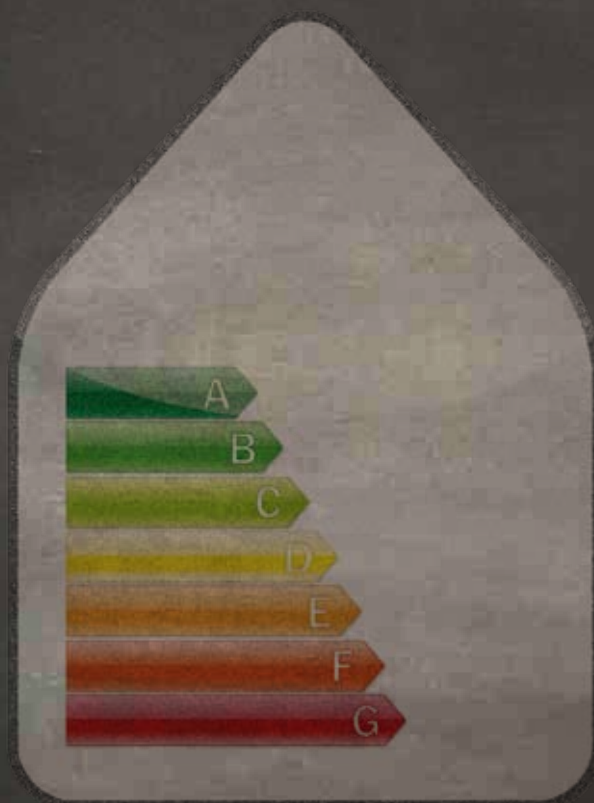


new

50%

Ocena energetyczna systemu wentylacji higrosterowanej aereco



aereco®



wstęp

Dyrektywa w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (2002/91/EC) zobowiązuje wszystkie kraje członkowskie Unii Europejskiej do podjęcia wysiłków w celu zmniejszenia zużycia energii w budynkach. Realizowane jest to poprzez nowe przepisy, metody kontroli oraz zachęty finansowe.

Zapotrzebowanie ciepła na potrzeby podgrzania powietrza wentylacyjnego stanowi średnio 50% w bilansie zużycia energii w budynku mieszkalnym. Instalacje wentylacji powinny być unowocześniane aby sprostać coraz ostrzejszym wymaganiom energetycznym. System wentylacji sterowany w zależności od potrzeb jest szczególnie dobrym kompromisem pomiędzy wielkością kosztów inwestycyjnych a zużyciem energii.

legenda

Be	Belgia
Ch	Szwajcaria
De	Niemcy
Es	Hiszpania
Fr	Francja
Ie	Irlandia
It	Włochy
Jp	Japonia
EU	Unia Europejska
Pl	Polska



spis treści

wentylacja higrosterowana a oszczędność energii	7
narzędzia analityczne prace symulacyjne	17
oprogramowanie SIREN	18
oprogramowanie CONTAM	20
symulacja pracy instalacji wentylacji mechanicznej higrosterowanej w porównaniu z instalacją z odzyskiem ciepła	22
ocena energetyczna systemu wentylacji higrosterowanej dla znaku Minergie	24
symulacja pracy wentylacji higrosterowanej w typowych polskich warunkach	26
badania monitoringowe	29
monitoring mieszkania wyposażonego w instalację wentylacji sterowanej w zależności od potrzeb	30
monitoring systemu wentylacji higrosterowanej hybrydowej w budynkach mieszkalnych	34
pomiar standardowych systemów wentylacji higrosterowanej w użytkowanych mieszkaniach	37
aprobaty techniczne i ocena charakterystyki energetycznej	41
aprobata „Avis technique”	42
aprobata „ATG-E”	44
ocena energetyczna „klasa efektywności A2”	46
promowanie oszczędności energii w Europie i w Polsce	49
certyfikaty sprawności energetycznej – białe certyfikaty	50
programy oszczędności energii w Polsce	52
ASIEPI ocena wpływu dyrektywy w sprawie charakterystyki energetycznej budynków	54



Wentylacja higrosterowana a oszczędność energii

Wentylacja higrosterowana aereco, opracowana w czasach kryzysu energetycznego, została uznana jako jedno z narzędzi w walce z problemami kondensacji pary wodnej wynikającymi ze wzrostu szczelności budynków oraz uznana jako skuteczna metoda zorganizowania zmiennego, energooszczędnego przepływu powietrza przez mieszkanie.

Wentylacja higrosterowana aereco zapewnia jednocześnie odpowiednią jakość powietrza wewnętrznego dostosowując wentylację do zmiennych potrzeb w ciągu dnia, roku oraz całego cyklu użytkowania budynku.

Wentylacja higrosterowana a oszczędność energii

Niniejszy dokument omawia działanie i skuteczność zastosowania wentylacji higrosterowanej w kontekście ograniczania zużycia energii w budynkach. Odpowiadamy na pytania: Do czego potrzebny jest zmienny przepływ powietrza? Dlaczego to wilgotność wybrano na parametr sterujący? Jak działa wentylacja higrosterowana? Jak przetestować sprawność tak złożonych produktów i jaki wyznaczyć standard dla branży? Jak ocenić związane z tą techniką zyski energetyczne?

Wymóg drastycznego ograniczenia zużycia energii w budynkach

Protokół z Kioto oraz wymagane drastyczne, bo aż 4-krotne ograniczenie poziomu emisji gazów cieplarnianych do roku 2050, to dwa najważniejsze zobowiązania, jakie podjęto by chronić Ziemię przed skrajnymi formami globalnego ocieplenia i skutkami emisji spalin paliw kopalnych w skali średnioterminowej. Chociaż wdrażane od czasu kryzysu naftowego środki administracyjne i działania motywacyjne znacznie zmniejszyły średnie zużycie energii w przeliczeniu na metr kwadratowy nowych mieszkań, to konieczne jest dalsze działanie w celu spełnienia najnowszych wymagań.

Na wymianę powietrza wewnętrzne może przypadać 50% zużycia energii w mieszkaniu. Jest to jeden z głównych parametrów, który należy uwzględnić podczas ograniczania potrzeb energetycznych budynku. W związku z tym, projektowanie instalacji wentylacyjnej jest nieustannym

kompromisem pomiędzy jakością powietrza wewnętrznego a sprawnością energetyczną. Zmienny przepływ powietrza dostosowany do bieżących potrzeb byłby idealnym rozwiązaniem tych pozornie sprzecznych wymagań. Mógłby on być dostosowywany do różnych wymagań miejscowych (krajowych). W nowych budynkach, które wyposażane są w coraz lepszą izolację termiczną, wzrasta znaczenie wentylacji w kontekście zużycia energii w budynku, przez co kontrola przepływu powietrza staje się elementem bezwzględnie wymagany. Z drugiej strony, remonty wymagają stosowania systemów łatwych w montażu i późniejszej konserwacji.

Współczesne systemy wentylacyjne muszą posiadać umiejętność dostosowywania się do okresów, w trakcie których mieszkanie jest nieużytkowane, i być w stanie natychmiast realizować wymagania, gdy w mieszkaniu pojawią się domownicy. Jest to tym bardziej istotne ze względu na ewoluujący styl życia, który znacznie zmienił sposób wykorzystania mieszkań. Obecnie więcej ludzi pracuje poza miejscem zamieszkania i coraz więcej osób mieszka samotnie. Wszystko to jest przyczyną ograniczenia średniego dziennego i godzinowego wskaźnika wykorzystania powierzchni mieszkalnych. Zmienne przepływy powietrza zaspokajające te potrzeby zdają się być jedynym właściwym sposobem, który pozwoli na pogodzenie wysokiej jakości powietrza wewnętrznego z wysoką sprawnością energetyczną.

Przepływ powietrza sterowany w zależności od potrzeb

Nowoczesne rozwiązania wentylacyjne oferują dwie różne technologie oszczędzania energii w budynkach mieszkalnych: odzysk ciepła z powietrza usuwanego oraz zmienny przepływ powietrza sterowany w zależności od potrzeb.

Pierwsza z nich oferuje stały i często sztywno ustalony przepływ powietrza, który czasem można chwilowo zwiększyć gdy powietrze będzie bardziej zanieczyszczone. Systemy tego typu mają podwójne przewody wentylacyjne, jeden dla powietrza usuwanego z pomieszczenia i drugi dla powietrza nawiewanego. Wymiennik ciepła pozwala odzyskać część ciepła z powietrza usuwanego z pomieszczeń i przekazać je do powietrza nawiewanego. Zapewnienie przepływu powietrza usuwanego i nawiewanego wymusza instalację dwóch wentylatorów, których praca przeciwdziała spadkom ciśnienia w instalacji, filtrach i nagrzewnicach powietrza zewnętrznego.

Instalacje wentylacji mechanicznej wiewnej, sterowane w zależności od potrzeb, zapewniają bardzo małą średnią wymianę powietrza, gdy zapotrzebowanie w pomieszczeniach utrzymuje się na poziomie minimalnym, ale mogą istotnie zwiększyć przepływ powietrza do bardzo dużego poziomu, gdy okaże się to konieczne. Uzasadnieniem tego jest chęć utrzymywania średniego przepływu po-

wietrza na minimum i odpowiedniego ograniczania strat ciepła, przy czym wysokie wartości wymiany powietrza osiągane są przez bardzo krótki okres, tylko wtedy gdy jest to konieczne. Szczytowe poziomy wydajności wentylacji mają ogólnie niewielki wpływ na wielkość średniej wymiany powietrza, ponieważ są one odpowiedzią na bardzo krótkotrwałe i niezbyt częste skokowe wzrosty zapotrzebowania.

Czemu służą zmiennie przepływy powietrza?

W budynkach wielorodzinnych instalacje wentylacyjne opierające swoje działanie na przepływach sterowanych w zależności od potrzeb dają możliwość zoptymalizowania i ograniczenia wymiarów przewodów wentylacyjnych. Ponieważ potrzeby te są rozłożone w czasie i w przestrzeni, średnio-statystyczny przepływ powietrza jest niższy od sumy wszystkich stałych równoważnych¹ przepływów powietrza, co umożliwi zmniejszenie wymiarów przewodów. Ta zaleta systemów ze zmiennym przepływem jest szczególnie istotna w przypadku remontów instalacji wentylacyjnej w budynku wielorodzinnym, podczas których zamiana kratki wywiewnych o stałej wydajności na kratki sterowane w zależności od potrzeb nie będzie wymagała przebudowy, ani rozbudowy przewodów wentylacyjnych.

Dzięki znacznie niższej wymianie powietrza, wentylacja sterowana w zależności od potrzeb zapewnia większe oszczędności energii, jak również wydłuża okres eksploatacji filtrów, przewodów, wentylatorów i wyrzutni powietrza, tym samym zmniejszając wymagania dla konserwacji takich instalacji.

Wilgotność: ważny wskaźnik jakości powietrza wewnętrznego?

Wentylacja sterowana w zależności od potrzeb musi opierać się na jakimś parametrze, który będzie charakteryzował zanieczyszczenie powietrza wewnętrznego. Parametr ten powinien być łatwy do wykrycia i pomiaru oraz powinien mieć na tyle zmienną charakterystykę, aby na bieżąco dostosowywać się do zmian jakości powietrza.

Istnieją trzy rodzaje źródeł zanieczyszczenia powietrza wewnętrznego:

- zanieczyszczenia emitowane przez przepływ powietrza i materiały meblowe
- zanieczyszczenia emitowane w wyniku działalności ludzkiej
- zanieczyszczenia pochodzące z procesów metabolicznych mieszkańców

Zanieczyszczeniami emitowanymi przez materiały są głównie lotne związki organiczne (VOC – volatile organic compounds), wśród których największe zagrożenie dla zdrowia mieszkańców stanowią aldehydy i węglowodory. Ten rodzaj zanieczyszczeń wymaga zapewnienia stałej, niskiej wymiany powietrza, nawet wówczas, gdy mieszkanie jest nieużytkowane.

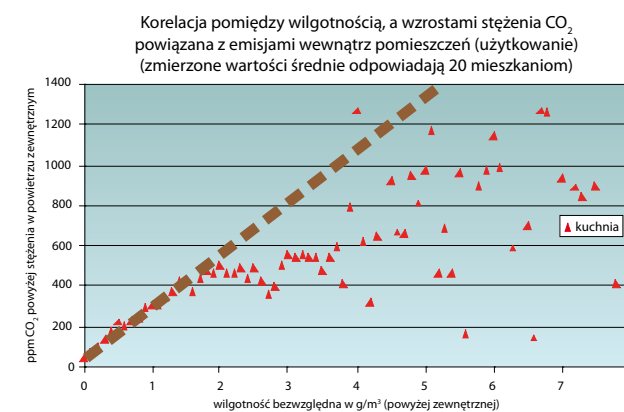
Aktywność ludzka obejmuje min. gotowanie, kąpiel, pranie i suszenie odzieży. Wszystkie one są istotnymi źródłami wilgoci, jak również różnorodnych zapachów. Mimo, że nie stanowią one bezpośrednio zagrożenia dla mieszkańców, to jednak stanowią zagrożenie dla konstrukcji budynku (kondensacja) i mogą być czasem źródłem nieprzyjemnych zapachów. W przypadku wartości emisji na poziomie 350 g pary wodnej, podczas 10-minutowej kąpieli pod prysznicem, możliwość gwałtownego zwiększenia wydajności instalacji wentylacyjnej będzie miała istotny wpływ na ograniczenie poziomu wilgotności (czas i tempo jej usuwania).

Ostatnim źródłem są zanieczyszczenia generowane przez procesy metaboliczne mieszkańców (oddychanie i pocenie się). Podczas tych pro-

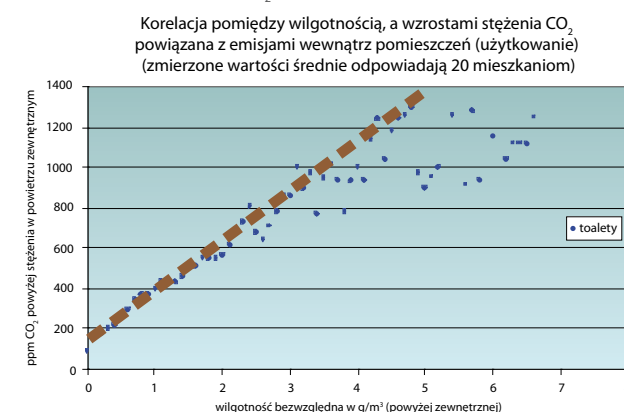
cesów do powietrza emitowane są para wodna oraz dwutlenek węgla, co wymaga dostosowania intensywności wentylacji do liczby osób przebywających w pomieszczeniu oraz do ich aktywności. Jedna średnio aktywna osoba emituje w ciągu godziny 50 g pary wodnej i 19 litrów CO₂. Są to znaczne ilości zanieczyszczeń, o dużym procentowym udziale w grupie wszystkich źródeł zanieczyszczeń, które należy odpowiednio uwzględnić.

Spośród wymienionych powyżej typów zanieczyszczeń, jeden czynnik wydaje się mieć duży wpływ na ilość zanieczyszczeń generowanych przez mieszkańców. Jest nim **wilgotność**.

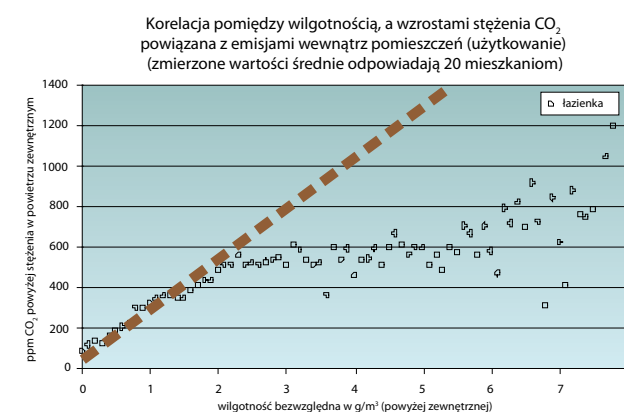
Przedstawione trzy wykresy (rysunki od 1 do 3) przedstawiają wyniki monitoringu, który obejmował 60 mieszkań



Rysunek 1 – Korelacja pomiędzy wilgotnością bezwzględną a stężeniem CO₂ w kuchniach



Rysunek 2 – Korelacja pomiędzy wilgotnością bezwzględną a CO₂ w toaletach



Rysunek 3 – Korelacja pomiędzy wilgotnością bezwzględną a CO₂ w łazienkach

¹ Pod względem jakości powietrza wewnętrznego.

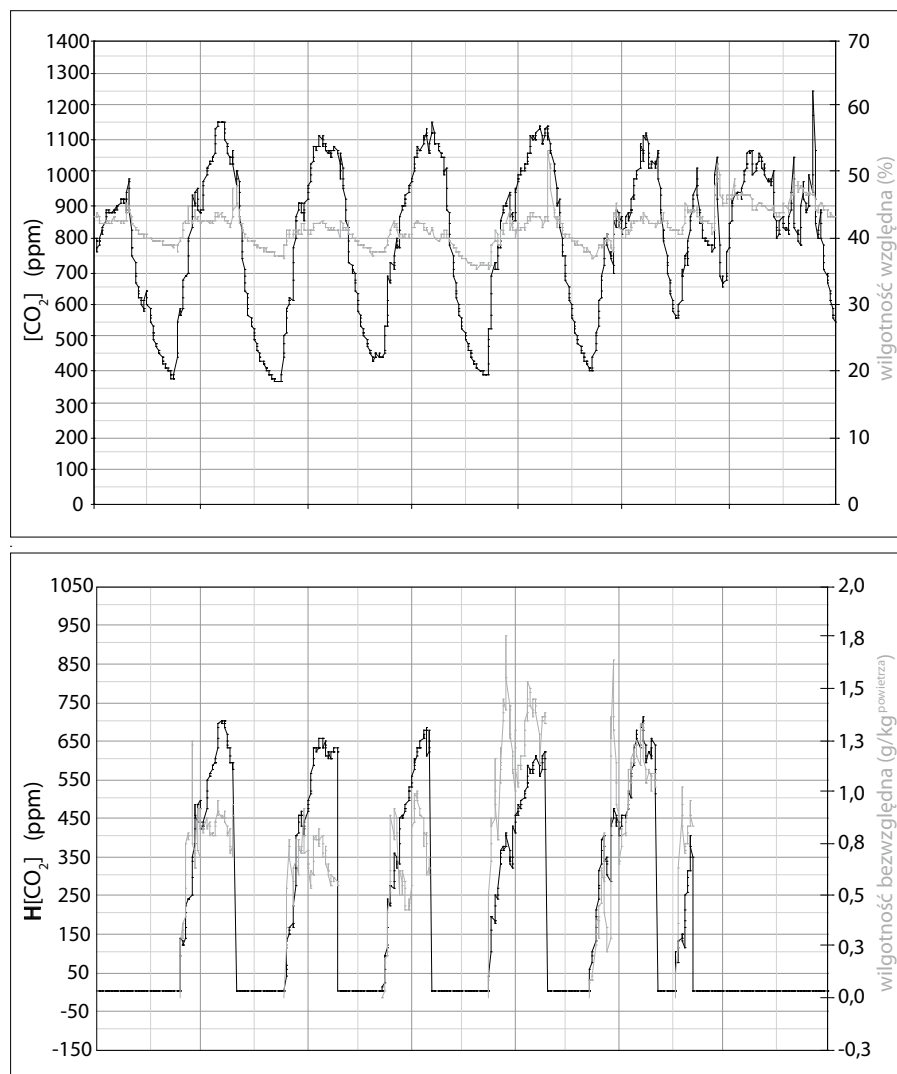
wyposażonych w instalację wentylacji grawitacyjnej higrosterowanej w trzech krajach: we Francji, w Belgii oraz w Holandii. Badania te prowadzone były przez CSTB, TNO, BBRI i Aereco („Wentylacja grawitacyjna higrosterowana w istniejących budynkach mieszkalnych” – Projekt demonstracyjny EE/166/87 – grudzień 1993).

Wykresy te dowodzą korelacji pomiędzy wilgotnością bezwzględną a stężeniem dwutlenku węgla w różnych pomieszczeniach pomocniczych. CO₂ jest zwykle uznawany za ważny wskaźnik zanieczyszczenia powietrza wewnętrznego związanego z procesami metabolicznymi. Każdy punkt przedstawia zarejestrowaną jednocześnie wilgotność bezwzględną i stężenie CO₂. Widać tutaj bezpośrednią korelację pomiędzy stężeniem CO₂ i H₂O w WC², natomiast w kuchniach i w łazienkach widzimy, że po najwyższych wzrostach stężenia CO₂ następowały zawsze jeszcze wyższe wzrosty stężenia H₂O. Oznacza to, że usuwanie wilgoci (H₂O) będzie równie dobrym sposobem na jednoczesne usunięcie CO₂.

Co więcej, instalacje wentylacji higrosterowanej chronią konstrukcję budynku poprzez zapewnienie właściwej wymiany powietrza, utrzymując rozsądne ilości pary wodnej wewnątrz pomieszczeń, co nie miałyby miejsca w przypadku instalacji wentylacyjnych sterowanych stężeniem CO₂. Oficjalny raport z tego eksperymentu stwierdza, że „wilgotność w pomieszczeniach jest istotnym parametrem (...) dla automatycznej zmiany tempa wymiany powietrza w odpowiedzi na zanieczyszczenia wytwarzane przez aktywność ludzką i metabolizm”.

Kwestię pomieszczeń mieszkalnych (takich, jak pokoje dzienne i sypialnie) uwzględniono w innym eksperymencie, który przeprowadzono w Paryżu³ w 2008 roku, w mieszkaniach wyposażonych w instalację wentylacji mechanicznej wywiewnej higrosterowanej centralnej dla całego mieszkania.

Rysunek 4.1 przedstawia jednocześnie pomiary wilgotności względnej wewnątrz mieszkania oraz stężenie dwu-



Rysunek 4 – Zmiany stężeń CO₂ i H₂O w pokoju jednoosobowym. 4.1: pomiary ciągłe stężenia CO₂ i wilgotności względnej. 4.2: pomiar stężenia CO₂ i wilgotność bezwzględnej w okresach, przebywania osoby w pomieszczeniu (noce)

tlenku węgla w okresie jednego tygodnia, w sypialni użytkowanej przez jedną osobę. Okresy przebywania w sypialni pokrywały się z porą nocną. Zaznaczono je na wykresach jasnoszarym kolorem.

Na pierwszy rzut oka górny wykres przedstawia wyższą zmienność stężenia CO₂, niż wilgotności względnej. Jednak, jeśli skoncentrujemy się na okresach, podczas których w pomieszczeniu znajdowała się osoba (obszary oznaczone kolorem jasno-szarym) i obliczymy zmiany wilgotności bezwzględnej⁴ w odniesieniu do poziomu z początku nocy oraz odpowiadające im zmiany stężenia CO₂, uzyskamy **wykres 4.2**. Na tym wykresie korelacja pomiędzy stęże-

niem CO₂ a stężeniem H₂O wzrasta i jest wyraźnie widoczna.

