

Zeta Rev HEi LN 6.2



Akcesoria jednostki skonfigurowanej

2PS - Dwie pompy dla obiegu wtórnego + zbiornik buforowy

LN - Wersja wyciszona

FVP - Flowzer VP

FVP - Flowzer VP

VSIW - Zawory bezpieczeństwa po stronie wodnej

PBA - Protokół BACnet za pośrednictwem TCP-IP

FM2 - Funkcja Multilogic dla jednostki typu Master - zarządzanie do 2 jednostek typu Slave

A43N - zasilanie elektryczne 400/3+N/50

AG - Amortyzatory gumowe

WYDAJNOŚĆ Z FALOWNIKIEM

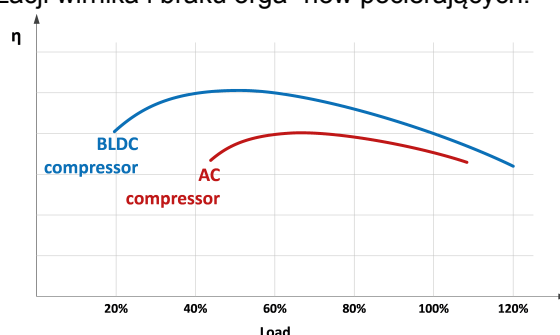
Światowy trend zwiększania wydajności energetycznej budynków i systemów, prowadzi do rozwoju wszystkich technologii, przyczyniających się do oszczędności energii. W sektorze HVAC odbywa się to poprzez rozwój technologii, które pozwalają na uzyskanie maksymalnej oszczędności energetycznej w warunkach częściowego obciążenia. Technologia, która najbardziej przyczynia się do uzyskania zdecydowanej poprawy funkcjonowania przy częściowym obciążeniu, to zastosowanie falownika na sprężarkach. Pozwala to faktycznie na uzyskanie maksymalnej wydajności, utrzymując jednocześnie te same limity operacyjne, jak w przypadku jednostek tradycyjnych.

Zaletą tą staje się tym ważniejsza, im bardziej zmienny jest ładunek (np. w aplikacjach comfort) lub im dłuższy jest cykl operacyjny w obecności zmiennych temperatur źródła (jak w przypadku połączonych jednostek powietrze-woda, w aplikacjach przemysłowych).

Konieczność zgodności z celem wydajności energetycznej, ustalonym na etapie projektowania przyjaznego środowiska, powoduje coraz szersze stosowanie jednostek wyposażonych w tę technologię.



Wszystkie jednostki wykorzystują sprężarkę hermetyczną scroll ze spiralą orbitalną i silnikiem brushless, sterowaną falownikiem ze stałym prądem DC. W modelach z dwoma lub trzema sprężarkami, jest ona podłączona w tande- mie lub trio do sprężarek hermetycznych scroll z silnikiem asynchronicznym typu ON/OFF. W stosunku do sprężarki z silnikiem asynchronicznym, sprężarka z silnikiem brushless (silnik BLDC lub PMDC) posiada wirnik złożony ze stałych magnesów. Sprawiają one, że wirnik jest zdecydowanie bardziej wydajny, dzięki oszczędności energii magnetyzacji wirnika i braku orga- nów pocierających.



Jak widać na wykresie, silnik brushless jest bardziej wy- dajny od silnika asynchronicznego, a jego wydajność osią- ga maksymalny poziom, gdy sprężarka pracuje z częścio- wym obciążeniem. Ponadto można zauważyć, że sprężarka BLDC, będąc od- powiednio zrealizowaną do funkcjonowania na ograniczo- nej prędkości, ma szersze pole regulacji prędkości w sto- sunku do sprężarki tradycyjnej, sterowanej przez falownik AC.

Sprężarka sterowana przez falownik może modulować swą prędkość między około 30 do 105 obr/min.

