. 6. 1964).

*Chladicí zařízení s odběrem par pro další zpracování;*

J. Pokorný; 119 921, tř. 17g, 5/02, MPT F 25j (od 14. 10. 1964).

*Způsob kontroly obsahu vodní páry ve vysušených pylnech;*

D. Zach; 119 960, tř. 42i, 19/03, MPT G 01k (od 2. 11. 1964).

*Filtr pro vzdušiny s filtrační vložkou meandrovitě naskládanou;*

Ing. J. Orna; 119 970, tř. 12d, 25/02, 50e, 4/01, 61a, 29/30, MPT B 01d, B 02h, A 62d (od 23. 1. 1965).

*Způsob spojování potrubí;*

Ing. I. Krejčík, Ing. I. Zíka; 120 101, tř. 47f, 6/41, MPT F 06 1 (od 22. 3. 1962).

*Šroubení pro pružné spojení trubek;*

J. Jindřich, A. Rychtařík; 120 121, tř. 47f, 9, MPT F 06 1 (od 3. 4. 1964).

*Odporové hygrometrické čidlo s nízkou časovou konstantou;*

MUDr. J. Rovenský; 120 125, tř. 42 I, 3/55, 42 I, 9/50, MPT G 01n (od 15. 4. 1964).

*Zařízení k dopravě zkapalněného plynu v uzavřeném okruhu rektifikáčních kolon přístrojů na dělení plynů metodou hlubokých teplot;*

Ing. J. Sýkora; 120 133, tř. 17g, 2/01, MPT F 25j (od 18. 5. 1964).

*Přetlakový nebo podtlakový ventil;*

R. Kubáň; 120 135, tř. 30k, 13/04, MPT A 61m (od 19. 5. 1964).

*Pneumatický čistič potrubí, zejména potrubí pneumatické dopravy;*

B. Kulíšek, M. Novodvorský; 120 139, tř. 47f, 1/60, 24g, 4/02, 81e, 73, MPT F 06 1 (od 2. 6. 1964).

*Způsob aktivace čisticí hmoty obsahující hydrát kysličníku železitěho pro čištění plynů od sírovodíku;*

Ing. V. Šicha, Dr. Ing. J. Drahorád a Ing. J. Kučera; 120 167, tř. 26d, 8/04, MPT C 10k (od 3. 9. 1964).

*Samočinný odváděč kapalin z podtlakových plynových systémů;*

M. Sklenář, Ing. K. Schmidt a Ing. V. Kozelek; 120 185, tř. 4c, 17, MPT F 21f (od 15. 7. 1964).

*Způsob potenciometrického určování plynnych látek;*

Ing. M. Veselý, Ing. Z. Boháč a V. Kmoníček; 120 201, tř. 42 1, 4/10, MPT G 01n (od 5. 10. 1964).

*Zařízení k měření teploty stěny trubky trubkového výměníku tepla;*

Ing. J. Vacek; 120 228, tř. 42i, 11/04, MPT G 01k (od 25. 11. 1964).

*Způsob a zařízení pro elektrochemickou analysu plynnych látek;*

Inž. M. Veselý, Ing. Z. Boháč, Ing. K. Cyprián a O. Súra; 120 203, tř. 42 1, 3/05, MPT G 01n (od 9. 10. 1964).

*Rozvod vzduchu pro pneumatický úderný nástroj;*

Ing. V. Koudelka; 120 218, tř. 87b, 2/04, MPT B 25d (od 10. 11. 1964).

*Samočinné hydraulické těsnění mezi čely pevného a pohyblivého kola otáčejících se filtračních bubnů;*

Ing. A. G. Curev, J. Hubáčková; 120 242, tř. 85c, 6/01, 12d, 28, MPT C 02b (od 16. 12. 1964).

*Automatické hydraulické těsnění u otáčivých filtračních zařízení;*

Ing. A. G. Curev; 120 243, tř. 85c, 6/01, 12d, 28, MPT C 02b (od 16. 12. 1964).

*Způsob a zařízení k filtraci znečistěného rozpouštědla v chemických čisticích strojích;*

Ing. H. Führing; 120 261, tř. 12d, 4, MPT B 01d (od 26. 10. 1962).

*Hořák, zejména pro ohřev trub při ohybu;*

E. Talík; 120 275, tř. 4g, 44/50, MPT F 21j (od 26. 3. 1963).

*Odpárovací hořák na kapalné palivo, se spalovací komorou;*

Ing. J. Kameš; 120 325, tř. 24b, 5/01, MPT F 23d (od 18. 1. 1965)

*Zařízení pro vícestupňové odpárování v bubenových parních kotlech;*

Ing. J. Karpíšek, kand. věd; 120 366, tř. 13d, 27, MPT F 22g (od 25. 3. 1965).

*Kanál k vedení žhavých plynů;*

Ing. E. Hill, Ing. J. Hillová; 120 386; tř. 24c, 10, MPT F 23f (od 20. 4. 1965).

*Zařízení pro vytváření řízené atmosféry v rošťovém ohništi v blízkosti přívodu paliva;*

Ing. Z. Čácha, Ing. J. Štěpánek; 120 454, tř. 24i, 8/02, MPT F 23 1 (od 1. 9. 1965).

