

Redakční rada:

Doc. Ing. Dr. L. Oppl, CSc. (vedoucí redaktor) — Ing. V. Bašus (výkonný redaktor) —
Doc. Ing. Dr. J. Cihelka — V. Fridrich, dipl. tech. — Prof. Ing. L. Hrdina — Doc. Ing.
V. Chalupová, CSc., — Ing. arch. L. Chalupský — Doc. Ing. J. Chyský, CSc. — Ing. B. Je-
len — Ing. L. Kubíček — Ing. Dr. M. Lážňovský — F. Máca — Doc. Ing. Dr. J. Mikula,
CSc. — Ing. Dr. J. Němec, CSc. — Ing. L. Strach, CSc. — Doc. Ing. J. Valchář, CSc.

Adresa redakce: Dvorecká 3, 147 00 Praha 4

O B S A H

RNDr. Ing. V. Skoda, CSc.: Komora pro inhalační zaprašování experimentálních zvířat	321
Ing. F. Rysl: Metodika tepelného výpočtu protiproudých výměníků tepla typu voda — voda	333
Ing. P. Morávek: Integrované systémy obvodových stěnových konstrukcí vícepodlažních budov, jejich výpočet a energetická bilance	345
Ing. R. D. Straka: Topné období 1980/1981 z hlediska klimatických veličin	369



C O N T E N T S

RNDr. Ing. V. Skoda, CSc.: Test chamber for examination of dust inhalation of experimental animals	321
Ing. F. Rysl: Thermal calculus of counter-flow heat exchangers of water-water type	333
Ing. P. Morávek: Integrated exterior envelope systems of high-rise buildings — calculation and energy balance	345
Ing. R. D. Straka: The climatic parameters during the heating season 1980/1981 in Prague	369

СОДЕРЖАНИЕ

РНДр. Инж. В. Шкода, к.т.н.:	Опытная камера для исследования вдыхания пыли экспериментальными животными	321
Инж. Ф. Рысл:	Методика теплового расчета противоточных теплообменников типа вода—вода	333
Инж. П. Моравек:	Интегрированные системы наружных стен конструкций многоэтажных зданий — расчет и энергетический баланс	345
Инж. Р. Д. Страка:	Отопительный период 1980/1981 г. в Праге с точки зрения климатических величин	369

SOMMAIRE

RNDr. Ing. V. Skoda, CSc.:	Chambre d'essai pour l'étude de l'inhalation de la poussière sur les animaux expérimentaux	321
Ing. F. Rysl:	Méthode du calcul thermique des échangeurs de chaleur à contre-courant du type „eau-eau”	333
Ing. P. Morávek:	Systèmes intégrés des constructions à parois de pourtour des bâtiments à plusieurs niveaux, leur calcul et le bilan énergétique	345
Ing. R. D. Straka:	Valeurs climatiques au cours de la période de chauffe 1980/1981 à Prague	369

INHALT

RNDr. Ing. V. Skoda, CSc.:	Prüfkammer für die Untersuchung der Staubinhalation bei den Versuchstieren	321
Ing. F. Rysl:	Methodik der thermischen Berechnung der Gegenstromwärme austauscher des Typs „Wasser—Wasser“	333
Ing. P. Morávek:	Integrierte Systeme der Umfassungswandkonstruktionen von Mehretagengebäuden, ihre Berechnung und die Energiebilanz	345
Ing. R. D. Straka:	Die klimatischen Daten während der Heizungsperiode 1980/1981 in Prag	369

KOMORA PRO INHALAČNÍ ZAPRAŠOVÁNÍ EXPERIMENTÁLNÍCH ZVÍŘAT

RNDr. Ing. VÁCLAV ŠKODA, CSc.

Krajská hygienická stanice, Ostrava

Zaprašovací komora dynamického typu pro inhalaci aplikací prachu umožňuje současné zaprašování až 272 třímesíčních krys. Drť minerálních látek (od uhlí až po korund) o velikosti 0,2–3 mm je v proudovém mlýnu, poháněném tlakovým vzduchem, během několika sekund kvantitativně semleta na zrno respirabilní velikosti (pod 5 µm). Koncentrace prachu v zaprašovacím modulu je plynule měnitelná v rozsahu 5 až 3 000 mg · m⁻³. Přesnost dosažení plánované koncentrace se pohybuje v rozmezí 0,52 až 2,34 % (relativních). Těchto hodnot bylo dosaženo jak u krátkodobých (několik dnů), tak dlouhodobých inhalacích pokusů (nejdelší pokus trval 150 dnů). Směrodatná odchylnka od aritmetického průměru je ve většině případů kolem ± 15 %. Pro vysokou provozní spolehlivost je komora vhodná pro inhalaci aplikací minerálních prachů experimentálním zvířatům, testování prachoměrů všech typů a stanovení účinnosti individuálních protiprašných prostředků.

Recenzoval: Ing. Jaromír Šimeček, CSc.

1. ÚVOD

Inhalaci podání prachu má při sledování jeho vlastností pokusem na zvířatech četné výhody před jinými způsoby aplikace. Je nenahraditelnou metodou při sledování penetrace, eliminace a depozice prachu, při studiu jednotlivých fází vývoje pneumokoniáz, pokusného ovlivnění fibrogenního procesu a řady dalších pochodů, které je možno při hodnocení patologického působení prachu na organismus v modelových pokusech sledovat [1, 2, 3]. Hlavní výhodou inhalace je dokonalé napodobení pronikání prachu do dýchacího traktu. Je samozřejmé, že na inhalaci prachu nelze pohlížet jako na univerzální metodu, která by mohla nahradit jiné druhy aplikace standardních nebo reálných prachů. Na druhé straně neexistuje ovšem dokonalejší modelování vnikání prachu do organismu. Pouze inhalace totiž nevyvolá u experimentálních zvířat stresové situace a není ovlivněna průvodními arteficiálními jevy, které přináší narkóza, vliv nosného média, nezbytné pooperační stavky, vypich injekční jehly, nepřirozené nahromadění prachu ve sledovaných orgánech apod. [4, 5]. Inhalaci podání prachu má samozřejmě řadu nevýhod: mezi nejhlavnější patří vysoké finanční náklady na vybudování zaprašovacího zařízení a na jeho provoz, spotřeba velkého množství materiálu určeného k inhalaci, poměrně dlouhá doba potřebná k nainhalování dostatečného množství prachu aby vyvolané změny byly náležitě odlišné od intaktních kontrol, vysoké nároky na obsluhu komory a přípravu prachu k zaprašování, nutnost zneškodňování prachu vystupujícího ze zaprašovacích komor dynamického typu protože jeho množství nemusí být pro okolí zanedbatelné, nutnost ochrany obsluhy komory před účinky zkoušeného prachu a některé další okolnosti.

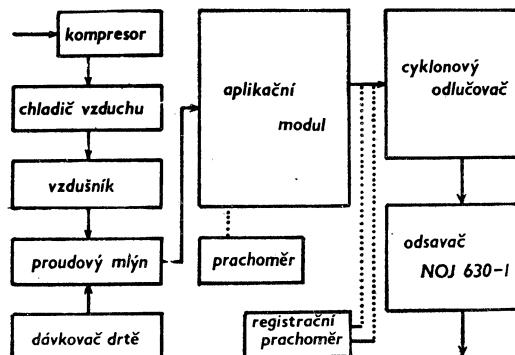
Prakticky každé pracoviště, které studuje účinky prachu na organismus vychází při konstrukci zaprašovacího zařízení ze svých možností a požadavků experimentátora. Vzhledem k velké variabilitě požadavků na délku pokusů, počet a druh experimentálních zvířat, druh a typ prachu, předmět studia (např. sledování penetrace, eliminace, depozice, ovlivnění účinku prachu jinými látkami atd.) a technickým

možnostem nelze zkonstruovat univerzální zařízení, které by mohlo splňovat všechny požadavky experimentátora [6]. Z tohoto důvodu existuje celá řada specializovaných zařízení, více nebo méně jednoúčelových. Z tohoto pohledu je rovněž možno rozdělit inhalační zařízení na aplikaci kapalných a tuhých látek (oba typy mohou být kombinovány s přídatným zařízením na dávkování plynů a par), na inhalační komory s čerstvým povrchem prachu (prach proudí do zaprašovacího prostoru bezprostředně po svém vzniku a odloučení větších částic), nebo používající prach připravený vhodnou metodou dluho před vlastní aplikací. Oba tyto typy komor mohou neustále obnovovat aerosol v zaprašovacím prostoru (systémy dynamické), nebo pouze doplňovat množství prachu ulpívajícího na stěnách zařízení (modely statické). Zcela zvláštní postavení (zejména z hlediska ochrany obsluhy a experimentálních zvířat před kontaminací) zaujmají inhalační komory pro aplikaci nuklidů [7].

Předmětem tohoto sdělení není hodnocení současných systémů zaprašovacích zařízení používaných na jednotlivých pracovištích, ale popis zaprašovací komory, kterou používáme při zaprašovacích pokusech souvisejících s náplní práce naší Národní referenční laboratoře pro měření a hodnocení prašnosti důlního ovzduší.

Zaprašovací komora, kterou jsme používali dříve, byla určitým prototypem, na kterém jsme zkoušeli optimální konstrukční prvky a funkční celky jednotlivých operačních bloků [8, 9]. Po dokončení všech úprav, sestavení přídatných zařízení a doplňkových měřicích přístrojů byla obsluha komory natolik složitá, že operátor snadno ztrácel přehled o správné funkci jednotlivých zařízení. Rovněž dálková signalizace správného chodu zaprašovací komory poněkud komplikovala jak vlastní zařízení, tak odstraňování případných závad [10]. Dálková signalizace byla vybudována vzhledem k velké vzdálenosti místnosti se zaprašovací komorou a stanovištěm obsluhy.

Všechny změny, které jsme na původním zařízení provedli, vycházely z poznatků získaných během několikaletého provozu a mnoha zaprašovacích pokusů. V podstatě lze říci, že změny se týkaly hlavně uspořádání kontrolních a ovládacích prvků, situování zaprašovacího modulu, výměny zdroje tlakového vzduchu a zařízení pro zneškodňování prachu unikajícího ze zaprašovacího prostoru. Blokové schéma je v podstatě stejně a zahrnuje bloky uvedené na obr. 1.



Obr. 1. Blokové schéma zaprašovací komory.

2. POPIS KOMORY

Komora je instalována v místnosti $4,5 \times 5,5 \times 4,5$ m. Místnost je dobře větratelná (výměna celého objemu vzduchu je $3 \times$ za hodinu) a je opatřena omývatelnou podlahou.

Stručný popis jednotlivých funkčních celků (11):

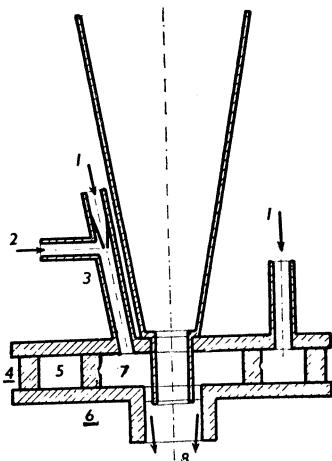
2.1 Tlakový vzduch

Zdrojem tlakového vzduchu je stacionární kompresor 1 SK 200 B, který do tlakové sítě dodává 200 l vzduchu za minutu (přepočítáno na původní nekomprimovaný objem) o tlaku 0,5–0,6 MPa. Teplota vzduchu na výstupu z kompresoru je asi 140 °C. Za chladičem tlakového vzduchu o účinné ploše 6 m² je teplota 35 °C. Ve vzdušníku o obsahu 2 m³ a během proudění tlakového vzduchu potrubím se teplota vzduchu snižuje téměř na teplotu okolí, takže po expanzi v mlecím zařízení a ejektoru je přibližně na úrovni teploty místnosti, ve které je zaprašovací komora instalována. Pístový kompresor je samomazný — těsnící kroužek je vyroben z grafitu — takže nedochází, jako u původního kompresoru, ke znečištění tlakového vzduchu olejovými parami. Ze zařízení komory mohl být proto vyřazen olejový filtr. Díky chlazení vzduchu během proudění ke spotřebičům dochází v jednotlivých částech (chladič vzduchu, vzdušník) ke kondenzaci vodních par, takže není používán vymrazovač vody, který byl u původní komory nezbytný k vymrazení vody ze vzduchu před vstupem do kompresoru v obdobích zvýšené vlhkosti vzduchu (jaro, podzim). I když odstranění vody není dokonalé, je natolik dostatečné, že nedochází ke kondenzaci vody po expanzi vzduchu v mlýnu a tím jeho vyřazení z provozu. Relativní vlhkost vzduchu v zaprašovacím modulu je pro experimentální zvířata kromě toho výhodnější (60 % oproti původním 30 %). Pro poměrně vysokou hlučnost je kompresor instalován v suterénu sousední budovy. Je částečně hlukově odstíněn a přenos otřesů na budovu je snížen na minimum způsobem instalace, který doporučuje výrobce ČKD—Praha (samonošný betonový blok o rozměrech 2×3×1,5 m, izolovaný od základů budovy a podlahy suterénu) (12).

2.2 Mlecí zařízení

Proudový mlýn, který zajišťuje hlavní špičkové charakteristiky komory, je původní osvědčené konstrukce — obr. 2. Působením tlakového vzduchu, který proudí do mlečího prostoru tangenciálně šesti otvory, je uváděn obsah tohoto prostoru do velmi rychlého rotačního pohybu. Částice mletého materiálu se rozvíjejí vzájemnými srážkami a srážkami s vyložením mlýna. Jakmile je čelní odpor, který klade částice proudu vzduchu vystupujícímu z mlýna větší než odstředivá síla vznikající při rychlém rotačním pohybu, je částice vynesena do zaprašovacího prostoru. Jediná změna oproti původní komoře je v materiálu mlecí komory, kterým je tvrdkov vyrobený ze slinitých karbidů vanadu a kobaltu. Otér tohoto vyložení mlýna je prakticky zanedbatelný i u nejtvrdších materiálů jako je křemen a některé sedimentární horniny. Vzhledem ke stejným konstrukčním rozměrům mlýna jsou u nové komory stejně i podmínky pro vznik prachu. Vznikající prachové částice jsou v rozmezí respirabilních velikostí (menší než 5 µm). Čím tvrdší je mletý materiál, tím menší jsou vznikající částice. Dávkovaný materiál je během několika sekund kvantitativně semlet a prach je bezprostředně po svém vzniku proudem vzduchu vystu-

pujícím z mlýna dopravován do zaprašovacího prostoru. Vzhledem k tomu, že mlýn je upevněn přímo na tělese zaprašovacího modulu v jeho horizontální ose, bylo určitým problémem odstínění ultrazvukové složky, na kterou jsou krysy mimořádně citlivé. Vysoké zvukové frekvence se podařilo odstranit silonovým blokem vloženým mezi mlýn a plechový zaprašovací modul. Blok akumuluje vysokofrekvenční kmity

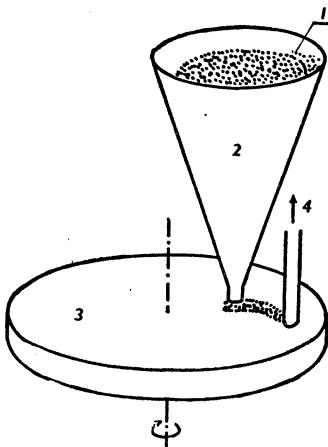


Obr. 2. Proudový mlýn (1 — přívod tlakového vzduchu, 2 — přívod drtí z dávkovače, 3 — tlakovzdušný ejektor, 4 — těsnící kroužek, 5 — tlaková komora, 6 — mlecí kroužek se šesti tangenciálními otvory, 7 — mlecí prostor, 8 — vzniklý aerosol).

vznikající při expanzi tlakového vzduchu a při vlastním mletí a nedovoluje jejich přenos. Mlýn je k silonovému bloku připevněn rychloupínacími spojkami. Drť určená k mletí je do mlečího prostoru dopravována pneumaticky s povrchu talíře dávkovače tlakovzdušným ejektorem umístěným na tělese mlýna.

2.3 Dávkování materiálu

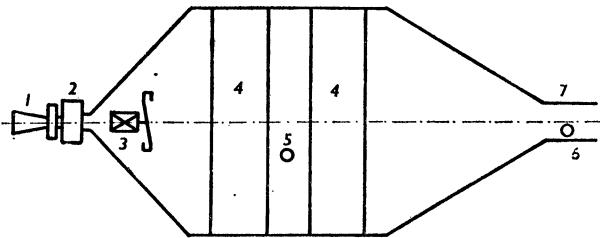
Dávkovač drtí je rovněž obdobné konstrukce jako u původní komory (obr. 3). Drť je odsávána s povrchu dávkovacího talíře. Možnosti změny dávkovaného množství drtí a tím i koncentrace prachu v zaprašovacím prostoru jsou stejné: změna otáček talíře (1 otáčka trvá minimálně 1,75 minut, maximálně 21,06 minut), změna vzdálenosti ústí násypky od středu talíře a změna výšky ústí násypky nad povrchem talíře. Rychlosť otáček talíře je možno regulovat mechanickou desetirychlostní převodovkou při konstantních otáčkách pohonu (kolísání napětí stejnosměrného proudu na svorkách motoru je odstraněno tranzistorovým stabilizátorem napětí). Používaná drť má rozměry zrna 0,2–3 mm. Vzhledem k možnostem velkých změn dávkovaného množství drtí je možno dlouhodobě udržovat v zaprašovacím prostoru koncentrace prachu libovolně měnitelné v rozsahu 5 až 3 000 mg . m⁻³. Stabilita nastavené koncentrace je při tom velmi vysoká, pohybuje se v rozsahu asi ±15 % relativních. Pouze při dávkování některých umělých směsí dosahuje vyšších hodnot. Zvětšením ústí násypky na Ø 4 mm byla zmenšena možnost jeho ucpání prakticky na nulu.



Obr. 3. Dávkovač drtí (1 — dávkovaná drt, 2 — násypka, 3 — talíř dávkovače, 4 — odsávání drtí).

2.4 Aplikační modul (obr. 4)

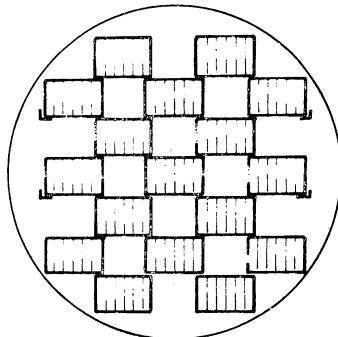
Zaprašovací prostor tvoří ležatý válec o průměru 1,2 m a délce válcové části 1 m. Na obou koncích přechází válec do tvaru kuželeta, u proudového mlýna s vrcholovým úhlem 95° , na výstupu 65° . Za mlýnem je umístěn ventilátor, který homogenizuje



Obr. 4. Aplikační modul (1 — proudový mlýn, 2 — odhlučňovací blok, 3 — homogenizátor, 4 — řady klecí, 5 — držák filtru pro hmotnostní stanovení koncentrace prachu, 6 — čidlo registračního prachoměru, 7 — odsávací potrubí).

rozložení prachových částic v celém zaprašovacím prostoru. Podle provedených měření (v celém profilu bylo umístěno 7 odběrových hlavic přístrojů na váhové stanovení koncentrace prachu) je odchylka průměrné koncentrace jednotlivých stanovišť na úrovni přesnosti použité metody — kolem 5 % relativních. Pokusná zvířata jsou v zaprašovacím prostoru umístěna v drátěných klecích o rozměrech $20 \times 30 \times 15$ cm. Klece leží na sobě pouze svými delšími hranami, takže jsou v prostoru šachovitě rozmištěny (obr. 5). V jedné řadě je na sobě 17 klecí, v zaprašovacím modulu jsou umístěny dvě řady klecí za sebou. Počtem klecí a velikostí (stářím) pokusných zvířat je dána celková kapacita zaprašovací komory. Třímesíčních krys je možno v komoře umístit 272, po osmi v jedné kleci. I když se tento počet zdá vyšoký, snášeji zvířata uvedené podmínky velmi dobře, rozhodně lépe než v klecích

typu „nose only“, kde mají minimální možnost pohybu. Podle našich pozorování nemají zvířata ani nejmenší tendenci používat svůj kožich jako protiprašný filtr. U prachu, který je v zaprašovacím prostoru naší komory (prakticky 100 % částic v oblasti respirabilních velikostí) by účinnost této „filtrace“ byla stejně minimální.



Obr. 5. Způsob řazení klecí (pohled ve směru proudění aerosolu).

Zaprašovací modul je opatřen vodním manometrem, který umožňuje přesné dodržování konstantního podtlaku v tomto prostoru. Hodnota podtlaku 400 Pa zcela bezpečně zaručuje, že do prostoru, kde je komora instalována, nemůže pronikat používaný aerosol. Zaprašovací modul je pro snadné čištění vybaven příslušným odtokovým zařízením.

2.5 Stanovení koncentrace prachu

Měření koncentrace v zaprašovacím modulu je zajišťováno dvěma metodami. K provoznímu měření je používána hmotnostní metoda, jako filtrační materiál jsou používány tvarované PC filtry. Počáteční průtok je 17 litrů za minutu. Prosáté množství vzduchu je kontrolováno suchým plynometrem (získané hodnoty jsou pouze orientační) a rotametrem. Vzhledem k zanášení filtru prachem při vyšších koncentracích odečítáme hodnotu průtoku na rotametru každou hodinu, abychom mohli eliminovat snížení prosávaného množství vzduchu vlivem narůstání odporu filtru. Odběrová jednostupňová hlavice je umístěna v zaprašovacím prostoru mezi oběma řadami kleci, v jedné třetině poloměru válce, kolmo na směr proudění vzduchu. Zdrojem podtlaku je rotační olejová vývěva. Korekce na rychlosť proudění vzduchu v zaprašovacím prostoru jsou zbytečné, protože průměrná postupná rychlosť proudu vzduchu je $17,7 \text{ cm} \cdot \text{min}^{-1}$. Druhý prachoměr pracující na principu Tyndallova efektu má čidlo v odsávacím potrubí, těsně za zaprašovacím modulem. Údaje čidla jsou přenášeny po zesílení na registrační zařízení. Zdroj pro napájení čidla je proudově a napěťově stabilizován. Údaje tohoto prachoměru slouží k finální kontrole správného chodu komory. Pro výpočet nabídky prachu (koncentrace prachu \times čas v hodinách) a průměrných koncentrací jsou používány údaje prachoměru na hmotnostní stanovení koncentrace prachu. Koncentrace je stanovována denně jako časově vážený průměr jednoho zaprašovacího dne, průměrná hodnota za celý zaprašovací pokus a příslušné odchylky jsou vypočítávány podle běžných zásad.

2.6 Zneškodňování prachu

Zařízení na zneškodňování prachu je umístěno na střeše budovy, ve které je komora instalována. Sestává z průmyslového odsavače NOJ 630-1 o výkonu 2 000 m³ vzduchu za hodinu, který odsává vzduch z komory přes cyklonový odlučovač. I když účinnost cyklonů pro respirabilní částice není příliš vysoká, dosahuje snížení koncentrace prachu ve výstupním proudu vzduchu únosných hodnot. Pro dokonalé zneškodnění prachu nemí u nás k dispozici dostatečně výkonného odsavače, který by umožnil zařazení tkaninového filtru. Elektrofiltry pro tak malé jednotky nejsou rovněž ve výrobním programu našich závodů. Pro vývoj vlastní konstrukce odlučovačů nemáme dostatek volné kapacity.

2.7 Ovládací prvky

Ovládání všech jednotlivých systémů je na samostatném panelu, který je konstruován tak, že by umožnil instalaci dalšího zaprašovacího modulu. Podle původního záměru měla jedna komora sloužit pro zaprašování inertními prachy a prachy s malou fibrogenitou, druhá pro zaprašování křemenem a jinými vysoce fibrogenními materiály. Podle dosavadních zkušeností jedna komora vzhledem k současnému pracovnímu programu zcela dostačuje. Plné využití možností zaprašovacího zařízení je blokováno kapacitou lokálního zvěřince a možnostmi biochemické laboratoře.

3. DISKUSE

3.1 Materiál k zaprašování experimentálních zvířat

V zaprašovací komoře jsme doposud používali prach z materiálu o velkém rozptí tvrdosti (křemen, pískovec, těžební uhlí s vysokým podílem propláštka, standardní čisté uhlí, korund, TiO₂). Přestože se jedná o materiály podstatně odlišných vlastností, pohybují se velikosti získaných prachových částic v oblasti respirabilních velikostí, jak je vidět z výsledků měření velikostí částic optickou mikroskopii a z hodnot specifického povrchu zjištovaných metodou sorpce dusíku při tepletě kapalného dusíku (náš standardní prach z křemene z lokality D. Bory připravený opakovánou sedimentací — velikost částic do 5 µm — má hodnotu povrchu kolem 3 m² · g⁻¹)

Tabulka 1. Distribuce velikostí částic (% podle počtu)

Vzorek	Povrch [m ² ·g ⁻¹]	0,6	0,9	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0
		[mm]						
1	6,3	1,7	46,1	42,3	8,1	0,9	0,6	0,3
2	7,3	0,3	26,5	58,7	11,6	1,4	1,1	0,4
3	8,1	8,5	46,5	30,3	8,7	4,0	1,3	0,7
4	12,6	51,2	35,0	9,2	2,9	0,9	0,6	0,2
5	9,5	63,5	34,2	2,2	0,1	—	—	—

V zorky: 1 — mléčný křemen, Dolní Bory,
2 — střednězrnný pískovec, Důl P. Bezruč,
3 — uhlí s propláštěm, sloj Božena, Důl Vítězný únor,
4 — čisté uhlí, sloj Otakar, Důl P. Bezruč,
5 — korund.

3.2 Metoda inhalačního podání prachu

Schéma našich zaprašovacích pokusů je následující: koncentrace prachů používaných k inhalaci je zpravidla $500 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$. Délka jednoho zaprašovacího dne je 4 hodiny vzhledem k plošným výsledkům v odběru elektrické energie, které musí naše stanice dodržovat. Abychom zachovali naši standardní zaprašovací dobu (60 hodin), museli jsme prodloužit zaprašování z původních 12 po sobě jdoucích pracovních dnů (při pětihodinovém zaprašovacím dni) na 15 pracovních dnů. Za tuto dobu nainhalují zvířata kolem 10 mg prachu, což je množství zcela postačující pro většinu našich zámerů, ať jde o sledování účinků samotného prachu, nebo o pokusy s ovlivněním experimentální silikózy. Výsledky tříměsíční latence po skončení inhalace křemených prachů jsou vcelku známy z řady publikovaných prací [13, 14, 15]: dochází k enormnímu zvýšení vlhké hmotnosti plic a celkových lipidů (až o 2 500 %), zatímco fibroprodukce je poněkud méně výrazná (zvýšení kolem 600 %).

3.3 Reprodukovatelnost koncentrace prachu

Stabilitu nastavených požadovaných hodnot koncentrace prachu je možno hodnotit podle následující tabulky, kde jsou uvedeny koncentrace získané u jednotlivých patnáctidenních zaprašovacích pokusů a odchylka od nastavené koncentrace.

Tabulka 2. Odchylky od plánované koncentrace $500 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ u jednotlivých zaprašovacích pokusů

Zaprašovací pokus č.	Materiál	Dosažená průměrná koncentrace [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$]	Odchylka [%]	Odchylka od aritmetického průměru [%]
34	křemen	498,2	- 0,24	15,7
35	křemen	511,7	+ 2,32	17,4
36	uhlí + TiO_2	499,8	- 0,04	27,4
37	uhlí + TiO_2	497,4	- 0,52	23,8
38	uhlí	498,0	- 0,40	12,4
39	křemen	501,7	+ 0,34	10,5
40	těžební uhlí	500,3	+ 0,06	11,1
41	pískovec	500,1	+ 0,02	15,7
42	záhněda	503,0	+ 0,60	11,0
43	křemen	509,4	+ 1,88	18,8

Jak je z tabulky vidět, liší se převážná většina výsledků od požadované koncentrace jen nepatrně. Z hlediska biologické variability jednotlivých experimentálních zvířat jsou odchylky zcela zanedbatelné. Nízká je i odchylka od aritmetického průměru. Při tom je nutno podotknout, že u pokusu 36 a 37 činilo velké potíže dávkování jemnozrnného TiO_2 , který poměrně často vyřazoval z činnosti dávkovač drtí.

3.4 Možnosti použití zaprašovací komory

Zaprašovací komora je velmi dobré zařízení pro inhalační aplikaci prakticky všech druhů minerálních prachů. Pro vysoké provozní náklady není příliš vhodná pro testování fibrogenity průmyslových prachů, i když inhalační způsob aplikace posky-

tuje výsledky přesnější než jiné způsoby podání prachu (odchyly výsledků jednotlivých biochemických hodnot zpravidla nepřevyšují 20 % relativních ve skupině, zatímco rozdíly u intratracheálního podání jsou díky nepravidelnému rozložení prachu v plícní tkáni daleko větší). Komora umožňuje velmi dobré modelování prašných podmínek na pracovištích, buď při dodržování průměrných hodnot koncentrace, nebo dynamiky koncentrace prašného aerosolu (není problém libovolně měnit koncentrace prachu během zaprašovacího dne podle předem zvoleného programu). Prakticky nenahraditelná je inhalační komora při pokusech o ovlivnění vlastností podávaných prachů buď inhalací dalších látek nebo aplikací farmak. Je samozřejmé, že inhalační komora umožňuje sledování řady základních pochodů při studiu působení prachu na plícní tkáň. U naší komory, která splňuje požadavky i velmi náročného experimentátora, je nutno vyzvednout ještě jeden faktor základního významu. Prach vznikající kvantitativním semletím dávkované drtě proudí ihned do zaprašovacího prostoru, kde je okamžitě inhalován. Povrch prachových částic tedy nemůže být obsazen cizími ionty a je právem považován za povrch nativní. Vzhledem ke snižování fibrogenních vlastností prachu stárnutím [16] má tato okolnost podstatný význam.

3.5 Náklady na vybudování a provoz inhalační komory

Pořizovací a provozní náklady zaprašovacího zařízení nelze považovat za nízké. Pracovníci Vědeckovýzkumného uhlenného ústavu v Ostravě-Radvanicích, kteří podle našich požadavků a návrhů zaprašovací komoru konstrukčně navrhli a vyrobili (na práci se podílel kolektiv vedený Petrem Kozubkem), vyhodnotili náklady následovně: vypracování výrobní dokumentace 100 000 Kčs, výrobní náklady (včetně kompresoru, průmyslového odsavače a instalace) 500 000 Kčs. Mezi provozní náklady je nutno započítat denní spotřebu asi 4 m³ chladicí vody, 100 kWh elektrické energie, amortizaci zařízení, mzdu obsluhy a cenu asi 5 kg drtě, kterou je nutno u standardních prachů připravit z kusového materiálu, u průmyslových prachů izolovat ze surovin. Mezi provozní náklady je nutno započítat i opotřebení tvrdkovového vyložení mlýna a mlečího kroužku. Výroba a úprava těchto součástí komory (vyjiskrování otvorů, lícování) stojí asi 35 000 Kčs. I při dlouhodobé živostnosti této části zaprašovací komory se nejedná o částku zanedbatelnou.

