

# Integracja HVAC

## Nowy kierunek rozwoju urządzeń klimatyzacyjnych, ogrzewczych i wentylacji?

HVAC integration – new direction of development of heating, ventilation and air-conditioning units?

**Wymóg stosowania odzysku ciepła w systemach wentylacji mieszkań wielorodzinnych wymaga innych rozwiązań technicznych niż do tej pory. Konieczne jest zatem szukanie nowych, innowacyjnych, kompaktowych rozwiązań systemów łączących wentylację, ogrzewanie i chłodzenie.**

Wymagania [1] wprowadzone w listopadzie 2017 r. do rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, otwierają nowy rozdział w zakresie instalacji i systemów przeznaczonych dla budynków mieszkalnych, zwłaszcza wielorodzinnych. Wysokie wymagania związane ze zużyciem energii pierwotnej kładą ciążę na aktualne rozwiązania systemów przeznaczonych dla tego typu obiektów. Zdaniem autora, trend zwiększania efektywności i sprawności systemów HVAC będzie się utrzymywał we wszystkich obiektach, zarówno nowych, jak i istniejących. Konieczność użycia coraz niższych wskaźników zużycia energii pierwotnej w budynkach mieszkalnych będzie wymuszała zastosowanie odzysku ciepła w systemach wentylacji mieszkań oraz zintegrowanie wszystkich systemów w obiekcie (skoro realizują one zbliżone cele) oraz, co najbardziej istotne, absolutny wymóg zachowania przez instalacje minimalnych wymiarów i inteligentnego systemu sterowania.

Systemy muszą być inteligentne i powinny same realizować cele związane z komfortem i zdrowiem użytkowników z maksymalną efektywnością i sprawnością. Jeśli użytkownik

dokona zmiany nastawy temperatury w pomieszczeniu, nie ma dla niego znaczenia, czy system będzie to realizował poprzez free cooling w centrali lub agregacie chłodniczym, czy przez załączenie układu sprężarkowego układu chłodniczego. Użytkownik dokonuje nastawy wartości zadanej temperatury w pomieszczeniu, a system automatyki i sterowania sam wybiera, kiedy i jaki element systemu załączy, tak by zadana nastawa została uzyskana szybko i była utrzymywana przy maksymalnej sprawności i efektywności.

### Odzysk ciepła z powietrza usuwanego

Konieczność zastosowania odzysku ciepła w systemie wentylacji wymagać będzie prowadzenia dwóch kanałów powietrznych w każdym lokalu mieszkalnym: jednego z powietrzem świeżym, drugiego z usuwanym. Dotyczy to systemu wentylacji scentralizowanej. Odzysk ciepła w takim systemie jest realizowany obecnie w centrali wentylacyjnej wyposażonej w wymiennik odzysku ciepła.

Z kolei w systemie wentylacji zdecentralizowanej na kolejnych kondygnacjach konieczne są otwory, przez które powietrze będzie wyrzu-

cane i zasysane. Dla obydwu systemów należy przewidzieć elementy nawiewne i wywiewne (czerpnia i wyrzutnia) z poszczególnych mieszkań i kondygnacji.

Z tych powodów i z uwagi na bardzo małe wymiary pomieszczeń niezbędna jest zmiana polskiego prawa. Zdaniem autora konieczne jest zniesienie aktualnego przepisu dotyczącego obowiązku zachowania odpowiednich odległości pomiędzy oknem, czerpnią a wyrzutnią powietrza usuwanego. Z czysto praktycznego punktu widzenia jest to przepis będący przeszkodą we wprowadzeniu zmian do rozwiązań systemowych i utrudniający spełnienie nowych wymagań dla budynków. Rodzi się bowiem pytanie – czy pojedynczy element czepno-wyrzutowy nie może skutecznie realizować wlotu powietrza świeżego i wyrzutu powietrza zużytego, gdy zlokalizowane są one jeden przy drugim i ich strumienie się nie mieszają? Oczywiście nowy zapis powinien rozważnie regulować szczegóły takich rozwiązań, jednak kwestia ta nie jest przedmiotem niniejszego artykułu.

