

Andrzej BARANOWSKI

Stanisław MIERZWIŃSKI

Marian WAŚACZ

#### ANALIZA SYMULACYJNA PRZEPŁYWU POWIETRZA WENTYLACYJNEGO W OBRĘBIE BUDYNKU MIESZKALNEGO

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono główne założenia oraz wyniki badań symulacyjnych strumieni powietrza przepływających w kilku-kondygnacyjnym budynku mieszkalnym. Zakładając różne wartości prędkości i kierunki wiatru ujawniono dużą zmienność obliczanych ilości wymiany powietrza w mieszkaniach, niezależnie od rodzaju zastosowanej wentylacji mieszkań (naturalna, mechaniczna).

#### WSTĘP

Informacja o przepływach powietrza w budynkach mieszkalnych w zakresie kierunku i ilości powietrza jest istotna ze względu na dokładność sporządzania bilansu cieplnego pomieszczeń, potrzebę określania w nich chwilowych warunków cieplnych lub trafny wybór rozwiązania układu wentylacji.

Ze względu na wpływ na przepływy powietrza w budynkach wielu niezależnych i zmiennych czynników uzyskanie wiarygodnej informacji o strugach powietrza w pomieszczeniach budynku jest trudne. Wykorzystywane są w tym celu łącznie i oddzielnie różne techniki badawcze: pomiary w obiektach rzeczywistych, badania w modelach fizykalnych, symulacje w modelach matematycznych. Wobec możliwości rozwijających się metod symulacji numerycznej oraz coraz bardziej powszechnego dostępu do komputerów obserwuje się w całym świecie rozwój metod symulacji numerycznej w celu odwzorowania zjawisk przepływów, mas powietrza, strumieni ciepła itp. Dla interesujących nas symulacji przepływu powietrza w obiektach budowlanych (przez kanały i nieszczelności) skonstruowano do tej pory w różnych ośrodkach wiele modeli. Poszczególne modele różnią się między sobą stopniem uproszczenia kompleksu zjawisk i czynników wpływających na przepływy. Jak wynika z literatury zagranicznej, szczegółowe programy numeryczne symulujące obiekty wielopomieszczeniowe (czy ogólniej - wielostrefowe) zarówno obliczające obciążenia cieplne, jak i konieczne dla obliczenia tych obciążeń rozprawy strumieni powietrza, uwzględniają na ogół wszystkie możliwe zjawiska i czynniki decydujące o dokładności wyników symulacji. Ceną tej szczególności jest jednak duży nakład pracy przy przeprowadzeniu symulacji.

Poza tym opracowane programy dla takich modeli są kosztowne i przez to raczej niedostępne w kraju.

W związku z tym postanowiono opracować modele matematyczne dla symulacji przepływów powietrza w budynkach mieszkalnych, o różnym stopniu uproszczenia czynników i zjawisk wywołujących te przepływy, aby między innymi odpowiedzieć na pytanie, czy i w jakim zakresie możliwa jest swego rodzaju agregacja wspomnianych czynników i parametrów (skupianie parametrów) oraz w jakim stopniu istotny jest sposób zadawania ruchu powietrza w cieplnych modelach symulujących obiekty z punktu widzenia dokładności sporządzania w nich bilansu cieplnego.

Badając wpływ skupiania parametrów postanowiono skoncentrować się przede wszystkim na:

- 1) sposobie "zapisu" obiektu w modelu symulacyjnym przepływów powietrza. Rozróznięto w związku z tym dwa możliwe modele symulacyjne:
  - a) mieszkanie w budynku potraktowano jak "pudełko" (punkt materialny) bez uwzględniania oporów przepływu powietrza między jego poszczególnymi pomieszczeniami,
  - b) mieszkanie potraktowano jak zbiór pomieszczeń, tzn. uwzględniono opory przepływu powietrza między pomieszczeniami,
- 2) sposobie ujęcia czynników zewnętrznych, tj. profilu, prędkości i kierunku wiatru oraz temperatury powietrza. Postanowiono zbadać, czy i kiedy konieczne jest uwzględnienie szczegółowego profilu wiatru i jego kierunków działania na budynek oraz jak kształtować się będą przepływy powietrza, gdy uwzględnione zostaną wzajemne relacje między wartościami prędkości i temperatury powietrza spotykane w przyrodzie, tj. niskiej temperaturze odpowiada mała prędkość wiatru, zaś przy wyższych temperaturach powietrza prędkość ta wzrasta,
- 3) sposobie zadawania objętości strumienia powietrza do modeli cieplnych, tj.:
  - można deklarować ilość wymian powietrza opierając się jedynie na wymogach higienicznych, nie biorąc pod uwagę żadnych innych uwarunkowań wywołujących te przepływy;
  - wprowadzać do modeli cieplnych objętości strumieni powietrza świeżego wpływającego do mieszkań. Wielkości tych strumieni uzyskiwane byłyby z modeli symulacyjnych przepływów a) i b);
  - wprowadzenie do modeli cieplnych objętości wszystkich strumieni powietrza wpływających do pomieszczeń mieszkania z zewnątrz i z klatki schodowej na podstawie modelu symulacyjnego przepływów b).

