

TERESA KUSIONOWICZ\*

PROBLEM ODPŁYWU POWIETRZA Z MIESZKAŃ  
WENTYLOWANYCH GRAWITACYJNIETHE PROBLEM OF AIR OUTFLOW FROM APARTMENTS  
WITH GRAVITATIONAL VENTILATION

## Streszczenie

W zakresie zagadnienia odpływu powietrza z mieszkań wentylowanych grawitacyjnie istotnym problemem jest prawidłowe funkcjonowanie przewodów wentylacyjnych. Uszczelnienie konstrukcji budynków mieszkalnych spowodowało wyraźne zakłócenie przepływu powietrza w tych przewodach. Współczesne środowisko mieszkania charakteryzuje się większym i szybszym zużyciem powietrza wewnętrznego. Wentylacja grawitacyjna zaprojektowana i wykonana zgodnie z obowiązującymi przepisami nie zapewnia niezbędnego dla człowieka komfortu co do jakości powietrza wewnętrznego. Niniejszy referat poświęcony jest problemowi projektowania przewodów wentylacyjnych, których wydajność jest jednym z dwóch podstawowych warunków prawidłowego funkcjonowania wentylacji grawitacyjnej w mieszkaniach.

*Słowa kluczowe: mieszkanie, przewody wentylacji grawitacyjnej*

## Abstract

In respect to air outflow from apartments with gravitational ventilation, proper functioning of ventilation ducts is of primary importance. Building structure sealing led to considerable disturbances of the air flow in ventilation ducts. Modern housing environment is characterized with larger and faster "use" of internal air. Gravitational ventilation designed and executed in compliance with adequate regulations in force does not ensure necessary for inhabitations comfort regarding the quality of internal air. The lecture is devoted to the problem of designing ventilation ducts, the efficiency of which is one of, the two fundamental prerequisites for a correct functioning of gravitational ventilation in buildings.

*Keywords: apartment, gravitational ventilation ducts*

\* Dr inż. arch. Teresa Kusionowicz, Instytut Projektowania Budowlanego, Wydział Architektury, Politechnika Krakowska.

## 1. Wstęp

Wymiana powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach mieszkalnych jest konieczna dla uzyskania odpowiednich dla wymogów organizmu człowieka warunków środowiskowych w miejscu jego bytowania. Wymiana powietrza w pomieszczeniach jest możliwa dzięki zapewnieniu stałego i w miarę równomiernego przepływu powietrza.

Wentylacja grawitacyjna jest nadal najczęściej stosowanym sposobem zapewnienia wymiany powietrza w pomieszczeniach mieszkalnych. Prawidłowe funkcjonowanie tego rodzaju wentylacji jest niezbędne dla zapewnienia odpowiedniej dla naszego organizmu jakości powietrza wewnętrznego. Jest to możliwe dzięki umożliwieniu napływu tzw. „świeżego” powietrza zewnętrznego i odpływu tzw. „zużytego” powietrza wewnętrznego.

Zagadnieniu zapewnienia napływu powietrza do pomieszczeń mieszkalnych i uzyskaniu wymaganego strumienia tego powietrza poświęciłam referat wygłoszony na VI Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „*Problemy projektowe w kontekście nowych technologii budowlanych*” w roku 2005. [4] Prawidłowe funkcjonowanie wentylacji grawitacyjnej wymaga nie tylko zapewnienia odpowiedniego dla naszych potrzeb strumienia napływu powietrza, ale także sprawnie działającego systemu odprowadzającego strumień zużytego powietrza. Jest to szczególnie ważne w przypadku pomieszczeń mieszkalnych, w których w naszej strefie klimatycznej przebywamy najdłużej. Dlatego prawidłowe projektowanie, a następnie wykonanie wentylacji grawitacyjnej mieszkań zarówno w aspekcie napływu, jak i odpływu powietrza powinno stać się dla architektów ważnym zagadnieniem w procesie projektowania budynków mieszkalnych.

