

Merian NANTKA

BADANIA SKUTECZNOŚCI WENTYLACJI W BUDYNKACH MIESZKALNYCH TYPU "PADOM"

Streszczenie. W opracowaniu omówiono wyniki badań skuteczności procesu wymiany powietrza zorganizowanej w sposób naturalny, zgodnie z zaleceniami projektowymi w XI kondygnacyjnych budynkach typu "Padom". Ustalono przyczyny występowania zakłóceń w wentylowaniu pomieszczeń mieszkalnych oraz podano możliwości uzyskania poprawy działania zaprojektowanych układów wentylacyjnych.

1. Wprowadzenie

Obserwowana obecnie ekspansywna rozbudowa miast przy jednoczesnym wzroście poziomu techniki i przemysłu zwiększa zapotrzebowanie na podstawowe dobra konsumpcyjne, jakim są mieszkania.

W nowo oddanych do eksploatacji budynkach mieszkalnych wymagane jest utrzymanie odpowiednich warunków mikroklimatu. Aby warunki te były spełnione, należy zapewnić w pomieszczeniach właściwe temperatury, wilgotności względne powietrza oraz wymaganą jego wymianę.

Użytkownicy realizowanych budynków mieszkalnych często uskarżają się na nieodpowiedni stan tych parametrów. Stan ten jest wynikiem braku korelacji między osiągnięciami a wykorzystaniem nowoczesnych technologii budowlanych, jak również przestarzałych nawyków i przyzwyczajeń.

Właściwe parametry powietrza można uzyskać drogą odpowiedniej organizacji procesu wymiany powietrza. Zadanie to powinno być rozwiązane już w trakcie projektowania przez wybór odpowiedniej koncepcji w zakresie stosowanych układów wentylacyjnych.

W celu zbadania poprawności działania grawitacyjnych układów wywiewnych, uważanych w Polsce [1] za wystarczające, w 11-kondygnacyjnych obiektach mieszkalnych przeprowadzone zostały prace badawczo-poziomowe mające na celu ocenę skuteczności wymiany powietrza we wznoszonych obecnie budynkach typu "Padom" (płyta NRD).

W ramach tych badań większość obliczeń wykonano przy wykorzystaniu maszyn cyfrowych.

2. Wymiana powietrza

Prace na temat zapewnienia wymaganej skuteczności układów wentylacyjnych w budynkach mieszkalnych były prowadzone od wielu lat szczególnie w krajach zachodnioeuropejskich. Uzyskane wyniki można uważać za podstawę do zaprojektowania odpowiednich systemów wentylacyjnych. Do wyróżniających w tej dziedzinie należy zaliczyć prace. J. Eriksona [2], P. Jackmanusa [3], H. Honny [4], H. Weiera [5].

Działanie układów wentylacyjnych uzależnione jest od wielu zmiennych czynników. Ogólnie dają się one zebrać w trzy podstawowe grupy:

- wzajemne oddziaływanie sił zewnętrznych wymuszających przepływ powietrza,
- kształty i wymiary budynków,
- opory przepływu powietrza przez budynki.

Przepływy powietrza w obrębie budynków wymuszone są siłami: wyporu termicznego i naporu wiatru.

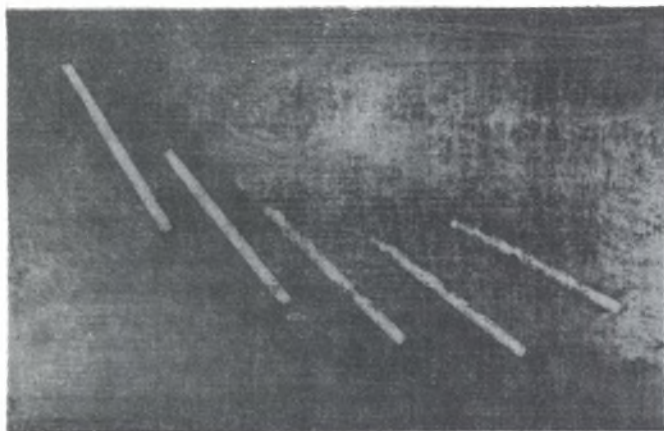
Wpływ kształtu budynków na kierunki i energię powietrza zewnętrznego określa się przez podawanie wartości współczynników aerodynamicznych, określających, jaka część energii kinetycznej strumienia powietrza zamieni się na energię ciśnienia statycznego (ściana nawietrzna) lub jaka część ciśnienia statycznego strumienia przepływającego powietrza zostanie zużyta na podwyższenie prędkości wiatru.

Wymianę powietrza realizuje nie tylko układ przewodów wentylacyjnych. Na jej skuteczność wpływają wszystkie elementy przepuszczające powietrze. Należy do nich zaliczyć nieszczelności w stolierce budowlanej (okna i drzwi). Warunki wentylacji ustalone są także przez działanie pionowych szybów o charakterze użytkowym (klatki schodowe, szyby wind itp). Duże znaczenie mają układy wewnętrznych przegród budowlanych stanowiących zapory w poziomych przepływach powietrza oraz stateczność zastosowanego systemu przewodów wywiewnych w warunkach eksploatacji pomieszczeń.

3. Badanie skuteczności wentylacji

Prace pomiarowe przeprowadzono w latach 1976-78 na przestrzeni całorocznych zmian parametrów powietrza zewnętrznego, w 11-kondygnacyjnych obiektach typu "Pado" wznoszonych obecnie na terenie ROW. Na rys. 1 przedstawiono widok ogólny osiedla mieszkalnego z zaznaczeniem budynków wybranych do badań. Przy ich wyborze kierowano się usytuowaniem terenu, uwzględniając także charakterystyczną jego zabudowę.

Wybrane do badań obiekty składały się z 8 segmentów połączonych szeregowo (rys. 2). W obrębie każdego segmentu wprowadzono połączenie kondygnacji mieszkalnych z szybami komunikacyjnymi na piętrach 3, 6 i 9.



Rys. 1. Zabudowa osiedla mieszkalnego z zaznaczeniem badanych obiektów.

Rozwiązanie konstrukcyjno-architektoniczne przedstawiono na rys. 2.

W każdym z badanych obiektów do pomiarów typowano 4-6 pionów mieszkań przyłączonych do pojedynczego kanału zbiorczego (rys. 2). O ich wyborze decydowało położenie w obrębie budynków w stosunku do ścian nawietrznych oraz ilość segmentów.

