

Wentylacja naturalna w budynkach wielorodzinnych zasilanych gazem w świetle obowiązujących przepisów

Z ekspertyzy wentylacji mieszkań z kotłami dwufunkcyjnymi

W ubiegłym roku byłem poproszony, jako rzeczoznawca budowlany, do wyrażenia opinii o rozwiązaniu wentylacji w szeregu budynków mieszkalnych w Gnieźnie, w których zamontowane zostały dwufunkcyjne kotły gazowe typu B (z odprowadzeniem spalin). Miała ona rozproszyć wątpliwości jakie nurtowały zarówno projektantów, jak i wykonawców, co do sposobu wentylacji mieszkań, w których zainstalowane zostały ww. urządzenia. Wątpliwości te były następstwem podtrucia mieszkańców tlenkiem węgla, a procesy sądowe związane z wentylacją mieszkań ciągną się do dzisiaj. W ekspertyzie starałem się zinterpretować istniejące przepisy, aby ułatwić podejmowanie decyzji w sprawie odpowiedniej wentylacji mieszkań.

Sprawa okazała się jednak bardziej skomplikowana niż to się wydawało. Profesor Marian B. Nantka, który poświęcił kilkanaście lat pracy zagadnieniom wentylacji budynków mieszkalnych, we wnioskach do swojego bardzo obszernego wykładu [8] jaki wygłosił w Poznaniu na Forum Technik Instalacyjnych – Instalacje 2004 stwierdził m.in.: „*obowiązujący komplet norm i aktów prawnych w niewielkim stopniu jest w stanie posłużyć jako podstawa do projektowania*”, a projektować i budować musimy jednak w oparciu o istniejące przepisy, nie czekając, aż zostaną one udoskonalone. Problemy jakie napotkałem w Gnieźnie wydały mi się na tyle ciekawe, aby zapoznać z nimi ogół branżystów.

Ewentualne przyczyny wypadku

Mieszkanie, w którym nastąpiło podtrucie mieszkańców tlenkiem węgla, znajduje się na najwyższej kondygnacji trzypiętrowego budynku oddanego do użytku w 1998 r.

Szereg nieprawidłowości, jakie wystąpiły w czasie wykonawstwa i eksploatacji oraz

brak odpowiedniej koordynacji i jednoznacznych wytycznych na etapie projektowania, złożyły się w efekcie na zaistnienie wypadku, który szczęśliwie nie zakończył się tragicznie.

Na etapie projektowania

- Projekt instalacji gazowej z kotłem dwufunkcyjnym w łazience przewidywał wywiew z łazienki murałym kanałem wentylacyjnym średnicy 130 mm i nawiew kratką nawiewną o powierzchni 500 cm² w drzwiach łazienki oraz pośrednio przez nieszczelności w stolarce okiennej i drzwiowej. Niestety, w projekcie nie znalazły się wytyczne dla architekta o konieczności zapewnienia szczeliny nawiewnych w oknach. Architekt zaprojektował typową stolarkę okienną i drzwiową z PCV bez określenia wymagań, co do możliwości zapewnienia przez te okna nawiewu. Wykonawca zamontował więc okna najtańsze, bez odpowiednich nawiewników.
- Wszystkie kanały wentylacyjne i spalinowe, niezależnie od ich długości, mają jednakowe średnice 150 mm. W efekcie skuteczność wywiewu z kuchni dla drugiego i trzeciego piętra jest za mała.
- W trzech mieszkaniach omawianego budynku, w tym w mieszkaniu, w którym nastąpiło podtrucie, kuchnie nie mają okna zewnętrznego. W świetle normy [13], takie mieszkania powinny mieć zrównoważoną wentylację mechaniczną nawiewno-wywiewną, a takiej instalacji w tym budynku nie było.

Na etapie wykonawstwa

- W szachcie wentylacyjno-kominowym, obsługującym mieszkanie, w którym zaistniał wypadek, wykonano o jeden kanał za mało. Wskutek tego wywiew z łazienki omawianego mieszkania podłączono do kanału wywiewnego z kuchni mieszkania na pierwszym piętrze. Był to więc ewidentny błąd.

