

Redakční rada:

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

Adresa redakce: Dvorecká 3, 147 00 Praha 4

OBSAH

Doc. Ing. Dr. L. Oppl, CSc.:	Pracovní prostředi ve výrobnách krmných směsí a tvarovaných krmiv . . . . .	129
Ing. J. Vítěk, CSc.:	Měření prashanosti za neizokinetickej podmínek v hygienické praxi . . . . .	135
Ing. P. Janeček:	Výpočet činitele útlumu zvuku ve vzduchu . . . . .	153
Ing. arch. J. Vrtěl:	Hannauerův výpočtový nomogram interreflexního vlivu na boční jednostranné denní osvětlení . . . . .	163
Ing. R. D. Straka:	Otopné období 1983/84 v Praze z hlediska klimatických veličin . . . . .	173



CONTENTS

Doc. Ing. Dr. L. Oppl, CSc.:	Working conditions in feeding mixture and shaped fodder plants . . . . .	129
Ing. J. Vítěk, CSc.:	Dust concentration measurements in non-isokinetic conditions in hygienic practice . . . . .	135
Ing. P. Janeček:	The calculation of the sound reduction coefficient in the air . . . . .	153
Ing. arch. J. Vrtěl:	The Hannauer's calculation nomogram of an interreflective influence upon lateral onesided day lighting . . . . .	163
Ing. R. D. Straka:	The climatic parameters during the heating season 1983/1984 in Prague . . . . .	173

---

ACADEMIA

## СОДЕРЖАНИЕ

Доц. Инж. Д-р Л. Оппл, к.т.н.:	Рабочая среда на комбикормовых заводах и на заво- дах формованных кормов . . . . .	129
Инж. Ян Витек, к.т.н.:	Измерение запыленности при неизокинетических усло- виях на гигиенической практике . . . . .	135
Инж. П. Янечек:	Расчет коэффициента затухания звука в воздухе . . .	153
Инж. арх. Я. Вртэл:	Расчетная номограмма Ганнауера для интеррефлексно- го влияния на боковое одностороннее дневное освеще- ние . . . . .	163
Инж. Р. Д. Страка:	Отопительный период 1983/1984 г. в Праге с точки зрения климатических величин . . . . .	173



## SOMMAIRE

Doc. Ing. Dr. L. Oppl, CSc.:	Milieu de travail dans les ateliers de production des mé- langes de fourrage et des fourrages faonnés . . . . .	129
Ing. J. Vítek, CSc.:	Mesure de la teneur en poussières dans les conditions non-isocinétiques de la pratique hygiénique . . . . .	135
Ing. P. Janeček:	Calcul du facteur d'affaiblissement du son dans l'air . .	153
Ing. arch. J. Vrtěl:	Nomogramme de Hannauer indiquant l'influence de l'in- terréflexion de la lumière naturelle monolatérale . . . .	163
Ing. R. D. Straka:	Valeurs climatiques au cours de la période de chauffe 1983/1984 à Prague . . . . .	173



## INHALT

Doz. Ing. Dr. L. Oppl, CSc.:	Arbeitsmilieu in den Fertigungsstellen der Mischfutter- mittel und der geformten Futter . . . . .	129
Ing. J. Vítek, CSc.:	Messung des Staubgehalts in nichtisokinetischen Bedin- gungen der hygienischen Praxis . . . . .	135
Ing. P. Janeček:	Berechnungen des Schalldämmungsfaktors in der Luft . .	153
Ing. arch. J. Vrtěl:	Hannauers-Berechnungsnomogramm des Interreflexions- einflusses auf die einseitliche Seitentagesbeleuchtung .	163
Ing. R. D. Straka:	Die klimatischen Daten während der Heizungsperiode 1983/1984 in Prag . . . . .	173

# PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ VE VÝROBNÁCH KRMNÝCH SMĚSÍ A TVAROVANÝCH KRMIV

DOC. ING. Dr. LADISLAV OPPL, CSc.

*Institut hygieny a epidemiologie, Praha*

Příspěvek obsahuje přehled o škodlivých faktorech pracovního prostředí ve výrobnách krmných směsí a u tvarovacích linek krmiv. Hlavní škodlivinou je organický prach, s nímž je spojen výskyt plísní. Na některých pracovištích jsou vysoké hladiny hlučku a v zimě nepříznivé mikroklimatické podmínky. Jsou uvedeny často se vyskytující nedostatky v technickém vybavení výroben a doporučená opatření ke zlepšení současného stavu.

Recenzoval: Ing. Václav Beran

V minulých letech prováděla hygienická služba sledování pracovních podmínek ve výrobnách krmných směsí (VKS) a u tvarovacích linek krmiv (TLK). Výsledky těchto sledování jsme vyhodnotili a z vyhodnocení vyplývají jak příčiny, které způsobují zhoršování pracovního prostředí, tak i doporučení pro realizaci technických, popř. organizačních opatření ke zlepšení pracovního prostředí v uvedených výrobnách. Závěry z vyhodnocení jsou obsaženy v tomto článku.

## Stručný popis technologie

Výrobu ve VKS lze rozdělit na tyto výrobní úseky:

1. Příjem surovin do výroby.
2. Opracování surovin.
3. Dávkování surovin.
4. Míchání jednotlivých složek.
5. Pytllování, skladování a expedice.

Suroviny se dodávají většinou volně ložené ve speciálních dopravnících nebo v nákladních autech, menší část bývá pytlovaná a dopravuje se nákladními auty. Volně ložené suroviny se vysypávají do venkovního příjmového násypového koše. Mechanickou nebo pneumatickou dopravou se pak přemístí do dávkovacích zásobníků, dále se suroviny navážejí na automatické váze a dopravují do zásobníků nad šrotovníky. Směs opracovaná ve šrotovnících jde do zásobníku nad míchačkou. Do míchačky se současně provádí, bud pomocí šnekového dopravníku nebo přímo, násyp přídavných komponentů z pytlů, přičemž pytle se vysypávají ručně. Z míchačky se hotové krmné směsi dopravují buď do zásobníků nad pytlvacím zařízením nebo do vyskladňovacích sil, z nichž se pak nasypávají výsypkou přes nováček do aut. Pytllování probíhá na pytlvací lince, kterou tvoří pytlvací váha, síti pytlů, odběr plných uzavřených pytlů na konci dopravního pásu a doprava ručním vozíkem na místo uložení.

Ve výrobnách tvarovaných krmiv se zpracovávají obiloviny, senné moučky, sušené řepné řízky, sláma a méně hodnotné seno a přidávají se doplňky. Obiloviny se nasypávají do příjmového koše a dopravují se horizontálními a vertikálními dopravníky do zásobníků. Odtud se vedou přes podávací zařízení do dřítiče. Rozdrcená suroviná se dopravuje do dalších dopravníků. Doplňky (komponenty), přivážené v pytlích, se vysypávají do násypných košů, procházejí míchačkami a objemovými dávkovači a ukládají se do výrovnávacích zásobníků. Sláma se nakládá buď ručně nebo se vykládí z vozu na dávkovací dopravník (podávací stůl), z něhož se posouvá a padá do dřítiče. Drcená sláma se dále dopravuje buď mechanicky nebo pneumaticky. Při tvarování se jako pojivo používá melasa nebo sulfidové louhy. Všechny složky, tj. sypké, tekuté i slamenaté, přicházejí do směšovacího dopravníku a z něho padá promísený materiál do tvarovacího lisu (granulátoru). Granule přicházejí buď do mezizásobníku, z něhož se pytlují nebo se ukládají do podjezdových zásobníků.

## Výsledky měření

Ve VKS a TLK byly měřeny standardními metodikami koncentrace prachu v ovzduší, hluk, mikroklima, osvětlení a v některých případech i mikrobiální znečištění ovzduší.

Z velkého množství naměřených hodnot vyplývá:

Hlavním hygienickým problémem VKS je vysoká prašnost. Největšími zdroji prachu jsou různé násypy (zejména premixu) a ptytlovačky. Např. ve vybraných VKS ve Středočeském kraji byly koncentrace u násypů v rozmezí 7,2 až 920,1 mg/m<sup>3</sup> (průměr 254,3 mg/m<sup>3</sup>) a u ptytlovací linky 14,6 až 461,6 (průměr 95,2 mg/m<sup>3</sup>). V prvém případě šlo o prach s větším respirabilním podílem — v průměru 8,7 %, v druhém případě 1,2 %. Nižší prašnost byla u granulátorů — průměr 2,5 mg/m<sup>3</sup>, ale respirabilní podíl činil též 24 %. Podobně podrobná měření, která provedli pracovníci OHS Karlovy Vary, prokázala překračování nejvyšší přípustné koncentrace v pracovním prostředí (NPK-P) pro prach (na některých místech vysoké — i přes 100 mg/m<sup>3</sup>) na pracovištích u příjmu volně ložených komponent, u poloautomatického ptytlovacího zařízení a u násypu komponent z pytlů do násypek šnekového dopravníku. NPK-P se v některých výrobnách překračuje i ve velínech. Škrdlík a Marek [3] zjistili největší prašnosti u násypů VKS a upozorňují, že tyto násypy často nemají místní odsávání, takže by v tomto případě měly být stavebně odděleny od ostatního provozu.

U TLK je vysoká prašnost u drtičů slámy. U dávkování a drcení slámy se u sledovaných linek ve Východočeském kraji pohybovala prašnost od 5,7 do 123 mg/m<sup>3</sup> (průměr 33,7 mg/m<sup>3</sup>). U násypky při ručním dávkování ptytlovaných komponentů byla průměrná prašnost 74,9 mg/m<sup>3</sup>, při šrotování a mísení 44 mg/m<sup>3</sup> a u granulátorů 35,8 mg/m<sup>3</sup>.

Rozdíly v prašnosti mezi jednotlivými závody jsou ovšem značné, jak ukazují měření KHS Jihočeského kraje, kde sledovali několik TLK. Závisí to na druhu zpracovávaných surovin a účinnosti odsávání od hlavních zdrojů prachu.

NPK-P pro prach se překračují i u sušáren. Podle měření z Jihomoravského kraje se pohybovaly koncentrace u sušáren v rozmezí 6,3 až 50,6 mg/m<sup>3</sup> s průměrnou hodnotou 16,8 mg/m<sup>3</sup>, z toho respirabilní frakce činila 1,4 mg/m<sup>3</sup>.

Vzduch odsávaný od zdrojů prachu musí být čistěn v odlučovačích nebo filtrech. Účinnost tohoto čištění je v mnohých případech nedostačující [1]. Podle [2] jsou koncentrace prachu ve vzduchu odsávaném od korečkového dopravníku obilí a od sítových třídičů do 4 g/m<sup>3</sup> u pšenice a do 12 g/m<sup>3</sup> u ječmene, při průtoku odsávaného vzduchu od dopravníku 1000 až 1200 m<sup>3</sup>/h a od sít 5000 m<sup>3</sup>/h. Tyto hodnoty platí pro obilní silo 80 kt. U vah při průtoku odsávaného vzduchu 3500 m<sup>3</sup>/h a u uskladňovacího dopravníku s 1500 m<sup>3</sup>/h jsou koncentrace v odsávaném vzduchu okolo 2 g/m<sup>3</sup>.

Dalším škodlivým faktorem při výrobě krmných směsí je hluk. Ve vlastních VKS buď nebyla nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina hluku na sledovaných pracovištích překročena (Karlovy Vary) nebo byla překročena na některých místech, kam přichází obsluha jen občas při kontrole chodu zařízení a používá se přitom osobních ochranných pracovních prostředků k ochraně sluchu. V některých závodech jsme se setkali s protihlukovými kabinami pro obsluhu na stanovištích s delší dobou pobytu.

U TLK jsou podle měření KHS Č. Budějovice nejvyšší hodnoty ekvivalentní

hladiny hluku u drtičů slámy, kde bylo naměřeno 96,5 až 109 bB(A). Přitom pobyt je dlouhodobý.

Pokud jde o mikroklimatické podmínky, jsou hlavní nedostatky v zimě, protože stálá pracoviště nejsou buď vůbec vytápěna nebo nedostatečně. Např. v jedné VKS byly zjištěny průměrné hodnoty teplot vzduchu na jednotlivých pracovištích v rozmezí  $-4,3$  až  $+4,3$  °C při venkovních teplotách  $-8,9$  až  $-4,3$  °C.

Vnitřní teploty výsledně i vzduchu jsou závislé na druhu stavby. Ve starých adaptovaných budovách (zpravidla bývalých mlýnech) se vlivem masivního zdiva s velkou tepelnou akumulací projevuje stabilita teplot. Ukazuje to vyhodnocení závislosti vnitřních teplot vzduchu na teplotách venkovních z výsledků měření

Tab. 1. Vyhodnocení teplot vzduchu ve VKS v adaptované budově

Období	Podlaží	Závislost vnitřní teploty vzduchu $t_i$ na venkovní teplotě $t_e$ [°C]	Součinitel korelace $r$
zimní	suterén I. patro	$t_i = 0,63t_e + 3,3$ $t_i = 0,14t_e + 2,9$	0,93 0,64
letní	suterén I. patro	$t_i = 0,48t_e + 7,6$ $t_i = 0,49t_e + 9,4$	0,98 0,99

v prostoru vysypávání soli v suterénu a u sil zásobníků v I. patře v jedné VKS, umístěné v bývalém mlýnu. Uvedená závislost byla stanovena metodou lineární regrese a výsledky obsahuje tab. 1. Teploty  $t_i$  byly měřeny ve výšce 165 cm nad zemí. Směrnice přímek, vyjádřených rovnicemi v tab. 1, jsou značně menší než 1. To znamená, že vnitřní teploty narůstají podstatně pomaleji než venkovní, a to je způsobeno velkou tepelně akumulační schopností objektu.

Zimní měření byla vykonána v rozmezí venkovních teplot  $-1$  až  $-7$  °C, letní v rozmezí  $18$  až  $26$  °C. Měření v přechodném období při venkovní teplotě  $10$  °C zapadlo do průběhu letních teplot. Vnitřní teploty vzduchu v zimě byly velmi nízké a pohybovaly se od  $-1$  °C do  $+3,4$  °C. Letní teploty  $t_i$  byly v rozmezí od  $15,8$  do  $21,8$  °C a byly vždy nižší než teploty venkovní. Pro vykonávanou práci je lze hodnotit jako vyhovující.

Výsledné teploty byly v zimě v průměru stejně jako teploty vzduchu, v létě nepatrně vyšší (o  $0,3$  K) než teploty vzduchu  $t_i$ .

Relativní vlhkosti vzduchu v zimě i v létě v suterénu překračovaly 60 %, v I. patře v zimě v průměru dosahovaly 52 %, v létě 59 %.

V TLK se teploty na pracovních stanovištích v zimním období většinou jen málo liší od teplot venkovních. Lepší podmínky bývají jen ve velínech, ale i v některých z nich nevyhovují hygienickým předpisům a normě ČSN 18 4302 Dozory pro řízení technologických procesů. Závažnost nedostatků ve vytápění pracovišť potvrzuji odpovědi na dotazníkovou akci, provedenou ve Středočeském kraji, podle níž byly stížnosti dotazovaných na chlad a průvan v zimním období na 2. místě, za stížnostmi na prašnost [4].

Mikrobiologická vyšetření ovzduší, provedená sedimentační metodou za použití kultivačních médií (Czapek – Doxův agar, sladinkový agar se 7,5 % NaCl), pro-

kázala vedle plísní, které se běžně vyskytují ve volné přírodě, i plísně podmíněně patogenní a v jednom případě i toxinogenní.

Z měření umělého osvětlení vyplynulo, že na některých pracovních stanovištích intenzita umělého osvětlení a jeho rovnoměrnost neodpovídají požadavkům ČSN 36 0046.

### Rozbor příčin zjištěného stavu

Pracovní prostředí ve VKS a u TLK je závislé na uspořádání výrobního zařízení, jeho vybavení místním odsáváním a na typu budovy a jejích technických zařízení (vytápění, větrání, osvětlení). Z hlediska prašnosti a hluku vznikají největší problémy tam, kde bez rádného projektu se sestavují výrobní stroje, u nichž není současně řešeno centrální odsávací zařízení, vybavené dobrým čištěním odsávaného vzduchu od prachu.

K nepříznivému pracovnímu prostředí přispívají i některé staré adaptované budovy s nevhovujícím denním osvětlením, s nízkými pracovními prostory a s obtížně řešitelným vytápěním v zimním období. V nově postavených objektech VKS jsou většinou podmínky příznivější z hlediska prašnosti i hluku.

Hlavní příčiny zjištěných nedostatků v zabezpečení pracovního prostředí lze shrnout do těchto bodů:

1. Nedostatečná projektová příprava vlastního objektu, technologického zařízení a technických opatření na ochranu pracovního prostředí (místní odsávání, vytápění stálých pracovních stanovišť).
2. U TLK nekompletnost strojového vybavení.
3. Není zajištěno čištění prostoru, výrobních zařízení a svítidel od prachu bezprašným způsobem.
4. Stroje o vysoké hladině akustického výkonu nejsou odděleny od ostatního prostoru.

### Doporučená opatření

V ČSSR jsou dnes podmínky pro navrhování a výstavbu VKS a TLK, které by vyhovely hygienickým požadavkům na pracovní prostředí na většině pracovních stanovišť. Předpokladem je odborná projektová příprava a použití schválených typů strojů a technických zařízení, vybavených místním odsáváním. Příkladem typové výrobní linky je výrobna tvarovaných krmiv TLK 701 (výrobce Továrny mlýnských strojů, n. p. Pardubice) o výkonu 3 až 4 t/h tvarovaného krmiva. Výrobní linka je zabudována do ocelové haly o půdorysnych rozměrech  $36 \times 15$  m a výšce přibližně 8 m. Odsávání je provedeno u opracovací linky, u přípravy premixu (výchozí suroviny jsou minerální látky, bílkoviny, koncentrát a vitaminové doplňky), dávkování komponentů a při granulování. Čištění odsávaného vzduchu od prachu je řešeno vírovými odlučovači a textilními filtry.

Z hlediska prašnosti a jejího snížení je obtížná situace u příjmových košů pro nasypávání surovin, u dávkovacího dopravníku slámy, při padání slámy z vynášecího pásu do drtiče a při pytllování.

Aby se snížila expozice obsluhy prachu a současně i fyzická námaha, doporučuje se zvýšit stupeň mechanizace u některých výrobních operací, jako např. při dávkování slámy do drtiče a při dávkování komponentů.

Doporučuje se prostorové oddělení významných zdrojů hluku od ostatního provozu a rovněž i linky pytlování s ohledem na prašnost.

Aby se omezila práce u pytlování, je třeba preferovat expedici krmných směsi v kontejnerech proti expedici v pytlích.

Nedostatečně zajištěno bývá čištění podlah, konstrukcí, strojů a zařízení a svítidel od usazeného prachu. Čištění se musí provádět bezprašným způsobem, tj. vysáváním. Jednotkové pojízdné vysavače často svým výkonem nestačí na množství prachu a dochází k jejich zlepování. Pro velké výrobné krmných směsi, spojené s obilními silami, by se proto mělo používat centrálních vysávacích zařízení (výrobce ZVVZ, k. p. Milevsko). Čištění ploch všeho druhu od prachu musí být řešeno již v projektové dokumentaci a zakotveno v pracovních úkolech.

Vhodné pracovní prostředí nutno zajistit ve velímech, které svým provedením a vybavením mají odpovídat ČSN 18 4302 a hygienickému předpisu sv. 39/1978, směrnice č. 46 o hygienických požadavcích na pracovní prostředí.

Z hlediska mikroklimatických podmínek nutno ve VKS a TLK zajistit tepelnou pohodu na stálých pracovních stanovištích, např. při pytlování, místním vytápěním, jestliže by vytápění celého prostoru bylo energeticky neúnosné.

## Závěr

Z výsledků sledování pracovního prostředí ve výrobnách krmných směsí a tvarovaných krmiv vyplývá, že při výstavbě nových závodů a zřizování nových výrobních linek, i při jejich rekonstrukcích, nutno důsledně aplikovat místní odsávání, vytápění stálých pracovišť, vysávání sedimentovaného prachu a uplatňovat opatření na ochranu proti hluku oddělením velkých zdrojů hluku, jejich správným uložením a zřizováním kabin pro obsluhu. Při návrhu výrobních zařízení a technologického postupu třeba usilovat o zvýšení úrovně mechanizace a tím snížení fyzické zátěže pracovníků.

## LITERATURA

- [1] *Pergler, B.*: Vliv zprůmyslnění zemědělského zásobování na koncepci vzduchotechnického zařízení. Sborník Větrání zemědělských objektů, KŽP a Dům techniky ČSVTS Praha, 1976, s. 101—104.
- [2] *Schmidt, J.*: Staub- und Entstaubungsprobleme in Grosssilos der Getreidewirtschaft. Luft- und Kältetechnik 12 (1976), č. 2, s. 78—82.
- [3] *Škrdlík, M.; Marek, V.*: Prašnost v některých objektech zemědělské výroby v Jiho-moravském kraji v letech 1976 až 1980. Pracovní lékařství 33 (1981), č. 8, s. 281—286.
- [4] *Žáďek, I.; Háková, L.; Tenglerová, J.; Hrdinová, J.*: Některé hygienické problémy mísíren krmiv. Čs. hygiena 25 (1980), č. 6—7, s. 164—166.

## РАБОЧАЯ СРЕДА НА КОМБИКОРМОВЫХ ЗАВОДАХ И НА ЗАВОДАХ ФОРМОВАННЫХ КОРМОВ

Доц. Инж. Д-р Ладислав Оппл, к. т. н.

В статье приводится обзор вредных факторов рабочей среды на комбикормовых заводах и у формовочных линий кормов. Главной вредной примесью является органическая пыль, с которой встречаются плесени. На некоторых рабочих местах высокие уровни звукового давления и зимой неблагоприятные микроклиматические условия. Приводятся недостатки, которые встречаются часто в техническом оборудовании заводов и рекомендуемые мероприятия к улучшению современного состояния.

## **WORKING CONDITIONS IN FEEDING MIXTURE AND SHAPED FODDER PLANTS**

*Doc. Ing. Dr. Ladislav Oppl, CSc.*

Harmful factors of working conditions in feeding mixture plants and close by shaping fodder lines are discussed in the article. Organic dust is the main harmful substance and moulds occurrence is in connection with the dust. In some working places sound levels are very high and there are unfavourable conditions in winter. Repeated defects in technical equipment of the plants and recommended measures improving the contemporary state are described there.

## **ARBEITSMILIEU IN DEN FERTIGUNGSSTELLEN DER MISCHFUTTERMITTEL UND DER GEFORMTEN FUTTER**

*Doz. Ing. Dr. Ladislav Oppl, CSc.*

Der Artikel beinhaltet die Übersicht der schädlichen Faktoren des Arbeitsmilieus in den Fertigungsstellen der Mischfuttermittel und bei den formenden Futterlinien. Der organische Staub, mit dem das Schimmelvorkommen in Verbindung steht, bildet den Hauptschadstoff. In einigen Arbeitsplätzen befinden sich die hohen Schallpegel und im Winter die ungünstigen mikroklimatischen Bedingungen. Man führt die oft vorkommenden Mängel in der technischen Ausrüstung der Fertigungsstellen an und die Massnahmen zur Verbesserung des gegenwärtigen Standes werden empfohlen.

## **MILIEU DE TRAVAIL DANS LES ATELIERS DE PRODUCTION DES MÉLANGES DE FOURRAGE ET DES FOURRAGES FAÇONNÉS**

*Doc. Ing. Dr. Ladislav Oppl, CSc.*

L'article présenté comprend un aperçu des facteurs nocifs d'un milieu de travail dans les ateliers de production des mélanges de fourrage et chez les lignes de façonnage des fourrages. La poussière organique avec la présence des moisissure est la substance nocive principale. Les niveaux de bruit hauts et en hiver les conditions de microclimat défavorables se trouvent dans quelques lieux de travail. On présente les défauts qui se trouvent dans l'équipement technique des ateliers de production souvent et on recommande les dispositions relatives à l'amélioration de l'état contemporain.

---

## **20 LET DOMU TECHNIKY ČSVTS PRAHA**

Koncem minulého roku oslavil Dům techniky ČSVTS Praha 20 let od svého založení. Toto výročí se stalo i bilancováním dosavadní činnosti, která spočívala v pořádání politickooborných akcí, kursů, vydávání odborných publikací, sborníků, skript, v jazykové výuce, expertiza a poradenské činnosti, v organizování četných soutěží, výstav, pořádání tématických zájezdů, v realizaci výpůjčného servisu odborné literatury atd. Při této příležitosti je třeba připomenout, že Dům techniky ČSVTS Praha byl organizátorem či spolupořadatelem velkého počtu akcí českého výboru komitétu pro životní prostředí ČSVTS, a to konference, seminářů, odborných kursů a kabinetu pro životní prostředí. Jde o dlouholetou tradici dobré spolupráce, která se příznivě promítá do přípravy, průběhu i realizace závěrů akcí.

Český výbor komitétu pro životní prostředí přeje k tomuto jubileu Domu techniky Praha a všem jeho pracovníkům mnoho úspěchů do jejich další činnosti a splnění všech záměrů, které si předsevzali.

**ČV komitétu pro životní prostředí  
ČSVTS**

---

# MĚŘENÍ PRAŠNOSTI ZA NEIZOKINETICKÝCH PODMÍNEK V HYGIENICKÉ PRAXI

ING. JAN VÍTEK, CSc.

Vědeckovýzkumný uhlerný ústav, Ostrava-Radvanice

Při odsávání vzorku aerosolu z proudícího ovzduší závisí výtěžek a granulometrické složení odebraného prachu na řadě faktorů, z nichž k nejdůležitějším patří aerodynamický režim odběru. Vzhledem k tomu, že experimentální posuzování vhodnosti jednotlivých variant aerodynamického režimu odběru vzorku pro hygienické hodnocení prašných pracovišť je velmi náročné, používá autor pro tento účel matematického modelu, který vychází ze zjednodušeného pojetí fyzikálních procesů, probíhajících při vzorkování v podmínkách důlních a průmyslových pracovišť.

Recenzoval: Ing. Jaroslav Šimeček, CSc.

## 1. ÚVOD

Při posuzování rizikovosti důlních a průmyslových prašných pracovišť patří k základním ukazatelům koncentrace prachu v ovzduší a jeho granulometrické složení. Při odběru vzorku odsáváním jsou výsledky měření koncentrace prachu a jeho granulometrického složení do značné míry závislé na způsobu provedení odběru [1 až 3]. Znalost vzájemných vztahů mezi aerodynamickými podmínkami odběru vzorku prachu a stupněm ovlivnění dosažených výsledků měření umožňuje buďto upravit podmínky odběru tak, aby ovlivnění výsledků měření bylo omezeno na přijatelnou míru, anebo zvolit takové podmínky odběru, které jsou v souladu se specifickými požadavky hodnocení prašnosti pro účely hygienické klasifikace pracovišť.

## 2. TEORETICKÁ ČÁST

Při odběru vzorku prachu odsáváním z proudícího ovzduší jsou výsledky závislé na řadě faktorů, zejména na

- umístění odběrové aparatury v prostoru hodnoceného pracoviště,
- aerodynamickém režimu odběru,
- vlastnostech vzorkovaného aerosolu.

Z prostorových dispozic mají největší význam geometrie pracoviště v blízkosti místa odběru vzorku, vzdálenost mezi zdrojem prachu a místem měření, výška zdroje prachu i místa měření nad podlahou pracoviště. Z aerodynamických faktorů režimu odběru vzorku se v největší míře uplatní lineární rychlosť nasávání vzorku, lineární rychlosť proudění ovzduší v okolí odběrové aparatury, nasměrování aparatury vůči směru proudění ovzduší, způsob toku ovzduší v místě vzorkování (lineární, nelineární) a charakter proudění ovzduší (laminární, turbulentní). Vlastnosti samotného aerosolu, které ovlivňují významněji průběh vzorkování a jeho výsledky, jsou hustota částic, jejich velikost a tvar, charakter jejich povrchu (drsný, hladký), schopnost částic vytvářet shluky a relativní vlhkost ovzduší, která je obvykle jedním z hlavních faktorů, ovlivňujících shlukování částic.

Při praktickém měření není většinou možno uspořádat odběr tak, aby nežádoucí vlivy uvedených faktorů na výsledky měření byly eliminovány, mnohdy není ani možné zaručit dostatečnou reprodukovanost uvedených podmínek, která by v definovaných podmínkách zajišťovala dosažení srovnatelných výsledků.

Pohyb a změny prašného aerosolu, unášeného proudícím ovzduším v prostorách důlních a průmyslových pracovišť, je možno charakterizovat jako fyzikální (popřípadě v některých aspektech jako fyzikálněchemický) proces s definovatelným průběhem, závislým na výchozím stavu systému a na vnějších podmínkách, které jsou rovněž definovatelné. Jestliže přesto není možno exaktně popsat proces šíření prachu na reálných pracovištích včetně odběru vzorků, je to způsobeno tím, že reálné prachové částice mají své obtížně hodnotitelné a evidovatelné individuální vlastnosti (zejména tvar a charakter povrchu) a že tok ovzduší na pracovištích se složitou geometrií se vymyká jednoduchému matematickému popisu. Proto je účelné studovat chování reálných systémů na zjednodušených modelech, u kterých se předpokládá uniformita vlastností prachových částic a zjednodušený schematický tok ovzduší.

Na modelech tohoto typu je možno za použití výpočetní techniky ověřit základní zákonitosti chování aerosolu v různých podmínkách v libovolném počtu variant. Zkušenosti však ukazují, že čistě teoretické řešení uvedených problémů není možné, je nutno vycházet ze základních údajů o vlastnostech jednotlivých typů prachu, stanovených experimentálně [3, 4].

### **3. VOLBA PODMÍNEK ODBĚRU VZORKU PRACHU PODLE ÚČELU HODNOCENÍ PRAŠNOSTI**

Podmínky odběru vzorku prachu z ovzduší je nutno určovat podle účelu prováděného měření. Z tohoto hlediska lze rozlišovat dva základní druhy odběrů:

— odběry sledující stanovení skutečných vlastností aerosolu v ovzduší pracovišť (konzentrace tuhých částic, jejich granulometrického složení apod.),

— odběry napodobující sací účinek lidského organismu při vdechování.

Oba tyto uvedené druhy odběru mohou být realizovány s použitím odběrového zařízení téhož typu, pokud lze měnit směr odsávání vzduchu při odběru a průřez vstupního otvoru pro vzduch nebo objemový průtok. Uvedené druhy odběru vyžadují totiž odlišný aerodynamický režim odběru vzorku a poskytují zpravidla i značně odlišné výsledky. Prvý typ odběru převažuje v technické praxi, druhý typ v oblasti hygieny práce a životního prostředí.

Při prvním způsobu odběru je nutno přiblížit se co nejdokonaleji podmínkám tzv. izokinetického odběru. Izokinetický režim odběru vzorku aerosolu z plynné fáze předpokládá shodnost směru proudění plynné fáze v okolí místa odběru a směru odsávání vzorku a dále shodnost lineární rychlosti proudění v okolí odběrové aparatury a lineární rychlosti nasávání vzorku aerosolu ve vstupním otvoru této aparatury. Odběrové zařízení pro izokinetický odběr musí být dimenzováno a instalováno tak, aby co nejméně překáželo proudění plynné fáze.

V podmínkách průmyslových a důlních pracovišť většinou není možné realizovat izokinetický režim vzorkování. Parametry toku plynné fáze zpravidla nelze průběžně měřit a navíc mnohdy kolísají natolik, že nahrazení jejich okamžitých hodnot středními hodnotami za delší časové úseky je nepřípustné. U řady běžně používaných měřicích zařízení není možné plynule měnit objemový průtok odsávané plynné

fáze nebo průřez vstupního otvoru. V těchto případech je výhodné převádět údaje o koncentraci a granulometrickém složení aerosolu, naměřené za neizokineticích podmínek, na údaje odpovídající izokineticemu režimu odběru s použitím výpočetních metodik [2] až [4].