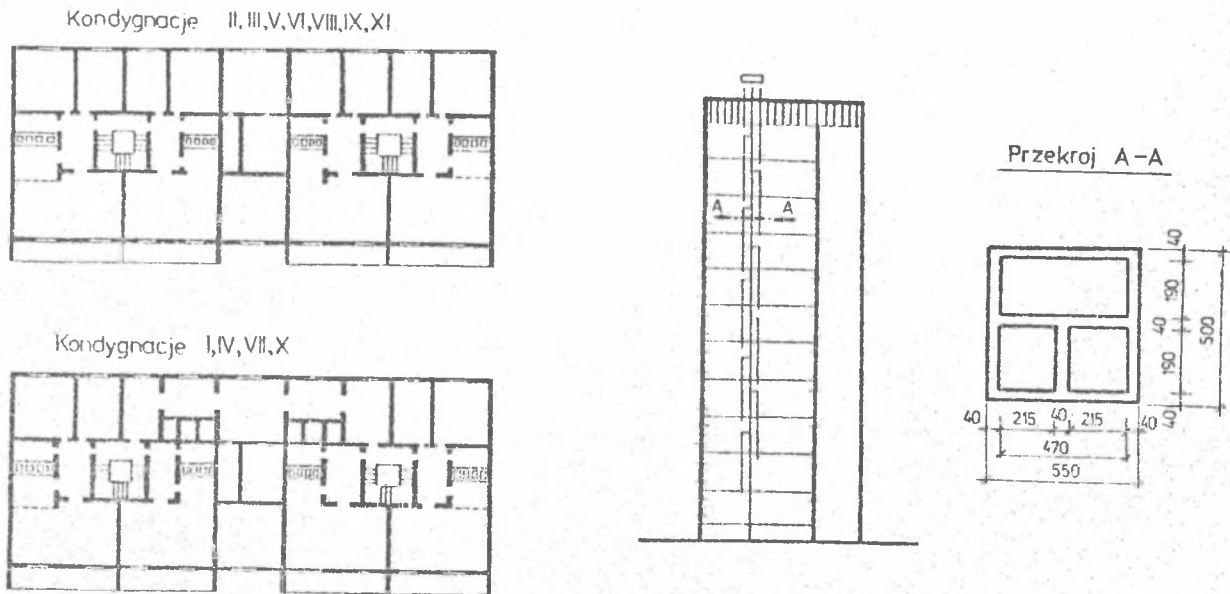
Przeprowadzono następujące badania i pomiary:

- ilość powietrza wywiewanego z mieszkań,
- różnice ciśnień na zewnętrznych i wewnętrznych przegrodach budowlanych,
- stanu mikroklimatu w pomieszczeniach,
- infiltracji powietrza przez nieuszczelnności w oknach,
- parametrów powietrza zewnętrznego.

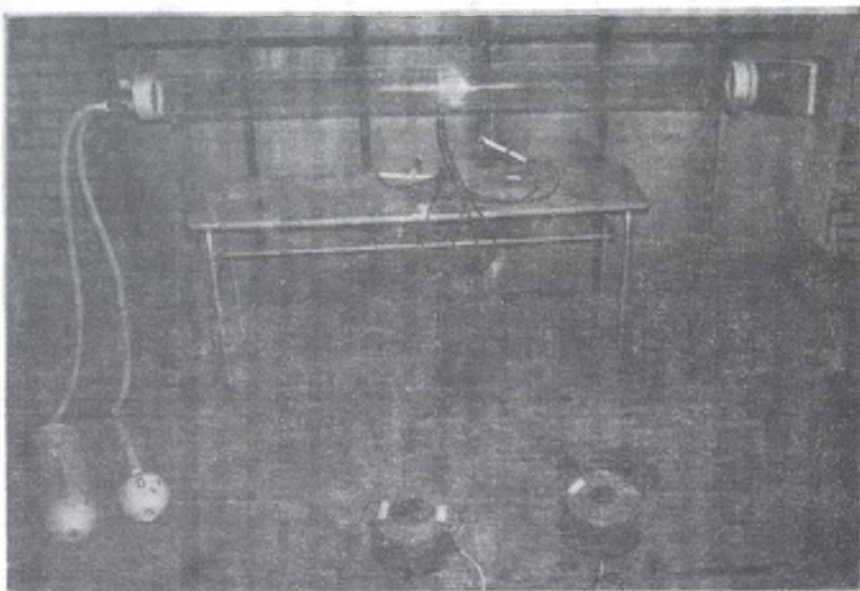
Ilości powietrza usuwanego z mieszkań wykonywano mierząc prędkości przepływu powietrza w osi kratki wywiewnej ($F_{kr} = 0,0216 \text{ m}^2$) przy użyciu anemometrów skrzydełkowych w specjalnie do tego celu skonstruowanej obudowie (rys. 3). Całość cechowano za pomocą kryzy pomiarowej na przygotowanym stanowisku pomiarowym (rys. 3). Błąd pomiaru wydatku wynosił 3%. Do badania różnic ciśnień na przegrodach budowlanych stosowano mikromanometr bateryjny o dokładności $0,2 \text{ N/m}^2$. Łączono go przez gumowe węże z punktami pomiarowymi umieszczonymi na poziomie okien, drzwi wejściowych do mieszkań oraz w osiach kratki wentylacyjnych w kuchni i łazience. Błąd pomiaru różnic ciśnień wynosił 5%.

W celu określenia stanu mikroklimatu w pomieszczeniach badano temperaturę, wilgotności względne powietrza, określono jego prędkości przepływu i kierunki, a także mierzono stężenie tlenu węgla w kuchniach i łazienkach w trakcie pracy palenisk gazowych.

Temperatury i wilgotności względne powietrza określono zasadniczo za pomocą termohigrografów dobowych. W celu określenia zmian rozkładów tem-



Rys. 2. Rozwiązanie konstrukcyjno-architektoniczne badanych obiektów



Rys. 3. Stanowisko pomiarowe do cechowania przystosowanych do badań anemometrów skrzydełkowych

peratur na wysokości pomieszczeń w trakcie spalania gazu stosowano termopary miedz - konstantan.

