

## DYSTRYBUCJA POWIETRZA WENTYLACYJNEGO W BUDYNKACH ZE SZCZELNĄ OBUDOWĄ

Marek TELEJKO\*, Jerzy Zbigniew PIOTROWSKI\*\*

\* Politechnika Świętokrzyska, Katedra Technologii i Organizacji Budownictwa  
Al.1000-lecia P.P 3, 25-314 Kielce, e-mail: mtelejko@tu.kielce.pl

\*\* Politechnika Świętokrzyska, Katedra Budownictwa i Architektury  
Al.1000-lecia P.P 3, 25-314 Kielce, e-mail: jzpiotr@tu.kielce.pl

**Streszczenie:** Niejednoznaczność aktualnych przepisów prawnych [4], [5], [6], a niekiedy wręcz ich sprzeczność doprowadzają do stosowania rozwiązań powodujących poważne zaburzenia w działaniu wentylacji grawitacyjnej. Zaburzenia te są bardzo często wynikiem dostarczenia do pomieszczeń zbyt małej ilości powietrza zewnętrznego niezbędnego do prawidłowego działania wentylacji grawitacyjnej. Jak wykazały badania, ze względu na warunki mikroklimatu wnętrz, nie bez znaczenia jest rozmieszczenie elementów dostarczających powietrze zewnętrzne.

**Słowa kluczowe:** fizyka budowli, wentylacja, termomodernizacja, wymiana powietrza, nawiewniki okienne.

### 1. WSTĘP

Ciągły wzrost kosztów utrzymania obiektów oraz promowanie rozwiązań energooszczędnych powodują, iż celem priorytetowym projektantów oraz użytkowników obiektów jest zminimalizowanie ilości energii potrzebnej na cele grzewcze. Powszechnie stosowane rozwiązania mające zapewnić ten cel powodują najczęściej ograniczenie powietrza zewnętrznego napływającego do pomieszczeń. Jednocześnie projektanci budynków bardzo często pomijają etap projektowania systemu wentylacji grawitacyjnej przyjmując jedynie wielkości minimalne wymagane przez aktualne przepisy. W obowiązujących aktach prawnych [4], [5], [6] podjęto próbę wyeliminowania takiej sytuacji. Określono w nich sposób doprowadzenia powietrza zewnętrznego niezbędnego do prawidłowego działania wentylacji grawitacyjnej. W przypadku budynków z zamontowaną stolarką okienną charakteryzującą się współczynnikiem infiltracji powietrza mniejszym niż  $0,3 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{daPa}^{2/3}$ , dopływ powietrza zewnętrznego zgodnie z zawartymi w powyższych aktach wytycznymi powinien odbywać się poprzez nawiewniki powietrza z

możliwością regulacji stopnia ich rozwarcia. Przepisy podają również wielkość strumienia powietrza, który powinien przychodzić przez nie w pozycji otwartej oraz zamkniętej. Należy zwrócić jednak uwagę, że wymagania te dotyczą obiektów nowo powstałych, na co wskazuje umieszczony w [4] zakres stosowania normy. Natomiast egzekwowanie wspomnianych przepisów prawnych w stosunku do obiektów istniejących jest, z różnych względów, utrudnione. Ponadto nawet najlepiej opracowany projekt systemu wentylacji nie uwzględnia skrajnych zachowań użytkowników, którzy na etapie eksploatacji we własnym zakresie podejmują szereg nieuzasadnionych działań mających, ich zdaniem, ograniczyć koszty ogrzania mieszkań. Skutkiem powyższego są z reguły zaburzenia w działaniu systemu wentylacji grawitacyjnej, a co za tym idzie pogorszenie warunków mikroklimatu wewnętrznego.

### 2. PRZEDMIOT BADAŃ

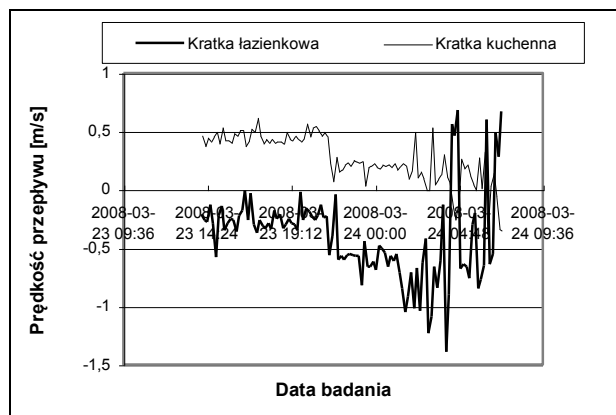
Badania prowadzono w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych i polegały one na określeniu typowych parametrów mikroklimatu wewnętrznego. Ponadto mierzono prędkość przepływu i natężenie strumienia powietrza wentylacyjnego oraz temperaturę powietrza przy wlocie kratek wywiewnych. Wszystkie rozpatrywane budynki posiadały ściany zewnętrzne ocieplone styropianem, szczelną stolarkę okienną i drzwiową oraz wyposażone były w system wentylacji grawitacyjnej. Napływ powietrza zewnętrznego realizowany był:

