



Systemy VRF – budowanie systemów

Dobór jednostek zewnętrznych i wewnętrznych



Michał ZALEWSKI*

Podstawowym warunkiem poprawnie pracującej instalacji klimatyzacyjnej jest zbilansowanie wartości zysków oraz strat ciepła z mocą chłodniczą oraz grzewczą systemu klimatyzacji.

O AUTORZE



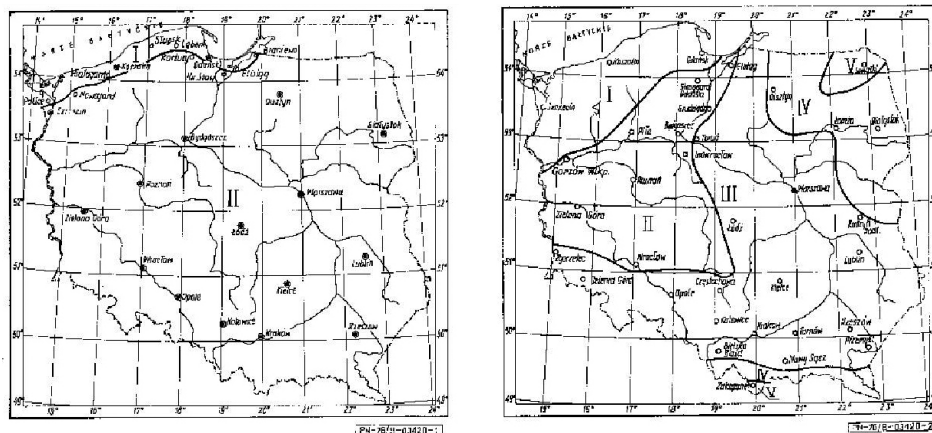
Michał ZALEWSKI
– Kierownik Sekcji
Szkoleń, Akademia
KLIMA-THERM

Pierwszym krokiem, który należy wykonać w tym celu przy doborze urządzeń jest sporządzenie bilansu ciepła. Dla określenia wielkości zapotrzebowania ciepła, największe znaczenie (szczególnie w zakresie niskiej temperatury zewnętrznej) ma różnica pomiędzy założoną temperaturą wewnętrzną a temperaturą zewnętrzną. Z tego wynika, że krzywa grzewcza (czyli zależność zapotrzebowania ciepła od temperatury zewnętrznej) ma charakter liniowy. Nieco inaczej ma się sprawa w przypadku określenia zysków ciepła. Tutaj największe znaczenie ma operacja słoneczna (czyli przeszklenie obiektu i jego orientacja względem stron świata) oraz zyski ciepła wewnętrzne (od oświetlenia, sprzętu, osób). Z tego względu krzywa regulacyjna w przypadku chłodzenia ma znacznie bardziej złożony charakter.

Bilans ciepła należy zacząć od przyjęcia założeń – głównie założeń temperaturowych. Przy przyjmowaniu wartości temperatury należy kierować się wielkościami podanymi w odpowiednich normach. Dla temperatury wewnętrznej jest to

norma PN-78-B-03421 „Wentylacja i klimatyzacja. Parametry obliczeniowe powietrza wew. w pomieszczeniach przeznaczonych do stałego przebywania ludzi”, dla temperatury zewnętrznej jest to norma PN-76-B-03420 „Wentylacja i klimatyzacja. Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego” oraz PN-82-B-02403 „Ogrzewnictwo. Temperatury obliczeniowe zewnętrzne”. Celem tego artykułu nie jest omówienie powyższych norm, chcę tylko zaznaczyć, że temperaturę wewnętrzną należy przyjmować na poziomie 24°C dla lata oraz 20°C dla zimy, natomiast obliczeniowa temperatura zewnętrzna, w zależności od strefy klimatycznej, przyjmuje wartość -16, -18, -20, -22 lub -24°C dla zimy (wyróżniono 5 stref) oraz 30 lub 28°C dla lata (wyróżniono dwie strefy).

Bilans cieplny określa ilość energii cieplnej i chłodniczej, którą należy dostarczyć do obiektu, aby zapewnić założone parametry wewnętrzne podczas całego roku dla założonej temperatury zewnętrznej. Poza tymi wartościami temperatury, należy



Rys. 1. Strefy klimatyczne dla okresu letniego oraz zimowego

liczyć się z obniżonym komfortem cieplnym. Kiedy już określimy obliczeniowe zapotrzebowanie energii, przystępujemy do doboru urządzeń dostarczających tę energię. W przypadku tradycyjnych urządzeń grzewczych dobór jest prosty. Dla grzejników elektrycznych jest to katalogowa moc urządzenia, dla grzejników wodnych dobór jest dokonywany na podstawie temperatury zasilania i powrotu czynnika grzewczego. W przypadku urządzeń klimatyzacyjnych bezpośredniego odparowania, w tym systemów VRF, musimy uwzględnić więcej parametrów. Przede wszystkim temperaturę powietrza zewnętrznego, ale również system jako całość. Zależności wydajności od parametrów występują zarówno dla mocy chłodniczej, jak i grzewczej. Ponieważ większy wpływ wykazują one jednak w przypadku mocy grzewczej, to na jej przykładzie postaram się przedstawić, jak ten wpływ wygląda i jak zmieniają się wydajności. Parametrami, które mają wpływ na moc systemu klimatyzacji ze zmiennym przepływem czynnika chłodniczego VRF są więc:

- temperatura zewnętrzna,
- temperatura wewnętrzna,
- przewymiarowanie instalacji,
- długość instalacji,
- tryb odszraniania.

Tabela 1. Zmiana gęstości czynnika R410A w zależności od temperatury

t	p ^{''}	r ^{''}
[°C]	[bar]	[kg/dm ³]
-20	3,99	15,39
-15	4,8	18,42
-10	5,73	21,92
-5	6,78	25,94
0	7,98	30,55
5	9,33	35,84
10	10,85	41,89
15	12,54	48,83

t – temperatura parowania [°C]; p^{''} – ciśnienie parowania [bar]
r^{''} – gęstość właściwa czynnika na krzywej nasycenia [kg/dm³]

Dwa ostatnie parametry omówione zostaną w kolejnym artykule. Tu omówię trzy pierwsze.

Temperatura zewnętrzna

Zależność od temperatury zewnętrznej wynika z procesu wymiany ciepła w urządzeniach chłodniczych, wykorzystujących zjawisko parowania i skraplania czynnika chłodniczego. Jak wiemy, temperatura skraplania i parowania jest ściśle związana z ciśnieniami. Ciśnienia z kolei są powiązane z objętością właściwą gazów, a ta z kolei ze strumieniem masowym. Ponieważ wydajność chłodnicza sprężarki wyraża się wzorem:

$$Q_0 = m \cdot q_0$$

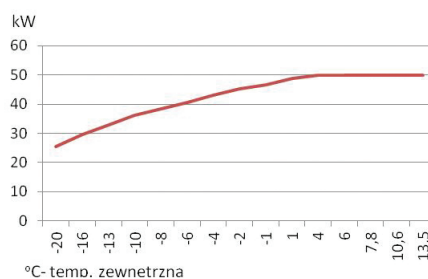
gdzie:

m – strumień masowy [kg/s],

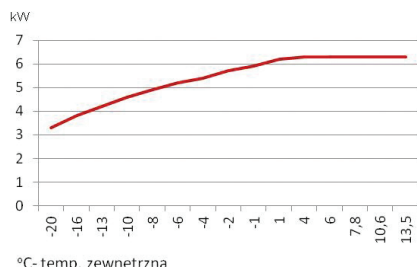
q₀ – jednostkowa wydajność chłodnicza [kJ/m³],

stąd wynika zmiana wydajności chłodniczej. Dla czynnika chłodniczego R410A, który jest obecnie najczęściej stosowany w systemach VRF, zmiana gęstości przedstawia tabela 1.

Czyli różnica gęstości pomiędzy temperaturą parowania -20 a +15°C wynosi aż 300 proc. Przełożenie na konkretne urządzenie nie jest oczywiście linowe, z uwagi na możliwości regulacyjne systemu, ale i tak moc układu jest zmienna, np. dla jednostki zewnętrznej o mocy około 50 kW zmiana taka ma charakter jak na rysunku 2. Czyli w skrajnych wartościach temperatury moc zmniejsza się o około 50 proc.



Rys. 2. Krzywa zmiany mocy grzewczej dla jednostki zewnętrznej o mocy 50 kW w zależności od temperatury zewnętrznej



Rys. 3. Zmiana mocy grzewczej jednostki wewnętrznej w zależności od temperatury zewnętrznej

Podobnie dla jednostki wewnętrznej, gdzie moc grzewcza zmienia się jak na rysunku 3.

Temperatura wewnętrzna

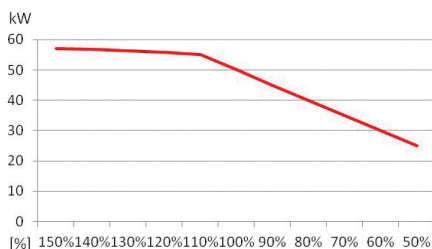
Wpływ temperatury wewnętrznej na wydajność jednostek jest bardziej oczywisty, ponieważ wynika on zarówno z własności czynników chłodniczych (czyli temperatury skraplania), ale również – tak jak w przypadku innych wymienników – zmienia się wraz ze zmianą różnicy temperatury wewnętrznej i temperatury skraplania. Zmiany te mają znacznie mniej dynamiczny charakter i dla jednostki wewnętrznej o mocy nominalnej 5,6 kW przedstawiają się jak na rysunku 4.