3.6 Použitelnost komory k jiným měřením

Kromě uvedených a mnoha dalších možností z oblasti experimentální silikózy a jiných pneumokonióz je samozřejmě naše komora vhodná pro přesná laboratorní a poloprovozní testování prakticky všech typů přístrojů na měření koncentrace prachu. Velmi výhodné je použití komory i pro testování individuálních protiprašných pomůcek.

4. ZÁVĚRY

1. Zaprašovací komora pro inhalační aplikaci minerálních prachů, používaná na našem ústavu, je zařízení vhodné pro aplikaci prakticky všech minerálních prachů, jak bylo ověřeno jejím dlouhodobým používáním. Dávkovaný materiál je kvantitativně semlet během několika sekund v proudovém mlýnu a prach vniká bezprostřed-

ně po svém vzniku do zaprašovacího prostoru, kde je umístěno 34 klecí, umožňujících současné aplikaci prachu 272 krysám nebo ekvivalentnímu počtu experimentálních zvířat jiných velikostí.

2. Prachové částice jsou prakticky v rozmezí respirabilních velikostí (menší než 5 μm) u všech dosud používaných materiálů, přestože se jedná o látky s velkým rozpětím pevnosti a tvrdosti.

3. Stabilita nastavené koncentrace prachu v zaprašovacím prostoru umožňuje dlouhodobou aplikaci prachu (nejdelší zaprašovací pokus trval 150 dnů při 5 hodinách zaprašování denně) při velmi přesném dodržení plánované koncentrace (u dosavadních pokusu v rozmezí $-0,52$ až $+2,34$ % relativních) a směrodatné odchylyce jednotlivých denních koncentrací od aritmetického průměru menší než ± 20 %.

4. Zaprašovací komora umožňuje inhalační aplikaci při stabilní koncentraci nebo při dynamických změnách koncentrace prachu odpovídajících změnám během směny na reálných pracovištích. Je samozřejmé, že komora je použitelná ve všech případech, kdy je nutno udržovat definovanou úroveň koncentrace prachu v ovzduší (testování nových přístrojů na měření prašnosti, zkoušky osobních protiprašných ochranných pomůcek atd.).

5. Pro poměrně vysoké pořizovací a provozní náklady není komora určena pro testování fibrogenity průmyslových prachů. Při studiu penetrace, depozice a eliminace prachu, pokusech o ovlivnění experimentální silikózy aplikací kapalných aerosolů nebo farmak a řady dalších možností z oblasti výzkumu pneumokonióz je zaprašovací komora prakticky nahraditelná.

LITERATURA

- [1] Timbrell, V., Skidmore, J. W.: The effect of shape on particle penetration and retention in animals lungs. 3rd International symposium on inhaled particles, London 1970.
- [2] Marks, G. S., Marasas, L. W.: Changes in the lung lipids of rabbits and guinea-pigs exposed to the inhalation of silica dust. Brit. J. Ind. Med., 17, (1960), 31—40.
- [3] Watson, J. A. et al.: Deposition and clearance following inhalation and intratracheal injection of particles. Arch. Environ. Health 19, (1969), 7, 51—58.
- [4] Chvapil, M.: Možnosti kvantitativního stanovení stupně fibrózy při výzkumu experimentální silikózy. Prac. Lék. 10, (1958), 6, 492—495.
- [5] Stöber, W.: Über den Stand der physikalisch-chemischen Grundlagenuntersuchungen über die Silikoseentstehung. Sborník přednášek V. mezinárodního sjezdu „Prašná onemocnění plic“, Münster 1967.
- [6] Juck, A.: Komplexné riešenie komory pre výskum biologického pôsobenia aerosolov. Záv. zpráva č. II-21-20 Výzkumného ústavu hyg. práce a chorob z povolania Bratislava, 1971.
- [7] Reiter, R.: Experimentelle Beiträge zur Problematik der Retention von Aerosolteilchen mit 0,08 bis 3 μm Durchmesser. Arbeitsmed., Sozialmed., Arbeitshyg., 6 (1971), 11, 242—296.
- [8] Anděl, A.: Zařízení k zaprašování biologických objektů. Čs. patent č. 129234, 1968.
- [9] Kyselá, B., Škoda, V., Holuša, R.: Inhalační zaprašování krys nativním prachem. Záv. zpráva res. úkolu IV-2-4/02, KHS Ostrava 1972.
- [10] Škoda, V., Wojtovič, I.: Tierbestaubungsanlage mit nativem Staub. Staub 31, (1971), 5, 197—200.
- [11] Škoda, V.: Komora pro zaprašování experimentálních zvířat. Sborník přednášek IX. čsl. sympozia o silikóze, Piešťany 1980.
- [12] Montáž kompresoru 1 SK 200 B, ČKD-Praha, 1969.
- [13] Kyselá, B., Škoda, V., Weiss, Z.: Biochemické změny a retence prachu v plicích krys po inhalační expozici. Sborník přednášek II. sympozia o experimentální silikóze, Velké Karlovice 1973.
- [14] Losert, Č., Kyselá, B., Škoda, V.: Ein mathematisches Modell der Lungenreaction nach Staubinhalaion bei Ratten. Staub, 35, (1975), 1, 12—18.

- [15] Škoda, V., Kyselá, B., Vrtná, L., Weiss, Z.: Vliv inhalačního podání smáčedla a křemenného prachu na plicní tkáň krys. Sborník přednášek IV. čsl. sympozia o silikóze, Smolenice 1975.
- [16] Kyselá, B., Holuša, R.: Význam stárnutí křemenného prachu pro jeho fibrogenitu v pokuse na zvířeti. Prac. Lék., 23, (1971), 9, 317—320.

ОПЫТНАЯ КАМЕРА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВДЫХАНИЯ ПЫЛИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ ЖИВОТНЫМИ

RNDr Ing. Václav Škoda, к. т. н.

В опытной камере динамического типа можно исследовать вдыхание пыли одновременно до 272 трехмесячных крыс. Дробленный минеральный материал (с угля до корунда) размером 0,2—3 мм размалывается в противоточной мельнице, двигающейся скжатым воздухом, во время нескольких секунд в зерно респирабельного размера (меньше чем 5 μm). Концентрацию пыли в камере можно непрерывно менять в диапазоне 5 до 3000 мг. m^{-3} с точностью 0,52 до 2,34 % (релятивных). Таких значений достиглось как у кратковременных (несколько дней) так у долговременных исследований вдыхания пыли (самый долговременный опыт 150 дней). Стандартное отклонение от среднего арифметического в большинстве случаев было приблизительно $\pm 15\%$. Учитывая высокую эксплуатационную надежность, камера удобна для опытов с вдыханием минеральной пыли экспериментальными животными, для проверки пылемеров всех типов и для определения эффективности индивидуальных средств защиты от пыли.

TEST CHAMBER FOR EXAMINATION OF DUST INHALATION OF EXPERIMENTAL ANIMALS

RNDr. Ing. Václav Škoda, CSc.

In the test chamber of dynamic type can be examined up to 272 three-months old rats simultaneously. Crushed materials (from coal to corundum) size 0.2—3 mm are grinded during a few seconds in a mikroniser powered by compressed air on grains of respirable size (under 5 μm). Dust concentration in the chamber can be continuously maintained in the range from 5 to 3 000 mg. m^{-3} . Accuracy of attainment of the established concentration is in the range from 0.52 to 2.34 % (relative percentage). These values were measured as from the short-term tests (a few days) as from the long-term inhalation tests (the longest one passed 150 days). The standard deviation from the arithmetic mean is in the most of cases about $\pm 15\%$. The chamber is suitable for its high operating reliability for tests with inhalation of mineral dust by experimental animals, for testing of dust meters of all types and for determination of effectiveness of individual protection against dust.

CHAMBRE D'ESSAI POUR L'ÉTUDE DE LINHALATION DE LA POUSSIÈRE SUR LES ANIMAUX EXPÉRIMENTAUX

RNDr. Ing. Václav Škoda, CSc.

Dans une chambre d'essai du type dynamique, il est possible d'étudier l'inhalation de la poussière sur 272 rats de trois mois, simultanément. Le bris des matières minérales (du charbon jusqu'au corindon) de la grandeur de 0,2 à 3 mm est réduit en grains de la grandeur respirable (au-dessous de 5 μm) quantitativement, dans un broyeur à contre-courant commandé à l'air comprimé pendant quelques secondes. La concentration de la poussière dans la chambre est variable dans l'étendue de 5 à 3 000 mg. m^{-3} . La précision de l'obtention de la concentration prévue par le plan varie dans l'étendue de 0,52 à 2,34 % (pour-cent relatif). Ces valeurs ont été atteintes pendant les expériences de courte durée (quelques jours) de l'inhalation de la poussière et celles-ci de longue durée (l'expérience la plus longue pendant la durée de 150 jours). L'écart de la moyenne arithmétique fait autour de $\pm 15\%$, dans la plupart des cas. En égard à la fiabilité d'exploitation haute, la chambre convient à l'étude de l'inhalation des poussières minérales sur les animaux expérimentaux, à la vérification de différents appareils d'échantillonnage de la poussière et à la détermination de l'efficacité des moyens individuels pour la protection contre la poussière.

BESTAUBUNESANLAGE FÜR DIE UNTERSUCHUNG DER STAUBINHALATION BEI DEN VERSUCHSTIEREN

RNDr. Ing. Václav Škoda, CSc.

In einer Bestaubungsanlage des dynamischen Typs gibt es die Möglichkeit der Staubinhalationsuntersuchung gleichzeitig bei den 272 an der Zahl dreimonatigen Ratten. Der Splitt der Mineralstoffe (von der Kohle bis zum Korund) der Grösse von 0,2 bis 3 mm wird zu Korn der Respirationsgrösse (unter 5 µm) in einer druckluftangetriebenen Prallmühle im Verlaufe einiger Sekunden quantitativ vermahlen. Die Staubkonzentration in der Kammer ist kontinuierlich veränderlich im Bereich von 5 bis 3 000 mg . m⁻³. Die Genauigkeit der Erreichung der geplanten Konzentration schwankt im Bereich von 0,52 bis 2,34 % (relative Prozente). Die Werte sind im Verlaufe der kurz- (einige Tage) und langfristigen Inhalationsversuche (langfristiger Versuch dauerte insgesamt 150 Tage) erreicht worden. Die massgebende Abweichung vom arithmetischen Mittel bildet in den meisten Fällen etwa ± 15 %. Mit Rücksicht auf die hohe Betriebszuverlässlichkeit ist die Kammer zur Untersuchung der Inhalation der Mineralstoffe bei den Versuchstieren, zur Prüfung der verschiedenen Staubprobenahmegeräte und zur Bestimmung der Effektivität der individuellen Staubschutzmittel zu verwenden.

DOC. INC. ALEXANDR GRIMM — 80 let



Dne 14. ledna 1982 dožívá se Doc. Ing. A. Grimm 80 let. Narodil se v Brně a zde také absolvoval v letech 1920—1924 vysokoškolská studia na Vysoké škole technické, oboř strojní inženýrství. Tam také rozšířil svou aprobaci o obor elektrotechnický, který ukončil státní zkouškou v roce 1926.

Zkušenosti a teoretické znalosti získal během svého zaměstnání u Západočeských elektráren v Brně při elektřifikaci západní Moravy a také u Škodových závodů v Brně a Mladé Boleslavi.

Po II. světové válce věnoval se plně výchově mladé technické generace, přednášel jednak na VAAZ vytápění a vzduchotechniku a současně na stavební fakultě VUT v Brně technická zařízení budov. Na stavební fakultě byl také později jmenován docentem a stal se vedoucím katedry technických zařízení budov.

V letech 1964—1968 se podílel na projektu klimatizace Janáčkovy opery v Brně a výstavních pavilonů ČSSR na světové výstavě v Osace, a to jako člen Stavoprojektu Brno.

Během svého působení na VUT přihlásil k registraci několik patentů, věnoval se velmi aktivně činnosti poradenské, posudkové i přednáškové. Velmi intenzivně pracoval také jako člen výboru ČSVTS v brněnské pobočce, a to v odborné skupině pro vytápění.

K významnému životnímu jubileu přejeme Doc. Ing. A. Grimmovi do dalších let života hodně zdraví a spokojenosti.

Redakční rada ZTV

METODIKA TEPELNÉHO VÝPOČTU PROTIPOUDÝCH VÝMĚNÍKŮ TEPLA TYPU VODA—VODA

ING. FRANTIŠEK RYSL

Krajský projektový ústav, Praha

Článek obsahuje popis a odvození postupu výpočtu protiproudých výměníků tepla voda—voda, který výpočet usnadňuje a zkracuje.

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

1. ÚVOD

Všechny dosud publikované metody výpočtu výměníku mají nevýhodu ve velké pracnosti a časové náročnosti. Tato metoda se pokouší tepelný výpočet výměníku tepla zjednodušit a časově urychlit.

2. POSTUP TEPELNÉHO VÝPOČTU

Metoda výpočtu výměníku bude odvozena pouze pro případ turbulence — turbulence, protože tento případ je nejčastější. Pro ostatní kombinace budou uvedeny pouze výsledné vztyky, neboť postup odvození je podobný.

Základní vzorec pro sdílení tepla je:

$$Q = \int k \cdot \Delta t \cdot dF \quad [W],$$

kde dF je diferenciál velikosti teplosměnné plochy [m^2],

k — součinitel prostupu tepla v daném místě teplosměnné plochy [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$],

Δt — teplotní rozdíl mezi zahřívaným a zahřívajícím médiem v daném místě teplosměnné plochy [K].

Jestliže součinitel prostupu tepla je považován podél celé teplosměnné plochy za konstantní, dostane základní vzorec pro sdílení tepla tvar:

$$Q = k \cdot F \cdot \Delta t_m \quad [W],$$

kde Δt_m je střední logaritmický teplotní spád [K].

Vzorec pro výpočet středního logaritmického teplotního spádu bude uveden bez odvození:

$$\Delta t_m = \frac{(t_{11} - t_{21}) - (t_{12} - t_{22})}{\ln \frac{t_{11} - t_{21}}{t_{12} - t_{22}}} \quad [K],$$

kde t_{11} je teplota zahřívajícího média na vstupu do výměníku [$^{\circ}C$],

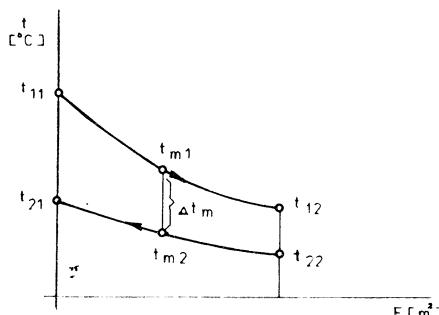
t_{12} — teplota zahřívajícího média na výstupu z výměníku [$^{\circ}C$],

t_{21} — teplota zahřívaného média na výstupu z výměníku [$^{\circ}C$],

t_{22} — teplota zahřívaného média na vstupu do výměníku [$^{\circ}C$].

Průběh teplot zahřívajícího a zahřívaného média u protiproudého výměníku tepla je patrný z obr. 1.

Pro používání výpočtových vztahů pro stanovení součinitele přestupu tepla u vody je nutno znát tzv. střední logaritmickou teplotu. Domnívám se, že za střední loga-



Obr. č 1

ritmickou teplotu by měly být brány teploty vztažené ke střednímu logaritmickému spádu, které respektují vliv obou médií. Na obr. 1 jsou vyznačené jako t_{m1} a t_{m2} . Vztahy pro výpočet obou těchto teplot budou uvedeny bez odvození.

$$t_{m1} = \frac{1}{1 - \frac{W_1}{W_2}} \left(t_{21} - \frac{W_1}{W_2} t_{11} + \Delta t_m \right) \quad [\text{°C}],$$

kde $\frac{W_1}{W_2} = \frac{t_{21} - t_{22}}{t_{11} - t_{12}}$.

$$t_{m2} = t_{m1} - \Delta t_m \quad [\text{°C}].$$

Výpočtový vztah pro stanovení součinitele přestupu tepla na straně vody při turbulentním proudění ($Re \geq 6000$, $0,7 < Pr < 2500$, $L_s/d_h > 50$) má tvar:

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4},$$

kde Nu je Nusseltovo číslo $Nu = \frac{\alpha \cdot d_h}{\lambda}$,

kde α — součinitel přestupu tepla [$\text{W m}^{-2}\text{K}^{-1}$],

d_h — ekvivalentní hydraulický průměr [m],

λ — měrná tepelná vodivost vody [$\text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$],

$$Re \text{ je Reynoldsovo číslo } Re = \frac{w \cdot d_h}{\nu} = \frac{Q \cdot d_h}{c_p \cdot \rho \cdot \nu \cdot f \cdot (t_1 - t_2)}$$

kde w — rychlosť proudění vody [m s^{-1}],

ν — kinematická viskozita vody [$\text{m}^2 \text{s}^{-1}$],

c_p — měrné teplo vody při konstantním tlaku [$\text{J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$],

ρ — hustota vody [kg m^{-3}],

f — průtočný průřez [m^2],

t_1 — teplota vody [°C],

t_2 — teplota vody [°C],

Pr je Prandtlovo číslo $Pr = \frac{v}{a}$,

kde a — součinitel tepelné vodivosti vody [$\text{m}^2 \text{s}^{-1}$].

Po dosazení za kriteriální čísla se obdrží pro zahřívající vodu vztah:

$$\frac{\alpha_1 \cdot d_{h1}}{\lambda_1} = 0,023 \frac{Q^{0,8} \cdot d_{h1}^{0,8}}{c_{p1}^{0,8} \cdot \varrho_1^{0,8} \cdot v_1^{0,8} \cdot f_1^{0,8} \cdot (t_{11} - t_{12})^{0,8}} \cdot \frac{v_1^{0,4}}{a_1^{0,4}},$$

$$\alpha_1 = \frac{0,023 \cdot \lambda_1}{c_{p1}^{0,8} \cdot \varrho_1^{0,8} \cdot v_1^{0,4} \cdot a_1^{0,4}} \cdot \frac{Q^{0,8}}{f_1^{0,8} \cdot d_{h1}^{0,2}} \cdot \frac{1}{(t_{11} - t_{12})^{0,8}} \quad [\text{W m}^{-2}\text{K}^{-1}].$$

Pro zahřívanou vodu platí vztah:

$$\alpha_2 = \frac{0,023 \cdot \lambda_2}{c_{p2}^{0,8} \cdot \varrho_2^{0,8} \cdot v_2^{0,4} \cdot a_2^{0,4}} \cdot \frac{Q^{0,8}}{f_2^{0,8} \cdot d_{h2}^{0,2}} \cdot \frac{1}{(t_{21} - t_{22})^{0,8}} \quad [\text{W m}^{-2}\text{K}^{-1}].$$

Určující teploty jsou v tomto případě střední logaritmické teploty, tj.

$$t_{u1} = t_{m1} \quad \text{a} \quad t_{u2} = t_{m2}.$$

Dále platí, že:

$$Q = \pi \cdot d_1 \cdot L_c \cdot \alpha_1 \cdot (t_{m1} - t_{s1}) \quad [\text{W}], \quad (1)$$

$$Q = 2 \cdot \pi \cdot L_c \cdot \frac{\lambda_{tr}}{d_2} \cdot \frac{1}{\ln \frac{d_2}{d_1}} \cdot (t_{s1} - t_{s2}) \quad [\text{W}], \quad (2)$$

$$Q = \pi \cdot d_2 \cdot L_c \cdot \alpha_2 \cdot (t_{s2} - t_{m2}) \quad [\text{W}], \quad (3)$$

kde L_c je celková délka trubek v trubkovnici [m],

d_1 — vnitřní průměr trubky [m],

d_2 — vnější průměr trubky [m],

λ_{tr} — měrná vodivost materiálu trubky [$\text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$],

t_{s1} — střední teplota stěny trubky na straně zahřívající vody [$^\circ\text{C}$],

t_{s2} — střední teplota stěny trubky na straně zahřívané vody [$^\circ\text{C}$].

Po dosazení do vztahu (1) za α_1 se obdrží:

$$Q = \frac{0,023 \cdot \lambda_1}{c_{p1}^{0,8} \cdot \varrho_1^{0,8} \cdot v_1^{0,4} \cdot a_1^{0,4}} \cdot \frac{d_1 \cdot L_c}{f_1^{0,8} \cdot d_{h1}^{0,2}} \cdot \frac{t_{m1} - t_{s1}}{(t_{11} - t_{12})^{0,8}} \cdot Q^{0,8}.$$

Po úpravě:

$$\frac{c_{p1}^{0,8} \cdot \varrho_1^{0,8} \cdot v_1^{0,4} \cdot a_1^{0,4}}{0,023 \cdot \pi \cdot \lambda_1} \cdot \frac{(t_{11} - t_{12})^{0,8}}{t_{m1} - t_{s1}} = \left(\frac{d_1}{f_1}\right)^{0,8} \cdot L_c \cdot \frac{1}{Q^{0,2}},$$

jestliže

$$F_T(t_u) = \frac{c_p^{0,8} \cdot \varrho^{0,8} \cdot v^{0,4} \cdot a^{0,4}}{0,023 \cdot \pi \cdot \lambda}$$

a

$$T_1 = \left(\frac{d_1}{f_1}\right)^{0,8} \cdot L_c,$$

pak

$$F_T(t_{u1}) \cdot \frac{(t_{11} - t_{12})^{0,8}}{t_{m1} - t_{s1}} = T_1 \cdot \frac{1}{Q^{0,2}}. \quad (6)$$

Analogicky k výrazu (6) pro zahřívající vodu se obdrží i výraz pro zahřívanou vodu:

$$F_T(t_{u2}) \cdot \frac{(t_{21} - t_{22})^{0,8}}{t_{s2} - t_{m2}} = T_2 \cdot \frac{1}{Q^{0,2}}, \quad (7)$$

kde $T_2 = \frac{d_2 \cdot L_c}{d_{h2}^{0,2} \cdot f_2^{0,8}}$.

Ze vztahu (6) a (7) se vypočte t_{s1} a t_{s2} :

$$t_{s1} = t_{m1} - \frac{F_T(t_{u1}) \cdot (t_{11} - t_{12})^{0,8} \cdot Q^{0,2}}{T_1}, \quad (8)$$

$$t_{s2} = t_{m2} + \frac{F_T(t_{u2}) \cdot (t_{21} - t_{22})^{0,8} \cdot Q^{0,2}}{T_2}. \quad (9)$$

Vztah (2) se upraví následovně:

$$t_{s1} - t_{s2} = \frac{A}{P_{21}} \cdot Q, \quad (10)$$

kde $P_{21} = L_c$ a $A = \frac{\ln \frac{d_2}{d_1}}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{tr}}$.

Do vztahu (10) se dosadí vztah (8) a (9):

$$t_{m1} - \frac{F_T(t_{u1}) \cdot (t_{11} - t_{12})^{0,8} \cdot Q^{0,2}}{T_1} - \left(t_{m2} + \frac{F_T(t_{u2}) \cdot (t_{21} - t_{22})^{0,8} \cdot Q^{0,2}}{T_2} \right) = \frac{A}{P_{21}} \cdot Q.$$

Po úpravě:

$$\Delta t_m = \left(\frac{F_T(t_{u1}) \cdot (t_{11} - t_{12})^{0,8}}{T_1} - \frac{F_T(t_{u2}) \cdot (t_{21} - t_{22})^{0,8}}{T_2} \right) \cdot Q^{0,2} = \frac{A}{P_{21}} \cdot Q. \quad (11)$$

Vztah (11) platí pro jeden výměník a čistou teplosměnnou plochu. Jestliže jsou výměníky zapojené do série, je možno si je představit jako jeden výměník, jehož celková a střední délka trubek se zvětší úměrně k počtu výměníků zapojených do série. Jestliže se počet výměníků v sérii označí jako n , pak se obdrží následující vztahy:

$$T_{1n} = \left(\frac{d_1}{f_1} \right)^{0,8} \cdot (n \cdot L_c) = n \cdot T_1,$$

$$T_{2n} = \frac{d_2 \cdot (n \cdot L_c)}{d_{h2}^{0,2} \cdot f_2^{0,8}} = n \cdot T_2,$$

$$P_{21n} = (n \cdot L_c) = n \cdot P_{21}.$$

Vlivem nánosu se zmenší vnitřní průměr trubky d_1 , zvětší se vnější průměr trubky d_2 a zhorší se vedení tepla. Tím se rovněž změní ekvivalentní hydraulické

průměry, průtočné průřezy a tedy i výrazy pro součinitele přestupu tepla. Vztahy (1), (2) a (3) se pak tedy změní:

$$Q = \pi \cdot (d_1 - 2 \cdot \delta_1) \cdot L_c \cdot \alpha'_1 \cdot (t_{m1} - t'_{s1}) \quad [W], \quad (12)$$

$$Q = \frac{1}{\frac{\ln \frac{d_2}{d_1}}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{tr}} + \frac{\ln \frac{d_1 \cdot (d_2 + 2 \cdot \delta_2)}{d_2 \cdot (d_1 - 2 \cdot \delta_1)}}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_n}} \cdot L_c \cdot (t'_{s1} - t'_{s2}) \quad [W], \quad (13)$$

$$Q = \pi \cdot (d_2 + 2 \cdot \delta_2) \cdot L_c \cdot \alpha'_2 \cdot (t'_{s2} - t_{m2}) \quad [W], \quad (14)$$

kde δ_1 je tloušťka nánosu na straně zahřívající vody [m],

δ_2 — tloušťka nánosu na straně zahřívání vody [m],

λ_n — součinitel tepelné vodivosti nánosu [$W \text{ m}^{-1} \text{ K}^{-1}$],

α'_1 — součinitel přestupu tepla při uvažování nánosu na straně zahřívající vody [$W \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-1}$],

α'_2 — součinitel přestupu tepla při uvažování nánosu na straně zahřívání vody [$W \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-1}$],

t'_{s1} — střední teplota povrchu nánosu na straně zahřívající vody [$^{\circ}\text{C}$],

t'_{s2} — střední teplota povrchu nánosu na straně zahřívání vody [$^{\circ}\text{C}$].

Odvození vztahů pro α'_1 a α'_2 bylo obdobné jako v předchozím, ale protože se mění pouze geometrické vlastnosti výměníku a vedení tepla, stačí opravit čísla T_1, T_2 koeficienty a doplnit pravou stranu rovnice (11) o vliv vedení tepla nánosem. Zavedou se následující koeficienty:

$$k_{d1} = \frac{d_1 - 2 \cdot \delta_1}{d_1} = 1 - \frac{2 \cdot \delta_1}{d_1},$$

$$k_{d2} = \frac{d_2 + 2 \cdot \delta_2}{d_2} = 1 + \frac{2 \cdot \delta_2}{d_2},$$

$$k_{f2} = \frac{f'_2}{f_2},$$

$$k_{dh2} = \frac{d'_{h2}}{d_{h2}},$$

kde f'_2 je průtočný průřez na straně zahřívání vody zmenšený vlivem nánosu [m^2],

d_{h2} — ekvivalentní hydraulický průměr na straně zahřívání vody zmenšený vlivem nánosu [m].

Pak tedy:

$$m_{T1} = \frac{T'_1}{T_1} = \frac{1}{k_{d1}^{0,8}},$$

$$m_{T2} = \frac{T'_2}{T_2} = \frac{k_{d2}}{k_{dh2}^{0,2} \cdot k_{f2}^{0,8}}.$$

Jestliže ve vztahu (13)

$$B = \frac{\ln \frac{d_1 \cdot (d_2 + 2 \cdot \delta_2)}{d_2 \cdot (d_1 - 2 \cdot \delta_1)}}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_n},$$

pak se obdrží vztah:

$$Q = \frac{1}{A + B} \cdot P_{21} \cdot (t'_{s1} - t'_{s2})$$

a po úpravě:

$$t'_{s1} - t'_{s2} = \frac{A + B}{P_{21}} \cdot Q.$$

Rovnice pro tepelný výpočet výměníku tepla typu voda—voda pro případ turbulencie—turbulence má pak obecný tvar:

$$\Delta t_m = \left(\frac{F_T(t_{u1}) \cdot (t_{11} - t_{12})^{0,8}}{m_{T1} \cdot n \cdot T_1} + \frac{F_T(t_{u2}) \cdot (t_{21} - t_{22})^{0,8}}{m_{T2} \cdot n \cdot T_2} \right) \cdot Q^{0,2} = \frac{A + B}{n \cdot P_{21}} \cdot Q.$$

K určení oblasti proudění slouží číslo Re . Jestliže

$$Re = \frac{Q \cdot d_h}{c_p \cdot \rho \cdot \nu \cdot (t_1 - t_2)},$$

pak platí:

na straně zahřívající vody

$$\log Re_1 = \log \frac{Q}{t_{11} - t_{12}} + \log \frac{d_{h1}}{f_1} - \log c_{p1} \cdot \rho_1 \cdot \nu_1.$$

Jestliže

$$\log c_p \cdot \rho \cdot \nu = F_{Re}(t_u) \quad \text{a} \quad \log \frac{d_{h1}}{f_1} = C_{Re1},$$

pak

$$\log Re_1 = \log \frac{Q}{t_{11} - t_{12}} + C_{Re1} - F_{Re}(t_{u1}).$$

Analogicky pro zahřívanou vodu:

$$\log Re_2 = \log \frac{Q}{t_{21} - t_{22}} + C_{Re2} - F_{Re}(t_{u2}),$$

kde $C_{Re2} = \frac{d_{h2}}{f_2}$.

Pro turbulentní oblast proudění platí, že $Re \geq 6000$. Pak:

$$C_{Re1} \geq 3,778 \cdot 15 + F_{Re}(t_{u1}) - \log \frac{Q}{t_{11} - t_{12}},$$

$$C_{Re2} \geq 3,778 \cdot 15 + F_{Re}(t_{u2}) - \log \frac{Q}{t_{21} - t_{22}}.$$

Vztahy platí pouze pro čistou výhřevnou plochu. Vlivem nánosu se vztahy změní:

$$\Delta C_{Re1} + C_{Re1} \geq 3,778 \cdot 15 + F_{Re}(t_{u1}) - \log \frac{Q}{t_{11} - t_{12}},$$

$$\Delta C_{Re2} + C_{Re2} \geq 3,778\ 15 + F_{Re}(t_{u2}) - \log \frac{Q}{t_{21} - t_{22}},$$

kde $\Delta C_{Re1} = -\log k_{d_1}$ a $\Delta C_{Re2} = \log \frac{k_{d_2}}{k_{f_2}}$.