Měření prašnosti s izokinetickým režimem odběru, jejichž výsledky se nejlépe přibližují skutečným poměrům v prašném ovzduší, se v hygienické praxi uplatňují v poměrně malém rozsahu. To platí i o měřeních, prováděných za neizokinetickeho režimu odběru vzorku s početními úpravami naměřených výsledků. Uvedené způsoby měření prašnosti lze doporučit zejména při hodnocení prašnosti strojů, technologických operací a technologických celků, jakož i při posuzování účinnosti protiprašných zařízení. V těchto případech se jedná o stanovení technických parametrů, které není nutno bezprostředně vztahovat na člověka. I v těchto případech lze pochopitelně k získání relativních údajů o prašnosti používat definovaných neizokineticích režimů odběru vzorků.

Mnohem širší je v oblasti hygieny práce využití druhého způsobu odběru vzorků při měření prašnosti, při kterém se hodnotí účinek prašného ovzduší na člověka. Zatímco cílem prvého způsobu odběru je zachytit vzorek aerosolu odpovídající složení okolní plynné fáze s rozptýlenými prachovými částicemi, je cílem druhého způsobu odběru zachytit vzorek, odpovídající vdechovanému aerosolu. Při odběru podle uvedených odlišných principů se získají i různá množství vzorku prachu s různým granulometrickým složením. Druhý způsob odběru je nutno používat při měření směnové prašnosti pracovišť, prašnosti pracovních operací u jednotlivých profesí a při zjišťování individuální prašné zátěže. Odběr se má v tomto případě provádět tak, aby jeho aerodynamický režim se co možno nejdokonaleji přibližoval aerodynamickému režimu vdechování.

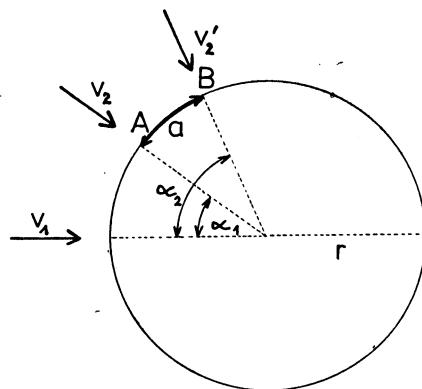
Uvedený požadavek je z technického hlediska značně neurčitý a jeho praktická realizace při odběru vzorku je velmi obtížná. Jak již bylo uvedeno, určujícími aerodynamickými faktory při vdechování resp. při vzorkování jsou směr odsávání aerosolu a lineární rychlosť jeho proudění při vstupu do úst nebo nosu resp. do vstupního otvoru odběrové aparatury.

Vdechuje-li pracovník prašný aerosol během pracovního procesu, mění se neustále oba tyto faktory. Rychlosť vdechování je závislá na individuálních vlastnostech a na tělesné námaze pracovníka a její závislost na čase má přibližně tvar sinusoidy [5]. Periodické změny rychlosti vdechování nejsou v současné používaných odběrových přístrojů napodobovány. Místo toho je aerosol přes vstupní otvor aparatury prosváván konstantní rychlosťí, která by měla odpovídat střední rychlosťi vdechu. Střední rychlosť vdechu se udává různě. V NSR [6] je např. předepsána hodnota  $1,25 \pm 0,125 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , v ČSSR platí standard RVHP, tj. 1,0 až  $2,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Tento standard není u běžně používaných odběrových přístrojů DP 20 a DP 50 dodržen [7].

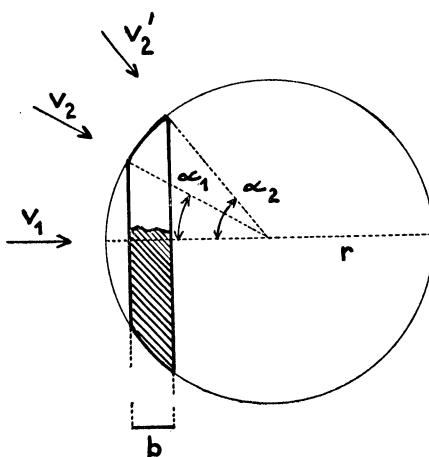
Vdechování prachu není v uvedených souvislostech bráno v úvahu. Je však nutno poznamenat, že při výdechu dochází k ovlivnění proudění a složení aerosolu v dýchací zóně. Výsledky takto přerušovaného odběru prachu z ovzduší při dýchání se mohou značně lišit od výsledků při nepřerušovaném odběru pomocí přístroje.

Úhel  $\alpha$  mezi směrem vdechování prachu a směrem toku ovzduší na pracovišti je rovněž velmi proměnlivou veličinou, jeho hodnota kolísá od 0 do  $360^\circ$  v závislosti na poloze pracovníka resp. jeho hlavy, na jeho orientaci vůči směru toku ovzduší a na tom, zda pracovník vdechuje nosem či ústy. Směr toku ovzduší lze spolehlivě určit jen při laminárním proudění, při turbulentním proudění je možno vytyčit

pouze střední směr toku. V pracovním procesu je nutno dále počítat i s obměnami režimu proudění ovzduší v souvislosti s časovými změnami prostorového uspořádání pracoviště. Při obvyklé poloze hlavy bude při vdechování ústy převažovat vodorovný směr, při vdechování nosem směr svislý (zdola nahoru). Svislý směr vzorkování zdola nahoru doporučuje i standard RVHP [7], který však připouští i jiné směry vzorkování, poskytující srovnatelné výsledky.



Obr. 1. Schéma nasávání vzorku aerosolu ve vodorovné rovině.  $v_1$  — směr proudění ovzduší,  $v_2, v'_2$  — směr nasávání vzorku



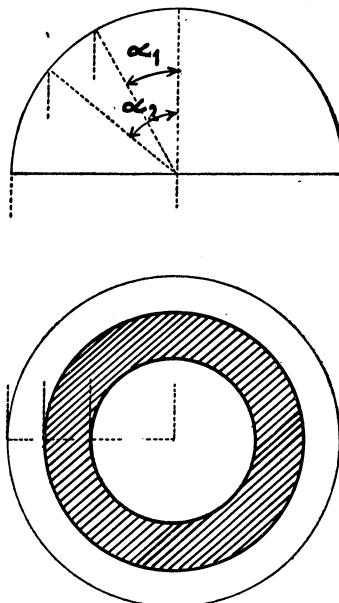
Obr. 2a. Schéma nasávání vzorku aerosolu v trojrozměrném prostoru

Uvažujme u zjednodušeného rovinného modelu (obr. 1) všechny možné směry vdechování v jedné vodorovné rovině ve výši úst, přičemž pravděpodobnost všech hodnot  $\alpha$  v intervalu 0 až  $360^\circ$  je stejná. Pravděpodobnost výskytu úhlu  $\alpha$  v intervalu  $\alpha_1$  až  $\alpha_2$  je pak úměrná délce oblouku  $a = \hat{A}\hat{B}$ . Lze ji vyjádřit výrazem

$$p_\alpha = a/2\pi r$$

kde  $p_\alpha$  je pravděpodobnost,  
 $r$  — poloměr kružnice.

Délce obvodu kruhu  $2\pi r$  odpovídá zde pravděpodobnost  $p_\alpha = 1$ .



Obr. 2b. Odvození pravděpodobnostních faktorů  $p'_\alpha$  (viz text)

V prostorovém pojetí je určení pravděpodobnosti obdobné. Všem možným směrům vdechování lze přiřadit vektory, jejichž počáteční body leží na kulové ploše a koncové body ve středu příslušné koule (obr. 2a, 2b). Pravděpodobnost výskytu úhlu  $\alpha$  v rozmezí  $\alpha_1$  až  $\alpha_2$  bez ohledu na prostorovou orientaci je v tomto případě úměrná ploše kulové vrstvy (na obr. 2a, 2b znázorněna šrafováně), přičemž pravděpodobnosti  $p'_\alpha = 1$  odpovídá plocha povrchu celé koule  $4\pi r^2$ . Plocha kulové vrstvy  $P$  se vypočte podle vztahu

$$P = 2\pi r b$$

přičemž

$$b = r \cos \alpha_1 - r \cos \alpha_2$$

Pravděpodobnost  $p'_\alpha$  je dána vztahem

$$p'_\alpha = \frac{2\pi r^2 (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)}{4\pi r^2}$$

po zjednodušení

$$p'_\alpha = (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)/2$$

Hodnoty pravděpodobností výskytu úhlu  $\alpha$  pro intervaly  $\alpha_2 - \alpha_1 = 7,5^\circ$  u prostorového modelu (obr. 2a, b) jsou uvedeny v tab. 1. Jsou tabelovány pouze hodnoty pro rozpětí 0 až  $180^\circ$ , kde součet všech  $p'_\alpha$  je roven 0,5, v rozpětí  $180$  až  $360^\circ$  jsou hodnoty stejné vzhledem k symetričnosti modelu. U rovinatého modelu (obr. 1)

Tab. 1. Pravděpodobnost  $p$  výskytu úhlu  $\alpha$  v intervalu  $\alpha_1$  až  $\alpha_2$  (kde  $\alpha_2 = \alpha_1 + 7,5^\circ$ ) pro jednotlivé úhly  $\alpha_1$  u prostorového modelu vdechování

$\alpha_1 [^\circ]$	$p$	$\alpha_1 [^\circ]$	$p$
0	0,002 2	90,0	0,032 7
7,5	0,006 4	97,5	0,032 1
15,0	0,010 5	105,0	0,031 0
22,5	0,014 4	112,5	0,029 4
30,0	0,018 2	120,0	0,027 2
37,5	0,021 6	127,5	0,024 6
45,0	0,024 6	135,0	0,021 6
52,5	0,027 2	142,5	0,018 2
60,0	0,029 4	150,0	0,014 4
67,5	0,031 0	157,5	0,010 5
75,0	0,032 1	165,0	0,006 4
82,5	0,032 7	172,5	0,002 2

jsou všechny hodnoty  $p_\alpha$  pro intervaly po  $7,5^\circ$  v rozpětí  $\alpha = 0$  až  $360^\circ$  stejné a rovnají se 0,0208 (tj. 1/48). U prostorového modelu je nutno brát v úvahu účinek gravitace, která zejména v případě těžších prachových částic podporuje nebo omezuje účinek vdechování. K tomuto faktoru přihlíží standard RVHP, kde se doporučuje odběr vzorku svisle proti směru gravitace [7].

#### 4. MATEMATICKÝ MODEL VZORKOVÁNÍ AEROSOLU A JEHO PRAKТИČKÉ VYUŽITÍ

Model procesů probíhajících při odsávání vzorku aerosolu z proudícího ovzduší vychází z některých zjednodušujících předpokladů. Polydisperzní aerosol je považován za směs několika přibližně monodisperzních aerosolů, resp. sestává z několika užších velikostních frakcí částic. Každá z těchto frakcí obsahuje sice částice s určitým rozmezím velikostí, pro výpočty je však uvažována vždy pouze jediná velikost částic, odpovídající středu příslušného velikostního rozmezí.

Při odběru vzorku z ovzduší se chovají částice různých velikostí odlišně, a proto je i při početním zpracování hodnocena každá velikostní frakce zvlášť. Označíme-li koncentraci  $i$ -té velikostní frakce částic v odebraném vzorku  $k_i [\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}]$  a koncentraci téže frakce v okolí odběrové aparatury  $K_i [\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}]$ , platí při dodržení podmínek izokinetického odběru přibližně  $k_i = K_i$ . Při neizokinetickém odběru platí  $k_i = f K_i$ , resp.  $k_i = f K_i$ , kde  $f \neq 1,00$ .

Přepočetní faktor  $f$  je pro daný typ aerosolu funkci velikosti částic, poměru rychlostí nasávání a proudění  $w = v_1/v_2$  a úhlu  $\alpha$  mezi vektory  $v_1, v_2$ ,

kde  $v_1$  = lineární rychlosť nasávání vzorku aerosolu při vstupu do odběrové aparatury [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ],  
 $v_2$  = lineární rychlosť proudění ovzduší v okolí vzorkovací aparatury [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ].

Hodnoty  $w = 1,00$  a  $\alpha = 0^\circ$  odpovídají izokinetickému odběru a platí  $f_{i,1,0} = 1,00$  pro všechna  $i$ . Hodnoty  $f_{i,w,\alpha}$  pro obecné neizokinetické podmínky odběru je nutno stanovit v potřebném rozsahu pro daný typ aerosolu experimentálně.

Nejúčelnější je změřit několik hodnot  $f_{i,w,\alpha}$  při různých hodnotách  $w$  a při  $\alpha = \text{konst.} = 0^\circ$  a dále několik hodnot při různých úhlech  $\alpha$  a při  $w = \text{konst.} = 1,00$ , tedy jednak hodnoty  $f_{i,w,0}$ , jednak hodnoty  $f_{i,1,\alpha}$ . Bylo prokázáno, že z těchto hodnot lze odvodit další podle vztahu [3]

$$f_{i,w,\alpha} = f_{i,1,\alpha} \cdot f_{i,w,0} \quad (1)$$

Hodnoty  $f_{i,w,0}$  a  $f_{i,1,\alpha}$  platné pro aerosol s hustotou částic cca  $1,0 - 1,5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  a s přibližně kulovým tvarem částic uvádí literatura [1, 2]. V rámci této práce byla experimentálně ověřena platnost v literatuře uváděných údajů pro černouhelný prach, který zhruba splňuje uvedené podmínky, a to v mezích obvyklých chyb měření prašnosti (tj.  $\pm 10\%$ ). Dále byla ověřena platnost vztahu (1), a to rovněž s rozsahem chyb  $\pm 10\%$ . Použití vztahu (1) umožňuje získat široký rozsah hodnot  $f_{i,w,\alpha}$  s minimální potřebou experimentálních prací.

S použitím uvedených poznatků lze přepočít celkovou koncentraci polydisperzního aerosolu, odpovídající danému aerodynamickému režimu odběru, na jiný libovolný odběrový režim tak, že výchozí aerosol rozložíme na velikostní frakce, u jednotlivých frakcí provedeme přepočet s využitím faktorů  $f_{i,w,\alpha}$  a provedeme sumaci získaných výsledků. Je-li  $k_c$  [ $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ] celková koncentrace polydisperzního aerosolu a označují-li indexy  $w_1, \alpha_1$  a  $w_2, \alpha_2$  podmínky dvou různých odběrových režimů, platí vztahy

$$k_{c,w_1,\alpha_1} = \sum_{i=1}^I k_i f_{i,w_1,\alpha_1} \quad (2)$$

$$k_{c,w_2,\alpha_2} = \sum_{i=1}^I k_i f_{i,w_2,\alpha_2} \quad (3)$$

$$k_{c,1,0} = \sum_{i=1}^I k_i, \quad (4)$$

kde  $I$  = celkový počet velikostních frakcí.

Ze vztahů (2), (3) vyplývá

$$\frac{k_{c,w_2,\alpha_2}}{k_{c,w_1,\alpha_1}} = \frac{\sum_{i=1}^I k_i f_{i,w_2,\alpha_2}}{\sum_{i=1}^I k_i f_{i,w_1,\alpha_1}} \quad (5)$$

Je-li  $g_i$  [%] hmotnostní podíl  $i$ -té frakce ve vzorkovaném aerosolu, platí pro pře-počet granulometrického složení vzorku obdobně vztahy

$$g_{i,1,0} = \frac{100 k_i}{\sum_{i=1}^I k_i}, \quad (6)$$

$$g_{i,w,\alpha} = \frac{100 k_i f_{i,w,\alpha}}{\sum_{i=1}^I k_i f_{i,w,\alpha}}, \quad (7)$$

$$\frac{g_{i,w_2,\alpha_2}}{g_{i,w_1,\alpha_1}} = \frac{\frac{k_i f_{i,w_2,\alpha_2}}{\sum_{i=1}^I k_i f_{i,w_2,\alpha_2}}}{\frac{k_i f_{i,w_1,\alpha_1}}{\sum_{i=1}^I k_i f_{i,w_1,\alpha_1}}} \quad (8)$$

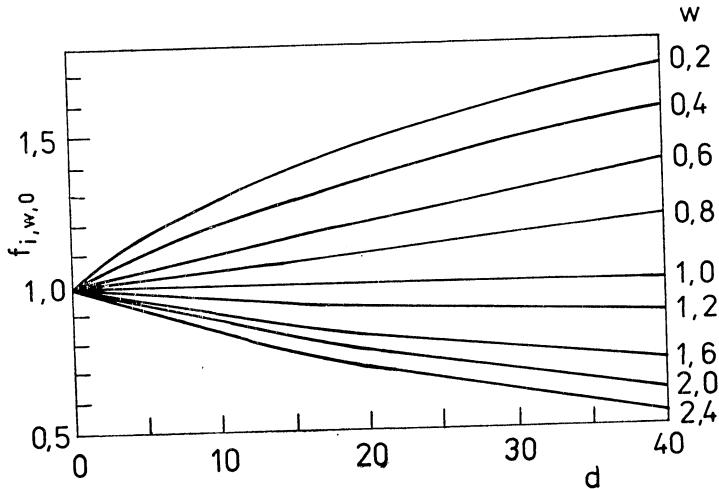
S pomocí vztahů (6) až (8) lze přepočítávat granulometrické četnostní křivky aerosolů i obvykle používané parametry jejich disperzity (různě definované střední hodnoty velikostí částic, odchylky od těchto hodnot).

Přepočetní vztahy uvedené v obecné formě, tj. (5) a (8), umožňují převést údaje o koncentraci a granulometrickém složení vzorku aerosolu získané při jakémkoliv aerodynamickém režimu odběru na obdobné údaje odpovídající jakémukoliv jinému režimu odběru.

K provádění uvedených přepočtu byl vytvořen program pro samočinný počítač v jazyku Fortran. Možnosti použití navržené výpočetní metodiky jsou velmi široké. Je např. možno

- přepočítat naměřené údaje o koncentraci a granulometrickém složení prachu v ovzduší za daného aerodynamického režimu odběru na podmínky jiného režimu, který je s použitím dané aparatury nedosažitelný,
- určovat chyby, vzniklé měřením při podmírkách odlišných od izokinetickeho režimu odběru nebo od režimu, napodobujícího vdechování prachu člověkem apod.

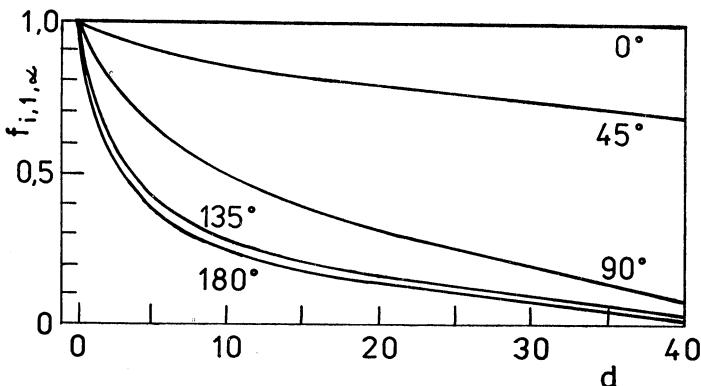
Na obr. 3 jsou uváděny závislosti  $f_{i,w,0}$  na velikostech prachových částic  $d$  ( $\mu\text{m}$ ) pro jednotlivé hodnoty  $w$  v rozsahu 0,2 až 2,4 při  $\alpha = 0^\circ$ . K sestavení grafu byly použity hodnoty podle literatury [1, 2] i hodnoty vlastní. Při  $w = 1,0$ , tj. při dodržení podmínek izokinetickeho odběru, platí v celém sledovaném rozsahu velikostí částic 0 až 40  $\mu\text{m}$  vztah  $f_{i,w,0} = 1,00$ . Je-li  $w < 1,0$ , platí  $f_{i,w,0} > 1,0$  a výsledky měření prašnosti jsou nadhodnocovány. Nadhodnocení je tím výraznější, čím



Obr. 3. Závislost  $f_{i,w,0}$  na  $d$  pro hodnoty  $w = 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, 1,0, 1,2, 1,6, 2,0$  a  $2,4$

větší jsou sledované částice prachu a čím více se  $w$  blíží nule. V případě, kdy  $w > 1,0$ , platí  $f_{i,w,0} < 1,0$  a výsledky měření prašnosti jsou naopak podhodnocovány. Podhodnocení je tím výraznější, čím větší jsou částice a čím vyšší je hodnota  $w$ .

Na obr. 4 je sledován vliv úhlu  $\alpha$  na hodnoty  $f_{i,1,\alpha}$  při  $w = \text{konst.} = 1,00$ . Jsou uvedeny závislosti  $f_{i,1,\alpha}$  na  $d$  ( $\mu\text{m}$ ) pro úhly  $\alpha = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$  a  $180^\circ$ . Při  $\alpha = 0^\circ$  platí  $f_{i,1,\alpha} = 1,0$  v celém sledovaném rozsahu  $d$ . Při  $\alpha > 0^\circ$  jsou výsledky



Obr. 4. Závislost  $f_{i,1,\alpha}$  na  $d$  pro úhly  $\alpha = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$  a  $180^\circ$

měření prašnosti vždy podhodnoceny. I zde platí, že uvedený efekt se zvětšuje s velikostí částic. Hodnoty  $f_{i,1,\alpha}$  se zvětšováním úhlu  $\alpha$  klesají, a to v intervalu  $0$  až  $90^\circ$  velmi rychle, v intervalu  $90$  až  $180^\circ$  již jen zvolna. Zdroje údajů k sestavení obr. 4 jsou stejné jako u obr. 3.

Jak již bylo uvedeno, úhel  $\alpha$  se při dýchání člověka v pracovním procesu neustále mění. Proto je účelné zavést střední hodnoty  $f_{i,w,\alpha}$  pro interval  $\alpha = 0$  až  $360^\circ$  resp.  $0$  až  $180^\circ$  při symetrickém uspořádání odběru. Za předpokladu vdechování ve vodorovné rovině (obr. 1) se vypočítou střední hodnoty  $f_{i,w,R}$  podle vztahu

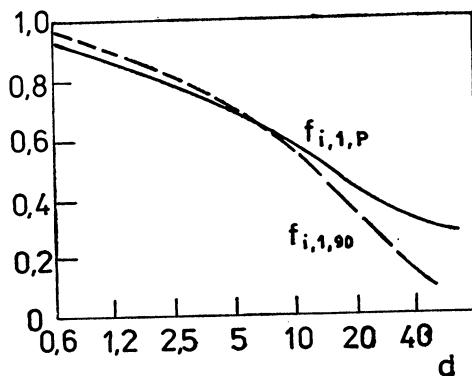
$$f_{i,w,R} = \sum_{\alpha=0^\circ}^{360^\circ} f_{i,w,\alpha} p_\alpha. \quad (9)$$

Při vdechování v trojrozměrném prostoru (obr. 2a, 2b) se určí střední hodnoty  $f_{i,w,P}$  ze vztahu

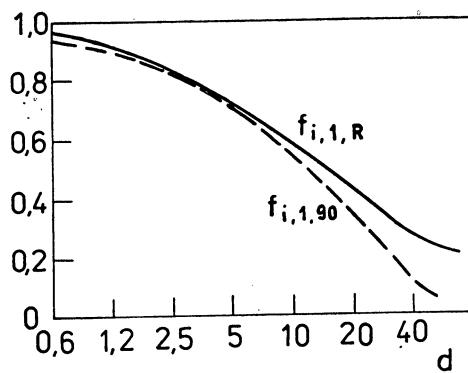
$$f_{i,w,P} = \sum_{\alpha=0^\circ}^{360^\circ} f_{i,w,\alpha} p'_\alpha, \quad (10)$$

kde  $p_\alpha, p'_\alpha$  jsou pravděpodobnostní faktory, určené podle obr. 1 a obr. 2 resp. tab. 1.

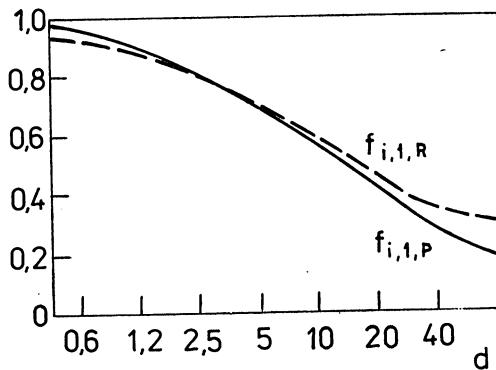
Na obr. 5 jsou porovnány závislosti  $f_{i,1,R}$  a  $f_{i,1,90}$  na velikosti částic  $d$ . Pro velikosti do cca  $10 \mu\text{m}$  jsou obě závislosti, platné pro  $w = 1,0$ , prakticky shodné. Pro částice nad  $10 \mu\text{m}$  mají obě porovnávané závislosti již odlišný průběh, přičemž rozdíl se prohlubuje se zvětšováním velikosti částic. K obdobnému závěru vede i porovnání závislosti  $f_{i,1,R}$  a  $f_{i,1,90}$  na  $d$  (obr. 6), platné rovněž pro  $w = 1,0$ . Shoda obou závislostí v intervalu velikostí částic do  $10 \mu\text{m}$  je zde ještě dokonalejší než v předchozím případě. Z uvedených údajů vyplývá, že odběr vzorku prachu pod úhlem  $90^\circ$ , který se v některých případech používá v hygienické praxi (např.



Obr. 5. Závislost  $f_{i,1,P}$  a  $f_{i,1,90}$  na  $d$



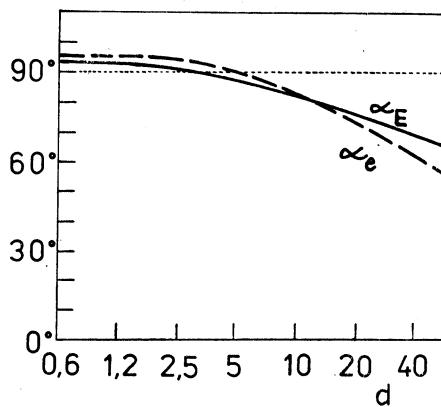
Obr. 6. Závislost  $f_{i,1,R}$  a  $f_{i,1,90}$  na  $d$



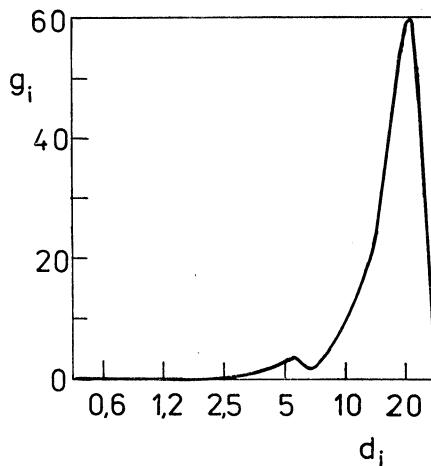
Obr. 7. Porovnání závislostí  $f_{i,1,P}$  a  $f_{i,1,R}$  na  $d$

při měření prašnosti v porubech hlubinných uhlenných dolů v ostravsko-karvinském revíru) je velmi výhodný z hlediska hygienických požadavků, neboť zachovává zastoupení hygienicky nejzávažnějších prachových částic o velikosti do 5 až 10  $\mu\text{m}$  a potlačuje hrubší, z hygienického hlediska méně závažné částice. Přímé porovnání hodnot  $f_{i,1,R}$ ,  $f_{i,1,P}$  v závislosti na  $d$  je provedeno na obr. 7. Rozdíly v průběhu obou závislostí v celém sledovaném intervalu  $d$  jsou velmi malé, pro běžnou praxi zanedbatelné.

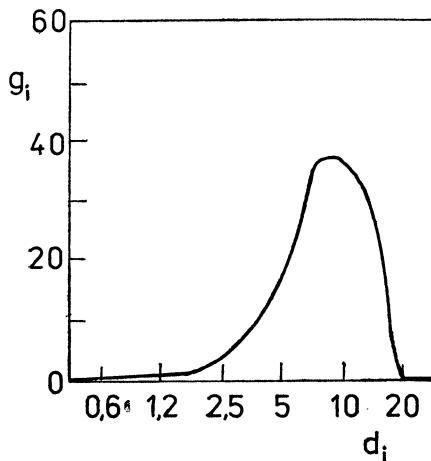
Z obr. 5 až 7 vyplývá, že pro každou velikost prachových částic je možno určit u daného typu aerosolu ekvivalentní úhel  $\alpha_E$  resp.  $\alpha_e$ , kde platí  $f_{i,1,P} = f_{i,1,\alpha_E}$  resp.  $f_{i,1,R} = f_{i,1,\alpha_e}$ . Na obr. 8 je uvedena závislost hodnot ekvivalentních úhlů  $\alpha_E$ ,  $\alpha_e$  na velikostech částic. Lze ji použít k určení optimálního úhlu odběru vzorku u aerosolů se známou velikostí částic.



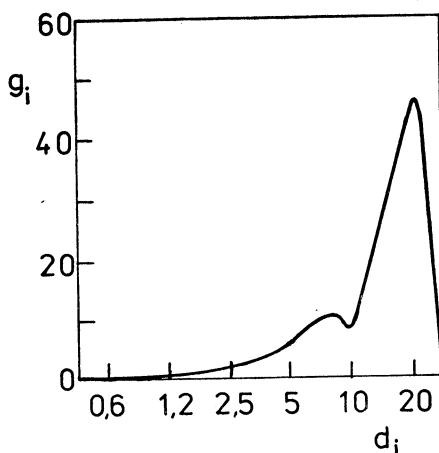
Obr. 8. Závislost úhlů  $\alpha_e$ ,  $\alpha_E$  na  $d$



Obr. 9a. Distribuce velikostí částic podle hmotnosti u nerespirabilní frakce uhlenného prachu A.  
 $g_i$  — hmotností zastoupení  $i$ -té velikostní frakce částic [%],  $d_i$  — velikost částic ( $\mu\text{m}$ )

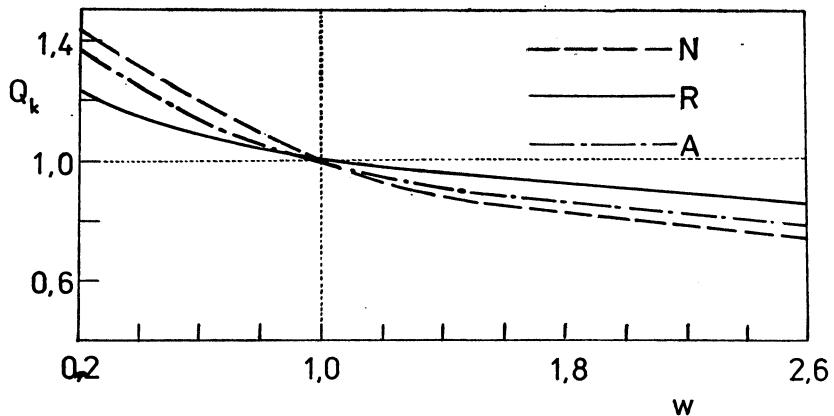


Obr. 9b. Distribuce velikostí částic podle hmotnosti u respirabilní frakce uhlenného prachu A

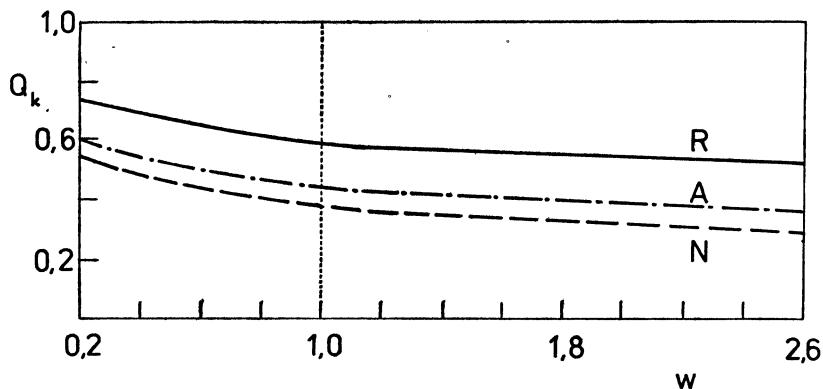


Obr. 9c. Distribuce velikostí částic podle hmotnosti u uhlenného prachu A

Dále je jako příklad uváděn v grafické formě přepočet koncentrace typického důlního černouhelného prachu pro různé parametry aerodynamického režimu odběru. Vzorek prachu byl získán izokinetickým dvoustupňovým odběrem pomocí speciálně upravené odběrové aparatury DP 50. Z údajů o koncentraci respirabilní a nerespirabilní frakce prachu a o jejich granulometrickém složení byly početně získány údaje o složení polétavého prachu jako celku a jeho koncentraci v ovzduší. Hmotnostní zastoupení respirabilní frakce ve vzorku prachu je 25,32 %. Geometrický průměr velikostí částic podle hmotnosti  $d_g$  [8] u nerespirabilní frakce, respirabilní frakce a celkového vzorku prachu (tj. souhrnu obou frakcí) je  $15,68 \mu\text{m}$ ,  $6,95 \mu\text{m}$  a  $12,76 \mu\text{m}$ , příslušné hodnoty standardních geometrických odchylek



Obr. 10a. Závislosti mezi  $Q_k$ ,  $w$  při  $\alpha = 0^\circ$  pro uhelný prach  $A$  a jeho respirabilní a nerespirabilní frakci ( $R$ ,  $N$ )



Obr. 10b. Závislosti mezi  $Q_k$ ,  $w$  při  $\alpha = 90^\circ$  pro uhelný prach  $A$  a jeho respirabilní a nerespirabilní frakci ( $R$ ,  $N$ )

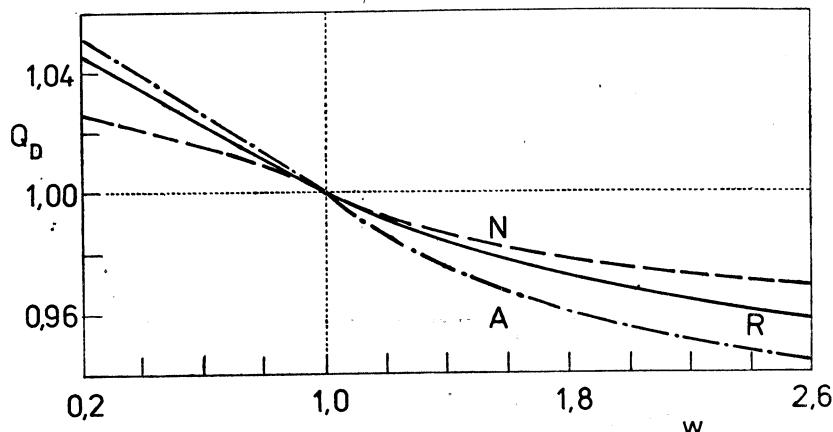
jsou 2,61, 2,06 a 2,20. Hmotnostní distribuční křivky velikostí částic u obou frakcí a celkového vzorku jsou uvedeny na obr. 9a, b, c.

