Galmet biznes

ABC POMP CIEPŁA

DLA PROJEKTANTA

07/2026

www.galmet.com.pl

Jedna z najnowocześniejszych fabryk pomp ciepła w Europie



Galmet to największy polski producent ogrzewaczy wody z ponad 40-letnią historią. Przeszło 45 000 m² hal produkcyjnych pracuje prawie 700 doświadczonych i wykwalifikowanych pracowników oraz najnowocześniejsze maszyny w zautomatyzowanych liniach produkcyjnych. Dzięki połączeniu doskonałości technologicznej naszych wyrobów z kreatywnością i postępem wnoszonym przez doświadczoną kadrę, pomocą i wsparciem doradców technicznych na każdym etapie realizacji inwestycji, zapewniamy naszym klientom optymalne, oszczędne i ekologiczne, rozwiązania grzewcze precyzyjnie dopasowane do ich indywidualnych potrzeb.

Wszystkie nasze produkty mogą być konfigurowane
w najbardziej wydajne hybrydowe systemy grzewcze.

hybrydowe systemy grzewcze | **zbiorniki** **pompy ciepła** **zestawy solarne** **rekuperacja**

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP 6

1.1. Definicja pompy ciepła 6

1.2. Rodzaje pomp ciepła 6

1.3. Obszary zastosowań pomp ciepła Galmet 8

2. SPRĘŻARKOWA ELEKTRYCZNA POMPA CIEPŁA - PODSTAWY 8

2.1. Podstawowe komponenty pompy ciepła 9

2.2. Dolne źródła pomp ciepła 10

2.3. Efektywność pompy ciepła 10

2.4. Sezonowa efektywność pompy ciepła 12

2.5. Porównywanie różnych pomp ciepła 12

3. POMPY CIEPŁA POWIETRZE-WODA 13

3.1. Powietrze jako dolne źródło pompy ciepła 13

3.2. Pompy ciepła powietrze-woda do c.o. i c.w.u. - Airmax^2 i Airmax^3 13

3.2.1. Zasada działania 14

3.2.2. Opis techniczny pomp ciepła Galmet - Airmax^2 14

3.2.3. Dane techniczne pomp ciepła Galmet - Airmax^2 18

3.2.4. Charakterystyki pomp ciepła Galmet - Airmax^2 22

3.2.5. Opis techniczny pomp ciepła Galmet - Airmax^3 24

3.2.6. Dane techniczne pomp ciepła Galmet - Airmax^3 30

3.2.7. Charakterystyki pomp ciepła Galmet - Airmax^3 35

3.3. Pompy ciepła powietrze-woda do c.w.u. 38

3.3.1. Zasada działania 38

3.3.2. Opis techniczny pompy ciepła do c.w.u. ze zbiornikiem - Basic . . . 39
3.3.3. Dane techniczne pompy ciepła - Basic . . . 41
3.3.4. Elementy wentylacyjne przeznaczone do pomp ciepła powietrze-woda do c.w.u. . . . 44

4. POMPY CIEPŁA SOLANKA-WODA . . . 45
4.1. Grunt jako dolne źródło . . . 45
4.2. Pompa ciepła solanka-woda do c.o. i c.w.u. - Maxima i Maxima Compact . . . 46
4.2.1. Zasada działania . . . 46
4.2.2. Opis techniczny pomp ciepła Galmet - Maxima . . . 47
4.2.3. Opis techniczny pomp ciepła Galmet - Maxima Compact . . . 51
4.2.4. Dane techniczne pomp ciepła Galmet - Maxima i Maxima Compact . . . 53
4.2.5. Charakterystyki pomp ciepła Galmet - Maxima i Maxima Compact . . . 62
4.3. Dolne źródła gruntowych pomp ciepła . . . 74
4.3.1. Sonda pionowa . . . 74
4.3.2. Wymiennik poziomy . . . 75

5. PROJEKTOWANIE UKŁADÓW Z POMPAMI CIEPŁA DO C.W.U. . . . 76

6. PROJEKTOWANIE UKŁADÓW Z POMPAMI CIEPŁA DO C.O. I C.W.U. . . . 80
6.1. Tryby pracy pompy ciepła, punkt biwalencyjny . . . 82
6.2. Projektowanie układów z powietrzną pompą ciepła do c.o. i c.w.u. - Airmax^2 . . . 85
6.2.1. Wyznaczanie temperatury biwalencyjnej . . . 85
6.2.2. Przykład zastosowania pompy ciepła powietrze-woda w różnych budynkach, wyznaczanie punktu biwalencyjnego . . . 85
6.2.3. Analiza doboru pomp ciepła powietrze-woda do przykładowego obiektu . . . 87
6.2.4. Airmax^2 - wymagania instalacyjne . . . 88
6.2.5. Airmax^2 - dobór zasobnika c.w.u. (Maxi, Maxi Plus) . . . 91
6.2.6. Airmax^2 - dobór bufora wody grzewczej SG(B) i SG(B) Maxi (bufora z maksymalnie dużą wężownicą spiralną) . . . 92
6.2.7. Airmax^3 - wymagania instalacyjne . . . 93

6.2.8. Airmax[3] - analiza doboru zasobnika c.w.u. i bufora wody grzewczej 98
6.3. Projektowanie układów z gruntową pompą ciepła do c.o. i c.w.u. - Maxima i Maxima Compact 98
6.3.1. Analiza doboru gruntowej pompy ciepła do przykładowego obiektu 98
6.3.2. Maxima i Maxima Compact - wymagania instalacyjne 99
6.3.3. Maxima - dobór zasobnika c.w.u. (Maxi, Maxi Plus) 104
6.3.4. Maxima / Maxima Compact- dobór bufora wody grzewczej SG(B) 105
6.4. Projektowanie dolnego źródła pompy ciepła Maxima i Maxima Compact 107
6.4.1. Dobór sondy pionowej, wytyczne projektowe 107
6.4.2. Dobór wymiennika poziomego, wytyczne projektowe 110

7. PODSUMOWANIE 113

Autor: mgr inż. Julia Sobaszek
Konsultanci: mgr inż. Marek Kaleta, inż. Marek Balicz, mgr inż. Paweł Kurek, inż. Roman Balicz

1. WSTĘP

Rynek pomp ciepła w Polsce i na świecie dynamicznie się rozwija. Wynika to z faktu, iż pompa ciepła jest niezawodnym, bezobsługowym i oszczędnym źródłem ogrzewania. W czasach gdy coraz bardziej rośnie świadomość ekologiczna, przywiązujemy coraz większą wagę do energooszczędnych rozwiązań wykorzystujących odnawialne źródła energii. Stosując pompy ciepła niwelujemy lokalne zanieczyszczenia (tzw. niską emisję).

By sprawnie poruszać się w tematyce pomp ciepła ważne jest przyswojenie kilku podstawowych pojęć:

pompa ciepła powietrze-woda - urządzenie czerpiące energię z powietrza, a oddające energię do wody.

pompa ciepła solanka-woda - urządzenie czerpiące energię z gruntu, a oddające energię do wody. Energia z gruntu odbierana jest poprzez wymiennik gruntowy w formie poziomej lub pionowej. Stosuje się również nazewnictwo solanka-woda; glikol-woda.

górne źródło - źródło, do którego pompa ciepła oddaje energię cieplną. W przypadku urządzeń firmy Galmet jest to standardowo woda, będąca czynnikiem grzewczym w instalacji centralnego ogrzewania lub woda użytkowa. Wymiennik pompy ciepła, w którym przekazywana jest generowana energia cieplna nazywamy skraplaczem. W produktach firmy Galmet ma on postać wymiennika płytowego lub rury nawiniętej na zbiornik (w przypadku pompy ciepła zintegrowanej ze zbiornikiem do wody użytkowej).

dolne źródło - źródło, z którego pompa ciepła pobiera energię cieplną. W przypadku urządzeń firmy Galmet jest to powietrze lub grunt. Ciepło pobierane jest w wymienniku ciepła zwanym parownikiem. W powietrznej pompie ciepła parownik ma postać wymiennika lamelowego, w pompie gruntowej parownik ma podobną budowę do skraplacza, czyli jest postaci wymiennika płytowego. W powietrznej pompie ciepła ciepło dostarczane jest do parownika bezpośrednio z powietrza. Natomiast w pompie ciepła gruntowej, dolnym źródłem jest oczywiście grunt, a ciepło z gruntu jest dostarczane do parownika przez czynnik pośredniczący. Do tego celu stosuje się zazwyczaj glikol propylenowy.

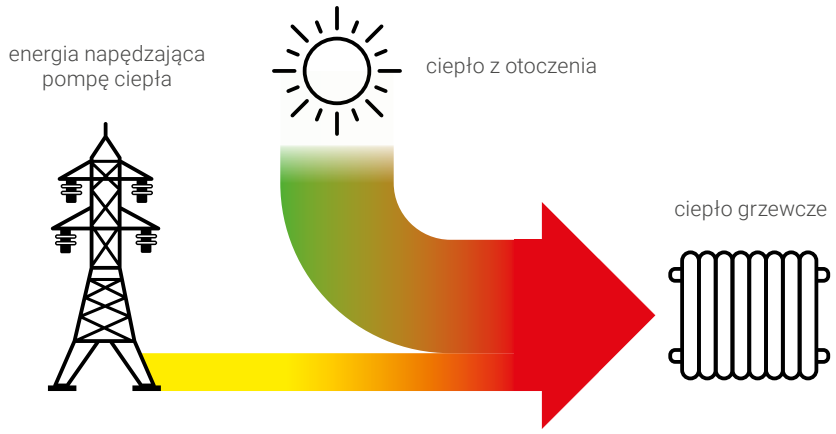
punkt pracy urządzenia - pompy ciepła dla różnych temperatur górnego i dolnego źródła osiągają różne wartości mocy grzewczej, chłodniczej, czy też elektrycznej. Punkt pracy to warunki odniesienia, przy których wyznaczono parametry urządzenia, opisuje się go zwyczajowo skrótem. Przykładowy punkt pracy powietrznej pompy ciepła: A7W35, „A" z angielskiego „air", czyli powietrze. „W" -„water" - woda. Oznacza to temperaturę powietrza wlotowego 7°C oraz temperaturę wody na wyjściu z pompy ciepła 35°C. Jeśli chodzi o pompy ciepła solanka-woda to punkt pracy opisywany jest przykładowo jako B0W55. Z angielskiego „B" pochodzi od „brine" czyli solanka (zwyczajowo glikol bywa nazywany solanką), „W" - „water", czyli woda. Co analogicznie oznacza temperaturę glikolu na wejściu do pompy ciepła na poziomie 0°C oraz wody na wyjściu z pompy ciepła 55°C.

czynnik chłodniczy - czynnik roboczy termodynamiczny umożliwiający transport ciepła z parownika do skraplacza pompy ciepła, przy realizacji określonych przemian termodynamicznych.

obszar pracy urządzenia - zakres temperatur dolnego i górnego źródła w jakim pompa ciepła jest w stanie pracować.

1.1. Definicja pompy ciepła

Urządzenie grzewcze, które przy pomocy dodatkowej energii podnosi temperaturę czynnika roboczego z niskiego na wyższy poziom temperaturowy, taki, by energię tą dało wykorzystać się w celach grzewczych.

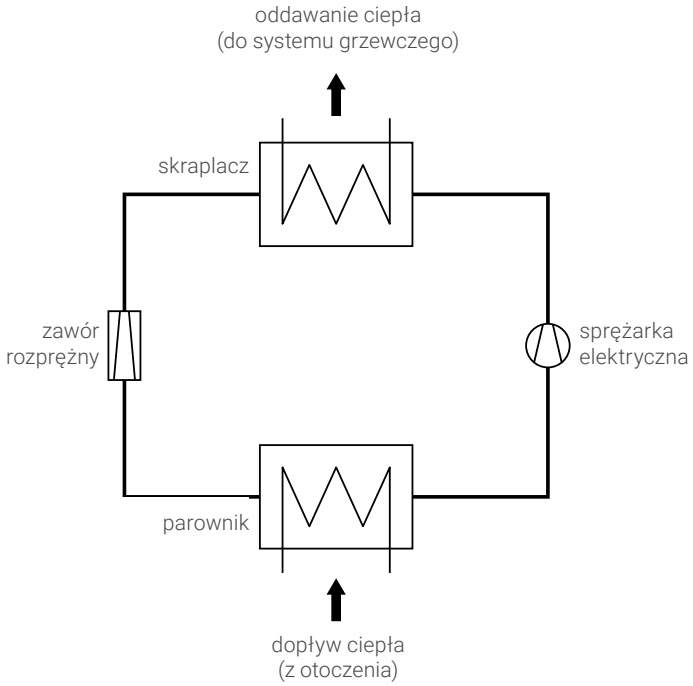


Rys. 1. Zasada działania pompy ciepła

1.2. Rodzaje pomp ciepła

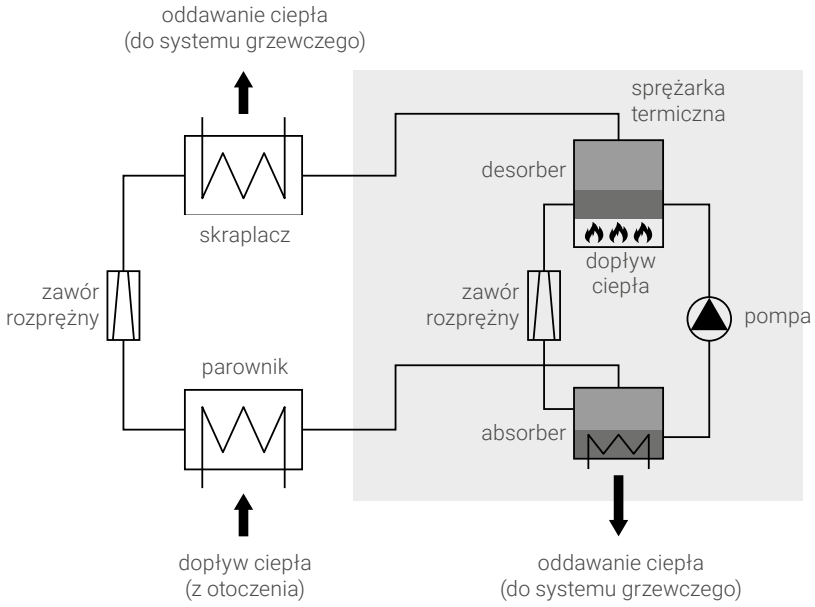
Pompy ciepła zależnie od typu i zasady działania można podzielić na:

- Sprężarkowe elektryczne pompy ciepła - najbardziej rozwinięte technicznie i najpopularniejsze spośród wszystkich pomp ciepła. Pobierając ciepło ze środowiska (powietrze, grunt) przy dostarczeniu pewnej porcji energii elektrycznej (do sprężarki) są w stanie wygenerować ciepło użyteczne. Jest to urządzenie z typowym obiegiem chłodniczym, który realizowany jest w każdej chłodziarce domowej. Z tym, że w chłodziarce wykorzystujemy efekt pobierania ciepła z pewnej przestrzeni (komory chłodziarki), natomiast w pompie ciepła wykorzystujemy oddawanie ciepła w górnym źródle.



Rys. 2. Sprężarkowe elektryczne pompy ciepła

- Sprężarkowe spalinowe pompy ciepła - zasada działania podobna do elektrycznej sprężarkowej pompy ciepła. Jedyna różnica to źródło napędu sprężarki. W pompie elektrycznej sprężarkowej, sprężarka napędzana jest silnikiem elektrycznym konsumującym energię elektryczną. Natomiast w pompie sprężarkowej spalinowej sprężarka napędzana jest silnikiem spalinowym, zasilanym gazem ziemnym lub olejem napędowym. Tego rodzaju pompa ciepła generuje już spaliny, co jest ich wadą. Jednakże, spaliny te mogą być również wykorzystywane jako ciepło grzewcze.
- Absorpcyjne pompy ciepła - jeden z dwóch typów sorpcyjnych pomp ciepła. Absorpcja to proces, w którym jedna ciecz lub gaz wchłaniany jest przez inną ciecz lub gaz, przy zachowaniu odpowiedniej temperatury i ciśnienia. Jest ona procesem odwracalnym w odpowiednich warunkach. Czynnikiem w tego rodzaju urządzeniach jest zazwyczaj amoniak, a substancją go absorbującą (rozpuszczalnikiem) woda. Najważniejszą różnicą jest brak sprężarki elektrycznej, która zostaje zastąpiona sprężarką termiczną (składającą się z absorbera - absorbcja amoniaku przez wodę, desorbera - oddzielenie amoniaku od wody przy dostarczeniu ciepła np. przez palnik gazowy, pompy, zaworu rozprężającego).



Rys. 3. Absorpcyjna pompa ciepła

- Adsorpcyjne pompy ciepła - druga z sorpcyjnych pomp ciepła. Pracuje jedynie w trybie cyklicznym. Na adsorbencie zachodzi przemiennie adsorpcja i desorpcja czynnika chłodniczego. Pełny cykl składa się z czterech etapów: ogrzewania złoża, desorpcji, chłodzenia i adsorpcji. Jednakże ten typ pomp ciepła nie ma zastosowania w ogrzewaniu budynków. Stosuje się je jedynie jako maszyny chłodnicze w przemyśle.
- Pompy ciepła Vuilleumiera
- Termoelektryczne pompy ciepła

Dwie ostatnie grupy są w fazie rozwojowej. Tak naprawdę największe znaczenie na rynku mają pompy sprężarkowe elektryczne. Ten właśnie rodzaj pomp ciepła jest produkowany przez firmę Galmet i zostanie szerzej opisany w opracowaniu.

1.3. Obszary zastosowań pomp ciepła Galmet

Pompy ciepła produkcji Galmet, to urządzenia grzewcze zapewniające ciepło w budownictwie jednorodzinnym i obiektach użyteczności publicznej. Zapewniają ogrzewanie i/lub ciepłą wodę użytkową. Jeśli chodzi o systemy grzewcze to pompa ciepła najefektywniej pracuje w systemach niskotemperaturowych (ogrzewanie płaszczyznowe). Powszechne zastosowanie pomp ciepła do c.w.u. to połączenie ich z kotłem grzewczym, gdyż idealnie się uzupełniają.

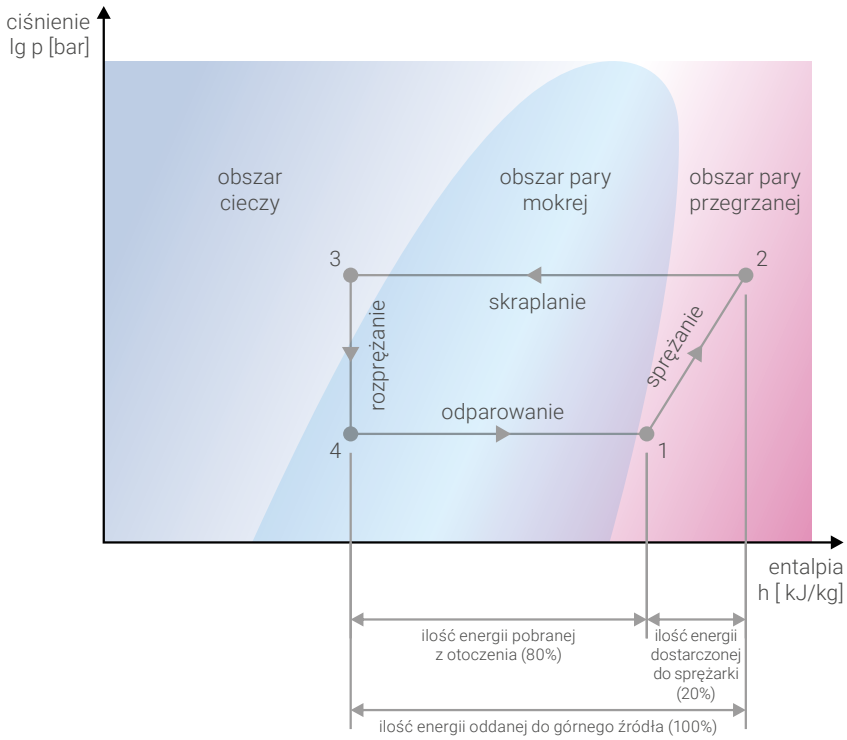
2. SPRĘŻARKOWA ELEKTRYCZNA POMPA CIEPŁA - PODSTAWY

Pompa ciepła jest urządzeniem grzewczym realizującym lewobieżny obieg termodynamiczny (obieg Lindego). Obieg jest realizowany przy użyciu czynnika chłodniczego.

Nie każdy czynnik jest odpowiedni do wykorzystania jako czynnik chłodniczy w układach sprężarkowych. Musi on posiadać odpowiednie właściwości termodynamiczne:

- Temperatura wrzenia w ciśnieniu otoczenia powinna być niższa od zera
- Stabilny chemicznie, niepalny, nietoksyczny, niewybuchowy
- Obojętność chemiczna względem materiałów, z których wykonana jest instalacja chłodnicza
- Obieg chłodniczy (patrz Rys. 4) powinien zachodzić przy nadciśnieniu, to znaczy w ciśnieniach wyższych niż atmosferyczne.

Obecnie w pompach ciepła Galmet stosowane są następujące czynniki: R32, R290, R513A, R410A. Odwzorowanie obiegu Lindego przedstawia się najczęściej na wykresie lg p-h (p-ciśnienie, h-entalpia czynnika chłodniczego). Wykres ma trzy obszary: cieczy (100% ciekły czynnik), pary przegrzanej (100% fazy gazowej), pary mokrej (mieszanina faz ciekłej i gazowej). Obszar pary mokrej ograniczony jest przez tzw. krzywą nasycenia. W obszarze pod krzywą może zajść przemiana fazowa, a dokładnie odparowanie lub skraplanie. Są to przemiany izobaryczne, czyli zachodzące przy stałym ciśnieniu. Poza obszarem krzywej (będąc w obszarze cieczy lub pary przegrzanej) możemy jedynie chłodzić lub grzać czynnik, nie zmieni on jednak swojej fazy.



Rys. 4. Lewobieżny obieg chłodniczy - Lindego

Podstawowy obieg realizowany jest przy użyciu czterech elementów:

- Parownika - przemiana 4-1 - odparowanie czynnika przy dostarczeniu ciepła z otoczenia.
- Sprężarki - przemiana 1-2 - sprężanie czynnika przy dostarczeniu energii elektrycznej, efektem czego uzyskuje on odpowiedni poziom temperatury, by przekazać ciepło w górnym źródle.
- Skraplacza - przemiana 2-3 - skraplanie czynnika, przez oddawanie energii cieplnej do górnego źródła (np. wody).
- Elementu rozprężnego - przemiana 3-4 - rozprężanie czynnika celem obniżenia jego ciśnienia i temperatury, tak by znów był zdolny pobrać ciepło z dolnego źródła w parowniku.

Do zrealizowania obiegu chłodniczego konieczne jest zrealizowanie czterech przemian termodynamicznych przedstawionych na powyższym wykresie. Przybliżymy zatem jak przebiegają kolejne przemiany. Chcąc ochłodzić pewną przestrzeń musimy zrealizować proces przy użyciu czynnika o niższej temperaturze niż chłodzona przestrzeń, gdyż zgodnie z zasadami termodynamiki ciepło płynie jedynie z cieplejszego do zimniejszego źródła. Zatem posiadając dolne źródło - powietrze czy grunt i chcąc odebrać od niego ciepło musimy użyć płynu, który ma niższą temperaturę niż dolne źródło. Jak uzyskujemy odpowiednio niską temperaturę? W efekcie dławienia (rozprężania). Ale do tego momentu wrócimy później. Załóżmy, że mamy płyn który jest w stanie ochłodzić dolne źródło, czyli pobrać od niego ciepło. W momencie pobierania ciepła czynnik chłodniczy odparowuje, czyli zmienia postać z ciekłej w gazową. Przemiana zachodzi w parowniku. Czynnik, który po odparowaniu opuszcza parownik, powinien być 100% parą przegrzaną. Jest parą, lecz ma on niską temperaturę, zbyt niską, by go wykorzystać w celach grzewczych. W tym momencie używany jest kolejny element: sprężarka, która przy dostarczeniu energii elektrycznej spręża gaz. W wyniku sprężania podwyższa się jego temperatura i ciśnienie. Co ważne, ilość energii dostarczona do sprężarki jest kilkakrotnie mniejsza od ilości energii pobranej z odnawialnego źródła, co widoczne jest na powyższym wykresie.

Wracając do obiegu termodynamicznego, sprężarka podniosła ciśnienie i temperaturę czynnika. Ma on w tym momencie na tyle wysoką temperaturę, że może oddać ją np. do wody zasilającej obieg grzewczy. Zatem wspomniane oddawanie ciepła do górnego źródła zachodzi w skraplaczu. Temperatura czynnika chłodniczego jest wtedy wyższa niż wody, do której oddaje ciepło, inaczej proces nie miałby miejsca. Oddając ciepło obniża się temperatura czynnika, a przez to dochodzi do jego skraplania - zamiany z fazy gazowej w ciekłą. Po oddaniu całego ciepła w górnym źródle czynnik ma wciąż wysokie ciśnienie. Żeby obniżyć jego ciśnienie, a tym samym temperaturę, tak by znów był zdolny pobrać ciepło z dolnego źródła, stosowany jest wspomniany wyżej efekt dławienia. Realizowany jest on w zaworze rozprężnym. Jest to element zawierający „przewężenie". Gdy płyn przemierzając kanał napotka przeszkodę w postaci przewężenia, następuje spadek ciśnienia płynu, wiąże się on również ze spadkiem temperatury. To właśnie zjawisko wykorzystane jest w zaworze rozprężnym.

2.1. Podstawowe komponenty pompy ciepła



Rys. 5. Wymiennik lamelowy



Rys. 6. Wymiennik płytowy



Rys. 7. Sprężarka spiralna



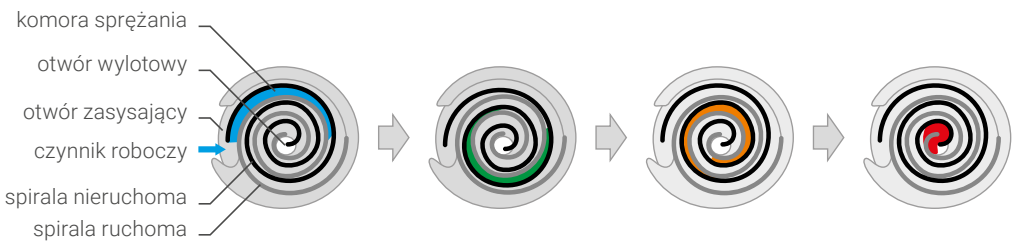
Rys. 8. Sprężarka rotacyjna

Wymiennik lamelowy - wymiennik ciepła, który ma za zadanie odebrać ciepło z powietrza. Charakterystyczną cechą tego rodzaju wymienników są lamele zwiększające powierzchnię wymiany ciepła.

Wymiennik płytowy - pełni funkcję parownika i skraplacza w gruntowej pompie ciepła oraz skraplacza w powietrznej pompie ciepła.

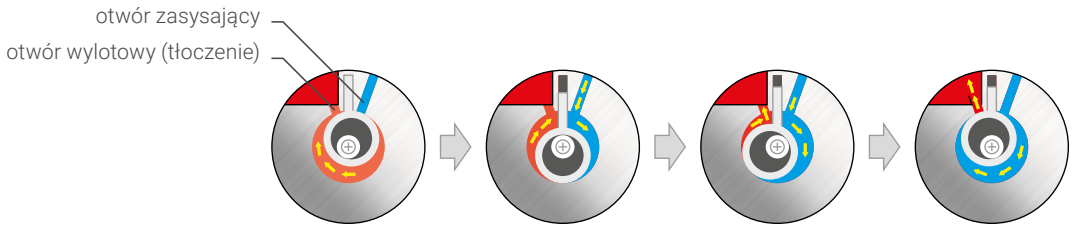
Sprężarka - dostarcza energię do układu podwyższając ciśnienie i temperaturę czynnika chłodniczego. W pompach ciepła Galmet stosowane są sprężarki elektryczne spiralne i rotacyjne.

W sprężarce spiralnej, sprężanie odbywa się przy użyciu dwóch spirali. Jedna spirala jest nieruchoma, natomiast druga porusza się mimośrodowo. W ten sposób przestrzeń między spiralami zmniejsza się od otworu ssawnego do otworu tłocznego. Co zostało poniżej przedstawione na schemacie.



Rys. 9. Schemat sprężania w sprężarce spiralnej

Drugim rodzajem sprężarki jest sprężarka rotacyjna. Sprężanie gazu następuje w komorach powstających dzięki ruchowi wirnika. Przedstawiony na poniższym rysunku tłok wiruje mimośrodowo, przez co objętość komory sprężania staje się coraz mniejsza, aż w punkcie końcowym sprężony gaz opuszcza sprężarkę. Tym samym rozpoczyna się cykl dla nowej porcji gazu.



Rys. 10. Schemat sprężania w sprężarce rotacyjnej



Rys. 11. Elektroniczny zawór rozprężny



Rys. 12. Termostatyczny zawór rozprężny



Rys. 13. Wentylator

Zawór rozprężny - element dławiący, umożliwiający rozprężenie czynnika chłodniczego. Występują zawory termostatyczne, dla których sygnałem do zmiany położenia jest zmiana ciśnienia w kapilarze (na skutek zmiany temperatury). Natomiast przy zaworze elektronicznym sygnał ten pochodzi od przetworników ciśnienia i czujników temperatury.

Wentylator - element wymuszający przepływ powietrza przez parownik w pompach ciepła pracujących w systemie powietrze-woda.

Sterownik - element zarządzający pracą całego urządzenia. Sterowanie odbywa się na podstawie algorytmu w oparciu o odczyty temperatur, czy też ciśnień.

2.2. Dolne źródła pomp ciepła

Idealne dolne źródło pompy ciepła powinno charakteryzować się stabilną oraz odpowiednio wysoką temperaturą w ciągu całego roku. Musi mieć również zdolność regeneracji, tak by podczas jego eksploatacji nie było problemu ze zbyt małą ilością oddawanej energii. Wymagana jest również jego łatwa dostępność oraz niewyczerpalność.

Powszechne dolne źródła do pomp ciepła to:

- Powietrze - najprostsze do pozyskania ciepło, lecz powietrze zewnętrzne to źródło najbardziej niekoherentne i o najmniej stabilnej temperaturze. Istnieje również możliwość wykorzystywania powietrza z wewnątrz budynków, lecz jedynie w urządzeniach małej mocy (do produkcji c.w.u.).
- Grunt - najbardziej stabilne źródło. Jednak pozyskanie ciepła z gruntu wiąże się z kosztowną instalacją wymiennika gruntowego. Realizuje się układy bezpośredniego odparowania czynnika chłodniczego w gruncie lub pośredniego odbierania ciepła przy użyciu czynnika pośredniczącego - glikolu.
- Woda - wykorzystuje się wody gruntowe (realizując dwie studnie: czerpalną i chłonną). Wadą tego rozwiązania może być pojawienie się problemu z chłonnością czy wydajnością studni. Innym sposobem wykorzystania wody jako dolnego źródła są wody powierzchniowe (staw, jezioro), w którym układa się pętle wymiennika poziomego.

2.3. Efektywność pompy ciepła

Energia dostarczana do obiegu w postaci ciepła (w parowniku) pochodzi z odnawialnego źródła (gruntu lub powietrza). Jest to w pełni darmowa energia. Pozostała część dostarczana jest w postaci energii elektrycznej do napędu sprężarki. Wytworzona energia cieplna oddawana jest do górnego źródła w skraplaczu. Stosunek wytworzonej energii cieplnej do dostarczonej energii elektrycznej wyrażany jest współczynnikiem efektywności COP. Współczynnik świadczy o efektywności urządzenia. Im wyższą wartość osiąga, tym więcej uzyskujemy energii cieplnej w stosunku do włożonej elektrycznej.

$$COP = \frac{Q_g}{P_{el}}$$

Q_g - ilość wytworzonej energii cieplnej [kW]

P_{el} - ilość pobranej energii elektrycznej [kW]

Wartość współczynnika COP jest wartością zmienną dla danego urządzenia. Zależy ona od temperatury dolnego i górnego źródła. W idealnym przypadku przemiany zachodzące w pompie ciepła można odnieść do cyklu Carnota. W rzeczywistych warunkach osiągana efektywność jest znacznie niższa niż dla cyklu idealnego, stąd stosuje się dodatkowy współczynnik korygujący: 0,5. Dzięki takiemu zabiegowi szacowana wartość jest bardziej zbliżona do możliwej do osiągnięcia wartości rzeczywistej. Obliczenie szacowanej efektywności urządzenia na podstawie temperatur dolnego i górnego źródła (COP_T) można przeprowadzić zgodnie z następującym wzorem:

$$COP_T = 0{,}5 \cdot \frac{T_g}{T_g - T_d}$$

T_d - temperatura dolnego źródła (glikolu/ powietrza) [K]

T_g - temperatura górnego źródła (wody) [K]

Współczynnik ten osiąga wyższą wartość wraz ze wzrostem temperatury dolnego źródła oraz spadkiem temperatury górnego źródła. Im wyższa wartość COP, tym korzystniej dla samego użytkownika. Stąd też wynika fakt, że dolne źródło pompy ciepła powinno mieć jak najwyższą temperaturę (mieszczącą się w obszarze pracy urządzenia).

Przykładowo zakładając tę samą temperaturę górnego źródła (35°C) i porównując dwa przypadki temperatur dolnego źródła w postaci powietrza o temperaturach: 10°C oraz -10°C uzyskamy następujące wartości.

Powietrze zewnętrzne o temperaturze 10°C:

T_d - temperatura dolnego źródła (powietrza): 10°C; 10 + 273 = 283 K

T_g - temperatura górnego źródła (wody): 35°C; 35 + 273 = 308 K

$$COP_T = 0{,}5 \cdot \frac{308}{308 - 283} = 6{,}16$$

Powietrze zewnętrzne o temperaturze -10°C:

T_d - temperatura dolnego źródła (powietrza): -10°C; -10 +273 = 263 K

T_g - temperatura górnego źródła (wody): 35°C; 35 + 273 = 308 K

$$COP_T = 0{,}5 \cdot \frac{308}{308 - 263} = 3{,}42$$

Otrzymane wartości potwierdzają, iż wyższa temperatura dolnego źródła skutkuje większą efektywnością pompy ciepła. Pompy ciepła powietrze-woda są narażone na działanie w niskich temperaturach. Stąd też efektywność tego typu jednostek spada w okresie niskich temperatur zewnętrznych. Główną zaletą powietrznej pompy ciepła jest jednak łatwość instalacji. Nie wymaga ona wykonywania kosztownego dolnego źródła.

Z drugiej strony, analizując poziom temperatur górnego źródła zaleca się, aby był on możliwie najniższy. Dla przykładu poddano analizie dwa przypadki: ogrzewanie niskotemperaturowe oraz ogrzewanie wysokotemperaturowe. Założono stałą temperaturę dolnego źródła (powietrza/ glikolu) 0°C.

Ogrzewanie niskotemperaturowe o temperaturze zasilania 35°C:

T_d - temperatura dolnego źródła (powietrza/glikolu): 0°C; 0 + 273 = 273 K

T_g - temperatura górnego źródła (wody): 35°C; 35 + 273 = 308 K

$$COP_T = 0{,}5 \cdot \frac{308}{308 - 273} = 4{,}40$$

Ogrzewanie wysokotemperaturowe o temperaturze zasilania 50°C:

T_d - temperatura dolnego źródła (powietrza/glikolu): 0°C; 0 + 273 = 273 K

T_g - temperatura górnego źródła (wody): 50°C; 50 + 273 = 323 K

$$COP_T = 0{,}5 \cdot \frac{323}{323 - 273} = 3{,}23$$

Zatem widoczny jest spadek efektywności instalacji z pompą ciepła wraz ze wzrastającą temperaturą wody w górnym źródle. Z tego powodu do współpracy z pompą ciepła zaleca się aplikowanie systemów niskotemperaturowych (ogrzewanie podłogowe, ścienne), gdyż ogrzewanie wysokotemperaturowe (grzejnikowe) generuje wyższe koszty eksploatacyjne.

2.4. Sezonowa efektywność pompy ciepła

Oprócz współczynnika efektywności - COP, w danych technicznych urządzenia wyróżniamy również SCOP, który oznacza sezonowy współczynnik efektywności uwzględniający zmienność zapotrzebowania na ciepło budynku oraz zmienność sprawności pompy ciepła w trakcie całego sezonu grzewczego. Pompy gruntowe charakteryzują się wyższym współczynnikiem SCOP, gdyż temperatura dolnego źródła dla tego rodzaju pomp jest bardziej stabilna. Natomiast w przypadku pompy powietrznej wraz ze wzrostem zapotrzebowania na ciepło budynku spada jej efektywność - jest w dużym stopniu zależna od panujących warunków atmosferycznych. Na wartość SCOP wpływa oczywiście wybór systemu ogrzewania. Decydując się na niskotemperaturowy uzyskamy wyższy sezonowy współczynnik efektywności.

2.5. Porównywanie różnych pomp ciepła

Inwestor stojący przed wyborem pompy ciepła powinien zwracać uwagę na podawane przez producenta parametry urządzenia. Ważnymi parametrami są moc grzewcza oraz COP. Obecnie obowiązującą jest norma PN-EN 14511, według której powinny być badane pompy ciepła solanka-woda oraz powietrze-woda służące na cele centralnego ogrzewania. Jeśli chodzi o pompy ciepła do wody użytkowej to obecnie obowiązującą jest norma PN-EN 16147 uwzględniająca cykle poboru wody. Zatem produkty można porównywać tylko wtedy, gdy posługujemy się tą samą normą i co ważne - tymi samymi parametrami odniesienia.

Pompy powietrze-woda pracujące na cele c.o. są jednostkami zewnętrznymi standardowo badanymi dla powietrza zasilającego o określonej wilgotności i temperaturach 7°C oraz 2°C. Pompy solanka-woda badane są przy zachowaniu temperatury dolnego źródła (glikolu) 0°C. Natomiast temperatury górnego źródła (wody na wyjściu z pompy ciepła) to 35°C (jako aplikacje niskotemperaturowe) oraz 55°C (jako aplikacje wysokotemperaturowe).

Zatem podsumowując dla pomp ciepła pracujących na cele centralnego ogrzewania zgodnie z PN-EN 14511 wyróżniamy następujące punkty pracy:

typ	cel	model Galmet	punkty pracy		
powietrze-woda	c.o.	Airmax[2], Airmax[3]	A7 W35	A7 W55	A2 W35
solanka-woda		Maxima / Maxima Compact	B0 W35	B0 W55	-

A - z ang. „Air" - powietrze; temp. powietrza wejściowego

W - z ang. „Water" - woda; temp. wody na wyjściu z pompy ciepła

B - z ang. „Brine" - solanka/glikol; temp. glikolu na wejściu do pompy ciepła

W przypadku analizy pomp ciepła inwerterowych (z modulacją mocy grzewczej) należy również zwrócić uwagę przy jakim obciążeniu sprężarki podawane są dane parametry urządzenia. Przykładowo moc grzewcza może być podawana w zakresie od wartości dla minimalnych obrotów sprężarki aż do wartości przy maksymalnych obrotach.

Inna norma obowiązuje dla urządzeń generujących ciepło na cele wody użytkowej. Obecnie obowiązującą, jak wcześniej wspominano, jest norma PN-EN 16147. Uwzględnia ona cykle poboru wody (profil), czyli bardziej odzwierciedla rzeczywistą pracę tego rodzaju urządzenia. Profile oznaczane są literami, przykładowo: M, L, XL. Porównując dwa urządzenia zgodnie z tą samą normą ważne jest, by do badań przyjęty był ten sam profil poboru wody, który zależny jest również od pojemności zbiornika.

Pompa ciepła do centralnego ogrzewania zintegrowana ze zbiornikiem wody użytkowej badana jest wg obydwu wspomnianych norm, zarówno jako urządzenie do c.o., jak i do produkcji c.w.u.

Zatem podsumowując dla pomp ciepła pracujących na cele ciepłej wody użytkowej zgodnie z PN-EN 16147 wyróżniamy następujące punkty pracy:

typ	cel	model Galmet	profil poboru wody	punkty pracy	
powietrze-woda	c.w.u.	Basic 200	L	A15 W10-55	A20 W10-55
		Basic 270	XL		
solanka-woda		Maxima Compact	L	B0 W10-55	

A - z ang. „Air" - powietrze; temp. powietrza wejściowego

W - z ang. „Water" - woda; zakres temperatur nagrzewu wody

B - z ang. „Brine" - solanka/glikol; temp. glikolu na wejściu do pompy ciepła

Oczywiście producent może również posługiwać się parametrami z innych punktów pracy, lecz porównując urządzenia trzeba zwrócić uwagę, by odnosić się w porównaniu do tego samego punktu pracy.

Porównując pompę ciepła Galmet do innych produktów na rynku należy zwracać zatem uwagę na podawaną normę oraz punkt pracy. A przy urządzeniach z modulacją mocy grzewczej wyposażonych w sprężarki inwerterowe należy również zwrócić uwagę przy jakich obrotach sprężarki określono dany parametr: minimalnych, maksymalnych czy może pośrednich nominalnych.

3. POMPY CIEPŁA POWIETRZE-WODA

Pompy ciepła pracujące w systemie powietrze-woda, czyli jednostki pozyskujące ciepło z powietrza, stają się coraz bardziej powszechne. W zakresie przygotowania wody w domach jednorodzinnych konkurują one z kolektorami słonecznymi, przede wszystkim ze względu na łatwość montażu.

Zalety pomp ciepła powietrze-woda:

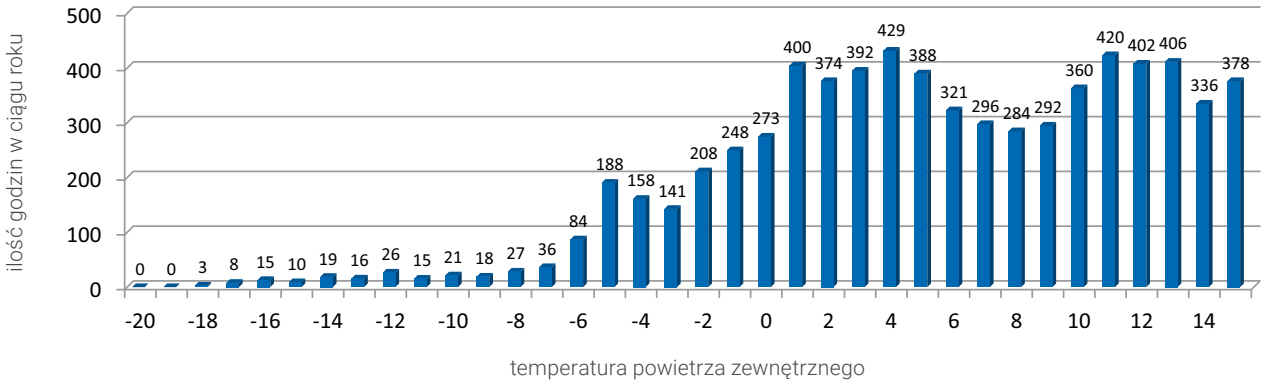
- łatwość i szybkość montażu
- czyste źródło ciepła
- powszechna dostępność dolnego źródła - powietrza
- bezobsługowość
- brak problemu magazynowania paliwa
- bezpieczeństwo - brak możliwości wybuchu czy zaczadzenia

W ofercie Galmet dostępne są następujące modele pomp pracujące w systemie powietrze-woda:

- Airmax^2 - do c.o. i c.w.u.
- Airmax^3 - do c.o. i c.w.u.
- Basic - do c.w.u.

3.1. Powietrze jako dolne źródło pompy ciepła

Powietrze to źródło, z którego pozyskanie ciepła jest najprostsze, gdyż pozyskujemy je bezpośrednio. Główną wadą jest niekoherentność powietrza jako dolnego źródła. Temperatura powietrza jest zmienna w okresie całego roku. W okresie największego zapotrzebowania (zimą), temperatura źródła jest najniższa, a tym samym moc pompy ciepła jest niższa. Ważny jest więc odpowiedni dobór urządzenia, aby moc była wystarczająca. Jednakże tak naprawdę dni z utrzymującą się niską temperaturą zewnętrzną jest w roku niewiele. Przykładowo poniżej rozkład temperatur dla miasta Jelenia Góra:



Wykres 1. Rozkład ilości godzin w ciągu roku z daną temperaturą powietrza zewnętrznego dla Jeleniej Góry

Analizując powyższy wykres, godzin z niskimi temperaturami jest niewiele - dlatego pomp powietrznych zazwyczaj nie dobiera się tak by pracowały w trybie monowalentnym (czyli bez współpracy z innym źródłem), a raczej standardowo sugeruje się tryb monoenergetyczny (wspomaganie grzałką przy zwiększonym zapotrzebowaniu na ciepło), ewentualnie w niektórych przypadkach tryb biwalentny (współpraca z dodatkowym źródłem zasilanym inną energią - np. kominek). Ilość godzin kiedy pompa będzie wymagała wspomagania dodatkowym źródłem (standardowo grzałką) jest niewielka, stąd też ponoszone na to ewentualne koszty są nieznaczne.

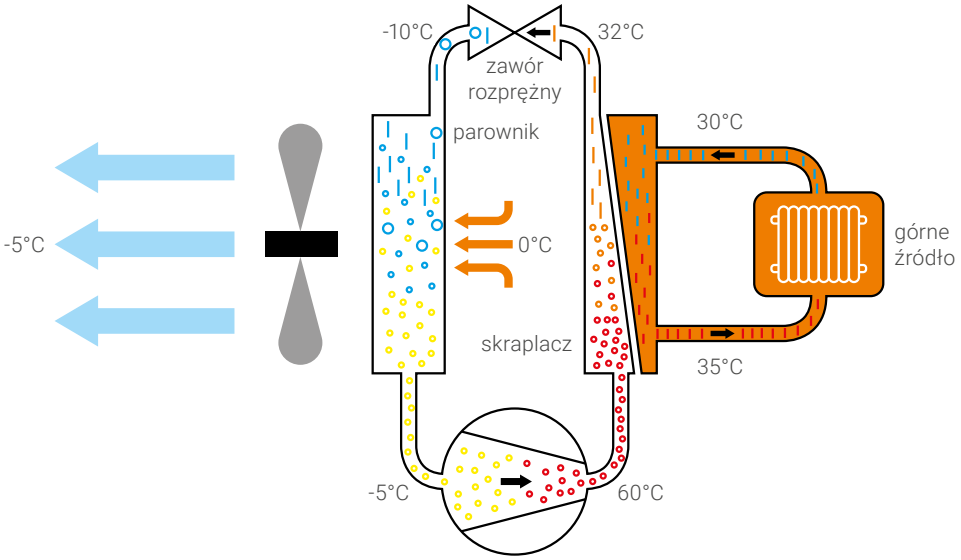
3.2. Pompy ciepła powietrze-woda do c.o. i c.w.u. - Airmax^2 i Airmax^3

Powietrzne pompy ciepła do c.o. i c.w.u. to urządzenia grzewcze zapewniające ogrzewanie oraz wodę użytkową, czerpiące ciepło z powietrza zewnętrznego. W ofercie Galmet z tego rodzaju pomp ciepła oferowany jest model Airmax^2 oraz Airmax^3.

Oprócz wyżej wymienionych ogólnych zalet pomp ciepła powietrze-woda, dodatkowo urządzenia zapewniające c.o. i c.w.u. wyróżnia:

- montaż na zewnątrz budynku - oszczędność miejsca wewnątrz, brak pomieszczenia kotłowni, w budynku pozostaje jedynie montaż zasobnika c.w.u. i ewentualnie bufora, czy też modułu hydraulicznego
- łatwość montażu
- niski koszt instalacji - brak kosztownego wymiennika gruntowego

3.2.1. Zasada działania



Rys. 14. Pompa ciepła powietrze-woda zasada działania

Parownik pompy ciepła powietrze-woda ma postać wymiennika lamelowego. Zachodzi w nim odparowanie czynnika. Ciepło do odparowania pochodzi z powietrza. Przepływ powietrza przez wymiennik wymuszany jest wentylatorem. Po procesie sprężania ciepło zostaje oddane w skraplaczu, który ma formę wymiennika płytowego. Po procesie rozprężania czynnik ponownie zostaje skierowany do parownika i proces się powtarza.

3.2.2. Opis techniczny pomp ciepła Galmet - Airmax²

Typoszereg Airmax² obejmuje cztery jednostki:

- Airmax² 16GT
- Airmax² 21GT
- Airmax² 26GT
- Airmax² 30GT



Rys. 15. Pompa ciepła Airmax² 16-30GT

Charakterystyka typoszeregu pomp ciepła Airmax² 16-30GT:

- Klasa efektywności energetycznej do A++.
- Wysokie COP: do 4,70 (A7W35).
- System pogodowy dopasowuje parametry pracy pompy do warunków atmosferycznych.
- Możliwość ustawienia harmonogramu pracy zarówno pompy ciepła jak i pompy cyrkulacyjnej.
- Niezawodna sprężarka typu Scroll z EVI - temperatura zasilania do 60°C
- Elektroniczny zawór rozprężny maksymalizujący wydajność.
- Parownik z automatycznym systemem odszraniania.
- Cicha praca dzięki modulowanym wentylatorom.
- Zakres pracy do -20°C.
- Energia z natury - kwalifikuje się do dofinansowania.

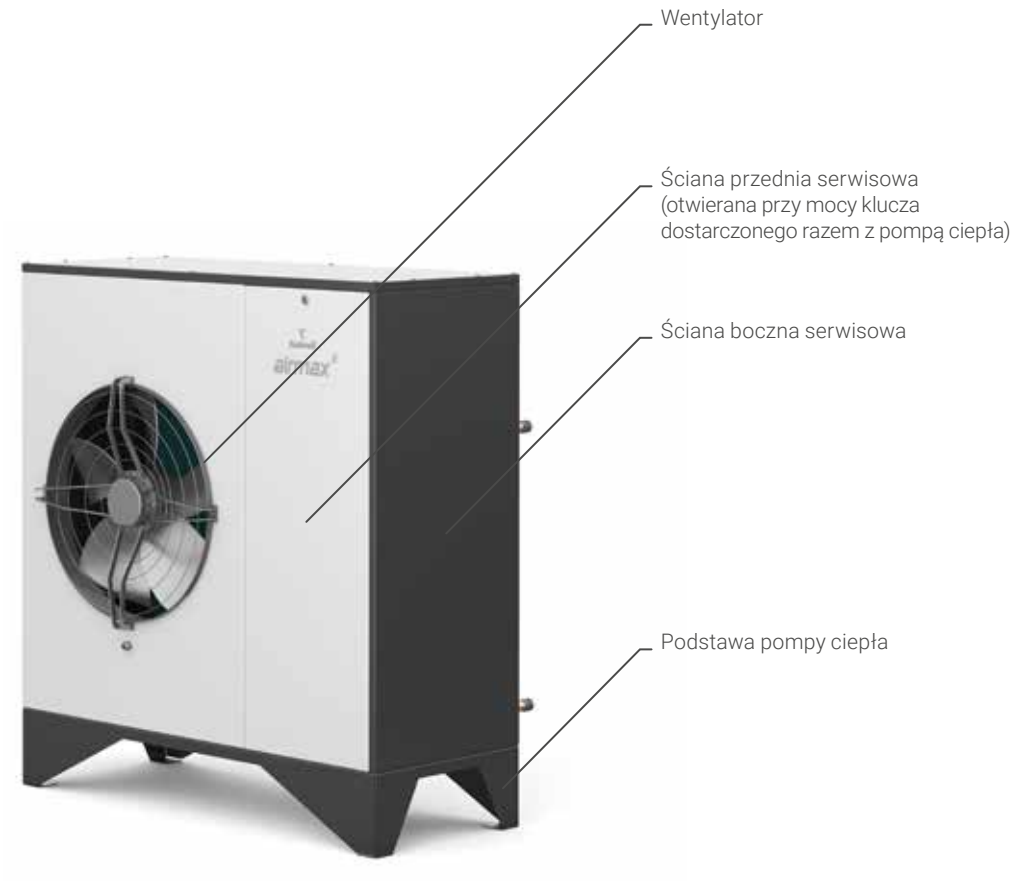
W standardzie z urządzeniem:

- Kompletny zestaw czujników temperatury
- Moduł internetowy do zdalnego sterowania pracą urządzenia
- Elektroniczna pompa obiegowa zabudowana w urządzeniu
- Zabudowana grzałka elektryczna 7kW
- Inteligentne sterowanie kolorowym panelem dotykowym z funkcją termostatu.

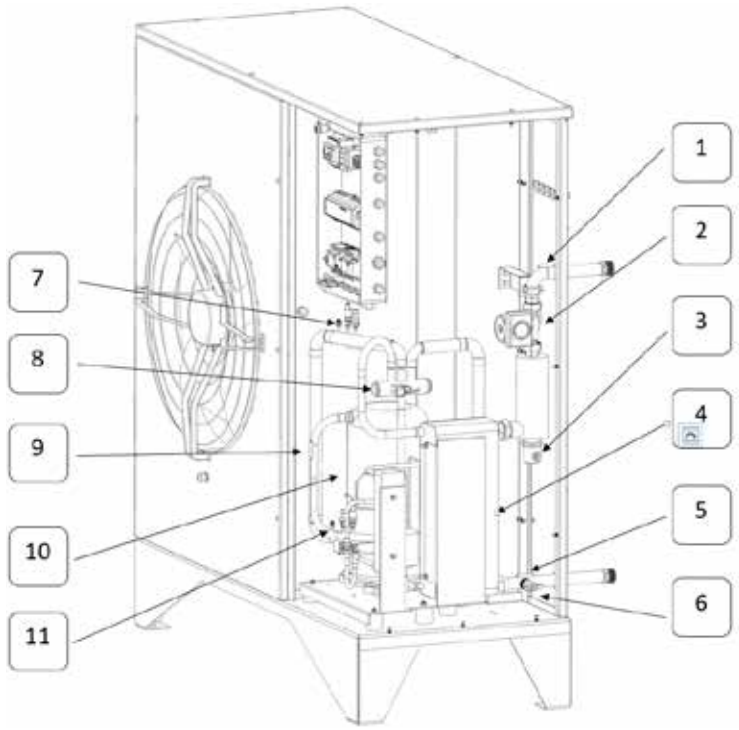
Dodatkowo opcjonalnie:

- Możliwość zakupu dedykowanego wymiennika płytowego (glikol-woda) do instalacji wodnej.
- Możliwość zakupu dedykowanego zaworu trójdrogowego do realizacji funkcji c.w.u.

Airmax^2 to pompa ciepła przeznaczona do pracy na powietrzu zewnętrznym. Obudowa urządzenia wykonana jest z materiału odpornego na czynniki zewnętrzne (aluminium), co zapewnia trwałość. Pompa ciepła Airmax^2 została wyposażona w inteligentne sterowanie, wysokiej klasy komponenty. Zastosowano sprężarkę typu scroll z EVI dedykowaną dla pomp ciepła. Charakteryzuje się ona wysoką wydajnością i żywotnością, a także niskim poziomem hałasu i wibracji. Parownik lamelowy o przemyślanej konstrukcji pokryty specjalną warstwą, która opóźnia oblodzenie parownika przez zmniejszanie sił przylegania wilgoci, natomiast przy odszranianiu ułatwia odprowadzenie wody z powierzchni parownika.
W urządzeniu zabudowano elektroniczną pompę obiegową o modulowanej mocy, która dopasowuje się do pracy układu, oraz charakteryzuje się niskim poborem prądu. Wartości COP uwzględniają również pobór mocy przez pompę obiegową, zatem nie należy jej dodatkowo uwzględniać przy sporządzaniu symulacji jej pracy. Elektroniczny zawór rozprężny precyzyjnie reguluje pracą urządzenia, by maksymalnie wykorzystać potencjał energii zgromadzony w powietrzu. Wydłuża też żywotność sprężarki nie dopuszczając do sytuacji, w której wprowadzimy do niej nieodparowany czynnik chłodniczy. Elektroniczny zawór rozprężny zapewnia szybką reakcję na zmieniające się warunki atmosferyczne.
W Airmax^2 zastosowano wentylatory o modulowanej mocy, co pozwala elastycznie reagować na rzeczywiste wymagania eksploatacyjne. Hybrydowa struktura łopatek wentylatora powstała z połączenia tworzywa sztucznego z włóknem szklanym. Optymalizacja aerodynamiczna pozwoliła na redukcję szumów. Sterownik urządzenia ma możliwość sterowania pompą cyrkulacyjną wody użytkowej i ustawienia harmonogramu jej pracy. Umożliwia również sterowanie obiegami grzewczymi podłogówki i grzejników, czy też dodatkową grzałką zasobnika c.w.u.



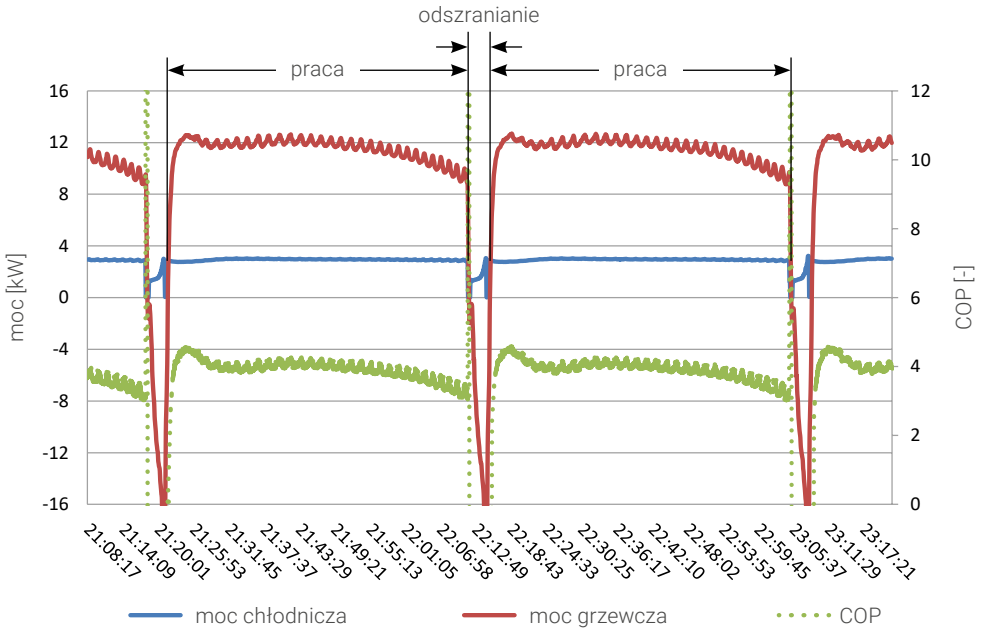
Rys. 16. Pompa ciepła Airmax^2 16-30GT - budowa; widok z przodu



1. Czujnik temperatury zasilania.
2. Pompa obiegowa.
3. Grzałka wspomagająca.
4. Skraplacz - wymiennik ciepła.
5. Czujnik temperatury powrotu.
6. Czujnik przepływu.
7. Zawór serwisowy Schradera niskiego ciśnienia.
8. Zawór 4-drogowy.
9. Czujnik gorącego gazu.
10. Sprężarka.
11. Zawór serwisowy Schradera wysokiego ciśnienia.

