

Nowe wymagania stawiane agregatom skraplającym do zastosowań komercyjnych

Jacek OSMÓLSKI

W perspektywie najbliższych lat, czekają nas zmiany, wymuszane kolejnymi wchodzącymi w życie uregulowaniami prawnymi odnoszącymi się między innymi do przepisów „środowiskowych”. Producenci, projektanci i instalatorzy powinni to brać pod uwagę. W artykule przedstawiono obecne i przyszłe wymagania stawiane komercyjnym chłodniczym agregatom skraplającym, dotyczące efektywności energetycznej, poziomu głośności oraz stosowanych czynników chłodniczych oraz przykłady rozwiązań spełniających te wymagania.

Ekoprojekt – skuteczna strategia Wspólnoty Europejskiej

Zgodnie z Dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE z dnia 21 października 2009 roku Ekoprojekt oznacza „uwzględnianie aspektów środowiskowych przy projektowaniu produktu celem poprawy ekologiczności PWE (Produktu Wykorzystującego Energię) podczas jego całego cyklu życia”. Dyrektywa odnosi się bezpośrednio do Państw, natomiast akty wykonawcze – rozporządzenia odnoszą się również do przedsiębiorstw. W praktyce urządzenia wykorzystujące energię, które są dopuszczone do użytku lub wprowadzane do obrotu na terenie Unii Europejskiej, muszą spełniać ściśle określone wymogi określone przez rozporządzenia. Zapisy rozporządzeń są często uzupełniane zharmonizowanymi normami, które zostały przyjęte przez CENELEC oraz CEN czyli europejskie instytucje normalizacyjne. Normy publikowane są w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej.

Ekoprojekt dzieli Produkty Wykorzystujące Energię na grupy, tak zwane LOTy:

- ENER (Energy) – obejmuje 38 grup LOT;
- ENTR (Enterprise) – obejmuje 10 grup LOT.

Dla branży HVACR najważniejszymi grupami są:

- ENER LOT 10 – Klimatyzatory pokojowe;
- ENER LOT 10 – Wentylatory komfortu;

- ENER LOT 10 – Wentylacja mieszkaniowa;
- ENER LOT 11 – Silniki elektryczne;
- ENER LOT 11 – Wentylatory;
- ENER LOT 11 – Pompy wodne;
- ENER LOT 12 – Komercyjne chłodzarki i zamrażarki;
- ENER LOT 13 – Chłodzarki i zamrażarki do użytku domowego;
- ENER LOT 20 – Urządzenia do miejscowego ogrzewania pomieszczeń;
- ENER LOT 21 – Lokalne podgrzewacze powietrza (w tym chillery, klimatyzatory i fancoile);
- ENER LOT 31 – Sprężarki;
- ENTR LOT 1 – Szafy chłodnicze lub mroźnicze, schładzarki lub zamrażarki szokowe urządzenia skraplające i agregatów do oziębiania cieczy;
- ENTR LOT 6 – Systemy klimatyzacyjne i wentylacyjne.

Najważniejszymi dokumentami regulującymi zgodność agregatów skraplających z Ekoprojektem są Rozporządzenie Komisji (UE) 2015/1095 z dnia 5 maja 2015 roku oraz norma PN-EN13215:2017-02 Ziębnicze zespoły skraplające – warunki znamionowe, odchyłki i sposób przedstawienia charakterystyk przez producenta.

W myśl legislacji, agregaty skraplające muszą charakteryzować się wyższym współczynnikiem sprawności niż wartości zawarte w załączniku V Rozporządzenia 2015/1095 (tabela 1).

Tabela 1. Porównanie wymogów dotyczących wielkości współczynników sprawności energetycznej (COP) i sezonowej sprawności energetycznej (SEPR) urządzeń skraplających zgodnie z załącznikiem V Rozporządzenia 2015/1095 na dzień 1 lipca 2016 i 1 lipca 2018.

