

Współczynnik ESER dla sprężarkowego urządzenia do chłodzenia wody

Marek ŻAK, Stefan RESZEWSKI

W artykule przedstawiono wyniki obliczeń współczynników efektywności energetycznej wytworzenia chłodu przy użyciu modelu dynamiki sprężarkowego urządzenia do chłodzenia wody ze skraplaczem chłodzonym powietrzem. Wyniki obliczeń porównano z danymi technicznymi oferowanego na rynku urządzenia o podobnej budowie i wydajności. Zaprezentowano także możliwości urealnienia współczynnika ESEER obliczanego zgodnie z wytycznymi Eurovent Certification poprzez symulację działania systemu klimatyzacji dla zmiennych w czasie: obciążenia cieplnego i temperatury powietrza chłodzącego skraplacz.

O AUTORZE



dr inż. Stefan RESZEWSKI – Zakład Chłodziactwa i Pomp Ciepła, Instytut Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów, Politechnika Wrocławska

O AUTORZE



dr inż. Marek ŻAK – Zakład Chłodziactwa i Pomp Ciepła, Instytut Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów, Politechnika Wrocławska

Obowiązek sporządzania świadectw energetycznych dla lokali mieszkalnych i budynków od 1 stycznia 2009 r. wymaga stosowania jednoznacznych metodologii obliczeń zapotrzebowania na energię końcową [1]. W przypadku budynków wyposażonych w instalację chłodniczą niepoślednią rolę odgrywa w tych obliczeniach średni europejski współczynnik efektywności energetycznej wytworzenia chłodu (ESEER – *European Seasonal Energy Efficiency Ratio*) zgodny z wytycznymi Eurovent Certification [2].

Współczynnik ten stosuje się dla urządzeń do chłodzenia wody na potrzeby klimatyzacji, wyposażonych w sprężarki chłodnicze i skraplacze chłodzone powietrzem lub wodą. Obliczanie ESEER opiera się na założeniu, że w okresie wymagającym klimatyzacji występuje ściśle określone zapotrzebowanie na wydajność chłodniczą przy ściśle określonej temperaturze medium chłodzącego skraplacz [7].

Zwraca uwagę fakt, że od początku pojawiły się krytyczne uwagi [3, 4, 5], czy tak obliczany ESEER jest wystarczająco dokładny by mógł być stosowany dla potrzeb sporządzania świadectw energetycznych. Wydaje się, że komentarz zamieszczony w [2] nie pozostawia wątpliwości – współczynnik ESEER nie może być stosowany do obliczania dokładnego zapotrzebowania na energię napędową w konkretnym przypadku i dla konkretnej pozycji geograficznej. Jest natomiast lepszym od zwykłego EER narzędziem do

porównywania efektywności różnych agregatów wody lodowej, ponieważ uwzględni uśrednione dla Europy sezonowe warunki pracy.

W niniejszym artykule opisano możliwość wyznaczenia na drodze obliczeniowej sezonowego współczynnika efektywności, którego wartość byłaby bardziej zbliżona do rzeczywistej. Cel ten osiągnięto stosując model dynamiki sprężarkowego urządzenia do chłodzenia wody współdziałającego z systemem klimatyzacji budynku. Wykorzystano przy tym dane meteorologiczne dla konkretnej lokalizacji oraz typowe charakterystyki obciążenia cieplnego budynku biurowego.

Obliczeniowe charakterystyki statyczne i współczynniki ESEER urządzenia

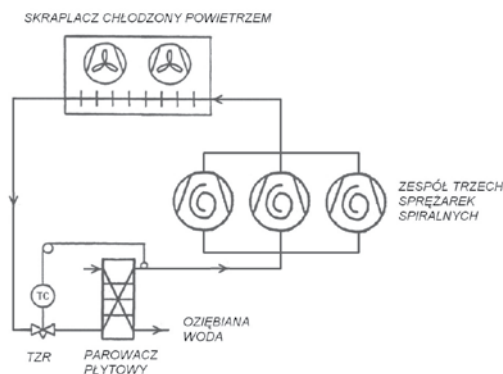
W celu dokonania obliczeń założono, że modelowany agregat wody będzie odpowiadał budową urządzeniu, jakie jest obecnie oferowane na rynku przez uznanych producentów. Schemat ideowy urządzenia przedstawia rysunek 1.

