

# Rozliczanie kosztów eksploatacyjnych w systemach VRF

Michał ZALEWSKI



Poprzednia część cyklu w numerze 10/2012 poświęcona była sterowaniu inwerterowemu sprężarek jako głównego elementu układu chłodniczego systemów VRF. W tej części chciałbym poruszyć zagadnienia sterowania systemami VRF w kontekście możliwości określenia zużycia energii przez indywidualnych odbiorców.

## O AUTORZE



Michał ZALEWSKI  
– Kierownik Sekcji  
Szkoleń, Akademia  
KLIMA-THERM

Systemy VRF posiadają wiele poziomów sterowania. Podstawowym jest sterowanie indywidualne pojedynczych jednostek za pomocą sterowników przewodowych lub bezprzewodowych. Wyższym poziomem jest możliwość łączenia jednostek za pomocą sterowników grupowych, następnym poziomem jest sterowanie centralne za pomocą sterowników centralnych oraz poprzez terminale komputerowe przy wykorzystaniu specjalnego oprogramowania.

Ta ostatnia opcja oferuje również szereg dodatkowych możliwości: zarządzanie energią, monitoring czy rozliczanie indywidualne kosztów energii. Poniżej postaram się przedstawić w jaki sposób jest realizowany ta ostatnia funkcja.

XXX

## System rozliczania energii elektrycznej

Systemy VRF znajdują coraz szersze zastosowanie w dużych obiektach biurowych i apartamentach. Obiekty w których zastosowano kilkaset jednostek są spotykane w Polsce powszechnie, a największe obiekty na świecie mają ich nawet kilka tysięcy. Ponieważ są one często montowane w budynkach biurowych podlegających wynajmowi, pojawia się problem rozliczenia kosztów eksploatacyjnych systemów klimatyzacyjnych na poszczególnych odbiorców. Warunkiem podstawowym stawianym przed systemem rozliczania kosztów jest rzetelność rozliczeń i precyzyjny rozdział zużytej energii.

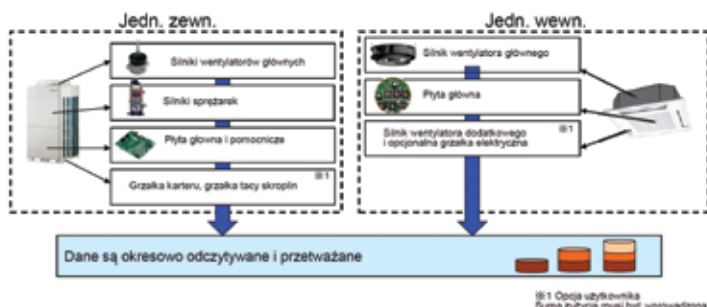
W przypadku systemów, w których czynnikiem jest woda sprawa już jakiś czas temu została rozwiązana poprzez zastosowanie liczników ciepła. Oczywiście dyskusja na temat tego sposobu rozliczenia kosztów toczy się cały czas, ale na dzień dzisiejszy wydaje się, że jest on sprawiedliwy, pewny oraz relatywnie tani – spełnia więc wszystkie kryteria stawiane przed takim systemem rozliczania.

Inaczej ma się sprawa w przypadku układów z bezpośrednim odparowaniem. Zmiana stanu skupienia czynnika wyklucza w tym przypadku prosty pomiar przepływu i konieczne jest korzystanie z innych dostępnych parametrów systemu.