Prędkości przepływu powietrza badano wykorzystując anemometry elektryczne. Błąd pomiaru wynosił 3%. Celem ustalenia kierunków przepływów strumieni powietrza zastosowano rurki dymiące i czterochlorek tytanu.

Stopień zanieczyszczenia powietrza określono przez pomiar stężenia tlenku węgla, jako najbardziej toksycznego i trującego składnika spalin. Oznaczano go za pomocą rurek wskaźnikowych.

Infiltrację powietrza przez szczelności w oknach badano za pomocą specjalnie skonstruowanej obudowy (rys. 4). Błąd pomiaru ilości powietrza infiltracyjnego wynosił 10%.

Parametry powietrza zewnętrznego (temperaturę, wilgotność względną, kierunek i prędkość wiatru) mierzono na poziomie dachu stosując termohigrografy dobowe, kompas i strzałkę oraz anemometry meteorologiczne.

Dla każdego z budynków wykonywano 3 serie pomiarowe. Każda z nich obejmowała 10 pomiarów jednostkowych każdego z ww. czynników. Badania powtarzano w każdym z obiektów w kolejnych okresach klimatycznych.

Ze względu na rodzaj zastosowanego układu wentylacyjnego zdecydowano się na zwiększenie liczby pomiarów w okresie przejściowym jako najniekorzystniejszym dla wywiewnych przewodów grawitacyjnych.

Jako wynik pomiarów wartości mierzonych przyjmowano średnie arytmetyczne z każdej serii pomiarowej.

Badaniami objęto mieszkania przyłączone do jednego kanału zbiorczego, od parteru licząc co dwie kondygnacje.

4. Omówienie wyników badań

Spośród szeregu wykonanych pomiarów w niniejszym opracowaniu omówione zostaną najbardziej istotne dla przebiegu procesu wymiany powietrza, a mianowicie:

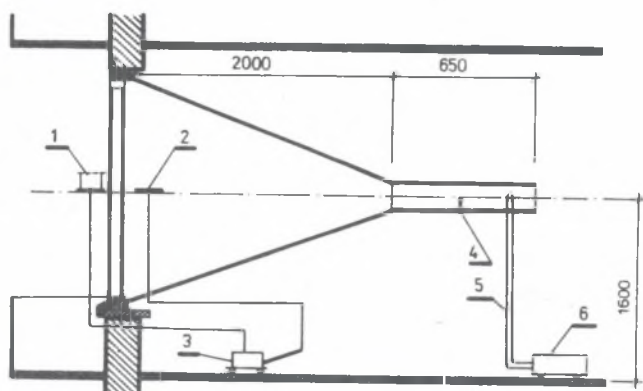
- ilość powietrza usuwanego z pomieszczeń mieszkalnych,
- rozkłady ciśnień na przegrodach budowlanych,
- przepływy powietrza w pomieszczeniach.

Wyniki pomiarów analizowano w odniesieniu do warunków zewnętrznych i sposobu eksploatacji pomieszczeń.

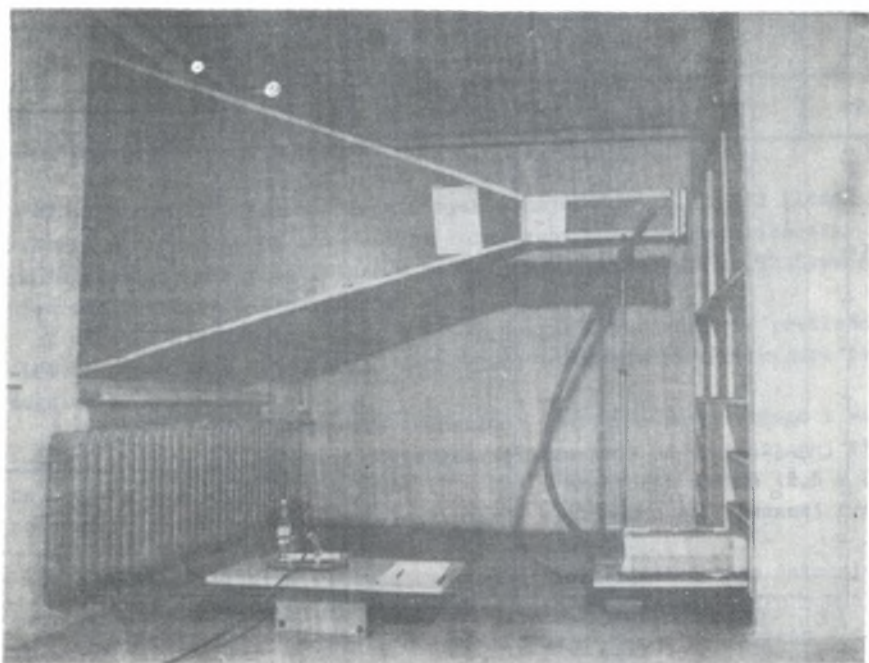
4.1. P o m i a r y i ł o ś c i p o w i e t r z a u n o s z o n e g o z p o m i e s z c z e ń m i e s z k a l n y c h

Wyniki pomiarów wydatku powietrza w kratkach wywiewnych na przestrzeni całorocznego okresu zmian klimatycznych przedstawiono na rys. 5a i b.

