

Ocena energetyczna wentylacji z odzyskiem ciepła – energia cieplna i elektryczna

Wentylacja z odzyskiem ciepła z powietrza usuwanego zdobywa coraz większą popularność. Przyczynia się do tego nie tylko rozwój technologiczny, lecz także rozwiązania prawne i zachęty ekonomiczne.

Wśród wymagań prawnych wymienić można np. nowelizację Warunków Technicznych, w których obowiązek stosowania odzysku ciepła obejmuje instalacje już od wydajności powyżej 500 m³/h. Duże nadzieje związane były z uruchomieniem zachęty w postaci dopłat do budynków energooszczędnych, między innymi wyposażonych w urządzenie do odzysku ciepła z powietrza usuwanego. Popularność tego typu rozwiązań skłania do podjęcia oceny energetycznej całosezonowego funkcjonowania wentylacji z odzyskiem ciepła, czyli odpowiedzi na pytanie jaką część energii cieplnej można zaoszczędzić i ewentualnie, o ile wzrośnie zapotrzebowanie na energię elektryczną?

Oszczędności energetyczne stosowania odzysku ciepła

Założenia

Wykonano całosezonową symulację działania wentylacji z odzyskiem ciepła. Aby w pełni ocenić korzyści energetyczne, porównano system wentylacji z odzyskiem ciepła z wentylacją mechaniczną wywiewną. Wszystkie z możliwych parametrów utrzymano w obu systemach na tym samym poziomie (ten sam strumień powietrza, ta sama temperatura powietrza w pomieszczeniach). Pojawiają się jednak różnice np. w przypadku wentylacji z odzyskiem ciepła, zarówno temperatura,

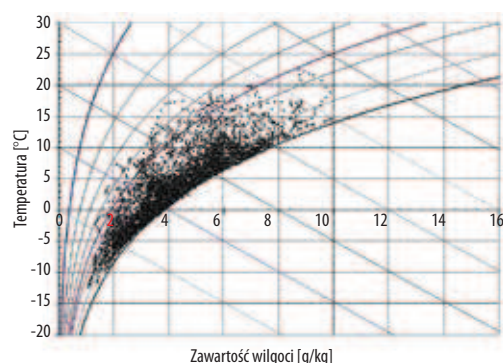
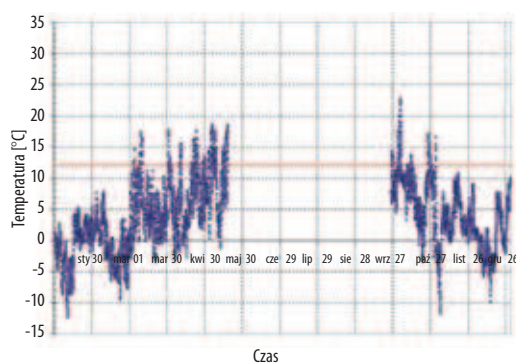
jak i czystość powietrza nawiewanego jest bardziej komfortowa.

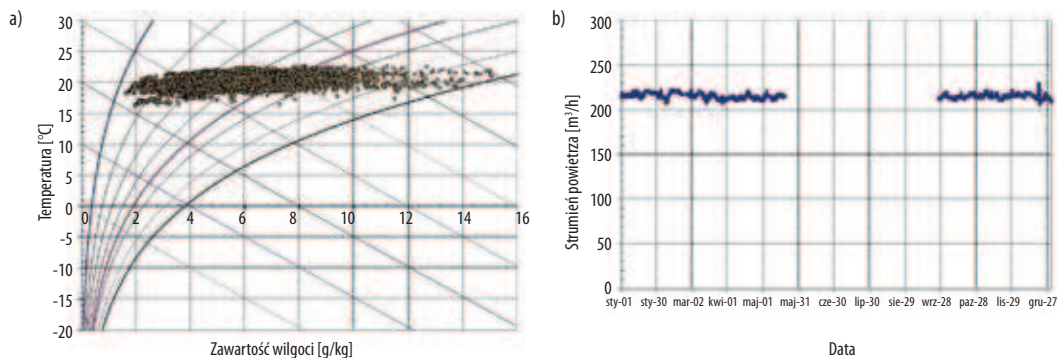
W obu przypadkach zrezygnowano z nagrzewnicy powietrza nawiewanego – wymaganą temperaturę powietrza w pomieszczeniu utrzymuje system ogrzewania zasilany z kotła gazowego. Oznacza to, że różnica pomiędzy systemami dotyczy innego zapotrzebowania na ciepło przez instalację ogrzewania oraz innego zapotrzebowania na energię elektryczną przez instalację wentylacji. Oba systemy wentylacji spełniają wymagania zawarte w obowiązujących warunkach technicznych oraz normie dotyczącej wentylacji w budynkach mieszkalnych (PN-83/B-03430/Az3:2000, Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania).