Na obr. 10a, b jsou v grafické formě uváděny údaje získané na samočinném počítači, charakterizující změny koncentrace aerosolu v odsávaném vzorku při různých aerodynamických parametrech odsávání. Údaje na obr. 10 a platí pro  $\alpha = 0^\circ$ , údaje na obr. 10b pro  $\alpha = 90^\circ$  (bez přihlédnutí k prostorové orientaci úhlů  $\alpha$ ). Koncentrační změny jsou vyjádřeny pomocí křivek závislostí  $Q_k$  na  $w$ , kde

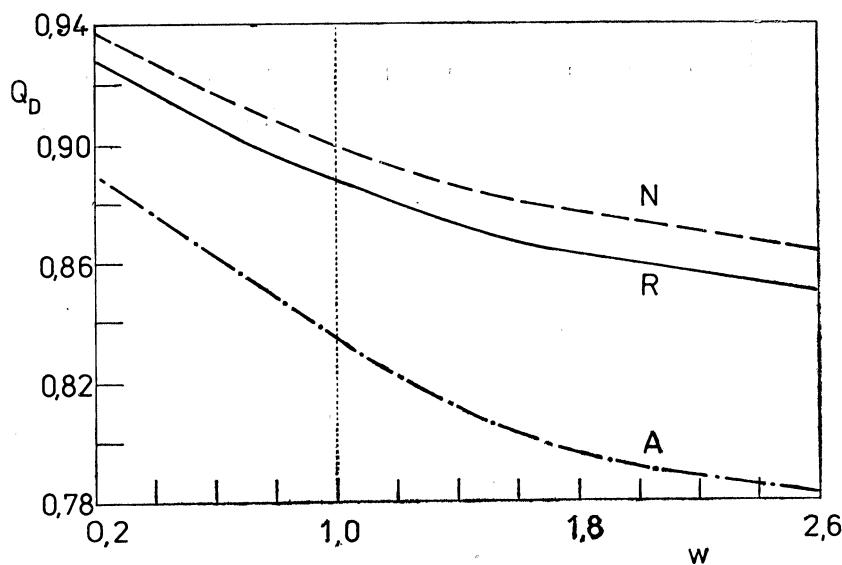
$$Q_k = \frac{\text{konzentrace naměřená při daném režimu odběru}}{\text{konzentrace odpovídající izokinetickému odběru}} .$$

Výpočty jednotlivých  $Q_k$  byly provedeny s použitím vztahu (5). Jsou uvedeny tři křívkové závislosti, odpovídající nerespirabilní frakci, respirabilní frakci a celko-

vému vzorku prachu. Z obr. 10a je zřejmo, že koncentrace vzorkovaného prachu může být jak nadhodnocena, tak i podhodnocena, a to v závislosti na  $w$ . Nejméně je hodnotou  $w$  ovlivněna respirabilní frakce. Tento výsledek je v souladu s výše uvedenými předpoklady, neboť v respirabilní frakci jsou nejvíce zastoupeny jemné částice, jejichž vzorkování je málo ovlivněno změnami aerodynamického režimu. Křivky pro nerespirabilní frakci a pro celkový vzorek prachu se liší jen málo vzhledem k tomu, že nerespirabilní frakce tvoří podstatný podíl celkového vzorku.



Obr. 11a. Závislosti mezi  $Q_D$ ,  $w$  při  $\alpha = 0^\circ$  pro uhlerný prach  $A$  a jeho respirabilní a nerespirabilní frakci ( $R$ ,  $N$ )



Obr. 11b. Závislosti mezi  $Q_D$ ,  $w$  při  $\alpha = 90^\circ$  pro uhlerný prach  $A$  a jeho respirabilní a nerespirabilní frakci ( $R$ ,  $N$ )

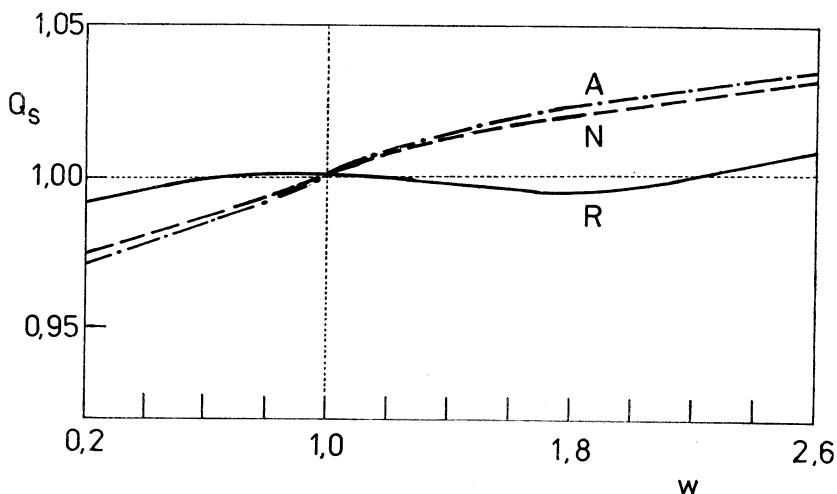
Z obr. 10b je zřejmo, že při  $\alpha = 90^\circ$  je koncentrace prachu v celém sledovaném rozsahu  $w$  podhodnocována. Zkreslení výsledků je opět nejmenší u respirabilní frakce prachu. Při  $w = 2,6$  poklesne koncentrace respirabilní frakce na asi 50 % hodnoty, odpovídající izokinetickému režimu odběru, koncentrace nerespirabilní frakce až na 30 % této hodnoty. Uvedený aerodynamický režim ( $w = 2,6, \alpha = 90^\circ$ ) je běžně používán při měření prašnosti v porubech uhelných dolů pomocí odběrové aparatury DP 50 resp. DP 20. Lineární nasávací rychlosť na vstupu do cyklónu aparatury DP 50 je  $3,97 \text{ m s}^{-1}$ , u DP 20 poněkud nižší, a to  $3,67 \text{ m s}^{-1}$ . Pro střední lineární rychlosť proudění důlního ovzduší  $1,5 \text{ m s}^{-1}$  vychází pak pro DP 50 hodnota  $w \doteq 2,6$ , pro DP 20 obdobně 2,4. Je tedy nutno počítat s tím, že při měření koncentrace důlních nebo průmyslových prachů s běžným granulometrickým složením jsou výsledky podle předepsaných rutinních metod značně odlišné od skutečných koncentrací prachových částic ve vznesu v ovzduší pracovišť.

Na obr. 11a, b jsou obdobným způsobem jako u předchozích grafů sledovány změny geometrického průměru velikosti částic podle hmotnosti  $d_g (\mu\text{m})$  vzorkovaného prachu v závislosti na aerodynamickém režimu odběru. Jsou uváděny hodnoty  $Q_D$ , kde

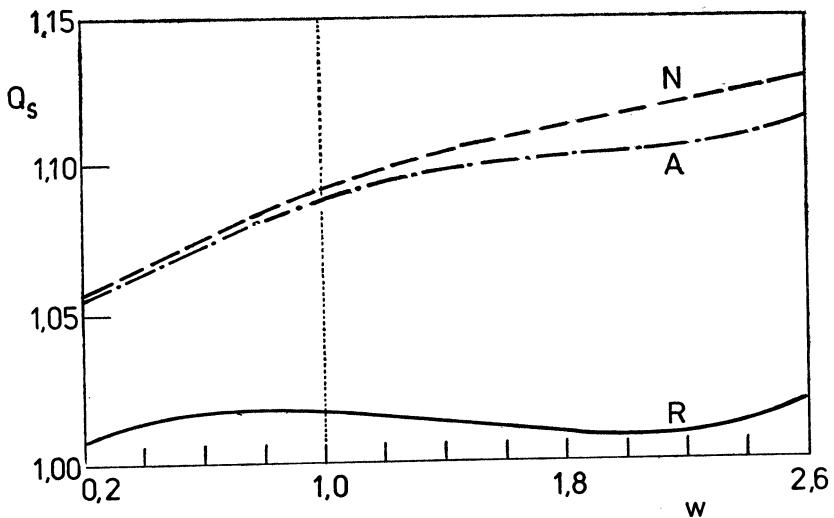
$$Q_D = \frac{d_g [\mu\text{m}] \text{ prachu odebraného při daném režimu}}{d_g [\mu\text{m}] \text{ prachu při izokinetickém odběru}}.$$

Obdobně jako u koncentrací prachu lze i u hodnot  $d_g$  konstatovat při  $\alpha = 0^\circ$  (obr. 11a) oblast podhodnocování a nadhodnocování, při  $\alpha = 90^\circ$  pouze podhodnocování výsledků. Hodnoty  $Q_D$  byly vypočteny s použitím vztahu (8). V obou případech, jak při  $\alpha = 0^\circ$ , tak i při  $90^\circ$  jsou všechny tři sledované závislosti mezi  $Q_D$ ,  $w$  (pro nerespirabilní frakci, respirabilní frakci a celkový vzorek prachu) v celém sledovaném rozsahu  $w$  monotónně klesající.

Na obr. 12a, 12b je obdobným způsobem sledována závislost geometrických



Obr. 12a. Závislosti mezi  $Q_s$ ,  $w$  při  $\alpha = 0^\circ$  pro uhelný prach A a jeho respirabilní a nerespirabilní frakci (R, N)



Obr. 12b. Závislosti mezi  $Q_s$ ,  $w$  při  $\alpha = 90^\circ$  pro uhlíkový prach  $A$  a jeho respirabilní a nerespirabilní frakci ( $R$ ,  $N$ )

standardních odchylek velikostí částic  $\sigma$  [8] na  $w$  a  $\alpha$ . Byly vypočteny hodnoty  $Q_s$  s použitím vztahu (8), kde

$$Q_s = \frac{\sigma \text{ vzorku prachu odebraného při daném režimu}}{\sigma \text{ vzorku prachu při izokinetickém odběru}}.$$

Sledované závislosti nemají v tomto případě jednoznačný průběh a jsou ovlivněny tvarem distribuční křivky velikostí částic sledovaného vzorku prachu.

Popsaná výpočetní metodika byla použita v několika variantách k zpracování většího počtu vzorků prachu a různých typů úloh. Výběr vzorků byl omezen na černouhelný prach, neboť pro jiné typy prachu nejsou k dispozici experimentálně stanovené hodnoty  $f_{i,w,\alpha}$ , potřebné jako vstupní data pro výpočty. Výsledky provedených výpočtů byly v řadě případů ověřovány přímým měřením. Tam, kde byly odběry vzorků realizovány v podmírkách stabilizovaného a homogenního toku ovzduší (především v prašném zkusebním tunelu VVUÚ Ostrava), byla shoda vypočtených a naměřených údajů vyhovující. Na důlních pracovištích byly vedle dobré shody výpočtu a experimentu nalezeny i rozporné údaje, a to v případech, kdy režim toku ovzduší v blízkosti místa odběru vzorku byl výrazněji ovlivněn vnějšími rušivými faktory.

## 5. ZÁVĚR

Odběr vzorku aerosolu z proudícího ovzduší je složitý děj, jehož výsledky závisí na řadě faktorů. Při omezených technických možnostech odběrových aparatur nelze mnohdy realizovat vzorkování optimálním způsobem, odpovídajícím účelu měření a daným vnějším podmínkám. Jako užitečný doplněk přímého měření koncentrace prachu v ovzduší a jeho granulometrického složení lze použít

výpočetní metody, vycházející ze zjednodušeného matematického modelu procesu vzorkování aerosolu. Jeden z možných výpočetních postupů je popsán v této práci a jsou nastíněny možnosti jeho využití v hygienické praxi.

## 6. LITERATURA

- [1] Kouzov, P. A.: Osnovy analiza disperznovo sostava promyšlennych pylej i izmělčennych materiálov. Izdatelstvo Chimija, Leningrad (1971).
- [2] Watson, H. H.: Errors Due to Anisokinetic Sampling of Aerosols. Am. Ind. Hyg. Assoc. Quart. 15, 1, str. 21—25 (1954).
- [3] Vítěk, J.: T. č. v tisku v časopise Chem. průmysl.
- [4] Vítěk, J.: Aerodynamické faktory odběru vzorku prachu z proudícího ovzduší. Sborník XI. čs. sympozia o silikóze, P ČS VTS při KHS Ostrava, str. 84—89 (1983).
- [5] Hatch, T. F., Gross, P.: Pulmonary Deposition and Retention of Inhaled Aerosols. Academic Press, New York (1964).
- [6] Armbuster, L., Ioos, E., Neulinger, H., Richwien, H. J.: Technische Möglichkeiten zur Erfassung der biologisch wichtigen Staubfraktionen. Silikosebericht Nordrhein-Westfalen, 14, str. 127—135 (1983).
- [7] Dlouhý, J., Vítěk, J., Burý, J.: Standardizace přístrojové techniky a metodik měření pro hodnocení prašnosti důlních pracovišť uhlíkých dolů v zemích RVHP. Edice Vyřešené úkoly RVHP, VVUÚ Ostrava (1979).
- [8] Vítěk, J.: Zpracování výsledků disperzoidních analýz rudných prachů s použitím samočinného počítače. Rudy 28, 5, str. 122—129 (1980).

## ИЗМЕРЕНИЕ ЗАПЫЛЕННОСТИ ПРИ НЕИЗОКИНЕТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ НА ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Инж. Ян Витек, к. т. н.

Во время отсасывания пробы аэрозоля из проточной атмосферы зависит выход и гранулометрический состав отобранный пыли от ряда факторов, к самым важным из них принадлежит аэродинамический режим отбора. Ввиду того, что экспериментальное обсуждение удобности отдельных вариантов аэродинамического режима отбора пробы для гигиенической оценки пыльных рабочих мест очень трудно, использует автор для этой цели математической модели, которая исходит из упрощенного понимания физических процессов, протекающих во время отбора пробы в условиях шахтных и промышленных рабочих мест.

## DUST CONCENTRATION MEASUREMENTS IN NON-ISOKINETIC CONDITIONS IN HYGIENIC PRACTICE

Ing. Jan Vítěk, CSc.

During exhaustion of an aerosol sample from flowing surrounding air the yield and the granulometric composition of the sampled dust depend on many factors from which an aerodynamical regime of sampling is the most important one. Considering that an experimental evaluation of an applicability of particular variants of an aerodynamical regime in sampling for dusty working places hygienic evaluation is very exacting, the author uses for this purpose a mathematical model based on simplified approach to physical processes of sampling in conditions of mine and industrial working places.

## MESSUNG DES STAUBGEHALTS IN NICHTISOKINETISCHEN BEDINGUNGEN DER HYGIENISCHEN PRAXIS

Ing. Jan Vítěk, CSc.

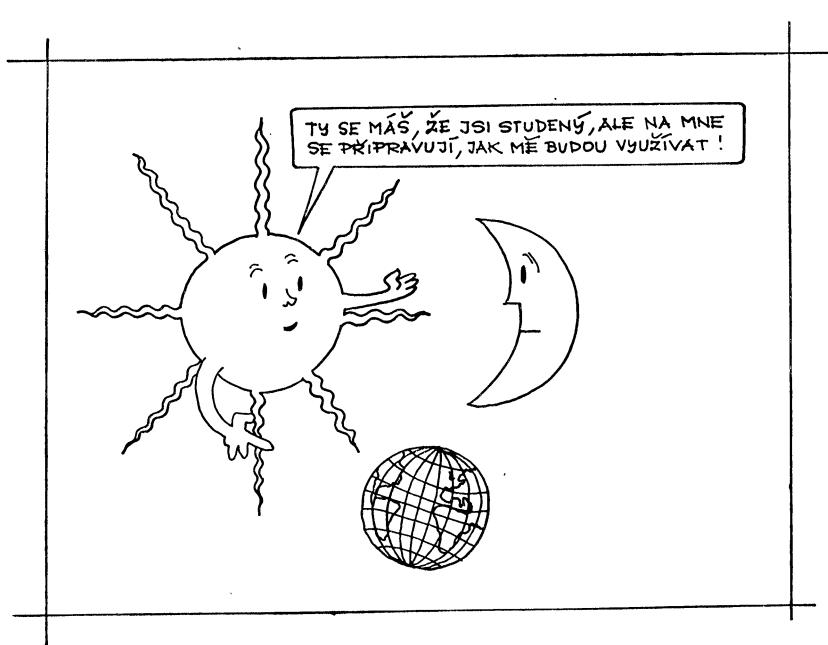
Bei der Absaugung der Aerosolprobe von der Atmosphäre hängt das Ausbringen und die Korngrößenverteilung des abgenommenen Staubes auf die Reihe von Faktoren, von denen

die aerodynamische Probeentnahmefolge zu den wichtigsten Faktoren gehört. Mit Rücksicht darauf, dass die experimentale Eignungsbeurteilung der Einzelvarianten der aerodynamischen Probeentnahmefolge für hygienische Bewertung der staubigen Arbeitsplätze sehr anspruchsvoll ist, wendet der Verfasser für diesen Zweck mathematisches Modell, das von der vereinfachten Konzeption der bei der Probeentnahme in den Bedingungen der Gruben- und Industrie-arbeitsplätze laufenden physikalischen Prozesse ausgeht, an.

### MESURE DE LA TENEUR EN POUSSIÈRES DANS LES CONDITIONS NON-ISOCINÉTIQUES DE LA PRATIQUE HYGIÉNIQUE

Ing. Jan Vítek, CSc.

À l'aspiration de l'échantillon d'aérosol de l'atmosphère, l'acquisition et la répartition granulométrique de la poussière échantillonée dépend de la série des facteurs desquels le facteur le plus important est le régime aérodynamique de l'échantillonnage. Vue que le jugement expérimental de la convenance des variantes particulières d'un régime aérodynamique de l'échantillonnage pour l'estimation hygiénique des postes de travail poussiéreux est très exigeant, l'auteur utilise à cette fin le modèle mathématique qui vient de la conception simplifiée des procédés physiques se passant à l'échantillonnage dans les conditions des postes de travail des mines et d'industrie.



# VÝPOČET ČINITELE ÚTLUMU ZVUKU VE VZDUCHU

ING. PAVEL JANEČEK

*Výzkumný ústav bezpečnosti práce, Praha*

Jsou popsány fyzikální principy, které jsou příčinou útlumu zvuku ve vzduchu, jsou uvedeny zjednodušené výpočtové rovnice a tabulky vypočtených hodnot pro čisté tóny a oktálová pásma kmitočtů. Tabelované hodnoty pro oktálová pásma vycházejí ze zjednodušujících předpokladů. Pro popsané výpočetní vztahy činitele útlumu zvuku ve vzduchu je uvedena jejich přesnost ve vztahu k rozsahu frekvencí, teplot, tlaku vzduchu a relativní vlhkosti.

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

## ÚVOD

Při šíření zvuku od zdroje zvuku k přijímači dochází v důsledku různých fyzikálních procesů k poklesu energie zvukových vln. Mezi základní ztrátové procesy, i když často ve výpočtech zanedbávané, patří pohlcování zvuku ve vzduchu.

Určení činitele útlumu zvuku při jeho šíření vzduchem, který vyjadřuje míru pohltivých vlastností prostředí, je nezbytné v řadě problémů akustiky, např. při výpočtech činitele zvukové pohltivosti z doby dozvuku měřené ve velkých prostorách, při měření činitele zvukové pohltivosti akustických materiálů v dozvukové komoře, při výpočtech šíření zvuku ve velkých prostorách a šíření zvuku ve venkovních prostorách. Teoretické modely popisující šíření zvuku, které opomíjejí pohlcování zvuku ve vzduchu, vedou v těchto případech k výsledkům odlišným od experimentálních výsledků, především v oblasti frekvencí vyšších než 500 Hz.

V článku se budeme zabývat stanovením činitele útlumu zvuku ve vzduchu pro čisté tóny a především pak pro pásma frekvencí.

## 1. FYZIKÁLNÍ PŘÍČINY ÚTLUMU

### 1.1. Obecně

Intenzita zvuku rovinné zvukové vlny ve vzdálenosti  $r$  od zdroje zvuku v homogenním nepohyblivém médiu je, za předpokladu, že amplitudy akustického tlaku nejsou příliš velké, vyjádřena rovnicí

$$I(r) = I(0) \cdot e^{-m \cdot r}, \quad (1)$$

kde  $I(r)$  je hodnota intenzity zvuku ve vzdálenosti  $r$  od zdroje zvuku [ $\text{Wm}^{-2}$ ],

$I(0)$  — hodnota intenzity zvuku pro  $r = 0$  [ $\text{Wm}^{-2}$ ],

$m$  — celkový činitel útlumu zvuku ve vzduchu [ $\text{m}^{-1}$ ],

$r$  — vzdálenost místa výpočtu od zdroje zvuku [m].

Při šíření zvuku ve vzduchu tedy dochází k poklesu intenzity zvuku rovinné zvukové vlny — část zvukové energie se přeměňuje na teplo. Tento nevratný proces je způsoben dvěma hlavními principy: klasickou pohltivostí a molekulární pohlti-

vostí. Celkový činitel útlumu zvuku ve vzduchu podle (1) je tedy dán rovnici

$$m = m_{kl} + m_m, \quad (2)$$

kde  $m_{kl}$  je činitel útlumu zvuku ve vzduchu způsobený klasickou pohltivostí [ $m^{-1}$ ],  
 $m_m$  — činitel útlumu zvuku ve vzduchu způsobený molekulární pohltivostí [ $m^{-1}$ ].

## 1.2. Klasická pohltivost

Ztráty klasickou pohltivostí jsou spojeny se změnami zvukové energie v teplozákladními transportními vlastnostmi plynu. Hlavními představiteli klasické pohltivosti jsou ztráty tepelnou vodivostí a viskozní ztráty.

V akustice se obvykle předpokládá platnost adiabatických stavových změn plynu, tj. předpokládá se, že neexistuje žádná tepelná výměna mezi sousedními objemovými elementy. Ačkoliv teplotní rozdíly mezi sousedními objemovými elementy, které vznikají v důsledku stlačování a zředování vzduchu působením zvukových vln, jsou malé, způsobují tepelný tok dany konečnou tepelnou vodivostí vzduchu. Energie transportovaná tepelným tokem nemůže být úplně přeměněna zpět na akustickou energii, je částečně ztracena. Tyto ztráty jsou popisovány činitelem útlumu zvuku ve vzduchu způsobeným tepelnou vodivostí ( $m_{vod}$ ).

V rovinné zvukové vlně se každý objemový element deformuje ve směru šíření zvukové vlny. Tato deformace může být uvažována jako superpozice všeobecné komprese nebo expanze a smykové deformace. Médium klade elastický odpor všeobecnému stlačování, zatímco smyk je způsoben viskozními silami, které jsou úměrné smykové rychlosti. Tudíž mechanická energie je částečně konvertována v teplo. Tato část útlumu je popsána činitelem útlumu zvuku ve vzduchu, který je způsobený viskozitou ( $m_{viz}$ ). Platí tedy

$$m_k = m_{vod} + m_{viz}. \quad (3)$$

## 1.3. Molekulární pohltivost

V plynech, jejichž molekuly jsou tvořeny dvěma a více atomy jsou však tepelná vodivost a viskozita pouze částí mechanismů způsobujících útlum zvuku. Navíc v těchto plynech existují ztráty zvukové energie molekulární pohltivostí, jejíž příčinou jsou relaxační procesy.

Představme si objemový element plynu, který je rychle stlačen. Translační energie molekul se změní téměř okamžitě. Jakmile je komprese skončena, část translační energie molekul přechází mnohem pomaleji v rotační a vibrační energii a tlak plynu se v důsledku toho snižuje. Když plyn expanduje na svůj počáteční objem, práce vykonaná plynem během expanze je menší než absorbovaná během komprese. V každém takovém cyklu komprese—expanze se tedy část translační energie přemění na rotační a vibrační, což má za následek ohřívání plynu a útlum zvuku.

Činitel útlumu zvuku ve vzduchu způsobený molekulární pohltivostí  $m_m$  je dán rovnici

$$m_m = m_{rot} + m_{vib,0} + m_{vib,N}, \quad (4)$$

kde  $m_{rot}$  je činitel útlumu zvuku ve vzduchu způsobený rotační relaxací [ $m^{-1}$ ],  
 $m_{vib,0}$  — činitel útlumu zvuku ve vzduchu způsobený vibrační relaxací molekul kyslíku  
 $m_{vib,N}$  — (O), resp. dusíku (N) [ $m^{-1}$ ].

## 2. VÝPOČET ČINITELE ÚTLUMU ZVUKU VE VZDUCHU PRO ČISTÉ TÓNY

Činitel útlumu zvuku ve vzduchu pro čisté tóny  $m_f$  je funkcí především: frekvence zvuku, teploty a tlaku vzduchu a molární koncentrace vodní páry.

Pokud předpokládáme že:

- a) molární koncentrace dusíku, kyslíku a kysličníku uhličitého je v poměru 78,1 : 20,9 : 0,031; tj. stejná jako pro suchý vzduch při hladině moře,
  - b) referenční atmosférický tlak  $p_0 = 101,325 \text{ kPa}$ ,
- pak činitel útlumu zvuku ve vzduchu je dán rovnicí

$$m_f = f^2 / \sqrt{T} \cdot \left[ 2,14 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{p_0}{p_v} + T^{-3} \cdot \left( 3,75 \cdot 10^4 \cdot \frac{f_{r,0}}{f_{r,0}^2 + f^2} \times \right. \right. \\ \left. \left. \times e^{-\frac{2239,1}{T}} + 3,14 \cdot 10^5 \cdot \frac{f_{r,N}}{f_{r,N}^2 + f^2} \cdot e^{-\frac{3352}{T}} \right) \right], \quad (5)$$

kde  $f$  je kmitočet čistého tónu [Hz],

$T$  — teplota vzduchu [K],  $T = 273,15 + t$ ,

$t$  — teplota vzduchu [ $^{\circ}\text{C}$ ],

$p_v$  — tlak vzduchu [Pa],

$f_{r,0}$  — relaxační frekvence molekul kyslíku [Hz],

$f_{r,N}$  — relaxační frekvence molekul dusíku [Hz].

Přitom relaxační frekvence molekul kyslíku a dusíku se určí z rovnic (6) a (7)

$$f_{r,0} = \frac{p_v}{p_0} \left( 24 + 4,41 \cdot 10^4 \cdot h \frac{0,05 + h}{0,391 + h} \right), \quad (6)$$

$$f_{r,N} = \frac{1}{\sqrt{T}} \cdot \frac{p_v}{p_0} (1,5 \cdot 10^2 + 2,8 \cdot 10^6 \cdot h \cdot e^{-40,8 \cdot T^{-1/3}}), \quad (7)$$

kde  $h$  je molární koncentrace vodní páry obsažené ve vzduchu [%].

Rovnice (5) až (7) byly získány zjednodušením rovnic uvedených v [1]. Prvý člen v závorce rovnice (5) je úměrný činiteli útlumu zvuku ve vzduchu způsobeném klasickou absorpcí a rotační relaxací, druhý člen činiteli útlumu způsobeném vibrační relaxací molekul kyslíku, třetí člen vibrační relaxací molekul dusíku. V rovnici (6) a (7) se užívá veličiny  $h$  — molární koncentrace vodní páry. V praxi se však spíše setkáme s relativní vlhkostí.

Při dané teplotě a tlaku vzduchu platí mezi molární koncentrací vodní páry a relativní vlhkostí vzduchu následující vztah:

$$h = h_r \cdot \frac{p_{sat}}{p_0} \frac{p_v}{p_0}, \quad (8).$$

kde  $h_r$  je relativní vlhkost vzduchu [%],

$p_{sat}$  — tlak nasycené vodní páry [Pa].

Tlak nasycené vodní páry však není obvykle znám při akustických měřeních. Proto je možné užívat tabulované hodnoty  $p_{sat} = p_{sat}(T)$  nebo využít vztahu uvedeného v [8]. Protože tento vztah je příliš složitý vzhledem k závislosti, kterou popisuje, byl odvozen z tabulkových hodnot metodami numerické matematiky nový vztah

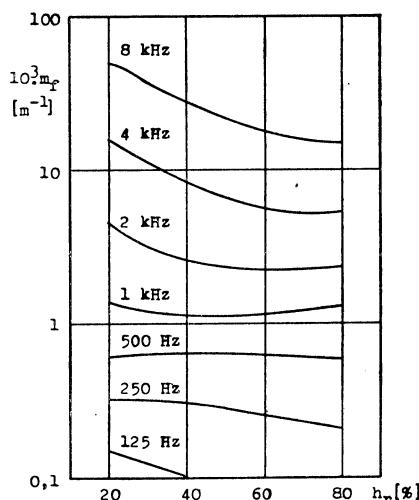
$$\frac{p_{\text{sat}}}{p_0} = 2,987 \cdot 10^4 \cdot 10^{-0,305 \cdot 10^3} \cdot T^{-1,29} \quad (9)$$

Přesnost určení tlaku nasycené vodní páry nad hladinou vody podle (9) je  $\pm 0,3\%$  v rozmezí teplot  $-20$  až  $+50$  °C.

Přesnost stanovení činitele útlumu zvuku ve vzduchu pro čisté tóny  $m_f$  podle rovnic (5) až (9) je přibližně  $\pm 10\%$  pro proměnné v rozsahu

- a) poměr frekvence/tlak vzduchu  $4 \cdot 10^{-4} - 10 \text{ HzPa}^{-1}$ ,
- b) teplot vzduchu  $273,15 - 313,15 \text{ K}$  ( $0 - 40$  °C),
- c) relativní vlhkosti  $10 - 100\%$ ,
- d) tlaku vzduchu  $< 200 \text{ kPa}$ .