Obliczenia wykazują, że około 50% pary wodnej zostało wchłonięte przez materiały w otoczeniu, jednak niezależnie od tego zauważono korelację ze wzrostem stężenia CO₂.

Należy podkreślić, że napływ powietrza nie może opierać się wyłącznie na pomiarach wilgotności względnej wewnątrz pomieszczenia. W przypadku niskich temperatur zewnętrznych, wilgotność bezwzględna powietrza zewnętrznego będzie bardzo niska i w związku z tym wilgotność względna wewnątrz pomieszczenia spadnie. Wzrost wilgotności wewnątrz pomieszczenia może nie wystarczyć do otwarcia nawiewnika. Dlatego temperatura czujnika wilgotności zintegrowanego z nawiewnikiem powinna być

dostosowana do temperatury zewnętrznej. Kontroluje się to poprzez określenie tzw. współczynnika temperatury.

Wentylacja higrosterowana i lotne związki organiczne

Oprócz zanieczyszczeń emitowanych w wyniku aktywności ludzkiej i procesów metabolicznych, bezpośredni wpływ na jakość powietrza wewnętrznego mają również lotne związki organiczne. Kontrolowanie ich poziomu za pomocą samej tylko wentylacji jest bardzo skomplikowane, z uwagi na ich występowanie, charakter, skład, zależność stężenia od czasu (wyższe, gdy emitujący materiał jest nowy), jak również z uwagi na zależność stężenia od temperatury i wilgotności w pomieszczeniu. Najlepszym i najbardziej ekonomicznym sposobem utrzymywania stężeń lotnych związków organicznych na rozsądnych poziomach jest z pewnością ograniczenie liczby ich źródeł poprzez ostrożny wybór materiałów stosowanych w mieszkaniu. Wstępne wybranie materiałów o niskich poziomach emisji jest bardziej ekonomiczne niż intensywne wentylowanie pomieszczeń przez kilka lat po budowie. Instalacje wentylacji higrosterowanej przyczyniają się do ograniczania stężeń lotnych związków organicznych: utrzymują one

minimalną krotność wymiany powietrza nawet wtedy, gdy mieszkanie jest nieużytkowane, i odpowiednio uwzględniają warunki dużej wilgotności i wysokich temperatur, które jak dowiedziono w wielu badaniach sprzyjają emisjom lotnych związków organicznych.

Zasady i zastosowanie wentylacji higrosterowanej

Zasada:

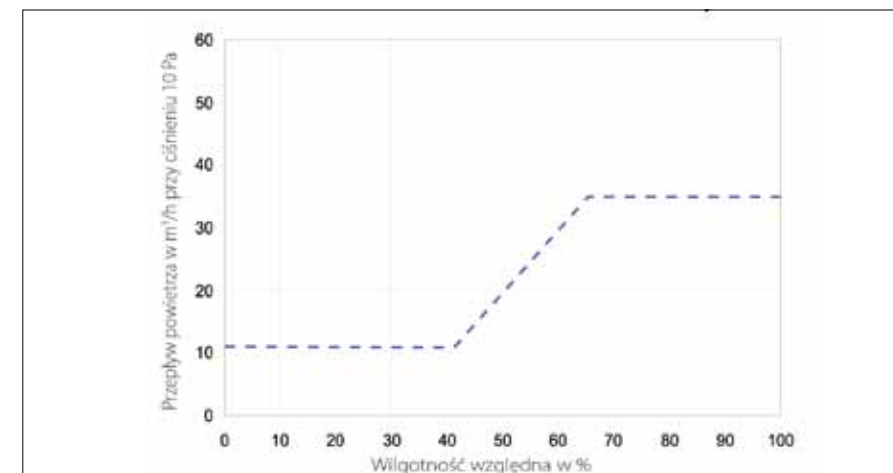
Higrosterowane nawiewniki powietrza dostosowują przepływ powietrza zależnie od wilgotności względnej wewnątrz pomieszczeń.

Rynek nawiewników wyewoluował w kierunku produktów wykorzystujących tylko elementy nylonowe, z uwagi na ich dokładność i niezawodność, przewyższające te oferowane przez inne czujniki.

Czujnik wykonany jest z kilku pasków nylonowych (rysunek 5). Wykorzystano właściwości higroskopijne tego materiału na dwa sposoby. Po pierwsze, naturalna zmiana długości paska wykorzystywana jest do określenia wilgotności względnej. Po drugie, wykorzystano właściwość skracania paska nylonowego przez suche powietrze. Gdy wilgotność powietrza zwiększy się, wykorzystuje się dodatkowo siłę sprężyny. Moduł higrosko-



Rysunek 5 – Nylonowy czujnik higroskopijny w nawiewniku powietrza.



Rysunek 6 – Przepływ powietrza w funkcji wilgotności względnej powietrza wewnętrznego w nawiewniku higrosterowanym

pijny zawierający zestaw pasków nylonowych można więc traktować jako naturalny mechanizm wykonawczy z wbudowanym czujnikiem wilgotności.

Czujnik jest mechanicznie sprzężony z przepustnicą, która ogranicza powierzchnię przekroju otworu wlotowego powietrza, co z kolei wpływa na ilość przepływającego powietrza dla danej różnicy ciśnień. Aby uniknąć gromadzenia się zanieczyszczeń, czujnik umieszczony jest z dala od strumienia przepływającego powietrza. Wilgotność względna wewnątrz pomieszczenia odczytywana jest dzięki mikro-konwekcji i osmotycznemu równoważeniu się ciśnień.

Technologia higrosterowania nie wymaga dopływu energii elektrycznej, prowadzenia przewodów ani zasilania z akumulatorów. Oferuje ona niezawodność dzięki oparciu zasady działania na naturalnych procesach fizycznych. Badania przeprowadzone na próbkach zainstalowanych nawiewników, po 10-letnim okresie eksploatacji dowiodły, że nie doszło do żadnych zmian ich charakterystyki przepływowej w zależności od wilgotności względnej. Prostota tego mechanizmu zapobiega niedokładnościom odczytu wilgotności i awariom.

Co więcej, technologia pasków nylonowych zapewnia płynny i precyzyjny pomiar wilgotności względnej w pomieszczeniach (rysunek 6), podczas gdy inne technologie, takie jak higrostaty lub elektroniczne czujniki wilgotności, działają tylko w trybie dwustopniowym lub przerywanym.

Produkty:

Technologię wentylacji higrosterowanej można zastosować w instalacjach wentylacji grawitacyjnej mechanicznej wywiewnej lub hybrydowej poprzez połączenie elementów: nawiewników, kratki wywiewnych i wyciągowych (rysunek 7) oraz wentylatorów.

Praca nawiewników i kratki higrosterowanych

Zgodnie z Rysunkiem 8, przepływ powietrza usuwanego przez kratki wyciągowe (2) z pomieszczeń pomocniczych (kuchni, łazienek i WC) określa ilość wymienianego powietrza w całym mieszkaniu. Kratki wyciągowe dostosowują przepływ reagując na poziom wilgotności wykryty w każdym pomieszczeniu. Dodatkowo, funkcja czasowego zwiększenia przepły-

² Przypadek wentylacji WC, w których głównymi zanieczyszczeniami są zapachy, można rozwiązać dodając sterowanie punktów wyciągowych przez czujniki obecności.

³ Projekt ADEME PREBAT „Performance”.

⁴ Uwzględniając wilgotność bezwzględną, zamiast względnej, można wyeliminować wpływ zmian temperatury na wyniki pomiarów.



Rysunek 7 – Kratki wyciągowe higrosterowane

wu, uruchamiana ręcznie lub automatycznie czujnikiem ruchu, może stanowić uzupełnienie instalacji z przepływem powietrza zależnym od wilgotności. Kratki wyciągowe rozdzielają dostępne podciśnienie wytwarzane przez wentylator (3) na poszczególne pomieszczenia pomocnicze. Z kolei higrosterowane nawiewniki (1) doprowadzają świeże powietrze do pomieszczeń mieszkalnych (pokój dzienny, sypialnie) zależnie od panującej w nich wilgotności względnej.

Taka konfiguracja stanowi przykład typowego, systemu wentylacji mechanicznej wywiewnej, w którym świeże powietrze wpływa do mniej zanieczyszczonych pomieszczeń (pomieszczenia mieszkalne) i jest usuwane z bardziej zanieczyszczonych pomieszczeń pomoc-

niczych. W wyniku tego, zanieczyszczenia generowane w pomieszczeniach pomocniczych nie rozchodzą się po mieszkaniu. Oprócz tego, to samo powietrze wykorzystywane jest do wentylacji pomieszczeń mieszkalnych, a następnie pomocniczych, co ogranicza ilość energii potrzebnej na ogrzanie

pobieranego z zewnątrz powietrza.

Przepływ związany z zapotrzebowaniem wewnątrz mieszkania i pomiędzy mieszkaniami

Instalacja wentylacji higrosterowanej zapewnia skuteczny rozdział powietrza wewnątrz mieszkania. Powietrze przepływa w zależności od potrzeb, przez higrosterowane nawiewniki i kratki wyciągowe. Pozwala to ograniczyć straty ciepłe związane z wentylacją pomieszczeń nieużytkowanych, a w pomieszczeniach użytkowanych zapewnia wymianę powietrza odpowiednio do potrzeb. W ciągu dnia (rysunek 9) nawiewniki w salonie (użytkowanym) dostarczają więcej powietrza niż nawiewniki w sypialniach (nieużytkowane). Nocą (rysunek 10) in-

stalacja zachowuje się odwrotnie.

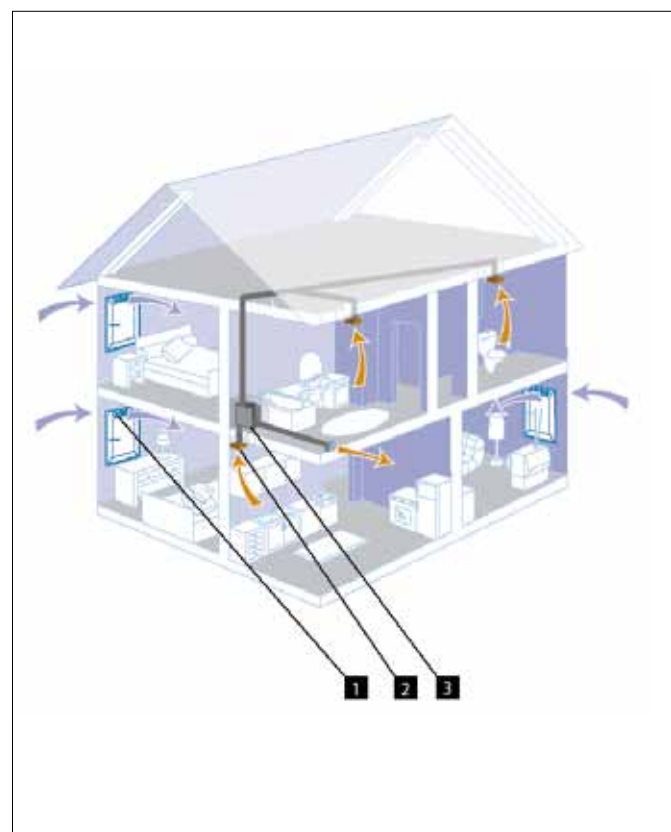
System wentylacji higrosterowanej dopasowuje ilość przepływającego powietrza w zależności od potrzeb we wszystkich pomieszczeniach w mieszkaniu. Gdy zapotrzebowanie na powietrze zwiększa się na przykład w kuchni, kratka wyciągowa zwiększa otwarcie, tym samym zwiększając wymianę powietrza w całym mieszkaniu⁵. Część ciśnienia dyspozycyjnego zostanie niejako przekazane z kratki wyciągowej⁶ do wnętrza mieszkania, zwiększając tym samym przepływ powietrza doprowadzanego przez nawiewniki, aż ilość powietrza wywiewanego i nawiewanego⁷ zostanie zrównoważona.

Z drugiej strony, jeśli zapotrzebowanie (wilgotność) wzrośnie w którymś z pomieszczeń mieszkalnych, nawiewnik zacznie się otwierać od pozycji o minimalnym otwarciu, np. 5 cm² wymaganym do wywiewa-

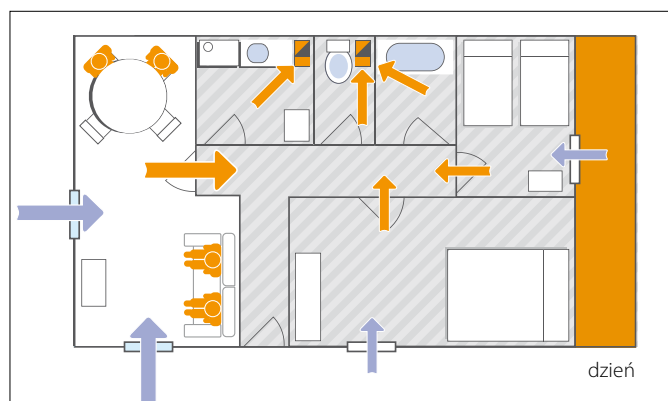
⁵ Należy pamiętać, że wentylatory w instalacjach wentylacji higrosterowanej pracują ze stałym podciśnieniem.

⁶ Gdy kratka wyciągowa zamontowana w kuchni jest całkowicie otwarta, spadek ciśnienia na niej maleje, a ciśnienie przenoszone jest do pozostałej części mieszkania, zwiększając napływ powietrza przez nawiewniki oraz infiltrację.

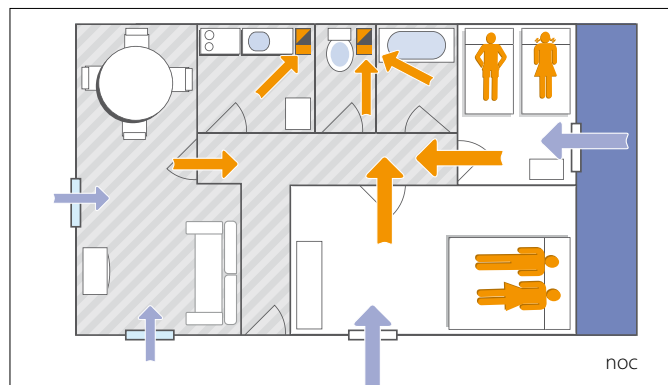
⁷ Przepływ powietrza przez nawiewniki oraz infiltracja.



Rysunek 8 – Przepływy powietrza i elementy instalacji wentylacji mechanicznej wywiewnej higrosterowanej w domu jednorodzinym



Rysunek 9 – Typowy, dzienny rozkład strumieni powietrza w mieszkaniu



Rysunek 10 – Typowy, nocny rozkład strumieni powietrza w mieszkaniu.

nia lotnych związków organicznych do większej aktualnie wymaganej. Podobnie jak w opisywanym wyżej przypadku otwartej kratki w kuchni, nastąpi częściowe przekazanie ciśnienia z nawiewników w stronę kratki wyciągowej. To, w połączeniu z wilgotnym powietrzem napływającym z pomieszczeń mieszkalnych, zwiększy łączną wymianę powietrza w mieszkaniu. Dystrybucja przepływów powietrza pomiędzy kuchnią, łazienką i WC zależą będzie od stopnia zanieczyszczenia powietrza w tych pomieszczeniach. **Tak więc system jest w stanie obsługiwać całe mieszkanie w sposób konsekwentny, począwszy od dostaw świeżego powietrza, po wyciąg powietrza zużytego.**

Poszczególne pomieszczenia w mieszkaniu różnią się zapotrzebowaniami, z czym radzi sobie system wentylacji higrosterowanej. Podobnie różne mieszkania w budynku wielorodzinnym mają różne, zmienne w czasie zapotrzebowanie na powietrze. W takich budynkach (Rysunek 11) wilgotność wzrastająca w mieszkaniach o największej liczbie mieszkańców powoduje otwieranie nawiewników i kratki wyciągowej, zwiększając tym samym intensywność wymiany powietrza. W mieszkaniach o mniejszej aktywności, mniejsze otwarcie elementów wentylacyjnych przyczynia się do zwiększenia oszczędności energetycznych.

Instalacje wentylacji mechanicznej w budynkach wielorodzinnych nie zawsze są w stanie wyeliminować występowanie wyższych ciśnień na kratkach w pobliżu wentylatora. Zjawisko to występuje niezależnie od staranności, z jaką zaprojektowa-

no i wykonano daną instalację. W układach wentylacji grawitacyjnej, z uwagi na różną długość kanałów wentylacyjnych, z reguły wyższe podciśnienia powstają w mieszkaniach na najniższych kondygnacjach, podczas gdy mieszkania na ostatnich piętrach mają problemy z odpowiednią ilością przepływającego powietrza, spowodowane niedostatecznym podciśnieniem. Wentylacja higrosterowana pomaga ograniczyć te różnice ciśnień pomiędzy kondygnacjami. Gdy ciśnienie będzie wyższe, wilgoć będzie usuwana szybciej i otwarcie kratki wywiewnych zmniejszy się. Dzięki temu w innych mieszkaniach podciśnienie będzie większe niżby to wynikało z ich położenia w budynku

Problem ze zbyt dużym ciśnieniem napierającym na fasadę, powodującym nadmierne doprowadzenie powietrza do pomieszczeń, został zniwelowany poprzez połączenie dwóch automatycznych metod sterowania przepływem powietrza. Nawiewniki higrosterowane wyposażone są w okapy posiadające regulator ciśnieniowy – technologia hygrodynamic. Wzrost różnicy ciśnienia powyżej 10 Pa powoduje zadziałanie regulatora i ograniczenie niekontrolowanego napływu powietrza. Takie rozwiązanie zapewnia dodatkowe oszczędności energetyczne.

Korzyści oferowane przez wentylację higrosterowaną

Większa kontrola strat ciepła
Zależnie od układu mieszkania i jego szczelności na przenikanie powietrza, typu zastosowanej wentylacji (grawitacyjnej, mechanicznej wywiewnej oraz hy-

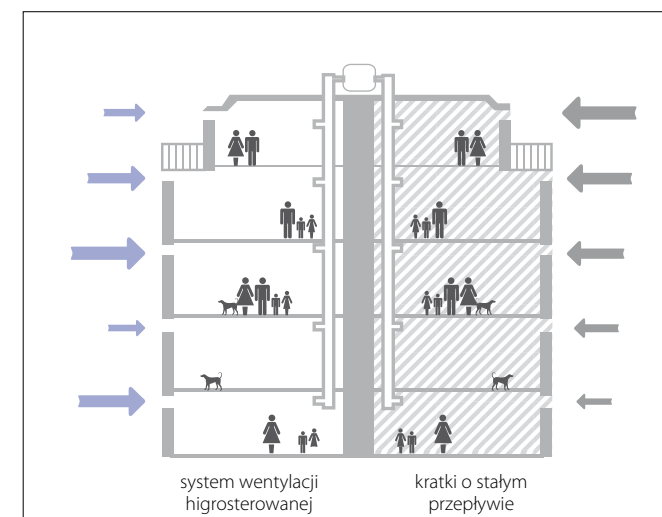
brydowej) i danych odniesienia, wentylacja higrosterowana pozwala zaoszczędzić do około 60% energii związanej ze stratami ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego.

Aprobata Techniczna (Avis Technique), wydana we Francji dla instalacji wentylacji mechanicznej higrosterowanej, określa zysk energetyczny w porównaniu do instalacji wentylacji ciśnieniowej ze stałymi ilościami usuwanego powietrza. W zależności od wielkości mieszkania i układu architektonicznego (liczba pomieszczeń mieszkalnych i pomocniczych), zysk ten waha się w granicach od 27% do 57%. Wyniki te uzyskano za pomocą oprogramowania o nazwie SIREN, które zostało opracowane przez CSTB.

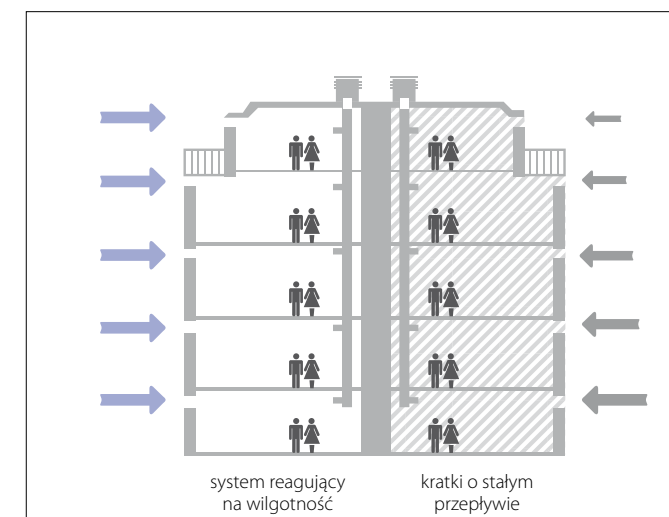
Zastosowanie instalacji wentylacji higrosterowanej wiąże się niskimi kosztami inwestycyjnymi w porównaniu do podobnych technologii nie posiadających elementów zmieniających przepływy powietrza (instalacje o stałym wydatku lub z samoczynną regulacją). Zwrot inwestycji osiągnany jest już po kilku latach użytkowania⁸.

Wymienione tutaj zyski energetyczne spowodowane są ograniczeniem średnich strumieni przepływającego powietrza w porównaniu do instalacji o elementach bez regulacji wydajności lub samoczynnie regulujących się określonych w przepisach.

⁸ Zwrot z inwestycji zależy nie tylko od ceny instalacji, ale też od parametrów budynku: rodzaju przegród (izolacja, szczelność, itd.), użytkowania (zachowanie mieszkańców), układu pomieszczeń, jak również od czynników pogodowych.



