

Jerzy Żurawski*)

WENTYLACJA a jakość energetyczna budynków

Ze względu na występujące w budynkach zanieczyszczenie powietrza musi istnieć stała wymiana powietrza między budynkiem i jego otoczeniem. Zadanie to spełnia system wentylacji – zapewnia dopływ powietrza niezbędnego do oddychania oraz do odprowadzenia lub rozcieńczenia zanieczyszczeń, w tym również pary wodnej.

Wymagania dotyczące jakości powietrza w pomieszczeniach można podzielić na dwie grupy, za względu na:

- ochronę zdrowia,
- komfortu użytkownika pomieszczeń.

Kryterium ochrony zdrowia stosowane jest do określania jakości powietrza głównie w środowisku pracy. Według tego kryterium ustala się najwyższe dopuszczalne stężenie związków chemicznych w powietrzu wewnętrznym w miejscu pracy, przy czym zakłada się, że oddziaływanie na pracownika stężenia określonego zanieczyszczenia nie powinno powodować w ciągu całego czasu jego pracy oraz przez okres aktywności zawodowej ujemnych zmian w jego zdrowiu oraz w stanie zdrowia jego przyszłych potomków. W Polsce dopuszczalne maksymalne stężenie substancji chemicznych w zależności od czasu narażenia na nie określone zostały w rozporządzeniu ministra pracy i polityki socjalnej z 29 lipca 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [1].

W budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej stosowanie kryterium zdrowia przy ustalaniu strumienia powietrza wentylacyjnego jest praktycznie niemożliwe, korzysta się więc z **kryterium komfortu** i związanych z nim procedur ustalania intensywności wentylacji. Jakość powietrza wentylacyjnego określa się mianowicie na podstawie:

- minimalnego strumienia powietrza wentylacyjnego przypadającego na osobę,
- minimalnego strumienia powietrza przypadającego na m² powierzchni podłogi pomieszczenia,
- liczby wymiany powietrza w pomieszczeniu,
- strumienia powietrza wentylacyjnego będącego sumą ilości powietrza usuwanego z określonych pomieszczeń.

Aktualne WYMAGANIA prawne dotyczące jakości powietrza

Obowiązujące przepisy opierają się na kryterium komfortu. Zgodnie z nimi pomieszczenia przeznaczone do stałego pobytu ludzi powinny mieć dopływ powietrza zewnętrznego wynoszący co najmniej:

- 20 m³/h dla każdej osoby,
- 30 m³/h dla każdej osoby w pomieszczeniu, w którym można palić,
- 15 m³/h dla dziecka,
- 30 m³/h dla każdej osoby w pomieszczeniu klimatyzowanym oraz wentylowanym o nieotwieralnych oknach,
- 50 m³/h dla każdej osoby w pomieszczeniu klimatyzowanym oraz wentylowanym o nieotwieralnych oknach w przypadku palenia.

Przyjmuje się, że w pomieszczeniach mieszkalnych wymagania spełnione są przy 1 wym./h.

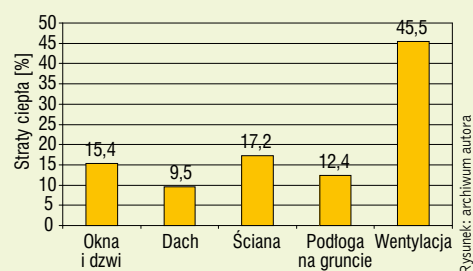
W budynkach mieszkalnych, niezależnie od zastosowanego rodzaju wentylacji, strumień powietrza wentylacyjnego określany jest na podstawie sumy strumienia powietrza usuwanego [6], który powinien wynosić:

- 70 m³/h w kuchni wyposażonej w kuchenkę gazową,
- 50 m³/h w kuchni wyposażonej w kuchenkę elektryczną,
- 50 m³/h w łazience,
- 30 m³/h w WC,
- 15 m³/h w pomieszczeniach pomocniczych,
- 30 m³/h w pomieszczeniach na wyższej kondygnacji w domu lub mieszkaniu wielopiętrowym.