Uszczelnienie konstrukcji przegród zewnętrznych w istotny sposób zmieniło warunki w zakresie grawitacyjnego przepływu powietrza przez pomieszczenia. Zapewnienie odpowiedniej dla potrzeb organizmu człowieka wymiany powietrza w pomieszczeniach mieszkalnych stało się obecnie istotnym problemem. Sytuacja jest dość poważna, z uwagi na fakt coraz częściej zgłaszanego przez mieszkańców pojawiania się w mieszkaniach tzw. „ciągu wstecznego”, na skutek powstającego we wnętrzu podciśnienia. Mieszkańcy coraz częściej uskarżają się także na złą w ich odczuciu jakość powietrza wewnętrznego. Przepływ powietrza przez pomieszczenia jest coraz mniej efektywny przede wszystkim w zakresie napływu „świeżego” powietrza. Nie do końca rozwiązany zagadnieniem pozostaje nadal funkcjonowanie przewodów kominowych wentylacji grawitacyjnej głównie w zakresie ich wydajności umożliwiającej odpływ wymaganego strumienia powietrza. Zbyt często złe funkcjonowanie wentylacji grawitacyjnej jest nadal wynikiem błędów projektowych lub wykonawczych.[2]

## 2. Sytuacja prawna

Problematyka wentylacji grawitacyjnej pomieszczeń mieszkalnych to zagadnienie, którego ranga została doceniona stosunkowo nie tak dawno. Pierwsza polska norma poświęcona wentylacji naturalnej powstała w roku 1964.[6] Określała ona kierunki napływu i odpływu powietrza we wnętrzach mieszkalnych. Nie wymagała

ona wykonania przewodów wentylacyjnych w pokojach mieszkalnych i pozostawiała właściwie dowolność w interpretowaniu tego, jaka część usuwanego z tych pomieszczeń powietrza powinna być uwzględniona przy projektowaniu kanałów wentylacyjnych w kuchniach, łazienkach i ustępach. Zakładano, że cyrkulacja powietrza w pokojach mieszkalnych odbywać się będzie poprzez nieszczelności stolarki i w wyniku otwierania okien. [5] Norma ta podawała ilości kubaturowe wymiany powietrza na godzinę dla poszczególnych pomieszczeń mieszkania. Podawała też, niezwykle pomocne przy projektowaniu, przybliżone prędkości przepływu i ilości powietrza w pionowych kanałach wentylacyjnych murowanych z cegły w zależności od ich przekroju i długości (wysokości). Kolejna norma wentylacyjna PN-83/B-03430 [7] obowiązująca do dziś jest w wielu zakresach znacznie mniej precyzyjna niż jej poprzedniczka. Wyraźnemu rozluźnieniu uległy w niej wymogi odnośnie wymiany powietrza i wentylacji pomieszczeń mieszkalnych. Przepisy te kładą większy nacisk na zapewnienie odpływu „zużytego” powietrza, lecz są mało szczegółowe w zakresie umożliwienia dopływu „świeżego” powietrza. Prawidłowe funkcjonowanie wentylacji grawitacyjnej jest możliwe jedynie w sytuacji prawidłowego spełnienia obu tych elementów.

W odniesieniu do budynków mieszkalnych obowiązująca od 1983 r. norma wentylacji jest nadal mało precyzyjna w zakresie odpływu powietrza z pokoi mieszkalnych. Według tej normy powietrze z pokoi mieszkalnych powinno być odprowadzane przez otwory wyrównawcze umieszczone ponad drzwiami lub w ich górnej części lub przez bliżej nieokreślone otwory wywiewne. Dopuszcza odprowadzenie powietrza poprzez szczeliny pomiędzy dolną krawędzią drzwi a podłogą. Właściwie jest to jedyne rozwiązanie jakie jest stosowane w praktyce. Teoretycznie odpływające z pokoi mieszkalnych powietrze powinno być usuwane z mieszkania poprzez kanały wentylacyjne umieszczone przy kuchniach i łazienkach. Jednak w obliczaniu praktycznie czysto teoretycznym wielkość usuwanego strumienia zużytego powietrza z pomieszczeń nie zostały uwzględnione pokoje mieszkalne. Wielkość strumienia powietrza wentylacyjnego dla mieszkania określana jest przez sumę wymaganych objętości powietrza dla kuchni, łazienek, oddzielnego ustępu i pomieszczeń bez okien. Obowiązująca norma nie uwzględnia w obliczaniu strumienia powietrza wentylacyjnego objętości powietrza usuwanego z pokoi mieszkalnych, który we wcześniejszej wersji tej normy, określany był na podstawie kubatury tych pomieszczeń i wielokrotności wymian tego powietrza. [6] Nie uwzględnianie strumienia powietrza, niezbędnego do wymiany powietrza w pokojach mieszkalnych musi prowadzić do ograniczenia tej wymiany, co w konsekwencji zwiększonego obecnie zużycia powietrza wewnętrznego prowadzi do pogorszenia jego jakości w pomieszczeniach. Powoduje kumulację zjawisk szkodliwych dla organizmu człowieka i przyczynia się do kumulacji zagrożeń zdrowotnych w środowisku mieszkania.