Z rovnic (5) až (9) byly stanoveny hodnoty činitele útlumu zvuku ve vzduchu pro čisté tóny  $m_f$ . Výpočet byl prováděn za předpokladu  $p_v = p_0$ , v rozsahu teplot



Obr. 1. Činitel útlumu zvuku ve vzduchu  $m_f$  pro teplotu vzduchu  $20$  °C

$0 - 40$  °C, relativních vlhkostí vzduchu  $10 - 100\%$  a pro kmitočty shodné s normalizovanými středními kmitočty oktávových pásem  $63 \text{ Hz} - 8 \text{ kHz}$ . Tyto vypočtené hodnoty, vynásobené konstantou 1 000, jsou uvedeny v tab. 1. V obr. 1. pak jsou uvedeny pro ilustraci průběhy činitele útlumu zvuku  $m_f$  pro teplotu vzduchu  $20$  °C, které byly stanoveny za stejných předpokladů.

### 3. VÝPOČET ČINITELE ÚTLUMU ZVUKU VE VZDUCHU PRO FREKVENČNÍ PÁSMA

V kapitole 2 byl diskutován výpočet činitele útlumu zvuku ve vzduchu pouze pro čisté tóny. V praxi však zdroje zvuku vyzařují obvykle zvuk se spojitém

Tab. 1. Činitel útlumu zvuku ve vzduchu pro čisté tóny

Teplota [°C]	f [Hz]	m <sub>f</sub> · 1 000 [l/m]									
		Relativní vlhkost [%]									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	63	0.08	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
	125	0.22	0.12	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08
	250	0.72	0.34	0.24	0.20	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
	500	2.05	1.15	0.72	0.53	0.44	0.39	0.36	0.34	0.34	0.33
	1 000	3.96	3.66	2.48	1.78	1.37	1.13	0.97	0.87	0.79	0.74
	2 000	5.26	8.55	7.73	6.10	4.83	3.94	3.31	2.86	2.53	2.27
	4 000	6.10	13.18	17.08	17.11	15.41	13.42	11.66	10.21	9.05	8.11
	8 000	7.92	16.69	25.74	32.36	35.53	35.88	34.56	32.47	30.17	27.93
10	63	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
	125	0.16	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06
	250	0.43	0.26	0.25	0.25	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20
	500	1.41	0.67	0.50	0.46	0.45	0.46	0.47	0.48	0.48	0.48
	1 000	4.46	2.17	1.40	1.09	0.96	0.89	0.86	0.86	0.86	0.87
	2 000	10.43	7.42	4.79	3.50	2.80	2.38	2.13	1.96	1.85	1.78
	4 000	16.06	20.78	16.25	12.35	9.80	8.13	6.99	6.17	5.58	5.13
	8 000	20.04	39.18	43.36	39.14	33.59	28.82	25.07	22.15	19.87	18.06
20	63	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
	125	0.18	0.15	0.12	0.10	0.09	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05
	250	0.35	0.33	0.33	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.17
	500	0.87	0.61	0.62	0.64	0.65	0.65	0.63	0.61	0.59	0.56
	1 000	2.79	1.42	1.17	1.14	1.16	1.20	1.24	1.27	1.30	1.31
	2 000	9.34	4.46	3.05	2.52	2.30	2.22	2.20	2.23	2.27	2.32
	4 000	25.17	15.54	10.25	7.77	6.45	5.68	5.21	4.91	4.72	4.61
	8 000	45.21	47.88	35.79	27.54	22.40	19.06	16.77	15.13	13.93	13.02
30	63	0.07	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	125	0.21	0.14	0.10	0.08	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03
	250	0.44	0.41	0.34	0.28	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13
	500	0.81	0.85	0.87	0.82	0.76	0.69	0.63	0.57	0.52	0.48
	1 000	1.88	1.48	1.56	1.67	1.72	1.73	1.71	1.66	1.60	1.53
	2 000	5.91	3.28	2.86	2.86	2.98	3.12	3.25	3.36	3.44	3.49
	4 000	20.20	10.11	7.30	6.25	5.85	5.72	5.75	5.85	5.98	6.14
	8 000	58.77	35.42	24.38	19.19	16.37	14.72	13.71	13.07	12.69	12.47
40	63	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	125	0.20	0.11	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02
	250	0.55	0.40	0.29	0.22	0.18	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
	500	1.08	1.10	0.95	0.80	0.68	0.58	0.51	0.46	0.41	0.37
	1 000	1.89	2.12	2.25	2.20	2.07	1.91	1.75	1.61	1.48	1.37
	2 000	4.33	3.60	3.90	4.23	4.45	4.55	4.54	4.47	4.35	4.21
	4 000	13.58	8.05	7.18	7.24	7.58	7.98	8.37	8.70	8.97	9.16
	8 000	46.78	25.05	18.77	16.36	15.41	15.12	15.18	15.43	15.79	16.20

akustickým spektrem a je tedy nutné určovat činitel útlumu zvuku ve vzduchu  $m_B$  pro pásmo frekvencí šířky  $B$ .

Při odvození rovnice pro určení  $m_B$  vyjdeme nejprve z rovnice (1), ze které

vyjádříme

$$m = -\frac{1}{r} \ln \frac{I(r)}{I(0)}. \quad (10)$$

V případě výpočtu činitele útlumu zvuku ve vzduchu pro pásmo frekvencí šířky  $B$  musí být uvažovány intenzity zvuku  $I(r)$  a  $I(0)$  stanovené pro toto pásmo. Pak tedy z (10) plyne

$$m = -\frac{1}{r} \ln \frac{\int_{f_d}^{f_h} I'(r) df}{\int_{f_d}^{f_h} I'(0) df}, \quad (11)$$

kde  $f_d$  je dolní frekvence uvažovaného pásmo [Hz],

$f_h$  — horní frekvence uvažovaného pásmo [Hz],

$I'(r)$  — spektrální hustota intenzity zvuku ve vzdálenosti od zdroje zvuku  $r$  [ $\text{Wm}^{-2}\text{Hz}^{-1}$ ].

$I'(0)$  — spektrální hustota intenzity zvuku ve vzdálenosti od zdroje zvuku  $r = 0$  [ $\text{Wm}^{-2}\text{Hz}^{-1}$ ].

Činitel útlumu zvuku ve vzduchu pro pásmo frekvencí šířky  $B$   $m_B$  může být tedy určován přímou integrací podle rovnice (11), pokud dosadíme za  $I'(r)$  a  $I'(0)$ . Protože integrandy jsou příliš komplikované, lze řešení provést pouze numerickou integrací. Přitom je nutné si uvědomit, že činitel útlumu  $m_B$  na rozdíl od  $m_f$  je závislý ještě na

- a) sklonu spektra zdroje zvuku,
- b) šířce pásmo filtru,
- c) tvaru útlumové křivky pásmového filtru,
- d) vzdálenosti místa příjmu od zdroje zvuku.

Vzhledem k tomu, že tento postup je příliš složitý, vychází se často ze zjednodušujících předpokladů:

- a) reálné filtry pásmových propustí můžeme approximovat ideálními,
- b) zdroj zvuku má konstantní spektrální hustotu akustického výkonu v celém kmitočtovém pásmu šířky  $B$  uvažovaného filtru,
- c) zanedbává se závislost činitele útlumu zvuku ve vzduchu  $m_B$  na vzdálenosti od zdroje, tj. uvažuje se  $m_B = m_B(r)$ .

Z těchto předpokladů lze stanovit tabulky  $m_B$  v závislosti na teplotě, relativní vlhkosti vzduchu a středním geometrickém kmitočtu frekvenčního pásmo. V tab. 2. jsou uvedeny vypočtené hodnoty činitele útlumu zvuku ve vzduchu pro oktávová pásmá kmitočtů, které byly získány za uvedených zjednodušujících předpokladů integrací podle vztahu (11).

Druhou možností je, že pro řadu praktických úloh je dostatečné předpokládat rovnost  $m_B \doteq m_f$ , tj. užívat i pro širokopásmové zvuky hodnoty činitele útlumu zvuku ve vzduchu stanovené pro čisté tóny. Ke zvýšení přesnosti tohoto postupu je možno různým způsobem volit kmitočet čistého tónu, jehož hodnota se užívá pro výpočet činitele  $m_f$ , kterým se approximuje hodnota činitele útlumu zvuku ve vzduchu v pásmu kmitočtů  $m_B$ . Podle tvaru spektra zdroje zvuku lze tedy výpočet provádět např. ve středním geometrickém, středním aritmetickém, dolním nebo horním kmitočtu frekvenčního pásmo. Pro řešený případ — určování činitele útlumu zvuku ve vzduchu  $m_B$  v oktávových pásmech za zjednodušujících předpokladů — je při uvedené approximaci podstatně přesnější určovat hodnoty činitele útlumu zvuku ve vzduchu  $m_f$  pro střední aritmetický kmitočet oktávového pásmo

Tab. 2. Činitel útlumu zvuku ve vzduchu pro oktálová pásmá

Teplofa [°C]	fs [Hz]	m <sub>B</sub> . 1 000 [1/m]									
		Relativní vlhkost [%]									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	63	0.09	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
	125	0.25	0.13	0.11	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.08
	250	0.81	0.39	0.26	0.22	0.20	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
	500	2.18	1.30	0.82	0.60	0.49	0.43	0.39	0.37	0.36	0.36
	1 000	4.03	4.00	2.81	2.03	1.57	1.29	1.10	0.98	0.89	0.83
	2 000	5.29	8.83	8.37	6.82	5.48	4.50	3.80	3.28	2.90	2.60
	4 000	6.20	13.33	17.57	18.13	16.77	14.90	13.11	11.58	10.32	9.28
	8 000	8.30	17.07	26.19	33.08	36.78	37.77	36.99	35.29	33.20	31.05
10	63	0.08	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
	125	0.18	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07
	250	0.49	0.29	0.26	0.26	0.26	0.25	0.25	0.24	0.23	0.22
	500	1.60	0.75	0.55	0.50	0.48	0.48	0.49	0.50	0.50	0.50
	1 000	4.87	2.48	1.59	1.23	1.06	0.97	0.93	0.92	0.91	0.92
	2 000	10.77	8.28	5.47	4.00	3.19	2.71	2.40	2.20	2.06	1.97
	4 000	16.22	22.01	18.02	14.00	11.21	9.33	8.02	7.08	6.38	5.85
	8 000	20.43	40.00	45.60	42.50	37.30	32.46	28.48	25.30	22.77	20.74
20	63	0.09	0.06	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
	125	0.19	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05
	250	0.38	0.35	0.35	0.33	0.30	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20
	500	0.98	0.66	0.65	0.67	0.68	0.68	0.67	0.65	0.63	0.61
	1 000	3.18	1.59	1.27	1.21	1.22	1.26	1.29	1.32	1.35	1.36
	2 000	10.38	5.10	3.46	2.81	2.53	2.41	2.37	2.37	2.40	2.44
	4 000	26.49	17.55	11.73	8.89	7.35	6.43	5.85	5.48	5.23	5.08
	8 000	46.00	51.65	40.13	31.37	25.66	21.87	19.33	17.33	15.91	14.84
30	63	0.08	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
	125	0.22	0.16	0.12	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04
	250	0.46	0.44	0.38	0.32	0.27	0.23	0.21	0.18	0.16	0.15
	500	0.86	0.88	0.91	0.88	0.82	0.76	0.70	0.64	0.59	0.55
	1 000	2.10	1.57	1.63	1.73	1.79	1.81	1.80	1.77	1.72	1.66
	2 000	6.74	3.66	3.10	3.04	3.13	3.26	3.38	3.49	3.58	3.64
	4 000	22.65	11.56	8.26	6.97	6.43	6.22	6.18	6.24	6.34	6.48
	8 000	62.65	40.12	27.91	21.94	18.64	16.66	15.41	14.61	14.09	13.77
40	63	0.06	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	125	0.22	0.13	0.09	0.07	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03
	250	0.59	0.44	0.33	0.26	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.11
	500	1.12	1.16	1.03	0.89	0.76	0.67	0.59	0.52	0.47	0.43
	1 000	2.02	2.19	2.35	2.33	2.23	2.09	1.94	1.80	1.67	1.55
	2 000	4.85	3.84	4.07	4.39	4.62	4.74	4.77	4.74	4.65	4.54
	4 000	15.50	9.00	7.82	7.74	8.00	8.36	8.72	9.05	9.33	9.54
	8 000	52.53	28.62	21.26	18.31	17.03	16.53	16.44	16.59	16.86	17.21

než pro střední geometrický kmitočet. Toto vyplývá z charakteru závislosti činitele útlumu zvuku ve vzduchu  $m_f$  na kmitočtu a z polohy středního geometrického a středního aritmetického kmitočtu oktálového pásmá na frekvenční ose. Vztah

mezi těmito kmitočty je

$$f_a = \frac{3}{4} \cdot \sqrt{2} f_s, \quad (12)$$

kde  $f_a$  je střední aritmetický kmitočet oktálového pásma [Hz],  
 $f_s$  — střední geometrický kmitočet oktálového pásma [Hz].

## 4. ZÁVĚR

Článek se zabývá problémem výpočtu činitele útlumu způsobeného pohlcováním zvuku ve vzduchu. Základní výpočetní rovnice pro stanovení činitele útlumu zvuku ve vzduchu pro čisté tóny jsou uvedeny v [1]. Vycházejí z teorie mechanismů pohlcování zvuku ve vzduchu a konstanty, které nemohly být stanoveny teoreticky, byly odvozeny z velkého souboru měření.

Rovnice (5) až (7) v této práci byly odvozeny zjednodušením výše uvedených rovnic, aby lépe vyhovovaly aplikačním požadavkům. Rovnice (9) pak byla získána metodami numerické matematiky z tabulkových hodnot závislosti tlaku nasycené vodní páry nad hladinou vody na teplotě vzduchu.

Dále byly vypočteny tabulky činitele útlumu zvuku ve vzduchu pro čisté tóny a pro oktálová pásma kmitočtů v rozsahu teplot vzduchu 0—40 °C a v rozsahu relativních vlhkostí vzduchu 10—100 %. Tabulky činitele útlumu zvuku ve vzduchu pro oktálová pásma byly stanoveny numerickou integrací za předpokladu ideálních oktálových pásmových propustí, konstantní spektrální hustoty akustického výkonu zdroje zvuku v jednotlivých pásmech a nezávislosti činitele útlumu  $m_B$  na vzdálenosti od zdroje.

Pro případy, kdy nelze užít zjednodušujících předpokladů podrobně uvedených v kapitole 3., je nutno provést numerickou integraci podle vztahu (11).

Výpočetní vztahy pro stanovení činitele útlumu zvuku ve vzduchu (5) až (9) je vhodné užívat (pro jejich složitost) pouze tehdy, pokud určení činitele útlumu zvuku ve vzduchu je dílčí částí nějakého složitého a přesného výpočtu šíření zvuku. Celý problém je pak nutné zpracovávat prostředky výpočetní techniky.

Současně je potřebné zdůraznit, že v článku nejsou řešeny jiné mechanismy vedoucí k poklesu akustického tlaku šířící se zvukové vlny; je řešen pouze útlum způsobený pohltivostí zvuku ve vzduchu. Ostatní neřešené mechanismy je nutno tedy zahrnout do výpočtu zvláště.

## 5. LITERATURA

- [1] ANSI S1.26—1978 Method for Calculation of the Absorption of Sound by the Atmosphere.
- [2] ISO 3891 Acoustics — Procedure for Describing Aircraft Noise Heard on the Ground. First edition 1978-01-05.
- [3] Morse, P. M.—Ingard, K. U.: Theoretical Acoustics, 1.ed. New York, McGraw-Hill 1968.
- [4] Kuttruff, H.: Room Acoustics. 2. ed. London, Applied Science Publishers Ltd. 1979.
- [5] Evans, L. B.—Bass, H. E.—Sutherland, L. C.: Atmospheric Absorption of Sound: Theoretical Predictions. JASA, 51, 1972, č. 5, s. 1565—1575.
- [6] Evans, E. J.—Bazley, E. J.: The Absorption of Sound in Air at Audio Frequencies. Acustica, 6, 1956, č. 6, s. 238—245.
- [7] Knudsen, V. C.—Harris, C. M.: Acoustical Designing in Architecture. 1. ed. Shanghai, Van Chong Book Company 1949.
- [8] Goff, J. A.: Saturation Pressure of Water on the New Kelvin Scale. In.: Fundamentals and Standards of Humidity and Moisture: Measurements and Control in Science and Industry, edited by Arnolds Wexler. Vol. 3. 1. ed. New York, Reinhold 1965.

## **РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАТУХАНИЯ ЗВУКА В ВОЗДУХЕ**

*Инж. Павел Янечек*

Описываются физические принципы, которые причиной затухания звука в воздухе, приводятся упрощенные расчетные уравнения и таблицы рассчитанных значений для чистых тонов и октавных полос частот. Данные в таблицах для октавных полос исходят из упрощающих предположений. Для описанных расчетных отношений коэффициента затухания звука в воздухе приводится их точность в отношении к частотному диапазону, диапазону температур, давлению воздуха и относительной влажности.

## **THE CALCULATION OF THE SOUND REDUCTION COEFFICIENT IN THE AIR**

*Ing. Pavel Janeček*

Physical principles as a cause of a sound reduction in the air are discussed in the article, simplified calculation equations and tables of calculated values for pure tones and octave frequency bands are presented there. Values in tables for octave bands are based on simplified hypotheses. For the described calculation relations of the sound reduction coefficient in the air their accuracy in relation to the frequency range, to the range of temperatures, air pressure and relative humidity is presented there.

## **BERECHNUNG DES SCHALLDÄMMUNGSFAKTORS IN DER LUFT**

*Ing. Pavel Janeček*

Man beschreibt die physikalischen Prinzipien, die es in der Schalldämmung in der Luft zu suchen ist, man gibt die vereinfachten Berechnungsgleichungen und die Tabellen der ausgerechneten Werte für die klaren Töne und die Oktavenfrequenzgebiete an. Die tabellierten Werte für die Oktavengebiete gehen von den vereinfachenden Voraussetzungen aus. Für die beschriebenen Berechnungsbeziehungen des Schalldämmungsfaktors in der Luft ist ihre Genauigkeit in der Beziehung zum Frequenzen-, Temperaturen-, Luftdruck- und Relativfeuchtigkeitsbereich angegeben.

## **CALCUL DU FACTEUR D'AFFAIBLISSEMENT DU SON DANS L'AIR**

*Ing. Pavel Janeček*

Dans l'article présenté, on décrit les principes physiques qui sont la cause de l'affaiblissement du son dans l'air, on présente les équations de calcul simplifiées et les tableaux des valeurs de calcul pour les sons nets et les gammes d'octave des fréquences. Les valeurs tabulaires pour les gammes d'octaves viennent des suppositions simplifiantes. Pour les rapports de calcul décrits du facteur d'affaiblissement du son dans l'air, on présente leur précision dans le rapport à la gamme de fréquences, de températures, de pression de l'air et d'humidité relative.

- Čína kupuje rotační regenerační výměníky v NSR

V březnu 1983 navštívila obchodní delegace ČLR NSR. Náplní jednání byl nákup zařízení na výrobu zemědělských strojů. Přitom projevili zástupci ČLR zájem o racionalní využívání energie v NSR. Hledala se zařízení ke snížení nákladů na otop v továrních halách. Z těchto jednání vyšla smlouva na dodávku rotačních regeneračních výmění-

ků Rototherm, a to jednoho o průměru rotoru 2 900 mm pro větrací zařízení továrny v severovýchodní Číně poblíž sovětských hranic. Tímto výměníkem má být upořeňeno asi 400 MWh energie ročně, což představuje asi 50 tun tonného oleje.

Druhá, menší jednotka o průměru rotoru 950 mm, je určena pro výzkumný ústav nakupujícího čínského koncernu.

## ● Odprašování s uzavřeným oběhem prachu

Jemný příhlavý prach, unikající v jednom závodě v USA při výrobě oxidu titaničitého, vyvolával vážné problémy a vyžadoval značnou údržbu do té doby, než byl instalován nový uzavřený systém odprašování, který zachycuje unikající prach a vraci jej zpět do procesu.

Odsávání pracuje nepřetržitě 7 dní v týdnu a kapotáz výrobní linky brání úniku a šíření materiálu po závodě při manipulaci, výrobě a balení. Zachycený prach je doprovázen do tří průmyslových filtrů kombinovaných s rotačními uzávěry a šroubovým dopravníkem. Odsávací zařízení je z nerezu.

Hlavním účelem zařízení je zamezit úniku prachu pro ozdravění prostředí a snížení nákladů na údržbu. Jednoduchý systém větrání, dříve používaný, nepotlačoval šíření prachu po provozu a ten musel být periodicky sfukován ze zařízení i konstrukcí, ručně shromažďován a byl pak prodáván do sběru.

Filtry jsou usazeny na nosné konstrukci pod stropem výrobní haly v prostoru závěrečné mokré fáze výrobního procesu. Celkový objemový průtok vzduchu odsávaného ze 37 míst je 34 000 m<sup>3</sup>/h. Každý z filtrů tvoří se svým příslušenstvím, včetně ventilátoru, samostatný celek. Jedno z těchto zařízení slouží pro suchou část procesu, dvě další pro mokrou část.

Prach zachycený od všech zdrojů se vraci po odložení zpět do procesu a výčištěný vzduch je vyfukován do atmosféry. Odsávány jsou i šroubové dopravníky a zásobníky.

Vzhledem k vlhkým a teplým podmínkám procesu navrhli projektanti zákryty, kde okolní vzduch je tak přisáván, aby došlo ke snížení obsahu vlhkosti produktu a tím k případnému zamezení jeho nalepování na filtrační členy.

HPAC 8/83

(Ku)

## ● Pokrok v získávání solární energie

Pod označením LISA představila fa. Bayer novou světlíkující umělou hmotu, která se mj. hodí pro kombinaci se solárními články. Jak se uvádí, může hmota LISA za zamračeného dne nebo za soumraku „vytáhnout“ ještě tolik světla, že může být využito solárním článkem jako za jasného dne. Při difúzním záření může se údajně pomocí hmoty LISA zvýšit výkon solárního článku asi dvanáctkrát.

CCI 1/84

(Ku)

## ● Prosvětlení vnitřních prostorů

denním přírodním světlem je možné (zatím) jen tehdy, když uvažované vnitřní prostory sousedí s prostorami venkovními — obvodovým pláštěm s okny (bočními stěnami) nebo střechou (světlíky). Autor článku v LD & A 1983/4 nazývá toto osvětlení „pasivním“.

Pozn.: Běžně sice neužíváme termín „umělé denní osvětlení přírodním zdrojem“, avšak ve skutečnosti o něco takového jde: do prostoru může vstoupit jen část světelného množství, které dopadá na ozářovanou plochu, tato musí projít jednou nebo dvěma vrstvami skla = filtry, které změní některé vlastnosti jako množství, UV a IC event. barvu, ale i směr dopadu aj. Otvory ve svislých bočních stěnách a ve střeše vstupuje do prostoru denní přírodní světlo upravené, vlastně už jaksi „umělé“.

Vlastnosti pasivního osvětlení jsou ovlastatelné jen pasivně — účinnými prostředky stínění jako jsou rolety a záclony nebo barevné korekce aj. Otázka „aktivního“ osvětlení je stále ještě otevřená a řešit se teprve začíná. Cestou je instalace světlovodů, ale i jiné. S jejich pomocí se denní přírodní světlo nasmerovává do prostoru bez ohledu na polohu. Zatím je toto v počátcích vývoje a překonává první technické obtíže (např. ztráty). Na hlavní formu aktivního osvětlení se ještě čeká, světlovody jsou začátkem a přechodem.

(LCh)

## ● Nový parní zvlhčovač

Parní zvlhčovač Condair RES je novým výrobkem, který se vyznačuje kromě svého designu a malých rozměrů především bezdrátovým ovládáním hygrostatem, pomocí infračervených paprsků. Na přání může být vybaven i spínacími hodinami. Kromě toho je přístroj vybaven indikací nutnosti výměny parního válce nebo baterie infračerveného systému. Vyrábí se ve dvou velikostech s produkci páry 1 kg a 2 kg za hodinu. Hodí se pro velkoprostorové kanceláře, posluchárny, sklady, výpočetní střediska, obchody, ale také pro připojení na větrací a klimatizační zařízení.

kkt 3/84

(Ku)

# HANNAUERŮV VÝPOČTOVÝ NOMOGRAM INTERREFLEXNÍHO VLIVU NA BOČNÍ JEDNOSTRANNÉ DENNÍ OSVĚTLENÍ

ING. ARCH. JAROSLAV VRTĚL

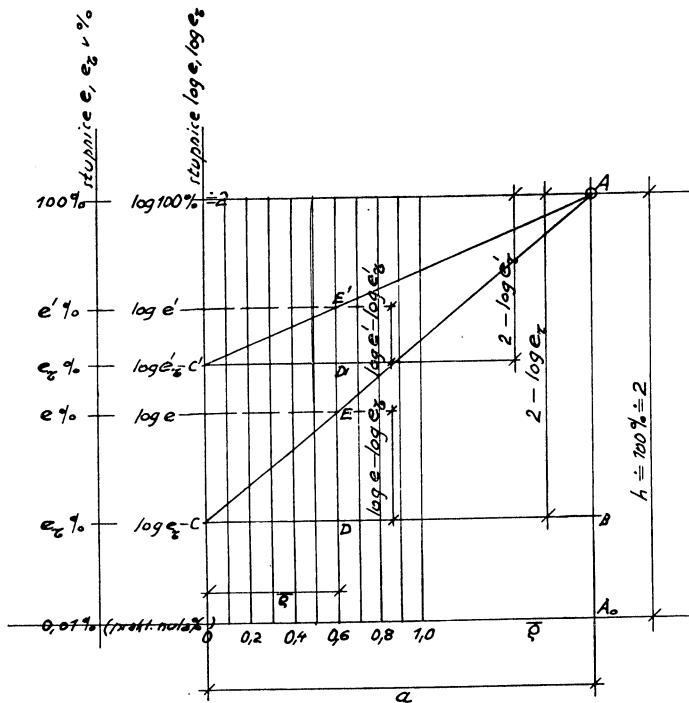
Autor upozorňuje na význam Hannauerovy metody, umožňující rychlé stanovení výsledného činitele denní osvětlenosti v bočně osvětlených místnostech včetně interreflexe, je-li znám činitel primární osvětlenosti po ztrátách světla oknem a průměrný činitel odrazu světla. Podle Hannauera jsou činiteli odrazu přímo úměrny logaritmy výsledného činitele osvětlenosti. Vzhledem k tomu, že Hannauerova metoda byla uveřejněna na začátku padesátých let, lze předpokládat, že po úpravě, reagující na novodobé poznatky v oboru interreflexe, bude Hannauerův nomogram vhodnou pomůckou ve světlotechnické praxi.

Recenzoval: Ing. arch. Ladislav Chalupský

Uvažujme nomogram s koordinačními osami systému dekadických logaritmů hodnot činitelů  $e$  denní osvětlenosti při bočním jednostranném osvětlení ve funkční závislosti na změnách středního (průměrného) činitelů  $\bar{e}$  odrazu světla od povrchů interiéru. Na osu abscis vyneseme tedy hodnoty  $\bar{e}$  v pravidelných intervalech ve formě desetinných zlomků v rozsahu od 0 do hodnoty  $\bar{e} = 1,0$ . Osu ordinát vystupňujeme dekadickými logaritmami činitelů  $e$  a současně i činitelů  $e_\tau$  (tedy činitelem, odpovídajícím světlu po vstupu do interiéru přes okenní médium s činitelem světelných ztrát  $\tau$ ). Činitel  $e$  bude roven hodnotě  $e_\tau$ , zvýšené mnohonásobnou vnitřní interreflexí.

K vyčíslení stupnice hodnot na ose ordinát poznamenejme: Tato stupnice má odpovídat praxi a postačí, bude-li obsahovat hodnoty s prakticky vymezeným počátkem nulovým, který můžeme např. položit jako rovný úrovní 0,01 %, jakožto činiteli osvětlenosti velmi malé hodnoty (tuto úroveň mohli bychom — ukázala-li by se toho potřeba — dále snižovat, aniž by se tím použití nomogramu zmemožnilo). Horní mez ordinátové stupnice určíme pro hodnotu činitelů osvětlenosti rovnou 100 %, což bude odpovídat poměru  $E/E_h = 1$ , čili  $E = 5\,000 \text{ lx}$  podle čl. 15 normy ČSN 36 0035 [3]. V dekadickém logaritmu bude to úroveň označená číslem 2 neboť  $10^2 = 100$ . Stupnici ordinát sestrojíme pro úseky charakteristik s ohledem na základ 10, tedy pro obor od 0,01 do 0,1 %, pro obor od 0,1 do 1 %, od 1 do 10 % a pro obor od 10 do 100 %. V každém tomto úseku stupnice se budou opakovat kladné mantisy, a to ve formě úseček bez označení, neboť číselně označíme pouze stupnici procent. Jedná se o tyto hodnoty mantis: 0000, 3010, 4771, 6021, 6990, 7782, 8451, 9031, 9542 (viz obr. 2). Důsledkem tohoto systému bude možnost přímého odčítávání procent činitelů osvětlenosti z nomogramu bez zjišťování hodnot logaritmů.

V této koordinační soustavě vytkneme na ose abscis hodnotu  $a$  bodem  $A_0$  a přeneseme ji jako úsečku na úroveň, odpovídající hodnotě  $e = e_\tau = 100 \%$  do bodu  $A$  (viz obr. 1, kde této úrovni odpovídá kóta v hodnotě přibližně 2, měřená od výše stanovené praktické nuly). Bod  $A$  je Hannauerův bod. Vyneseme-li na osu ordinát hodnotu  $\log e_\tau$  do bodu  $C$  a spojíme-li tento bod s bodem  $A$ , vznikne trojúhelník  $ABC$ . Hodnotě  $\bar{e}$  bude odpovídat hodnota  $\log e$ , omezená bodem  $E$ .



Obr. 1. Schéma konstrukce Hannauerova nomogramu v obecném tvaru

Trojúhelníky  $ABC$ ,  $EDC$  jsou podobné. Z úměrnosti plyne vztah úseček  $\frac{ED}{CD} = \frac{AB}{CB}$ , kde  $CD = \bar{\varrho}$ ,  $CB = a$ .

Po dosazení máme

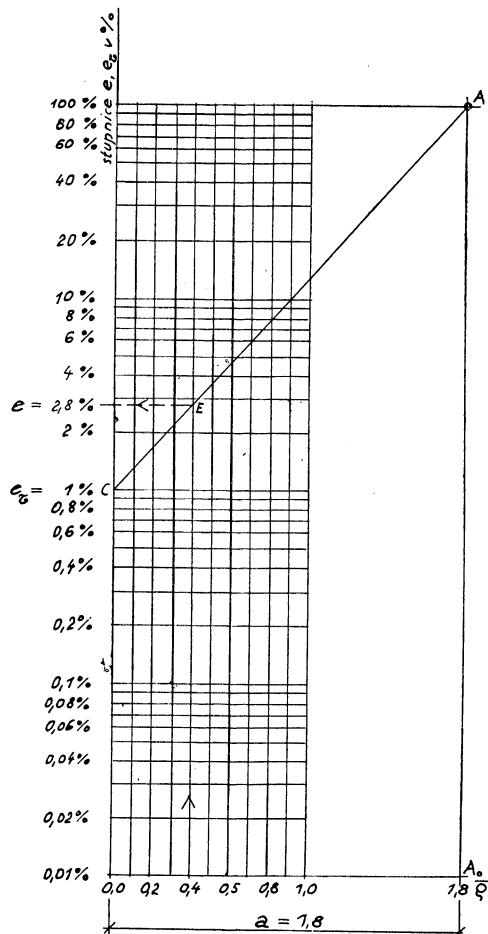
$$\frac{\log e - \log e_\tau}{\bar{\varrho}} = \frac{2 - \log e_\tau}{a}, \quad \text{tedy}$$

$$\log e - \log e_\tau = \frac{\bar{\varrho}}{a} (2 - \log e_\tau), \quad \text{z čehož}$$

$$\log e = \log e_\tau \left(1 - \frac{\bar{\varrho}}{a}\right) + \frac{2\bar{\varrho}}{a}.$$

K tomu příslušný antilogaritmus se rovná  $e = e_\tau^{\left(1 - \frac{\bar{\varrho}}{a}\right)} \cdot \text{antilog} \frac{2\bar{\varrho}}{a} [\%]$ .

Dospěli jsme tím k obecnému výpočtovému vzorci, který se skládá jednak ze základu  $e_\tau$  s mocnitelem  $\left(1 - \frac{\bar{\varrho}}{a}\right)$ , jednak z násobitele, jenž je antilogaritmem hodnoty  $\frac{2\bar{\varrho}}{a}$ .