STRATY CIEPŁA przez wentylację

Straty ciepła przez wentylację w budynkach wymagających termomodernizacji wynoszą ok. 35%, natomiast w nowych, właściwie eksploatowanych stanowią od 45 do 65% ogólnych strat ciepła (rys. 1). Wielu użytkowników stara się je ograniczyć, zmniejszając intensywność wentylacji. Dzia-

łania te są jednak szkodliwe dla zdrowia i życia osób użytkujących takie pomieszczenia, gdyż zapewnienie odpowiedniej jakości powietrza w pomieszczeniach wymaga właściwej jego wymiany. Nadmierne straty ciepła przez wentylację można natomiast ograniczyć dzięki zastosowaniu różnego rodzaju rozwiązań technicznych.



Rys. 1. Procentowe straty ciepła w domu jednorodzinny wykonany według aktualnych wymagań prawnych

Rodzaje ENERGOOSZCZĘDNEJ wentylacji

Wentylacja naturalna

Najprostszym rozwiązaniem i najczęściej stosowanym ze względu na koszty inwestycyjne jest wentylacja naturalna. Jej działanie polega na zapewnieniu wymiany powietrza przez nawiewniki okienne sterowane ręcznie lub ciśnieniowo. Zastosowanie nawiewników sterowanych ciśnieniowo (rys. 2 i 3) umożliwia automatyczne ograniczenie maksymalnej wymiany powietrza. Dodatkowo pozwala okresowo obniżyć intensywność wymiany przez możliwość ręcznej regulacji. Możliwe do osiągnięcia oszczędności energii dzięki obniżeniu intensywności wymiany powietrza poprzez sterowanie ręczne wynoszą 5–20%.

Czas zwrotu (SPBT) nakładów inwestycyjnych poniesionych na wentylację naturalną wynosi 1,5–2,5 roku.

Tego typu wentylacja jest jednak zależna od warunków atmosferycznych i nie gwarantuje w pełni właściwej jakości powietrza w pomieszczeniach.

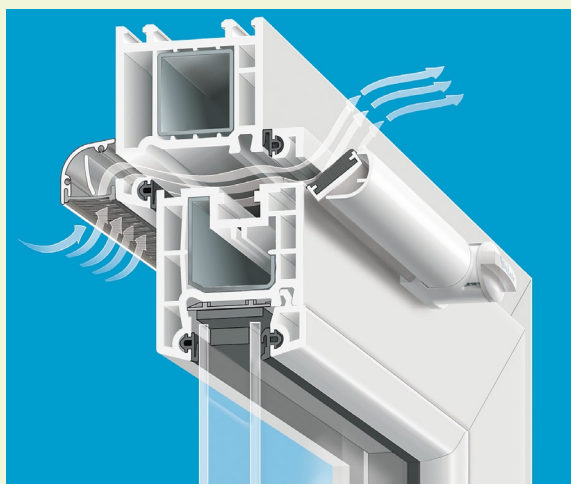
Wentylacja mechaniczna

Wentylacja mechaniczna jest niezależna od zewnętrznych warunków atmosferycznych oraz zapewnia zdecydowanie lepszą jakość powietrza w budynku. Umożliwia również nocne wychładzanie pomiesz-

*) Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska



Rys. 2. Nawiewnik sterowany ciśnieniowo w oknie drewnianym



Rys. 3. Nawiewnik sterowany ciśnieniowo w oknie z PVC

czeń w okresie letnim. Możliwe do uzyskania oszczędności energii dzięki obniżeniu intensywności wymiany powietrza wynoszą 10–20%.

Czas zwrotu nakładów poniesionych na wentylację mechaniczną wynosi 8–14 lat.

Jednym z rodzajów wentylacji mechanicznej jest wentylacja z wymiennikiem gruntowym. Pozwala on zimą podgrzać doprowadzane powietrze, a latem je schłodzić. Minimalna temperatura wylotowa przy wymienniku o długości 50 m wynosi ok. 2,2°C, a oszczędności energii – 5–7 GJ/rok, przy wymienniku o długości 100 m minimalna temperatura wylotowa wynosi ok. 4,4°C, a oszczędności energii – 7–10 GJ/rok, co stanowi 15–30% kosztów. Wentylacja tego typu wymaga zastosowania kanałów wentylacyjnych oraz zapewnienia okresowego ich czyszczenia.

Czas zwrotu nakładów poniesionych na wentylację z wymiennikiem gruntowym wynosi 9–14 lat, a przypadku stosowania klimatyzacji SPBT = 7–9 lat.