*Rotační rozprašovač kapalného paliva;*

Ing. J. Kameš; 120 456, tř. 24b, 8/04, MPT F 23d (od 31. 8. 1965).

*Zařízení ke chlazení vzduchu, přiváděného na pracoviště v důlních dílech;*

Ing. R. Lazar, Ing. Š. Pribil; 120 470, tř. 36d, 6/01, 5d, 4, MPT F 24f, E 21f (od 24. 5. 1962).

*Zariadenie na výrobu vláknitej vysokoučinnej filtračnej hmoty;*

Ing. P. Sluka, Ing. E. Wiesner, Ing. O. Koniar a Ing. A. Oravec; 120 503, tř. 61a, 29/30, MPT A 62d (od 23. 11. 1963).

*Zařízení pro měření změny objemu proudící plynné směsi;*

Ing. P. Held; 120 520, tř. 42e, 23/30, 42e, 4/05, 42e, 4/04, MPT G 01f, G 01n (od 7. 4. 1964).

*Zařízení ke změně toku materiálu v dopravním potrubí;*

Ing. J. Opočenský, Ing. J. Liebl a Ing. S. Kučera; 120 526, tř. 81e, 75, 81e, 49, MPT B 65g (od 29. 4. 1964).

*Zařízení pro pohon vysokotáckových skacích strojů pomocí turbinek na stlačený vzduch, s odstraněním hlučnosti;*

O. Kostelnák; 120 538, tř. 76c, 7/01, MPT D 02d (od 12. 6. 1964).

*Zapojení ekonomisérů v odpárovací soustavě kotle;*

Ing. M. Škopек; 120 552, tř. 13b, 11/02, MPT F 22d (od 21. 7. 1964).

*Elektrický termostat s mžikovým spinacím zařízením;*

J. Novotný, S. Vohralík a inž. J. Fridrich; 120 579, tř. 42q, 2/03, MPT G 05d (od 20. 10. 1964).

*Mžikový hořák na palivo;*

V. Svatuška; 120 591, tř. 24b, 5/01, MPT F 23d (od 18. 11. 1964).

*Salzer*

## LITERATURA

### Gesundheits-Ingenieur 89 (1968), č. 10

Zur Problematik der Heizkörperprüfung (K problematice zkoušení otopných těles) — *Raiss W., Lochau R.*

Erfassung des Raumklimas mit Hilfe richtungsempfindlicher Frigorimeter (Stanovení klimatu v místnosti směrovými teploměry) — *Frank W.*

### Gesundheits-Ingenieur 89 (1968), č. 9

Zur Automatisierung haustechnischer Anlagen in Gebäuden (K automatizaci domácích zařízení v budovách) — *Hollmann W.*

Verbesserung der Grundregelkreise in der Klimatechnik durch Änderung der Verfahren und Einsatz von geeigneten Regeleinrichtungen (Zlepšení základních regulačních okruhů v klimatizaci změnou způsobu regulace a použitím vhodných regulačních zařízení) — *Würstlin D.*  
Heizung, Lüftung und Klimatisierung im Warenhaus (Vytápění, větrání a klimatizace v obchodním domě) — *Chromec E. R.*

### Heating, piping and air conditioning 40 (1968), č. 9

Computer design of industrial exhaust systems (Návrh průmyslových odsávacích zařízení pomocí samočinných počítačů) — *Lynch J. R.*

Applying vane axial fans in air conditioning systems (Použití axiálních přetlakových ventilátorů pro klimatizační zařízení) — *Novick H. J.*

Ceiling plenum is air „source/sink“ in air conditioned research building (Podstropní komory s přívodem a odvodem vzduchu v klimatizované budově výzkumného ústavu) — *Matney W. B.*

Methods for choosing among competing investment opportunities (Způsob volby mezi konkurenčními investičními nabídkami) — *Reisman A.*

Establishing a maintenance guidebook for engine driven air conditioning (Zavedení provozních deníků pro klimatizační strojovny) — *Kolektiv*

Higher lighting levels: pros and cons (Vysoké intenzity osvětlení pro a proti).

### Heating, piping and air conditioning 40 (1968), č. 10

Thermal systems design: a time of change (Projektování otopných zařízení — čas změny) — *Bahnfleth D.*

Use PVC piping for department store's well water, chilled water systems (Použití potrubí z PVC pro studniční a chlazenou vodu v obchodním domě).

New space flight center features high bay laminar flow clean rooms (Vysoké čisté místnosti s laminárním prouděním pro nové kosmické středisko) — *Stanfill D. W., Little J. C.*

Applying vane axial fans in air conditioning systems (Použití axiálních přetlakových ventilátorů pro klimatizační zařízení) — *Novick H. J.*

How to ventilate auto repair shops (Jak větrat autoopravny) — *Ammerman T. L.*

Flow through control valve manifolds (Průtokové regulační věntily) — *Masek J. A.*

Ventilation for high temperature helium gas cooled nuclear reactor (Větrání reaktoru chlazeného heliem o vysoké teplotě) — *Stevenson F. F.*

Nomographs for power factor measurement and improvement (Nomogramy jako pomůcka při měření a zvyšování účinku) — *Caplan F.*