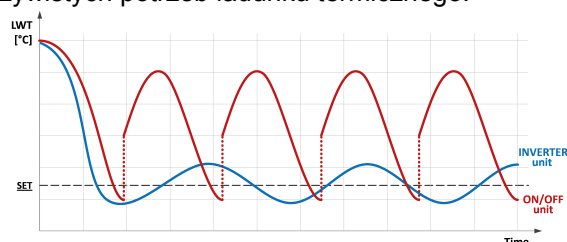
Biorąc pod uwagę wydajność silnika brushless i wydajności globalnej jednostki, przy prędkości 90 obr/min, jednostka jest w stanie osiągnąć najwyższy poziom wydajności.

W razie potrzeby jednostka jest w stanie osiągnąć więk- szą moc od tej nominalnej, z lekko obniżonym poziomem wydajności. Zdolność ta jest szczególnie interesująca we wszystkich sytuacjach, w których konieczne jest sprostą- nie krótkim szczytom obciążenia.

Sprężarka BLDC nie może być zasilana bezpośrednio, lecz musi być sterowana przez falownik DC, który zarzą- dza rampami przyspieszenia i zwalniania, zarządzaniem jej uruchomienia, bez momentów szczytowych i gwarantuje, że sprężarka funkcjonuje zawsze w bezpiecznych warun- kach i w dopuszczalnych zakresach operacyjnych. Jest to bardzo ważne dla zachowania wydajności i niezawodności sprężarki.

Zarządzanie maszyną o zmiennej wydajności.

Poza zaletą większej wydajności, użycie sprężarki modułowej pozwala jednostce na dostosowanie jej wydajności chłodzenia do rzeczywistych potrzeb ładunku termicznego.



Przeważnie dostarczana do jednostki moc przekracza tę rzeczywiście żadaną przez instalację.

W takich warunkach maszyna ze sprężarkami ON/OFF wykona sekwencję cykli ON i OFF, próbując utrzymać temperaturę wody w ustawionym zakresie.

Przy każdym kolejnym uruchomieniu, obwód chłodzenia będzie musiał odnaleźć równowagę, a etap ten potrzebuje od 1 do 3 minut, podczas których jednostka ma bardzo niską wydajność energetyczną.

Odwrotnie, maszyna ze sprężarką sterowaną falownikiem, będzie w stanie modulować wydajność chłodzenia i dostosować się do ładunku.

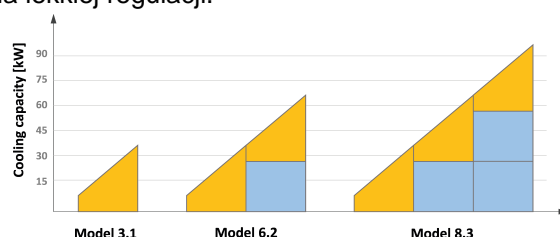
Poprzez kontrolę temperatury na wylocie wody i jej zmian w czasie, kontrola jednostki jest w stanie określić poziom mocy żądany przez instalację, przez co jest w stanie regulować prędkość sprężarki poprzez sygnał analogowy, dostarczany przez falownik.

Kontrola będzie tym więcej mocy im bardziej temperatura na wylocie wody oddala się od ustawionych wartości. Wraz ze zbliżaniem się temperatury na wylocie do temperatury nastawy, kontrola zwalnia sprężarkę, ograniczając jak najbardziej wahania temperatury.

W ten sposób, o ile to możliwe, kontrola utrzymuje sprężarkę cały czas w funkcji modulacji, unikając w ten sposób problemu nieodwracalności uruchomień i wykorzystując stan, w którym sprężarka brushless pracuje z maksymalną wydajnością.

Dla modeli wielosprężarkowych, do precyzji modulacji sprężarki sterowanej przez falownik, dołącza elastyczność jednostek multiscroll.

Kontrola używa sprężarek ON/OFF dla zbliżenia się do danego ładunku, modulując wydajność sprężarki z falownikiem, w celu wykonania lekkiej regulacji.