### Integracja systemów wentylacji, klimatyzacji i ogrzewania

Konieczność wentylowania pomieszczeń w budynkach wielorodzinnych jest oczywista i respektowana. Do dyspozycji mamy systemy wentylacji grawitacyjnej i wentylacji wyciągowej mechanicznej. Jednak konieczność stosowania odzysku ciepła w systemach wentylacji mieszkań wielorodzinnych burzy aktualny stan techniczny rozwiązań do tej pory stosowanych. Tradycyjne systemy wentylacji z odzyskiem ciepła wymuszają prowadzenie w budynku mieszkalnym czterech oddzielnych przewodów wentylacyjnych, które muszą zostać zainstalowane w obrębie pomieszczeń. Wiąże się to z koniecznością obniżenia sufitu podwieszanego nawet o 30 cm z uwagi na rozmiar centrali wentylacyjnej i kanałów. To

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono subiektywne spostrzeżenia autora oraz przykład rozwiązania zdecentralizowanego, zintegrowanego urządzenia wentylacyjno-chłodząco-ogrzewczego o kompaktowej konstrukcji i minimalnej głębokości, które może zastąpić wszystkie tradycyjne elementy systemów klimatyzacji. Rozwiązanie takie pozwala na wentylację z odzyskiem ciepła, nawiew powietrza świeżego, usuwanie powietrza zużytego, chłodzenie i grzanie, przy czym siłą napędową jest powietrze pierwotne płynące przez jednostkę. Na skutek nowego podejścia do projektowania urządzeń przy minimalnej ilości powietrza pierwotnego umożliwia pełne pokrycie strat ciepła i asymilację zysków ciepła.

**Słowa kluczowe:** wentylacja z odzyskiem ciepła, wentylacja zdecentralizowana, wentylacja scentralizowana, odzysk ciepła i chłodu, zintegrowane systemy HVAC

**Abstract:** The article presents subjective author's point of view and example of decentralized, integrated HVAC unit. It replaces all of components HVAC systems in one compact unit with ultrathin casing. The unit functions are: ventilation with heat recovery, supplying of fresh air, extract used air, cooling and heating with fresh air that is impellent of unit. The new idea of designing units causes that unit can cover and assimilate all heat losses and cooling load with minimum fresh air supplied by unit.

**Keywords:** heat recovery ventilation systems, decentralized ventilation, centralized ventilation, cold and heat recovery, integrated HVAC systems

także wymóg odpowiedniego trasowania tych kanałów, bo występować mogą kolizje przy swobodnej ich aranżacji pomiędzy kanałem powietrza świeżego i zużytego dla kilku pomieszczeń.

Systemy i instalacje w pomieszczeniach mieszkalnych stopniowo przygotowywane są do zastosowania w nich dwuetapowego uzdatniania powietrza. Mamy do czynienia z koniecznością doprowadzenia powietrza świeżego w minimalnej ilości i jego odprowadzenia, także z powodu ograniczonych wymiarów pomieszczeń i zabudowy w nich jedynie kanałów o niewielkiej wysokości. Z uwagi na fakt, że ilość świeżego powietrza, nawet odpowiednio schłodzonego i ogrzanego centralnie, nie jest wystarczająca do pokrycia strat i zysków ciepła w danym pomieszczeniu, wykorzystywane muszą być systemy wtórnego podgrzania i schłodzenia. Systemy/instalacje schładzania powietrza i ogrzewania również muszą być w takich pomieszczeniach uwzględnione, odpowiednio rozmieszczone i poprowadzone.