Rysunek 11 – Dystrybucja przepływów powietrza pomiędzy mieszkańcami w funkcji liczby mieszkańców, dla mechanicznej wentylacji wywiewnej



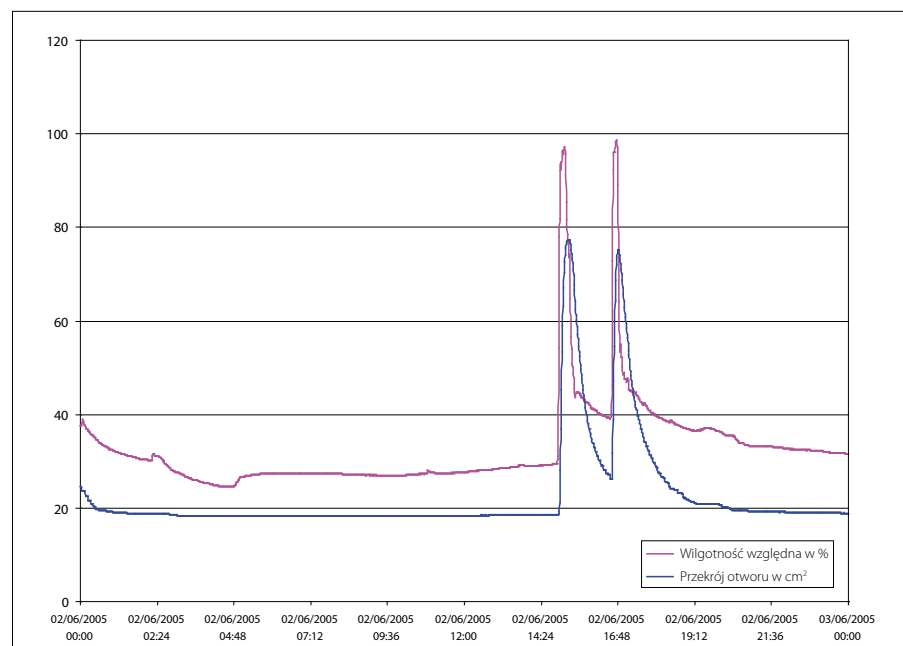
Rysunek 12 – Wentylacja higrosterowana równoważy przepływy powietrza pomiędzy piętrami w instalacji wentylacji grawitacyjnej

Jak wspomniano już wcześniej, zmniejszony, średni przepływ powietrza nie ma wpływu na jakość powietrza wewnętrznego, dopóki system jest w stanie zapewnić wysoką, chwilową wymianę powietrza w odpowiedzi na ograniczone w czasie zapotrzebowanie. Jakość powietrza uzyskiwana dla tak statystycznie ograniczonych przepływów powietrza jest nawet lepsza niż w instalacjach z elementami bez regulacji, ponieważ szczytowe przepływy mogą być w tym przypadku znacznie wyższe. Nie ma to jednak znaczącego wpływu na wymagania dotyczące ogrzewania powietrza wentylacyjnego, ponieważ zdarza się to rzadko i w bardzo ograniczonych ramach czasowych. Poza tym szczytowe przepływy powietrza zachodzą bardzo rzadko jednocześnie w kilku pomieszczeniach lub mieszkaniach.

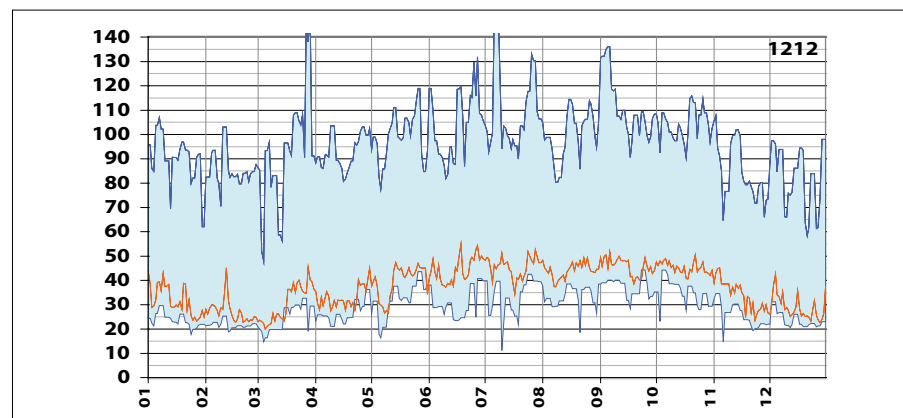
Lepsza wymiana powietrza i lepsza ochrona konstrukcji budynku
Skuteczność wentylacji higrosterowanej oceniono zarówno za pomocą symulacji komputerowych (Aprobata Techniczna CSTB) oraz podczas przeprowadzanych monitoringu.

W projekcie „HR-VENT”⁹ badaniem objęto wartości ciśnień, przepływów powietrza, temperatury i wilgotności w 55 mieszkaniach wyposażonych w system higrosterowanej wentylacji hybrydowej. Badania prowadzono przez okres 2 lat. Obserwa-

⁹ CSTB (2006). „HR-VENT – Nangis Project: Measurement of the performances of a humidity controlled ventilation system with low pressure mechanical assistance, in refurbishment of collective housing.” Raport końcowy n. DDD-DE-VAI 06-054R.



Rysunek 13 – Otwarcie kratki wywiewnej higrosterowanej (linia niebieska, w cm²) i poziom wilgotności względnej w pomieszczeniu (liliiwy, w%) dla jednego dnia, w łazience.



Rysunek 14 – Minimalne, średnie i maksymalne dzienne przepływy powietrza w łazience w okresie roku. Linia niebieska: minimalny i maksymalny przepływ powietrza. Czerwony: średni przepływ powietrza.

cje te zaowocowały cennymi informacjami na temat skuteczności instalacji wentylacji grawitacyjnej i hybrydowej.

Projekt „HR-VENT” potwierdził zdolność instalacji higrosterowanej do dostosowywania przepływów powietrza do poziomu wilgotności z chwilowym występowaniem przepływów szczytowych (rysunek 13).

Rysunek 14 przedstawia wykres dziennych minimów, maksimów i średnich przepływów powietrza w łazience w okresie jednego roku (jeden punkt na każdy dzień). Wykres ten potwierdza możliwość dostosowywania przez kratkę wywiewną przepływu powietrza o średniej dziennej amplitudzie 80 m³/h i bardzo wysokich szczytowych przepływach powietrza.

Średni przepływ powietrza jest bardzo zbliżony do minimalnego, co potwierdza niewielki wpływ na zużycie energii i podkreśla znaczenie wyników przedstawionych w poprzednim punkcie.

Zabezpieczenie ścian przed kondensacją pary wodnej

Projekt HR-VENT wykazał również, że w mieszkaniach wyposażonych w instalację wentylacji higrosterowanej nie występuje zjawisko wykrapłania się wody na zimnych powierzchniach ścian zewnętrznych budynku.

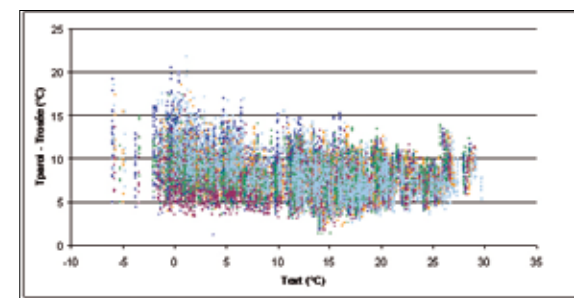
Obliczenia uwzględniające temperaturę i wilgotność, zarejestrowane wewnątrz mieszkania wykazały, że na powierzchniach wewnętrznych ścian zewnętrznych budynku nie dochodziło do wykrapłania się wody przez cały rok we wszystkich mieszkaniach (Rysunek 15).

Kryteria jakościowe dla wentylacji higrosterowanej

Należy podkreślić, że aby zapewnić dobrą kontrolę wilgotności względnej w pomieszczeniu i przepływów powietrza nie wystarczy jedynie zapewnienie sterowania otwarciem proporcjonalnie do wilgotności.

Normy europejskie EN 13141-9 i EN 13141-10 określają, co charakteryzuje nawiewniki i kratki higrosterowane, aby zagwarantować prawidłową charakterystykę pracy instalacji.

Współczynnik temperatury C nawiewników określa temperaturę czujnika wilgotności w funkcji temperatury we-



Rysunek 15 – Różnice pomiędzy temperaturą ściany a temperaturą punktu rosy dla wszystkich mieszkań w okresie roku. Wykres ten pokazuje, że przez cały czas temperatura ścian była wyższa niż temperatura punktu rosy powietrza wewnętrznego. Tak więc sprawne usuwanie wilgoci przez instalację wentylacyjną zapobiegło wykrapłaniu się pary wodnej.

wewnętrznej i zewnętrznej. Współczynnik ten jest kluczowym parametrem, od którego zależy dobre funkcjonowanie nawiewnika, ponieważ odczyt wilgotności względnej przez czujnik zależy od jego własnej temperatury.

$$C = (T_{in} - T_{sens}) / (T_{in} - T_{out})$$

gdzie:

T_{in} to temperatura wewnętrzna
 T_{out} to temperatura zewnętrzna
 T_{sens} to temperatura na czujniku

Równie istotne jest zapewnienie niskiej histerezy, czyli podobnego zachowania się podczas otwierania i zamykania przepustnicy w nawiewniku.

Czas odpowiedzi (czyli czas reakcji na nagły wzrost wilgotności) musi być na tyle niski, aby uniknąć rozprzestrzeniania się i osadzania zanieczyszczeń. Eksperyment HR-VENT dowiódł, że kratki wywiewne higrosterowane mogą zareagować w czasie krótszym niż 2 minuty.

Niezawodność jest ważnym kryterium. Monitoring oraz badania przeprowadzone na produktach eksploatowanych od kilku lat wykazały, że produkty zachowują swoje właściwości higrodynamiczne przez ponad 10 lat.

Co należy podkreślić, instalacje wentylacji mechanicznej higrosterowanej wymagają zastosowania wentylatorów utrzymujących stałe podciśnienie po to, by uzyskać efekt zmiany przepływu w instalacji po zmianie stopnia otwarcia kratki.

Ta lista, mimo iż przedstawiająca jedynie wybrane kryteria, pokazuje z jaką starannością należy produkować i charakteryzować elementy instalacji wentylacji higrosterowanej. Normy europejskie 13141-9 i 13141-10 są pierwszym krokiem do standaryzacji wymogów dotyczących produkcji i stosowania elementów higrosterowanych.

Symulacja pracy

Brak programów narzędziowych do przeprowadzania analiz jest nadal barierą powstrzymującą wprowadzanie dynamicznych instalacji wentylacyjnych w niektórych krajach.

Oprogramowanie SIREN, opracowane przez CSTB (Francja) jako narzędzie do oceny zapotrzebowania energetycznego i jakości powietrza wewnętrznego w instalacjach wentylacji higrosterowanej, oferuje metody obliczeniowe umożliwiające charakteryzowanie zachowań aerodynamicznych budynków oraz wpływu zanieczyszczeń powietrza na mieszkańców. Program pozwala obliczyć straty cieplne oraz wartości skumulowanych stężeń CO₂ w ppm/h. Danymi wejściowymi są: typ i układ architektoniczny mieszkania, scenariusze użytkowania, parametry instalacji wentylacyjnej oraz miejscowe dane klimatyczne. Obecnie oprogramowanie to umożliwia dokonywanie ocen instalacji wentylacji mechanicznej, ale planowane jest opracowanie modułów uzupełniających, które uwzględnią wentylację grawitacyjną i hybrydową w budynkach wielorodzinnych.

Innym programem stosowanym do oceny jest CONTAM, który został opracowany przez Amerykański Instytut Norm i Techniki (US National Institute of Standards and Technologies – NIST), który również oferuje narzędzia analityczne dla dynamicznych instalacji wentylacyjnych. Narodowa Agencja Poszanowania Energii (NAPE) w swoich pracach dotyczących ocen energetycznych systemów wentylacji wykorzystuje program CONTAM do obliczeń strumieni powietrza. Natomiast obliczenia energetyczne wykonywane są zgodnie z PN-EN ISO 13790 przy pomocy zmodyfikowanej metody godzinowej 6R1C, w układzie jednostrefowym (budynek stanowi jedną strefę). Dodatkowo do obliczeń wykorzystywane są typowe godzinowe dane meteorologiczne wg normy PN-EN ISO 15927-4:2007.

Światowy rozwój wentylacji higrosterowanej

Od 1980 roku ponad 2 miliony mieszkań i domów na całym świecie wyposażono w instalację wentylacji higrosterowanej aereco.

Monitoringi oraz badania potwierdziły, że może ona zapewnić lepszą jakość powietrza wewnętrznego, jak również znaczną oszczędność energii w porównaniu do instalacji wyłącznie wyciągowych, o projektowanym stałym przepływie powietrza. Wentylacja higrosterowana oparta jest na dwóch uzupełniających się podejściach: na podejściu statystycznym odnośnie sprawności energetycznej ze znacznie ograniczonymi średniorocznymi przepływami powietrza oraz okresową zwiększoną wymianą powietrza niezbędną dla zachowania wysokiej jakości powietrza wewnętrznego. Sformułowanie charakterystyki takich układów dynamicznych, na które oddziałuje tak dużo parametrów, jest z pewnością trudnym zadaniem, ale zaczynają pojawiać się przeznaczone do tego celu narzędzia, a uregulowania krajowe również stopniowo wdrażają tę technologię.

Wentylacja higrosterowana aereco jest łatwa do zastosowania, zwłaszcza w przypadku remontów budynków wielorodzinnych – sektora, który daje wielkie możliwości ograniczania zużycia energii. Jeśli nie można zastosować systemów odzysku ciepła lub jeśli znaczenie mają koszty instalacji i konserwacji, wentylacja higrosterowana stanowi alternatywę, zbieżną z zasadami racjonalnego gospodarowania energią.

$$\begin{aligned}
 \Gamma(x) &= \text{gamma} + \ln(x) + \int_0^{\infty} (\cosh(t) - 1) / t \\
 \text{Ei}(x) &= \int_0^x \sinh(t) t \, dt \quad \text{Fresnel C}(x) \\
 \text{erfc}(x) &= 2 / \sqrt{\pi} \int_0^x e^{-t^2} \, dt = 2 / \sqrt{\pi} \\
 \text{Li}_2(x) &= \int_1^x \ln(t) / (1-t) \, dt \quad \text{Psi}(x) \\
 \text{Stirling}(x) &= (e^x / n!) (1 - 1/(2n) + \dots)
 \end{aligned}$$

Narzędzia analityczne & Prace symulacyjne

Dostęp do odpowiednich narzędzi oceny jest największym problemem innowacyjnych technologii. Brak odpowiedniego oprogramowania do symulacji działania systemu według powszechnie ustalonych scenariuszy może stanowić prawdziwą barierę dla rozpowszechnienia innowacyjnego rozwiązania.

Z uwagi na dynamikę działania wielu parametrów, system wentylacji higrosterowanej aereco ocenia się dużo trudniej niż rozwiązanie oparte na stałych ilościach przepływającego powietrza.

Obecnie dostępne są różne narzędzia do oceny: SIREN opracowany przez Francuski Instytut Techniki Budowlanej – CSTB1 czy CONTAM stworzony przez Amerykański Narodowy Instytut Normalizacji i Techniki – NIST2.

Użycie dynamicznych narzędzi pozwoliło na wykonanie symulacji działania instalacji w zależności od takich parametrów jak liczba użytkowników, układ architektoniczny mieszkania, parametry pogody. Dzięki temu możliwe stało się porównanie z innymi systemami np. takimi jak wentylacja z odzyskiem ciepła.

Oprogramowanie SIREN

CSTB, France



Oprogramowanie SIREN zostało stworzone przez CSTB, jako narzędzie do sporządzania dokumentów Aprobatach Technicznych publikowanych przez tę organizację oraz do oceny wydajności energetycznej i jakości powietrza w pomieszczeniach wyposażonych nowoczesne instalacje wentylacyjne. Oprogramowanie to użyto po raz pierwszy we Francji, w 1982 roku. Obecnie jest ono również wykorzystywane do analiz systemu wentylacji sterowanego w zależności od potrzeb w Hiszpanii. Oprogramowanie to jest jednostrefowym, dynamicznym symulatorem oferującym metodę obliczeniową charakteryzującą właściwości aerodynamiczne instalacji wentylacyjnej, jak również stopień oddziaływania zanieczyszczeń na mieszkańców, zgodnie z różnymi istotnymi parametrami.

Danymi wejściowymi są:

- scenariusze użytkowania mieszkań
- typ i konfiguracja modelowego mieszkania
- instalacja wentylacyjna
- lokalne dane pogodowe

Zgodnie z przedstawionym na sąsiedniej stronie schematem, oprogramowanie to oblicza jakość powietrza wewnętrznego (wyrażoną wartością skumulowanego stężenia CO₂ [ppm]) oraz strat energii spowodowanych wentylacją (strat ciepłych). Oprogramowanie to oblicza wiele dodatkowych parametrów, takich jak liczba godzin w ciągu których występuje skraplanie się pary wodnej na oknach, czy liczba godzin, w ciągu których zmienia się zakres wilgotności.

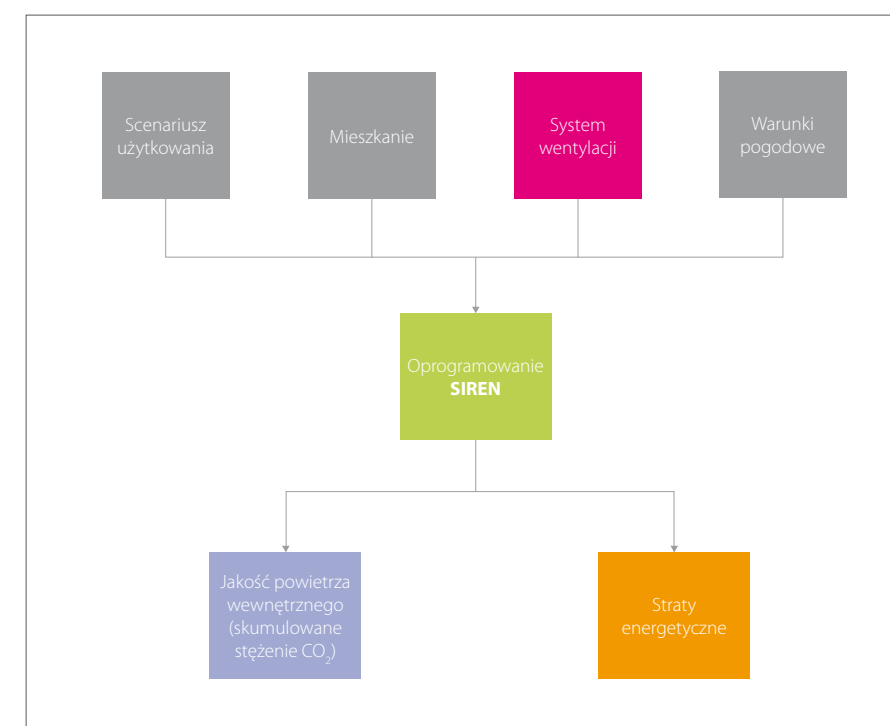
Oprogramowanie uwzględnia różne parametry, takie jak: pozycja mieszkania w budynku (wpływ ciśnienia wiatru), szczelności, infiltracja, rozmieszczenie elementów instalacji wentylacyjnej, aktywność mieszkańców, zjawiska adsorpcji i desorpcji, itp., aby możliwie najlepiej oddać rzeczywiste zachowanie się obiektu.

Obecnie oprogramowanie to umożliwia ocenę instalacji wentylacji mechanicznej w mieszkaniach jednostrefowych, ale planuje się opracowanie dodatkowych modułów, które umożliwią modelowanie naturalnych i hybrydowych instalacji

wentylacyjnych w budynkach wielorodzinnych. Przez ponad dziesięć lat ciągłej eksploatacji programu, naukowcy i badacze oraz firmy usprawniły to narzędzie, podnosiły jego możliwości oraz niezawodność. Licencję można zamawiać w instytucie CSTB, który jest właścicielem praw do algorytmu obliczeniowego.

Model obliczeniowy opracowany na podstawie programu SIREN został sprawdzony podczas monitoringu przeprowadzonego w Paryżu („Performance de la ventilation et du bâti” – patrz część „Monitoring i eksperymenty”) w 2009 roku. Monitoring obejmował łącznie 29 użytkowanych mieszkań w dwóch budynkach. Potwierdził on wyniki symulacji z rozbieżnością niższą, niż 10%.

Praca z programem SIREN (parametry wejściowe i wyjściowe)

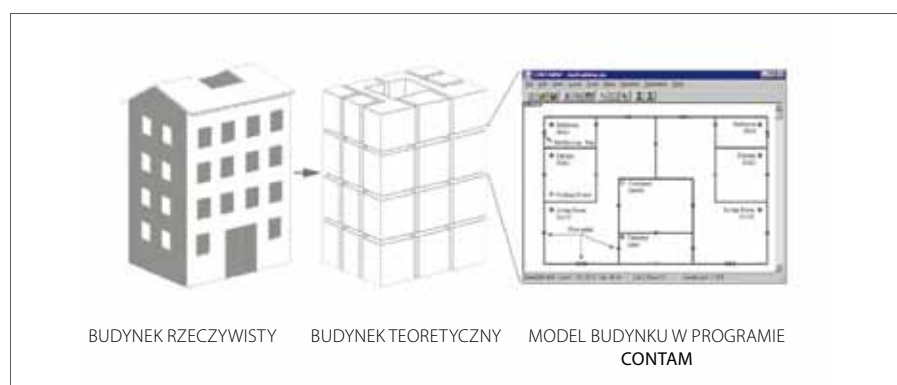


SIREN to najprawdopodobniej najdoskonalsze narzędzie do oceny systemu wentylacji higrosterowanej. Ostatnie monitoringi przeprowadzone w Paryżu i Lyonie potwierdziły wyjątkową dokładność obliczeń symulacyjnych.

Oprogramowanie **CONTAM** NIST, U.S.A.

NIST

Oprogramowanie CONTAM zostało opracowane przez Amerykański Narodowy Instytut Norm i Techniki (U.S. National Institute of Standards and Technologies – NIST) jako narzędzie do symulacji termicznych i aerodynamicznych właściwości mieszkań lub budynków. Belgijski instytut badawczy budownictwa CSTC/ BBRI (Centre Scientifique et Technique de la Construction / Belgian Building Research Institute) wykorzystuje to narzędzie do oceny pracy instalacji wentylacyjnych sterowanych w zależności od potrzeb i sporządzania aprobat technicznych i energetycznych „ATG-E”.



Symulacja zachowania się budynku w programie CONTAM

CONTAM to program komputerowy do wielostrefowej analizy jakości powietrza wewnętrznego i wentylacji, który umożliwia określenie:

- przepływu powietrza: infiltracji, eksfiltracji oraz przepływów z pomieszczenia do pomieszczenia w instalacjach wentylacji mechanicznej, działania ciśnienia wiatru na zewnętrzną obudowę budynku i efektu wporu termicznego spowodowanego różnicami w temperaturze wewnętrznej i zewnętrznej.

- stężenia zanieczyszczeń: rozpraszania zanieczyszczeń przenoszonych przez strumienie przepływającego powietrza; przekształconych różnymi procesami, w tym: transformacjami chemicznymi i radio-chemicznymi, adsorpcją i desorpcją do materiałów budynku, filtracją i osadzaniem się na powierzchniach budynku, itp.: oraz generowanych przez różne mechanizmy.
- ekspozycji osób: przewidywanie ekspozycji mieszkańców na zanieczyszczenia przenoszone w powietrzu w celu przeprowadzenia analizy ewentualnych zagrożeń.