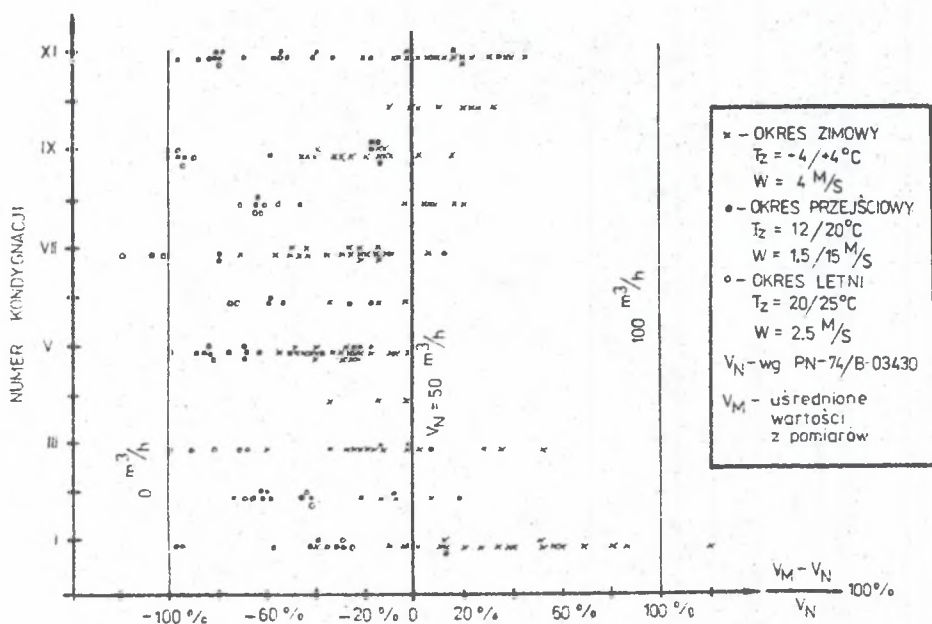
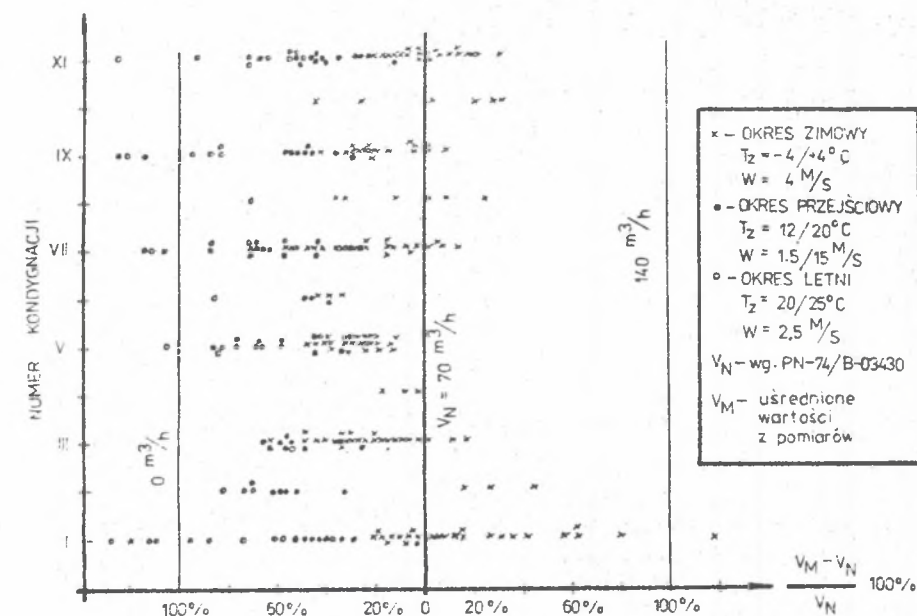
Zarówno w kuchniach, jak i łazienkach rozrzut w ilościach powietrza wywiewnego jest, nawet przy pominięciu wartości uzyskiwanych w okresie letnim



- 1 sonda do pomiaru ciśnienia zewnętrznego
- 2 jw lecz ciśnienia w obudowie
- 3 mikromanometr
- 4 sonda anemometru elektrycznego
- 5 przewód gumowy
- 6 wentylator o regulowanym wydatku



Rys. 4. Stanowisko pomiarowe do badania infiltracji powietrza z zewnątrz przez nieszczelności w oknach



Rys. 5a, 5b Ilości powietrza usuwanego z kuchni (5a) i łazienek (5b) badanych mieszkań

(częste występowanie prądów zwrotnych w przewodach), bardzo duży i waha się w granicach $0 \pm 180 \text{ m}^3/\text{h}$. Ze względu na dużą ilość pomiarów (około 600 pomiarów pojedynczych dla każdej kondygnacji w kolejnych okresach klimatycznych) wyniki pomiarów poddano analizie statystycznej określając wartości średnie, jakie występowały w poszczególnych grupach pomiarowych z 50% prawdopodobieństwem.

Tabela 11

Wartości średnie ilości powietrza usuwanego z pomieszczeń

Nr kondygnacji	Kuchnie- $V(\text{m}^3/\text{h})$			Łazienki- $V(\text{m}^3/\text{h})$		
	Okres klimatycz			Okres klimatyczny		
	Zimowy	Przejsiowy	Letni	Zimowy	Przejsiowy	Letni
I	74	31	14	55	31	14
II	55	24	1,5	38	25	13
V	44	18	2	31	19	9
VII	42	22	2	30	15	12
IX	51	22	2	36	21	12
XI	67	35	14	50	31	12

Z wyjątkiem kondygnacji najniższych i najwyższych (1 i 11) ilości powietrza wywiewanego są mniejsze od normatywnych. Wyraźnie uwidacznia się zmniejszenie wymiany powietrza w mieszkaniach położonych na środkowych piętrach budynków 8-kondygnacje.

W okresie zimowym ($t_z = -4; +5^\circ\text{C}$), charakteryzującym się prędkościami wiatrów w zakresie $1,5 \pm 4 \text{ m/s}$, decydujące znaczenie ma siła wyporu termicznego.

W okresach wyrównywania się temperatur powietrza zewnętrznego i wewnętrznego skuteczność wymiany powietrza zależy jest od występującej siły naporu wiatru. Zmienne kierunków ($N \sim NW$) i prędkości wiatru ($2,5 \pm 20 \text{ m/s}$) powodują, że skuteczność wentylacji spada w stosunku do zalecanej średnio o 60%.

W przypadku obiektów usytuowanych na wzniesieniach dobrze działają przewody wentylujące kondygnacje najwyższe, ale tylko w przypadku równoległego napływu strumieni powietrza do powierzchni dachu. W budynkach zlokalizowanych w kotlinach lub wykopach (przypadek bardzo częsty na badanym



Rys. 6. Przepływy powietrza wokół kompleksu badanych obiektów Nr 105-109

terenach) częste są przypadki napływu strumieni powietrza pod pewnym kątem do powierzchni dachu (rys. 6).

W połączeniu z brakiem na wylotach z kanałów zbiorczych osłon przed wpływem wiatru (rys. 7) następuje tłoczenie przewodami powietrza do budynków.

Użytkowanie pomieszczeń mieszkalnych, a szczególnie eksploatacja palenisk gazowych powoduje zmniejszenie ilości powietrza usuwanego średnio o 20%. Dotyczy to szczególnie pionów mieszkań

zlokalizowanych bliżej ścian zawietrznych budynków.