Zespół chłodnicowy, zesprężarkami hermetycznymi scroll, z silnikiem brushless i sterowane falownikiem DC, powietrznym usuwaniem ciepła, z wentylatorami osiowymi i płytowym wymiennikiem ciepła po stronie urządzeń serwisowych.

ZETA REV HEi: jednostka wysokiej wydajności

W wersji tej jednostka przewiduje zastosowanie większych baterii, w celu zwiększenia wydajności, zwłaszcza w trybie regulowanym.

STRUKTURA

Struktura jednostki zrealizowana jest z blachy ocynkowanej i polakierowanej lakierem proszkowym poliestrowym RAL 5017/7035 w 180 °C, który przyczynia się do wysokiej odporności na czynniki atmosferyczne.

Struktura z nośnej ramy, ze zdejmowanymi panelami pokrytymi powłoką dźwiękoszczelną z poliuretanu. Wszystkie śruby wykonane są ze stali nierdzewnej.

WYMIENNIK STRONA ŹRÓDŁA

Dla jednostek tylko chłodzących, wymienniki zrealizowane są z bateriami z mikrokanalami z aluminium. Baterie z mikrokanalami wykonywane są przy użyciu specjalnych stopów aluminium, specyficznych dla przewodów i łopatek. Pozwala to na drastyczne zmniejszenie efektów korozji galwanicznej, gwarantując ciągłą ochronę przewodów, które sąsiadują chłodziwem. Cała bateria jest ponadto poddana procesom SiFLUX coating (lub ekwiwalentnym) lub dodaje się do nich cynku w celu dodatkowego zwiększenia odporności na korozję.

Dostępne są jako opcja, baterie z mikrokanalami e-coated. Opcja ta jest bardzo zalecana dla zastosowania w strefach nadbrzeżnych lub wysoko uprzemysłowionych.

Zastosowanie baterii z mikrokanalami zamiast tych tradycyjnych, przyczynia się do ograniczenia całkowitego ciężaru o około 10% i zmniejszenia obciążenia chłodzenia o około 30%.

WENTYLATORY

Wentylatory są typu osiowego i są bezpośrednio połączone z silnikiem elektrycznym trójfazowym, 6-biegunowym, ze zintegrowaną ochroną termiczną (klixon) i stopniem ochrony IP 54.

Wentylator zawiera przenośnik, opracowany w celu optymalizacji wydajności i redukcji do minimum emisji dźwięku oraz kratkę ochronną przeciw wypadkową.

WYMIENNIK STRONA URZĄDZEŃ SERWISOWYCH

Wymiennik z płytami lutowanymi ze stali nierdzewnej, izolowany słuchawką z materiału izolacyjnego z zamkniętymi komorami.

Wymiennik jest ponadto wyposażony w grzałkę przeciw zamarzaniu z termostatem, która chroni go przed tworzeniem się lodu, gdy jednostka nie działa.

OBWÓD CHŁODZENIA

Jednostka wyposażona w obwód chłodzenia, który zawiera:

Przewody obwodu i wymiennika są izolowane elastomerem wytłaczanym z zamkniętymi komorami.

- zawór linii płynu
- gniazdo zasilające
- lampka kontrolna płynu
- filtr odwadniacza spawany, przy rozmiarach 3.1 i 6.2
- filtr odwadniacza z wkładem stałym wymiennym, przy rozmiarach 8.3
- elektroniczny zawór rozprężny
- presostaty wysokiego i niskiego ciśnienia

Przewody obwodu i wymiennika są izolowane elastomerem wytłaczanym z zamkniętymi komorami. presostaty wysokiego i niskiego ciśnienia

Przewody obwodu i wymiennika są izolowane elastomerem wytłaczanym z zamkniętymi komorami.

ROZDZIELNICA ELEKTRYCZNA

Rozdzielnica elektryczna zrealizowana jest w obudowie z blachy ocynkowanej i pomalowanej, z wentylacją ciśnieniową i stopnie ochrony IP54.