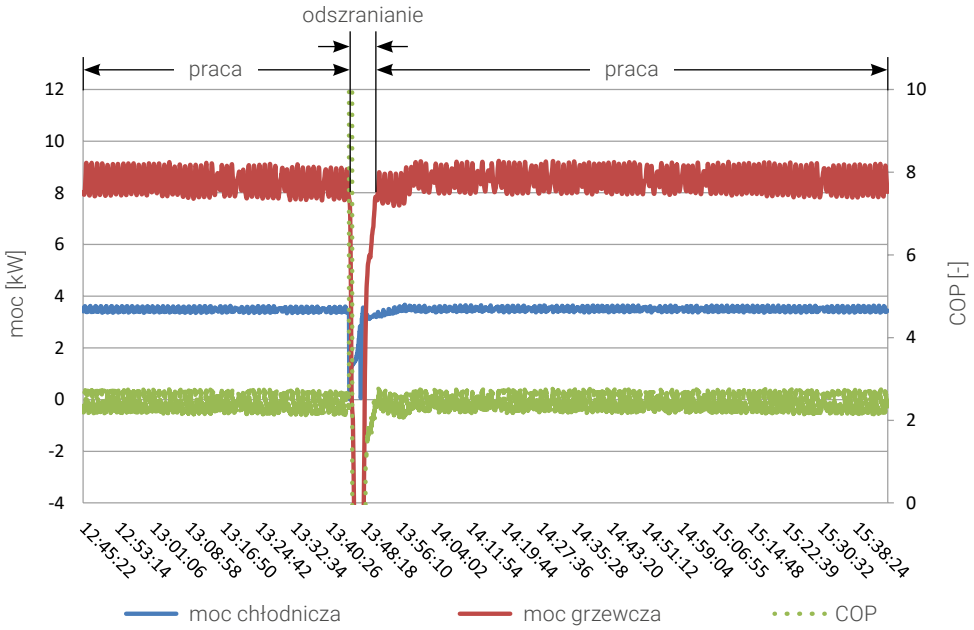
Rys. 17. Pompa ciepła Airmax² 16-30GT - budowa wewntrzna

Dzięki optymalnej konstrukcji proces rozmrażania parownika przebiega sprawnie i precyzyjnie. Pompę ciepła Airmax² poddano testom w niezależnym zagranicznym akredytowanym laboratorium. Określono klasy energetyczne, sezonowe współczynniki efektywności (SCOP), precyzyjne wartości mocy grzewczych oraz COP w różnych punktach pracy urządzenia. Wartości COP uwzględniają również cykle odszraniania, zatem przy obliczaniu kosztów eksploatacyjnych nie należy uwzględniać dodatkowych strat energii na odszranianie. Cykl odszraniania trwa ok. 1 - 4 minuty, realizowany jest przez odwrócenie obiegu (zawór czterodrogowy). Poniżej przykładowy cykl testowy z odszranianiem. Widoczny jest spadek mocy w wyniku zaszronienia. Po odszronieniu moc grzewcza powraca na odpowiedni poziom.



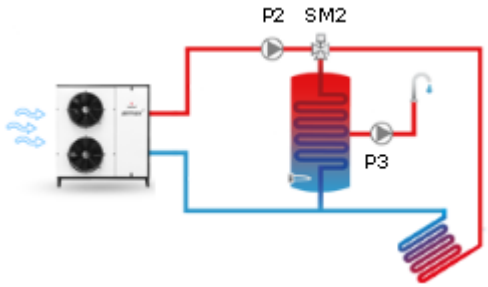
Wykres 2. Przykładowy cykl pomiarowy (A2W35) z odszranianiem

Częstość cykli odszraniania oraz czas ich trwania zależny jest od temperatur dolnego i górnego źródła, a także wilgotności powietrza. Mogłoby się wydawać, że odszranianie w niskich temperaturach musi być częściej realizowane. Natomiast w niskich temperaturach powietrze ma mniejszą zawartość wilgoci, zatem odszranianie może nie być konieczne przez długi czas pracy urządzenia. Przykładowo w parametrach A-10W45,88 podczas cyklu testowego odszranianie wystąpiło jednokrotnie w ciągu trzech godzin pracy pompy ciepła.

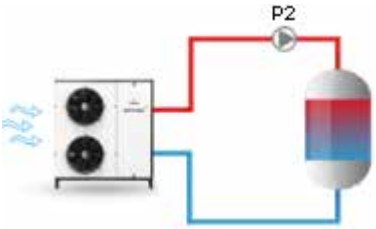


Wykres 3. Przykładowy cykl pomiarowy (A-10W45,88) z odszranianiem

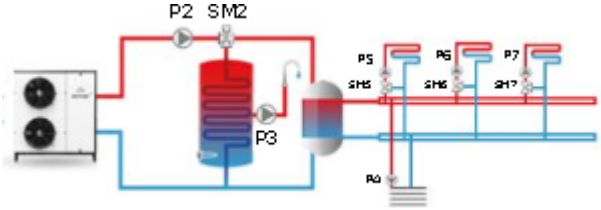
Sterownik pompy ciepła Airmax² to ecoTRONIC200-G, obsługuje on kilka podstawowych wariantów instalacji. Użytkownik ma do wyboru trzy podstawowe warianty sterowania:



Pompa ciepła może zasilać bezpośrednio instalację ogrzewania podłogowego oraz wężownicę zbiornika c.w.u. Realizacja obiegów jest możliwa dzięki zabudowanej w urządzeniu pompie obiegowej górnego źródła oraz obsługiwanemu zaworowi trójdrogowemu. Ponadto możemy obsługiwać pompę cyrkulacyjną wody użytkowej i dodatkową opcjonalną grzałkę zbiornika c.w.u. Jednak przy inwestycjach gdzie stosowana jest pompa ciepła dużej mocy raczej stosowane są układy ze zbiornikiem buforowym.



Drugi wariant sterowania to układ tylko ze zbiornikiem buforowym wody grzewczej. Przewidziany do układów bez realizacji ogrzewania wody użytkowej. Obieg wody między pompą ciepła, a buforem zapewnia zabudowana w urządzeniu pompa obiegowa. Dalsza dystrybucja ciepła z bufora realizowana jest przy użyciu niezależnej zewnętrznej automatyki.



Kolejny wariant sterowania obejmuje obsługę realizacji ciepłej wody, ogrzewania wody buforowej oraz obsługę obiegów grzewczych za buforem. Pompa obiegowa górnego źródła zabudowana jest w urządzeniu. Standardowa wersja sterownika pozwala na realizację jednego obiegu podłogowego z mieszaczem lub jednego obiegu grzejnikowego podłączonego bezpośrednio do bufora, ewentualnie realizację tych dwóch tych obiegów jednocześnie. Jeżeli zachodzi potrzeba realizacji większej ilości układów ogrzewania podłogowego z mieszaczami, konieczny jest dodatkowy moduł rozszerzający do sterownika. W tym schemacie hydraulicznym sterowania, użytkownik ma możliwość obsługi pompy cyrkulacyjnej c.w.u., a także dodatkowej opcjonalnej grzałki zasobnika c.w.u.

Wspomniana dodatkowa grzałka zasobnika c.w.u. służy np. do szybkiego nagrzewu wody użytkowej lub realizacji trybu Antylegionella. Jeśli chodzi o pompę cyrkulacyjną to sterownik posiada możliwość zaprogramowania czasowego tejże pompy. Każda pompa ciepła Airmax^2 wyposażona jest w czujnik zewnętrzny. Bufor może być ładowany do stałej temperatury niezależnie od warunków atmosferycznych lub jego temperatura zadana może być zależna od temperatury zewnętrznej (krzywa grzewcza). Temperatura za mieszaczem również może być stała lub wynikać z krzywej grzewczej. Na grzejniki jest podawana woda grzewcza bezpośrednio z bufora, zatem jej temperatura jest równa temperaturze bufora. Decydując się na wykorzystanie panelu sterownika jako termostatu możemy wybrać, do którego obiegu grzewczego go przypisujemy. Wtedy pompa obiegowa danego obiegu może zostać zatrzymana po otrzymaniu informacji o osiągnięciu temperatury zadanej w pomieszczeniu (w zależności od wybranego schematu hydraulicznego i ustawień).

3.2.3. Dane techniczne pomp ciepła Galmet - Airmax^2

Do budowy pompy ciepła Airmax^2 użyto komponentów najwyższej jakości, renomowanych producentów. Sprężarka spiralna (scroll/scroll z EVI) z serii ZH przeznaczona do urządzeń grzewczych; parownik miedziany z lamelami aluminiowymi; skraplacz płytowy; elektroniczny zawór rozprężny zapewniający precyzyjną regulację. Urządzenie posiada wbudowaną elektroniczną pompę obiegową o regulowanej wydajności i niskim zużyciu energii. Zastosowane wentylatory gwarantują możliwie niski poziom hałasu. Sterownik pompy ciepła jest intuicyjny zarówno dla instalatora jak i użytkownika. Pompa ciepła Airmax^2 posiada dotykowy, kolorowy panel sterujący, który może pełnić również funkcję termostatu. Aby to zrealizować należy jedynie umieścić go w pomieszczeniu, gdzie ma kontrolować temperaturę. Maksymalna długość przewodu łączącego sterownik z panelem sterującym wynosi 30 m. Pompa ciepła Airmax^2 wyposażona została w grzałkę elektryczną do ewentualnego wspomagania pracy pompy ciepła w okresach wzmożonego zapotrzebowania na ciepło.

Tabela 1. Główne komponenty pompy ciepła Airmax^2

część	Airmax^2			
	16GT	21GT	26GT	30GT
sprężarka	scroll (spiralna) ZH z EVI			
parownik	lamelowy aluminium/miedź			
skraplacz	płytowy			
zawór rozprężny	elektroniczny			
pompa obiegowa GZ	UPML GEO 25-105 130 PWM	UPMXL GEO 25-125 130 PWM		
wentylatory	osiowy - 1 szt.			
sterownik	ecoTRONIC 200-G			
grzałka	7 kW			
moduł internetowy	w standardzie: ecoNET300 - połączenie WiFi/LAN			



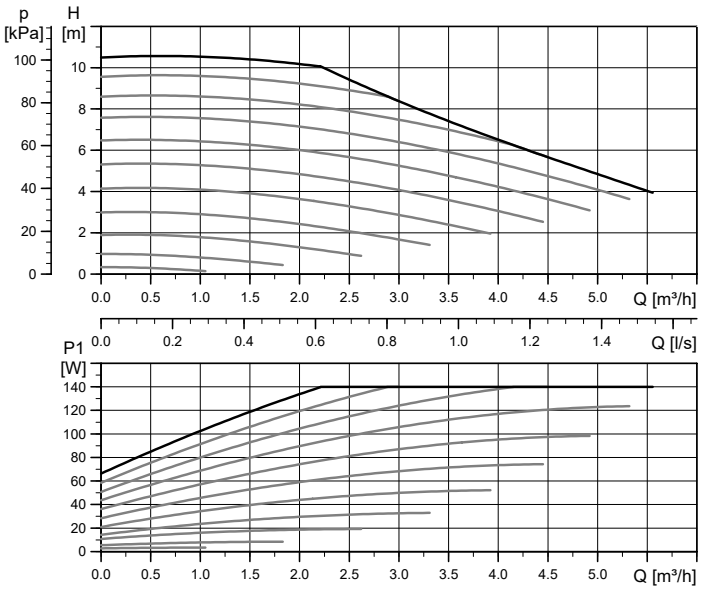
Rys. 18. Pompa obiegowa UPML GEO

Przepływ przez skraplacz w modelu Airmax^2 16GT zapewnia sterowana sygnałem PWM, elektroniczna pompa obiegowa - UPML GEO 25-105 130 PWM. Najwyższa klasa energetyczna (EEI < 0,23) zapewnia niskie zużycie energii. Maksymalna wysokość podnoszenia pompy obiegowej wynosi 10,5 m, natomiast maksymalny pobór prądu to 140 W.

Tabela 2. Nominalny przepływ przez skraplacz pompy ciepła Airmax^2 16GT i pobór mocy pomp obiegowych (UPML GEO 25-105 130 PWM)

specyfikacja	Airmax^2 16GT
nominalny przepływ wody przez skraplacz [m^3/h]	2,68
nominalny pobór mocy pompy obiegowej* [W]	80

* Pobór mocy pomp obiegowych został uwzględniony przy wyznaczaniu COP pompy ciepła. Nie należy zatem dodatkowo uwzględniać go przy tworzeniu symulacji kosztów eksploatacyjnych.



Wykres 4. Charakterystyki pompy obiegowej UPML GEO 25-105 130 PWM



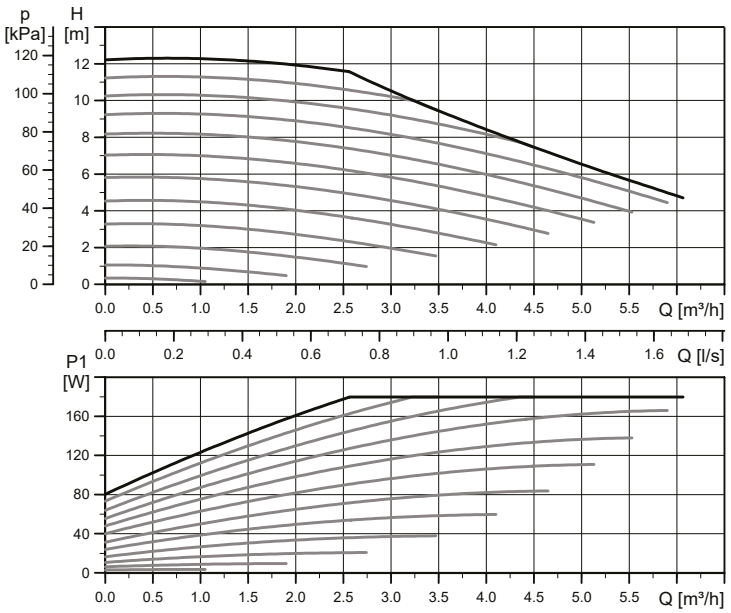
Rys. 19. Pompa obiegowa UPMXL GEO

Przepływ przez skraplacz w modelach Airmax² 21-30GT zapewnia elektroniczna pompa obiegowa UPMXL GEO 25-125 130 PWM również, sterowana sygnałem PWM. Najwyższa klasa energetyczna (EEI < 0,23) zapewnia niskie zużycie energii. Maksymalna wysokość podnoszenia pompy obiegowej wynosi 12,5 m. Maksymalny pobór prądu to 180 W.

Tabela 3. Nominalny przepływ przez skraplacz pompy ciepła Airmax² 21-30GT i pobór mocy pomp obiegowych (UPMXL GEO 25-125 130 PWM)

specyfikacja	Airmax² 21GT	Airmax² 26GT	Airmax² 30GT
nominalny przepływ wody przez skraplacz [m³/h]	3,62	4,49	5,15
nominalny pobór mocy pompy obiegowej* [W]	100	120	135

* Pobór mocy pomp obiegowych został uwzględniony przy wyznaczaniu COP pompy ciepła. Nie należy zatem dodatkowo uwzględniać go przy tworzeniu symulacji kosztów eksploatacyjnych.



Wykres 5. Charakterystyki pompy obiegowej UPMXL GEO 25-125 130 PWM

Wartości mocy grzewczych, chłodniczych, elektrycznych, COP zależne są od temperatur górnego i dolnego źródła, jak wcześniej wykazano. Szczególnie dla jednostek pracujących w systemie powietrze-woda parametry te zmieniają się w większym zakresie, ze względu na dużą rozpiętość temperatur dolnego źródła.

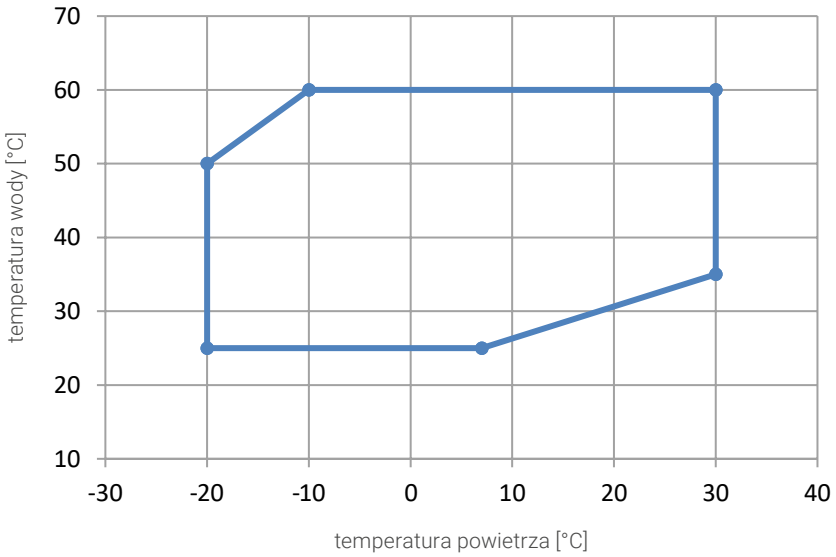
Tabela 4. Dane podstawowe pompy ciepła Airmax[2]

specyfikacja	Airmax[2]			
	16GT	21GT	26GT	30GT
numer katalogowy	09-261600	09-262100	09-262600	09-263000
typ pompy ciepła	pompa ciepła powietrze-woda monoblok			
czynnik chłodniczy	R410A			
zawartość czynnika chłodniczego	5,0 kg	5,5 kg	6,5 kg	7,0 kg
dopuszczalne nadciśnienie robocze	4,30 MPa(43,0 bar)			
zawór rozprężny	elektroniczny			
ciśnienie robocze min.	0,1 MPa (1,0 bar)			
ciśnienie robocze maks.	0,3 MPa (3,0 bar)			
pojemność wewnętrzna wody grzewczej w pompie ciepła	5,66 l	6,22 l	6,66 l	7,33 l
przyłącze ogrzewania	1"	5/4"	5/4"	5/4"
wymiary	1399 x 1477 x 700 mm	1399 x 1477 x 700 mm	1862 x 1690 x 700 mm	1862 x 1690 x 700 mm
waga jednostki	200 kg	205 kg	215 kg	220 kg
materiał płytowego wymiennika ciepła	stal szlachetna AISI 304			
materiał przyłączy hydraulicznych	mosiądz			
przyłącze elektryczne	400V /50 Hz ±5%			
grzałka elektryczna	7 kW			
stopień ochrony	IP 24			
moc akustyczna przy A7W55 wg EN 12102	72 dB (A)	74 dB (A)	75 dB (A)	76 dB (A)
przepływ powietrza	8000 m^3/h	10000 m^3/h	10000 m^3/h	12000 m^3/h
temp. zasobnika maksymalna	55°C			
maksymalna temp. na wyjściu	60°C			
zakres pracy	-20°C ÷ +35°C	-20°C ÷ +35°C	-20°C ÷ +35°C	-20°C ÷ +30°C
minimalna temp. wlotowa wody grzewczej	20°C			
moc grzewcza A2/W35 wg EN 14511	11,25 kW	15,03 kW	18,75 kW	21,42 kW
współczynnik wydajności A2/W35 wg EN 14511	3,55	3,46	3,51	3,52
pobór mocy przy A2/W35	3,17 kW	4,34 kW	5,34 kW	6,09 kW
moc grzewcza A7/W35 wg EN 14511	15,55 kW	20,98kW	26,01 kW	29,82 kW
współczynnik wydajności A7/W35 wg EN 14511	4,70	4,58	4,61	4,65
pobór mocy przy A7/W35	3,31kW	4,59 kW	5,64 kW	6,41 kW
moc grzewcza A7/W55 wg EN 14511	15,75 kW	21,22kW	26,40 kW	30,10 kW
współczynnik wydajności A7/W55 wg EN 14511	3,25	3,14	3,20	3,18
pobór mocy przy A7/W55	4,85 kW	6,76 kW	8,25 kW	9,47 kW
typ sprężarki	Scroll z EVI			

Zakres możliwych temperatur pracy określany jest obszarem pracy urządzania. Maksymalna i minimalna temperatura wody dotyczy zasilania obiegu grzewczego, czyli na wyjściu z pompy ciepła.

Tabela 5. Obszar pracy pompy ciepła Airmax² 16-30GT

	Airmax² 16-30GT	
temp. powietrza [°C]	maksymalna temp. wody [°C]	minimalna temp. wody [°C]
-20	50	25
-10	60	25
7	60	25
30	60	35



Wykres 6. Obszar pracy pompy ciepła Airmax² 16-30GT

Wartość współczynnika COP jest wartością chwilową. Dla klienta ważniejszą jest wartość SCOP, czyli sezonowy współczynnik efektywności ogrzewania pomieszczeń. Zgodnie z normą określa się go dla danego klimatu i w dwóch poziomach temperatur W35 i W55. W35 odpowiada temperaturze wody zasilającej obieg grzewczy 35°C - ma to odniesienie do ogrzewania podłogowego, czyli niskotemperaturowego. W55 odpowiada temperaturze wody zasilającej obieg grzewczy 55°C - ma to odniesienie do ogrzewania grzejnikowego. Zawsze wyższymi wskaźnikami efektywności charakteryzuje się ogrzewanie niskotemperaturowe.

Tabela 6. Parametry energetyczne pomp ciepła Airmax²

specyfikacja		j.m.	Airmax²			
			16GT	21GT	26GT	30GT
SCOP[1]	klimat umiarkowany (W35)	-	4,1	3,9	4,0	4,0
η_s[2]		%	160	154	157	158
klasa energetyczna		-	A++	A++	A++	A++
SCOP[1]	klimat umiarkowany (W55)	-	3,1	3,0	3,1	3,1
η_s[2]		%	122	119	122	122
klasa energetyczna		-	A+	A+	A+	A+

[1] Wg EN 14825.
[2] Sezonowa efektywność ogrzewania pomieszczeń.

Tabela 7. Przyłącze elektryczne - Airmax²

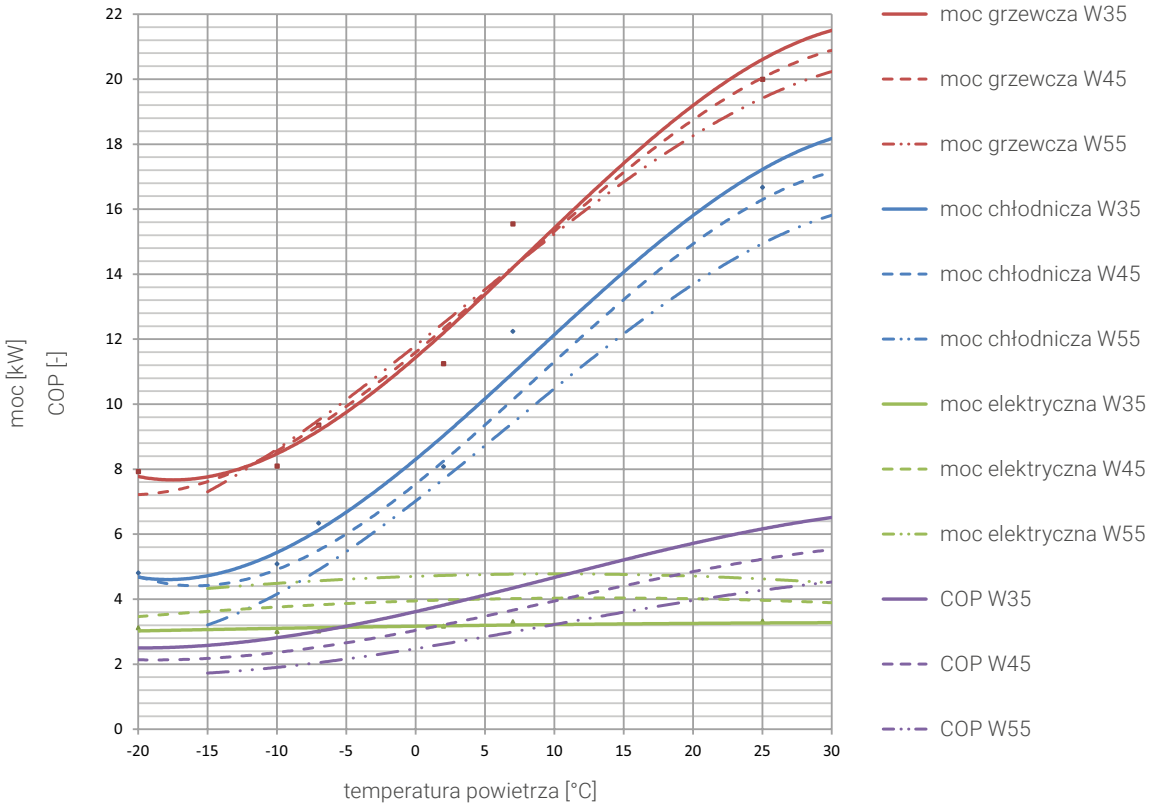
Opis	Airmax² 16GT	Airmax² 21GT	Airmax² 26GT	Airmax² 30GT
Rodzaj zasilania	400 V			
Typ zabezpieczenia elektrycznego	C32	C32	C40	C40
Przekrój i typ przewodu zasilającego	5 x 4 mm²		5 x 6 mm²	

Tabela 8. Podłączenie elementów dodatkowych (informacje instalacyjne) - Airmax²

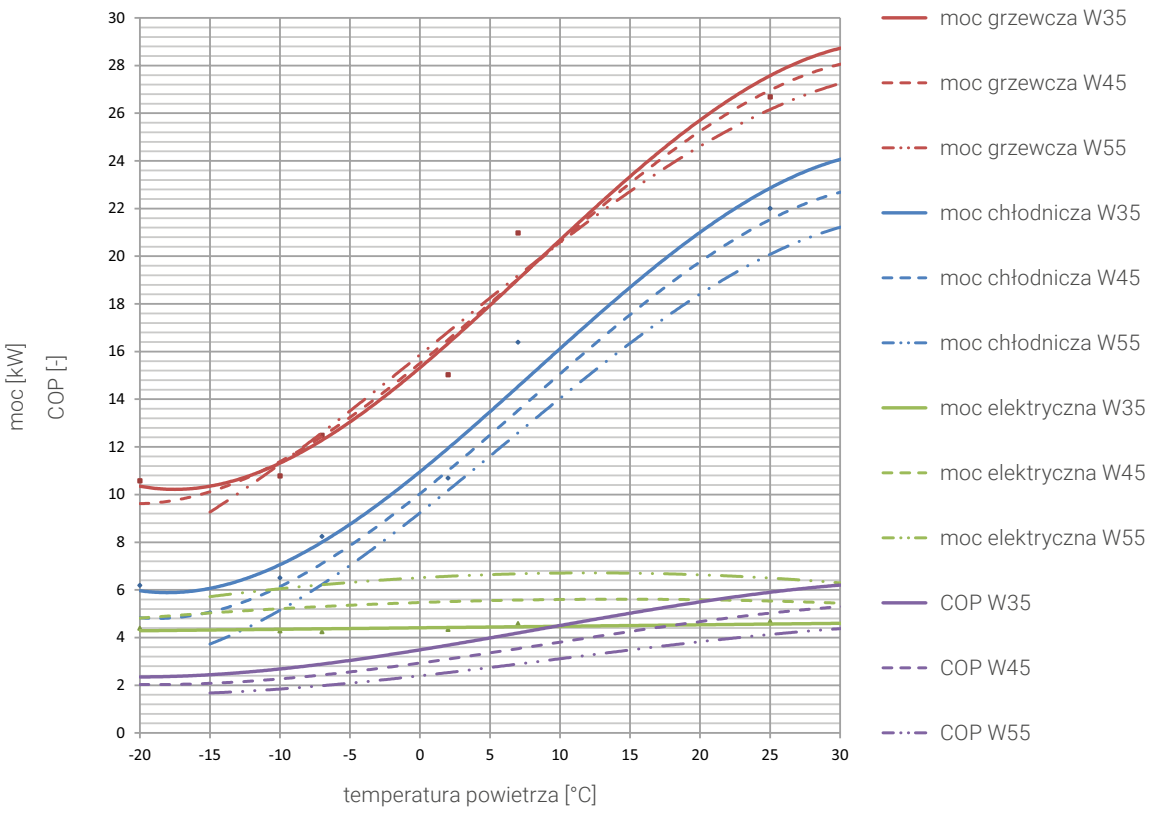
element instalacji	rodzaj podłączenia	przewód do podłączenia
pompa cyrkulacyjna c.w.u.	podłączenie przez dodatkowy zewnętrzny stycznik [wejście P3]	3 x 1 mm2
pompa obiegowa obiegu podłogowego	podłączenie przez dodatkowy zewnętrzny stycznik [wejście P5]	3 x 1 mm2
siłownik mieszacza obiegu podłogowego	bezpośrednie podłączenie [wejście SM 4/5]	3 x 1 mm2
pompa obiegowa obiegu grzejnikowego	podłączenie przez dodatkowy zewnętrzny stycznik [wejście P4]	3 x 1 mm2
moduł internetowy	podłączenie modułu ecoNET300 do regulatora. Komunikacja modułu: LAN/Wi-Fi	ecoLINK2
grzałka zbiornika c.w.u.	podłączenie przez dodatkowy zewnętrzny stycznik [wejście BH] (max. 2 kW)	3 x 1,5 mm2
panel sterujący	podłączenie bezpośrednie, długość 5 m (maks. 30 m)	4 x 0,5 mm2
zawór 3-drogowy przełączający	podłączenie bezpośrednie, długość 5 m (maks. 15 m)	3 x 1 mm2

3.2.4. Charakterystyki pomp ciepła Galmet - Airmax²

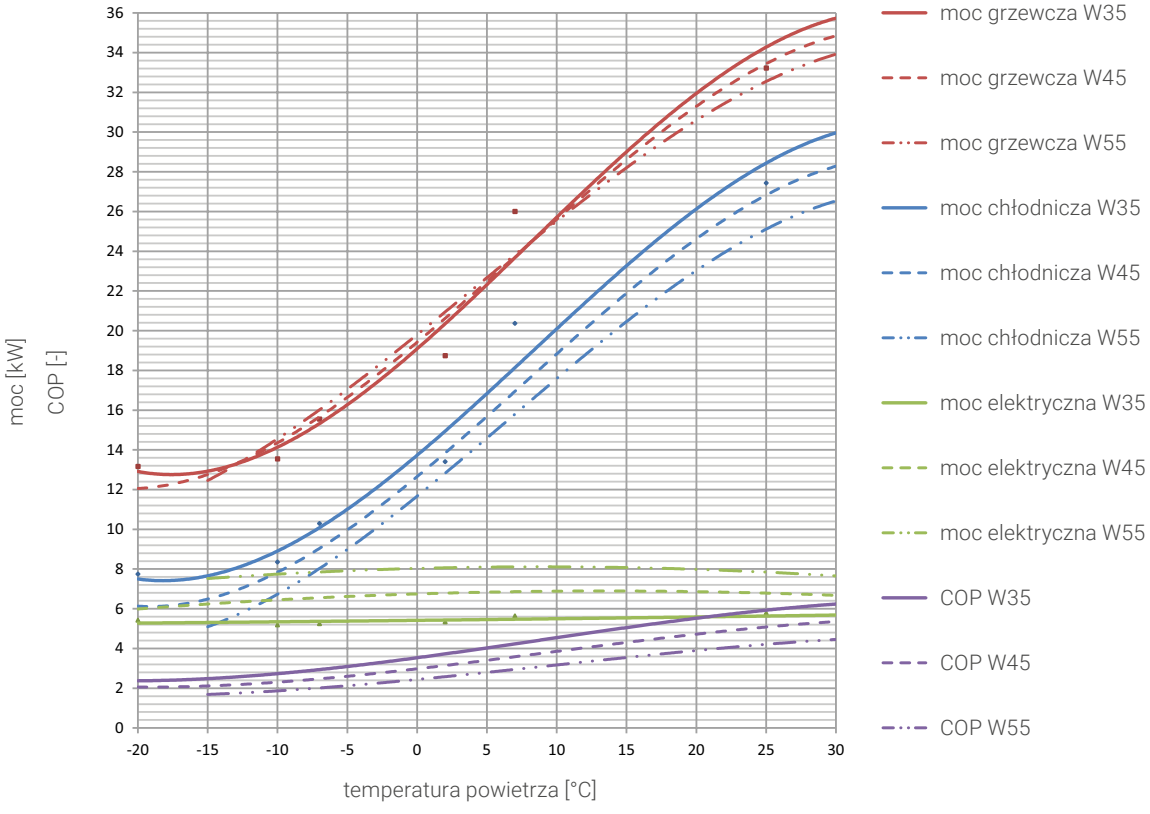
Dla każdej jednostki typoszeregu stworzono charakterystyki. Dla zastosowań niskotemperaturowych (ogrzewanie podłogowe) odpowiednia jest charakterystyka W35. Dla zastosowań wysokotemperaturowych (ogrzewanie grzejnikowe) odpowiednia jest charakterystyka W55. Wartości 35, 45 i 55 to temperatury wody (°C) na wyjściu z pompy ciepła. Analizując poniższe wykresy należy zwrócić uwagę na cechę pomp ciepła wyposażonych w sprężarkę scroll z EVI: technologia ta przy niższych temperaturach powietrza, pozwala na uzyskiwanie większej mocy grzewczej dla wyższych parametrów wody zasilającej.



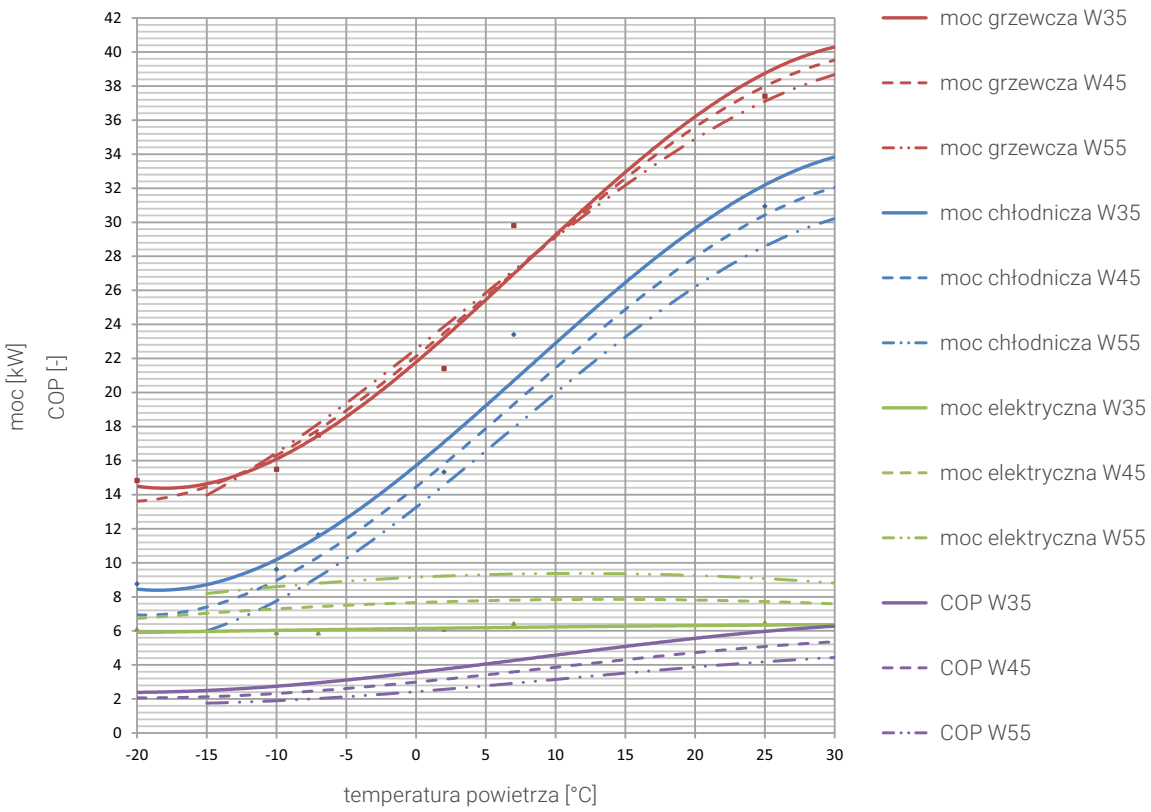
Wykres 7. Charakterystyka Airmax² 16GT



Wykres 8. Charakterystyka Airmax² 21GT



Wykres 9. Charakterystyka Airmax² 26GT



Wykres 10. Charakterystyka Airmax² 30GT

3.2.5. Opis techniczny pomp ciepła Galmet - Airmax³

Typoszereg Airmax³ obejmuje dwie jednostki:

- Airmax³ 7GT
- Airmax³ 12GT



Rys. 20. Pompa ciepła Airmax³ 7GT



Rys. 21. Pompa ciepła Airmax³ 12GT

Airmax³ dostarczany jest z modułem hydraulicznym w dwóch wersjach:

- Gbox
- Onebox

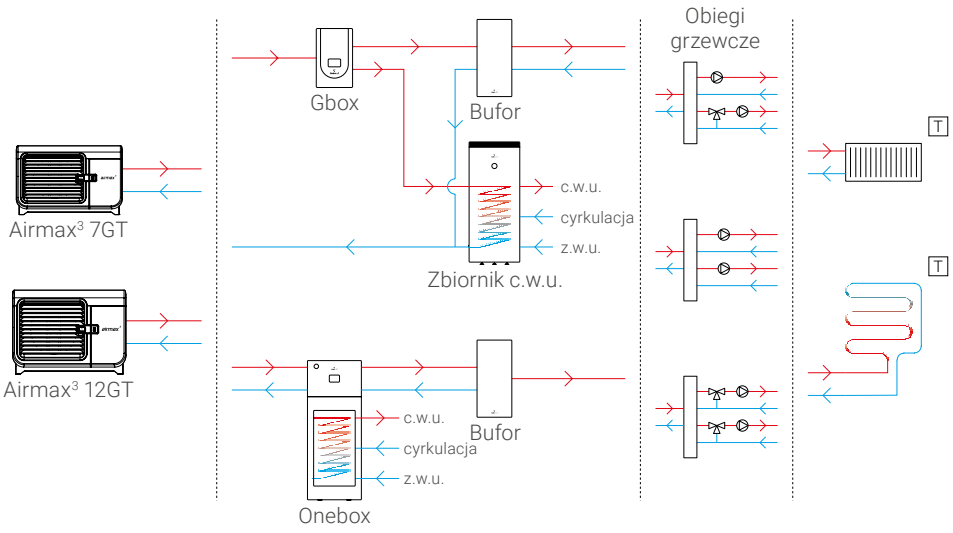


Rys. 22. Moduł hydrauliczny Gbox



Rys. 23. Szafa hydrauliczna Onebox

Ten model pompy ciepła sprzedawany jest w dedykowanych zestawach z dopasowanym buforem i zbiornikiem c.w.u., a także centralą domu inteligentnego Sinum, która jednocześnie stanowi moduł zdalnego dostępu do ustawień pompy ciepła.



Rys. 24. Warianty instalacji z pompą ciepła Airmax³

Charakterystyka typoszeregu pomp ciepła Airmax³ 7-12GT:

- Moc inteligentnie dopasowana do domów energooszczędnych i modernizowanych.
- System rewers - 3 funkcje w 1 - ogrzewanie i chłodzenie budynku, grzanie wody użytkowej.
- Możliwość uzyskania dofinansowania na terenie Niemiec - wpis na listę BAFA.
- COP = 5,2 (Airmax³ 12GT - A7W35).
- Stała temperatura wody na zasilaniu do: 68°C (dla temperatury powietrza od -5°C do 20°C).
- Ekologiczny czynnik chłodniczy R290 (GWP=3).
- Do 21% większa sprawność w porównaniu z poprzednią generacją.
- Szybka instalacja - hermetyczny układ pompy ciepła.
- Łatwa instalacja - bez odwiertów i rozkopywania działki.
- Kwalifikuje się do dofinansowania - program „Czyste Powietrze" (wpis na listę zielonych urządzeń i materiałów ZUM).

W standardzie z urządzeniem:

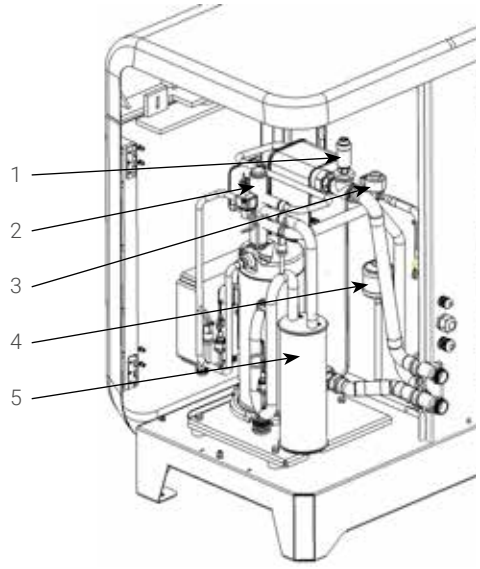
- Moduł internetowy - obsługa przez przeglądarkę lub dostęp przez aplikację na smartfona.
- Kompletny zestaw do realizacji c.o. i c.w.u. z wewnętrznym modułem hydraulicznym Gbox lub szafą hydrauliczną Onebox.
- Czujniki temperatury bufora, ciepłej wody użytkowej, dwóch obiegów grzewczych, powietrza zewnętrznego.
- Bezprzewodowy czujnik pokojowy (1 szt.).

Dodatkowo opcjonalnie:

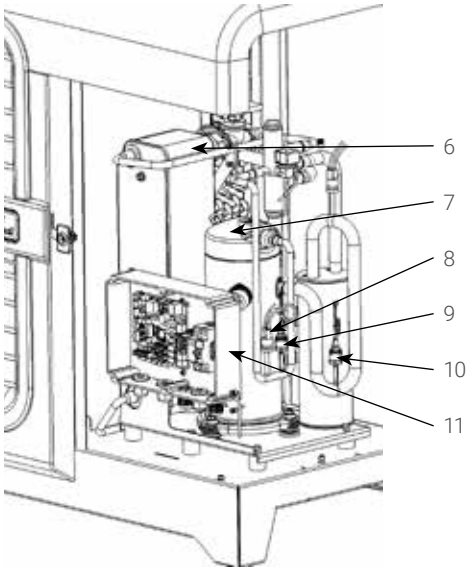
- Wymiennik płytowy (glikol-woda) do instalacji wodnej.
- Bezprzewodowy czujnik pokojowy.
- Dodatkowy bezprzewodowy czujnik pokojowy.
- Dedykowana taca ociekowa do skroplin.
- Podstawa (stelaż) pod pompę ciepła.
- Separator zanieczyszczeń 1".

Airmax^3 to inwerterowa pompa ciepła przeznaczona do pracy na powietrzu zewnętrznym podobnie jak model Airmax^2. Jest to również pompa typu monoblok jednak w wersji z modułem hydraulicznym (tzw. wersja hydrosplit). Pompa ciepła Airmax^3 dostarczana jest w zestawie z wewnętrznym modułem podstawowym: Gbox lub z szafą hydrauliczną zawierającą zbiornik ciepłej wody użytkowej: Onebox. W module wewnętrznym Gbox znajduje się sterownik, pompa obiegowa z płynną regulacją obrotów, zawór przełączający c.o./c.w.u. z siłownikiem, grzałka trzystopniowa wspomagająca układ c.o. Wersja Onebox jest dodatkowo wyposażona w separator zanieczyszczeń, naczynie przeponowe do c.o., zawór do napełniania i odpowietrzania instalacji, manometr, zbiornik c.w.u. z dodatkową grzałką elektryczną do c.w.u. i anodę tytanową zapewnianiającą zabezpieczenie antykorozyjne.

Urządzenie zostało wyposażone w inteligentne sterowanie, wysokiej klasy komponenty. Dzięki zastosowaniu inwerterowej sprężarki typu scroll pompa ciepła Airmax^3 ma modulowaną moc grzewczą, czyli dopasowującą się do potrzeb budynku. Obudowa urządzenia wykonana jest z materiału odpornego na czynniki zewnętrzne (aluminium) i tworzywa sztucznego, co zapewnia trwałość. W urządzeniu zabudowano elektroniczną pompę obiegową o modulowanej mocy, która dopasowuje się do pracy układu, oraz charakteryzuje się niskim poborem prądu, dodatkowo pompa obiegowa zapewnia sygnał zwrotny informujący o stanie jej pracy. Wartości COP urządzenia uwzględniają również pobór mocy przez pompę obiegową. Elektroniczny zawór rozprężny precyzyjnie reguluje pracą urządzenia, zapewnia szybką reakcję na zmieniające się warunki atmosferyczne. Wydłuża też żywotność sprężarki nie dopuszczając do sytuacji, w której wprowadzimy do niej nieodparowany czynnik chłodniczy. W Airmax^3 zastosowano nowoczesne wentylatory zapewniające redukcję hałasu, jednak miejsce montażu jest najważniejszym aspektem pod kątem akustyki. Sterownik urządzenia ma możliwość obsługi dwóch obiegów grzewczych bezpośrednich lub z mieszaczami, obsługę pompy cyrkulacyjnej, grzałki zbiornika c.w.u.

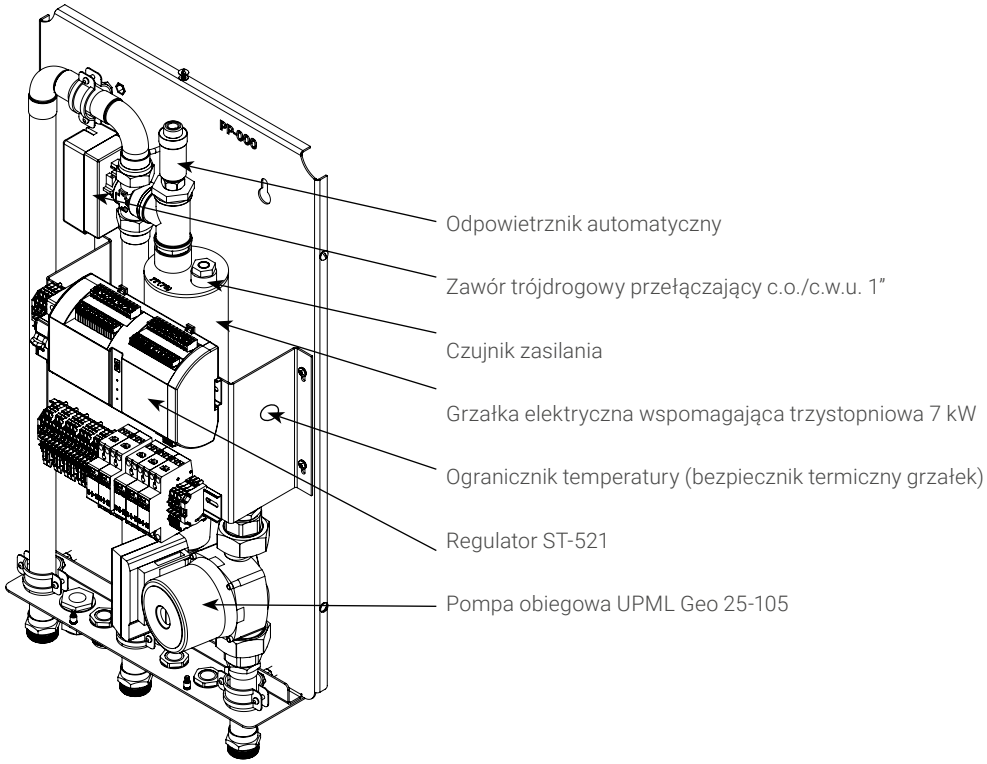


Rys. 25. Budowa wewnętrzna Airmax^3 12GT - widok od tyłu

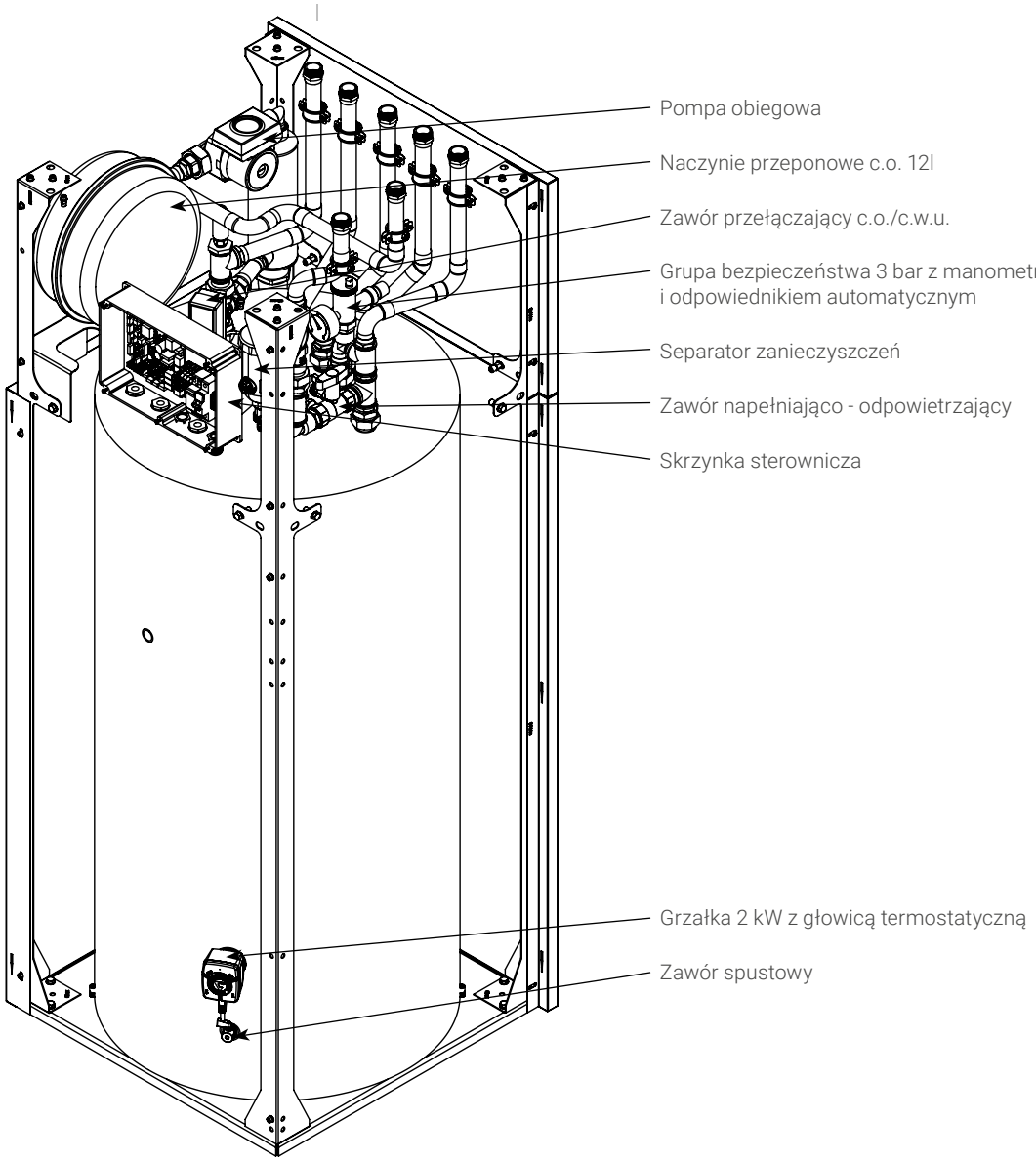


Rys. 26. Budowa wewnętrzna Airmax^3 12GT - widok od przodu

1. Odpowietrznik automatyczny
2. Zawór 4-drogowy
3. Elektroniczny zawór rozprężny
4. Filtr cząstek stałych
5. Oddzielacz cieczy
6. Skraplacz
7. Sprężarka
8. Presostat wysokiego ciśnienia
9. Przetwornik ciśnienia po stronie tłoczącej (wysokiego ciśnienia)
10. Przetwornik ciśnienia po stronie ssawnej (niskiego ciśnienia)
11. Automatyka jednostki zewnętrznej pompy ciepła



Rys. 27. Budowa wewnętrzna Gbox



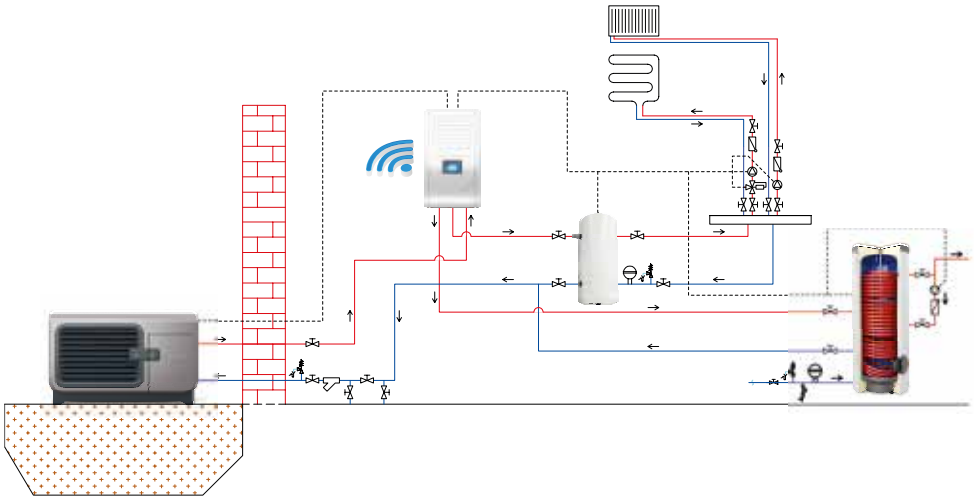
Rys. 28. Budowa wewnętrzna Onebox

Dzięki optymalnej konstrukcji proces rozmrażania parownika przebiega sprawnie i precyzyjnie. Pompę ciepła Airmax[3] poddano testom w niezależnym zagranicznym akredytowanym laboratorium. Określono klasy energetyczne, sezonowe współczynniki efektywności (SCOP), precyzyjne wartości mocy grzewczych oraz COP w różnych punktach pracy urządzenia. Wartości COP uwzględniają również cykle odszraniania, zatem przy obliczaniu kosztów eksploatacyjnych nie należy uwzględniać dodatkowych strat energii na odszranianie. Cykl odszraniania trwa ok. 1 - 4 minuty, realizowany jest przez odwrócenie obiegu (zawór czterodrogowy). Częstość cykli odszraniania oraz czas ich trwania zależny jest od temperatur dolnego i górnego źródła, a także wilgotności powietrza, zależy ono również od poziomu obciążenia sprężarki czyli obrotów sprężarki. Ważny jest tutaj prawidłowy dobór urządzenia.

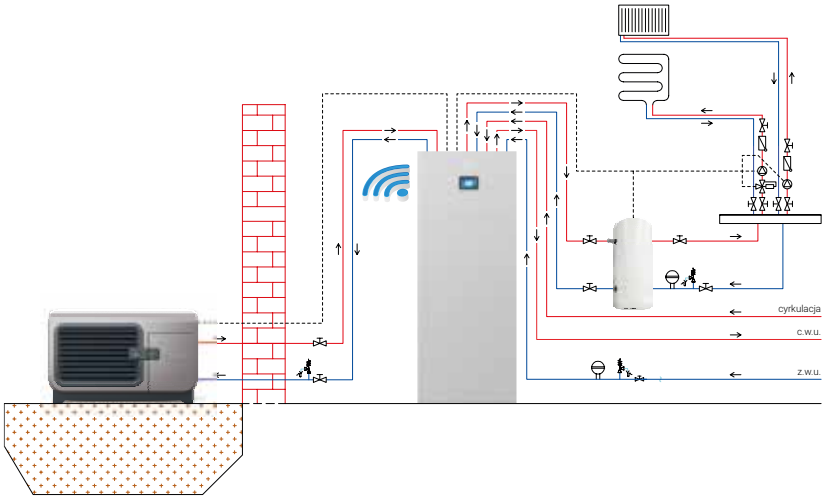
Sterownik pompy ciepła Airmax[3] to ST521. Urządzenie pracuje na podstawie wskazań czujnika bufora, dlatego też jest on wymaganym elementem instalacji, należy zwracać uwagę na prawidłowy montaż czujnika bufora. Zbiornik c.w.u. jest również standardowym elementem każdego zestawu, jednak funkcja ogrzewania wody użytkowej może zostać wyłączona w ustawieniach, wtedy można korzystać jedynie z ogrzewania budynku.

Tabela 9. Warianty zestawów z pompą ciepła Airmax[3]

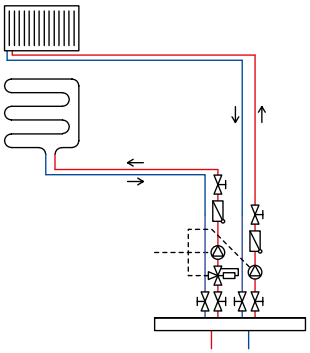
Jednostka zewnętrzna pompy ciepła	Moduł wewnętrzny	Zbiornik c.w.u.	Bufor	Akcesoria dodatkowe
Airmax[3] 7GT	Gbox	Tower Grand 200 z grzałką 2kW	Wiszący SG(B) 100	Centrala Smart Home Sinum
Airmax[3] 12GT	Gbox	Tower Grand 300 z grzałką 2kW	Wiszący SG(B) 120	Centrala Smart Home Sinum
Airmax[3] 7GT	Onebox	-	Wiszący SG(B) 100	Centrala Smart Home Sinum
Airmax[3] 12GT	Onebox	-	Wiszący SG(B) 120	Centrala Smart Home Sinum



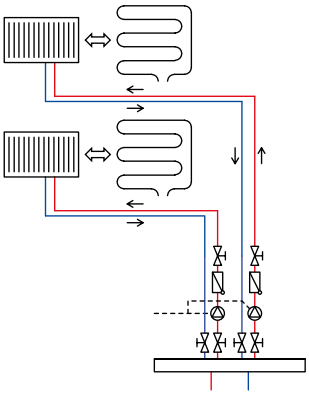
Rys. 29. Schemat poglądowy instalacji z pompą ciepła Airmax[3] i modułem hydraulicznym Gbox



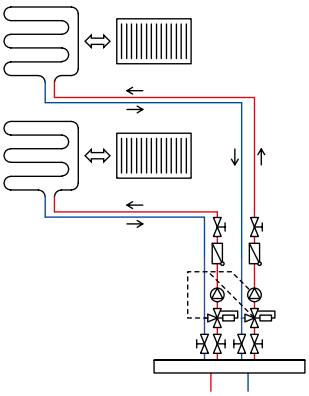
Rys. 30. Schemat poglądowy instalacji z pompą ciepła Airmax[3] i szafą hydrauliczną Onebox



Rys. 31. Obsługiwane obiegi grzewcze: bezpośredni i z mieszaczem



Rys. 32. Obsługiwane obiegi grzewcze: dwa bezpośrednie



Rys. 33. Obsługiwane obiegi grzewcze: dwa z mieszaczem

Obsługiwana przez sterownik grzałka zasobnika c.w.u. służy np. nagrzewu wody użytkowej do wyższych temperatur lub realizacji trybu Antylegionella. Jeśli chodzi o pompę cyrkulacyjną to sterownik posiada możliwość zaprogramowania czasowego tej pompy. Każda pompa ciepła Airmax[3] wyposażona jest w czujnik zewnętrzny. Bufor może być ładowany do stałej temperatury niezależnie od warunków atmosferycznych lub jego temperatura zadana może być zależna od temperatury zewnętrznej (krzywa grzewcza). Temperatura za mieszaczem również wynika z krzywej grzewczej lub jest wartością stałą. Na grzejniki jest podawana woda grzewcza bezpośrednio z bufora, zatem jej temperatura jest równa temperaturze bufora. Do kontrolowania temperatury w pomieszczeniach możemy zastosować czujnik Smart pozwalający jedynie na korektę zadanej obiegu lub tradycyjny termostat, który pozwala na wyłączenie obiegu po osiągnięciu zadanej temperatury pomieszczenia (wszystko w zależności od wybranych ustawień). W zestawie z pompą ciepła użytkownik otrzymuje jeden czujnik Smart, który może przypisać tylko do jednego obiegu. Opcjonalnie można zakupić dodatkowy czujnik Smart lub termostaty.