Należy jednak zwrócić uwagę na kilka istotnych faktów:

- rozpatrujemy urządzenia do zastosowań niskotemperaturowych ($t_o = -35^\circ\text{C}$) dla $Q_o = 0,1 \text{ kW} \div 20 \text{ kW}$ oraz średnitemperaturowych ($t_o = -10^\circ\text{C}$) dla $Q_o = 0,2 \text{ kW} \div 50 \text{ kW}$;
- w zależności od wydajności chłodniczej, rozróżniamy dwa współczynniki sprawności: COP dla mniejszych urządzeń (gdzie warunki otoczenia mają znikomy wpływ na wydajność chłodniczą) oraz SEPR dla większych systemów (gdzie warunki otoczenia mają już znaczący wpływ na wydajność chłodniczą).

Podstawowymi dokumentami regulującymi zgodność agregatów skraplających z Ekoprojektem są Rozporządzenie Komisji (UE) 2015/1095 z dnia 5 maja 2015 roku oraz norma PN-EN13215:2017-02

Tabela 1. Porównanie wymogów dotyczących wielkości współczynników sprawności energetycznej (COP) i sezonowej sprawności energetycznej (SEPR) urządzeń skraplających zgodnie z załącznikiem V Rozporządzenia 2015/1095 na dzień 1 lipca 2016 i 1 lipca 2018

Temperatura robocza	Znamionowa wydajność chłodnicza PA	Stosowany współczynnik	Wartość od 1 lipca 2016 roku	Wartość od 1 lipca 2018 roku
średnia ($t_o = -10^\circ\text{C}$)	$0,2 \text{ kW} \leq PA \leq 1 \text{ kW}$	COP	1,2	1,4
	$1 \text{ kW} < PA \leq 5 \text{ kW}$	COP	1,4	1,6
	$5 \text{ kW} < PA \leq 20 \text{ kW}$	SEPR	2,25	2,55
	$20 \text{ kW} < PA \leq 50 \text{ kW}$	SEPR	2,35	2,65
niska ($t_o = -35^\circ\text{C}$)	$0,1 \text{ kW} \leq PA \leq 0,4 \text{ kW}$	COP	0,75	0,8
	$0,4 \text{ kW} < PA \leq 2 \text{ kW}$	COP	0,85	0,95
	$2 \text{ kW} < PA \leq 8 \text{ kW}$	SEPR	1,5	1,6
	$8 \text{ kW} < PA \leq 20 \text{ kW}$	SEPR	1,6	1,7

SEPR to sezonowy współczynnik sprawności, który jest wyliczany na podstawie liczby godzin występowania konkretnej temperatury otoczenia dla klimatu umiarkowanego (rys. 1.)

Warto zwrócić uwagę, że zakres temperatur przedstawiony na pomarańczowym tle, występuje około 80% czasu w roku.

Zgodnie z normą, do obliczeń współczynników sprawności przyjmuje się, że:

- referencyjna temperatura otoczenia wynosi 32°C;
- agregaty chłodzone wodą są rozpatrywane w inny sposób;
- współczynnik sprawności może być obliczany zarówno dla 10 K przegrzania (5 K dla urządzeń amoniakalnych), jak i również przy 20°C temperatury gazu na ssaniu sprężarki;
- obecnie, wymagana wartość współczynnika sprawności może być powiększona o 10% dla układów pracujących na czynniku chłodniczym charakteryzującym się GWP mniejszym od 150.

Agregaty pracujące zarówno w temperaturze średniej jak i niskiej, muszą spełniać wymogi dla obu temperatur roboczych.

Na rysunku 2. przedstawiony został wycinek dokumentacji technicznej takiego agregatu – ZEAS produkcji DAIKIN (temperatura jego odparowania zawiera się w granicach od -45°C do +10°C) Zgodnie z rozporządzeniem wykonawczym dyrektywy o Ekoprojekcie, poniższe modele agregatów ZEAS dla zastosowań średniotemperaturowych powinny charakteryzować się współczynnikami SEPR większymi od 2,55 i wynoszą one odpowiednio 3,86 oraz 3,79! Te same agregaty spełniają również wymagania dla niskiej temperatury odparowania.