Rozdzielnica jednostki podstawowej zawiera:

- główny wyłącznik
- wyłączniki automatyczne sprężarek ze stałą kalibracją
- bezpieczniki ochrony wentylatorów i obwody pomocnicze
- Wyłączniki magnetyczno-termiczne pomp (jeśli obecne)
- styczniki sprężarek, wentylatory i pompy (jeśli obecne)
- regulator obrotów z odcinaniem fazy
- monitor fazy
- styki neutralne ogólnego alarmu
- pojedyncze styki neutralne dla funkcjonowania sprężarek, wentylatorów, pomp (jeśli obecne)
- kontrola przez mikroprocesor z wyświetlaczem dostępnym z zewnątrz

Wszystkie kable elektryczne wewnątrz rozdzielnic elektrycznej są ponumerowane, a listwa zaciskowa przeznaczona do połączeń klienta jest w kolorze niebieskim, by ułatwić jej szybkie odnalezienie w rozdzielnicach.

Zasilanie jednostki wynosi 400V/3~+N/50Hz. kontrola przez mikroprocesor z wyświetlaczem dostępnym z zewnątrz

Wszystkie kable elektryczne wewnątrz rozdzielnic elektrycznej są ponumerowane, a listwa zaciskowa przeznaczona do połączeń klienta jest w kolorze niebieskim, by ułatwić jej szybkie odnalezienie w rozdzielnicach.

Zasilanie jednostki wynosi 400V/3~+N/50Hz.

KONTROLA BLUETHINK

Główne funkcje kontrolne

Kontrola z mikroprocesorem przewiduje następujące funkcje:

- regulacja temperatury wody z kontrolą na wylocie z wymiennika urządzeń serwisowych
- ochrona przeciw zamarzaniu
- regulatory czasowe sprężarek
- automatyczna rotacja kolejności uruchamiania sprężarek
- rejestr historii wszystkich wejść, wyjść i stanów maszyn
- automatyczna rotacja kolejności uruchamiania sprężarek
- rejestracja historii alarmów
- ogólne wejście cyfrowe dla ON/OFF
- wejście cyfrowe dla ON/OFF obwodu ogrzewania
- port szeregowy Ethernet z protokołem Modbus i zintegrowanym serwerem WEB, wprowadzonym fabrycznie

Dalsze szczegóły dotyczące dostępnych funkcji i wyświetlanych informacji, znajdują się w odpowiedniej dokumentacji kontrolnej.

Domyślnie połączenia szeregowo obecne jako standard, pozwalają tylko na odczyt z BMS. Aktywacja zapisu z BMS musi być zamówiona na etapie składania zamówienia. port szeregowy Ethernet z protokołem Modbus i zintegrowanym serwerem WEB, wprowadzonym fabrycznie

Dalsze szczegóły dotyczące dostępnych funkcji i wyświetlanych informacji, znajdują się w odpowiedniej dokumentacji kontrolnej.

Domyślnie połączenia szeregowo obecne jako standard, pozwalają tylko na odczyt z BMS. Aktywacja zapisu z BMS musi być zamówiona na etapie składania zamówienia.

Główne funkcje serwera web

Kontrola Bluethink integruje standardowo serwer web ze wstępnie wprowadzoną stroną, na którą wchodzi się po wpisaniu hasła.