Obliczenia dla wariantu z wentylacją z odzyskiem ciepła wykonano dla trzech najpopularniejszych rodzajów rekuperatorów:

- wymiennik krzyżowy (sprawność 61%, moc wentylatorów 156 W, zabezpieczenie przed szronieniem nagrzewnicą elektryczną powietrza nawiewanego przed wymiennikiem),
- wymiennik przeciwprądowy (sprawność 87%, moc wentylatorów 75 W, zabezpieczenie przed szronieniem nagrzewnicą elektryczną powietrza nawiewanego przed wymiennikiem),

Rys. 1. Parametry psychrometryczne powietrza zewnętrznego typowego roku meteorologicznego ISO dla Warszawy przyjętego do analiz energetycznych i symulacji przepływów powietrza





Rys. 2. Parametry psychrometryczne powietrza wewnętrznego (a) oraz przebieg zmienności strumienia powietrza wentylacyjnego (b)

- wymiennik obrotowy (sprawność 82%, moc wentylatorów 128 W, zabezpieczenie przed szronieniem poprzez zmniejszenie sprawności odzysku ciepła).

Rekuperatory dobrane zostały do instalacji według rzeczywistych informacji zamieszczonych w kartach katalogowych producentów.

W przypadku referencyjnego systemu wentylacji mechanicznej wywiewnej moc wentylatora wynosi 48 W, a nawiew powietrza realizowany jest przez nawiewniki znajdujące się w ramach okiennych.

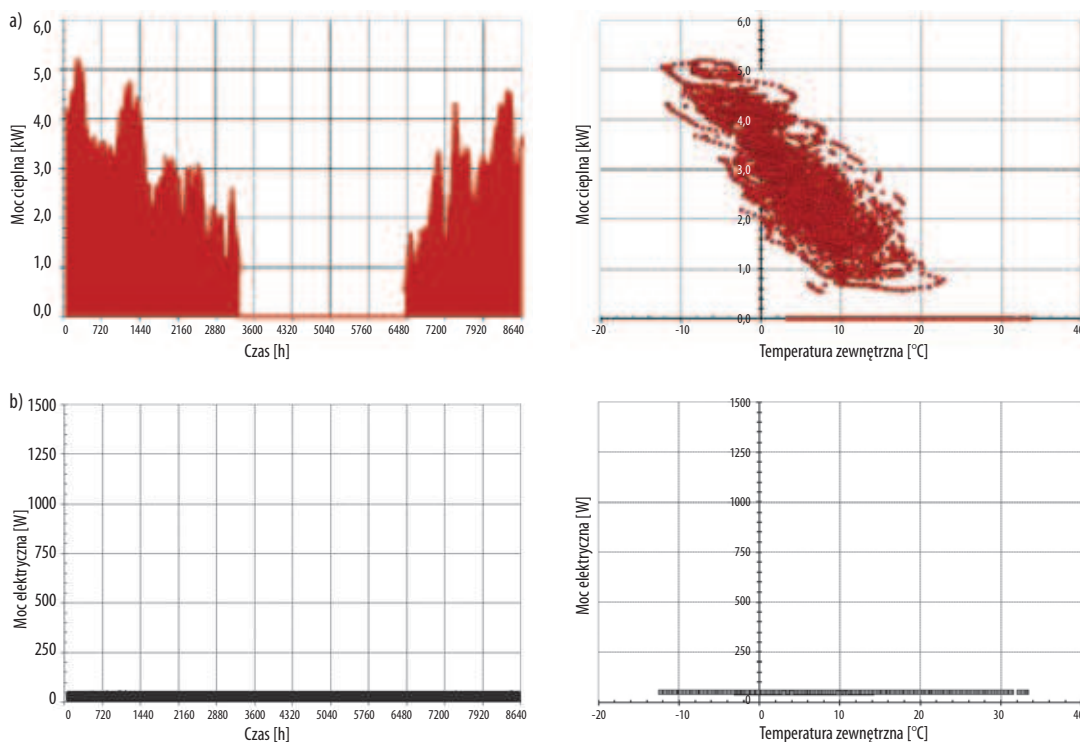
Do obliczeń wykorzystano jednorodzinny budynek referencyjny NAPE jako przykład typowego współczesnego budynku jednorodzinnego w Polsce. Powierzchnia budynku wynosi 149,8 m², zamieszkuje go czteroosobowa rodzina. Budynek jest zasilany w ciepło z kotłowni gazowej o sprawności 90%.