Na etapie eksploatacji

- Wobec stwierdzonego zbyt małego ciągu w kanałach wentylacyjnych i spalinowych, szacht kominowy został przedłużony poprzez zamontowanie blaszanych przedłużek – kanały wentylacyjne wydłużono zatem o odcinki długości około 30 cm, a kanały spalinowe o około 1,5 m. Niestety przedłużki te nie zostały zaizolowane termicznie, wobec czego nie nastąpiło spodziewane poprawienie ciągu. Ponadto wyloty kanałów wentylacyjnych zostały uzbrojone w daszki skutecznie utrudniające wylot powietrza.
- W mieszkaniu, w którym doszło do wypadku, użytkownik podzielił pokój na dwie części, łącząc jedną z nich z kuchnią i tworząc jedno pomieszczenie, które użytkował również jako sypialnię.
- W dwóch mieszkaniach, zamontowane zostały okapy z wentylatorem podłączone do kanałów wentylacyjnych, a ponadto w jednym z nich wentylator na kratce w łazience (mimo iż na mocy decyzji PINB z 2004 r. wydano nakaz demontażu tych urządzeń). Spowodowało to zwiększenie podciśnienia w omawianych mieszkaniach, w efekcie czego, powietrze mogło się wdzierać do nich różnymi nieszczelnościami – łącznie z nawiewem powietrza przez kanały wywiewne.

Podstawy prawne stosowania wentylacji naturalnej

Podstawowym dokumentem prawnym regulującym między innymi sprawę wentylacji budynków jest rozporządzenie ministra infrastruktury [15], [16].

Przywołuje ono Polską Normę [13], która szczegółowo określa wymagania dotyczące wentylacji w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej.

Z chwilą przywołania Polska Norma [13] stała się normą do obowiązkowego stosowania. W świetle ustawy o normalizacji [18] istnieje dobrowolność w stosowaniu

Polskich Norm, do chwili, kiedy zostaną przywołane odpowiednim rozporządzeniem. Zgodnie z §148.1 rozporządzenia [15] wentylację grawitacyjną można stosować dla budynków o wysokości do 25,0 m tj. do 9 kondygnacji.

Wentylacja mieszkań, w których zainstalowano odbiorniki gazu

Wymagania co do kubatury pomieszczeń [15 – §172]

Kuchenki gazowe są odbiornikami typu A – bez odprowadzenia spalin, wobec tego, kubatura kuchni powinna być większa od ilarazu:

$$\text{kubatura kuchni [m}^3\text{]} = (\text{moc kuchenki [kW]}): (0,93 \text{ [kW/m}^3\text{]})$$

lecz nie mniej niż 8,0 m³. [15]

Podgrzewacze wody są odbiornikami typu B – z odprowadzeniem spalin i z otwartą komorą spalania, wobec tego, kubatura łazienki powinna być większa od ilarazu:

$$\text{kubatura łazienki [m}^3\text{]} = (\text{moc podgrzewacza [kW]}):$$

$$(4,65 \text{ [kW/m}^3\text{]})$$

lecz nie mniej niż 8,0 m³ [15].

Na absurdalnie dużą wartość wskaźnika 4650 W/m³ pomieszczenia zwrócił uwagę w swoim wystąpieniu w dyskusji na łamach miesięcznika „Instal” mgr inż. M. Pietrzykowski [11].

Układ wentylacji

Doprowadzenie powietrza zewnętrznego do pokoi mieszkalnych oraz kuchni. Usuwanie zużytego powietrza z kuchni i łazienki.

Strumień objętości powietrza wentylacyjnego [13]:

• kuchnia	70 m ³ /h
• łazienka	50 m ³ /h
razem	120 m ³ /h

Dodatkowa ilość powietrza do spalania gazu

Ilość powietrza nawiewanego do mieszkania musi być równa ilości powietrza z niego wywiewanego. W punkcie „Strumień objętości powietrza wentylacyjnego” podano ile powietrza należy usunąć z każdego mieszkania wyposażonego w jedną kuchnię i jedną łazienkę dla celów wentylacji. Oprócz tej ilości będzie także usuwane powietrze w wyniku spalania gazu w gazowym podgrzewaczu wody. Wobec tego, ilość powietrza nawiewanego należy zwiększyć o tę wartość, która będzie usuwana

z mieszkania z produktami spalania. Poniżej zamieszczono obliczenie ilości powietrza potrzebnego do spalania gazu. Zostały one przeprowadzone dla warunków, jakie występują w mieszkaniach w Gnieźnie.

W mieszkaniach zamontowane są przeważnie kotły o mocy:

- na potrzeby c.w.u. 23,3 kW,
- na potrzeby c.o. 9,7 kW.