Jako punkt odniesienia wybrano model 30RBS100 firmy Carrier o wydajności nominalnej rzędu 100 kW, dla którego dostępna jest obszerna dokumentacja typoszeregu [6].

Przyjęto następujące główne założenia i dane techniczne modelowanego urządzenia do obliczeń:

- trzy sprężarki spiralne o wydajności objętościowej 29,4 m³/h każda,
- czynnik chłodniczy R410A,
- termostatyczny zawór rozprężny utrzymujący stałe przegrzanie pary za parowaczem,
- nominalny strumień chłodzonej wody = 5,12 kg/s,
- parowacz płytowy o nominalnym współczynniku $k_A = 15,1$ kW/K,
- nominalny strumień powietrza chłodzącego = 10,1 kg/s,
- skraplacz chłodzony powietrzem o nominalnym współczynniku $k_A = 22,1$ kW/K,
- nominalna moc elektryczna pobierana oprócz sprężarek = 1,5 kW.

W obliczeniach zastosowano charakterystyki wydajności chłodniczej i pobieranej mocy sprężarek jako funkcje tempera-



Rys. 1. Schemat ideowy urządzenia do chłodzenia wody

ZAPRASZAMY DO WSPÓŁPRACY DYSTRYBUTORÓW REGIONALNYCH



BRISTOL

TYPOSZEREK	WYD. OBJ. [m ³ /h]	ZAKRES PRACY*
H79B17-H79B32	5,9 ÷ 9,7	MBP-HBP
H73B323-H73b723	10,2 ÷ 18,3	MBP-HBP
H7BG094-H7NG294	19,4 ÷ 29,5	MBP-HBP
L63B562-L63A183	6,1 ÷ 17,5	LBP
R92J /Benchmark/	7,4 ÷ 12,7	MBP-HBP
V80J /inverter/		20 ÷ 80 Hz

SANYO

TYPOSZEREK	WYD. OBJ. [m ³ /h]	ZAKRES PRACY*
C-SBN ÷ C-SCN	6,5 ÷ 35,7	MBP-HBP
C-SBS ÷ C-SCS EVI	9,6 ÷ 29,7	MBP-HBP
C-SCN...L	11,6 ÷ 29,8	LBP
C-SBP ÷ C-SCP Hi COP	6,9 ÷ 22,9	MBP-HBP
C-SBV / inverter AC		30 ÷ 120 Hz
C-SDP / inverter DC		30 ÷ 90 Hz

* MBP-HBP średnio i wysokotemperaturowe, LBP niskotemperaturowe

** Zastosowanie z czynnikami: R404a, R407C, R410a

DYSTRYBUTORZY REGIONALNI:

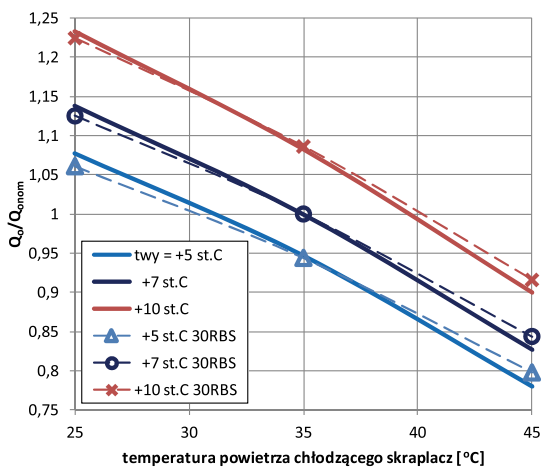
- AREA SHOP, 40-084 Katowice, ul. Sobieskiego 11, www.area.pl
- AGDEX, 44-210 Rybnik, ul. Grunwaldzka 46, www.agdex.com
- ELGRA W.E. Kubik Sp.j., 45-129 Opole, ul. Kępska 21, www.elgracool.pl
- GROBELNY TECHNIKA CHŁODNICZA, 62-030 Luboń, ul. Armii Poznań 2e, www.gobelny.com.pl
- KLIMAZBYT Sp. z o.o, 81-540 Gdynia, al. Zwycięstwa 252/12, www.klimazbyt.pl
- PHU POPULARNA, 02-472 Warszawa, ul. Popularna 18, www.popularna.pl
- PRYMUS PHU, 85-079 Bydgoszcz, ul. Kościuszki 27b, www.prymus.bydgoszcz.pl
- RESCOLD Sp.J., 35-513 Rzeszów, ul. kpt. W. Raginisa 1, www.rescold.pl