Otwieranie okien lub drzwi pogarszało skuteczność wentylacji. W przypadku pionów mieszkań położonych pośrodku obiektów lub przy ścianie zawietrznej napływ powietrza następuje kanałem wywiehnym.



Rys. 7. Wylot z kanału zbiorczego układu wentylującego mieszkania

Duże zakłócenia związane są z niewłaściwą eksploatacją drzwi wejściowych do budynków oraz drzwi na piętrach komunikacyjnych (rodzielnicych); stale otwarte lub zdewastowane drzwi powodowały spotęgowanie niepożądanych przepływów powietrza w obrębie mieszkań.

Bilanse powietrza wentylacyjnego wskazują na usuwanie z kanału zbiorczego średnio 20%-30% powietrza mniej, niż wskazywałaby suma wydatków po-



Rys. 8. Nieszczelnione styki elementów prefabrykowanych składające się na system przewodów wywiewnych

wietrza wywiewanego z pomieszczeń przyłączonych do tego kanału. Sytuacja taka jest następstwem niewłaściwego stanu i niskiej jakości montażu przewodów wentylacyjnych (rys. 8).

Braki w uszczelnieniach, przesunięcia elementów przewodów wentylacyjnych względem siebie wywołują dodatkowo niepożądaną cyrkulację powietrza między kanałami wentylacyjnymi i spalinowymi.

Wszystkie ww. niekorzystne zjawiska powodują, że stężenie tlenu węgla w pomieszczeniach

kuchni i łazienek wielokrotnie przewyższy wartości normatywnie dopuszczalne ($0,03 \text{ mg/dcm}^3$ wg PN-56/Z-04030). Po 30 min eksploatacji kuchenki i termy gazowej sięgały one średnio $0,5-0,6 \text{ mg/dcm}^3$, co stanowi około 20-krotne przekroczenie NDS. Zjawiska te potęgowały się w budynkach położonych w strefach zawirowań powietrznych (patrz np. 6), gdzie stężenie to maksymalnie wynosiło $1,2 \text{ mg/dcm}^3$ (40-krotne przekroczenie NDS) w przypadku pomieszczeń zlokalizowanych pośrodku budynków.

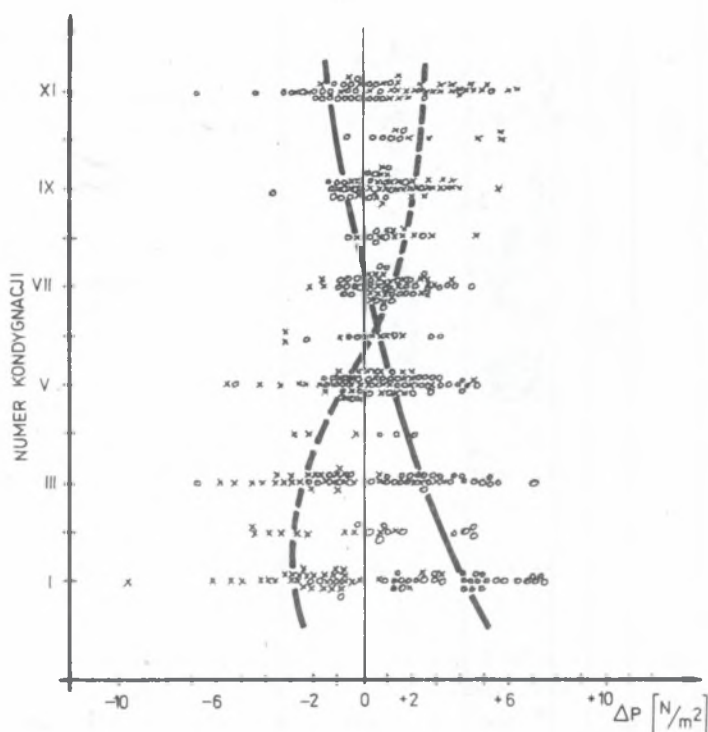
W okresie letnim zastosowany układ wentylacyjny ma skuteczność zerową. Odnotowane w tych warunkach ($t_z > 25^\circ\text{C}$) ilości powietrza wywiewanego z mieszkań wynoszą średnio około $5 \text{ m}^3/\text{h}$, z tym że mają one wyraźnie tendencję spadkową. W tych warunkach możliwe jest tylko wietrzenie mieszkań przez otwieranie okien. W trakcie takiego wietrzenia prędkości przepływu powietrza przekraczają wielokrotnie dopuszczalne i wynoszą średnio 3 m/s , ponadto nie zawsze jest ono możliwe.

4.2. Pomiary rozkładów ciśnień na przegrodach budowlanych

Wyniki badań rozkładów różnic ciśnień w całorocznym okresie zmian klimatycznych przedstawiono na rys. 9.

Mieszkania położone na niższych kondygnacjach (1-4) charakteryzują się ciśnieniami mniejszymi niż ciśnienia na zewnątrz, ale z reguły większymi od ciśnień panujących w klatkach schodowych.

W górnych częściach budynków sytuacja jest odwrotna (kondygnacje 8-11). W strefach środkowych budynków wzajemne układy różnic ciśnień mają charakter zmienny.



„0” – CIŚNIENIE W MIESZKANIACH

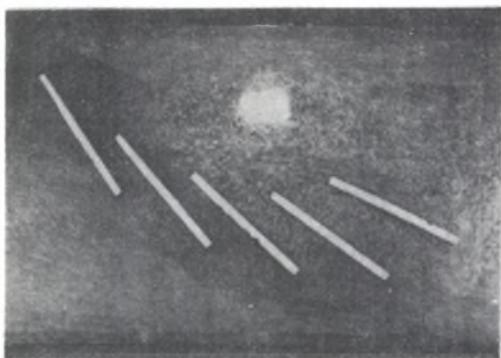
—○— – CIŚNIENIE NA ŚCIANIE ZEWNĘTRZNEJ

-x-x- – CIŚNIENIE W KLATCE SCHODOWEJ

Rys. 9. Rozkład różnic ciśnień na wysokości budynków

Powyższy opis dotyczy okresu zimowego ($\Delta t \approx 30$ deg). Rozkłady różnic ciśnień na wysokości szybu windy niewiele odbiegają od wyników uzyskanych dla klatek schodowych. Wynika to z faktu ich połączenia z klatkami przez likwidację przewidywanych w projekcie drzwi w przejściach komunikacyjnych. Sytuacja taka intensyfikuje niepożądane przepływy powietrza klatka schodowa-mieszkanie.