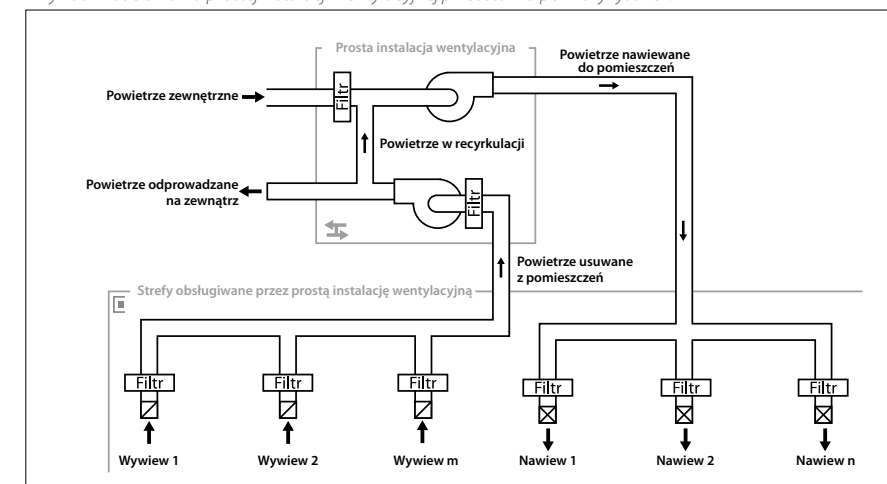
Program CONTAM może być przydatny w wielu zastosowaniach. Pomocne będą jego możliwości obliczania przepływów powietrza w budynku, określania różnic w intensywności wentylacji w czasie oraz rozkładu powietrza wentylacyjnego w budynku jak również szacowania wpływu działań na rzecz uszczelnienia budynku na intensywność przenikania. Przewidywanie stężeń zanieczyszczeń może być wykorzystywane do określania jakości powietrza wewnętrznego budynku jeszcze przed jego wybudowaniem i zasiedleniem. Umożliwia on badanie wpływów różnych decyzji projektowych na projekt instalacji wentylacyjnej

i wybór materiałów budowlanych oraz ocenę jakości powietrza wewnętrznego w istniejących budynkach. Przewidywanie stężeń zanieczyszczeń może być również wykorzystane do oszacowania ekspozycji ludzi zależnie od scenariuszy użytkowania badanego budynku. Szacunki ekspozycji można porównywać z różnym stopniem oddziaływania zanieczyszczeń i różnymi założeniami dla intensywności wentylacji.

Drogą elektroniczną udostępniana jest pełna biblioteka narzędzi, takich jak: dane pogodowe, dane urządzeń wentylacyjnych, itp. Oprogramowanie CONTAM udostępniane jest w ramach darmowej licencji umożliwiającej jego użytkowanie i zapewniającej darmową pomoc techniczną, po zarejestrowaniu się na stronie internetowej programu.

Więcej informacji na ten temat można znaleźć na stronach NIST, pod adresem: <http://www.bfrl.nist.gov/IAQanalysis/CONTAM/index.htm>

Przykład modelowania prostej instalacji wentylacyjnej przedstawia poniższy rysunek:



CONTAM
to wszechstronny program komputerowy do wielostrefowej analizy jakości powietrza wewnętrznego i sprawności instalacji wentylacyjnych, który wykorzystywany jest przez belgijski instytut **CSTC (BBRI)** do oceny sprawności instalacji wentylacyjnych sterowanych w zależności od potrzeb.

Sam program i jego obsługa techniczna są darmowe, a użytkownik może korzystać z dużego zbioru dodatków tworzonych przez społeczność użytkowników programu, co sprawia że jest on szczególnie atrakcyjnym rozwiązaniem.

Symulacja pracy instalacji wentylacji mechanicznej higrosterowanej w porównaniu z instalacją z odzyskiem ciepła

Niemiecki Instytut Fizyki Budowli Fraunhofera



Obliczenia zapotrzebowania na energię pierwotną wentylatora nawiewnego i wyciągowego (w systemie z odzyskiem ciepła) w porównaniu do wentylatora wyciągowego (w systemie wentylacji higrosterowanej); Materiały IBP-Bericht RKB-12-2008

Pełna treść tego opracowania dostępna jest na życzenie w aereco.

Instytut Fizyki Budowli Fraunhofer¹ przeprowadził badania symulacyjne porównujące pracę instalacji wentylacji mechanicznej wywiewnej systemu aereco do instalacji wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła. W 2008 r. przeprowadzono badanie dla mieszkania w budynku wielorodzinnym a w 2010 r. dla budynku jednorodzinnego. Badania przeprowadzono z wykorzystaniem programu symulacyjnego WUFI®-Plus².

Symulacja dla mieszkania w budynku wielorodzinnym

Hipoteza

Symulację przeprowadzono na przykładzie mieszkania o powierzchni 75 m² zamieszkanego przez 3 osoby. Temperatura wewnętrzna była ustalona na poziomie 21°C. Wartość współczynnika U przyjęto na poziomie 0,25 W/m²*K Wybrano trzy reprezentatywne warunki pogodowe (dane dostarczone przez Niemiecki Instytut Meteorologii):

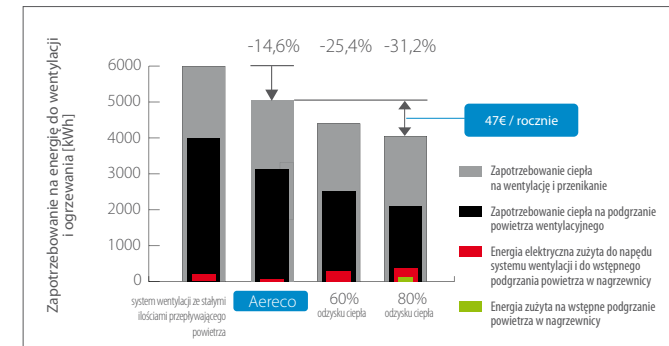
- dla miejscowości Hof (klimat chłodny)
- dla miejscowości Würzburg (klimat umiarkowany)

- dla miejscowości Freiburg (klimat ciepły)
- Zaprezentowane tu wyniki oparto na danych pogodowych z miejscowości Hof (ponieważ w tym przypadku istnieje możliwość odzysku największej ilości energii za pomocą systemów z odzyskiem ciepła).

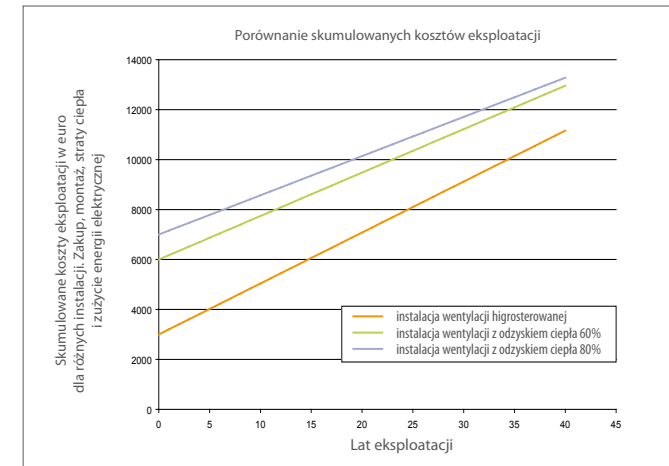
Oszczędność energii

Badanie dowiodło, że zużycie energii w ciągu sezonu grzewczego dla systemu wentylacji higrosterowanej aereco jest większe o 1070 kWh, w porównaniu z systemem zapewniającym 80% odzysku ciepła, w warunkach przeprowadzonego badania. Związany z tym dodatkowy koszt – 47€ – jest kwotą znacznie niższą, niż koszt corocznej wymiany filtrów, która jest obowiązkowa w urządzeniach z odzyskiem ciepła w celu utrzymania ich odpowiedniej wydajności (wykres nr 1).

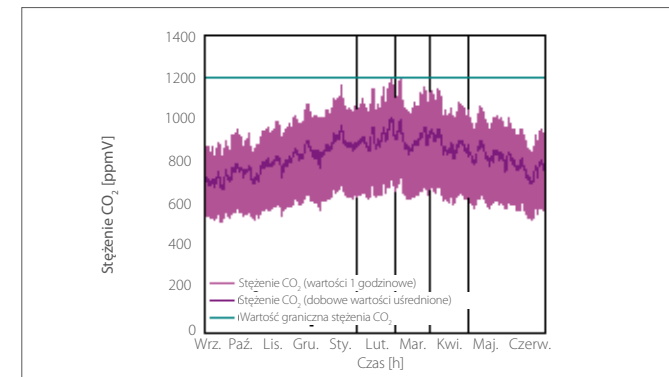
Patrząc na symulację długoterminową przedstawioną na wykresie 2, zobaczymy, że wstępne dodatkowe koszty odzysku ciepła (dostawy i instalacji) w porównaniu do instalacji sterowanej w zależności od potrzeb nigdy się nie zwrócą (nawet jeśli pominiemy wymaganą roczną wymianę filtrów).



Wykres nr 1 – Całkowite zużycie energii przez różne instalacje wentylacyjne. Założenie: 1 kWh energii elektrycznej = 0,19 €; 1 kWh paliw lub gazu = 0,07 €



Wykres nr 2 – Koszty eksploatacyjne i zysk z inwestycji dla różnych instalacji wentylacyjnych. Założenie: 1 kWh = 0,10 € + VAT



Wykres nr 3 – Dzielne wahania stężenia CO₂ wewnątrz mieszkania dla instalacji wentylacji higrosterowanej

Korzyści środowiskowe

Sprawność energetyczną opracowanej przez aereco instalacji wentylacji mechanicznej sterowanej w zależności od potrzeb dodatkowo zwiększa fakt, że jedyny jej wentylator zużywa mniej energii elektrycznej, niż dwa wentylatory ze wstępnym podgrzaniem powietrza, które stosuje się w instalacjach z odzyskiem ciepła. Przy współczynniku PE 2 wynoszącym 2,7, wpływ zużycia energii pierwotnej – a tym samym emisja CO₂ – jest korzystniejszy dla instalacji wentylacji higrosterowanej dla tej części energii, która niezbędna jest dla zapewnienia pracy systemu.

Jakość powietrza wewnętrznego

Badanie to wykazało również, że w rzeczywistych warunkach użytkowania pomieszczeń, opracowana przez aereco instalacja utrzymuje stężenie CO₂ na poziomie poniżej 1,200 ppm, co gwarantuje optymalną jakość powietrza w mieszkaniu (Wykres nr 3).

prace symulacyjne

Badanie przeprowadzone przez Fraunhofer Institut für Bauphysik potwierdziło skuteczność instalacji wentylacji higrosterowanej aereco: przy jedynie 1070 kWh dodatkowego zużycia energii, w porównaniu do instalacji z 80% odzyskiem ciepła (w klimacie chłodnym), ten ekonomiczny system stanowi doskonałą alternatywę pod względem kosztów. Udowodniono, że jakość powietrza wewnętrznego była optymalna (CO₂ < 1200 ppm) przez cały czas badań symulacyjnych.

¹ Mający swoją siedzibę w Niemczech Instytut Fizyki Budowli Fraunhofer (IBP) zajmuje się badaniami, rozwojem, testami, demonstracjami i doradztwem we wszelkich dziedzinach związanych z fizyką budowli. Jego działania obejmują środki oszczędności energii, problemy klimatów pomieszczeń, emisje zanieczyszczeń z materiałów budowlanych, ochronę przed wilgocią i erozją atmosferyczną oraz kwestie konserwacji budynków i zabytków. Instytut ten odpowiada za opracowywanie nowych materiałów, komponentów i systemów budowlanych.

² PE = współczynnik energii pierwotnej dla elektryczności, wartość dla Niemiec.

Ocena energetyczna instalacji wentylacji higrosterowanej dla znaku Minergie HEIG-VD, Szwajcaria



W 2008 roku uczelnia HEIG-VD (Haute Ecole d'Ingenierie et de Gestion du Canton de Vaud) przeprowadziła badanie mające na celu ocenę sprawności instalacji wentylacji higrosterowanej w warunkach szwajcarskich (klimat, użytkowanie pomieszczeń, typy lokali, itp.). Celem tego badania było określenie specyficznej wartości intensywności wentylacji dla systemów tego typu i włączenia ich do obliczeń przeprowadzanych według standardu Minergie.



Intensywności wentylacji wg Minergie

Obecnie Minergie podaje wartości na poziomie od 0,8-1 m³/m²*h jako standardowe intensywności wentylacji mechanicznej i 0,7 - 0,9 m³/m²*h dla wentylacji sterowanej (zależnie od ilości osób w mieszkaniu). Norma szwajcarska SIA 380/1 podaje intensywność przepływu powietrza dla wentylacji mechanicznej na poziomie 0,7 m³/m²*h, niezależnie od typu instalacji (normy szwajcarskie definiują powierzchnię ogrzewaną referencyjną, jako łączny powierzchnię wewnątrz obudowy termicznej budynku, obejmującą ściany i klatki schodowe).

Przepływ na poziomie 0,7 m³/m²*h odpowiada wartości 0,3 l/h* dla mieszkania o wysokości w świetle 2,8 m. Zamiast zapewniać tę minimalną, stałą intensywność przepływu powietrza i próbować odzyskiwać ciepło przez wymiennik ciepła, wentylacja higrosterowana ogranicza intensywność wymiany powietrza (przeciętnie do 0,25-0,3 m³/m²*h, zależnie od powierzchni mieszkania) jeśli mieszkania są nieużytkowane i zwiększa ją do 2-2,5 m³/m²*h w godzinach szczytu emisji zanieczyszczeń (podczas gotowania, korzystania z wanny lub kąpeli pod prysznicem).

*Liczba wymian powietrza na godzinę

Po zastosowaniu oprogramowania SIREN (patrz część „Narzędzia analityczne”) uwzględniającego szwajcarskie warunki, wykazano że związana ze stratami ciepła intensywność przepływu powietrza w instalacji wentylacji higrosterowanej jest od 33 do 51% niższa, niż wartości zalecane przez Minergie obowiązujące dla instalacji ze stałymi ilościami usuwanego powietrza (wartość ta zależy od rodzaju mieszkania). Ta 33-51% różnica (patrz tabela po prawej) nie uwzględnia dodatkowych oszczędności spowodowanych okresami urlopowymi i okresami, w ciągu których w mieszkaniu przebywa mało osób. Badanie to wykazuje możliwość lepszej oceny systemu wentylacji sterowanego w zależności od potrzeb w ramach znaku Minergie.

Pełny raport z badań dostępny na żądanie od Aereco.

MINERGIE

prace symulacyjne

Badanie przeprowadzone w Szwajcarii przez uczelnię HEIG-VD dowiodło, że intensywność przepływu powietrza proponowana przez Minergie dla wentylacji sterowanej może zostać zmniejszona podczas obliczeń w przypadku instalacji wentylacji higrosterowanej.

Symulacja przeprowadzona za pomocą oprogramowania SIREN dowodzi możliwości uzyskania zysków energetycznych w zakresie od 33% do 51%, w zależności od konfiguracji mieszkania i scenariusza użytkowania. Potwierdza to możliwość lepszej klasyfikacji systemu w ramach wymagań znaku Minergie.

Należy zaznaczyć, że wykazane tutaj oszczędności energii można zwiększyć stosując bardziej realistyczne scenariusze użytkowania mieszkania. Wartość stosunku liczby mieszkańców do powierzchni mieszkania, przyjętego w tym badaniu jest w rzeczywistości wyższa, niż średnia wartość krajowa.



Porównanie obliczeń intensywności wentylacji, według oprogramowania SIREN i Minergie dla opracowanego przez Aereco systemu wentylacji higrosterowanej.

	średni przepływ w m ³ /h*m ²		Przepływ związany ze stratami ciepła w m ³ /h*m ²		Różnica przepływu związanego ze stratami ciepła
	SIREN	Minergie	SIREN	Minergie	SIREN-Minergie
1,5 pomieszczenia + 1 osoba pracująca	27	40	0.55	0.82	33%
2,5 pomieszczenia + 2 osoby pracujące	49	80	0.66	1.08	39%
3,5 pomieszczenia + 2 osoby pracujące + 1 dziecko	79	120	0.88	1.33	34%
3,5 pomieszczenia + 2 osoby odpoczywające	59	120	0.70	1.43	51%

Zastosowane kryteria jakości powietrza wewnętrznego: stężenie CO₂ < 950 ppm

¹ Przepływ powietrza związany ze stratami ciepła definiuje się jako równoważną, stałą ilość przepływającego powietrza w warunkach obliczeń zapotrzebowania na ciepło. Wartość ta uwzględnia różnicę temperatur [wewnętrzna — zewnętrzna].

Symulacja pracy wentylacji higrosterowanej w typowych polskich warunkach

analiza w oparciu o oprogramowanie SIREN

Symulacja Siren dla warunków Polskich – mieszkanie

Korzystając z możliwości symulacyjnych programu SIREN postanowiono sprawdzić jakie korzyści można odnieść z instalacji systemu wentylacji higrosterowanej w typowym dwupokojowym mieszkaniu. Analizie poddano mieszkanie dwupokojowe zlokalizowane w budynku mieszkalnym wielorodzinnym w Warszawie. Mieszkanie składa się z 2 pokoi (salon + sypialnia), kuchni wyposażonej w kuchenkę gazową oraz łazienki i jest zamieszkałe przez 2 osoby.

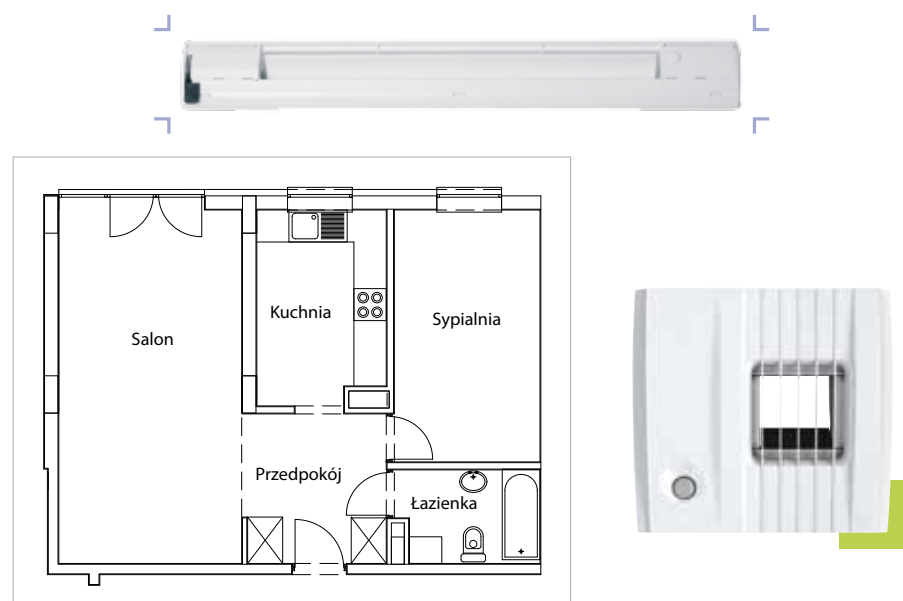
Przedmiotem analizy było porównanie pracy dwóch systemów wentylacji mechanicznej, systemu higrosterowanego oraz wentylacji opartej o stałe ilości usuwanego powietrza zgodnie z wymaganiami krajowymi.

W systemie aereco powietrze doprowadzane jest poprzez nawiewniki okienne higrosterowane typ EMM o wydajności od 5 do 30 m³/h zlokalizowane w pokojach, dwa nawiewniki w pokoju dziennym, jeden w sypialni oraz jeden nawiewnik w kuchni. Powietrze będzie usuwane z kuchni i z łazienki poprzez krat-

ki wyciągowe higrosterowane typ BXC o wydajności od 24 do 100 m³/h.

System standardowy, oparty na stałych ilościach usuwanego powietrza składa się z nawiewników ciśnieniowych o wydajności 30 m³/h oraz krutek wyciągowych ciśnieniowych zlokalizowanych w tych samych pomieszczeniach jak w przypadku systemu aereco.

Ilość powietrza usuwanego z pomieszczeń dla systemu Aereco będzie wynikała z przyjętego scenariusza użytkownika mieszkania i związanego z tym poziomu wilgotności względnej. Dla systemu ze stałą ilością usuwanego powietrza przyjęto zgodnie z obowiązującymi przepisami dla kuchni 70 m³/h a dla łazienki 50 m³/h.

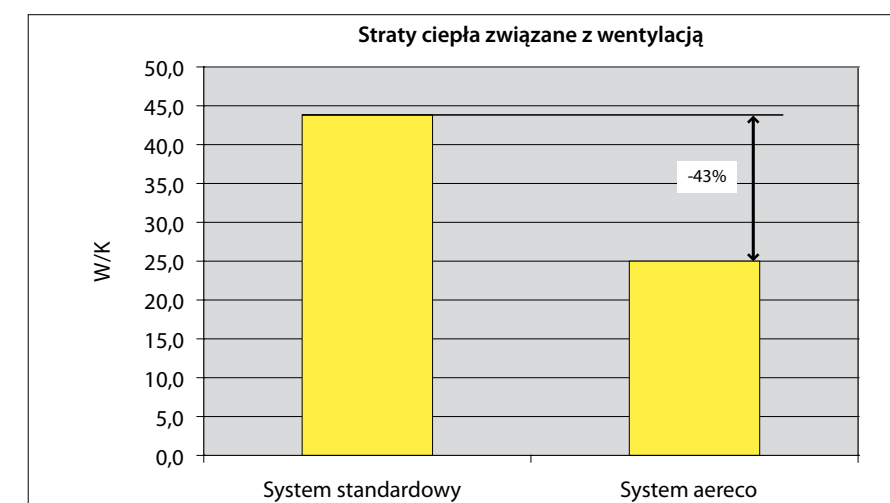


Obliczenia przeprowadzono dla okresu od 1 września do 31 maja (choć rzeczywisty sezon grzewczy może być krótszy zdecydowano się przyjąć okres brany pod uwagę przy określaniu charakterystyki energetycznej budynku).

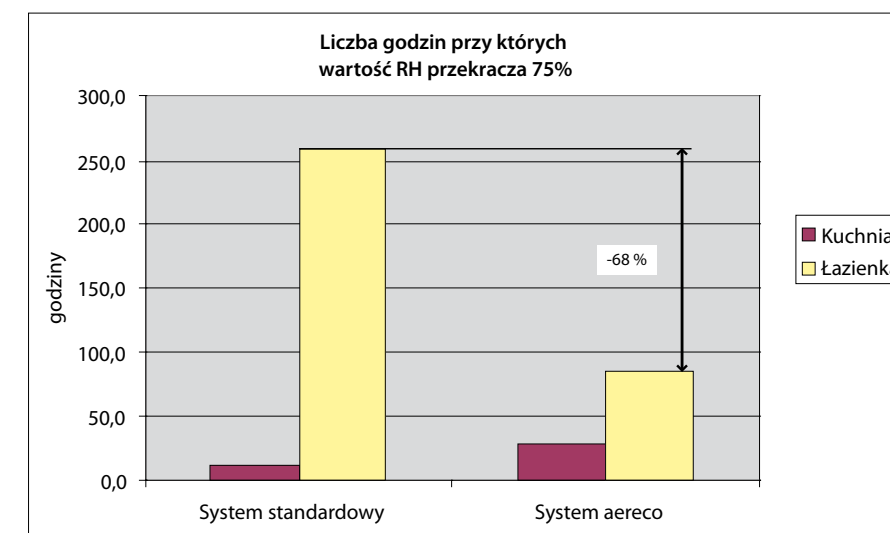
Na potrzeby analizy przyjęto dane dotyczące scenariusza użytkownika budynku, ilości pary wodnej oraz CO₂ wytwarzanych w mieszkaniu, szczelności konstrukcji budynku jak również dane klimatyczne, temperaturę i wilgotność zewnętrzną oraz siłę i kierunek wiatru.