- poprzez nieszczelności w przegrodach zewnętrznych oraz korzystnie z funkcji mikrorozszczelnienia okien,
- nawiewniki powietrza.

Jako wskaźnik jakości powietrza przyjęto stężenie CO<sub>2</sub> [1], [2], [3].

### 3. WYNIKI POMIARÓW

W mieszkaniach, w których nawiew powietrza odbywał się poprzez nieszczelności w przegrodach zewnętrznych oraz dzięki korzystaniu z funkcji mikrorozszczelnienia okien zanotowano bardzo duże zaburzenia w działaniu wentylacji grawitacyjnej. Użytkownicy mieszkań przyznali, iż niechętnie i sporadycznie korzystają z funkcji mikrorozszczelnienia. Wyniki pomiarów wskazują, że przy takim rozwiązaniu jeden z kanałów wentylacyjnych realizuje funkcję elementu doprowadzającego powietrze wewnętrzne dla potrzeb działania wentylacji grawitacyjnej (rys. 1). Wielkość strumienia powietrza wentylacyjnego napływającego przez kanał zależna była od ilości działających urządzeń gazowych oraz korzystania z funkcji mikrorozszczelnienia okien. Jednak w przypadku mieszkań z zainstalowanym piecem dwufunkcyjnym lub przeplywowym podgrzewaczem wody nawet korzystanie z tej funkcji nie zapewniało prawidłowego kierunku przepływu w kanałach wentylacyjnych. Ograniczona została jedynie wielkość strumienia powietrza włączanego kanałem.

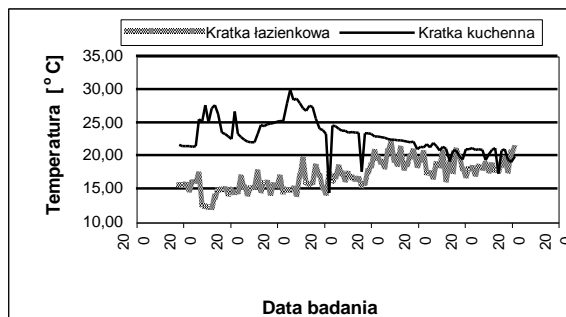


Rys. 1. Wielkość strumienia powietrza wentylacyjnego przepływającego przez poszczególne kanały w mieszkaniu bez nawiewników powietrza ( wielkości ujemne oznaczają nawiew).

Fig. 1. Speed of ventilation air in the ventilating duct in a flat within air intake.

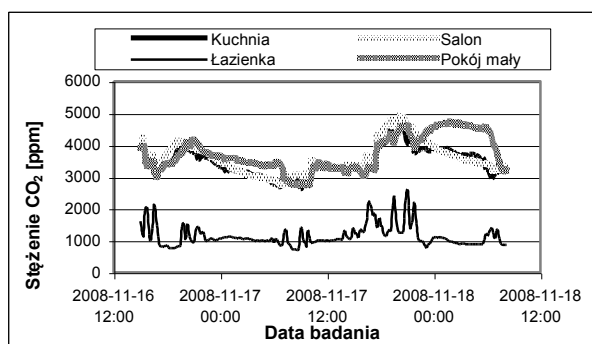
Rozwiązanie takie nie pozostawało również bez znaczenia dla jakości powietrza w poszczególnych pomieszczeniach mieszkania. Stężenie dwutlenku węgla, które przyjęto jako wskaźnik jakości wskazuje na niedostateczny napływ powietrza zewnętrznego co uwidaczniało się znacznym stężeniem CO<sub>2</sub> w poszczególnych pomieszczeniach (rys. 3). W mieszkaniach w trakcie korzystania z kuchni gazowych oraz gazowych urządzeń grzewczych odnotowano bardzo szybki wzrost stężenia CO<sub>2</sub> do wartości około 5000 ppm. Jedynie w pomieszczeniu gdzie znajdował się kanał, którym włączane było powietrze

zewnątrzne poziom stężenie CO<sub>2</sub> można było uznać za zadowalający. Natomiast temperatura powietrza wpływającego kanałem (rys. 3) obniżała znacznie temperaturę wewnątrz tego pomieszczenia.