W takim samym zakresie, tzn. w granicach 20 proc., zmiany zachodzą dla jednostek zewnętrznych (rys. 5).

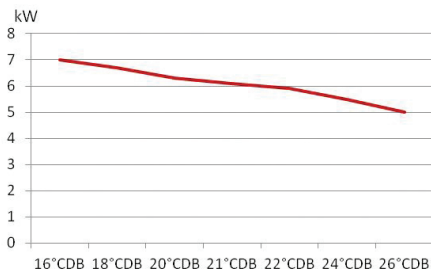
Przewymiarowanie instalacji

Kolejny istotny dla naszych rozważań parametr to przewymiarowanie instalacji. Wyraża się ono stosunkiem mocy chłodniczej jednostek wewnętrznych do mocy jednostek zewnętrznych. Dla większości systemów VRF przewymiarowanie może przyjmować wartość w zakresie 50÷150 proc. Co oznacza, że moc jednostek wewnętrznych może wynosić od 50 do 150 proc. mocy jednostek zewnętrznych. Dla naszych rozważań istotne jest to, że z punktu widzenia układu chłodniczego, oznacza to (oczywiście w pewnym uproszczeniu), że parownik ma powierzchnię wymiany na poziomie 50÷150 proc. powierzchni skraplacza, a to z kolei determinuje możliwy przepływ masowy i wpływa na dostępną moc agregatu. Dla naszego agregatu o mocy 55 kW zmiana ta przedstawia się jak na rysunku 6.

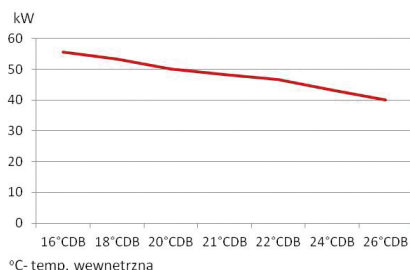
Następnie omówię parametr istotny dla funkcji chłodzenia, który w funkcji grzania może być pominięty – strata energii na wykroplenie wilgoci. Parametr ten związany jest z założeniami dotyczącymi poziomu wilgotności w klimatyzowanym pomiesz-



Rys. 6. Wpływ przewymiarowania na moc zewnętrzną agregatu 55 kW



Rys. 4. Wpływ temperatury wewnętrznej na moc jednostki zewnętrznej

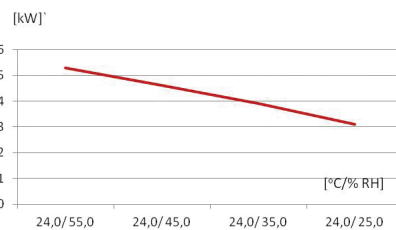


Rys. 5. Wpływ temperatury wewnętrznej na moc jednostki wewnętrznej

czeniu. W przypadku jednostki o mocy nominalnej 5,6 kW zmiana wydajności rzeczywistej, przy zmianie przyjętej wilgotności względnej od 25 do 50 proc., ma rozpiętość 3,0÷5,6 kW (rys. 7).

Podsumowanie

Dobierając konkretne urządzenia, najlepiej oczywiście posługiwać się programami doboru, które każdy znaczący producent udostępni. Pozwalają one na precyzyjne określenie parametrów pracy dla konkretnej instalacji. Jednak przy określaniu założeń do doboru tych urządzeń należy mieć na uwadze powyższe informacje i mieć świadomość wynikających z nich konsekwencji, ponieważ wpływają one znacznie zarówno na późniejsze koszty inwestycyjne oraz eksploatacyjne. Podniesienie założonej temperatury dla ogrzewania o każdy stopień skutkuje zwiększeniem kosztów eksploatacyjnych o około 7 proc., a dobór urządzeń większych może powodować znaczący wzrost kosztów zakupu. Z drugiej strony systemy VRF mają swój optymalny punkt pracy i optymalną konfigurację, przy której osiągają najwyższe wskaźniki energetyczne, tak więc przy doborze nie należy ich zbytnio wyęczać.



Rys. 7. Zmiana wydajności jednostki wewnętrznej w trybie chłodzenia ze względu na wykroplenie wilgoci



Międzynarodowe Targi Poznańskie



spotkaj przyszłość



INSTALACJE

MIĘDZYNARODOWE TARGI INSTALACYJNE

23-26 kwietnia
Poznań **2012**



Największe
wydarzenie dla branży
instalacyjnej!

Zacznij dobrze Nowy Rok – pokaż się w Poznaniu!

Sprawdź na:

www.instalacje.mtp.pl

W tym samym terminie:



WODOCIĄGI
Międzynarodowe Targi Branży Wodno - Kanalizacyjnej

www.wodociagi.mtp.pl



www.tcs.mtp.pl

KOMINKI
Międzynarodowe Targi Kominkowe

www.kominki.mtp.pl