Wyniki symulacji

Dla systemu wentylacji higrosterowanej aereco osiągnięty zysk energetyczny wynosi 43% w porównaniu do systemu wentylacji standardowej:



Instalacja systemu aereco wpływa na poprawę jakości powietrza. Dla pomieszczenia łazienki liczba godzin, dla których wilgotność względna utrzymywała się na poziomie 75% lub wyższym, była mniejsza o 68%:



Analiza wykonana dla typowego polskiego mieszkania w oparciu o racjonalny scenariusz zachowania się mieszkańców oraz o polskie przepisy i tabelę polskich warunków klimatycznych pozwalają określić, iż system wentylacji higrosterowanej przy zachowaniu odpowiedniej jakości powietrza i poziomu CO₂ pozwala na wykazanie ok 43% oszczędności w porównaniu z systemem wentylacji o stałym przepływie badanym dla tych samych zadanych warunków.



Badania monitoringowe

Bezpośrednie badania, przeprowadzane w użytkowanych pomieszczeniach są niezbędne dla lepszego zrozumienia działania instalacji wentylacyjnej oraz zoptymalizowania charakterystyki pracy różnych systemów wentylacyjnych.

Aereco prowadzi takie badania od prawie 20 lat w różnych częściach świata min. we Francji, Niemczech, Szwecji, Chinach, Rosji czy Japonii.

Na kolejnych stronach opisano te badania i przedstawiono wyniki w zakresie jakości powietrza wewnętrznego oraz oszczędności energetycznych.

Monitoring mieszkania wyposażonego w instalację wentylacji sterowanej w zależności od potrzeb Budynek Tokyo Gas, Japonia

Jakość powietrza w pomieszczeniach stała się w ostatnim czasie poważnym problemem w Japonii. Ostatnie badania przeprowadzone w całym kraju ujawniły, że stężenia formaldehydów w pomieszczeniach są większe od zalecanych maksymalnych wartości w znacznej liczbie mieszkań. Oprócz kwestii zdrowotnych, ostatni kryzys energetyczny spowodował konieczność poważniejszego podejścia do kwestii wykorzystania energii w budynkach. Biorąc pod uwagę fakt, że wymiana powietrza odpowiada za 50% łącznej energii zużywanej w budynku, kontrola i zarządzanie wentylacją staje się ważnym problemem dla wielu podmiotów rynku budowlanego. Badania przeprowadzone w formie monitoringu, które przedstawiono w niniejszym opracowaniu miały na celu pogłębienie wiedzy na temat wentylacji oraz pomoc w opracowywaniu skutecznych strategii stosowania systemów wentylacji.



ślenie charakterystyki działania systemu wentylacji mechanicznej higrosterowanej. Projekt ten, prowadzony przez Krajowy Instytut ds. Gospodarki Gruntami i Infrastrukturą (NILIM), jest wynikiem współpracy z Aereco. Mieszkania, należące do spółki Tokyo Gas, składają się z dwóch sypialni i trzech pomieszczeń pomocniczych o łącznej powierzchni 40 m² (wy-

sokość w świetle 2,50 m). Proces użytkowania ich przez ludzi zasymulowano za pomocą czterech emiterów wody i ciepła umieszczonych w kuchni, łazience i sypialniach, natomiast sprawność wentylacji mierzono za pomocą specjalnej aparatury umieszczonej w każdym z urządzeń wentylacyjnych (nawiewniki i kratki wyciągowe).

Symulacja obecności ludzi

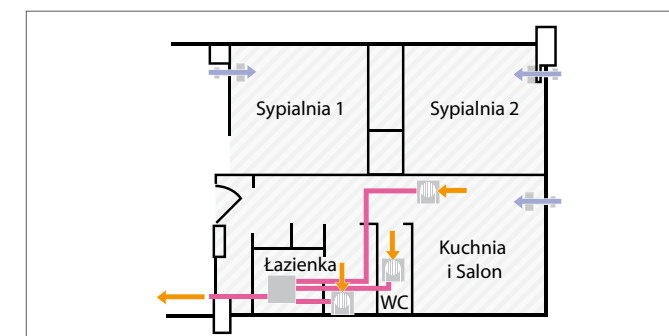
Do zasymulowania obecności ludzi w pomieszczeniach zastosowano specjalne, zaawansowane emiterzy oferowane przez NILIM: ilość wody kontrolowano i określono zgodnie z konkretnym scenariuszem obecności. Zasadą było przeprowadzenie symulacji w oparciu o realistyczny scenariusz aktywności użytkowników i obecności w ciągu doby w mieszkaniu. Aktywność ludzi zasymulowano poprzez produkcję ciepła (130 W) i wody (60 g/h)¹, zgodnie ze scenariuszem dziennym przedstawionym na Wykresie nr 3 (patrz kolejna strona).



Emiterzy wody i ciepła wykorzystywane w salonie/kuchni

Instalacja wentylacyjna

Mieszkania wyposażono w system wentylacji mechanicznej higrosterowanej: zanieczyszczone powietrze było usuwane przez kratki wyciągowe BXS z pomieszczeń pomocniczych. Kratki wyciągowe² regulowały ilość usuwanego powietrza w zależności od potrzeb każdego z pomieszczeń. Podciśnienie w instalacji było wytwarzane przez wentylator V4A. Doprowadzenie powietrza zewnętrznego bezpośrednio z zewnątrz do sypialni realizowano za pomocą higrosterowanych nawiewników ściennych typ EHT.



Instalacja wentylacyjna w mieszkaniu

Pomiary i system zbierania danych

Nawiewniki i kratki wyciągowe wyposażono w specjalne czujniki umożliwiające pomiar:

- wilgotności względnej,
- temperatury,
- stopnia otwarcia,
- ciśnienia³.

Ilość przepływającego powietrza obliczano zależnie od położenia przepustnic i ciśnienia. Położenie przepustnicy mierzono za pomocą czujnika wykorzystującego efekt Halla wykrywającego zmiany natężenia pola magnetycznego wytwarzanego przez magnes połączony z przepustnicami. Wszystkie te czujniki podłączono do centralnego rejestratora danych, który skonstruowano specjalnie dla tego eksperymentu. Co minutę rejestrowano trzydzieści zmiennych, w wyniku czego przez 13 dni badania zgromadzono zbiór 560 000 danych.

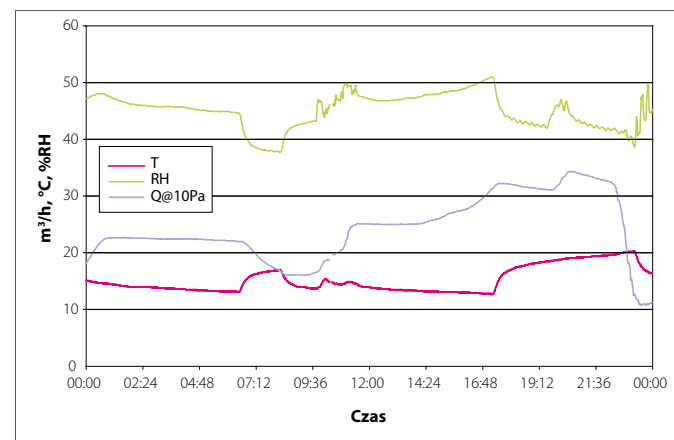


Kratka wyciągowa BXS w kuchni

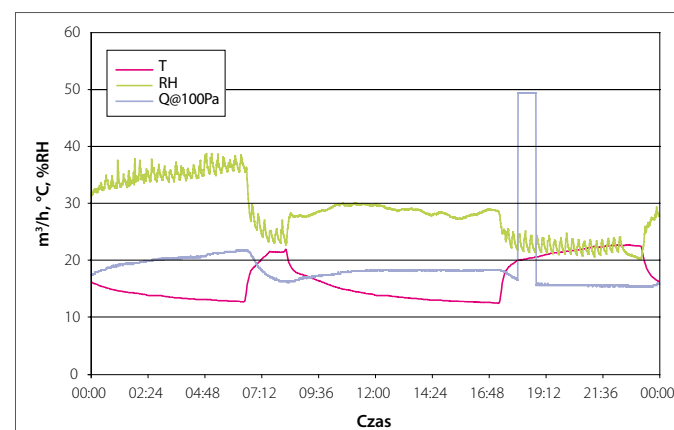
¹ 70 g/h w sypialni

² higrosterowane, czujnik obecności oraz ręczne zwiększenie przepływu.

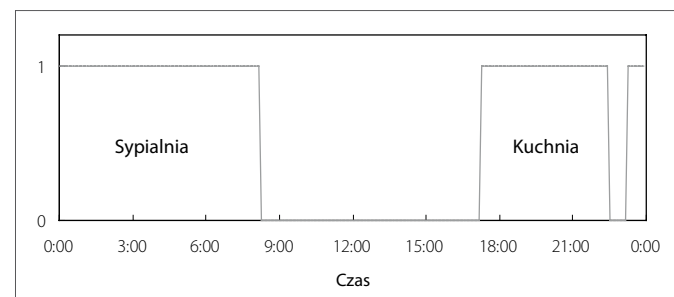
³ tylko w kratkach wyciągowych, wartość ciśnienia w nawiewnikach jest zbyt niska aby pomiar był dokładny.



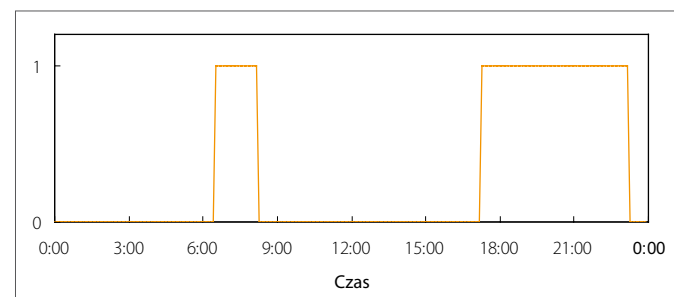
Wykres nr 1: Wahania temperatury, wilgotności względnej oraz otwarcia/przepływu powietrza w **nawiewniku** (przepływ przy różnicy ciśnienia 10 Pa) znajdującym się w kuchni/w salonie, w ciągu jednego dnia



Wykres nr 2: Wahania temperatury, wilgotności względnej oraz otwarcia/przepływu powietrza w **kratce wyciągowej** (przepływ przy różnicy ciśnienia 100 Pa) znajdującym się w kuchni/w salonie, w ciągu jednego dnia



Wykres nr 3: Dienne wykorzystanie sypialni nr 1 i kuchni przez jednego z mieszkańców



Wykres nr 4: Dienne ogrzewanie w sypialni nr 1 i w kuchni

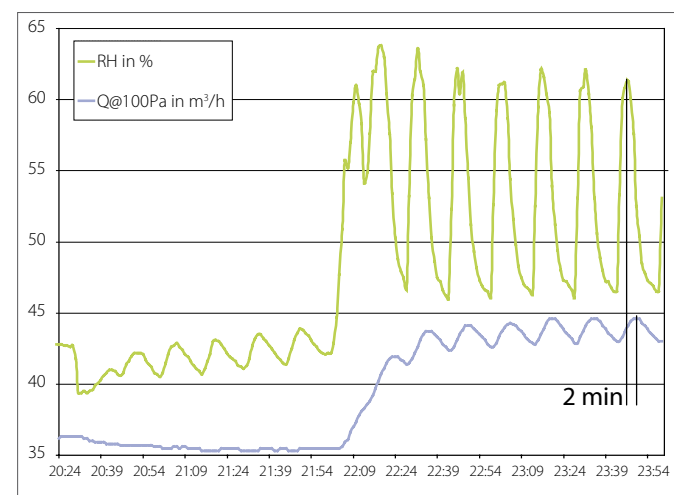
W okresie prowadzenia pomiarów (tj. od 11 do 24 lutego 2008), zarejestrowano średnią temperaturę zewnętrzną na poziomie 4,8°C, przy wilgotności względnej 43%. Instalacja grzewcza znajdowała się w łazience i w kuchni. Grzejniki były sterowane zgodnie z realistycznym scenariuszem dla japońskich gospodarstw domowych: włączone rano i wieczorem, wyłączone przez resztę dnia, gdy mieszkańcy są poza domem lub śpią (patrz Wykres nr 4).

Pomiary przeprowadzone na higrosterowanych nawiewnikach i kratkach dowiodły ich zdolności zmieniania przepływu powietrza w zależności od poziomu wilgotności względnej. Na rysunku nr 1 widać, że otwarcie nawiewnika nadążało za zmianami wilgotności w sypialni (możemy zauważyć wzrost wilgotności pomiędzy 8.30 a 17.00, który spowodowany jest głównie wyłączeniem ogrzewania). Kratki wyciągowe wykazują identyczne zachowanie (Wykres nr 2). Kratki te były wyposażone w czujnik wilgotności i układ zwiększający wydajność (uruchamiany zwykle przez użytkownika, podczas gotowania), kratka wyciągowa posiada minimalne otwarcie zapewniające usuwanie powietrza w ilości 10 m³/h. Gdy wilgotność wzrośnie lub podczas pracy w trybie otwarcia maksymalnego, wydajność kratki rośnie do 50 m³/h. Podczas monitoringu z trybu o zwiększonej wydajności korzystano w godzinach od 18:00 do 18:45. Umożliwił to programowalny wyłącznik. Wyniki widzimy na odpowiednim wykresie.

Takie samo zachowanie zaobserwowano we wszystkich pomieszczeniach, co dowodzi że instalacja wentylacji higrosterowanej skutecznie kontroluje i dostosowuje poziom wilgotności we wszystkich pomieszczeniach, zapobiegając skraplaniu się pary wodnej w mieszkaniach.

Stopień reakcji elementów higrosterowanych

Stopień reakcji na wilgotność nawiewników i kratki oceniono mierząc opóźnienie pomiędzy szybkim wzrostem wilgotności w pomieszczeniu i otwarciem się przepustnicy zespołu wyciągowego. Wykres nr 5 przedstawia reakcję w czasie bliską 2 minutom, co gwarantuje szybkie odprowadzenie nadmiaru wilgoci.



Wykres nr 5: Pomiar szybkości reakcji kratki wyciągowej na wilgotność w łazience

Wnioski

Instalacja wentylacji higrosterowanej: łączy wysoką sprawność energetyczną z dobrą jakością powietrza wewnętrznego

System wentylacji higrosterowanej, jako całość, sprawował się dobrze przez cały czas trwania monitoringu. Urządzenia higrosterowane – nawiewniki i kratki wyciągowe – zmieniały przepływ powietrza zgodnie z oczekiwaniami redukując prawdopodobieństwo wykrapłania się pary wodnej i poprawiając jakość powietrza w pomieszczeniach, zarówno w pomieszczeniach pomocniczych, jak i mieszkalnych. System zapewnił więc zgodność z japońskimi przepisami, osiągając średnie przepływy zbliżone do minimalnego wymaganego przepisami poziomu 0,5 l/h.

Dowiedziano również, że instalacja wentylacyjna sterowana w zależności od potrzeb, którą wykorzystano w tym badaniu posiadała możliwość czasowego zwiększenia ilości przepływającego powietrza, w zależności od potrzeb użytkowników. Właściwość ta nie wpływała na średnie wartości przepływu. **Przepływ powietrza pozostawał statystycznie na niskim poziomie, redukując straty ciepła do 35% w porównaniu do systemu ze stałą ilością usuwanego powietrza – 70 m³/h.** Jednak główną zaletą systemu wentylacji higrosterowanej okazała się jego zdolność do chwilowego zwiększenia przepływu powyżej wartości średniej bez wpływu na sprawność energetyczną (maksymalna wydajność do 130 m³/h). Sprawność energetyczną systemu poprawiono przez zastosowanie wentylatora o niskim poborze energii (15 W przy wydajności 50 m³/h). Zużycie energii było automatycznie optymalizowane i zmienne wraz ze zmieniającą się ilością przepływającego powietrza.

System wentylacji higrosterowanej Aereco, łatwy do zamontowania zarówno w nowych, jak i w remontowanych budynkach, wymagający niewielkich nakładów związanych z bieżącą konserwacją, dowiódł swojej sprawności oraz dostosowania do japońskich warunków.





Monitoring systemu wentylacji higrosterowanej hybrydowej w budynkach mieszkalnych

Badanie HR-VENT, Nangis, Francja



Program HR-VENT: przez dwa lata prowadzono pomiary instalacji wentylacji hybrydowej w użytkowanym budynku.

We Francji, w miejscowości Nangis (w rejonie Paryża) w ramach programu HR VENT przeprowadzono monitoring w użytkowanych budynkach mieszkalnych. Wyjątkowy charakter tego monitoringu związany był zarówno z jego skalą, jak również z zastosowanymi narzędziami pomiarowymi.

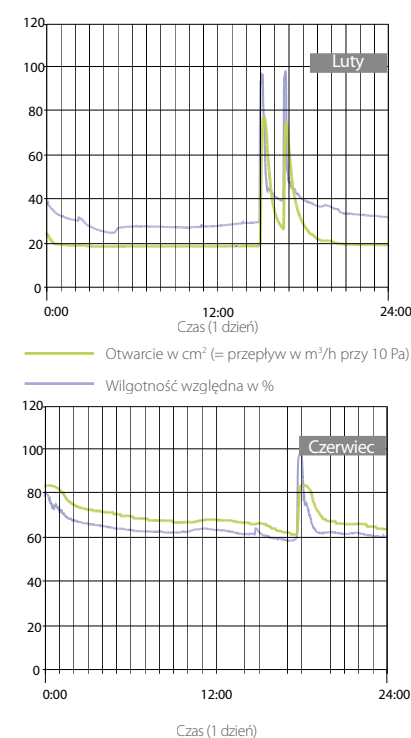
Rejestrując ponad 700 milionów danych w okresie dwóch lat, podczas monitoringu 55 reprezentatywnych mieszkań dla 5 różnych budynków, badanie było okazją do sprawdzenia nowego rozwiązania: wentylacji naturalnej higrosterowanej, wspomaganą pracującą okresowo, niskociśnieniowym nasadą wentylacyjną.

Praca nasady zależała od wahań temperatury zewnętrznej. Badanie to pomogło również w pogłębieniu wiedzy na temat funkcjonowania wentylacji grawitacyjnej i hybrydowej w budynkach mieszkalnych. Pomiary prowadzono w okresie od stycznia 2004 do grudnia 2005 i rejestrowano wartości wilgotności względnej, temperatury, ciśnienia oraz ilości powietrza usuwanego z budynku. Dane rejestrowano przy pomocy specjalnie zaprojektowanych czujników z częstotliwością jednej minuty, w każdym pomieszczeniu pomocniczym każdego badanego mieszkania.

W połączeniu z danymi pogodowymi, pomiary te potwierdziły sprawność wentylacji higrosterowanej oraz wspomaganie przy pomocy nasady. Pozwoliły one również określić zdolność in-

stalacji wentylacji hybrydowej w poprawianiu jakości powietrza wewnętrznego oraz w kontrolowaniu strat ciepłych.

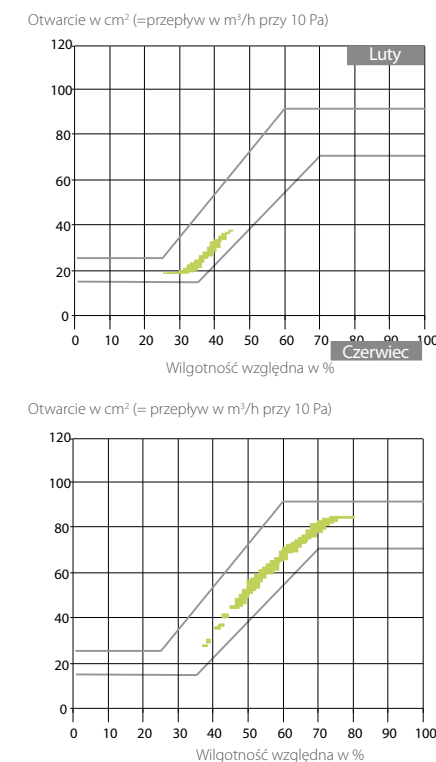
Badania przeprowadzono we współpracy z ważnymi francuskimi partnerami instytucjonalnymi, takimi jak: CSTB i Gas de France, przy wsparciu finansowym ADEME1. HR VENT otwiera drzwi dla rozwoju nowatorskich rozwiązań wentylacyjnych dla budynków mieszkalnych.



Wykres nr 1: Dane z jednego dnia z informacjami o otwarciu kratki wywiewnej umieszczone w łazience i wilgotności względnej wewnątrz pomieszczenia, w dwóch różnych porach roku.

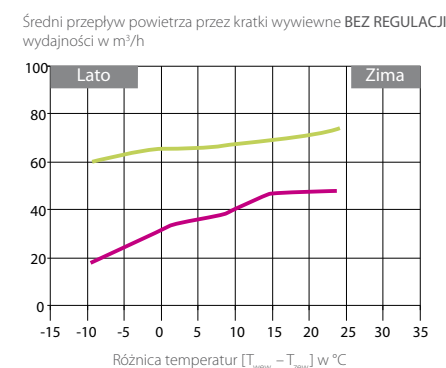
Przepływ powietrza regulowany w zależności od wilgotności: okresowo wysoki, statystycznie niski

Jak widać na Wykresie nr 2, średnie otwarcie kratki wywiewnej higrosterowanej zależy od pory roku: jest ono niskie w okresie zimy i przesuwa się w stronę większego otwarcia w okresie cieplejszym, odzwierciedlając sezonowe zmiany

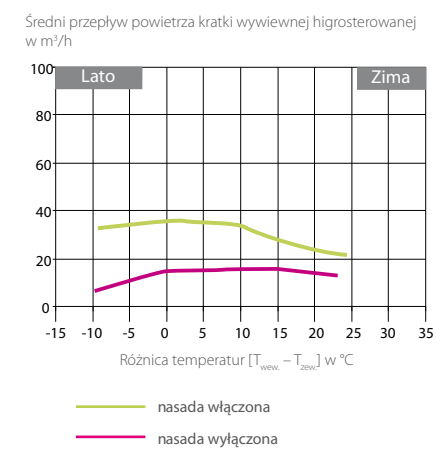


Wykres nr 2: Dane statystyczne z jednego miesiąca prezentujące otwarcie kratki wywiewnej w łazience zależne od wilgotności względnej zarejestrowane w dwóch różnych porach roku.