Zapotrzebowanie powietrza do spalania gazu ustaliam ze wzoru [1]:

$$V_r = B \times V_o \times \alpha \left(\frac{273 + t_p}{273} \right) \left(\frac{1013}{b} \right) \text{ m}^3/\text{h}$$

gdzie:

B – objętość spalonego gazu w palniku [m³/h],
V_o – teoretyczna objętość powietrza do spalania 1 m³ gazu,

α – współczynnik nadmiaru powietrza,

t_p – temperatura powietrza podawanego do komory paleniskowej [°C],

b – ciśnienie barometryczne [hPa].

Ilość powietrza potrzebna podczas podgrzewania c.w.u.:

$$V_r = 3,86 \times 6,76 \times 1,2 \left(\frac{273 + 25}{273} \right) \left(\frac{1013}{1013} \right) = 34,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ilość powietrza potrzebna podczas zasilania grzejników:

$$V_r = 1,60 \times 6,76 \times 1,2 \left(\frac{273 + 25}{273} \right) \left(\frac{1013}{1013} \right) = 14,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ilość powietrza do spalania gazu w kuchence:

- minimalna wartość opałowa GZ-35 Q_i = 24 MJ/m³ = 24000 kJ/m³
- maksymalna moc kuchenki (wyłącznie gazowej) jednego z polskich producentów wynosi:

- piekarnik	2,0 kW
- palnik	1,0 kW
- 2 palniki 1,8 x 2	3,6 kW
- palnik	2,8 kW
- razem	9,4 kW = 9,4 kJ/s

Strumień objętości gazu:

$$q_{V\text{gazu}} = (9,4 \times 3600) \div 24000 = 1,41 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ilość powietrza potrzebna w warunkach 100% obciążenia kuchenki:

$$q_{V\text{pow}} = 1,2 \times 6,76 \times 1,41 = 11,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ustalenie ilości powietrza jaka powinna być wymieniana

Jak wynika z normy [13] ilość powietrza do spalania gazu w kuchence i odprowa-

dzenia spalin ujęta jest w ilości powietrza wentylacyjnego dla kuchni.

Łączna ilość powietrza wentylacyjnego powinna zatem wynosić:

$$\text{- w czasie poboru ciepłej wody: } 120 + 34 = 154 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{- w czasie zasilania grzejników: } 120 + 14 = 134 \text{ m}^3/\text{h}$$

Przygotowanie ciepłej wody użytkowej trwa zazwyczaj krótko (do 15 minut). Można więc przyjąć, że na sumaryczną trwałą ilość powietrza wymienianego w mieszkaniu wpływ będzie miało zapotrzebowanie na powietrze w czasie zasilania grzejników.

Zwymiarowanie kanałów wywiewnych

Każda kuchnia i łazienka powinna mieć swój kanał wywiewny [13]. Przekroje kanałów wywiewnych wymiaruje się dla następujących ilości powietrza: dla kuchni q_v = 70 m³/h, dla łazienki q_v = 50 m³/h. Skuteczność wentylacji grawitacyjnej zależy od wartości podciśnienia wywołanego u wlotu do kanału grawitacyjnego. Podciśnienie to jest wprost proporcjonalne do różnicy gęstości powietrza zewnętrznego i wewnętrznego oraz wysokości kanału. Nominalne warunki, dla których określa się przekroje przewodów wywiewnych wentylacji grawitacyjnej to: temperatura zewnętrzna +12°C, temperatura wewnętrzna wg rozporządzenia [15] oraz otwarte regulowane otwory doprowadzające powietrze zewnętrzne [13]. Z powyższego wynika, że przekroje kanałów wywiewnych mogą różnić się rozmiarami, zależnie z której kondygnacji odprowadzają powietrze. Im kondygnacja bliższa dachu, tym przekrój kanału wywiewnego będzie większy. Ponadto trzeba uwzględnić fakt, że dla temperatury zewnętrznej niższej od t_e = +12°C ciąg kanałów wywiewnych będzie większy niż określany podczas doboru przekroju wg normy [13] i tym większy im niższa będzie wartość temperatury zewnętrznej.

Dlatego otwory doprowadzające powietrze zewnętrzne powinny być regulowane, aby nie dopuścić do nadmiernej wentylacji w pomieszczeniach. Zamknięty nawiewnik powinien przepuszczać od 20 do 30% strumienia powietrza płynącego, w stosunku do wartości w warunkach jego całkowitego otwarcia [13].

Należy zatem w trakcie wymiarowania wentylacji grawitacyjnej rozpatrywać osobno mieszkania znajdujące się na poszczególnych kondygnacjach. Jeżeli wydatek kanałów będzie za mały, trzeba zastosować urządzenia wspomagające ciąg. Mogą

to być jednak tylko urządzenia działające pod wpływem wiatru, a nie wentylatory napędzane silnikiem.