Obr. 2. Hannauerův nomogram s příkladem určení  $e$  při  $e_\tau = 1\%$ ,  $\bar{q} = 0,4$ , s výsledkem  $e \doteq 2,8\%$

Konstatujme, že v uvedeném vzoreci

1. Mocnitel je vždy menší než 1 a že tedy se jedná o odmocninu, která bude vlivem  $\bar{q}$  základ  $e_\tau$  zvětšovat jen v případech, kdy  $e_\tau < 1$ , při  $e_\tau = 1$  neovlivní již mocnitel základ, jenž zůstane konstantně roven 1 při jakémkoliv  $\bar{q}$ . Bude-li pak  $e_\tau > 1$ , nastane zvyšováním hodnoty  $\bar{q}$  klesání  $e$ , tedy bez zvyšovacího vlivu interreflexe. Vidíme, že podle uvedeného vzorce tento kladný vliv může se tu uplatnit pouze znásobením antilogaritmem hodnoty  $\frac{2\bar{q}}{a}$ .
2. Při  $\bar{q} = 0$  bude  $e = e_\tau^1$ . antilog 0, tedy  $e = e_\tau$ .

3. Při  $e_\tau = 1\%$  je  $e = \text{antilog} \frac{2\bar{\varrho}}{a}$ . Zde působí pouze násobící koeficient  $\text{antilog} \frac{2\bar{\varrho}}{a}$ .

4. Při  $e_\tau = 100\%$  je dosaženo maximum a je tedy také  $e = 100\%$ , činitel  $\bar{\varrho}$  je bez vlivu na  $e$ . (Důkaz plyne z vyjádření vzorce v logaritmech.)

5. Vzorec vyjadřuje závislost interreflexe na hodnotě  $e_\tau$ . Této hodnotě budeme v dalším rozumět jako hodnotě součtu  $(e_{\text{obl.}} + e_{\text{ext.}} + e_s) \tau$ , kde  $e_s$  je stropní složka, zachycující přes stropní světelné těžiště  $S$  odraz světla od terénu a od spodní části protilehlé překážky  $z$  v exteriéru (jinak viz čl. 25 normy ČSN 36 0035 [3]).

Český přední světelný odborník prof. Ing. arch. Dr. Karel Hannauer, uvažoval v popsané soustavě hodnotu  $a = 1,8$  a dospěl tak k vzorce

$$e = e_\tau \left(1 - \frac{\bar{\varrho}}{1,8}\right) \cdot \text{antilog} \frac{2\bar{\varrho}}{1,8} \quad [\%],$$

což po odstranění zlomků se rovnalo

$$e = e_\tau^{(1-0,556\bar{\varrho})} \cdot \text{antilog } 1,111\bar{\varrho} \quad [\%].$$

Tento výraz použil Hannauer pro sestrojení svého výpočtového nomogramu, který v definitivní formě byl uveřejněn v normě ČSN 73 0511 „Denní osvětlení průmyslových budov“, schválené dne 25. 6. 1955 (dnes neplatné) [2]. Na tomto nomogramu uvedl v obr. 4 normy příklad pro  $e_\tau = 1\%$ ,  $\bar{\varrho} = 0,4$ . Příslušné  $e$  se rovnalo 2,8 %. Výsledek zcela odpovídal výpočtu podle uvedeného vzorce:

$$e = 1 \cdot \text{antilog } 1,111 \cdot 0,4 \quad [\%] = \text{antilog } 0,4444 \quad [\%],$$

tedy

$$e = 2,78 \quad [\%] \doteq 2,8 \quad [\%].$$

Je zřejmé, že nomogram Hannauerův byl grafickým znázorněním výsledků dosažených pomocí uvedeného vzorce při  $a = 1,8$ .

Poznamenejme, že výpočtový postup užitím vzorce není zcela jednoduchý a naopak, při použití nomogramu je postup velmi jednoduchý, bez rizika omylů.

Uvedme příklad výpočtu případu, kde  $\bar{\varrho} = 0,4$ ,  $e_\tau = 0,2\%$ ,  $e_\tau = 2\%$ . V obou případech bude  $1 - 0,556\bar{\varrho} = 0,7776$ , antilog  $0,4444 = 2,78$ . Je-li  $e_\tau = 0,2\%$ , máme  $e = 0,2^{0,7776} \times 2,78 [\%]$ , kde  $\log 0,2^{0,7776} = 0,7776 \log 0,2 = 0,7776(0,3010 - 1) = 0,2333 - 0,7776 = -0,5443 = 0,4557 - 1$ , k čemuž  $N = 0,2856$ . Je tedy  $e = 0,2856 \cdot 2,78 = 0,794\%$ . Je-li  $e_\tau = 2\%$ , máme  $e = 2^{0,7776} = 2,78$ , kde  $\log 2^{0,7776} = 0,7776 \cdot \log 2 = 0,7776 \cdot 0,301 = 0,23406$ . K tomu  $N = 1,714$ , tedy  $e = 1,714 \cdot 2,78 = 4,765\%$ .

Z toho tabulka výsledků (při  $\bar{\varrho} = 0,4$ ):

$e_\tau$	$e$	$e_{\text{interr.}} = e - e_\tau$	$K = e/e_\tau$	Poznámka
0,2 %	0,794 %	0,594 %	3,97	
1,0 %	2,780 %	1,780 %	2,78	
2,0 %	4,765 %	2,765 %	2,38	Při rostoucí hodnotě $e_\tau$ vykazuje poměr $K$ pokles. Při $e_\tau = 100\%$ je $K = 1$

Uvedené hodnoty, vypočtené použitím vzorce, odpovídají údajům, zjištěným na nomogramu Hannauera [2].

V citované normě ČSN 73 0511 [2] byl však bohužel Hannauerův vzorec (tedy nikoliv nomogram) uveden chybně ve formě pouhé mocniny základu  $e_\tau$ , bez součinitele, tj. s chybným předpokladem, že antilogaritmus hodnoty  $1,111\bar{\varrho} = 1$ , jakožto konstantní veličině. Vznikl z toho nutně chaos a nedůvěra k Hannauerově metodě. Tento chaotický stav se datoval již od r. 1952, kdy byl vydán svazek „S“ – studie o světle Typizačního sborníku ministerstva stavebního průmyslu [1], který přinesl cenný a obsáhlý materiál o denním světle a o slunečním záření, avšak nepochopením Hannauerovy metody byla v tomto sborníku uvedena nesprávná informace: vzorec byl citován jen v části a tedy chybně, doprovodný schématický nákres měl vadné októrování úseček. Nomogram, v tomto sborníku uveřejněný, byl sice správný (odpovídající vzorci), měl však nepostačující rozmezí hodnot  $e$  a  $e_\tau$  od 1 do 100 %, což bylo později v normě doplněno.

Svazek „S“ však přinesl cenný slovní doprovod k Hannauerově metodě: „Vysvětlení vztahu osvětlení vlivem mnohonásobné reflexe se provádí většinou fotometrickými metodami na modelech místností i urbanistických prostorů... Zahraňní autoři odvodili na základě fotometrického měření na modelech velmi složitý vzorec, který pro složitost je architektem prakticky nepoužitelný. Hannauer sestavil jednoduchý výraz, který se hodí pro projekční i posuzovací praxi... Vyneseme-li křivku v jednoduché logaritmické soustavě tak, že na vodorovnou osu naneseme průměrné hodnoty odrazivosti vnitřních povrchů a na svislou osu v logaritmickém měřítku příslušné hodnoty  $e_\tau$ , pak křivka nabude tvaru přímky. Z grafu je zřejmé, že logaritmus činitele osvětlení je přímo úměrný činiteli odrazivosti povrchů... Přímka vychází z hodnoty činitele  $e_\tau$ , kdy odraz de facto neexistuje. Dále přímka prochází vždy bodem pro  $\bar{\varrho} = 180 \%$ , neboť volíme hodnotu  $e_\tau$  jakoukoliv... Struktura vzorce vyjadřuje skutečnost, že mezi osvětlením oblohou a odraženým světlem je exponenciální vztah. Tím bylo získáno kritérium vlivu reflexe v prostoru vnitřním i vnějším.“

K tomuto citátu ze sborníku dodejme konstataci čl. 113 uvedené normy [2]: „Nomogram vyhovuje při hodnotách činitele odrazu, jež se v praxi vyskytuje“ (poznamenejme, že se jedná o citát z r. 1955). Podle dnešních zkušeností výsledky, obdržené z údajů Hannauerova nomogramu jsou příliš vysoké a přesahují i hodnoty, které byly v době uveřejnění nomogramu známy. Tak např. Hannauer sám v publikaci „Normy přirozeného osvětlení průmyslových budov – předběžný návrh“ (z r. 1947) [6] násobil činitele osvětlenosti  $e_\tau$  (tj. po redukci hodnotou  $\tau$ ) činitelem  $K = 2$ . Sovětské zkušenosti z r. 1961 [5] uváděly pro  $\bar{\varrho} = 0,4$  hodnotu  $K = 2,0$ , pro  $\bar{\varrho} = 0,6$  hodnotu  $K = 2,5$ . Jednalo se tu o přímou úměrnost a je zřejmé, že tam, kde  $e_\tau$  je vysoké (např. v prostoru u oken) z těchto výpočtů plynula velmi vysoká výsledná osvětlenost.

Zjev interreflexe byl ovšem středem zájmu širokého okruhu odborníků. V „Komentáři k normě ČSN 36 0035“ (Praha 1969) [4] Ing. Jiří Matoušek uvádí, že „v blízkosti osvětlovacího otvoru je podíl odražené složky malý“, což také znázorňuje na obr. 3 „Komentáře“. K tomu poznamenejme, že právě této vlastnosti denního bočního osvětlení odpovídá geometrický mechanismus Hannauerova monogramu. Podle přiloženého obr. 1 hodnotě úsečky  $e'_\tau = OC'$ , která je větší než úsečka  $OC$ , odpovídají relativně menší hodnoty  $e$  (viz uvedenou tabulkou výsledků). Tento matematický souhlas tendenze variací s fyzikální zkušeností je významným kladným rysem Hannauerovy metody, což spolu s jednoduchostí a téměř okamžitou možností určit hodnotu  $e$  včetně interreflexe při dané hodnotě  $e_\tau$  mělo by být chápáno jako dostatečný důvod k tomu, aby světlotechnický průzkum

denního bočního osvětlení věnoval Hannauerově metodě zvýšený zájem a podle svých pokročilých zkušeností Hannauerův vzorec a nomogram vhodně upravil. Poznamenejme, že pod hodnotou  $e_\tau$  bude nutno rozumět všecky složky osvětlenosti mimo  $e_{\text{interr}}$ , nikoliv tedy jen  $e_{\text{obl}}$ . (Hodnota  $e_\tau$  jakožto činitel primární osvětlenosti obsahuje také stropní složku  $e_s$ , zjištěnou ze stropního světelného těžiště  $S$ , příslušného k vyšetřovanému bodu  $M$ ).

K tomu dodejme, že z obecného vzorce plyne zřejmá možnost ovlivnění výsledků změnou hodnoty  $a$ , aniž by se přitom narušila podstata Hannauerovy metody. Položíme-li hodnotu  $a$  např. rovnou 3,3 (tedy značně větší než 1,8), dospejeme ke vzorce

$$e = e_\tau \left(1 - \frac{\bar{\varrho}}{3,3}\right) \cdot \text{antilog} \frac{2\bar{\varrho}}{3,3},$$

čili, po odstranění zlomků k výrazu

$$e = e_\tau^{(1-0,303\bar{\varrho})} \cdot \text{antilog } 0,606\bar{\varrho}.$$

Tím se přiblížíme již k výsledkům, plynoucím z přímé (neredukované) aplikace výpočtového diagramu Kittlerova [7] pro zjišťování minimálních hodnot  $e_{\text{interr}}$ . Např. při  $e_\tau$  v hodnotě 1 % a při  $\bar{\varrho} = 0,4$  obdržíme z upraveného vzorce

$$e = 1 \cdot \text{antilog } 0,2424 = 1,748 \quad [\%],$$

z čehož

$$e_{\text{interr, min.}} = 1,748 - 1 = 0,748 \quad [\%].$$

Přitom

$$K = e/e_\tau = 1,748.$$

(Zvětšením abscise  $a$  vzniká útlum činitele osvětlenosti  $e$  vůči  $e_\tau$ .) Dále pojmenujme, že teorie o vlivu interreflexe vycházely a dodnes vycházejí [7] z koncepce francouzského matematika *Eleuthéra Mascarta* (1837–1908) a z jeho myšlenky uvažovat interreflexní vliv koeficientem, který by byl limitem součtu mocnin hodnoty  $\bar{\varrho}$ , kde  $0 < \bar{\varrho} < 1$ :

$$r_{\text{interr.}} = \bar{\varrho}^0 + \bar{\varrho}^1 + \bar{\varrho}^2 + \bar{\varrho}^3 + \text{etc....},$$

tedy

$$r_{\text{interr.}} = 1 + \bar{\varrho} + \bar{\varrho}^2 + \bar{\varrho}^3 + \text{etc....} = \frac{1}{1 - \bar{\varrho}}.$$

$\bar{\varrho}$	$\frac{1}{1 - \bar{\varrho}}$
0	1
0,1	1,111
0,8	5

Mocnitelé zde znamenají počet odrazů světla. Naznačme průběh změn této meze pro rostoucí hodnoty průměrného činitele odrazu světla od povrchu interiéru: (V celých přirozených číslech vyjádřené exponenty řady, znamenající počet odrazů, rostou stupňovitě, nespojitě, tedy ne zcela vhodně pro vystižení jemně plynulého,

nenáhlého, měkkého, vlnově korpuskulárního dolehnutí interreflexních světelných dopadů na odrazné plochy.) Vidíme, že se jedná o velmi prudký vzestup limitu při zvyšujících se hodnotách  $\bar{\varrho}$ , což neodpovídá výsledkům průzkumu interreflexe a vzorec musel být upravován. Bylo ovšem správné, že pro  $\bar{\varrho} = 0$  bylo  $r_{\text{interr.}} = 1$  a že tato hodnota mohla být použita ve výrazu striktní koeficientové metody, tedy ve vzorci  $e = e_\tau \cdot r_{\text{interr.}}$ , kde při nulové hodnotě  $\bar{\varrho}$  (při zcela matně černém interiéru) potom bylo  $e = e_\tau$ . Hůře je tomu ale při použití vzorce metody koeficientové navázанé na metodu složkovou, tedy při použití vzorce  $e = e_\tau + e_\tau \cdot r_{\text{interr.}} = e_\tau(1 + r_{\text{interr.}})$ , neboť zde při  $\bar{\varrho} = 0$  vychází výsledný činitel osvětlenosti  $e = e_\tau(1 + 1) = 2e_\tau$ , což je ovšem fyzikální absurdnost.

Složkovou (součtovou) metodu uvádí čl. 25 normy ČSN 36 0035 [3] a uvažuje hodnotu  $e_{\text{interr.}}$  jako samostatně v interiéru působící veličinu, vznikající v důsledku celkového světelného toku z exteriéru okny, z čehož vyplynula nutnost použití parametrů jako „plocha skla“, „úhel z“ (zorný úhel ze středu výšky okna směrem k protilehlé překážce  $z$ ) aj. Výpočtový diagram Kittlerův se přitom omezuje na stanovení pouze hodnot  $e_{\text{interr. min.}}$ .

Oproti tomu Hannauer uvažoval funkční vztah mezi činitelem do místonosti proniklého světelného toku a činitelem interreflexe s použitím pro jakýkoliv bod interiéru bočně osvětleném a uplatnil tak koeficientovou metodu v širším slova smyslu. Hledal potřebný numerický vztah mezi  $e_\tau$  a  $\bar{\varrho}$  jakož i mezi  $e_\tau$  a  $e$ : K tomu uvažoval proces zvýšení hodnoty  $e_\tau$  mnohonásobným odrazem světla jako složenou funkci, kde vnější funkce  $e = f(e_\tau)$  obsahuje funkci vnitřní  $e_\tau = f(\bar{\varrho})$ . Obě funkce musely být spojité a přiléhavé k fyzikálnímu zjevu interreflexe, kde argumenty se mění s navazáním na přírustky předcházejících hodnot ve variační řadě, v níž změny jsou dány spojitě rostoucím počtem odrazů k nekonečnu se blížícím a současně se prakticky okamžitě uplatňujícím vzhledem k obrovské rychlosti proudění světla. Zvolil proto složitě spojitu exponenciální funkci, kde základem mocnin je mez limy změn jednotky vlivem k nekonečnu se blížícímu počtu  $x$  odrazů, tedy mezi výrazu

$$y = \left(1 + \frac{1}{x}\right)^x, \quad \text{přičemž} \quad x > 0.$$

Spojitě rostoucí mocnitél  $x$  tu přispíval současně k postupnému snižování vlivu přírustku  $1/x$ , čímž tento spojité složitý růst se blížil k mezi, to jest k číslu  $2,7182 = \lim_y$ , tedy k základu přirozených logaritmů. Jelikož průběh přirozených logaritmů má přímoúměrný vztah k logaritmům dekadickým ( $\ln N = 2,3026 \log N$ ), použil Hannauer i při praktickém použití logaritmů dekadických uvedený základ složitě spojité funkce, odpovídající procesu interreflexe.

Vzorec

$$\log e = \log e_\tau \left(1 - \frac{\bar{\varrho}}{a}\right) + \frac{2\bar{\varrho}}{a}$$

lze proto psát ve formě

$$\ln e = \ln e_\tau \left(1 - \frac{\bar{\varrho}}{a}\right) + 4,6052 \frac{\bar{\varrho}}{a},$$

čili ve formě mocnin

$$\lim_y^e = \lim_y \left(1 - \frac{\bar{\varrho}}{a}\right) + 4,6052 \frac{\bar{\varrho}}{a}.$$

(Abychom zabránili záměně za hodnoty  $e$ , značící činitele osvětlenosti, nahrazujeme zde obvyklé označení základu přirozených logaritmů znakem  $\lim_y$ .)

Závěr: Použitím logaritmické stupnice pro určení vlivu interreflexe v bočně denním světlem osvětlených interiérech respektoval Hannauer ve své metodě správně pro interreflexi příznačný spojité složitý růst a jeho koncepcie, při rozsahu parametrů do značené míry problém vystihujícím (vnější a vnitřní prostor se světelně odrazným vybavením, druh, velikost, znečištění a umístění oken, poloha bodu  $M$  aj.) obsahuje:

1. Světelný externí oblohouvý jas, navázaný na světlo vstupující do interiéru, vyjadřené činitelem  $e_\tau$  po projití okny.

2. Vliv světelných odrazů od povrchů interiéru uplatněním funkce s argumentem  $\bar{\rho}$ , odpovídajícím vybavení povrchů místnosti.

3. Funkčně vazebnou, spojité rostoucí logaritmickou stupnicí, to jest, i při použití dekadických logaritmů, stupnicí logaritmů přirozených se základem, rovnajícím se číslu 2,7182, odpovídajícím průběhu složitě spojitého růstu hodnot vlivem interreflexe.

4. Vztah k experimentálním průzkumným výsledkům volbou abscise  $a$  (volbou Hannauerova bodu  $A$ ).

Plyne z toho zásadní správnost Hannauerovy metody a jeho nomogramu. Otázkou je správnost z metody plynoucích důsledků a jejich vztahu k novodobým výzkumným poznatkům v oboru velikosti interreflexního přínosu a velikosti interreflexní složky. Hannauerova metoda (vzorec a nomogram) měla by být z tohoto hlediska prověřena a upravena (nejvhodněji patrně změnou abscise  $a$ ).

## LITERATURA

- [1] Typizační sborník 1952, svazek S (Studie o světle) ministerstva stavebního průmyslu. Praha 1952, Průmyslové vydavatelství.
- [2] Norma ČSN 73 0511 Denní osvětlení průmyslových budov (platná od 1. 2. 1956, dnes neplatná).
- [3] Norma ČSN 36 0035 Denní osvětlení budov (účinnost od 1. 1. 1968).
- [4] Jiří Matoušek: Komentář k ČSN 36 0035 Denní osvětlení budov (Úřad pro normalizaci a měření, Praha 1969).
- [5] T. Glagoleva: Estestvennoe osveščenie promyšlennych zdanij (Profizdat, Moskva 1961).
- [6] Karel Hannauer: Normy přirozeného osvětlení průmyslových budov — předběžný návrh (Orbis, Praha 1947).
- [7] Richard Kittler—Lýdia Kittlerová: Návrh a hodnotenie denného osvetlenia, 2. přeprac. vyd. (Alfa, Bratislava 1975).

## РАСЧЕТНАЯ НОМОГРАММА ГАННАУЕРА ДЛЯ ИНТЕРРЕФЛЕКСНОГО ВЛИЯНИЯ НА БОКОВОЕ ОДНОСТОРОННЕЕ ДНЕВНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Инж. арх. Ярослав Вртлек

Автор объясняет значение метода Ганнауера, обеспечивающего быстрое определение окончательного коэффициента дневной освещенности, в боком освещенных помещениях включительно интеррефлексии, если коэффициент первичной освещенности после светопотер окном и среднее отражение света знакомые. По Ганнауеру коэффициенту отражения прямо пропорциональны логарифмы результирующего коэффициента освещенности. Ввиду того, что метод Ганнауера был опубликован в начале пятидесятых годов можно предполагать, что после дополнения о новых знаниях из области интеррефлексии будет номограмма Ганнауера удобным пособием на светотехнической практике.

## **THE HANNAUER'S CALCULATION NOMOGRAM OF AN INTERREFLECTIVE INFLUENCE UPON LATERAL ONESIDED DAY LIGHTING**

*Ing. arch. Jaroslav Vrtěl*

The author points out significance of the Hannauer's method, allowing fast determination of the resulting coefficient of the day lighting in lateral lighted rooms including interreflection in a case that the primary lighting coefficient after losses by a window and the average light reflection coefficient are known. In the Hannauer's theory logarithms of the resulting lighting coefficient are directly proportional to the reflection coefficient. The Hannauer's method has been publicated at the beginning of the fiftieth years and it is possible to presuppose that after integration of new informations in the field of interreflection the Hannauer's nomogram will be a suitable aid in the lighting engineering practice.

## **HANNAUERS-BERECHNUNGSNOMOGRAMM DES INTERREFLEXIONSEINFLUSSES AUF DIE EINSEITLICHE SEITENTAGESBELEUCHTUNG**

*Ing. Arch. Jaroslav Vrtěl*

Der Verfasser macht aufmerksam auf die Bedeutung der Hannauers-Methode, die die schnelle Bestimmung des resultierenden Faktors der Tagesbeleuchtungsstärke in den seitwärts beleuchteten Räumen einschliesslich der Interreflexion ermöglicht, wenn der Faktor der Primärbeleuchtungsstärke nach den Lichtverlusten durch ein Fenster und der Durchschnittsfaktor der Lichtreflexion bekannt ist. Nach Hannauer sind die Logarithmen des resultierenden Faktors der Beleuchtungsstärke direkt proportional dem Reflexionsfaktor. Mit Rücksicht darauf, dass die Hannauers-Methode am Anfang der fünfzigsten Jahre veröffentlicht wurde, kann man voraussetzen, dass das Hannauers-Nomogramm nach der den neuzeitigen Erkenntnissen im Fachgebiet der Interreflexion entsprechenden Umformung ein geeignetes Hilfsmittel in der Praxis der Lichttechnik werden wird.

## **NOMOGRAMME DE HANNAUER INDIQUANT L'INFLUENCE DE L'INTERRÉFLEXION DE LA LUMIÈRE NATURELLE MONOLATÉRALE**

*Ing. arch. Jaroslav Vrtěl*

L'auteur veut attirer l'attention sur l'utilité de la méthode de Hannauer permettant une détermination rapide du coefficient résultant de l'éclairage y compris l'apport de l'interréflexion dans les intérieurs éclairés monolatéralement par la lumière naturelle. On part du coefficient de l'éclairage primaire réduit et de la valeur moyenne du coefficient de réflexion de la lumière lequel est considéré comme proportionnel aux logarithmes du coefficient cherché de l'éclairage. Après une correction correspondante aux derniers résultats de la recherche sur l'influence de l'interréflexion, la méthode publiée il y a à peu près une trentaine d'années pourra servir à la pratique.

---

### **● Perspektiva využívání solární energie**

Podle amerických průzkumů má se do r. 2010 instalovaný výkon zařízení využívajících přeměnu solární energie v elektrickou ztiscinásobit, tj. dosáhnout asi 130 000 MW, přičemž zlom má nastat po r. 2000. Instalovaný výkon takovýchto zařízení činil v r. 1982

na světě celkem asi 110 MW, přičemž fotovoltaika je zde zastoupena asi 10 MW.

Výkon fotovoltaických zařízení v r. 2010 má činit asi 115 000 MW. Očekává se, že v cele vývoje bude Japonsko, zejména pokud se týče techniky tenkých vrstev.

## ● Odstraňování mikroorganismů ze vzduchu ultrafialovým zářením

V klimatizaci nachází ve světě čím dálé tím více použití ultrafialové (UF) záření k odstraňování choroboplodných zárodků ze vzduchu, protože se jedná o fyzikální způsob, při němž nedochází ani k tvorbě odpadu, ani ke změně chemického složení vzduchu nebo vody a spotřebouje se přitom jen málo energie.

Ohoření lidí a potravin choroboplodnými zárodky zhoršující se životním prostředím narůstá a vzduch zbavený mikroorganismů nabývá na aktuálnosti i mimo zdravotnictví. Široké používání klimatizačních zařízení, jak se ukázalo, přineslo dokonce nebezpečí zvýšené kontaminaace větrancích prostorů.

Při odstraňování choroboplodných zárodků mluvíme o dvou způsobech: desinfekci a sterilizaci. Sterilizací se rozumí umrtvení všech živých substancí, desinfekcí odstraňování určitých nežádoucích mikroorganismů, aby se zamezilo přenášení zásahem do jejich složení nebo látkové výměny, nezávisle na jejich funkčním stavu. U UF-záření se tedy jedná o desinfekci. Nejúčinnější je přímé ozařování a může vést k odstranění všech mikroorganismů. Přímo se ozařuje většinou pitná voda nebo potraviny v prostoru, kde se nenacházejí lidé. Rozšířené použití UF-záření je v tzv. UF-smyčkách, oddělujících čisté místnosti od okolí. Zkušenosti v souvislosti s klimatizací prokázaly oprávněnost takovýchto řešení.

K odstraňování choroboplodných zárodků u vzduchotechnických zařízení se již delší dobu používá UF-zářicí instalovaných do potrubí. První pokusy v tomto směru se ukázaly jen částečně úspěšnými, bud pro nesprávnou instalaci zářiců nebo pro vysoký obsah prachu ve vzduchu. Předpokladem pro optimální použití je jejich umístění za

vzduchovými filtry do místa nejnižší rychlosti vzduchu. Přitom trubice mají být instalovány vertikálně.

Před časem bylo vyvinuto tzv. nepřímé ozařování, kde se přímo ozařuje horní část místnosti — strop tak, aby osoby v místnosti nebyly v dosahu přímých paprsků. Místnosti jsou přitom větrány buď přirozeně nebo nuceně. Také tento způsob se dá kombinovat se zařízeními pro čisté místnosti (s laminárním prouděním). U klimatizačních zařízení je nejnebezpečnějším zdrojem zárodků voda používaná v pračkách vzduchu. Sprchující vodou se zachycují mikroorganismy vázané na prach v proudivém vzduchu, které se v důsledku přiznivého prostředí v pračce rychle množí. I když většina zárodků je neškodných, nachází se mezi nimi ještě dost patogenních zárodků, které jsou pak zodpovědné za vážné infekční choroby. Chemické prostředky k odstraňování těchto zárodků jsou sice účinné, ale nezádoucí, protože jsou toxicke a dostávají se do klimatizovaného vzduchu. Účinnost zářiců ponorených do vody je taková, že po pěti minutách se koncentrace mikroorganismů sníží o čtyři řády. Použitím parních zvlhčovačů vyvstávají hygienické problémy ve značně menší míře.

Také čištěním praček se hygienické potíže neodstraní. Tak bylo zjištěno, že i při pravidelném týdenním čištění obsahuje voda až 31 000 zárodků v 1 ml a v doprovázaném vzduchu bylo přitom napočítáno na straně venkovního vzduchu 192 zárodků, před pračkou 70 a za pračkou 952 zárodků v  $\text{cm}^3$ . Tab. 1. ukazuje přednosti a nedostatky různých způsobů potlačování mikroorganismů u vzduchotechnických zařízení.

Tyto zkušenosti jsou zejména zajímavé z hlediska rozšířeného použití oběhového vzduchu a regeneračních výměníků.

CCI 3/84

(Ku)

Tab. 1. Srovnání různých způsobů potlačování mikroorganismů u vzduchotechnických zařízení

Způsob	Výhody	Nevýhody
chemická desinfekce	žádné investiční náklady	ne vždy se osvědčuje toxicke zatížení vzduchu nebezpečí koruze v některých zemích zákonem zakázáno
UF-ozařování	dobrá účinnost malé provozní náklady	počáteční investice nutná dobrá údržba
vlhčení parou	velmi dobrá účinnost malá údržba	vysoké investice vysoké náklady na energii nutná drahá regulace

# OTOPNÉ OBDOBÍ 1983/1984 V PRAZE Z HLEDISKA KLIMATICKÝCH VELIČIN

ING. RUDOLF D. STRAKA

*Recenzoval: Vladimír Fridrich, dipl. tech.*

## 1. Úvod

Provozní technici, pověření kontrolou točů, resp. nákladů za otop potřebují znát, ve shodě s platným právním předpisem, jak dlouho, tj. od kdy do kdy trvalo skutečné otopné období a jaké byly parametry, potřebné pro výpočty hospodárnosti provozu a spotřeby energie pro otop.

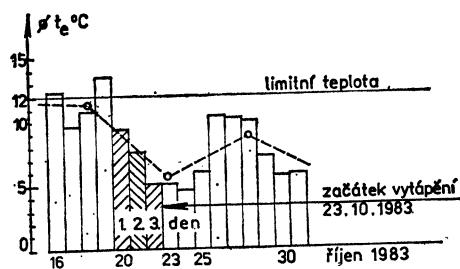
K určení začátku i konce otopného období je třeba použít jediné legální podklady: klimatické veličiny, publikované v měsíčních přehledech meteorologických pozorování ob-

servatoře Praha-Karlov, vydávaných pravidelně Hydrometeorologickým ústavem v Praze.

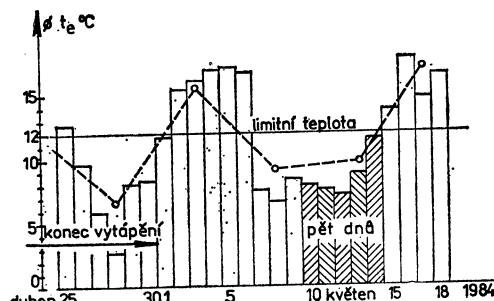
Začátek i konec každého otopného období se nejlépe určuje graficky na podkladě tab. 1, v níž jsou vypočteny také pro případné korekce průměrné teploty vzduchu v pětidenních intervalech. Rozhodující dny jsou určeny podmínkou, stanovenou ve vyhl. č. 197/1957 Sb, tj. dny, v nichž průměrné denní teploty venkovního vzduchu během tří, po sobě následujících dnů, jsou pod čárou (kdy se musí začít s vytápěním), nebo nad čárou (přestane se s vytápěním) mezní — limitní teploty +12 °C. Z toho-

Tab. 1

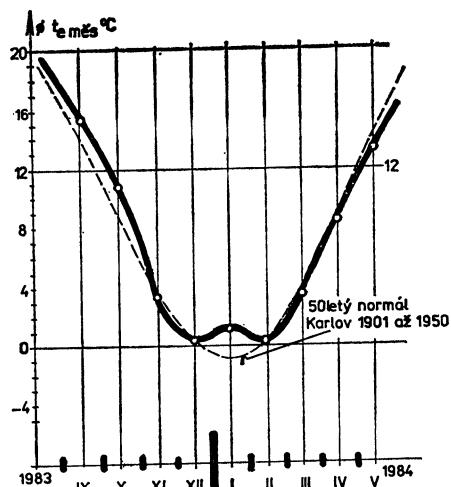
Začátek 1983					Konec 1984				
Den	Měs.	Průměrná denní teplota $t_e$ [°C]	Součet	Průměrná teplota 5denního intervalu [°C]	Den	Měs.	Průměrná denní teplota $t_e$ [°C]	Součet	Průměrná teplota 5denního intervalu [°C]
11		11,0			26		9,6		
12		9,6			27		5,8		
13	X	12,9	58,5	11,7	28	IV	1)	2,7	34,3
14		14,2			29		8,0		6,86
15		11,1			30		8,2		
16		12,4			1		11,7		
17		9,6			2		15,6		
18	X	10,8	55,7	11,14	3	V	16,2	78,0	15,6
19		13,6			4		17,2		
20		9,3			5		17,3		
21		7,6			6		16,8		
22		5,1			7		7,5		
23		5,1	28,4	5,68	8	V	2)	5,6	46,2
24	X	a)	4,6		9		8,4		9,24
25		6,0			10		7,9		
a) nejnižší $t_e$ v měsíci říjnu									
1) nejstudenější den v dubnu									
2) nejstudenější den v květnu									



Obr. 1.