Takie przedstawienie problemów do rozwiązania oznacza więc, że nie będą analizowane przepływy powietrza w budynkach dla oceny skuteczności wentylacji, a więc i wyboru wentylacji, lecz dla wymienionych warunków podjęta została próba ustalenia wpływu poszczególnych parametrów na przepływy powietrza, a zatem wpływu na obciążenia cieplne.

W niniejszym referacie przedstawiono jedynie sposób budowy modelu symulacyjnego przepływów dla przypadku a) (mieszkania skupione) oraz zaprezentowano wyniki testowania modelu przy różnych prędkościach i kierunkach działania wiatru oraz różnych temperaturach zewnętrznych.

## 1. OPIS ZBUDOWANEGO MODELU SYMULACYJNEGO PRZEPŁYWÓW POWIETRZA

Przystępując do opracowania modelu, przeprowadzono wnikliwą analizę dostępnej literatury przedmiotu [1-8]. Szczegółowe wyniki tej analizy zamieszczono w pracy [18]. Ogólnie stwierdzono, iż wszystkie modele bazują na takim samym sposobie zjawiska fizycznego przepływu powietrza przez nieszczelności i kanały. Różnice występują w doborze wartości współczynników potęg we wzorze empirycznym, stosownie do przewidywanego charakteru ruchu oraz w sposobie ujmowania "sit" wywołujących różnicę ciśnień na zewnątrz i wewnątrz powłoki budynku, tj. wiatru i wporu cieplnego. Zbudowanie modelu sprowadza się więc do zapisania wszystkich strumieni powietrza wpływających i wypływających z mieszkania i klatki schodowej i rozwiązania układu równań tych strumieni. Uzyskanie rozwiązania możliwe jest przy użyciu metod iteracyjnych. Najczęściej stosowana przez wielu autorów jest metoda Newtona i jej modyfikacje. Na podstawie powszechnie stosowanego zapisu równań opisujących przepływy powietrza w budynku rozwinęto więc bilans przepływów dla całego budynku złożonego z mieszkań traktowanych jak punkty z uwzględnieniem możliwości przeprowadzenia zmian odnośnie np. do obszaru skupiania parametrów decydujących o przepływach. Przyjęto w tym celu drzwi wejściowe do mieszkania jako miejsce powiązania strumieni bilansu powietrza całego budynku z bilansem przepływów w obrębie każdego mieszkania. W całym rozpatrywanym mieszkaniu na danej kondygnacji panuje więc jednakowe ciśnienie. Proponowany zapis matematyczny i program numeryczny mają charakter otwarty, pozwalający łatwo wprowadzać zmiany co do sposobu obliczania lub zadawania poszczególnych czynników warunkujących przepływy powietrza. Cechą istotnie różniącą opracowany model od istniejących jest sposób rozwiązania układu równań bilansowych strumieni powietrza. Zaproponowano mianowicie w miejsce metod iteracyjnych rozwiązania równań nieliniowych - algorytm optymalizacyjny zbudowany na podstawie metody Rosenbrocka minimalizujący odpowiednią funkcję celu [11].

Założenia matematycznego modelu bilansowania powietrza w budynkach są więc wynikiem analiz istniejących analogicznych opracowań zagranicznych i opierają się również na pracach w tym zakresie, prowadzonych w naszym Instytucie. Oprócz wcześniej wymienionych założeń modelu poczyniono jeszcze dodatkowe, a mianowicie:

- stan ustalony przepływów powietrza,
- w każdym mieszkaniu panuje taka sama temperatura powietrza,

- obliczając strumienie powietrza infiltrującego rozróżnia się ściany budynku: nawietrzną i zawietrzną i boczne - współczynniki przepływu przyjmuje się jednakowe dla całej odpowiedniej ściany budynku.

