

POPRAWA MIKROKLIMATU WEWNĄTRZ BUDYNKÓW WIELORODZINNYCH

Ewa ZENDER – ŚWIERCZ^{*}, Jerzy Zb. PIOTROWSKI^{**}

^{*} Politechnika Świętokrzyska, Katedra Sieci i Instalacji Sanitarnych
Al. 1000-lecia Państwa Polskiego 7, 25-314 Kielce,
e-mail: ezender@tu.kielce.pl

^{**} Politechnika Świętokrzyska, Katedra Budownictwa Ogólnego
Al. 1000-lecia Państwa Polskiego 7, 25-314 Kielce,
e-mail: piotrowski@tu.kielce.pl

Streszczenie: Kształtowanie mikroklimatu wewnętrznego w budynkach wielorodzinnych sprawia wiele problemów. Dodatkowo komplikuje sprawę dążenie do energooszczędności budynków. Ilość powietrza przepływającego przez pomieszczenia jest niewystarczająca co powoduje wzrost stężenia dwutlenku węgla do wartości przewyższających dopuszczalne. Artykuł prezentuje wyniki badań warunków mikroklimatycznych w lokalach, w których zainstalowano indywidualny system nawiewny (ISN). Stężenie CO₂ uległo zmniejszeniu, zmianie nie uległa temperatura, a wilgotność utrzymywała się w zakresach dopuszczalnych.

Słowa kluczowe: mikroklimat pomieszczeń, parametry komfortu, indywidualny system nawiewny.

1. WSTĘP

Ogromna większość budynków wielorodzinnych wyposażona jest w wentylację grawitacyjną. Niestety jest to system niewystarczający do utrzymania komfortowych warunków mikroklimatu wewnętrznego. Sytuację dodatkowo pogarsza dążenie do energooszczędności budynków, co wiąże się ze stosowaniem szczelnej stolarki okiennej i drzwiowej.

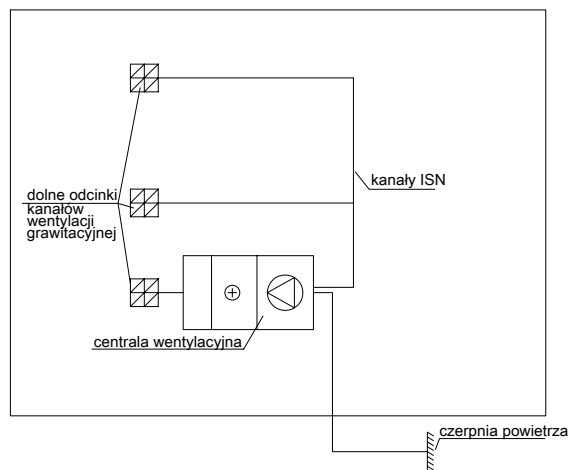
Kanały wentylacji grawitacyjnej prowadzone od najniższych kondygnacji nie są wykorzystywane w dolnym odcinku. Indywidualny system nawiewny (ISN) pozwala na ich zaadaptowanie jako kanały nawiewne. W proponowanym rozwiązaniu powietrze czerpane jest z zewnątrz, następnie przepływa przez centralę wentylacyjną wyposażoną w nagrzewnicę, a dalej istniejącymi (dolnymi) odcinkami kanałów wentylacji naturalnej dostarczane jest do pomieszczenia przedpokoju. W kuchni oraz łazience znajdują się kratki wywiewne, którymi powietrze jest usuwane. Funkcję nawiewną pełnią również

nieszczelności w stolارce (mimo ich niewielkich rozmiarów). Wszystko to pozwala na dokładne przewietrzanie wnętrza.

2. PRZEDMIOT ANALIZY

Analizie poddano cztery mieszkania, które już na etapie budowy zostały przygotowane do podłączenia indywidualnego systemu nawiewnego (ISN) poprzez wyposażenie dolnych odcinków wentylacji grawitacyjnej w kratki nawiewne i szczelne oddzielenie odcinka dolnego - nawiewnego od górnego - wywiewnego.

Kanały ISN poprowadzono przez pomieszczenie garażu. Tam też, w specjalnie wydzielonym pomieszczeniu, umieszczono centralę nawiewną wyposażoną w wentylator z możliwością regulacji prędkości obrotowej oraz nagrzewnicę elektryczną.



Rys. 1. Schemat rozprowadzenia kanałów w pomieszczeniu garażu.

Fig. 1. Schematic of ventilation ducts on the garage level.