W okresie przejściowym ($t_z \approx t_w$) wymiana powietrza zależna jest od chwilowych zmian kierunków i prędkości wiatru. W tej sytuacji nie można dokonać podziału budynku wzdłuż jego wysokości na strefy charakteryzując się podobnymi układami ciśnień. Zarówno kondygnacje dolne, środkowe, jak i górne mogą się znaleźć w różnych warunkach ciśnieniowych. Uzależnione jest to od zabudowy i konfiguracji terenu. Przykładowo wykonana wizualizacja



Rys. 10. Przepływy powietrza wokół kompleksu badanych obiektów Nr 105-109 (wzdłuż kierunku najczęściej występujących wiatrów)

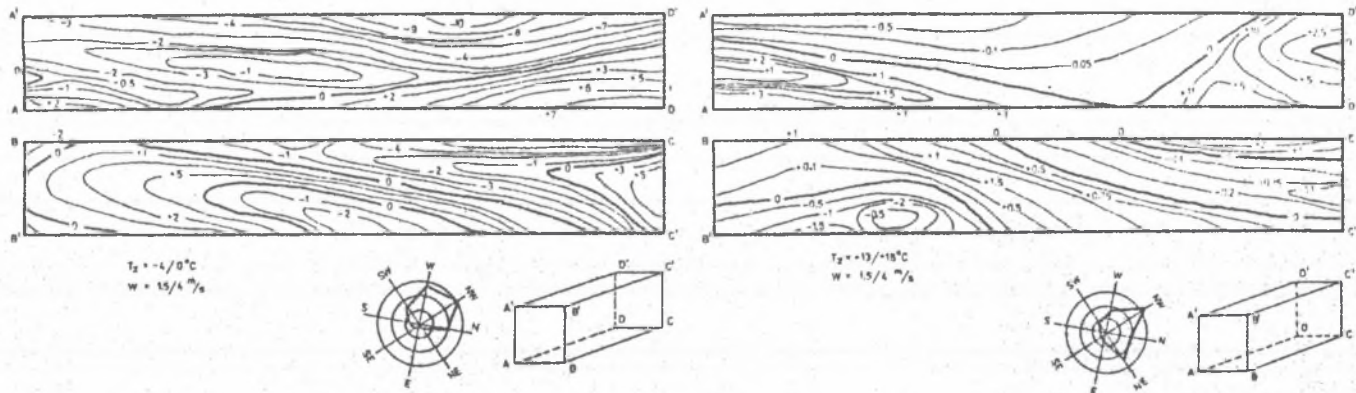
przepływów powietrza wokół budynków w kanalikach wodnych (rys. 6 i 10) pozwala stwierdzić, że w realizowanej zabudowie występują zróżnicowane rozkłady ciśnień. Wpływ zabudowy terenu i kierunków wiatru pokazano na przykładzie jednego z obiektów położonego w kompleksie budynków 105-109 (rys. 11), wzniesionego w strefie powstawania zawirów powietrznych. Zauważalna jest większa regularność linii różnic ciśnień odnotowanych w okresie zimowym w porównaniu z przejściowym (rys. 11a).

W okresie letnim obserwowano częste przypadki powstawania odrotnych przepływów powietrza w przewodach wywiewnych. Jak stwierdzono w rozdziale 4.1, w tych warunkach użytkownicy najczęściej przewietrzają mieszkania przez otwieranie okien. Takie wieńczenie umożliwia jednak usuwanie powietrza z najbardziej obciążonych, bezokiennych łazienek i kuchni. Stwierdzono, że eksploatacja w takich warunkach palenisk gazowych powoduje wzrost temperatury w pomieszczeniach do średnio 40°C i wilgotności względnej powietrza do ponad 90%. Dotyczy to przede wszystkim pionów mieszkań położonych w budynkach objętych zawirowaniami powietrznymi strefami o braku przepływów (rys. 6 i 10).

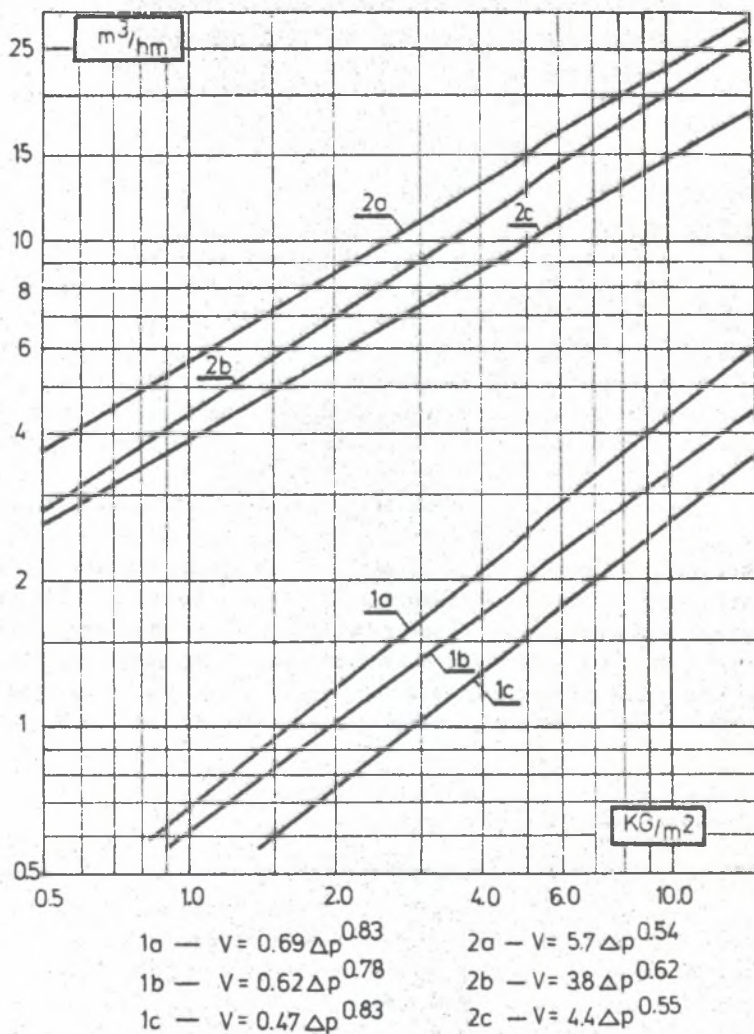
Rozkłady ciśnień na przegrodach zewnętrznych decydują o ilościach powietrza przenikających przez nieszczelności w oknach, z zewnątrz do pomieszczeń lub odwrotnie.