Rys. 2. Temperatura strumienia powietrza przepływającego przez kanały w wybranym mieszkaniu bez nawiewników powietrza.

Fig. 2. The temperature in the ventilating duct in a flat within air intake.

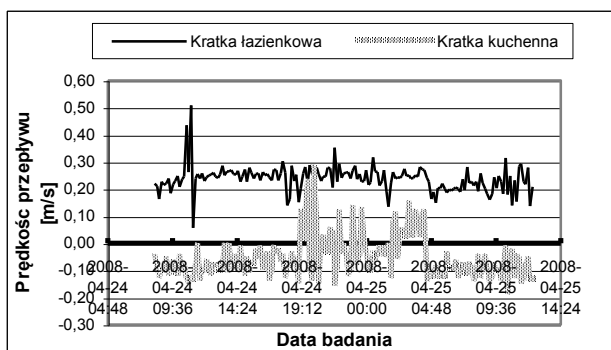


Rys. 3. Stężenie CO<sub>2</sub> w wybranym mieszkaniu bez nawiewników powietrza.

Fig. 3. CO<sub>2</sub> condensation in chosen flat within air intake.

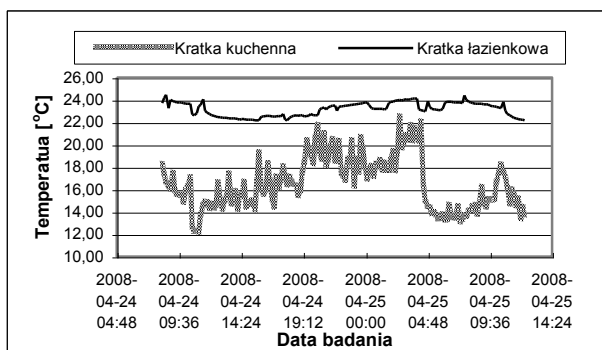
Kolejną grupę obiektów stanowiły budynki, w których zainstalowano nawiewnik powietrza w ramie okna wybranego pomieszczenia, najczęściej kuchni. Tylko w nielicznych mieszkaniach zainstalowano nawiewniki w kuchni i pokoju dziennym. Odnotowane wyniki pomiarów wskazują na nieznaczny poprawę warunków mikroklimatu wewnętrznego. Wyraźne zmiany parametrów mikroklimatu dało się zauważyć w pomieszczeniach gdzie zainstalowano nawiewnik. Stężenie CO<sub>2</sub> nie przekraczało w nich 2000 ppm (rys 6). Małą wartość stężenia dwutlenku węgla odnotowano również w łazienkach lecz było to wynikiem dalszego włączania dużych ilości powietrza zewnętrznego kanałem wentylacyjnym. W pomieszczeniach gdzie nie zainstalowano nawiewników powietrza w dalszym ciągu wartości parametrów opisujących mikroklimat pozostawały wiele do życzenia. Zwłaszcza w przypadku gdy drzwi do tych pomieszczeń zostawały przez dłuższy czas w pozycji całkowicie za-

mkniętej lub przymkniętej następował bardzo szybki wzrost wilgotności względnej powietrza oraz stężenia zawartego w nim CO<sub>2</sub>.



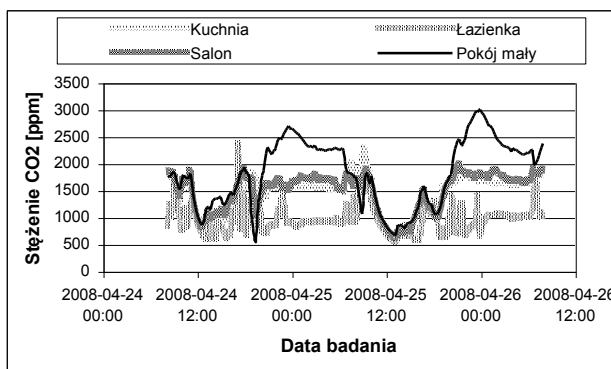
Rys. 4. Wielkość strumienia powietrza wentylacyjnego przepływającego przez poszczególne kanały w mieszkaniu z nawiewnikiem powietrza w ramie okna kuchennego.

Fig. 4. Speed of ventilation air in the ventilating duct in a flat whit air intake in one room.