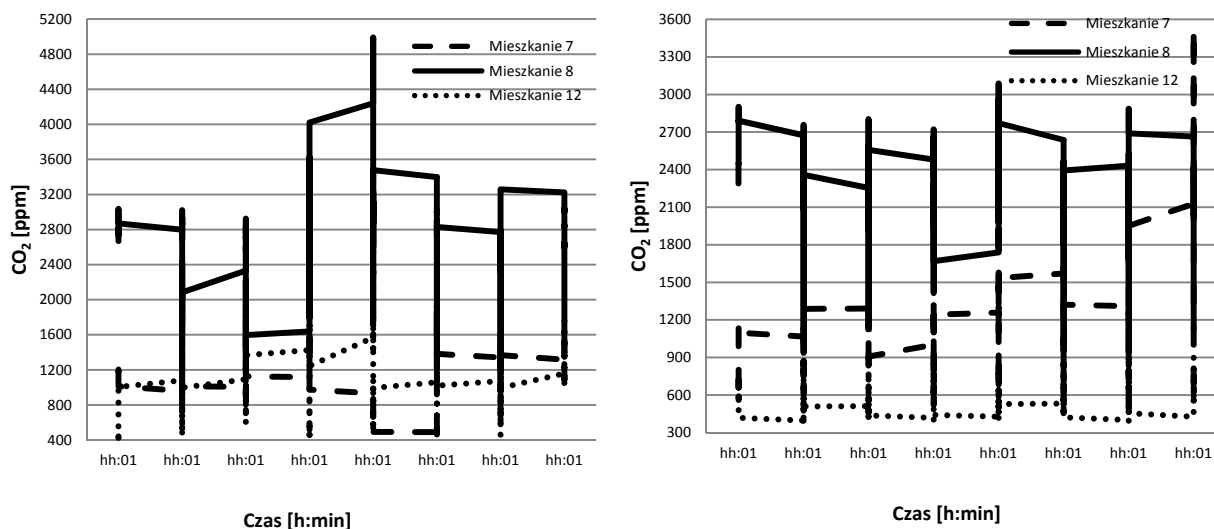
Powietrze usuwano z pomieszczeń kratkami wywiewnymi, w które wyposażone zostały kanały wentylacji grawitacyjnej.

Badania obejmowały pomiar stężenia dwutlenku węgla (CO_2), do którego zastosowano czujnik dwuwiązkowy wykorzystujący zależność tłumienia ściśle określonego pasma promieniowania podczerwonego. Zakres pomiaru to $0 \div 5000$ ppm. Ponadto mierzono temperaturę i wilgotność powietrza wewnętrznego. Parametry powietrza zewnętrznego podczas pomiaru kształtowały się następująco: temperatura $-15,2 \div 17,6$; prędkość wiatru $0 \div 21,5$ m/s.

Analiza prowadzona była w trzech etapach: centrala wentylacyjna była wyłączona, wentylator pracował z prędkością obrotową 1150 obr./min., wentylator pracował z prędkością obrotową 1728 obr./min.

3. ANALIZA WARUNKÓW W POMIESZCZENIU

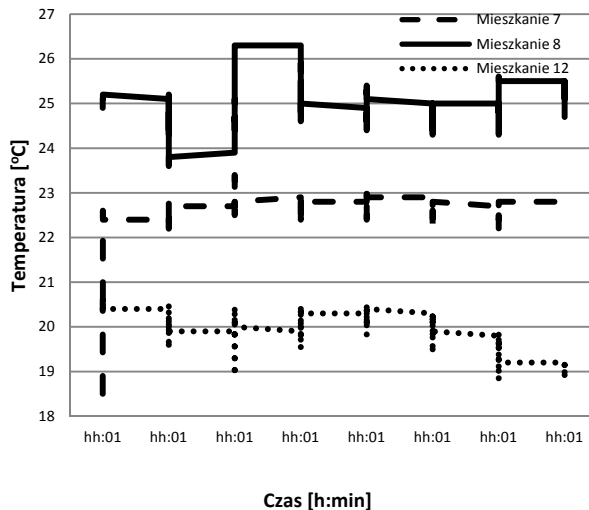
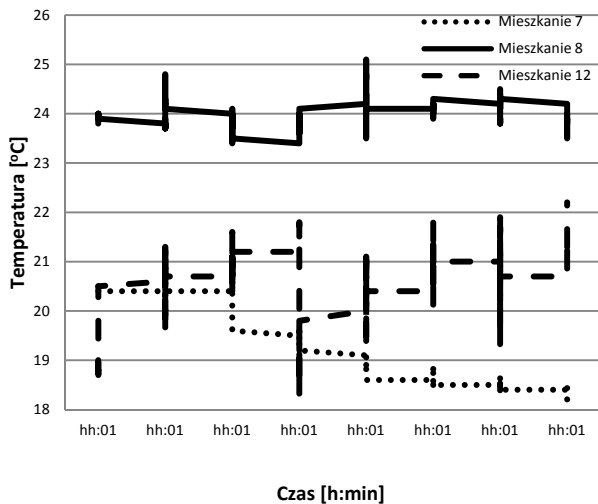
Przebieg zmian poszczególnych parametrów zaprezentowano na wykresach. Pierwsze dwa ukazują przebieg zmian stężenia dwutlenku węgla (CO_2). Z porównania wykresów po lewej i po prawej stronie wynika, iż stężenie CO_2 było wyższe przed włączeniem centrali nawiewnej aniżeli po jej włączeniu. W pierwszym przypadku wartość parametru niemal przez cały okres pomiaru była wyższa od wartości dopuszczalnej (1000ppm).