Hodnoty funkcí $F_{T(fu)}$, $F_{Re}(t_u)$ a čísla T_1 , T_2 , P_{21} , m_{T1} , m_{T2} , C_{Re1} , C_{Re2} , ΔC_{Re1} , ΔC_{Re2} je možno tabelovat.

Příklad:

Má se navrhnut výměník pro ohřev TUV z 10°C na 50°C topnou vodou o konstantních parametrech $90/70^{\circ}\text{C}$. Výměník má být typu SVT, provedení Jt 2,45/1,57 MPa. Požadovaný výkon výměníku je 978 780 W.

Podle předchozích vzorců:

$$\Delta t_m = \frac{(90 - 50) - (70 - 10)}{\ln \frac{90 - 50}{70 - 10}} = 49,3261 \text{ K},$$

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{50 - 10}{90 - 70} = 2,$$

$$t_{m1} = \frac{1}{1-2} \cdot (50 - 2 \cdot 90 + 49,3261) = 80,6739^{\circ}\text{C},$$

$$t_{m2} = 80,6739 - 49,3261 = 31,3478^{\circ}\text{C}.$$

Z tabulek T-I a T-II:

$$\begin{aligned} F_{Re}(80,6739) &= F_{Re}(80) + \Delta F_{Re}(80,6739) \cdot 0,6739 = \\ &= 0,171\ 308 + (-0,006\ 38) \cdot 0,6739 = 0,167\ 009, \\ F_{Re}(31,3478) &= 0,515\ 433 + (-0,009\ 25) \cdot 0,3478 = 0,512\ 216, \\ F_T(80,6739) &= 20,5450 + (-0,130\ 54) \cdot 0,6739 = 20,4570, \\ F_T(31,3478) &= 29,8031 + (-0,323\ 58) \cdot 0,3478 = 29,6906. \end{aligned}$$

Pak

$$C_{Re1} \geq 3,778\ 15 + 0,167\ 009 - \log \frac{978\ 780}{90 - 70} = -0,744\ 496,$$

$$C_{Re2} \geq 3,778\ 15 + 0,512\ 216 - \log \frac{978\ 780}{50 - 10} = -0,098\ 259.$$

Z tabulky T-III plyne, že případ turbulence-turbulence nastává u výměníků o výhrevné ploše menší než $4,5 \text{ m}^2$. U výhrevné plochy $8,9$ a $11,1 \text{ m}^2$ nastává případ turbulence-přechodová oblast. Při opačném zapojení (TUV v trubkách) se pouze zamění konstanty C_{Re1} a C_{Re2} . Při tomto opačném zapojení vyhovují pro případ turbulence-turbulence všechny výměníky SVT, které jsou uvedeny v tabulce T-III.

Pro případ turbulence-turbulence platí:

$$\begin{aligned} 49,3261 - \left(\frac{20,4570 \cdot (90 - 70)^{0,8}}{n \cdot T_1} + \frac{29,6906 \cdot (50 - 10)^{0,8}}{n \cdot T_2} \right) \cdot 978\ 780^{0,2} &= \frac{A \cdot 978\ 780}{n \cdot P_{21}}, \\ 49,3261 - \frac{3\ 546,5243}{n \cdot T_1} - \frac{8\ 961,9804}{n \cdot T_2} &= \frac{A \cdot 978\ 780}{n \cdot P_{21}}. \end{aligned}$$

Jestliže čitatel ve zlomku nad jmenovatelem $n \cdot T_1$ je menší než čitatel ve zlomku nad jmenovatelem $n \cdot T_2$ je vhodnější z hlediska výkonu výměníku opačné zapojení, tj. TUV v trubkách. Pro toto zapojení se zamění konstanty T_1 a T_2 . Pak:

$$49,3261 - \frac{3\ 546,5243}{n \cdot T_2} - \frac{8\ 961,9804}{n \cdot T_1} = \frac{A \cdot 978\ 780}{n \cdot P_{21}}.$$

Tabulka T-I

t_u	$F_{Re}(t_u)$	$\Delta F_{Re}(t_u)$	t_u	$F_{Re}(t_u)$	$\Delta F_{Re}(t_u)$
0	0,878 496		54	0,334 815	
1	0,864 792		55	0,328 308	
2	0,851 089		56	0,321 316	
3	0,837 385	—0,013 70	57	0,314 325	—0,006 99
4	0,823 682		58	0,307 333	
5	0,809 978		59	0,300 342	
6	0,795 291		60	0,293 350	
7	0,780 605	—0,014 69	61	0,286 773	
8	0,765 918		62	0,280 197	—0,006 58
9	0,751 232		63	0,273 620	
10	0,736 545		64	0,267 044	
11	0,725 375		65	0,260 467	
12	0,714 205	—0,011 17	66	0,254 414	
13	0,703 036		67	0,248 361	—0,006 05
14	0,691 866		68	0,242 307	
15	0,680 696		69	0,236 254	
16	0,669 197		70	0,230 201	
17	0,657 698	—0,011 50	71	0,224 312	
18	0,646 198		72	0,218 422	
19	0,634 699		73	0,212 533	
20	0,623 200		74	0,206 644	
21	0,611 792		75	0,200 755	—0,005 89
22	0,600 384	—0,011 41	76	0,194 865	
23	0,588 975		77	0,188 976	
24	0,577 567		78	0,183 087	
25	0,566 159		79	0,177 197	
26	0,557 864		80	0,171 308	
27	0,549 569	—0,008 29	81	0,164 933	
28	0,541 275		82	0,158 557	—0,006 38
29	0,532 980		83	0,152 182	
30	0,524 685		84	0,145 806	
31	0,515 433		85	0,139 431	
32	0,506 181	—0,009 25	86	0,135 812	
33	0,496 930		87	0,132 193	—0,003 62
34	0,487 678		88	0,128 575	
35	0,478 426		89	0,124 956	
36	0,469 837		90	0,121 337	
37	0,461 248	—0,008 59	91	0,116 742	
38	0,452 659		92	0,112 146	—0,004 60
39	0,444 070		93	0,107 551	
40	0,435 481		94	0,102 955	
41	0,428 890		95	0,098 360	
42	0,422 298	—0,006 59	96	0,093 544	
43	0,415 707		97	0,088 728	—0,004 82
44	0,409 115		98	0,083 911	
45	0,402 524		99	0,079 095	
46	0,394 188		100	0,074 279	
47	0,385 852	—0,008 34	101	0,070 055	
48	0,377 515		102	0,065 831	—0,004 22
49	0,369 179		103	0,061 607	
50	0,360 843		104	0,057 383	
51	0,354 336		105	0,053 159	
52	0,347 829	—0,006 51	106	0,048 934	
53	0,341 322		107	0,044 710	

Fokračování tabulky T-II

t_u	$F_{Re}(t_u)$	$\Delta F_{Re}(t_u)$	t_u	$F_{Re}(t_u)$	$\Delta F_{Re}(t_u)$
108	0,040 486		120	-0,011 321	
109	0,036 262		121	-0,014 867	
110	0,032 038		122	-0,018 413	
111	0,027 702		123	-0,021 959	
112	0,023 366		124	-0,025 505	
113	0,019 030		125	-0,029 052	
114	0,014 694		126	-0,032 598	
115	0,010 359	-0,004 34	127	-0,036 144	
116	0,006 023		128	-0,039 690	
117	0,001 687		129	-0,043 236	
118	-0,002 649		130	-0,046 782	
119	-0,006 985				

Tabulka T-II

t_u	$F_T(t_u)$	$\Delta F_T(t_u)$	t_u	$F_T(t_u)$	$\Delta F_T(t_u)$
0	43,9693		33	29,1560	
1	43,3691		34	28,8324	
2	42,7688		35	28,5088	
3	42,1686		36	28,2200	
4	41,5683		37	27,9312	
5	40,9681		38	27,6424	
6	40,3484		39	27,3536	
7	39,7288	-0,619 66	40	27,0648	
8	39,1091		41	26,8964	
9	38,4895		42	26,7280	-0,168 42
10	37,8698		43	26,5595	
11	37,4422		44	26,3911	
12	37,0146	-0,427 60	45	26,2227	
13	36,5870		46	25,9930	
14	36,1594		47	25,7632	-0,229 74
15	35,7318		48	25,5335	
16	35,2817		49	25,3037	
17	34,8316	-0,450 10	50	25,0740	
18	34,3815		51	24,8967	
19	33,9314		52	24,7193	-0,177 34
20	33,4813		53	24,5420	
21	33,0912		54	24,3646	
22	32,7012	-0,390 06	55	24,1873	
23	32,3111		56	23,9992	
24	31,9211		57	23,8111	-0,188 10
25	31,5310		58	23,6230	
26	31,2501		59	23,4349	
27	30,9693	-0,280 86	60	23,2468	
28	30,6884		61	23,0931	
29	30,4076		62	22,9393	-0,153 74
30	30,1267		63	22,7856	
31	29,8031		64	22,6318	
32	29,4795	-0,323 58	65	22,4781	

Pokračování tab. T-II

t_u	$F_T(t_u)$	$\Delta F_T(t_u)$	t_u	$F_T(t_u)$	$\Delta F_T(t_u)$
66	22,3395		99	18,7351	
67	22,2009	—0,138 58	100	18,6456	
68	22,0624		101	18,5701	
69	21,9238		102	18,4946	
70	21,7852		103	18,4191	
71	21,6612		104	18,3436	
72	21,5372		105	18,2682	—0,075 51
73	21,4131		106	18,1925	
74	21,2891		107	18,1170	
75	21,1651	—0,124 02	108	18,0415	
76	21,0411		109	17,9660	
77	20,9171		110	17,8905	
78	20,7930		111	17,8178	
79	20,6690		112	17,7452	
80	20,5450		113	17,6725	
81	20,4145		114	17,5999	
82	20,2839	—0,130 54	115	17,5272	—0,072 66
83	20,1534		116	17,4545	
84	20,0228		117	17,3819	
85	19,8923		118	17,3092	
86	19,8204		119	17,2366	
87	19,7484	—0,071 94	120	17,1639	
88	19,6765		121	17,1069	
89	19,6045		122	17,0498	
90	19,5326		123	16,9928	
91	19,4447		124	16,9357	
92	19,3569	—0,087 86	125	16,8787	—0,057 04
93	19,2690		126	16,8217	
94	19,1812		127	16,7646	
95	19,0933		128	16,7076	
96	19,0038		129	16,6505	
97	18,9142	—0,089 54	130	16,5935	
98	18,8247				

Tabulka T-III. Výměníky SVT Jt 2,45/1,57 MPa

F [m ²]	C_{Re1}	C_{Re2}	T_1	T_2	P_{21}	A
1,6	0,712 2131	0,466 7392	96,548 134	36,328 531	26,0	
2,3	0,547 4029	0,309 1783	104,161 18	27,464 222	38,0	
4,5	0,257 9547	0,074 5163	119,013 31	40,335 461	74,0	$6,272 \cdot 10^{-5}$
8,9	—0,037 1663	—0,177 0123	136,338 88	73,830 754	146,0	
11,1	—0,037 1663	—0,177 0123	170,423 61	92,288 443	182,5	

Zvolí se např. výměník o výhřevné ploše $11,1 \text{ m}^2$. Z tabulky T-III: $T_1 = 170,423\,61$
 $T_2 = 92,288\,443$
 $P_{21} = 182,5$
 $A = 6,2722 \cdot 10^{-5}$

Potom:

$$49,3261 - \frac{3\,546,5243}{n \cdot 92,288\,443} - \frac{8\,961,9804}{n \cdot 170,423\,61} = \frac{6,2722 \cdot 10^{-5} \cdot 978\,780}{n \cdot 182,5},$$

$$n = 1,85.$$

Tabulka T-IV. Výměníky SVT Jt 2,45/1,57 MPa

$F [\text{m}^2]$	m_{T1}		m_{T2}		ΔC_{Re1}		ΔC_{Re2}	
	0,2 mm	0,5 mm	0,2 mm	0,5 mm	0,2 mm	0,5 mm	0,2 mm	0,5 mm
1,6			1,030 45	1,078 12			0,004 203	0,010 370
2,3			1,025 99	1,066 13			0,006 248	0,015 246
4,5	1,017 17	1,044 20	1,028 97	1,074 15	0,009 240	0,023 480	0,006 036	0,015 246
8,9			1,037 43	1,097 33			0,006 677	0,016 886
11,1			1,037 43	1 097 33			0,006 677	0,016 886

Volí se tedy dva výměníky SVT o výhřevné ploše $11,1 \text{ m}^2$, které jsou zapojeny do série. Výstupní teplota z výměníku bude pak nižší než 70°C .

Nyní bude uvažována tloušťka nánosu na straně TUV 0,5 mm a na straně topné vody 0,2 mm. Z tabulky T-IV se odečte: $m_{T1} = 1,044\,20$

$$\begin{aligned} m_{T2} &= 1,037\,43 \\ \Delta C_{Re1} &= 0,023\,480 \\ \Delta C_{Re2} &= 0,006\,677 \end{aligned}$$

Z tabulky T-V: $B = 4,944\,93 \cdot 10^{-3}$

$$\begin{aligned} 49,3261 - \frac{3\,546,5243}{n \cdot 1,037\,43 \cdot 92,288\,443} - \frac{8\,961,9804}{n \cdot 1,044\,20 \cdot 170,423\,61} &= \\ = \frac{(6,2722 \cdot 10^{-5} + 4,944\,93 \cdot 10^{-3}) \cdot 978\,780}{n \cdot 182,5}, \end{aligned}$$

$$n = 2,32.$$

Tabulka T-V. Výměníky SVT Jt 2,45/1,57 MPa

	δ_2		
	B	0,2 mm	0,5 mm
δ_1	0,2 mm	$2,695\,43 \cdot 10^{-3}$	$4,508\,61 \cdot 10^{-3}$
	0,5 mm	$4,944\,93 \cdot 10^{-3}$	$6,758\,11 \cdot 10^{-3}$

3. ZÁVĚR

Z tepelného výpočtu výměníku je patrné, že funkce teplot nejsou závislé na druhu použitého výměníku. Dále je zřejmé, že ještě před skončením výpočtu je možno odhadnout, které médium by bylo vhodnější v trubkách a které v plášti. Z čísel T_1 a T_2 se dá snadno usoudit, který výměník o stejně výhřevné ploše je výkonnější

(srovnej např. výměník typu „U“ $1,6 \text{ m}^2$ $T_1 = 69,0182$, $T_2 = 17,8073$ s tabulkou T-III). Metoda tepelného výpočtu výměníku je vhodná i k programování. Lze ji použít i pro výpočet výstupní teploty t_{12} výměníku. Při ručním výpočtu výstupní teploty t_{12} je nutno výpočet provést celkem $3 \times$. Tím získáme pro tři hodnoty t_{12} tři hodnoty n . Graficky pak zjistíme hodnotu výstupní teploty t_{12} pro n celé (počet výměníků v sérii).

МЕТОДИКА ТЕПЛОВОГО РАСЧЕТА ПРОТИВОТОЧНЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ ТИПА ВОДА – ВОДА

Инж. Франтишек Рысл

Статья содержит описание и выведение способа вычисления противоточных теплообменников вода—вода, который расчет облегчает и сокращает.

THERMAL CALCULUS OF COUNTER-FLOW HEAT EXCHANGERS OF WATER— WATER TYPE

Ing. František Rysl

The description and calculus derivation for counter-flow heat exchangers water—water which makes the the calculation easy and which allows reduction of the calculation are discussed in the article.

MÉTHODE DU CALCUL THERMIQUE DES ÉCHANGEURS DE CHALEUR À CONTRE-COURANT DU TYPE „EAU—EAU“

Ing. František Rysl

L'article présenté comprend la description et la déduction d'un procédé de calcul des échangeurs de chaleur à contre-courant du type „eau—eau“ qui simplifie et abrège le calcul.

METHODIK DER THERMISCHEN BERECHNUNG DER GEGENSTROMWÄRME- AUSTAUSCHER DES Typs „WASSER—WASSER“

Ing. František Rysl

Der Artikel beinhaltet die Beschreibung und die Ableitung einer Berechnungsmethode der Gegenstromwärmeaustauscher des Typs „Wasser—Wasser“, die die Berechnung vereinfacht und kürzer macht.

INTEGROVANÉ SYSTÉMY OBVODOVÝCH STĚNOVÝCH KONSTRUKCÍ VÍCEPODLAŽNÍCH BUDOV, JEJICH VÝPOČET A ENERGETICKÁ BILANCE

ING. PETR MORÁVEK

LIAZ, Jablonec n. Nisou

V článku je podán návrh na tepelnou ochranu vícepodlažních budov s pomocí tzv. integrovaných systémů stěnových obvodových konstrukcí (jde o dvojitou vzduchovou mezeru na vnějším povrchu svislých stěn). Pro navrhovaný stěnový systém je popsán postup výpočtu tepelné bilance a jsou uvedeny výsledky výpočtu, které potvrzují výhodnost systému.

Recenzoval: Doc. Ing. Dr. Jaromír Cihelka

1. ÚVOD

V celé historii stavitelství musely budovy svým návrhem, tepelnou setrvačností, orientací a dispozicí zajistit, na tehdejší poměry vyhovující, mikroklima s minimem technických zařízení, pouze s nejjednodušším vytápěním v oblastech chladných a intenzivním přirozeným větráním v oblastech horkých. Tyto racionální zásady výstavby byly i v tehdejších teoretických spisech. Zejména poučné jsou do současnosti používané neměnné principy klasické architektury horkých podnebních pásem, s charakterem budov pomocí gravitačního a náporového větrání, s využitím funkce fontán a parkové zeleně. Tyto tradiční stavby, jejichž typická architektura je plně spjata s místním klimatem a vlastnostmi použitych materiálů, jsou názorným příkladem řešení budov s minimální spotřebou provozní energie, bez jakéhokoliv narušení ekologické rovnováhy se svým okolím. Hrubé koncepcionní závady budov, z hlediska energetického systému, nebylo možné řešit dodatečně žádným dalším přívodem energií jednoduše proto, že žádné další nebyly k dispozici.

Tento harmonický vztah staveb a prostředí byl narušen až v 19. a 20. století, v souvislosti se všeobecným rozvojem průmyslu, nebývalou koncentrací obyvatelstva ve městech a následnou překotnou exploatací dosažitelných přírodních zdrojů. Přitom docházelo k postupné industrializaci výstavby, k vylehčování obvodových pláštů budov, zvětšování jejich výšky a objemů a nárůstu koncentrací osob. Rozvojem strojních klimatizačních soustav pak bylo možno uměle upravovat mikroklima celých budov nezávisle na ročním období, jak z důvodu technologie výroby, tak pro dosažení optimálních pracovních prostředí ve výškových a velkoprostorových administrativních stavbách. Komfortu bylo ovšem dosaženo za cenu obrovského nárůstu spotřeby energií, relativně velmi levných, které se ostatně donedávna považovaly za nevyčerpateľné, bez ohledů na ekologické a energetické dopady na celou budoucí společnost.

2. OSLUNĚNÍ VÍCEPODLAŽNÍCH BUDOV VE VZTAHU K JEJICH ENERGETICKÉ BILANCI

Současná situace v zásobování palivy a energiemi si dnes vyžaduje změnu i v příslušném stupni k zajištění optimálního mikroklimatu budov i stávajících, s důrazem na omezení množství dodávané energie a její racionální využití.

Jednou z možných, a dnes až příliš zpopularizovaných alternativ, je zachycení a využití dopadajícího slunečního záření v aktivních solárních systémech. Je přitom paradoxem, že právě pro budovy, které se na celkové spotřebě primárních energetických zdrojů vyspělých zemí podílejí více než 40 %, se donedávna posuzovala solární radiace jako vysloveně negativní jev pro tepelnou pohodu i energetickou bilanci budov, pouze z jednostranného hodnocení letní tepelné zátěže.

Z těchto hledisek se také vyvinuly i požadavky na klimatizační systémy, všechno používání determinálních a reflexních zasklení oken, pevných slunolamů i v mírném podnebném pásmu, apod. Tyto prvky se staly dokonce symbolem dnešního architektonického mezinárodního stylu, energetickou náročnost většinou ignorujícího. Důsledky tohoto jednostranného chápání oslunění budov se potom odráží např. v nutném celoročním umělého osvětlení, kdy determinální zasklení propouští často jen 45 % světla, dále v podstatném snížení pasivních solárních zisků okny v topném a přechodném období.

Z běžné praxe a z relací mezi četností výskytu venkovních teplot a skutečnou délkou topného období v mírném podnebném pásmu je zřejmé, že význam insolace je podstatný pro energetickou bilanci budov právě z hlediska topného období. Současné tepelně-technické normy však s tímto faktorem neuvažují. Z těchto důvodů jsou též okenní konstrukce, bez rozdílu orientace, považovány pouze za zdroj největších ztrát budov transmisí. Toto hledisko platí jistě při výpočtu maximálních tepelných ztrát při dimenzování otopných soustav, ale neplatí již pro celkovou energetickou bilanci a efektivnost budov v topném období. Osluněná okna z čirého skla vytvářejí dokonalý solární pasivní kolektor s výrazným energetickým ziskem, naproti tomu determinální a reflexní skla snižují celkovou propustnost slunečního záření více než o třetinu, spolu s trvalým snížením světelné propustnosti. Je však zřejmé, že tyto solární zisky lze v budovách účinně využít jen při dobré funkci centrální, či místní regulace členěné otopné soustavy, s možností přirozené akumulace tepla do masivních stropních a stěnových konstrukcí. U lehkých obvodových pláštů se zanedbatelnou jímavostí dochází navíc k intenzívnímu ohřevu vnějšího povrchu plného pláště a poměrně rychlému prohrátí konstrukce s vyšší teplotní vodivostí, při nestacionárním stavu. Snižuje se teplotní gradient obou povrchů, a tím množství tepla prostupujícího stěnu. U klasických těžkých obvodových stěn k tomuto jevu dochází omezeně, v důsledku jejich značné tepelné setrvačnosti. Při kolísavé intenzitě slunečního záření v průběhu dne totiž dochází ke značnému fázovému zpoždění a rychlému útlumu teplotních vln v konstrukci.

3. VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE VÍCEPODLAŽNÍCH BUDOV VE VZTAHU K JEJICH ENERGETICKÉ BILANCI

Dalším faktorem, který zásadně ovlivňuje energetickou spotřebu budov, jsou tepelné ztráty při neregulovatelném větrání. Při dnešních, všeobecně se zvyšujících, tepelných odporech plných pláštů, převyšuje tato neřízená infiltrace a exfiltrace

vzduchu náporem větru a gravitačním vztlakem u vícepodlažních budov, běžně tepelné ztráty transmisí, dochází k průvanu a nepřípustnému ochlazování, do budovy se dostává vnější vzduch znečištěný prachem a exhalacemi.

Ve vícepodlažních budovách dochází totiž v topném období k charakteristickému rozvrstvení teplot po výšce schodišťových a výtahových šachet, stacionárnímu vztlaku a gravitačnímu proudění vzduchu. U výškových budov tento vztlak překonává dynamický tlak běžně působícího větru v převážné délce topného období a v nejvyšších podlažích tak dochází ke stálé exfiltraci vnitřního vzduchu po celém obvodu budovy. Naopak nejnižší podlaží se intenzívne ochlazují infiltrací vnějšího vzduchu proudícího po celém obvodu dovnitř budovy. Celkové výměny vzduchu přitom podstatně převyšují hygienicky optimální kritéria. Při použití dřevěných netěsněných oken, jejichž objemová spárová provzdušnost po zabudování a vlivem stárnutí převyšuje normativní hodnoty i několikanásobně, je intenzita nežádoucí výměny vzduchu podstatně vyšší.

Všechny snahy tedy logicky vedou k dokonalému utěsnění, popřípadě k úplné hermetizaci všech spar obvodových pláštů. Nastává však opačný extrém z hygienického hlediska, neboť přirozeně nelze zaručit stálý přívod čerstvého vzduchu, který pro zajištění optimálního mikroklimatu budov pro trvalý pobyt činí minimálně 10 až 40 m³ vzduchu za hodinu na osobu, s možnou krátkodobou redukcí.

Jelikož z hlediska pohody mikroklimatu lze pokládat význam kvality vzduchu rovnoocenný tepelné pohodě, zavádějí některé zahraniční normy nucené řízené větrání pro všechny druhy budov, v závislosti na skutečném režimu provozu a využití, a okna separují od větrací funkce. Pro budovy bez klimatizace tím odpadá nutné nárazové větrání otevřením dokonale těsněných oken, které hlavně pro výškové budovy představuje vážné porušení komfortu prostředí. Řízením větrání lze zároveň zajistit požadovanou intenzitu výměny vzduchu pro odvedení solární zátěže v letním období, což gravitačně infiltraci zaručit nelze. Úplným uzavřením okenních spar se navíc snižuje i přenos stále vzrůstajícího hluku zvenčí do budovy.

Současné i očekávané problémy při zajišťování energií se dnes odráží i v radikálním omezování počtu nových klimatizačních zařízení pro nevýrobní objekty, popřípadě i v jejich zákazu (u nás pokyny FMTIR č. 6/1978). Z energetického hlediska dosahují totiž provozní náklady běžné komfortní klimatizace i čtyřnásobku vůči běžným systémům ústředního vytápění [3], což představuje za dobu reálné životnosti budov až 190 % jejich celkových investičních nákladů. Pořizovací náklady vlastní klimatizace jsou přitom až 8 × vyšší oproti soustavám ústředního vytápění, navíc s omezením faktické životnosti max. na 15 až 20 let.

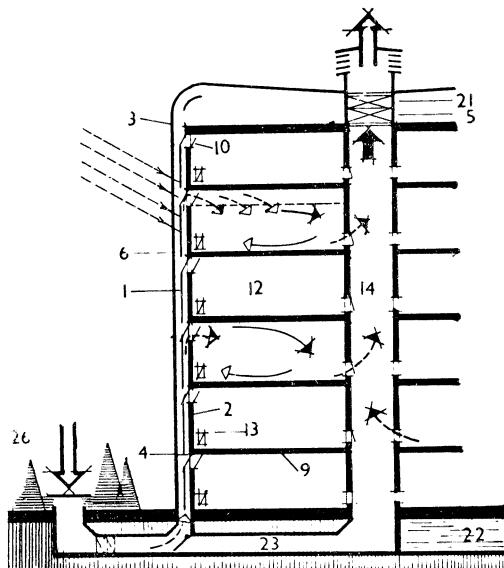
Z hlediska pohody mikroklimatu bývají klimatizační systémy stejně nakonec problematické. Převážně teplovzdušné systémy totiž nezajistují hygienicky nutnou složku sálavého tepla a tepelnou pohodu je nutno dosáhnout nevhodně zvýšenou teplotou větracího oběhového vzduchu. Při jeho tepelné a vlhkostní úpravě dochází podle [4] i k nevhodně změně ozón-iontového režimu, kdy je snížen obsah ozónu, na filtroch zachycena většina aerosolů a vzduch je zbaven přirozené svěžesti. Při vysoké citlivosti lidského organismu na kvalitu uměle upraveného vzduchu, zároveň s jeho nepříznivě konstantními teplotami, dochází v průběhu dne u většiny osazenstva k pocitům únavy, fyziologické deprese, „nedostatku kyslíku“ a tepelnému diskomfortu, které se u běžných neklimatizovaných budov prakticky nevyskytuji.

4. INTEGROVANÉ SYSTÉMY OBVODOVÝCH STĚNOVÝCH KONSTRUKCÍ

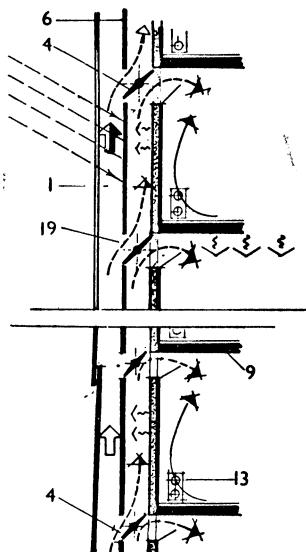
Na základě výše uvedených faktorů dnes vyúsťují některá nekonvenční řešení obvodových stěnových konstrukcí v celé integrované systémy, radikálně snižující tepelné ztráty budov v topném období a nežádoucí zisky při oslunění v letním období. Tyto systémy, při dynamické proměně funkce v celém rozsahu obvodového pláště, zajišťující celoročně gravitační řízené větrání, absorpci i krátkodobých slunečních zisků v topném období přímo ve vlastní konstrukci pláštů, dále rekuperaci odpadního tepla prostupujícího do dutin obvodového pláště pro předehřátí větracího vzduchu.

Konstrukční podstata řešení spočívá v předsazení dvojitého plného, popřípadě transparentního pláště před vlastní tepelněizolační stěnu budovy s reflexním povrchem. Mezihlá přepážka je členěna horizontálními otvory, s vestavěnými reverzačními klapkami a lamelovými žaluziemi mezi zasklení oken, separované do vnitřního a vnějšího pláště.

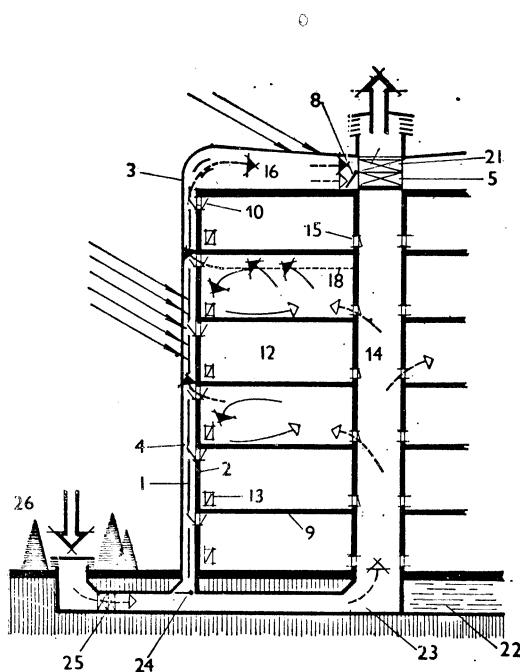
V topném období (obr. 1, 2) zajišťuje dvouvrstvá dutina řízený přívod čerstvého větracího a filtrovaného vzduchu do jednotlivých podlaží budovy podstropními vyústkami, kde dochází ke směšování s recirkulačním vzduchem mimo oblast pobytu lidí. Při proudění v dutinách se venkovní vzduch pro větrání postupně předehřívá tepelným tokem prostupujícím z budovy přes plné i prosklené části pláště v závislosti na průtokovém množství větracího vzduchu, jeho rychlosti proudění, na rozdílu teplot obou povrchů dutiny a jejich kvalitě. Přestup tepla sáláním v dutinách je redukován použitím povrchů s nízkou emisivitou. Při oslunění se intenzita ohřevu vzduchu v dutinách před zaústěním do budovy podstatně zvyšuje. Odpadní teplý vzduch z jednotlivých podlaží, včetně tepelné vnitřní zátěže, je pak odveden gravi-



Obr. 1. Svislý řez vícepodlažní budovou s respirační obvodovou stěnou — funkce v topném období.