Obliczenia symulacyjne prowadzone były dwuetapowo – obliczenia strumieni powietrza oraz bilans ciepły budynku.

Tabela 1. Wyniki obliczeń dla poszczególnych wariantów odzysku ciepła

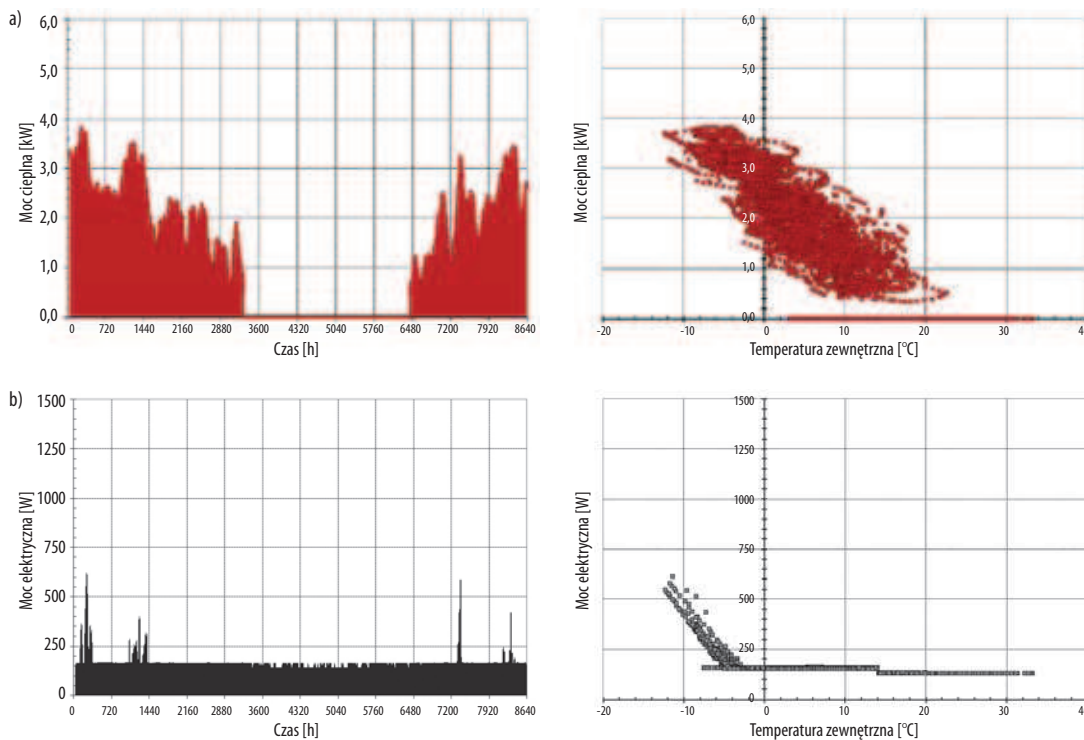
Składowa zapotrzebowania na energię	Wentylacja mechaniczna wywiewna	Odzysk ciepła (wymiennik krzyżowy)	Odzysk ciepła (wymiennik przeciwprądowy)	Odzysk ciepła (wymiennik obrotowy)
Instalacja c.o. (bez wentylacji)	13066	13066	13066	13066
Instalacja c.o. (ogrzanie powietrza)	8744	2878	59	2118
Wentylatory	1261	3934	1874	3353
Nagrzewnica (szronienie)	0	116	1959	0
Razem	23072	19994	16959	18537