Strona web pozwala na wykonanie następujących funkcji (niektóre są dostępne tylko dla użytkowników z wysokim poziomem dostępu):

- wizualizacja głównych funkcji jednostki, takich jak nr seryjny jednostki, rozmiar, chłodziwo
- wizualizacja ogólnego stanu maszyny: temperatury na wlocie i na wylocie wody, temperatura powietrza na zewnątrz, ciśnienie parowania i kondensacji, temperatury zasysania i opróżniania
- wizualizacja stanu sprężarek, wentylatorów, pomp, termostatów
- wizualizacja w czasie rzeczywistym, wykresów głównych wielkości
- wizualizacja wykresów zapisanych wielkości
- wizualizacja historii alarmów
- zarządzanie użytkownikami na wielu poziomach
- zdalny ON/OFF
- zdalna zmiana nastawy
- zdalna zmiana pasm godzinowych

Human-Machine Interface

Kontrola wyposażona jest w wyświetlacz graficzny, który pozwala na wizualizację następujących informacji:

- temperatury wlotu i wylotu wody
- ustawienie temperatury i ustawionych wyłączników różnicowych
- opis alarmów
- licznika godzin funkcjonowania i liczby uruchomień jednostki, sprężarek i pomp (jeśli obecne)
- wartości wysokiego i niskiego ciśnienia oraz odpowiedniej temperatury kondensacji i parowania
- temperatura powietrza zewnętrznego
- przegrzanie na zasysaniu sprężarek

KONTROLE I ZABEZPIECZENIA

Wszystkie jednostki wyposażone są w następujące elementy kontrolne i zabezpieczające:

- presostat wysokiego ciśnienia z ręcznym zbrojeniem
- zabezpieczenie wysokiego ciśnienia z automatyczną aktywacją przy ograniczonych interwencjach, zarządzanych przez kontrolę
- zabezpieczenie wysokiego ciśnienia z automatyczną aktywacją przy ograniczonych interwencjach zarządzanych przez kontrolę
- zawór bezpieczeństwa wysokiego ciśnienia
- sonda przeciw zamarzaniu na wylocie każdego parownika
- presostat różnicowy wody, zainstalowany w fabryce
- ochrona przegrzania sprężarek i wentylatorów
- czujnik dla wykrywania wycieków chłodziwa we wnętrzu sprężarek
- wentylacja ciśnieniowa dla utrzymania nadciśnienia we wnętrzu sprężarek

Standardowe źródło zasilania [V/ph/Hz]

400V/3PH/50Hz

TESTOWANIE

Wszystkie jednostki testowane są w fabryce i dostarczane wraz z olejem i płynem chłodzącym.

MODUŁY HYDRAULICZNE

2PS / 2PMS / 2PGS

Moduły hydrauliczne z dwoma pompami przewidują:

- dwie pompy
- zawór zwrotny na przesyle każdej pompy
- zasuwę na wylocie z przewodu przesyłowym
- naczynie wyrównawcze

W wersji z 2 pompami, jedna z nich jest zawsze ustawiona w trybie gotowości. Przełączanie między pompami jest automatyczne i wykonywane jest na czas (dla wyrównania godzin funkcjonowania każdej pompy) lub w przypadku awarii.

Moduły hydrauliczne ze zbiornikiem przewidują ponadto:

- zasuwę na wlocie pompy lub przewodu zasysającego
- zbiornik z zaworem spustowym i zaworem odpowietrzającym

Należy odnieść się do tabeli nieprawidłowych konfiguracji, w celu weryfikacji dostępności danego osprzętu.

zbiornik z zaworem spustowym i zaworem odpowietrzającym

Należy odnieść się do tabeli nieprawidłowych konfiguracji, w celu weryfikacji dostępności danego osprzętu.

OPIS AKCESORIA JEDNOSTKI SKONFIGUROWANEJ

Zawór bezpieczeństwa na obiegu wodnym

Z tym wyposażeniem, zawór bezpieczeństwa zamontowany jest na obiegu hydraulicznym jednostki: po osiągnięciu ciśnienia kalibracji, zawór otwiera się poprzez wystrzelenie, chroniąc układ przed osiągnięciem granicznych wartości ciśnienia niebezpiecznych dla elementów układu. Zawory posiadają atest, dzięki któremu gwarantują zadziałanie nawet w przypadku przerwania lub zniszczenia membrany.