DYSTRYBUTOR GENERALNY:

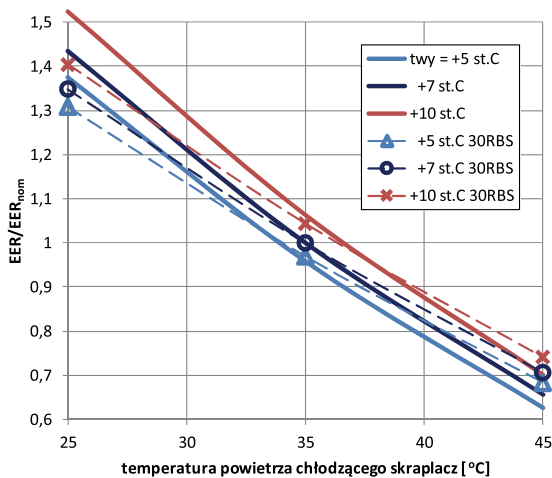
AREA Cooling Solutions Sp. z o.o.

ul. Relaksowa 27, 55-080 Nowa Wieś Wrocławska

Tel. 71/ 3545624, 71/ 3545622, www.area.pl / area@area.pl



Rys. 2. Obliczeniowe (linia ciągła) i rzeczywiste (30RBS) bezwymiarowe charakterystyki wydajności chłodniczej Q_0/Q_{0nom} . t_{wy} – temperatura wylotowa chłodzonej wody



Rys. 3. Obliczeniowe (linia ciągła) i rzeczywiste (30RBS) bezwymiarowe charakterystyki efektywności EER/EER_{nom} . t_{wy} – temperatura wylotowa chłodzonej wody

tury parowania i skraplania w postaci wielomianów zgodnie z PN-EN 12900:2007P.

Z uwagi na to, że ostatecznym celem obliczeń była ocena ESEER systemu w zmiennych w czasie warunkach pracy – model obliczeniowy sformułowano w postaci nieliniowego układu równań różniczkowych zwyczajnych, wynikającego z równań bilansu energii z akumulacją energii. W tym celu urządzenie zo-

stało podzielone na kilka podukładów (ścianki wymienników ciepła i czynniki robocze) o określonych pojemnościach cieplnych. Model taki umożliwił obliczenie poszczególnych wartości temperatury zarówno w stanie nieustalonym jak i ustalonym. Jako narzędzie obliczeń zastosowano pakiet Simulink zintegrowany z językiem programowania wysokiego poziomu Matlab.

Ogólna postać modelu obliczeniowego w postaci nieliniowego układu równań różniczkowych zwyczajnych, dla opisywanego w tym artykule obiektu ma następującą postać:

$$(Mc)_i \dot{x}_i = \sum_k \dot{E}_{Dik} - \sum_l \dot{E}_{wil} \quad (1)$$

gdzie:

\dot{x}_i – pochodne po czasie temperatur podukładów, $i=1,2,...,6$,

$(Mc)_i$ – pojemności cieplne podukładów,

\dot{E}_{Dik} – strumienie energii dopływające do i-tego podukładu,

\dot{E}_{wil} – strumienie energii wypływające z i-tego podukładu.

W pierwszej kolejności wykonano obliczenia wybranych charakterystyk statycznych urządzenia i porównano je z dostępnymi charakterystykami urządzenia 30RBS100. Wyniki w postaci bezwymiarowej przedstawiono na rysunkach 2. i 3.

Obliczenie współczynnika ESEER wymaga sprecyzowania sposobu regulacji wydajności urządzenia, gdy zmienia się obciążenie cieplne. Podstawowe założenia są następujące [2]:

- stała temperatura wody na wylocie +7°C,
- stały strumień chłodzonej wody (równy nominalnemu),
- zmienny strumień powietrza chłodzącego skraplacz regulowany sterownikiem.