Obr. 2.



Obr. 3.

to hlediska jsou sestrojeny obr. 1 a obr. 2. Začátek otopného období, vlivem poměrně stejnomořného poklesu teplot v záduchu, je bez problémů snadno stanovitelný (obr. 1). Avšak konec otopného období se již po několika letech vyznačuje téměř stejným průběhem (obr. 2): po vzestupu teplot začátkem

Tab. 2

Měsíc	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Součet	Průměr
Počet dnů Z	9	30	31	31	29	31	30	5	196	—
Průměrná $t_e$ °C	7,2	3,2	0,3	1,2	0,3	3,5	8,5	8,5	—	3,2
Dotápi se do teploty	12 °C 18 °C	4,8 10,8	8,8 14,8	11,7 17,7	10,8 16,8	11,7 17,7	8,5 14,5	3,5 9,5	3,5 9,5	—
Mezní klim. č. $K_{12}$	43	264	363	335	339	263	105	18	1730	—
Topné klim. č. $K_{18}$	97	444	549	521	513	449	285	48	2906	—
Otopné období 1983/84 [%]	3	15	19	18	18	15	10	2	100,0	—
Z padesátiletého normálu Karlov [%]	8	14	18	20	16	14	9	1	100,0	—

$$\text{Kontrola: } (196 \cdot 6) + 1730 = 1176 + 1730 = 2906$$

$$\text{a)} 1730 = 196 \cdot (12,0 - t_{ez})$$

$$1730 = 2352 - 196 \cdot t_{ez}$$

$$622 = 196 \cdot t_{ez}$$

$$t_{ez} = 3,17^\circ\text{C}$$

$$\text{zaokrouhlené } t_{ez} = 3,2^\circ\text{C}$$

$$\text{b)} 2906 = 196 \cdot (18,9 - t_{ez})$$

$$2906 = 3528 - 196 \cdot t_{ez}$$

$$622 = 196 \cdot t_{ez}$$

$$t_{ez} = 3,17^\circ\text{C}$$

$$\text{zaokrouhlené } t_{ez} = 3,2^\circ\text{C}$$

Časové období	Počet dnů <i>Z</i>	$t_e$ [°C]	<i>A</i> [°C]	<i>B</i> [°C]
23. až 31. říjen 1983	9	7,2	10,7	—
listopad 1983	30	3,2	3,2	-15,8
prosinec 1983	31	0,3	0,3	0
leden 1984	31	1,2	1,2	+234
únor 1984	29	0,3	0,3	+50
březen 1984	31	3,5	3,5	-18,7
duben 1984	30	8,5	8,5	—
10. až 14. květen 1984	5	8,5	13,2	—

A ... celoměsíční průměrná teplota vzduchu  $t_{em}$  °C  
B ... oproti 50letému normálu Karlov: vyšší +, nižší —

května nastane náhlý a prudký pokles, který se udrží několik dnů; teploty jsou hluboko pod teplotou mezní. V těchto dnech je nutno k udržení tepelné pohody člověka vytápět.

Obrázek 3 je sestřoven k posouzení průběhu průměrných měsíčních teplot vzduchu v otopném období: slabá pírušovaná čára vyznačuje průběh paděstiletého pražského normálu meteorologické observatoře Praha-Karlov. Silná čára znázorňuje skutečný průběh průměrných měsíčních teplot venkovního vzduchu v jednotlivých měsících otopného období od podzimu přes zimu do jara.

K povšechnému posouzení všech důležitých parametrů otopného období je výpočetně sestavena tab. 2, na níž navazuje tab. 3.

## 2. Hlavní klimatické údaje 1983/1984

Otopné období 1983/84 lze v hlavních rysech popsat takto:

1. Začátek otopného období 23. říjen 1983.

2. Konec otopného období 30. duben; k tomu je třeba přičíst pět dnů od 10. do 14. května 1984, kdy bylo nutno vytápět.

3. Počet otopních dnů 196 — včetně pěti květnových dnů — se od paděstiletého normálu 212 dnů liší o méně 16 dnů, což je o 7,55 % kratší otopné období proti normálu.

4. Mezní klimatické číslo  $K_{12} = 1730$  de-nostupnů (gradnů).

5. Topné klimatické číslo  $K_{18} = 2906$  de-nostupnů (gradnů).

6. Průměrná teplota venkovního vzduchu během otopného období od 23. X. 1983 do 30. IV. 1984, včetně pěti květnových dnů, tj. během 196 otopních dnů je  $t_{ez} = 3,17$  zaokrouhleně 3,2 °C čilishodná s paděstiletým pražským normálem.

7. Nejnižší průměrné denní teploty venkovního vzduchu (°C) byly:

- 24. 10. 1983 . . . . . 4,6
- 14. 11. 1983 . . . . . -4,6
- 3. 12. 1983 . . . . . -7,3
- 22. 1. 1984 . . . . . -3,9

- 17. 2. 1984 . . . . . -6,1
- 19. 3. 1984 . . . . . -2,3
- 28. 4. 1984 . . . . . 2,7
- 8. 5. 1984 . . . . . 5,6

8. Absolutně minimální teplota venkovního vzduchu -12,6 °C byla v 7,00 hodin dne 17. 2. 1984.

Jak je patrné z obr. 3, povšechná pravidelnost teplotních gradientů je výrazně změněna jen v měsíci lednu, jehož průměrná teplota venkovního vzduchu 1,2 °C je proti dlouholetému pražskému normálu o 234 % vyšší.

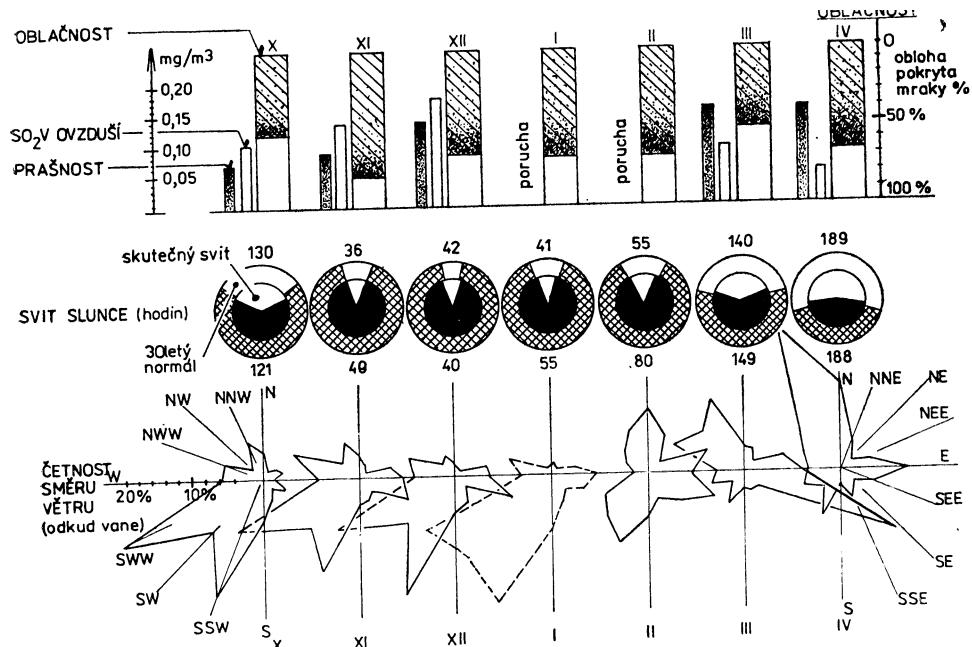
Zjednodušenou souhrnnou analyzou, vztaženou na topné klimatické číslo  $K_{18}$ , lze konstatovat, že posuzované otopné období bylo z hlediska energetické náročnosti na potřebu paliva pro vytápění, vcelku příznivé.

## 3. Charakteristika otopného období

Všeobecnému a zjednodušenému posouzení charakteristiky otopného období napomáhá obr. 4 se zakreslením některých veličin, které mají — kromě průběhu teplot vzduchu — výrazný vliv na spotřebu energie a na regulaci dodávané tepelné energie pro vytápění. Jsou to:

- a) *oblačnost* ve stupnici od 0 do 10, přičemž 10 značí oblohu 100 % pokrytu mraky,
  - b) *skutečný svít slunce* v hodinách, ve srovnání s třicetiletým normálem svitu a s astronomicky možným maximálním svitem (maximum uvažováno jako 360 °),
  - c) *četnost směru větrů* v hodinách (odkud vane) v poměrovém měřítku tak, že součet redukovaného počtu hodin, včetně bezvětrí, všech značených směrů, je 100 %,
  - d) *prašnost a obsah SO<sub>2</sub>* v ovzduší, měřené v miligramech, připadajících na jeden kubický metr ovzduší.
- Údaje ad d) v měsíci lednu a únoru 1984 nejsou k dispozici pro poruchu zjišťovacího zařízení.

Začátek otopného období v měsíci říjnu se projevoval poměrně pravidelným poklesem denních teplot venkovního vzduchu. Teprve koncem třetího týdne poklesly průměrné



Obr. 4.

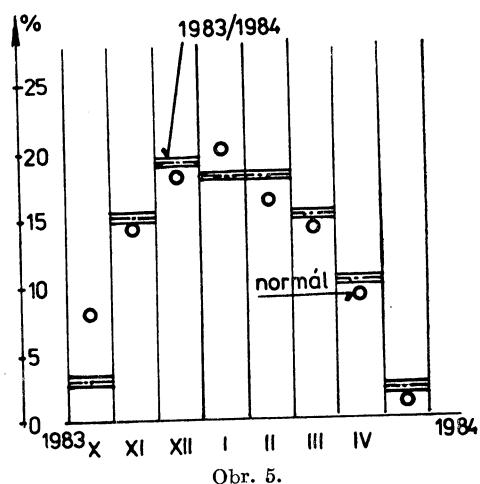
denní teploty venkovního vzduchu pod limit  $+12^{\circ}\text{C}$ , takže dnem 23. října 1983 se muselo začít s pravidelným vytápěním. V pondělí, dne 24. října, byl nejstudenější den ( $4,6^{\circ}\text{C}$ ) měsíce.

**Konec otopného období:** Při ustálených teplotách venkovního vzduchu nastalo koncem třetího a začátkem čtvrtého týdne v dubnu oteplení během tří po sobě následujících dnů, a to nad limitní teplotu  $+12^{\circ}\text{C}$ . Po těchto třech dnech však opět poklesla teplota pod tuto mezní hodnotu, dokonce koncem čtvrtého týdne, dne 28. IV., byla absolutně nejnižší teplota vzduchu  $2,7^{\circ}\text{C}$  v měsíci dubnu ( $8,8^{\circ}\text{C}$  pod dlouhodobým normálem), takže bylo nutno udržet vytápění po dobu celého měsíce dubna. Po těchto studených dnech (celomesiřně  $-0,6^{\circ}\text{C}$  pod normálem) nastalo v prvním týdnu května oteplení nad limitní hodnotu (až na  $17,2^{\circ}\text{C}$ ), takže v četných objektech — ve shodě s platnou vyhláškou — byl ukončen otopný provoz tak, že květen, ani z části, se nevykazuje ještě jako provozní měsíc. Z hlediska administrativy je to jistě výhodné, avšak koncem prvého týdne v květnu teploty venkovního vzduchu prudce klesly až na  $4,2^{\circ}\text{C}$  a udržely se pod limitem celý druhý květnový týden; v těchto dnech s průměrnou teplotou týdenního intervalu pouhých  $8,1^{\circ}\text{C}$ , tj. v době od 10. do 14. května, čili nejméně pět dní bylo potřebné vytápět. Provozy, které v této době nevytápěly, sice ušetřily palivo a zjednodušily si administrativní řízení, avšak nesplnily povinnost, kterou jim ukládá právní předpis a zajištily — tak jako každoročně (samozřejmě

bez sankcí a osobního postihu) zvýšenou nemocnost prostydnutím.

#### 4. Spotřeba paliva

Z tabulky 2, s přihlášením ke grafu v obr. 5 vyplývá, že skutečná spotřeba paliva a regulační dodávky tepla pro vytápění (zvýrazněné čáry) se liší od dlouhodobého normálu (body). Nižší spotřeba, než předpokládal plán podle normálu, je v měsících říjnu a lednu; naopak vyšší je ve všech ostatních měsících.



Obr. 5.

Tab. 4. Poslední otopná období v Praze

sezóna	Otopné období				Klimatické číslo		Absolutní minimální teplota vzduchu	
	od	do	dnu	$t_{ez}$ [°C]	$K_{12}$ [gd]	$K_{18}$ [gd]	[°C]	datum
1979/1980	24. 9.	8. 5.	228	3,8	*)1876	3244	—16,2	15. 1. 1980
1980/1981	6. 10.	9. 5.	216	4,1	1706	3002	—12,8	2. 12. 1980
1981/1982	24. 10.	5. 5.	194	2,6	1829	2993	—20,5	15. 1. 1982
1982/1983	11. 10.	21. 4.	193	4,7	1403	2561	—16,2	16. 2. 1983
1983/1984	23. 10.	30. 4.	196	3,2	1730	2906	—12,6	17. 2. 1984
normál	30. 9.	3. 5.	216	3,8	1767	3063	Praha-Karlovo	
normál	6. 10.	5. 5.	212	3,2	1860	3130	Praha-Klementinum	

Poznámka: \*) plus šest dnů v polovině května při náhlém ochlazení

### Отопительный период 1983/1984 г.в Праге с точки зрения климатических величин

Инж. Р. Д. Страка

На основе метеорологических наблюдений, изданных Гидрометеорологическим институтом в Праге, составил автор подробный анализ климатических величин в отопительном периоде 1983/1984 г. В статье приведены характеристики этого периода с термотехнической точки зрения, обработанные главным образом с уважением к потребностям проектантов и техников-производственников.

### Die klimatischen Daten während der Heizungsperiode 1983/1984 in Prag

Ing. Rudolf D. Straka

Auf Grund der meteorologischen Beobachtungen, die vom Hydrometeorologischen Institut in Prag veröffentlicht wurden, hat der Autor eine ausführliche Analyse von klimatischen Daten während der Heizungsperiode 1983/1984 zusammengesetzt. Im Artikel werden die wärmetechnischen charakteristischen Daten erwähnt, die mit Rücksicht auf ihre Ausnutzung von Projektanten und Betriebstechnikern ausgearbeitet worden sind.

### The climatic parameters during the heating season 1983/1984 in Prague

Ing. R. D. Straka

The author sums up the meteorological measurements published by the Hydrometeorological Institute in Prague concerning the heating season 1983/1984 in Prague and he adds to this summing-up a detailed analysis of the respective results. Basic data and thermotechnical tables prepared with respect to the needs of projecting and operating engineers are also given there.

### Valeurs climatiques au cours de la période chauffe 1983/1984 à Prague

Ing. Rudolf D. Straka

Prenant pour base les observations météorologiques publiées par l'Institut de la Hydro-météorologie à Prague, l'auteur a établi une analyse détaillée des valeurs climatiques au cours de la période de chauffe 1983/1984. Dans l'article présenté, on cite les caractéristiques de cette période au point de vue thermotechnique qui étaient élaborées en égard aux besoins des projeteurs et des techniciens d'exploitation, surtout.

Vesnice sestávající z obytných domů, škol, sportovní haly a hlavní třídy, překrytá dvěma spojenými paralelními stavbami se skleněnou střechou, byla realizována v Eslör v jižním Švédsku. Komplex nazvaný Gardsakra je pokusný a je charakterizován jako „maloměstské prostředí bez dopravy“.

Centrem objektu je hlavní „skleněná třída“ o délce 375 m a o proměnné šířce 12 až 16 m. Po obou stranách je lomována obytnými domy nájemními nebo rodinnými. Třídu ožívují květinové záhonky. Na jižní straně je 30 řadových domků a domy celkem s 32 byty, zatím co na severní straně jsou přízemní obytných domů, s výjimkou 11 garsoniér, zabrána školami a sportovní halou.

V Gardsakra neklesne nikdy teplota pod  $+5^{\circ}\text{C}$ , takže je zde možno pěstovat i exotické rostliny. Nejpřínivější klimatické podmínky připravuje výkonné, energeticky úsporné vytápěcí zařízení teplým vzduchem. Střecha akumuluje sluneční teplo a spolu s odpadním teplem od lidí a osvětlení dostává skleněná třída přijemnou teplotu.

Teply vzduch je dále používán i k vyhřívání bytů. Odpadní teplo je zpětně získáváno prostřednictvím výměníků a tepelných čerpadel, která jsou zaměřena na komunální systém odpadní vody. Takovýmto způsobem je komplex ohříván 10 měsíců do roka. Jen v nejchladnější době pracuje přídavné vytápění s teplem od olejových kotlů.

CCI 4/84

(Ku)

### ● Osvětlení domácnosti

se prakticky omezuje na tři základní pracoviště v kuchyni: osvětlení pracovní plochy, dřezu a mycího prostoru (odkládání nádobí) a sporáku. Kvalitativním předpokladem je současné mírné (adaptační) celkové osvětlení a druhá řada osvětlení místního příležitostného: osvětlení prostoru ledničky, vnitřku pečící trouby a po případě některých úložných skřínek (osvětlení v hloubce), zvláště těch nad pracovními plochami. Ať je toto osvětlení jakéhokoliv druhu, zachován by měl zůstat výhledem oknem do vizuálně zajímavého (a tedy proměnného) prostředí (okno informačního charakteru).

Všechna tři uvedená pracoviště si žadají (pro všechny druhy pracovníků a všechny věkové skupiny) osvětlení:

- poměrně intenzivní (100 lx v průměru počítají, ale 300 lx je blíže optimu, mj. běžně užívanými zdroji snadno dosažitelné s minimálními nároky na energii při správně řízeném provozu) vzhledem k detailu,
- směrované (vrhající bezpečnostní stíny) pro práce s točivými stroji nebo řeznými nástroji — ani plošné a ještě ani ne pásové,
- a barevně správně reprodukující (tedy i zkreslující) např. zkáze podléhající potraviny; to znamená, že požadujeme světlo takové barvy, aby odhalovalo nedostat-

zdroje s teplotou barvy asi  $2\,500$ — $2\,900\text{ K}$ , popřípadě světlo do tohoto rozmezí filtrované.

Provedené výzkumy (Ltg. Res. Techn. 1983/1), zaměřené na 4 skupiny typických kuchyňských úkonů (reprezentativní manuální zručnost a poznání koordinace činnosti zraku a rukou, vizuálních složek) prokázal bez doplnění správnost uvedených zásad.

(LCh)

### ● Co je to „přírodní světlo“?

Termín „natural light“ je zvykem (mimořádem houzevnětě se držícím) překládat jako „přirozené světlo“, ač znamená zcela jednoznačně „přírodní“ jako bipól k „umělému“. Nesprávný překlad působí těžkosti: existuje sice světlo „nepřirozené“, v přírodě ale zcela výjimečně jako předzvěst nebo naopak důsledek zvláštního přírodního jevu zpravidla katastrofického charakteru, jinak jako výsledek manipulace se světlem umělým. Zámerné snahy o překonání zvyklosti přetrvává věky a je dobré živeno denním tiskem.

Jeden příspěvek k problematice z LD & A 1983/4:

Experimentální údaje mnoha autorů podporují tvrzení, že skladba spektra, které je odlišné od „přírodního“, ovlivňuje biologické účinky světla na člověka (zrakové a psychofyziologické). V současnosti jsou takové údaje podrobovány revizi. Obhájci ovlivnění se opírají o tvrzení o vývoji lidského zraku za přírodních podmínek (časově jedna ku nekonečnu), zvláště pak za podmínek působení slunečního světla. Autor citované studie R. Corth se zabývá vývojem primátů, kteří podle svědecití fosilních nálezů žili výlučně na stromech. Ze sledování vyvuzuje, že přírodní světlo, ať tak označujeme cokoliv, určitě není přímé sluneční světlo zpod volné nezastíněné oblohy — ale je to bezpečně filtrované sluneční světlo zpod kleny lesa.

Tu je hrou ironie, že spektrální složení světla studeně bílých zářivek, často odborníky označované jako „dávající nepřirozené světlo barevně zkreslující“ se spektru listovím filtrovanému světlu maximálně podobá!

(LCh)

### ● Carrier zavádí CAD

Koncem r. 1983 se konala v Ženevě konference evropských a afrických zastoupení fy. Carrier. Cílem konference bylo zvýšit výrobu a odbyt výrobků firmy v Evropě. Jestliže z celkové produkce firmy se v r. 1981 vyrábělo v Evropě 44 %, pak v r. 1983 již 58 %.

Obchodní pohotovost firmy má zvýšit nový počítačový program, v jehož rámci ohce fa. Carrier zavést v Evropě CAD program na zhodovování technických výkresů, který byl již vyzkoušen na trhu v USA.

CCI 1/84

(Ku)

## ZPĚTNÉ ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA ROLETAMI

Vzduch je životně důležitá látka, které je sice dostatek i v nových budovách, ale v důsledku zvyšování jejich těsnosti přibývá v ovzduší jejich místnosti škodlivin. Proto je třeba místnosti větrat, přičemž výměna vzduchu by neměla klesnout pod 0,5krát za hodinu. Nejvhodnější je přirozené větrání vyvolané tlakovými rozdíly. Na návětrné straně vniká vzduch do budovy a v zimě musí být vytápěcím zařízením ohřát na vnitřní teplotu (vytápěcí zařízení kromě toho samozřejmě kryje transmisní ztráty). Na závětrné straně opouští objekt stejné množství vzduchu jako dovnitř proniklo, ovšem o teplotě místnosti.

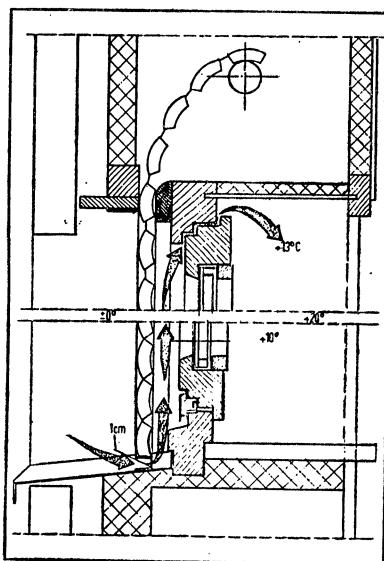
Jestliže se tento proces děje při spuštěných venkovních roletách (svinovacích žaluziích), pak se na návětrné straně pronikající vzduch mezi roletou a oknem poněkud ohřeje. Na závětrné straně prochází vzduch obdobným prostorem, takže se prostup tepla oknem zde děje při menším teplotním spádu. Pokusy ukázaly, že při netěsné navijecí skříní (prostoru nad oknem do něhož se roleta navijí) a při spárách mezi listy žaluzí vzniká mezi roletou a oknem proudění vzduchu zdola nahoru s únikem vzduchu horem — skříní ven. Jisté je, že stažená venkovní roleta snižuje na návětrné straně tlak větru na okenní spáry a tak kromě úspory na teple vyvolává i jisté úspory na proudění vzduchu, neboť v prostoru mezi roletou a oknem dochází v určitém malém měřítku ke zpětnému získávání tepla. Jeho množství závisí jak od konstrukce oken a rolet, tak i od povětrnostních podmínek a jeho výše se dá odhadnout pěti procenty.

### Teplo k ohřátí pronikajícího vzduchu

Údaje v literatuře o velikosti ztrát na teple v důsledku přirozeného větrání místnosti se u různých autorů značně různí. Vezmeme-li v úvahu, že u dobré utěsněné budovy činí alespoň 30 % z celkové teplé ztráty a podaří-li se polovinu tohoto tepla znova získat, znamená to roční úspory na teple okolo 15 %. Z toho je vidět, kam by se měly především snahy po úsporách energie zaměřit.

V souladu s tím byly na Vysoké škole stavební v Čáchách provedeny pokusy se svinovacími venkovními roletami. Při utěsnění průchodů rolety dvojitě zaskleného okna o ploše 1,5 m<sup>2</sup> navijecí skříní a instalací zarážky tak, aby při spuštění zůstala na spodu štěrbina 1 cm a při netěsnosti (spáre) 0,5 cm na horní straně okna (obr. 1) bylo naměřeno, že za bezvětrí při venkovní teplotě 0 °C a vnitřní teplotě 20 °C je množství pronikajícího vzduchu 12 m<sup>3</sup>/h. Jeho střední teplota mezi roletou a oknem byla naměřena

10 °C a výstupní teplota ze spáry do místnosti 13 °C. Na základě výpočtu vychází celková transmisní ztráta oknem ( $k = 3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ ) 90 W. U pokusného okna s roletou činila 75 W, přičemž 53 W se vrátilo zpět do místnosti v předehřátém venkovním vzduchu, takže čistá ztráta činila jen 22 W, což představuje 76 % úsporu energie. Pokusy

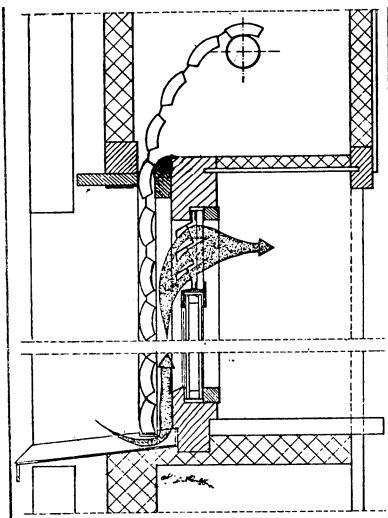


Obr. 1. Uspořádání rolety a úprava okna pro zpětné získávání tepla

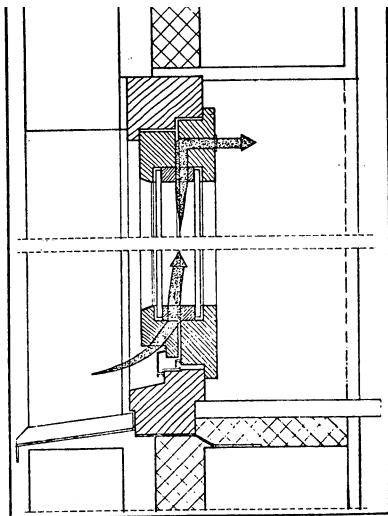
pro jiné venkovní teploty přinesly v podstatě podobné výsledky, takže získané poznatky lze zevšeobecnit asi takto: jestliže jsou ztráty nechráněným dvojitě zaskleným oknem 100 %, pak při spuštěné roletě bez zpětného získávání tepla klesnou na 60 % a při roletě se zpětným získáváním tepla až na 24 %.

K této podstatné úspore dochází tím, že vzduch je nutno procházet mezi (těsnou!) roletou a oknem, jehož celá plocha působí jako výměník tepla. U některých rolet, jako např. u těch, které mají mezi listy volné spáry, k této výměně nedochází. Také šířka spodní štěrbiny má na proces vliv a ukázalo se, že 1 cm je optimum. Místo spáry na horní straně okna je alternativním řešením sklopné větrací křídlo (tzv. ventilace) ručně ovládané (obr. 2). Otvírání a zavírání ventilace je možno kombinovat tak, že se automaticky otevře při spuštění rolety nebo zavře při vytážení.

U zdvojených oken je možnost získat



Obr. 2. Jiný způsob úpravy okna pro předchozí případ



Obr. 3. Úprava zdvojeného okna pro zpětné získávání tepla

částečně teplo zpět úpravou podle obr. 3, tj. vyvrácením otvoru ve vnějším rámu okna dole a ve vnitřním rámu nahore. Předenstí tohoto řešení je možnost využití i ve dne, nevýhodou jsou menší úspory na teple než u oken s roletami. Jako klíčovou zůstává otázka, zda těsná okna či ne? Pokud se pro každou místnost vytvoří jedno „větrací okno“, pak by ostatní okna měla být co možno těsná. Nejtěsnější okna, která lze dnes vyrobit mohou dosáhnout propustnosti spár nejvýše v hodnotě  $0,01 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{h}$ . Pro budovy nejvýše jednopatrové se připouští propustnost okenních spár v hodnotě  $2 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{h}$ .

Rolety je možno využít i jako tlumiče hluku, jestliže je vnitřní strana listů perforo-

vána (absorpční tlumení). Při ploše perforace asi 15 % z celkové plochy rolety byl naměřen útlum 12 dB.

#### Závěr

Popsaný způsob je jedním z těch, které je možno aplikovat u nových utěsněných budov a kterým lze dosáhnout významných úspor na teple poměrně jednoduchým způsobem.

Zpracováno podle článku Prof. Dr. Ing. J. Tischendorfa: Wärmerückgewinnung mit Rolläden v časopise Clima Commerce International č. 12/83, str. 21 až 24.

(Kubiček)

#### 4. KONGRES FASE

4. kongres evropských akustických společností FASE se konal v Norsku v Sandefjordu v srpnu 1984.

Organizátory kongresu byla Federace evropských akustických společností — FASE a Akustická společnost Norska — NAS. Záštiti nad jednáním měl norský ministr životního prostředí K. Gronbeck.

Kongresu se zúčastnilo 216 odborníků z 27 států. Kongres byl zaměřen především na otázky současných trendů v akustickém výzkumu. Převládající tematikou byly otázky hlukových zdrojů, šíření hluku v prostředí, obtěžování hlukem a zavádění nových metod v akustických měřeních.

Kongres probíhal v plenárních zasedáních (celkem 9 hlavních referátů) a dále ve 13 sekcích, kde bylo celkem presentováno 94 referátů a 17 referátů bylo uvedeno plakátovou formou.

Hlavní zaměření v sekcích byly otázky

fyzikální akustiky, akustické emise, ultrazvuku, stavební a prostorové akustiky, elektroakustiky, akustiky řeči, dopravního hluku, leteckého hluku. Dále bylo probíráno obtěžování hlukem, legislativní přehledy boje proti hluku, normalizační závěry, šíření hluku a predikce jeho intenzity, měření a analýza hluku.

Podrobný soubor referátů z kongresu, materiály o snižování hluku v Norsku a podkladové materiály týkající se programu ministerstva životního prostředí v oblasti boje proti hluku jsou uloženy na katedře fyziky ČVUT—FEL a ve VUZORT.

V době kongresu probíhala výstava akustických měřicích přístrojů předních světových firem. Největší expozici měla dánská firma Brüel & Kjaer. Dr. Brüel se osobně zúčastnil kongresu a přednesl referát z oblasti měření hlukových emisí.

Po kongresovém jednání následovalo zase-

dání rady FASE a volba představenstva FASE. Byla provedena volba prezidenta, výceprezidenta a sekretáře FASE. Sekretářem FASE byl opět zvolen vedoucí čs. delegace na kongresu *prof. Ing. F. Kolmer, DrSc.* — ředitel VUZORT. Materiály z jednání rady FASE jsou uloženy ve VUZORT.

FASE v současné době sdružuje celkem 26 akustických společností z Evropy. Zabývá se koordinací práce v akustice a je v úzkém kontaktu s ICA (Mezinárodní akustickou komisí) pracující v rámci IUPAP (Mezinárodní unie pro čistotu a aplikovanou fyziku).

Na zasedání byla podrobně probírána otázka koordinace akcí jednotlivých akustických společností v Evropě — kongresy, konference, sympozia.