Montaż urządzeń wspomagających ciąg na kanałach wentylacyjnych wymaga również instalacji urządzeń wspomagających na kanale spalinowym z tego mieszkania [10].

Kanały spalinowe

Powinny one zapewnić odpowiednie podciśnienie wymagane przez producentów podgrzewaczy. Podciśnienie wywołane przez kanał spalinowy, określamy podobnie jak podciśnienie wywołane przez kanał wentylacyjny, z tą różnicą, że mamy do czynienia z wyższą wartością temperatury (spaliny) niż ma powietrze wentylacyjne.

Odptyw powietrza z pokoiw mieszkalnych

Przekrój netto otworów wyrównawczych lub szczelin w dolnej części drzwi powinien wynosić co najmniej 80 cm^2 [13].

Dopływ powietrza do kuchni i łazienek

Powietrze dopływające z pokoiw, poprzez korytarz do łazienki i kuchni ma wpływać do tych ostatnich przez otwory w dolnej części drzwi. Zalecany przekrój netto tych otworów wynosi co najmniej 200 cm^2 . Z uwagi na komfort użytkownika łazienki powierzchnia otworu w drzwiach łazienki powinna być większa, podczas przepływu bowiem przez otwór o powierzchni $A = 200 \text{ cm}^2$ ilość powietrza wynosi $q_v = 50 + 34 = 84 \text{ m}^3/\text{h}$, a prędkość nawiewu $w = 1,17 \text{ m/s}$.

W czasie rozpatrywania problemów wentylacji w budynkach mieszkalnych w Gnieźnie, pojawiły się opinie, według których, należało wykonać otwory o powierzchni nie mniejszej niż 200 cm^2 , w ścianach zewnętrznych kuchni i łazienek. Warto w tym miejscu zwrócić uwagę, iż większość łazienek nie ma ścian zewnętrznych.

Wymagana moc grzewcza kotłów dwufunkcyjnych wynika przede wszystkim z potrzeb przygotowania ciepłej wody użytkowej. Wobec tego, niezależnie od wielkości mieszkania, moc kotłów jest taka sama i nie przekracza 30 kW . Co prawda norma [12] dotycząca kotłowni, mówi, że w przypadku pomieszczenia z kotłami o łącznej mocy cieplnej do 30 kW „dopuszcza się doprowadzenie powietrza zewnętrznego z sąsiednich pomieszczeń wyposażonych w niezamykalny otwór wentylacji nawiewnej o powierzchni nie mniejszej niż 200 cm^2 ”. Jednak ten punkt normy dotyczący wentylacji nie został przywołany jakimkolwiek rozporządzeniem i wobec tego, nie jest wymagane jego obowiązkowe respektowanie, czyli wystarczą otwory nawiewne wynikające z wymagań normy [13].

W czasie ostatniej dyskusji na łamach miesięcznika „Instal” znalazła się wypowiedź [5] o konieczności stosowania w pomieszczeniach z kotłami gazowymi nawiewów typu „ZET” znajdujących się w ścianie zewnętrznej. Jednoznaczne, negatywne stanowisko w tej sprawie Głównego Urzędu Nadzoru Budowlanego zawiera komentarz [7], w którym czytamy: „...Lokal mieszkalny, w tym kuchnia czy łazienka to nie kotłownia, gdzie można zaprojektować rozwiązanie nawiewne typu „ZET”. Rozwiązanie takie wręcz prowokuje użytkownika lokalu do „zatkania” takiego otworu nawiewnego. Jest to działanie sprzeczne z podstawowymi warunkami technicznymi, jakim powinny odpowiadać pomieszczenia mieszkalne oraz sprzeczny z warunkami technicznymi ogrzewania i wentylacji tych pomieszczeń”.

Dopływ powietrza do pomieszczeń

Norma [13] dopuszcza dla budynków o wysokości do dziewięciu kondygnacji „doprowadzenie powietrza przez okna charakteryzujące się współczynnikiem infiltracji „a” wyższym niż $0,5$, lecz nie większym niż $1,0 \text{ m}^3/(\text{m} \times \text{h} \times \text{daPa}^{2/3})$, pod warunkiem, że

okna wyposażone są w skrzydło uchylno-rozwiernalne, górny wywietrznik uchylny lub górne skrzydło uchylne”.