Rys. 5. Temperatura strumienia powietrza przepływającego przez kanały w wybranym mieszkaniu z nawiewnikiem powietrza w ramie okna kuchennego.

Fig. 5. The temperature in the ventilating duct in a flat whit air intake in one place

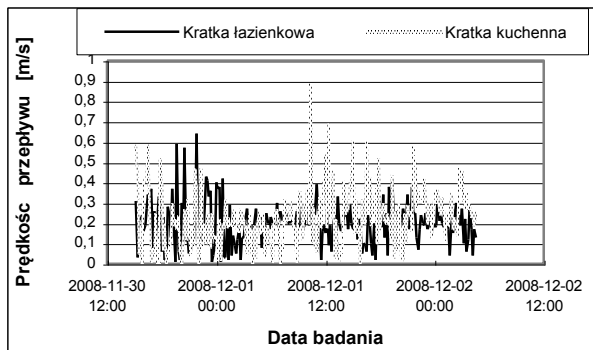


Rys. 6. Stężenie CO<sub>2</sub> w mieszkaniu z nawiewnikiem powietrza w ramie okna kuchennego.

Fig. 6. CO<sub>2</sub> condensation in a flat whit air intake in one room.

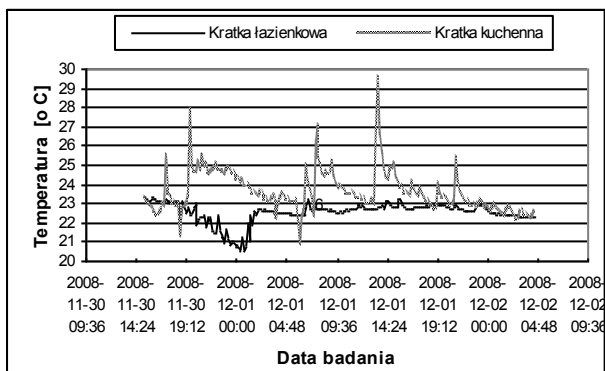
Po otwarciu drzwi w tych pomieszczeniach wyrównanie wartości parametrów opisujących mikroklimat wewnątrz poszczególnych pomieszczeń następowało po okresie od kilkunastu do kilkudziesięciu minut.

Ostatnią grupę badań przeprowadzono w lokalach z zainstalowanymi nawiewnikami okiennymi we wszystkich pomieszczeniach. Odnotowane stężenie CO<sub>2</sub> tylko nieznacznie przekraczało wartość 1000 ppm i występowało podczas jednoczesnego działania wszystkich urządzeń gazowych w mieszkaniu (kuchienka i piec gazowy lub przepływowy podgrzewacz wody). Były to jednak wartości chwilowe i po wyłączeniu wyżej wspomnianych urządzeń wartość stężenia CO<sub>2</sub> szybko obniżała się do wartości około 1000 ppm. Pozostałe parametry opisujące mikroklimat mieściły się w granicach przyjętych norm. Bez względu na działanie urządzeń gazowych udało się natomiast wyeliminować wsteczne ciągi w kanałach wentylacyjnych (rys. 7).



Rys. 7 Wielkość strumienia powietrza wentylacyjnego przepływającego przez poszczególne kanały w mieszkaniu z nawiewnikami powietrza w każdym pomieszczeniu.

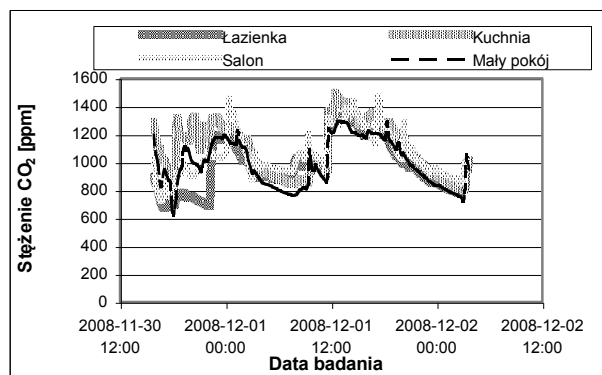
Fig. 7. Speed of ventilation air in the ventilating duct in a flat whit air intake intake in each room.



Rys. 8. Temperatura strumienia powietrza przepływającego przez kanały w wybranym mieszkaniu z nawiewnikami powietrza w każdym pomieszczeniu.

Fig. 8. . The temperature in the ventilating duct in a flat whit air intake intake in each room.