Oprócz tego konieczna jest modernizacja tradycyjnych źródeł ogrzewania w celu obniżenia zużycia energii pierwotnej. W przypadku wielu źródeł ciepła i ciepła sieciowego ze względu na rodzaj wykorzystywanego paliwa niemożliwe jest spełnienie nowych wymogów odnośnie do EP. Konieczne jest usprawnienie – czyli podjęcie działań, które spowodują, że w centralnej produkcji ciepła zwiększony zostanie udział energii odnawialnej: głównie słońca i wiatru. W innym wypadku odbiorcy będą musieli korzystać z własnych źródeł ciepła – ekologicznych i o niskim zużyciu energii pierwotnej. Wiele obiektów z uwagi na podwyższenie standardów dotyczących mikroklimatu pomieszczeń wymagać będzie zastosowania systemów chłodzenia. Wówczas pod znakiem zapytania stanie taki system ciepła sieciowego jak obecny – czyli niezapewniający energii do chłodzenia.

Gwałtowny rozwój nowych technologii, szczególnie pomp ciepła, jest zdaniem autora kierunkiem słusznym i rozsądnym, tym bardziej, że towarzyszy mu wzrost produkcji energii elektrycznej do napędu z OZE, w tym z fotowoltaiki. W najbliższych latach należy się spodziewać znacznego wzrostu liczby proekologicznych rozwiązań, w tym w budynkach mieszkalnych. Instalacje PV, pompy ciepła oraz systemy odzysku ciepła i chłodu będą wiodły prym na rynku powszechnie stosowanych rozwiązań, w szczególności dla budownictwa jedno- i wielorodzinnego. Pozostanie jednak niezmiennie koniecznością odpowiedzi na pytanie: jaki system wen-

tylacji, ogrzewania i schłodzenia powietrza zastosować?

Obecnie stosowane są najczęściej trzy **oddzielne** systemy:

- system wentylacji z centralą wentylacyjną znacznych rozmiarów,
- system ogrzewania w postaci kotła grzewczego, wymiennikowni dla ciepła sieciowego i odbiorników ciepła – grzejników radiacyjnych i ogrzewania płaszczyznowego,
- system schładzania, najczęściej za pomocą klimatyzatora split, ewentualnie klimakonwektora.

Jak zapewnić wszystkie te funkcje w nowoczesnych pomieszczeniach budynków jedno- i wielorodzinnych? Można próbować lokować w nich obecne na rynku rozwiązania, które powodują zmniejszenie wymiarów pomieszczeń albo zwiększenie zużycia energii elektrycznej. Dla przykładu w okresie letnim zastosowanie odrębnego systemu wentylacji powietrza pierwotnego wymaga zastosowania dwóch wentylatorów – nawiewnego i wywiewnego w centrali powietrza pierwotnego, odrębnego wentylatora w jednostce wewnętrznej (klimatyzatora, klimakonwektora) oraz kolejnego w jednostce zewnętrznej (agregatu chłodniczego) wtórnego układu przygotowania powietrza. Daje to razem cztery wentylatory.

Czy można inaczej? Można powrócić do źródeł ich projektowania i konieczności zastosowania, celów, jakie mają realizować, odpowiednio je przeanalizować i znaleźć nowe rozwiązanie. Takim rozwiązaniem jest zdaniem autora pełna integracja systemów wentylacji, ogrzewania i chłodzenia.

### Minimalizacja wymiarów urządzeń wentylacyjno-chłodząco-ogrzewczych

Aktualnie stosowane rozwiązania mają zwykle duże gabaryty i wymiary z kilku powodów. Wymienniki ciepła współpracujące z wentylatorami nie są w obecnych konstrukcjach optymalnie omywane. Powietrze wypływające bezpośrednio z wentylatora, osiowego, promieniowego, odśrodkowego czy poprzecznego, ma profil prędkości sprawiający, że wymiennik ciepła omywany jest strefowo. Gdyby taki strumień powietrza poprowadzić wokół węzownicy z ożebrowaniem poprzez odpowiednio ukształtowaną szczelinę powietrza, można powietrze płynące przez wymiennik ciepła rozprowadzić równomiernie wzdłuż jego powierzchni i tym samym zmniejszyć wymiary wymiennika.