## **Heizung, Lüftung, Haustechnik 19 (1968), č. 9**

Fernheizung für Wohnsiedlungen (Dálkové vytápění pro sídliště) — *Schädler R.*

Beurteilung von Wärmeprojekten (Projekty dálkového zásobování teplem) — *Buck H.*

Das Aufladeverhalten von elektrischen Speicherheizeräten (Chování elektrických akumulačních kamen při nabíjení) — *Jüttemann H.*

Die luft- und schalltechnischen Gesichtspunkte beim Bau der Klimaanlagen des Konzert- und Kongressgebäudes „De Doelen“ in Rotterdam (Vzduchotechnická a hluková hlediska při stavbě klimatizačních zařízení koncertní a kongresové budovy „De Doelen“ v R.) — *Halmos Gy. G. B., Bouwman H. B.*

Lüftung innenliegender Räume (Větrání vnitřních místností)

Voll- und halbflexible Rohre in der Klimatechnik (Ohebné roury v klimatizační technice).

## **Heizung, Lüftung, Haustechnik 19 (1968), č. 10**

Kombinierte Beleuchtung und Klimatisierung zur Konditionierung von Arbeitsräumen (Kombinované osvětlení s klimatizací k úpravě vzduchu v pracovních místnostech) — *Söllner G.*

Der Energieverbrauch der Haushalte in der Bundesrepublik Deutschland von 1950 bis 1975 (Spotřeba energie v domácnostech v NSR 1950—1975) — *Arntzen R.*

Die Zukunft der Wohnungsheizung in den USA (Budoucnost vytápění bytů v USA) — *Steincke H.*

Untersuchung über den Gasverbrauch in gasvollversorgten Wohnungen (Výzkum spotřeby plynu v bytech zařízených na plyn) — *Schüle W.*

Vergleich verschiedener Beheizungssysteme anhand von Energieflossbildern (Srovnání různých druhů vytápění pomocí energetických diagramů) — *Geisler W.*

Die luft- und schalltechnischen Gesichtspunkte beim Bau der Klimaanlagen des Konzert- und Kongressgebäudes „De Doelen“ in Rotterdam (Vzduchotechnická a hluková hlediska při stavbě klimatizačních zařízení koncertní a kongresové budovy „De Doelen“ v R.) — *Halmos Gy. G. B., Bouwman H. B.*

Flüssiggasversorgung von Wöhnhäusern (Zásobování obytných domů tekutým plynem).

## **Illuminating Engineering 63 (1968), č. 8**

Canada trust — a design for complete lightin (Integrovaná osvětlovací soustava v administrativní budově) — *Mulvey G. E.*

A linear source in a curved building (Přímkový zdroj v zakřiveném půdoryse budovy) — *Dacks S. S.*

Lanterns and painted poles in historic painted post (Lucernové sloupy a držáky v historicky conném okrsku) — *Sambora S. D.*

Conquering a domed church with light (Ztvárnění kopule kostela světlem) — *Oleksink P.*

The discomfort glare produced by a continous luminous ceiling (Zraková nepohoda z oslnění svítícím stropem) — *Fry G. A.*

Calculation of luminance coefficients based upon the zonal-cavity method (Výpočet jasu na základě ZC metody) —

## **Klimatechnik 10 (1968), č. 9**

Aussenwand und Wärmeschutz oder die Lage der Dämmenschicht — Schluss (Vnější stěna a ochrana před teplem nebo poloha izolační vrstvy — konec) — *Sautter L.*

Rückblick auf die Hannover-Messe 1968 — III. (Pohled na hannoverský veletrh 1968) — *Rüb F.*

Mehrzonengerät für Klimaanlagen (Nová indukční klimatizační jednotka) — *Koch, Emmery W.*

Zur Genauigkeit der Heizkörperprüfung (Přesnost zkoušení otopných těles) — *Bach H.*

## Klimatechnik 10 (1968), č. 10

Beitrag zur Funktion und Regelverhalten von Radialventilatoren mit Drallregler (Příspěvek k funkci a chování za regulace osových ventilátorů s regulačními lopatkami na vstupu) — Hoffmann J.  
Rückblick auf die Hannover-Messe 1968 — IV. (Pohled na hannoverský veletrh 1968) — Rüb F.  
Luftverunreinigung und Lüftung in der mechanischen Lackiererei (Znečištění vzduchu a větrání v mechanické lakovně) — Bruggen v. d.  
Armaturen für industrielle Kälteanlagen I. (Armatury pro průmyslová chladicí zařízení I.) — Göbel E.

## Light and Lighting 61 (1968), č. 9

The Hayward gallery (Osvětlení galerie).  
Designing the daylighting of the Hayward gallery (Denní osvětlení galerie) — Poole D., Collins J. B.  
Hospital lighting (Nemocniční osvětlení).  
Lighting in the garden (Osvětlení v zahradě) — Baker J. E.  
Relighting old churches (Rekonstrukce osvětlení ve starém kostele — použití skrytých zdrojů) — Winsby R.

## Light and Lighting 61 (1968), č. 10

Industrial lighting—lighting outdoor chemical plants (Osvětlování v průmyslu — venkovní osvětlení v chemických závodech) — Dalton T. D.  
Relighting old factories (Adaptace osvětlení ve starých továrnách) — Lyons S.  
Recent installations (Soudobé instalace).  
Controlled environment in horticulture (Kontrolované klima v zahradnictví) — Canham A. E.