Obliczenia natężenia przepływu strumieni powietrza dokonywane jest wg wzoru:

$$V = a \cdot L(\Delta p)^n \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (1)$$

gdzie:

- $a$  - współczynnik przepływu (infiltracja) ( $\text{m}^3/\text{mh Pa}^n$ ),  
 $L$  - suma długości szczelin (m),  
 $\Delta p$  - różnica ciśnień po obu stronach szczeliny (Pa),  
 $n$  - wykładnik.

Bilans mieszkania na  $i$ -tej kondygnacji ma postać:

$$V_1(i) + V_2(i) + V_3(i) + V_4(i) + V_5(i) = 0 \quad (2)$$

- $V_1(i)$  - strumień powietrza infiltrujący do mieszkania od strony nawietrznej,  
 $V_2(i)$  - strumień powietrza infiltrujący do mieszkania od strony zawietrznej,  
 $V_3(i)$  - strumień powietrza infiltrujący do mieszkania od strony bocznej,  
 $V_4(i)$  - strumień powietrza infiltrujący do mieszkania od strony klatki schodowej,  
 $V_5(i)$  - strumień powietrza płynący kanałem lub kanałami wentylacyjnymi mieszkania.

Poszczególne strumienie obliczamy następująco:

$$\begin{aligned} V_1(i) &= a_m L_1 [p_1(i) - P_x(i)]^{nm} \\ V_2(i) &= a_m L_2 [p_2(i) - P_x(i)]^{nm} \\ V_3(i) &= a_m L_3 [p_3(i) - P_x(i)]^{nm} \\ V_4(i) &= a_d L_4 [p(i) - P_x(i)]^{nd} \\ V_5(i) &= a_w L_5 [p_x(i) - P_w]^{nw} \end{aligned} \quad (3)$$

gdzie:

- $p_1, p_2, p_3$  - ciśnienie wywoływane naporem wiatru i wyporem termicznym odpowiednio dla ściany nawietrznej, zawietrznej i bocznej,

- $P_w$  - ciśnienie na wylocie kanału wentylacyjnego,  
 $P_x(i)$  - nieznanne ciśnienie w  $i$ -tym mieszkaniu,  
 $p(i)$  - ciśnienie w klatce schodowej na poziomie  $i$ -tego mieszkania,  
 $m$  - okna i drzwi balkonowe,  
 $d$  - drzwi z klatki schodowej do mieszkania.

Poszczególne wartości ciśnienia we wzorze (3) obliczono następująco:

$$P_{1,2,3}(i) = \frac{1}{2} \rho_z w^2 k_{1,2,3} + h(i)g(\rho_z - \rho_w) \quad (4)$$

gdzie:

$w$  - prędkość stała wiatru (m/s), przyjmowano stałą wartość na wysokości budynku,

$\rho$  - gęstość powietrza:

$z$  - zewnętrznego,

$w$  - wewnętrznego,

$k$  - współczynnik konwersji ciśnienia dynamicznego dla odpowiednich stron budynku - wartości przyjmowano na podstawie literatury [12], [13] dla przyjętego kształtu budynku.

Ciśnienie w klatce schodowej na  $i$ -tej kondygnacji:

$$P(i) = P_k - h(i)g(\rho_z - \rho_k) \quad (5)$$

$P_k$  - zakładano (dla rozpoczęcia obliczeń) wartość ciśnienia na klatce schodowej na najwyższej kondygnacji.

Ciśnienie na wylocie kanału wentylacyjnego obsługującego dane mieszkanie:

$$P_w = \frac{1}{2} \rho_z w^2 k_s \quad (6)$$

$k_s$  - współczynnik konwersji ciśnienia dynamicznego dla dachu budynku.

Wykorzystując równania (3-6) w równaniu (2) otrzymuje się równanie bilansu strumieni powietrza w danym mieszkaniu. W analogiczny sposób zapisać można równanie bilansu dla pozostałych "M" mieszkań w budynku, uzyskując układ "M" równań z nieznanymi wartościami ciśnienia wewnątrz mieszkań  $P_x(i)$ .