W zestawach z pompą ciepła Airmax[3] użytkownik otrzymuje centralę Smart Home (domu inteligentnego) Sinum. Centrala ta pozwala nie tylko na zdalną obsługę pompy ciepła, ale daje możliwość użytkownikowi rozbudowy systemu o inne elementy domu inteligentnego.



Rys. 34. Centrala Sinum wraz z listą funkcji i obsługiwanych urządzeń

3.2.6. Dane techniczne pomp ciepła Galmet - Airmax[3]

Do budowy pompy ciepła Airmax[3] użyto komponentów najwyższej jakości, renomowanych producentów. Sprężarka spiralna (scroll) inwerterowa, czyli umożliwiająca modulację mocy grzewczej; parownik miedziany z lamelami aluminiowymi; skraplacz płytowy; elektroniczny zawór rozprężny zapewniający precyzyjną regulację. Urządzenie posiada wbudowaną w module wewnętrznym elektroniczną pompę obiegową o regulowanej wydajności i niskim zużyciu energii. Zastosowane wentylatory gwarantują możliwie niski poziom hałasu. Sterownik pompy ciepła jest intuicyjny zarówno dla instalatora jak i użytkownika. Pompa ciepła Airmax[3] posiada dotykowy, kolorowy panel sterujący zabudowany w module wewnętrznym. Moduł wewnętrzny wyposażony została w trzystopniową grzałkę elektryczną do ewentualnego wspomagania pracy pompy ciepła w okresach wzmożonego zapotrzebowania na ciepło.

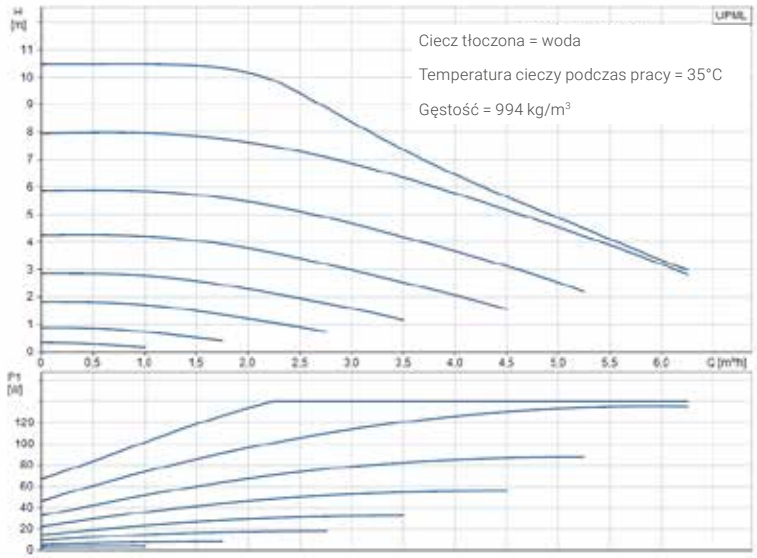
Tabela 10. Główne komponenty pompy ciepła Airmax^3 + Gbox/Onebox

część	Airmax^3 + Gbox / Onebox	
	7GT	12GT
sprężarka	scroll (spiralna) inwerter	
parownik	lamelowy aluminium/miedź	
skraplacz	płytowy	
zawór rozprężny	elektroniczny	
pompa obiegowa GZ	UPML GEO 25-105 130	
wentylator	osiowy - 1szt	
sterownik	ST521	
grzałka	7kW (trzystopniowa)	
moduł internetowy (w standardzie)	WiFi RS - połączenie WiFi / Centrala Sinum - połączenie WiFi lub LAN	

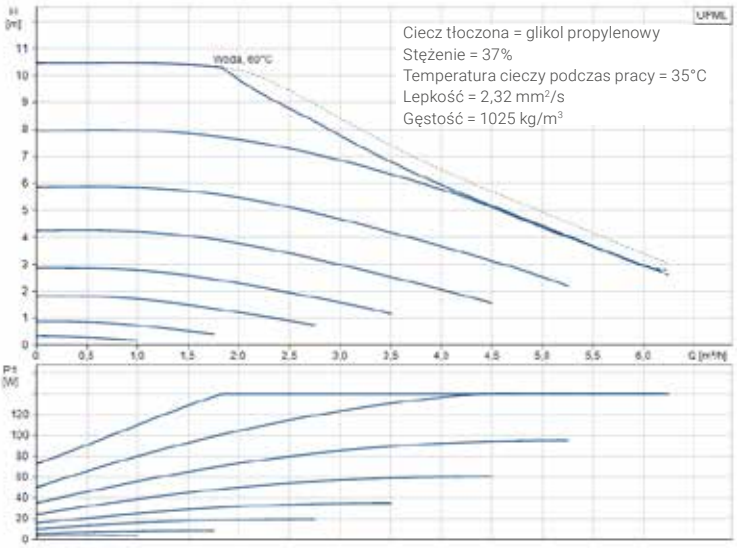
W pompie ciepła Airmax^3 standardowo zabudowana jest elektroniczna pompa obiegowa w module wewnętrznym. Pompa obiegowa GZ (górnego źródła) zapewnia przepływ przez skraplacz. Pompa GZ tłoczy zatem glikol lub wodę. Pompa obiegowa ma za zadanie utrzymywać odpowiedni przepływ przez pompę ciepła tak różnica temperatur w górnym źródle utrzymywała się na odpowiednim poziomie. Niskie zużycie energii przez pompę obiegową zapewnia najwyższa klasa energetyczna (EEI< 0,23). Maksymalna wysokość podnoszenia pompy obiegowej wynosi 10,5 m. Natomiast zakres poboru prądu przez pompę obiegową mieści się w zakresie 3-140 W. Pompa obiegowa umożliwia nadanie sygnału zwrotnego do sterownika pompy ciepła informującego o aktualnym przepływie, stąd też na sterowniku pompy ciepła możliwy jest przybliżony odczyt przepływu medium grzewczego przez skraplacz.

Tabela 11. Znamionowy przepływ w pompie ciepła Airmax^3 dla warunków A7W35 wg normy PN-EN14511

Model	Airmax^3 7GT	Airmax^3 12GT
Przepływ minimalny [m^3/h]	0,5	1,0
Przepływ maksymalny [m^3/h]	2,5	3,0



Wykres 11. Charakterystyki pompy obiegowej UPML GEO 25-105 130- czynnik: woda



Wykres 12. Charakterystyki pompy obiegowej UPML GEO 25-105 130- czynnik: glikol propylenowy o stężeniu 37%, temperatura krzepnięcia -20°C

Wartości mocy grzewczych, chłodniczych, elektrycznych, COP zależne są od temperatur górnego i dolnego źródła, jak wcześniej wykazano. Szczególnie dla jednostek pracujących w systemie powietrze-woda parametry te zmieniają się w większym zakresie, ze względu na dużą rozpiętość temperatur dolnego źródła. Dodatkowo dla pomp ciepła inwerterowych parametry zmieniają się w zależności od obrotów sprężarki, czy pracuje ona na maksymalnych, minimalnych czy pośrednich obrotach. W przypadku sprężarek ON/OFF (załącz/wyłącz) bez regulacji obrotów sprężarka zawsze pracuje zawsze na obrotach maksymalnych, inwerterowe sprężarki wyróżnia możliwość regulacji obrotów, a przez to generowanej mocy grzewczej.

Tabela 12. Dane podstawowe pompy ciepła Airmax³ wraz z jednostką wewnętrzną Gbox / Onebox

Model	j.m.	Airmax³ 7GT 09-270710	Airmax³ 12GT 09-271230
Informacje ogólne			
Typ pompy ciepła	-	Pompa ciepła powietrze/woda Monoblok	
Wymiar [wys. x szer. x gł.]	mm	903 x 1480 x 551	1099 x 1580 x 610
Waga netto	kg	110	150
Waga brutto	kg	135	191
Rodzaj czynnika	-	R290	R290
Typ układu chłodniczego	-	hermetyczny	hermetyczny
Zawartość czynnika chłodniczego	kg	1,4	1,9
Potencjał tworzenia efektu cieplarnianego (GWP)	-	3	3
Ekwiwalent CO_2	-	0,0042t	0,0057t
Dopuszczalne nadciśnienie robocze	MPa	2,60 (26,0 bar)	
Zawór rozprężny	-	elektroniczny	
Sprężarka	-	spiralna	
Regulacja sprężarki	-	inwerter	
Materiał płytowego wymiennika ciepła	-	stal szlachetna AISI 304	
Materiał przyłączy hydraulicznych	-	mosiądz	
Przyłącza	-	GZ 1"	
Stopień ochrony	-	IP 14 B	
Emisja hałasu			
Moc akustyczna przy A7W55 wg EN 12102	dB	60	61
Ciśnienie akustyczne jednostki zewnętrznej (z 4 m)	dB	40	41
Przepływ powietrza, maksymalny	m³/h	4500	6200

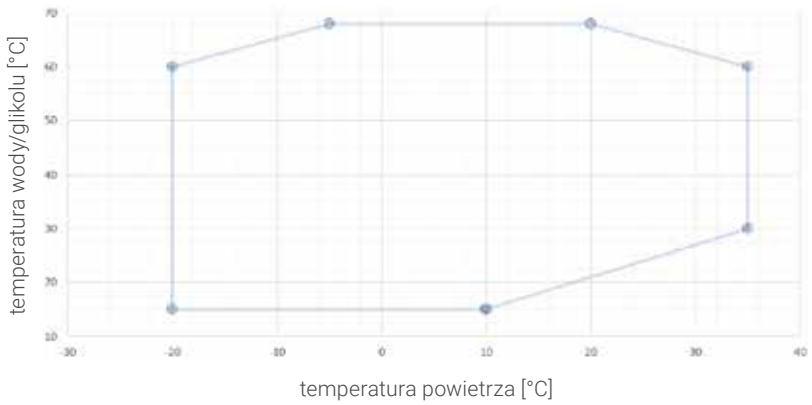
Model	j.m.	Airmax[3] 7GT 09-270710	Airmax[3] 12GT 09-271230
Wentylator, liczba maksymalnych obrotów	obr./min	860	660
Zakres stosowania			
Temperatura wody grzewczej minimalna	°C	15	15
Temperatura wody grzewczej maksymalna	°C	68	68
Minimalna temperatura zewnętrzna w trybie grzania	°C	-20	-20
Minimalna temperatura zewnętrzna w trybie chłodzenia	°C	15	15
Maksymalna temperatura zewnętrzna w trybie chłodzenia	°C	40	40
Dane elektryczne - jednostka zewnętrzna (Airmax[3])			
Napięcie znamionowe jednostki zewnętrznej	-	230 V (+10%/-10%), 50 Hz, 1~/N/PE	400 V (+10%/-10%), 50 Hz, 3~/N/PE
Moc znamionowa, maksymalna jednostki zewnętrznej	kW	3,8	5,2
Maksymalny prąd pracy	A	21	16
Zabezpieczenie jednostki zewnętrznej	-	1 x C 25A	3 x C 16A
Współczynnik mocy znamionowej	-	0,99	0,99
Dane elektryczne - jednostka wewnętrzna (Gbox/Onebox)			
Napięcie znamionowe jednostki wewnętrznej	-	400 V (+10%/-10%), 50 Hz, 3~/N/PE lub 230 V (+10%/-10%), 50 Hz, 1~/N/PE	
Moc znamionowa, maksymalna jednostki wewnętrznej - Gbox	kW	7,1	7,1
Maksymalny prąd pracy - Gbox	A	13	13
Zabezpieczenie jednostki wewnętrznej - Gbox	-	3 x B 16A lub 1 x B 16A	
Moc znamionowa, maksymalna jednostki wewnętrznej - Onebox	kW	7,1	7,1
Maksymalny prąd pracy - Onebox	A	13	13
Zabezpieczenie jednostki wewnętrznej - Onebox	-	3 x B 16A lub 1 x B 16A	
Moc grzałki zbiornika c.w.u. - Onebox	kW	2	2
Maksymalny prąd pracy grzałki c.w.u. - Onebox	A	9	9
Zabezpieczenie grzałki c.w.u. - Onebox	-	1 x B 16A	1 x B 16A
Parametry jednostek wewnętrznych (Gbox/Onebox)			
Maksymalne ciśnienie robocze	MPa	0,30	0,30
Minimalne ciśnienie robocze	MPa	0,05	0,05
Przepływ minimalny czynnika grzewczego	m^3/h	0,5	1,0
Przepływ maksymalny czynnika grzewczego	m^3/h	2,5	3,0
Pompa obiegu pompy ciepła, pobór mocy	W	10-140	10-140
Maksymalna długość przewodu medium grzewczego [1]	m	10	10
Waga netto Gbox	kg	16,5	16,5
Waga brutto Gbox	kg	18	18
Wymiary - Gbox [wys. x szer. x gł.]	mm	720 x 420 x 252	720 x 420 x 252
Masa netto Onebox	kg	193	193
Waga brutto Onebox	kg	211	211
Wymiary - Onebox [wys. x szer. x gł.]	mm	1849 x 713 x 733	1849 x 713 x 733
Pojemność zbiornika - Onebox	l	190	190
Powierzchnia wężownicy - Onebox	m^2	2,5	2,5
Maksymalne dopuszczalne ciśnienie zbiornika - Onebox	MPa	0,60	0,60
Materiał przyłączy hydraulicznych Gbox/Onebox	-	mosiądz	mosiądz
Przyłącza Gbox/Onebox	-	GZ 1"	GZ 1"

Model	j.m.	Airmax³ 7GT 09-270710	Airmax³ 12GT 09-271230
Stopień ochrony - Gbox/Onebox	-	IP 10B	IP 10B
Emisja hałasu - jednostka wewnętrzna (Gbox/Onebox)			
Moc akustyczna przy A7W55 wg EN 12102	dB	32	32
Zakres pracy			
Zakres modulacji mocy grzewczej	kW	2-9	3-15
Parametry nominalne wg EN 14511			
Nominalna moc grzewcza A7/W35	kW	4,76	6,10
Nominalny pobór mocy elektrycznej A7W35	kW	0,95	1,17
Nominalne COP A7/W35	-	5,03	5,20
Nominalna moc grzewcza A2/W35	kW	2,94	3,96
Nominalny pobór mocy el. A2/W35	kW	0,73	0,91
Nominalne COP A2/W35	-	4,04	4,35
Nominalna moc grzewcza A7/W55	kW	4,27	5,50
Nominalny pobór mocy el. A7W55	kW	1,41	1,66
Nominalne COP A7/W55	-	3,03	3,30
Maksymalna moc grzewcza A-10/W35	kW	6,02	8,40
Maksymalny pobór mocy el. A-10W35	kW	2,14	2,89
Nominalne COP A-10/W35	-	2,81	2,91

Zakres możliwych temperatur pracy określany jest obszarem pracy urządzania. Maksymalna i minimalna temperatura wody dotyczy zasilania obiegu grzewczego, czyli na wyjściu z pompy ciepła.

Tabela 13. Obszar pracy pompy ciepła Airmax³

temp. powietrza [°C]	maksymalna temp. medium grzewczego [°C]	minimalna temp. medium grzewczego [°C]
-20	60	15
-5	68	15
0	68	15
10	68	15
20	68	20
35	60	30



Wykres 13. Obszar pracy pompy ciepła Airmax³

Wartość współczynnika COP jest wartością chwilową. SCOP, czyli sezonowy współczynnik efektywności ogrzewania pomieszczeń określa się dla danego klimatu i w dwóch poziomach temperatur W35 i W55. W35 odpowiada temperaturze wody zasilającej obieg grzewczy 35°C - ma to odniesienie do ogrzewania podłogowego, czyli niskotemperaturowego. W55 odpowiada temperaturze wody zasilającej obieg grzewczy 55°C - ma to odniesienie do ogrzewania grzejnikowego. Zawsze wyższymi wskaźnikami efektywności charakteryzuje się ogrzewanie niskotemperaturowe.

Tabela 14. Parametry energetyczne pomp ciepła Airmax[3]

specyfikacja		j.m.	Airmax[3]	
			7GT	12GT
SCOP[1]	klimat umiarkowany (W35)	-	4,5	4,7
η_s[2]		%	176	186
klasa energetyczna		-	A+++	A+++
SCOP[1]	klimat umiarkowany (W55)	-	3,3	3,7
η_s[2]		%	130	145
klasa energetyczna		-	A++	A++

[1] Wg EN 14825.
[2] Sezonowa efektywność ogrzewania pomieszczeń.

Tabela 15. Przyłącze elektryczne Airmax[3]

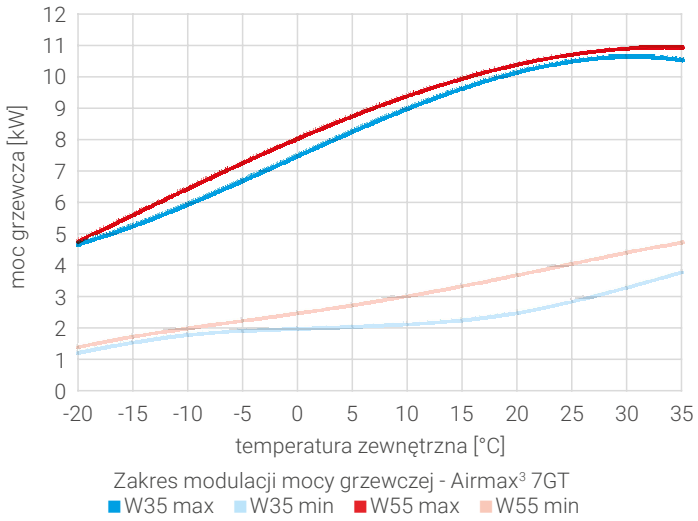
Opis		Airmax[3] 7GT (2-9 kW)	Airmax[3] 12GT (3-15 kW)
Jednostka zewnętrzna			
Rodzaj zasilania		230 V	400 V
Typ zabezpieczenia elektrycznego		C25	C16
Przekrój i typ przewodu zasilającego		3 x 4 mm^2	5 x 2,5 mm^2
Jednostka wewnętrzna			
Rodzaj zasilania		230 / 400 V	
Typ zabezpieczenia elektrycznego Onebox/Gbox	230 V	1 x B 16A (1 stopień grzałki)	
	400 V	3 x B 16A (2 lub 3 stopnie grzałki)	
Przekrój i typ przewodu zasilającego Onebox/Gbox	230 V	3 x 2,5 mm^2 (1 stopień grzałki)	
	400 V	5 x 2,5 mm^2 (2 lub 3 stopnie grzałki)	
Typ zabezpieczenia elektrycznego dla grzałki c.w.u. w Onebox		1 x B 16A	
Przekrój i typ przewodu zasilającego grzałki c.w.u. w Onebox		3 x 2,5 mm^2	

Tabela 16. Podłączenie elementów dodatkowych (informacje instalacyjne) - Airmax[3]

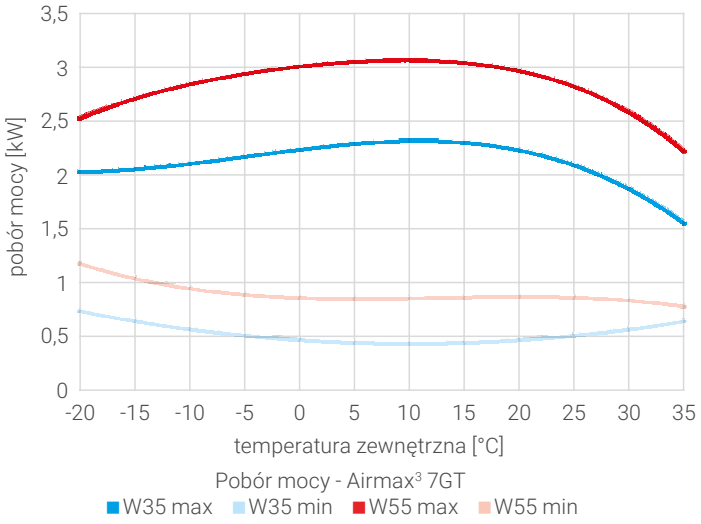
Element instalacji	Miejsce podłączenia	Rodzaj podłączenia	Przewód do podłączenia
Pompa za wymiennikiem płytowym	Jednostka wewnętrzna	Bezpośrednio do stycznika K4	3 x 1,5 mm^2
Pompa obiegowa obiegu 1	Jednostka wewnętrzna	Bezpośrednio do stycznika K5	3 x 1,5 mm^2
Zawór mieszający 1 (obiegu 1)	Jednostka wewnętrzna	Bezpośrednie	3 x 1 mm^2
Pompa obiegowa (obiegu 2)	Jednostka wewnętrzna	Bezpośrednio do stycznika K6	3 x 1,5 mm^2
Zawór mieszający 2 (obiegu 2)	Jednostka wewnętrzna	Bezpośrednie	3 x 1 mm^2
Grzałka zbiornika c.w.u.	Jednostka wewnętrzna Onebox	Grzałka zabudowana w zbiorniku	Nie dotyczy
	Jednostka wewnętrzna Gbox	Podłączenie przez dodatkowy zewnętrzny stycznik	2 x 0,5 mm^2 (sygnał)
Pompa cyrkulacyjna c.w.u.	Jednostka wewnętrzna	Podłączenie przez dodatkowy zewnętrzny stycznik	2 x 0,5 mm^2 (sygnał)
Dodatkowa grzałka rury odprowadzającej skropliny (opcjonalnie)	Jednostka zewnętrzna	Bezpośrednie (wyjście J20), max. moc 50W	Nie dotyczy

3.2.7. Charakterystyki pomp ciepła Galmet - Airmax[3]

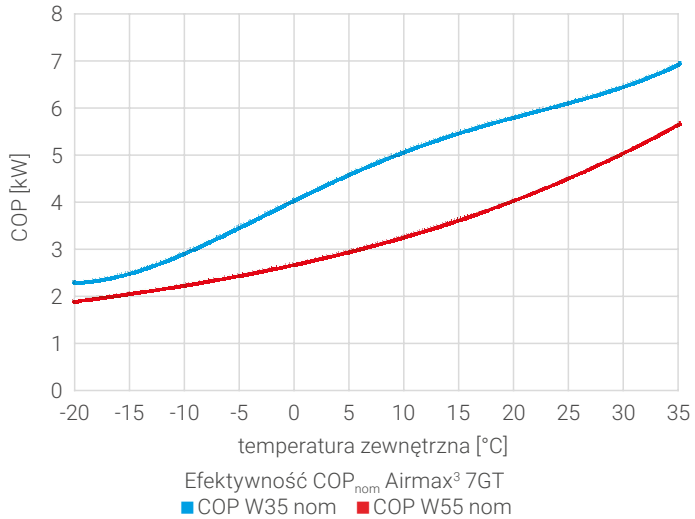
Dla każdej jednostki typoszeregu stworzono charakterystyki. Dla zastosowań niskotemperaturowych (ogrzewanie podłogowe) odpowiednia jest charakterystyka W35. Dla zastosowań wysokotemperaturowych (ogrzewanie grzejnikowe) odpowiednia jest charakterystyka W55. Wartości 35 i 55 to temperatury wody (°C) na wyjściu z pompy ciepła. W związku z tym, że Airmax[3] to inwerterowa pompa ciepła to charakterystyki mocy grzewczej i elektrycznej przedstawiają wartości w zakresie od minimalnych do maksymalnych obrotów sprężarki. Wartość COP przedstawiana jest dla obrotów nominalnych sprężarki.



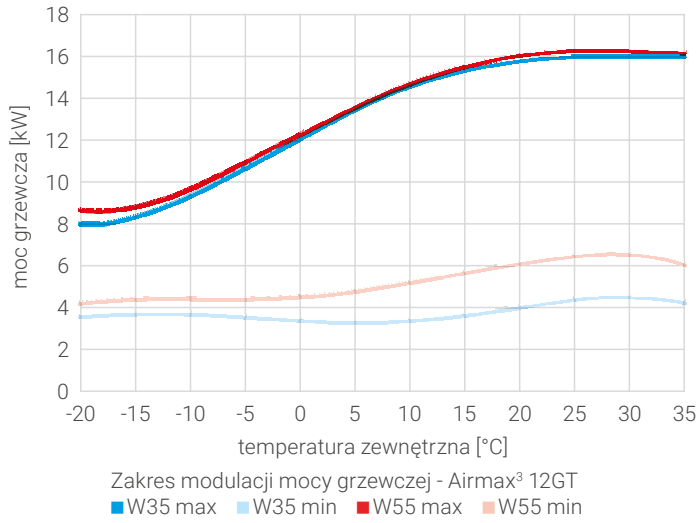
Wykres 14. Moc grzewcza (obroty minimalne i maksymalne sprężarki) dla zastosowań niskotemperaturowych (W35) i wysokotemperaturowych (W55) - pompa ciepła Airmax³ 7GT



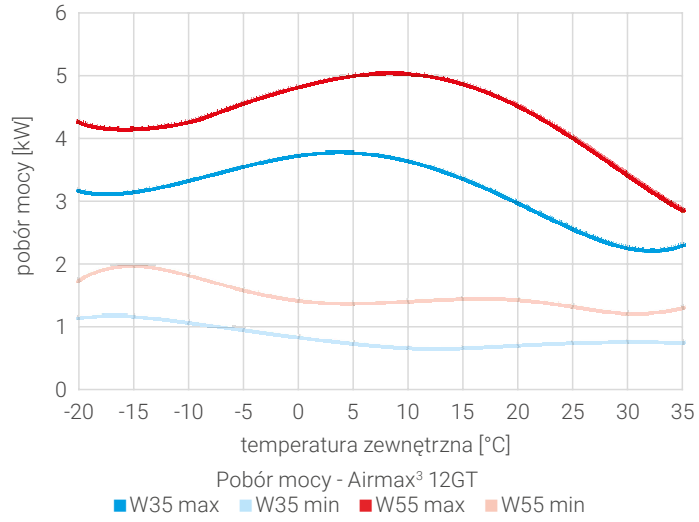
Wykres 15. Moc elektryczna (pobór mocy dla obrotów minimalnych i maksymalnych sprężarki) dla zastosowań niskotemperaturowych (W35) i wysokotemperaturowych (W55)- pompa ciepła Airmax³ 7GT



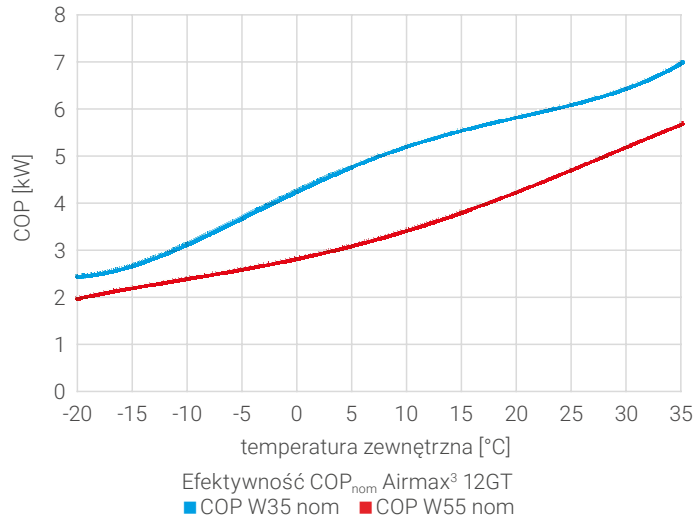
Wykres 16. COP (obroty nominalne sprężarki) dla zastosowań niskotemperaturowych (W35) i wysokotemperaturowych (W55) - pompa ciepła Airmax³ 7GT



Wykres 17. Moc grzewcza (obroty minimalne i maksymalne sprężarki) dla zastosowań niskotemperaturowych (W35) i wysokotemperaturowych (W55) - pompa ciepła Airmax³ 12GT



Wykres 18. Moc elektryczna (pobór mocy dla obrotów minimalnych i maksymalnych sprężarki) dla zastosowań niskotemperaturowych (W35) i wysokotemperaturowych (W55)- pompa ciepła Airmax³ 12GT



Wykres 19. COP (obroty nominalne sprężarki) dla zastosowań niskotemperaturowych (W35) i wysokotemperaturowych (W55) - pompa ciepła Airmax³ 12GT

3.3. Pompy ciepła powietrze-woda do c.w.u.

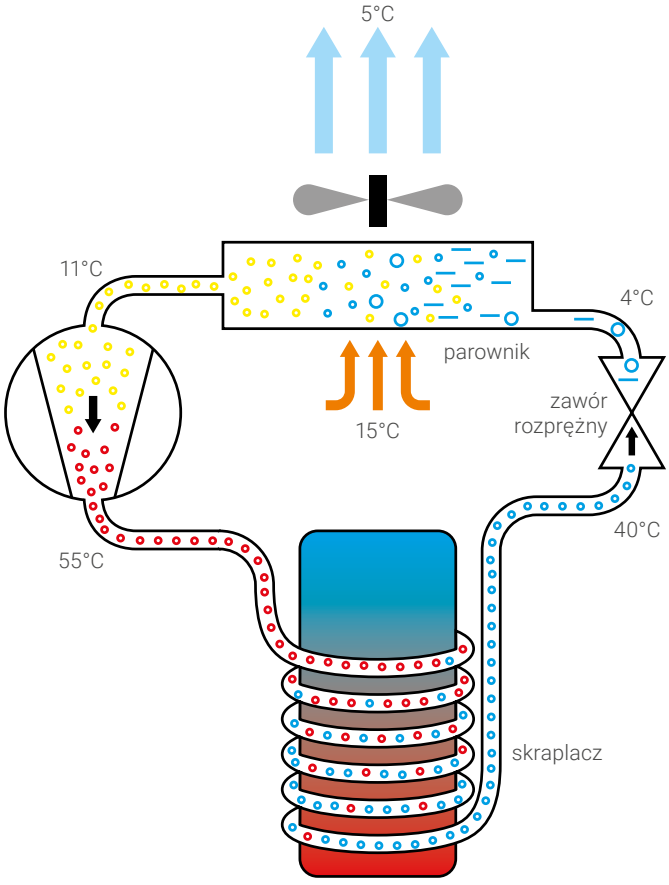
Zalety pomp powietrze-woda do c.w.u.:

- łatwość obsługi
- możliwość pracy na powietrzu wewnętrznym
- możliwość wykorzystania pompy ciepła do osuszania powietrza i częściowego klimatyzowania pomieszczenia
- bezobsługowość
- możliwość podłączenia dodatkowego źródła (kotła c.o., solara). Łącząc kocioł c.o. z pompą ciepła do c.w.u. uzyskujemy ciepłą wodę latem bez konieczności rozpalania w kotle.

3.3.1. Zasada działania

Parownik pompy ciepła powietrze-woda ma postać wymiennika lamelowego. Zachodzi w nim odparowanie czynnika. Ciepło do odparowania pochodzi z powietrza. Przepływ powietrza przez wymiennik wymuszany jest wentylatorem. Generowany przez powietrzne pompy ciepła hałas, wynika głównie z szumu pochodzącego z przetłaczania powietrza. Głośność pracy sprężarki jest niewielka, porównywalna do odgłosów wydawanych przez lodówkę. Obieg czynnika termodynamicznego oraz strona dolnego źródła jest podobna do tego z modelu Airmax^2, czy innej dowolnej pompy ciepła pracującej w systemie powietrze-woda. Po sprężeniu przez sprężarkę odparowanego czynnika, ciepło zostaje oddane w skraplaczu pompy ciepła. Po procesie rozprężania czynnik ponownie zostaje skierowany do parownika i proces się powtarza.

W przypadku podgrzewaczy z pompą ciepła (model Basic) specyficzną formę ma skraplacz. Jest to nawinięta na zbiornik rura aluminiowa, która przez ścianę zbiornika oddaje ciepło do wody użytkowej.



Rys. 35. Budowa i zasada działania podgrzewacza z pompą ciepła

3.3.2. Opis techniczny pompy ciepła do c.w.u. ze zbiornikiem - Basic



Rys. 36. Pompa ciepła Basic 200

Charakterystyka typoszeregu pomp ciepła Basic:

- O 28% większa wydajność w porównaniu z poprzednią generacją.
- Efektywność - COP: do 3,6 2 - zgodnie z najnowszą normą.
- Spełnia wymogi najwyższej klasy energetycznej A++.
- Niskie koszty ogrzewania - tylko 1,2 PLN dziennie.
- Maksymalna temperatura wody: 65°C.
- Idealna nawet dla 6-7 osobowej rodziny.
- Inteligentne wykorzystanie instalacji PV - autokonsumpcja do 100%.
- Nowe, bardziej intuicyjne menu - kolorowy panel sterujący.
- Hybrydowa współpraca z dodatkowymi źródłami (np. z kolektorami słonecznymi, kotłem gazowym, grzałką).
- Zdalne sterowanie aplikacją (wymagany opcjonalny moduł ST-505 lub WiFi RS).
- Licznik wytworzonej energii.
- Tryby pracy: Party, Eco, Antylegionella, Lato i Zima.
- Czujnik temperatury powietrza zewnętrznego w pompie ciepła.
- Możliwość ustawienia harmonogramu pracy pompy ciepła i pompy cyrkulacyjnej.
- Osuszanie i częściowe klimatyzowanie pomieszczenia podczas pracy urządzenia.
- Wydłużona żywotność zbiornika dzięki zastosowaniu zabezpieczenia antykorozyjnego DIELECTRIC PROTECTION®.
- Urządzenie wpisane na listę zielonych urządzeń i materiałów ZUM.

W standardzie z urządzeniem:

- DIELECTRIC PROTECTION® -zabezpieczenia antykorozyjne gwarantujące wydłużoną żywotność zbiornika.
- Grzałka elektryczna 2 kW do dogrzewania wody w okresach wzmożonego zapotrzebowania na energię.
- Kompletny zestaw czujników temperatury.

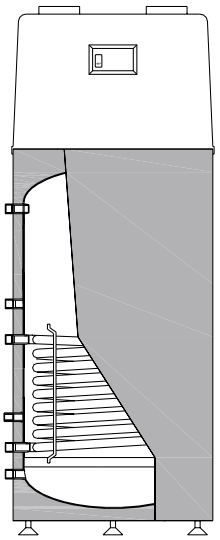
Dodatkowo opcjonalnie:

- Czujnik do sterowania obiegiem solarnym.
- Dostępne dedykowane elementy wentylacyjne.

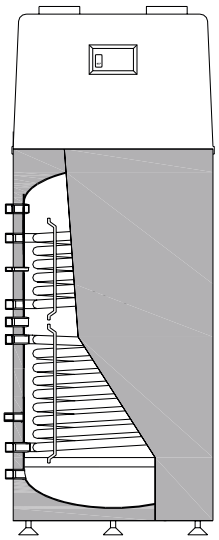
Model Basic to pompa ciepła przeznaczona do zapewnienia ciepłej wody użytkowej. Może pracować na powietrzu zewnętrznym lub wewnętrznym, z tym, że montowana jest wewnątrz pomieszczeń. W przypadku pracy na powietrzu obiegowym z pomieszczenia, konieczne jest zapewnienie odpowiedniej wentylacji oraz zachowanie minimalnej kubatury pomieszczenia na poziomie 30 m3. Dodatkowo należy pamiętać o wymaganej odległości 1,5 m między wlotem i wyrzutem powietrza (najprostszym sposobem oddzielenia tych strumieni jest zastosowanie kolana). Pracując, pompa ciepła ochładza powietrze, jednocześnie je osusza, wykraplając wilgoć zawartą w powietrzu. Zatem istnieje możliwość skierowania ochłodzonego powietrza do dowolnego pomieszczenia, celem jego częściowego chłodzenia. Należy przy tym pamiętać, że efekt chłodzenia następuje jedynie w czasie pracy urządzenia, to znaczy grzania wody. W przypadku pracy na powietrzu zewnętrznym lub pobieraniu czy też wyrzucaniu powietrza do sąsiadującego pomieszczenia stosuje się kanały wentylacyjne. Kanały powietrzne nie powinny przekraczać 5m w linii prostej na wlocie i wylocie, każde kolano to dodatkowy opór miejscowy (odejmuje 2 m z dyspozycyjnej długości). W ofercie Galmet dostępne są elementy wentylacyjne (z blachy ocynkowanej), których można użyć przy montażu pomp ciepła. Przykładowe konfiguracje przedstawione są w dalszej części opracowania. Zakres temperaturowy pracy tych jednostek to od 7 do 35°C, zatem w okresie zimowym, w przypadku pobierania powietrza z zewnątrz, wymagają wspomagania grzałką (standardowo jest zabudowana grzałka w zbiorniku) lub dodatkowym źródłem. Podgrzewacz zintegrowany z pompą ciepła jest emaliowany, a celem jego ochrony, wyposażany jest w anody magnezowe, które okresowo należy wymieniać. W przypadku zastosowania anody tytanowej należy wykonywać okresowe przeglądy, celem kontroli jej pracy. Każdy zbiornik posiada też odpowiednią izolację zewnętrzną, która ogranicza straty ciepła.

Typoszereg Basic zawiera 3 urządzenia:

- Basic 200 z jedną dodatkową wężownicą
- Basic 270 z jedną dodatkową wężownicą
- Basic 270 z dwoma dodatkowymi wężownicami

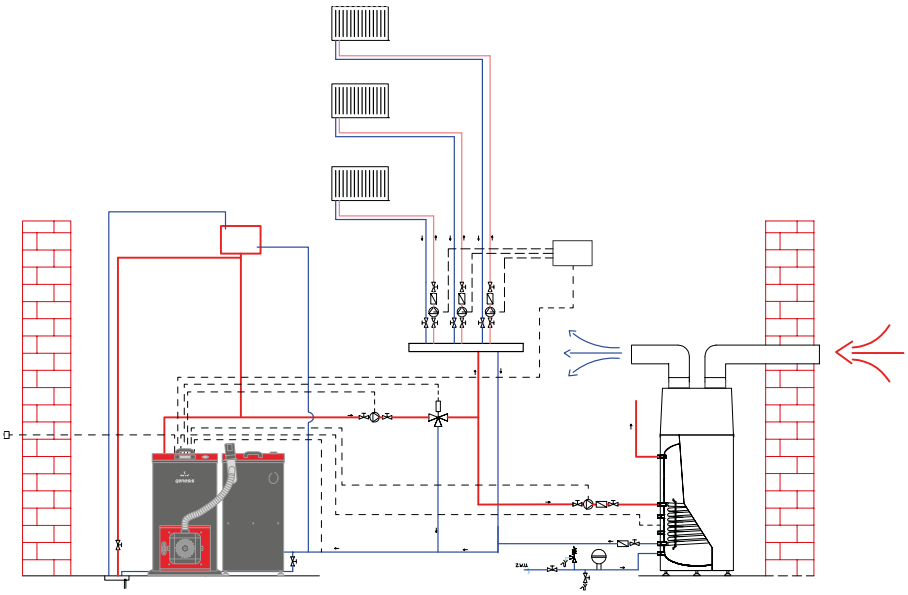


Rys. 37. Podgrzewacz z pompą ciepła z jedną dodatkową wężownicą



Rys. 38. Podgrzewacz z pompą ciepła z dwiema dodatkowymi wężownicami

Zatem każdy podgrzewacz z pompą ciepła wyposażony jest standardowo w dodatkową wężownicę. Wężownica stalowa służy do podłączenia dodatkowego źródła tj. kotła i/lub solara. Najczęściej stosowanym rozwiązaniem jest połączenie pompy ciepła Basic z kotłem c.o. W zestawie z pompą ciepła dostarczany jest czujnik dodatkowy standardowo stosowany w instalacji z kotłem. Sterowanie ładowaniem zbiornika (a konkretnie zewnętrzną pompą obiegową) przy użyciu kotła c.o. może być realizowane przez sterownik pompy ciepła lub sterownik kotła. Na poniższym schemacie został przedstawiony ten drugi wariant.



Rys. 39. Schemat połączenia pompy ciepła Basic z kotłem pelletowym

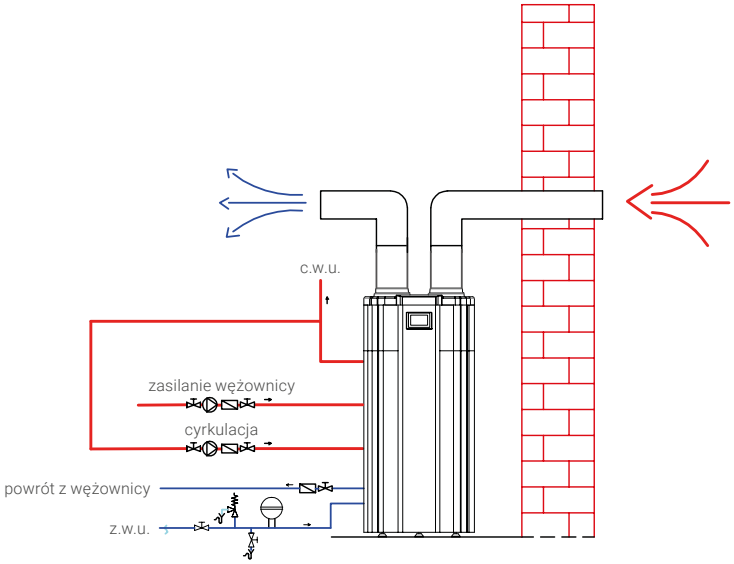
Sterownik pompy ciepła Basic może obsługiwać dodatkową pompę obiegową solara. Wtedy na podstawie odczytu temperatury z czujnika, sterownik pompy ciepła załącza dodatkową solarną pompę obiegową. W tym przypadku możemy zrezygnować z zakupu sterownika zestawu solarnego, gdyż jego rolę przejmie sterownik pompy ciepła. Z tym, że sterownik ten obsługuje tylko jedno dodatkowe źródło, zatem jeśli wybierzemy podgrzewacz dwuwężownicowy to jedno ze źródeł musi być obsługiwane przez zewnętrzną automatykę.

Sterownik stosowany pompach ciepła do c.w.u. ze zbiornikiem:

- ST 53 - sterownik pompy ciepła Basic

Sterownik wyposażony jest w dodatkowe funkcje, m.in.: Antylegionella (przegrzew dezynfekcyjny), Tygodniówka (harmonogram czasowy pracy pompy ciepła), Party (szybki podgrzew wody wszystkimi dostępnymi źródłami), Antyzamarzanie (ochrona zbiornika przed zamarznięciem wody).

Ponadto sterownik ma możliwość obsługi pompy cyrkulacyjnej oraz ustawienia harmonogramu jej pracy. W przypadku instalacji cyrkulacji ważne jest optymalne ustawienie cykli jej pracy, aby ograniczyć straty energii.



Rys. 40. Instalacja pompy ciepła do c.w.u. z cyrkulacją ciepłej wody użytkowej

3.3.3. Dane techniczne pompy ciepła - Basic

Do budowy pompy ciepła Basic użyto komponentów gwarantujących wysoką efektywność. Zastosowano sprężarkę rotacyjną, parownik miedziany z lamelami aluminiowymi, termostatyczny zawór rozprężny oraz wentylator promieniowy charakteryzujący się dużym sprężem. Sterownik pompy ciepła jest intuicyjny zarówno dla instalatora jak i użytkownika, posiada dotykowy wyświetlacz. Pompa Basic standardowo wyposażona jest w grzałkę elektryczną 2 kW do ewentualnego wspomagania pracy pompy ciepła w okresach wzmożonego zapotrzebowania na ciepłą wodę lub zapewnienia wody w przypadku niskich temperatur powietrza zasilającego i braku źródła dodatkowego. Model Basic występuje w wersjach: 200 l z jedną wężownicą, 270 l z jedną lub dwoma wężownicami. Zbiornik zabezpieczany jest anodami magnezowymi. Istnieje również możliwość zakupu wersji z anodą tytanową.

Tabela 17. Główne komponenty podgrzewacza z pompą ciepła Basic

część	producent / typ
sprężarka	rotacyjna
parownik	lamelowy aluminiowo-miedziany
skraplacz	nawijany na zbiornik
zawór rozprężny	termostatyczny
wentylator	promieniowy
sterownik	ST 53
grzałka	miedziana
moduł internetowy (opcjonalny)	ST505- połączenie LAN / WiFI RS - połączenie WiFi

Podgrzewacze z pompą ciepła do wody użytkowej badane są według normy PN-EN 16147. Parametry pracy podawane są dla powietrza zasilającego na poziomie 15 i 20°C oraz temperaturze wody wlotowej zimnej 10°C i ciepłej użytkowej 55°C.

Tabela 18. Dane podstawowe pomp ciepła Basic

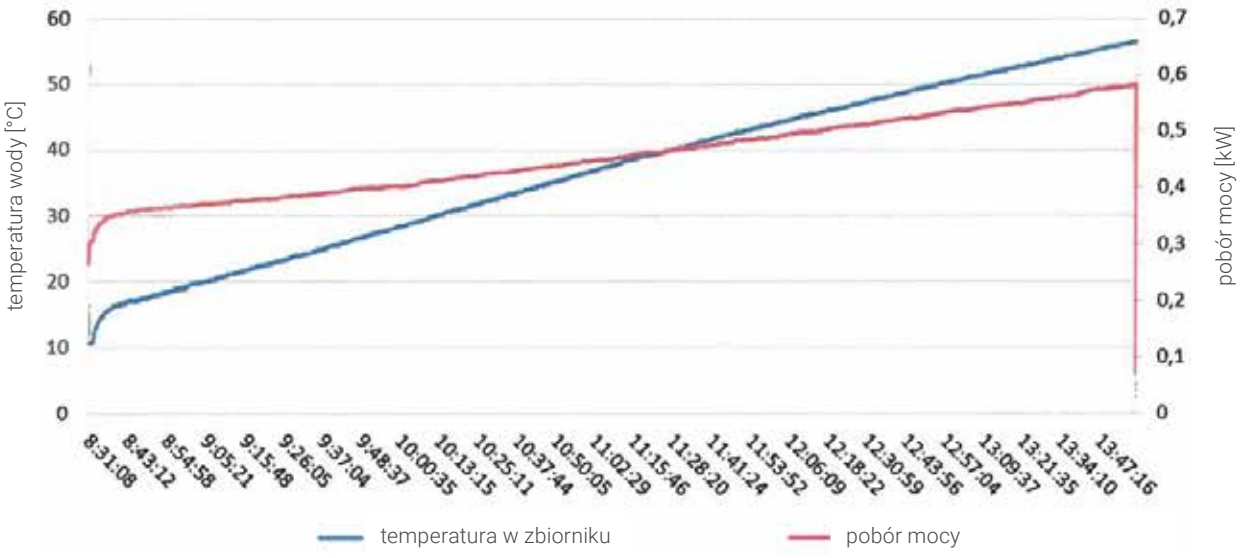
specyfikacja	j.m.	Basic	Basic	Basic
		200 z 1 wężownicą	270 z 1 wężownicą	270 z 2 wężownicami
numer katalogowy	-	09-353103	09-355103	09-355203
temperaturowy zakres pracy	°C	+7 ÷ +40	+7 ÷ +36	+7 ÷ +36
średnia moc grzewcza (pompa ciepła)	kW	2	2	2
moc grzałki elektrycznej	kW	2	2	2
całkowita moc grzewcza (pompa ciepła + grzałka)	kW	4	4	4
średni pobór mocy elektrycznej pompy ciepła	kW	0,47	0,49	0,49
maksymalna temperatura c.w.u. (pompa ciepła)	°C	55	55	55
maksymalna temperatura c.w.u. (pompa ciepła+grzałka)	°C	65	65	65

maksymalna temperatura c.w.u. (funkcja Legionella)	°C	75	75	75
średnica kanałów powietrznych	mm	160	160	160
maksymalna długość kanałów powietrznych	m	10	10	10
nominalny przepływ powietrza	m^3/h	435	429	429
ciśnienie akustyczne (w odległości 2 m)	dB	45	46	46
moc akustyczna (wg EN 12102)	dB	56	57	57
wymiary (wysokość x średnica)	mm	1500 x 670	1730 x 670	1730 x 670
waga	kg	120	130	150
obieg czynnika chłodniczego				
czynnik chłodniczy	-	R513a	R513a	R513a
ilość czynnika chłodniczego	kg	1	1	1
maksymalna wartość wysokiego ciśnienia w obiegu chłodniczym	bar	25	25	25
minimalna wartość niskiego ciśnienia w obiegu chłodniczym	bar	0,5	0,5	0,5
parametry zbiornika				
typ zbiornika	-	SGW(S)	SGW(S)	SGW(S)B
materiał zbiornika	-	Stal/emalia	Stal/emalia	Stal/emalia
pojemność nominalna zbiornika	l	200	270	270
pojemność brutto zbiornika	l	210	278	278
pojemność magazynowa zbiornika	l	202	270	264
ilość wężownic dodatkowych	szt.	1	1	2
pojemność wężownicy	l	7	7	7/4,9
powierzchnia wężownicy	m^2	1	1	1/0,7
moc wężownicy (70/10/45°C)	kW	23,6	23,6	23,6/17
wydajność wężownicy (70/10/45°C)	l/h	585	585	585/410
moc wężownicy (80/10/45°C)	kW	31,5	31,5	31,5/22
wydajność wężownicy (80/10/45°C)	l/h	774	774	774/540
maksymalne ciśnienie pracy zbiornika	MPa	1	1	1
maksymalne ciśnienie wężownicy	MPa	1,6	1,6	1,6
maksymalna temperatura wężownicy i zbiornika zintegrowanego z pompą ciepła	°C	80	80	80
króćce przyłączeniowe	-	1"	1"	1"
króciec przyłączeniowy cyrkulacji	-	3/4"	3/4"	3/4"
parametry elektryczne				
napięcie i częstotliwość zasilania	V/Hz	230/50	230/50	230/50
maksymalny pobór prądu (pompa ciepła + grzałka)	A	10,7	10,7	10,7
sugerowane zabezpieczenie elektryczne	-	C16	C16	C16
stopień ochrony	-	IP22	IP22	IP22
efektywność energetyczna (wg PN-EN 16147)				
deklarowany profil obciążeń	-	L	XL	XL
COP (A20/W10-55) (wg PN-EN 16147)	-	3,6	3,1	3,1
COP (A15/W10-55) (wg PN-EN 16147)	-	3,3	2,9	2,9
klasa efektywności energetycznej	-	A+	A+	A+
efektywność energetyczna ogrzewania wody η_{wh}	%	151	129	129
roczne zużycie energii elektrycznej (AEC)	kWh	677	1295	1295
Q_{elec}	kWh	3,216	6,105	6,105
maksymalna ilość wody o temp. 40°C (V_{40})(A20/W10-55)	l	254	350	350

temperatura referencyjna (Θ_{WH})(A20/W10-55)	°C	52,52	54,94	54,94

Celem przybliżenia pojęć: maksymalna ilość wody o temp. 40°C i i temperatura referencyjna, wartości te uzyskiwane są w badaniu wg normy PN-EN 16147. Przy ustawieniu temperatury zadanej zbiornika na 55°C i wygrzaniu zbiornika rozpoczyna się pobór wody (przy określonych warunkach), trwa on tak długo, aż woda na wylocie ze zbiornika osiągnie 40°C. Średnia temperatura w czasie tego poboru wody określana jest temperaturą referencyjną. Natomiast objętość pobranej ciepłej wody w tym czasie określana jest właśnie jako maksymalna objętość wody zmieszanej.

Czas nagrzewu zbiornika zależny jest od temperatury powietrza zasilającego oraz zakresu temperaturowego nagrzewu wody. Przykładowo, dla pompy ciepła Basic 200 i temperatury powietrza 15°C, podczas badań urządzenia proces ten przebiegał następująco:



Wykres 20. Cykl nagrzewu wody przez pompę ciepła Basic 200 (A15/ W10-55)

Czas nagrzewania wody zależny jest od temperatur powietrza zasilającego, im jest ona wyższa tym czas nagrzewu jest krótszy. Szczegóły przedstawiono w tabeli poniżej.

Tabela 19. Czas nagrzewania wody i średni pobór pompy ciepła Basic dla różnych parametrów pracy

Temperatura powietrza wlotowego	Nagrzewanie wody od 10 do 55°C (tryb ECO)					
	Przybliżony czas nagrzewania wody [h]			Średni pobór prądu [kW]		
	Basic 200 z 1 węż.	Basic 270 z 1 węż.	Basic 270 z 2 węż.	Basic 200 z 1 węż.	Basic 270 z 1 węż.	Basic 270 z 2 węż.
+40°C	3,5	-	-	0,52	-	-
+36°C	-	6	6	-	0,53	0,53
+20°C	5	8	8	0,47	0,49	0,49
+15°C	5,5	9,5	9,5	0,46	0,48	0,48
+7°C	7,5	14,5	14,5	0,45	0,41	0,41

COP pompy ciepła obliczane wg PN-EN 16147 uwzględnia przykładowy cykl dobowy poboru wody i straty postojowe. Test wg PN-EN 16147 dla pompy ciepła Basic 200, przykładowo przy temperaturze powietrza 15°C, przedstawia się on następująco:



Wykres 21. Praca pompy ciepła Basic 200 podczas cyklu poboru wody (A15)

3.3.4. Elementy wentylacyjne przeznaczone do pomp ciepła powietrze-woda do c.w.u.

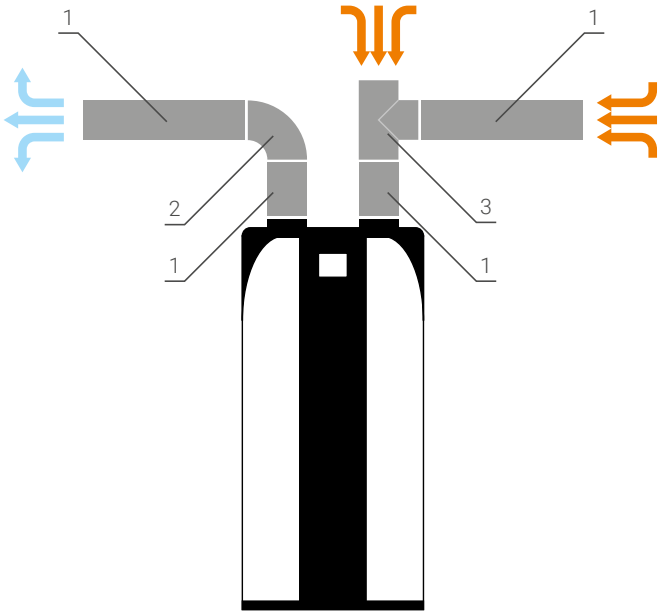
Celem pobierania/wyrzutu powietrza z/do innego pomieszczenia lub na zewnątrz stosowane są elementy wentylacyjne. Przy projektowaniu tego rodzaju rozwiązania należy mieć na uwadze opory przepływu powietrza przez dany układ. Zaleca się stosowanie rur gładkich. Rury karbowane powodują zwiększone opory przepływu powietrza. W przypadku pracy pompy ciepła na powietrzu z pomieszczenia należy zwrócić uwagę na jego wentylację i zachowanie minimalnej kubatury, co szerzej zostało opisane powyżej w opracowaniu.

Tabela 20. Elementy wentylacyjne do pomp ciepła Basic

l.p.	numer kat.	nazwa	zdjęcie
1	M-009657	rura wentylacyjna ø160/160 mufa/mufa (rura sprzedawana w odcinkach 1,5 mb)	
2	M-009658	kolano tłoczone ø160/160 nypel/nypel	
3	M-009659	trójnik ø160/160 nypel/nypel dwustr. z przepustnicą	
4	M-009660	czerpnia ścienna ø250 nypel	
5	M-009661	redukcja ø250/160 mufa(do czerpni)/nypel	
6	M-009664	uchwyt do rur ø160	
7	M-009665	złącze ø160/160 nypel/nypel	

Dla pomp ciepła Basic zaleca się długość kanału wlotowego i wylotowego maksymalnie po 5 m (licząc kanał prosty), każde kolano 90° odejmuje 2 m z długości dyspozycyjnej. Dla uniknięcia mieszania się strumieni powietrza zaleca się odległość czerpni i wyrzutni co najmniej 1,5 m. Poniżej przedstawiono przykładową konfigurację przy zastosowaniu wyżej wyróżnionych elementów wentylacyjnych.

Przykładowa konfiguracja: pompa ciepła Basic; pobór powietrza z pomieszczenia lub z zewnątrz, wyrzut powietrza na zewnątrz. Dwa miejsca poboru możliwe są przy zastosowaniu trójnika z przepustnicą. Zastosowano dodatkowo rurę oraz standardowe kolano. Odnosząc to do dyspozycyjnej długości 5 m kanału prostego, na kanale wlotowym zastosowano: rura - 1,5 m, trójnik - 2 m, rura - 0,5 m, natomiast kanał wylotowy: rura - 1,5 m, kolano - 2 m, rura - 0,5 m, co łącznie daje wartości nieprzekraczające 5 m (prawidłowo).



Rys. 41. Przykładowa konfiguracja kanałów powietrznych dla pompy ciepła Basic

4. POMPY CIEPŁA SOLANKA-WODA

Pompy ciepła pracujące w systemie solanka-woda, czyli jednostki pozyskujące ciepło z gruntu, to najtańsze w eksploatacji spośród bezobsługowych źródeł ciepła. Do pozyskania ciepła z gruntu konieczne jest wykonanie wymiennika gruntowego.

Zalety pomp ciepła solanka-woda:

- czyste źródło ciepła
- niskie koszty eksploatacyjne
- stabilne źródło ciepła
- powszechna dostępność dolnego źródła - gruntu
- bezobsługowość
- brak problemu magazynowania paliwa
- bezpieczeństwo - brak możliwości wybuchu gazu ziemnego czy zaczadzenia

Niedogodności związane z instalacjami z pompą ciepła solanka-woda:

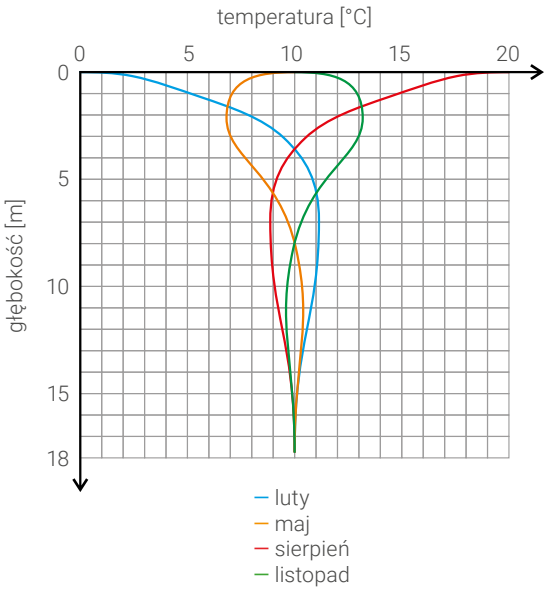
- konieczność wykonania wymiennika gruntowego, co podnosi koszty inwestycyjne
- ryzyko niepoprawnego wykonania wymiennika dolnego źródła, co skutkuje niepoprawną pracą urządzenia, bądź ją uniemożliwia

W ofercie Galmet model pompy ciepła pracującej w systemie solanka-woda to:

- Maxima - do c.o. i c.w.u.
- Maxima Compact - do c.o. i c.w.u.

4.1. Grunt jako dolne źródło

Dla pozyskania ciepła z gruntu konieczne jest wykonanie wymiennika gruntowego w postaci: sond pionowych lub wymiennika poziomego. W urządzeniach działających w systemie solanka-woda ciepło jest odbierane z gruntu przez czynnik pośredniczący (glikol). Dolne źródła pomp gruntowych zostaną szerzej opisane poniżej. Przewagą gruntu jest bardziej stabilna temperatura dolnego źródła, niż w przypadku pomp powietrznych. Poniżej pewnej głębokości grunt utrzymuje stałą temperaturę w ciągu całego roku, natomiast w płytszych warstwach temperatura ta zmienia się w ciągu roku.