Współczynnik ESEER jest średnią ważoną z czterech efektywności, jakie osiąga urządzenie dla 100%, 75%, 50% i 25% nominalnej wydajności [2, 7] odpowiednio przy różnej temperaturze powietrza chłodzącego skraplacz (+35, +30, +25 i +20°C):

$$ESEER = 0,03 \cdot EER_{100} + 0,33 \cdot EER_{75} + 0,41 \cdot EER_{50} + 0,23 \cdot EER_{25} \quad (2)$$

Sposób regulacji wydajności sprężarki lub zespołu sprężarek zależy od zastosowanego rozwiązania technicznego i, z oczywistych względów, powinien być zoptymalizowany w celu osiągnięcia maksymalnej efektywności. W rozważanym modelu zastosowano regulację skokową, wykorzystując możliwość niezależnego załączania/wyłączania każdej z trzech sprężarek, analogicznie jak w urządzeniu 30RBS100, służącym do porównania. Regulacja strumienia powietrza chłodzącego skraplacz powinna prowadzić do utrzymania możliwie niskiego ciśnienia skraplania.

Stosując sformułowany model obliczeniowy urządzenia, przeprowadzono w pierwszej kolejności symulację jego działania dla różnej liczby pracujących sprężarek oraz różnej temperatury powietrza chłodzącego skraplacz. Wybrane wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 1.

Wydajność mniejszą od 100% można osiągnąć, stosując teoretycznie nieskończenie wiele kombinacji ilości pracujących sprężarek i czasu ich pracy. Oznacza to, że tę samą zredukowaną wydajność można uzyskać, osiągając różne wartości współczynnika EER. Tabela 2. zawiera wyniki obliczeń dla wariantów z minimalnym i maksymalnym współczynnikiem EER.

Podstawiając wartości EER z tabeli 2. do wzoru (2), otrzymu-

Tabela 1. Zestawienie osiąganych wydajności ziębniczych Q_0 modelowanego urządzenia oraz współczynnika EER dla różnych temperatur powietrza chłodzącego skraplacz i różnej ilości pracujących sprężarek połączonych równolegle, $m_w = 5,12$ kg/s, $m_p = 10,1$ kg/s, $t_{wy} = +7^\circ\text{C}$

Lp.	tOT °C	Ilość pracujących sprężarek w sposób ciągły					
		1		2		3	
		Q_0 kW	EER	Q_0 kW	EER	Q_0 kW	EER
1.	+35	44,8	3,71	79,2	3,11	105,9	2,54
2.	+30	47,4	4,35	83,9	3,68	112,9	3,03
3.	+25	50,0	5,08	88,4	4,32	119,3	3,58
4.	+20	52,7	5,93	92,8	5,05	125,2	4,19

Tabela 2. Zestawienie EER modelowanego urządzenia dla wybranych konfiguracji pracy zespołu sprężarek dla wydajności częściowych i temperatur wymaganych do obliczenia ESEER wg równania (1)

Lp.	Wydajność chłodnicza		t_{OT} °C	Możliwe konfiguracje pracy sprężarek [wsp. czasu pracy * (liczba sprężarek)]	EER _{MIN}	EER _{MAX}
	kW	%				
1.	105,9	100	+35	1,000 * (1+1+1)	2,54	2,54
2.	79,4	75	+30	0,703 * (1+1+1)	3,03	-
3.				0,123 * (1) + 0,877 * (1+1)	-	3,76
4.	52,9	50	+25	0,443 * (1+1+1)	3,58	-
5.				0,924 * (1) + 0,076 * (1+1)	-	5,02
6.	26,5	25	+20	0,212 * (1+1+1)	4,19	-
7.				0,503 * (1)	-	5,93

jemy zakres możliwych do uzyskania obliczeniowych współczynników ESEER od 3,51 do 4,74. Zbiorcze wyniki przedstawiono na rysunku 4.

Symulacja sezonowego współdziałania agregatu wody lodowej z klimatyzowanym obiektem

W tej części opisano przykład oceny rozbieżności pomiędzy ESEER obliczanym według [2] a efektywnością wyznaczoną na podstawie symulacji działania urządzenia w sezonie klimatyzacyjnym, z wykorzystaniem danych meteorologicznych dla konkretnego miejsca.