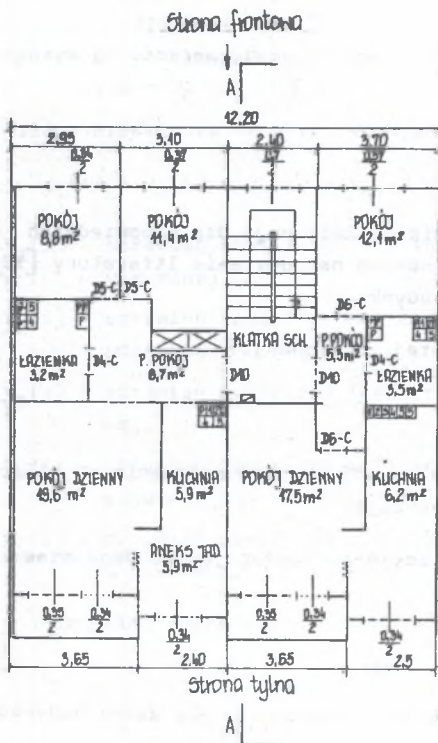
Sprawdzeniem poprawności rozwiązania takiego układu równań będzie równanie bilansu strumieni powietrza dla klatki schodowej budynku zamykające jednocześnie układ równań. Równanie bilansu strumieni powietrza dla klatki schodowej zapisano w postaci:



$$V_6 + \sum V_7(i) + \sum V_8(i) - \sum V_h(i) = 0 \quad (7)$$

gdzie:

- $V_6$  - strumień powietrza infiltrującego przez drzwi wejściowe budynku do klatki schodowej budynku,
- $\sum V_7(i)$  - suma strumieni powietrza infiltrującego do klatki schodowej oknami od strony nawietrznej,
- $\sum V_8(i)$  - suma strumieni powietrza infiltrującego do klatki schodowej oknami od strony zawietrznej.



Rys. 1. Rzut kondygnacji mieszkalnej, segment środkowy, skala 1:100

Fig. 1. View of the apartment storey, middle segment, scale 1:100

Strumienie  $V_6 - V_8$  wyliczane są tu ze wzoru podstawowego (1), po założeniu odpowiednio współczynników "a", "n" oraz długości szczeliny "L". Podstawiając do wzoru (7) równania strumieni powietrza  $V_6 - V_8$  otrzymuje się równanie bilansu strumieni powietrza klatki schodowej, w którym niewiadomą wartością będzie również ciśnienie  $P_x(i)$ .

Obliczenie nieznanymi wartościami  $P_x(i)$  w poszczególnych mieszkaniach polega więc na rozwiązaniu  $M+1$  algebraicznych równań nieliniowych. Algorytm obliczeń przedstawiono na rys. 1.

Cykl obliczeń polega na założeniu wartości ciśnienia  $P_k$  na najwyższej kondygnacji klatki schodowej, rozwiązanie równań bilansowych (3) i sprawdzenie zamknięcia bilansu klatki schodowej wg równania (7) z zadaną dokładnością. W przypadku niezamknięcia się bilansu następuje powtórzenie obliczeń dla nowej wprowadzonej wartości ciśnienia " $P_k$ ".

Program numeryczny został napisany w Fortranie 77, a opracowana procedura optymalizacyjna pozwala na obliczenie przepływów w budynkach do 50 mieszkań.

2. TESTOWANIE PROGRAMU - ANALIZA WPŁYWU WIATRU NA PRZEPŁYWY POWIETRZA W BUDYNKU

Wpływy te analizowano zadając w opracowanym modelu symulacyjnym zmienne wartości średniej prędkości wiatru oraz jego kierunek przy założonej temperaturze powietrza zewnętrznego. Do badań symulacyjnych wybrano budynek mieszkalny wielokopłytowy W-70, 5-kondygnacyjny, segmentowy, złożony z segmentów skrajnych i środkowych. Na rys. 2 przedstawiono rzut typowej kondygnacji mieszkalnej w segmencie środkowym.