Rys. 42. Zmiany temperatury gruntu w ciągu roku w zależności od głębokości

Poniżej głębokości 15m temperatura gruntu utrzymuje się na stałym poziomie - ok. 10°C. Sondy pionowe wykorzystują w większości ciepło geotermalne. W przypadku wymienników poziomych temperatura gruntu zmienia się w ciągu roku w większym zakresie. Strumień ciepła geotermalnego dla wymiennika poziomego jest praktycznie pomijalny, a korzysta on z ciepła pochodzącego z promieniowania słonecznego, jego regenerację wspomagają też opady deszczu. Źle dobrany wymiennik gruntowy może skutkować niską temperaturą powracającego z gruntu glikolu (to zaś powoduje niższą efektywność pompy), dlatego też jego dobór powinien być starannie przeprowadzony z uwzględnieniem lokalnych warunków gleby. W przypadku instalacji pomp gruntowych przy niepoprawnym zaprojektowaniu lub wykonaniu wymiennika gruntowego, a przez to też nieprawidłowym wykorzystywaniem ciepła zgromadzonego w gruncie, istnieje wysokie ryzyko wyeksploatowania źródła ciepła.

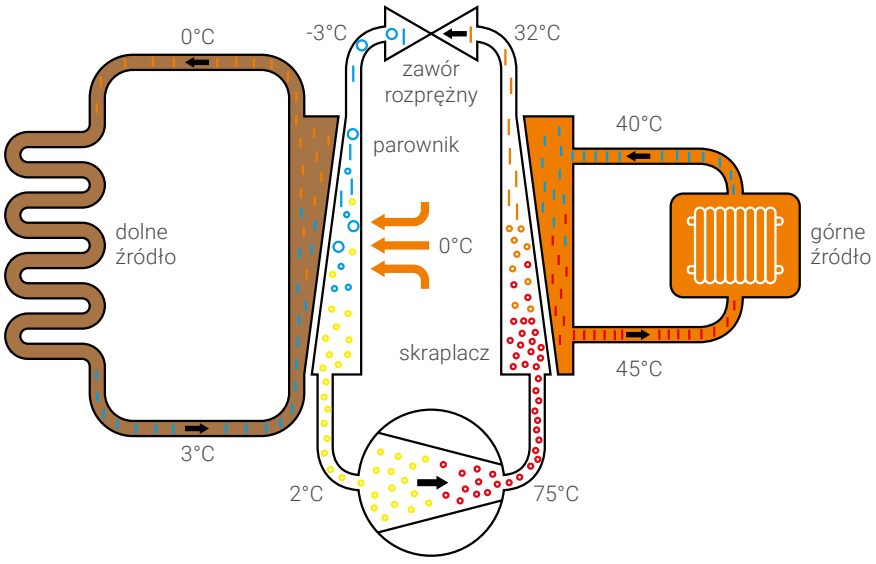
4.2. Pompa ciepła solanka-woda do c.o. i c.w.u. - Maxima i Maxima Compact

Urządzenia grzewcze zapewniające ogrzewanie oraz wodę użytkową, czerpiące ciepło z gruntu. W ofercie Galmet z tego rodzaju pomp ciepła oferowany jest model Maxima oraz Maxima Compact.

Zalety pomp solanka-woda do c.o. i c.w.u.:

- Cicha praca urządzenia
- Bezobsługowość - zapewniają zarówno wodę grzewczą jak i użytkową
- Nowoczesny design

4.2.1. Zasada działania



Rys. 43. Pompa ciepła solanka-woda zasada działania

Parownik pompy ciepła solanka-woda ma postać wymiennika płytowego, gdzie odbierane jest ciepło dostarczone z gruntu za pośrednictwem glikolu. W wymienniku tym zachodzi odparowanie czynnika chłodniczego. Ciepło do odparowania pochodzi z gruntu. Przepływ glikolu przez wymiennik wymusza pompa obiegowa (zabudowana w urządzeniu - Maxima 7-16GT oraz w Maxima Compact 7-12GT, zamontowana na zewnątrz - Maxima 20-42 GT). Po procesie sprężania ciepło oddane zostaje w skraplaczu, który ma formę również wymiennika płytowego. Czynnik chłodniczy w skraplaczu przekazuje ciepło do wody. Następnie czynnik zostaje poddany procesowi rozprężania, po czym ponownie jest kierowany do parownika i proces się powtarza. Woda, która odebrała ciepło z układu pompy ciepła transportuje ciepło do górnego źródła, które stanowi instalacja ogrzewania lub/i zasobnik c.w.u. (oddzielny lub zabudowany z pompą ciepła w wersji Compact).

4.2.2. Opis techniczny pomp ciepła Galmet - Maxima

Typoszereg Maxima obejmuje osiem jednostek:

- Maxima 7 GT
- Maxima 10 GT
- Maxima 12 GT
- Maxima 16GT
- Maxima 20 GT
- Maxima 28 GT
- Maxima 34GT
- Maxima 42 GT



Rys. 44. Pompa ciepła Maxima 7 GT-16GT



Rys. 45. Pompa ciepła Maxima 20 GT-42 GT

Charakterystyka typoszeregu pomp ciepła Maxima 7-16GT:

- Wysokie COP: do 4,5 (B0W35).
- Możliwość uzyskania dofinansowania na terenie Niemiec - wpis na listę BAFA.
- Niezawodna sprężarka typu Scroll.
- System pogodowy dopasowuje parametry pracy pompy ciepła do warunków atmosferycznych.
- Możliwość ustawienia harmonogramu pracy zarówno pompy ciepła jak i pompy cyrkulacyjnej.
- Możliwość sterowania grzałką elektryczną zasobnika, pompą cyrkulacyjną, obiegami grzewczymi.
- Elektroniczny zawór rozprężny maksymalizujący wydajność.
- Stała wydajność w czasie całego sezonu grzewczego.
- Kwalifikuje się do dofinansowania - program „Czyste Powietrze" (wpis na listę zielonych urządzeń i materiałów ZUM.

Charakterystyka typoszeregu pomp ciepła Maxima 20-42 GT:

- Wysokie COP: do 4,7 (B0W35).
- Wysoka temperatura zasilania: do 65°C (wysokotemperaturowa pompa ciepła).
- Idealna do budynków o zwiększonym zapotrzebowaniu na energię cieplną.
- Możliwość uzyskania dofinansowania na terenie Niemiec - wpis na listę BAFA.
- Niezawodna sprężarka typu Scroll z EVI.
- Możliwość grzania pomieszczeń, wody użytkowej, wody basenowej.
- System pogodowy dopasowuje parametry pracy pompy ciepła do warunków atmosferycznych.
- Możliwość ustawienia harmonogramu pracy zarówno pompy ciepła jak i pompy cyrkulacyjnej.
- Możliwość sterowania grzałką elektryczną zasobnika, pompą cyrkulacyjną, obiegami grzewczymi.
- Elektroniczny zawór rozprężny maksymalizujący wydajność.
- Stała wydajność w czasie całego sezonu grzewczego.
- Kwalifikuje się do dofinansowania - program „Czyste Powietrze" (wpis na listę zielonych urządzeń i materiałów ZUM).

W standardzie z urządzeniem:

- Kompletny zestaw czujników temperatury.
- Moduł internetowy do zdalnego sterowania pracą urządzenia.
- Elektroniczne pompy obiegowe zabudowane w urządzeniu.
- Zawór 3-drogowy do realizacji funkcji c.w.u. zabudowany w urządzeniu.
- Moduł soft start (łagodny i cichy rozruch sprężarki).
- Zabudowana grzałka elektryczna 7 kW.
- Kolorowy panel dotykowy z funkcją termostatu.

W standardzie z urządzeniem:

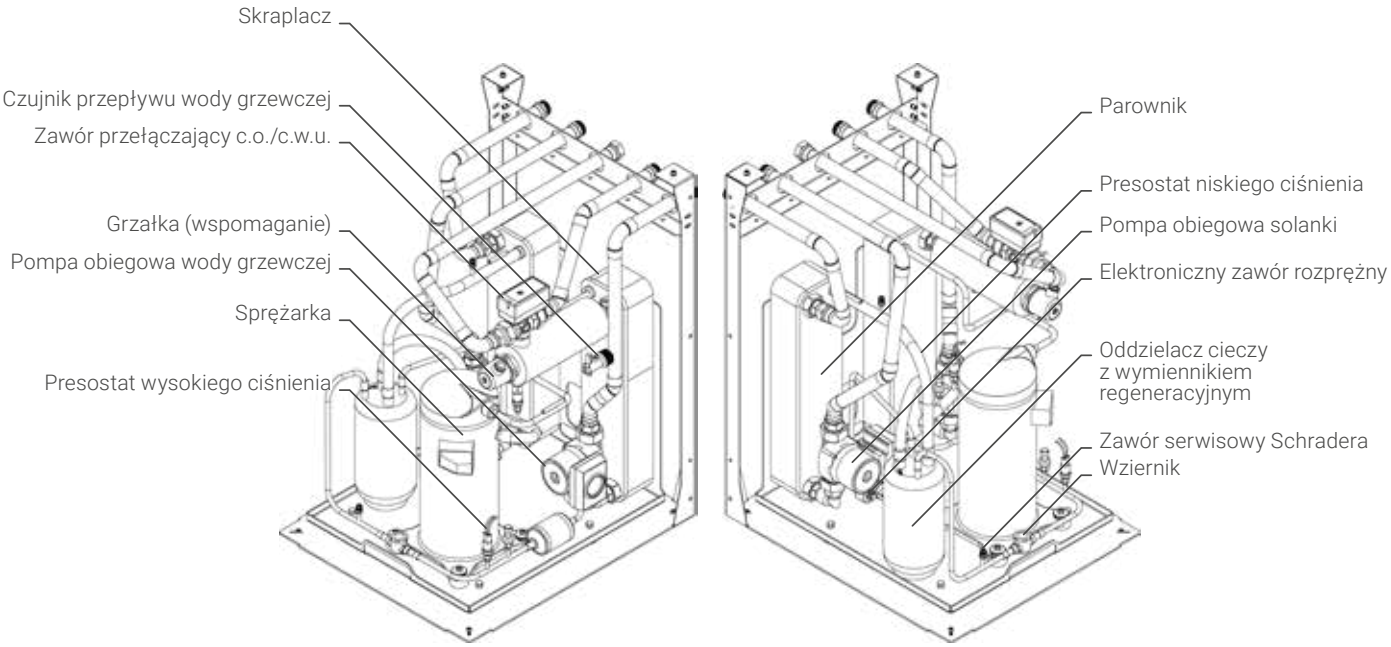
- Kompletny zestaw czujników temperatury.
- Moduł internetowy do zdalnego sterowania pracą urządzenia.
- Elektroniczne pompy obiegowe dostarczane wraz z urządzeniem.
- Moduł soft start (łagodny i cichy rozruch sprężarki).
- Kolorowy panel dotykowy z funkcją termostatu.

Wyposażenie opcjonalne:

- Zawór 3-drogowy z siłownikiem do realizacji funkcji c.w.u.

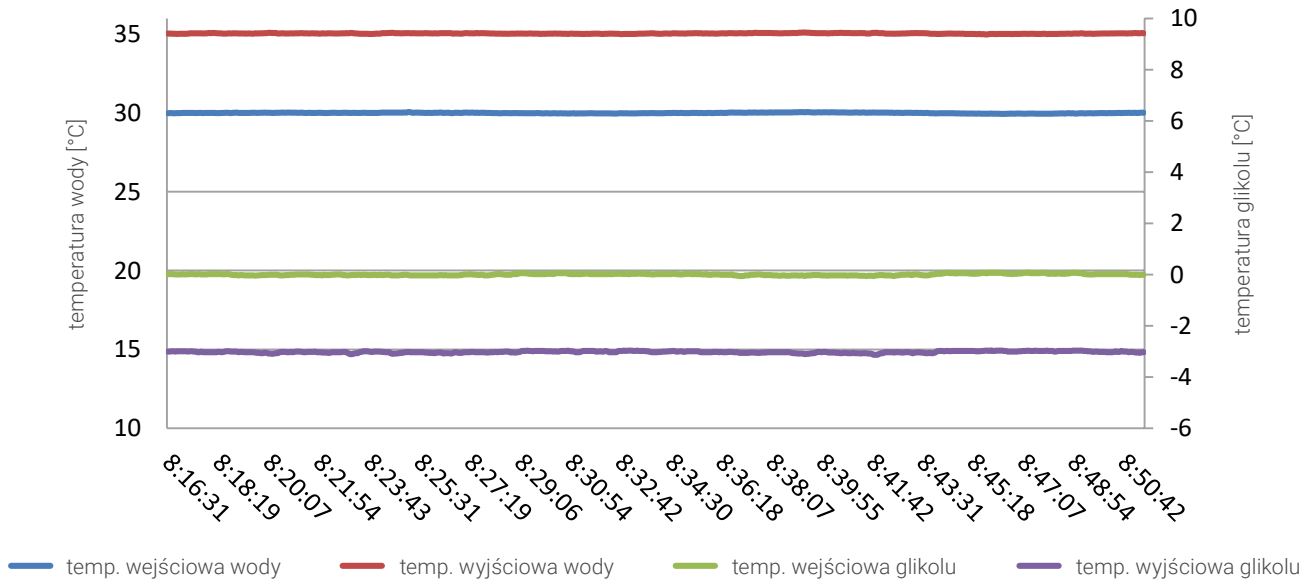
Maxima to pompa ciepła solanka-woda przeznaczona do współpracy z glikolowym wymiennikiem gruntowym. Wyposażona została w inteligentne sterowanie oraz wysokiej klasy komponenty. Zastosowano sprężarkę typu scroll (spiralną) dedykowaną dla pomp ciepła. Charakteryzuje się ona wysoką wydajnością i żywotnością, a także niskim poziomem hałasu i wibracji. W modelach Maxima 7-16GT stosowana jest standardowa sprężarka spiralna, natomiast w modelach Maxima 20-42 GT zastosowano sprężarkę spiralną z EVI (wtrysk par do sprężarki). W sprężarce z technologią EVI w trakcie sprężania do sprężarki dopływa nowa porcja czynnika. Jest to część skroplonego czynnika, który po przejściu przez dodatkowy zawór rozprężny i dodatkowy wymiennik, odparowuje, po czym kierowany jest do strefy średniego ciśnienia sprężarki. Przy wtrysku świeżej porcji pary, obniża się temperatura czynnika w sprężarce, przy zachowaniu uzyskanego już ciśnienia. Zabieg ten pozwala na osiągnięcie wyższych ciśnień skraplania, a tym samym wyższej temperatury wody na wyjściu z pompy ciepła. Dzięki temu modele Maxima 20-42 GT to wysokotemperaturowe pompy ciepła.

Pompa ciepła Maxima wyposażona została w elektroniczne pompy obiegowe o modulowanej mocy, dopasowujące się do pracy układu, charakteryzujące się niskim poborem prądu. Pompy obiegowe przetłaczają przez urządzenie glikol oraz wodę. W modelach 7-16GT są one zabudowane w urządzeniu, natomiast w modelach 20-42 GT są elementem zewnętrznym, lecz dostarczanym w standardzie wraz z urządzeniem. Elektroniczny zawór rozprężny precyzyjnie reguluje pracę urządzenia, by maksymalnie wykorzystać potencjał energii zgromadzony w gruncie. Wydłuża też żywotność sprężarki nie dopuszczając do sytuacji, w której wprowadzimy do niej nieodparowany czynnik chłodniczy. Maxima 7-16GT wyposażona jest w trójdrogowy zawór przełączający c.w.u., co umożliwia realizację ciepłej wody użytkowej, ułatwia instalację urządzenia. Modele Maxima 20-42 GT obsługują tego typu zawór, lecz już jako element zewnętrzny (nie dostarczany z urządzeniem). Dodatkowo sterownik pompy Maxima ma możliwość sterowania pompą cyrkulacyjną wody użytkowej i ustawienia harmonogramu jej pracy. Umożliwia również sterowanie obiegami grzewczymi podłogówki i grzejników, czy też dodatkową grzałką zasobnika c.w.u. W standardzie z urządzeniem dostarczany jest również moduł internetowy pozwalający na zdalną obsługę urządzenia.

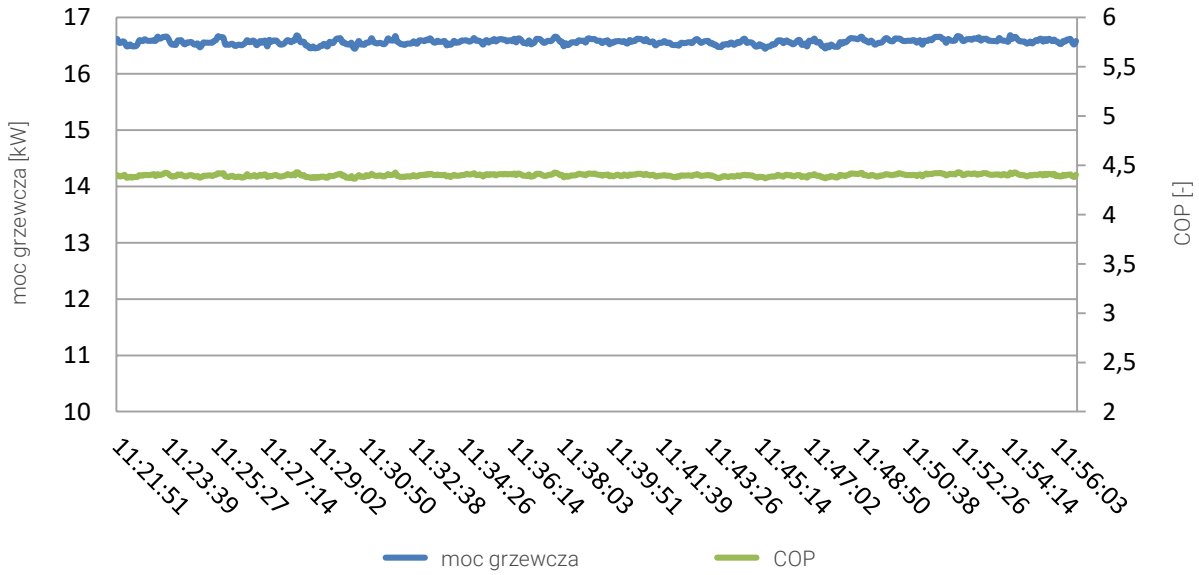


Rys. 46. Pompa ciepła Maxima 7-16GT - budowa wewnętrzna

Pompę ciepła Maxima poddano testom w niezależnym zagranicznym akredytowanym laboratorium. Określono klasy energetyczne, sezonowe współczynniki efektywności (SCOP), precyzyjne wartości mocy grzewczych oraz COP w różnych punktach pracy urządzenia. Wartości COP uwzględniają również pobór mocy przez pompy obiegowe, zatem nie należy ich dodatkowo uwzględniać przy sporządzaniu symulacji pracy urządzenia. Poniżej przykładowy wykres dla Maximy 16GT z przeprowadzonych badań (aplikacja niskotemperaturowa - W35).

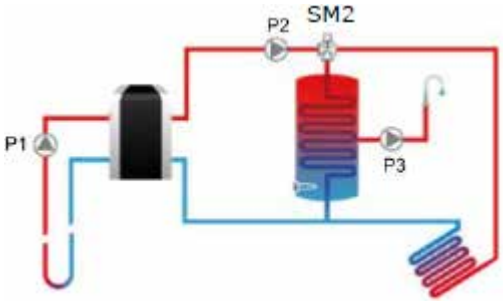


Wykres 22. Przykładowy cykl pomiarowy - Maxima 16GT (B0W35)

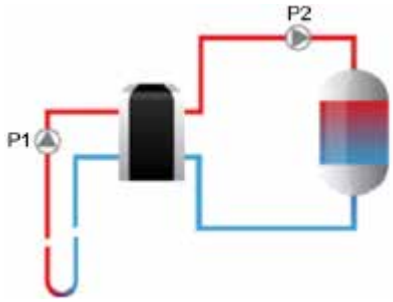


Wykres 23. Przykładowy cykl pomiarowy-Maxima 16GT (B0W35)

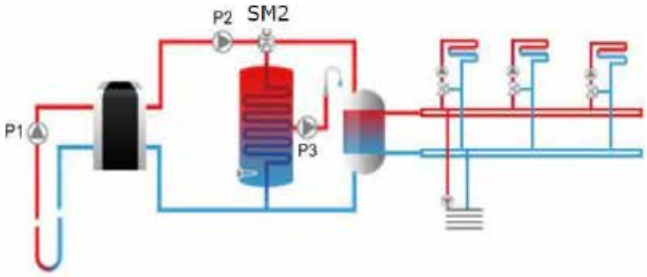
Sterownik pompy ciepła Maxima to ecoTRONIC100-G, obsługuje on kilka podstawowych wariantów instalacji. Użytkownik ma do wyboru trzy podstawowe warianty sterowania:



Pompa ciepła może zasilać bezpośrednio instalację ogrzewania podłogowego oraz wężownicę zbiornika c.w.u. Realizacja obiegów jest możliwa dzięki zabudowanym w urządzeniu pompie obiegowej górnego źródła oraz zaworowi trójdrogowemu. Ponadto możemy obsługiwać pompę cyrkulacyjną wody użytkowej i dodatkową opcjonalną grzałkę zbiornika c.w.u. Obsługiwana jest również pompa obiegowa dolnego źródła- zabudowana w urządzeniu. Jest to schemat przewidziany dla niewielkich instalacji grzewczych jedynie z ogrzewaniem podłogowym. W przypadku większych instalacji zalecany jest układ z buforem.



Drugi wariant sterowania to układ tylko ze zbiornikiem buforowym wody grzewczej. Przewidziany do układów bez realizacji ogrzewania wody użytkowej. Obieg wody między pompą ciepła, a buforem zapewnia zabudowana w urządzeniu pompa obiegowa. Dalsza dystrybucja ciepła z bufora realizowana jest przy użyciu niezależnej zewnętrznej automatyki. Obsługiwana jest również pompa obiegowa dolnego źródła- zabudowana w urządzeniu.



Kolejny wariant sterowania obejmuje obsługę realizacji ciepłej wody, ogrzewania wody buforowej oraz obsługę obiegów grzewczych za buforem. Pompa obiegowa górnego i dolnego źródła oraz zawór trójdrogowy zabudowane są w urządzeniu. Standardowa wersja sterownika pozwala na realizację jednego obiegu podłogowego z mieszaczem lub jednego obiegu grzejnikowego podłączonego bezpośrednio do bufora, ewentualnie realizację tych dwóch tych obiegów jednocześnie. Jeżeli zachodzi potrzeba realizacji większej ilości układów ogrzewania podłogowego z mieszaczami, konieczny jest dodatkowy moduł rozszerzający do sterownika (rozszerza on o dwa dodatkowe obiegi grzewcze- podłogowe z mieszaczami). W tym schemacie hydraulicznym sterowania, użytkownik ma możliwość obsługi pompy cyrkulacyjnej c.w.u., a także dodatkowej opcjonalnej grzałki zasobnika c.w.u.

Wspomniana dodatkowa grzałka zasobnika c.w.u. służy np. do szybkiego nagrzewu wody użytkowej lub realizacji trybu Antylegionella. Jeśli chodzi o pompę cyrkulacyjną to sterownik posiada możliwość zaprogramowania czasowego tej pompy. Każda pompa ciepła Maxima wyposażona jest w czujnik zewnętrzny. Bufor może być ładowany do stałej temperatury niezależnie od warunków atmosferycznych lub jego temperatura zadana może być zależna od temperatury zewnętrznej (krzywa grzewcza). Temperatura za mieszaczem również wynika z krzywej grzewczej. Na grzejniki jest podawana woda grzewcza bezpośrednio z bufora, zatem jej temperatura jest równa temperaturze bufora. Decydując się na wykorzystanie panelu sterownika jako termostatu możemy wybrać, do którego obiegu grzewczego go przypisujemy. Wtedy pompa obiegowa danego obiegu może zostać zatrzymana po otrzymaniu informacji o osiągnięciu temperatury zadanej w pomieszczeniu (w zależności od wybranego schematu hydraulicznego i ustawień).

4.2.3. Opis techniczny pomp ciepła Galmet - Maxima Compact

Typoszereg Maxima Compact obejmuje trzy jednostki:

- Maxima Compact 7 GT
- Maxima Compact 10 GT
- Maxima Compact 12 GT



Rys. 47. Pompa ciepła Maxima Compact

Charakterystyka pompy ciepła Maxima Compact:

- Pompa ciepła i zbiornik c.w.u. ze stali nierdzewnej 316L w jednym urządzeniu.
- Możliwość uzyskania dofinansowania na terenie Niemiec - wpis na listę BAFA.
- Szybki nagrzew - duża wężownica do podgrzewania c.w.u. - 3,6 m^2.
- Oszczędność - najwyższa klasa energetyczna do A+++.
- Wysokie COP: do 4,5 (B0W35).
- Stała wydajność pracy.
- Niezawodna sprężarka typu Scroll.
- System pogodowy - praca pompy ciepła dopasowana do warunków atmosferycznych.
- Możliwość ustawienia harmonogramu pracy pompy ciepła i pompy cyrkulacyjnej.
- Możliwość sterowania pompą cyrkulacyjną, obiegami grzewczymi.
- Elektroniczny zawór rozprężny maksymalizujący wydajność.
- Zasilana przez Odnawialne Źródło Energii.
- Kwalifikuje się do dofinansowania - program „Czyste Powietrze" (wpis na listę zielonych urządzeń i materiałów ZUM).

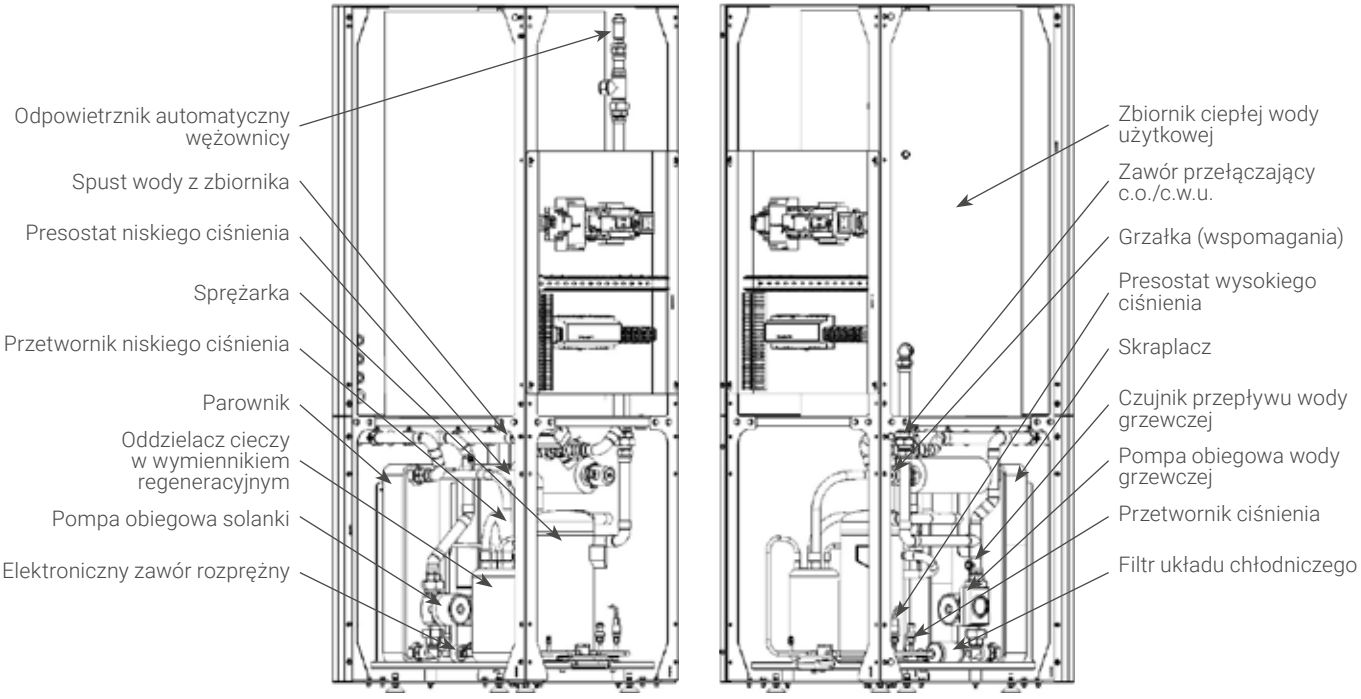
W standardzie z urządzeniem:

- Elektroniczne pompy obiegowe - zabudowane w urządzeniu.
- Moduł soft start (łagodny i cichy rozruch sprężarki) - wydłużona żywotność urządzenia.
- Zawór 3-drogowy do c.w.u. - zabudowany w urządzeniu.
- Kompletny zestaw czujników temperatury.
- Grzałka elektryczna 7 kW - zabudowana w urządzeniu.
- Moduł internetowy do zdalnego sterowania - aplikacja, platforma.
- Kolorowy panel dotykowy z funkcją termostatu.

Maxima Compact to pompa ciepła solanka-woda przeznaczona do współpracy z glikolowym wymiennikiem gruntowym. Wyposażona została w inteligentne sterowanie oraz wysokiej klasy komponenty. Zastosowano sprężarkę typu scroll (spiralną) dedykowaną dla pomp ciepła. Charakteryzuje się ona wysoką wydajnością i żywotnością, a także niskim poziomem hałasu i wibracji.

Pompa ciepła Maxima Compact wyposażona została w elektroniczne pompy obiegowe o modulowanej mocy, dopasowujące się do pracy układu, charakteryzujące się niskim poborem prądu. Pompy obiegowe są zabudowane w urządzeniu, przetłaczają przez urządzenie glikol oraz wodę.

Elektroniczny zawór rozprężny precyzyjnie reguluje pracę urządzenia, by maksymalnie wykorzystać potencjał energii zgromadzony w gruncie. Wydłuża też żywotność sprężarki nie dopuszczając do sytuacji, w której wprowadzimy do niej nieodparowany czynnik chłodniczy. Maxima Compact to model z zabudowanym w jednej obudowie z pompą ciepła zasobnikiem c.w.u. ze stali nierdzewnej. Model ten wyposażony jest również w trójdrogowy zawór przełączający c.w.u., który umożliwia realizację ciepłej wody użytkowej. Zastosowana w typoszeregu Maxima Compact konfiguracja- z zabudowanym zbiornikiem c.w.u., ułatwia instalację urządzenia oraz zapewnia kompaktowość urządzenia- nie wymaga dużej przestrzeni do montażu. Dodatkowo sterownik pompy Maxima Compact ma możliwość sterowania pompą cyrkulacyjną wody użytkowej i ustawienia harmonogramu jej pracy. Umożliwia również sterowanie obiegami grzewczymi podłogówki i grzejników. W standardzie z urządzeniem dostarczany jest również moduł internetowy pozwalający na zdalną obsługę urządzenia



Rys. 48. Pompa ciepła Maxima Compact 7-12 GT - budowa wewnętrzna

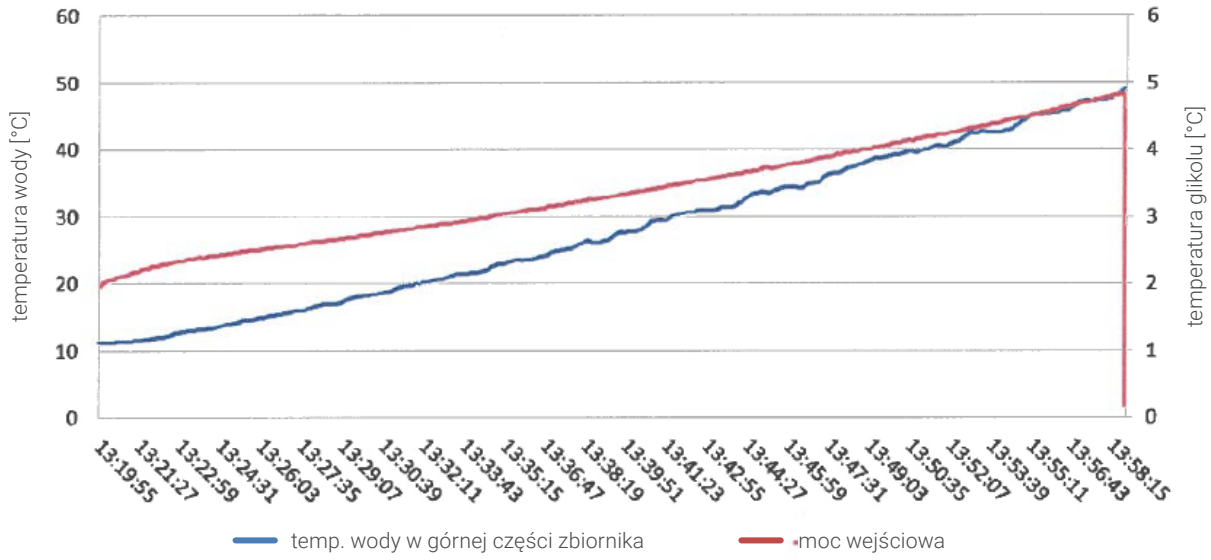
Tabela 21. Parametry zbiornika pompy ciepła Maxima Compact

specyfikacja	j.m.	wartość
materiał	-	stal nierdzewna 316L
pojemność nominalna	l	170
pojemność magazynowa*	l	145
pojemność wężownicy	l	17,7
ilość wężownic stalowych	szt.	1
powierzchnia wymiennika (wężownicy)	m^2	3,6
max. ciśnienie pracy zbiornika	MPa	0,6
max. ciśnienie wężownicy	MPa	0,6
max. temp. pracy zbiornika	°C	75

* Zgodnie z rozporządzeniem komisji (UE) 812/2013, 814/2013.

Pompę ciepła Maxima Compact poddano testom w niezależnym zagranicznym akredytowanym laboratorium. Określono klasy energetyczne, sezonowe współczynniki efektywności (SCOP), precyzyjne wartości mocy grzewczych oraz COP w różnych punktach pracy urządzenia. Wartości COP uwzględniają również pobór mocy przez pompy obiegowe, zatem nie należy ich dodatkowo uwzględniać przy sporządzaniu symulacji pracy urządzenia. Typoszereg Maxima Compact przebadany został również w trybie ogrzewania wody użytkowej w zabudowanym w urządzeniu zbiorniku, co pozwoliło na precyzyjne określenie efektywności czy klas energetycznych, również w trybie c.w.u.

Poniżej przykładowy wykres dla Maximy Compact 12 GT z przeprowadzonych badań (ogrzewanie c.w.u. w zbiorniku zabudowanym w urządzeniu).



Wykres 24. Przykładowy cykl nagrzewania zbiornika c.w.u. zabudowanego w pompie ciepła - Maxima Compact 12 GT

Sterownik pompy ciepła Maxima Compact to ecoTRONIC100-G, obsługuje on zatem te same warianty instalacji co opisane w opracowaniu powyżej warianty dla pompy ciepła Maxima. Użytkownik ma do wyboru schematy z ogrzewaniem podłogowym podłączonym bezpośrednio i realizacją ogrzewania wody użytkowej, układ z samym buforem, czy też układy z realizacją wody użytkowej i ogrzewania centralnego za pośrednictwem bufora, a dalej obsługę obiegów grzewczych w kilku wariantach.

4.2.4. Dane techniczne pomp ciepła Galmet - Maxima i Maxima Compact

Do budowy pompy ciepła Maxima i Maxima Compact użyto komponentów najwyższej jakości, renomowanych producentów. Sprężarka spiralna (scroll) przeznaczona do urządzeń grzewczych, parownik i skraplacz płytowy, elektroniczny zawór rozprężny zapewniający precyzyjną regulację. Urządzenie posiada wbudowane elektroniczne pompy obiegowe o regulowanej wydajności i niskim poborze energii. Sterownik pompy ciepła jest intuicyjny zarówno dla instalatora jak i użytkownika. Posiada kolorowy dotykowy panel sterujący, który może pełnić również funkcję termostatu. Pompa ciepła Maxima 7-16GT i Maxima Compact 7-12 GT wyposażona została w grzałkę elektryczną do ewentualnego wspomagania pracy pompy ciepła w okresach wzmożonego zapotrzebowania na ciepło. Użytkownik ma możliwość ustawienia zezwolenia na jej prace dopiero poniżej pewnego poziomu temperatury zewnętrznej. W przypadku modeli Maxima 20-42 GT grzałka jest elementem zewnętrznym. Przewiduje się jej montaż w zbiorniku buforowym.

Panel sterujący, standardowo zamontowany na pompie ciepła, jak wcześniej już wspomniano może pełnić funkcję termostatu danego obiegu. Aby to zrealizować należy jedynie umieścić go w pomieszczeniu, gdzie ma kontrolować temperaturę.

Tabela 22. Główne komponenty pompy ciepła Maxima

część	Maxima							
	7 GT	10 GT	12 GT	16GT	20 GT	28 GT	34GT	42 GT
sprężarka	scroll (spiralna) ZH				scroll (spiralna) ZH z EVI			
parownik	płytowy							
skraplacz								
zawór rozprężny	elektroniczny							
pompa obieg. GZ	UPM3 25-75 Flex AS 130			UPML GEO 25-105 130 PWM	Magna 3 32-100			Magna 3 32-120
pompa obieg. DZ	UPML GEO 25-105 130 PWM				Magna 3 32-100			Magna 3 32-120
sterownik	EcoTRONIC 100-G							
grzałka	7 kW				-			
moduł internetowy	w standardzie: ecoNET300 - połączenie WiFi / LAN							

Tabela 23. Główne komponenty pompy ciepła Maxima Compact

część	Maxima Compact		
	7 GT	10 GT	12 GT
sprężarka	scroll (spiralna) ZH		
parownik	płytowy		
skraplacz			
zawór rozprężny	elektroniczny		
pompa obieg. GZ	UPM3 25-75 Flex AS 130		
pompa obieg. DZ	UPML GEO 25-105 130 PWM		
sterownik	EcoTRONIC 100-G		
grzałka	7 kW		
moduł internetowy	w standardzie: ecoNET300 - połączenie WiFi / LAN		



Rys. 49. Pompa obiegowa UPM3 FLEX AS

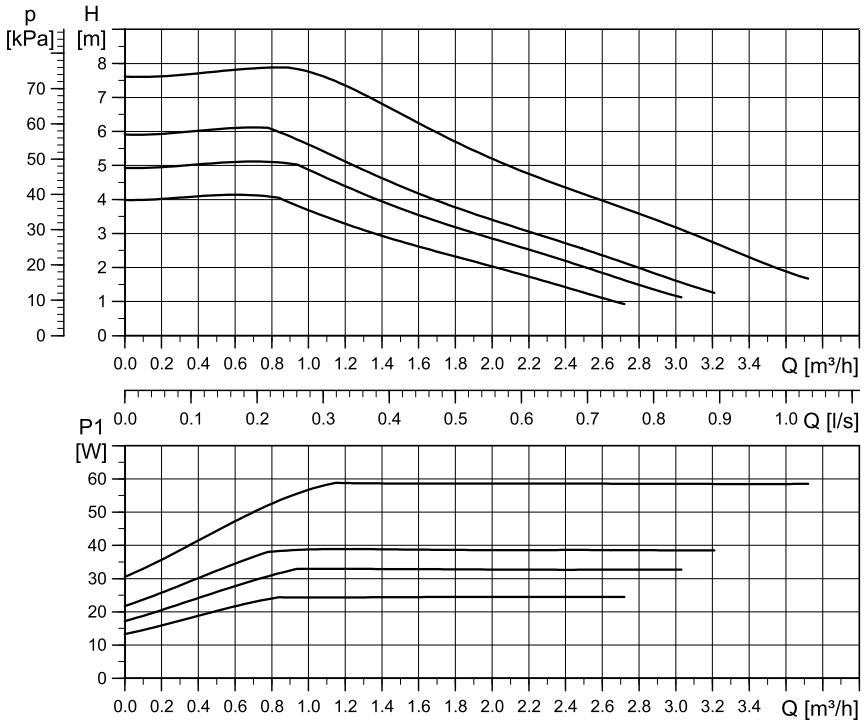
Modele Maxima 7 GT-12 GT i Maxima Compact 7-12 GT zostały wyposażone w pompę obiegową FLEX AS sterowaną sygnałem PWM. Aby utrzymać odpowiednie różnice temperatur w skraplaczu pompy ciepła, sterownik podaje odpowiedni sygnał PWM przez co prędkość pompy zależnie od potrzeb zostaje zmniejszona lub zwiększona. FLEX AS posiada diody sygnalizacyjne, jedną mówiącą o statusie pracy oraz cztery diody, które podczas pracy są wskaźnikiem poziomu wydajności pompy. Maksymalna wysokość podnoszenia pompy obiegowej UPM3 25-75 Flex AS 130 wynosi 7,5m. Natomiast maksymalny pobór prądu to 60W. FLEX AS to pompa obiegowa najwyższej klasy energetycznej o współczynniku EEI ≤20.

Pompy obiegowe są integralną częścią pompy ciepła, zatem podczas badań pobór ich mocy został uwzględniony w określaniu efektywności urządzenia.

Tabela 24. Nominalny przepływ przez skraplacz pomp ciepła Maxima / Maxima Compact 7, 10 i 12 GT oraz pobór mocy pomp obiegowych (UPM3 25-75 Flex AS 130)

specyfikacja	Maxima / Maxima Compact 7 GT	Maxima / Maxima Compact 10 GT	Maxima / Maxima Compact 12 GT
nominalny przepływ wody przez skraplacz [m^3/h]	1,25	1,69	2,15
nominalny pobór mocy pompy obiegowej* [W]	30	40	50

* Pobór mocy pomp obiegowych został uwzględniony przy wyznaczaniu COP pompy ciepła. Nie należy zatem dodatkowo uwzględniać go przy tworzeniu symulacji kosztów eksploatacyjnych.



Wykres 25. Charakterystyki pompy obiegowej UPM3 25-75 Flex AS 130



Rys. 50. Pompa obiegowa UPML GEO

Przepływ przez skraplacz w modelu Maxima 16GT oraz parownik w modelach 7-16GT zapewnia, również sterowana sygnałem PWM, elektroniczna pompa obiegowa - UPML GEO 25-105 130 PWM. Niskie zużycie energii zapewnia najwyższa klasa energetyczna (EEI< 0,23). Maksymalna wysokość podnoszenia pompy obiegowej wynosi 10,5 m. Natomiast maksymalny pobór prądu to 140 W.

Tabela 25. Nominalny przepływ przez skraplacz pompy ciepła Maxima 16GT oraz pobór mocy pompy obiegowej (UPML GEO 25-105 130 PWM)

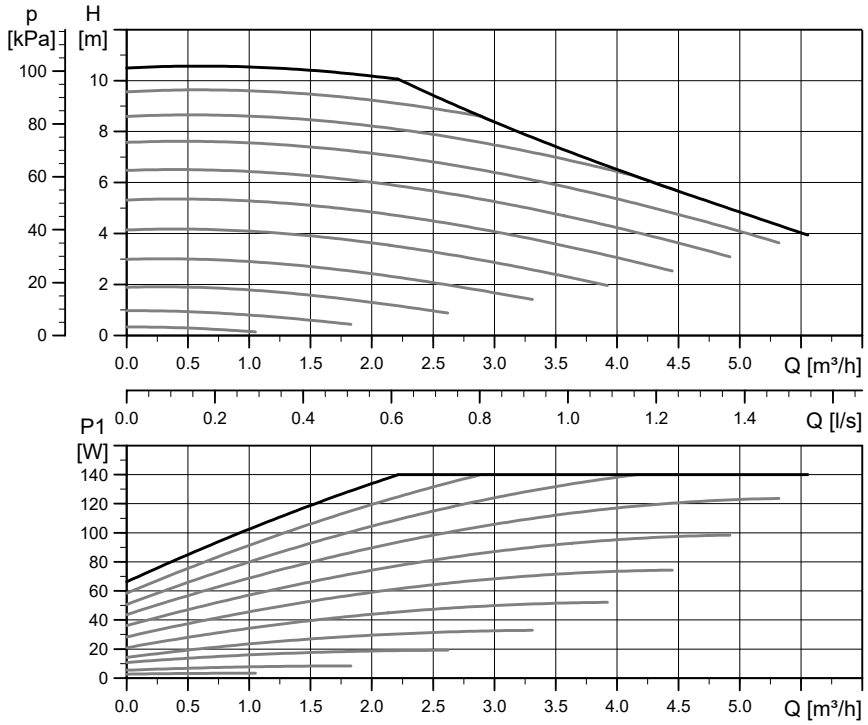
specyfikacja	Maxima 16GT
nominalny przepływ wody przez skraplacz [m³/h]	2,85
nominalny pobór mocy pompy obiegowej* [W]	80

* Pobór mocy pomp obiegowych został uwzględniony przy wyznaczaniu COP pompy ciepła. Nie należy zatem dodatkowo uwzględniać go przy tworzeniu symulacji kosztów eksploatacyjnych.

Tabela 26. Nominalny przepływ przez parownik pompy ciepła Maxima 7-16GT i Maxima Compact 7-12GT oraz pobór mocy pomp obiegowych (UPML GEO 25-105 130 PWM)

specyfikacja	Maxima / Maxima Compact 7 GT	Maxima / Maxima Compact 10 GT	Maxima / Maxima Compact 12 GT	Maxima / Maxima Compact 16GT
nominalny przepływ wody przez parownik [m³/h]	1,71	2,30	2,99	3,94
nominalny pobór mocy pompy obiegowej* [W]	55	60	85	110

* Pobór mocy pomp obiegowych został uwzględniony przy wyznaczaniu COP pompy ciepła. Nie należy zatem dodatkowo uwzględniać go przy tworzeniu symulacji kosztów eksploatacyjnych.



Wykres 26. Charakterystyki pompy obiegowej UPML GEO 25-105 130 PWM



Rys. 51. Pompa obiegowa Magna 3

Przypływ w górnym i dolnym źródle (przez skraplacz i parownik) w modelach Maxima 20-34GT zapewnia pompa obiegowa Magna 3 32-100. Magna 3 to elektroniczna pompa obiegowa sterowana sygnałem 0-10 V. Rozbudowany interfejs użytkownika, wyposażony w wyświetlacz TFT, zapewnia komfort użytkowania. Panel sterujący z przyciskami z silikonu wysokiej jakości, umożliwia intuicyjną obsługę. Maksymalna wysokość podnoszenia pompy obiegowej Magna 3 32-100 wynosi 10 m. Natomiast maksymalny pobór prądu to 180W. Magna 3 32-100 to pompa obiegowa najwyższej klasy energetycznej o współczynniku EEI ≤ 19. Pobór mocy przez pompy obiegowe podczas badań został uwzględniony w określaniu efektywności urządzenia.

Tabela 27. Nominalny przepływ przez skraplacz pomp ciepła Maxima 20, 28 i 34GT oraz pobór mocy pomp obiegowych (Magna 3 32-100)

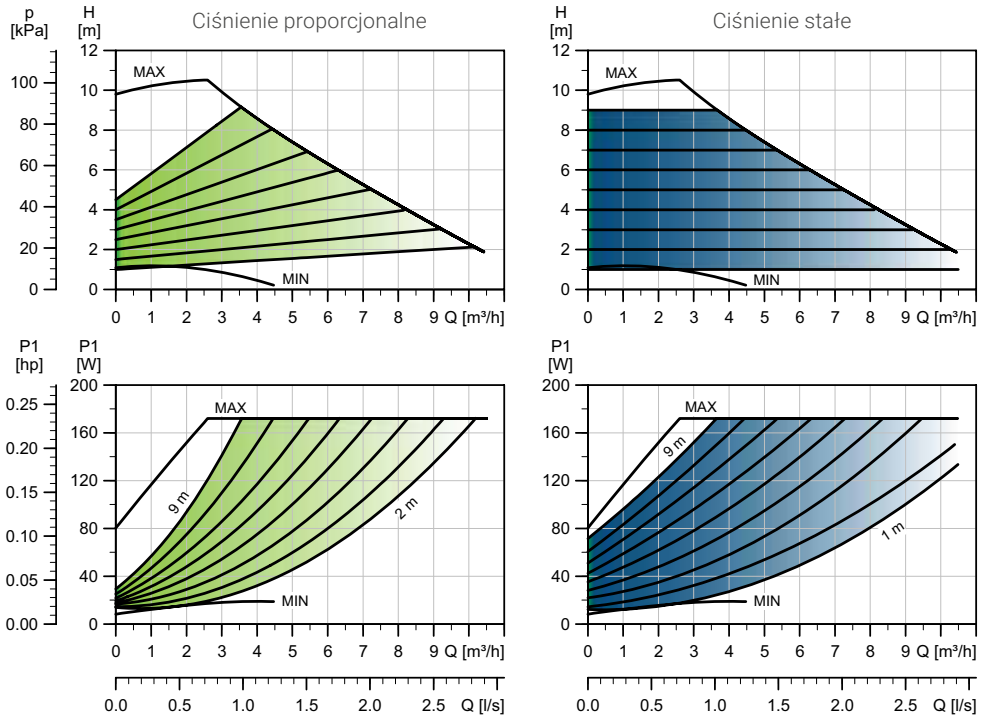
specyfikacja	Maxima 20 GT	Maxima 28 GT	Maxima 34GT
nominalny przepływ wody przez skraplacz [m³/h]	3,40	4,87	5,69
nominalny pobór mocy pompy obiegowej* [W]	60	100	120

* Pobór mocy pomp obiegowych został uwzględniony przy wyznaczaniu COP pompy ciepła. Nie należy zatem dodatkowo uwzględniać go przy tworzeniu symulacji kosztów eksploatacyjnych.

Tabela 28. Nominalny przepływ przez parownik pompy ciepła Maxima 20, 28 i 34GT oraz pobór mocy pomp obiegowych (Magna 3 32-100)

specyfikacja	Maxima 20 GT	Maxima 28 GT	Maxima 34GT
nominalny przepływ glikolu przez parownik [m³/h]	4,72	6,80	7,82
nominalny pobór mocy pompy obiegowej* [W]	90	125	135

* Pobór mocy pomp obiegowych został uwzględniony przy wyznaczaniu COP pompy ciepła. Nie należy zatem dodatkowo uwzględniać go przy tworzeniu symulacji kosztów eksploatacyjnych.



Wykres 27. Charakterystyki pompy obiegowej Magna 3 32-100

Przypływ w górnym i dolnym źródle (przez skraplacz i parownik) w modelu Maxima 42 GT zapewnia pompa obiegowa Magna 3 32-120. Maksymalna wysokość podnoszenia pompy obiegowej Magna 3 32-120 wynosi 12 m. Natomiast maksymalny pobór prądu to 336 W. Magna 3 32-120 to pompa obiegowa najwyższej klasy energetycznej o współczynniku EEI ≤ 18.

Tabela 29. Nominalny przepływ przez skraplacz pompy ciepła Maxima 42 GT oraz pobór mocy pompy obiegowej (Magna 3 32-120)

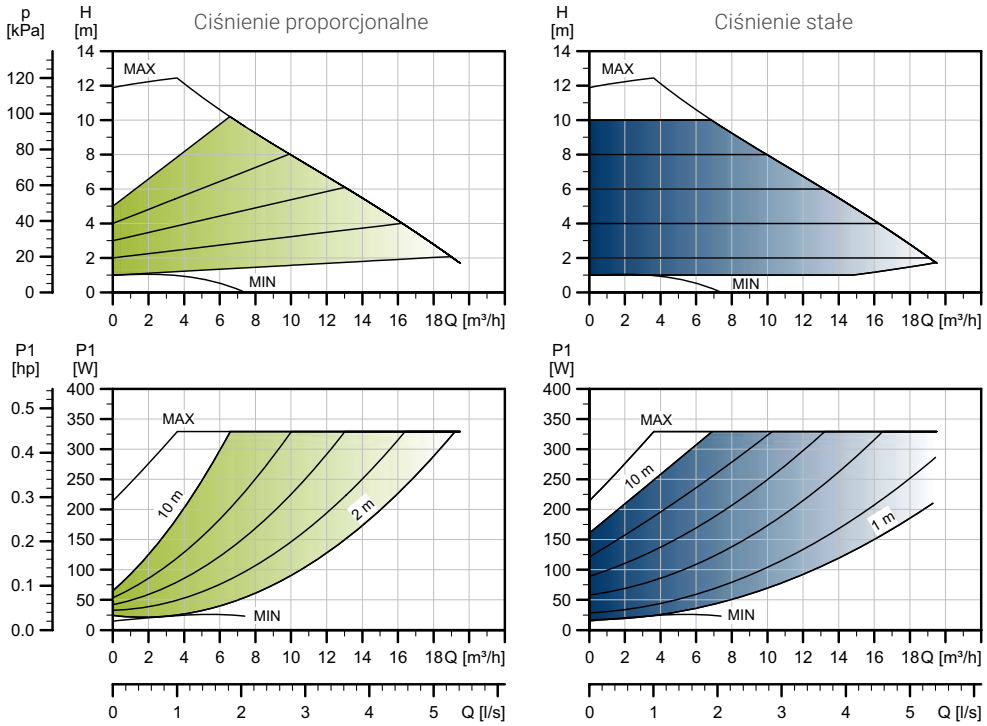
specyfikacja	Maxima 42 GT
nominalny przepływ wody przez skraplacz [m³/h]	7,16
nominalny pobór mocy pompy obiegowej* [W]	150

* Pobór mocy pomp obiegowych został uwzględniony przy wyznaczaniu COP pompy ciepła. Nie należy zatem dodatkowo uwzględniać go przy tworzeniu symulacji kosztów eksploatacyjnych.

Tabela 30. Nominalny przepływ przez parownik pompy ciepła Maxima 42 GT oraz pobór mocy pompy obiegowej (Magna 3 32-120)

specyfikacja	Maxima 42 GT
nominalny przepływ glikolu przez parownik [m³/h]	9,91
nominalny pobór mocy pompy obiegowej* [W]	190

* Pobór mocy pomp obiegowych został uwzględniony przy wyznaczaniu COP pompy ciepła. Nie należy zatem dodatkowo uwzględniać go przy tworzeniu symulacji kosztów eksploatacyjnych.



Wykres 28. Charakterystyki pompy obiegowej Magna 3 32-120

Wartości mocy grzewczych, chłodniczych, elektrycznych i COP zależne są od temperatur górnego i dolnego źródła, jak wcześniej wykazano. Nominalne parametry pracy zamieszczone poniżej w tabeli to B0W35 i B0W55.

Tabela 31. Parametry techniczne pompy ciepła Maxima 7-16GT

Informacje ogólne					
Model	j.m.	Maxima 7GT	Maxima 10GT	Maxima 12GT	Maxima 16GT
Moc grzewcza pompy ciepła (B0W35)[1]	kW	7,3	9,9	12,5	16,6
Pobór mocy pompy ciepła (B0W35)[1]	kW	1,7	2,2	2,8	3,8
COP (B0W35)[1]	-	4,3	4,5	4,5	4,4
Moc grzałki	kW	7	7	7	7
Całkowita moc grzewcza (pompa ciepła + grzałka)	kW	14,3	16,9	19,5	23,6
Moc grzewcza pompy ciepła (B0W55)[1]	kW	6,9	9,2	11,8	15,5
Pobór mocy pompy ciepła (B0W55)[1]	kW	2,5	3,2	4,1	5,4
COP (B0W55)[1]	-	2,8	2,9	2,9	2,9
Zakres pracy dolnego źródła	°C	-5 do +20	-5 do +20	-5 do +20	-5 do +20
Maksymalna temperatura pracy	°C	+60	+60	+60	+60
Wymiar [wys. x szer. x gł.]	mm	1060 x 590 x 720	1060 x 590 x 720	1060 x 590 x 720	1060 x 590 x 720
Ciężar	kg	110	110	115	120
Moc akustyczna[2]	dB	44,0	45,0	47,0	49,3
Ciśnienie akustyczne[3]	dB	33,0	34,0	36,0	38,3
Obieg czynnika chłodniczego					
Typ czynnika	-	R410A			
Sprężarka	-	Copeland Scroll (spiralna)			
Wymienniki ciepła	-	Płytowe - SWEP			
Parametry elektryczne					
Napięcie i częstotliwość zasilania urządzenia	V/Hz	400/50			
Maksymalny pobór prądu (zabezpieczenie)	A	C20	C20	C25	C25

[1] Wg EN 14511. [2] Wg EN 12102. [3] W odległości 2 m.

Tabela 32. Parametry techniczne pompy ciepła Maxima 20-42GT

Informacje ogólne					
Model	j.m.	Maxima 20GT	Maxima 28GT	Maxima 34GT	Maxima 42GT
Moc grzewcza pompy ciepła (B0W35)[1]	kW	19,60	28,10	32,85	41,30
Pobór mocy pompy ciepła (B0W35)[1]	kW	4,27	6,02	7,47	9,12
COP (B0W35)[1]	-	4,59	4,67	4,40	4,53
Moc grzałki	kW	-	-	-	-
Moc grzewcza pompy ciepła (B0W55)[1]	kW	20,10	28,15	34,10	41,91
Pobór mocy pompy ciepła (B0W55)[1]	kW	6,66	9,35	11,96	13,61
COP (B0W55)[1]	-	3,02	3,01	2,85	3,08
Zakres pracy dolnego źródła	°C	-5 do +20	-5 do +20	-5 do +20	-5 do +20
Maksymalna temperatura pracy	°C	+65	+65	+65	+65
Wymiar [wys. x szer. x gł.]	mm	1105 x 730 x 925	1105 x 730 x 925	1105 x 730 x 925	1105 x 730 x 925
Ciężar	kg	135	160	170	190
Moc akustyczna[2]	dB	58,5	60,5	62,0	63,4
Obieg czynnika chłodniczego					
Typ czynnika	-	R410A			
Sprężarka	-	Copeland Scroll (spiralna) z EVI			
Wymienniki ciepła	-	Płytowe- SWEP			
Parametry elektryczne					
Napięcie i częstotliwość zasilania urządzenia	V/Hz	400/50			
Maksymalny pobór prądu (zabezpieczenie)	A	C25	C25	C32	C40

[1] Wg EN 14511.
[2] Wg EN 12102.