W świetle postępu cywilizacyjnego i związanego z nim wzrostu zużycia powietrza w pomieszczeniach mieszkalnych, wymogi w zakresie wielkości strumienia powietrza przepływającego przez pomieszczenia mieszkalne powinny ulec istotnej weryfikacji. Od kilku już lat inżynierowie środowiska postulują wprowadzenie nowych wymagań co do minimalnej intensywności wymiany powietrza w pomieszczeniach i obowiązku dołączania do dokumentacji projektowej opisu sposobu zapewnienia niezbędnej wymiany powietrza przy wybranym systemie wentylacji (wraz z niezbędną częścią analityczną) oraz kryteriów i zasad powykonawczej oceny w tym zakresie.[1] Brak jest

jednak nadal zrozumienia i poparcia tych działań ze strony architektów. Wentylacja grawitacyjna wykonana zgodnie z obowiązującymi obecnie przepisami [6, 7, 8] nie zapewni niezbędnego komfortu w zakresie jakości powietrza wewnętrznego [3].

### 3. Projektowanie przewodów kominowych do wentylacji grawitacyjnej

#### 3.1. Ilość i wielkość przewodów

W projektowaniu wentylacji grawitacyjnej w mieszkaniach tylko teoretycznie więcej uwagi poświęcamy zagadnieniu odpływu zużytego powietrza wewnętrznego. Standardowym rozwiązaniem są w tym przypadku przewody kominowe wykonywane zgodnie z obowiązującymi normami [7, 8]. Zadaniem tych przewodów jest umożliwienie odpływu powietrza wewnętrznego, czyli wymuszenie jego przepływu w pomieszczeniu. Prędkość przepływu powietrza w kanałach wentylacji grawitacyjnej i ich lokalizacja ma znaczący udział w kształtowaniu ruchu powietrza w pomieszczeniach. W zakresie odpływu powietrza z pomieszczeń istotnym zagadnieniem jest tzw. wydajność przewodów wentylacji grawitacyjnej, czyli odprowadzenie odpowiedniej objętościowo ilości powietrza dla zapewnienia prawidłowej jego wymiany w pomieszczeniu.

Obowiązujące przepisy zwalniają projektanta z obowiązku sprawdzenia wydajności przewodów wentylacji grawitacyjnej. Zgodnie z wymogami prawa budowlanego do odprowadzenia powietrza z mieszkania wystarczające jest wykonanie dwóch lub maksimum trzech kanałów o minimalnej powierzchni przekroju co najmniej 0,016 m<sup>2</sup> oraz najmniejszym wymiarze przekroju co najmniej 0,1 m. Pionowe, murowane z cegły kanały wentylacyjne o wymiarach 14×14 cm spełniają ten wymóg. Dlatego w projektowaniu budynków mieszkalnych uznajemy, że zastosowanie takich kanałów wystarczy do zapewnienia odpowiedniej dla naszych potrzeb wymiany powietrza w pomieszczeniach. Nie sprawdzamy wydajności tych przewodów pod kątem wymaganego normami strumienia przepływu powietrza w tych pomieszczeniach. Zakładamy, że spełniają one te wymagania, a tak jednak nie jest.

Wydajność kanałów wentylacyjnych zależy nie tylko od ich przekroju, ale także od ich długości. Przy stałych wymiarach przekroju tych przewodów, ich wydajność może być wyraźnie zróżnicowana. Dla podobnych mieszkań, ale położonych na różnych kondygnacjach ich wydajność może być przy większej długości przewodów zbyt duża i powodować nadmierny ruch powietrza, czyli uczucie przeciągu w pomieszczeniach, a w przypadku zbyt krótkich przewodów za mała dla zapewnienia odpowiedniej dla wymagań naszego organizmu wymiany powietrza. Pionowy kanał wentylacyjny murowany z cegły o wymiarach 14×14 cm spełnia wymogi wymiany 70 m<sup>3</sup>/h powietrza w kuchni dopiero przy wysokości kanału ~ 10m, a przepływu strumienia powietrza wielkości 50 m<sup>3</sup>/h wymaganego dla łazienek przy wysokości kanału co najmniej ~ 6 m.