Podobnie, dążąc do minimalnych wymiarów urządzeń, należy zwrócić uwagę, że mieszanie powietrza świeżego daje większą objętość powietrza w kanale wentylacyjnym. Gdy-

by mieszanie powietrza wyeliminować, tj. doprowadzić powietrze świeże szczelinami powietrza za wymiennik ciepła bezpośrednio do pomieszczenia, powietrze to powodowałoby przepływ przez wymiennik ciepła, a mieszanie mogłoby nastąpić w pomieszczeniu. Jeśli klimakonwektor ma wydajność ok. 1,6 kW, a powietrze tłoczone przez wentylator wydatek 300 m<sup>3</sup>/h, to powietrze świeże doprowadzone do komory mieszania przed wentylatorem cechować się może wydatkiem 60–100 m<sup>3</sup>/h. Oznacza to, że przez urządzenie przepływa o ok. 20–30% zawyżony strumień powietrza. Wymaga to przestrzeni, a biorąc pod uwagę nieefektywne omywanie wymiennika, także zawyżonych wymiarów urządzeń. Czy strumień powietrza świeżego może być efektywniej zagospodarowany w przestrzeni urządzenia?

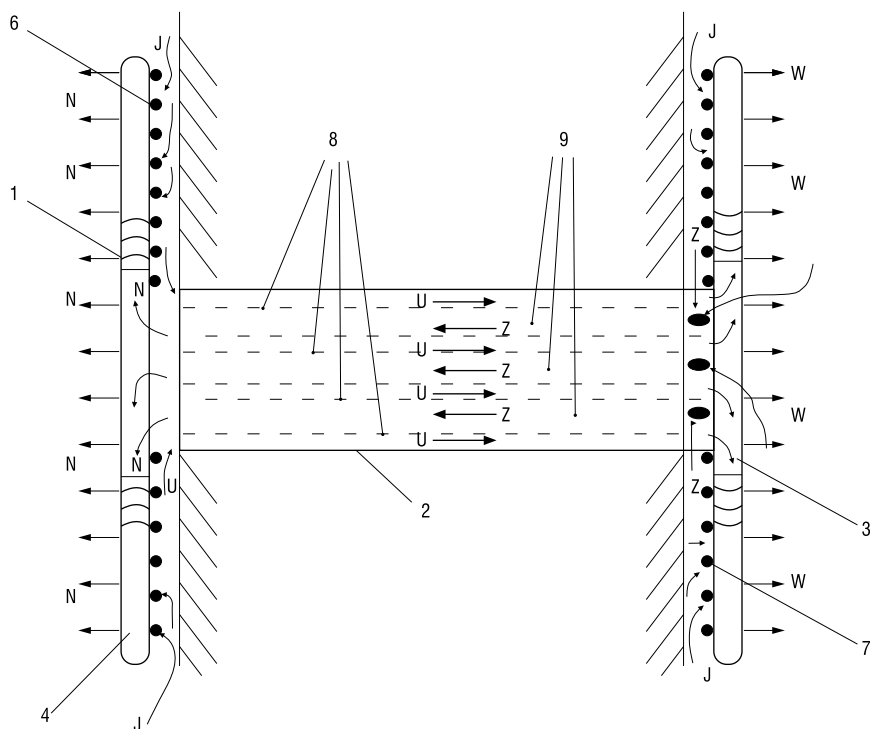
O postępie technologicznym danego urządzenia świadczy jego miniaturyzacja oraz multifunkcjonalność. Po co prowadzić dwa odrębne kanały wentylacyjne z powietrzem świeżym i zużytym, jeśli wystarczy jeden, przy wykorzystaniu kontaktu obu strumieni powietrza do realizacji odzysku ciepła. Strata ciepła jest tutaj zyskiem.