Założenia do analiz:

\* Wartości współczynników infiltracji "a" przyjmowano z przedziałów:

- dla okien	- 0,1±0,4(0,6)	$\frac{m^3}{mh Pa^3}$
- dla drzwi balkonowych	- 0,5±2,0	- " -
- dla drzwi z klatki schodowej do mieszkań	- 1÷3	- " -
- dla drzwi zewnętrznych klatki schodowej	- 2,0	- " -
- kanał wentylacyjny (graw)	- 6,0	- " -

\* Wartość wykładnika potęgowego "n"

- dla okien	- n = 0,67
- dla drzwi	- n = 0,67
- dla kanałów wentylacyjnych	- n = 0,5

Przedstawione wartości przyjęto na podstawie danych amerykańskich, zachodnio-

niemieckich [15±17] oraz zaleceń Instytutu Techniki budowlanej i PN-82/B-02020.

\* Warunki zewnętrzne

- wiatr

przyjmowano ekstremalne prędkości wiatru o ustalonej prędkości

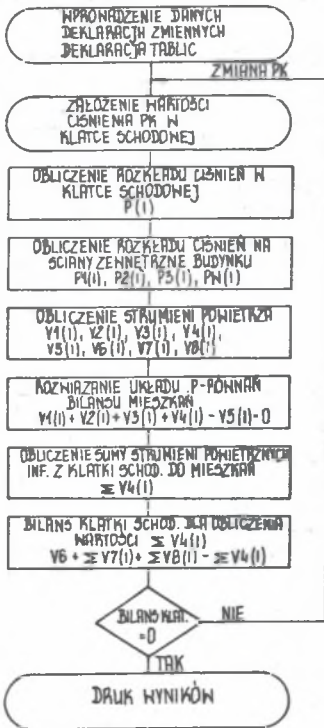
$w = 0,5 \pm 15$  m/s,

kierunek napływu wiatru - w stosunku do dłuższej osi, budynku (z obu stron);