Na zdjęciu (rys. 3.) przedstawiono przykładową realizację z zastosowaniem agregatów skraplających serii ZEAS charakteryzujących się wysoką efektywnością oferowanych w wydajności od 12,5 kW do 75,8 kW dla zastosowań średniotemperaturowych. Te same agregaty mogą również pracować przy niskiej temperaturze odparowania, a ich wydajności zawierają się w przedziale od 5,51 kW do 29,6 kW.

Pomimo tego, że jest to powietrzny agregat skraplający, możemy umieścić go także w pomieszczeniu i wyprowadzić wyrzut gorącego powietrza na zewnątrz. Wentylatory agregatów mają w standardzie 78 Pa sprężu dyspozycyjnego, co pozwala bezproblemowo podłączyć do nich kanały wentylacyjne odprowadzające gorące powietrze na zewnątrz.

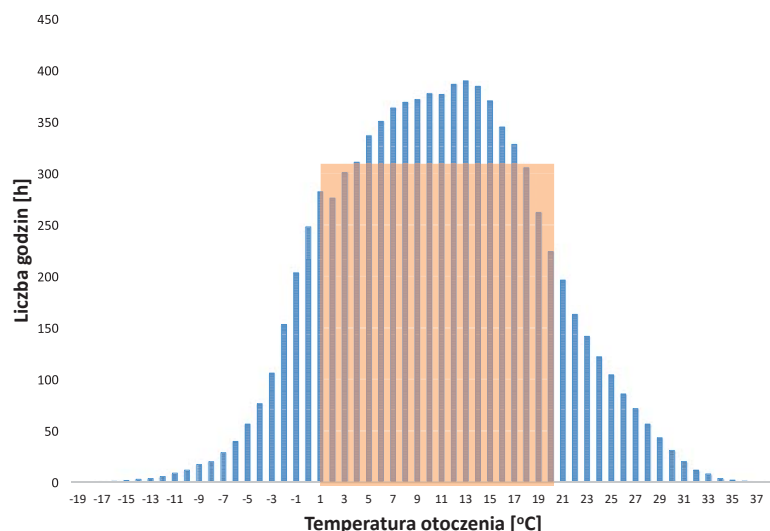
Nowe wymagania dotyczące ochrony przed hałasem w budynkach

Prezes PKN dnia 8 grudnia 2017 roku zatwierdził normę PN-B-02151-2:2018-01 mówiącą o wymaganiach dotyczących dopuszczalnego poziomu dźwięku w pomieszczeniach. Dokument zastępuje obowiązującą do tej pory wersję z 1987 roku. Norma ta reguluje „dopuszczalny poziom hałasu w pomieszczeniach chronionych, w budynkach mieszkalnych, budynkach zamieszkania zbiorowego i budynkach użyteczności publicznej”, czyli we wszystkich miejscach przeznaczonych na pobyt ludzi.

Wymogi PN-B-02151-2:2018-01 mają zastosowanie przy projektowaniu, zmianie sposobu użytkowania i eksploatacji, nadbudowie, rozbudowie, wznoszeniu i przebudowie budynków:

- mieszkalnych wielorodzinnych i jednorodzinnych;
- użyteczności publicznej;
- zamieszkania zbiorowego.

Warunkiem oceny dopuszczalnego poziomu hałasu są pomieszczenia z zamkniętymi drzwiami i oknami oraz zapewnioną wymianą powietrza. Ocena zależy od pory użytkowania lokalu (a nie od pory dnia lub nocy).