Rozwiązaniem najkorzystniejszym wydaje się zastosowanie wentylacji z rekuperacją i wymiennikiem gruntowym. Rekuperacja umożliwia odzyskanie 50–70% energii z odprowadzanego zużytego powietrza, a zastosowanie jej łącznie z wymiennikiem gruntowym pozwala zwiększyć oszczędności do 75–80% w okresie grzewczym. Układ taki wymaga jednak zastosowania kanałów nawiewnych i odpowiedniej powierzchni wymiennika gruntowego, a co za tym idzie – powierzchni terenu pod taką instalację. Pamiętać też należy, że kanały wentylacyjne muszą być właściwie izolowane.

Czas zwrotu (SPBT) poniesionych nakładów zależy od zastosowanych rozwiązań i urządzeń oraz od skuteczności rekuperacji. Orientacyjnie koszt instalacji takiej wentylacji w domu jednorodzinnym wynosi 12–16 tys. zł, a czas zwrotu SPBT = 8–12 lat.

Ciekawym rozwiązaniem jest zastosowanie lokalnej wentylacji mechanicznej z rekuperacją. Rozwiązania to najlepiej się sprawdza w pomieszczeniach eksploatowanych

Partnerzy cyklu

„Energoozczędność w budownictwie”:



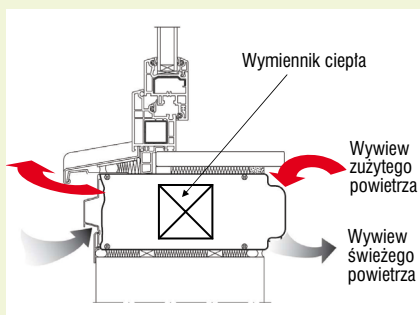
EJOT[®]



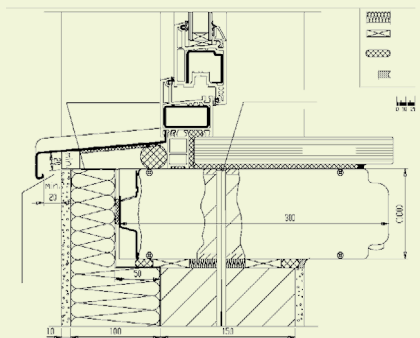
KNAUF BAUPRODUKTE

MIWO

STOWARZYSZENIE PRODUCENTÓW
WEŁNY MINERALNEJ: SZKLANEJ I SKALNEJ



Rys. 4. Zasada działania lokalnej wentylacji z rekuperacją, odzysk ciepła 55%



Rys. 5. Schemat montażu urządzenia podokiennego z wentylacją mechaniczną i rekuperacją

okresowo lub w budynkach, które podlegają termomodernizacji. Świetnie sprawdzają się w budynkach szkolnych i oświatowych, przedszkolach, budynkach użyteczności publicznej, budynkach zabytkowych z niesprawną wentylacją grawitacyjną lub bez niej.

Obliczenia ZAPOTRZEBOWANIA na ciepło na wentylację

Zapotrzebowanie na ciepło do wentylacji należy obliczać ze wzoru [5]:

$$H = 0,34 \times q_{\text{went}} \text{ W/K (2.11)},$$

gdzie:

q_{went} – skorygowany średniosezonowy strumień objętości powietrza odprowadzane go z przestrzeni ogrzewanej [m^3/h],

0,34 – właściwa pojemność cieplna powietrza.

Jeśli w budynku zastosowano wentylację grawitacyjną lub wentylację mechaniczną nawiewną i powietrze do pomieszczeń doprowadzane jest bezpośrednio przez otwory i szczelności w obudowie, to strumień objętości powietrza q_{went} obliczany jest z zależności:

$$q_{\text{went}} = c_r \cdot c_w \cdot \max(q_{\text{naw}} \cdot q_{\text{wyw}}), \quad \text{m}^3/\text{h}$$

gdzie:

q_{naw} – wymagany strumień objętości powietrza nawiewanego określony zgodnie z normą PN-83/B-03430/Az3:2000 [m^3/h],

q_{wyw} – wymagany strumień objętości powietrza wywiewanego określony zgodnie z normą PN-83/B-03430/Az3:2000, m^3/h ,

c_r – współczynnik korekcyjny ze względu na szczelność okien i drzwi, charakterystykę nawiewnika lub obserwowany poziom wentylacji ustalany na podstawie tabeli 1 normy [6],

c_w – współczynnik korekcyjny ze względu na stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru ustalany na podstawie tabeli 6 normy [6].