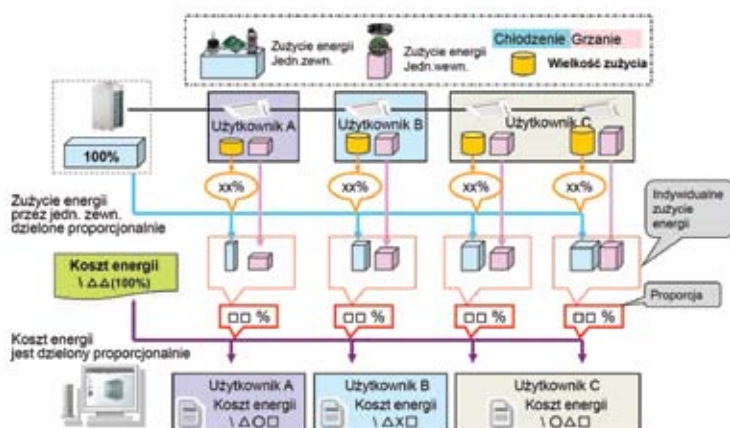
Systemy VRF w większości oferują specjalne oprogramowanie do podziału kosztów. Warto dodać, że oprogramowanie to korzysta z wielkości już mierzonych przez system, tak więc koszt dodatkowych urządzeń pomiarowych czy wykonawczych jest zerowy.

Na początek zwróćmy uwagę na to, jakie koszty cząstkowe składają się na całkowity koszt eksploatacyjny systemu. Głównym jest oczywiście koszt energii elektrycznej zużywanej przez jednostki zewnętrzne i wewnętrzne. Mogą jednak wystąpić także inne koszty, które administrator chciałby uwzględnić np.: amortyzacja, serwis, obsługa administracyjna. Te wielkości stanowią wyjście do proporcjonalnego podziału na poszczególne jednostki wewnętrzne (rys. 1).

Zatem logika podziału kosztów dla systemów VRF opiera się na proporcjonalnym podziale kosztów (rys. 2) energii na każdą



Rys. 1. Przy rozliczaniu kosztów wszystkie elementy są powinny być brane pod uwagę przy liczeniu zużycia energii



Rys. 2. Kalkulacja zużycia energii

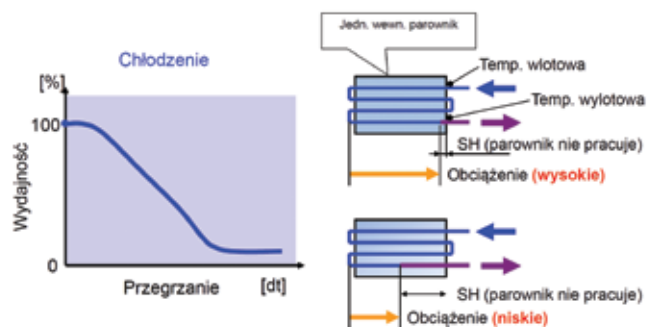
jednostkę wewnętrzną, uwzględniając energię oddaną przez tę jednostkę do pomieszczenia.

Istotne jest, w jaki sposób określić tę energię. Producenci wykorzystują różne wielkości. Proste systemy on/off posługują się w rozliczeniach czasem pracy. Część producentów szacuje tę wielkość na podstawie temperatury ssania i stopnia otwarcia zaworu rozprężnego (w systemach VRF stosuje się głównie silniki krokowe, a więc wielkość ta jest prosta do oszacowania). Metody te nie uwzględniają jednak w pierwszym przypadku temperatury wewnętrznej pomieszczeń, a w drugim stanu czynnika chłodniczego co w szczególnych przypadkach skutkuje dużym błędem pomiarowym.

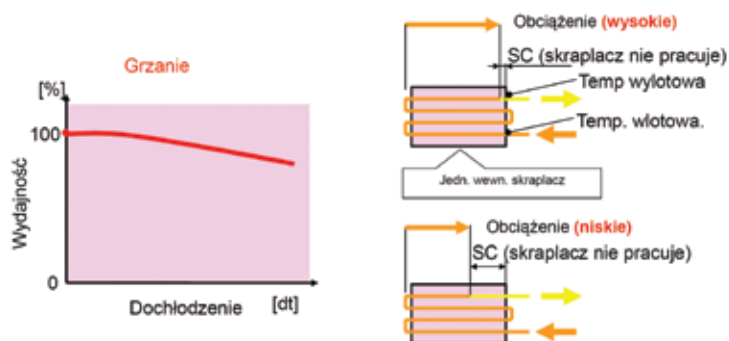
Część producentów do szacowania energii oddawanej przez urządzenie do pomieszczenia wykorzystuje pomiar temperatury przed i za wymiennikiem. Oznacza to, że do pomiaru energii określa się stopień przegrzania (przy pracy w trybie chłodzenia – rys. 3.) lub stopień dochłodzenia (przy pracy w trybie grzania – rys. 4.). Przy pracy wymiennika z mocą nominalną, przegrzanie i dochłodzenie jest bliskie wartościom projektowym (ok. 7°C), przy pracy z niepełnym obciążeniem wartości te wzrastają.