prostopadły

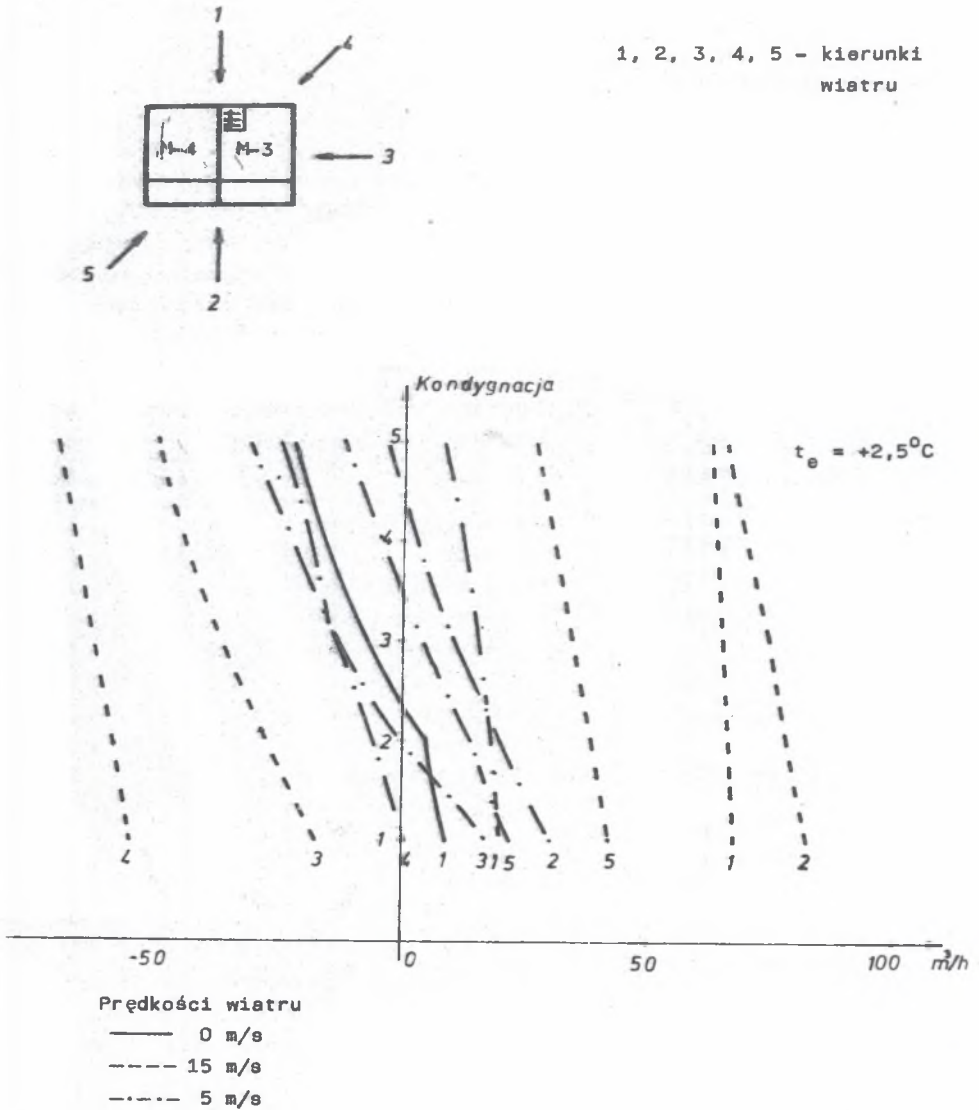
pod kątem 45°

równoległy



Rys. 2. Algorytm obliczeń

Fig. 2. Calculation algorithm



Rys. 3. Strumienie powietrza przepływające przez mieszkania typu M-4 zależnie od prędkości i kierunku wiatru

Fig. 3. Air streams flowing through M-4 flats versus wind velocity and direction



## - temperatura powietrza;

zewnątrznego: przyjęto średnią temperaturę okresu ogrzewczego  
 $t_{e\ \acute{e}r} = 2,5^{\circ}\text{C}$  oraz obliczeniową dla strefy III  $t_e = -20^{\circ}\text{C}$ ,  
 wewnętrznego: przyjęto wg PN-82/02402.

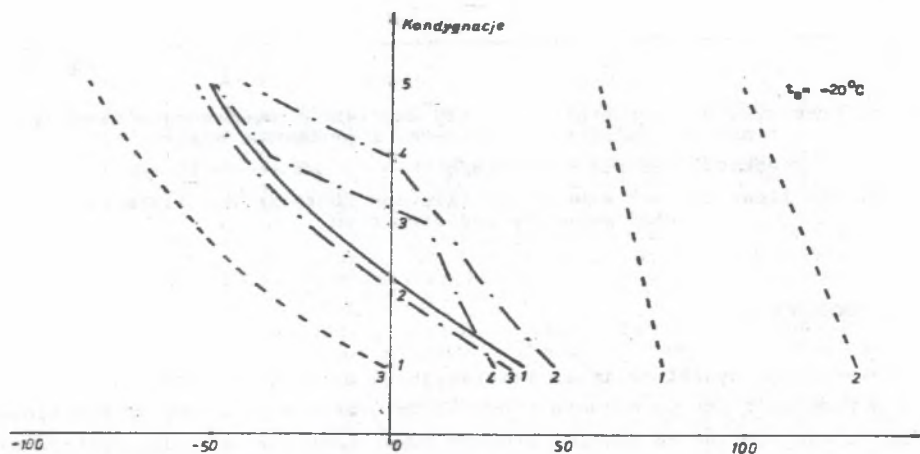
- Współczynnik konwersji ciśnienia dynamicznego wiatru wg danych literaturowych, zależnie od kierunku działania wiatru [12-14].

Wybrane wyniki obliczeń symulacyjnych przedstawiono na rys. 3-5.

Na rys. 3 i 4 przedstawiono strumienie powietrza zewnętrznego wpływające do mieszkań typu M-4 przy dwóch wybranych temperaturach nie włączając w nie strumieni powietrza wpływających przez drzwi z klatki schodowej lub odwrotnie oraz przez kanały z wentylacji grawitacyjnej.

Na rys. 5. przedstawiono wielkości i kierunki przepływów powietrza przez indywidualne kanały wentylacji grawitacyjnej i przy  $t_{e_i} = +2,5^{\circ}\text{C}$ .