Rys. 2. Przebieg zmian stężenia CO_2 , gdy centrala wentylacyjna była wyłączona (po lewej) oraz gdy prędkość obrotowa wentylatora wynosiła 1728obr./min (po prawej).

Fig. 2. . Change of the CO_2 concentration, during the ISN was turn of (the left side), and during the rotational speed of ventilator equaled 1728 revolutions per minute.

Po włączeniu instalacji we wszystkich mieszkaniach zaobserwowano spadek stężenia CO_2 jednak w mieszkaniu nr 8 wartość parametru była nadal na bardzo wysokim poziomie.

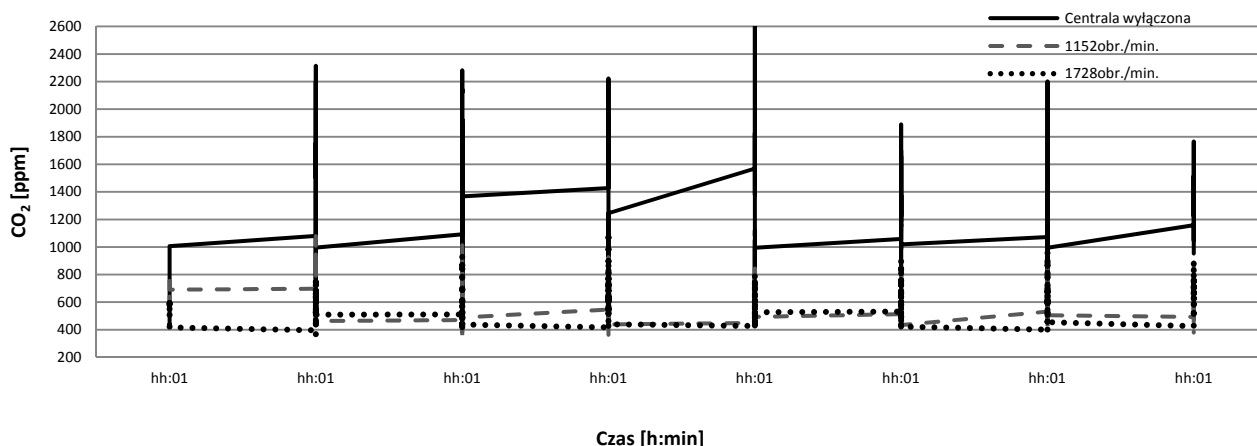


Rys. 3. Przebieg zmian temperatury, gdy centrala wentylacyjna była wyłączona (po lewej) oraz gdy prędkość obrotowa wentylatora wynosiła 1728obr./min (po prawej).

Fig. 3. Change of the temperature, during the ISN was turn of (the left side), and during the rotational speed of ventilator equaled 1728 revolutions per minute.

Kolejne dwa wykresy prezentują przebieg zmian temperatury. Jak widać włączenie instalacji nie spowodowało wyziębienia pomieszczeń mimo, iż nagrzewnica w centrali wentylacyjnej była wyłączona. Mieszkanie nr 8 jest lokalem o najwyższych wartościach temperatury. Jest to również mieszkanie o najwyższych wartościach stężenia CO₂. Mieszkanie to jest skażone obecnością grzybów pleśniowych.