Protokół BACnet IP (Ethernet)

Sterowanie jednostką ustawione dla wykorzystania protokołu BACnet (zamiast Modbus) z portu Ethernet.

Domyślnie, oprogramowanie daje dostęp tylko do odczytu sterowania urządzeniem. Domyślnie zaprogramowany jest tylko dostęp odczytu z systemu sterowania urządzeniem. Aby umożliwić dostęp do trybu odczyt/zapis, należy zamówić to wyposażenie.

Funkcja Multilogic dla jednostki typu Master - zarządzanie do 2 jednostek typu Slave

Wyposażenie pozwala na zaprogramowanie jednostki jako typ Slave (podrzędny) w układzie jednostek w sieci Multilogic (aby uzyskać więcej informacji, zapoznaj się z instrukcją użytkownika). Dodatkowo w panelu elektrycznym zainstalowany jest 4 portowy interfejs sieciowy, który pozwala połączyć urządzenie z zewnętrzną siecią LAN oraz może zarządzać do 2 jednostek typu Slave.

Gumowe podkładki antywibracyjne

Dostarczane oddzielnie dla każdej jednostki, należy instalować według dołączonej instrukcji montażu. Pozwalają zmniejszyć drgania przenoszone przez jednostkę na podłoże, na którym jest posadowiona.



DANE TECHNICZNE SKONFIGUROWANEJ JEDNOSTKI

Jednostka		Zeta Rev HEi LN
Model		6.2
Płyn chłodzący		R410A
Minimalna regulacja mocy jednostki	%	17
Wymagane regulacja	%	109

Warunki: Tryb chłodzenia

Płyn: Wymiennik serwisowy		Glikol etylenowy 35%
Czynnik zabrudzenia - Wymiennik serwisowy	m ² °C/W	0,0000440
Temperatura płynu na wejściu - Wymiennik serwisowy	°C	10,0
Temperatura płynu na wyjściu - Wymiennik serwisowy	°C	5,0
Temperatura powietrza zewnętrznego	°C	36,0
Wysokość geograficzna npm	m	0

Wydajność: Tryb chłodzenia

Wydajność chłodzenia	kW	59,9
Moc pobrana przez sprężarki	kW	18,8
Całkowita pobrana moc (A1)	kW	20,4
Przepływ - Wymiennik serwisowy	l/s	3,20
Straty ładunku - Wymiennik serwisowy	kPa	55
EER gross (A1)		2,93
SEER (12/7°C) (B1)		4,45(●)
η sc (12/7°C) (B1)	%	174,8
SEER (23/18°C) (B1)		(●)
η sc (23/18°C) (B1)	%	
Przepływ powietrza	m ³ /h	25500
Użyteczna moc statyczna	Pa	0
Moc pobrana przez wentylatory	kW	1,7
Prąd pobrany przez wentylatory	A	7,05

Poziomy głośności

Lw_tot COOLING (4)	dB(A)	83
Lp_tot COOLING (5)	dB(A)	51

Moduł hydrauliczny - Wymiennik serwisowy: Tryb chłodzenia

Użyteczna moc	kPa	124,03
Straty ładunku obwody hydraulicznego	kPa	54,83
Moc pompy	kW	1,0
Prąd pompy	A	2,5

(A1) Moc pobrana przez sprężarki, wentylatory i pompy

(5) Lp_tot COOLING- wartości uzyskane z poziomu mocy akustycznej (w warunkach punktu 4), odnoszących się do odległości 10 m od jednostki w swobodnym polu ze współczynnikiem kierunkowości Q=2. Wartości niewiążące.

Warunki odniesienia: Temperatura powietrza zewnętrznego 35°C; temperatura wody na wlocie-wylocie wymiennika po stronie urządzeń serwisowych 12-7°C.