Rys. 1. Zestawienie czasu występowania konkretnych temperatur otoczenia w klimacie umiarkowanym

			LREQ-BY1	5	6
Wydajność chłodnicza	Średniotemperaturowe	Nom.	kW	12,5 (1)	15,2 (1)
	Niskotemperaturowe	Nom.	kW	5,51 (2)	6,51 (2)
Pobór mocy	Średniotemperaturowe	Nom.	kW	5,10 (1)	6,56 (1)
	Niskotemperaturowe	Nom.	kW	4,65 (2)	5,88 (2)
Współczynnik efektywności sezonowej SEPR	R-410A	Te – 10°C		3,86	3,79
		Te – 35°C		1,61	1,65
Roczne zużycie energii Q	R-410A	Te – 10°C	kWh/a	19.907	24.681
		Te – 35°C	kWh/a	25.547	29.366
Parametry przy pełnym obciążeniu w temp. zewnętrznej 32°C (punkt A)	R-410A	Te – 10°C	Znamionowa wartość COP (COP _A)	2,45	2,32
		Te – 35°C	Znamionowa wartość COP (COP _A)	1,18	1,11
Parametry przy pełnym obciążeniu w temp. zewnętrznej 43°C	R-410A	Te – 10°C	Deklarowana wartość COP (COP _B)	1,54	1,57
		Te – 35°C	Deklarowana wartość COP (COP _B)	0,76	0,74

Rys. 2. Wycinek dokumentacji technicznej agregatu ZEAS produkcji DAIKIN



Rys. 3. Przykładowa realizacja w oparciu o serię wysokoelektywnych agregatów skraplających ZEAS o wydajności od 12,5 kW do 75,8 kW dla zastosowań średniotemperaturowych

Nowa norma PN-B-02151-2:2018-01 reguluje dopuszczalny poziom hałasu w pomieszczeniach chronionych, w budynkach mieszkalnych, budynkach zamieszkania zbiorowego i budynkach użyteczności publicznej

Tabela 2. Wartości dopuszczalnego poziomu dźwięku A dla różnych rodzajów pomieszczeń

Rodzaj budynku	Rodzaj pomieszczenia chronionego	Najwyższy dopuszczalny poziom dźwięku A, dB	
		$L_{Aeq,nT}$	$L_{AFmax,nT}$
Budynki wielorodzinne i jednorodzinne	pokoje i pokoje połączone z kuchnią	25a)b)	30b)
	wydzielone kuchnie i pomieszczenia sanitarne	35	
Hotele	pokoje hotelowe	25	30
Wszystkie rodzaje budynków	pokoje biurowe wykorzystywane przez odrębnych użytkowników	35	
	biura wieloprzestrzenne, pokoje biurowe typu open space	40c)	
	sklepy, domy handlowe, supermarkety	50	
	muzea	35	
	biblioteka, czytelnia	30	

Gdzie:

a – dopuszczalny poziom dźwięku A zmniejsza się o 5 dB, gdy występuje jeden z następujących rodzajów hałasu: tonalny, niskoczęstotliwościowy i impulsowy;

b – dopuszcza się większy o 5 dB poziom hałasu dla pokoi dziennych połączonych z kuchnią w porze昼間 (6:00-22:00);

c – do maskowania dźwięków mowy w biurze, dopuszcza się zastosowanie dodatkowych dźwięków o indywidualnej wartości poziomu hałasu.

W głównej mierze, norma bazuje na dwóch definicjach:

$L_{Aeq,nT}$ – wzorcowy równoważny poziom dźwięku A

Poziom dźwięku A, uśredniony dla czasu obserwacji równego operacyjnego cyklu pracy urządzenia, pomniejszony o wskaźnik pogłosu.

$L_{AFmax,nT}$ – wzorcowy maksymalny poziom dźwięku A

Maksymalny, zmierzony z zastosowaniem czasowej charakterystyki korekcyjnej F, poziom dźwięku A, występujący w czasie całego cyklu pracy urządzenia pomniejszony o wskaźnik pogłosu.

W tabeli 2. zostały przedstawione wartości dopuszczalnego poziomu dźwięku A dla różnych rodzajów pomieszczeń.