Na wielkość przegrzania czy dochłodzenia czynnika ma również wpływ ilość powietrza przetłaczanego przez to urządzenie, co uwzględnia specjalna poprawka w algorytmie obliczeniowym – pamiętajmy, że jednostki wewnętrzne mają określone wydajności na poszczególnych biegach wentylatora (rys. 5).

Warto zwrócić uwagę, że pomiar dwóch wielkości fizycznych (temperatury) jest najbardziej wiarygodnym parametrem. Dzięki



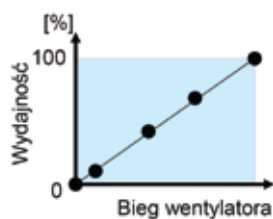
Rys. 3. Szacowanie obciążenia w trybie chłodzenia



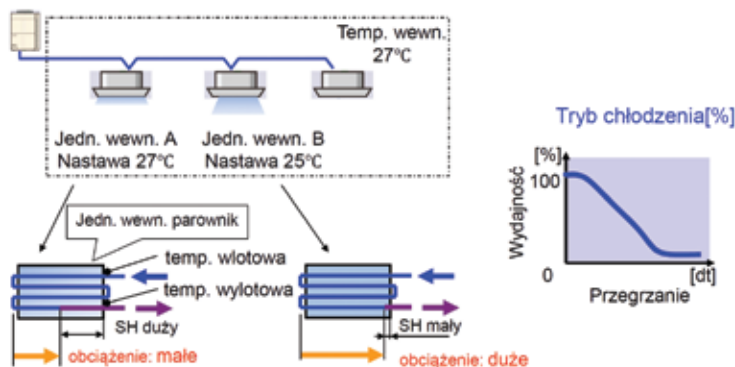
Rys. 4. Szacowanie obciążenia w trybie grzania

# 1/2 strony poziom

## 176 x 116,3 mm



Rys. 5. Wpływ biegu wentylatora



Rys. 6. Wpływ indywidualnych nastaw temperatur

temu uwzględniamy również w procesie rozliczeniowym indywidualne nastawy poczynione przez użytkowników (rys. 6.).

Następnym czynnikiem branym pod uwagę przy kalkulacji kosztów jest czas pracy i czas uśredniania – czas próbkowania najczęściej wynosi 2 min.

Kolejnym parametrem, który należy uwzględnić to stan pracy urządzenia i systemu. W tym przypadku przyjmowane są dwie wartości: wartość „1” dla stanu kiedy urządzenie pracuje (w rzeczywistości pracuje wentylator) i wartość „0”, kiedy urządzenie jest wyłączone. Stany wyłączenia rozumiane są jako wyłączenia w trybie:

- pracy normalnej – poprzez termostat, programator, systemy kart kluczy itp.,
- serwisowym – odzysk oleju oraz odszranianie,
- bezpieczeństwa oraz awarii jednostki.

Reasumując, proporcjonalna wielkość szacowana jest następująco:

$$Q_c = Q_n \cdot n_Q \cdot n_F \cdot n_o \cdot t$$

gdzie:

$Q_c$  – rzeczywista chwilowa energia przekazana do pomieszczenia [kWh],

$Q_n$  – nominalna moc jednostki [kW],

$n_Q$  – wskaźnik wykorzystania wymiennika [%],

$n_F$  – wskaźnik wykorzystania wentylatora [%],

$n_o$  – wskaźnik trybu pracy,

$t$  – czas próbkowania.