Tabela 33. Dane podstawowe pompy ciepła Maxima Compact

Informacje ogólne				
Model	j.m.	Maxima Compact 7GT	Maxima Compact 10GT	Maxima Compact 12GT
Moc grzewcza pompy ciepła (B0W35)[1]	kW	7,3	9,9	12,5
Pobór mocy pompy ciepła (B0W35)[1]	kW	1,7	2,2	2,8
COP (B0W35)[1]	-	4,3	4,5	4,5
Moc grzałki	kW	7	7	7
Całkowita moc grzewcza (pompa ciepła + grzałka)	kW	14,3	16,9	19,5
Moc grzewcza pompy ciepła (B0W55)[1]	kW	6,9	9,2	11,8
Pobór mocy pompy ciepła (B0W55)[1]	kW	2,5	3,2	4,1
COP (B0W55)[1]	-	2,8	2,9	2,9
Zakres pracy dolnego źródła	°C	-5 do +20	-5 do +20	-5 do +20
Maksymalna temperatura pracy	°C	+60	+60	+60
Wymiar [wys. x szer. x gł.]	mm	1840 x 630 x 760	1840 x 630 x 760	1840 x 630 x 760
Ciężar	kg	160	170	180
Moc akustyczna[2]	dB	52	53	54
Ciśnienie akustyczne[3]	dB	32	33	35
Obieg czynnika chłodniczego				
Typ czynnika	-	R410A		
Sprężarka	-	Copeland Scroll (spiralna)		
Wymienniki ciepła	-	Płytowe- SWEP		
Parametry elektryczne				
Napięcie i częstotliwość zasilania urządzenia	V/Hz	400/50		
Maksymalny pobór prądu (zabezpieczenie)	A	C20	C20	C25

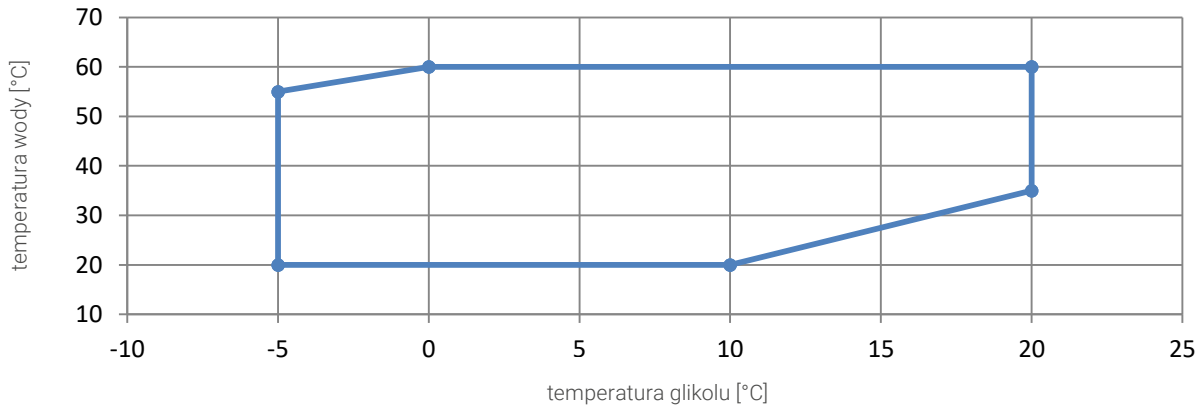
Informacje ogólne				
Model	j.m.	Maxima Compact 7GT	Maxima Compact 10GT	Maxima Compact 12GT
Parametry zbiornika				
Profil poboru wody	-	L	L	L
Dzienne zużycie energii elektrycznej Q_{elec}	kWh	4,377	5,516	4,617
Maksymalna objętość wody zmieszanej (V_{40})	l	199,7	192,8	198,4
Temperatura referencyjna (Θ_{WH})	°C	55,85	51,97	54,15
Klasa energetyczna	-	A	A	A
SCOP	-	2,7	2,1	2,5
Roczne zużycie energii elektrycznej	kWh	910,6	1150,7	965,6
Pojemność całkowita	l	170	170	170
Pojemność użytkowa	l	145	145	145
Powierzchnia wężownicy	m^2	3,6	3,6	3,6
Maksymalna temperatura wody	°C	75	75	75
Maksymalne ciśnienie pracy zbiornika	MPa	0,6	0,6	0,6

[1] Wg EN 14511.
[2] Wg EN 12102.
[3] W odległości 2 m.

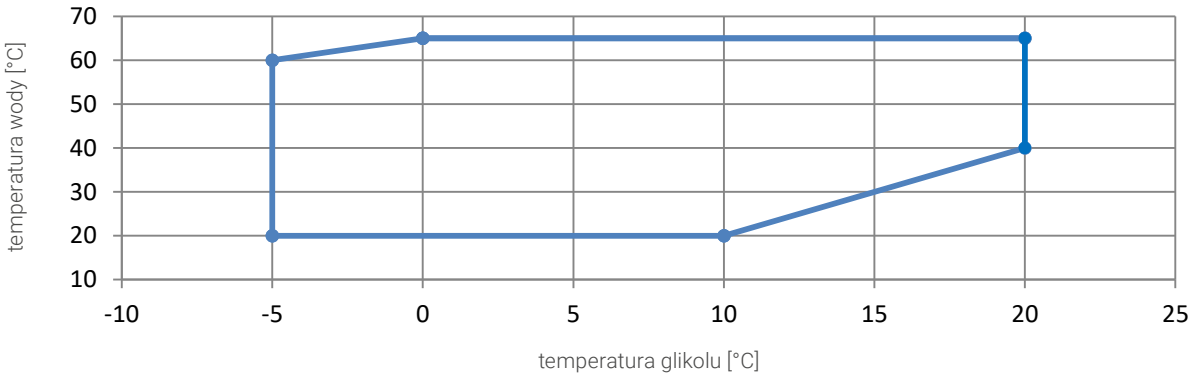
Poniżej przedstawiono obszar pracy urządzania. Maksymalna i minimalna temperatura wody dotyczy zasilania obiegu grzewczego, czyli na wyjściu z pompy ciepła. Zakres temperatur glikolu wynosi od -5 do 20°C.

Tabela 34. Obszar pracy pompy ciepła Maxima i Maxima Compact

	Maxima 7-16GT / Maxima Compact 7-12 GT		Maxima 20-42 GT	
temp. glikolu [°C]	maksymalna temp. wody [°C]	minimalna temp. wody [°C]	maksymalna temp. wody [°C]	minimalna temp. wody [°C]
-5	55	20	60	20
0	60	20	65	20
10	60	20	65	20
20	60	35	65	40



Wykres 29. Obszar pracy pompy ciepła Maxima 7-16GT / Maxima Compact 7-12 GT



Wykres 30. Obszar pracy pompy ciepła Maxima 20-42 GT

Wartość współczynnika COP, jak wcześniej już wspominano, jest wartością chwilową. Dla użytkownika ważniejszą jest wartość SCOP, czyli sezonowy współczynnik efektywności ogrzewania pomieszczeń. Dla pomp gruntowych osiąga on wyższe wartości niż dla pompy powietrznych. Zgodnie z normą, określa się go dla danego klimatu i w dwóch poziomach temperatur W35 i W55. W35 odpowiada temperaturze wody zasilającej obieg grzewczy 35°C, co ma odniesienie do ogrzewania podłogowego, czyli niskotemperaturowego. W55 odpowiada temperaturze wody zasilającej obieg grzewczy 55°C, co ma odniesienie do ogrzewania grzejnikowego - wysokotemperaturowego. Wyższymi wskaźnikami efektywności zawsze charakteryzuje się ogrzewanie niskotemperaturowe, stąd też zaleca się jego stosowanie w instalacjach z pompą ciepła.

Tabela 35. Parametry energetyczne pomp ciepła Maxima / Maxima Compact

specyfikacja		j.m.	Maxima / Maxima Compact*							
			7 GT	10 GT	12 GT	16GT	20 GT	28 GT	34GT	42 GT
SCOP[1]	klimat umiarkowany (W35)	-	4,6	4,6	4,7	4,6	4,6	4,8	4,6	4,7
η_s[1]		%	174	178	180	177	176	183	176	180
klasa energetyczna		-	A++	A+++	A+++	A+++	A+++	A+++	A+++	A+++
SCOP[1]	klimat umiarkowany (W55)	-	3,3	3,4	3,5	3,6	3,8	3,8	3,6	3,8
η_s[1]		%	125	129	130	136	142	144	137	144
klasa energetyczna		-	A++	A++	A++	A++	A++	A++	A++	A++

η_s Sezonowa efektywność ogrzewania pomieszczeń.
* Typoszereg Maxima Compact składa się z modeli 7, 10, 12 GT.
[1] Wg EN 14825.

Tabela 36. Parametry energetyczne pomp ciepła Maxima Compact w trybie podgrzewania wody użytkowej

specyfikacja	j.m.	Maxima Compact		
		7 GT	10 GT	12 GT
η_{wh}	%	112	89	106
roczne zużycie energii (AEC)	kWh	911	1151	966
klasa energetyczna (c.w.u.)	-	A	A	A

η_{wh} Efektywność energetyczna podgrzewania wody.

Tabela 37. Przyłącze elektryczne - Maxima

Opis	Maxima					
	7-10GT	12-16GT	20GT	28GT	34GT	42GT
Rodzaj zasilania	400 V					
Typ zabezpieczenia elektrycznego	C20	C25	C25	C25	C32	C40
Przekrój i typ przewodu zasilającego	5x4 mm^2	5x4 mm^2	5x4 mm^2	5x4 mm^2	5x4 mm^2	5x6 mm^2

Tabela 38. Podłączenie elementów dodatkowych (informacje instalacyjne) - Maxima

Element instalacji	Rodzaj podłączenia	Przewód do podłączenia
Pompa cyrkulacyjna c.w.u.	Podłączenie przez dodatkowy zewnętrzny stycznik [wejście P3]	3 x 1 mm^2

Pompa obiegowa obiegu podłogowego	Podłączenie przez dodatkowy zewnętrzny stycznik [wejście P5]	3 x 1 mm^2
Siłownik mieszacza obiegu podłogowego	Bezpośrednie podłączenie [wejście SM 4/5]	3 x 1 mm^2
Pompa obiegowa obiegu grzejnikowego	Podłączenie przez dodatkowy zewnętrzny stycznik [wejście P4]	3 x 1 mm^2
Moduł internetowy	Podłączenie modułu ecoNET300 do regulatora. Komunikacja modułu: LAN/Wi-Fi.	ecoLINK2
Grzałka zbiornika c.w.u.	Podłączenie przez dodatkowy zewnętrzny stycznik [wejście BH] (maks. 2 kW)	3 x 1,5 mm^2
Grzałka zbiornika buforowego (tylko Maxima 20-42 GT)	Podłączenie przez dodatkowy zewnętrzny stycznik [wejście grzałka wspomagania]	odpowiednio dobrany wg mocy grzałki

Tabela 39. Przyłącza elektryczne - Maxima Compact

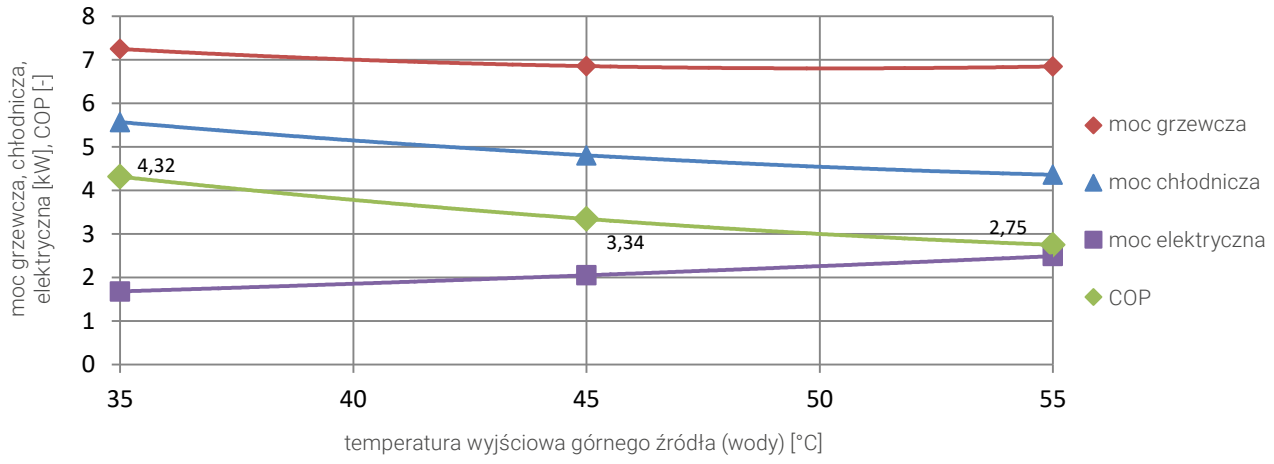
Opis	Maxima Compact		
	7GT	10GT	12GT
Rodzaj zasilania	400 V	400 V	400 V
Typ zabezpieczenia elektrycznego	C20	C20	C25
Przekrój i typ przewodu zasilającego	5 x 4 mm^2	5 x 4 mm^2	5 x 4 mm^2

Tabela 40. Podłączenie elementów dodatkowych (informacje instalacyjne) - Maxima Compact

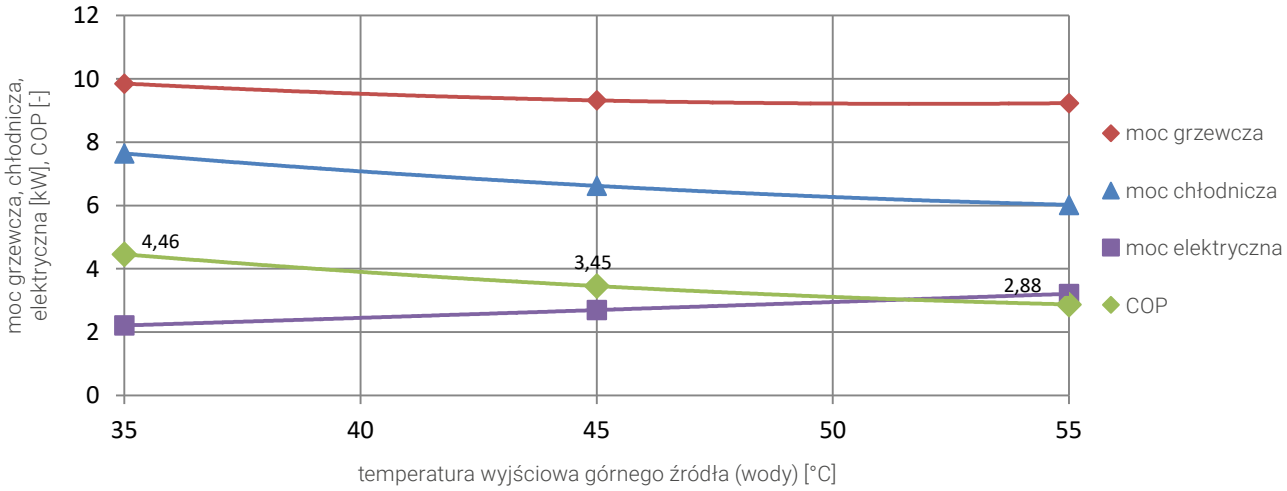
Element instalacji	Rodzaj podłączenia	Przewód do podłączenia
Pompa cyrkulacyjna c.w.u.	Podłączenie przez dodatkowy zewnętrzny stycznik [wejście P3]	3 x 1 mm^2
Pompa obiegowa obiegu podłogowego	Podłączenie przez dodatkowy zewnętrzny stycznik [wejście P5]	3 x 1 mm^2
Siłownik mieszacza obiegu podłogowego	Bezpośrednie podłączenie [wejście SM 4/5]	3 x 1 mm^2
Pompa obiegowa obiegu grzejnikowego	Podłączenie przez dodatkowy zewnętrzny stycznik [wejście P4]	3 x 1 mm^2
Moduł internetowy	Podłączenie modułu ecoNET300 do regulatora. Komunikacja modułu: LAN/Wi-Fi.	ecoLINK2

4.2.5. Charakterystyki pomp ciepła Galmet - Maxima i Maxima Compact

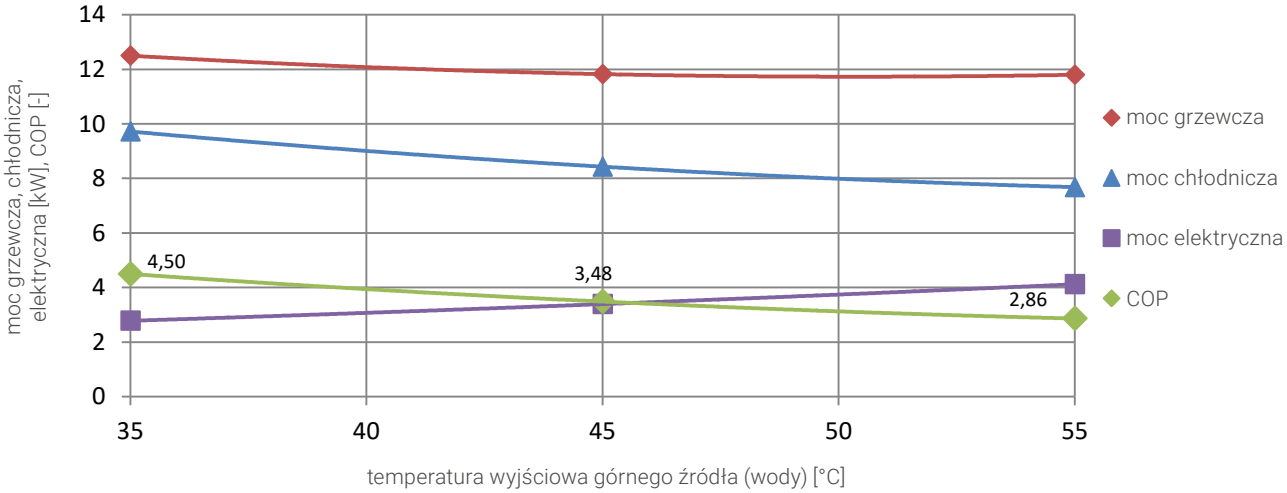
Dla każdej jednostki typoszeregu stworzono charakterystyki przy stałej temperaturze glikolu: 0°C oraz zmiennej temperaturze wody na wyjściu z pompy ciepła. Temperatura zasilania 35°C odnosi się do zastosowań niskotemperaturowych (ogrzewanie podłogowe), natomiast 55°C do zastosowań wysokotemperaturowych (ogrzewanie grzejnikowe). Na poniższych wykresach oznaczono etykietami zmienność wartości COP. Przy stałej temperaturze glikolu moc chłodnicza oraz COP maleje wraz ze wzrastającą temperaturą górnego źródła, natomiast pobór mocy elektrycznej rośnie. Nominalne parametry urządzenia określane są w punkcie pracy B0W35.



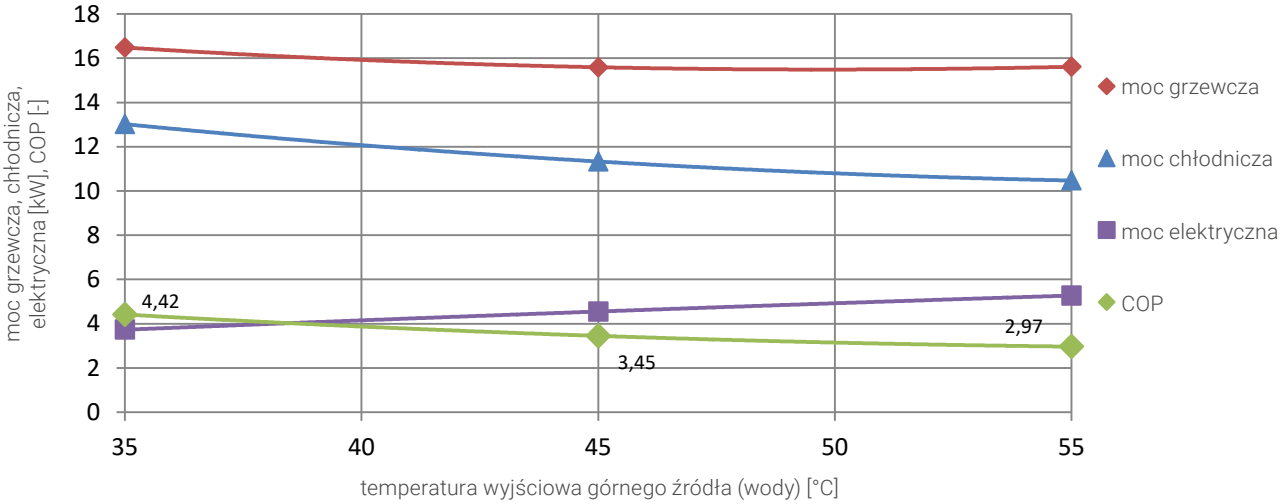
Wykres 31. Charakterystyka Maxima 7 GT i Maxima Compact 7 GT (B0)



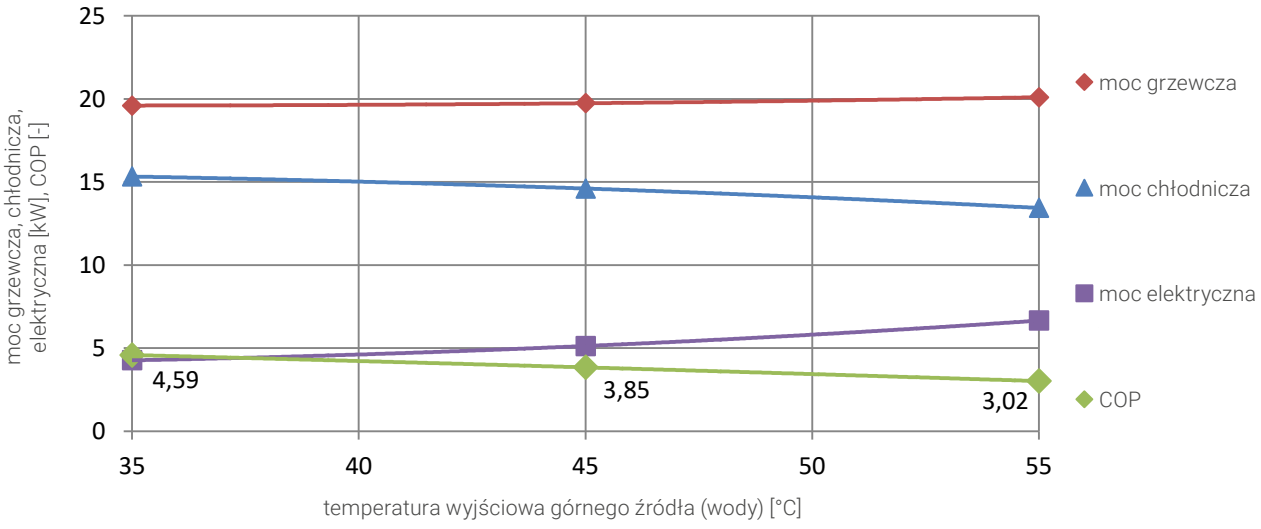
Wykres 32. Charakterystyka Maxima 10 GT i Maxima Compact 10 GT (B0)



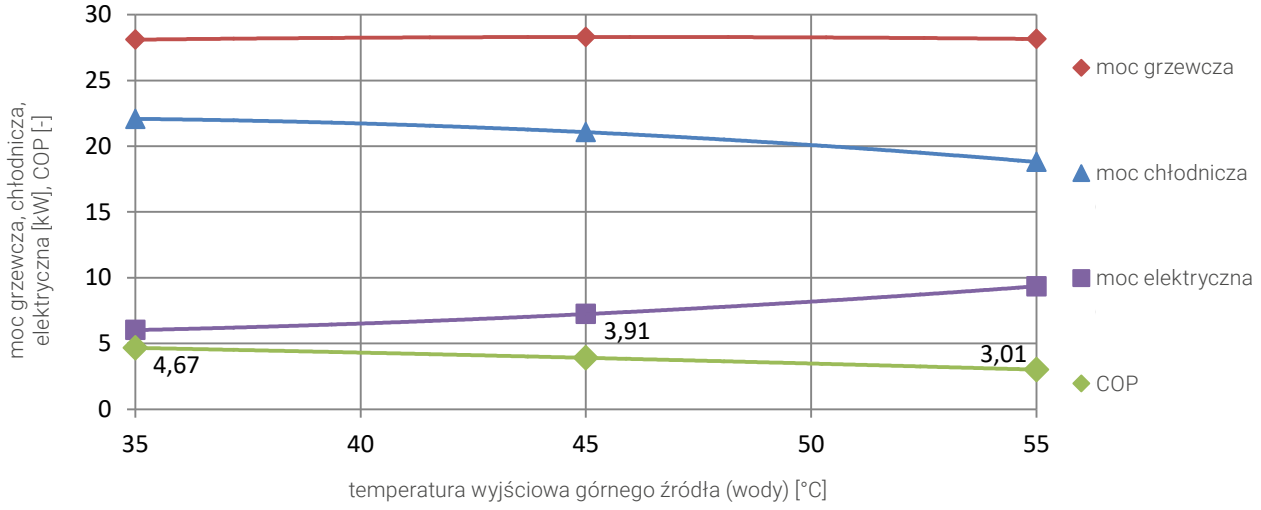
Wykres 33. Charakterystyka Maxima 12 GT i Maxima Compact 12 GT (B0)



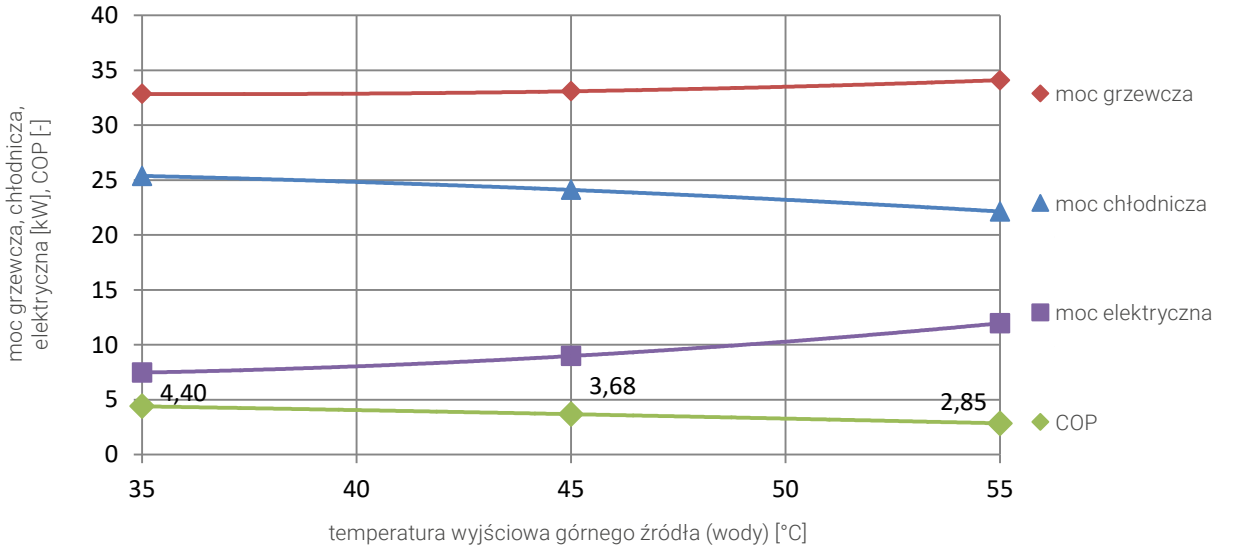
Wykres 34. Charakterystyka Maxima 16GT (B0)



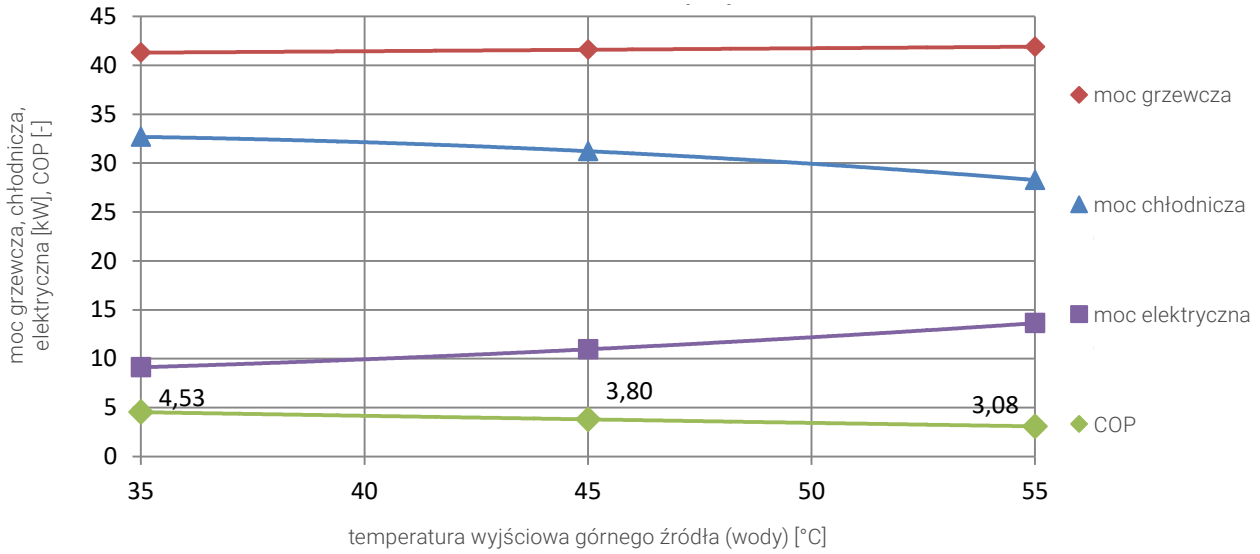
Wykres 35. Charakterystyka Maxima 20 GT (B0)



Wykres 36. Charakterystyka Maxima 28 GT (B0)



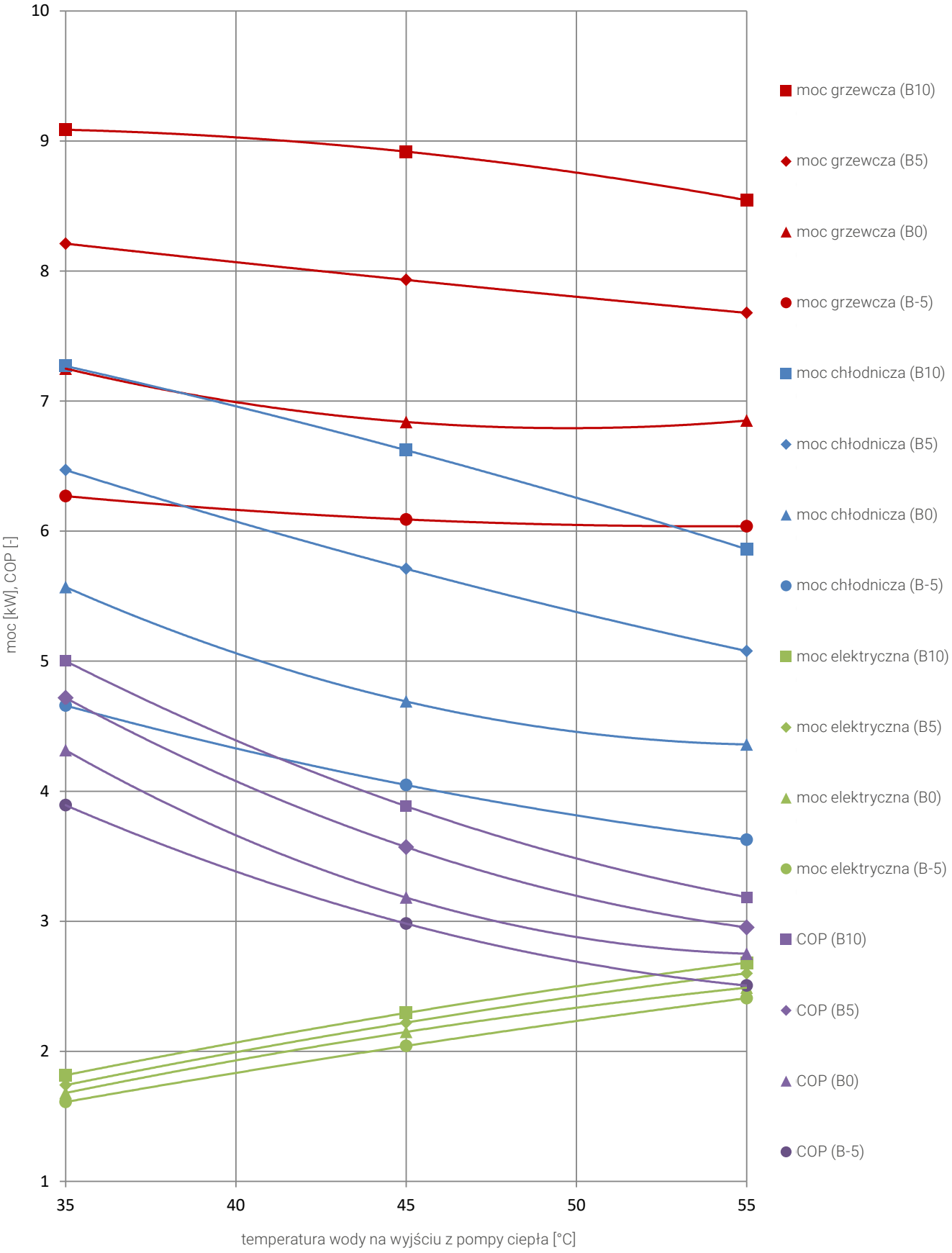
Wykres 37. Charakterystyka Maxima 34GT (B0)



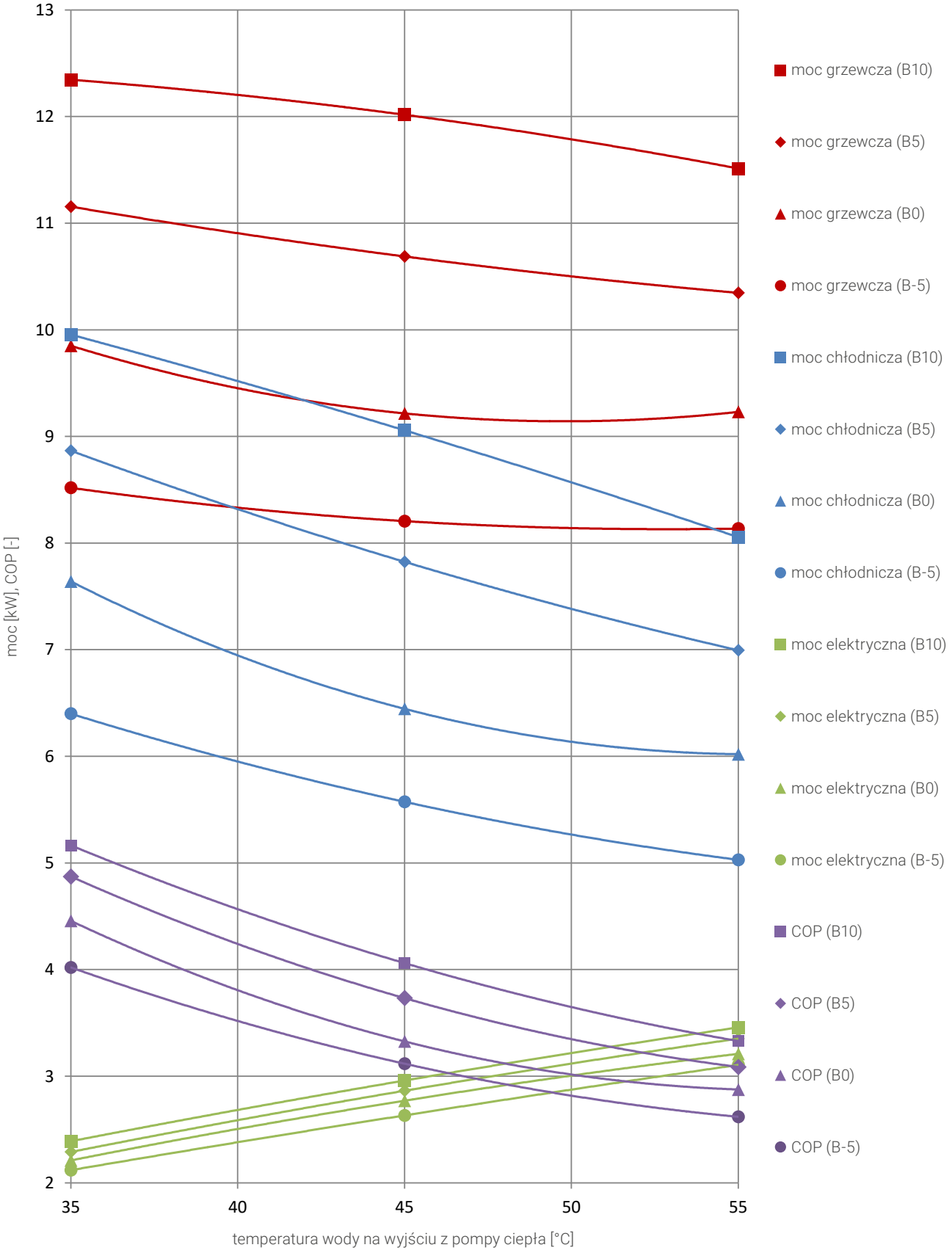
Wykres 38. Charakterystyka Maxima 42 GT (B0)

Warto zwrócić uwagę na różnice w charakterystykach modeli 7-16GT, w których zastosowana jest standardowa sprężarka scroll i 20-42 GT, w których zastosowano sprężarkę scroll z technologią EVI. Technologia ta pozwala na utrzymanie wysokiej mocy grzewczej przy wzroście temperatury górnego źródła.

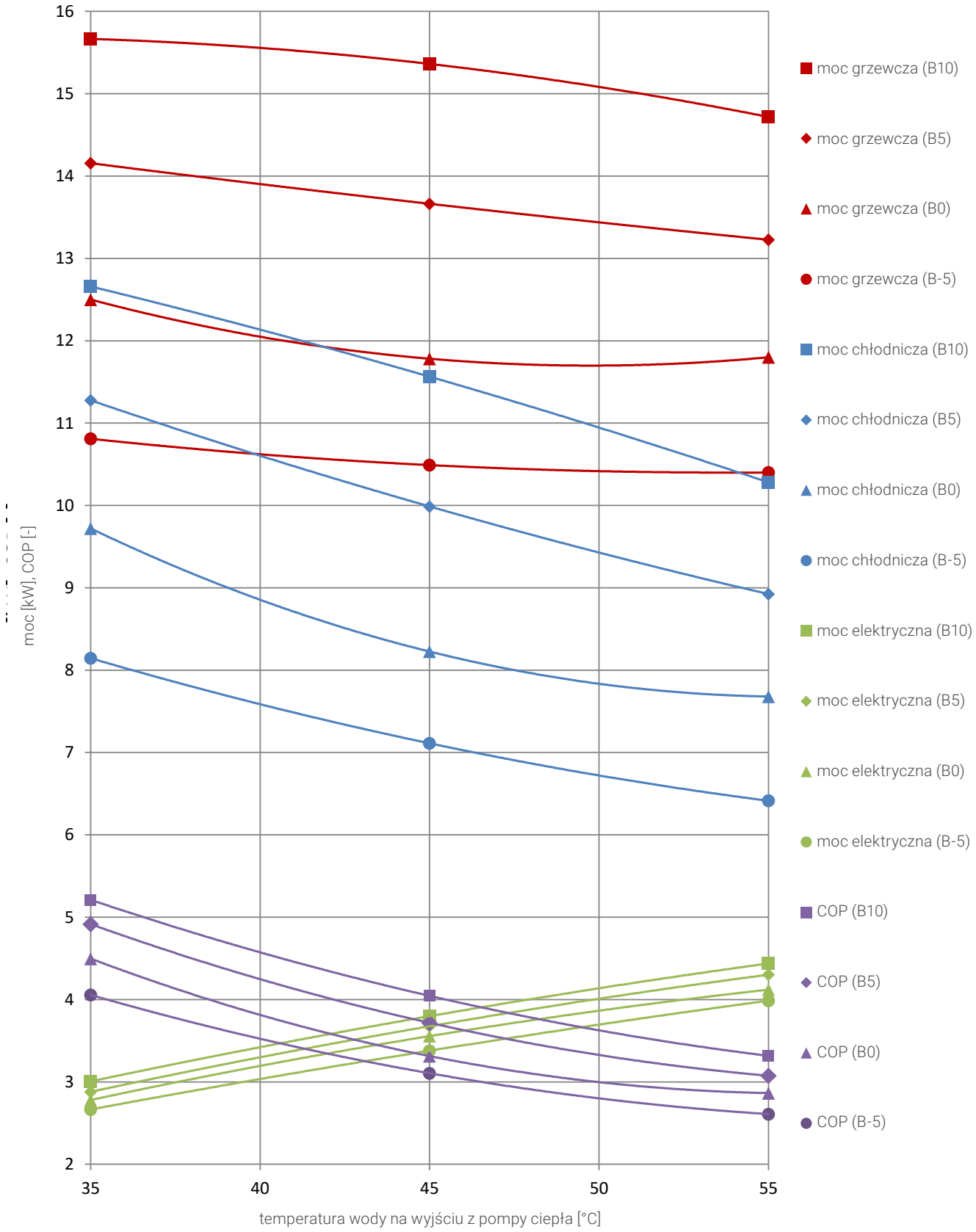
Standardowo pompy ciepła bada się zgodnie z normą przy temperaturze glikolu 0°C (na wejściu do pompy ciepła), lecz w rzeczywistości temperatura ta jest zmienna w ciągu całego roku, a zainstalowana pompa ciepła rzadko pracuje w warunkach znamionowych. Osiągana temperatura zależy od rodzaju gruntu i jego wydajności cieplnej. Parametry zależą również od głębokości odwiertu czy też głębokości posadowienia wymiennika poziomego. Temperatura zależy też od ilości godzin pracy w ciągu roku, gdyż w przypadku mocno obciążonego cieplnie gruntu jego regeneracja może być osłabiona. Średnia temperatura roczna wynosi zazwyczaj około 2-5°C, czego efektem jest wyższa efektywność urządzenia, niż w warunkach znamionowych. Zmiany temperatury dolnego źródła pociągają za sobą również zmiany mocy grzewczej, chłodniczej i elektrycznej. Poniżej przedstawiono charakterystyki pomp ciepła Maxima i Maxima Compact dla temperatur glikolu na wejściu do pompy ciepła: 10, 5, 0, -5°C.



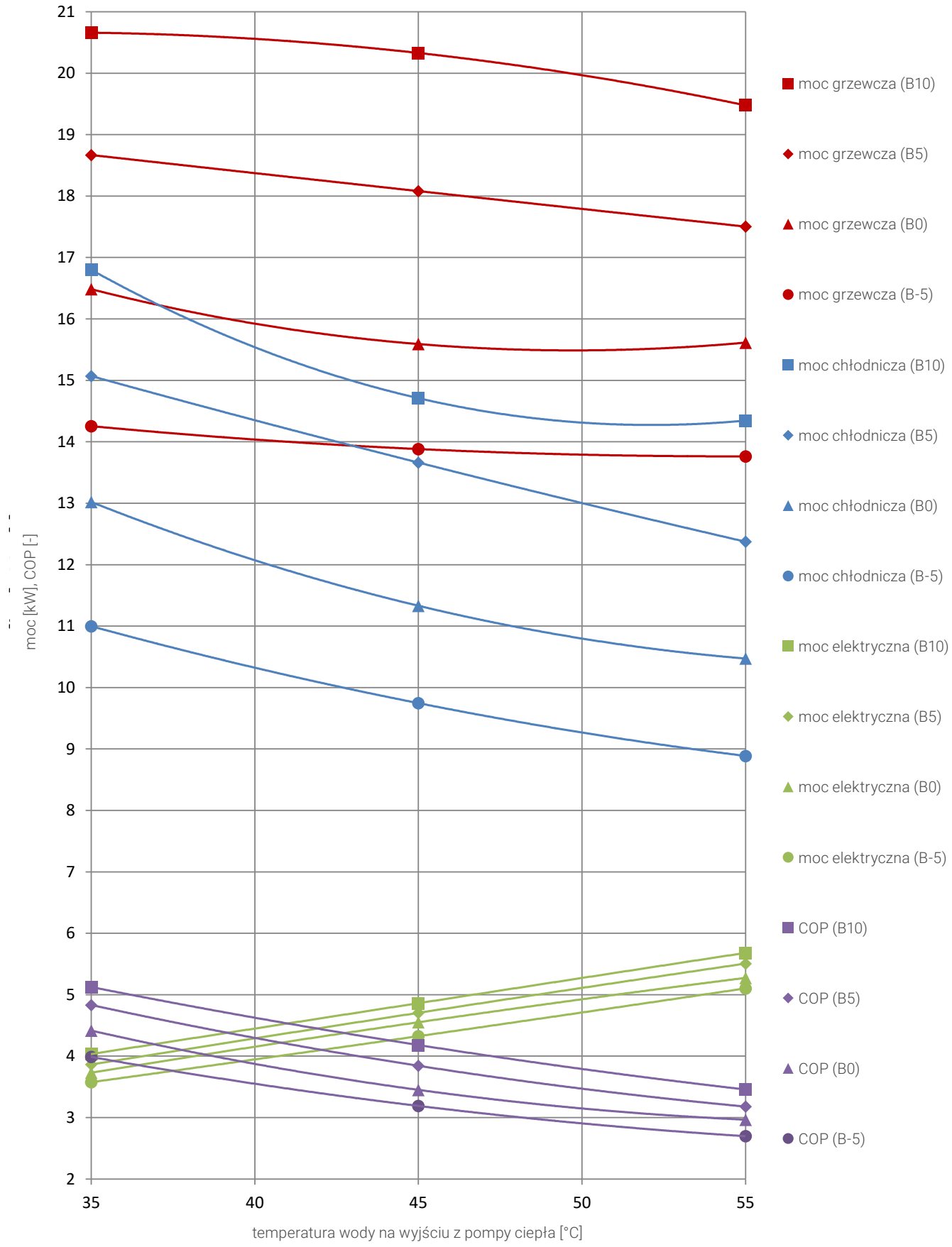
Wykres 39. Charakterystyka pompy ciepła Maxima 7 GT i Maxima Compact 7 GT dla temperatur glikolu: -5, 0, 5, 10°C



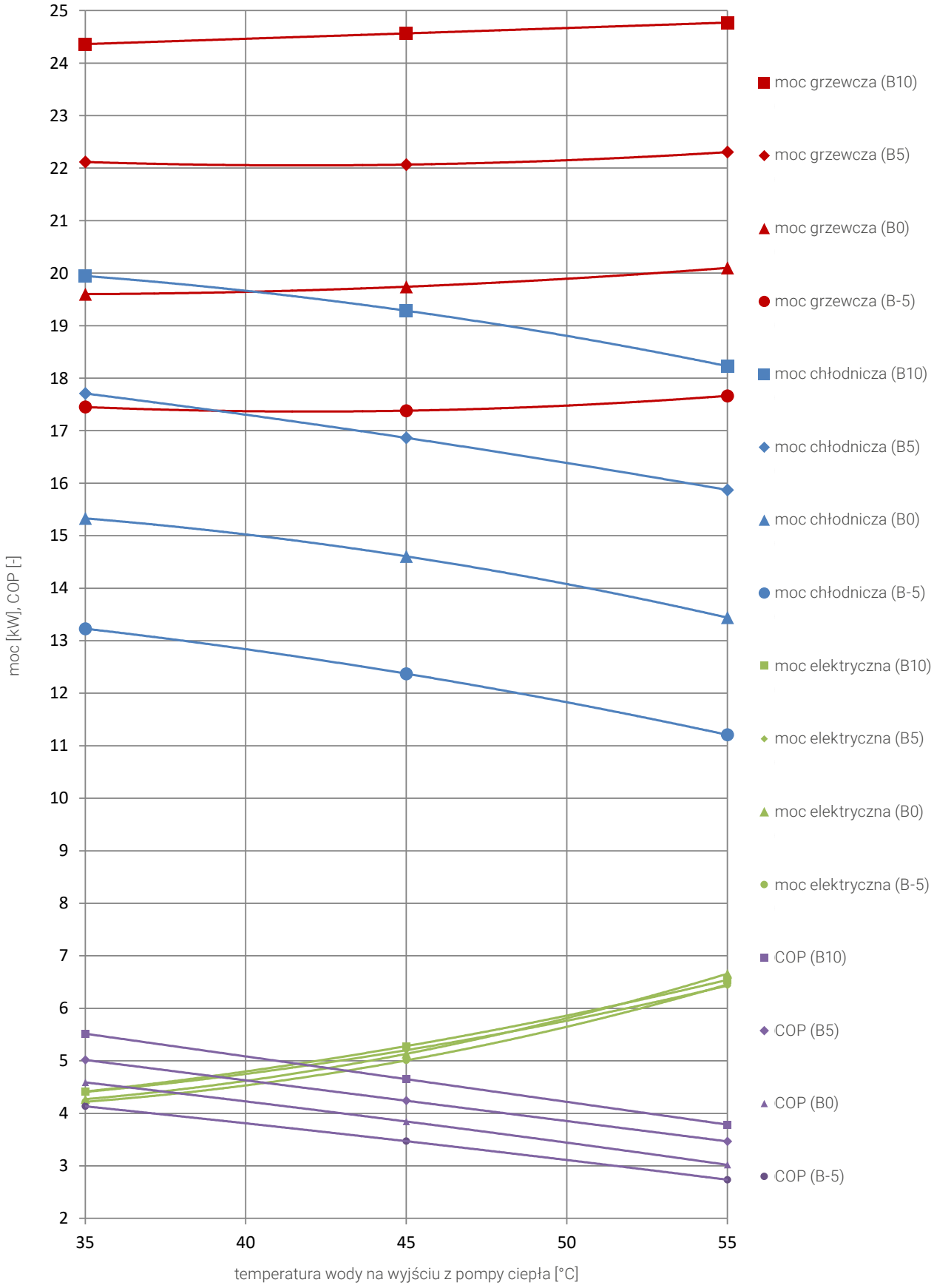
Wykres 40. Charakterystyka pompy ciepła Maxima 10 GT i Maxima Compact 10 GT dla temperatur glikolu: -5, 0, 5, 10°C



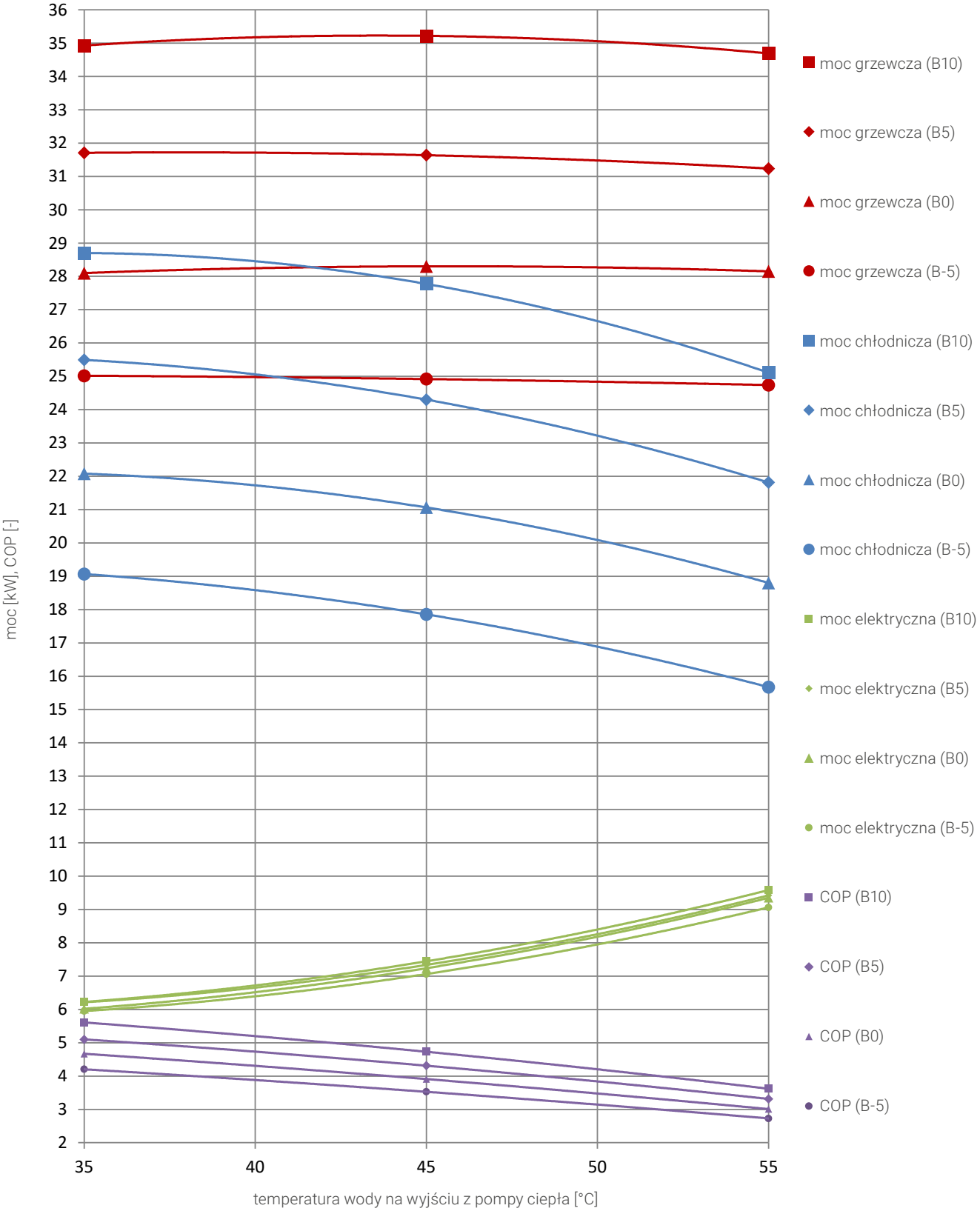
Wykres 41. Charakterystyka pompy ciepła Maxima 12 GT i Maxima Compact 12 GT dla temperatur glikolu: -5, 0, 5, 10°C



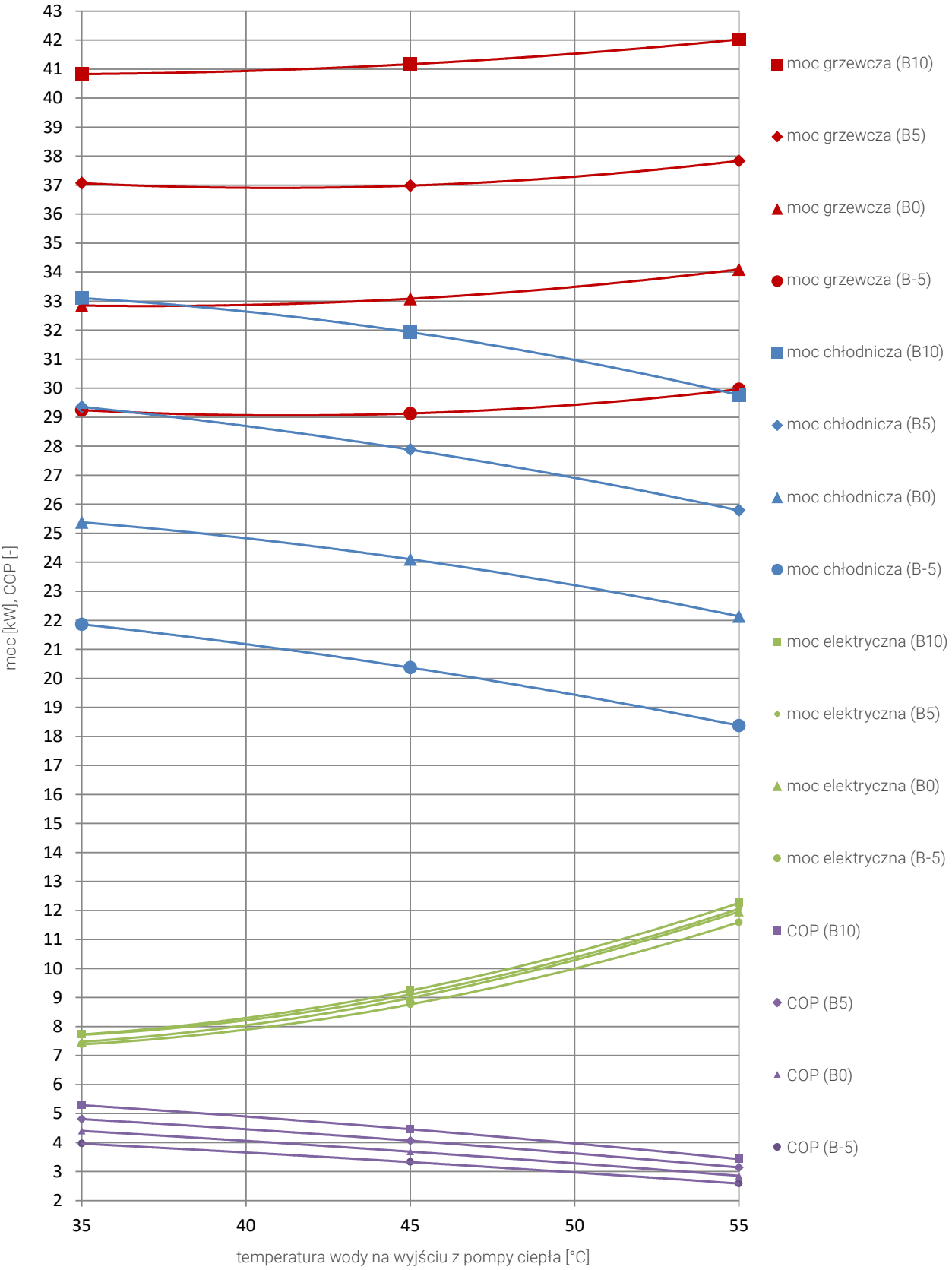
Wykres 42. Charakterystyka pompy ciepła Maxima 16GT dla temperatur glikolu: -5, 0, 5, 10°C



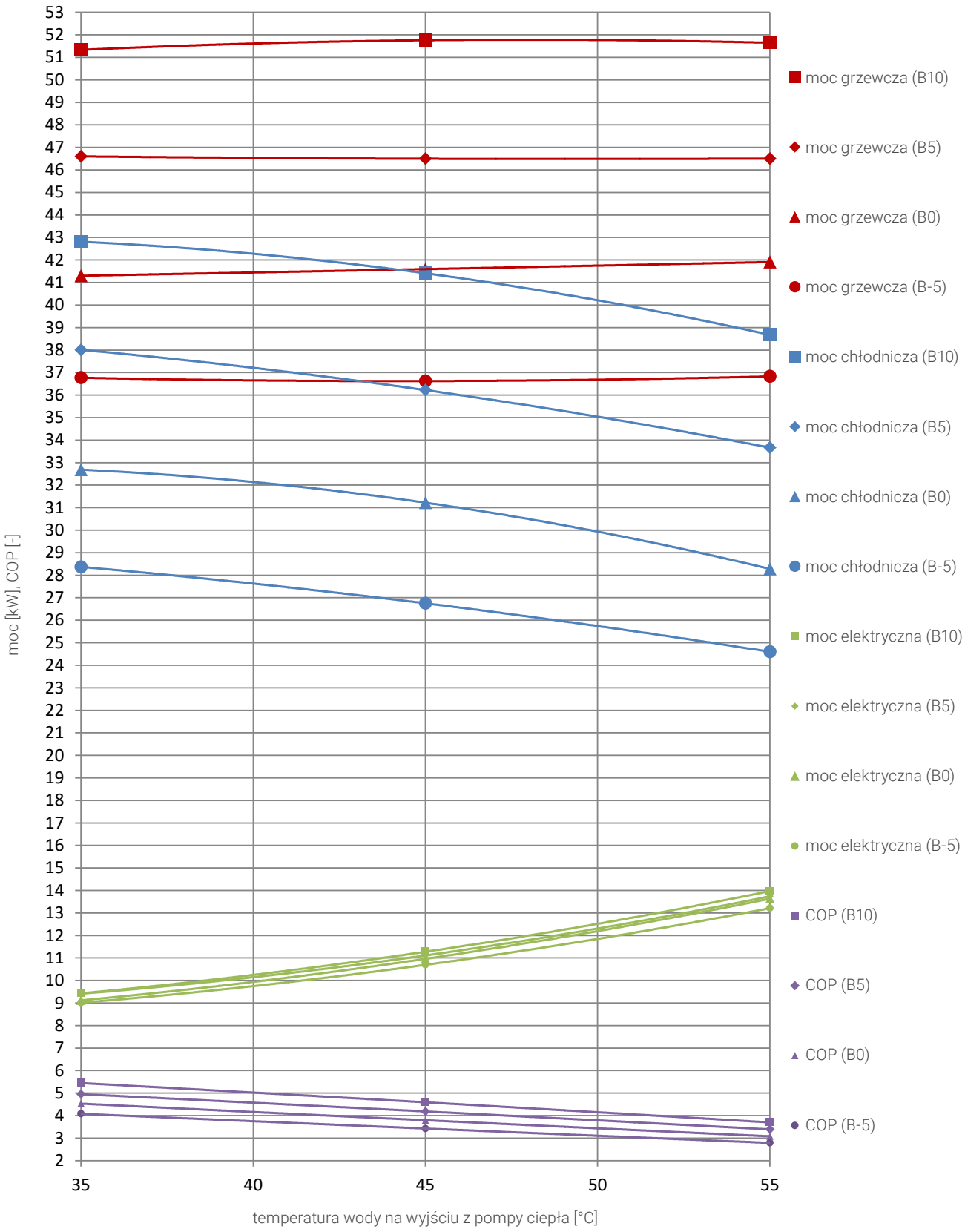
Wykres 43. Charakterystyka pompy ciepła Maxima 20 GT dla temperatur glikolu: -5, 0, 5, 10°C



Wykres 44. Charakterystyka pompy ciepła Maxima 28 GT dla temperatur glikolu: -5, 0, 5, 10°C



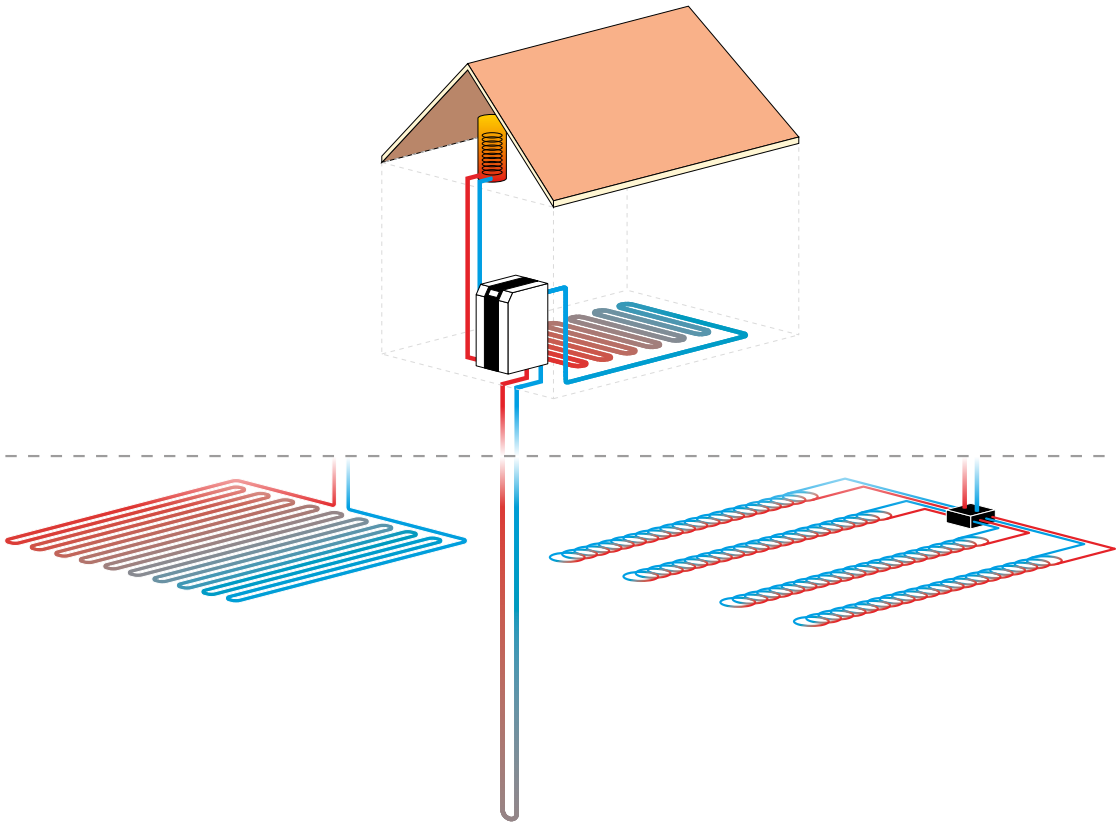
Wykres 45. Charakterystyka pompy ciepła Maxima 34GT dla temperatur glikolu: -5, 0, 5, 10°C



Wykres 46. Charakterystyka pompy ciepła Maxima 42 GT dla temperatur glikolu: -5, 0, 5, 10°C

4.3. Dolne źródła gruntowych pomp ciepła

Dolnym źródłem gruntowej pompy ciepła (Maxima i Maxima Compact) może być sonda pionowa lub wymiennik poziomy. Rury wymiennika wypełniane są cieczą niskokrzepnącą, przykładowo glikolem propylenowym o stężeniu 30-35% i temperaturze krzepnięcia -15°C. Medium transportujące ciepło nie może powodować zanieczyszczeń wód gruntowych czy też gleby, w przypadku ewentualnego wycieku.