Jako klimatyzowany obiekt wybrano budynek biurowy o kubaturze rzędu 5 tys. m³, zlokalizowany we Wrocławiu. Schemat ideowy modelowanego obiektu wraz z pośrednią instalacją chłodzenia powietrza przedstawia rysunek 5. Bilans cieplny budynku uwzględnia następujące pozycje:

- przenikanie ciepła przez przegrody,
- promieniowanie słoneczne przez okna umieszczone od strony południowej,
- wentylację,
- wewnętrzne źródła ciepła (ludzie, oświetlenie, urządzenia).

W pierwszej kolejności sformułowano uproszczony model dynamiki samego budynku, zakładając dwuwarstwową budowę przegrody (ściana konstrukcyjna + izolacja termiczna). Następnie wykonano obliczenia chwilowych zysków ciepła, obejmujące okres od 15-go maja do 15-go września, przy założeniu stałej temperatury wewnątrz budynku na poziomie +24°C.

W obliczeniach bilansowych wykorzystano statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków, dostępne na [8] w zakresie temperatury powietrza zewnętrznego oraz natężenia promieniowania słonecznego na powierzchnię o orientacji S₉₀.

Charakterystyczne przebiegi dobowych obciążeń cieplnych w postaci bezwymiarowej, obliczone dla wybranych dni w sezonie ilustruje rysunek 6., natomiast rysunek 7. przedstawia wyniki obliczeń dla całego sezonu wraz z uporządkowanymi wykresami obciążeń.

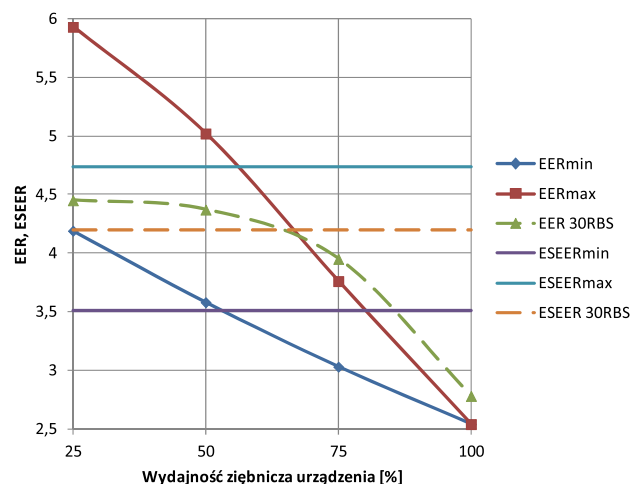
Rysunek 8. przedstawia korelację pomiędzy temperaturą powietrza otaczającego budynek i jednocześnie chłodzącego skraplacz agregatu a obliczeniowym zapotrzebowaniem na wydajność chłodniczą. Wykres sporządzono na podstawie wartości obliczeniowych dla pełnych godzin w ciągu sezonu (2953 punkty).

Sformułowany model obliczeniowy budynku w połączeniu z modelem urządzenia do chłodzenia wody posłużył do symulacji działania instalacji w ciągu całego sezonu. Dodatkowo w instalacji zastosowano zbiornik akumulacyjny zimnej wody oraz zawór trójdrogowy. Ostatecznie model systemu o parametrach skupionych zbudowany był z jedenastu równań różniczkowych

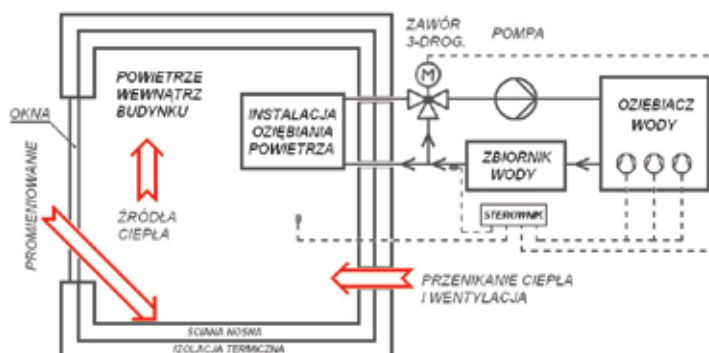
zwyčajnych, które użyto w schemacie blokowym modelu dynamiki programu Simulink. Główne założenia w zakresie systemu sterowania w obliczeniach symulacyjnych były następujące:

- wydajność chłodnicza agregatu regulowana skokowo poprzez załączanie/wyłączanie sprężarek w celu utrzymania temperatury wody w zbiorniku +7°C ±1 K,
- wydajność instalacji chłodzenia powietrza regulowana ciągle zaworem trójdrogowym poprzez zmianę strumienia wody zasilającej, w celu utrzymania temperatury wewnątrz budynku na poziomie +24°C.