### 3.2. Wyprowadzenie przewodów ponad dach

Uzyskanie prawidłowego ciągu w pionowych kanałach wentylacji naturalnej wymaga odpowiedniego wyprowadzenia tych kanałów ponad dach budynku. Co prawda, zagadnienie to normują odpowiednie przepisy [8], jednak praktyka wykazuje bardzo wiele uchybień w tym zakresie. Bogate ukształtowanie piątej elewacji stwarza trudności w zapewnieniu właściwego wyprowadzenia pionowych przewodów wentylacyjnych ponad dach. Zbyt często ich zakończenia lokalizowane są w tzw. strefie ciszy, czyli za różnego rodzaju przesłonami, zaburzającymi swobodną cyrkulację powietrza ponad dachem. Zaburzenia swobodnej cyrkulacji powietrza niezbędnej do prawidłowego funkcjonowania pionowych przewodów wentylacyjnych mogą następować na skutek: sąsiedztwa budynków znacznie wyższych, tworzących specyficzne i nie do końca rozpoznane przesłony wiatrowe (il. 1), zestawieniu budynków o znacznej różnicy wysokości (il. 2) lub zmiennego pod względem wysokości ukształtowania budynku (il. 3) Rozbudowane kształty kominów, szczególnie przy wielorzędowym układzie przewodów wentylacyjnych (większym niż 2 rzędy) i zgru-



Il. 1. Sąsiedztwo budynków o bardzo różnych wysokościach (fot. T. Kusionowicz)

Ill. 1. Neighbourhood of different elevation buildings



II. 2. Zestawienie budynków o różnych wysokościach (fot. T. Kusionowicz)

III. 2. Composition of buildings of different elevations



II. 3. Zmienne pod względem wysokości ukształtowanie budynku mieszkalnego (fot. T. Kusionowicz)

III. 3. Apartment house of different elevation

powanych z przewodami spalinowymi lub dymowymi – to niezwykle trudny do prawidłowego zaprojektowania element budynku. Praktyka pokazuje, że przy zastosowaniu tego typu rozwiązań nie jesteśmy w stanie zapewnić sprawnego funkcjonowania wentylacji naturalnej w pomieszczeniach i konieczne staje się wspomaganie jej nasadami kominowymi, a nawet wentylacją mechaniczną. Dla uniknięcia takich problemów warto już w trakcie projektowania rozwiązań funkcjonalnych budynku przy zestawianiu pionowych przewodów kominowych uwzględniać także i taki wymóg ich sprawnego funkcjonowania, jak sposób wyprowadzenia ponad dach. Korzystna jest w tym zakresie jednolita wysokość zabudowy, czego dowodem może być między innymi sprawnie funkcjonująca wentylacja naturalna budynków mieszkalnych w najstarszej części Nowej Huty. Zmiana wysokości budynków powinna przebiegać znacznie łagodniej niż jest to stosowane obecnie. Korzystne ze względu na usytuowanie wylotów kominów byłoby stosowanie przy zmianie wysokości budynków kąta opadania analogicznego do tego, jaki jest zalecany przy obniżaniu kominów poza osłonami, to jest  $\sim 12^\circ$ .

### 3.3. Lokalizacja przewodów

Lokalizacja przewodów wentylacji grawitacyjnej przy pomieszczeniach mokrych: kuchniach, łazienkach i ustępach jest korzystna w zakresie zagadnień wilgotnościowych i zagrożeń biologicznych. Jednocześnie jest bardzo niekorzystna w odniesieniu do zagadnienia komfortu cieplnego w tych pomieszczeniach. Przy większej kubaturze mieszkania, dla odprowadzenia powietrza za pomocą tylko trzech przewodów, konieczna jest znaczna prędkość przepływu powietrza w tych kanałach. Powoduje to zbyt szybki przepływ powietrza przez pomieszczenia, w których z uwagi na ich funkcję użytkową wzmożony ruch powietrza jest dla człowieka szczególnie uciążliwy. Podgrzewanie tych pomieszczeń do temperatury wyższej niż w pozostałych pomieszczeniach nie stanowi rozwiązania tego problemu. W wyniku większej wilgotności panującej w tych pomieszczeniach i wzmożonego ruchu powietrza temperatura odczuwana przez człowieka odbierana jest nadal jako dyskomfortowa. Dlatego użytkownicy zaklejają kratki wlotowe powietrza w drzwiach ustępów i łazienek lub ograniczają powierzchnię krater wlotowych do przewodów wentylacji grawitacyjnej. Powoduje to rozwój znacznie większych zagrożeń, bo mających charakter utajniony, zarówno w zakresie toksycznych zanieczyszczeń powietrza wewnętrznego, jak i zagrożeń biologicznych. Prawidłowa wentylacja grawitacyjna tych pomieszczeń powinna zapewniać warunki komfortu ich środowiska wewnętrznego w taki sposób, który niezależnie od świadomości zdrowotnej użytkownika będzie przez niego w pełni akceptowany.