Dla branży HVACR najistotniejszą grupą obejmowaną przez normę jest hałas pochodzący z:

- pomieszczeń technicznych, emitowany: in. przez pompy, piece, wentylatory i agregaty;
- urządzeń instalacyjnych usytuowanych na zewnątrz budynku lub w pomieszczeniach – wytwarzany m.in. przez klimatyzatory, urządzenia wentylacyjne, instalacje klimatyzacyjne, wentylacyjne, wodociągowe czy sanitarne;
- agregatów skraplających.

Należy zwrócić uwagę, że PN-B-02151-2:2018-01 nie reguluje już poziomu hałasu dochodzącego z lotnisk, drogi czy zakładów przemysłowych. Te obiekty reguluje PN-B-02151-3:2015 o izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej.

Daikin, wychodząc naprzeciw coraz bardziej restrykcyjnym przepisom dotyczącym maksymalnego poziomu hałasu, zaproponował jeden z najcichszych agregatów skraplających do zastosowań komercyjnych Mini ZEAS emitujący jedynie 31 dB(A) z 10 metrów!

Tabela 3. Zestawienie danych dotyczących urządzenia MINI ZEAS (LRMEQ3BY1 i LRMEQ4BY1)

	LRMEQ3BY1	LRMEQ4BY1
Wydajność chłodnicza (to=-10°C)	5,9	8,4
SEPR	4,17	4,08
Minimalna wartość SEPR wg wytycznych Ekoprojektu	2,55	2,55

Wstępnie napełnione czynnikiem chłodniczym urządzenie możemy zamontować bezpośrednio przy ścianie, co pozwala na sprawdzenie się systemu w najbardziej wymagających warunkach. Dane zawarte w tabeli 3. potwierdzają, że Daikin dostarcza produkty najwyższej jakości. Nie tylko najcichsze, ale również najbardziej energooszczędne.

Ustawa F-gazowa a agregaty skraplające

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 517/2014 z dnia 16 kwietnia 2014 roku reguluje maksymalny wskaźnik potencjału tworzenia globalnego ocieplenia (GWP) dla czynników chłodniczych stosowanych w chłodnictwie (tabela 4.)

Według załącznika III ustawy F-gazowej, w agregatach skraplających (niehermetycznych) do 40 kW mocy znamionowej, po 1 stycznia 2020 roku nie będzie można wprowadzać do obrotu produktów



Rys. 4. Agregat skraplający do zastosowań komercyjnych Mini ZEAS

Tabela. 4. Maksymalny wskaźnik potencjału tworzenia globalnego ocieplenia (GWP) dla czynników chłodniczych stosowanych w chłodnictwie

Produkty i urządzenia		Data wprowadzenia zakazu
Chłodziarki i zamrażarki do zastosowań komercyjnych (hermetycznie zamknięte urządzenia)	zawierające HFC o GWP równym 2 500 lub większym	1 stycznia 2020 r.
	zawierające HFC o GWP równym 150 lub większym	1 stycznia 2022 r.
Stacjonarne urządzenia chłodnicze, które zawierają HFC o GWP równym 2 500 lub większym lub których działanie jest od nich uzależnione, z wyjątkiem urządzeń przeznaczonych do zastosowań służących schładzaniu produktów do temperatur poniżej -50°C		1 stycznia 2020 r.
Wieloagregatowe scentralizowane układy chłodnicze do zastosowań komercyjnych o mocy znamionowej 40 kW lub większej, które zawierają fluorowane gazy cieplarniane o GWP równym 150 lub większym lub których działanie jest od nich zależne, z wyjątkiem obiegów chłodniczych pierwszego stopnia w układach kaskadowych, w których można stosować fluorowane gazy cieplarniane o GWP równym 1 500 lub większym		1 stycznia 2022 r.