Zastosowanie specjalnej konstrukcji panelu dyfuzyjnego z odpowiednio wyprofilowanymi szczelinami powietrznym dopasowanymi do powierzchni wymiennika ciepła pozwala na usprawnienie współpracy zespołu wentylatorowo-wymiennikowego i tym samym zmniejszenie gabarytów urządzeń, w szczególności ich wysokości i głębokości. Fakt, że rozwiązanie takie jest „cienkie”, jest jego zaletą. W dziedzinie współpracy wentylatora z wymiennikiem ciepła jest jeszcze dużo do nadrobienia. W szczególności obecnie, gdy dużą wagę przykładają się do kwestii sprawności i efektywności urządzeń.

Możliwość takiej współpracy jest przez autora obecnie badana i weryfikowana. Stanowi ona krok do dalszej miniaturyzacji urządzeń klimatyzacyjno-ogrzewczych. Zespoły panelu dyfuzyjnego wraz z wymiennikiem ciepła mogą być wykorzystywane nie tylko w wentylacji, ale także w skraplaczach urządzeń klimatyzacyjnych, chłodnicach samochodowych itp.

### Zintegrowanie HVAC – nowy kierunek?

Proponowane przez autora rozwiązanie polega na wykorzystaniu specjalnej konstrukcji tzw. indukcyjnych paneli klimatyzacyjnych jako odbiorników chłodu montowanych w każdym pomieszczeniu. Paneli – bo ich wysokość odpowiada wysokości samego panelu oferowanych obecnie klimakonwektorów/klimatyzatorów, a nie ich całej konstrukcji. Rozwiązanie takie



**Rys. 1.** Przykład autorskiego zintegrowanego zdecentralizowanego urządzenia wentylacyjno-chłodząco-ogrzewczego; U – powietrze usuwane, Z – świeże powietrze zewnętrzne, W – powietrze wyrzucane, N – powietrze nawiewane, I – powietrze indukowane, 1 – wentylator nawiewny, 2 – kanał/przewód odzysku ciepła, 3 – wentylator wywiewny, 4 – panel dyfuzyjny, przez który powietrze świeże wypływa szczelinami, powodując indukcję powietrza z pomieszczenia I, 5 – panel dyfuzyjny jednostki zewnętrznej, przez który powietrze wywiewane wyrzucane jest do atmosfery, powodując indukcję powietrza zewnętrznego I płynącego przez wymiennik ciepła, 6 – wymiennik ciepła wewnętrznego panelu indukcyjnego, 7 – wymiennik ciepła zewnętrznego panelu indukcyjnego, 8 – kanaliki powietrza usuwanego przewodu odzysku ciepła wymieniające ciepło z powietrzem świeżym, 9 – kanaliki powietrza zewnętrznego wymieniające ciepło z powietrzem usuwanym

cechuje wysokość/głębokość 2,5–3,5 cm, co pozwala na pełne pokrycie strat i zysków ciepła pomieszczenia, doprowadzenie powietrza zużytego i jego odprowadzenie w jednym płaskim elemencie. Do każdego panelu w pomieszczeniu doprowadzone zostanie powietrze świeże kanałem wentylacyjnym. Tym samym kanałem odprowadzone zostanie z paneli indukcyjnych powietrze zużyte. Odzysk ciepła realizowany będzie w samym kanale powietrza wentylacyjnego na całej jego długości. Tym samym nie będzie on powodował nadmiernych strat hydraulicznych na drodze przepływającego powietrza. Jednocześnie wraz z kanałem poprowadzone zostaną przewody hydrauliczne zasilające cieczą (czynnik chłodniczy, woda chłodnicza, woda grzewcza) wymiennik indukcyjnego panelu klimatyzacyjnego.

Rozwiązanie to, zwane zintegrowanym systemem wentylacyjno-chłodząco-ogrzewczym, będzie dostępne w dwóch wersjach:

- jako scentralizowany system,
- lub w postaci zdecentralizowanego urządzenia montowanego odrębnie w każdym pomieszczeniu.