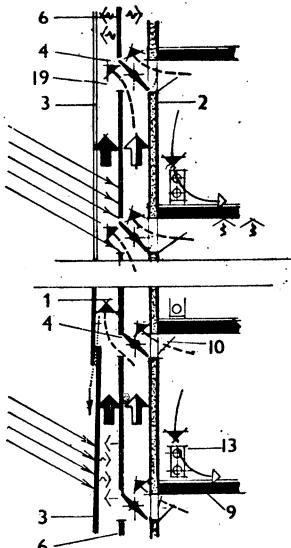
Obr. 2. Detail respirační stěny pro topné období. Ve spodní části s plným vnějším krytem; v horní části s transparentním krytem a mezilehlým absorbérem slunečního záření.



Obr. 3. Svislý řez vícepodlažní budovou s respirační obvodovou stěnou — funkce v letním období.

tačně centrální vnitřní ventilační šachtou z budovy. V komplexním integrovaném systému se využívá jako ekologicky nejvhodnější, celoroční zdroj nízkopotenciálního tepla v tepelném čerpadle typu vzduch-voda, s vysokou termodynamickou účinností pro velkoplošné otopné soustavy ústředního vytápění a pro ohřev TUV.

Na obr. 3, 4 je schéma letního větrání budovy respirační stěnou s přetícením vestavěných klapk a se změnou proudění vzduchu. Ohřátý vzduch v osuněných dutinách obvodové stěny gravitačně proudí vzhůru a nasává odpadní větrací vzduch z podstropních vyústek jednotlivých podlaží. Přívod ochlazeného vzduchu čerstvého pro větrání budovy je obdobně řešen vnitřní ventilační šachtou a podzemním



Obr. 4. Detail respirační stěny pro letní období.

kanálem z parkové skrápěné neosuněné zeleně s přirozenou filtrovánou schopností a vlhčením. Odvedením tepelné zátěže přímo z povrchu pláštů a vestavěných meziokenních žaluzií intenzívním větráním, se podstatně zvyšuje tepelná stabilita i budov s lehkým obvodovým pláštěm, pro které by byla strojní klimatizace nevyhnutelná. Horký vzduch z vnější dutiny je obdobně přiveden k výměníku tepelného čerpadla pro akumulační ohřev TUV nebo topného média.

Ž konstrukčního i funkčního hlediska vytváří obvodová respirační a rekuperáční stěna systému v celém rozsahu vzduchovod, a solární vzduchový kolektor, jako integrální součást obvodového pláště budovy. Při absorpci slunečního záření se efektivně využívá i krátkodobých tepelných zisků při osunění v průběhu celého topného období, v důsledku velmi nízké hmotnosti a zanedbatelné tepelné setrvačnosti absorbérů. Výhodná je účinnost pro požadovanou nízkoteplotní oblast přímého ohřevu větracího vzduchu, neboť absorbér pracuje s relativně nízkým teplotním gradientem vůči okolnímu ovzduší. Tím se redukují tepelné ztráty povrchů absorbérů konvekcí i sáláním, oproti jiným běžně používaným solárním systémům. Podstatně se zvyšuje životnost kolektorů, při nepatrých náročích na těsnost a mrazuvzdornost.

Integrované systémy zajišťující řízené větrání snižují vertikální nerovnoměrnost teplot vzduchu v podlažích, a zcela odstraňují neregulovatelnou infiltraci v budově při větru i gravitačním vztlaku schodišťových šachet. Sklopením žaluzí mezi okny se zcela vylučuje přímý prostup solární radiace v letním období, a naopak v topném období v noci, se podstatně zvyšuje jejich tepelný odpor, při snížené intenzitě větrání.

Systémy jsou výhodné pro komplexní tepelně technické úpravy stávajících budov, kdy předsazením jednoduchých pláštů zvyšují celkový efekt úprav vůči klasickým metodám, což je při dnešní ekonomické preferenci rekonstrukce stávajícího fondu velmi závažné.

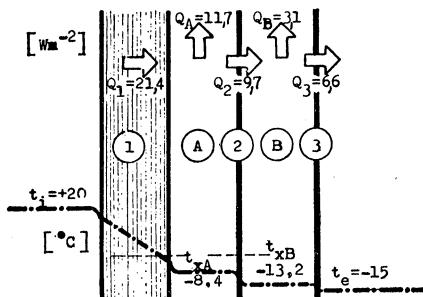
Ze stavebně konstrukčního hlediska se zvyšuje celková životnost obvodových pláštů a okenních konstrukcí, kdy separací jednotlivých funkcí respiračních stěn zcela odpadají dosud běžné poruchy pláštů vyvolané kondenzací difundujících par, zatékáním, promáčením a dilatací, a kde vnitřní tepelně-izolační stěna i vestavěné žaluzie jsou předsazeným krytem chráněny před účinky povětrnosti, tj. atmosférické vlhkosti, větru, extrémních teplot a slunečního záření. Znečištění povrchů pláštů uvnitř dutin lze zamezit nanesením vrstvy silikonových polymérů trvale odpuzujících vodu a prach.

V altenativě lze integrovaný systém řešit i s recirkulací solárně ohřátého vzduchu z respiračních stěn přes prostory dutinových masivních stropů jednotlivých podlaží, které tak vytvářejí krátkodobé akumulátory solární energie, a zároveň převádí solární zisky i na neosluněnou stranu budovy.

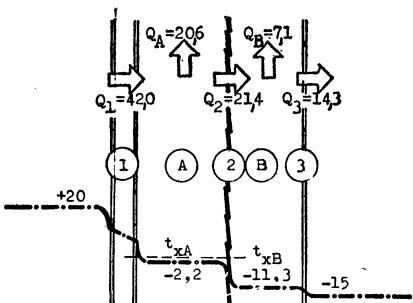
5. TEPELNĚ TECHNICKÝ VÝPOČET RESPIRAČNÍCH OBVODOVÝCH STĚN JAKO TEPELNÝCH REKUPERÁTORŮ

Výpočet vychází ze zjednodušujícího předpokladu stacionárního teplotního stavu v celé konstrukci v topném období a rozdělení prostupujících tepelných toků vnitřní stěnou pro předehřátí proudícího větracího vzduchu do budovy, a do prostupu vnějším pláštěm (obr. 5—7). Rozdělení tepelných toků probíhá podle exponenciálních funkcí v závislosti na výšce, hmotnostním průtoku vzduchu a na ekvivalentních součinitelích přestupu tepla sáláním, konvekcí a transmisí v obou vzduchových dutinách (obr. 11, 12), kdy postupně vzniká tepelná zóna proudícího vzduchu.

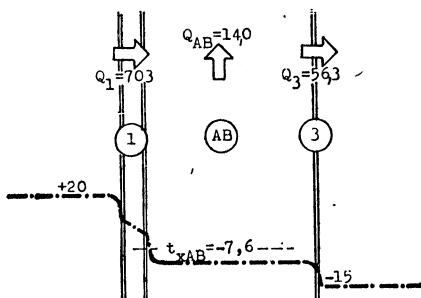
Výpočet je proveden pro výsek respirační stěny vícepodlažní budovy šířky 1 m, konstrukční výšky podlaží h_1 pro vnitřní dutinu s hmotnostním průtokem vzduchu $M_A = \text{konst.}$ a pro výšku H vnější dutiny s hmotnostním průtokem $M_B = f(x_B)$.



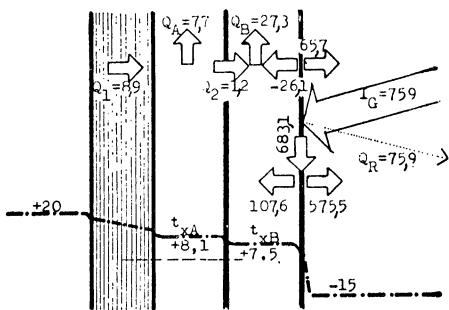
Obr. 5. Plná respirační stěna alt. IV/a — neosluněná.



Obr. 6. Kombinovaná respirační stěna alt. IV/b — neosluněná.



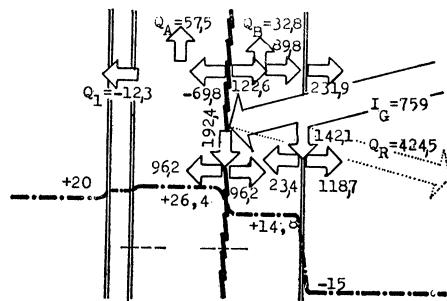
Obr. 7. Celoprosklená respirační stěna alt. IV/c — neosluněná.



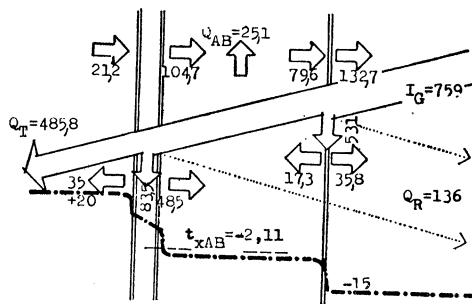
Obr. 8. Plná respirační stěna alt. IV/a — osluněná.

Pro přestup tepla mezi povrchy jednotlivých pláštů dutin jsou zavedeny ekvivalentní součinitelé přestupu tepla sáláním, v závislosti na průměrných teplotách a kvalitě protilehlých povrchů, postupnou approximací se zpětnou kontrolou podle průběhu skutečných teplot:

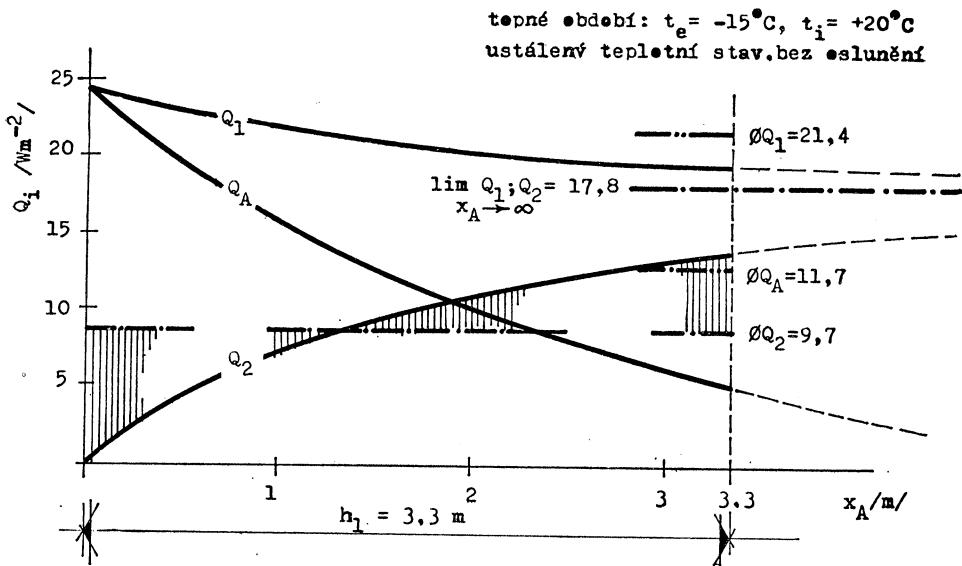
$$\alpha_{sv} = 2C_n \xi \psi = \frac{2}{\frac{1}{c_j} + \frac{1}{c_{j+1}} - \frac{1}{c_0}} \cdot \frac{\left(\frac{T_j}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_{j+1}}{100}\right)^4}{T_j - T_{j+1}} \cdot 1,0. \quad (1)$$



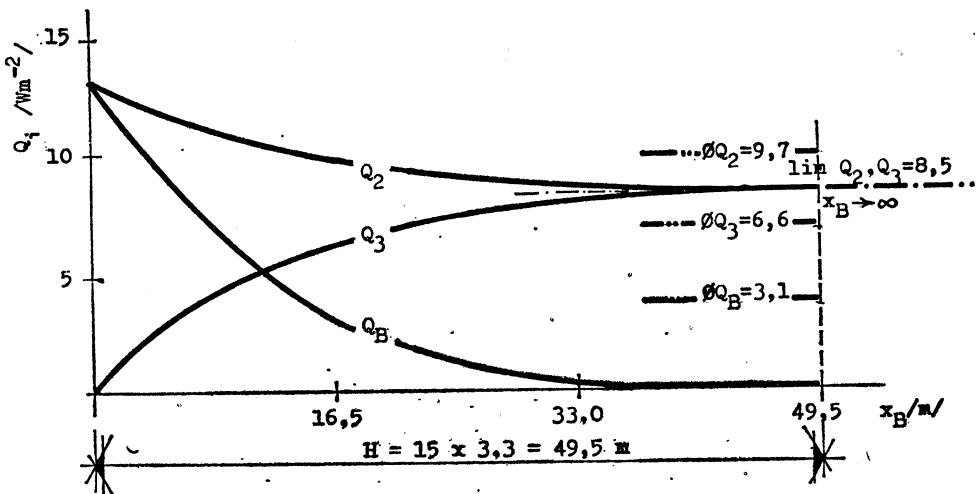
Obr. 9. Kombinovaná respirační stěna alt. IV/b — osluněná.



Obr. 10. Celoprosklená stěna alt. IV/c — osluněná.



Obr. 11. Průběh tepelných toků po výšce vnětřní dutiny „A“ stěny alt. IV/a.



Obr. 12. Průběh tepelných toků po výšce vnější dutiny „B“ stěny alt. IV/a.

Ekvivalentní součinitelé prostupu tepla dutinami

$$\alpha_{0v} = \frac{2\lambda_0}{d_{vm}}. \quad (2)$$

Součinitely přestupu tepla konvekcí jsou uvažovány pro průměrné teploty povrchů a vzduchu postupnou approximací.

Pro přirozené proudění je

$$\alpha_{kp} = 1,55 \sqrt[3]{\Delta_{pv} \cdot \mu}. \quad (3)$$

Pro nucené proudění je

$$\alpha_{kn} = \frac{5,88 \cdot v_{A,B}^{0,8}}{\sqrt[5]{H}} \cdot \mu. \quad (4)$$

Součinitelé prostupu tepla jednotlivých pláštů respirační stěny, pro vlastní tepelné odpory $R_{s2} = R_{s3} = 0$:

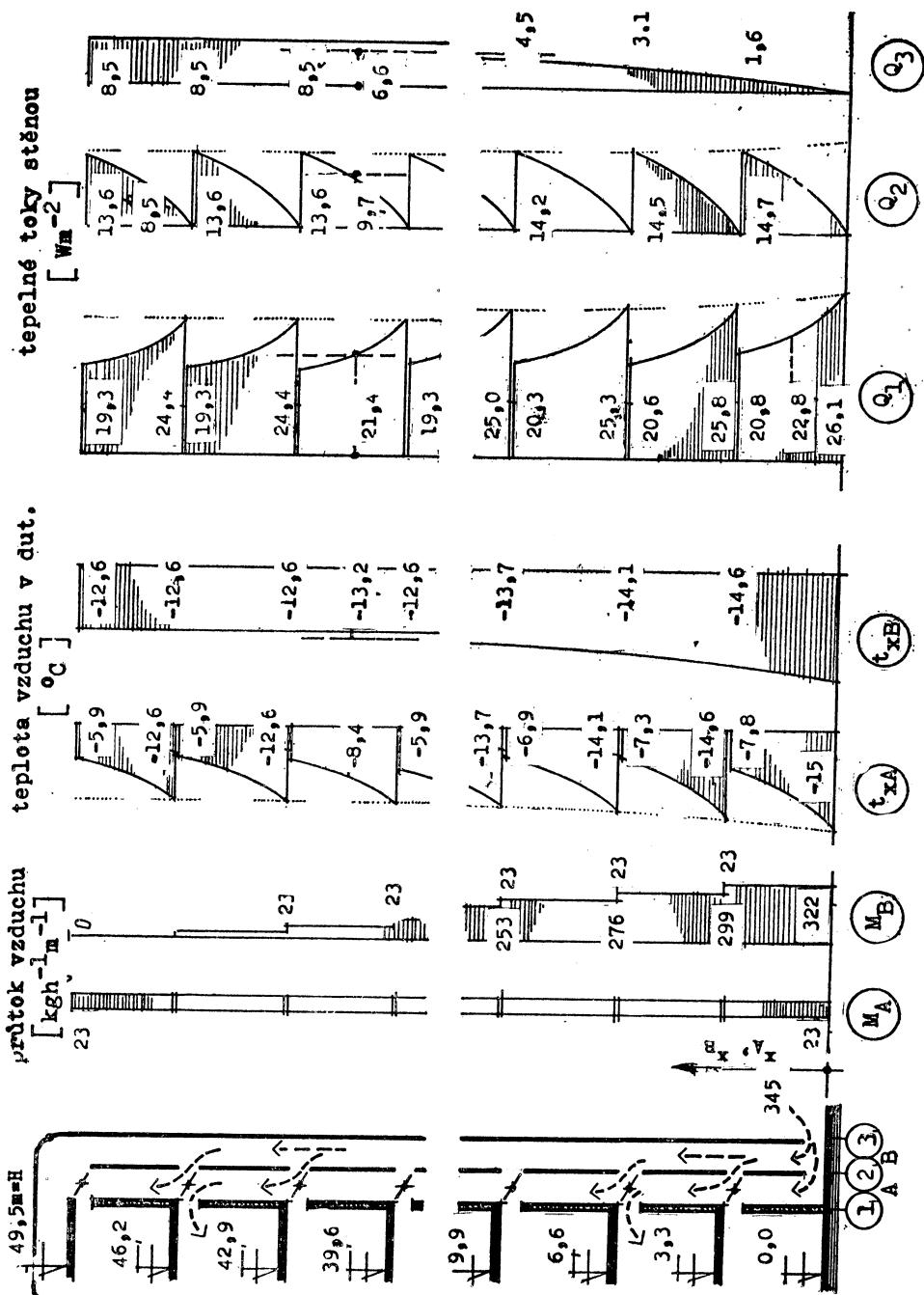
$$\frac{1}{k_1} = \frac{1}{\alpha_{is_k}} + R_{s_1} + \frac{1}{\alpha_{sv_{12}} + \alpha_{0v_{12}} + \alpha_{k_{1A}}}, \quad (5)$$

$$\frac{1}{k_2} = \frac{1}{\alpha_{sv_{21}} + \alpha_{0v_{21}} + \alpha_{k_{2A}}} + \frac{1}{\alpha_{sv_{23}} + \alpha_{0v_{23}} + \alpha_{k_{2B}}}, \quad (6)$$

$$\frac{1}{k_3} = \frac{1}{\alpha_{sv_{32}} + \alpha_{0v_{32}} + \alpha_{k_{3B}}} + \frac{1}{\alpha_{e_{sk}}}. \quad (7)$$

a) Netransparentní stěny — neosluněné

Z podmínky tepelné bilance při proudění vzduchu ve dvojitě respirační stěně (obr. 5) vyplývají pro nekonečně malý element výšky stěny $dx_A = dx_B$, šířky 1 m, obecné rovnice tepelných toků (analogie lit. 6):



Obr. 13. Průběh hodnot M ; t_x ; Q_1 , po výšce budovy.

$$Q_1 = Q_A + Q_2, \quad (8)$$

$$Q_2 = Q_B + Q_3. \quad (9)$$

$$\text{Z toho: } \frac{Q_1}{Q_1} = \frac{(Q_A + Q_B) + Q_3}{(Q_A + Q_B) + Q_3}, \quad (10)$$

$$\text{kde } Q_1 = k_1(t_i - t_{x_A}) \cdot dx_A, \quad (11)$$

$$Q_2 = k_2(t_{x_A} - t_{x_B}) \cdot dx_{A,B}, \quad (12)$$

$$Q_3 = k_3(t_{x_B} - t_e) \cdot dx_B, \quad (13)$$

$$Q_A = 0,278 M_{AC} dt_{x_A} = 0,278 M_{AC}(t_{x_{A1+1}} - t_{x_{A1}}), \quad (14)$$

$$Q_B = 0,278 M_{BC} dt_{x_B} = 0,278 M_{BC}(t_{x_{B1+1}} - t_{x_{B1}}), \quad (15)$$

$$1 \text{ kJh}^{-1} = 0,278 \text{ W.}$$

Při výpočtu průběhu teplot vzduchu v dutinách lze vycházet z limitních hodnot tepelných toků v dutině „B“ (obr. 12, 13), kde při $x_B \rightarrow \infty$ je tepelný tok pro ohřev vzduchu: $\lim_{dt_{x_B} \rightarrow 0} Q_B = 0$. Pro hodnoty $x_B \rightarrow H$, kde $M_B \rightarrow 0$, lze též položit $Q_B = 0$, a tedy na výše podlaží h_{1A} je podle obr. 13:

$$Q_2^\Phi = Q_3. \quad (16)$$

Dosazením rovnic (12, 13) do (16) s postupnou approximací podle (18) se stanoví vyhovující hodnoty t_{x_B} ; $t_{x_A}^\Phi$.

Průběh teplot ve vnitřní dutině „A“ v oblasti $x_B \rightarrow H$ je pro $t_{x_B} = \text{konst.}$, vyjádřen rovnicí (8), po integraci a úpravě ve tvaru

$$t_{x_A} = \frac{\mathfrak{M}_A}{k_1 + k_2} + \frac{[t_{0A}(k_1 + k_2) - \mathfrak{M}_A]}{k_1 + k_2} \cdot e^{-\varphi_{Ax_A}}, \quad (17)$$

kde $\mathfrak{M}_A = k_1 t_i + k_2 t_{x_B}$,

$t_{0A} = t_{x_B}$ — teplota vzduchu vstupujícího do dutiny „A“ z dutiny „B“ v podlaží,

$$\varphi_A = \frac{k_1 + k_2}{M_A \cdot c \cdot 0,278},$$

x_A — souřadnice výšky [m],

M_A = konst.

Průměrnou hodnotu $t_{x_A}^\Phi$ pro výpočet celkové tepelné bilance dutiny „A“ lze stanovit:
— z výpočtu a sumace tepelných toků $Q_1; Q_2; Q_A$ po výše dutiny h_1 v dostatečně malých intervalech výšky x_A (obr. 11, 13)
— přímou integrací ze vztahu:

$$t_{x_A}^\Phi = \frac{\mathfrak{M}_A}{k_1 + k_2} + \frac{[t_{0A}(k_1 + k_2) - \mathfrak{M}_A]}{k_1 + k_2} \cdot \frac{\int_0^{h_1} e^{-\varphi_{Ax_A}} dx_A}{h_1}. \quad (18)$$

Průběh teplot t_{x_A} v oblasti výšky stěny $x_B \rightarrow 0$ se stanoví pomocí rovnice (17), kde teplota vstupujícího vzduchu $t_{0A} = t_{x_B} = t_e$.

Průběh teplot ve vnější dutině „B“ přibližně pro $t_{x_A}^\Phi = \text{konst.}$, je vyjádřen rovnicí (9) po integraci a úpravě ve tvaru

$$t_{x_B} = \frac{\mathfrak{M}_B}{k_2 + k_3} + \frac{[t_{0B}(k_2 + k_3) - \mathfrak{M}_B]}{k_2 + k_3} \cdot e^{-\frac{x_B}{M_{x_B}}}, \quad (19)$$

kde $\mathfrak{M}_B = k_2 t_{x_A}^\Phi + k_3 t_e$,

$t_{0B} = t_e$ — teplota vzduchu vstupujícího do dutiny „B“ z venkovního prostředí,

$$x_B = \frac{k_2 + k_3}{0,278 \cdot c},$$

x_B — souřadnice výšky [m],

$M_{x_B} = f(x_B)$.

Průměrnou hodnotu t_{x_B} pro výpočet celkové tepelné bilance dutiny „B“ se stanoví z výpočtu a sumace tepelných toků Q_2 ; Q_3 ; Q_B po výšce dutiny $H = p \cdot h_1$; pro $M_{x_B} \neq \text{konst.}$ (obr. 12, 13).

Skutečná bilanční ztráta, jako tepelný tok prostupující respirační stěnou do ovzduší, při zaústění předechněného větracího vzduchu z dutin do jednotlivých podlaží, pro element výšky dx_{AB} a šířku 1 m vyplývá z rovnice (10)

$$Q_{ztr} = Q_3 = Q_1 - (Q_A + Q_B). \quad (20)$$

Skutečný průměrný součinitel prostupu tepla celé konstrukce stěny, při rekuperaci prostupujících tepelných toků do větracího vzduchu v dutinách, je pro výšku H_B a šířku 1 m

$$k_{ef} = \frac{1 \cdot \int_0^H Q_{ztr} \cdot dx_B}{\sum F_H \cdot (t_i - t_e)}. \quad (21)$$

Bilanční tepelná ztráta větráním výšeku podlaží budovy přeypočtená na 1 m² obvodové konstrukce je pro Δt_{max} :

$$Q_v^1 = \frac{1}{h_1} \cdot 0,278 \cdot M_{AJ}(t_i - t_e). \quad (22)$$

Jestliže uvažujeme $Q_A = Q_B = 0$ (pro $dt_{x_A} = dt_{x_B} = 0$), přechází rovnice (8, 9) do tvaru

$$Q_1 = Q_2 = Q_3, \quad (23)$$

což představuje řešení uzavřených vzduchových dutin, za předpokladu shodných součinitelů prostupu tepla. Přitom tepelné toky, i celkový součinitel prostupu tepla konstrukce, jsou zároveň limitou tepelných toků a k_{ef} podle rovnice (21), pro libovolná průtoková množství vzduchu M_A ; M_B , pro výšku stěny $x_A = x_B = \infty$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} k_{ef} = k_{uzavř dut}. \quad (24)$$

b) Netransparentní stěny — osluněné

Jejich výpočet vychází obdobně z předpokladu stacionárního stavu v konstrukci, při zanedbatelné tepelné setrvačnosti hliníkových předsazených pláštů.

V literatuře se pro výpočet plných stěn běžně zavádí tzv. efektivní teplota pro účinek slunečního sálání a konvekce

$$t_{ef} = t_e + \frac{Q_{AJ}}{\alpha_{e_{xs}}}. \quad (25)$$

Tepelně technický výpočet dvojitě osluněné respirační stěny, s odlišným a po výšce proměnným průtokovým množstvím vzduchu v každé dutině, je však řešitelný pouze matematickou podobností exponenciálních funkcí průběhu teplot v osluněné stěně, s průběhem teplot v neosluněné stěně, podle (17), (19) pro shodné okrajové podmínky a součinitel β_0 :

Pro $x_B \rightarrow H$ a $dt_{x_B} \rightarrow 0$ platí, že $Q_B = 0$; $Q_A^s = \beta_0 Q_1^s$.

Tepelný tok absorbovaný vnějším pláštěm

$$Q_{AJ} = I_G \cdot A, \quad (26)$$

kde A je součinitel absorpcie slunečního sálání.

Potom do dutiny „B“ se předává (obr. 8 až 10)

$$Q_{js} = Q_{AJ} \cdot \frac{\alpha_{jR}}{\alpha_{e_{ks}} + \alpha_{jR}}, \quad (27)$$

a rovnice (8, 9, 16) přecházejí do tvaru

$$(1 - \beta_0) Q_1^s = Q_2^s, \quad (28)$$

$$Q_2^s = Q_3^s - \frac{Q_{AJ} \cdot \alpha_{jR}}{\alpha_{e_{ks}} + \alpha_{jR}}, \quad (29)$$

jejich řešením lze vyjádřit pro $x_B \rightarrow H$ hodnoty $\Phi t_{xA}^s; t_{xB}^s$.

Hodnoty $\Phi t_{xB}^s; \Phi t_{xA}^s$ po výšce budovy H , pro výpočet tepelné bilance, se stanoví podobností průběhu exponenciálních funkcí teplot s průběhem v neosluněné stěně ($\Phi t_{xB}^0; \Phi t_{xA}^0$)

$$\Delta \Phi t_{xB}^s = \Delta \Phi t_{xB}^{0,1} \frac{\Delta t_{xB}^s}{\Delta t_{xB}^0}; \quad \Phi t_{xB}^{0,1} = \Delta \Phi t_{xB}^{0,1} - t_e, \quad (30)$$

$$\Delta \Phi t_{xA}^s = \Delta \Phi t_{xA}^{0,1} \frac{\Delta t_{xA}^s}{\Delta t_{xA}^0}; \quad \Phi t_{xA}^{0,1} = \Delta \Phi t_{xA}^{0,1} - t_e. \quad (31)$$

Dosazením do (11 až 15) se stanoví tepelné toky Q_1^s až Q_B^s , a skutečná tepelná ztráta, event. tepelný zisk, pro element výšky dx_{AB} respirační stěny

$$Q_{ztr}^{0,1} = Q_3^s = Q_1^s - (Q_A^s + Q_B^s). \quad (32)$$

Pro plné stěny, a stěny s uzavřenými vzduchovými dutinami, lze určit přímo z (27) superpozici redukovaný tepelný tok pro dx_{AB}

$$Q_{ztr}^{0,1} = Q_0 - Q_{AJ} \frac{\alpha_{jR}}{\alpha_{e_{ks}} + \alpha_{jR}}, \quad (33)$$

kde Q_0 je tepelný tok v neosluněné stěně a α_{jR} redukovaný součinitel pro součet tepelných odporů stěn a při přestupu z povrchů

$$\alpha_{jR} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_j} + \sum_{j=1}^n R_j}. \quad (34)$$

c) Transparentní stěny

Výpočet bez účinku oslunění je analogický ad a); při oslunění se navíc zavádí absorpcie globálního slunečního záření v závislosti na druhu zasklení, tloušťce skla a úhlu dopadu slunečních paprsků. Pro čiré zasklení a úhel $\omega \geq 30^\circ$ je podle obr. 9, 10

$$Q_{AJ} = 0,023 \delta I_G. \quad (35)$$

Rozdělení tepelných toků Q_{is} do vnitřního, a Q_{es} do vnějšího prostředí, je závislé na poměru

$$\nu = \frac{\alpha_{jR}}{\alpha_{e_{ks}}}. \quad (36)$$

Hodnota tepelného toku přímé radiace Q_T , prostupující do budovy solární transmisí, je zavedena průměrem charakteristické propustnosti v oblasti světelného a infračerveného spektra, pro přímé a difúzní sluneční záření vlnových délek $\lambda = 0,38$ až $2,5 \mu\text{m}$ podle obr. 10.

6. TEPELNĚ TECHNICKÉ VYHODNOCENÍ A BILANCE OBVODOVÝCH STĚNOVÝCH KONSTRUKcí

V tabelárním sestavení jsou porovnány bilance různých konstručních alternativ obvodových stěnových konstrukcí vícepodlažních budov v topném období. Základem jsou běžné stěny podle původní a revidované ČSN 73 0540, dále jsou vyhodnoceny extrémně tepelně zesílené stěny, složené stěny s uzavřenými a otevřenými vzduchovými dutinami a na závěr respirační stěny integrovaného systému.