Współcześnie produkowane urządzenia powinny być przystosowane do przyszłych wymagań

i urządzeń zawierających HFC z GWP >2500. Nie będzie można również tych czynników stosować do serwisowania lub konserwacji urządzeń chłodniczych o wielkości napełnienia czynnikiem chłodniczym co najmniej 40 t ekwiwalentu CO₂ (10,2 kg R404A). Wyjątkami są:

- recykling, który jest dokonywany na miejscu przez serwisanta;
- regeneracja – czyli przywrócenie jakości czynnika pierwotnego (m.in. domieszki, wilgotność, gazy nieskrapające, kwasowość i zawartość oleju), potwierdzone specjalnym certyfikatem. W Polsce zajmuje się tym PROZON Fundacja Ochrony Klimatu.

Legislacja F-gazowa przede wszystkim wpłynie na stosowanie czynników o największym potencjale tworzenia globalnego ocieplenia: R404A oraz R507A. Na ten moment, dla układów poniżej 40 kW nominalnej wydajności chłodniczej najlepszymi rozwiązaniami są zastosowanie:

- R410A, R32 (w nowych instalacjach);
- R448A oraz R449A jako retrofit (należy jednak zwrócić uwagę na duży poślizg temperaturowy).

Dla układów o wartości nominalnej powyżej 40 kW najlepszym rozwiązaniem jest wykorzystanie:

- R410A, R32 – w przypadku możliwości podzielenia układu na kilka mniejszych, np. w supermarketach;
- CO₂ – szczególnie dla niskich temperatur odparowania oraz z odzyskiem ciepła.

Podsumowanie

Inwestorzy oraz firmy instalacyjne muszą już dziś, podejmując decyzję o zakupie urządzeń, wybierać te, które spełnią w przyszłości wymagania dotyczące: poziomu hałasu, efektywności energetycznej oraz czynników chłodniczych. Dane pokazują, że Daikin produkuje już dziś systemy, które są zgodne z przyszłymi wymaganiami. Nasze najlepsze rozwiązania, o wysokiej efektywności energetycznej, bazują na czynniku R410A agregaty skraplające ZEAS i MiniZEAS.

Należy podkreślić, że w porównaniu do układów pracujących na czynnikach R404A, R448A i R449A, układy na R410A mają mniejsze napełnienie czynnikiem chłodniczym oraz charakteryzują się mniejszymi średnicami rur – co przekłada się na zmniejszenie kosztów inwestycyjnych.

System chłodniczy Conveni Pack znajduje zastosowanie w supermarketach i stacjach benzynowych – jeden agregat zasila część chłodniczą i klimatyzacyjną, generując duże zyski poprzez odzysk ciepła. Obecnie w Europie jest w użyciu ponad 13 000 rozwiązań typu ZEAS, MiniZEAS i ConveniPack, co świadczy o niezawodności i zaufaniu klientów.

Ponadto do tradycyjnych instalacji chłodniczych Daikin proponuje agregaty skraplające typu J&E Hall, pracujące na czynnikach chłodniczych: R134a, R407F, R407A, R448A, R449A.

Chłodniczą ofertę Daikin uzupełniają:

- Zanotti – producent monobloków, bi-bloków i uni-bloków do chłodni i mroźni (również rozwiązania na propan);
- TEWIS – producent komercyjnych i przemysłowych układów chłodniczych na CO₂.

Do tradycyjnych instalacji chłodniczych proponujemy agregaty skraplające typu J&E Hall, pracujące na czynnikach chłodniczych: R134a, R407F, R407A, R448A, R449A.

Warto dodać, że Daikin ma w swojej ofercie urządzenia klimatyzacyjne, pompy ciepła, rooftopy, agregaty wody lodowej oraz centrale wentylacyjne.



Rys. 5. Agregaty skraplające typu J&E Hall, pracujące na czynnikach chłodniczych: R134a, R407F, R407A, R448A, R449A

O AUTORZE

Jacek OSMÓLSKI
– Inżynier Sprzedaży ds. Chłodnictwa
w Daikin Airconditioning Poland



DAIKIN AIRCONDITIONING
POLAND Sp. z o.o.
ul. Taśmowa 7
02-677 Warszawa
tel.: + 48 22 319 90 25
fax: +48 22 433 51 98
e-mail: office@daikin.pl
www.daikin.pl