Tak wyliczoną wielkość wykorzystuje się do proporcjonalnego podziału kosztów na cały system.

Ostatnim istotnym parametrem jest czas pobierania danych o zużyciu energii elektrycznej. Jak wiadomo, wraz ze zmianą temperatury zewnętrznej zmienia się współczynnik efektywności energetycznej systemu COP – przy obniżeniu temperatury spada jego wielkość. Oznacza to, że w różnych okresach czasu, nawet przy stałym koszcie energii elektrycznej koszt 1 kWh energii cieplnej uzyskanej z pompy ciepła jest zmienny. Przy wielu użytkownikach wykorzystujących swoje urządzenia w różnych przedziałach czasowych może to mieć wpływ na wynik finansowy. Dlatego istotne jest aby wysokość rachunku powiązać z rzeczywistym okresem jego generowania. Opisywany system podziału oferuje nam tu dwie możliwości w zależności od zainstalowanych liczników.

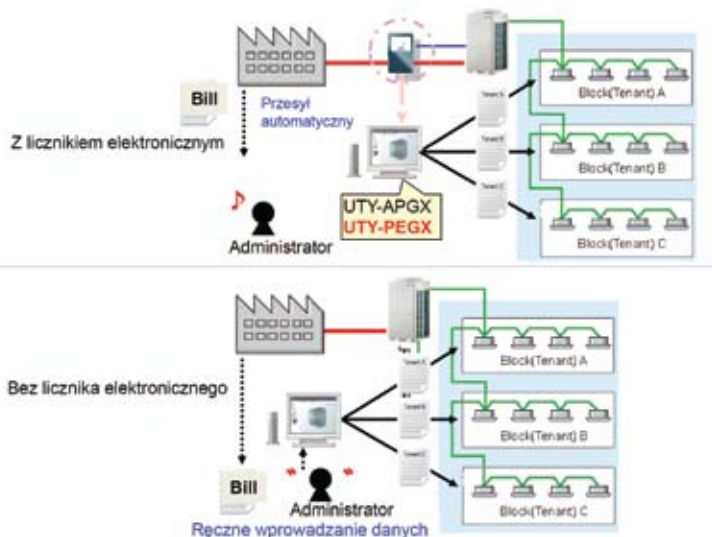
Pierwszy przy zastosowaniu tradycyjnych liczników oferuje możliwość ręcznego wpisania wartości zużycia energii lub wysokości kwotowej. W tym przypadku jesteśmy jednak zależni od częstotliwości otrzymywania rachunków od dostawcy energii lub zobowiązani do systematycznego spisywania danych z liczników (rys. 7).

O wiele lepszą opcją jest zastosowanie licznika elektronicznego z możliwością automatycznego przesyłania danych. Dzięki takiemu rozwiązaniu możemy ustalić programowo częstotliwość pobierania danych na dobę, co pozwoli nam na precyzyjne określenie kosztów dla każdego użytkownika.

### Podsumowanie

Unia Europejska jako jeden z priorytetowych celów stawia sobie politykę zarządzania energią. Świadomość odbiorców dotycząca ich własnych energooszczędnych zachowań jest jednym z najbardziej istotnych elementów tej polityki, a rzetelne rozliczenie kosztów eksploatacji stanowi doskonałe narzędzie do jej realizacji.

Na podstawie materiałów FUJITSU GENERALE LIMITED



Rys. 7. Wprowadzanie danych z zastosowaniem licznika elektronicznego i bez

Masz pytanie do autora lub chciałbyś skomentować artykuł zapraszamy na [www.chlodnictwoiklimatyzacja.pl](http://www.chlodnictwoiklimatyzacja.pl) do działu ARTYKULY