V tab. 1 jsou uvedeny základní výpočtové charakteristiky a maximální tepelné ztráty vlastních plných stěn bez oslunění.

V tab. 2 s okny a ekvivalentním účinkem větrání budovy pro výpočtové teploty $t_{e \min}$, rozhodující pro dimenzování otopných systémů. Výměna vzduchu $n = 1 [\text{h}^{-1}] = \text{konst.}$, odpovídá běžnému dlouhodobému průměru vícepodlažních budov v topném období.

V tab. 3 je vyhodnocen vliv oslunění ($I_{Gmax}; z = 3$) na snížení maximálních tepelných ztrát transmisí při snížení teplotních gradientů povrchů, pro plné i okenní konstrukce.

V tab. 4 je celková bilance včetně větrání a solární transmise prostupující okny (Q_T).

V tab. 5 jsou závěrečné energetické bilance alternativ obvodových stěn pro patnáctipodlažní budovu, pro průměrné teploty v průběhu topného období $t_{e \text{ str.}}$, rozhodující pro celkovou spotřebu energie pro vytápění a větrání, včetně účinku oslunění, se zanedbáním ztrát střechou a vnitřními stěnami. Orientace hlavních podélných průčelí J—S; hloubka budovy 12,8 m; teplotní oblast I; 50°s. š. ; $d = 210 \text{ dnů}$; $t_{e \text{ str.}} = +3,27^\circ \text{C}$; $t_i = 20^\circ \text{C}$. V tepelných bilancích je teoreticky uvažováno s absolutní tepelnou jímavostí solárních zisků do vnitřních masivních konstrukcí stěn a stropů, pro zprůměrovanou skutečnou dobu oslunění v topném období $\tau_{skut} = 3,1 \text{ h d}^{-1}$ a střední intenzitu slunečního sálání $I_{Gstr} = 465 \text{ W m}^{-2}$. Výpočty vycházejí z předpokladu quasistacionárního teplotního stavu v konstrukcích při nepřerušovaném vytápění.

Ze zpracování bilancí je zřejmé, že pouhé zvyšování tepelných odporů plných obvodových stěn budov podle ČSN 73 0540 podle alt. 1/a; 1/b, neprináší v celkových bilancích podstatnější energetické úspory. Současně používáná okna s nízkým tepelným odporem a neregulovatelnými infiltračními ztrátami zásadně zhoršují celkové bilance. Jestliže byly transmisi ztráty původní plnou stěnou o 62 % vyšší, vůči ztrátám podle revidované normy, tak s běžným rozsahem prosklení byly vyšší jen o 15 % a s ekvivalentním účinkem větrání pouze o 7 % (viz tab. 1, 2). V celkové bilanci budovy v topném období včetně oslunění, potom je snížení ztrát obvodových pláštů podle revidované normy pouze 7,5 % (viz tab. 5).

Při tepelně-technickém vyhodnocení integrovaných respiračních stěn konstrukcí alternativy IV/abc, bez funkce tepelných čerpadel, se tepelné ztráty transmisí

Tab.1 OSVODOVÉ STĚNY PLÍNĚ / tepelné ztráty prostředem vln. IV s různými konstrukcemi pro stěny.

topné období: $t_e = -15^\circ\text{C}$; $t_1 = +20^\circ\text{C}$; $\alpha_e = 23 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^{-1}}$ = konst.
ustálený teplotní stav, bez solárních zisků.

alt., konstrukční návrh	terefly editor konstrukce stěna = pláště římov. /varv. /celk. R ₁ / R ₂ / R ₃ / ΣR_p	vzduchové dutiny			stěna + pláště			skut. skut. zur. souš. index Kef. η / $\eta^2 / 100$	
		norm. km. průtok ΣR_p			\emptyset trubky				
		R _A	R _B	R _C	t _{X_A}	t _{X_B}	Q ₁ Q ₂ Q ₃		
I/a	jednoduchá stěna tepelně izolovaná podle ČSN 730540	refid. R = 0,95	-	-	0,168 1,118 0,894	∞	∞	-15 31,3 -	31,3 0,894 1,0 0
I/b	jednoduchá stěna tepelně izolovaná zesílena na hodnotu R = 4,83	4,83	-	-	0,168 5,0 0,2	∞	∞	-15 -15 50,8 -	50,8 1,453 1,62 462,0
II/c	silovená stěna s uzavřenou dutinou vnitřní stěna terel. izol. R = 0,95 předsaz. pláště 2xAL plech / 2 x 5 cm	0,95	≈ 0	≈ 0	1,159 2,109 0,474	0	0	-2,2 -10,4 16,6	16,6 16,6 16,6 0,474 0,532 -46,8
III	zložená stěna s otevřenou dutinou využitím píedení výzduchu máno burový konstrukce dílo II - bez recyklace	0,95	0	0	1,159 2,109 0,474	23	$\frac{345}{2}$ -8,4 -13,2	21,4 9,7 6,6	21,4 6,6 6,6 0,685 -31,5
IV/a	složená respirační stěna s otevřenou výzdušní dírou 2 x 5 cm, slunt. zaštiťání předemřáděnou výzdušnou do budovy, konstrukce dílo II/	0,95	0	0	1,159 2,109 0,474	23	$\frac{345}{2}$ -8,4 -13,2	21,4 9,7 6,6	6,6 0,168 0,212 -78,8
IV/b	alozená respirační stěna s otevřenou výzdušní dírou 2 x 5 cm, slunt. do budovy, +/ vnitřní stěna připr. záv. až. jas. i. jas. / Al žaluzie i. výj. jas. jednoduch. zasklení	0,179	0	0	1,04 1,22 0,517	23	$\frac{345}{2}$ -2,2 -11,3	42,0 21,4 14,3 14,3	0,41 0,459 -54,1
IV/c	složená respirační stěna s otevřenou výzdušnou dutinou slunt. výzdušnou do budovy, +-/ vnitřní stěna připr. záv. až. jas. i. jas. / vnejší plášt' jednoduché zasklení	0,179	0	0	0,348 0,527 1,897	$\frac{345}{2}$ -	-7,6 70,3 -	56,3 56,3 1,61 1,79 -	

$$k_{\text{eff}} = \frac{1}{\Sigma R_p + \Sigma R_{\text{pr}}} \quad \dots \quad \text{vypočtený součinitel prostupu tepla konstr.}$$

$$k_{\text{eff}} = \frac{H_A / Q_{\text{str}} \cdot \delta x_B}{\Sigma R_{\text{AB}} / \left(t_1 - t_e \right)} \quad \dots \quad \begin{aligned} &\text{osíručený dosazený } \emptyset \text{ součprostupu tepla} \\ &\text{pri průdušní výměně v dutinách, } Q_{\text{str}} \text{ po výšce H=49,5 m} \end{aligned}$$

$M_{Bx} = f / x_B / \dots \dots$ hmotnostní průtok vzdachu v dut. B
+/ funkční analenze pro výpočet oken, konstr. stěny
v noci / sklopné usuv. / mezikenní žaluzie/
++/ funkční analenze pro výpočet oken, konstr. stěny
ve dnu / vytažné mezikenní žaluzie/

Tab. 2 OBYDLOVÉ STĚNY S OKNY - tepelné ztráty prostupem a větráním.
- celková bilance

topné období: $t_e = -15^\circ\text{C}$; $t_{i_1} = +20^\circ\text{C}$; $\alpha_e = 23 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$
usářlený teplotní stav, bez solárních zisků

alt.	konstrukční návrh	prostupem						větráním						celkové m	redukce	
		úas obr.	stěna okna	Qro	ΣQ_D	souč. celk.	index	tepil.	rozdíl.	ztráta index	$t_{i_1} + Q_v$	t_y	k_{yv}			
2	Qrs	W m^{-2}	W m^{-2}	W m^{-2}	1	t_{x0}	Δt_x	C_V	W m^{-2}	1	$\text{W m}^{-2} \text{K}^{-1}$	1	%			
I/a	jednoduchá stěna teplotně izolovaná okna běžná zdroj.	R = 0,95 R = 0,52	24 25,4	15,6 49,0	49,0 74,4	64,6 2,13	1,84 1,15	1,0 1,15	-15 -15	35 35	67,6 67,6	1,0 1,0	132,2 142,0	2,78 4,06	1,0 1,07	0 +7,0
I/b	jednoduchá stěna, tepelně-izolační okna projíž.-záskl.-dřev. k = 1,7	R = 0,95 R = 0,52	24 25,4	15,6 49,0	49,0 74,4	64,6 2,13	1,84 1,15	1,0 1,15	-15 -15	35 35	67,6 67,6	1,0 1,0	132,2 142,0	2,78 4,06	1,0 1,07	0 +7,0
I/c	sloužená stěna s uzavřenými vzduch. čutinami / 2 x 5 cm /, vnitřní stěna teplotně-izolační / okna vnitřního vzdachu.	24 24	3,5 8,3	29,8 23,7	33,3 32,0	0,95 0,91	0,515 0,495	-15 -15	35 35	67,6 67,6	1,0 1,0	100,9 100,9	2,88 2,88	0,763 0,763	-2,7 -2,7	
II/a	sloužená stěna s otevřenými vzdach. čutinami / 2 x 5 cm /, vnitřní stěna předem zábráněná vzdachu, námo bucovou konstrukce dle II/	24 24	8,3 10,7	23,7 49,0	59,7 59,7	1,70 1,70	0,924 0,924	-15 -15	35 35	67,6 67,6	1,0 1,0	99,6 127,3	2,85 3,63	0,753 0,963	-24,7 -3,7	
II/b	sloužená respirační stěna s otevř.vzdach. dut / 2 x 5 cm /, zajištěná do budovy vnější plášt. jedn.-výkaz. okna zábráz. vnější plášt. jedn.-spuštěn. oken. zábráz.	3,3 3,3	28,2 10,5	31,5 10,5	0,90 0,20	0,468 0,162	-5,9 -5,9	-7,6 -7,6	35 35	67,6 67,6	1,0 1,0	99,1 127,3	2,83 3,63	0,749 0,963	=25,1 -25,1	
IV/a	sloužená respirační stěna s otevř.vzdach. dut / 2 x 5 cm /, zajištěná do budovy vnější plášt. jedn.-výkaz. okna zábráz. vnější plášt. jedn.-spuštěn. oken. zábráz.	6/18 18/6 12	3,3 3,3 1,2	28,2 10,5 7,2	31,5 10,5 10,5	0,90 0,20 0,20	0,468 -0,162 -0,162	-5,9 -5,9 -5,9	-7,6 -7,6 -7,6	35 35 35	67,6 67,6 67,6	1,0 1,0 1,0	99,1 127,3 127,3	2,83 3,63 3,63	0,749 0,963 0,963	=25,1 -25,1 -25,1
IV/b	sloužená respirační stěna s otevř.vzdach. dut / 2 x 5 cm /, zajištěná do budovy vnější plášt. jedn.-výkaz. okna zábráz. vnější plášt. jedn.-spuštěn. oken. zábráz.	12	3,3	17,7	21,0	0,60	0,325	-4,4	35	67,6	1,0	88,6	2,53	0,610	-33,0	
IV/c	$F_a = 50\% : 50\% \dots$ pomer ploch stěn a oken obyd.pláště $Q_{py} = \frac{\sum C_D \cdot C_V}{\sum t_{i_1} - t_e} \dots$ souhrnný souč.drostatu tepla a větrání intenzita větrání $n = 1 \text{ h}^{-1}$ cel.konstrukce stěny /pro výšek prostoru každého podlaží: $\tilde{h}_1 = 3,0 \text{ m}$, $\tilde{h}_2 = 3,0 \text{ m}$, $\tilde{h}_3 = 6,4 \text{ m}$, $C = 6,4 \text{ m}$ $V = 1,0 \text{ m}^3$, $A = 3,0 \text{ m}^2$, $Q = 19,2 \text{ W}$															

$$\mathbf{F}_a = 50\% : 50\% \dots \text{pomer ploch stěn a oken obyd.pláště}$$

$$Q_{py} = \frac{\sum C_D \cdot C_V}{\sum t_{i_1} - t_e} \dots \text{souhrnný souč.drostatu tepla a větrání}$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1} \quad \text{cel.konstrukce stěny}$$

$$\text{/pro výšek prostoru každého podlaží: } \tilde{h}_1 = 3,0 \text{ m}, \tilde{h}_2 = 3,0 \text{ m}, \tilde{h}_3 = 6,4 \text{ m}$$

$$C = 1,0 \text{ m}^3$$

$$t_{x0} \dots \text{členová větracího vzdachu}$$

$$A t_x = t_{i_1} - t_e \quad 1 \text{ kh}^{-1} = 0,216 \text{ W}$$

$$Q_V^1 = \frac{1}{3,3} \cdot 0,216 \cdot 23 \cdot / t_{i_1} - t_e / \cdot C$$

$$\text{tepelná strata větrání budovy}$$

$$\text{přenos části na im obvodové stěny}$$

$$\text{přiblžně ztráta pro } A_{max}$$

topné období: $t_e = -15^\circ\text{C}$, $t_i = +20^\circ\text{C}$, $\alpha_e = 23 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ =konst.,
 ustálený teplotní stav, včetně solárních zásob.

**Zab. 3 OSYDOVÉ STĚNY - tepelné ztráty prostřednictvím oslunění/
 /v/ až IV s rovnakým prostupem tepla/**

alt.	konstrukční návrh	bez oslunění										s osluněním										
		norm. skutečn. ztr.					čistobr. int.					out. extr. tranz.					tepl.v dut. tepelný prostup					
		k_0	k_{efo}	Q_0	$\Sigma Q_{e,n}$	$\Sigma Q_{A,I}$	$Q_{e,z}$	ΣQ_d	Q_{es}	$Q_{i,z}$	$\vartheta t_{A,B}$	ΣQ_{1B}	Q_{2B}	ΣQ_{2B}	Q_C	$\vartheta t_{A,B}$	ΣQ_{1B}	Q_{2B}	ΣQ_{2B}	Q_C	$\vartheta t_{A,B}$	
		$\text{Vm}^{-2}\text{K}^{-1}$	Vm^{-2}	Vm^{-2}	Vm^{-2}	Vm^{-2}	Vm^{-2}	Vm^{-2}	Vm^{-2}	Vm^{-2}	Vm^{-2}	Vm^{-2}	Vm^{-2}									
Q ₃	zdvojené okno norm.zasklení 2x3 mm	2,8	2,8	98,0	98,7	58,7	25,7	-	73,0	561,6	-15	-15	173,0	-	-	+73,0	2,08	15,2				
Q ₆	zdvojené okno zesíl.zasklení 2x6 mm	2,8	2,8	98,0	98,7	182,2	47,4	-	134,8	478,1	-15	-15	50,6	-	-	+50,6	1,45	10,6				
Q _D	zdvojené okno determál.+čiré 2x3 mm	2,8	2,8	98,0	75,9	455,4	118,4	-	337,0	227,7	-15	-15	20,4	-	-	-20,4	-0,58	-4,23				
1/a	jednoduchá stěna ČSN 730540-revid.	0,894	0,894	31,3	75,9	683,1	26,5	-	656,6	-	-15	-15	4,8	-	-	+4,8	0,137	1,0				
1/b	jednoduchá stěna ČSN 730540+durov.	1,453	1,453	50,8	75,9	683,1	43,1	-	600,0	-	-15	-15	7,7	-	-	+7,7	0,122	1,61				
1/c	jednoduchá stěna tepelně-zesílená	0,2	0,2	7,0	75,9	683,1	5,9	-	677,2	-	-15	-15	3,1	-	-	+1,1	0,031	0,22				
II	složená stěna s uzavř.vzduch.dutin. vnitřní stěna tep.izol. R = 0,92 předsaz. pláště 2x11, plech / 2 x 5 cm/	0,474	0,474	16,6	75,9	683,1	-	107,6	515,5	-	+16,6	+15,4	2,5	2,5	$\frac{2,5}{65,6}$	+2,5	0,071	0,52				
III	složená stěna s otevř.vzduch.dutin. konstrukce dílo II/ - bez recyklače	0,474	0,474	21,4	75,9	683,1	-	107,6	515,5	-	+8,1	+7,5	8,9	1,2	$\frac{8,9}{65,6}$	+8,9	0,254	1,85				
IV/a	složená respirační stěna s otevř. vzduch.dut. 2 x 5 cm, shunt, zasílení předehláttového vzduchu do buňky	0,474	0,474	6,6	75,9	683,1	-	107,6	515,5	-	+8,1	+7,5	8,9	1,2	$\frac{8,9}{65,6}$	+8,9	0,254	1,85				
IV/b	složená respirační stěna s otevř. vzduch.dut. 2 x 5 cm, předěl zdroj vzduchu, uzaří A1 zařízení, vnejsí jednoduch.zasílení	0,817	0,817	14,3	424,5	334,5	-	215,8	118,7	-	+26,4	+14,8	-12,3	$\frac{-12,3}{65,6}$	-26,1	-0,745	-5,43					
IV/c +/	složená respirační stěna s otevř.vzduch. dut zařízení vzduchu do buňky, uzaří vnejsí jednoduch.zasílení	1,897	1,897	1,61	56,2	136,6	136,6	35,0	65,8	35,8	-2,11	$\frac{21,2}{104,7}$	-	$\frac{21,2}{104,7}$	-3,9	-0,111	-0,81					
IV/d ++/	pohledovost sluneč.rázání na vnitřním pláště																					

$$A_p = 0,9 \quad \dots \quad \text{pohledovost sluneč.rázání na vnitřním pláště}$$

$$\Delta_{IR} = 0,023 \sigma \quad \text{pohledovost čirého skla } \delta \text{ v mm} /$$

$$k_{IR} \quad \dots \quad \delta \text{ soud. prostupu tepla skutečný, bez účinného slunečního průniku, proslupující okny pískovanou transmisí } / Q_T /$$

$$Q_{1B} = \sum Q_{AI} \cdot \frac{\alpha_e}{\alpha_e + \alpha_{IR}} ; \quad kde \alpha_{IR} = \frac{1}{1 + \frac{\Delta_{IR}}{k_{IR}}} \\ \sum Q_{s.....} \quad bilancová tepelná ztráta /+/-, eventuální budovy konvekci a dijektivním vnitřních povrchů, s především vnitřním povrchem.$$

tab. 4 OBYDOVÉ STĚNY S OKNY - tepelný ztrátový prostupem a větráním při oslužném
- celková bilance

topné období: $t_e = -15^\circ\text{C}$, $t_1 = +20^\circ\text{C}$, $\alpha_e = 23 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$
ustálený teplotní stav, větrání solárních zisků

sít.	konstrukční návrh	Pracetup										větrání n = 1 / $t_1 - t_e$ = konst.	celkový ztrátový index	solar. transmisie ok.	celkový index		
		stěna	okna	celkov.	tepl.	rozdíl	ztr.	index	ztr.	$Q_{\text{v},\text{ca}}$	$Q_{\text{v},\text{ca}} + Q_{\text{v},\text{sr}}$	$Q_{\text{v},\text{ca}}$	$Q_{\text{v},\text{ca}} + Q_{\text{v},\text{sr}}$				
		Q_{tbs}	Q_{ros}	ΣQ_{tbs}	t_{xos}	Δt_{ca}	$Q_{\text{v},\text{ca}}$	Q'_{v}	$Q_{\text{v},\text{ca}}$	$Q_{\text{v},\text{ca}} + Q_{\text{v},\text{sr}}$	$Q_{\text{v},\text{ca}}$	$Q_{\text{v},\text{ca}} + Q_{\text{v},\text{sr}}$	$Q_{\text{v},\text{ca}}$	$Q_{\text{v},\text{ca}} + Q_{\text{v},\text{sr}}$			
		W m^{-2}	W m^{-2}	W m^{-2}	$^{\circ}\text{C}$	K	W m^{-2}	W m^{-2}	W m^{-2}	W m^{-2}	W m^{-2}	W m^{-2}	W m^{-2}	W m^{-2}			
I/a	jednostranné stěny teplý sál, izolační poddlaží, okna bez zdroj.	R = 0,95	4,8	0	4,8	-15	35	67,6	1,0	+72,4	2,07	0,66	0	0	+72,4	-0,415	
I/a/o	jednostranné stěny teplý sál, izolační poddlaží, okna bez zdroj.	R = 0,85	2,4	36,5	38,9	-15	35	67,6	1,0	106,5	3,04	1,0	-561,6	0,5	-280,8	-174,3	1,0
I/b/o	R = 0,52	3,8	36,5	40,3	-15	35	67,6	1,0	107,9	3,08	1,01	-561,6	0,5	-280,8	-172,9	0,991	
I/a/o	Jednostranné stěny zesílená na hodinou R = 4,83 okna trojité zaskl. k = 1,7	0,6	13,0	13,6	-15	35	67,6	1,0	94,8	2,71	0,89	-485,8	0,5	-242,9	-148,1	0,849	
II/o	složená stěna s uzavřeným vzduch. dutinami 2 x 5 cm, vrství sklo. teplácky, okna vrstv. zdroj.	1,3	-1,6	-0,3	-15	35	67,6	1,0	67,3	1,92	0,63	-425,0	0,5	-213,0	-145,7	0,836	
III/o	složená stěna s otevřeným vzduch. dutinami 2 x 5 cm, vrství sklo. předekádáváním vzdálenou malou budovou konstrukce dto II/	4,4	10,6	15,0	-15	35	67,6	1,0	82,6	2,36	0,77	-485,8	0,5	-242,9	-160,3	0,919	
IV/a	složená respir. stěna s otevř. vzduch. dut 2 x 5 cm, zaušitá do budovy vnější plášt. jedn.-výtaž. okna.Zaluzie	-26,1	0	-26,1	+8,5	35	67,6	1,0	41,5	1,19	0,39	0	0	0	+41,5	-0,24	
IV/a/c	složená respir. stěna s otevř. vzduch. vnější stín. ter. isol. výtaž. okna.Zaluzie	-13,1	-1,9	-15	-2,11	35	67,6	1,0	52,6	1,50	0,49	-485,8	0,5	-242,9	-190,3	1,09	
IV/a/b	složená respir. stěna s otevř. vzduch. vnější stín. ter. isol. výtaž. okna.Zaluzie	-13,1	-51,3	-64,4	+8,5	35	67,6	1,0	3,2	0,10	0,03	0	0	0	+3,2	-0,02	

$\beta_s = F_o = 50\% : 50\% \dots \dots \dots$ poměr ploch stěn a oken obvod. pláště

$$\frac{Q_{\text{v},\text{ca}}}{Q_{\text{v},\text{ca}} + Q_{\text{v},\text{sr}}} = \frac{t_e - t_{\text{v}}}{t_e - t_{\text{v}}}$$

sohrnný součet průstupu tepla a větráním

$$\begin{aligned} \text{intenzita větrání } n &= 1/\text{h}^{-1} = 23 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}^{-1} = \text{konst.} \\ t_{\text{v}} &= 1,0 \cdot 30 \cdot 0,4 = 12,0 \text{ m} \\ \beta &= 1,01 \text{ kg s}^{-1} \text{K}^{-1} \end{aligned}$$

$t_{\text{v},0} \dots \dots \dots$ větrala větracího vzdachu
vstupujícího do jednotlivého.

$$\Delta t_x = t_1 - t_e \quad \text{a} \quad \Delta t_x = 1 \text{ K h}^{-1} = 0,278 \text{ W}$$

$$\begin{aligned} \zeta_1 &= \frac{1}{1,4} \cdot 0,278 \cdot 23 \cdot \frac{1}{t_e - t_{\text{v}}} \cdot \text{G} \\ \zeta_2 &= \dots \dots \dots \text{tepliztráta zeleného budovy} \\ \zeta_3 &= \dots \dots \dots \text{propoj. na l. obrovské stěny} \\ \zeta &= \dots \dots \dots \text{bilaticeální tlakta pro A max} \end{aligned}$$

Tab. 5 OBVODOVÉ STĚNOVÉ KONSTRUKCE - závěrečná energetická bilance budov
 v rámci období pod vyššími a větráním
 včetně solárních listů stěny a oken

∅ topné období: t_{st} = +2,27°C; t_i = +20°C; d = 210 dm
 $n = 1/\text{h}^{-1}$; I_G stř. = 465 W/m²; τ_{sb} = 3,1 h/d

alt.	konstrukční návrh	tepelné ztráty / zásoby / stěny										teplinářská bilance / stěny						
		možnoucí bez tranzitní					jízdní průjezd, $t_{\text{st}} = 0$, nih/d					severní průjezd, $t_{\text{st}} = 0$, nih/d			jízdní průjezd, $t_{\text{st}} = 0$, nih/d			
		prost.	větr.v. selk.	prost.	větr.v.	celn.	tranz.	neskolik dnů	noc	celk.	den	noc celk.	celk.	den	noc celk.	den	noc celk.	
		Q_{po}	Q_{vo}	Q_{ps}	Q_{vn}	Q_{vys}	Q_{vn}	Q_{vn}	Q_{vys}	Q_{po}	Q_{vo}	Q_{ps}	Q_{vn}	Q_{vys}	Q_{po}	Q_{vo}		
		W/m^2	W/m^2	W/m^2	W/m^2	W/m^2	W/m^2	W/m^2	W/m^2	W/m^2	W/m^2	W/m^2	W/m^2	W/m^2	W/m^2	W/m^2	W/m^2	
I/a	jednoduchá stěna tepel. isol. podle ČSN 730540 bez oken	14,9	32,3	47,2	-1,3	32,3	31,0	0	0,42	0,1	0,57	1,09	0,57	0,57	1,14	1,12	2,79	0,911 -8,9
I/b	jednoduchá stěna jednodílná isolovaná okena bílá zdroj.	30,8	32,3	63,1	14,8	32,3	47,1	-172,1	0,56	-0,38	0,76	0,94	0,76	0,76	1,52	1,23	3,06	1,0 0
I/co	jednoduchá stěna tepel. isol. zesílená hodn. okena trojité	35,6	32,3	67,9	14,5	32,3	46,8	-172,1	0,60	-0,38	0,81	1,03	0,81	0,81	1,62	1,33	3,31	1,081 +8,1
II/o	složená stěna s uzavř. vzdich. dřev. díl. 2 x 5 cm okna vnitř. jedn. vnitř.	15,2	32,3	47,5	-1,1	32,3	31,5	-120,2	0,42	-0,31	0,57	0,68	0,57	0,57	1,14	0,91	2,27	0,740 -26,0
III/e	složená stěna s otvř. vzdich. dřev. díl. 2 x 5 cm s vytířením mimo budovu, konstrukce dřev II/o	28,5	32,3	60,8	2,9	32,3	35,2	-148,8	0,54	-0,35	0,73	0,92	0,73	0,73	1,46	1,19	2,96	0,967 -3,3
IV/a	složená stěna s otvř. vzdich. dřev. díl. 2 x 5 cm zaústěna do budovy, pláštová-bez oken	31,1	32,3	35,4	-19,2	32,3	+13,1	0	0,32	+0,04	0,42	0,76	0,42	0,42	0,64	0,61	2,02	0,656 -34,2
IV/b	složená stěna s otvř. vzdich. dřev. díl. 2 x 5 cm vnitř. jedn.-vnitř. okna za ústě vnitř. jedn. vnitř.	15,1	32,3	47,4	-14,0	32,3	+18,3	-148,8	0,42	-0,40	-	0,02	0,57	-	0,57	-	-	-
IV/c	složená stěna s otvř. vzdich. dřev. díl. 2 x 5 cm vnitř. jedn. vnitř. okna zadní ocn	5,0	32,3	37,3	-	-	0	-	-	-	0,45	0,45	-	0,45	0,45	-	-	-
IV/d	složená stěna s otvř. vzdich. dřev. díl. 2 x 5 cm vnitř. jedn. vnitř. okna zadní	10,0	32,3	42,3	-	-	-	-	-	-	0,42	-0,40	0,45	0,47	0,57	0,45	1,02	0,74 1,85
IV/e	složená stěna s otvř. vzdich. dřev. díl. 2 x 5 cm vnitř. jedn. vnitř. okna zadní	10,0	32,3	42,3	-	-	-	-	-	-	0,42	-0,40	0,45	0,47	0,57	0,45	1,02	0,601 -39,

F: F₈ = 50 %; 50 % rozsah prosklení obvodových stěn
 $ZQ_{\text{pro}} = Q_{\text{pro}} \cdot /12 - \tau'_{\text{sb}}$.. množství energie prostupující neoslněnou stěnu za 12 hod.
 $ZQ_{\text{prav}} = /Q_{\text{pro}} + Q_{\text{vn}} \cdot / - \tau'_{\text{sb}}$.. množství energie prostupující oslněnou stěnu /+, nebo získané
 výplaty bez spuštění základní při oslnění

τ'_{sb} sluneční doba oslnění
 / pro výpadek sel. slunce /
 +/- bez spuštění základní při oslnění

Tab. 6 TEPELNÉ - EKONOMICKÉ VHOUDNOCENÍ OBJEDOVÝCH STĚNOVÝCH KONSTRUKcí
při vytápění a větrání, větrně solárních získávání stén a oken

č. topného období: $t_0 = 10^{\circ}\text{C}$; $t_1 = +20^{\circ}\text{C}$; $d = 210 \text{ dnů}$
 $n = 1/\text{h}^{-1}$ = konst.; $T_G = \text{stál.}$; $\tau_{\text{stál.}} = 465 \text{ min}$; $\tau_{\text{stál.}} = 3,1 \text{ h/d}$

alt.	Konstrukční návrh	inventiční náklad										provozní náklad				celkový pričet-/ odnos	
		objekt konstrukce		otop.vetr.soust.		celk.		odpustidlova		vyráp. roční celk.		invest.					
		součet I_{sb}	okna $I_{1,0}$	celk. $\varnothing I_1$	získ. I_2	celk. I_1^2	celk. I_2^2	celk. $2\sum I_1$	celk. $2\sum I_2$	celk. $K\dot{s}/m^2$	výtr.vroč. P_1	výtr.vroč. P_2	výtr.vroč. P_3	průvoz prvoz. ΣP_1	průvoz prvoz. ΣP_2		
I/a	jednoduchá stěna tepelisol. podle ČSN 730540 bez oken	2,79	289,8	0	289,8	108,2	42,3	150,5	440,4	6,6	4,3	63,5	74,4	2486,4	3925,8	0,946	
I/a0	jednoduchá stěna teplisol. izolovaná okna běžná zadov.	3,06	289,8	260,0	284,9	96,7	37,8	134,5	419,4	6,5	3,9	69,6	80,0	2673,6	4593,4	1,000	
I/bo	jednoduchá stěna teplisol. izolovaná okna běžná zadov.	3,31	266,8	280,0	273,4	104,6	40,9	145,5	418,9	6,3	4,2	75,3	85,8	2867,4	47286,8	1,990	
I/bo	jednoduchá stěna teplisol. izolovaná okna trojta dř.	2,29	446,3	520,0	484,2	92,4	36,1	128,5	612,7	11,1	3,7	52,1	66,9	2226,8	3848,2	1,056	
II/o	složená stěna s uzavřeným vzduchem vnitřní stěna isol., okna valit.zdroj.	2,27	529,8	690,0	609,9	91,7	35,9	127,6	737,5	14,0	3,7	51,7	69,4	5151,3	8764,0	1,883	
III/o	složená stěna s otevřeným vzduchem vnitřním mimo budovu, konstrukce dřív.II/o okna valit.zdroj., vnitř. jedn.	2,96	529,8	520,0	524,9	113,5	44,4	157,9	682,8	12,1	4,5	67,4	84,0	2319,3	3056,6	0,988	
IV/b	složená stěna s otevřeným vzduchem vnitřním mimo budovu, konstrukce dřív.II/o okna valit.zdroj., vnitř. jedn.	2,02	660,0	0	660,0	65,5	25,6	91,1	751,1	15,2	2,6	45,3	63,7	2807,3	4490,1	1,128	
IV/b	složená stěna s otevřeným vzduchem vnitřním mimo budovu, konstrukce dřív.II/o okna valit.zdroj., vnitř. jedn.	1,65	660,0	730,0	695,0	37,6	14,7	52,3	747,3	16,0	1,5	42,1	56,6	1251,8	2739,1	0,885	
IV/c	složená stěna s otevřeným vzduchem vnitřním mimo budovu, konstrukce dřív.II/o okna valit.zdroj., vnitř. jedn.	1,65	660,0	730,0	695,0	37,6	14,7	52,3	747,3	16,0	1,5	42,1	56,6	1251,8	2739,1	0,885	

$$\varrho_0 \cdot \varrho_b = 50 \% : 50 \%$$

v plných částech oproti alt. 1/a revidované normy snižují v průměru o 78,8 % (tj. vůči stěnám před revizí o 87,1 %). Při 50 % prosklení a s ekvivalentním účinkem větrání se celkové ztráty snižují o 33,9 % (tj. vůči původním o 37,5 %). V celkové bilanci budovy v topném období, včetně solárních zisků stěn a oken, je snížení ztrát 39,9 % (tj. o 44,3 % vůči původním hodnotám normy).