Symulacja strumieni powietrza wentylacyjnego została przeprowadzona w programie CONTAM w modelu wielostrefowym (jedno pomieszczenie odpowiada jednej strefie). Wyznaczone strumienie powietrza stanowią dane wejściowe do obliczeń bilansu cieplnego. Obliczenia te zostały wykonane zgodnie z PN-EN-ISO 13790, zmodyfikowaną metodą godzinową 6R1C, w układzie jedno-strefowym (budynek stanowi jedną strefę).



Rys. 3. Przebieg zmienności zapotrzebowania na energię cieplną (a) i elektryczną (b) dla wentylacji mechanicznej wywiewnej

Rys. 4. Przebieg zmienności zapotrzebowania na energię ciepłą (a) i elektryczną (b) wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła (wymiennik krzyżowy)

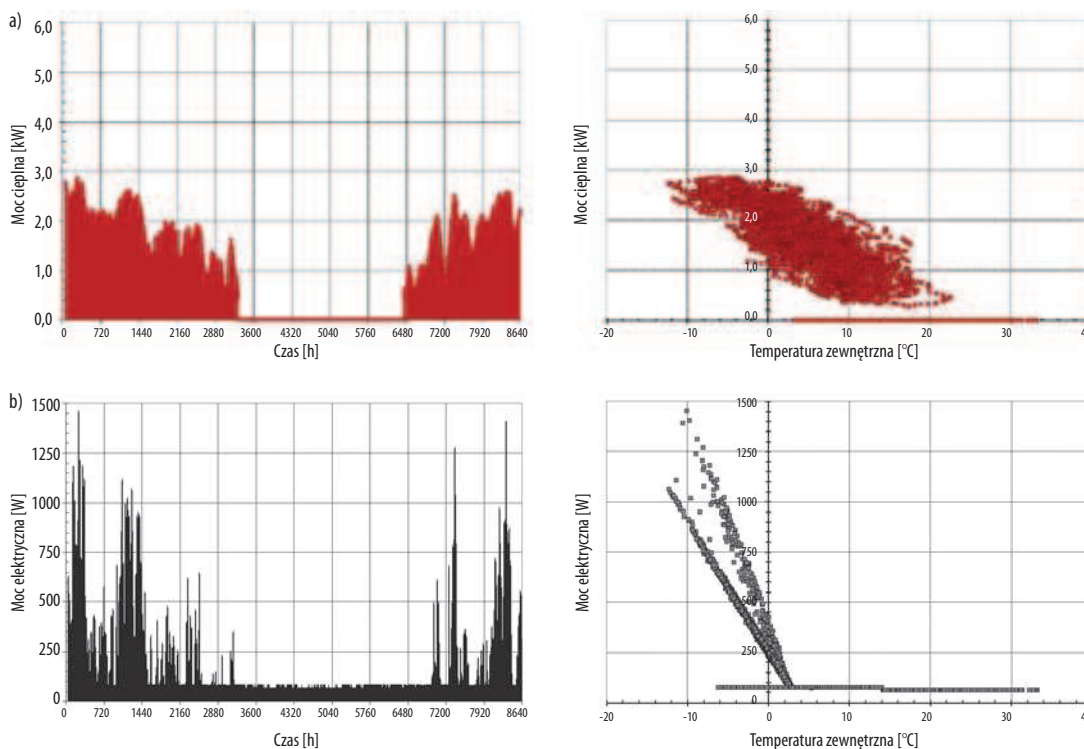