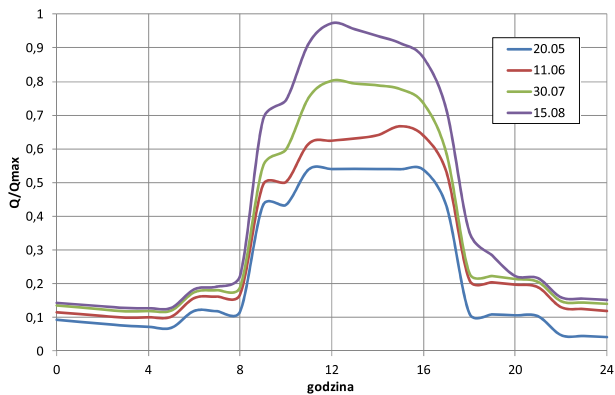
Obliczenia symulacyjne przeprowadzone dla sezonu od 15-go maja do 15-go września pozwoliły na wyznaczenie chwilowego współczynnika EER (rys. 9). Wartości zerowe odpowiadają



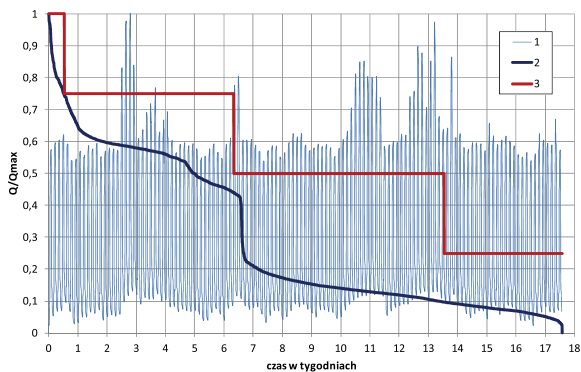
Rys. 4. Porównanie wyników obliczeń EER i ESEER z wartościami osiągniętymi przez urządzenie 30RBS 100 [6]



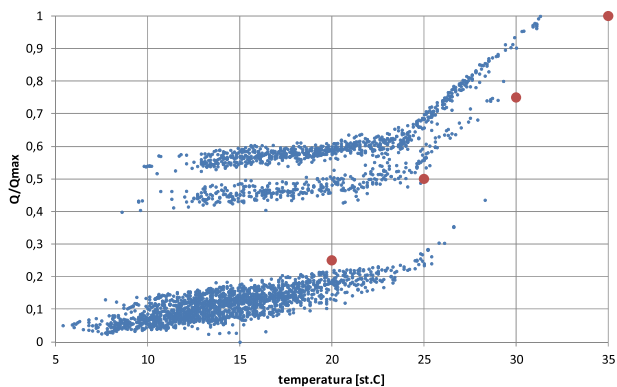
Rys. 5. Schemat ideowy klimatyzowanego obiektu z instalacją chłodniczą



Rys. 6. Przykład dobowego zapotrzebowania na wydajność chłodniczą dla klimatyzowanego budynku w różnych dniach roku



Rys. 7. Zapotrzebowanie na wydajność chłodniczą klimatyzowanego budynku w okresie od 15.05 do 15.09. odniesione do wydajności maksymalnej: 1 – bieżące, 2 – uporządkowany wykres bieżących obciążeń, 3 – uporządkowany wykres obciążeń wg założeń ESEER

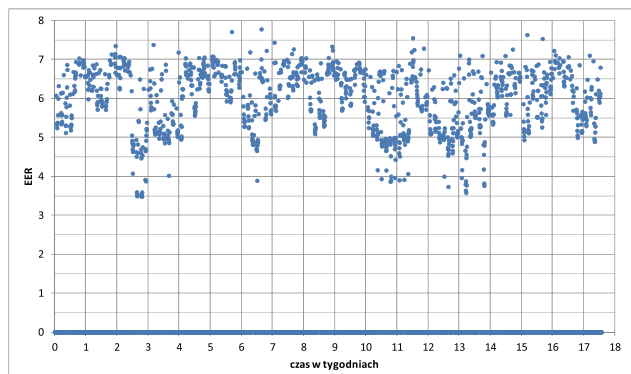


Rys. 8. Zapotrzebowanie na względną wydajność chłodniczą systemu klimatyzacji budynku w sezonie od 15.05 do 15.09 w zależności od temperatury otoczenia: 1 – obliczeniowe, 2 – według założeń ESEER [2]