Použitím efektivních tepelných čerpadel lze energetickou spotřebu budov dále reálně snížit, hlavně při návrhu nízkoteplotních velkoplošných a kombinovaných otopných soustav, a masivních konstrukcí stropů.

Při řešení vnějšího pláště ve formě celotransparentního krytu i v meziokenních částech, kdy absorbér tvoří mezilehlá hliníková fólie, lze účinnějším využitím solární energie a akumulací do masivních stropních a stěnových konstrukcí, snižit energetickou spotřebu budov v topném období o dalších 8 až 15 %. Vlastní účinnost solární konverse zde závisí na stupni selektivity absorbérů, tj. poměru mezi absorptivitou slunečního záření v oblasti vlnových délek 0,38—2,5 μm, a emisivitou zpětného tepelného vyzařování pro vlnové délky větší než 2,5 μm.

7. TEPELNĚ EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ OBVODOVÝCH STĚNOVÝCH KONSTRUKCÍ

Vychází z celkové tepelně-energetické bilance vytápění a větrání budovy za topné období, včetně solárních zisků stěn a oken (bez funkce rekuperačních tepelných čerpadel).

a) *Metoda diskontování provozních nákladů* (viz tab. 6)

$$N_D = \Sigma I_i + \Sigma P_i z_{12} \quad [\text{Kčs/m}^2, 77 \text{ roků}],$$

$z_1 = 33,42$ hodnota zásobitele pro $p = 2,5\%$ a dobu 77 roků (cena energie = konst.),

$z_2 = 77$ hodnota zásobitele pro $p = 2,5\%$ a dobu 77 roků (roční index nárůstu cen energií $p_e = 1,025$, včetně zvýšení nákladů údržby).

b) *Metoda ročních nákladů provozu* (viz tab. 6)

$$N_{\text{rok}} = \Sigma P_i \quad [\text{Kčs/m}^2, \text{rok}],$$

kde $I_{2UT} = k_{pvs} \Delta t q C_2 = k_{pvs} \cdot 31,6$ — invest. nákl. ÚT,
 $I_{2V} = \text{konst.}$ — invest. náklady větrací soustavy (pro alt. 1/a; IV/abc je $I_{2V} = 0$),
 $I_2 = 0,391 \cdot (I_{2UT} + I_{2V})$ — reinvestice po 38 letech,
 $P_1 = I_1 \cdot (o_1 + u_1) = 2,3 \% I_1$,
 $P_2 = I_2 \cdot (o_2 + u_2) = 4,0 \% I_2$,
 $F_3 = \varepsilon \cdot D \cdot C_3 \cdot 24 \cdot 10^{-6} \cdot k_{pvs}$ (vytápění + větrání),
 $C_3 = 270, - \text{Kčs/MWh tepla}$ — skutečná výrobní cena tepla v teplárně TM v roce 1985;
 při nárůstu cen o 40,4 % v r. 1981, a dále 2 % meziročně.

LITERATURA

- [1] Jokl, M.: Novodobé požadavky na mikroklima v budovách, ČVTS Praha 1972.
- [2] Čihelka, J.: Sálavé vytápění, SNTL 1961.
- [3] Chyský, Oppl: Větrání a klimatizace, SNTL 1973.
- [4] Oppl, L.: K otázce pocitu nepohody v klimatizovaných místnostech, Sborník ČVTS Praha.
- [5] Rehánek, J.: Činitelé ovlivňující spotřebu energie na vytápění budov, PS č. 6 1979.
- [6] Fokin, K. F.: Strojítelnaja těplotěchnika ograždaujščich častej zdanij, Moskva 1953.

Legenda k obrázkům č. 1, 2, 3, 4

- 1 — vzduchové dutiny respirační stěny
- 2 — vnitřní tepelně-izolační stěna
- 3 — vnější plášt plný, nebo transparentní
- 4 — horizontální otočné vestavěné klapky
- 5 — agregát tepelného čerpadla s výměníkem systému vzduch—voda
- 6 — mezilehlá přepážka reflexní, nebo absorpční
- 7 — meziokenní vestavěné žaluzie z lamel spouštěcí a sklápěcí
- 8 — vzduchotechnická klapka
- 9 — akumulační hmota stropů
- 10 — horizontální štěrbinové vyústky s regulačními klapkami
- 11 — prostory dutin stropů a střech
- 12 — prostory jednotlivých podlaží
- 13 — konvektory doplňkové otopné soustavy
- 14 — vnitřní ventilační šachta
- 15 — horizontální štěrbinové vyústky s regulačními klapkami
- 16 — nástřešní sběrač vzduchotechniky
- 18 — perforované ventilační podhledy
- 19 — horizontální ventilační štěrbiny
- 20 — otvory v mezilehlé přepážce pro meziokenní žaluzie
- 21 — výměník tepla
- 22 — akumulátor tepla, nebo chladu
- 23 — prívodní vzduchový kanál
- 24 — ovládací klapka
- 25 — tepelné výměníky
- 26 — vzrostlá parková zeleň

**ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ НАРУЖНЫХ СТЕН
КОНСТРУКЦИЙ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ — РАСЧЕТ
И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС**

Инж. Петр Моравек

В статье предлагается теплозащита многоэтажных зданий с помощью т. н. интегрированных систем наружных стен конструкций (дело касается двойного воздушного зазора на внешней поверхности вертикальных стен). Для предлагаемой системы стен описывается способ вычисления теплового баланса и приводятся результаты расчета, которые подтверждают удобность системы.

**INTEGRATED EXTERIOR ENVELOPE SYSTEMS OF HIGH-RISE BUILDINGS —
CALCULATION AND ENERGY BALANCE**

Ing. Petr Morávek

In the article design of a thermal protection of high-rise buildings by means of so called integrated exterior envelope systems (double air gap on the external surface of vertical walls) is described there. The calculation method of heat balance for the designed wall system is described there and referred results of the calculation proof utility of the system.

**SYSTÈMES INTÉGRÉS DES CONSTRUCTIONS À PAROIS DE POURTOUR DES
BÂTIMENTS À PLUSIEUX NIVEAUX, LEUR CALCUL ET LE BILAN
ÉNERGÉTIQUE**

Ing. Petr Morávek

Dans l'article présenté, on présente le projet d'une protection thermique des bâtiments à plusieurs niveaux à l'aide des systèmes intégrés des constructions à parois de pourtour (il s'agit de l'espace d'air double sur la surface extérieure des parois verticales). On décrit le procédé de calcul du bilan thermique pour le système à parois projeté et on fait savoir les résultats de calcul qui attestent l'avantage du système.

INTEGRIERTE SYSTEME DER UMFASSUNGSWANDKONSTRUKTIONEN VON MEHRETAGENGEBAUEN, IHRE BERECHNUNG UND DIE ENERGIEBILANZ

Ing. Petr Morávek

Im Artikel wird der Entwurf eines Wärmeschutzes von den Mehretagengebäuden mit Hilfe der sogenannten integrierten Systeme der Umfassungswandkonstruktionen (es handelt sich um doppelte Luftspalte auf der Außenoberfläche der vertikalen Wände) eingeführt. Für das entworfenen Wandsystem wird das Berechnungsverfahren der Wärmebilanz beschreibt und die Berechnungsergebnisse, die die Vorteilhaftigkeit des Systems bestätigen, werden eingeführt.

● Materiálové zajištění výroby světelných zdrojů

Zatím není otevřeně diskutováno — je ve stínu energetických problémů, ale je významnou příčinou prohlubování vrásek ve tvářích konstruktérů.

Všechny teplotní zdroje jsou závislé na wolframu: rudo má Čína (je hlavním producentem) a světu diktuje ceny v dolarech (za 5 posledních let stoupají tyto ceny plynule po spirále, a to od již velmi vysokého základu 62,50 liber za jednotku v roce 1976). Spotřeba žárovek a dalších obdobných zdrojů je značná a nebude v dohlednu klesat. I malé množství, násobené takovým počtem spotřebovaných výrobků, znamená problém. Krytí spotřeby je perspektivně ohroženo. Náhrada zatím neexistuje.

Po wolframu je ostatních materiálů relativně dostatek.

Konstrukce výbojových zdrojů — z hlediska kvality produkovaného světla — jsou silně ovlivňovány prvky vzácných zemin (mj. např. yttria, vanadátu aj.), kterýmí jsou vhodně aktivovány základní složky lumenoforů, pokrývajících baňky a trubice. Jsou totiž nositeli obsahu dlouhovlnné části spektra ve světle uvedených zdrojů. Postupně se objevuje jejich úbytek (až nedostatek) a určité obtíže v zajištění výroby. Zdroje (v podstatě s barevným podáním „de luxe“) mohou být v nedaleké budoucnosti ohroženy. Určitá náhrada zde ovšem je možná — chemie lumenoforů ev. technologie zpracovávání nejsou na konci svých sil a potom tu jsou nové zdroje, jejichž perspektivy jsou sotva na začátku (sodíkové výbojky) — i když je třeba překonávat řadu dílčích konstrukčních problémů.

Nedostatek krámemenného skla na hořáky ev. výbojek má jen místní význam (v části Evropy).

(LCh)

● Veřejné osvětlení a úspory

Opatření, která budou realizována v této a následující pětiletce (viz článek v Rozvoji místního hospodářství, Pha 28. 1. 81) jsou slibná v obou sledovaných úrovních současně: — bude dosaženo energeticky významných úspor a

— nebude zhoršena kvalita veřejného osvětlení.

Některé jevy současné praxe — zvláště všechny formy vypínání — budou zakázány a nahrazeny (samořejmě postupně, protože ani hodnoty velkých úspor nelze získat bez investic):

— účinnou regulaci soustavy veřejného osvětlení a

— nahradou málo účinných zdrojů zdroji účinějšími.

V prvém případě jde o ovládání soustavy (mj. např. u vysokotlakých sodíkových výbojek regulací napájecího napětí), celkově o „stmívání“, tj. o omezování intenzity osvětlení bez porušení rovnoměrnosti a vzniku tmavých skvrn, koutů apod.

Lze vyvodit, že tato opatření si pravděpodobně vyžádají přebudování soustav veřejného osvětlení — v mnoha případech výhodně spojené s celkovou modernizací ve smyslu dalšího zvětšování úspor (např. instalovaný příkon na 1 km komunikace se mění v Praze — 1981 a do 1990 — z 15 na 12 kW/km, v Brně z 13 na 11 kW/km atd.).

Stmívání výbojkového osvětlení není snadné, ale jeho uskutečněním bude zachována bezpečnost jak dopravní, tak v pouliční kriminalitě. Velmi platnou pomocí je harmonogram zapínání, závislý na místních poměrech (např. s ohledem na druhé a třetí směny) a ovšem: všechna navrhovaná opatření lze uskutečnit v prvé řadě zajištěním účinných a vhodných svítidel a světelných zdrojů.

(LCh)

OTOPNÉ OBDOBÍ 1980—1981 V PRAZE Z HLEDISKA KLIMATICKÝCH VELIČIN

Ing. RUDOLF D. STRAKA

1. Úvod

Vyhodnocení, rozbor a bilance hospodárnosti otopných provozů, které každoročně vypracovávají energetici a provozní technici¹⁾, umožnuje stanovení určujících veličin, odvozených z parametrů otopného období.

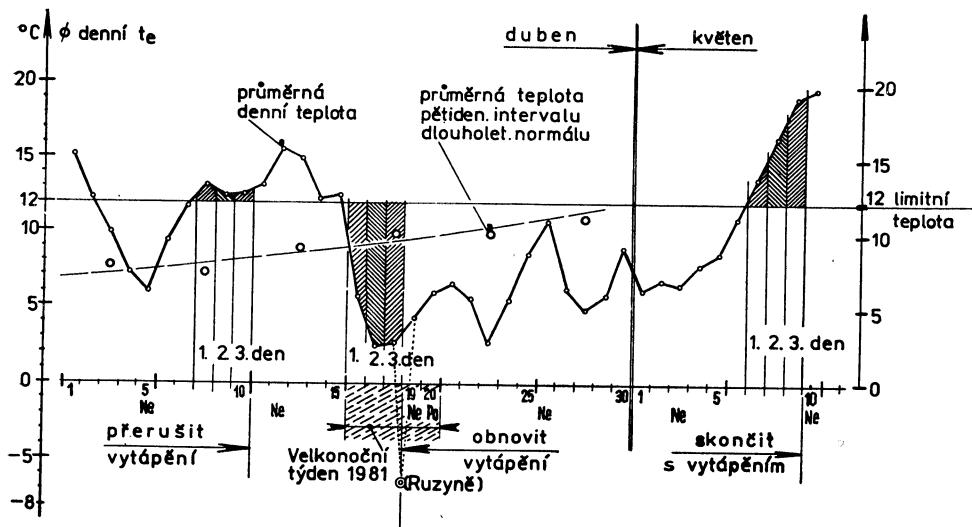
Podstatné výchozí a jediné legální podklady k této činnosti jsou uváděny v měsíčních přehledech meteorologických pozorování observatoře Praha-Karlov, pravidelně publikovaných Hydrometeorologickým ústavem v Praze.

Před vypracováním dílčích statí tohoto pojednání a konečného shrnutí analyzujeme z uplynulého otopného období jeho koncovou část, tj. údobí, v němž se ukončí sezonní vytápění. Sledujeme obr. 1 s připomenutím, že podle platného právního ustanovení²⁾ se přestane (začne) s vytápěním den na to, kdy průměrná denní teplota venkovního vzduchu ve třech po sobě následujících dnech vystoupí na (klesne pod) $+12^{\circ}\text{C}$. Tato průměrná denní teplota³⁾ venkovního vzduchu $+12^{\circ}\text{C}$ je

v každém případě, ať jak pro začátek, tak i konec otopného období teplotou mezní a rozhodující. Jak tomu bylo letos?

V každoročním článku o charakteristice otopného období se naléhavě upozorňuje na to, že celou řadu let, s neuvěřitelnou pravidelností, na konci každého otopného období vznikají v celém státě značné celospolečenské ztráty jednak stoupnutím počtu osob one-mocnělých z prochladnutí (pracovní neschop-

- 1) Usnesení vlády ČSR vytvořit na národních výborech útvary pro energetické hospodářství (článek v RP ze dne 16. 10. 1980).
- 2) Vyhláška č. 197/1957 Úř. l. odd. V, §15, odst. 1 resp. Směrnice č. 15 federálního ministerstva paliv a energetiky z 13. 10. 1980, odd. IV, odst. 3.
- 3) Průměr denní teploty činí jednu čtvrtinu součtu venkovních teplot vzduchu měřených ve stínu v 7.00 hodin, 14.00 hodin a 21.00 hodin, přičemž teplota měřená v 21.00 hodin se počítá dvakrát.



Obr. 1.

nost, ztráty produktivity), jednak vlivem vícenákladů za neúčinné a drahé dodatečné přitápění přímotopnými topidly, což se děje na pracovištích i doma. Tyto ztráty vznikají tím, že se přestane topit v ústředních vytápěných. Na reklamace odpovídá provozovatel zjednodušeným odkazem na dosaženou limitní teplotu, stanovenou vyhláškou.

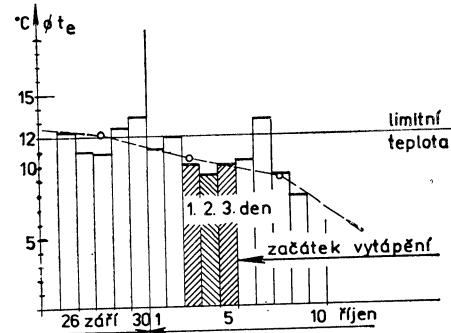
Letošní konec zimy se projevil obdobně jako v předchozích letech, s velkým rozdílem teplot v vzduchu během několika dnů (obr. 1). Koncem března bylo velice teplo. V prvním týdnu dubna teplota poklesla, avšak koncem druhého týdne začalo být tak teplo, že se přestalo s vytápěním, a to právě před začátkem velikonocního týdne. Na tyto dny meteorologové ve všech sdělovacích prostředcích předpovídali hluboký pokles teplot až k nule s přízemními mrazíky (v noci z Bílé soboty na Velkonoční neděli bylo v Ruzyni a Libuši -5 až -8 °C, na Žatecku a Přibyslavsku až -12 °C), leckde sněžilo. V mnohých obytných objektech se však nevytápělo, takže o velikonocích pobyt v prochladlých bytech bez přitápění nebyl snesitelný.

Ještě tři týdny po velikonocích byly teploty namnoze hluboce podlimitní. V administrativních budovách se samozřejmě vytápělo, ale v obytných budovách se ojediněle topilo jen tam, kde po různých průtazích a přesvědčování⁴⁾ se podařilo po zorganizování dobrovolných finančních příspěvků sehnat topiče. Faktem je, že vlivem rozmaru počasí na konci zimy (podstatně se liší čára průměrných denních teplot od poměrně vyrovnané čáry teplot dlouhodobého normálu v obr. 1) se sice bilančně ušetřila nepatrná část paliva celoroční spotřeby, ale ztráty vlivem újmy na zdraví byly vysoké nehledě k tomu, že provozovatelé ústředních otopných zařízení nesplněným dodávkou tepla porušují každoročně povinnost, kterou jim ukládá právní předpis.

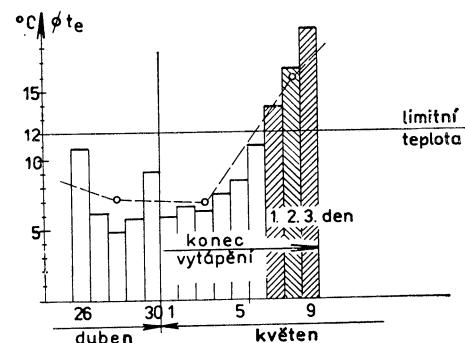
2. Průběh

K určení začátku a konce otopného období sestavíme výběrem ze zmíněných bulletinů Praha-Karlovy tab. 1 a sestrojíme diagramy obr. 2 a obr. 3. Průměrné denní teploty jsou kresleny jako sloupky, průměrné teploty pětidenních intervalů jako body, spojené přerušovanou čárou. Začátek vytápění (obr. 2) a konec vytápění (obr. 3) je ve shodě s podmínkami, uvedenými ve stati 1, a stanoven vyznačenými kalendářními dny. Začátek i konec se projevuje kolísavými teplotami; v některých provozech se začalo s vytápěním již 3. října a nebo z důvodů zjednodušeného účtování dokonce už dnem 1. října 1980.

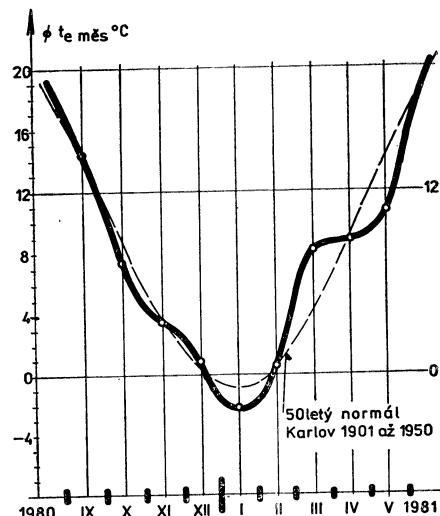
⁴⁾ Když topič netopí (např. v letních měsících, o dovolené apod.), pak provozovatelem topičovi vyplacené částky (za účelem stabilizace kádrů) lze účtovat jedině jako ušlý zisk, což nejde na vrub spotřebitelů (pokud nejsou přísemně sjednány jiné podmínky), takže topiči na taková údobi si leckdy obstarávají nějaký příležitostný výdělek „na přilepenou“.



Obr. 2.



Obr. 3.



Obr. 4.

Tab. 1

Začátek 1980					Konec 1981				
Den	Měsíc	Průměrná denní teplota t_e [°C]	Součet	Průměrná teplota 5denního intervalu [°C]	Den	Měsíc	Průměrná denní teplota t_e [°C]	Součet	Průměrná teplota 5denního intervalu [°C]
21	IX	13,1	65,7	13,1	26	IV	10,8	36,9	7,4
22		13,1			27		6,2		
23		12,8			28		4,9		
24		12,7			29		5,8		
25		14,0			30		9,2		
26	IX	12,3	60,4	12,1	1	V	6,0	35,2	7,0
27		11,1			2		6,7		
28		a) 10,9			3		6,4		
29		12,6			4		7,6		
30		13,5			5		8,5		
1	X	11,1	52,5	10,5	6	V	11,0	80,2	16,0
2		12,0			7		13,8		
3		10,1			8		16,5		
4		9,3			9		19,2		
5		10,0			10		19,7		
6	X	10,2	46,8	9,3					
7		13,2							
8		9,4							
9		7,8							
10		6,2							

Tab. 2

Měsíc	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Součet	\varnothing	
Počet dnů Z	26	30	31	31	28	31	30	9	216	—	
Průměrná t_e °C	7,3	3,4	0,9	—2,1	0,7	8,1	8,8	10,6	—	4,1	
Dotádí se do teploty	12 °C	4,7	8,6	11,1	14,1	11,3	3,9	3,2	1,4	—	
	18 °C	10,7	14,6	17,1	20,1	17,3	9,9	9,2	7,4	—	
Mezní klimatické číslo K_{12} gd	122	258	344	436	316	121	96	13	1706	—	
Topné klimatické číslo K_{18} gd	278	438	530	622	484	307	276	67	3002	—	
1980/1981 %	9	15	18	21	16	10	9	2	100	—	
z padesátiletého normálu Karlov	%	8	14	18	20	16	14	9	1	100	—

Kontrola: 1706 + 6 · 216 = 3002

$$\text{a)} 1706 = 216 \cdot (12,0 - t_{ez}) \\ 1706 = 2592 - 216 \cdot t_{ez}$$

$$t_{ez} = \frac{886}{216} = 4,10 \text{ °C}$$

$$\text{b)} 3002 = 216 \cdot (18,0 - t_{ez}) \\ 3002 = 3888 - 216 \cdot t_{ez}$$

$$t_{ez} = \frac{886}{216} = 4,10 \text{ °C}$$

K posouzení průběhu průměrných měsíčních teplot venkovního vzduchu v otopném období je sestrojen obr. 4. Slabá přerušovaná čára značí průběh průměrných měsíčních teplot venkovního vzduchu paděsátiletého pražského normálu. Silná čára zobrazuje skutečný průběh průměrných měsíčních teplot v jednotlivých měsících otopného období podle měření observatoře Praha-Karlov. Výrazný je pokles teploty v lednu a květnu 1981 se silným vzestupem teploty v mimořádně teplém měsíci březnu.

K celkovému určení významných parametrů otopného období je zpracována tab. 2, na níž navazuje tab. 3.

Tab. 3

Časové období	Počet dnů Z	t_e [°C]	Celo-měs. teplota [°C]
6. až 31. X.	1980	26	7,3
listopad	1980	30	3,4
prosinec	1980	31	0,9
leden	1981	31	-2,1
únor	1981	28	0,7
březen	1981	31	8,1
duben	1981	30	8,8
květen	1981	9	10,6
			9,0
			3,4
			0,9
			-2,1
			0,7
			8,1
			8,8
			12,2

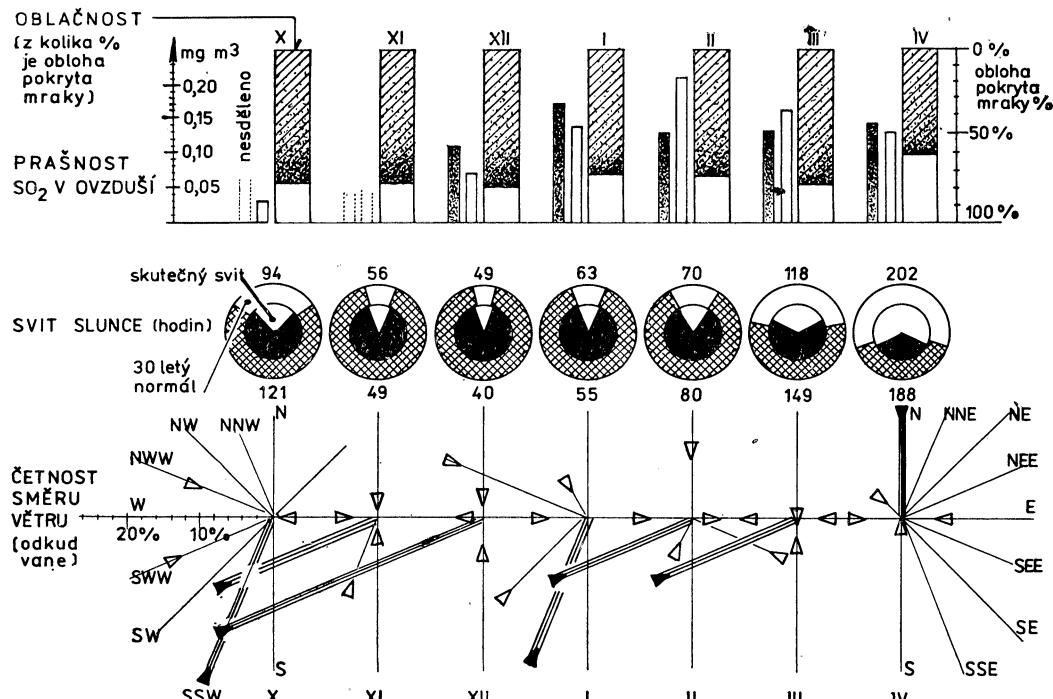
3. Hlavní klimatické údaje

Otopné období 1980/1981 je charakterizováno shrnutím takto:

- Začátek otopného období 6. října 1980.
- Konec otopného období 9. května 1981.
- Počet topných dnů 216 se od paděsátiletého normálu 212 dnů liší o plus čtyři dny, což je o $(4 : 2; 12 = 1,88)$ necelá dvě procenta delší otopné období než normál (Klementinum).
- Mezní klimatické číslo $K_{12} = 1706$ gd.
- Topná klimatické číslo $K_{18} = 3002$ gd.
- Průměrná teplota venkovního vzduchu během otopného období od 6. října 1980 do 9. května 1981 čili během 216 topných dnů je $t_{ez} = 4,1$ °C; je o $(4,1 - 3,2) : 0,032 = 28,12\%$, tj. o více než jednu čtvrtinu normálu vyšší, teplejší, než paděsátiletý normál (Praha-Klementinum).
- Absolutně minimální teplota venkovního vzduchu -12,8 °C byla v 7,00 hodin dne 2. 12. 1980, přičemž nejnižší lednová teplota -12,2 °C byla v 7,00 hodin dne 9. ledna 1981.

4. Charakteristika otopného období

Průběh průměrných měsíčních teplot venkovního vzduchu v jednotlivých měsících otopného období (obr. 4) v jeho první půli ve srovnání s dlouhodobým normálem je celkem pravidelný. Nepravidelnost je v měsících lednu,



Obr. 5.

březnu a květnu. Důsledek dlouhodobého kolísání teplot v dubnu 1981 (obr. 1) je analyzován ve statí 1.

K posouzení všeobecné charakteristiky otopného období je nakreslen obr. 5 se znázorněním průběhu některých meteorologických veličin, které podstatně ovlivňují jednak spotřebu energie pro otop, jednak regulaci dodávek tepla pro vytápění. Jsou to:

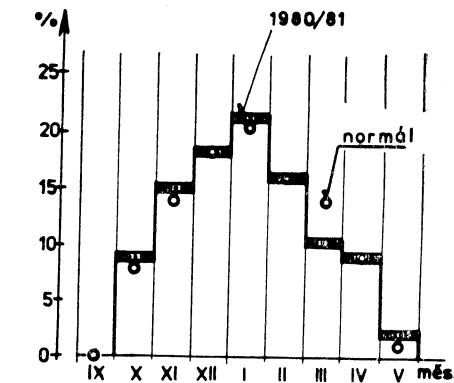
- oblačnost* ve stupni 0 až 100, přičemž 100 % znamená oblohu 100 % pokrytu mraky,
- prašnost* (sloupek s tečkováním „od hlavy“) a *obsah SO₂* v ovzduší (prázdný sloupek), měřené v miligramech, připadajících na jeden kubický metr ovzduší; některé měsíční hodnoty, nesdělené v bulletinu, jsou jen symbolicky vytečkovány,
- skutečný svit slunce* v hodinách, ve srovnání s dlouhodobým normálem svitu a s astronomicky možným svitem (max. znázorněno jako 360°),
- četnost směru větru* v hodinách (odkud vane) v poměrovém měřítku tak, že součet redukovaného počtu hodin, včetně bezvětrí všech značených směrů (růžice SI), je 100 %; převládající měsíční hodnota je zakreslena zvýrazněnou směrovou šipkou.

Začátek otopného období (obr. 2), sledující postupně celkem pravidelně klesající čáru teplot pětidenních intervalů, po výkyvu pod limit a nad limit koncem září, připadá na den 6. 10. 1980.