Dále byly probírány koncepce akustického výzkumu pro další období a výchova nových odborníků v tomto oboru.

Význam kongresu z hlediska mezinárodní spolupráce jistě vyjadřuje i to, že záštitu nad ním převzal norský ministr pro životní prostředí.

*Chalupová*

## RECENZE

ZTV 3/85

### **Ing. Dr. Jaromír Čihelka: SLUNEČNÍ VYTÁPĚCÍ SYSTÉMY**

*1. a 2. vydání, SNTL Praha 1984, 208 stran, 120 obrázků, 25 tabulek, cena Kčs 13,—*

Dr. Čihelku znají čtenáři jako autora knihy Sálavé vytápění, která před časem vyšla v SNTL ve dvou vydáních a zejména jako hlavního autora rozsáhlé publikace Vytápění, větrání a klimatizace, která se dočkala již třetího vydání. Nyní přináší SNTL Čihelkovu novou knížku, věnovanou slunečním vytápěcím systémům, a to hned ve dvou vydáních najednou.

Je dobré, že tuto publikaci napsal právě Dr. Čihelka. Je totiž technické veřejnosti a zejména topenářům znám jako propagátor využití sluneční energie a zároveň také jako vědecký pracovník, který zná meze možností tohoto systému, a jako pedagog, který ve svých publikacích umí oddělit zásadní informace od podrobností.

Obsah publikace nejlépe vystihuje sám autor v předmluvě, z níž cituji:

„V úvodní kapitole je vysvětlen původ sluneční energie, popsány její přeměny na Zemi a v přehledu vypočítány možnosti jejího technického využití. Druhá kapitola obsahuje výpočet intenzity slunečního záření a množství energie dopadající na sluneční kolektory. Ve třetí kapitole je uveden postup výpočtu slunečních vytápěcích systémů. Čtvrtá kapitola obsahuje popis praktických řešení slunečních systémů pro ohřev užitkové vody a pro vytápění budov a pátá kapitola popis jednotlivých prvků kolektorových okruhů, které tvoří základ slunečních vytápěcích systémů.“

Všechny kapitoly jsou zpracovány s vysokou odbornou úrovní, jejich četba nevyžaduje minimální znalosti matematiky. Výběr informací je volen tak, že jejich převážná část nezastarává, ale má obecnou platnost (naštěstí, poněvadž rukopis byl do SNTL odevzdán v roce 1981). Čas by si vyžádal spíše doplňování o nové poznatky, nikoliv však opravy, a to je důležité, poněvadž jsem přesvědčen, že se kniha doc. Čihelky stane základní publikací z oboru využití sluneční energie a budeme se k ní stále vracet.

*Bašus*

### **Ing. Andrej Šepitka, CSc.: SUŠENIE V POTRAVINÁRSKOM PRIEMYSLI**

*Vydalo nakl. ALFA, Bratislava 1984, 1. vyd., 264 str., 109 obr., 34 tab., váz. Kčs 33,—*

Většina zemědělských surovin a potravin jsou vlnké látky, obsahující velké množství vody, která je přirozenou složkou rostlinných a živočišných tkání a nezbytnou součástí potravy člověka. Nadbytek vody však snižuje nutriční hodnotu potravin, zdražuje jejich balení, skladování a přepravu a může vyvolat znehođnocení potravin v důsledku rozkladné činnosti mikroorganismů ve vodném prostředí. Sušení je z mnoha hledisek ideální metodou konzervování a úpravy potravin. Proto se značná část zemědělských produktů a potravin suší, aby se jejich vlnkost snížila. Moderní sušárenství se jeví jako jeden z významných činitelů, umožňujících snižování celkových ztrát potravin, výhodné zpracování druhotných surovin a využití odpadního, nízkokalorického a z netradičních zdrojů získaného tepla. Z usnesení XVI. sjezdu KSČ a posledních zasedání ÚV KSČ v letech 1983 a 1984 i zaměření několika státních cílových programů RVT (SCP 02 aj.) vyplývá, že limitujícím faktorem veškeré činnosti včetně zemědělsko-potravinářského komplexu, se stává dostupnost všech druhů energií.

Nová příručka o technologii sušení ve všech oborech potravinářského průmyslu, kterou napsal náš přední odborník na základě vlastní dlouholeté vědecké a výzkumné práce, poznatků z domácí a zahraniční praxe a kritického shrnutí literárních údajů, se zabývá problematikou sušení potravinářských a zemědělských výrobků tak, aby spotřebitel dostal

vysoko kvalitní výrobky s dlouhodobou trvanlivostí, s přihlédnutím k možnostem snižování spotřeby energií při jejich zpracování, dopravě a uskladnění.

Členění textu je přehledné a zpracované v logickém sledu od základů teorie sušení potravin (vazba vlhkosti se skeletem, rovnovážná a hygroskopická vlhkost, vlastnosti vlhkého vzduchu, hmotnostní a tepelná bilance vlhkosti v procesu sušení, určení spotřeby energie, charakteristické ukazatele sušení aj.) a techniky sušení (sušení v nehybné vrstvě, fluidní, rozprašovací, pěnové, expanzní, válcové, vakuové, sublimační, infračerveným zářením, vysokofrekvenčním ohřevem, osmotické, azeotropické, v horkých olejích aj.) k technologii sušení jednotlivých druhů pevných a kapalných potravin (zeleniny, ovoce a brambor, sladu, cukru, mléka, ovocných a zeleninových šťáv, kávy, čaje, kakaa a kávovin), rozboru energetické náročnosti sušení potravin a možností jejího snižování, chemickým, fyzikálním a mikrobiologickým změnám při sušení a uskladňování sušených potravin a otázkám balení a skladování sušených výrobků. Úroveň publikace zvyšují četné názorné obrázky, schéma a grafy a obsáhlý seznam použité a doporučené literatury a ČSN z oblasti sušárenství s téměř 300 odkazy.

Podobně zaměřená publikace není z naší odborné literatury známa a ani v zahraničí nebylo vydáno monografické dílo v takovém rozsahu a systematickém zpracování předmětné problematiky. Jejím vydáním v Edici potravinářské literatury bratislavského nakladatelství ALFA se tedy vyplní citelná mezera v současné vědeckotechnické literatuře. Z tohoto pohledu se jeví náklad 500 výtisků velmi nízký a lze předpokládat jeho brzké rozebrání.

Kniha je nejen zdrojem poznatků pro odborníky z oblasti zemědělské a potravinářské výroby, ale také základní studijní pomůckou pro posluchače středních odborných a vysokých škol a pracovníky z jiných vědních a technických oborů včetně vzduchotechniky.

Tesařík



ING. DR. ALOIS POLANSKÝ — 70 LET

V letošním roce se dožívá sedmdesát let nás přední pracovník v oboru stavební tepelné techniky a vytápění Ing. Dr. Alois Polanský. Narodil se 30. 3. 1915 v Brně. V oboru tepelné techniky začal pracovat po válce, v tehdy nově založeném strojírenském výzkumu u prof. Miškovského. Od roku 1950 pak pracuje nepřetržitě ve stavebním výzkumu nejprve jako vedoucí pracovník výzkumné skupiny v národním podniku Instalační závody, potom jako vedoucí výzkumné skupiny v Ústavu montovaných staveb a od roku 1958 jako vedoucí výzkumný pracovník oborového střediska tepelné techniky při národním podniku Průmstav. Nyní pracuje ve výzkumu podniku Pozemní stavitelství Praha, kde stále aktivně řeší aktuální úkoly.

Dr. Polanský vyřešil velký počet výzkumných a vývojových úkolů a vychoval řadu dalších vědeckých a výzkumných pracovníků. Z nejvýznamnějších jeho prací lze jmenovat například práce z oboru nestacionárních toků tepla, za které mu bylo v roce 1955 uděleno vyznamenání Za vynikající práci. Dále se zabýval výzkumem tepelné technických vlastností stavebních hmot a konstrukcí, výzkumem nových otopných soustav, výzkumem výměníků tepla aj. V poslední době řeší zejména úkoly z oborů elektrického vytápění, akumulace tepla a nízkoteplotních solárních systémů. Zabývá se také tepelné technickými otázkami při výrobě stavebních konstrukcí a otázkami vysokých teplot při stavbě a provozu pecí pro výrobu keramických materiálů.

Výsledky své práce publikoval dr. Polanský v četných výzkumných zprávách a odborných článcích v našich i zahraničních časopisech. Připomeňme alespoň studii „Řešení nestacionárního toku tepla“, která vyšla v edici „Rozpravy ČSAV“ a dále monografií „Výměníky tepla v tepelných sítích“ (spolu s Ing. Cíkhartem), která vyšla již ve dvou vydáních. Dále je znám jako autor velkého počtu referátů, přednesených na odborných konferencích u nás i v zahraničí a také jako autor patentů, vyplývajících z jeho práce.

K 70. narozeninám dr. Polanskému srdečně blahopřejeme a přejeme mu mnoho zdraví a elánu do další tvůrčí činnosti.

Redakční rada

## ASHRAE Journal 26 (1984), č. 4

- Smoke control for elevators (Regulace kouře u výtahů v případě požáru budovy) — *Klote J. H.*, 23—33.
- Fire life safety in the subway. The system MARTA (Požární ochrana v metru. Systém MARTA) — 36—40.
- The real enemy is smoke (Reálné nebezpečí v případě požáru je kouř) — *Taylor R. E.*, 44—47.
- Build in the degree of fire protection needed (Provádějte výstavbu podle stupně požadované bezpečnosti) — *Bierwirth E.*, 48—49.

## ASHRAE Journal 26 (1984), č. 5

- PSYCHEN (Program PSYCHEN pro výpočet psychrometrických vztahů na počítači) — *Chenault Ch. V.*, 20—23.
- Shell and tube heat exchangers (Deskové a trubkové výměníky tepla) — *Bresse J. L.*, 24—27.
- Use chilled water preheat coils (Použití chladicí vody k předehřátí vzduchu) — *Albern W. F., Lacey D. R.*, 28—30.
- Abstracts of ASHRAE Annual Meeting (Program a abstrakta referátů z výroční konference ASHRAE) — 39—40, 42, 44, 46, 48—56, 28—59, 61.

## ASHRAE Journal 26 (1984), č. 6

- The smart building (Provoz výškové budovy, řízený počítačem) — *Mider J., Retterer D.*, 38—41.
- Weather year for energy calculations (Roční přehled meteorologických údajů pro USA a jižní Kanadu pro výpočty spotřeby energie) — *Grow L. W.*, 42—47.
- Air tightness (Vzduchotěsnost budovy) — *Dumont R. S.*, 64—66, 68.

## ASHRAE Journal 26 (1984), č. 7

- Are RCS energy audits valid? (Hodnocení energetických úsporných programů pro obytné budovy) — *Hirst E., Goeltz R.*, 24—27.
- The pulse combustion furnace: How it is changing in industry (Pulsacní spalovací komora a změny v průmyslu) — *Mullen J. J.*, 28—33.
- The metered performance of a solar-tempered home (Měření účinnosti solárního vytápění budovy) — *Parsons R. A.*, 34—36.
- Do you know about ABET? (Působnost Accreditation Board for Engineering and Technology a spolupráce s ASHRAE) — *Cohen R.*, 38—40.

## ASHRAE Journal 26 (1984), č. 8

- The multifunction damper in smoke control systems (Víceúčelová kourová hradítka) — *McCabe F. J.*, 32—39.
- The heat pump (Tepelné čerpadlo) — *Calm J. M.*, 40—43, 46—47.
- Human performance (Pohoda prostředí) — *Gonzales R. R.*, 50—52.
- Prediction of sound transmission through duct walls; breakout and pickup (Přestup hluku stěnami kanálu) — 53.

## ASHRAE Journal 26 (1984), č. 9

- Direct digital control (Přímá digitální regulace v klimatizačním systému s proměnným průtokem vzduchu) — *Walker Ch. A.*, 23—27.
- The high rise. Trends and developments in smoke control (Trend a vývoj v kontrole kouře v případě požáru výškových budov) — *Paul R. V.*, 28—30.
- Retrofitting reheat-type systems (Seřízení vytápěcích systémů) — *Haines R. W.*, 35 až 38.
- Feedback control of evaporator pressure (Regulace tlaku u chlazení vypařováním) — *Browne II F. D.*, 41—42.
- A solar source. Heat pump for cold climate (Tepelné čerpadlo se solárním zdrojem pro chladné podnebí) — 44, 46.

## Haustechnik Bauphysik Umwelttechnik 105 (1984), č. 3

- Gesundheitstechnische Aspekte im Wohnungsbau (Aspekty zdravotní techniky při výstavbě bytů) — 109—110.
- Entwicklungstendenzen im Wohnungsbau (Vývojové směry ve výstavbě bytů) — *Steiger P.*, 111—117.
- Schadstoffanfall, Luftwechsel in Wohnungen, freie Lüftung (Výskyt škodlivin, výměna vzduchu v bytech, volné větrání) — *Wegner J.*, 117—123.
- Probleme bei teilweise eingeschränkter Beheizung von Wohngebäuden (Problémy při částečně omezeném vytápění obytných budov) — *Esdorn H., Bendel H. P.*, 124—130, 139.
- Wärmegewinne in Wohnungen aufgrund innerer Wärmequellen (Tepelné zisky v bytech na základě vnitřních tepelných zdrojů) — *Rouvel L.*, 140—142.
- Fehler beim Schallschutz (Chyby při ochraně proti zvuku — zvukové izolaci) — *Heckl M.*, 143—147.
- Einfluss von flexiblen Telefonie-Schall-dämpfern auf die Schalldämmung zwischen Räumen (Vliv pružných telefonických tlumičů zvuku na zvukovou izolaci mezi místnostmi) — *Sälzer E.*, 148—152.

**Haustechnik Bauphysik**  
**Umwelttechnik 105 (1984), č. 5**

- Mythen um die Klimaanlage (Mýty o klimatizačním zařízení) — 233—234.
- Erfahrungen von Wohnungsunternehmen bei der Überwachung heiztechnischer Anlagen — Verbrauchswerte, Heizkosten (Zkušenosti bytových podniků při kontrole vytápěcích zařízení — spotřební hodnoty, náklady na vytápění) — Dörfer A., 235—240.
- Zur Anwendung des Potenzgesetzes und zum Einfluss der Umgebung auf die Wärmeleistung von Heizkörpern (K použití mocninového zákona a k vlivu okolí na tepelný výkon vytápěcích těles) — Adunka F., Kolacina W., 241—250.
- Instationärer Temperatur- und Feuchteverlauf an Oberflächen (Neustálený průběh teploty a vlhkosti na povrchách) — Bagda E., 251—254, 263—264.
- Grundwasser als Wärmequelle für die Absorptionswärmepumpen mit einem Ammoniak/Wasser-Wärmeträger (Podzemní voda jako zdroj tepla pro absorpní tepelná čerpadla s nosičem tepla čpavek—voda) — Hözel G., 264—269.
- Leichtflüchtige Chlorkohlenwasserstoffe in den Gewässern der Bundesrepublik Deutschland — Auftreten und Bilanz (Snadno těkavé uhlovodíky chlóru ve vodách NSR — Výskyt a bilance) — Hellmann H., 269 až 278.

**Haustechnik Bauphysik**  
**Umwelttechnik 105 (1984), č. 7**

- Sanitärtechnische Installationen im Wohnungsbau. Ausstattungssteile und Flächenbedarf sanitärer Anlagen von Wohngebäuden aus aktueller Sicht (Zdravotně technická zařízení v bytové výstavbě. Díly vybavení a plošná potřeba pro zdravotnická zařízení ze současného hlediska) — Fissler J., 161 až 168.
- Zum wärmeschutztechnischen Verhalten des Anschlussbereichs Fenster — Wand (Chování pásmo okno—stěna z hlediska techniky tepelné ochrany) — Kasper F. J., Müller R., Rudolphi R., Wagner A., 169—170, 223—227.
- Symposium über Wirkungen von Luftverunreinigungen auf Menschen (Symposium o účincích znečištění vzduchu na člověka) — Pohl W., 173/S3 — S4/174.
- Methoden der Untersuchung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf den Menschen (Metody k zjištování účinku znečištění vzduchu na člověka) — Schlipkötter H. W., Beyen K., 175/S5—S16/186.
- Biochemie der Wirkung von Luftsstoffen auf Zellsysteme (Biochemie účinku škodlivin vzduchu na buňkové systémy) — Maier K., Beck I., Molzer H., 187/S17 až 189/S19.
- Luftbelastung in Nordostbayern (Znečištění vzduchu na severovýchodě Bavorska) — Hoff H., S20/190—S22/192, 201/S23.
- Zusammenhänge von Immissionsbelastun-

- gen und gesundheitlichen Belastungen im nordostbayerischen Raum (Souvislosti mezi imisními znečištěními a újmou na zdraví v prostoru na severovýchodě Bavorska) — Clarmann M., S24/202—209/S31.
- Untersuchungen von Krankenhauseinweisungen in einem bayerischen Belastungsgebiet (Studium umístění nemocnice v oblasti Bavorska se znečištěním vzduchu) — Kellhammer U., S32/210—213/S35.
- Untersuchung von Befindlichkeitsveränderungen unter Schadstoffeinfluss in Bayern (Studium změn zdravotního stavu vlivem znečištění vzduchu v Bavorsku) — Bullinger-Naber M., S36/214—219/S41.
- Gruppendiagnostische Untersuchungen an Kindern (Skupinové diagnostické vyšetřování u dětí) — Schmidt P., Beck E. G., 219/S41 až S44/222.

**Heating, piping, air conditioning 56 (1984), č. 4**

- Fire and smoke control in multiuse facilities (Požární ochrana a ochrana proti kouři u víceúčelových budov) — Setty B. S., 57—63.
- Smoke dampers and the significance of UL 555 S (Kouřová hradička a význam normy UL 555 S) — Plettner R. M., 67—72.
- Air testing of smokeproof stairwells (Měření zařízení pro odvětrávání kouře ze schodišť) — Ritter W. T., 75—78.
- Hydraulic graphing on a microcomputer for fire protection analysis (Vynášení grafů hydraulického stavu pro potřeby požární ochrany) — Wright V. E., 83—86.
- Reviewing computerized hydraulic calculations for fire protection (Přehled metod hydraulických výpočtů na počítači pro potřeby požární ochrany) — Warren, 89—90.
- ATF: air transport factor (Faktor rozvodu vzduchu) — Tao W., 95—100.
- “High tech” brings EMS to small buildings (Moderní technologie umožňuje zavést systémy řízení spotřeby energie i pro malé budovy) — Stubbs R. J., 103—105.
- Estimating energy consumption (Hodnocení spotřeby energie) — Haines R. W., 107, 110.
- Nomograph estimates cost of hot water (Nomogram stanoví náklady na ohřev horké vody) — Ganapathy V., 123—124.

**Heating, piping, air conditioning 56 (1984), č. 5**

- CSP: cooling system performance (Výkon chladicího systému) — Tao W., 77—82.
- Two-stage evaporative cooling (Dvoustupňové chlazení vypařováním) — Dombroski L., Nelson W. I., 87—92.
- Computer room cooling remote equipment with overhead supply (Chlazení místností s počítači: zařízení řízené na dálku s horním rozvodem) — Watson G. R., 95—97.
- Computer facility „free“ cooling („Volné“ chlazení počítače) — Starr G. E., 99—102.
- Integration of cooling storage with chiller plant operation (Akumulace chladu a provoz

chladicího zařízení) — *Hill C. R.*, 105—106, 111—113.

— Industrial refrigeration: system types (Systémy průmyslového chlazení) — *Stamm R. H.*, 119—127.

— Engineered plumbing for railroad car washing (Potrubní rozvody pro umývárny železničních vozů) — *March H. S.*, 131—133.

— Nomograph determines steam velocity in piping (Nomogram určuje rychlosť páry v potrubí) — *Ganapathy V.*, 139—140.

#### Heating, piping, air conditioning 56 (1984), č. 6

— HPAC Info-dex 84/85 (Adresář výrobců a přehled výrobků vytápěcí, větrací a klimatizační techniky).

#### Heating, piping, air conditioning 56 (1984), č. 7

— 4D CAD (Systém pro zpracování výkresové dokumentace počítačem) — *Wright V. E.*, 41—49, 52—53.

— CAD for uder \$ 10,000 (Systém pro zpracování výkresové dokumentace počítačem, jež cena je nižší než 10 000 dolarů) — *Wiss J. W.*, 55—56.

— CAD applications for the HVAC engineer (Aplikace systému pro zpracování výkresové dokumentace počítačem pro vzduchotechniku) — *Engelken L. J.*, 59—62, 82.

— Mainframe design via microcomputer (Využití mikropočítače a příslušného software) — *Wright V. E.*, 69—71, 76—79, 82.

— Heat recovery water heating (Ohřev vody odpadním teplem z klimatizace) — *Allan H. B.*, 87—90, 106.

— Industrial refrigeration: compressors (Průmyslové chlazení: kompresory) — *Stamm R. H.*, 93—94, 111.

— HVAC & R in China: I (Vytápění, větrání, klimatizace a chlazení v ČLR. I. část) — *Pannkoke T.*, 99—104.

— Operating HVAC systems (Provoz vytápěcích, větracích a klimatizačních systémů) — *Haines R. W.*, 106.

— Energy economics of domestic hot water systems (Spotřeba energie pro ohřev vody) — *Coad W. J.*, 109, 111.

#### Heating, piping, air conditioning 56 (1984), č. 8

— Boiler blowdown heat recovery (Zpětné získávání tepla při odkalování kotle) — *Traudt V.*, 53—55.

— Plate heat exchangers for HVAC applications (Deskové výměníky tepla pro použití ve vytápění, větrání a klimatizaci) — *Mazza V.*, 59—63.

— Control of coil loop heat recovery systems (Regulace systémů zpětného získávání tepla) — *Wright W.*, 69—71.

— HVAC & R in China: II (Vytápění, větrání, klimatizace a chlazení v ČLR. II. část) — *Pannkoke T.*, 73—77.

— A primer on adjustable frequency inverters (Úsměrňovače s nastavitelnou frekvencí) — *Branda M. R.*, 83—87.

— VAV economizer cycle: don't use a return fan (Hospodárnost klimatizačního systému s proměnným průtokem vzduchu je ovlivněna použitím ventilátoru) — *Avery G.*, 91—94.

— Pocket computer sizes insulation to avoid surface condensation (Kapesní počítač dimenzuje izolaci, aby se zabránilo kondenzaci na povrchu) — *Ganapathy V.*, 102—103.

— Fan energy — P vs. PI control (Spotřeba energie u ventilátoru — regulace P a PI) — *Haines R. W.*, 107, 110—111.

— Central plants — I (Centrální zařízení. Část I) — *Coad W. J.*, 112, 114.

— Nomograph estimates efficiency of boilers and heaters (Nomogram stanoví účinnost kotlů a ohříváčů) — *Ganapathy V.*, 117—118.

#### Heating, piping, air conditioning 56 (1984), č. 9

— The economics of energy management (Ekonomika řízení spotřeby energie) — *Ruegg R. T.*, 63—67, 70—73.

— Life-cycle cost analysis versus payback for evaluating project alternatives (Rozbory nákladů životnosti/návratnosti v hodnocení alternativ projektu) — *Montag G. M.*, 75—78.

— Computer spreadsheet analysis optimizes energy conservation capital spending plans (Optimalizace nákladů ve spojitosti s úsporami energie — analýzy pomocí počítače) — *Shanok M. E.*, 83—85.

— Motivation: a soft approach to energy management (Motivace: přístup k řízení spotřeby energie) — *Erbes T. J., Jedlicka A.* 91—97.

— The decline and fall of nuclear power in the United States (Pokles a snížení jaderné energetiky v USA) — *Holby E. R.*, 105—107.

— Industrial refrigeration: evaporators (Výparníky v průmyslovém chlazení) — *Stamm R. H.*, 111—114.

— HVAC & R in China: III (Vytápění, větrání, klimatizace a chlazení v ČLR. Část III) — *Pannkoke T.*, 121—126.

— Actual building energy consumption compared to energy studies (Skutečná spotřeba energie budovy ve srovnání s energetickými studiemi) — *Jordan C. H.*, 133—134.

— Fiber optic data transmission for high lighting areas (Přenos dat vláknovou optikou pro velmi osvětlené okrsky) — *Ewright J. A.*, 137—139.

— Calculate KVAR and power factor with a programmable calculator (Výpočet kondenzátoru KVAR a účinku na programovatelném kalkulátoru) — *Seufert F. J.*, 141—143.

— Control strategies for VAV systems (Regulační strategie pro klimatizační systémy s proměnným průtokem vzduchu) — *Haines R. W.*, 147—148.

— Central plants — II (Centrální zařízení. Část II) — *Coad W. J.*, 151—152.

— Nomograph related mass, volumetric air

flow rates (Nomogram pro převod hmotnostních na objemové poměry proudu vzduchu) — *Ganapathy V.*, 155—156.

#### Heating, piping, air conditioning 56 (1984), č. 10

— Effect on water quality from lead and nonlead solders in piping (Vliv olověné a neolověné pájky na kvalitu vody v potrubí) — *Lassovsky P.*, 51—58.

— Manual GTA welding of power plant piping (Ruční svařování mezi wolframovými elektrodami elektrárenského potrubí) — *Holby E. R.*, 61—66.

— Design of lap joint flange slip connections for storage tank piping (Návrh spojení přepálovaného spoje a příruba u potrubí zásobníku) — *Haydel B. G., Russo E. P.*, 69—72.

— Failed utility feedwater pump diaphragm analysis (Rozbor poškození membránové čerpadla napájecí vody) — *Holby E. R.*, 77—81, 84—89.

— The noninterruptible scrubber fan (Ventilátor s nepřetržitým provozem, určený pro mokrý odlučovač) — *Rice S.*, 95—96.

— Building massing and orientation studies (Studium hmotnosti a orientace budov) — *Jordan C. H.*, 101—103.

— Winter night operation of wet heat systems (Zimní noční provoz teplovodních vytápěcích systémů) — *Jourdan J.*, 111, 113.

— Monitoring and control without computers (Monitorování a regulace bez počítače) — *Haines R. W.*, 125.

— Ideal terminal control and distribution system: I (Idéální regulace a systém rozvodu. I. část) — *Coad W. J.*, 127—128.

— Quick estimates of tube bundle diameters (Nomogram pro rychlé určení průměrů svazků trubek) — *Ganapathy V.*, 131—132.

#### Heizung Lüftung Haustechnik 35 (1984), č. 5

— Energieeinsparung in Hallenbädern durch Wärmerückgewinnung (Úspora energie v halových plovárnách zpětným získáváním tepla) — *Lautner R.*, 193—198.

— Einfluss regelungstechnischer Massnahmen auf Kosten und Wirtschaftlichkeit von Heizanlagen (Vliv opatření po stránce regulační techniky na náklady a hospodárnost vytápěcích zařízení) *Andreas U., Wolff D.*, 199—207.

— Berechnung von Kupferrohr-Fussbodenheizungen mit Hilfe programmierbarer Taschenrechner (Výpočet podlahového vytápění s měděnými trubkami za použití kapesního počítače s programem) — *Pohl M.*, 208—216.

— Wirtschaftlichkeit von Heizsystemen bei verschiedenen Wärmedämmstandards (Hospodárnost vytápěcích systémů u různých norem, týkajících se tepelné izolace) — *Plevnia M.*, 217—226.

— Warmwasser-Wärmepumpe: Hinweise und

Erfahrungen (Tepelné čerpadlo pro přípravu teplé vody: Připomínky a zkušenosti) — *Wölfele W.*, 227—231.

#### Heizung Lüftung Haustechnik 35 (1984), č. 6

— Konzepte regelbarer Kleinbrenner für Öl (Koncepty regulovatelných malých hořáků na olej) — *Eickhoff H.*, 243—248.

— Aspekte zur Arbeitsplatzklimatisierung in Bürogebäuden der öffentlichen Hand (Aspekty klimatizování pracovišť v kancelářských budovách) — *Börner H.*, 249—252.

— Chemische Wasseraufbereitung in der technischen Gebäudeausrüstung (Chemická úprava vody v technickém vybavení budov) — *Hancke K.*, 253—258.

— Anschlussfertige Wärmeerzeugungsanlage für Öl oder Gas mit eingebauter Luft/Wasser-Wärmepumpe (K připojení připravený tepelný agregát na olej nebo plyn s vestaveným tepelným čerpadlem vzduch-voda) — *Brama D.*, 259—262.

— Neue DIN-Normen über Blechkanäle (Nové normy DIN pro plechové kanály) — *Wagner W.*, 263—265.

— Zur Problematik von Druck-Volumenstrommessungen an Raumlufttechnischen Anlagen. Teil 2: Vorbereitung und Durchführung von Druck-Volumenstrommesungen (K problematice měření tlaku a průtoku u vzduchotechnických zařízení. Dil 2.: Příprava a provádění měření) — *Wieland H.*, 266—270.

— Perspektiven zum EDV-Einsatz in der technischen Gebäudeausrüstung (Perspektivity použití samočinného elektrického počítače v technickém vybavení budov) — *Canzler B.*, 271—274.

— Symposium Reinraumtechnik-Entwicklungsstand und Richtlinienarbeit (Symposium k problematice techniky čistých prostorů — stav vývoje a práce na směrnicích) — *Müller K. G.*, 275—276.

— Intherm 84 — Trend zur Energieeinsparung wächst wieder (Výstava „Intherm 84“ — směr k úspoře energie opět vzrůstá) — 277—280.

— „Energie 84“ — Höhere Nutzung bei geringerer Belastung (Výstava „Energie 84“ — větší využití při menší zátěži) — 281—282.

— 1,5 Mio. Heizungsmischer gefertigt (1,5 milionů směsovačů pro vytápění bylo zhotovenovo) — 284.

— Vereinfachte energetische Berechnung der Auslegung und des Betriebsverhaltens von einstufigen Hubkolbenverdichtern (Zjednodušený energetický výpočet rozměrů a provozního chování jednostupňových pístových kompresorů) — *Bitterlich W., Kestner D., Patil M.*, 286.

#### Heizung Lüftung Haustechnik 35 (1984), č. 7

— Symposium „Wende in der Klimatechnik“ (Symposium na téma „Obrat v klimatizační technice“) — 295—305.

— Gebäudedynamik-Simulationsmodelle ermitteln Wärmeverhalten (Simulační modely dynamiky budov zjišťují tepelný průběh) — 306.

— Die neue Heizkostenverordnung und ihre Zusammenhang mit weiteren Folgerungen aus der Energiesparpolitik (Nové nařízení, týkající se nákladu za vytápění a jeho souvislost s dalšími závěry, vyplývajícími z politiky energetických úspor) — Kreuzberg J., 307—316.

— Stationäres Betriebsverhalten einer Wärmepumpe und deren Energieverluste (Stacionární provozní chování tepelného čerpadla a jeho energetické ztráty) — Krumm, W., Fett F. N., Wozny G., 317—326.

— Berechnung des Wärmegewinns verschiedener Energieabsorber (Výpočet tepelného zisku různých energetických absorbérů) — Krumm, W., Fett F. N., 327—331.

— Computersimulation in der Gebäude-technik (Číselná simulace provozu technických zařízení v budovách) — Jahn A., Schmidt M., 332—337.

— Betriebserfahrungen mit einem Einkammer-Doppelbrand-Hoizkessel (Provozní zkušenosti s jednokomorovým vytápěcím kotlem pro dvojí spalování (dva druhy paliva)) — Kühler J., 338—343.

— Brenngaserzeugung aus Biomasse — Organische Reststoffe werden zur Energiequelle (Výroba topného plynu z biomasy — organické zbytkové látky se stávají zdrojem energie) — 344—345.

— Fachtagung Krankenhaustechnik 1984 — Betriebstechnik und Bautechnik im Krankenhaus (Zasedání na téma „technika v nemocnicích“ v r. 1984 — Provozní technika a stavění technika v nemocnici) — Kühler J., 346—347.

— Solarhaus der zweiten Generation eingeweiht (Solární dům druhé generace poprvé postaven) — 348.

— Vorbeugender Brandschutz in haustechnischen Anlagen (Preventivní ochrana proti požáru v domovních technických zařízeních) — 349—350.

— Erdgasforum 1984 — Umweltfreundliche und gesicherte Heizenergie (Zasedání k problematice zemního plynu — Bezpečná a z hlediska životního prostředí vhodná energie k vytápění) — 351—352.