Uwaga: Te dane statystyczne odpowiadają przypadkom, w których nie występowała żadna emisja wilgoci wewnątrz budynku. Szare krzywe zaznaczają tolerancję dla produktu.



Dane statystyczne ilustrujące średnią ilość przepływającego powietrza mierzoną zgodnie z różnicą temperatur $[T_{wew.} - T_{zew.}]$ we wszystkich mieszkaniach.



badania monitoringowe

ny wilgotności bezwzględnej zewnętrznej w ciągu roku (niska zimą i wysoka latem).

Średnia intensywność wymiany powietrza zależy od pory roku, **chwilowa intensywność przepływającego powietrza podąża za charakterystycznymi wahaniami wilgotności względnej w pomieszczeniu**, zgodnie z wykresem nr 1, niezależnie od pory roku. Kąpiel pod prysznicem latem lub zimą gwałtownie zwiększa wilgotność względną wewnątrz pomieszczenia, co powoduje maksymalne otwarcie kratki na kilka minut, na tyle długo, aby odprowadzić nadmiar wilgoci.

Podczas, gdy statystyczna średnia ilość przepływającego powietrza jest ograniczona zimą, instalacja wentylacji higrosterowanej istotnie ogranicza wpływ wentylacji na straty energii, zachowując możliwość chwilowego zwiększenia intensywności wentylacji, gdy jest to konieczne.

Mechaniczne wspomaganie zwiększające intensywność przepływu powietrza latem

Wyniki dowodzą, że niskociśnieniowe wspomaganie mechaniczne eliminuje wszelkie ryzyko wstęcznego przepływu powietrza, zwłaszcza latem, kiedy zjawisko to występuje najczęściej w instalacjach wentylacji grawitacyjnej. Mechaniczne wspomaganie wykazało również zdolność automatycznego kontrolowania nadmiernego przepływu poprzez wzrost różnicy temperatur wewnętrznej i zewnętrznej. Wyniki pokazano na wykresach obok. Na krzywej ilustrującej pracę wentylatora, można zauważyć wzrost średniej intensywności przepływu powietrza o $30 \text{ m}^3/\text{h}$ w przypadku kratki wywiewnej bez regulacji przepływu, $20 \text{ m}^3/\text{h}$ w przypadku kratki wywiewnej higrosterowanej, jak również stłumione wahania amplitudy w zależności od pory roku.

Udział wspomaganie mechanicznego jest rzeczywiście większy latem, niż zimą, czyli wtedy, kiedy jest ono najbardziej potrzebne.

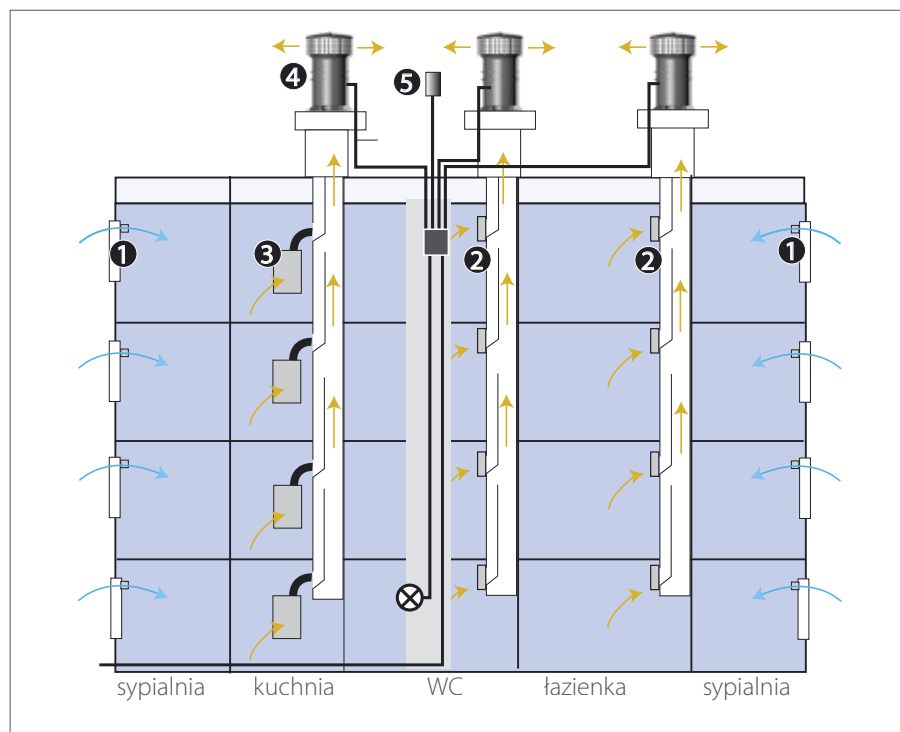
1. ADEME: French Environment and Energy Management Agency

Instalacja wentylacyjna i narzędzia pomiarowe

Świeże powietrze jest dostarczane do pomieszczeń przez nawiewniki higrosterowane (1) umieszczone w górnej części okien w sypialniach i w salonach. Zanieczyszczone powietrze odprowadzane jest z toalet i łazienek przez higrosterowane kratki wywiewne (2) oraz przewodów spalinowy gazowych urządzeń grzewczych zainstalowanych w kuchniach (3). Kanały podłączone są do nasad wentylacyjnych niskociśnieniowych (4), których praca zależna jest od temperatury. Sonda termostatyczna (5) steruje pracą nasady, zależnie od temperatury zewnętrznej.

W każdym budynku, każdy pion wentylacyjny został wyposażony w urządzenia pomiarowe monitorujące przez cały czas parametry ciśnienia, stopnia otwarcia kratki wywiewnych, temperaturę oraz wilgotność w pomieszczeniach pomocniczych. W kuchniach, praca zainstalowanych urządzeń gazowych była rejestrowana poprzez pomiar temperatury spalin.

Wszystkie informacje były zapamiętywane w bazie danych.



Wnioski

Pomiary przeprowadzone w Nanis potwierdziły sprawność instalacji wentylacji higrosterowanej, w szczególności jej możliwości poprawy jakości powietrza wewnętrznego, zmniejszenia ryzyka skraplania się pary wodnej oraz ograniczania strat ciepłych. Pokazane zostało również jej stabilizujące działanie: tłumiała ona naturalne różnice w ilości przepływającego powietrza występujące na różnych kondygnacjach w pionie. Tym samym zapewniono rzeczywistą kontrolę naturalnych czynników wywołujących przepływ powietrza (działanie wiatru i zjawisko ciągu kominowego). Wspomaganie mechaniczne pozwoliło na zoptymalizowanie działania wentylacji grawitacyjnej: przy zużyciu energii je-

dynie 5 W na mieszkanie, nasada zwiększała poziom ciśnienia zapewniając tym samym odpowiedni przepływ powietrza przez cały rok i eliminując ciągi wsteczne.

Nasada w połączeniu z higrosterowanymi nawiewnikami i kratkami, optymalizuje wykorzystanie sił natury: przepływ powietrza jest ograniczony zimą, co przyczynia się do oszczędności energii, a przez cały rok zapewnione są optymalne przepływy powietrza, zwłaszcza w sezonie letnim. W przypadku remontów, instalacja wentylacji hybrydowej, oferuje porównywalną ilość przepływającego powietrza do wymaganej przez francuskie przepisy dla nowych budynków.



Pomiar standardowych systemów wentylacji higrosterowanej w użytkowanych mieszkaniach

Projekt „Performance”, Paryż i Lyon, Francja

Wraz z rosnącymi wymaganiami energetycznymi stawianymi instalacjom wentylacyjnym, coraz ważniejsze staje się dokonanie rzeczywistej oceny działania tych instalacji w warunkach eksploatacyjnych, zarówno pod względem oszczędności energii, jak i jakości powietrza wewnętrznego (IAQ – Indoor Air Quality).

Projekt „Performance”, którym objęto dwa nowe budynki znajdujące się w Paryżu oraz pod Lyonem (we Francji) dał możliwość praktycznego sprawdzenia jakości prowadzonych prac budowlanych. Dwuletnim monitoringiem objęto 29 mieszkań, w których zastosowano wentylację mechaniczną wywiewną higrosterowaną z indywidualnymi wentylatorami centralnymi dla każdego mieszkania.

Zainstalowanie we wszystkich pomieszczeniach monitorowanych mieszkań licznych czujników, umożliwiło lepsze zrozumienie czynników mających wpływ na skuteczność wentylacji. Wyniki pomiarów stężenia CO₂ i wilgotności potwierdziły skuteczność systemu wentylacji higrosterowanej w zakresie kontroli jakości powietrza oraz zdolności dostosowywania wydajności do zmieniającego się zapotrzebowania. W monitorowanych mieszkaniach o ponadnormatywnej liczbie mieszkańców oszczędność energii wyrażona równoważnymi przepływami

powietrza została oszacowana na 30%. Ekstrapolując te dane do średniej liczby mieszkańców dla francuskich zasobów mieszkaniowych otrzymano oszczędność energii na poziomie od 50 do 55%.

Monitoring dwóch użytkowanych budynków mieszkalnych wyposażonych w instalację wentylacji mechanicznej higrosterowanej

W latach 2007–2009 roku przeprowadzono monitoring obejmujący dwa budynki mieszkalne, w ramach którego mierzono sprawność instalacji wentylacyjnej sterowanej w zależności od potrzeb, zamontowanej w tych budynkach.

Monitorowane obiekty

Budynki zostały wybudowane w 2007 roku; znajdują się one we Francji, w Paryżu i Lyonie (Villeurbanne). Posiadają one ty-

powe cechy budynków komunalnych. Oba zostały wyposażone w instalację wentylacyjną zgodną z francuskimi normami. Jest to wentylacja mechaniczna higrosterowana z nawiewnikami zamontowanymi w pomieszczeniach mieszkalnych oraz kratkami wyciągowymi higrosterowanymi lub z czujnikami ruchu w pomieszczeniach pomocniczych. Usuwanie powietrza jest możliwe dzięki pracy wentylatora centralnego wyposażonego w czujnik ciśnienia. Monitorowane budynki komunalne charakteryzują się znacznie większą liczbą użytkowników niż średnia statystyczna we Francji, co przekłada się na większe zużycie energii. Więcej informacji na ten temat przedstawiamy w dalszej części niniejszego opracowania.

Metrologia i pomiary

Oba budynki zostały wyposażone w urządzenia umożliwiające pomiar i rejestrowanie parametrów powietrza ze-

	Paryż	Lyon
Wysokość budynku	8 kondygnacji	6 kondygnacji
Rodzaj mieszkania	Od 1 do 5 pomieszczeń mieszkalnych	Od 2 do 5 pomieszczeń mieszkalnych
Szczelność	I4 = 1,07 m ³ /h/m ² przy 4 Pa n50 = 1,51 h ⁻¹ przy 50 Pa	I4 = 0,64 m ³ /h/m ² przy 4 Pa n50 = 0,94 h ⁻¹ przy 50 Pa
Monitorowane mieszkania	19 mieszkań (5 najwyższych pięter)	10 mieszkań (4 najwyższe piętra)

Tabela 1 – Charakterystyka monitorowanych budynków

wnętrznego (prędkość i kierunek wiatru, temperatura i wilgotność), parametrów powietrza wewnętrznego (stężenie CO₂, temperatura i wilgotność) oraz parametrów pracy nawiewników i kratki wyciągowej (ciśnienie, przekroje netto, przepływ). Pomiarów dokonywano we wszystkich pomieszczeniach monitorowanych mieszkań. Badanie to było pierwszym, w którym mierzono poziom CO₂ w użytkowanych mieszkaniach na tak dużą skalę. Pomiarów realizowano przez dwa pełne sezony grzewcze (w latach 2007-2008 oraz 2008-2009).

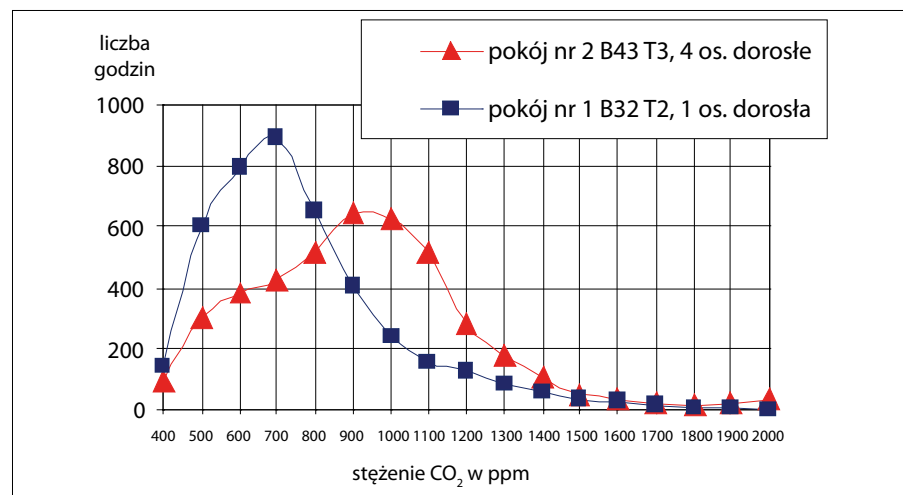
Jakość powietrza wewnętrznego

Stężenie CO₂

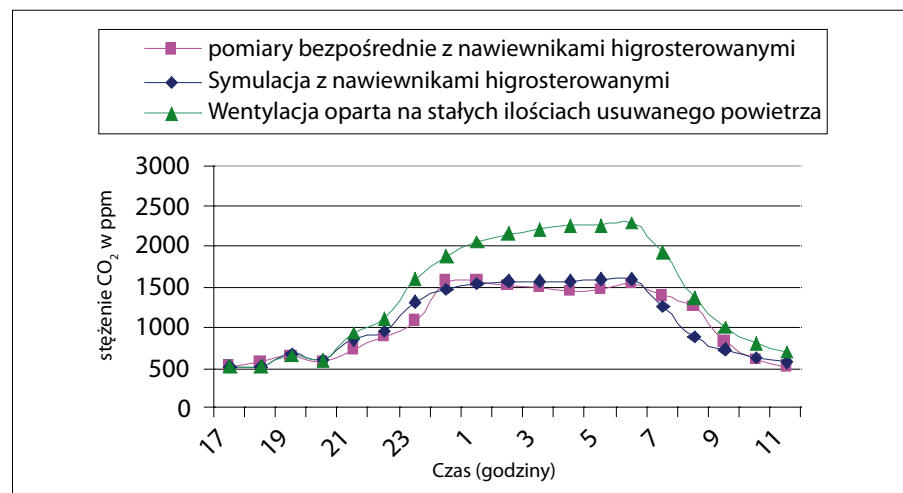
Pomiary stężenia CO₂ (rysunek 1) wskazują, że właściwa jakość powietrza wewnętrznego była zapewniona zarówno

w pomieszczeniu o niskiej liczbie użytkowników (jedna osoba dorosła), jak również w pomieszczeniu o dużej liczbie użytkowników (cztery osoby dorosłe). Szczytowa wartość stężenia CO₂ przekroczyła się z poziomu 700 ppm w sypialni użytkowanej przez jedną osobę, do 950 ppm w sypialni użytkowanej przez cztery osoby, ale nawet w tym przypadku poziom 1500 ppm nie był przekroczony dłużej niż przez kilka godzin.

Rysunek 2 przedstawia nocne wahania sprawności nawiewnika higrosterowanego w porównaniu do symulowanej wentylacji ze stałą ilością przepływającego powietrza: podczas gdy w pomieszczeniu z nawiewnikiem higrosterowanym poziom CO₂ utrzymuje się poniżej progu 1500 ppm, to w przypadku nawiewnika o stałym przepływie stężenie CO₂ wynosiłoby nawet ponad 2200 ppm. Dodatkowo, podczas krótkiego okresu (oko-



Rysunek 1 – Stężenia CO₂ w dwóch sypialniach o różnej liczbie użytkowników (niebieski kwadrat: 1 os. dorosła, czerwony trójkąt: 4 os. dorosłe).



Rysunek 2 – Nocne wahania stężenia CO₂* Porównanie pomiędzy nawiewnikiem higrosterowanym (dane zmierzone i z symulacji), a instalacją wentylacyjną opartą na stałych ilościach usuwanego powietrza – symulacja).

* Pomiary w sypialni o kubaturze 35 m³ użytkowanej przez dwie osoby (drzwi zamknięte).

ło miesiąca), w ciągu którego wentylator nie pracował, można było zaobserwować wysoki wzrost stężenia CO₂ (powyżej 1900 ppm przez większą część czasu, w którym pomieszczenie było użytkowane), przy czym nie wiązało się to ze szczególną reakcją ze strony mieszkańców. Potwierdza to znaczenie wentylacji dla jakości powietrza wewnętrznego i pokazuje, że mieszkańcy nie zdają sobie sprawy ze słabej wentylacji, przez co nie kompensują sobie jej niedostatecznej wydajności, np. poprzez otwarcie okna.

Wilgotność i ryzyko wykroplenia pary wodnej

Obliczenie ryzyka wykroplenia pary wodnej na oknie zespolonym z podwójnym szkleniem¹ wykazało, że instalacje wentylacji higrosterowanej są szczególnie sprawne w zakresie ochrony przed wykropleniem (w czasie monitoringu warunki, w których mogło dojść do wykroplenia występowały tylko przez kilka godzin). W większości mieszkań ryzyko wykroplenia pary wodnej było równe zeru; maksymalne stwierdzone ryzyko, kiedy wykraplanie wody na oknie mogło występować przez więcej niż jedną godzinę, obserwowano 8 razy w ciągu roku. Nieliczne przypadki, w których wystąpiło ryzyko wykroplenia pary wodnej, dotyczyły zwykle mieszkań o dużej liczbie użytkowników, w których znajdowały się pralki-suszarki uwalniające duże ilości wilgoci do otoczenia.

Wpływ na zużycie energii

Zużycie energii w instalacji wentylacyjnej jest sumą strat związanych z ogrzewaniem nawiewanego powietrza oraz zużycia energii przez wentylator.

Straty energii w wyniku wymiany powietrza

Rysunek 3 przedstawia średni zmierzony równoważny przepływ powietrza dla obliczeń energetycznych² na mieszkanie w ciągu całego sezonu grzewczego.

¹ Obliczenia oparto na zmierzonej wewnętrznej i zewnętrznej temperaturze i wilgotności powietrza. Współczynnik Ug oszklenia = 3 W/m²K (szyby o niskiej izolacyjności termicznej).

² Równoważny przepływ powietrza dla obliczeń energetycznych odpowiada stałemu równoważnemu przepływowi w czasie okresu a. Brana jest pod uwagę różnica temperatur powietrza wewnętrznego i zewnętrznego.

Różnice zmierzonych równoważnych przepływów powietrza wynikają z faktu dostosowywania się instalacji wentylacyjnych do różnej liczby mieszkańców, zmiennego użytkowania pomieszczeń oraz z różnic w wielkości mieszkań. Porównanie z francuskimi standardowymi instalacjami wentylacyjnymi (stały przepływ – słupki z szarym wzorem) dowodzi, że w instalacjach wentylacyjnych sterowanych w zależności od potrzeb przepływy powietrza są niższe, a tym samym oszczędność energii jest większa. Oszczędności wynikające z ograniczenia przepływu szacuje się na 30%. Jak wspomniano wyżej, większość z tych mieszkań ma ponadnormatywną ilość użytkowników, zwłaszcza w budynku w Paryżu. Po dokonaniu przeliczenia tych wyników na mieszkania o przeciętnej liczbie użytkowników, według danych statystycznych dla Francji, dla każdego typu mieszkań, oszczędność energii wynikająca ze zmniejszenia strat ciepła w instalacji wentylacyjnej wyniosła od 50% do 55%. To statystyczne zmniejszenie przepływu powietrza nie ma wpływu na jakość powietrza wewnętrznego, a wręcz przeciwnie, zgodnie z powyższymi rysunkami jakość powietrza w mieszkaniach była lepsza, zarówno pod względem zawartości CO₂ jak i wilgotności (w porównaniu do instalacji wentylacyjnej opartej na stałych ilościach usuwanego powietrza).

Zużycie energii przez wentylatory

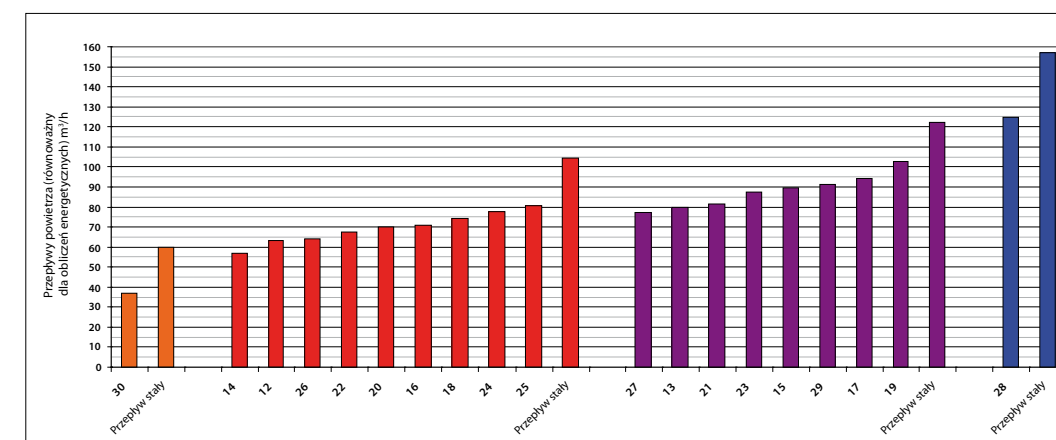
Dodatkową zaletą zmiany przepływu powietrza jest ograniczenie średniego

łącznego przepływu i tym samym ograniczenie zużycia energii przez wentylator centralny. Pomiary dowodzą, że zapotrzebowanie na powietrze jest rozłożone w czasie, przez co łączny przepływ powietrza jest w każdej chwili znacznie niższy od sumy założonych wartości maksymalnych. Wynikającą z tego oszczędność energii³ do napędu wentylatora określono na 50% w budynku w Paryżu i 35% w budynku w Lyonie. Wyniki wahają się w zależności od ciśnienia nastawionego na elementach sterowniczych.

Weryfikacja oprogramowania do godzinowych analiz termodynamycznych

Pośrednim celem projektu było sprawdzenie poprawności działania oprogramowania do symulacji godzinowej „SIREN”, które wykorzystywane jest do oceny instalacji wentylacji higrosterowanej we francuskich aprobatkach technicznych. Dokonano pomiarów (przepływów powietrza, stężenia CO₂ i wilgotności, ryzyka wykroplenia pary wodnej) oraz przeprowadzono porównanie z wynikami symulacji uzyskiwanymi w programie SIREN. Otrzymane dane potwierdziły dosyć dobrą wiarygod-

³ W porównaniu do danych zużycia energii przez wentylator, według przepisów francuskich dla instalacji ze stałą ilością przepływającego powietrza. Stosowanie wentylatorów o niskim poborze energii pozwoliło na podniesienie sprawności nominalnej.