sytuacji, gdy nie pracuje żadna sprężarka i wydajność chłodnicza urządzenia jest zerowa, ale pobierana jest moc np. przez pompę obiegową wody. Zastosowane w modelu liczniki energii umożliwiły ocenę łącznego oraz średniego zapotrzebowania na pracę napędową, a także uzyskanego w sezonie efektu chłodniczego. Tym samym możliwa była ocena obliczeniowego współczynnika efektywności dla przyjętych założeń i obiektu. Główne wyniki zestawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Wyniki obliczeń charakterystycznych wielkości dla okresu od 15.04 do 15.09

Lp.	Wyszczególnienie	Wartość	Jednostka
1.	Efekt chłodniczy	227586	MJ
2.	Średnia wydajność chłodnicza	21,4	kW
3.	Średnia wydajność chłodzenia odniesiona do maksymalnego zapotrzebowania	0,291	-
4.	Energia napędowa	48727	MJ
5.	Średni współczynnik efektywności energetycznej	4,67	-
6.	ESEER wg [2] (por. tab. 2.)	od 3,51 do 4,74	-



Rys. 9. Obliczone współczynniki efektywności EER agregatu wody lodowej dla pełnych godzin w sezonie od 15.05 do 15.09

SZKOLENIA

Poznańskie Centrum Szkoleń i Certyfikacji

2013

Świadectwo Kwalifikacji - KURS POCZĄTKOWY

28-29 sierpień
18-19 wrzesień
09-10 październik
20-21 listopad
11-12 grudzień

WARSZTATY KLIMATYZACYJNE

26 wrzesień

28 listopad

SPRĘŻARKOWE URZĄDZENIA CHŁODNICZE

23-24 październik

04-05 grudzień

KLIMATYZACJA SAMOCHODOWA

16-17 październik

SPRĘŻARKOWE POMPY CIEPŁA

06-07 listopad

TRANSPORT CHŁODNICZY

14 październik

25 listopad

PRAWNE I ORGANIZACYJNE ASPEKTY DZIAŁALNOŚCI

INSTALACYJNEJ ORAZ MONTAŻOWEJ

30 września

18 listopad

BUDOWA, DZIAŁANIE ORAZ EKSPLOATACJA

SPRĘŻAREK I WYMIENNIKÓW CIEPŁA

7 październik

18 grudzień

XLV DNI CHŁODNICTWA

13-14 listopad



Informacje i zgłoszenia:

Systemer CHIK Sp. z o.o.

ul. św. Wincentego 7, 61-003 Poznań

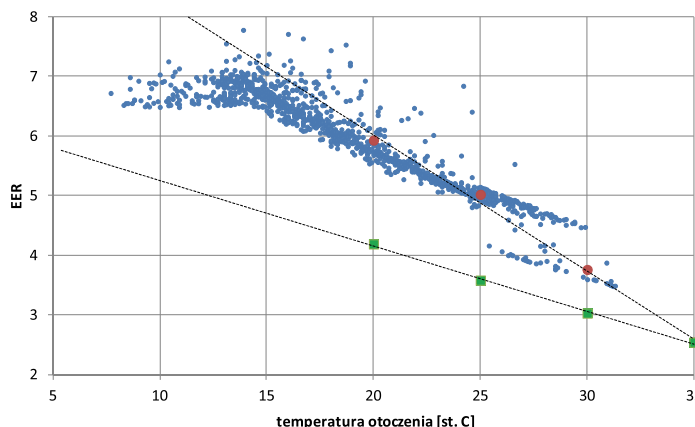
tel. 61 85 07 500

email: szkolenia@systemer.pl, www.systemer.pl

Rysunek 10. ilustruje zależność obliczeniowego współczynnika efektywności EER urządzenia do chłodzenia wody od temperatury powietrza chłodzącego skraplacz. Dla porównania naniesiono również możliwe do uzyskania wartości maksymalne i minimalne obliczone dla warunków definiowanych dla ESEER w [2] (por. tab. 2).