Jedynie w trakcie bardzo chłodnych dni nieliczni użytkownicy mieszkań zgłaszali problem zbyt dużej infiltracji chłodnego powietrza zewnętrznego przez nawiewniki. Były to jednak odczucia subiektywne i zauważone przez nielicznych mieszkańców. Problem ten jednak można było wyeliminować poprzez bardziej intensywne ogrzewanie mieszkań.



Rys 9. Stężenie CO<sub>2</sub> w mieszkaniu z nawiewnikami powietrza w każdym pomieszczeniu.

Fig. 9. CO<sub>2</sub> condensation in a flat with air intake in each room.

#### 4. ANALIZA WYNIKÓW

Zaobserwowane nieprawidłowości są wynikiem ograniczonego napływu powietrza zewnętrznego do mieszkań niezbędnego do stworzenia prawidłowych warunków działania systemu wentylacji oraz do właściwego przebiegu procesu spalania gazu w urządzeniach grzewczych i kuchniach. Ograniczenie to jest konsekwencją dążenia inwestorów oraz użytkowników mieszkań do możliwie największego ograniczenia kosztów ogrzewania budynków. Zwiększenie izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych oraz szczelności stolarki okiennej niewyposażonej w nawiewniki powietrza ogranicza zdecydowanie ilość powietrza zewnętrznego napływającego do takich mieszkań. Niepokojącym wydaje się fakt, iż część użytkowników w lokalach których zainstalowano nawiewniki powietrza celowo zakleiła w nich otwory nawiewne.

Zainstalowane gazowe urządzenia grzewcze dodatkowo zakłócały działanie wentylacji w rozpatrywanych budynkach. Poprzez instalację przepływowych podgrzewaczy wody lub piecyków dwufunkcyjnych z otwartą komorą spalania w momencie włączenia tych urządzeń następuje nagły wzrost stężenia CO<sub>2</sub>, przy jednoczesnym zawróceniu ciągu w kanale wentylacyjnym.

Rozszczelnienie okien tylko w ograniczonym stopniu wpływa na wymianę powietrza, a zwiększenie napływu powietrza w ten sposób posiada szereg wad. Przede wszystkim konieczne jest świadome korzystanie z tej funkcji przez użytkowników, którzy bardzo często robią to niechętnie i zbyt rzadko. Po rozszczelnieniu okien brak

jest możliwości regulacji strumienia powietrza napływającego do pomieszczeń. Ilość napływającego powietrza niezależna jest w tym przypadku od parametrów powietrza zewnętrznego. Ponadto w okresie zimowym, poprzez szybkie wyziewanie pomieszczeń, proces ten jest uciążliwy dla użytkowników.

#### 5. WNIOSKI

- Zainstalowanie zbyt małej liczby nawiewników nie gwarantuje napływu odpowiedniej ilości powietrza zewnętrznego (wsteczne ciągi) i nie zapewni odpowiedniej jakości powietrza w całym mieszkaniu.
- Liczba oraz rozmieszczanie nawiewników powinny być ustalone wg ściśle określonych zasad również w odniesieniu do budynków istniejących.
- Gazowe urządzenia grzewcze znacznie oddziałują na działanie wentylacji.
- Doprowadzenie odpowiedniej ilości powietrza do urządzeń gazowych poprzez nawiewniki jest trudne do zrealizowania.
- Konieczne jest wprowadzenie zapisów prawnych regulujących jednoznacznie powyższe zagadnienia zarówno w odniesieniu do budynków nowozwznowszonych jak i poddawanych zabiegom modernizacyjnym.

#### DISTRIBUTION OF VENTILATION AIR IN A BUILDINGS WITH HERMETIC CASING

**Summary:** In the article presented results of the studies in a air exchange in buildings with hermetic casing. In the course of research ascertain considerable disturbances a air exchange in these buildings.

#### Literatura

- [1] Nantka, M.B., *Wentylacja w budownictwie ogólnym – przegląd, działanie, problemy i mity*, Materiały Forum Instalacyjnego, Poznań 2004
- [2] Liddament, M. W., *A Guide to Energy Efficient Ventilation*, AIVC, 1996
- [3] Sowa, J., *Proces migracji zanieczyszczeń w warunkach stochastycznych zakłóceń*, Praca doktorska, Wydział Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1995
- [4] PN-83/B-03430:Az03 *Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania. Zmiana Az3*
- [5] PN-83/B-03430 *Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.*
- [6] Dz. U. Nr 207 poz. 2016 z roku 2003, Ustawa z dn. 7 lipca 1994 *Prawo Budowlane*, z późniejszymi zmianami.