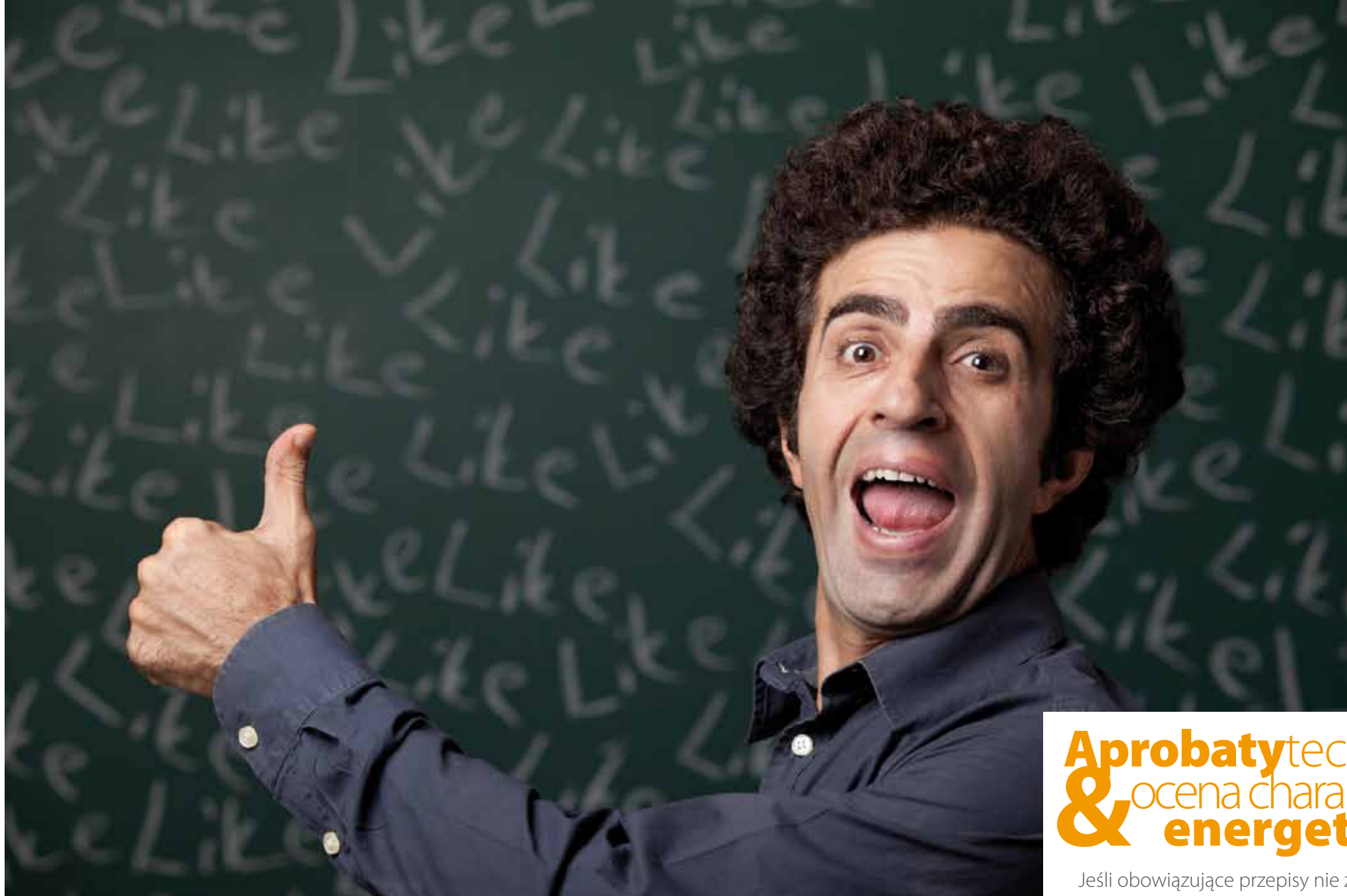
Rysunek 3 – Statystyczne równoważne przepływy powietrza dla obliczeń energetycznych na mieszkanie, w budynku w Paryżu. Dane przedstawiono według typów mieszkań i porównano do przepływu powietrza według przepisów francuskich dla instalacji ze stałym przepływem powietrza (szare słupki). Sezon grzewczy 2007-2008.

badania monitoringowe

ność tego narzędzia i wierność wykonywanych za jego pomocą obliczeń energetycznych i aerodynamicznych. Choć program SIREN okazał się przeszacowywać ryzyko wykraplania pary wodnej (co może wynikać z pewnych założeń dotyczących powierzchni pomieszczeń, otworów drzwiowych i okiennych, itp.), to oprogramowanie okazało się szczególnie przydatne do oceny instalacji wentylacji higrosterowanej oraz pozostałych sterowanych w zależności od potrzeb.

Wnioski

Przeprowadzony monitoring potwierdził dobrą sprawność instalacji i jej zdolność do zapewnienia wysokiego poziomu jakości powietrza w porównaniu do instalacji o stałym przepływie. Ponadto, wykazano możliwość adaptacji do ponadnormatywnej liczby użytkowników mieszkań. Ryzyko wykraplania pary wodnej było pomijalne. Monitorowane instalacje umożliwiały osiągnięcie oszczędności energii rzędu 30% w porównaniu do instalacji o stałym przepływie powietrza w mieszkaniach o podobnym układzie architektonicznym. Ekstrapolacja do średniej dla Francji liczby użytkowników dała w przeliczeniu od 50 do 55% oszczędności. Zużycie energii przez wentylatory zmniejszyło się odpowiednio o 50 i 35% w dwóch badanych budynkach. Objęte monitoringiem elementy instalacji wentylacji higrosterowanej potwierdziły zgodność swoich charakterystyk roboczych, a w szczególności zmianę przepływu w zależności od zmieniającej się wilgotności względnej, z wynikami badań laboratoryjnych. Projekt ten dał również okazję do sprawdzenia poprawności danych otrzymywanych z obliczeń przeprowadzanych przez program symulacyjny (SIREN), wykorzystywany we Francji w procesie uzyskiwania aprobat technicznych dla systemów wentylacyjnych.



Aprobaty techniczne & ocena charakterystyki & energetycznej

Jeśli obowiązujące przepisy nie zapewniają odpowiednich narzędzi do oceny nowego systemu, aprobata techniczna może być również dokumentem pomocnym w ocenie jego charakterystyki energetycznej.

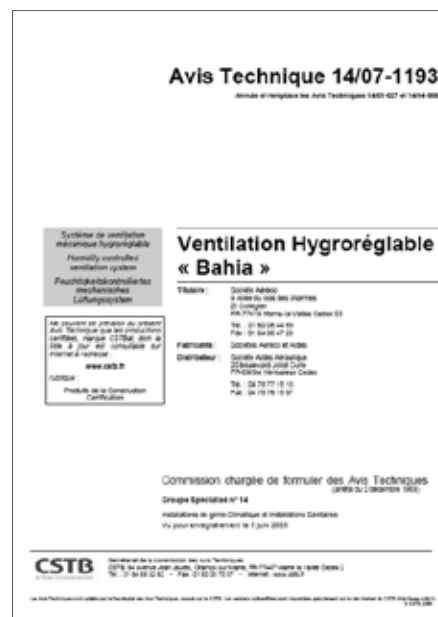
Takie aprobaty i rekomendacje dla wykazania zysku energetycznego najczęściej operują porównaniem nowego systemu do referencyjnego systemu wentylacji o stałym przepływie powietrza.

Kilka aprobat technicznych i dopuszczeń powstało w krajach, które stosują dynamiczne narzędzia do oceny systemów wentylacji sterowanej w zależności od potrzeb, w tym wentylacji higrosterowanej.

Aprobata techniczna

« Avis technique »

CSTB, Francja



przepływem powietrza w kuchni. Zdefiniowany jest również minimalny przepływ powietrza, lecz może być on stosowany w przypadku systemu wentylacji sterowanej w zależności od potrzeb, o ile system taki otrzymał odpowiednie pozwolenie wydane przez ministerstwo budownictwa oraz aprobatę techniczną CSTB.

Wymagania

Producent, który chce ocenić swój produkt zwraca się do CSTB o wydanie aprobaty technicznej, dostarczając następujące informacje:

- opis instalacji wentylacyjnej (charakterystyki elementowej, badania, itp.)
- zastosowanie
- proces produkcyjny
- koncepcyjne trasy kanałów wentylacyjnych
- oznaczenia produktu
- zalecenia montażowe
- wymagania konserwacyjne

W oparciu o te dane, sprawdzane są informacje i określana jest sprawność energetyczna systemu z użyciem oprogramowania SIREN.

Ocena

Głównym celem aprobaty technicznej jest oszacowanie strat ciepłych na wentylacji, zgodnie z daną konfiguracją mieszkań. Oprogramowanie SIREN (patrz punkt „Narzędzia analityczne”) wykorzystywane jest do symulacji mającej na celu określenie związanej ze stratami ciepła ilości przepływającego powietrza, którą należy uwzględnić w obliczeniach zapotrzebowania na ciepło. Oprogramowanie to określa również jakość powietrza wewnętrznego – średnią intensywność przepływu powietrza można ograniczyć wyłącznie, jeśli można udowodnić, że jakość powietrza wewnętrznego pozostanie taka sama lub będzie lepsza, niż jego jakość w przypadku stałych przepływów powietrza.

CSTB sprawdza jakość zaaprobowanych produktów poddając co roku testom próbki pobierane z linii produkcyjnych. Opracowano w tym celu specjalną metodę umożliwiającą przeprowadzenie pomiarów dla wszystkich elementów stero-

wanych wilgotnością, zgodnie z normą EN 13151 oraz odpowiednie ich znakowanie (certyfikacja CSTBAT) ze stałą ilością powietrza określoną we francuskich przepisach.

Wyniki

Poniższa tabela przedstawia oszacowaną zależną od strat ciepła ilość przepływającego powietrza² obliczoną dla instalacji wentylacji higrosterowanej firmy Aereco i porównuje ją ze stałą ilością przepływającego powietrza określoną w przepisach, jako wartość odniesienia.

Higrosterowana, mechaniczna wentylacja wywiewna zapewnia oszczędność energii sięgającą od 27 do 57%, w porównaniu do instalacji opartej na stałej ilości przepływającego powietrza.

Wyniki te potwierdzono badaniami monitoringowymi przeprowadzonymi w Paryżu („Performance de la ventilation et du bâti” – patrz punkt „Badania monitoringowe”) w 2009.



typ mieszkania liczba pomieszczeń mieszkalnych	pomieszczenia pomocnicze	system wentylacji higrosterowanej	średnia ilość usuwanego powietrza w m ³ /h	system ciśnieniowy – stałe ilości usuwanego powietrza	średnia ilość usuwanego powietrza w m ³ /h	oszczędności energetyczne
F1	1 łazienka z WC		23.0		39.6	42%
F1	1 łazienka + 1 WC		24.6		54.6	55%
F2	1 łazienka z WC		36.7		50.0	27%
F2	1 łazienka + 1 WC		36.0		65.0	45%
F3	1 łazienka + 1 WC		42.1		95.0	56%
F4	1 łazienka + 1 WC		48.0		111.3	57%
F5	1 łazienka + 1 WC		56.0		112.5	50%
F6	2 łazienki + 1 WC		70.6		142.5	50%
F7	2 łazienki + 1 WC		73.1		142.5	49%

Aprobata techniczna wydawane we Francji przez CSTB umożliwiając wyznaczenie specyficznych wartości intensywności wentylacji dla instalacji wentylacji mechanicznej wywiewnej higrosterowanej. Wartość ta może być potem wykorzystywana w narzędziach do obliczeń ciepłych. Aprobata techniczna gwarantuje oszczędność zapotrzebowania na ciepło do podgrzania powietrza wentylacyjnego w zakresie od 27% do 57%.

¹ CSTB – Francuski Instytut Techniki Budowlanej

² Żadna z tych wartości nie uwzględnia dodatkowego nawiewu spowodowanego wpływem wiatru. Dodatkowa ilość nawiewanego powietrza jest mniejsza dla nawiewników higrosterowanych, których pole przekroju spowodowane stopniem otwarcie jest z reguły mniejsze niż dla nawiewników ciśnieniowych.

Aprobata techniczna « ATG-E »

CSTC/BBRI, Belgia



W Belgii jednostki naukowo-badawcze CSTC¹ i UBAtc² opracowały ostatnio aprobaty techniczne połączone z oceną sprawności energetycznych, które znane są pod nazwą ATG-E. Ich celem jest uwzględnienie innowacyjnych produktów w obliczeniach sprawności energetycznej budynku. Jedną z pierwszych aprobat ATG-E wydanych dla instalacji

wentylacyjnych dotyczyła systemu wentylacji mechanicznej wywiewnej higrosterowanej.

Podobnie, jak ma to miejsce we Francji aprobata techniczna porównuje analizowaną instalację wentylacji sterowaną w zależności od potrzeb ze standardową (stałą ilością przepływającego powietrza), pod względem jakości powietrza wewnętrznego i strat ciepła spowodowanych wymianą powietrza. Wynikiem jest równoważna stała intensywność przepływu powietrza, którą można następnie wykorzystać w obliczeniach charakterystyki energetycznej budynku.

Belgijskie przepisy wentylacyjne (Belgium Ventilation code – NBN D 50001) wymagają zapewnienia usuwania powietrza z pomieszczeń pomocniczych oraz zapewnienia dopływu powietrza do pomieszczeń mieszkalnych. Intensywność wywiewu lub nawiewu zależy od powierzchni pomieszczenia. Dla pomieszczeń pomocniczych określona jest minimalna ilość usuwanego powietrza, ale istnieje możliwość obniżenia jej pod warunkiem zastosowania systemu wen-

tylacji sterowanej w zależności od potrzeb, o ile system taki otrzymał aprobatę UBAtc oraz zgodę od właściwych władz regionalnych. Na dzień dzisiejszy, aprobata ATG-E została zatwierdzona we Flandrii.

Wymagania

Producent, który chce ocenić swój produkt zwraca się do UBAtc o wydanie aprobaty technicznej, dostarczając następujące informacje:

- opis instalacji wentylacyjnej (charakterystyki elementów, badania, itp.)
- zastosowanie
- proces produkcyjny
- koncepcyjne trasy kanałów wentylacyjnych
- oznaczenia produktu
- zalecenia montażowe
- wymagania konserwacyjne

W oparciu o te dane, sprawdzane są informacje i określana jest sprawność energetyczna systemu z użyciem oprogramowania symulacyjnego CONTAM.



Ocena

Głównym celem aprobaty technicznej jest oszacowanie współczynnika, który zostanie odniesiony do standardowego systemu wentylacji opartego na usuwaniu stałych ilości powietrza, a później użyty w obliczeniach efektywności energetycznej budynku.

Oprogramowanie CONTAM (patrz punkt „Narzędzia analityczne”) wykorzystywane jest do symulacji, podczas opracowania ATG-E, do porównujące straty ciepła zastosowanego systemu wentylacji w porównaniu do systemu o stałych ilościach usuwanego powietrza. Ten sam współczynnik jest następnie stosowany do określenia wartości przepływu powietrza, która stosowana będzie w obliczeniach efektywności energetycznej.

Symulacja jest przeprowadzana z wykorzystaniem kilku, zróżnicowanych scenariuszy użytkownika budynku w celu określenia wartości statystycznej (metoda Monte-Carlo). Oprogramowanie to określa również jakość powietrza wewnętrznego (średnią intensywność przepływu powietrza można ograniczyć wyłącznie, jeśli można udowodnić, że jakość powietrza wewnętrznego pozostanie taka sama lub będzie lepsza, niż jego jakość w przypadku usuwania stałych ilości powietrza). Ocena przeprowadzana jest na danej próbie mieszkań i ten sam współczynnik stosowany jest dla wszystkich typów mieszkań.

Belgijska aprobata ATG-E obejmuje system mechanicznej wentylacji wywiewnej składający się z higrosterowanych kratki wyciągowych oraz ciśnieniowych nawiewników powietrza, natomiast francuskie i hiszpańskie³ aprobaty techniczne odnoszą się do systemu w którym zarówno nawiew jak i wywiew wyposażony jest w urządzenia higrosterowane.

3. Proces aprobacyjny trwa.

Belgijska aprobata ATG-E podaje oszczędność energii w zakresie od 11,8 do 12.1% (w porównaniu do poziomu odniesienia, jakim jest instalacja wentylacji ze stałą ilością usuwanego powietrza) dla instalacji wentylacyjnej sterowanej w zależności od potrzeb z nawiewnikami ciśnieniowymi.

Uwaga: Oszczędność energii podawana dla pełnych instalacji wentylacji higrosterowanej wynosi zwykle około 30 do 40%. 12% wynik podawany przez oprogramowanie CONTAM dotyczy instalacji wentylacyjnej w której zastosowano jedynie kratki wyciągowe higrosterowane (dopływ powietrza odbywa się przez nawiewniki ciśnieniowe). Co więcej wartość ta jest wartością statystyczną obejmującą różne scenariusze użytkownika pomieszczeń, dla pojedynczego układu architektonicznego mieszkania. Wartość ta nie odzwierciedla zoptymalizowanego zastosowania wentylacji HIGRO® aereco w różnych układach mieszkań z odpowiadającymi im scenariuszami użytkownika, a jedynie minimalny, statystyczny zysk energetyczny, dla wszystkich układów architektonicznych mieszkań.

¹ Belgijski Instytut Techniki Budowlanej.

² Unia Belgijskich Aprobatach Technicznych dla Budownictwa.

Ocena energetyczne

« klasa efektywności A2 »

NAPE, Polska



Narodowa Agencja Poszanowania Energii, utworzona z inicjatywy Funduszu Poszanowania Energii w 1994 r., jest prywatną instytucją łączącą działalność konsultingową w sektorze budownictwa, prace badawczo-rozwojowe oraz usługi w sektorze energetycznym. W obszarze zainteresowania agencji znajdują się wszystkie problemy związane z racjonalną gospodarką energetyczną, ze szczególnym uwzględnieniem problematyki paliw odnawialnych.

W 2011 r. agencja rozpoczęła wydawanie ocen efektywności energetycznej dla systemów wentylacji.

Ocena energetyczna

Ocena energetyczna polega na porównaniu zużycia energii (ogrzewanie + energia potrzebna do działania instalacji wentylacyjnej) oraz strumienia przepływającego powietrza (możliwa ocena komfortu) w budynku mieszkalnym wyposażonym w oceniany system, ze zużyciem w budynku wyposażonym w referencyjne systemy wentylacji grawitacyjnej i mechanicznej wywiewnej. Na potrzeby symulacji zdefiniowano dwa

mieszkalne budynki referencyjne, jednorodzinny i wielorodzinny. Przyjęto typowe rozwiązania konstrukcyjne. Parametry cieplne przegród budowlanych odpowiadają aktualnym, minimalnym wymaganiom według rozporządzenia w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (WT). Dla instalacji wentylacji grawitacyjnej i mechanicznej przyjęto wszystkie obowiązujące wymagania, dotyczące min. strumienia powietrza usuwanego z pomieszczeń oraz mocy właściwej wentylatorów, zawarte w WT i Polskiej Normie PN-B-03430:1983+Az3:2000. Obliczenia przeprowadzono dla sezonu grzewczego. Jako daty graniczne sezonu przyjęto dni w których średnia dobowo temperatura przekracza +12 0C. Do obliczeń wykorzystano godzinowe dane meteorologiczne wg normy PN-EN ISO 15927-4:2007.

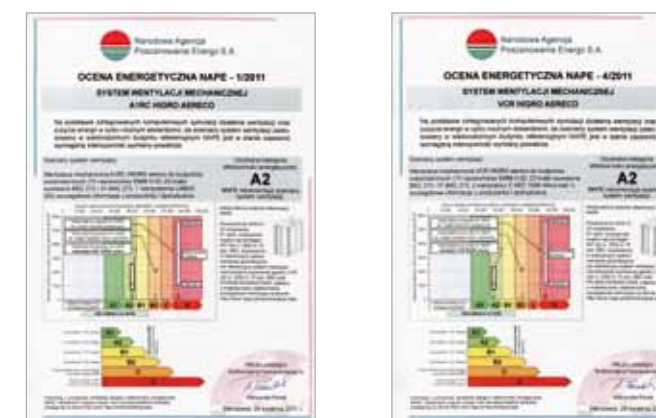
Do obliczeń strumienia powietrza przepływającego przez budynek oraz analizy stężenia zanieczyszczeń wykorzystano program CONTAM 2.4. Przyjęta metoda pozwala uwzględnić zmienność strumieni w czasie wynikającą ze zmian temperatury i prędkości wiatru oraz ze sterowania elementów wentylacyj-

nych, zużycie energii do napędu urządzeń w systemie wentylacyjnym, zmniejszenie zużycia energii na skutek zastosowania systemu do odzysku ciepła oraz jakość powietrza zapewnianą przez oceniany system.

Kategorie efektywności energetycznej

Obliczenia symulacyjne przeprowadzane są w dwóch etapach. W pierwszym określa się, czy strumienie wentylacyjne spełniają wymagania minimalne zawarte w normie oraz rozporządzeniu WT. Następnie, ustalone wartości strumieni, stanowią dane wejściowe do obliczeń bilansu cieplnego. Wynik obliczeń stanowi zużycie energii pierwotnej na potrzeby ogrzewania i wentylacji wyrażone w kWh/rok. W uzupełnieniu prezentowany jest zakres wielkości strumienia powietrza w trakcie sezonu grzewczego.

Aby zróżnicować oceniane systemy NAPE wprowadziło kategorie efektywności energetycznej. Przyjęto, że średnie zużycie energii dla budynku referencyjnego wyposażonego w wentylację grawitacyjną lub mechaniczną wynosi 100% z kolei 0% stanowi wynik dla budynku pozbawionego instalacji wentylacyjnej.*



Charakterystyka ocenianych systemów

Budynek wielorodzinny

1. System wentylacji mechanicznej – A1RC Higro

W systemie A1RC Higro dopływ powietrza realizowany jest przez higrosterowane nawiewniki okienne EMM a wywiew przez kratki wyciągowe higrosterowane BXC, z których część została dodatkowo wyposażona w czujnik ruchu. Powietrze usuwane jest z budynku zbiorczymi, kanałowymi wentylatorami LINEO. System wentylacji mechanicznej A1RC uzyskał kategorię A2.

2. System wentylacji hybrydowej – VBP Higro

W systemie wentylacji hybrydowej VBP Higro, dopływ powietrza realizowany jest przez higrosterowane nawiewniki okienne EMM, wywiew przez kratki wywiewne higrosterowane GHN. Powietrze usuwane jest z budynku nasadami wentylacyjnymi VBP. System wentylacji hybrydowej VBP Higro uzyskał kategorię A2.