### Heizung und Lüftung — Chauffage et ventilation 51 (1984), č. 3

— Die Luftreinhalteverordnung aus konzeptieller und rechtlicher Sicht (Ustanovení k čistotě ovzduší z koncepčního a právního hlediska) — Duerst P., 11—13.

— Die Luftreinhalteverordnung aus fachlicher Sicht (Ustanovení k čistotě ovzduší z odborného hlediska) — Böhnen B., 13—15.

— Ausgleichszuschlag für Fussbodenheizungen (Vyrovnávací přídavek pro podlahová vytápění) — Rickenbach B., 21—25.

— Climatisation des centres informatiques I

(Klimatizace informačních středisek — I.) — Dima E., Wiesenthal E., 25—30.

— Die Wahl des „richtigen“ Kunststoffrohres für wasserbetriebene Fussbodenheizungen (Volba „správného“ potrubí z plastické hmoty pro vodu napájená podlahová vytápění) — Schwendener L., 30—32.

— Klimaregionen der Schweiz (Klimatické oblasti Švýcarska) — 34—38.

### Die Kälte und Klimatechnik 37 (1984), č. 5

— Windkanäle, Klimakanäle (Aerodynamicke kanály, klimatizační kanály) — Wallner H. R., 190, 192, 194—197.

— Lüftung oder Luftkühlung? Ein Fall aus der Praxis (Větrání nebo chlazení vzduchu? Jeden případ z praxe) — Pielke R., 200, 202, 204.

### Die Kälte und Klimatechnik 37 (1984), č. 6

— Verbraucher im Stromkreis I. Eine kleine Elektrokunde für den Kältepraktiker. Gleichtstromtechnik (Spotřebič v proudovém obvodu I. Malá elektronauka pro odborníka chladicí techniky. Technika stejnosměrného proudu) — Wegner G. E., 264, 266, 268, 270, 272, 274, 276.

### Die Kälte und Klimatechnik 37 (1984), č. 7

— Aktivkohlefilter zur Luftaufbereitung und Abluftreinigung (Filtr s aktivním uhlím k úpravě vzduchu a k čištění odpadního vzduchu) — Mürmann H., 310, 312—313.

— Wohltemperiert kreuz und quer durch ganz Europa. Ein Besuch bei der Interfrigo (Vhodně temperováno křížem a napříč celou Evropou. Návštěva u Interfrigo) — Kral W. A., 314, 316, 318.

— Leipziger Messe, 11. bis 17. März 1984 (Lipský veletrh, 11.—17. března 1984) — 320.

— Hannover Messe 1984 (Hanoverský veletrh 1984) — 322, 324.

### Die Kälte und Klimatechnik 37 (1984), č. 8

— Wärmerückgewinnung anstelle von Lüftung für Kühlmaschinensäume (Zpětné získávání odpadního tepla místo větrání chladidelských prostorů) — Döhlinger M., 354, 356—357.

— Eis und Wärme für Sport und Freizeit (Led a teplo pro sport a volný čas) — Abel H., 358, 360, 362.

— IKK 84 — 5. Internationale Fachausstellung Kälte-Klimatechnik, Nürnberg 4.—6. Oktober 1984 (IKK 84 — 5. mezinárodní odborná výstava z oboru chladicí a klimatizační technika; Norimberk, 4.—6. října 1984) — 364.

## Die Kälte und Klimatechnik 37 (1984), č. 9

- Lufttechnik in Grossküchen (Vzduchotechnika ve velkých kuchyních) — *Kittler H.*, 406, 408, 410, 412, 414, 416.  
— Einfüllen von Kältemittel in Kälte, Klima-, Wärmepumpen- und Wärmerückgewinnungsanlagen (Plnění chladivem v chladicích a klimatizačních zařízeních, v tepelných čerpadlech a zařízeních na zpětné získávání tepla) — *Christensen H.*, 436, 438.  
— Betriebserfahrungen mit Berieselungsverdampfern in der Lebensmittel- und Wärmepumpentechnik (Provozní zkušenosti se sprchovými výparníky v technice potravin a u tepelných čerpadel) — *Hartmann W.*, 443—444, 446.  
— IKK 84 — 5. Internationale Fachausstellung Kälte-Klimatechnik, Nürnberg 4.—6. Oktober 1984 (IKK 84 — 5. mezinárodní výstava chladicí a klimatizační techniky v Norimberku, pořádaná ve dnech 4.—6. října 1984) — 462, 464, 466, 468, 470—472, 474, 476.

## Die Kälte und Klimatechnik 37 (1984), č. 10

- Lüftung und Klimatisierung von Industriebauten heute (Větrání a klimatizace průmyslových staveb dnes) — *Mürmann H.*, 508—510, 512.  
— Die Leistungsermittlung an einer Wärmepumpenanlage (Zjištování výkonu u tepelných čerpadel) — *Pielke R.*, 514, 516, 518, 520, 522.  
— Huurre Oy, Tampere, Finnland (Firma: Huurre Oy, Tampere, Finsko) — 524, 526, 528, 530.  
— Revolution im Heizungsbau (Revoluce v konstrukci vytápění).  
— *Wiedemann B.*, 532, 534.

## Luft- und Kältetechnik 20 (1984), č. 2

- Wärmewiderstand Rippe/Rohr des klimatechnischen Wärmeübertragers — Modell und experimentelle Untersuchung (Tepelný odpor žebro/trubka tepelného výměníku pro klimatizaci — model a experimentální studium) — *Wunderlich D.*, 86—89.  
— Zur praktischen Berechnung der Strahlungslast bei Abluftfenstern mit Zwischenjalousien (K praktickému výpočtu vyzařovací zátěže u odvětrávaných oken s vloženými žaluziemi) — *Petzold K.*, 89—92.  
— Wichtung von Einflussfaktoren des Klimas in Kühlerräumen (Důležitost ovlivňujících činitelů klimatických podmínek v chladírnách) — *Hofer B.*, 92—95.  
— Die Kausalitätenkette vom Wirbelsystem bis zur akustischen Wirkung (Řetěz příčin od výřivého systému až k akustickému účinku) — *Albring W.*, 95—101.  
— Einsatzmöglichkeiten von Einrichtungen zur Wärmerückgewinnung in der Landwirtschaft (Možnosti použití zařízení na zpětné

získávání odpadního tepla v zemědělství) — *Kirschner K.*, 101—104.

— Feuchtetransport in Baustoffen und Bauwerksteilen — Fortsetzung (Vlhkost ve stavebních hmotách a stavebních dílech — pokračování) — *Häupl P.*, *Stopp H.*, 104—106.

## Luft- und Kältetechnik 20 (1984), č. 3

- Verfahrenstechnische Aspekte der Weiterentwicklung der Wirbelnassabscheider-Baureihe (Technické aspekty dalšího vývoje konstrukční řady vírových mokrých odlučovačů) — *List M.*, *Steudtner G.*, *Hartig P.*, *Vogel P.*, *Hartmann P.*, 123—126.  
— Untersuchungen zur Tropfenabscheidung in Lamellenabscheidern (Studie k odlučování kapel v lamelových odlučovačích) — *Frenzel W. P.*, *Hartmann D.*, 126—128.  
— Abgaskühler — ein Baustein der Entstaubungstechnik (Chladič odpadních plynů — základní kámen odprašovací techniky) — *Golchert G.*, 128—130.  
— Klinkerkühlerentstaubung mit Elektroabscheidern (Odprašování chladičů slínku elektrickými odlučovači) — *Lukas W.*, *May M.*, *Schräter K.*, *Laussmann E.*, 131—133.  
— Zur Wirtschaftlichkeit filternder Abscheider mit Druckluftimpulsabreinigung (Hospodárnost filtračních odlučovačů s pulsacním čištěním svařeným vzduchem) — *Ritscher G.*, 133—135.  
— Prüfstände zur Prüfung von Filterstoffen für Filternde Abscheider (Zkušební stoly ke zkoušení filtračních materiálů pro filtrační odlučovače (průmyslové filtry)) — *Eigner F.*, *Leupold W.*, 135—138.  
— Analyse der Leistungsfähigkeit von Zyklonabscheidern für die Entstaubung rostgefeuerter Kesselanlagen (Analýza výkonnosti vírových odlučovačů pro odprašování roštových vytápěcích kotlů) — *Hänsgen T.*, 138—141.  
— Staubkonzentrationsmesstechnik nach Nassabscheidern in der Kalkindustrie (Měřicí technika koncentrace prachu za mokrými odlučovači v průmyslu drasliku) — *Albrecht W.*, *Schae A.*, 141—143.  
— Vergleichsuntersuchungen zwischen Korngrößenanalysenverfahren (Srovnávací studie mezi granulometrickými metodami) — *Heckel R.*, 143—146.  
— Entwicklung und Vervollkommnung der Magnetfeld-Staubabscheidung als Mittel zur Verhinderung von Staubemissionen (Vývoj a zdokonalení odlučování prachu magnetickým polem jako prostředek k potlačení prašných emisí) — *Tovstochatko V. M.*, 146 až 149.  
— Wärmewiderstand Rippe/Rohr des klimatechnischen Wärmeübertragers — Rechentechnische Untersuchung (Tepelný odpor trubek — žebro tepelného výměníku pro klimatizaci — výpočetní studie) — *Wunderlich D.*, 149—154.  
— Zur Modellierung des Wärmeübertragungsprozesses an Platten-Wärmeübertragern (Modelování postupu přestupu tepla u deskových

- tepermycn vymeniků) — *Arras M., Krug W., Fleischhauser H., Hoffmann R.*, 154—157.  
 — Zur Adsorption von SO<sub>2</sub> an Aktivkohle (Adsorpce SO<sub>2</sub> na aktivním uhlí) — *Koch R. K., Schenk J.*, 157—159.  
 — Zur kalorischen Bewertung von Feuchtluft-Rekuperatoren (Kalorické zhodnocení rekuperátoru vlhkého vzduchu) — *Marmai U.*, 160—163.  
 — Experimentelle Untersuchung ökonomischer Betriebsarten von Dampflluftbefeuchtern (Experimentální studie ekonomických provozních druhů parních zvlhčovačů vzduchu) — *Akmens P. U.*, 163—165.

#### Sanitär- und Heizungstechnik 49 (1984), č. 3

- Luftheizung, Sonnenenergie und Wärmerückgewinnung (Teplovzdušné vytápění, sluneční energie a zpětné získávání tepla v rozmeřech sídliště) — *Firnhaber E. B.*, 140—142.  
 — Versorgung von Hausschornsteinen — und was man danach tun kann (Devastace komínových těles a jak jí zabránit) — *Müller-Golchert W.*, 143—145.  
 — Bitte ändern! (Problémy výstavby bydlení pro tělesně postižené) — *Philippen D. P.*, 146—148.  
 — Neue Verfahren zur Bestimmung des Jahresnutzungsgrades von Kesselanlagen (Nový postup určování ročního činitele využití soustavy kotlů) — *Domes A., Metzner G.*, 151—158.  
 — Ein Hofraum im Sanatorium genügte (Koupelové zařízení pro tělesně postižené) — *Thummernicht W.*, 167—170.  
 — Nachrüstung thermostatischer Heizkörperventile — neue Auslegungsmethode (Aplikace termostatických ventilů — nový postup — díl 3) — *Otto J.*, 173—177 pokrač.  
 — Druckverluste zur Berechnung von Wasserleitungsanlagen (3) (Tlakové ztráty pro výpočet vodovodních vedení — díl 3) — *Feurich H.*, 178—180.  
 — Entwicklung von Mikro-Computerprogrammen am Beispiel der Zweirohrheizung (Vývoj programu mikropočítáče a příklad řešení dvoutrubkového otopného systému) — *Paech W.*, 189—193 pokrač.  
 — Elektrotechnik — Elektronik 22. Teil (Elektrotechnika — elektronika, část 22) — *Schrawang H.*, 196—199 pokrač.  
 — Aquatherm: Kunststoffrohr-Installationen ohne Schutzrohr (Firemní sdělení: nové potrubí z umělých hmot) — 214—215.  
 — Benekiser: Erhöhte Werbung für Dosiergerät und Wasserenthärter (Firemní sdělení: dávkování příasad v rozvodech vody) — 218.

#### Sanitär- und Heizungstechnik 49 (1984), č. 4

- Gas-Etagenheizung zur begrenzung der Lüftungs-Wärmeverluste (Plynové etážové topení omezuje tepelné ztráty větráním) — *Lübke P.*, 236—241.  
 — Lecksuche und Leitungsortung mit Infrarot-Thermografie (Vyhledávání trhlin

- a určování polohy potrubí pomocí IČ termografie) — *Pöllinger W.*, 242—244.  
 — Ausbau-Informationen für Fachleute und Bauherren (Informace z oboru sanitární techniky pro odborníky a stavebníky) — *Genath B.*, 245—248.  
 — Heizen mit Sonne, kühlen mit Nachtkälte (Vytápění skleníku sluncem a chlazení nočním chladem) — *Genath B.*, 249—252.  
 — Auslegung und wärmetechnische Prüfung von Warmwasser-Fußbodenheizungen (Aplikace DIN 4725 a tepelně technické zkoušení teplovodního podlahového vytápění) — *Konzelmann M., Zöllner G.*, 255—259.  
 — Mit kurzzeitiger Überhitzung des Brauchwassers ist schon einiges gewonnen (Krátce dobým přehřátím užitkové vody lze již něco získat) — *Müller H. E.*, 260—262.  
 — Entwicklung von Mikro-Computerprogrammen am Beispiel der Zweirohrheizung (2) (Vývoj programu mikropočítáče a příklad řešení dvoutrubkového otopného systému — díl 2) — *Paech W.*, 265—269 pokračování.  
 — Bei Rohrbruch Schadenersatz? (Při prasknutí potrubí bude poskytnuta náhrada?) — *Stohlmann F. W.*, 270—272.  
 — Warum Gleitringdichtungen von Kreiselpumpen lecken müssen (Proč se musí protřhnout kluzné těsnící kroužky odstředivých čerpadel?) — *Hanagarth W.*, 277—278.  
 — Hewing/Polytherm: Mehr Sicherheit in Kunststoffrohren (Firemní sdělení: bezpečnější potrubí z umělých hmot) — 290—291.  
 — Ista: Elektronische Wärmezähler als Ergänzung (Firemní sdělení: dodatečná instalace měřidel spotřeby tepla) — *Braun L.*, 292—294.

#### Sanitär- und Heizungstechnik 49 (1984), č. 5

- AIS: Die Datenbank für Haustechnik (Databanka pro sanitární techniku) 318—319.  
 — In Ulm laufen alle „Fäden“ zusammen (Ústředna pro monitorování textů) — *Kopacz U.*, 320.  
 — Ein Rohling wird geschliffen (Vznik programu výroby armatur) — 321—327.  
 — Um so wirtschaftlicher, je gründlicher geplant (Cím hospodárněji, tím do větší hloubky nutno plánovat činnost kotlů) — *Nothen A.*, 328—331.  
 — Nur knapp 3 000 DM mehr (Obytný dům s kotly na olej) — *Barthelmey H.*, 332—334.  
 — Am meisten wird im Herbst gespart (Plynové hořáky v praxi) — *Genath B.*, 337—341.  
 — Druckverluste zur Berechnung von Wasserleitungsanlagen (4) (Tlakové ztráty pro výpočet vodovodních vedení — díl 4) — *Feurich H.*, 342—344.  
 — Nachrüstung thermostatischer Heizkörperventile — neue Auslegungsmethode (4) (Aplikace termostatických ventilů — nový postup — díl 4) — *Otto J.*, 347—351.  
 — Dem Kleinstbrenner einen Schritt näher (Malé olejové hořáky na Intherm '84) — *Genath B.*, 352—356.

— Auslegung von Membran-Druckausdehnungsgefäßsen (Nové směrnice k membránovým nádobám na vyrovnávání přetlaku) — Temke G., 390—392.

— Korrosionsschäden doch nicht ganz ausgeschlossen (Škody z koruze nejsou směrnicem stále ještě spolehlivě vyloučeny) — Schmekken H., 392—396.

— Gasmotor-Wärmepumpe für Hamburger Wohnsiedlung (Plynové tepelné čerpadlo v hamburském sídlišti) — Lippke W., Schmidt P. C., 397—399, 402.

— Abgasklappen für niedrige Abgastemperaturen (Klapky na odtahu spalků pro nízké teploty těchto spalků) — Postenrieder E., Hollmann F., 400—402.

— Die Schwächen sind nicht zu übersehen (Slabiny nových topenářských DIN nelze přehlédnout) — Overbeck A., 403—406 pokrač.

— Welchen Stellenwert hat die Einfuhr? (Jaké vyhlídky má dovoz sanitárních předmětů?) — Hempel Ch., 409—410.

— Entwicklung von Mikro-Computerprogrammen am Beispiel der Zweirohrheizung (3) (Vývoj programů pro mikropočítací na příkladu dvoutrubkového vytápění — díl 3) — Paech W., 411—416.

— Steuerfreie Rücklagen für Modernisierungen (Při modernizaci vytápění nutno uvažovat energetické úspory) — Paul, 419—420.

— Druckverluste zur Berechnung von Wasserleitungsanlagen (5) (Tlakové ztráty k výpočtu vodovodních potrubí — díl 5) — Feurich H., 421—422.

— Carrier: Neue Serie plus Service-Paket (Firemní sdělení: klimatizační soupravy a servis) — 429—430.

— Duscholux: Rundduschen eröffnen neue Marktschanzen (Firemní sdělení: koutové sprchové kabiny) — 432.

## Sanitär- und Heizungstechnik 49 (1984), č. 7

— Wie hoch singt die zu erwartenden Heizkosten? (Jak vysoké náklady na vytápění očekáváme?) — Meissel, 452—454.

— Wir müssen uns stärker dem Endverbraucher nähern (Je třeba se co možno přiblížit požadavkům toho posledního spotřebitele) — Stuchtey, 455—457.

— Welchen Stellenwert hat die Einfuhr? (2) (Jaké vyhlídky má dovoz sanitárních předmětů — díl 2) — Hempel Ch., pokrač., 458—460.

— Österreich: Noch gutes Wachstum im Sanitärbereich (Aqua-therm '84 ve Vídni, přehled) — 465—469.

— Umwälzpumpen als Umwälzbremsen (Oběhová čerpadla brzdami oběhu) — Mörlein S., 470—471.

— Unternehmer heisst unternehmen und nicht unterlassen (Podnikatel musí podnikat a ne opomíjet) — 472—473.

— Elektrotechnik — Elektronik, 23. Teil

Schrowang H., 474—480 pokrač.

— Schilling-Chemie: Hohe Zuwachsrate bei Inhibitoren (Firemní sdělení: inhibitory do topné vody) — 486—487.

— Weinstock: Abgastemperatur-Kontrolle mit Alarmgeber (Firemní sdělení: kontrola teploty spalin s alarmujícím zařízením) — 487.

## Stadt- und Gebäudetechnik 38 (1984), č. 5

— Wärmeverlustströme von Erdverlegten Rohrleitungen, Teil I, Einzelrohre (Tepelné ztráty u potrubí v zemi uložených, díl 1, jednotlivé trouby) — Glück B., 65—68.

— Bewertung des jährlichen Heizenergieverbrauchs in Schulen (Ohodnocení roční spotřeby energie na vytápění škol) — Tesche P., 68—70.

— Wärmeübeträger mit konzentrischen Rohren (Tepelná média s koncentrickým potrubím) — Morenz W., Klein U., 71—72.

— Bestimmung des Umschaltpunktes von bivalenten Wärmepumpen-Heizanlagen (Určení okamžiku přepnutí u bivalentních otopných zařízení s tepelným čerpadlem) — Gross V., 73—75.

— Einsatz eines Absorberdachs für Warmwasserbereitung eines mehrgeschossigen Wohngebäudes (Použití absorbního střešního krytu do soustavy teplovodní přípravy u vícepodlažního obytného domu) — Günther M., Struffmann E., 75—76.

— Planung der Druckluft-Erzeugungsanlage (Návrh zařízení na tlakový vzduch) — Batschkat R., 77—79.

## Stadt- und Gebäudetechnik 38 (1984), č. 6

— Technisch-ökonomische Aspekte und Probleme der Wärmeversorgung innerstädtischer Wohngebiete (Technicko-ekonomická hlediska a problémy v zásobování teplem obytných okrsků uvnitř měst) — Gläser G., 81—84.

— Wärmeverlustströme von Erdverlegten Rohrleitungen, Teil II: Rohrpaare (Tepelné ztráty u potrubí v zemi uložených, díl II, páry trub) — Glück B., 85—88.

— Diskussionsbeitrag zum Artikel „Nichtbeherrschbare Abzweigbauwerke für Wärmeleitungen“ (Diskusní příspěvek k článku „Neprůchodná odbočování teplovodních potrubí“) — Lindner L., 88—89.

— Komplexrichtlinie Wärmenetze (Směrnice pro výstavbu teplovodních sítí) — Bielefeld E., 89—90.

— Verfahren zur Außenabdichtung von Gas-Installationsleitungen 3/8" bis 3" (Postup vnějšího utěsnování plynovodů od 3/8" do 3") — Mühlner H., Walther M., 90—92.

— Systeme der Abgasabführung — einige funktionelle Aspekte (Funkční hlediska v systémech odvodu spalků) — Fischer O. E., 93—94.

— V. Kolloquium Technische Gebäudeausrüstung — ein Beitrag zur Verwirklichung der Hauptaufgabe des X. Patreitages (V. kolloquium TZB — jeho příspěvek k uskutečňování závěru X. sjezdu strany) — *Kraft G.*, 97.

— Wärmeversorgung im innerstädtischen Bereich ohne FernwärmeverSORGUNG (Zásobování teplem okrsků uvnitř měst bez dálkových rozvodů) — *Scheel H.* *Oelschlägel T.*, 98—99.

— Kriterien der langfristigen heizungstechnischen Rekonstruktion innerstädtischer Wohngebiete (Kritéria pro dlouhodobé tepelně technické rekonstrukce okrsků uvnitř měst) — *Lehmann D.*, 99—102.

— Rationelle Lösungen für die Heizung und Lüftung innerstädtischer Bauten (Úsporné řešení vytápění a větrání budov ve vnitřních okrscích měst) — *Rentsch H. D.*, 102—103.

— Bewertung von Raumtemperaturabweichungen in zentralbeheizten Wohngebäuden (Ohodnocení odchylek u vnitřních teplot ústředně vytápěných obytných budov) — *Fohry R.*, *Ullrich D.*, 104—106.

— Regelung von Fussbodenheizungen (Regulace podlahového vytápění) — *Knabe G.*, 106—108.

— Untersuchungen zur Bestimmung der optimalen Schornsteinhöhe an Gebäuden (Výzkum k určení optimální výšky komínu v budovách) — *Benndorf D.*, 109—111.

— V. Kolloquium Technische Gebäudeausrüstung — Vortragsthemen und Referenten. (V. koloquium TZB — téma přednášek a přednášíjící) — 111.

## Staub Reinhaltung der Luft 44 (1984), č. 7/8

— Berechnung der Schwaden von Zellenkühlern mit dem Modell Smoka-Vergleich von 16 am Kernkraftwerk Isar/Ohu beobachteten Schwaden mit Modellrechnungen (Výpočet plynnych zplodin od článkových chladičů za použití modelu SMOKA). Srovnání 16 plynnych zplodin, pozorovaných na jaderné elektrárne, s výsledky modelových výpočtů) — *Hüster H.*, *Rudolf B.*, 303—306.

— Die Wirkung von Stickoxiden ( $\text{NO}_x$ ) auf Polymere — Teil II (Účinek kysličníku dusíku ( $\text{NO}_x$ ) na polymery — díl II) — *Jörg F.*, *Schmitt D.*, *Ziegahn K. F.*, 307—313.

— Abhängigkeit der Phenolkonzentration im Urin Exponierter von der Phenolkonzentration am Arbeitsplatz (Závislost fenolové koncentrace v moči pracovníků na fenolové koncentraci na pracovišti) — *Gspan P.*, *Jeršic A.*, *Čadez E.*, 314—316.

— Etude comparée des circuits de comptages de fibres d'amiante organisées en France en 1980 et 1982 (Srovnávací studio série počítání azbestových vláken, organizované ve Francii v r. 1980 a 1982) — *Kauffer E.*, *Carton B.*, *Grosdemange J. P.*, 317—321.

— Holzstaub in der Luft von Sägewerken und Sperrholzfabriken (Dřevěný prach ve vzdu-

chu z pil a továren na překližky) — *Kauppinen T.*, *Lindroos L.*, *Mäkinen R.*, 322—324.

— Zur Auswertung von Messreihen der Partikelgrößenanalyse — Die Ermittlung von stetigen Funktionen durch lineare Regression im transformierten Koordinatensystem (Vyhodnocení řad měření pro granulometrickou analýzu — Zjištění trvalých funkcí lineární regresí v transformovaném souřadnicovém systému) — *Herrmann H.*, 325—331.

— Messen der beim Schweißen mit umhüllten Stabelektroden erzeugten Gase (Měření plynů při sváření opláštěnými elektrodami) — *Tigges K. D.*, 332—336.

— Methodische Voraussetzungen zur transmissionselektronenmikroskopischen Bestimmung faserförmiger Partikeln (Metodické požadavky na transmisní elektromikroskopické stanovení vláknitých částic) — *Höhr D.*, 337—341.

— Olfaktometrie an einer Emissionsquelle — Ergebnisse des VDI-Ringvergleichs (Olfaktometrie u zdroje emise — Výsledky cyklického srovnání VDI) — *Thiele V.*, 342—351.

— Olfaktometrie von Dibutylamin, Acrylsäuremethylester, Isoamylalkohol und eines Spritzverdünners für Autolacke — Ergebnisse eines VDI-Ringvergleichs (Olfaktometrie dibutylaminu, metylesteru kyseliny akrylové, izoamylalkoholu a stříkačkou ředitla pro nátěry vozů — Výsledky cyklického srovnání) — *Bahnmüller H.*, 352—358.

— Untersuchungen zur Neuentwicklung eines Olfaktometers (Šetření, prováděná k novému vývoji olfaktometru) — *Lachenmayer U.*, *Kohler H.*, 359—362.

## Staub Reinhaltung der Luft 44 (1984), č. 9

— Luftverunreinigung im unmittelbaren Lebensbereich des Menschen (Strassen, Kraftfahrzeuge, Wohnungen usw.) (Znečištění vzduchu v bezprostředním okolí člověka (ulice, vozidla, byty atp.)) — *Schlipkötter H. W.*, 369—370.

— Immissionen in Strassen (Imise na ulicích) — *Bluck M.*, 370—373.

— Luftverunreinigungen in Kraftfahrzeugen (Znečištění vzduchu ve vozidlech) — *Mücke W.*, *Jost S.*, *Rudolf W.*, 374—377.

— Luftverunreinigungen in Wohnungen und anderen Innenräumen (Znečištění vzduchu v bytech a jiných vnitřních prostorách) — *Seifert B.*, 377—382.

— Modellierung von Ausbreitungsverhältnissen für Kfz-Emissionen in Strassen (Modelování podmínek šíření emisí vozidel v ulicích) — *Jost P.*, 383—385.

— Zur Frage der karzerogenen Wirkung von Kfz-Abgasen mit besonderer Berücksichtigung von tierexperimentellen Befunden (K otázce kancerogenního účinku výfukových plynů vozidel se zvláštním zřetelem k poznatkům z pokusu se zvíraty) — *Heinrich U.*, 386—389.

— Probleme bei der hygienischen Bewertung

von Luftschadstoffen — Wirkung einiger Primär- (CO, NO) und Sekundärprodukte ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ) aus Kfz-Emissionen (Problémky při hygionickém hodnocení škodlivin vzduchu — Účinek některých primárních (CO, NO) a sekundárních produktů ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ) z emisí vozidel) — Wagner M., 390—395.

— Geruchsbelästigung durch Kfz-Abgase (Obtěžování zápachem výfukovými plyny vozidel) — König A., Rohling H., 396—398.

— Übersicht über Massnahmen zur Mindestrung von Kfz-Emissionen (Přehled opatření ke snížení emisí vozidel) — Obländer K., Nagel A., 398—401.

— Messtechnische Probleme bei der Erfassung der Immissionsbelastung im Lebensraum der Pflanze (Problémky měřicí techniky při zjišťování imisí v prostředí rostlin) — Prinz B., 401—402.

— Ergebnisse und Schlussfolgerungen des 2. Arolser Schlossgesprächs am 26. und 27. März 1984 (Výsledky a závěry 2. rozpravy na zámku Arols ve dnech 26. a 27. března

1984) — *Sceneprojekt* ...  
— Equipment for the study of air sampling instruments with real time measurement of the aerosol concentration (Zařízení ke studiu přímo registrujících vzorkovačů k měření aerosolové koncentrace) — Fabrière J. F., Carton B., Wrobel R., 405—409.

— Immissionsmessungen von faserigen Stäuben in der Bundesrepublik Deutschland — II. Messungen an der Kreuzung einer Großstadt (Měření imise vláknitých prachů v NSR — II. měření na křižovatce velkoměsta) — Marfels H., Spurný K., Boose Ch., Schörmann J., Opiela H., Althaus W., Weiss G., 410—414.

— Messungen der Kurzzeitexposition durch Benzol an Tankstellen

— Probleme der Überprüfung möglicher Kurzzeitgrenzwerte (Měření krátkodobého účinku benzolu u čerpacích stanic — Problém my přezkoušení možných krátkodobých mezních hodnot) — Lehmann H., 415—418.

## ● Člověk a světlo

tvoří složité vazby uvnitř a stejně složité vazby vně vzájemných vztahů. Člověk se vyvinul zcela zvláštně a individuálně se vyvíjí i nadále a přetrvává. Prostředí, které nás obklapuje, se neustále mění (plynule i skokem) a všechny jeho změny nám plně vyhovují — akusticky, světelně, tepelně aj. My však mnoho úsilí vynakládáme na sjednocování a fixování jednotlivých členů souboru. Tedy opak logického mnohaletého vývoje, který vyhovuje jen části populace (ideálnímu nebo průměrnému člověku), zvláště věkově si blízké a s přihlédnutím k podmínkám sociálním, zdravotním aj. Současný výzkum, zaměřený na využívání fixovaných podmínek, nelze považovat za jedině správný.

Světlo je poměrně snadno přizpůsobilné a zase i naopak — lze jím ovlivňovat podmínky individuálního využití prostředí. Cesty

nejsou ani nákladné, ani jinak složité: určitou hladinu osvětlení (základní, celkovou — novozvé, bezpečnostní, hygienicky minimální aj. osvětlení) doplňujeme přídavnými množstvími z jiných soustav trvale nebo pro okamžitou potřebu (krátko nebo dlouhodobě). Je lhůtejno, zda jde o osvětlení denní přírodní, umělé nebo sdružené. Individuální potřeba může být místní, časově, fyziologicky i psychologicky uspokojena. To ale ani pro obecné celkové hodnocení nebudeme schopni vytvořit normy, směrnice. Výzkum by se měl individuálním potřebám více přiblížovat a rozhodně je reseptovat. Potřeby skupin nejsou složité (ovšem výzkum bude vždy komplikovanější i náročnější) a výsledky, doporučení, nutně vyžadují rozmezí, tolerance (přesnost určení je možná).

CIE J. 1983/1

(LCh)

**Ztv**

**3**

Zdravotní technika a vzduchotechnika. Ročník 28, číslo 3, 1985.  
Vydává český výbor komitétu pro životní prostředí ČSVTS v Academii, nakladatelství Československé akademie věd, Vodičkova 40, 112 29 Praha 1. Adresa redakce: Dvorecká 3, 147 00 Praha 4. — Tiskne Tisk, knižní výroba, n. p., 656 01 Brno, závod 1. — Vychází šestkrát ročně. Rozšířuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS ÚED Brno. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS-ústřední expedice a dovoz tisku Praha, závod 01, administrace vývozu tisku, Kafkova 19, 160 000 Praha 6. Cena jednoho čísla Kčs 8,—, roční předplatné Kčs 48,—. (Tyto ceny jsou platné pouze pro Československo.)

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

Annual subscription: Vol. 28, 1985 (6 issues) DM 88,—.  
Toto číslo vyšlo v červnu 1985.

© Academia, Praha 1985.