Konec otopného období (obr. 3, obr. 1) po přerušení a obnovení vytápění v měsíci dubnu připadá na den 9. 5. 1981. Pokud se v dubnu a květnu ve vyznačených dnech s podlimittiňmi teplotami (obr. 1) nevytápělo, bylo to v rozporu s právním předpisem.

5. Spotřeba paliva

Hodnoty v tab. 2 jsou podkladem k sestojení obr. 6. Skutečná spotřeba paliva a regulace dodávek tepla pro vytápění se liší od dlou-



Obr. 6.

hodobého normálu celkem zcela nevýrazně až na měsíc března, který svou vysokou průměrnou teplotou (obr. 4) podmiňoval sníženou spotřebu paliva.

6. Poslední otopná období v Praze

jsou v rozhodujících parametrech uvedena v tabulce 4.

Отопительный период 1980/1981 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 1980/1981 г. В статье приведены характеристики этого периода с термотехнической точки зрения, обработанные главным образом с уважением к потребностям проектантов и техников-производственников.

Tab. 4. Poslední otopná období v Praze

Otopné období					Klimatické číslo		Absolutní minimální teplota vzduchu	
rok	od	do	dnů	t _{ez} [°C]	K ₁₂ [gd]	K ₁₈ [gd]	°C	datum
1976/1977	18. 10.	4. 5.	195	3,9	1575	2745	-13,8	31. 12. 1976
1977/1978	18. 10.	30. 4.	195	3,9	1578a)	2748	-12,4	19. 2. 1978
1978/1979	30. 9.	15. 5.	228	4,0	1834	3202	-17,2	1. 1. 1979
1979/1980	24. 9.	8. 5.	228 b)	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
normál	30. 9.	3. 5.	216	3,8	1767	3063	Praha-Karlov	
normál	6. 10.	5. 5.	212	3,2	1860	3130	Praha-Klementinum	

Poznámka: a) plus více než týden v květnu při náhlém ochlazení,

b) plus šest dnů v polovině května při náhlém ochlazení.

Die klimatischen Daten während der Heizungsperiode 1980/1981 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 1980/1981 zusammengestellt. Im Artikel werden die wärmetechnischen charakteristischen Daten erwähnt, die mit Rücksicht auf ihre Ausnutzung von Projektanten und Betriebstechnikern ausgearbeitet worden sind.

Valeurs climatiques au cours de la période de chauffe 1980/1981 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 1980/1981. 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.

The climatic parameters during the heating season 1980/1981 in Prague

Ing. Rudolf D. Straka

The author sums up the meteorological measurements published by the Hydrometeorological Institute in Prague concerning the heating season 1980/1981 in Prague and he adds to this summing-up a detailed analysis of the respective results. There are also given basic data and thermotechnical tables prepared with respect to the needs of projecting and operating engineers

● Teplo svítidel

ovlivňuje mikroklima prostoru (od určité úrovně). Empiricky uvažujeme zatím 1000 lx za hraniční intenzitu. Víme, že tato empirie je příliš nepřesná a že bude tedy nutno (už pro možnost využívání odpadového tepla) ji prověřit a opravit.

V Technical Handbook anglického výrobce Smart and Brown Lighting Ltd (1978) jsou uvedeny hodnoty kubatur vzdachu (prostoru), vyhovující jednotlivým typům zářivek tak, že při nich nebude docházet k oteplení (minima) — tj. energeticky vyrovnané prostředí.

Zářivka včetně před- řadníku	Min. objem prostoru na 1 zdroj	(trubice) na 10 mm	(zdroj) na 1 W příkonu
80 W	16,40 m ³	0,109 m ³	0,217 m ³
65 W	14,70 m ³	0,098 m ³	0,226 m ³
40 W	9,80 m ³	0,082 m ³	0,246 m ³
20 W	4,90 m ³	0,082 m ³	0,246 m ³

Platí pro zářivky samostatně instalované, pro svítidla osazená více zdroji jsou nutné úpravy (ztráty podle druhu uzavření nebo krytí, vzájemné působení a spoluúčast konstrukčních prvků).

Podle běžných odhadů jsou tyto hodnoty velmi vzdáleny od dosud běžné empirie — i když není znám dostatek podrobností, které k uvedeným hodnotám vedly (a vymezují je).

(LCh)

● Integrované osvětlovací soustavy — žárovkové

Svítidla — hlubokozářiče — vyrábí např. Eurolight Lichtarchitektur GmbH v NSR ve třech typech:
— pro odsávání (odvod) vzdachu (čerpá se z části pod zdrojem, nikoliv přes zdroj),
— pro nasávání (přívod) vzdachu (přivádí se prostředem mezipláště i do prostoru nad svítidlem z potrubí — jeho přihřívání nelze zabránit),
— kombinovaný typ (s odsáváním přes zdroj).

Svítidla jsou konstruována pro žárovky 60—100 W obyčejné ve svíslé poloze nebo až 150 W reflektarové (PAR-38), většinou jako výlisky z plechu s okraji (okolo stropního výstění) ze zúšlechtněného materiálu.

Výstupní úhel (světelný kužel) u prvních dvou typů asi 50°, u třetího 30° pro obyčejné žárovky a 50° pro PAR-38. Hlukové spektrum je v přijatelných mezích.

Použití především — jde o dekorativní svítidla — ve společensky náročných prostorách se světlou výškou do 4,00 m a strukturálnim (dekorativním) stropním podhledem (mezistrop, obklad).

Výrobky tohoto typu nalezneme jen u mála výrobčů. V našem případě jde o výrobce s programem, sestaveným výlučně z hlubokozářic — žárovkových, dekorativních. Proto patrně musel přijmout i integrovaná svítidla, aby vyhověl náročným požadavkům spotřebitelů: spojit přednosti žárovkového osvětlení s přednostmi klimatizace v integraci.

(LCh)

Využití odpadního tepla chladicích zařízení v potravinářských nákupních střediscích

Vzhledem ke stoupajícím cenám energie ve světě nabývají otázky racionalního využívání primární energie, jakož i způsoby zpětného získávání tepla a využití odpadního tepla, stále více na významu. V NDR kolektiv zlepšovatelů projektantů chladicích zařízení spolu s pracovníky stavebního kombinátu v Pirně a obchodní organizace v Drážďanech zkoumali možnosti využití odpadního tepla od vzduchem chlazených chladicích zařízení. Řešení se zaměřilo na jedno z typových nákupních středisek, a to jak na využití kondenzátorového tepla, tak i tepelného záření z kompresoru ve strojovně chlazení. V dalším se uvažuje i využití tepelné energie v odpadním vzdachu větracího zařízení prodejny.

První výpočty ukázaly, že je možno středisko vytáhnout odpadním teplem z chladicího agregátu alespoň do venkovní teploty $+5^{\circ}\text{C}$, aniž by bylo potřeba dotáhnout otopným zařízením.

Dosavadní projekt větrání nákupního střediska má dva oddělené větrací okruhy. V prvném okruhu je nasávaný čerstvý vzduch pod rampou a doprovázený axiálním ventilátorem do strojovny. Zde vzdach odejme odpadní teplo od chladicího zařízení a je druhým axiálním ventilátorem vyfukován ven nad střechu. Druhý okruh nasává venkovní vzdach nad střechou, prochází přes filtr a ohřívač a je radiálním ventilátorem vháněn do prodejny.

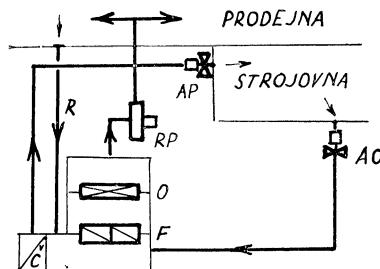
Projekt využití odpadního tepla uvažuje v zimním provozu se změněným oběhem vzdachu (obr. 1). Objemový průtok vzdachu k větrání prodejny je v zimě snížen, za použití elektromotoru s přepínáním pólů, z 36 000 na 6 500 m^3/h , což je přiměřené teplu produkovánu ve strojovně chlazení. Tento snížený

objemový průtok odpovídá trojnásobné hodinové výměně vzduchu v prodejně. Čerstvý vzduch je přiváděn nejprve do strojovny chladicího zařízení potrubím s axiálním ventilátorem, zde se ohřeje a je druhým potrubím s axiálním ventilátorem doprovázený do sací komory větracího zařízení prodejny. Zde je pak filtrován, při velmi chladném počasí ještě dohříván a doprovázený radiálním ventilátorem a rozváděcím potrubím do prostoru prodejny. Přídavným oběhovým potrubím může být ještě získáno teplo z odpadního vzdachu z prodejny. Učelnější by bylo oběhový vzduch dodávat do potrubí čerstvého vzduchu pro strojovnu chlazení. Tím by se umožnilo kontinuálně provozovat zařízení na zpětné získávání tepla také při venkovních teplotách pod 0°C . Regulační klapky zabudované do potrubí jsou ovládány elektrickými servopohony. Regulace zařízení na zpětné získávání tepla děje se v závislosti na teplotě v prodejně.

Předpokladem pro popsaný způsob řešení, při němž vzdach pro prodejnu prochází přes strojovnu chlazení, načež je filtrován, byl souhlas ministerstva zdravotnictví NDR.

Projekt byl pak jako prototyp realizován na jednom novém nákupním středisku v Drážďanech, které bylo otevřeno v únoru 1980. Řadou měření byly zaznamenány hodnoty teplot a objemových průtoků vzdachu a z toho bylo vypočteno využité odpadní teplo. Zkoušky se ukázaly úspěšné, naměřené hodnoty odpovídaly výpočtovým předpokladům. Ohřátí vzdachu mezi vstupem do strojovny chlazení a vstupem do nasávací komory větracího zařízení prodejny se pohybovalo mezi 11 až 13 K.

Zejména je třeba zdůraznit, že především zrána, při plnění chladicích pultů a mrazicích skříní, běží chladicí zařízení naplně a proto vzniká velké množství odpadního tepla, jehož využitelná hodnota se pohybovala mezi 24 až 37 kW. Z toho vychází, i s přihlédnutím k přídavnému příkonu ventilátorů, roční úspora při 200 topných dnech asi 150 000 kWh. Na základě tohoto se vrátí vynaložené výmenáklady asi za 2 roky. Projekt je principiálně použitelný pro všechna nákupní střediska potravin i jiná gastronomická zařízení, kde je strojovna s větším počtem vzduchem chlazených blokových chladicích jednotek.



Obr. 1. Schéma zapojení pro využití odpadního tepla

Legenda: (AP — axiální ventilátor přívodu vzdachu do strojovny chlazení, AO — axiální ventilátor odvodu vzdachu ze strojovny chlazení, RP — radiální ventilátor přívodu vzdachu do prodejny, Č — šachta čerstvého vzdachu, F — filtr, O — ohřívač, R — oběhový vzdach).



Dne 27. 12. 1981 se dožívá významného životního jubilea — šedesát let — podnikový ředitel n. p. JANKA ZRL Radotín s. Jaroslav Havlíček. Narodil se ve Psárech v okrese Praha-východ. Vyučil se elektromechanikem, absolvoval obchodní a průmyslovou školu, pracoval u různých firem a v roce 1950 přešel do oboru vzduchotechniky. Ve vzduchotechnických podnicích JANKA, VÚV a ZVVZ prošel řadou funkcí, které mu umožnily dokonale se seznámit se s vzdutí výrobou a s jejím řízením. Od roku 1971 zastával funkci obchodního náměstka v n. p. JANKA - ZRL a roku 1975 byl jmenován podnikovým ředitelem. S. Havlíček se podílel na výstavbě řady důležitých staveb v ČSSR i v zahraničí, zejména v odvětví energetiky, dolů a hutí, v posledních letech na výstavbě metra, Paláce kultury, Národního divadla, Čs. televize a dalších. Bez nadászky lze říci' že nebylo u nás větší stavby, na níž by s. Havlíček neuplatnil své bohaté zkušenosti. Velké úsilí věnuje další výstavbě n. p. JANKA, rozširování sortimentu výrobků, zejména pro jadernou energetiku a inovaci výrobků pro klimatizaci i pro další výrobní program. V době jeho působení ve vedoucí hospodářské funkci se dále rozšířila spolupráce s ČVUT a jinými výzkumnými pracovišti, zejména SVUSS Běchovice a VÚPS Hostivař. Zasloužil se rovněž o rozvoj spolupráce mezi n. p. JANKA a ČSVTS. Za svoji oběťavou a společensky významnou práci obdržel s. Havlíček řadu vyznamenání a čestných uznaní.

Do dalších let přejeme jubilantovi dobré zdraví, mnoho úspěchů v jeho práci a dobrou životní pohodu.

Redakční rada

● Energetický význam údržby osvětlení

Údržba představuje významnou energetickou rezervu — samozřejmě tam (především), kde jsou v provozu rozsáhlé osvětlovací soustavy. Údržbou lze získat:

- úspory elektrické energie (výkonu),
- zmenšení ztrát (z provozu),
- vyšší účinnost využívání elektrické energie (pro osvětlování).

Úspory se dosahují omezením činitelů, které působí proti nim — stárnutí zdroje (omezení počtu), jejich znečištění (větší světelný výkon) a znečištění svítidel a povrchů v prostorách (spolupůsobení). Zvláště časté je trvalé zhavení elektrod zářivek (anž by dávaly světlo) a poškození kondenzátorů (ztráty provozem světelně neúčinných prvků soustavy.)

Jiné úspory se dosahují řízením provozu osvětlovacího zařízení v závislosti na využívání denního přírodního osvětlení (udržovaného!) v pracovních prostorách.

Všechny dosažitelné úspory jsou závislé na podmírkách provozu a prostředí. Mohou se pohybovat v rozmezí 10 až 30 % celkového objemu elektrické energie, spotřebované na osvětlování. Žel, stejněho efektu úspor lze dosáhnout zhášením — tedy cestou nejmenšího odporu a vynakládání úsilí, ovšem doprovázeném ztrátami na lidech (únavu, úrazy) a výrobcích (nedokonalostí).

Uznáváme platnost úměry mezi kvalitou osvětlení a pracovního prostředí a kvalitou práce — potom také uznáváme údržbu jako energetickou rezervu, kterou můžeme zasahovat ve prospěch účinnosti zařízení a výrobních výsledků (Směrnice Centroprojektu Gottwaldov).

(LCh)

● Zpětné získávání tepla u nástřešních ventilátorů

Firma Gebhardt NSR nabízí střešní ventilátory se zpětným získáváním tepla. Nově vyvinutá jednotka obsahuje výměník tepla s křížovým proudem, kde se chladný přiváděný vzduch ohřívá teplým odpadním vzduchem. Smísení obou proudů vzduchu je s ohledem na koncepci a konstrukční řešení zcela vyloučené.

Jednotka je stavebnicového uspořádání, což umožňuje i její dodatečnou instalaci. Může být přitom využito i stávajících střešních ventilátorů. Použití jednotky je především do průmyslových hal, zemědělských hal, velkokuchyní aj.

CCI 5/80

(Ku)

**Haustechnik Bauphysik Umwelttechnik
(Gesundheits-Ingenieur) 102 (1981), č. 2**

- Eingrenzung der klimatischen Bedingungen für die Entstehung von Wandschimmel in Wohnräumen (Omezení vlivu klimatických podmínek na vznik plísňe na stěnách v obytných místnostech) — Steinert J., Draeger S., Paulmann K., 57—67.
- Verhindern des Verkrustens von Leitungen und des ganzen Transportsystems durch Förderung des Heilwassers unter Luftabschluss zur Erhaltung seines Chemismuses (Zamezení koroze potrubí a celého dopravního systému doprovou léčivé vody při zamezení přístupu vzduchu k udržení jejího chemismu) — Riedle K., 67—75.
- Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe in Mosel und Saar und ihre wasserwirtschaftliche Bedeutung (Polycyklé aromatické uhlovodíky v řekách Mosel a Saar a jejich vodohospodářský význam) — Hellmann H., 75—78, 87—89.
- Gedanken über die physikalische und psychische Bedeutung der Tageslicht-Öffnungen in der DIN 5034 „Tageslicht in Innenräumen“ (Úvahy o fyzikálním a psychickém významu otvorů pro denní světlo v normě DIN 5034 „Denní světlo ve vnitřních prostorách“) — Brandt H. J., 90—96.
- vaný obchodní dům) — McSherry G. S., 70—73.
- Cost effective hydronic system balancing (Ekonomický výhodné vyvažování hydronického systému) — Minarich L., 85—88.
- Successful insulation hanger bounding (Úspěšná izolace závěsů pro potrubí) — Hickman W. C., 92.
- Expansion tank calculations with a programmable calculator (Výpočty expanzních nádob na programovatelném kalkulátoru) — Syed M. D., Strang D. G., 96—99.
- Calculate heat gain with a programmable calculator (Výpočet tepelného zisku na programovatelném kalkulátoru) — Chen S. Y. S., 120—127.
- Fixture traps (Sifony) — Steele A., 131 132.
- Central chilled water plant control: II (Centrální regulace chlazení vody: II. část) — Haines R. W., 135—136.
- Nomograph determines dew point, moisture content, density and specific volume of air (Nomogram určuje rosny bod, vlhkost, hustotu a měrný objem vzduchu) — Sisson B., 147 — 148.
- Air conditioning market: on to new record levels (Trh s klimatizací dosazuje rekordní hodnot) — Korte B., 151.

Heating, piping, air conditioning 52 (1980), č. 12

- Power factor correction (Korekce energetického faktoru) — Bell Ch. J., Hester L. R., 31—34.
- Air terminal units (Koncové jednotky klimatizačního systému VAV) — Pannkoke T., 49—52.
- Spark resistant fan construction (Konstrukce ventilátoru zabranující jiskření) — Thompson J. E., 55—58.
- Modular pneumatic control system (Stavebnicový pneumatický regulační systém) — Asbill C. M., 62—66.
- Central chilled water plant control (Centrální regulace chladicího zařízení) — Haines R. W., 68—69.
- Chilled water hydronic systems (Hydronické systémy chlazení vody) — Coad W. J., 71—72.

Heating, piping, air conditioning 53 (1981), č. 1

- Process water heat from solar energy (Využití tepla z vody, ohřívané sluneční energií) — yellott J. I., 55—59.
- New data predict domestic water demand (Spotřeba vody pro domácnost) — Anderson G. W., 62—65.
- Energy management for a refrigerated warehouse (Spotřeba energie pro klimatizo-

vaný obchodní dům) — McSherry G. S., 70—73.

- Cost effective hydronic system balancing (Ekonomický výhodné vyvažování hydronického systému) — Minarich L., 85—88.
- Successful insulation hanger bounding (Úspěšná izolace závěsů pro potrubí) — Hickman W. C., 92.
- Expansion tank calculations with a programmable calculator (Výpočty expanzních nádob na programovatelném kalkulátoru) — Syed M. D., Strang D. G., 96—99.
- Calculate heat gain with a programmable calculator (Výpočet tepelného zisku na programovatelném kalkulátoru) — Chen S. Y. S., 120—127.
- Fixture traps (Sifony) — Steele A., 131 132.
- Central chilled water plant control: II (Centrální regulace chlazení vody: II. část) — Haines R. W., 135—136.
- Nomograph determines dew point, moisture content, density and specific volume of air (Nomogram určuje rosny bod, vlhkost, hustotu a měrný objem vzduchu) — Sisson B., 147 — 148.
- Air conditioning market: on to new record levels (Trh s klimatizací dosazuje rekordní hodnot) — Korte B., 151.

Heizung und Lüftung — Chauffage et ventilation 48 (1981), č. 2

- Technische Klima-Daten für die Schweiz (Technické klimatické údaje pro Švýcarsko) — Droschmann H., 11—17.
- Lüftungswärmeverluste — wie sind sie messtechnisch erfassbar? (Tepelné ztráty při větrání — mohou se zjistit měřicí technikou?) — Baumgartner T., Hartmann P., Mühlbach H., 17—21.
- Nutzung von Kraftwerkswärme mit Kraft-Wärme-Koppelung oder Wärmepumpen: Eine energiewirtschaftliche Beurteilung (Využití odpadního tepla elektráren za použití vazby energie-teplo nebo tepelných čerpadel: Energetickoekonomické posouzení) — Stooss W., 22—24.
- Le dégazage des eaux d'alimentation des chaudières à vapeur (Odplynění napájecí vody v parních kotlích) — Rossier M., 24—25.

Die Kälte und Klimatechnik 34 (1981), č. 4

- Kühlhausbau und Brandschutz (Konstrukce chladírny a protipožární ochrana) — Heinze K., 138—140, 142—144.
- Flächenentlüftung in Grossküchen (Plošné odvětrávání ve velkých kuchyních) — Oetjen H., 146—149.
- Bundesfachschule Kälte-Klima-Technik, Landesinnung Hessen Kälte-Technik (Spol-

ková německá odborná škola chladicí a klimatizační techniky; zemské společenstvo chladicí techniky v Hessenku) — Breidenbach K., Seikel M., 150, 153.

— ISH Internationale Fachmesse Sanitär Heizung Klima, Frankfurt am Main 17.—22. 3. 1981 (ISH mezinárodní odborný veletrh — zdravotní technika, vytápění, klimatizace — ve Frankfurtu n. M. ve dnech 17.—22. 3. 1981) — 154.

Licht 32 (1980), č. 7—8

— Beleuchtung eines Supermarktes mit Hochleistungs-Spiegelleuchten (Osvětlení obchodního domu vysokovýkonnémi zářivkovými svítidly se směrováným světlem) — Kupsch E., 376—377.

— Die Beleuchtung eines Freizeit-Sportzentrums (Osvětlení ve sportovně rekreačním středisku) — Sturm W., 378—380.

— Glas '80 (Osvětlovací sklo roku 1980) — Welk R., 382—385.

— 325 Kubikmeter umbauter Raum mit Acrylglas verkleidet (325 m³ obestavěného prostoru obloženého organickým sklem) — Gut G., 388—390.

— Lichttechnik unter Arbeitsstätten-Rechtlichen Gesichtspunkten (Světelná technika z pracovně právního hlediska) — Krochman J., 391—394.

— Computer Licht-Technik (Návrh osvětlení pomocí počítače) — 396—397.

— Zweck-Leuchten '80 (Hannover 1980 — účelová svítidla) — Scholtysek D., 398—404.

— Notbeleuchtung in Industriebetrieben II (Nouzové osvětlení v průmyslu — díl II) — Weyer K., 405—407.

— Berechnung der Leuchtdichte bei Flutlichtanlagen (Výpočet intenzit při osvětlování rozsáhlých venkovních ploch reflektory) — Cakir A., 408—409.

— DIN 5044 „Ortsfeste Verkehrs-Beleuchtung“ (DIN 5044 „Stálé osvětlování komunikací“) — 417—419.

Licht 32 (1980), č. 11

— Lichtarchitektur (Světelná architektura) — 542—544.

— Herbstmesse in Frankfurt (Podzimní veletrh ve F.) — 546—549.

— Brogenzer Festspiele mit rechner-gesteuertem Bühnenlicht (Jevištění osvětlení na Bodamském jezeře řízeno počítačem) — 554.

— Mikroprozessor-Speichersystem für Bühnenbeleuchtung (Jevištění osvětlení řízeno počítačem) — Abbot R., 557.

— Laser-Licht in Diskotheken (Diskotékys s laserovými světelnými efekty) — Nowak K., 558—561.

— Untersuchungen über den richtigen Zeitpunkt für das Ein- und Ausschaltung der Strassenbeleuchtung (Výzkum správného časování při zapínání a vypínání uličního osvětlení) — Greger H., 562—567,

— Moderne Bergwerks-Beleuchtung in Deut-

schland (Moderní osvětlení v hlubinných dolech v NSR) — Weis B., Pawłowski G., 568—572, 577.

Licht 33 (1981), č. 2

— Skandinaviska Belysningsmässen (Skandinávský veletrh svítidel, Göteborg leden 81) — 56—57.

— Metalle für die Leuchtenherstellung gezeigt an Sonderanfertigungen (Kovy na výrobu svítidel umožňují umělecké individuální tváření) — Derk A., 62—64.

— Benazet-Saal im Kurhaus Baden-Baden (Rekonstrukce divadelního sálu v léčebném domě v B.-B.) — Mäcken W., Kiesewalter H., 68—69.

— Die szénische Beleuchtung in Theatern und Fernsehstudios (Scénické osvětlení v divadlech a televizních studiích) — Kiesewalter H., 70—76.

— Bildschirm-Arbeitsplätze (Pracoviště s obrazovkami) — Appenheimer C. F., 78, 80—81.

— Beleuchtungsprobleme bei der Fernseh-Überwachung von Anlagen mit niedrigen Beleuchtungsstärken (Problémy osvětlování při kontrole televizí v zařízeních s malými intenzitami osvětlení) — Loef C., 82—84.

— Licht und Immissionschutz (Osvětlení a ochrana proti imisím) — Beckmann F. W., 90.

RAS Wirtschaftsjournal für Sanitär + Heizung 35 (1980), č. 11

— Der Blick ist nüchtern in den Markt von morgen gerichtet (Výhled výroby a odbytu sanitárních zařízení je řízen střízlivými perspektivami) — 866—876.

— Bei der Ablösung von Öl werden Gas und Strom profitieren (Při nahradě oleje dostávají přednost plyn a el. proud) — 878—883.

— Wohnbäden 81 (Příloha „Bytová koupelna 81“) — Sl-S104 (885—988)

— Ein heimlicher Riese zeigt Flagge im Sanitärmärkt (Firemní sdělení — Blomberg, Ahlen/Westf., NSR — tepelná čerpadla, pračky aj.) 1012, 1015.

— Optische Präsenz an der Alster fördert Aufgeschlossenheit im Markt (Firemní sdělení Ideal-Standart NSR — zařízení koupelen) — 1016—1017.

— Problemlösende spültechnische Gesamtkonzeption sichert qualitatives (Firemní sdělení — Georg Rost & Söhne, Porta Westfalica-Lerbeck, NSR) — 1018—1020.

RAS Wirtschaftsjournal für Sanitär + Heizung 35 (1980), č. 12

— Struktur der Raumheizung wird sich gezwangsläufig verändern (Struktura vytápění vnitřních prostorů se intenzivně mění) — 1062 až 1063.

— Die Sanitärbranche lebt von Kreativität und Leistungsbereitschaft (Trh sanitárních

výrobků žije inovacemi a výhledem na zvýšení obratu) — 1066—1072 pokrač.

— Praxis- und problemorientiertes Leistungspaket setzt Akzente im Sanitär- und Heizungsmarkt (Fir. sděl. — J. Vaillant GmbH, Remscheid NSR — ohříváče vody, armatury) — 1086—1088, 1090.

— Ausbau der Unternehmensposition durch praxisorientiertes Engagement (Fir. sděl. — Mittelmann & Stephan, Laasphe — kotle a otopná zařízení) — 1095—1098.

— Küchentechnik No. 6 (Příloha „Technika v kuchyni“ č. 6) — K 445 — K 514.

— Mikrocomputer eroberen den Haushalt (2) (Mikropočítáče dobývají domácnost — díl 2) — Wicht K., K 456—K 458.

— Alt und behindert sein, darf nicht zur Isolation führen (Stáří a invalidita nemusí vést k izolaci) — Baschin H., K 467—K 468.

— DIN 68 901 „Koordinationsmasse“ (DIN 68 901 „Koordináty kuchyňských sestav“) — K 471—K 472.

— Koordinierungsmassnahme für Küchenmöbel und Küchengeräte (Komentář k DIN 68 901 — Zajištění koordinace sestav kuchyňského nábytku a zařízení) — K 474, K 479.

— Modernisierung eines Bauernhauses (Modernizace zemědělské usedlosti) — Krawinkel A. L., K 493—K 495.

RAS Wirtschaftsjournal für Sanitär + Heizung 36 (1981), č. 1

— Praxisorientiertes Leistungsangebot in allen Kernbereichen (Na praxi zaměřená nabídka sortimentu ve všech nosných oblastech — ISH 1981) — 4—9.

— Moderne Heizungssysteme und Wohnbadseinrichtungen im Blickpunkt (Na shk v Hamburku se soustředili na moderní otopné soustavy a zařízení koupelen) — 25—27.

— Bäder-Studio mit richtungweisendem Ideenangebot (Fir. sdělení — Küster Hannover NSR — zařízení koupelen) — 31, 32 a 34.

— Unternehmenseausbau und zielorientierte Produktpolitik stellen die Weichen auf qualitatives Wachstum (Fir. sdělení — Ceramic Dolomite Trichiana Italie — design keramických výrobků) — 43—44.

— Verfeinerte Konzeption markiert eindrucks-voll klar formulierte Marktziele (Fir. sdělení — Twick & Lehrke Gütersloch NSR — osvětlování v koupelnách) — 53—65.

— Ausgewogene Produktpalette schafft kontinuierliches Wachstum (Fir. sdělení — Kama Greding NSR — zařízení koupelen) — 58—60.

— Küchentechnik No. 1 (Příloha „Technika v kuchyni č. 1“) — K 1—K 74.

— Blick in die Küchenzukunft (Nahlédnutí do budoucnosti kuchyně) — Ludewig W., K 5—K 6.

— Problemorientiert konzipierte Spültscharamatüren geben der Küche den letzten Schliff (Účelně koncipované dřezové armatury dotvářejí kuchyň) — K 17—K 19 pokrač.

— Der Besucher wird von Problemlösung zu Problemlösung geführt (Při návrhu výstavy kuchyňských zřízení musí být návštěvník

veden od problému k problému) — K 29—K 30.

— Erst eine sinnvolle Normungsarbeit öffnet den Küchenmarkt (Jen rozvážná normalizace otevře odbyt kuchyní) — Flury S., K 32, K 34, K 37.

RAS Wirtschaftsjournal für Sanitär + Heizung 36 (1981), č. 2

— Italien setzt konsequent auf das Wohnbad (Mostra Convergno Milán 1981 — Italie upřednostňuje obytnou koupelnu) — 102—103.

— Heizenergieverbrauch soll um 10 % gesenkt werden (Spotřeba energie na vytápění může být v 10 % snížena) — Kopřiva M., 107—110.

— Richtungsweisende Sanitär- und Küchenausstellung zeigt Wirkung (Fir. sdělení — Faustmann & Rodenkirchen Dortmund NSR — koupelnová zařízení) — 121—123.

— Erweiterte Produktkonzeption verstärkt Schlagkraft im Markt (Fir. sdělení — SBS Heizkesselwerke Emsdetten NSR — výrobní program kotlů) — 146—148.

— Mit wegweisenden Problemlösungen zieltreibig auf Erfolgskurs (Fir. sdělení — Junkers-Robert Bosch GmbH Wernau NSR — ohříváče vody a zařízení koupelen) — 152. 157—159.

Sanitär- und Heizungstechnik 45 (1980), č. 11

— „... und zeigst dem Kaiser Deine Arbeit“ (Příspěvek k dějinám výroby sanitárních předmětů) — 918—922.

— Wohnbaden 81 (Příloha „Bytová koupelna 81“) — 923—1026 (S1—S104).