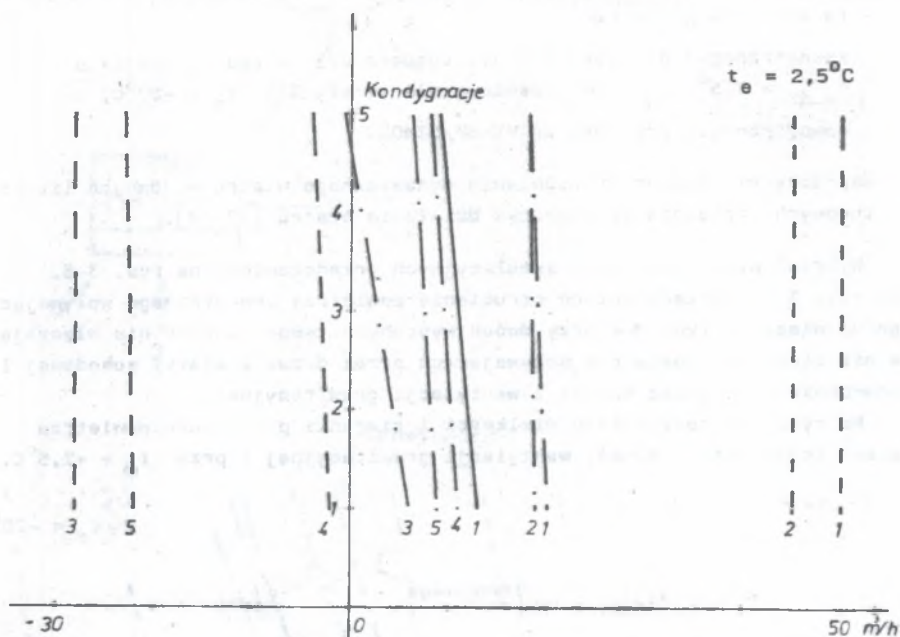
$$t_e = -20^{\circ}\text{C}$$



Rys. 4. Strumienie powietrza przepływające przez mieszkania typu M-4 w funkcji prędkości i kierunku działania wiatru

Prędkość wiatru: — 0 m/s, - - - 5 m/s, - · - · 15 m/s

Fig. 4. Air streams flowing through M-4 flats as functions of wind velocity and direction



Rys. 5. Przepływy powietrza przez kanały wentylacji wywiewnej w mieszkaniach M-4 zależnie od kierunku i prędkości wiatru

Prędkości wiatru: — 0 m/s, - - - 5 m/s, - · - · - 15 m/s

Fig. 5. Air flows through exhaust ventilation ducts in M-4 flats versus wind velocity and direction

### 3. PODSUMOWANIE

Prezentowane wyniki obliczeń symulacyjnych przepływów strumieni powietrza w budynku i ich porównanie z danymi literaturowymi i eksperymentalnymi pozwalają sądzić, że model i program numeryczny nie wykazują występowania błędów logicznych. Model może być więc przydatny do dowolnych analiz wpływu różnych czynników na przepływy powietrza w budynkach wyposażonych w układy wentylacji grawitacyjnej lub mechanicznej.

Przykładowa analiza wpływu wiatru na przepływy powietrza w badanym budynku, przy założonej bardzo dobrej szczelności stolarki budowlanej, pozwoliła udokumentować bardzo istotne spostrzeżenia:

- istnieje duży wpływ kierunku działania wiatru i jego prędkości na pojawiające się wielkości strumieni powietrza przepływającego przez mieszkania budynku, klatkę schodową i kanały wentylacyjne,
- niezależnie od kierunku i prędkości wiatru, pojawiające się przepływy nie zapewniają pożądanych, z punktu widzenia higienicznego, warunków w poszczególnych mieszkaniach, nawet przy niskich temperaturach zewnętrznych.

trznym. Uzyskana ilość wymian powietrza jest w przybliżeniu odpowiednia dopiero przy prędkości wiatru powyżej 15 m/s (temperatura 2,5°C). Oznacza to, że szczelność istniejących budynków jest dalece odbiegająca od zaleceń zarówno krajowych, jak i zagranicznych. Należy podkreślić, że uzyskane z pomiarów w obiektach istniejących wartości współczynnika "a" są ok. 10-krotnie większe niż przyjmowane w symulacji [15].

Prezentowany model symulacyjny przepływów powietrza w budynkach mieszkalnych umożliwi przeprowadzenie, między innymi, oceny wpływu infiltrującego powietrza na bilans cieplny w różnych okresach eksploatacyjnych. Dzięki tej ocenie będzie można ustosunkować się do zagadnienia poprawności przyjmowania warunków obliczeniowych sprawdzenia bilansów cieplnych w celu doboru urządzeń grzewczych w mieszkaniach położonych na różnych kondygnacjach.