Podsumowanie

- Zaproponowany model umożliwia przeprowadzenie obliczeń symulujących zarówno działanie sprężarkowego urządzenia do chłodzenia wody w warunkach ustalonych, jak i jego współdziałanie z obiektem klimatyzowanym w warunkach nieustalonych. Porównanie obliczeniowych charakterystyk statycznych z dostępnymi charakterystykami produkowanego urządzenia podobnej wielkości potwierdza poprawność modelu.
- Sezonowy bilans ciepły klimatyzowanego budynku obliczony dla rzeczywistej temperatury w klimacie Polski daje w wyniku wartości mniejsze od zakładanych przy obliczaniu wartości ESEER wg [2]. Głównym powodem tego są niższe rzeczywiste temperatury otoczenia (od +5 do +30°C) w porównaniu z normatywnymi (+20 do +35°C).
- Z tego samego powodu obliczeniowy sezonowy współczynnik efektywności energetycznej sprężarkowego agregatu wody lodowej jest większy od ESEER wg [2]. Przyjmowanie w tym przypadku wartości ESEER zgodnie z rozporządzeniem [1] może zatem prowadzić do zawyżenia zapotrzebowania na energię końcową.
- W rozpatrywanym przykładzie zakładano utrzymywanie temperatury wody zasilającej instalację chłodzenia powietrza w budynku na stałym poziomie +7°C, ponieważ takie są założenia obliczania ESEER wg [2]. W rzeczywistości należy wykorzystać rezerwę pola powierzchni urządzenia do chłodzenia powietrza i dla wydajności mniejszych od nominalnych (a tak jest przez większość sezonu) podnieść temperaturę zimnej wody, co pozwoli podwyższyć temperaturę parowania i tym samym efektywność instalacji (działanie systemu np. wg „krzywej chłodzenia” dla budynku lub innego algorytmu, także ze zmienną w czasie zadaną temperaturą komfortu). Uzyskana tą metodą oszczędność energii napędowej może być łatwo oceniona przy użyciu zastosowanego modelu obliczeniowego.
- Alternatywą dla wymagań określonych w rozporządzeniu [1] odnośnie stosowania ESEER może być indywidualne obliczanie współczynnika efektywności energetycznej wytworzenia chłodu dla każdego budynku, w oparciu o dostatecznie dokładne modele systemu oraz dane klimatyczne dla przewidywanej lokalizacji. ■



Rys. 10. Obliczone współczynniki EER urządzenia w zależności od temperatury powietrza chłodzącego skraplacz: 1 – w sezonie, 2 i 3 – maksymalne i minimalne wg tab. 2.

LITERATURA

- [1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. (Dz.U. Nr 201, poz. 1240).
- [2] www.eurovent-certification.com
- [3] ADAMSKI B.: Wartość wskaźnika ESEER a realne koszty eksploatacji. Studium przypadku i propozycja analizy kosztów eksploatacji agregatów chłodniczych w dobie certyfikacji energetycznej budynków. Rynek Instalacyjny. 01/02 2010.
- [4] ADAMSKI B.: Czy ESEER jest wiarygodnym wskaźnikiem kosztów eksploatacji. Rynek Instalacyjny. 03/2012.
- [5] ADAMSKI B.: Wartość ESEER dla odmiennych od EUROVENT parametrów pracy. Chłodnictwo i Klimatyzacja. 08/2012.
- [6] www.carrier.com.pl
- [7] Energy Efficiency and Certification of Central Air Conditioners (EECCAC). Final report. April 2003. Vol. 1, 2 & 3. Study for the D.G. Transportation-Energy (DGTREN) of the Commission of the E.U. Co-ordinator: Jerome ADNOT, assisted by Paul WAIDE.
- [8] www.transport.gov

Masz pytanie do autora
lub chciałbyś skomentować artykuł
zapraszamy na www.chlodnictwoiklimatyzacja.pl
do działu ARTYKUŁY



Klimatyzacja serwerowni i pomieszczeń technicznych

&

Chłodnictwo
Klimatyzacja

- Rozwiązania systemy

- Zasady projektowania i dobór urządzeń

- Eksploatacja i serwis

już dziś odwiedź portal www.klimatyzacjaserwerowni.pl