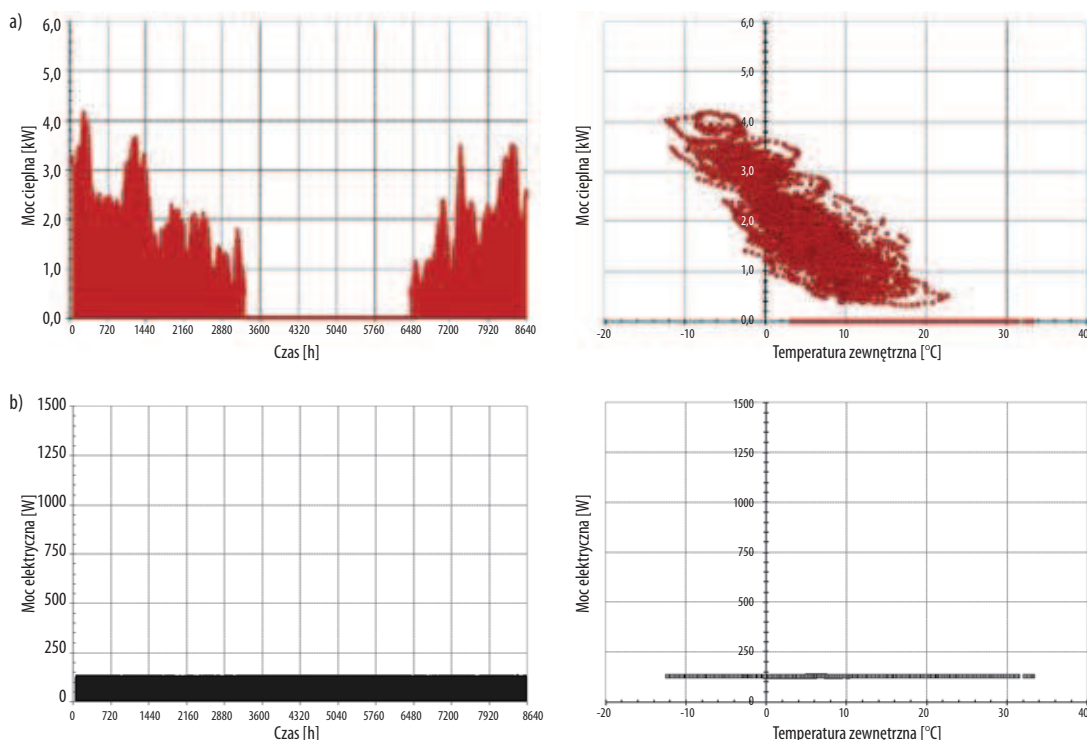
Analizę zapotrzebowania na energię do ogrzewania budynku przeprowadzono dla danych meteorologicznych dla Warszawy dostępnych na stronie internetowej Ministerstwa Infrastruktury i Rozwoju na potrzeby obliczeń energetycznych budynków. Obliczenia przeprowadzono jedynie dla okresu sezonu ogrzewczego. Założono początek i koniec sezonu ogrzewczego wynikający z wartości temperatury średnio dobowej przekraczającej 12°C – rys. 1.

Wyniki

W wyniku obliczeń uzyskano przebieg zmienności parametrów powietrza wewnętrznego, strumienie powietrza oraz zapotrzebowanie na energię ciepłą i elektryczną. Wynikowe parametry psychrometryczne powietrza wewnętrznego oraz strumień powietrza wentylacyjnego przedstawiono na wykresie 2.