## Light and Lighting 61 (1968), č. 11

The stage lighting designer and his equipment (Scénický výtvarník a jeho ovětlovací zařízení) — Wyckham J.  
Architectural science for lighting engineers (Architektonika pro světelného technika) — Boud J.  
A new-look isocandela diagram (Nový pohled na izokandelový graf) — Lambert G. K.  
Lighting and livestock (Světlo a zvířata) — Owen V. M.  
Shop-window lighting today (Soudobé osvětlování výkladních skříní) — Tate R. L. C.

## Lichttechnik 20 (1968), č. 10

Louis-seize (Styl Ludvíka XVI, museum Nissin de Camondo) — Jarmuth K.  
Hochspannungssleuchtröhren zur Innenraumbeleuchtung (Osvětlení místností vysokonapěťovými trubicemi) — Rosenbaum H.  
Schirmleuchte zum Zusammenbau (Stavebnice stínidel ke svítidlům).  
Bemerkungen zu einigen Verfahren der Blendungsbewertung (Poznámky k některým postupům při hodnocení oslnění) — Söllner G.  
Ein Verfahren zur schnellen Bestimmung der physiologischen und psychologischen Blendung in der Strassenbeleuchtung (Způsob rychlého určení fyziologického a psychologického oslnění při uličním osvětlení) — Adrian W.

## Lichttechnik 20 (1968), č. 11

- Acrylglas in der Leuchtwerbung (Akrylglas v reklamním osvětlení) — *Gut G.*  
Beleuchtung des Bürohochhauses der Berliner Handels-Gesellschaft, Frankfurt/Main (Osvětlení administrativní výškové budovy) — *Morgenthaler H.*  
Die Berücksichtigung der Blendung in der Außenbeleuchtung (Na oslnění u venkovního osvětlení je třeba brát ohled) — *Pfeffer K. A.*  
Beleuchtung von Wintersportanlagen (Osvětlení zimních sportovišť) — *Emig A.*  
Die Berechnung der Leuchtdichte in Innenräumen (Výpočet jasu ve vnitřních prostorách) — *Stolzenberg K.*  
Elektrogewinde — DIN 40 400 (Závity v elektrotechnice DIN 40 400).  
Flutlicht für das Olympiastadion in Mexiko (Umělé osvětlení Olympijského stadionu v Mexiku).

## Luft- und Kältetechnik 4 (1968), č. 4

- Modellmethoden zur Anwendung der Rechentechnik bei thermodynamischen Systemen (Modellové metody při použití výpočtové techniky při termodynamických systémech) — *Heinrich G.*  
Der Wärme- und Stoffaustausch in der Sprühkammer einer Klimaanlage (Výměna tepla a hmoty ve vodní pračce klimatizačního zařízení) — *Schreiber R.*  
Einfluss von Zwischendecken auf Auslegung und Energieverbrauch von Klimaanlagen in Industriegebäuden (Vliv mezistropů na vyložení klimatizačních zařízení a spotřebu energie v průmyslových budovách) — *König P.*  
Kennziffern für die Planung von Klimaanlagen (Ukazatelé pro navrhování klimatizace) — *Reinke W.*  
Beitrag zur Einführung flexibler Rohre in der Lufttechnik (Příspěvek k zavádění ohebných potrubí do vzduchotechniky) — *Stöver D.*  
Berechnung des jährlichen Energieverbrauchs von Klimaanlagen mit Hilfe von Temperatur-, Enthalpie- und Strahlungssummen (Výpočet roční spotřeby energie u klimatizačních zařízení pomocí teplot, entalpie a záření) — *König P.*  
Die wichtigsten Staub- und Trägergasenkengrößen und ihr Einfluss auf den Abscheidegrad trocken- und nassmechanischer Staubabscheider (Nejdůležitější hodnoty prachu a nosného plynu a jejich vliv na odlučivost suchých a mokrých aeromechanických odlučovačů prachu) — *Quitter V.*  
Die Luft- und Kältetechnik auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1968 (Vzduchotechnika a chladicí technika na jarním lipském veletrhu).

## Luft- und Kältetechnik 4 (1968), č. 5

- Netzwerk des inneren Energietransportes zur rechnerischen Modellierung thermodynamischer Systeme (Sítový diagram přenosu vnitřní energie k výpočtovému modelování termodynamických systémů) — *Heinrich G., Krug W., Nowotny S.*  
Lüftungstechnische Probleme bei Hühnerfarmen in Bulgarien (Vzduchotechnické problémy v kuřecích farmách v BLR) — *Čavov G. T., Petrov R. V., Slojanov B. S.*  
Automatische Filteranlagen für Flugfasern (Automatické filtry pro polétavá vlákna) — *Schröder K., Nietzold I.*

## Luft- und Kältetechnik 4 (1968), č. 6

- Fachtagung der Kälte- und Klimatechnik 1968 in Dresden (Konference chlazení a klimatizace 1968 v Drážďanech) — *Risse K.*  
Die Staubbilanz für reine Räume und ihre Auswirkung auf die Dimensionierung von Luftfilteranlagen (Prachová bilance čistých místností a její vliv na dimenzování filtračních zařízení) — *Nietzold I.*