## LITERATURA

- [1] Feustel H.E., Kendon V.M.: Infiltration models for multicellular Structures. A Literature Review Lawrence Berkeley Laboratory, University of California, 1985.
- [2] Walton G.N.: A Computer Algorithm for Predicting Infiltration and Interroom Airflows. ASHRAE Tr. V.90, 1984.
- [3] Crall C.D.: Development of the Air Infiltration Model for the Energy Performance Design System. ASHRAE Tr. V.89, 1984.
- [4] Feustel H.E. et al.: Temperature and Wind-induced Air Flow Patterns in a Staircase. Computer Modelling and Experimental Verification, Energy and Buildings, 8/1985.
- [5] Etheridge D.: Modeling air infiltration in single and multi cell buildings. SERC workshop on developments in building simulation programs, 1985. Materiały archiwum Faculte de Sciences Appliques. Universite de Liege. Nr GL 851001-01.
- [6] Roux J.J.: Proposition de modeles simplifies pour l'etude de comportement thermique des batiments. These de Docteur - Ingenieur. INSA Lyon, Avril 1984.
- [7] Brou J.: Modelisation thermique des batiments. Validation des modeles de calcul par une etude experimentale en ambionce climatique simulee. These d'Etat, INSA Lyon, Avril 1980.
- [8] Lochet P.Y., Berhonbo P., Bailly N.: Modelisation des systemes thermiques par l'analyse modale. Utilisation du logiciel ASTEC 3, 1981. Raport n°HE 112W1830, Dept. Applications de l'electricite, EDF, 1982.
- [9] Program LBP-1 User's Manual. Universite de Liege, Laboratoire de Physique du Batiment Liege, Belgium.
- [10] Hemmer A.: MBDS 1,0, A multizone buildings dynamic simulator for microcomputers Draft of user's manual. Laboratoire de Thermodynamique Universite de Liege, AM/860328-01.
- [11] Findeisen W., Szymanowski J., Wierzbicki A.: Teoria i metody obliczeniowe optymalizacji. PWN, Warszawa 1980.
- [12] Retter E.J.: Architekturo-Stroitielnaja aerodynamika. Strizdat, Moskwa 1984.

- [13] Retter E.J., Stuzanow S.J.: Aerodynamika zdanij, Izd. Lit. po Stroitelstvu, Moskwa 1968.
- [14] Gandemer J.: Champ de pression moyenne sur les construction usuelles. Application a la conception des installations de ventilation CSTB No 187/1978.
- [15] Fdustel H.E., Lenz T.P.: Luftstromverteilung in einem mehrfamilienwohnhaus. HLH No 4/1987.
- [16] Esdorn H., Rheinlander J.: Zur rechnerischen Ermittlung von Fugendurchlasskoeffizientne und Druckexponenten fur Bauteilfugen. HLH 3/1978.
- [17] Esdorn H.: DIN 4701. Regeln fur die Berechnung des Warmebedarfs von Gebavden - Grundzuge des Naventwurfs. Gesundheits - Ingenieur, 99/1978.
- [18] Baranowski A., Knobloch B., Mierziński S., Wasacz M.: Modelowanie matematyczne i eksperymentalne ruchu powietrza wentylacyjnego w budownictwie mieszkaniowym i towarzyszącym Instytut Ogrzewnictwa, Wentylacji i Ochrony Powietrza, Gliwice 1987.

ТЕЧЕНИЕ ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ВОЗДУХА В ЖИЛОМ ЗДАНИИ -  
СИМУЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ

Р е з ю м е

В статье представлено главные принципы и результаты симуляционных исследований струй воздуха протекающих в многоэтажном жилом здании. Задаваясь разные величины скорости и направления ветра, выказано большую изменяемость вычисленного количества обменов воздуха в квартирах, при заданных геометричностях конструкционных элементов, назависимо от вида употребленной вентиляции квартир азрация, механическая .

VENTILATING AIR FLOW IN AN APARTMEN BUILDING  
- SIMULATION ANALYSIS

S u m m a r y

The paper presents the results of simulation tests of air streams flowing in a multistorey apartment building. Assuming different values of wind velocity and different wind directions, significant alternations of the calculated amounts of air exchange have been revealed in the flats with given air tightnesses of construction elements irrespective of ventilation type employed (natural or mechanical).