3. System wentylacji mechanicznej – VBP Higro

W systemie wentylacji mechanicznej VBP Higro, dopływ powietrza realizowany jest przez higrosterowane nawiewniki okienne EMM, wywiew przez kratki wyciągowe higrosterowane BXC hH. Powietrze usuwane jest z budynku nasadami wentylacyjnymi VBP. System wentylacji mechanicznej VBP Higro uzyskał kategorię A2.

4. System wentylacji mechanicznej – VCR Higro

W systemie VCR Higro dopływ powietrza realizowany jest przez higrosterowane nawiewniki okienne EMM a wywiew przez kratki wyciągowe higrosterowane BXC, z których część została dodatkowo wyposażona w czujnik ruchu. Powietrze usuwane jest z budynku zbiorczymi wentylatorami C.VEC mikro-wat +. System wentylacji mechanicznej VCR Higro uzyskał kategorię A2.

Budynek jednorodzinny

System wentylacji mechanicznej Higro

W systemie wentylacji mechanicznej dopływ powietrza realizowany jest przez higrosterowane nawiewniki okienne EMM, wywiew przez kratki wyciągowe higrosterowane BXC z których część została dodatkowo wyposażona w czujnik ruchu. Powietrze usuwane jest z budynku przez zbiorczy wentylator VPH2 mikro-wat. System wentylacji mechanicznej Higro uzyskał kategorię A2.

Systemy które uzyskały kategorię efektywności energetycznej NAPE A1, A2 i B1 są rekomendowane do stosowania przez Narodową Agencję Poszanowania Energii. Systemy posiadające rekomendację NAPE mogą być oznaczone logo rekomendacji oraz opisem: <NAPE rekomenduje system do stosowania w budynkach wielorodzinnych/ jednorodzinnych>.

Systemy aereco uzyskały klasyfikację energetyczną A2 potwierdzającą 50% oszczędności.

* Kategorie NAPE:

- wynik od 0% do 30% włącznie – A1,
- wynik od 30 do 50% włącznie – A2,
- wynik od 50 do 70% włącznie – B1,
- wynik od 70 do 90% włącznie – B2,
- wynik od 90 do 110% włącznie – C,
- wynik powyżej 110% - D.

Rekomendacje udzielane są dla systemów, które uzyskały co najmniej 30% oszczędności energii w stosunku do poziomu referencyjnego.



Promowanie **oszczędności energii** w Europie i w Polsce

Wejście w życie dyrektywy w sprawie charakterystyki energetycznej budynków sprawiło, że niektóre kraje członkowskie wprowadziły dofinansowanie rozwiązań promujących oszczędne zużycie energii. System białych certyfikatów przyczynił się we Francji do rozwoju nowoczesnych systemów wentylacji.

Europejskie programy takiej jak ASIEPI zostały stworzone w odpowiedzi na brak narzędzi do oceny innowacyjnych systemów pojawiających się przy okazji oceny energetycznej budynków.

Certyfikaty sprawności energetycznej

białe certyfikaty



Zgodnie z biuletynem „Science for Environment Policy” (Nauka dla ochrony środowiska) Komisji Europejskiej, niektóre Państwa Członkowskie UE rozważają wprowadzenie Certyfikatów Sprawności Energetycznej.

Te programy certyfikatów sprawności energetycznej (EEC – Energy Efficiency Certificates) nakładają zobowiązania na docelową grupę, zwykle dostawców energii, osiągnięcia pewnego poziomu „oszczędności energii” poprzez poprawę swojej wydajności. Realizowane przez nich projekty otrzymują certyfikaty potwierdzające ilości zaoszczędzonej energii, które mogą być przedmiotem obrotu pomiędzy różnymi projektami i dostawcami.

Te „białe certyfikaty” są więc dokumentami potwierdzającymi osiągnięcie pewnego obniżenia zużycia energii. W większości przypadków, „białe certyfikaty” mogą być przedmiotem obrotu handlowego oraz mogą być łączone ze zobowiązaniem osiągnięcia pewnych docelowych oszczędności energetycznych. W takim systemie producenci, dostawcy lub dystrybutorzy elektryczności, gazu i oleju opałowego zobowiązani są podejmo-

wać działania zmierzające do zwiększenia energooszczędności dla użytkownika końcowego, które są zgodne z określoną wcześniej wartością procentową ich rocznych dostaw energii. Jeśli producenci energii nie spełniają tych obowiązkowych limitów zużycia energii, są oni zobowiązani do zapłaty kar. „Białe certyfikaty” wydawane są producentom, gdy tylko zaoszczędzą oni jakąś ilość energii, przy czym producent może wykorzystać ten certyfikat w celu zapewnienia zgodności z określonymi dla niego limitami lub odsprzedać go innym stronom, które nie są w stanie dotrzymać określonych dla nich limitów. Jest to mechanizm dość podobny do koncepcji obrotu limitami emisji. Możliwość obrotu teoretycznie gwarantuje osiągnięcie ogólnych oszczędności energii niższym kosztem, podczas gdy same certyfikaty gwarantują osiągnięcie przyjętych ogólnych celów oszczędnościowych.

„Białe certyfikaty” są również zwane Certyfikatami Oszczędności Energetycznych (ESC – Energy Savings Certificate), Kredytem Energooszczędności (EEC – Energy Efficiency Credit). Są one instrumentami wystawianymi przez upoważniony organ, gwarantującymi osiągnięcie okre-

ślonego poziomu oszczędności energii. Każdy certyfikat jest niepowtarzalnym i rejestrowanym towarem, z którym związane jest prawo własności do pewnej ilości dodatkowych oszczędności energii, gwarantującym że korzyści płynące z tych oszczędności nie zostaną rozliczone w innych miejscach.

W Europie, wiele państw wprowadziło „białe certyfikaty” lub też poważnie myśli o ich wprowadzeniu. Włochy rozpoczęły ten program w styczniu 2005 roku; Francja rok później. Wielka Brytania połączyła swój system zobowiązań do oszczędności energii z możliwością obrotu zobowiązaniami i oszczędnościami. Dania i Holandia poważnie rozważają wprowadzenie „białych certyfikatów” w nieodległej przyszłości.

W Wielkiej Brytanii program Zobowiązań do Wydajności Energetycznej (Energy Efficiency Commitment) realizowany w latach 2002-2005 wymagał, aby wszyscy dostawcy energii elektrycznej i gazu posiadający co najmniej 15 000 klientów krajowych do 2005 roku osiągnęli łączne oszczędności energii rzędu 62 TWh. Pomagając swoim klientom w podejmowaniu działań na rzecz zwiększania wydaj-

ności energetycznej i oszczędności energii w ich domach: dostawcy muszą osiągnąć co najmniej połowę swoich oszczędności energetycznych w gospodarstwach domowych, na zasadzie ulg podatkowych. W obecnym programie EEC 2, realizowanym w okresie od 2005 do 2008 roku, docelowe poziomy oszczędności energii zostały zwiększone do 130 TWh, a obowiązki temu podlegają dostawcy posiadający co najmniej 50 000 klientów krajowych (licząc z licencjami ich filii). System został obecnie zastąpiony systemem planu redukcji emisji związków węgla (Carbon Emission Reduction Target – CERT), który będzie realizowany w okresie 2008-2011 i którego celem jest ograniczenie emisji CO₂ o 154 mln. ton (bezterminowo).

Zastosowanie certyfikatów w kontekście instalacji wentylacyjnych we Francji

We Francji instalacje wentylacyjne umożliwiają wydawanie „białych certyfikatów”. Wartość certyfikatu zależy od zastosowanej instalacji wentylacyjnej. Jest ona wyrażana w jednostce „kWh cumac”, która odpowiada kWh oszczędzonej w ciągu typowego czasu życia urządzeń/urządzenia, po skorygowaniu o współczynnik aktualizacyjny równy 4%¹.

Certyfikaty dla systemów wentylacyjnych zależą od:

- strefy klimatycznej (3 strefy we Francji)
- energii zużywanej na ogrzewanie
- wieku budynku (przed/ po 1975 roku)
- zastosowania nowej instalacji wentylacyjnej

Odpowiednie wartości podane są w arkuszach danych, które można znaleźć w serwisie internetowym Francuskiego Ministerstwa Infrastruktury (<http://www.industrie.gouv.fr>).

Wykres po prawej stronie przedstawia wartości dla przykładowego mieszkania wybudowanego przed rokiem 1975, z 3 pomieszczeniami pomocniczymi, o powierzchni 70 m², ogrzewanego elektrycznie, dla różnych instalacji wentylacji mechanicznej (z ciśnieniowymi nawiewnikami i kratkami wyciągowymi, higrosterowanej oraz z odzyskiem ciepła).

Wykres ten wykazuje, że system higrosterowany oceniany jest na 18 000 kWh cumac w najzimniejszych strefach klimatycznych, co jest wartością lepszą, niż system z odzyskiem ciepła. Systemy wentylacji mechanicznej higrosterowanej przynoszą oszczędności energetyczne bez względu na klimat w którym są użytkowane.

Aspekt finansowy

„Białe certyfikaty” otrzymane po przeprowadzeniu remontu budynku mogą zostać odsprzedane za cenę zależną od potrzeb producentów energii do dokonywania większych oszczędności energii. Cena zaoszczędzonych kWh cumac powinna wahać się w zakresie od 1 do 2 Euro centów. Przy cenie 1 Euro centa, wymiana starej instalacji wentylacji mechanicznej o stałej wydajności na instalację wentylacji higrosterowanej jest wycenia-

na na 180 € za mieszkanie, w warunkach opisanych powyżej (70 m², klimat zimny-kontynentalny, itp.). Można zsumować ją dla wszystkich mieszkań w budynku, które właściciel zdecydował się wyremontować, przez co może ona osiągać duże kwoty.

We Francji zostały wydane niedawno pierwsze „białe certyfikaty” dla wentylacji. Cena zaoszczędzonych kWh cumac nadal nie jest dobrze zdefiniowana, ponieważ dostawcy energii w tej chwili zrealizowali swoje zobowiązania oszczędnościowe, ale w kolejnych latach powinna pojawić się prawdziwa giełda tych certyfikatów, zwiększając zainteresowanie wymianą starych instalacji wentylacyjnych na instalacje higrosterowane.

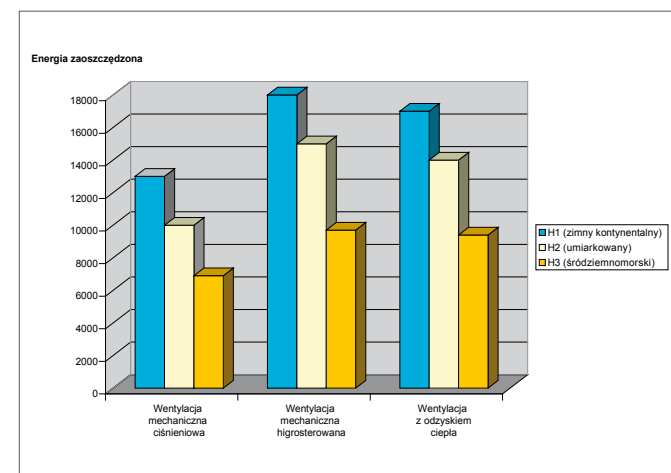
Więcej informacji:

<http://ec.europa.eu/energy/intelligent/>

http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/doc/neeap/france_en.pdf

http://www.ewc.polimi.it/documents/EWC_brochure.pdf

Przykład francuskich certyfikatów energetycznych (z lewej: wentylacja mechaniczna ciśnieniowa. Z prawej: wentylacja mechaniczna higrosterowana)



Oszczędzona energia wyrażona w kWh, zgodnie z francuskimi „białymi certyfikatami” dla urządzeń o typowym czasie eksploatacji (16 lat) w 70 m² mieszkaniu i w warunkach opisanych powyżej.

¹ System, który oszczędzałby 50 kWh rocznie przez okres 10 lat otrzymałby 420 kWh cumac.

Programy oszczędności energii w Polsce

System białych certyfikatów w Polsce

System świadectw efektywności energetycznej czyli tzw. „białych certyfikatów” został wprowadzony przez Ustawę z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej (Dz. U. nr 94 poz. 551). Ustawa ustala krajowy cel w zakresie oszczędnego gospodarowania energią do osiągnięcia w 2016 r. jako uzyskanie min. oszczędności 9% średniego krajowego średniorocznego zużycia energii obliczonego z lat 2001-2005. Realizacji tego celu ma służyć system białych certyfikatów, którego założenia są następujące. Prezes Urzędu Regulacji Energetyki ustali, dla przedsiębiorstw sprzedających energię elektryczną, ciepło i gaz odbiorcom końcowym, kwotę obowiązującej rocznej oszczędności energii wyrażoną w tonach oleju ekwiwalentnego (toe). Nakazaną oszczędność przedsiębiorstwo może osiągnąć wykonując modernizację w ramach własnej działalności albo przez przedsięwzięcia u odbiorców końcowych, od których dowód uzyskania oszczędności trzeba kupić. Co roku przedsiębiorstwa mają przedstawiać prezesowi URE świadectwa efektywności energetycznej stanowiące

dowód uzyskanych oszczędności. Alternatywą jest wniesienie opłaty zastępczej za każdy toe, której wysokość będzie ustalana przez Ministra Gospodarki. Prezes URE ogłasza przetarg, co najmniej raz w roku, na przedsięwzięcia mające przynieść oszczędności energii oraz ustala wartość świadectw energetycznych przewidzianych do wydania. Do przetargu mogą być zgłaszane przedsięwzięcia mające przynieść oszczędność energii co najmniej 10 toe średnio w roku. Nie mogą być to jednak przedsięwzięcia, na które przyznano premię termomodernizacyjną lub uzyskano środki z budżetu państwa lub budżetu Unii Europejskiej. 10 toe to oszczędność możliwa do osiągnięcia w przypadku termomodernizacji budynku mieszkalnego wielorodzinnego o ok. 40 lokalach. Po realizacji przedsięwzięcia i pozytywnej weryfikacji przez prezesa URE świadectwo efektywności energetycznej staje się towarem giełdowym podlegającym sprzedaży. Dzięki temu mechanizmowi termomodernizacja budynków okaże się mniej kosztowna, szczególnie jeśli nie możliwe będzie skorzystanie z premii termomodernizacyjnej w ramach Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów.

Termomodernizacja budynków mieszkalnych

System wspierania termomodernizacji budynków mieszkalnych działa w Polsce od 1998 r. Nowa Ustawa o wspieraniu termomodernizacji i remontów z 2008 r. poszerza istniejący system o możliwość wsparcia finansowego również dla przedsięwzięć remontowych.

Premia termomodernizacyjna przyznawana jest dla inwestycji w wyniku której nastąpi :

1. zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię :
 - w budynkach, gdzie modernizacji podlega wyłącznie system grzewczy – o co najmniej 10%;
 - w budynkach, w których po roku 1984 przeprowadzono modernizację systemu grzewczego – o co najmniej 15%;
 - w pozostałych budynkach – co najmniej 25%;
2. zmniejszenie rocznych strat energii o co najmniej 25%
3. zmniejszenie rocznych kosztów pozyskania ciepła o co najmniej 20%
4. zamiana źródła energii na źródło od-

nawialne lub zastosowanie wysoko-sprawnej kogeneracji

Wysokość premii termomodernizacyjnej stanowi 20% kredytu zaciągniętego na potrzeby realizacji, przy czym nie może ona być większa niż :

- 16% kosztów poniesionych na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz
- dwukrotność przewidywanych rocznych oszczędności kosztów energii.

System ten obejmuje budynki mieszkalne, zamieszkania zbiorowego oraz budynki stanowiące własność jednostek samorządu terytorialnego służące do wykonywania przez nie zadań publicznych.

Premia termomodernizacyjna udzielana jest po pozytywnej weryfikacji audytu energetycznego dla przedsięwzięcia.

Premia remontowa może być przyznawana wyłącznie inwestorowi przeprowadzającemu remont budynku wielorodzinnego oddanego do użytku przed 14.08.1961 roku. W rozumieniu ustawy inwestorem, który może starać się o premię jest : osoba fizyczna, spółdzielnia mieszkaniowa, товариство будовництва сполученого oraz wspólnota mieszkaniowa z większościowym udziałem osób fizycznych.

Premia remontowa przysługuje jeśli :
- przedsięwzięcie prowadzi do zmniejszenia rocznego zapotrzebowania na energię dostarczoną budynku na potrzeby ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej o co najmniej 10%,
- wskaźnik kosztu tego przedsięwzięcia mieści się w przedziale 0,05-0,70, przy czym jeżeli wskaźnik ten przekracza 0,3

to zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię musi wynosić co najmniej 25%.

Wysokość premii remontowej stanowi 20% kredytu, zaciągniętego na potrzeby realizacji inwestycji, jednak nie więcej niż 15% kosztów przedsięwzięcia remontowego.

Dodatkowo ustawa wprowadza pojęcie premii kompensacyjnej, która przysługuje osobie fizycznej, która w dniu 25.04.2005 roku była właścicielem bądź spadkobiercą budynku mieszkalnego z co najmniej jednym lokalem kwaterekowym.

Premia ta jest przeznaczona na spłatę części kredytu udzielonego na realizację przedsięwzięcia remontowego.

Certyfikacja energetyczna budynków w Polsce

Obowiązek sporządzania świadectw energetycznych dla budynków nowych oddawanych do użytkowania oraz budynków istniejących podlegających sprzedaży lub wynajmowi, został wprowadzony poprzez ustawę – Prawo budowlane od 1 stycznia 2009 r. Była to implementacja Dyrektywy 2002/91/UE. Sporządzenie świadectwa poprzedza wykonanie obliczeń zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną użytą na cele ogrzewania, wentylacji, ciepłej wody użytkowej, chłodzenia i oświetlenia (tylko dla budynków użyteczności publicznej). Jako podstawę obliczeń przyjęto metodę bilansową miesięczną wg normy PN-EN ISO 13790:2008.

Wprowadzeniu obowiązku wykonywania świadectw energetycznych towarzyszy szereg kontrowersji dotyczących

min. szeregu błędów w metodyce wykonywania obliczeń, przestrzegania obowiązku wykonywania świadectw, rzetelności sporządzania samego dokumentu oraz kręgu osób uprawnionych do wydawania certyfikatu. W powszechnej opinii system certyfikatów działa w Polsce nie wydajnie i nie spełnia założonej roli.

W 2010 roku dyrektywa została znowelizowana, nr dokumentu 2010/31/UE. Najważniejsza zmiana dotyczy wprowadzenia obowiązku wnoszenia budynków spełniających wysokie standardy energetyczne po 31 grudnia 2020 r. (dla budynków administracji obowiązek ten wchodzi w życie po 31 grudnia 2018 r.). Ponadto Komisja Europejska ma obowiązek określenia ram metodologii porównawczej obliczania optymalnego, pod względem kosztów, poziomu wymagań minimalnych dotyczących charakterystyki energetycznej budynków i elementów budynków. Z innych istotnych zapisów postanowiono wzmocnić system kontroli i nadzoru nad rynkiem świadectw oraz obowiązek wprowadzenia kar za nieprzebranie przepisów.

Zmiana dyrektywy spowodowała konieczność aktualizacji obowiązujących w Polsce przepisów. Należy spodziewać się zmian w ustawie oraz rozporządzeniu dotyczącym metodyki wykonywania świadectw energetycznych. Kierunki zmian dyrektywy powinny narzucić zmiany w metodyce obliczeniowej promującej rozwiązania energooszczędne. Obecnie obowiązująca metodyka w zakresie instalacji wentylacyjnych nie promuje rozwiązań energooszczędnych opartych min. na systemach wentylacji regulowanej według potrzeb.

ASIEPI Ocena i poprawa oddziaływania EPBD



Implementacja dyrektywy w sprawie certyfikacji energetycznej budynków (Energy Performance Building Directive) – Dyrektywa nr. 2002/91/EC do regulacji Państw członkowskich zaowocowało sformułowaniem kilku pytań, na które trzeba odpowiedzieć:

- EPBD wymaga od Państw Członkowskich zdefiniowania wymagań sprawności energetycznej dla budynków... Ale czy Państwa Członkowskie skorzystały z tej okazji i zastrzyły obowiązujące u siebie przepisy?
- Państwa Członkowskie mogą dowolnie definiować stosowane przez siebie metody obliczeniowe oraz swoje wymagania... Czy zatem możliwe będzie porównywanie ze sobą wymagań wszystkich Państw w Europie? Jeśli tak, to czy wymagania w jakimś kraju są bardziej surowe, niż wymagania krajów sąsiednich?
- EPBD przedstawia listę kwestii wymagających uwzględnienia w procedurach obliczeniowych... Jak praktycznie skutecznie radzić sobie z mostkami cieplnymi, stymulować dobre warunki komfortu w lecie i zapewniać dobrą szczelność budynków i kanałów wentylacyjnych?
- EPBD nie powinno być barierą utrudniającą innowacyjność. Czy istnieją praw-

ne i techniczne zasady oceny sprawności energetycznej nowych i innowacyjnych systemów, wobec których nie można stosować standardowych procedur?

- Przepisy są przydatne tylko wtedy, gdy są przestrzegane. W jaki sposób Państwa Członkowskie dbają o kontrolę ich przestrzegania i zgodność z nimi?

Projekt ASIEPI realizowany od 01.10.2007 do 31.03.2010 poświęcony jest analizie tych kwestii w uczestniczących w nim państwach. Jego celem jest też sformułowanie sugestii dotyczących ewentualnych usprawnień.

Skrót ASIEPI pochodzi od nazwy w języku angielskim „Assessment and Improvement of the EPBD Impact for new buildings and building renovation)” (ocena i usprawnienia oddziaływania EPBD dla nowych i remontowanych budynków). Projekt ten jest zorganizowany w 6 technicznych Pakietów Roboczych. Ich dokładny opis można znaleźć na stronach www.asiepi.eu.

Oprócz tradycyjnych raportów, publikacji, udziałów w warsztatach i konferencjach, projekt ASIEPI będzie również propagował swoje wyniki poprzez okolicznościowe serwisy www i organizowane na zamówienie prezentacje i wykłady.



System wentylacji sterowany w zależności od potrzeb został wskazany w programie ASIEPI jako przykład innowacyjnego systemu, który nie może być szeroko stosowany z powodu ograniczeń prawnych w Europie. Na podstawie przeprowadzonych badań, oceniających wartość systemu i wpływ na charakterystykę energetyczną budynku, zaproponowane zostaną zalecenie do ogólnego stosowania.



aereco wentylacja sp. z o.o.
ul. Dobra 13 • Łomna Las • 05-152 Czosnów
tel. 022 380 30 00 • fax 022 380 30 01
e-mail: biuro@aereco.com.pl • www.aereco.com.pl

biura regionalne: Bydgoszcz • Gdańsk • Katowice • Kraków • Lublin • Poznań • Warszawa • Wrocław