Rys. 52. Dolne źródło gruntowej pompy ciepła, od lewej: wymiennik poziomy-meandryczny, pionowy, poziomy-spiralny

4.3.1. Sonda pionowa

Sonda pionowa wykorzystuje ciepło geotermalne, lecz o jego strumieniu możemy mówić dopiero poniżej 15-25 m. W płytszych warstwach gleby, tak zwanej warstwie neutralnej, jest on pomijalnie mały. Regenerację zapewnia tam promieniowanie słoneczne, wody opadowe. Stąd też nietrafionym pomysłem byłoby zastosowanie kilku krótkich odwiertów zamiast jednego głębokiego, gdyż w przypadku sondy pionowej szczególnie zależy nam na pozyskiwaniu ciepła geotermalnego. Aby pobierać ciepło za pośrednictwem sondy pionowej konieczne jest wykonanie odwiertu. W przypadku prac wiertniczych trzeba pamiętać o koniecznych pozwoleniach, czy też wymaganych projektach zgodnie z obowiązującym prawem geologicznym i górniczym. Odwiert o głębokości powyżej 30 m zawsze wymaga sporządzenia projektu robót geologicznych. Projekt ten następnie zgłaszany jest w starostwie. W przypadku odwiertów na potrzeby dolnych źródeł pomp ciepła mówimy o głębokości odwiertu zazwyczaj 70-100 m. W tabeli poniżej wyróżniono ten przypadek: wymagany jest projekt robót geologicznych oraz, jeśli odwiert znajduje się na obszarze górniczym, plan ruchu zakładu górniczego.

Tabela 41. Wymagane dokumenty przy wykonywaniu odwiertu

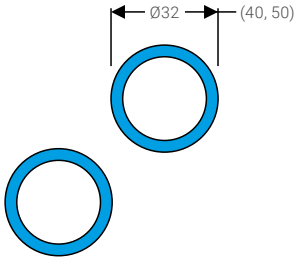
głębokość odwiertu [m]	projekt robót geologicznych		plan ruchu zakładu górniczego	
	poza obszarem górniczym	na obszarze górniczym	poza obszarem górniczym	na obszarze górniczym
≤30	nie	tak	nie	nie
≤100	tak	tak	nie	tak
>100	tak	tak	tak	tak

Dodatkowo po zakończeniu prac należy sporządzić dokumentację powykonawczą geologiczną, a następnie przekazać ją organowi administracji geologicznej.

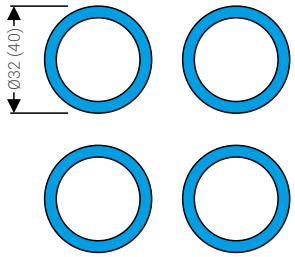
Wyróżnia się trzy podstawowe rodzaje wymienników wprowadzanych do odwiertów:

- Pojedyncza U-rura
- Podwójna U-rura
- Rura współosiowa

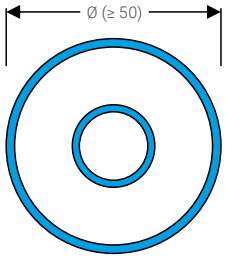
A) Wymiennik ciepła: pojedyncza U-rura



B) Wymiennik ciepła: podwójna U-rura



C) Wymiennik ciepła: rura współosiowa



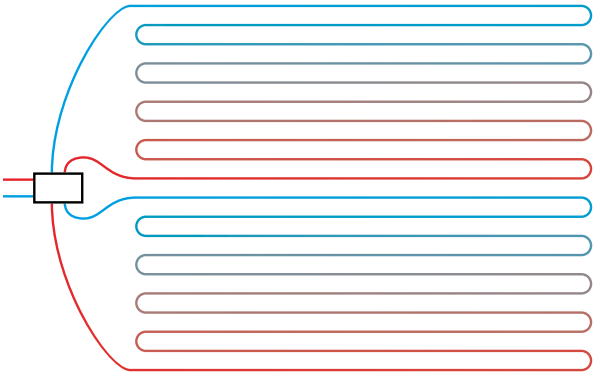
Rys. 53. Podstawowe rodzaje pionowych wymienników ciepła dla pomp gruntowych

Przy umieszczaniu rury w odwiercie stosuje się specjalny obciążnik, ponadto używa się dystansowników, czyli elementów pozwalających utrzymać odpowiednią odległość między rurą zasilania i powrotu. Pozwala to zapobiec zwarciu termicznemu rur. Po umieszczeniu sondy w odwiercie następuje wypełnienie przestrzeni otworu odpowiednim materiałem charakteryzującym się dobrym przewodnictwem cieplnym. Dobre wypełnienie powinna charakteryzować przewodność cieplna na poziomie nie mniejszym niż przewodność gruntu. Rura do iniekcji materiału wypełniającego jest wprowadzana do odwiertu jednocześnie z rurą właściwego wymiennika. Po wypełnieniu otworu nie powinny znajdować się wokół rury jakiekolwiek przestrzenie powietrzne, które stanowiłyby swego rodzaju izolację, czyli ograniczałyby przewodzenie ciepła. Po wykonaniu wymiennika należy sprawdzić jego szczelność. Pompę ciepła można uruchomić po upływie minimum 7 dni od wykonania sondy. W przypadku dużych instalacji gruntowych pomp ciepła zaleca się wykonanie TRT (testu reakcji termicznej), który pozwala dokładnie określić wydajność cieplną gruntu.

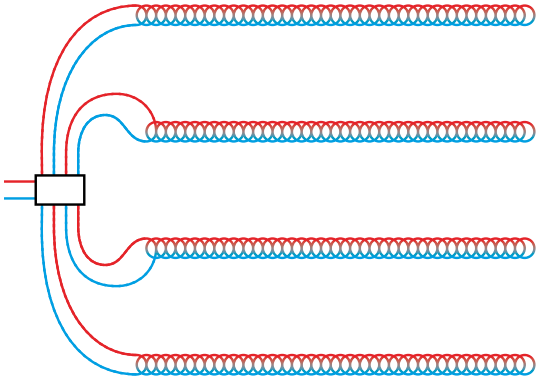
4.3.2. Wymiennik poziomy

Poziomy wymiennik nie wymaga pozwolenia na budowę. Przed jego wykonaniem należy zgłosić ten zamiar w odpowiedniej jednostce samorządu terytorialnego. Ciepło zgromadzone w wierzchnich warstwach gleby pochodzi głównie z promieniowania słonecznego, regeneracje gruntu umożliwiają też wody odpadowe. Dlatego musi być on posadowiony na wolnej przestrzeni działki, tzn. bez zabudowy. Najbardziej sprawdzi się teren z roślinnością o płytkim systemie korzeniowym (zazwyczaj nad wymiennikiem zasiewa się trawnik). Wymiennik gruntowy o zbyt małej wydajności cieplnej (źle dobrany) może skutkować opóźnieniem wegetacji roślin.

Spotyka się wymiennik poziomy w dwóch podstawowych formach: meandrycznej oraz spiralnej

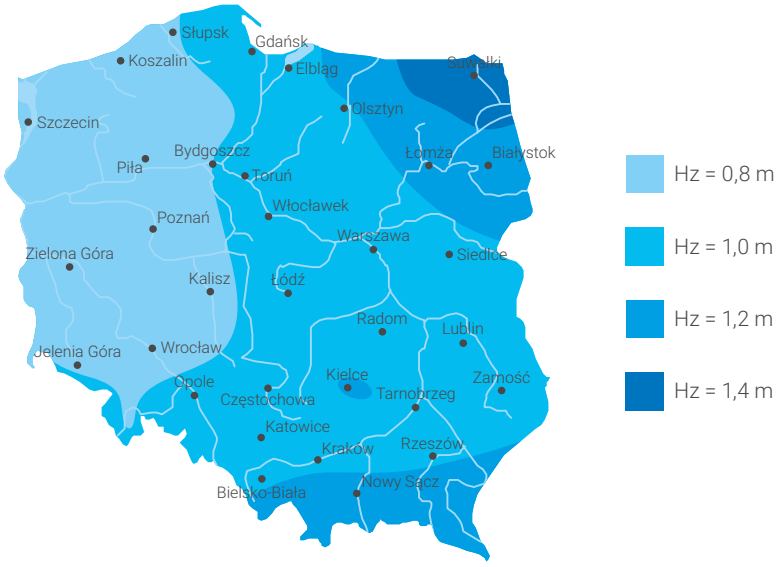


Rys. 54. Wymiennik poziomy meandryczny



Rys. 55. Wymiennik poziomy spiralny

Kolektor poziomy układa się na głębokości 20-40 cm poniżej strefy przemarzania gruntu. W Polsce możemy wyróżnić 4 strefy głębokości przemarzania gruntu. Po wykonaniu wykopu o odpowiedniej głębokości przewody rurowe prowadzi się zazwyczaj w obsypce piaskowej (konieczność stosowania podsypki zależy od rodzaju rur i gruntu). W sytuacji gdy dno wykopu zawiera skały zaleca się umieszczenie geowłókniny pod obsypką. W przypadku stosowania rur o większej odporności wykorzystywać można oczyszczony, wyrównany i stabilny grunt rodzimy, który umieszczamy na spodniej warstwie wykopu, zamiast obspyki piaskowej. Po ułożeniu rur konieczne jest przeprowadzenie próby ciśnieniowej. 50cm nad rurami wymiennika umieszczana jest taśma ostrzegawcza. Uruchomienie pompy ciepła powinno nastąpić po upływie co najmniej dwóch miesięcy od wykonania wymiennika. Zazwyczaj wymiennik poziomy składa się z kilku sekcji (pętli). Do ich połączenia używany jest rozdzielacz umieszczany w budynku lub w studzience zewnętrznej. Rury dobiegowe do rozdzielacza również muszą znajdować się na odpowiedniej głębokości. Należy mieć na uwadze, iż układanie rur wymiennika powinno być przeprowadzane w odpowiedniej temperaturze, gdyż od niej zależny jest promień gięcia rury.



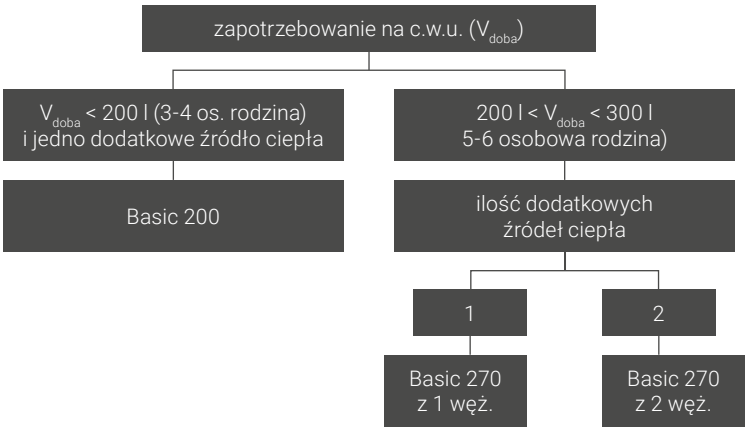
Rys. 56. Strefy przemarzania gruntu na terenie Polski wg PN-EN 1997-1:2008

5. PROJEKTOWANIE UKŁADÓW Z POMPAMI CIEPŁA DO C.W.U.

W przypadku instalacji gdzie ogrzewana jest jedynie woda użytkowa można wyróżnić dwa ich rodzaje: domowe instalacje o małym zapotrzebowaniu na wodę użytkową (ok. 200-300l/dobę) i większe instalacje z zapotrzebowaniem rzędu 800-2000l/dobę.

W przypadku instalacji w domach jednorodzinnych, w których zapotrzebowanie nie przekracza 300 l/dobę (co odpowiada 6-ciu użytkownikom) najczęściej wybierany jest podgrzewacz z pompą ciepła (Basic). Jednak minimalna temperatura powietrza niezbędna do pracy tego urządzenia wynosi +7°C, zatem aby zapewniać wodę użytkową przez cały rok musi ono pracować na powietrzu obiegowym z pomieszczenia, co nie zawsze jest możliwe. Najczęściej tego typu urządzenie jest łączone z kotłem centralnego ogrzewania, który już zamontowany jest w budynku. Wtedy pompa ciepła zapewnia wodę użytkową poza okresem grzewczym, a w okresie grzewczym ogrzewa ją kocioł. Jeżeli chodzi o podgrzewacz z pompą ciepła Basic użytkownik ma do wyboru modele 200 lub 270l. Dodatkowo model 270l wyróżnia dostępna opcja zbiornika z dwoma dodatkowymi wężownicami, gdzie można podłączyć dwa dodatkowe źródła ciepła, na przykład kocioł i kolektor słoneczny. Pozostałe modele mają możliwość podłączenia jednego dodatkowego źródła, gdyż są wyposażone w jedną dodatkową wężownicę.

Podgrzewacze z pompą ciepła stosowane są głównie w budownictwie jednorodzinnym lub w budynkach publicznych, w których zapotrzebowanie na wodę nie przekracza 300 l. Cechą wyróżniającą pompę Basic jest model 270 l z jedną lub dwiema wężownicami. Poniżej pomocny diagram.



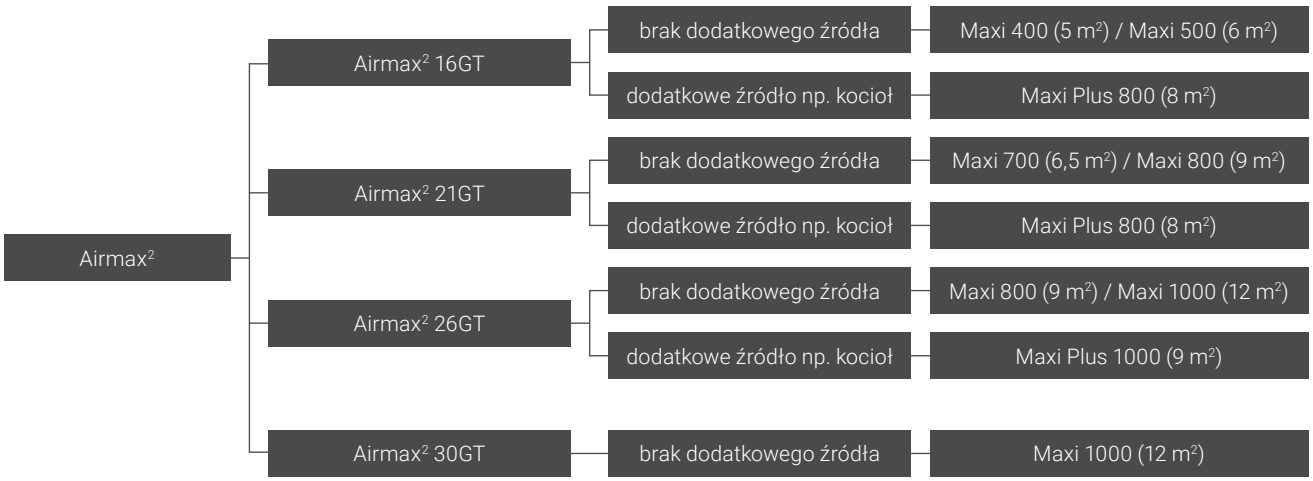
W przypadku obiektów o znacznym zapotrzebowaniu na c.w.u. np. hotel, restauracja, wspólnota mieszkaniowa, czy też jeśli pompa ciepła ma zapewniać wodę przez cały rok (w zakresie temperatur powietrza od -20°C do +30°C), rozważyć należy pompę ciepła Airmax^2. Rozwiązanie to można zrealizować w połączeniu ze zbiornikiem Maxi lub Maxi Plus (dwie wężownice pod dwa źródła ciepła). Dobór odpowiedniego zbiornika musi uwzględniać powierzchnię wężownicy oraz czas nagrzewu wody użytkowej. Powierzchnie wężownic (optymalna i minimalna) zostały przedstawione w tabeli poniżej. Jeśli dla danej pompy ciepła zostanie zastosowana większa wężownica nie niesie to ze sobą negatywnych skutków. Natomiast zastosowanie mniejszej wężownicy będzie wiązało się z niepoprawną pracą urządzenia.

Tabela 42. Powierzchnie wężownic w przypadku podłączenia pompy ciepła Airmax²

model pompy ciepła	minimalna powierzchnia wężownicy [m²]	optymalna powierzchnia wężownicy [m²]
Airmax² 16GT	4,67	6,22
Airmax² 21GT	6,29	8,39
Airmax² 26GT	7,80	10,40
Airmax² 30GT	8,95	11,93

Zatem projektując dowolny układ z pompą ciepła Airmax² podłączoną do wężownicy, dobierając zbiornik, należy bezwzględnie przestrzegać zaleceń dotyczących minimalnej powierzchni wężownicy.

Poniżej przedstawiono zbiorniki produkcji Galmet dedykowane do konkretnych modeli pomp Airmax². Dobór zbiorników wynika z wymaganej minimalnej powierzchni wężownicy dla danej mocy pompy ciepła. Im większa moc pompy ciepła, tym większa wymagana powierzchnia wężownicy, a tym samym zbiornik o większej pojemności. Typoszereg Maxi to zbiorniki do pomp ciepła z jedną wężownicą. Jeśli oprócz pompy ciepła do zbiornika chcemy podłączyć źródło dodatkowe należy wybrać Maxi Plus (zbiornik z dwoma wężownicami). Poniżej pomocny diagram pozwalający wybrać odpowiedni model zbiornika do c.w.u. Przy każdym modelu zbiornika podano również powierzchnię wężownicy przeznaczoną do podłączenia pompy ciepła.



W przypadku zastosowania Airmax² tylko na cele c.w.u. zawsze istnieje możliwość doboru pompy ciepła o mniejszej mocy do większego zbiornika. Przykładowo do Maxi 800, pompa ciepła Airmax² 16GT. Tyle, że w tym momencie trzeba wziąć pod uwagę czas nagrzewu wody, by nie był on zbyt długi, a przez to czas pracy sprężarki on/off w ciągu roku nie przekraczał zalecanych 2000 h. Czas nagrzewu zależy od mocy pompy ciepła, a ta znowu jest zmienna, gdyż zależy od temperatury powietrza zewnętrznego. Zatem musimy wziąć pod uwagę to, przy jakiej temperaturze powietrza, jaki czas nagrzewu chcemy uzyskać.

Czas nagrzewu (t_n) można obliczyć ze wzoru:

$$t_n = \frac{\rho \cdot V/1000 \cdot c_p \cdot \Delta T}{Q_g \cdot 3600}$$

t_n - czas nagrzewu wody [h]

ρ - gęstość wody [kg/m³]

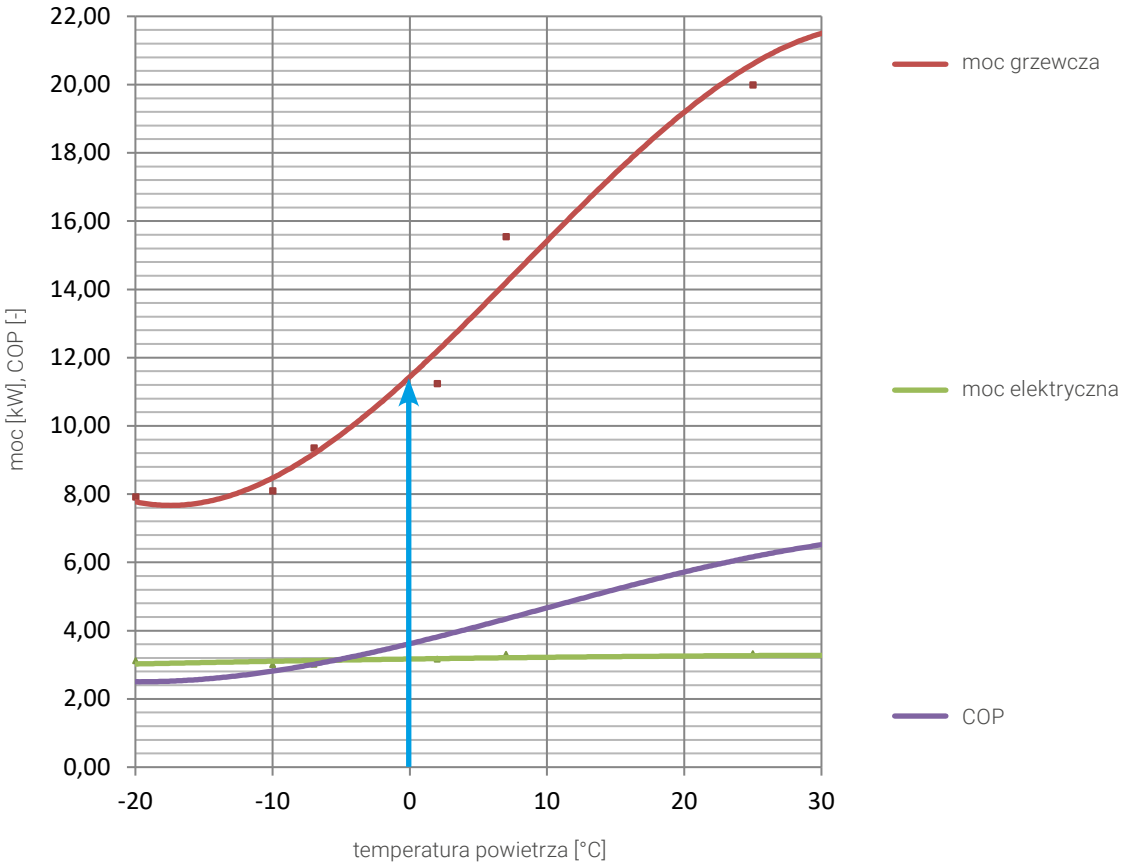
V - pojemność zbiornika [l]

c_p - ciepło właściwe wody [kJ/(kg•K)]

ΔT - zakres temperaturowy nagrzewu wody [K]

Q_g - moc grzewcza pompy ciepła [kW]

Przykładowo dla pompy ciepła Airmax² 16GT chcąc odczytać moc grzewczą w temperaturze 0°C należy posłużyć się charakterystyką urządzenia (wszystkie charakterystyki zawarto w opracowaniu). W przypadku podgrzewu c.w.u. mamy do czynienia z aplikacją wysokotemperaturową zatem zasadne jest użycie charakterystyki W55. Poniżej przykład:



Wykres 47. Charakterystyka pompy ciepła Airmax² 16GT (W55); wyznaczenie mocy grzewczej w temperaturze powietrza zewnętrznego 0°C

Dla Airmax² 16GT przy temperaturze powietrza zasilającego 0°C moc grzewcza wynosi 11,5 kW, zatem przykładowo czas nagrzewu 500 l od 10°C do 55°C wyniesie w tym przypadku:

$$t_n = \frac{1000 \cdot 500/1000 \cdot 4{,}189 \cdot 45}{11{,}5 \cdot 3600} = 2{,}28\ \text{h}$$

Czas ten może się nieznacznie wydłużyć ze względu na straty ze zbiornika do otoczenia.

Jak wcześniej wspomniano czas pracy sprężarki on/off nie powinien przekraczać 2000h/rok. Problemem przy oszacowaniu tej wartości jest zmienna moc urządzenia, przez zmienność warunków atmosferycznych w ciągu roku. Przy określaniu szacunkowej wartości czasu pracy pompy ciepła Airmax² na potrzeby c.w.u. można posłużyć się średnią temperaturą powietrza zewnętrznego w danej lokalizacji oraz mocą grzewczą jej odpowiadającą.

Czas pracy pompy ciepła Airmax² na potrzeby c.w.u. w ciągu roku (t_r) można obliczyć ze wzoru:

$$t_r = \frac{\rho \cdot V/1000 \cdot c_p \cdot \Delta T}{Q_{g(T_{śr})} \cdot 3600} \cdot n_d$$

t_r - czas pracy pompy ciepła w roku [h/rok]

ρ - gęstość wody [kg/m³]

V - pojemność zbiornika [l]

c_p - ciepło właściwe wody [kJ/(kg•K)]

ΔT - zakres temperaturowy nagrzewu wody [K]

$Q_{g(T_{śr})}$ - moc grzewcza pompy ciepła dla średniej rocznej temperatury powietrza [kW]

n_d - liczba dni w roku

Średnią roczną temperaturę w Polsce można przyjąć dla wstępnych obliczeń na poziomie 8°C. Dokładniejsze wartości dla poszczególnych miast zamieszczono w tabeli poniżej.

Tabela 43. Średnia roczna temperatura zewnętrzna dla poszczególnych lokalizacji

miasto	średnia roczna temperatura zewnętrzna [°C]
Białystok	6,7
Bielsko-Biała	7,8
Gdańsk	7,9
Jelenia Góra	6,9
Kalisz	7,9
Katowice	7,8
Kielce	7,2
Kołobrzeg	7,6
Kraków	8,0
Kłodzko	7,3
Legnica	8,4
Łódź	7,6
Mikołów	6,9
Nowy Sącz	7,9
Olsztyn	6,9
Piła	7,6
Przemyśl	7,9
Suwałki	6,0
Szklarska Poręba	6,9
Terespol	7,2
Warszawa	7,8
Wrocław	8,4
Zakopane	5,0
Zamość	7,2
Zgorzelec	6,9
Zielona Góra	8,2

Przykładowo dla pompy Airmax^2 16GT porównano roczne czasy pracy sprężarki przy założeniu zapotrzebowania 1000 l oraz 2500 l na dobę. $Q_{g(T_{śr})}$ dla przykładowej pompy ciepła, odczytana z charakterystyki, wynosi 14,5 kW, liczbę dni w roku przyjęto 365, średnią temperaturę roczną 8°C.

Zapotrzebowanie 1000 l/dobę:

$$t_n = \frac{1000 \cdot 1000 \cdot 4{,}189 \cdot 45}{14{,}5 \cdot 3600} \cdot 365 = 1318 \text{ h}$$

Zapotrzebowanie 2500 l/dobę:

$$t_n = \frac{1000 \cdot 2500 \cdot 4{,}189 \cdot 45}{14{,}5 \cdot 3600} \cdot 365 = 3295 \text{ h}$$

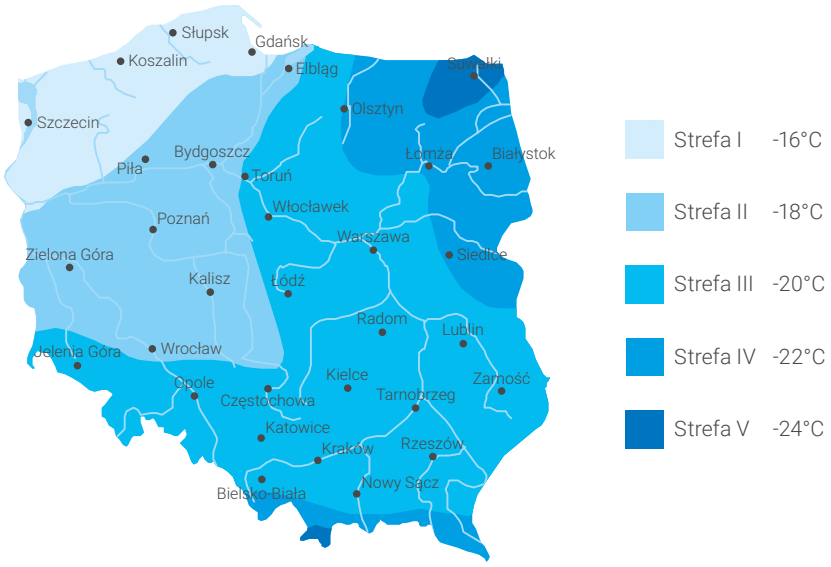
Przy zapotrzebowaniu na ciepłą wodę użytkową na poziomie 1000 l/dobę szacowany czas pracy sprężarki jest odpowiedni (poniżej 2000 h/rok), natomiast przy zapotrzebowaniu 2500 l, czas ten przekracza zalecany próg. W tym wypadku należy dobrać pompę ciepła większej mocy.

6. PROJEKTOWANIE UKŁADÓW Z POMPAMI CIEPŁA DO C.O. I C.W.U.

Dla prawidłowej pracy pompy ciepła konieczne jest optymalne dobranie trzech elementów:

- Instalacji dolnego źródła (w przypadku pompy powietrznej sprawa jest uproszczona)
- Jednostki pompy ciepła (dobór rodzaju i mocy urządzenia, a także trybu jej pracy)
- Instalacji górnego źródła (instalacji ogrzewania - najkorzystniej niskotemperaturowego, zbiornika wody użytkowej, bufora wody grzewczej)

Pierwszym krokiem do doboru urządzenia do danego budynku jest określenie **obciążenia cieplnego ($Q_{budynku}$)**, czyli mocy strat generowanych z budynku. Wartość zapotrzebowania występuje w formie całkowitego zapotrzebowania wyrażonego w kW, W lub w formie jednostkowego zapotrzebowania wrażonego w W/m^2. Zapotrzebowanie to powinno być obliczone zgodnie z PN-EN 12831, zależne jest od stopnia izolacyjności budynku, zastosowanych technologii budowy, a także strefy klimatycznej, w której znajduje się budynek. Dla określenia wartości zapotrzebowania uwzględnia się straty przez przegrody przezroczyste i nieprzezroczyste, dach oraz do gruntu, a także straty wentylacyjne. Jeśli chodzi o strefy klimatyczne to Polska podzielona jest na 5 stref. Dla każdej ze stref określona jest zewnętrzna temperatura obliczeniowa. Jest to temperatura przy jakiej określa się straty ciepła z budynku.



Rys. 57. Strefy klimatyczne Polski wg PN-EN 12831

Jeśli nie posiadamy dokładnej informacji w kwestii zapotrzebowania, można zastosować szacunkowe wartości jednostkowego zapotrzebowania przedstawione w poniższej tabeli dla budynków powstałych w różnych latach, z różnym standardem cieplnym.

Tabela 44. Szacunkowe jednostkowe zapotrzebowanie budynków na ciepło na podstawie czasu budowy i standardu cieplnego budynku

Rodzaj budynku	Minimalne poziomy zastosowanych standardów					Jednostkowe zapotrzebowanie na ciepło, W/m^2
	Izolacja ścian zewnętrznych	Izolacja dachu	Izolacja podłogi	Okna	Wentylacja	
Sprzed 1980 r.	Brak	Brak	Brak	Dwuszybowe	grawitacyjna	130-200
Sprzed 1990 r.	Niski standard izolacji	Niski standard izolacji	Brak	Dwuszybowe	grawitacyjna	90-130
Sprzed 2005 r.	Dobry standard izolacji	Dobry standard izolacji	Brak	Dwuszybowe	grawitacyjna	80-100
Sprzed 2010 r.	Dobry standard izolacji	Dobry standard izolacji	Dobry standard izolacji	Dwuszybowe	grawitacyjna	60-80
Sprzed 2018 r.	Bardzo dobry standard izolacji	Bardzo dobry standard izolacji	Dobry standard izolacji	Trzyszybowe	grawitacyjna	50-60
Budynki nowe	Standardy obowiązujące w 2021 roku	Standardy obowiązujące w 2021 roku	Standardy obowiązujące w 2021 roku	Standardy obowiązujące w 2021 roku	grawitacyjna / rekuperacja	40-50
Budynki pasywne / niskoenergetyczne	Standardy obowiązujące w 2021 roku lub lepsze	Standardy obowiązujące w 2021 roku lub lepsze	Standardy obowiązujące w 2021 roku lub lepsze	O zwiększonych właściwościach cieplnych	rekuperacja	10-40
Budynek po pełnej termomodernizacji	Właściwości cieplne izolacji dostosowane do obecnych standardów			Trzyszybowe	grawitacyjna	60-80
Budynek po częściowej termomodernizacji	-	-	-	-	grawitacyjna	100-180

Iloczyn jednostkowego zapotrzebowania na ciepło i powierzchni ogrzewanej pozwoli obliczyć **($Q_{budynku}$)**:

$$Q_{budynku} = q \cdot A$$

q - jednostkowe zapotrzebowanie na ciepło [W/m^2]

A - powierzchnia ogrzewana budynku [m^2]

Przykładowo zapotrzebowanie cieplne dla nowo budowanego domu jednorodzinnego o powierzchni ogrzewanej 150 m^2, przyjmując na podstawie powyższych tabeli jednostkowe zapotrzebowanie 50 W/m^2 , otrzymamy:

$$Q_{budynku} = 50 \cdot 150 = 7500 = 7{,}5 \text{ kW}$$

Kolejnym etapem jest wyznaczenie zapotrzebowania na ciepłą wodę, a następnie **dodatku mocy na ciepłą wodę użytkową (Q_{cwu})**. Standardowo na jedną osobę przyjmuje się wartość zapotrzebowania 50 l/dobę, jednak jest to zależne od indywidualnych wymagań mieszkańców. Dodatek ten można przyjmować na poziomie 0,25 kW na osobę. Jeżeli dodatek mocy na cele wody użytkowej jest niewielki, czasem jest pomijany w obliczeniach doborowych.

$$Q_{cwu} = 0{,}25 \text{ kW} \cdot n$$

n - liczba osób korzystających z wody użytkowej

Przykładowo przy 4 mieszkańcach domu:

$$0{,}25 \text{ kW} \cdot 4 = 1 \text{ kW}$$

Sumując zapotrzebowanie budynku na ciepło oraz dodatek na ciepłą wodę użytkową, otrzymujemy całkowitą wymaganą **szczytową moc grzewczą urządzenia (Q)**.

$$Q = Q_{budynku} + Q_{cwu}$$

$Q_{budynku}$ - wymagana moc grzewcza na potrzeby c.o.

Q_{cwu} - dodatek mocy na c.w.u.

W przypadku gdy dystrybutor energii elektrycznej blokuje czasowo prace pomp ciepła należy to dodatkowo uwzględnić przez kolejny dodatek mocy. Podsumowując określanie zapotrzebowania na moc grzewczą:

zapotrzebowanie cieplne budynku
- szacunkowa wartość
- dokładna wartość zgodnie z PN-EN 12831

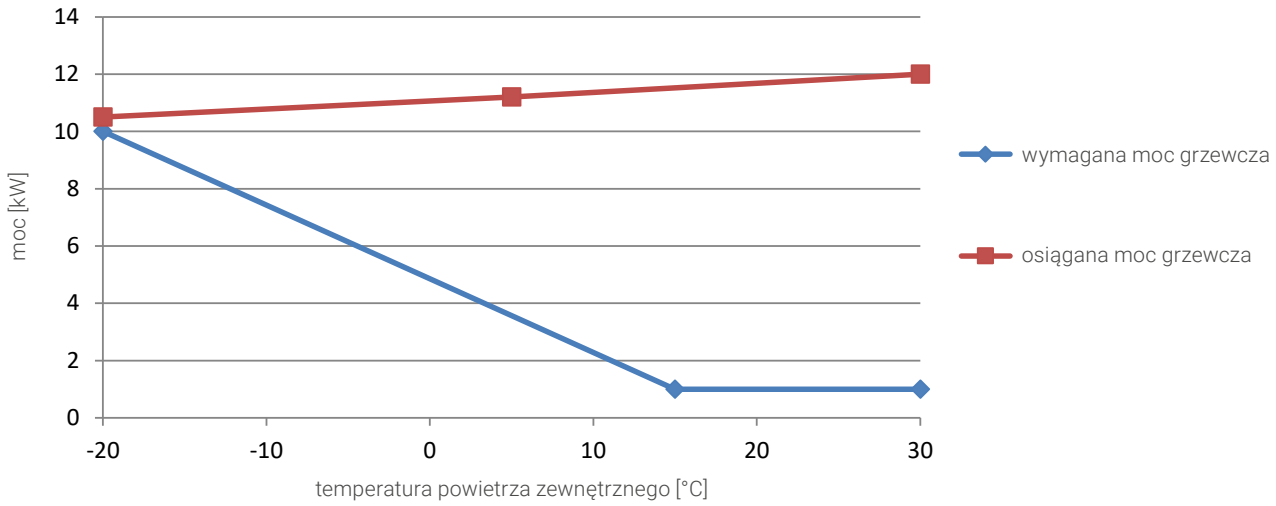
→ **dodatek mocy na c.w.u**
- 0,25 kW na osobę

→ **sumaryczna wymagana moc grzewcza**
- opcjonalnie należy uwzględnić czas blokady pompy ciepła

6.1. Tryby pracy pompy ciepła, punkt biwalencyjny

Przy projektowaniu układu z pompą ciepła konieczne jest określenie trybu jej pracy.

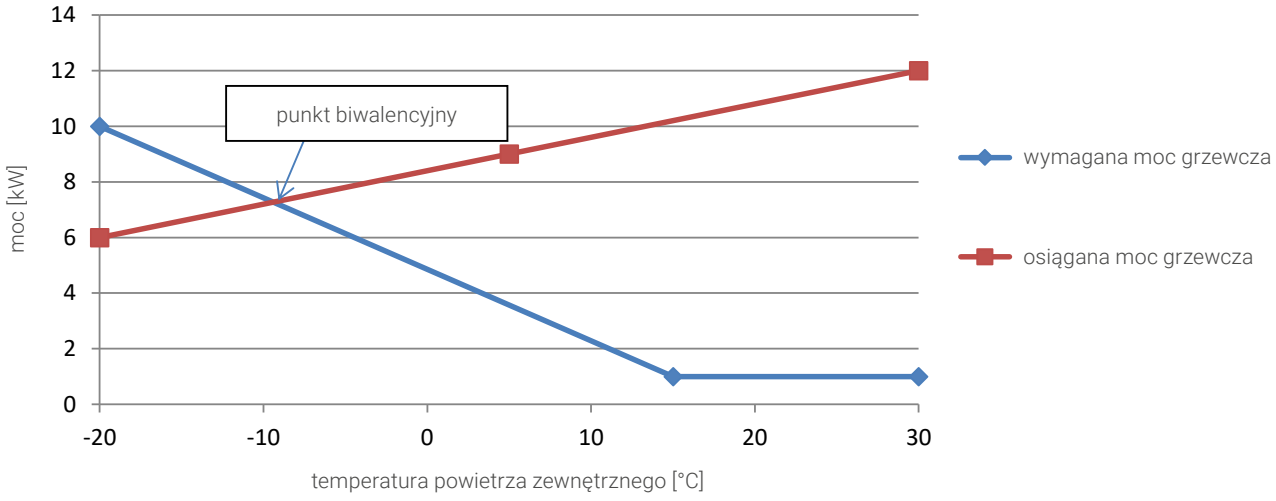
Tryb monowalentny: Pompa ciepła zapewnia 100% zapotrzebowania budynku na ciepło. Całkowite obciążenie grzewcze jest pokrywane tylko przez pompę ciepła. Jest ona jedynym źródłem ogrzewania.



Wykres 48. Tryb monowalentny

W całym zakresie temperatur powietrza zewnętrznego moc pompy ciepła jest większa od mocy wymaganej. Tryb monowalentny jest przeznaczony głównie dla pomp gruntowych, których moc grzewcza jest dość stabilna w trakcie całego sezonu grzewczego. Jednak pompa powietrzna również może pracować w tym trybie. Zależne jest to od doboru urządzenia. Należy jednak pamiętać, że nie jest słusznym dobieranie pomp powietrznych, tak, by pracowały w trybie monowalentnym, gdyż ich moc znacznie spada w niskich temperaturach powietrza zewnętrznego. Zatem dobór pompy powietrznej do pracy w trybie monowalentnym wiąże się z jej znacznym przewymiarowaniem. Natomiast liczba dni z utrzymującą się niską temperaturą zewnętrzną jest niewielka, co zostało wcześniej przedstawione. Stąd też wybór ten byłby ekonomicznie nieuzasadniony oraz mógłby powodować problemy eksploatacyjne..

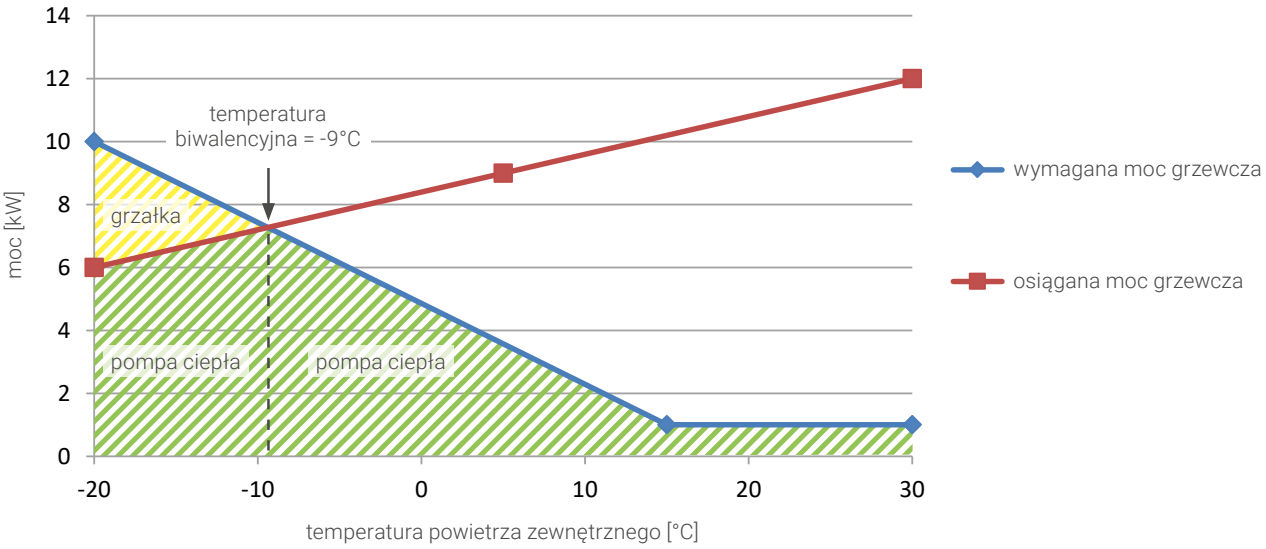
Do zaprezentowania kolejnych trybów konieczne jest zapoznanie się z pojęciem punktu biwalencyjnego. Jeśli moc pompy ciepła jest w pewnym zakresie temperatur niższa od wymaganej mocy grzewczej to na przecięciu krzywych uzyskujemy **punkt biwalencyjny**.



Wykres 49. Przykładowy punkt biwalencyjny

Poniżej punktu biwalencyjnego pompa ciepła musi być wspomagana dodatkowym źródłem. Jeśli będzie to grzałka elektryczna, to będziemy mieli do czynienia z trybem monoenergetycznym - oba źródła są uzależnione od prądu. Jeśli źródło wspomagające będzie niezależne od zasilania elektrycznego, to będzie miał miejsce tryb biwalentny. Przykładem takiego źródła jest kocioł c.o. Zatem przechodząc do dalszego opisu kolejnych możliwych trybów pracy pompy ciepła, wyróżniamy:

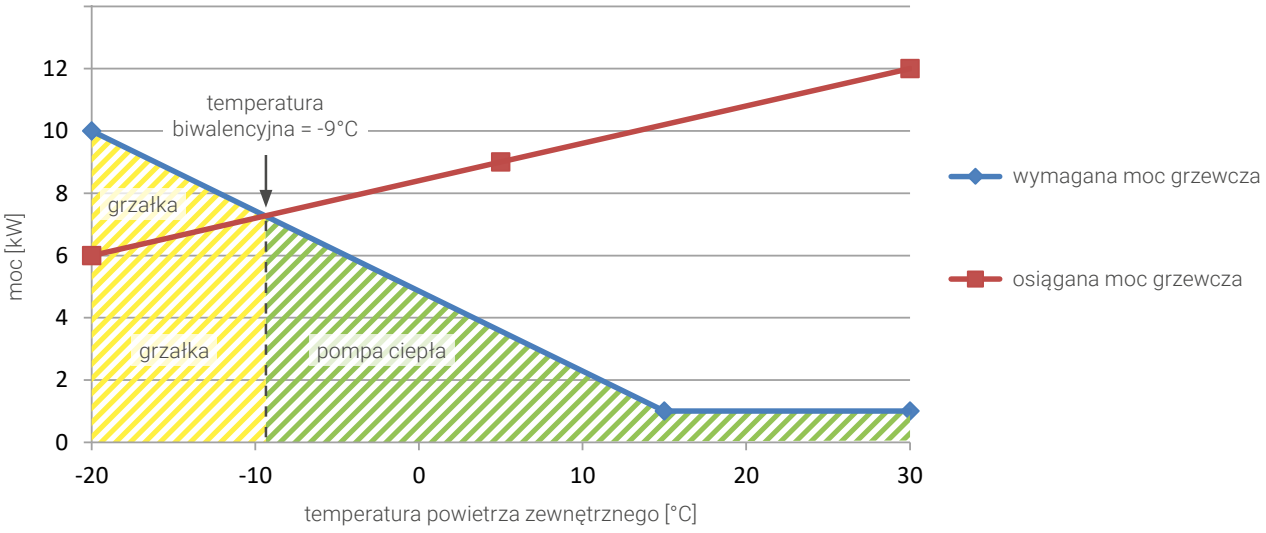
Tryb monoenergetyczny równoległy: Pompa ciepła jest wspomagana źródłem ciepła zasilanym energią elektryczną, czyli grzałką. Tryb równoległy charakteryzuje się tym, że poniżej punktu biwalencyjnego grzałka pracuje równolegle z pompą, zatem uzupełnia jedynie niedobór mocy pompy.



Wykres 50. Tryb monoenergetyczny równoległy

Powyżej temperatury biwalencyjnej pompa ciepła ma moc wystarczającą do pokrycia zapotrzebowania na ciepło. Natomiast poniżej punktu biwalencyjnego występuje niedobór mocy - jednocześnie z pompą ciepła zaczyna pracować grzałka. Tryb ten dedykowany jest dla pomp powietrznych (przykładowo Airmax[2] i Airmax[3]). Moc pompy ciepła dobiera się tak, by punkt biwalencyjny dla danego budynku wypadł około -10°C.

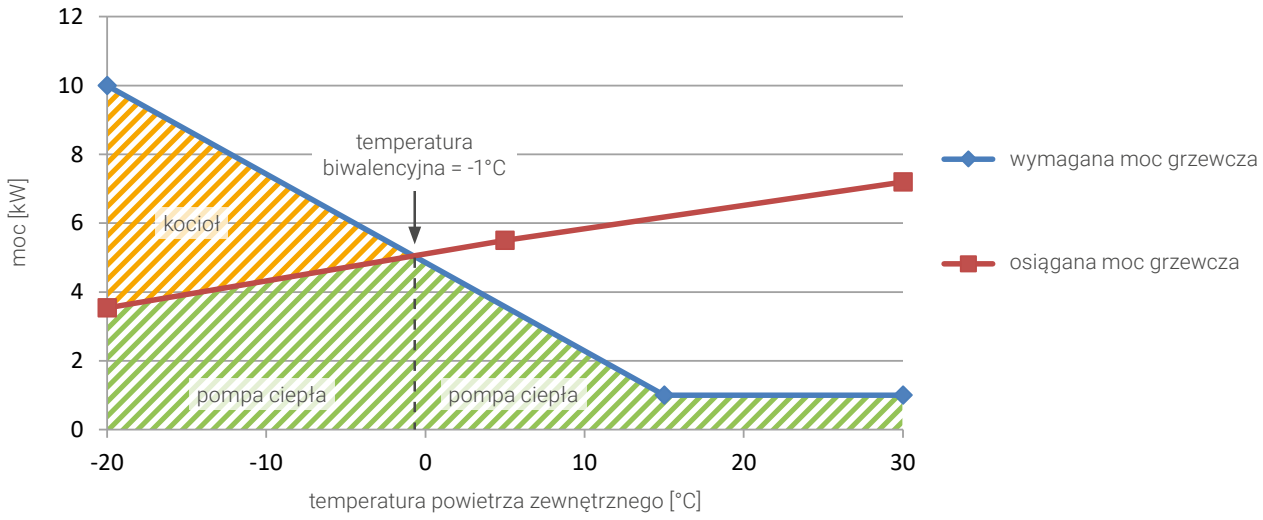
Tryb monoenergetyczny alternatywny: Pompa ciepła jest wspomagana źródłem ciepła zasilanym energią elektryczną, czyli grzałką.



Wykres 51. Tryb monoenergetyczny alternatywny

Tryb alternatywny charakteryzuje się tym, że poniżej punktu biwalencyjnego pompa ciepła wyłącza się, a pracuje sama grzałka. Taka sytuacja generalnie nie ma miejsca jeśli chodzi o algorytm sterowania pompami ciepła Galmet. Do sytuacji, w której pracowałaby sama grzałka może jedynie dojść, gdy sprężarka wykroczyłaby poza swój obszar pracy.

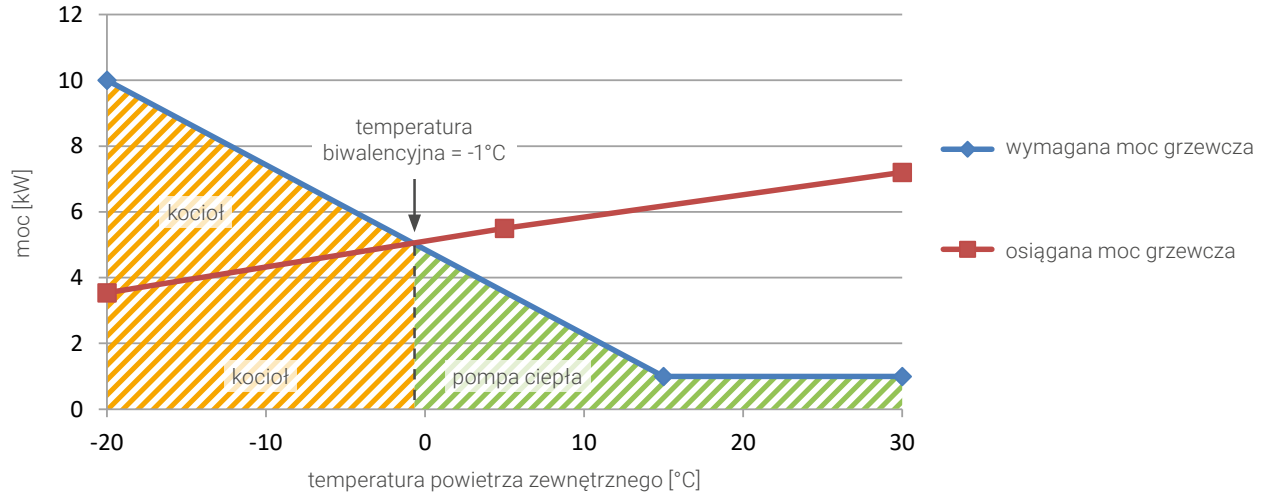
Tryb biwalentny równoległy: Pompa ciepła jest wspomagana źródłem ciepła zasilanym inną energią (gazem, węglem, olejem itp.), czyli np. kotłem gazowym.



Wykres 52. Tryb biwalentny równoległy

Tryb ten stosowany jest zazwyczaj przy termomodernizacjach. Jeśli w instalacji mamy już działający kocioł, ale chcąc zmodernizować kotłownię zdecydujemy się na pompę ciepła, to będzie ona pracowała właśnie w trybie biwalentnym. Dla temperatur zewnętrznych, gdzie moc pompy ciepła jest wystarczająca do pokrycia potrzeb budynku, pracuje sama pompa ciepła. Natomiast gdy jej moc osiąga zbyt niskie wartości w stosunku do zapotrzebowania, jako źródło wspomagające załącza się kocioł. W trybie równoległym pracują jednocześnie kocioł i pompa ciepła.

Tryb biwalentny alternatywny: Pompa ciepła poniżej temperatury biwalencyjnej zostaje zastąpiona źródłem ciepła zasilanym inną energią (gazem, węglem, olejem itp.), czyli np. kotłem węglowym.



Wykres 53. Tryb biwalentny alternatywny

Tryb biwalentny jak wcześniej zaznaczono aplikuje się zazwyczaj przy modernizacjach kotłowni. Powyżej punktu biwalencyjnego pracuje jedynie pompa ciepła. Poniżej temperatury biwalencyjnej rolę źródła pełni kocioł węglowy. W trybie alternatywnym zakładamy, iż pompa ciepła zostanie wtedy wyłączona.

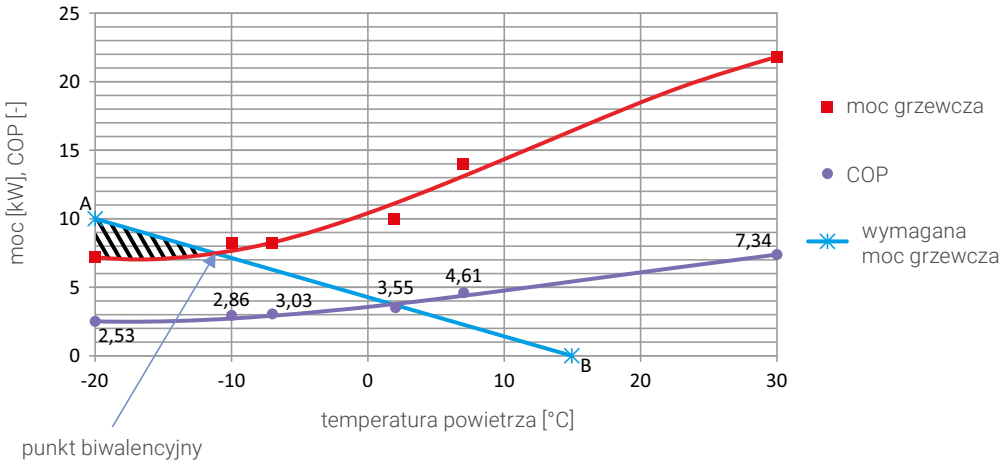
6.2. Projektowanie układów z powietrzną pompą ciepła do c.o. i c.w.u. - Airmax[2]

6.2.1. Wyznaczanie temperatury biwalencyjnej

Pompy ciepła w systemie powietrze-woda zazwyczaj pracują w trybie monoenergetycznym, zatem dopuszcza się wspomaganie ich grzałką elektryczną. Jednak możliwy jest także dobór, tak by pompa pracowała w trybie monowalentnym, mimo to zaleca się wybór trybu monoenergetycznego z temperaturą biwalencyjną wypadającą około -10°C (generuje to niższe koszty inwestycyjne, a czasem także eksploatacyjne). Do wyznaczenia temperatury biwalencyjnej należy posłużyć się charakterystyką pompy ciepła oraz budynku. Jeśli chodzi o tą pierwszą to dla aplikacji wysokotemperaturowych należy wybrać charakterystykę W55, dla niskotemperaturowych W35. **Charakterystykę budynku**, to znaczy zależność zapotrzebowania na moc od temperatury zewnętrznej, można wykreślić w następujący sposób:

- Punkt A to wartość maksymalnego zapotrzebowania na ciepło w obliczeniowej temperaturze zewnętrznej (Q)
- Punkt B to wartość wymaganej mocy przy granicznej temperaturze ogrzewania.

Punkt przecięcia się tych charakterystyk to właśnie punkt biwalencyjny. Zakreskowany obszar na poniższym wykresie to ilość mocy grzewczej, która musi być uzupełniona przez grzałkę lub inne dodatkowe źródło. Wynika to z faktu, iż poniżej temperatury biwalencyjnej wymagana moc grzewcza jest wyższa od dyspozycyjnej mocy pompy ciepła.