W tym pierwszym przypadku centrala powietrza pierwotnego wyposażona w dwa wentylatory, nawiewny i wywiewny, tłoczy powietrze świeże do panelu indukcyjnego. Panel działa na zasadzie indukcji – powietrze świeże z kanału odzysku ciepła powoduje indukcję powietrza recyrkulacyjnego przepływającego przez wymiennik panelu. Panel doprowadza powietrze świeże i odprowadza powietrze zużyte, które tym samym kanałem płynie do centrali i następnie do atmosfery. Powietrze recyrkulacyjne przepływa przez wymiennik ciepła, dodatkowo dogrzewając lub schładzając powietrze recyrkulacyjne. Ciepło jest przekazywane do lub z wymiennika, a następnie odprowadzane z wykorzystaniem przewodów hydraulicznych prowadzonych wraz z kanałem wentylacyjnym nawiewno-wywiewnym. Jest to system powietrzno-wodny o zminimalizowanych wymiarach. Wentylatory nie występują tu w indukcyjnych panelach klimatyzacyjnych, tylko w centrali wentylacyjnej.

W przypadku drugiego rozwiązania również kanał nawiewno-wywiewny realizujący odzysk

ciepła umieszczony jest w przegrodzie pomieszczenia. Zasada i istota działania jest taka sama jak powyżej, jedynie kanał jest krótszy, a wentylatory nawiewny i wywiewny umieszczone są nie w centrali, lecz w panelu wewnętrznym i zewnętrznym urządzenia. Panele indukcyjne również nie mają większej wysokości/głębokości niż 2,5–3,5 cm. Kanał odzysku ciepła umieszczony w przegrodzie pomieszczenia jest niewidoczny i realizuje odzysk ciepła i chłodu od powietrza zużytego do powietrza świeżego. Powietrze to następnie wpływa do indukcyjnego panelu klimatyzacyjnego umieszczonego wewnątrz pomieszczenia, powodując indukcję powietrza wtórnego/recyrkulacyjnego przez wymiennik ciepła indukcyjnego panelu klimatyzacyjnego.

Na rys. 1 przedstawiono rozwiązanie przykładowego zdecentralizowanego zintegrowanego urządzenia wentylacyjno-chłodząco-ogrzewczego. W systemie tym występują tylko dwa wentylatory – w przeciwieństwie do czterech obecnych w tradycyjnych systemach (centrala powietrza świeżego: dwa wentylatory, jednostka wewnętrzna: jeden wentylator, jednostka zewnętrzna klimatyzacji: jeden wentylator skraplacza). Rozwiązania powyższe mogą być przystosowane do obecnych układów i się z nimi integrować. Nieznacznie zmodyfikowane (brak konieczności zastosowania wymiennika ciepła w jednostce/panelu zewnętrznym) mogą być bezpośrednio przyłączone do pompy ciepła powietrze/woda lub woda/woda, a ta do instalacji PV.

Oczywiście można tu dostrzec pewne podobieństwa do istniejących już rozwiązań. W zależności jednak od porównywanego rozwiązania będą się one różniły w mniejszym lub większym stopniu. A to właśnie te różnice odpowiadają za znacznie mniejsze gabaryty urządzeń oraz optymalną współpracę zespołu wentylatorowo-wymiennikowego.

\* \* \*

W kolejnych publikacjach opisane zostaną konstrukcje wprowadzanych rozwiązań i przedstawione dokładniejsze wyniki pomiarów i badań.

### Literatura

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU 2017, poz. 2285).
2. Zgłoszenia patentowe nr: P. 422831 (udzielono patentu przez UPRP); P. 425244 (procedura patentowa); P. 425647 (procedura patentowa); P. 426603 (procedura patentowa); P. 424619 (procedura patentowa); P. 426920 (procedura patentowa); P. 417402 (procedura patentowa); P. 429664 (procedura patentowa); P. 429719 (procedura patentowa).
3. Adamski Bartłomiej, *Indukcyjne panele klimatyzacyjne*, „Rynek Instalacyjny” 9/2018, rynekinstalacyjny.pl.