W celu dokładnego określenia tego zjawiska oraz zbilansowania strumienia powietrza w obrębie mieszkań wykonano badania infiltracji powietrza przez nieszczelności w oknach. Wyniki badań przedstawiono na rys. 12 jako zależności ilości powietrza przenikającego do pomieszczeń od różnicy ciśnień po obu stronach okna. Wykonane bilanse objętościowe powietrza w obrębie mieszkań pozwoliły na stwierdzenie dużych nieszczelności w drzwiach wejściowych.

Przykładowo do mieszkania położonego na I kondygnacji budynku zlokalizowanego na wzniesieniu (rys. 6) w warunkach okresu przejściowego ($t_z = 10^{\circ}\text{C}$, $w = 4,5^{\text{m}}/\text{s}$) infiltruje około $280^{\text{m}^3}/\text{h}$. Jednocześnie kanałami wywiewnymi z kuchni i łazienki łącznie usuwane jest $80^{\text{m}^3}/\text{h}$ powietrza. Wynika z tego, że $200^{\text{m}^3}/\text{h}$ powietrza przenika z mieszkania do przetrzeni klatki schodowej, przy odnotowanej w trakcie pomiarów różnicy ciśnień rzędu $15 \text{ N}/\text{m}^2$ (ok. $1,5 \text{ KG}/\text{m}^2$). Ilości powietrza wzrastają w przypadku spadku temperatury zewnętrznej do $400^{\text{m}^3}/\text{h}$. Powoduje to spadki temperatur w tych pomieszczeniach



Rys. 11. Linie różnic ciśnień na ścianach zewnętrznych jednego z badanych obiektów (11a-okres przejściowy, 11b-okres zimowy)



Rys. 12. Wyniki badań infiltracji powietrza przez nieszczelności w oknach

do 12-14°C, przy jednoczesnym wzroście temperatury w mieszkaniach położonych na kondygnacjach wyższych.

Różnice ciśnień między górnymi i dolnymi częściami szybów komunikacyjnych w okresie zimowym oraz między częściami nawietrznymi i zawietrznymi budynków w okresie przejściowym w połączeniu z brakiem drzwi na piętrach komunikacyjnych dezorganizują proces wymiany powietrza. Konsekwencją tego stanu jest m.in. przenikanie do mieszkań położonych na górnych kondygnacjach lub przy ścianach zawietrznych obiektów nieprzyjemnych zapachów zawartych w zużytym powietrzu.

4.3. B a d a n i a p r z e p ł y w ó w p o w i e t r z a w p r z e s t r z e n i a c h z a m k n i ę t y c h

W związku z większą regularnością występujących zmian różnic ciśnień na przegrodach zewnętrznych w okresie zimowym, przepływy powietrza w obrębie budynków kształtują się tak, jak przedstawiono na rys. 13.

W mieszkaniach położonych na kondygnacjach niższych (1-4) powietrze infiltruje z zewnątrz przez nieszczelności w oknach (100%). Po zużyciu powietrza to usuwane jest kanałami wywiewnymi (70% na I kondygnacji, 30% na IV kondygnacji). Pozostała część eksfiltruje do przestrzeni sztyków pionowych (rys. 13).

W okresie przejściowym i częściowo letnim budynki najczęściej są przewietrzane.

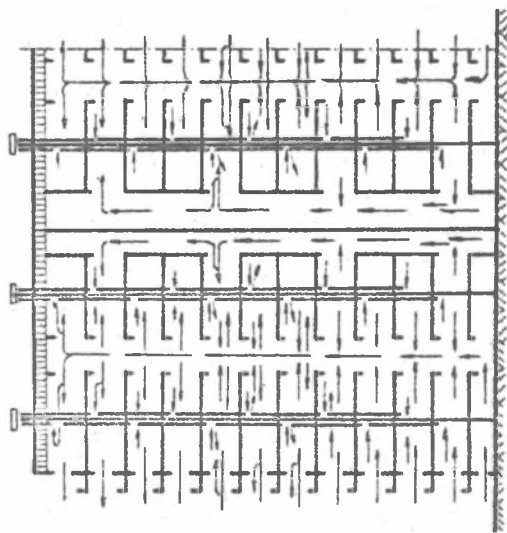
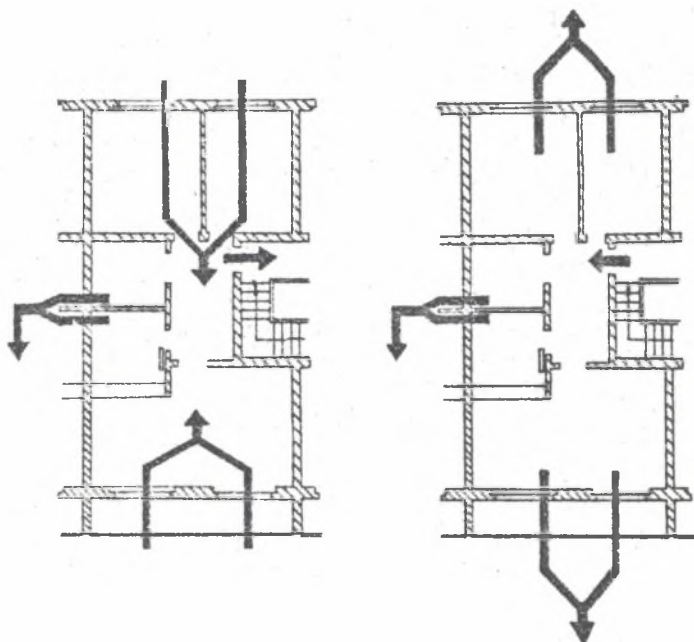
Skuteczność tego procesu zależy od zabudowy, konfiguracji terenu, kierunków i prędkości wiatru. W najniekorzystniejszym układzie ciśnień znajdują się wtedy pomieszczenia położone pośrodku obiektów oraz przy ścianach zewnętrznych, w których wzrasta stopień zanieczyszczenia powietrza. W częstych przypadkach osłonięcia budynku przez inne (rys. 10) kształtowanie się przepływów powietrza jest trudne pomiarowo do ustalenia.