— „... die der Ölflamme innenwohnenden Eingeschafsten auszunutzen“ (Příspěvek k dějinám vytápění a přípravy teplé vody) — 1027, 1032.

— Vollelektrisch beheizt und gekühlt (Výlučně elektricky vytápěna a chlazena — Universita v Bayreuth) — 1033—1034.

— Welcher Computer ist der richtige? (Který je ten správný počítač?) — Fries D. P., 1037—1044.

— Brunneninstallation: Die Vorstellungen des Bildhauers realisieren (Instalace vodních nádrží — představy sochaře uskutečněny) — Saunus Ch., 1047—1050.

— Hydraulische Berechnung von Abwasserleitungen (Hydraulické výpočty v kanalizaci) — Feurich H., 1051—1054.

— „... Eine interessante Lösung, die zweifellos auf die Branche zukommt“ (Rozhovor o otázkách otopných kotlů) — 1057—1062.

— Zentrale Wärmepumpenbrunnen können tiefer gehen (Centrální studny pro tepelná čerpadla mohou být hlubší) — 1063—1068.

— Probleme der Sanitär-Keramik für Behinderte (Problémy sanitární keramiky pro tělesně postižené) — Philippen D. P., 1069—1072.

— Regel- und Steuerungstechnik (Regulace a ovládání — novinky) — 1073.

— Pollrich, Mönchengladbach: Rationelle Energieverwendung mit Klimaanlagen (Fir. sděl. — výroba velkých ventilátorů) — 1090—1091.

Sanitär- und Heizungstechnik 45 (1980), č. 12

- Es muss nicht immer der eigene Garten sein (Tepelná čerpadla — hloubka osazení 80 cm pod zemí) — 1112—1116.
- Preis der deutschen Gaswirtschaft für rationellen Erdgaseinsatz 1980 vergeben (Ceny německé Společnosti pro využití plynu 1980 za úsporné využití zemního plynu uděleny) — 1117.
- Leda heizt und Klimatisiert (Bivalentní voda/vodní tepelné čerpadlo, otopné a klimatizační zařízení s plynovým motorem v bateriové budově) — 1118—1123.
- 50 % Heizwärme aus dem Kühlregal (50 % tepla z chladicího zařízení) — 1124—1127.
- Belichton, Heizen und Düngen mit der Gaslampe (Osvětlování, vytápění a hnojení plynem ve skleníku) — 1128—1129.
- Vorschriftsmässige Installationen der beste Korrosionsschutz (Instalace podle předpisů poskytuje nejlepší protikorozní ochranu) — 1130—1132.
- Sanitärinstallation einfach gemacht (7) (Sanitární instalace lze dělat velmi jednoduše — díl 7.) — Günther Ch., 1135—1140.
- Solarthermisch vorteilhafter als solarelektrisch (Přeměna sluneční energie v teplo má přednost před přeměnou v el. energii) — Grallert H., 1141—1145.
- Hitachi: Ein Bein in der Heizungsindustrie (Fir. sděl., Hitachi vyrábí otopná zařízení) — 1168.
- Bilwinco: Temperaturregelung, die nicht nur das Wetter berücksichtigt (fir. sděl., skandinávská regulační technika) — 1170.
- Obo Bettermann: Installationsmaterial ständig den Markterfordernissen angepasst (fir. sděl., úchytky trub) — 1171.
- Küchentechnik No. 6 (Příloha „Technika v kuchyni č. 6“) — K 445—K 488 (viz RAS 1980/11)

Sanitär- und Heizungstechnik 46 (1981), č. 1

- Was nicht kommt, ist leichter vorherzusagen (Prognosy o vytápění v příštích letech) — Genath B., 7—11.
- Produkte und Beratungsbörse (Výrobky a poradenství na 11. ish ve Frankfurtu n. M. v březnu t.r.) — 12—14.
- Wärme für 7000 Wohnungen aus dem Stahlwerk (Ocelárna bude vytápět 7000 bytů) — 15—16.
- Wärme einschalten wie das Licht (Vytápění se zapíná jako osvětlení) — Engel T., 19—23.
- Ein Schwimmbad muss nicht teuer heizen (Interbad Stuttgart: plavecký bazén nemusí být drahe vytápění) — 24—26.
- Halbleiter-Module vereinfachen die Regelungstechnik (Poloiodičové prvky zdělují regulační techniku) — Wurr K., 31—32.
- Sanitärinstallation einfach gemacht (8) (Jednoduché provádění sanitárního instalací — díl 8.) — Günther Ch., 33—38.
- Hackschnitzel und Meterscheite gefragt (Vytápění odřezky dřeva a poleny) — 43—44.
- Das Gewinn ist recht bescheiden (Ziský

budou ještě skromné. Ohřívání užitkové vody sluneční energií jako výzkum TU Braunschweig) — Brennecke P., Wagner F., 45—49.

- Neues von der „Interbad“ (Novinky na „Interbad“ Stuttgart) — 56—58, 60.
- Remeha: Verbesserungen an atmosphärischen Gaskesseln (Firem. sdělení: Remeha Apeldoorn Holandsko, litinové kotly) — 61—62

— BWK Kellner: Verbesserte Fußbodenheizungen durch verbessertes Zubehör (Firem. sdělení: BWK Kellner Ostercappeln NSR — podlahové vytápění) — 62—64.

— Küchentechnik No. 1 (Příloha „Technika v kuchyni“ č. 1) — K 1—K 74 viz RAS 1/81.

Sanitär- und Heizungstechnik 46 (1981), č. 2

— Verschlammungen an Pumpen und Verstärkern (Zanášení čerpadel a rozdělovačů kalem) — Sturm W., 81—82.

— Korrosionsschaden durch Sauerstoffdiffusion (Škody z koroze působením difuze kyslíku) — Kruse C. L., 80.

— Eintrag doch nicht ganz unerheblich (Škoda ne zcela bezvýznamná — difuze kyslíku v potrubí teplovodního vytápění) — Dehnen H., Melenk K., 83—88.

— Aluminium stoppt die Diffusion (Hliník zastaví difuzi) — Engel T., 93—97.

— Stoff wirtschaftlicher als Papier (Tkaniny jsou hospodárnější než papír — problém mytí, a osušování rukou v hromadných umývárnách) — 98—101.

— Tabellen zur hydraulischen Berechnung von Abwasserleitungen für Gebäude und Grundstücke (Tabulky k hydraulickým výpočtům vnitřních a venkovních odpadních potrubí) — Feurich H., 102—106.

— Die Wärmedämmung des Teppichbodens beachten (Treba si povšimnout tepelných ztrát v kobercích) — Lage F. K., 107—108.

— Energiedach: Empfehlenswert mit Gas-Wärmepumpe (Sluneční energie ze střechy — doporučované hodnoty s plynovým tepelným čerpadlem) — Thiele H., 111—113.

— Probleme der Sanitärokeramik für Behinderte (Problémy sanitární keramik pro tělesně postižené) — Philippen D. P., 114—116.

— Regel- und Steuerungstechnik (Novinky z techniky regulace a ovládání) — 117.

— Nur Dosierpumpen mit niedriger Anlaufschwelle dosieren ausreichend (Jen čerpadla s nízkým náběhovým prahem dávkují vyhovujícím způsobem) — Dopslaff J., 144, 146.

— Biral: Fein abgestuftes Pumpenprogramm für fast jeden Betriebspunkt (Firemní sdělení: čerpadla do otopných soustav Biral) — 151—152.

— Grünzweig + Hartmann: Bessere Luft in Grossküchen (Firemní sdělení: větrání velkých kuchyní, Grünzweig + Hartmann NSR) — 154—155.

Stadt- und Gebäudetechnik 34 (1980), č. 11

- Ein Beitrag zur Optimierung von Fernwärme-Sekundäranlagen (Příspěvek k optimální

- lizaci sekundárních zařízení dálkových teplovodů) — *Gläser G., Kaulfuss G.*, 321—323.
 — Vorschlag zur Bemessung von Zirkulationsleitungen für die Dampferzeugung in hochliegenden Ausdehnungsgefäßsen (Návrh na dimenzování cirkulačního potrubí u zařízení na vývý páry při vysoké osazéných expanzních nádobách) — *Glück B.*, 324—327.
 — Wirtschaftlichkeitsgrenzen für Wärme pumpen bei höheren Wärmequelltemperaturen (Hranice hospodárnosti tepelných čerpadel při vyšších teplotách zdroje) — *Zschernig J.*, 328—330.
 — Die Heizenergieverbrauch elektrisch beheizter Wohnungen — Ergebnisse einer Langzeituntersuchung (Spotřeba energie pro elektrické vytápění bytů — výsledky dlouhodobého výzkumu) — *Voigtlander M.*, 331—335.
 — Schaltungsvarianten von Thermostat-Ventilen (Varianty ovládání termostatického ventilu) — *Schlott S.*, 336—337.
 — Entqualmungsverhalten von vielgeschossigen Gebäuden und Hochhäusern des Wohnungsbaus (Odstraňování kouře u vícepodlažních a výškových obytných budov) — *Richter W.*, 338—343.
 — Geräuschprobleme bei Sanitärarmaturen (Problémy hlučnosti sanitárních armatur) — *Schmidtschen R.*, 344—346.

Stadt- und Gebäudetechnik 34 (1980), č. 12

- Wirtschaftlichkeitsaspekte für einige Konzeptionen zur kombinierten Heizwärme- und Gebrauchs-Warmwasser-Versorgung mittels Heisswasser-Fernwärme (Hlediska hospodárnosti pro koncepci kombinace přípravy horké vody k vytápění a teplé užitkové vody pomocí dálkového horkovodního teplovodu) — *Gläser G., Kaulfuss G.*, 353—356.
 — Mitteldruckhaltung in Fernwärmenetzen mit minimalem Energieaufwand (Udržení středního tlaku v dálkových tepelných sítích s min. výdajem energie) — *Glück B.*, 357—361.
 — Druckhaltung nach dem „System Schwedt“ in Abnehmeranlagen der Wärmeversorgung — Betriebsergebnisse und Möglichkeiten der Weiterentwicklung (Zajištění tlaku systémem „Schwedt“ v zařízeních pro zásobování spotřebitelů teplem — provozní zkušenosti a možnosti dalšího vývoje) — *Joksch H. O.*, 362—367.
 — Wärmeübertrager für die Heizungstechnik in Dampf-Kondensat-Anlagen, konstruiert unter energiewirtschaftlichen und regelungstechnischen Aspekten (Výměníky pro zařízení na kondenzaci páry v otopné soustavě, konstruované s ohledem na energetickou hospodárnost a hlediska regulační techniky) — *Feller P.*, 367—369.
 — Variantenuntersuchung zur Wärmeversorgung kleiner Wohngebiete (Studie různých způsobů zásobování teplem malých obytných okrsků) — *Bauer U.*, 369—372.
 — Wärmeübertragerstation Typ WÜST-B/D (Výměníková stanice typu WÜST-B/D) — *Körtge J., Pogodzik F.*, 372—373.

- Heizraumzelle 200 (Otopná buňka 200) — *Werner K., Artschwager H.*, 374—375.
 — Katalog T 7706 PGF Fernwärmeleitungen — eine Rationalisierungsmittel für Projektierung und Ausführung (Katalog prvků pro dálkové rozvody tepla jako racionalizační pomůcka pro projekci a provádění) — *Werner H. G.*, 376—378.
 — Festigkeitswerte (Streckengrenze) für geschweißte Stahlrohre aus St 38b-2 nach TGL 7960 (Mezní hodnoty pevnosti ocelových svářených trub z daného materiálu) — *Lindner*, 379—380.

Stadt- und Gebäudetechnik 35 (1981), č. 1

- Wärmeenergiebilanzen 1979 — Abrechnung und Analyse (Bilance tepelné energie za rok 1979 — zúčtování a rozbor) — *Dost R., Hildebrand K. H., Schroeder K. H.*, 1—2.
 — Betrachtungen zur Absenkung der Rücklauftemperaturen im Fernwärmesystem (Úvaha k poklesu teploty zpětné vody v dálkovém otopném systému) — *Bentscheff S.*, 2—5.
 — Technische Dokumentation zur Umrüstung einer Kesselanlage vom Energieträger Stein Kohle auf Briketts (Technická dokumentace k přestavbě kotelny na spalování briket místo kamenného ublí) — *Hess R., Buss E. B.*, 6—9.
 — Wasserinhalt und Grösse des Ausdehnungsgefäßes von Wasserheizungsanlagen (Obsah vody a velikost expanzní nádoby u teplovodního vytápění) — *Windisch K.*, 10—13 pokrač.
 — Beschreibung und Kriterien der Auswahl von Heizkörper-Thermostat-Regelventilen (TRV) in Zweirohr-Wasserheizungssystemen (Popis a kritéria pro volbu regulačních termostatických ventilů na otopných tělesech ve dvoutrubkovém teplovodním otopném systému) — *Schlott S.*, 13—17.
 — Rechenprogramm zur quantitativen Analyse des R-Z-Systems (Výpočtový program pro kvantitativní rozbor rekuperativního obnovového systému) — *Sternberg P.*, 18—22.
 — Zur energetischen Wertung von Grasmotor-Wärmepumpen (Energetické hodnocení plynového motoru tepelného čerpadla) — *Zschernig J.*, 23—24.
 — Einbau einer Brikett-Abriebfeuerung in eine bestehende Heizungsanlage (Zabudování topení na drcené brikety do stávajícího otopného zařízení) — *Kolb D.*, 25—27.

Stadt- und Gebäudetechnik 35 (1981), č. 2

- Wärme- und Massenströme in Wärmenetzen (I) : Tepelné a hmotové proudy v tepelných sítích — díl 1) — *Glück B.*, 34—38.
 — Anwendung der Mikroelektronik in der technischen Gebäudeausrüstung (Použití mikroelektroniky v technických zařízeních budov) — *Kramer M.*, 38—41.
 — Elektro- und MSR-Schaltsschränke für Wärmeübertragerstationen BR I nach dem Baugruppensystem (Elektrické a automatičační rozvaděče pro výměníkovou stanici typu

BR I jako stavebnice) — *Wolter A.*, 42—43.
— Grundlegende Untersuchungen zum Einsatz von thermostatischen Heizkörperregelventilen (Základní výzkum použití termostatických regulačních ventilů na otopných tělesech) — *Knabe G.*, 43—47 pokrač.

— Bemessung von Heizkörper-Thermostat-Regelventilen in Zweirohr-Wasserheizungssystemen (Měření na termostatických regulačních ventilech na otopných tělesech ve dvoutrubkovém teplovodním systému) — *Schlott S.*, 47—50.

— Zur Genauigkeit der linearen Reglerkennlinie bei aussentemperaturabhängiger Heizungsregelung (Přesnost lineární regulace na vekovní teplotě závislé regulace vytápění) — *Hänsel J.*, 51—54.

— Einsatz, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit von Sicherheitsventilen (Použití, účinnost a spolehlivost pojistných ventilů) — *Menge R.*, 54—59.

— Wasserinhalt und Grösse des Ausdehnungsgefäßes von Wasserheizungsanlagen (Obsah vody a velikost expanzní nádoby u teplovodního vytápění) — *Windisch K.*, 59—63.

Staub Reinhaltung der Luft 40 (1980), č. 12

— Problematik der Staubexplosionen und Massnahmen gegen Explosionsgefahren in Grossraumbunkern für Schüttgut (Problematika výbuchů prachu a opatření proti nebezpečí výbuchů ve velkoprostorových zásobnících pro sypký materiál) — *Matušek Z.*, *Štroch V.*, 503—510.

— Schwankungen der Staub- und Fluoridkonzentrationen, Lufttemperaturen und Luftgeschwindigkeiten in einer Fabrikhalle (Kolísání koncentrací prachu a fluoridů, teplot a rychlosti vzduchu v tovární hale) — *Crommelin R. D.*, *Boekesteijn P.*, *Stellingwerf J.*, *Beukering F. C.*, 510—515.

— Ceramic filter tests at the EPA/Exxon PFBC miniplant (Zkoušení keramických filtrů na malém zařízení pro spalování uhlí ve fluidované vrstvě stlačeného vzduchu) — *Ernst M.*, *Shackleton M. A.*, *Drehmel D. C.*, 515—522.

— Zur Ermittlung von Immissionskenngrössen mit Momentprobenverfahren (Ke zjištění charakteristických hodnot imise za použití metody okamžitého odběru vzorků) — *Frohne J. Ch.*, *Reis J.*, 522—529.

— Kohlenwasserstoff-Immissionen an Tankstellen und Mineralöl lägern (Imise uhllovodíků u čerpacích stanic a skladišť minerálních olejů) — *Nassar J.*, *Goldbach J.*, 529—537.

— Zeeman-Atomabsorption zur Bestimmung von Schwermetallen in Pflanzen (Zeemanova atomová absorpcie ke stanovení těžkých kovů v rostlinách) — *Steubing L.*, *Grobecker K. H.*, *Kurfürst U.*, 537—540.

— Individuell nach der Windrichtung steuerbare zentrale Zu- und Fortluftanlage (Individuálně podle směru větru regulovatelné ústřední zařízení pro přívod vzduchu a pro odpadní vzduch) — *Trojanowski T.*, 541—544.

Staub Reinhaltung der Luft 41 (1981), č. 3

— Untersuchung von 135 polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen in atmosphärischen Schwebstoffen aus 5 Städten der Bundesrepublik Deutschland (Studium 135 polycyclických aromatických uhllovodíků v atmosférických suspendovaných látkách z 5 měst NSR) — *König J.*, *Funcke W.*, *Balfanz E.*, *Grosch B.*, *Romanowski T.*, *Pott F.*, 73—78.

— Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen Ozonkonzentration und meteorologischen Parametern im Rhein-Ruhr-Gebiet

(Studio závislosti koncentrace ozonu na meteorologických parametrech v oblasti Rýnsko-rurské) — *Bruckmann P.*, *Langesiepen E. W.*, 79—85.

— Anteil der Stickstoffdioxid-Immision an der gesamten Stickstoffoxid-Immision in Städten (Podíl imise kysličníku dusičitého na celkové imisi kysličníku dusíku ve městech) — *Kolar J.*, 85—91.

— Verteilung leichter Kohlenwasserstoffe an Messstellen unterschiedlicher Luftqualität (Rozdílení lehkých uhllovodíků na místech měření o rozdílné čistotě vzduchu) — *Neuber E.*, *Georgii H. W.*, *Müller J.*, 91—97.

— Der Blei- und Bromgehalt verschiedener Pflanzen an einem verkehrsreichen Standort (Obsah olova a bromu u různých rostlin na rušném dopravním stanovišti) — *Rentschler I.*, 98—102.

— Behandlung von geruchsintensiver Abluft aus der Spanplattenindustrie mit Hilfe der biologischen Abluftaufbereitung (Úprava silně zapachajícího odpadního vzduchu z průmyslu tříškových desek biologickou úpravou odpadního vzduchu) — *Kohler H.*, *Lachenmayer U.*, *Homans W. J.*, 102—107.

Staub Reinhaltung der Luft 41 (1981), č. 4

— Messungen zur Ermittlung der Asbestfeinstaubkonzentration bei der textilen Verarbeitung von Asbest (Měření ke zjištění koncentrace jemného asbestového prachu při textilním zpracování asbestu) — *Flick K.*, 113—117.

— Elektronenmikroskopische Bestimmung von Zahl und Größenverteilung von mineralischen Fasern in asbestexponierten und nicht asbestexponierten Lungen (Elektronové mikroskopické stanovení počtu a rozdělení podle velikosti minerálních vláken v plících osob vystavených a nevystavených účinkům asbestu) — *Stolkin I.*, *Rüttner J. R.*, *Sahu A. P.*, *Schibli L.*, *Spycher M. A.*, 118—122.

— Eigenschaften von Flugstaub an Arbeitsplätzen der Teer- und Pechindustrie (Vlastnosti polétavého prachu na pracovištích průmyslu pro zpracovávání dehtu a smolince) — *Mášek V.*, 123—128.

— Methode zur Entfernung verunreinigter Fortluft mit einer zentralen Zu- und Fortluftanlage (Metoda k odstranění znečištěného odpadního vzduchu za použití ústředního zařízení pro přívod vzduchu a pro odpadní vzduch) — *Tojanowski T.*, 128—132.

— Veränderungen an Polymermaterialien durch Einwirkung von Stickstoffdioxid, Teil II (Změny na polymérových materiálech účinkem kysličníku dusičitého; díl II.) Huber H., Jörg F., 133—139.

— Sauerstoffmessungen in pflanzenreichen Räumen (Teil 1) — Eine Kritik (Měření kyslíku v prostorách s velkým množstvím rostlin (díl 1.) — kritika) — Bruckmann P., Stratmann H., 140—142.

— Minderung von Geruchsstoffemissionen aus stationären Anlagen — Kolloquium der VDI-Kommission Reinhalter der Luft — (Snižení zapáchaných emisí ze stacionárních zařízení — Kolokvium komise VDI „čistota vzduchu“) — 142.

— Sauerstoffgehalt der Atmosphäre. Auch in Belastungsgebieten keine signifikante Änderung. (Obsah kyslíku atmosféry. Žádná podstatná změna i v oblastech znečištění) — 143.

— LAMMA-Symposium, Düsseldorf 1980 (Symposium laserové mikrosondové hmotové spektroskopie, pořádané v Düsseldorfu v r. 1980) — Spurný K., 143—145.

— 5. Internationales Symposium über inhaledte Partikeln — Cardiff, England, 1980 (5. Mezinárodní symposium o vděchovaných částicích, pořádané v r. 1980 v Cardiffo, Anglie) — Spurný K., 145—149.

Svetotechnika 49 (1980), č. 11

— Effektivnoje ispolzovaniye i ekonomija električeskoj energii v osvetlitelnyx ustanovkach (Efektivní využívání a ekonomie elektrické energie v osvětlovacích zařízeních) — 1—3.

— Osveščenije olimpijskogo teleradiokompleksa (Osvětlení olympijského televizního a rozhlasového střediska) — Zilivinskij D. B., Tichonova G. B., 4—6.

— Lampy električeskije temperaturnyje obrazcovaje (Modelové elektrické teplotní zdroje) — Vdovin N. S., Vugman S. M., Jakomaskina T. T., 10—11.

— Stekla dlja obolóček specialnych istočnikov sveta (Skla pro baňky speciálních světelních zdrojů) — Morozova A. N., Pankratova N. F., Sivko A. P., Šlakova G. M., Filimova M. A., 14—16.

— O problemach sovremennoj svetovojo reklamy (Problémy současné světelné reklamy) — 23—24.

— Istočníki sveta v meždunarodnyx dokumentach (Svetelné zdroje v mezinárodních dokumentech) — Filatov V. A., 29—30.

Svetotechnika 49 (1980), č. 12

Číslo je věnováno zhodnocení přínosu V. V. Meškova v oboru světelné techniky v SSSR a ve světě.

— Obščije principy normirovaniya osvetlitelnyx ustanovok (Obecné principy normování osvětlovacích zařízení) — Meškov V. V., 1—4.

— Normirovaniye svetocvetovoj sredy pri iskusstvennom osveščenii (Normování barvy umělého světla v osvětlovaném prostředí) — Lebedkova S. M., Matvejev A. B., Petrov V. I., 10—12.

— Problemy avtomatičeskogo upravlenija osveščenijam (Problémy automatického řízení osvětlení) — Kungs Ja. A., 19—20.

— Osveščenija zdaniya glavnogo press-centra Olimpiady 80 (Osvětlení prostoru hlavního tiskového střediska na Olympiádě 80) — Brjanskij N. A., Morozova G. S., Čabajev G. K., 21—23.

— Fiziologičeskaja optika v 1975—1979 gg. (Fiziologická optika v letech 1975—79) — Folt R. L., 24—27.

Svetotechnika 50 (1981), č. 1

— Svetotechnika v 1979—1980 godach (obzor) (Vývoj světelné techniky v letech 1979—80 — přehled) — 3—16.

— Osveščenije stadiona im. S. M. Kirova v Leningrade (Osvětlení sportovního stadionu S. M. K. v L.) — Vizberg E. I., Carkov V. M., 16—19.

— O metodach ocenki ekonomii elektroenergií v osvetlitelnyx ustanovkach (Metody hodnocení ekonomie spotřeby el. energie na osvětlování) — Fajermark M. A., 19—22.

— O soveršenstvovanii svetotechničeskogo obrazovaniya (O zdokonalování světelné technického vzdělávání) — Ivancev A. S., 25

— O spektrach čuvstvitelnosti fotosinteza (Spektrální citlivost fotosyntézy) — Kozinskij V. A., 25—26.

— Sozdatel pervoj naučnoj teorii optičeskikh sistem (Kepler — tvůrce první vědecké teorie o optických systémech) — Gurikov V. A., 27—28.

— Ob architekturnom osveščenii gorodov v Germanskoj Demokratičeskoj Respublike (Architektonické osvětlování měst v NDR) — Ščepetkov N. I., 28—30.

Svetotechnika 50 (1981), č. 2

— Svetotechnika na službe narodnogo chozjajstva (Svetelná technika slouží národnímu hospodářství) — 1—3.

— Ob energetičeskoy effektivnosti ispolzovaniya ventiliruyemyx svetilnikov (Energetická účinnost při používání větraných svítidel) — Ježimkina V. F., Muchina N. A., 3—4.

— Osveščenije sportivno-koncertnogo kompleksa im. V. I. Lenina v Leningrade (Osvětlení sportovní a koncertní haly VIL v L.) — Basevič M. G., 5—7.

Rasčet srednej cylindričeskoy osveščennosti v pole prijamougnogo istočnika sveta (Výpočet střední cylindrické osvětlenosti v poli pravoúhlého zdroje světla) — Habel J., 7—9.

— Issledovaniye i primeneniye lejkometra-komparatora cveta (Výzkum a studie použití speciálního barevného komparátoru) — Aleksejeva K. A., Kazijev I. A., Justova E. N., 9—11.

— Zakonomernosti postuplenija effektivnoj solnečnoj radiaci v pomeščenija (Zákonitosti příslunu účinné sluneční radiace do budov) —

Bacharev D. V., Obolenskij N. V., Orlova L. N., 15—16.

— O principach učeta radiacii v rabotach po fiziologii i svetokulture rastenij (Základy hodnocení radiace při fyziologických a světelně technických procesech v rostlinách) — *Ničiporovič A. A.*, 18—21.

— O svetotechničeském obrazovaní inženéra-elektrika (Svetelné technické vzdělávání inženýra spec. elektro) — *Galkin Ju. M.*, 22.

— Nomenklatura i osnovnye charakteristiki svetilnikov mestnogo osveščenija i perenosnych svetilnikov (Nomenklatura a základní charakteristika svítidel pro místní osvětlování a svítidel přenosných) — *Semenova N. V.*, 23.

Vodosnabženie i sanitarnaja technika (1981), č. 3

— Issledovaniye teplo- i vlagoperenosu v teplobmennikach s pomežutočnym teplonositelem (Výzkum přenosu tepla a vlhkosti u výměníků s vloženým teplonosným médiem) — *Bogoslavskij V. N., Poz M. Ja., Senatova V. I.*, 3—6.

— Ekonomičeskaja celesoobraznost primenjenija v sistemach ventilacii utilizatorov tepla udaljaemogo vozducha (Ekonomická vhodnost použití výměníků tepla ve větracích systémech) — *Boguslavskij L. D., Granovskij V. L.*, 7—10.

— Utilizacija tepla vytjažnogo vozducha s pomoč'ju rekuperativnych teplobmennikov tipa „vozduch—vozduch“ (Využití tepla z odváděného vzduchu pomocí rekuperativních výměníků tepla typu vzduch—vzduch) — *Bystrov V. P., Jefimov A. L., Korzakova M. V., Sosner Ju. M.*, 10—12.

— Ekspluatacionnye issledovaniya utilizatorov tepla vytjažnogo vozducha (Provozní

zkoušky výměníků tepla odváděného vzduchu) — *Poz M. Ja., Granovskij V. L., Senatova V. I., Urdin M. I., Makarov B. I.*, 12—14.

— Obobščenije charakteristiky raspylitej kamerorošenija kondicionerov (Obecné charakteristiky rozprašovacích zvlhčovacích komor klimatizačních jednotek) — *Stefanov E. V., Korkin V. D., Fedorov A. B.*, 14—15.

— Otoplenie lučistymi lentočnymi paneljami proizvodstvennych i skladskich zdanij (Vytápení výrobňach a skladovacích prostorů sálavými plochými panely) — *Polikarpov V. F.*, 16—17.

— Gidravličeskij raschet beznapornych trub ovoidal'nogo sečenija iz plastmass (Hydraulický výpočet beztlakového potrubí z umělých hmot vejčitého průřezu) — *Dobromyslov A. Ja., Pavlov L. D., Čitava T. Ž., Tambovcev B. V.*, 18—19.

— O neobchodimosti proizvodstva trub ovoidal'nogo sečenija (Potřeba výroby potrubí vejčitého průřezu) — *Dobromyslov A. Ja., Gol'din V. I., Šmidt A. B., Zykov A. Ju.*, 21—22.

— Povyšenije effektivnosti obrabotki vody putem primeñenija koncentrirovannyh rastvorov koagulyanta (Zvýšení účinnosti úpravy vody použitím koncentrovaných roztoků koagulačního činidla) — *Nakorčevskaja V. F., Kul'skij L. A., Romodanova V. A., Zajceva V. M.*, 22—24.

— Proektirovaniye sistem vodosnabženija i kanalizacii v Severnoj zone (Projektování systémů zásobování vodou a kanalizačních systémů na Dalekém severu) — *Ketaov A. G., Sverdlov I. Š.*, 25—26.

— Vlijanie temperatury na sostav biocenoza aktívного ilia i effektivnosti očistki promyšlennych stočnych vod (Vliv teploty na skladbu biocenozy aktívного jílu a účinnost čištění průmyslových odpadních vod) — *Livke V. A., Bykova S. P., Gobova G. P.*, 27.

Ztv 6

Zdravotní technika a vzduchotechnika. Ročník 24, číslo 6, 1981. Vydává Česká vědeckotechnická společnost, komitét pro životní prostředí 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. Objednávky a předplatné příjemá PNS, 656 07 Brno, tř. Obránců, míru 2. Lze také objednat u každého poštovního úřadu nebo doručovatele. Cena jednoho čísla Kčs 8,—, roční předplatné Kčs 48.—. (Tyto ceny jsou platné pouze pro Československo.)

Sole agents for all western countries with the exception of the German Federal Republic and West Berlin JOHN BENJAMINS B.V., Amsteldijk 44, Amsterdam (Z.), Holland. Orders from the G.F.R. and West Berlin should be sent to Kubon & Sagner, P.O. Box 68, 8000 München 34 or to any other subscription agency in the G.F.R.

Annual subscription: Vol. 24, 1981 (6 issues) Dutch Gld. 77,—
Toto číslo vyšlo v listopadu 1981.

© Academia, Praha 1981.