- Die sinnvolle Projektierung von lufttechnischen Anlagen in grossen Industriehallen für mechanische Fertigung (Projektování vzduchotechnických zařízení ve velkých průmyslových halách s mechanickou výrobou) — *Lehmann J.*  
 Reine Räume für Industrie und Medizin (Cisté místnosti pro průmysl a zdravotnictví) — *Einsporn O.*  
 Modellversuche zur Ermittlung des Zeitverhaltens gelüfteter Räume (Modelování časového chování větraných místností) — *Dzik W.*  
 Zentrale Kälteversorgung für Klimazwecke (Centrální zásobování chladem pro klimatizaci) — *Otto D.*  
 Neuere lufthygienische Aspekte (Novější hlediska hygieny vzduchu) — *Grosser P. J.*

## Lux č. 49 říjen 1968

- La lumière et l'homme (Světlo a člověk) — *Marois M.*  
 Aspects techniques de l'éclairage public en milieu urbain (Technická hlediska veřejného osvětlení v urbanistickém prostředí) — *Porcher L. J.*  
 Lumière et esthétique (Světlo a estetika) — *Balladur J.*  
 Lumière: matière d'art (Světlo jako umělecký prostředek) — *Schöffer N.*  
 Lumière et luminaire matériaux de construction (Světlo a světelně činné hmoty) — *Lesné O.*  
 Éclairage et climatisation (Světlo a klimatizace) — *La Toison M.*  
 Participation nécessaire de l'architecte à la solution de l'éclairage artificiel dans l'architecture (Nutná účast architekta při řešení umělého osvětlení v architektonickém prostředí) — *Fialka K.*  
 Recommandation concernant la simulation du rayonnement solaire (Doporučení vzhledem k proměnnosti slunečního záření) — *Lemaigre-Voreaux P.*  
 Distributions spectrales énergétique et lumineuse de la lumière naturelle (Spektrální, energetické a světelné rozborové denního světla) — *Dogniaux R.*  
 Le climat lumineux français et l'architecture (Francouzské světelné klima a architektura) — *Hutin A.*  
 Éclairage électrique pendant le jour et aménagement de l'espace (Elektrické osvětlení během dne a vybavení prostoru) — *Dourgnon J.*  
 La nouvelle orientation des campagnes „Lumière et santé“ en Belgique (Nová organizace akce „Světlo a zdraví“ v Belgii) — *Mossevelde van M.*  
 Conditionnement lumineux des cabines passagers d'avions supersoniques (Světelné klima v prostorách pro cestující v nadzvukových letadlech) — *Barthès E.*  
 Avantages respectifs du rouge et du blanc pour l'éclairage des aéronefs (Přednosti červené a bílé při osvětlování kabin — záblesková signalizace na řídícím panelu) — *Perdriel*  
 Éclairage des postes de pilotage et signalisation lumineuse en vol (Osvětlení stanoviště pilota a světelná signalizace za letu) — *Heyemann L. D.*  
 Balisage des pistes et des lignes d'approche (Balisáz přistávací dráhy a přibližovací světla) — *Gouet M.*  
 Éclairage des aires de stationnement et tours de contrôle (Osvětlení odbavovacího prostoru a kontrolní věže) — *Heiser L.*  
 Éclairage naturel de la cabine des passagers du Concorde (Denní osvětlení v prostoru pro cestující v letadle typu Concorde) — *Dran M.*  
 L'éclairage des monuments et des sites (Osvětlení památek a krajiny) — *Cadet R.*

## RAS — Rohr-Arnatur-Sanitär-Heizung 23 (1968), č. 11

- Die Beheizung von Privatschwimmbädern (Vyhřívání soukromých koupališť).  
 Der Grossserie gehört die Zukunft (Velkým sériím patří budoucnost).  
 Deutsche Gaswirtschaft in „Hoch“-Stimmung (Německá společnost pro odbyt plynu dobře prosperuje).  
 Küchen-Technik (příloha „Technika v kuchyních“).  
 2 Mil. Küchen pro Jahr in den USA (2 mil. kuchyní ročně v USA).  
 Dunstabzugshauben — eine wertvolle Hilfe zur Reinigung der Küche (Lapače výparů jsou cenými pomocníky při udržování čistoty v kuchyních) — *Frankowski G.*

**Details hinter Türen — Innenausstattungen mit Raffinement (Detailly za dvířky moderních zabudovaných kuchyní).**

### **RAS — Rohr-Armatur-Sanitär-Heizung 23 (1968), č. 12**

Jeder dritte Haushalt mit Elektro-Warmwasserbereitern (Každá třetí domácnost má elektrický zásobník teplé vody) — *Seibt S.*  
Die Armatur (Novinky v armaturách).