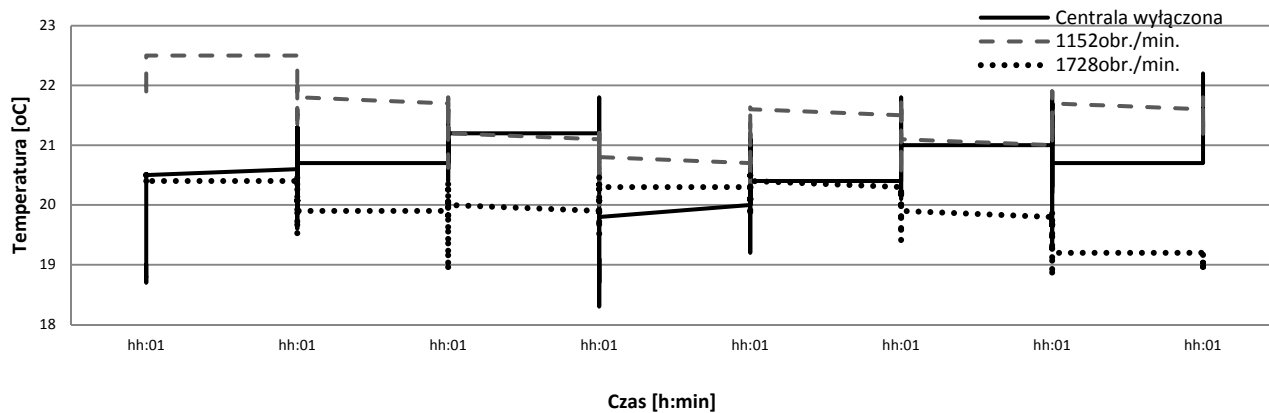
Porównanie wartości poszczególnych parametrów w kolejnych etapach analizy zaprezentowano poniżej na przykładzie jednego z mieszkań.



Rys. 4. Przebieg zmian stężenia dwutlenku węgla (CO₂) na trzech etapach analizy.

Fig. 4. Change of the CO₂ concentration, during the three stages of analysis.

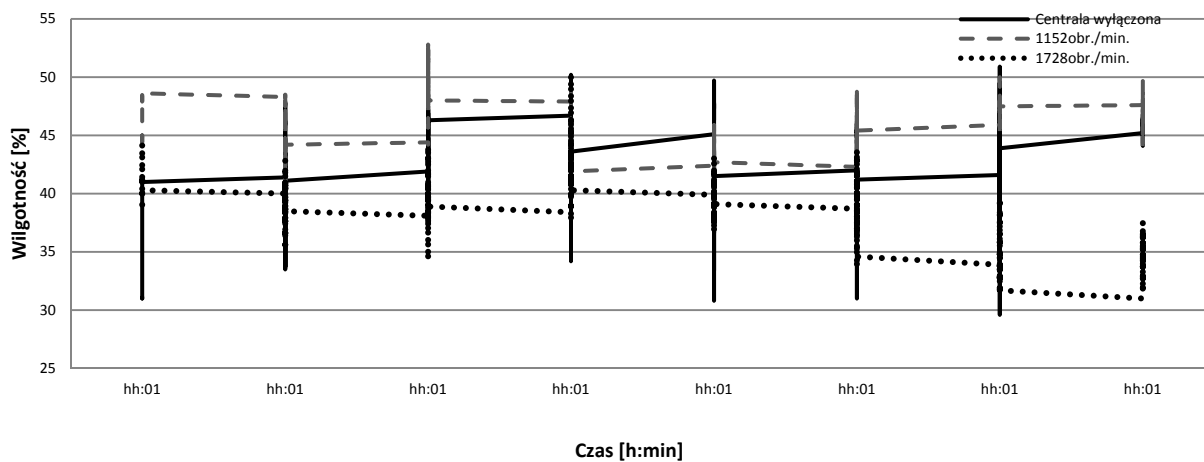
Stężenie dwutlenku węgla wyraźnie zmniejszyło się po włączeniu instalacji nawiewnej. Prędkość obrotowa wentylatora miała mniejszy wpływ na redukcję analizowanego parametru (stężenia CO₂).



Rys. 5 Przebieg zmian temperatury na trzech etapach analizy.

Fig. 5. Change of the temperature, during the three stages of analysis.

Temperatura powietrza nie uległa istotniej zmianie. Oznacza to, iż pomieszczenia nie uległy wychłodzeniu. Temperatura wahała się w okolicach wartości 20°C.



Rys. 6 Przebieg zmian wilgotności powietrza na trzech etapach analizy.

Fig. 6. Change of the air humidity, during the three stages of analysis.

Wilgotność powietrza wewnątrz mieszkania przyjmowała wartości z zakresu dopuszczalnych dla pomieszczeń, w których panuje komfort cieplny tzn. 30 – 70%.

4. MODEL MATEMATYCZNY

Podjęto próbę utworzenia modelu matematycznego opisującego panujące zjawiska w mieszkaniach.