Jeśli w budynku zastosowano wentylację mechaniczną nawiewną lub nawiewno-wywiewną, strumień objętości powietrza q_{went} obliczany jest z zależności:

$$q_{\text{went}} = (1 - \eta_{\text{oc}}) \cdot (1 - R) \cdot (1 - \eta_{\text{gr}}) \cdot q_{\text{naw}} + q_{\text{infiltr}}$$

gdzie:

η_{oc} – temperaturowa sprawność wymiennika do odzysku ciepła przyjmowana zgodnie ze stanem faktycznym albo dokumentacją techniczną,

R – udział strumienia objętości powietrza obiegowego w strumieniu objętości powietrza nawiewanego, określane w poszczególnych miesiącach zgodnie ze stanem faktycznym albo dokumentacją techniczną,

η_{gr} – równoważna sprawność gruntowego wymiennika ciepła określana w poszczególnych miesiącach zgodnie ze stanem faktycznym albo dokumentacją techniczną,

q_{naw} – nominalny strumień objętości powietrza nawiewanego przyjmowany zgodnie ze stanem faktycznym albo dokumentacją techniczną [m^3/h],

q_{infiltr} – dodatkowy strumień powietrza infiltrującego przez szczelności [m^3/h].

Gdy nie są stosowane odzysk ciepła, recyrkulacja powietrza lub gdy nie jest stosowany gruntowy wymiennik ciepła, to odpowiednio sprawności lub udział powietrza obiegowego przyjmuje się równe 0.

Do obliczeń zużycia energii pomocniczej przyjmowany jest nieskorygowany strumień objętości powietrza q_{naw} .

Równoważną sprawność gruntowego wymiennika ciepła w analizowanym okresie miesięcznym określa się na podstawie zależności:

$$\eta_{\text{gr}} = \frac{\theta_{\text{air},2} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e},$$

gdzie:

θ_i – temperatura wewnętrzna w budynku przyjmowana zgodnie z wymaganiami zawartymi w przepisach techniczno-budowlanych [$^{\circ}\text{C}$],

θ_e – średnia temperatura powietrza zewnętrznego w analizowanym okresie mie-

sięcznym, określona według danych z najbliższej stacji meteorologicznej [$^{\circ}\text{C}$],

$\theta_{\text{air},2}$ – temperatura powietrza za wymiennikiem gruntowym, określana zgodnie z metodą opisaną w punkcie XXX załącznika 2 w odniesieniu do środkowej godziny okresu grzewczego w danym miesiącu.

Jeśli w analizowanym miesiącu temperatura powietrza za wymiennikiem gruntowym jest niższa niż temperatura powietrza zewnętrznego, to równoważną sprawność gruntowego wymiennika ciepła przyjmuje się jako 0.

W budynkach, w których badana była szczelność, strumień objętości powietrza infiltrującego określa się ze wzoru:

$$q_{\text{infiltr}} = 0,05 \cdot n_{50} \cdot V_{\text{kub}},$$

gdzie:

n_{50} – liczba wymian powietrza w warunkach testu ciśnieniowego (różnica ciśnienia 50 Pa) [1/h],

V_{kub} – objętość analizowanej strefy pomieszczenia [m^3].

LITERATURA

1. Rozporządzeni Ministra Pracy i Polityki Społecznej z 29 lipca 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (DzU z 2002 r. nr 217, poz. 1833 z późn. zm.: DzU z 2005 r. nr 212, poz. 1769).
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2002 r. nr 75, poz. 690, zm.: DzU z 2003 r. nr 33, poz. 270 oraz z 2004 r. nr 109, poz. 1156).
3. Dyrektywa 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (DzUzr WE L 1 z 04.01.2003 r., s. 65-71).
4. PN-EN 1026:2001 „Okna i drzwi. Przepuszczalność powietrza. Metoda badania”.
5. Projekt Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z maja 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej.
6. PN-83/B-03430/Az3:2000 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania (Zmiana Az3)”.
7. PN-EN 832:2001 „Właściwości cieplne budynków. Obliczanie zapotrzebowania na energię do ogrzewania. Budynki mieszkalne”.
8. PN-EN ISO 13790:2006 „Ciepłone właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania”.
9. PN-EN 13465:2006 „Wentylacja budynków. Metody obliczeniowe do wyznaczenia wartości strumienia objętości powietrza w mieszkaniach”.