### **Sanitär- und Heizungstechnik 33 (1968), č. 9**

Über die Berechnung der Wärmeverluste direkt ins Erdreich verlegter Fernheizleitungen (Výpočet tepelných ztrát u dálkových topných vedení uložených přímo v zemi) — *Weber A. P.*  
Klimatisierung beherrscht das private und berufliche Leben in Amerika (Klimatizace ovládá v Americe život v soukromí i v povolání) — *Schweissheimer W.*  
Bestimmungen des Kaminquerschnittes nach der Mittelwertgleichung (Určení průřezu komínu z rovnice pro střední hodnotu) — *Banninger J.*  
Belastung der Fernheiznetze durch Warmwasserbereiter verschiedener Systeme (Zatěžování dálkových otopných sítí teplovodními zásobníky různých systémů) — *Kopp W.*  
Entwässerung tiefliegender Räume (Odvodňování nízko položených místností) — *Kopplin H.*  
Biologischer Abbau organischer Abfälle (Biologické ničení organických zbytků).  
Wasserversorgung von Hallenbädern (Zásobování vodou v halových lázních) — *Fleurich H.*  
Sauna und Sanitärrinstallation (Sauna jako sanitární instalace) — *Fleurich H.*  
Badezimmerturm hilft Altbauten sanieren (Věž z koupelen pomůže adaptovat staré stavby).  
Wohnbad aus Plexiglas — das Badezimmer von Morgen? (Bude koupelna z organického skla obytnou koupelnou zítřka?).  
Steuergeräte und Steuereinrichtungen für Elektro-Speicherheizungsanlagen (Ovládací mechanismy a zařízení pro elektrické teplovodní zásobníky) — *Kirn H.*  
Kunststoffbeschichtete Aluminium-Abflussrohre (Hliníkové trouby pro odpadní potrubí potažené vrstvou z umělé hmoty).

### **Sanitär- und Heizungstechnik 33 (1968), č. 10**

Elektroheizung im Hallenschwimmbad Neudieringhausen (Elektrické vytápění halových lázní v N.) — *Jerig B.*  
Wärme von oben (Vytápění shora) — *Kemper G.*  
Pflege und Wartung der Umlauf-Gaswasserheizer für Warmwasser-Zentralheizungen (Údržba a obsluha oběhových plynových ohříváčů pro teplovodní ústřední vytápění) — *Postenrieder E.*  
Wer haftet für die in einem Neubau gestohlenen Heizkörper? (Kdo ručí za topná tělesa ukradená z novostavby?) — *Koops O.*  
Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik in England (Zařízení pro vytápění, větrání a klimatizaci v Anglii) — *Fischer L. J.*  
Die Einordnung der Einrohrheizung im allgemeinen Heizungsbau (Zařízení jednotrubkové otopné soustavy v jakémkoliv objektu) — *Oehme W.*  
Kostenvergleiche bei verschiedenen Montageverfahren (Porovnání nákladů při různých montážních postupech) — *Schönberg G.*  
Die Wheatstone-Brücke — eine wichtige Grundschaltung der Mess- und Regelungstechnik (W. můstek je důležité základní zapojení v měřicí a regulační technice) — *Schrowang H.*  
Steuergeräte und Steuereinrichtungen für Elektro-Speicherheizungsanlagen (Ovládací mechanismy a zařízení pro elektrické teplovodní zásobníky) — *Kirn H.*  
Konstruktives Zeichnen bei Sanitäranlagen (Geometrie sanitárních zařízení).  
Fertigung im Badezimmer (Prefabrikace v koupelnách).  
Hygienisch zweckmässige Klosetteinrichtungen (Hygienické a účelné záchody).

## **Sanitär- und Heizungstechnik 33 (1968), č. 11**

Frostschutz ist besser als Auftauen (Ochrana před mrazem je lepší než rozmrazování). Sicherheitstechnische Ausrüstung von Heizungsanlagen mit Vorlauftemperaturen bis 110 °C (Bezpečnostní zařízení v otopných soustavách předehřívaných na 110 °C) — DIN 4751 — Mayr F.

Einrohr-Pumpenheizung in einem Vierfamilienhaus (Jednotrubková otopná soustava s čerpadlem v rodinném domku pro čtyři rodiny) — Oehme W.

Ergänzung zu DIN 4102 Blatt 3 — Lüftungsleitungen (Doplňky k DIN 4102 list 3, Vzduchovody). Was der Heizungstechniker von der Exergie wissen sollte (Co má topenář vědět o „exergii“ — tj. o pracovní schopnosti energie nebo hmoty) — Geisler K. W.

Zweizonenpumpe — Zonenventil (Dvojčinné čerpadlo — dvoupásmové — a pásmový ventil).

Materialeinsatz für Sanitäranlagen — Sanitärtechnik (Přehled výrobků pro zdravotní sestavy a zdravotní zařízení) — pokrač.

Vorfertigung in Grossbritannien (Prefabrikace ve Velké Británii) — Diamant R. M. E.

Berechnung von Grundstücksentwässerungsanlagen (Početní řešení odvodnění pozemků) — Feurich H.

Die Wheatstone-Brücke — eine wichtige Grundschaltung der Mess- und Regelungstechnik (W. můstek je důležité základní zapojení v měřicí a regulační technice) — Schrowang H.

Ermittlung der Warmwassermenge (Zjištění spotřeby teplé vody) — Feurich H.

## **Sanitär- und Heizungstechnik 33 (1968), č. 12**

Speicherheizanlagen mit Elektroden-Warmwasserkesseln (Otopná soustava se zásobníkem a teplovodním kotlem s volnými elektrodami) — Lesum H.

Künstliche Heizmedien (Umělá topná média) — Wilke H.

Warmwasserbereitung Stuttgart-Freiberg — Zweikreissystem (Dva okruhy v soustavě pro zásobování S. teplou vodou) — Hollander W.