Model pozwoli na obliczenie wartości strumieni powietrza napływającego do pomieszczeń przez nieszczelności oraz z kanału ISN.

Powietrze dopływa do mieszkania w wyniku naporu wiatru, różnicy gęstości powietrza wewnątrz i na zewnątrz budynku oraz w efekcie działania wentylatora.

Punktem wyjścia do stworzenia modelu matematycznego są ciśnienia panujące wewnątrz i na zewnątrz obiektu na poziomie I – I, na którym dopływa powietrze do pomieszczenia.

Do stworzenia modelu matematycznego posłużyły formuły dostępne w literaturze. [1,2,3]

Poniżej zaprezentowano wzór opisujący ciśnienie zewnętrzne na poziomie I – I:

$$p_z^{I-I} = h \cdot \rho_z \cdot g + c_{k_1} \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho_z [Pa] \quad (1)$$

gdzie: h – wysokość słupa powietrza, [m]

ρ_z – gęstość powietrza zewnętrznego, [kg/m³]

g – przyspieszenie ziemskie, [m³/s²]

c_k – współczynnik aerodynamiczny, [-]

w – prędkość wiatru, [m/s]

Ciśnienie wewnętrzne określone na tym samym poziomie I – I:

$$p_w^{I-I} = h \cdot \rho_w \cdot g + c_{k_3} \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho_z + \Delta p_{went} [Pa] \quad (2)$$

gdzie: h – wysokość słupa powietrza, [m]

ρ_w – gęstość powietrza wewnętrznego, [kg/m³]

ρ_z – gęstość powietrza zewnętrznego, [kg/m³]

g – przyspieszenie ziemskie, [m³/s²]

c_k – współczynnik aerodynamiczny, [-]

w – prędkość wiatru, [m/s]

Δp_{went} – ciśnienie wytworzone przez wentylator nawiewny, [Pa]

Różnica ciśnień na zewnątrz i wewnątrz wyniesie:

$$\Delta p^{I-I} = h \cdot g \cdot (\rho_z - \rho_w) + (c_{k_1} - c_{k_3}) \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho_z - \Delta p_{went} [Pa] \quad (3)$$

Różnice ciśnień na danym poziomie można opisać wykorzystując strumienie oraz opory przepływu:

$$\Delta p^{I-I} = S_1 \cdot \dot{V}_1^2 + S_2 \cdot (\dot{V}_1 + \dot{V}_0)^2 [Pa] \quad (4)$$

gdzie: S_1 – strata ciśnienia przy przepływie powietrza przez nieszczelności na poziomie I – I, [Pa]

S_2 – strata ciśnienia na drodze powietrza usuwanego z pomieszczenia, [Pa]

V_1 – strumień powietrza napływającego przez nieszczelności na poziomie I – I, [m³/s]

V_0 – strumień powietrza nawiewanego przez ISN, [m³/s]

Analizując wszystkie otwory i nieszczelności w obiekcie powstanie układ równań, który pozwoli na obliczenie wszystkich strumieni napływających i wypływających z pomieszczenia.

5. WNIOSKI

Proponowane rozwiązanie indywidualnego systemu nawiewnego (ISN) poprawia mikroklimat wewnątrz pomieszczeń.

Dotychczasowe badania wykazują zmniejszenie stężenia dwutlenku węgla (CO₂), które początkowo przyjmowało bardzo wysokie wartości.

Mimo nawiewania powietrza niepodgrzanego (przy wyłączonej nagrzewnicy) pomieszczenia nie uległy wychłodzeniu.

Wilgotność powietrza przez cały czas pomiaru zawierała się w granicach wartości dopuszczalnych.

Sformułowany model matematyczny pozwoli na obliczenie bilansu strumieni powietrza w lokalu.

IMPROVEMENT IN MICROCLIMATE IN MULTI – STOREY BUILDINGS

Summary: The usage of Individual System of Air Intake was the way of improving the indoor microclimate. This system used of existing ventilation ducts. It means that costs of ISN is lesser than typical mechanical ventilation system.

The CO₂ concentration was reduced when the ISN was working. The temperature of indoor air did not change. The humidity of indoor air was in range of acceptable values.

The mathematical model makes possible air stream calculations.

Literatura

[1] Edwards R. *Handbook of Domestic Ventilation*. Elsevier Butterworth - Heinemann, Oxford 2005

[2] Kreider J. F. *Handbook of Heating, Ventilation, and Air Conditioning*. CRC Press LLC, Florida 2001

[3] Opaliński S., Rabczak S. *Wentylacja grawitacyjna*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2003.