Istotnym problemem wydaje się zapewnienie akceptowanej przez człowieka prędkości przepływu powietrza przez te pomieszczenia. Wentylacja mieszkań jedynie za pośrednictwem aktualnie stosowanych rozwiązań nie daje takich możliwości. Ograniczenie ruchu powietrza w łazienkach i ustępach wymaga uniezależnienia od znajdujących się w nich przewodów wentylacji grawitacyjnej pozostałych pomieszczeń mieszkalnych, czyli reorganizacji przepływu powietrza wewnątrz całego mieszkania.

#### 4. Wnioski

Przepływ powietrza przez pomieszczenia mieszkalne uznać należy za problem nadal nierozwiązany, nie tylko w zakresie napływu powietrza zewnętrznego, ale i odpływu powietrza wewnętrznego. Ze względu na nasze zdrowie wymaga on jak najszybszego rozwiązania. Dla zapewnienia odpowiednich dla organizmu człowieka warunków higieniczno-zdrowotnych konieczny jest stały, równomierny i precyzyjnie określony objętościowo przepływ powietrza w mieszkaniach.

W świetle postępu cywilizacyjnego i związanego z nim wzrostu zużycia powietrza w pomieszczeniach mieszkalnych, wymogi w zakresie wielkości strumienia powietrza przepływającego przez pomieszczenia mieszkalne powinny ulec istotnej weryfikacji. Wentylacja grawitacyjna wykonana zgodnie z obowiązującymi obecnie przepisami nie zapewnia niezbędnego komfortu co do jakości powietrza wewnętrznego. Od kilku już lat inżynierowie środowiska postulują wprowadzenie nowych wymagań co do minimalnej intensywności wymiany powietrza w pomieszczeniach i obowiązku dołączania do dokumentacji projektowej opisu sposobu zapewnienia niezbędnej wymiany powietrza przy wybranym systemie wentylacji (wraz z niezbędną częścią analityczną) oraz kryteriów i zasad powykonawczej oceny. Jednak brakuje nadal zrozumienia i poparcia tych działań ze strony architektów. Wentylacja grawitacyjna pomieszczeń powinna podlegać szczegółowemu opracowaniu projektowemu i powinna być traktowana bardziej indywidualnie.

#### Literatura

- [1] Jędrzejowska-Ścibak T., Sowa J., *Budynek zdrowy czy energooszczędny – alternatywa czy kompromis?*, [w:] Materiały IV Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej nt.: „Problemy projektowania, realizacji i eksploatacji budynków o niskim zapotrzebowaniu na energię”, ENERGODOM'98, Kraków–Mogilany 14–17.10.1998, Politechnika Krakowska, Kraków 1998, s. 167-174.
- [2] Kuc S., *Błędy projektowe i wykonawcze wentylacji naturalnej budynku mieszkalnego, wielorodzinnego na wybranym przykładzie*, [w:] Materiały VI Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej ENERGODOM'2002 nt.: „Problemy projektowania, realizacji i eksploatacji budynków o niskim zapotrzebowaniu na energię”, Politechnika Krakowska, Kraków 2002, s. 233-245.
- [3] Kusionowicz T., *Problem jakości powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach mieszkalnych*, [w:] Materiały VI Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej nt.: Problemy projektowania, realizacji i eksploatacji budynków o niskim zapotrzebowaniu na energię – ENERGODOM'2002, Politechnika Krakowska, Kraków 2002, s. 221-231.
- [4] Kusionowicz T., *Przepływ powietrza, a warunki higieniczno-zdrowotne pomieszczeń mieszkalnych*, [w:] Materiały VI Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej nt.: „Problemy projektowe w kontekście nowych technologii budowlanych”, Czasopismo Techniczne z. 6-A/2005, Politechnika Krakowska, Kraków 2005.



- [5] *Poradnik technika i inżyniera budowlanego*, ARKADY, Warszawa 1961.
- [6] PN-64/B-03430. Wentylacja. Wentylacja naturalna w budownictwie mieszkaniowym i ogólnym. Wymagania techniczne.
- [7] PN-83/B-03430 – Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.
- [8] PN-89/B-10425 – Przewody dymowe, spalinowe i wentylacyjne murowane z cegły. Wymagania techniczne i badania przy odbiorze.