Regel- und sicherheitstechnische Ausrüstung von Heizkesseln (Regulační a bezpečnostní vybavení topných kotlů) — Kemper G.

Anforderungen an Hausstationen im Anschluss an Wärmekraftwerke (Požadavky na domovní výměníkové stanice napojené na teplárny) — Astrand L.

Niedersachsen: Bis auf weiteres 35 DIN-phon (V Dolním Sasku bude činit přípustná hluková hladina až na další nejvýše 35 DIN-phon) — die DIN 4109.

Die Fallwasserverteilung im vertikalen Ablaufrohr (Činnost odpadních vod ve svislém potrubí) — Sommer F., Hanslin R.

Gesundheitstechnische Anlagen im Krankenhaus (Zdravotné technická zařízení v nemocnicích) — Kopplin H.

Die Wheatstone-Brücke — eine wichtige Grundschaltung der Mess- und Regelungstechnik (W. můstek je důležité základní zapojení v měřicí a regulační technice) — Schrowang H.

Elektronische Wassersteuerung für Waschtische (Elektronické ovládání výtoků u umyvadel). Isolierung erdverlegter Rohrleitungen mit Leichtasphalt (Izolace do země kladených potrubí lehkým asfaltem).

## **Staub — Reinhaltung der Luft 28 (1968), č. 9**

Versuch einer Klassifikation der Aerosol-Literatur (Pokus o klasifikaci literatury o aerosolech) — Fuchs N. A.

Experimentelle Untersuchungen über die Abhängigkeit des Abscheidegrades eines verstopfungs-freien Faserfilters von seiner Porosität (Experimentální výzkum závislosti odlučivosti nezaneseného vláknitého filtru na jeho poréznosti) — Grüner P.

Untersuchungen über die Abscheidung von Schwefeldioxid aus heißen Abgasen (Výzkum odlučování SO<sub>2</sub> z horkých plynů) — Kiyoura R.

Der akustische Teilchenzähler nach Langer (Akustický počítac částic podle Langera) — Langer G.

Die Wirkungsweise des akustischen Teilchenzählers (Funkce akustického počítace částic) — Hofmann K. P., Mohnen V.

Verfahren zur kontinuierlich gravimetrischen Konzentrationsbestimmung staubförmiger Emissionen (Způsob kontinuálního gravimetrického stanovení koncentrace prašných výmetů) — Horn W.

Zweikanal-Fraktiometer zur Korngrößenanalyse von Schwebstaub (Dvoukanálkový měřič frakční velikosti zrn polétavého prachu) — Olaf J., Sowolyai J.

Zum Einfluss der Messdauer auf die Ergebnisse von automatischen Kohlenmonoxid-Bestimmungen an einem Ort (Vliv doby měření na výsledky automatického stanovení CO na jednom místě) — Lahmann E.

Rückblick auf die Hannover-Messe 1968 (Pohled na hannoverský veletrh 1968).

## **Staub — Reinhaltung der Luft 28 (1968), č. 10**

Bemerkung zur gegenwärtigen Situation auf dem Gebiet der Luftfilter-Prüfungen (Poznámka k současnému stavu zkoušení vzduchových filtrů) — Strauss H. J.

Garantiefestlegung und Garantienachweis für den Abscheidegrad von Elektrofiltern mit Hilfe der mathematischen Statistik (Stanovení garancií a důkazů odlučivosti elektrických odlučovačů pomocí matematické statistiky) — Schröter K.

Die Lastabhängigkeit von Elektrofilteranlagen (Závislost zatížení na elektrickém odlučovači) — Koglin W.

Der Einfluss der Gaswärme auf die Leistung und Konstruktion von Elektrofilteranlagen (Vliv teploty plynu na výkon a konstrukci elektrického odlučovače) — Liesesang D.

Versuche zur Herstellung schmaler Kornbänder durch Windsichtung (Pokusy s výrobou omezených frakcí zrn vzduchovým tříděním) — Wessel J., Hermann J.

Erfahrungen mit einem Zyklon-Vorabscheider bei der Staubprobenahme (Zkušenosti s cyklonovým předodlučovačem při braní vzorků prachu) — Šimeček J., Kubálek J.

Rückblick auf die Internationale Giessereifachmesse (Pohled na mezinárodní odborný slévárenský veletrh, Düsseldorf 1968).

## **Svetotechnika (1968), č. 9**

Osveščenie dvorca sporta „Jubilejnyj“ v Leningrade (Osvětlení sportovního paláce v L.) — Medvedskij N. I., Lesman E. A.

Adisparopija i zritelnoe utomlenie (Adisparopie a zraková únava) — Faermark M. A.

K voprosu primeneniya ljuminescentnyx lamp v televizionnyx studijach (K dotazu o používání zářivek v televizních studiích) — Šachparunjanc G. R.

Raschet temperaturnogo polja kolby gazorazrjadnoj lampy (Výpočet tepelného pole baňky výbojek) — Eliseev V. N.

K voprosu izmenenija koeficienta svetopropuskanija v obledenevších okennych steklach (K dotazu o změně činitele propustnosti světla u zamrzlých okenních tabuli) — Mengel I. V.