(B1) w odniesieniu do rozporządzenia 2016/2281 i normy EN 14825

– Nie zgodne z ErP • Zgodne z ErP o Zgodny z ErP tylko z wyposażeniem w wentylatory EC

Sprężarki

Typ	Scroll Inverter + Scroll	
Ilość		2
Obwody chłodzące		1
Całkowite napełnienie olejem	kg	4,5
Całkowite napełnienie płynem chłodzącym (Szacowana) (NRef)	kg	7,7

Wentylatory

Typ	Osiowego	
Ilość		3
Nominalna pobrana moc	kW	0,60
Nominalny pobrana prąd	A	2,62

Wymiennik serwisowy

Typ	Płyta	
Ilość		1
Zawartość wody	l	4,9

Wymiary

Długość	mm	3531
Głębokość	mm	1137
Wysokość	mm	1788

Ciężar

Waga netto	kg	784
------------	----	-----

(Nref) ładunku czynnika wskazane teoretyczne i odnosi się do standardowego urządzenia bez dodatków.

Moduł hydrauliczny - Wymiennik serwisowy

Liczba Pomp		2
Nominalna moc modułu hydraulicznego	kW	1,10
Nominalny prąd modułu hydraulicznego	A	2,5
Maksymalne ciśnienie obwodu hydraulicznego	kPa	600
Zbiornik	l	380,0

DANE ELEKTRYCZNE

Zasilanie elektryczne	V/ph/Hz	400/3N~/50 ±10%
Zasilanie pomocniczych	V/ph/Hz	230-24/1~/50

Wydajność elektryczna

Maksymalna pobrana moc (E1)	kW	29,30
Maksymalny prąd przy rozruchu -LRA	A	156,0
Maksymalny pobrany prąd - FLA	A	37,0

(E1) Moc elektryczna, wymagana przez sieć elektryczną dla funkcjonowania jednostki

Obliczenia techniczne mogą ulec zmianie w zależności od metody obliczeń. Dane techniczne mogą ulec zmianie.

Conformity Ecodesign

Urządzenie oznakowane znakiem CE, spełnia wymogi Ekoprojektu (rozporządzenie 2016/2281) zgodnie z SEER 12/7°C (dla zastosowań niskotemperaturowych). Urządzenie może być instalowane w krajach UE.

Dane odnoszą się do wybranej jednostki, każda zmiana konfiguracji urządzenia może nie gwarantować wydajności i zgodności z Ekoprojektem.

POZIOM DŹWIĘKU

Sound Level	63 [Hz]	125 [Hz]	250 [Hz]	500 [Hz]	1000 [Hz]	2000 [Hz]	4000 [Hz]	8000 [Hz]		
Lw [dB]	80	77	74	76	77	77	75	70	Lw_tot dB(A)	83
Lp [dB]	49	46	42	45	46	46	44	38	Lp_tot dB(A)	51

Dane akustyczne dotyczą standardowych warunków (źródło nad płaszczyzną odbijającą w polu swobodnym), w warunkach odnośnych i powtarzalnych. Otoczenie i warunki instalacji oraz tryb funkcjonowania mogą wpłynąć na emisję akustyczne.

Wszyscy dane z wyjątkiem Lw_tot są podawane wyłącznie w celach ilustracyjnych i nie mogą być wykorzystywane do celów prognostycznych ani do weryfikacji obowiązkowych limitów.

Warunki odniesienia: Temperatura powietrza na zewnątrz 35°C; temperatura wody na wlocie-wylocie parownika 12-7°C; jednostka w normalnym funkcjonowaniu, bez akcesoriów.

Lw: poziomy mocy akustycznej.

Lw_tot jest jedyną wartością wiążącą.

Wartości uzyskane ze środków podjętych zgodnie z normą ISO 3744 oraz, w stosownych przypadkach, do programu certyfikacji Eurovent.

Lp: poziomy ciśnienia akustycznego, począwszy od poziomów mocy akustycznej, dotyczące odległości 10 m od jednostki w swobodnym polu ze współczynnikiem kierunkowości Q=2. Wartości niewiążące.