5. Omówienie wyników badań

Przeprowadzone badania i pomiary wymagały dużej dokładności i precyzności. Zmienność i ilość czynników kształtujących mikroklimat pomieszczeń mieszkalnych spowodowały, że zwiększono ilość pomiarów celem uzyskania większego prawdopodobieństwa w uśrednianych warunkach.

Pomiary przeprowadzone w obiektach zamieszkałych oraz dla próbnania wyników i określenia wpływu eksploatacji pomieszczeń na proces wymiany powietrza również w budynkach niezamieszkałych.

W wyniku wykonanych prac pomiarowo-badawczych stwierdzono, że zastosowana w budynkach typu "Fadom" wywiewna wentylacja grawitacyjna nie zapewnia właściwych warunków mikroklimatu w pomieszczeniach mieszkalnych. Powodem tego jest występowanie niekontrolowanych przepływów powietrza w



Rys. 13. Poziome przepływy powietrza w mieszkaniach

obrębnie budynków, np.: z klatek schodowych do mieszkań lub odwrotnie oraz zaburzenia przepływu w szczelnych kanałach wywiewnych.

Doprowadzanie powietrza do mieszkań zależy jest od układów ciśnień występujących na przegrodach zewnętrznych. W sezonie grzewczym powietrze infiltruje do mieszkań położonych w niższych częściach obiektów w ilościach wielokrotnie przekraczających normatywnie zalecane. Pomieszczenia zlokalizowane w górnych częściach budynków wentylowane są zużytym powietrzem napływającym z klatki schodowej.

W okresie przejściowym jedynie nieliczne budynki położone na wzniesieniach i nieosłonięte przed wpływem wiatru, są przewietrzane, z tym że jego skuteczność jest praktycznie zerowa. W przypadku dużej siły naporu wiatru ($w = 8$ m/s) prędkości przepływu powietrza w obrębie pomieszczeń przekraczają wartości zalecane jako komfortowe. Wahaają się one średnio w granicach 1,5-3,5 m/s w strefach przebywania ludzi. Szczególnie niekorzystnie warunki te są odczuwane w łazienkach.

Budynki zlokalizowane w kotlinach charakteryzują się bardzo niską skutecznością wentylowania. Podobnie wygląda sytuacja w przypadku obiektów osłoniętych przed wpływem wiatru. Stopień ich wentylowania związany jest z intensywnością występujących zawirowań strumieni powietrza.

Użytkowanie palenisk gazowych w bezokiennych kuchniach i łazienkach powoduje wzrost stężenia zanieczyszczeń w powietrzu jego temperatury i wilgotności względnej.

Dodatkowe zaburzenia w przepływach powietrza z szybów wind i zsyków śmieci do klatek schodowych i mieszkań powoduje brak drzwi oddzielających części mieszkalne od komunikacyjnych.

6. wnioski i zalecenia

W wyniku przeprowadzonych pomiarów o badach należy stwierdzić, że istniejąca w XI-kondygnacyjnych budynkach typu "Fadom" grawitacyjna wentylacja wywiewna nie spełnia wymagań stawianych przez PN-74/B-03430. Zgodnie z tą normą pomieszczenia mieszkalne powinny mieć taki układ przewodów wentylacyjnych, aby była zapewniona ciągła wentylacja. Tymczasem wentylacja grawitacyjna zakłada zmienność a nawet brak w pewnych okresach skuteczności pracy systemu wywiewnego. Poza tym na zaburzenia w działaniu wentylacji oraz obniżenie jej sprawności mają duży wpływ warunki terenowe, które najczęściej nie są uwzględnione w okresie projektowania oraz błędy powstałe podczas niestarannego montażu układów i przewodów wentylacyjnych.

W celu uzyskania poprawy skuteczności procesu wymiany powietrza w badanych obiektach należy:

- przekonstruować kanały wywiewne, każdorazowo uzasadniając obliczeniami ich przekroje oraz zachować odpowiednią gładkość ich powierzchni i szczerlność montażu,

- wprowadzić kratki wywiewne z możliwością regulacji,
- zainstalować na wylotach z kanałów zbiorczych deflektory o kształcie i wymiarach ustalonych na drodze analizy aerodynamicznej,
- zapewnić większą szczelność drzwi wejściowych do mieszkań oraz drzwi znajdujących się na piętrach komunikacyjnych,
- skoordynować współpracę szybów pionowych z klatkami schodowymi przez wytworzenie w tych ostatnich odpowiedniego nadciśnienia, wykluczającego niepożądane przepływy powietrza.

Na zakończenie należy podkreślić, że opracowane metodyka i program badań mają znaczenie ogólne i mogą być stosowane dla budynków innych niż mieszkalne (np. hotele, szpitale, obiekty o przeznaczeniu administracyjnym itp.).

LITERATURA

- [1] Pn-74/B-03430 - Wentylacja w budownictwie mieszkaniowym i użyteczności publicznej.
- [2] Eriksson I.: Die luftung von wohnhausen T 870/1071b. 1973.
- [3] Jackmann P.: A study of the natural ventilation of tall office buildings. Heating and Ventilation Engineers 1970.
- [4] Honma H.: Ventilation of dwellings and its disturbances. 1975.
- [5] Weier H.: Die Wirkung der Luftungssysteme von Wohnbauten bei schiedlichen.... Luft und Kältetechnik 1975/76.

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕНТИЛЯЦИИ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ ТИПА "ФАДОМ"

Резюме

В статье обсуждены результаты исследований эффективности процесса воздухообмена, ведённого естественным образом, согласно нормативным рекомендациям для 11-этажных жилых зданий типа "фадом". Определены причины выступления многих помех в воздухообмене жилых жилых квартир. Приведены способы получения исправления действия применяемых систем вентиляции.

TESTS OF VENTILATION EFFICIENCY IN BUILDINGS OF PADOM TYPE

Summary

The results of tests connected with an efficiency of air exchange process in the 11 condignations Padom buildings are presented. The reasons of disturbances in ventilation of quarters are found. The possibilities of improvement of designed ventilation systems are presented in the paper.