Zamečanija k normam proektirovaniya estestvennogo osveščenija (Dodatky k normám pro navrhování denního osvětlení) — Selastelnikov A. L.

## **Svetotechnika (1968), č. 10**

Raschet ekvivalentnych parametrov diffuznyx relefnyx obektov (Výpočet ekvivalentních parametrů u rozptylných strukturálních hmot) — Gutorov M. M., Nikitina E. A.

Kodirovanie cvetovoy informacii v stacionarnom režime (Kódování barevných informací za ustáleného režimu) — Buchman A. B.

Ksenonovye trubčatyje lampy „cholodnogo“ sveta (Xenonové trubkové výbojky s „chladným“ světlem) — Filippovskij Ju. N., Maršák I. S., Štarker A. Ja., Semenenko V. E., Ničiporovič A. A., Pjatková L. M.

Avtomaty vključenija i vyključenija osvetitelnyx ustavok s lampami nakalivanija (Automaty pro zapínání a vypínání žárovkového osvětlení) — Kasperavičius P. P.

## Svetotechnika (1968), č. 11

O novoj svetotechničeskoj klassifikacii svetilnikov (Nové světelně technické hodnocení svítidel) — *Knorring G. M., Ajzenberg Ju. B.*

Kriterij podobija pri vospriozvedenii jarkostnych sootnošenij (Kritérium podobnosti při reprodukci jasových vztahů) — *Mateev A. B., Tochadze I. L., Undasynov G. N.*

Prohoždenie svetovogo impulsa čerez svetovid (Průchod světelného impulsu světlovodem) — *Bulfson K. S., Kazačkov V. G.*

Fotoelement dlja izmernenija sferičeskoj eritemnoj oblučennosti (Fotoelement pro měření prostorového erytemálního ozáření) — *Korjagin V. V., Kalašnikova L. A., Tumanova N. P.*

## Vodosnabženie i sanitarnaja technika (1968), č. 4

Novyj typ vytjažnych ventiljacionnyh rešetok (Nový typ větracích odváděcích mřížek) — *Poli-karpov B. F., Šamcjan G. G.*

Odnotrubnye vertikalnye sistemy otoplenija s peremyčkami i zonalnymi vekami (Jednotrubkové vertikální systémy vytápění s přepínáním a zónováním) — *Gomberg D. L.*

Optimalnye uslovia ulavlivaniya pyli ciklonami (Optimální podmínky pro odlučování prachu v cyklónech) — *Padva V. Ju.*

K teorii ventiljacionnyh vozdušnostrujnyh ukrytij istočnikov vrednyh vydelenij (K teorii větracích proudových zákrytů zdrojů škodlivin) — *Pavlinova I. B.*

Rasčet vytjažnogo vozduchoprovoda postojannogo poperečnogo sečenija s prodlonjoj ščelju postojannoj širiny (Výpočet odsávacího potrubí konstantního průřezu s podélou šterbinou konstantní šířky) — *Dubinin N. N.*

Uveličenie grjazemkosti skorych filtrov (Zvětšení pohltivosti filtrů) — *Kljačko V. A., Rukavišnikov G. A.*

## Vodosnabženie i sanitarnaja technika (1968), č. 5

Razmeščenie gazovyh infrakrasnyh izlučatelej v obogrevuemom pomeschenii (Rozmístění plynových infrazáříčů ve vytápěném prostoru) — *Levin A. M., Rodin A. K., Kulagin L. A.*

Dannye dlja podbora ežekcionnyh kondicionerov (Parametry indukčních jednotek) — *Kokorin O. Ja., Kováček L. A.*

Ežekcionnyj skrubber dlja ulavlivaniya melkodispersnoj pyli (Mokrý odlučovač jemného prachu) — *Rychter E. V.*

## Vodosnabženie i sanitarnaja technika (1968), č. 6

Sistemy konturnogo potoločno-napolnogo otoplenija (Systémy obvodového stropního vytápění) — *Ivjanskij A. Z., Lokšin B. A.*

K voprosu o „temperaturnom perekrytii“ (K otázce teplotního překryvání) — *Didenko S. Ju.*

K teplotničeskomu rasčete ograždajuščich konstrukcij zdanij kartofelechranilišč (Tepleně technický výpočet obvodové konstrukce skladů brambor) — *Petrov N. A.*

**ZTV**

**2**

Zdravotní technika a vzduchotechnika. Ročník 12. Číslo 2, 1969. Vydává Čs. vědeckotechnická společnost, komise pro zdravotní techniku a vzduchotechniku, v Akademii, nakladatelství Československé akademie věd, Vodičkova 40, Praha 1. Adresa redakce: Praha 4, Dvorecká 3. — Rozšíruje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné příjmá PNS — ústřední expedice tisku, administrace odbořného tisku, Jindřišská 14, Praha 1. Lze také objednat u každé pošty nebo doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice tisku, odd. vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1. Vychází 6 čísel ročně. Cena jednotlivého čísla Kčs 8,— (cena pro Československo). Předplatné Kčs 48,—; US \$ 7,—; Lstg 2,18,6; DM 28,— (cena v dövisách). Tiskne Tisk, knižní výroba, n. p., Brno, závod 1. Toto číslo vyšlo v červnu 1969.

© by Academia, nakladatelství Československé akademie věd 1969.