Rys. 5. Przebieg zmienności zapotrzebowania na energię ciepłą (a) i elektryczną (b) dla wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła (wymiennik przeciwprądowy)





Rys. 6. Przebieg zmienności zapotrzebowania na energię cieplną (a) i elektryczną (b) dla wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła (wymiennik obrotowy)

Metoda obliczeń energetycznych umożliwiła rozdzielenie zapotrzebowania na energię na różne cele. Wyróżniono zapotrzebowanie na energię do ogrzewania (obliczoną przy założeniu braku wentylacji w budynku i pokrywaną z instalacji grzejników c.o.), energię potrzebną do ogrzania powietrza wentylacyjnego (również pokrywaną z grzejników c.o.) oraz energii elektrycznej na potrzeby napędu wentylatorów i zasilania nagrzewnicy zabezpieczającej wymiennik przed szronieniem (jeśli wymiennik jest w takie zabezpieczenie wyposażony). Wszystkie wartości wyrażono w energii pierwotnej stosując wskaźniki 1,2 dla energii cieplnej i 3,0 dla energii elektrycznej.

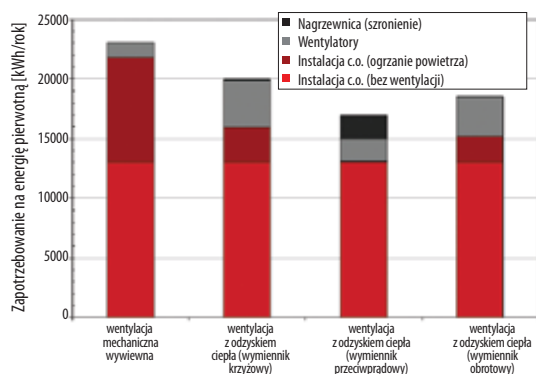
Całoroczny przebieg zapotrzebowania na energię cieplną oraz elektryczną przedstawiono na rys. od 3 do 6.

Podsumowanie

Zestawienie zapotrzebowania na energię pierwotną wraz z wyszczególnieniem poszczególnych składowych zilustrowano na rys. 7.

W analizowanym przypadku zmniejszenie zapotrzebowania na energię cieplną do ogrzewania wyniosło ok 30 do 38%. Jeśli jednak uwzględnimy dodatkowe zużycie energii elektrycznej, to okaże się, że zmniejszenie zapotrzebowania na energię pierwotną wynosi tylko od 11% do 20% w odniesieniu do całorocznego zużycia energii cieplnej na ogrzewanie oraz elektrycznej do napędu wentylatorów i zasilania nagrzewnicy zabezpieczającej przed szronieniem.

Uogólniając, można stwierdzić, że w nowych budynkach spełniających obecne wymagania warunków



Rys. 7. Porównanie zapotrzebowania na energię pierwotną dla różnych wariantów odzysku ciepła

technicznych duże znaczenia ma zapotrzebowanie na energię do napędu wentylatorów, które może odpowiadać zapotrzebowaniu na ciepło do ogrzania powietrza wentylacyjnego (licząc w energii pierwotnej). Ponadto, należy unikać zabezpieczenia przed szronieniem w postaci nagrzewnicy elektrycznej, szczególnie w przypadku wymienników o sprawności temperaturowej powyżej 70%.

Stosowanie wentylacji z odzyskiem ciepła może być źródłem oszczędności energetycznych, ale nie jest to słuszne w każdym przypadku i niekiedy oszczędności energii cieplnej mogą nie zrekompensować dodatkowych nakładów na energię elektryczną.

Maciej Mijakowski
Politechnika Warszawska
Zakład Klimatyzacji i Ogrzewnictwa



Tekst stanowi fragment referatu wygłoszonego na Forum Wentylacja – Salon Klimatyzacja 2014. Pełna treść artykułu jest dostępna w „Materiałach seminarialnych – 2014”.
 Zamówienia
 tel. 22 542 43 14 lub
wentylacja.org.pl/sklep