Wykres 54. Wyznaczanie punktu biwalencyjnego

Tabela 45. Temperatura graniczna dla różnego typu budynków

typ budynku	temperatura graniczna [°C]
niemodernizowany	18
termomodernizowany	15
nowy budynek	15
niskoenergetyczny	12
pasywny	10

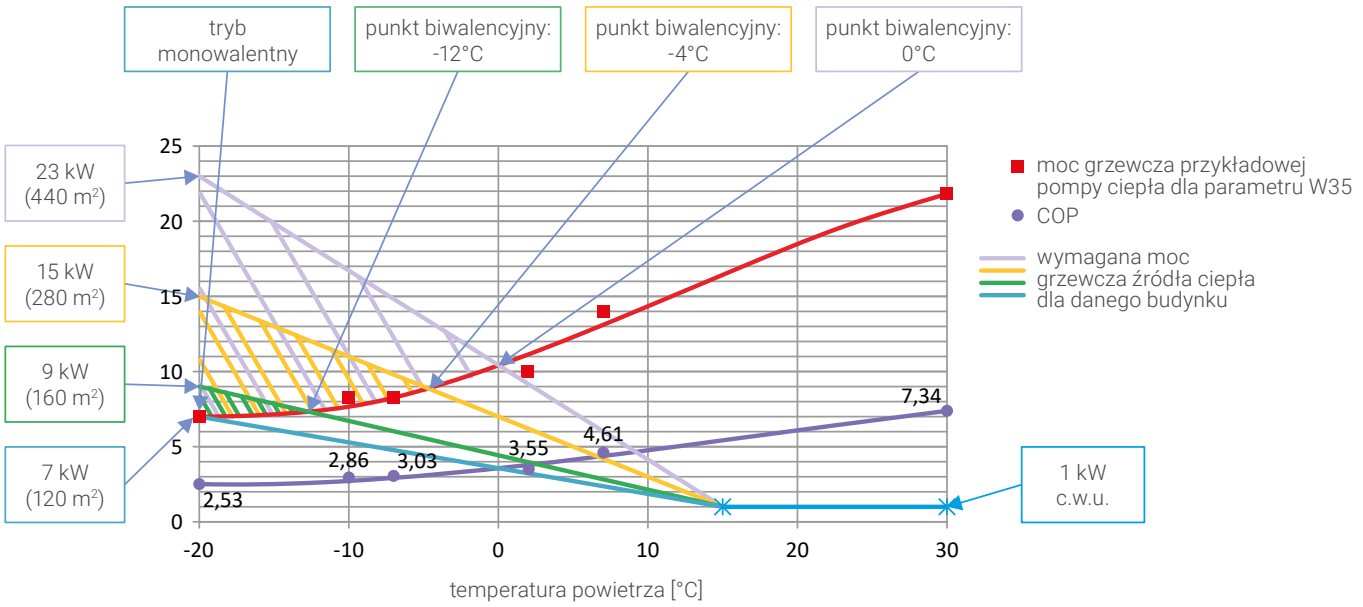
Na powyższym przykładowym wykresie przyjęto temperaturę graniczną na poziomie 15°C jak dla nowych i termomodernizowanych budynków. Jeśli pompa ciepła zapewnia też ciepłą wodę to moc grzewcza budynku w temperaturze granicznej, i każdej wyższej, będzie równa dodatkowi mocy na c.w.u. Taka sytuacja wystąpi na poniższej przykładowej charakterystyce.

6.2.2. Przykład zastosowania pompy ciepła powietrze-woda w różnych budynkach, wyznaczanie punktu biwalencyjnego

Poniżej przeanalizowano pracę przykładowej pompy ciepła na potrzeby ogrzewania budynków o różnych powierzchniach (tym samym różnym projektowym obciążeniem cieplnym). Założono takie same jednostkowe zapotrzebowanie na ciepło dla wszystkich budynków - 50 W/m^2. Przyjęto ogrzewanie podłogowe, stąd też do analizy powinna zostać wykorzystana charakterystyka pompy ciepła przy parametrze W35. Uwzględniono również w każdym przypadku dodatek mocy na c.w.u. - 1 kW (200 l/dobę, 4 osoby). W ten sposób wykreślono cztery charakterystyki budynków:

- 440 m^2, $Q_{budynku}$ = 22 kW, Q_{cwu} = 1 kW, Q = 23 kW
- 280 m^2, $Q_{budynku}$ = 14 kW, Q_{cwu} = 1 kW, Q = 15 kW
- 160 m^2, $Q_{budynku}$ = 8 kW, Q_{cwu} = 1 kW, Q = 9 kW
- 120 m^2, $Q_{budynku}$ = 6 kW, Q_{cwu} = 1 kW, Q = 7 kW

Obliczeniową temperaturę zewnętrzną przyjęto dla III strefy klimatycznej: -20°C. Temperatura graniczna dla nowego budownictwa, 15°C.



Wykres 55. Zastosowanie przykładowej pompy ciepła w czterech różnych obiektach z ogrzewaniem podłogowym oraz zapotrzebowaniem 200 l/dobę

Dla budynku o najmniejszej powierzchni ogrzewanej (120 m²) przykładowa pompa ciepła pracowałaby w trybie monowalentnym, czyli pompa zapewnia 100% zapotrzebowania budynku na ciepło.

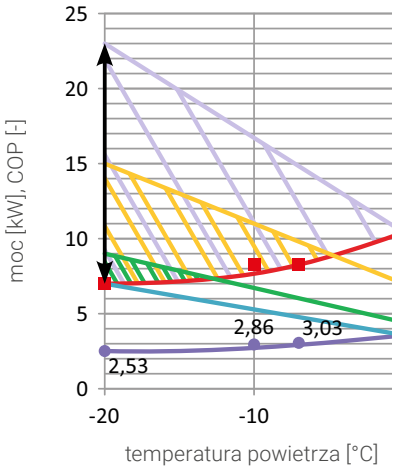
- 120 m² - tryb monowalentny, pompa nie wymaga wspomagania

Tryb ten, tak jak już wspominano, zwykle nie jest stosowany w instalacjach z pompą powietrzną. Duża moc pompy ciepła, niesie za sobą wyższe koszty inwestycyjne, a także wiąże się z koniecznością doboru zasobnika c.w.u. wyposażonego w wężownicę o odpowiednio dużej powierzchni.

Dla kolejnych budynków otrzymano już punkty biwalencyjne, czyli pompa w tych budynkach pracowałaby w trybie monoenergetycznym lub biwalentnym:

- 160 m² - punkt biwalencyjny wypada na -12°C, zakreskowany na zielono obszar (praca źródła wspomagającego) jest niewielki
- 280 m² - punkt biwalencyjny wypada na -4°C, a zakreskowany na żółto obszar (praca źródła wspomagającego) znacznie się zwiększa
- 440 m² - punkt biwalencyjny wypada na 0°C. Dodatkowe źródło będzie musiało zapewnić znaczną część energii. Grzałka zabudowana w pompie ciepła zapewne okaże się niewystarczająca, zatem pompa ciepła musiałaby pracować w trybie biwalentnym. Wybierając tryb biwalentny alternatywny, kocioł należy dobrać na szczytową moc tj. 23 kW. Jeżeli natomiast tryb biwalentny równoległy, to moc kotła powinna uzupełniać niedobór mocy pompy ciepła (różnica pomiędzy szczytowym zapotrzebowaniem, a mocą pompy w temperaturze obliczeniowej), co w przytoczonym przykładzie wyniesie 16 kW (patrz wykres poniżej).

Podsumowując, w przytoczonym przykładzie przedstawiona przykładowa pompa ciepła do pracy w trybie monoenergetycznym powinna być dobrana dla budynku 160 m² (o zapotrzebowaniu 9kW), gdyż właśnie w jego przypadku osiągamy temperaturę biwalencyjną najbardziej zbliżoną zalecanej -10°C.

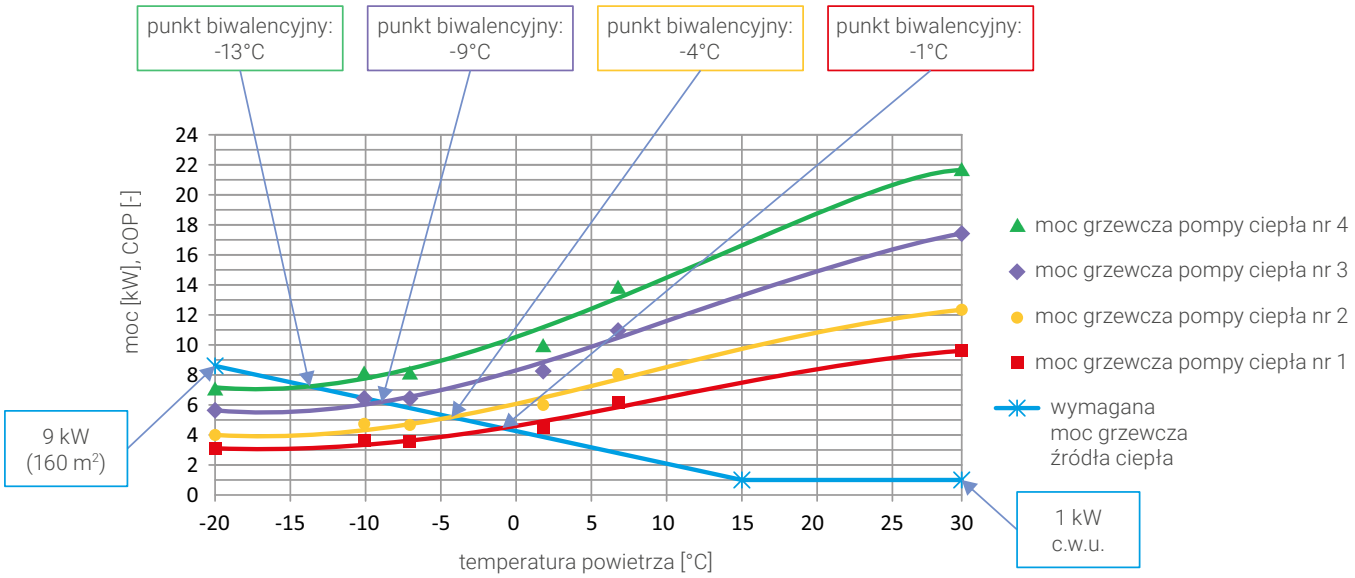


Wykres 56. Wyznaczenie mocy źródła dodatkowego w trybie biwalentnym równoległym

6.2.3. Analiza doboru pomp ciepła powietrze-woda do przykładowego obiektu

W kolejnej analizie posłużono się jednym budynkiem, do którego „przymierzono" cztery przykładowe modele pompy ciepła. Budynek o powierzchni ogrzewanej 160 m^2, standardowym zapotrzebowaniu 50 W/m^2 ($Q_{budynku}$ = 8 kW), w którym zużycie c.w.u. wynosi 200 l/dobę , Q_{cwu} = 1 kW, Q = 9 kW. Na wykresie poniżej naniesiono charakterystyki czterech pomp ciepła o różnych mocach grzewczych. Należy pamiętać by do takiej analizy wybierać odpowiednie charakterystyki - w zależności do zastosowanego rodzaju ogrzewania (wysoko/niskotemperaturowe). W tym przykładzie w związku ze stosowanym ogrzewaniem podłogowym wybrano charakterystykę dla niskich temperatur (W35- woda na wyjściu z pompy ciepła 35°C).

W przypadku inwerterowych pomp ciepła, gdzie charakterystyki mogą być również prezentowane dla różnych obrotów sprężarki, należy posługiwać się charakterystyką dla maksymalnych obrotów.

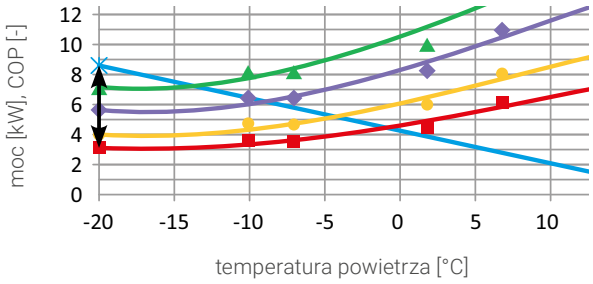


Wykres 57. Zastosowanie czterech przykładowych modeli pomp ciepła powietrze-woda w obiekcie z ogrzewaniem podłogowym, o zapotrzebowaniu na ciepło 8 kW i dodatku mocy na c.w.u. 1 kW

Uzyskano następujące punkty biwalencyjne:

- Pompa ciepła nr 1: -1°C
- Pompa ciepła nr 2: -4°C
- Pompa ciepła nr 3: -9°C
- Pompa ciepła nr 4: -13°C

W przykładowym budynku każda pompa ciepła może pracować w trybie monoenergetycznym, gdyż niedobór mocy nawet dla pompy ciepła o najniższej mocy grzewczej jest mniejszy, niż moc zabudowanej w pompie grzałki wspomagającej. Wymagana minimalna moc grzałki to różnica między maksymalnym zapotrzebowaniem budynku na ciepło, a mocą grzewczą pompy ciepła w temperaturze obliczeniowej. Odnosząc się do powyższego przykładu różnicę tę przykładowo dla pompy ciepła nr 1 zaznaczono na poniższym wykresie:



Wykres 58. Wyznaczenie niedoboru mocy pompy ciepła, czyli minimalnej mocy grzałki w trybie monoenergetycznym dla pompy ciepła nr 1

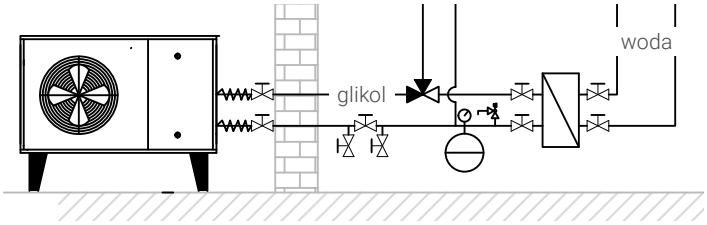
Wymagana moc minimalna grzałki dla pompy ciepła nr 1 wynosi, zgodnie z powyższym wykresem, 6 kW. Jeżeli zabudowana w urządzeniu grzałka wspomagająca miałaby moc większą od 6 kW, wtedy pompa ciepła nr 1 przy współpracy z grzałką byłaby w stanie ogrzać ten przykładowy budynek nawet podczas najniższych temperatur zewnętrznych. Jednakże praca jednostek nr 1 i nr 2 wiązałaby się z bardzo dużym udziałem energii elektrycznej dostarczanej przez grzałkę. Zaleca się zatem wybór modeli nr 3 lub nr 4 (gdyż w tych przypadkach temperatura biwalencyjna jest zbliżona do sugerowanych -10°C).

Podsumowując, do budynku można zastosować dowolny model pompy ciepła, lecz istotne jest to jakie założenia ma spełniać, to znaczy w jakim

trybie ma pracować oraz jaką temperaturę punktu biwalencyjnego preferujemy.

6.2.4. Airmax² - wymagania instalacyjne

- Elementy instalacji z pompą ciepła Airmax² należy konfigurować indywidualnie, nie jest ona sprzedawana w dedykowanych zestawach.
- Wymagane napięcie 3-fazowe, 400 V
- Konieczne jest zapewnienie odpływu kondensatu, który wytwarza się naturalnie podczas pracy pompy, a także podczas odszraniania. Można zastosować podłoże żwirowe.
- Wybór miejsca montażu powinien uwzględniać emisję hałasu z urządzenia.
- Pompa ciepła Airmax² instalowana jest na zewnątrz budynku zatem należy pamiętać, iż obecność wody grzewczej po stronie zewnętrznej grozi jej zamarznięciem, a co za tym idzie uszkodzeniem instalacji lub/i urządzenia. Automatyka urządzenia w czasie poprawnego zasilania dba o utrzymanie odpowiedniej temperatury zapobiegającej zamarznięciu, jednak w przypadku braku zasilania prądem lub sytuacjach awaryjnych układ również musi pozostać bezpieczny. Instalator urządzenia musi zastosować odpowiednie zabezpieczenie. Zaleca się w przypadku Airmax² stosować w rurociągu zewnętrznym glikol propylenowy w odpowiednim stężeniu (o temperaturze krzepnięcia w zakresie -15 do -20°C, dokładne stężenie zależy od konkretnego rodzaju glikolu- około 33-37%), by zabezpieczyć instalację przed niebezpieczeństwem zamarznięcia. Glikol może być zastosowany w całej instalacji grzewczej lub dopuszcza się zastosowanie wymiennika pośredniego glikol/woda. Zastosowanie wymiennika pośredniego pozwala na napełnienie instalacji grzewczej wodą, podczas gdy zewnętrzna część instalacji pozostaje wypełniona niezamarzającym glikolem. W przypadku zastosowania wody jako medium grzewczego w układzie pompy ciepła (również w rurociągach zewnętrznych) urządzenie musi być odpowiednio zabezpieczone przed działaniem mrozu. Producent pompy ciepła nie odpowiada za poprawność działania elementów zabezpieczających przed działaniem mrozu.



Rys. 58. Zastosowanie wymiennika płytowego pośredniczącego glikol/woda w instalacji z pompą ciepła Airmax²

W przypadku stosowania dodatkowego wymiennika płytowego konieczne jest zapewnienie obsługi dodatkowej pompy obiegowej za wymiennikiem. Wydajność tej dodatkowej pompy obiegowej powinna być zbliżona do parametrów pompy obiegowej zabudowanej w urządzeniu.

Tabela 46. Dedykowane wymienniki płytowe glikol/woda do instalacji z pompą ciepła Airmax²

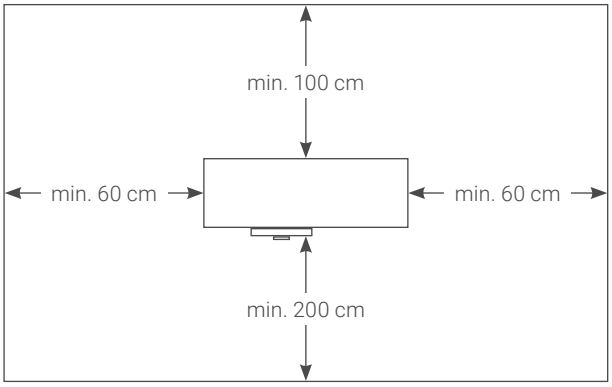
model pompy ciepła	dedykowany wymiennik płytowy	nr katalogowy
Airmax² 16GT	SWEP 60	09-000103
Airmax² 21GT	SWEP 70	09-000104
Airmax² 26-30GT	SWEP 100	09-000105

Tabela 47. Dedykowane zbiorniki buforowe SG(B) Maxi (z wężownicą stanowiącą wymiennik glikol/woda) do instalacji z pompą ciepła Airmax²

model pompy ciepła	dedykowany zbiornik buforowy	powierzchnia wężownicy (stanowiącej wymiennik ciepła glikol/woda)	pojemność magazynowa bufora
Airmax² 16GT	SG(B) Maxi 500	7,5 m²	459 l
Airmax² 21GT	SG(B) Maxi 800	9,0 m²	910 l
Airmax² 26GT	SG(B) Maxi 800	9,0 m²	910 l
	SG(B) Maxi 1000	12,0 m²	1015 l
Airmax² 30GT	SG(B) Maxi 800	9,0 m²	910 l
	SG(B) Maxi 1000	12,0 m²	1015 l

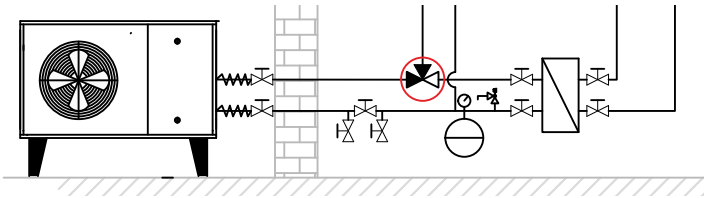
Podłączenie pompy ciepła do wymiennika o zbyt małej powierzchni wymiany ciepła będzie skutkowało błędem wysokiego ciśnienia powodowanym przez niepoprawny odbiór ciepła.

- Montaż urządzenia powinien odbywać się z zachowaniem odpowiednich odległości od otaczających ją elementów. Odległość minimalna od ściany wynosi 100 cm. Powietrze wyrzucane jest z urządzenia w kierunku przednim, zatem zaleca się zachowanie odpowiedniej odległości od czoła urządzenia. Jeśli chodzi o optymalne umieszczenie urządzenia względem kierunków świata to zależne jest to od funkcji pompy ciepła. W przypadku pracy urządzenia na potrzeby c.w.u. zaleca się montaż na stronie północnej, by w okresie wysokich temperatur pompa nie wykraczała poza obszar pracy. Jeżeli realizowane jest tylko ogrzewanie budynku to montaż zaleca się przeprowadzić na stronie południowej. Oczywiście chodzi tu o osiąganie jak najbardziej korzystnych temperatur powietrza, mając również na uwadze ryzyko zbyt wysokich temperatur w okresie letnim. Problem można zniwelować stosując zacienienie, zadaszenie. Wybierając miejsce montażu należy pamietać by na czujnik temperatury zewnętrznej nie padało promieniowanie słoneczne, które mogłoby zakłócić pomiar, a przez to generować problemy z pracą urządzenia.

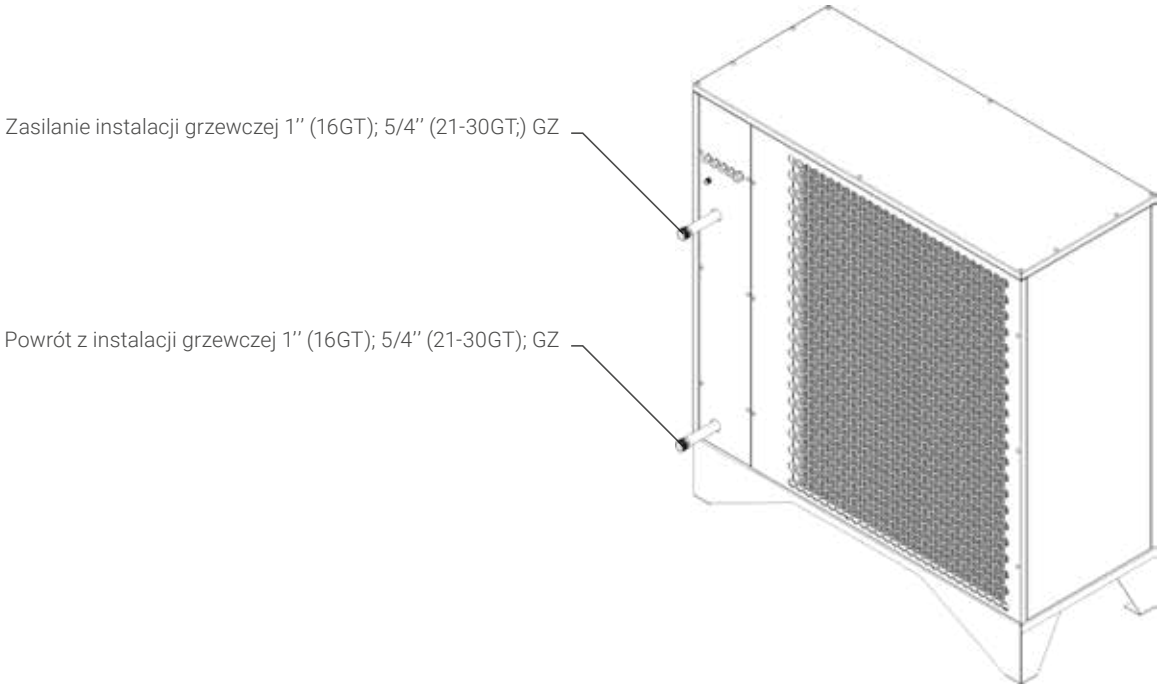


Rys. 59. Wymagane odległości montażowe Airmax² 16-30GT (widok z góry)

- Do realizacji ciepłej wody użytkowej należy pompę ciepła podłączyć do zasobnika Maxi lub Maxi Plus. Zbiorniki Maxi występują również w wersji kombinowanej (zbiornik SG(K) Complete) - połączone w jednej obudowie z buforem, lecz niezależne hydraulicznie. Zbiorniki typu Maxi to zbiorniki z powiększoną powierzchnią wężownicy pod pompę ciepła. Realizacja ciepłej wody następuje przez zawór przełączający trójdrogowy. Możliwe jest także użycie zbiornika kombinowanego typu zbiornik w zbiorniku (SG(K) Kumulo) lub higienicznego zbiornika warstwowego (Multi-Inox), jednak są to rzadko stosowane rozwiązania. W przypadku użycia tego typu zbiorników procesy ogrzewania wody użytkowej i budynku mają na siebie wzajemny wpływ. Stąd też najczęściej stosowanym rozwiązaniem jest oddzielny bufor i zbiornik ciepłej wody użytkowej, ewentualnie zbiornik Complete.



Rys. 60. Zawór trójdrogowy przełączający



Rys. 61. Schemat przyłączy hydraulicznych pompy ciepła Airmax² 16-30GT

Tabela 48. Dedykowany zawór trójdrogowy z siłownikiem dla pomp ciepła Airmax²

Model pompy ciepła	Specyfikacja		Numer katalogowy
Airmax² 16GT	AZV 643 G1" GZ, Kvs 8 m³/h	Zawór z siłownikiem	M-006896
Airmax² 21-30GT	VBI60.40-25L G6/4" GW, Kvs 25 m³/h	Zawór	09-000201
	GLB341.9E	Siłownik do zaworu	09-000200

- W urządzeniu zastosowano króćce przyłączeniowe z gwintami zewnętrznymi 1" i 5/4''.

Tabela 49. Króćce przyłączeniowe hydrauliczne Airmax²

Model	Airmax² 16GT	Airmax² 21-30GT
Króćce przyłączeniowe	GZ 1"	GZ 5/4"
Przyłącze- średnica wewnętrzna rury [mm]	Ø26	Ø32

Przyłącze rurowe zaleca się wykonać z rury miedzianej o odpowiedniej średnicy wewnętrznej, należy pamiętać o izolacji cieplnej. Oprócz rur miedzianych dopuszcza się również stal węglową, stal nierdzewną oraz rury z tworzywa PP.

Nie zaleca się stosowania rur PEX ze złączkami o dużych oporach miejscowych mających znaczne przewężenia średnicy nominalnej. Jeżeli stosowane są rozwiązania z rurami PEX to dopuszczalne są jedynie systemy ze złączkami dedykowanymi do pomp ciepła (niegenerujące wysokich miejscowych oporów przepływu). Zaleca się izolację rur zewnętrznych zabezpieczyć przed działaniem UV

Stosowane średnice rurociągów przyłączeniowych zależne są od modelu pompy ciepła oraz parametrów medium grzewczego. Układ przed montażem należy odpowiednio zaprojektować uwzględniając rzeczywiste warunki w danym obiekcie. Poniżej przykładowe charakterystyki rurociągów przy zastosowaniu różnych mediów grzewczych.

Tabela 50. Charakterystyka rurociągu dla Airmax² 16GT przy zastosowaniu wody jako czynnika grzewczego

Materiał rury	Przepływ [m³/h]	ΔT	Czynnik	Średnica rury [mm]	Średnica wewnętrzna [mm]	Prędkość przepływu czynnika [m/s]	Opór liniowy [Pa/m]
Miedź	2,8	5K	Woda	42 x 1,5	39	0,65	123
Stal cienkościenna	2,8	5K		42 x 1,5	39	0,65	133
Pex & Pex/Al./Pex	2,8	5K		50 x 4,6	40,8	0,59	99

Tabela 51. Charakterystyka rurociągu dla Airmax² 16GT przy zastosowaniu glikolu propylenowego (35%) jako czynnika grzewczego

Materiał rury	Przepływ [m³/h]	ΔT	Czynnik	Średnica rury [mm]	Średnica wewnętrzna [mm]	Prędkość przepływu czynnika [m/s]	Opór liniowy [Pa/m]
Miedź	2,8	5K	Glikol propylenowy (35%)	42 x 1,5	39	0,65	164
Stal cienkościenna	2,8	5K		42 x 1,5	39	0,65	162
Pex & Pex/Al./Pex	2,8	5K		50 x 4,6	40,8	0,59	132

Tabela 52. Charakterystyka rurociągu dla Airmax² 21GT przy zastosowaniu wody jako czynnika grzewczego

Materiał rury	Przepływ [m³/h]	ΔT	Czynnik	Średnica rury [mm]	Średnica wewnętrzna [mm]	Prędkość przepływu czynnika [m/s]	Opór liniowy [Pa/m]
Miedź	3,6	5K	Woda	42 x 1,5	39	0,84	192
Stal cienkościenna	3,6	5K		42 x 1,5	39	0,84	192
Pex & Pex/Al./Pex	3,6	5K		50 x 4,6	40,8	0,76	154

Tabela 53. Charakterystyka rurociągu dla Airmax² 21GT przy zastosowaniu glikolu propylenowego (35%) jako czynnika grzewczego

Materiał rury	Przepływ [m³/h]	ΔT	Czynnik	Średnica rury [mm]	Średnica wewnętrzna [mm]	Prędkość przepływu czynnika [m/s]	Opór liniowy [Pa/m]
Miedź	3,6	5K	Glikol propylenowy (35%)	54 x 1,5	51	0,49	71
Stal cienkościenna	3,6	5K		54 x 1,5	51	0,49	71
Pex & Pex/Al./Pex	3,6	5K		63 x 5,8	51,4	0,48	68

Tabela 54. Charakterystyka rurociągu dla Airmax² 26GT przy zastosowaniu wody jako czynnika grzewczego

Materiał rury	Przepływ [m³/h]	ΔT	Czynnik	Średnica rury [mm]	Średnica wewnętrzna [mm]	Prędkość przepływu czynnika [m/s]	Opór liniowy [Pa/m]
Miedź	4,5	5K	Woda	54 x 1,5	51	0,6	79
Stal cienkościenna	4,5	5K		54 x 1,5	51	0,6	79
Pex & Pex/Al./Pex	4,5	5K		63 x 5,8	51,4	0,6	76

Tabela 55. Charakterystyka rurociągu dla Airmax² 26GT przy zastosowaniu glikolu propylenowego (35%) jako czynnika grzewczego

Materiał rury	Przepływ [m³/h]	ΔT	Czynnik	Średnica rury [mm]	Średnica wewnętrzna [mm]	Prędkość przepływu czynnika [m/s]	Opór liniowy [Pa/m]
Miedź	4,5	5K	Glikol propylenowy (35%)	54 x 1,5	51	0,6	105
Stal cienkościenna	4,5	5K		54 x 1,5	51	0,6	105
Pex & Pex/Al./Pex	4,5	5K		63 x 5,8	51,4	0,6	101

Tabela 56. Charakterystyka rurociągu dla Airmax² 30GT przy zastosowaniu wody jako czynnika grzewczego

Materiał rury	Przepływ [m³/h]	ΔT	Czynnik	Średnica rury [mm]	Średnica wewnętrzna [mm]	Prędkość przepływu czynnika [m/s]	Opór liniowy [Pa/m]
Miedź	5,2	5K	Woda	54 x 1,5	51	0,7	102
Stal cienkościenna	5,2	5K		54 x 1,5	51	0,7	102
Pex & Pex/Al./Pex	5,2	5K		63 x 5,8	51,4	0,7	98

Tabela 57. Charakterystyka rurociągu dla Airmax² 30GT przy zastosowaniu glikolu propylenowego (35%) jako czynnika grzewczego

Materiał rury	Przepływ [m³/h]	ΔT	Czynnik	Średnica rury [mm]	Średnica wewnętrzna [mm]	Prędkość przepływu czynnika [m/s]	Opór liniowy [Pa/m]
Miedź	5,2	5K	Glikol propylenowy (35%)	54 x 1,5	51	0,7	135
Stal cienkościenna	5,2	5K		54 x 1,5	51	0,7	135
Pex & Pex/Al./Pex	5,2	5K		63 x 5,8	51,4	0,7	130

6.2.5. Airmax² - dobór zasobnika c.w.u. (Maxi, Maxi Plus)

Do realizacji ciepłej wody użytkowej do pompy ciepła należy dobrać zbiornik z powiększoną powierzchnią wężownicy, który jest przeznaczony do pracy z pompą ciepła. Dla poprawnej pracy pompy ciepła w trybie realizacji c.w.u. konieczne jest zapewnienie odpowiedniej **powierzchni wężownicy (A_w)**. Dla optymalnego doboru przyjmuje się, że na 1 kW mocy nominalnej pompy ciepła wymagane jest 0,4 m² powierzchni wężownicy. Minimalną granicą jest 0,3 m².

$$A_w = Q_n \cdot p_w$$

Q_n - moc nominalna pompy ciepła w punkcie pracy A7W35 [kW]

p_w - optymalnie współczynnik ten wynosi 0,4, minimalnie 0,3 [m²/kW]

Przykładowo dla pompy ciepła Airmax² 16GT nominalna moc grzewcza wynosi 15,55 kW (dla punktu pracy A7W35), obliczając zgodnie z powyższym wzorem wymaganą powierzchnię wężownicy:

$$A_w = 15{,}55 \cdot (0{,}3 \div 0{,}4) = 4{,}67 \div 6{,}22 \text{ m}^2$$

Zatem możliwy jest dobór zasobnika Maxi 400 o powierzchni wężownicy 5 m² lub Maxi 500 o powierzchni wężownicy 6 m². W przypadku doboru zbiornika z dwiema wężownicami można zastosować Maxi Plus 800 o wężownicy pod pompę ciepła o powierzchni 8 m². Poniżej zamieszczono tabelę z dedykowanymi zasobnikami c.w.u. dla modeli pomp ciepła z serii Airmax².

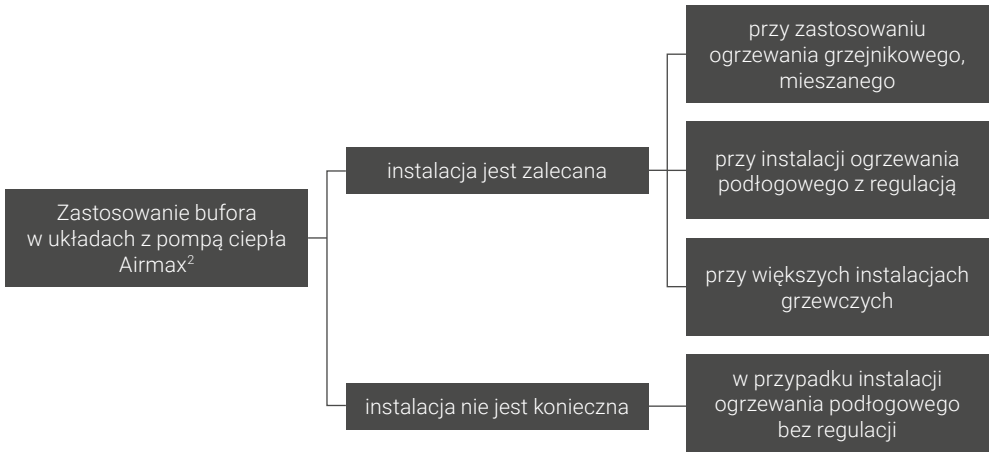
Tabela 58. Proponowane zbiorniki Maxi i Maxi Plus dla pomp ciepła Airmax²

model pompy ciepła	powierzchnia wężownicy [m²]		proponowany zasobnik Maxi	powierzchnia wężownicy w zbiorniku Maxi [m²]	proponowany zasobnik Maxi Plus	powierzchnia wężownicy pod pompę ciepła w zbiorniku Maxi Plus [m²]
	optymalna	minimalna				
Airmax² 16GT	6,22	4,67	Maxi 400	5,0	Maxi Plus 800	8,0
			Maxi 500	6,0		
Airmax² 21GT	8,39	6,29	Maxi 700	6,5	Maxi Plus 800	8,0
			Maxi 800	9,0		
Airmax² 26GT	10,40	7,80	Maxi 800	9,0	Maxi Plus 1000	9,0
			Maxi 1000	12,0		
Airmax² 30GT	11,93	8,95	Maxi 1000	12,0	-	-

Istnieje możliwość doboru zbiornika o większej pojemności i tym samym większej wężownicy, lecz trzeba brać pod uwagę czas nagrzewu i czas pracy urządzenia w ciągu roku. Natomiast podłączenie pompy ciepła do wężownicy o zbyt małej powierzchni będzie skutkowało błędem wysokiego ciśnienia w pompie. Błąd ten wystąpić może szczególnie w okresie wysokich temperatur zewnętrznych, tzn. pracy w trybie letnim na potrzeby wody użytkowej.

6.2.6. Airmax² - dobór bufora wody grzewczej SG(B) i SG(B) Maxi (bufora z maksymalnie dużą wężownicą spiralną)

Bufor jest elementem stabilizującym pracę urządzenia i chroniącym pompę ciepła przed zbyt dużą ilością jej załączeń. Jest on szczególnie wymagany w instalacjach z ogrzewaniem grzejnikowym (całkowitym lub częściowym). Tradycyjne grzejniki szybko osiągają wymaganą temperaturę, co spowodowałoby wyłączenie pompy ciepła. Równie szybko się wychładzają, co spowodowałoby ponowne załączenie pompy. Takie taktowanie nie jest zalecane, gdyż skraca żywotność sprężarki. Bufor służy do hydraulicznego rozdzielenia układu pompy ciepła i układu grzewczego. Zapewnia niezależnie wymagany przepływ przez skraplacz pompy ciepła. Przykładowo, stosując precyzyjną regulację systemu grzewczego termostatami, gdy nastąpi zamknięcie obiegów grzewczych, utrzymanie wymaganego przepływu i odpowiedniego odbioru ciepła bez bufora może okazać się niemożliwe. Wszystko uzależnione jest od budowy konkretnej instalacji, jednak bufor połączony w układzie równoległym uniezależnia nieco pracę pompy ciepła od układu grzewczego, przez co jest bezpiecznym rozwiązaniem. W przypadku większych instalacji o dużej mocy grzewczej bufor również jest rekomendowany. Poniższy diagram podsumowuje wszystkie wyżej wymienione przypadki.



Jeśli chodzi o pojemność bufora do instalacji, to zależy ona od przyjętych założeń. Jeśli bufor ma być standardowym elementem stabilizującym przyjmuje się pojemność 30 l/kW mocy nominalnej pompy ciepła. Jeżeli natomiast przewiduje się pracę pompy ciepła w systemie dwutaryfowym energii elektrycznej, wtedy bufor ma pełnić funkcję akumulatora, a jego pojemność przyjmuje się 60 l/kW mocy nominalnej pompy ciepła. Zatem przybliżoną sugerowaną **pojemność bufora (V_b)** można obliczyć ze wzoru:

$$V_b = Q_n \cdot v$$

Q_n - moc nominalna pompy ciepła w punkcie pracy A7W35 [kW]

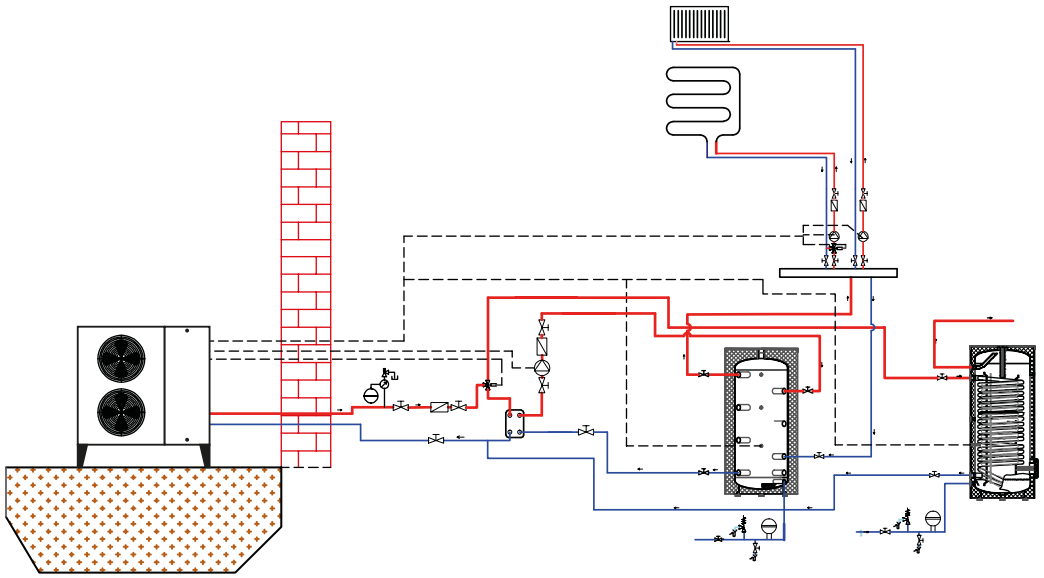
v - zalecany standardowo współczynnik: 30 l/kW (w przypadku pracy w systemie dwutaryfowym 60 l/kW)

Poniżej zamieszczono tabelę z proponowanymi modelami buforów:

Tabela 59. Proponowane zbiorniki buforowe dla Airmax² - przy założeniu 30 l/kW mocy nominalnej

model pompy ciepła	powierzchnia wężownicy stosowanej jako wymiennik glikol/woda [m²]		sugerowana pojemność bufora [l]	proponowane bufory	powierzchnia wężownicy (wymiennika glikol-woda)	pojemność magazynowa proponowanego bufora [l]
	optymalna	minimalna				
Airmax² 16GT	6,22	4,67	470	SG(B) 500	-	467
				SG(B) Maxi 500	7,5	459
Airmax² 21GT	8,39	6,29	630	SG(B) 800	-	728
				SG(B) Maxi 800	9,0	910
Airmax² 26GT	10,40	7,80	780	SG(B) 800	-	728
				SG(B) Maxi 800	9,0	910
				SG(B) Maxi 1000	12,0	1015
Airmax² 30GT	11,93	8,95	900	SG(B) 1000	-	883
				SG(B) Maxi 800	9,0	910
				SG(B) Maxi 1000	12,0	1015

Jeżeli do bufora podłączony ma być kocioł lub kominek jako dodatkowe źródło to można wykorzystać model bufora ze standardową wężownicą stalową. Tradycyjny układ z pompą ciepła Airmax², zbiornikiem buforowym bez wężownic, zasobnikiem c.w.u. Maxi oraz pośredniczącym wymiennikiem płytowym i zaworem przełączającym c.o./c.w.u. przedstawiono poniżej:



Rys. 62. Schemat układu z pompą ciepła Airmax², zbiornikiem buforowym, zasobnikiem Maxi, wymiennikiem płytowym

W przypadku chęci rezygnacji z płytowego wymiennika pośredniczącego należy zastosować modele buforów SG(B) Maxi z powiększoną wężownicą. Wtedy to wężownica ta będzie stanowiła wymiennik ciepła (glikol/woda) w układzie.

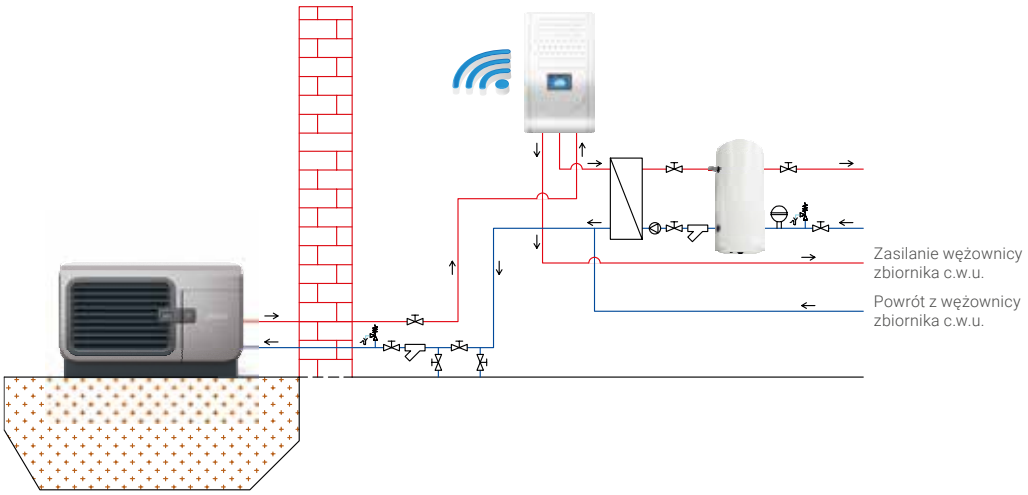
6.2.7. Airmax³ - wymagania instalacyjne

- Pompa ciepła Airmax³ sprzedawana jest w dobranych kompletnie zestawach. Klient może zdecydować jedynie pomiędzy dwoma rodzajami jednostek wewnętrznych Gbox i Onebox.

Tabela 60. Wyposażenie modułu wewnętrznego Gbox/Onebox

Gbox	Onebox
pompa obiegowa	
grzałka trzystopniowa 7 kW (2,33 / 4,66 / 7 kW) w zależności od podłączenia Gbox/Onebox	
zawór trójdrogowy c.o./c.w.u.	
sterownik	
odpowietrznik automatyczny	
-	naczynie przeponowe 12 l
-	zbiornik na c.w.u. 190 l z wężownicą 2,5 m², anodą tytanową i grzałką 2 kW (do c.w.u.)
-	separator zanieczyszczeń (z filtrem magnetycznym)
-	manometr, zawór bezpieczeństwa 3 bar
-	zawór do napełniania oraz odpowietrzania instalacji c.o.

- Zasilanie jednostki zewnętrznej jest 1 lub 3-fazowe w zależności od modelu, natomiast zasilanie jednostki wewnętrznej może być 1 lub 3-fazowe w zależności od potrzebnej mocy grzałek wspomagających. W module wewnętrznym zabudowana jest grzałka 7 kW. Jeżeli chcemy użytkować tylko pierwszy stopień grzałki tj. 2,33 kW wtedy wystarczy podłączenie 1-fazowe, natomiast przy chęci użycia pełnej dostępnej mocy grzałek tj. 7 kW wymagane jest podłączenie 3-fazowe.
- Konieczne jest zapewnienie odpływu kondensatu, który wytwarza się naturalnie podczas pracy pompy, a także podczas odszraniania. Można zastosować podłoże żwirowe. W przypadku potrzeby odprowadzania skroplin, możliwy jest montaż dedykowanej tacy ociekowej.
- Wybór miejsca montażu powinien uwzględniać emisję hałasu z urządzenia.
- Pompa ciepła Airmax³ instalowana jest na zewnątrz budynku zatem należy pamiętać, iż obecność wody grzewczej po stronie zewnętrznej grozi jej zamarznięciem, a co za tym idzie uszkodzeniem instalacji lub/i urządzenia. Automatyka urządzenia w czasie poprawnego zasilania dba o utrzymanie odpowiedniej temperatury zapobiegającej zamarznięciu, jednak w przypadku braku zasilania prądem lub sytuacjach awaryjnych układ również musi pozostać bezpieczny. Instalator urządzenia musi zastosować odpowiednie zabezpieczenie. Zaleca się w przypadku Airmax³ stosować w rurociągu zewnętrznym glikol propylenowy w odpowiednim stężeniu (o temperaturze krzepnięcia w zakresie -15 do -20°C, dokładne stężenie zależy od konkretnego rodzaju glikolu- około 33-37%), by zabezpieczyć instalację przed niebezpieczeństwem zamarznięcia. Glikol może być zastosowany w całej instalacji grzewczej lub dopuszcza się zastosowanie wymiennika pośredniego glikol/woda. Zastosowanie wymiennika pośredniego pozwala na napełnienie instalacji grzewczej wodą, podczas gdy zewnętrzna część instalacji pozostaje wypełniona niezamarzającym glikolem. W przypadku zastosowania wody jako medium grzewczego w układzie pompy ciepła (również w rurociągach zewnętrznych) urządzenie musi być odpowiednio zabezpieczone przed działaniem mrozu. Producent pompy ciepła nie odpowiada za poprawność działania elementów zabezpieczających przed działaniem mrozu.



Rys. 63. Przykładowe podłączenie pośrednie jednostki zewnętrznej pompy ciepła Airmax³

W przypadku stosowania dodatkowego wymiennika płytowego konieczne jest zastosowanie dodatkowej pompy obiegowej za wymiennikiem. Wydajność tej dodatkowej pompy obiegowej powinna być zbliżona do parametrów pompy obiegowej zabudowanej w jednostce wewnętrznej. Automatyka pompy ciepła Airmax³ obsługuje pompę obiegową pomiędzy wymiennikiem płytowym a buforem.

Tabela 61. Dedykowane wymienniki płytowe glikol/woda do instalacji z pompą ciepła Airmax³

model pompy ciepła	dedykowany wymiennik płytowy	nr katalogowy
Airmax³ 7GT	SWEP 40	09-000102
Airmax³ 12GT	SWEP 60	09-000103

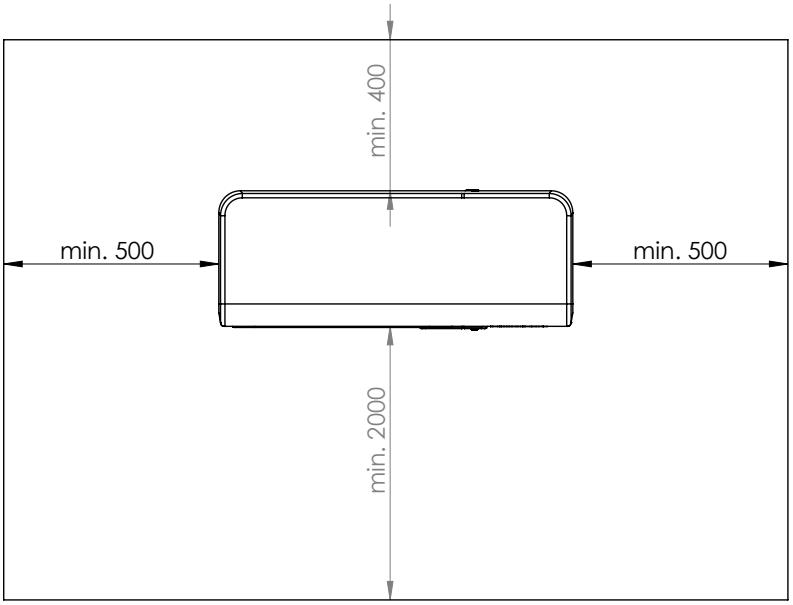
Możliwe jest również zastosowanie bufora z powiększoną wężownicą, która będzie stanowiła wymiennik glikol/woda, jednak w tym przypadku należy dodatkowo zakupić bufor SG(B) Maxi, standardowo w zestawie z pompą ciepła dostarczany jest klasyczny bufor wiszący bez wężownic.

Tabela 62. Dedykowane zbiorniki buforowe SG(B) Maxi (z wężownicą stanowiącą wymiennik gliko/woda) do instalacji z pompą ciepła Airmax³

model pompy ciepła	powierzchnia wężownicy stosowanej jako wymiennik glikol/woda [m²]		dedykowany zbiornik buforowy	powierzchnia wężownicy (wymiennika glikol-woda)	pojemność magazynowa proponowanego bufora [l]
	minimalna	optymalna			
Airmax³ 7GT	2,7	3,6	SG(B) 250	2,9 m²	243
			SG(B) 300	3,6 m²	290
Airmax³ 12GT	3,5	4,7	SG(B) 300	3,6 m²	290
			SG(B) 400	6,0 m²	366

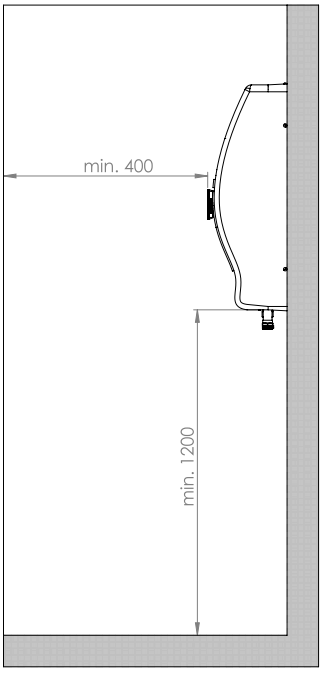
- Pompa ciepła Airmax³ napełniona jest czynnikiem R290, który posiada klasę palności A3, stąd też wymagany jest montaż jednostki z zachowaniem strefy ochronnej. Montaż urządzenia powinien odbywać się z zachowaniem odpowiednich odległości od otaczających

ją elementów. Odległość minimalna od ściany wynosi 40 cm. Powietrze wyrzucane jest z urządzenia w kierunku przednim, zatem zaleca się zachowanie odpowiedniej odległości również od czoła urządzenia. Jeśli chodzi o optymalne umieszczenie urządzenia względem kierunków świata to zależne jest to od funkcji pompy ciepła, jednak ten model zwykle wybierany jest do pełnienia dwóch funkcji ogrzewanie centralne i ciepła woda użytkowa. W takim przypadku montaż można przeprowadzić po dowolnej budynku, należy jedynie zwrócić uwagę na umiejscowienie i odczyt temperatur czujnika temperatury zewnętrznej, by na przykład ekspozycja na słońce nie zakłócała pracy pompy ciepła.

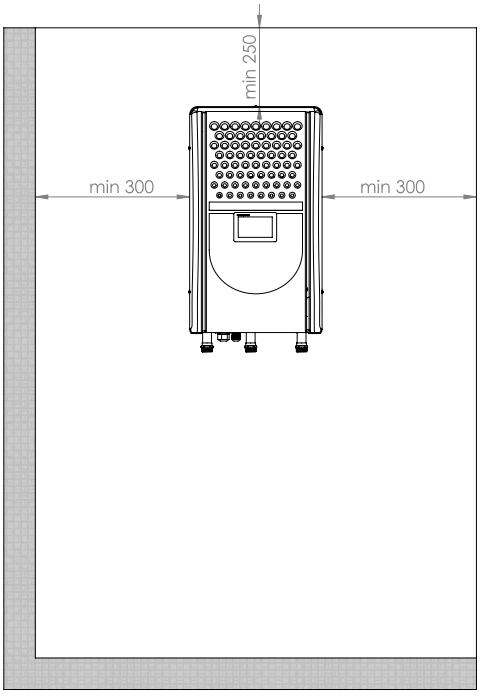


Rys. 64. Minimalne odległości montażowe dla jednostki zewnętrznej pompy ciepła Airmax^3 (wymiary podane w mm)

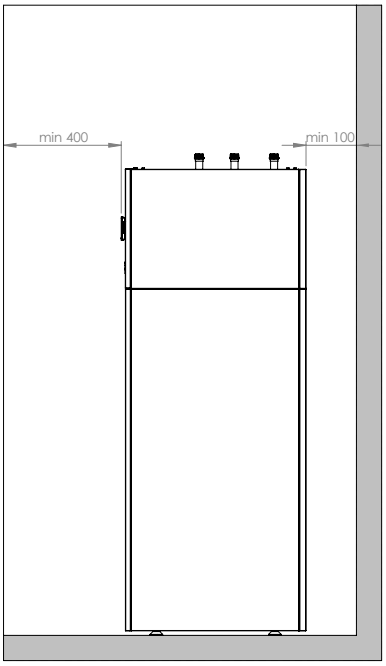
- Airmax^3 wyposażona jest również w standardzie w jednostkę wewnętrzną. W zależności od wybranego wariantu moduł Gbox wieszany jest na ścianie, natomiast Onebox stawiany na powierzchni posadzki. Każda z jednostek ma wymagane odstępy montażowe.



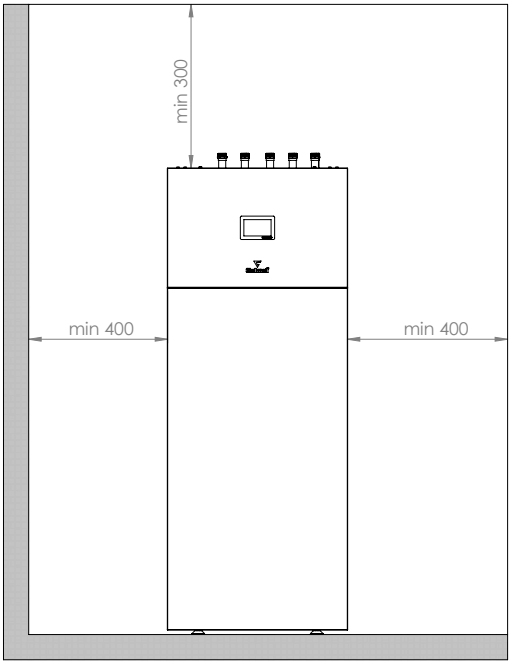
Rys. 65. Odległości montażowe dla modułu hydraulicznego Gbox - widok z boku



Rys. 66. Odległości montażowe dla modułu hydraulicznego Gbox - widok z przodu

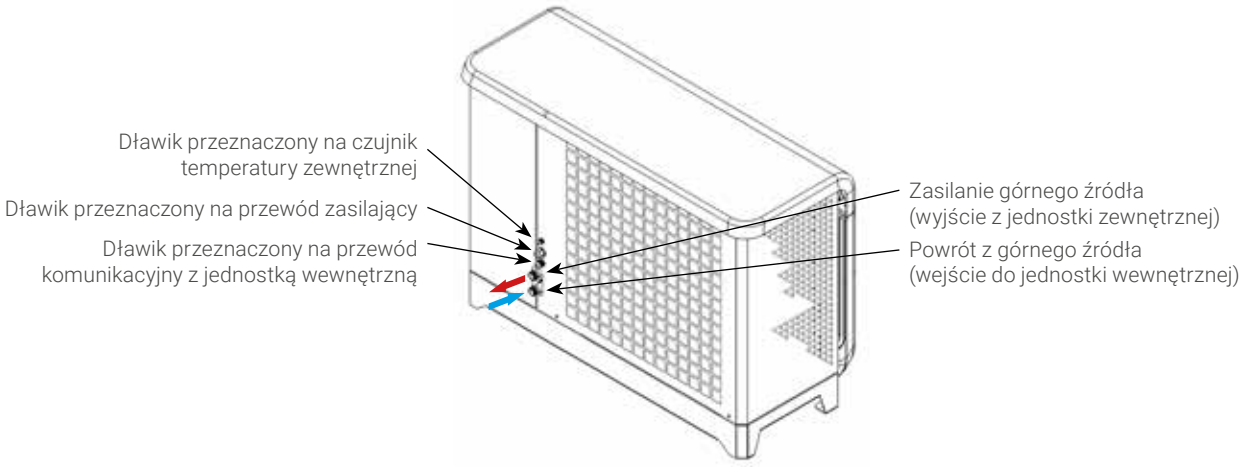


Rys. 67. Odległości montażowe dla modułu hydraulicznego Onebox - widok od boku



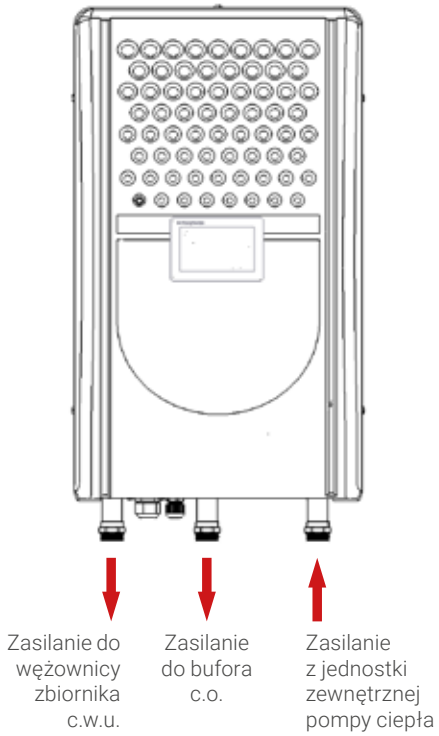
Rys. 68. Odległości montażowe dla modułu hydraulicznego Onebox - widok z przodu

- Do realizacji funkcji ciepłej wody użytkowej przygotowany jest zbiornik na wodę zabudowany w jednostce wewnętrznej Onebox lub w przypadku wyboru jednostki wewnętrznej Gbox, klient otrzymuje w zestawie zbiornik na ciepłą wodę użytkową Tower Grand, który jest odpowiednio dobrany do zestawu. Zawór trójdrogowy do realizacji ciepłej wody użytkowej zabudowany jest w jednostce wewnętrznej.
- Pompa ciepła Airmax^3 wyposażona jest w króćce przyłączeniowe 1" z gwintami zewnętrznymi.