W przypadku kiedy współczynnik „a” jest mniejszy niż $0,3$ należy stosować nawiewniki o regulowanym stopniu otwarcia. Strumień objętości powietrza w opcji zastosowania wentylacji grawitacyjnej powinien mieścić się w granicach od 20 do $50 \text{ m}^3/\text{h}$ dla różnicy ciśnienia po obu stronach nawiewnika równej $\Delta p = 10 \text{ Pa}$. Jednocześnie strumień objętości powietrza przepływającego przez nawiewnik, „którego element dławiący znajduje się w pozycji maksymalnego zamknięcia, powinien zawierać się w granicach od 20% do 30% strumienia przy jego całkowitym otwarciu”.

W przypadku zastosowania okien o współczynniku $a < 0,3 \text{ m}^3/(\text{m} \times \text{h} \times \text{daPa}^{2/3})$ stosownie do normy [13] nawiewnik powinien być w każdym pomieszczeniu mieszkalnym, a suma nominalnych przepustowości nawiewników powinna być równa ilości powietrza wentylacyjnego wymaganego normą [13].

Uważam jednak – i moje stanowisko nie jest odosobnione [14] – że mimo stosowania okien o współczynniku $0,5 < a < 1,0 \text{ m}^3/(\text{m} \times \text{h} \times \text{daPa}^{2/3})$, należy dodatkowo montować nawiewniki. Ponieważ nawiewniki takie nie są wymagane normą [13] można by ograniczyć ich liczbę na przykład do dwóch (jeden w kuchni, drugi w jednym z pokoiw – np. w sypialni) w kilkupokojowym mieszkaniu o znacznej liczbie okien, czy trzech nawiewników w mniejszych mieszkaniach, gdy okien jest mniej. Sprawę liczby nawiewników należałoby za każdym razem przeanalizować, mając na uwadze fakt, że w mieszkaniach niżej położonych występuje większa różnica ciśnienia powodująca napływ powietrza zewnętrznego, niż w mieszkaniach położonych wyżej. Nawiewniki powinny mieć regulowany stopień otwarcia, najlepiej zależnie od różnicy ciśnienia.

Oczywiste prawdy o wentylacji, nie zawsze respektowane – podsumowanie

• Bezpieczne stosowanie kotłów dwufunkcyjnych

Jeżeli wentylacja grawitacyjna rozwiązana jest w sposób zgodny z obowiązującymi przepisami, i stale zapewniona jest wymagana ilość wymianianego powietrza, to zainstalowanie kotła gazowego nie stanowi zagrożenia dla zdrowia i życia mieszkańców. Zapotrzebowanie na powietrze do spalania w kotle gazowym jest znacznie mniejsze niż wymagana ilość powietrza wentylacyjnego w danym mieszkaniu.

• Kotły lepiej w kuchniach niż w łazienkach

Stosowanie indywidualnych podgrzewaczy wody dla celów c.w.u., czy kotłów dwufunkcyjnych dla c.w.u. i c.o., w mieszkaniach wielorodzinnych uważam za rozwiązanie mogące być niebezpieczne tylko w przypadku nieodpowiedniej i nieodpowiedzialnej ich eksploatacji. Lepszym rozwiązaniem w związku z tym byłaby centralna kotłownia w każdym budynku. Jeżeli podgrzewacze muszą być koniecznie montowane w mieszkaniach, to lepszym rozwiązaniem jest ich montaż w kuchniach [10], [19] niż w łazienkach.

• Wentylacja grawitacyjna bez doszczelnianych okien

Jednak wentylacja grawitacyjna jest zależna od warunków zewnętrznych wobec czego, zapewnienie stałej wymiany powietrza jest bardzo trudne. Wymaga to świadomego działania mieszkańców zmuszonych zadbać o odpowiednie wentylowanie mieszkań. Sytuacja może stać się niebezpieczna, kiedy mieszkańcy doszczelniają i tak już szczelne nowoczesne okna, uniemożliwiając dopływ powietrza zewnętrznego.

Otwory wywiewne

Stosownie do Polskiej Normy [13] otwory wywiewne powinny mieć wyposażenie zapewniające redukcję wolnego przekroju do 1/3. Uważam, że w łazienkach, w których zamontowane są podgrzewacze wody, nie należy ograniczać przekroju otworu wywiewnego. Natomiast w kuchni, jeżeli z obliczeń na etapie projektowania wynika, że może nastąpić nadmiar ciśnienia, wówczas można zastosować kratkę wywiewną z możliwością ograniczenia jej przekroju.

Zabrania się montowania wentylatorów wywiewnych na kratkach wywiewnych, w tym również okapów z wentylatorami. Istnieje jednak opcja montażu nad kuchenką pochłaniacza z wentylatorem, jeżeli powietrze przetłoczone przez filtr będzie powracać do kuchni.

Literatura

- [1] Bąkowski K., „Wentylacja pomieszczeń z zainstalowanymi urządzeniami gazowymi”, GWiTS 9/1999;
- [2] Bąkowski K., „Naturalna wentylacja pomieszczeń wyposażonych w urządzenia gazowe”, Rynek gazowy 3/2001;
- [3] Budzynowski J., „Odprowadzenie spalin i wentylacja”, Instal 1/2003;
- [4] Chmielowski A., „Patologia przewodów kominowych. Przyczyny zatruc tlenkiem węgla”, Instal 2/1998;
- [5] Czarnowski M., „Kotły dwufunkcyjne w budownictwie wielorodzinnym”, Instal 2/2006;
- [6] Gawęcki A., Janińska B., Marcinkowski K., Marcolla K., „Opracowanie naukowo-techniczne dotyczące wymogów techniczno-użytkowych dla stolarki otworowej w budynkach mieszkalnych Spółdzielni Winogrady”, Politechnika Poznańska 1998;
- [7] Kossobudzka D. Rzecznik prasowy GUNB: komentarz GUNB do dyskusji nt. stosowania kotłów w budownictwie wielorodzinnym, Instal 3/2006;
- [8] Nantka M.B., „Wentylacja w budownictwie ogólnym – przegląd rozwiązań, działanie, problemy i mity” – Forum Technik Instalacyjnych – Instalacje Poznań 2004;
- [9] Nantka M.B., „Wentylacja a stan powietrza wewnętrznego”, Instal 4-5/2006;
- [10] Nowakowski E., „Współpraca przewodów wentylacyjnych i spalinowych w mieszkaniach”, TChiK 2/2003;
- [11] Pietrzykowski M.: „Głos w dyskusji nt. stosowania kotłów dwufunkcyjnych w budownictwie wielorodzinnym”, Instal 3/2006;
- [12] PN-B-02431-1:1999, „Ogrzewnictwo. Kotłownie wbudowane na paliwa gazowe o gęstości względnej mniejszej niż 1. Wymagania”;
- [13] PN-83/B-03430/Az.3/2000, „Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej”;
- [14] Pykacz S., „Uwagi na temat artykułów dr. inż. Krzysztofa Kasperkiewicza dotyczących nawiewników powietrza zewnętrznego”, Informacja INSTAL 4/1995;
- [15] Rozporządzenie ministra infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU nr 75 poz. 690);
- [16] Rozporządzenie ministra infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU nr 109 poz. 1156);
- [17] Tablice do projektowania wentylacji grawitacyjnej zgodnie z normą PN-83/B-03430 – Miastoprojekt Wrocław, 1984;
- [18] Ustawa z dnia 3 kwietnia 1993 o normalizacji (DzU 55/1993, poz. 251)
- [19] Warszawski Z., Bąkowski P., „Wentylacja pomieszczeń wyposażonych w urządzenia gazowe”, Zakład Gazowniczy Lublin 2001. ■

• Lepsza wentylacja w dużych mieszkaniach

Obliczona w artykule ilość powietrza wentylacyjnego, wynosząca 134 m³/h w przypadku mieszkania małego np. o powierzchni 35,0 m² odpowiada n = 1,5-krotnej wymianie powietrza w ciągu godziny, natomiast w przypadku mieszkania dużego o powierzchni 80,0 m² odpowiada n = 0,7-krotnej wymianie w ciągu godziny. W takiej sytuacji łatwiejsze jest zorganizowanie wentylacji grawitacyjnej w dużym mieszkaniu, o większej liczbie okien niż w małym.

• „Zmierzch” wentylacji grawitacyjnej

Niestabilność wentylacji grawitacyjnej i związane z tym kłopoty są podstawą do kolejnego wniosku prof. M.B. Nantki [8]: „*należy zdać sobie sprawę z oczywistego faktu, że kanałowa wentylacja naturalna (grawitacyjna) w typowych jej rozwiązaniach, nie jest i nie będzie w stanie sprostać jakimkolwiek wymaganiom*”. Przyszłość należy do wentylacji grawitacyjnej wspomaganiej bądź łączonej z mechaniczną, względnie mechanicznej czy hybrydowej [8].