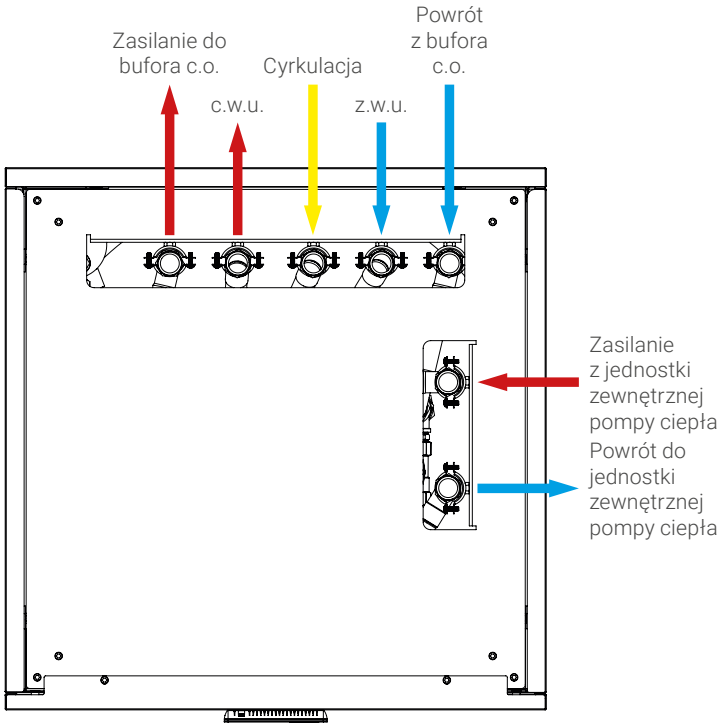


Rys. 69. Pompa ciepła Airmax^3 - widok z tyłu

Jednostka wewnętrzna Gbox/Onebox również wyposażona jest w króćce przyłączeniowe 1".



Rys. 70. Podłączenie hydrauliczne Gbox



Rys. 71. Podłączenie hydrauliczne Onebox

Tabela 63. Króćce przyłączeniowe hydrauliczne pompy ciepła dla Airmax³

Model pompy ciepła	Airmax³ 7-12GT
Króćce przyłączeniowe (jednostka wewnętrzna i zewnętrzna)	GZ 1”
Przyłącze- średnica wewnętrzna rury [mm]	Ø26

Przyłącze rurowe zaleca się wykonać z rury miedzianej o odpowiedniej średnicy wewnętrznej, należy pamiętać o izolacji cieplnej. Oprócz rur miedzianych dopuszcza się również stal węglową, stal nierdzewną oraz rury z tworzywa PP.

Nie zaleca się stosowania rur PEX ze złączkami o dużych oporach miejscowych mających znaczne przewężenia średnicy nominalnej. Jeżeli stosowane są rozwiązania z rurami PEX to dopuszczalne są jedynie systemy ze złączkami dedykowanymi do pomp ciepła (niegenerujące wysokich miejscowych oporów przepływu). Zaleca się izolację rur zewnętrznych zabezpieczyć przed działaniem UV. Maksymalna odległość pomiędzy jednostką zewnętrzną a elementami wewnętrznymi (bufor, zbiornik c.w.u.) wynosi 10 m.

Stosowane średnice rurociągów przyłączeniowych zależne są od modelu pompy ciepła oraz parametrów medium grzewczego. Układ przed montażem należy odpowiednio zaprojektować uwzględniając rzeczywiste warunki w danym obiekcie. Poniżej przykładowe charakterystyki rurociągów górnego źródła przy zastosowaniu różnych mediów grzewczych. Charakterystyki te wyznaczono dla mocy maksymalnej pomp ciepła w punkcie A7W35.

Tabela 64. Charakterystyka rurociągu dla Airmax³ 7GT przy zastosowaniu wody jako czynnika grzewczego

Materiał rury	Przepływ [m³/h]	ΔT	Czynnik	Średnica rury [mm]	Średnica wewnętrzna [mm]	Prędkość przepływu czynnika [m/s]	Opór liniowy [Pa/m]
Miedź	1,5	5K	Woda	35 x 1,5	32	0,51	103
Stal cienkościenna	1,5	5K		35 x 1,5	32	0,51	103
PP	1,5	5K		50 x 8,4	33,2	0,47	87

Tabela 65. Charakterystyka rurociągu dla Airmax³ 7GT przy zastosowaniu glikolu propylenowego (35%) jako czynnika grzewczego

Materiał rury	Przepływ [m³/h]	ΔT	Czynnik	Średnica rury [mm]	Średnica wewnętrzna [mm]	Prędkość przepływu czynnika [m/s]	Opór liniowy [Pa/m]
Miedź	1,5	5K	Glikol propylenowy (35%)	35 x 1,5	32	0,54	156
Stal cienkościenna	1,5	5K		35 x 1,5	32	0,54	156
PP	1,5	5K		50 x 8,4	33,2	0,50	140

Tabela 66. Charakterystyka rurociągu dla Airmax³ 12GT przy zastosowaniu wody jako czynnika grzewczego

Materiał rury	Przepływ [m³/h]	ΔT	Czynnik	Średnica rury [mm]	Średnica wewnętrzna [mm]	Prędkość przepływu czynnika [m/s]	Opór liniowy [Pa/m]
Miedź	2,4	5K	Woda	42 x 1,5	39	0,56	97
Stal cienkościenna	2,4	5K		42 x 1,5	39	0,56	97
PP	2,4	5K		50 x 8,4	33,2	0,78	200

Tabela 67. Charakterystyka rurociągu dla Airmax³ 12GT przy zastosowaniu glikolu propylenowego (35%) jako czynnika grzewczego

Materiał rury	Przepływ [m³/h]	ΔT	Czynnik	Średnica rury [mm]	Średnica wewnętrzna [mm]	Prędkość przepływu czynnika [m/s]	Opór liniowy [Pa/m]
Miedź	2,4	5K	Glikol propylenowy (35%)	42 x 1,5	39	0,60	145
Stal cienkościenna	2,4	5K		42 x 1,5	39	0,60	145
PP	2,4	5K		63 x 10,5	42	0,51	113

6.2.8. Airmax³ - analiza doboru zasobnika c.w.u. i bufora wody grzewczej

W przypadku pomp ciepła Airmax³ nie ma konieczności doboru elementów instalacji jak w przypadku Airmax², gdyż model ten sprzedawany jest w zestawach. Zatem klient wraz z pompą ciepła otrzymuje dopasowany do instalacji zbiornik buforowy i zbiornik na ciepłą wodę użytkową (oddzielny lub zabudowany w jednostce wewnętrznej Onebox). Jednak jeżeli zachodzi konieczność indywidualnego doboru elementów na przykład gdy wymagana jest większa pojemność zbiornika wody użytkowej to należy weryfikować wymagane ich parametry.

Tabela 68. Wymagana powierzchnia wężownicy w zbiorniku ciepłej wody użytkowej dla Airmax³

Model pompy ciepła	Minimalna powierzchnia wężownicy zbiornika c.w.u. [m²]
Airmax³ 7GT	2
Airmax³ 12GT	2,5

W zestawie klient otrzymuje bufor wiszący o pojemnościach 100 lub 120 l w zależności od modelu. W przypadku potrzeby zastosowania innego zbiornika buforowego poniżej wymogi stawiane buforom, również w przypadku zastosowania bufora z wężownicą jako wymiennika glikol/woda.

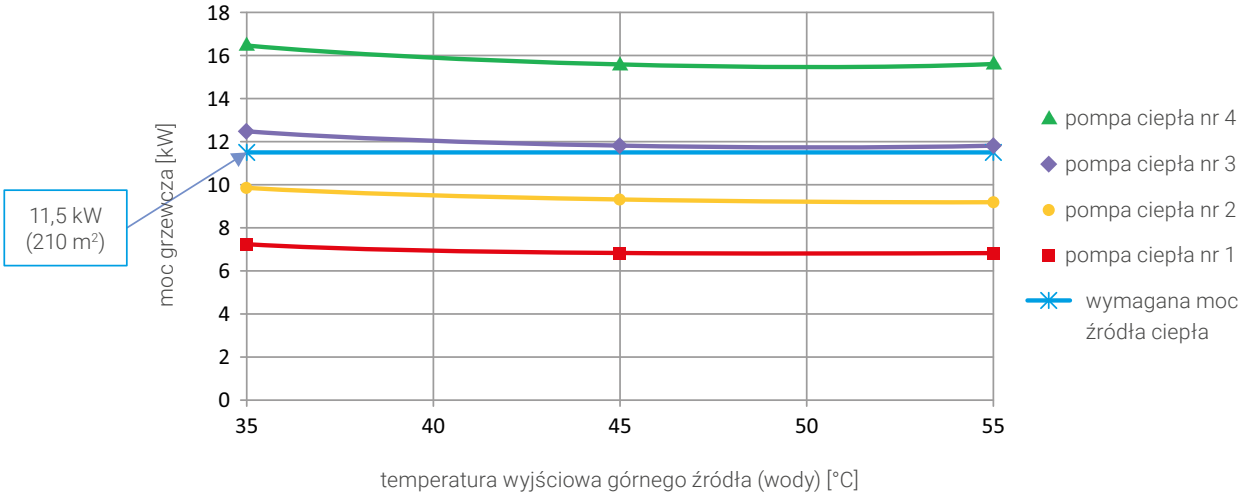
Tabela 69. Wymagania dla zbiornika buforowego dla pompy ciepła Airmax³

Model pompy ciepła	Zalecana pojemność zbiornika buforowego [l]	Minimalna pojemność zbiornika buforowego [l]	Minimalna powierzchnia wężownicy w zbiorniku buforowym [m²]	Optymalna powierzchnia wężownicy w zbiorniku buforowym [m²]
Airmax³ 7GT	100	80	2,7	3,6
Airmax³ 12GT	120	100	3,5	4,7

6.3. Projektowanie układów z gruntową pompą ciepła do c.o. i c.w.u. - Maxima i Maxima Compact

6.3.1. Analiza doboru gruntowej pompy ciepła do przykładowego obiektu

W analizie posłużono się budynkiem o powierzchni 210 m², dla którego całkowita wymagana moc grzewcza wynosi: Q = 11,5 kW. Budynek jest o standardowym zapotrzebowaniu 50 W/m² ($Q_{budynku}$ = 10,5 kW), zużycie c.w.u. wynosi 200 l/dobę (Q_{cwu} = 1 kW). Na poniższym wykresie przedstawiono charakterystykę zapotrzebowania na ciepło budynku oraz charakterystyki mocy grzewczych czterech przykładowych pomp ciepła ziemia-woda.



Wykres 59. Dobór gruntowej pompy ciepła w przykładowym obiekcie, o zapotrzebowaniu na ciepło 10,5 kW i dodatku na c.w.u. 1 kW

W przypadku gruntowych pomp ciepła dobór jest prostszy, niż dla powietrznych. Dobiera się urządzenie tak, by pracowało w trybie monowalentym. Oznacza to wybór modelu o mocy wyższej niż wymagana moc źródła ciepła dla budynku. W powyższym przykładzie będzie to skutkowało wyborem pompy ciepła nr 3.

6.3.2. Maxima i Maxima Compact - wymagania instalacyjne

- Elementy instalacji z pompą ciepła Maxima / Maxima Compact należy konfigurować indywidualnie, nie jest ona sprzedawana w dedykowanych zestawach.
- Wymagane napięcie 3-fazowe, 400V
- Urządzenie przeznaczone jest do montażu wewnątrz pomieszczeń. **Minimalną kubatura pomieszczenia (V)** zgodnie z EN 378 wylicza się w następujący sposób:

$$V = N \div PL$$

N - napełnienie pompy ciepła czynnikiem chłodniczym [kg]

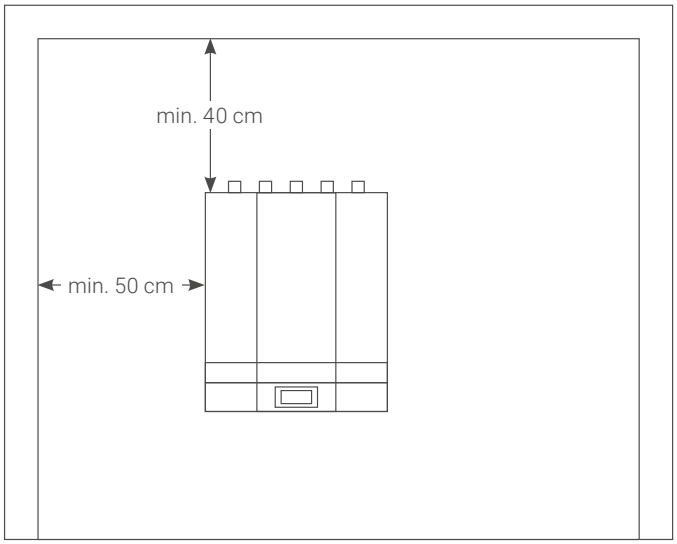
PL - praktyczna granica stężenia [kg/m³] (dla czynnika chłodniczego R410A wynosi ona 0,44kg/m³)

Poniżej przedstawiono tabelę z minimalnymi wartościami kubatur pomieszczenia dla danej jednostki.

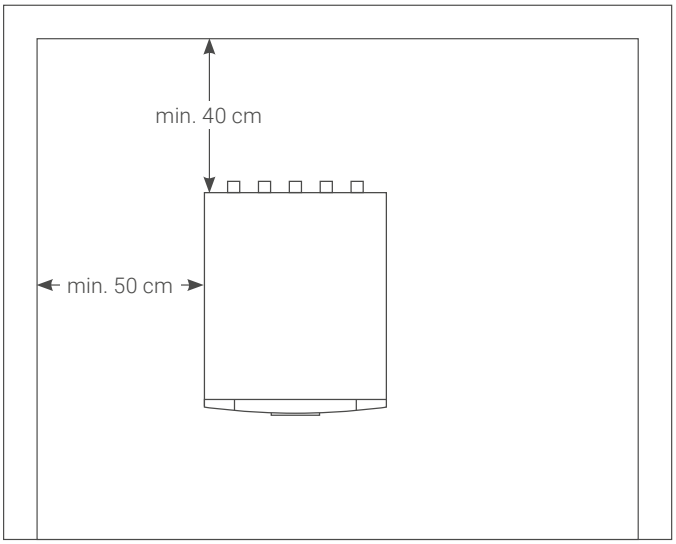
Tabela 70. Minimalna kubatura pomieszczenia do montażu pompy ciepła Maxima

model pompy ciepła	ilość czynnika chłodniczego [kg]	minimalna kubatura pomieszczenia [m³]
Maxima 7 GT / Maxima Compact 7 GT	2,1	4,8
Maxima 10 GT / Maxima Compact 10 GT	2,4	5,4
Maxima 12 GT / Maxima Compact 12 GT	2,7	6,1
Maxima 16GT	2,9	6,6
Maxima 20 GT	4,0	9,1
Maxima 28 GT	5,5	12,5
Maxima 34GT	6,0	13,6
Maxima 42 GT	7,0	15,9

- Montaż urządzenia powinien być przeprowadzony w taki sposób, by zapewnić swobodny dostęp w celu późniejszych przeglądów czy serwisowania. Należy pozostawić odstęp po minimum 50 cm od bocznych ścian urządzenia oraz 40 cm od ściany tylnej.

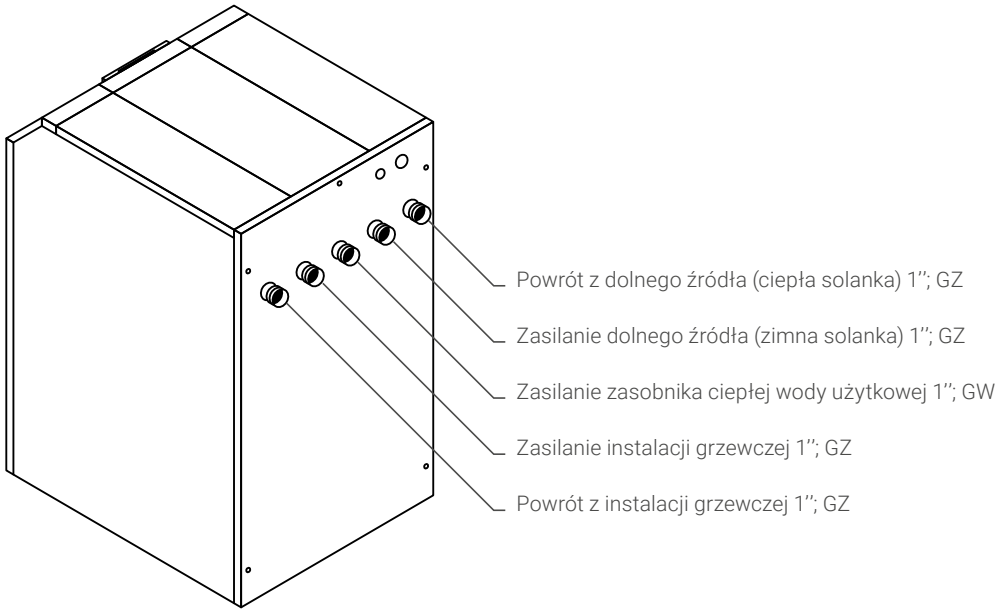


Rys. 72. Montaż pompy ciepła Maxima - minimalne odległości (widok z góry)



Rys. 73. Montaż pompy ciepła Maxima Compact - minimalne odległości (widok z góry)

- Przy planowaniu miejsca montażu urządzenia należy pamiętać o konieczności jego wnoszenia w pozycji pionowej (maksymalne odchylenie wynosi 40° od osi pionowej)
- Pompa ciepła Maxima (7-16GT) została wyposażona w zawór przełączający c.w.u., do realizacji ciepłej wody konieczny jest jedynie odpowiedni zasobnik c.w.u. (np. Maxi lub Maxi Plus, ewentualnie zbiornik łączący bufor z zasobnikiem Maxi w jednej obudowie- SG(K) Complete).

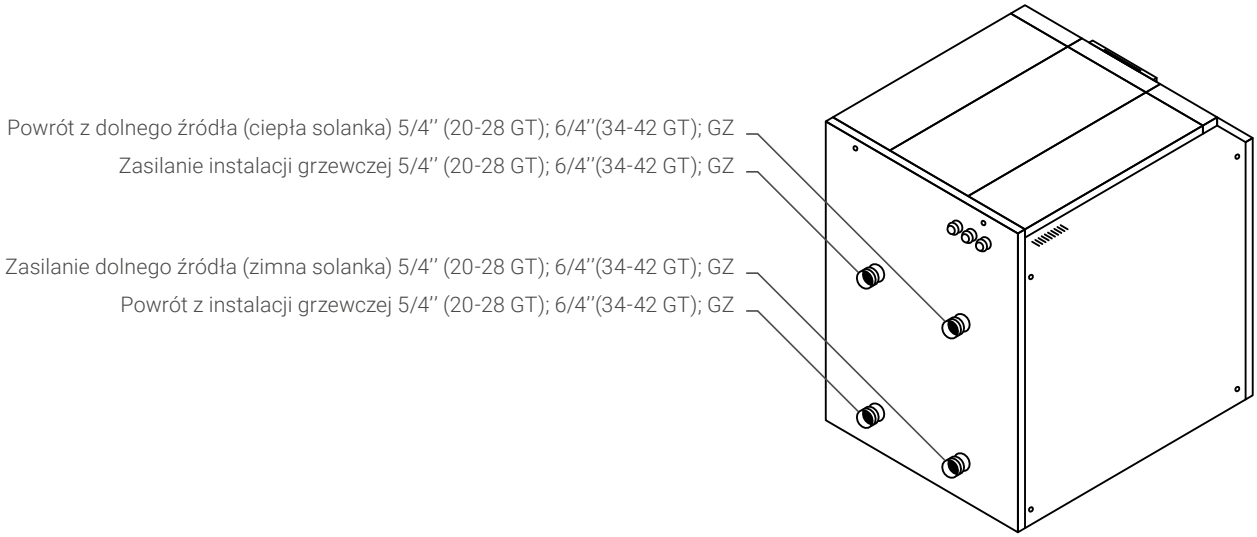


Rys. 74. Schemat przyłączy hydraulicznych pompy ciepła Maxima 7-16GT

W modelach Maxima 20-42 GT zawór przełączający trójdrogowy jest elementem zewnętrznym, który może być sterowany przez regulator pompy ciepła.

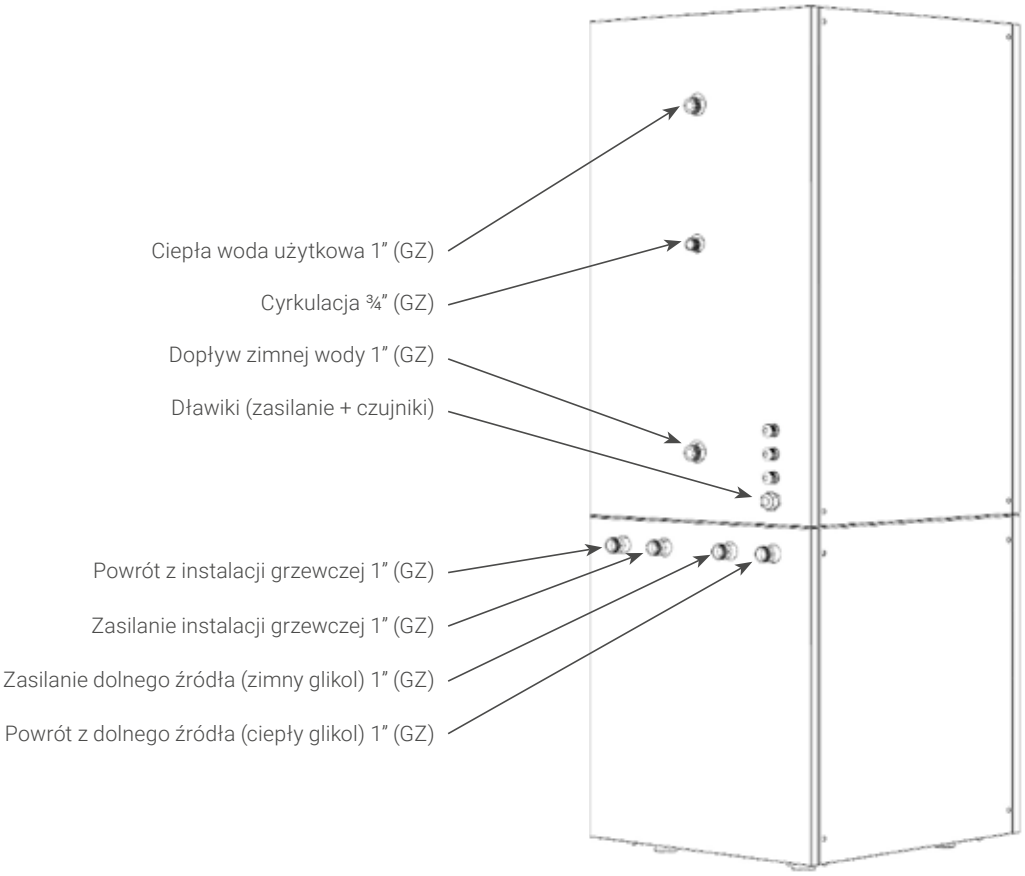
Tabela 71. Dedykowany zawór trójdrogowy z siłownikiem dla pomp ciepła Maxima

Model pompy ciepła	Specyfikacja		Numer katalogowy
Maxima 20-42 GT	VBI60.40-25L G6/4" GW, Kvs 25 m^3/h	Zawór	09-000201
	GLB341.9E	Siłownik do zaworu	09-000200



Rys. 75. Schemat przyłączy hydraulicznych pompy ciepła Maxima 20-42 GT

- Pompa ciepła Maxima Compact (7-12 GT) została wyposażona w zawór przełączający c.w.u., do realizacji ciepłej wody. W jednej obudowie z pompą ciepła zabudowany jest również zbiornik c.w.u.



Rys. 76. Schemat przyłączy hydraulicznych pompy ciepła Maxima Compact 7-12 GT

- W urządzeniu zastosowano króćce przyłączeniowe z gwintami zewnętrznymi 1", 5/4'' i 6/4''. W przypadku Maxima Compact króciec przyłączeniowy cyrkulacji to 3/4''.

Tabela 72. Króćce przyłączeniowe hydrauliczne pompy ciepła Maxima

Model pompy ciepła	Maxima 7-16GT	Maxima 20-28GT	Maxima 34-42GT
Króćce przyłączeniowe	1"	5/4"	6/4"
Przyłącze- średnica wewnętrzna rury [mm]	Ø26	Ø32	Ø39

Tabela 73. Króćce przyłączeniowe hydrauliczne pompy ciepła Maxima Compact

Model pompy ciepła	Maxima Compact 7-12GT
Króćce przyłączeniowe	1"
Przyłącze- średnica wewnętrzna rury [mm]	Ø26
Króciec cyrkulacji	¾"

Przyłącze rurowe zaleca się wykonać z rury miedzianej o odpowiedniej średnicy wewnętrznej, należy pamiętać o izolacji cieplnej. Oprócz rur miedzianych dopuszcza się również stal węglową, stal nierdzewną oraz rury z tworzywa PP.

Nie zaleca się stosowania rur PEX ze złączkami o dużych oporach miejscowych mających znaczne przewężenia średnicy nominalnej. Jeżeli stosowane są rozwiązania z rurami PEX to dopuszczalne są jedynie systemy ze złączkami dedykowanymi do pomp ciepła (niegenerujące wysokich miejscowych oporów przepływu). Stosowane średnice rurociągów przyłączeniowych zależne są od modelu pompy ciepła oraz parametrów medium grzewczego. Układ przed montażem należy odpowiednio zaprojektować uwzględniając rzeczywiste warunki w danym obiekcie. Poniżej przykładowe charakterystyki rurociągów górnego źródła dla modeli Maxima. Dla modeli Maxima Compact analogicznie do Maxima 7-12GT.

Tabela 74. Charakterystyka rurociągu dla Maxima 7GT

Maxima 7GT	Przepływ [m³/h]	ΔT	Czynnik	Średnica rury [mm]	Średnica wewnętrzna [mm]	Prędkość przepływu czynnika [m/s]	Opór liniowy [Pa/m]
Miedź	1,2	5K	woda	35 x 1,5	32	0,4	71
Stal cienkościenna	1,2	5K		35 x 1,5	32	0,4	71
Pex & Pex/Al./Pex	1,2	5K		32 x 2,9	26,2	0,6	183

Tabela 75. Charakterystyka rurociągu dla Maxima 10GT

Maxima 10GT	Przepływ [m³/h]	ΔT	Czynnik	Średnica rury [mm]	Średnica wewnętrzna [mm]	Prędkość przepływu czynnika [m/s]	Opór liniowy [Pa/m]
Miedź	1,7	5K	woda	35 x 1,5	32	0,6	131
Stal cienkościenna	1,7	5K		35 x 1,5	32	0,6	131
Pex & Pex/Al./Pex	1,7	5K		32 x 2,9	26,2	0,6	183

Tabela 76. Charakterystyka rurociągu dla Maxima 12GT

Maxima 12GT	Przepływ [m³/h]	ΔT	Czynnik	Średnica rury [mm]	Średnica wewnętrzna [mm]	Prędkość przepływu czynnika [m/s]	Opór liniowy [Pa/m]
Miedź	2,1	5K	woda	35 x 1,5	32	0,7	190
Stal cienkościenna	2,1	5K		35 x 1,5	32	0,7	190
Pex & Pex/Al./Pex	2,1	5K		40 x 3,7	32,6	0,7	173

Tabela 77. Charakterystyka rurociągu dla Maxima 16GT

Maxima 16GT	Przepływ [m³/h]	ΔT	Czynnik	Średnica rury [mm]	Średnica wewnętrzna [mm]	Prędkość przepływu czynnika [m/s]	Opór liniowy [Pa/m]
Miedź	2,8	5K	woda	42 x 1,5	39	0,65	123
Stal cienkościenna	2,8	5K		42 x 1,5	39	0,65	123
Pex & Pex/Al./Pex	2,8	5K		50 x 4,6	40,8	0,59	99

Tabela 78. Charakterystyka rurociągu dla Maxima 20GT

Maxima 20GT	Przepływ [m³/h]	ΔT	Czynnik	Średnica rury [mm]	Średnica wewnętrzna [mm]	Prędkość przepływu czynnika [m/s]	Opór liniowy [Pa/m]
Miedź	3,5	5K	woda	42 x 1,5	39	0,8	183
Stal cienkościenna	3,5	5K		42 x 1,5	39	0,8	183
Pex & Pex/Al./Pex	3,5	5K		50 x 4,6	40,8	0,74	147

Tabela 79. Charakterystyka rurociągu dla Maxima 28GT

Maxima 28GT	Przepływ [m³/h]	ΔT	Czynnik	Średnica rury [mm]	Średnica wewnętrzna [mm]	Prędkość przepływu czynnika [m/s]	Opór liniowy [Pa/m]
Miedź	4,8	5K	woda	54 x 1,5	51	0,65	89
Stal cienkościenna	4,8	5K		54 x 1,5	51	0,65	89
Pex & Pex/Al./Pex	4,8	5K		63 x 5,8	51,4	0,64	85

Tabela 80. Charakterystyka rurociągu dla Maxima 34GT

Maxima 34GT	Przepływ [m³/h]	ΔT	Czynnik	Średnica rury [mm]	Średnica wewnętrzna [mm]	Prędkość przepływu czynnika [m/s]	Opór liniowy [Pa/m]
Miedź	5,7	5K	woda	54 x 1,5	51	0,78	121
Stal cienkościenna	5,7	5K		54 x 1,5	51	0,78	121
Pex & Pex/Al./Pex	5,7	5K		63 x 5,8	51,4	0,76	116

Tabela 81. Charakterystyka rurociągu dla Maxima 42GT

Maxima 42GT	Przepływ [m³/h]	ΔT	Czynnik	Średnica rury [mm]	Średnica wewnętrzna [mm]	Prędkość przepływu czynnika [m/s]	Opór liniowy [Pa/m]
Miedź	7,2	5K	woda	54 x 1,5	51	0,98	183
Stal cienkościenna	7,2	5K		54 x 1,5	51	0,98	183
Pex & Pex/Al./Pex	7,2	5K		63 x 5,8	51,4	0,96	175

- Do poprawnej pracy pompy ciepła konieczne jest staranne zaprojektowanie instalacji dolnego źródła (układu glikolowego). Zaleca się stosowanie glikolu propylenowego o stężeniu 30-35% (temperatura krzepnięcia -15°C).
- W układach gdzie wymagane jest sprzęgło hydrauliczne, możliwe jest zastosowanie zbiorników SG(B) o pojemnościach od 40 do 140 l.

6.3.3. Maxima - dobór zasobnika c.w.u. (Maxi, Maxi Plus)

Do realizacji ciepłej wody użytkowej do pompy ciepła należy dobrać zbiornik z powiększoną powierzchnią wężownicy, który jest przeznaczony do pracy z pompą ciepła. Dla poprawnej pracy pompy ciepła w trybie realizacji c.w.u. konieczne jest zapewnienie odpowiedniej **powierzchni wężownicy (A_w)**. Dla optymalnego doboru przyjmuje się, że na 1 kW mocy nominalnej pompy ciepła wymagane jest 0,3 m² powierzchni wężownicy.

$$A_w = Q_n \cdot p_w$$

Q_n - moc nominalna pompy ciepła w punkcie pracy B0W35 [kW]

p_w - optymalnie współczynnik ten wynosi 0,3 [m²/kW]

Przykładowo dla pompy ciepła Maxima 10 GT nominalna moc grzewcza wynosi 9,85 kW, obliczając zgodnie z powyższym wzorem wymaganą powierzchnię wężownicy:

$$A_w = 9{,}85 \cdot (0{,}3) = 2{,}96\ m^2$$

Zatem możliwy jest dobór zasobnika Maxi 250 o powierzchni wężownicy 3 m². W przypadku doboru zbiornika z dwoma wężownicami można zastosować Maxi Plus 400 z wężownicą do pompy ciepła o powierzchni 3,8 m². Poniżej zamieszczono tabelę z dedykowanymi zasobnikami c.w.u. do pomp ciepła z serii Maxima. Największa wężownica w zbiornikach Maxi ma 6 m², zatem niemożliwe staje się dobranie standardowych zbiorników dla modeli Maxima 28-42 GT. W takich przypadkach realizację ciepłej wody można rozwiązać przez zastosowanie dodatkowego zewnętrznego wymiennika płytowego i zasobnika emaliowanego bez wężownic. Ewentualnie, możliwe jest wykonanie zbiornika na zamówienie o zwiększonej powierzchni wężownicy.

Tabela 82. Proponowane zbiorniki Maxi i Maxi Plus do pompy ciepła Maxima

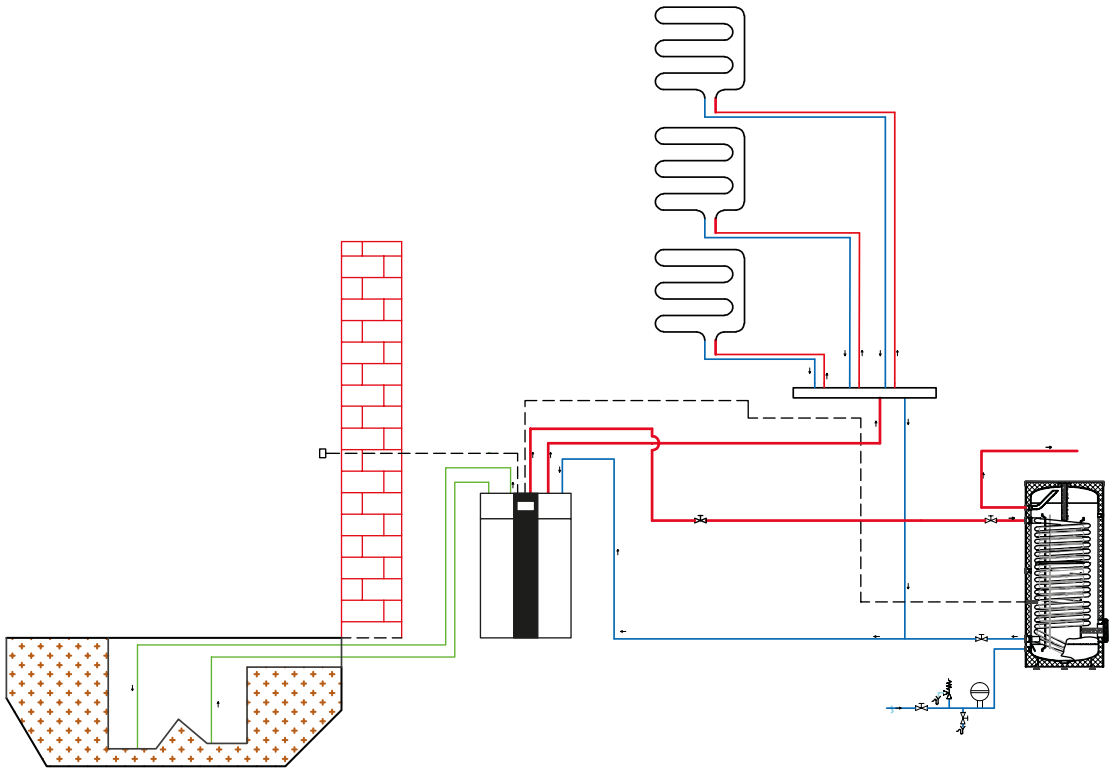
model pompy ciepła	optymalna powierzchnia wężownicy [m²]	proponowany zasobnik Maxi	powierzchnia wężownicy w zbiorniku Maxi [m²]	proponowany zasobnik Maxi Plus	powierzchnia wężownicy pod pompę ciepła w zbiorniku Maxi Plus [m²]
Maxima 7 GT	2,18	Maxi 250	2,9	Maxi Plus 300	2,2
Maxima 10 GT	2,96	Maxi 250	2,9	Maxi Plus 400	3,8
		Maxi 300	3,6		
Maxima 12 GT	3,75	Maxi 400	5,0	Maxi Plus 400	3,8
				Maxi Plus 500	4,8
Maxima 16GT	4,97	Maxi 400	5,0	Maxi Plus 500	4,8
				Maxi Plus 800	7,5
Maxima 20 GT	5,88	Maxi 500	6,0	Maxi Plus 800	7,5
		Maxi 700	6,5		
Maxima 28 GT	8,43	Maxi 800	9,0	Maxi Plus 1000	9,0

Maxima 34 GT	9,86	Maxi 1000	12,0	*	-
Maxima 42 GT	12,39	Maxi 1000	12,0	*	-

* Brak w ofercie standardowych zbiorników o odpowiednio dużej wężownicy. W takich przypadkach stosowane są zbiorniki emaliowane bez wężownicy z zewnętrznym płytowym wymiennikiem ciepła lub układy z kilkoma zbiornikami.

Dobór odpowiedniego zbiornika do pracy z pompą ciepła jest bardzo istotny, gdyż podłączenie pompy ciepła do wężownicy o zbyt małej powierzchni może skutkować błędem wysokiego ciśnienia w pompie.

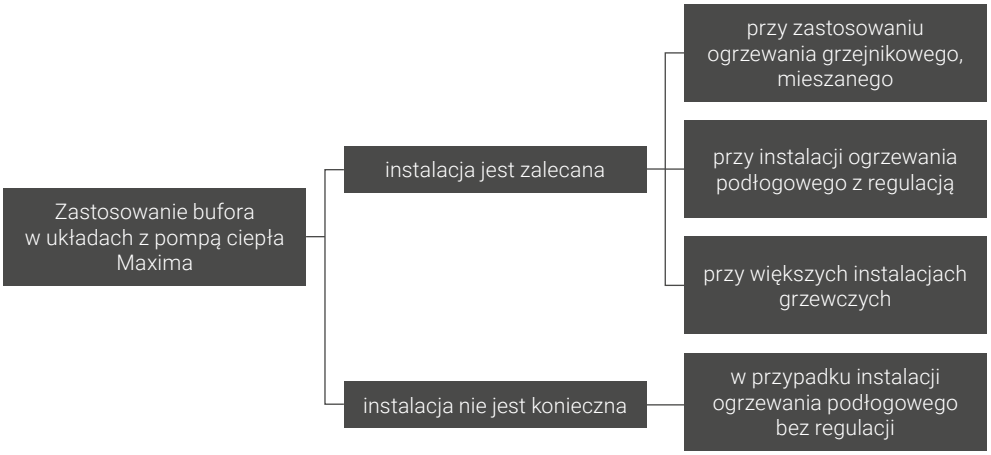
Najprostszy układ z pompą ciepła Maxima to układ ze zbiornikiem ciepłej wody użytkowej i ogrzewaniem podłogowym podłączonym bezpośrednio.



Rys. 77. Schemat układu z pompą ciepła Maxima (7-16GT) i zbiornikiem Maxi

6.3.4. Maxima / Maxima Compact- dobór bufora wody grzewczej SG(B)

Bufor, jak już wcześniej wspomniano, jest elementem stabilizującym pracę urządzenia i chroniącym pompę ciepła przed zbyt dużą ilością jej załączeń. Szczególnie wymagany jest w instalacjach z ogrzewaniem grzejnikowym (całkowitym lub częściowym). Podłączenie pompy ciepła bezpośrednio do instalacji grzejnikowej będzie skutkowało częstymi załączeniami pompy, co zaś wpływa na skrócenie żywotności sprężarki. Jak już wspominano tradycyjne grzejniki szybko osiągają wymaganą temperaturę, co powoduje wyłączenie pompy ciepła. Równie szybko się wychładzają, co powoduje ponowne załączenie pompy. Bufor służy do hydraulicznego rozdzielenia układu pompy ciepła i układu grzewczego. Zapewnia niezależnie wymagany przepływ przez skraplacz pompy ciepła. Przykładowo, w przypadku precyzyjnej regulacji systemu grzewczego termostatami, gdy nastąpi zamknięcie obiegów grzewczych, mogą wystąpić problemy z utrzymaniem wymaganego przepływu. Wszystko uzależnione jest od budowy konkretnej instalacji, jednak bufor połączony w układzie równoległym uniezależnia nieco pracę pompy ciepła od układu grzewczego, przez co jest bezpiecznym rozwiązaniem. W przypadku większych instalacji o dużej mocy grzewczej bufor również jest rekomendowany. Poniższy diagram podsumowuje wszystkie wyżej wymienione przypadki.



Pojemność bufora do instalacji zależy od przyjętych założeń. Jeśli bufor ma być standardowym elementem stabilizującym, to podobnie jak dla pompy powietrznej, przyjmuje się pojemność 30 l/kW mocy nominalnej pompy ciepła. Jeżeli natomiast przewiduje się pracę pompy ciepła w systemie dwutaryfowym energii elektrycznej, wtedy bufor ma pełnić funkcję akumulatora, a jego pojemność przyjmuje się 60 l/kW mocy nominalnej pompy ciepła. Zatem **pojemność bufora (V_b)** można obliczyć ze wzoru:

$$V_b = Q_n \cdot v$$

Q_n - moc nominalna pompy ciepła w punkcie pracy B0W35 [kW]

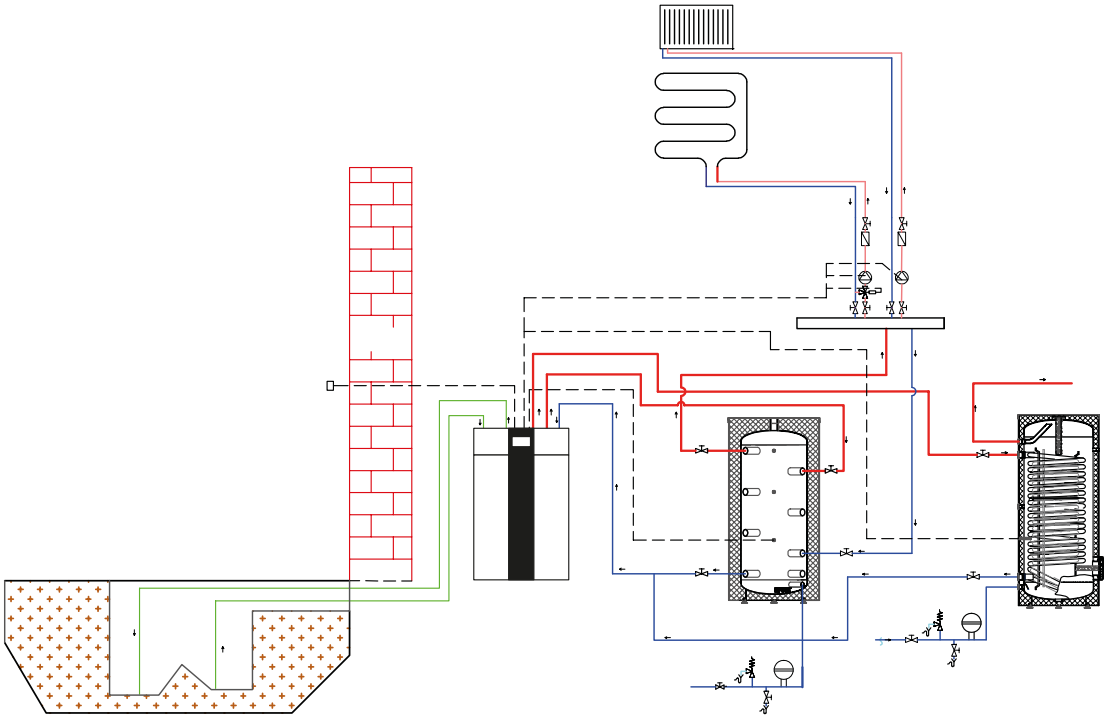
v - zalecany standardowo współczynnik: 30 l/kW (w przypadku pracy w systemie dwutaryfowym 60 l/kW)

Poniżej zamieszczono tabelę z proponowanymi modelami buforów:

Tabela 83. Proponowane zbiorniki buforowe dla pompy ciepła Maxima / Maxima Compact - przy założeniu 30 l/kW mocy nominalnej

model pompy ciepła	sugerowana pojemność bufora [l]	proponowane bufory	pojemność magazynowa proponowanego bufora [l]
Maxima 7 GT / Maxima Compact 7 GT	218	SG(B) 200	223
		SG(B) 300	322
Maxima 10 GT / Maxima Compact 10 GT	296	SG(B) 300	322
		SG(B) 400	396
Maxima 12 GT / Maxima Compact 12 GT	375	SG(B) 400	396
Maxima 16GT	497	SG(B) 500	467
		SG(B) 800	728
Maxima 20 GT	588	SG(B) 800	728
Maxima 28 GT	843	SG(B) 1000	883
Maxima 34 GT	986	SG(B) 1000	883
Maxima 42 GT	1239	SG(B) 1500	1479

Jeżeli do bufora podłączony ma być kocioł lub kominek jako dodatkowe źródło to można wykorzystać standardowy model bufora z wężownicą stalową. Tradycyjny układ z pompą ciepła Maxima zbiornikiem buforowym oraz zasobnikiem c.w.u. Maxi poniżej na schemacie:



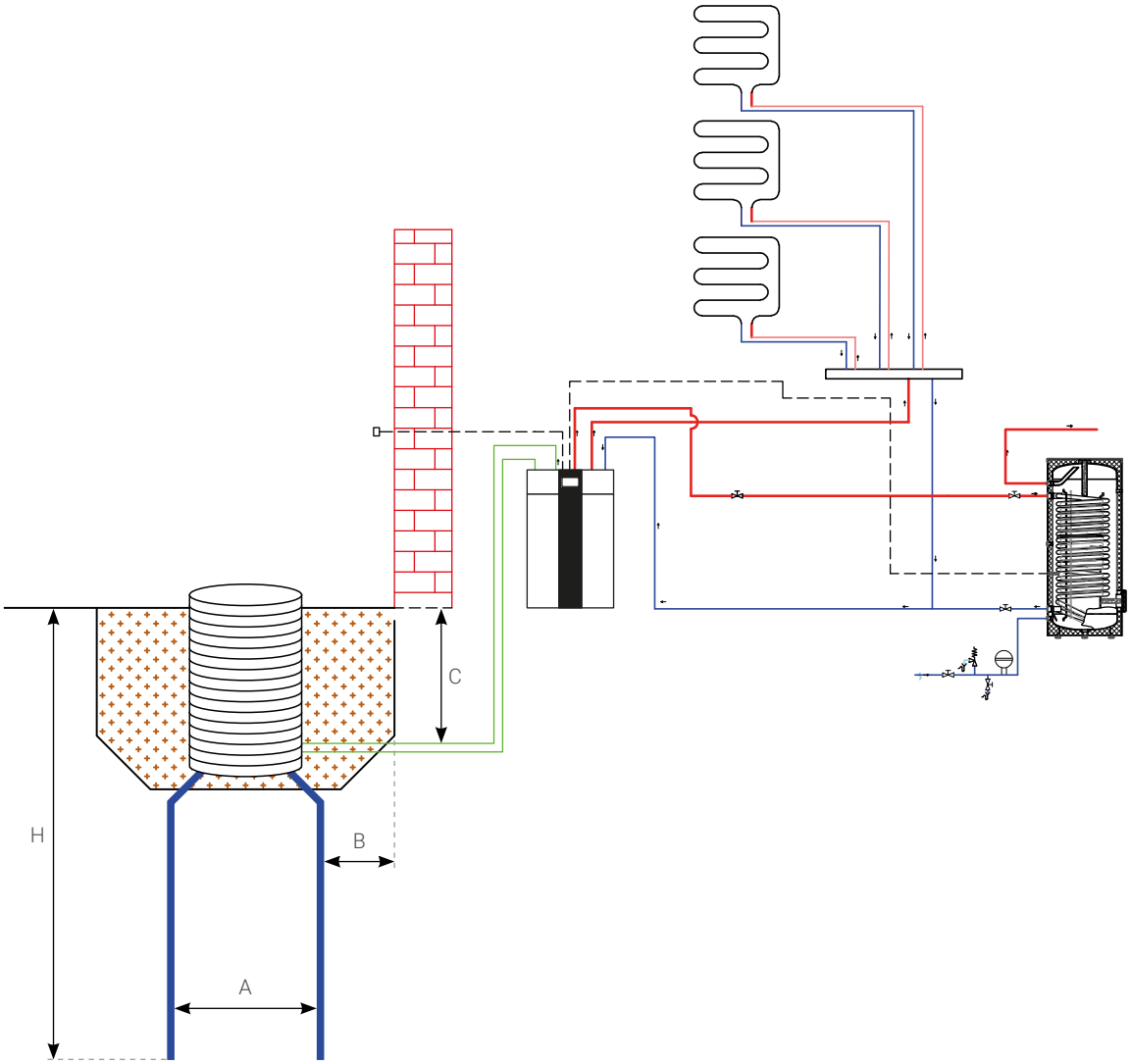
Rys. 78. Schemat układu z pompą ciepła Maxima (7-16GT), zbiornikiem buforowym, zbiornikiem Maxi

6.4. Projektowanie dolnego źródła pompy ciepła Maxima i Maxima Compact

Dolne źródło gruntowej pompy ciepła jest bardzo ważnym elementem instalacji. Poprawne jego zaprojektowanie gwarantuje poprawną pracę urządzenia. Istotne jest uwzględnienie uwarunkowań lokalnych. Wybór sondy pionowej niesie za sobą wyższe koszty inwestycyjne, niż w przypadku wymiennika poziomego, lecz koszty eksploatacyjne pompy gruntowej z wymiennikiem pionowym są nieco niższe. Zatem ponownie inwestor musi dokonać wyboru optymalnego rozwiązania.

6.4.1. Dobór sondy pionowej, wytyczne projektowe

Na sondy pionowe wybór pada zawsze w przypadku małej powierzchni terenu możliwej do zagospodarowania. Jednak należy mieć na uwadze, że aby sondy pionowe były prawidłowo wykonane, należy zachować pewne odległości od fundamentów (1,5 m), czy też granicy działki (3 m). Konieczne jest również zachowanie odpowiedniej odległości pomiędzy odwiertami (6-8 m w zależności od głębokości odwiertu). Rury doprowadzające prowadzi się 20-40 cm poniżej strefy przemarzania gruntu. Rozdzielacz zazwyczaj umieszcza się w studzience, tak by mieć do niego swobodny dostęp. Stosowane są również rozdzielacze wewnętrzne - naścienne.



Rys. 79. Usytuowanie sondy pionowej w gruncie - wymagane odległości

Minimalne odległości:

- od fundamentów B > 1,5 m
- minimalna głębokość (C), od 20 do 40 cm poniżej strefy przemarzania gruntu
- A = 6 m przy głębokości H < 70 m
- A = 8 m przy głębokości 70 ≤ H < 100 m
- Od granicy posesji min. 3 m
- Od instalacji wodociągowych, kanalizacyjnych, elektrycznych, gazowych, ciepłowniczych itp., koron drzew o głębokich korzeniach min. 1,5 m

Jeśli chodzi o określanie długości odwiertu, to następuje to po określeniu **jednostkowej wydajności cieplnej gruntu**, czyli ilości energii jaką możemy pobrać z gruntu na jeden metr bieżący wymiennika. Wartość tą określa geolog w projekcie geologicznym, który jest obowiązkowy przy wykonywaniu dolnego źródła w postaci odwiertów. Geolog oblicza przybliżoną wydajność cieplną gruntu na podstawie znajomości rozkładu geologicznego warstw gruntu występujących w danej lokalizacji i ich współczynników przewodzenia ciepła. Dokładną wartość wydajności gruntu można poznać przez wykonanie TRT (Test reakcji termicznej). Jednak jest on dość kosztowny i wykonuje się go jedynie w przypadku większych inwestycji. Poniżej pomocna tabela z przybliżonymi wydajnościami cieplnymi gruntu w zależności od współczynników przewodzenia gruntu:

Tabela 84. Jednostkowa wydajność cieplna gruntu-sonda pionowa

rodzaj gleby	szacunkowa wydajność cieplna [W/m]
suche podłoże (λ < 1,5 W / (m • K))	20-25
normalne podłoże i nasycony wodą sedyment (1,5 W/(m • K) < λ < 3,0 W / (m • K))	50-60
stała skała o wysokiej przewodności cieplnej (λ > 3,0 W / (m • K))	70-84

Wydajność cieplną gruntu szacunkowo przyjmuje się na poziomie 40 W/m. Rzeczywiste wartości określone przez geologa w projekcie zazwyczaj wahają się pomiędzy 30-50 W/m. Czas pracy sprężarki w pompie ciepła w ciągu roku nie powinien przekraczać 2000 h/rok. Jeżeli przekracza, to dolne źródło będzie bardziej obciążone. W tym przypadku by umożliwić prawidłową regenerację cieplną gruntu zaleca się zwiększenie długości sondy o 5% na każde 100 godzin wykraczające ponad granicę 2000 h. Przykładowo gdy czas pracy będzie wynosić 2300 h/rok to należy wydłużyć długość wymiennika o 15%. Aby obliczyć długość odwiertu należy posłużyć się mocą chłodniczą danego urządzenia, która będzie pobierana z gruntu.

Tabela 85. Moc chłodnicza pomp ciepła Maxima / Maxima Compact

model pompy ciepła	Maxima 7 GT / Maxima Compact 7 GT	Maxima 10 GT / Maxima Compact 10 GT	Maxima 12 GT / Maxima Compact 12 GT	Maxima 16GT	Maxima 20 GT	Maxima 28 GT	Maxima 34GT	Maxima 42 GT
moc chłodnicza [W]	5570	7640	9720	12800	15330	22080	25380	32180

Z ilorazu mocy chłodniczej urządzenia i jednostkowej wydajności gruntu otrzymujemy wymaganą **długość odwiertów (l_o)**:

$$l_o = \frac{Q_{chn}}{q_v}$$

Q_{chn} - moc chłodnicza nominalna pompy ciepła w punkcie pracy B0W35 [W]

q_v - jednostkowa wydajność cieplna gruntu [W/m]

Zatem przykładowo dla pompy ciepła Maxima 7 GT, zakładając odbiór ciepła z gruntu (q_v) na poziomie 40 W/m otrzymamy:

$$l_o = \frac{5570}{40} = 139{,}25\ \text{m}$$

Wymagana długość wymiennika wynosi niespełna 140 m, zatem konieczne byłoby wykonanie dwóch odwiertów po 70 m. Poniżej w tabeli zamieszczono szacowane długości odwiertów dla wszystkich modeli pompy ciepła Maxima / Maxima Compact.

Tabela 86. Szacunkowa długość wymiennika - sonda pionowa (przy założeniu 40 W/m)

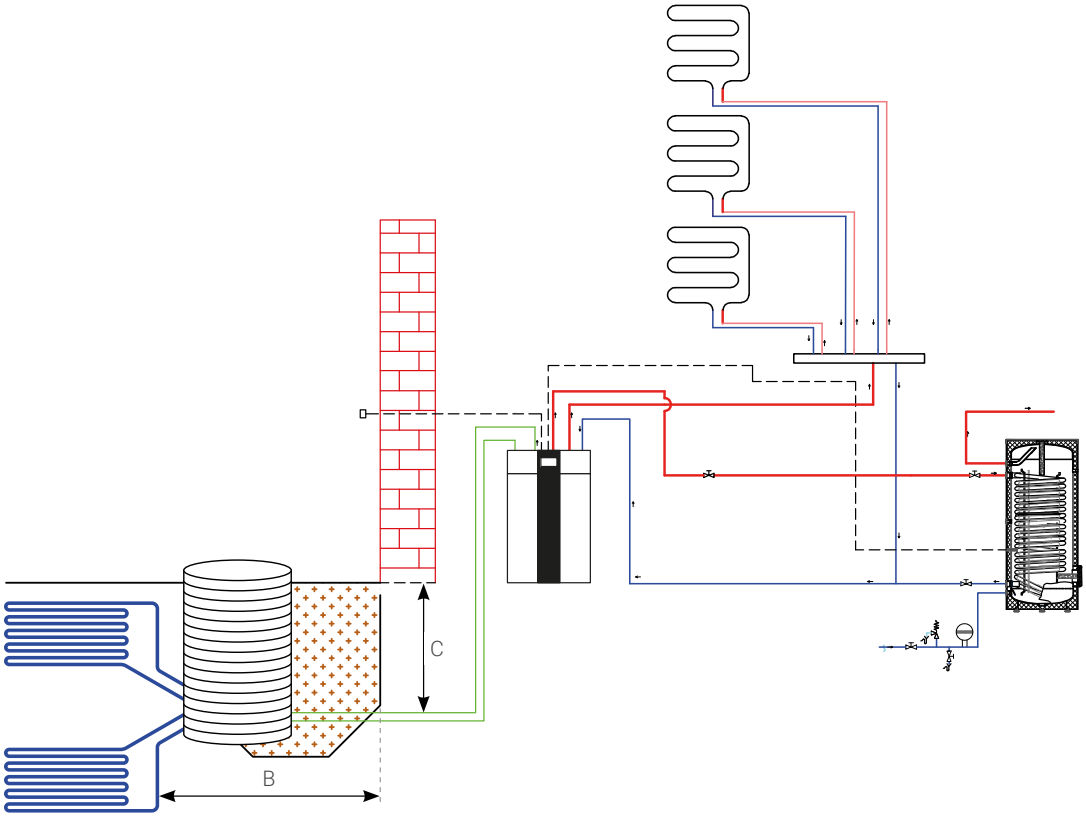
model pompy ciepła	wymagana szacunkowa długość wymiennika [m]	wymagana ilość odwiertów [m]
Maxima 7 GT / Maxima Compact 7 GT	139	2 x 70 m
Maxima 10 GT / Maxima Compact 10 GT	191	2 x 96 m
Maxima 12 GT / Maxima Compact 12 GT	243	3 x 81 m
Maxima 16GT	326	4 x 82 m
Maxima 20 GT	383	4 x 96 m
Maxima 28 GT	552	6 x 92 m
Maxima 34 GT	635	7 x 91 m
Maxima 42 GT	805	9 x 89 m

Wymiennik jak wcześniej wspominano można wykonać w wersji pojedynczej, bądź podwójnej u-rury o średnicy 32 lub 40 mm. Wybór rozwiązania nie wpływa na wymaganą długość odwiertów, charakteryzują się one jedynie różnymi oporami przepływu.

Po wykonaniu odwiertów konieczne jest wykonanie przez geologa dokumentacji powykonawczej i dostarczenie jej do odpowiedniej jednostki samorządu terytorialnego.

6.4.2. Dobór wymiennika poziomego, wytyczne projektowe

Wymiennik poziomy wymaga znacznej powierzchni niezagospodarowanego terenu. Należy oczywiście zachować odpowiednie odległości od fundamentów (1,5 m), granicy działki (3 m). Rury doprowadzające i wymiennik właściwy prowadzi się 20-40 cm poniżej strefy przemarzania gruntu. Rozdzielacz zazwyczaj umieszcza się w studzience, tak by mieć do niego swobodny dostęp. Stosowane są również rozdzielacze wewnętrzne - naścienne.



Rys. 80. Usytuowanie wymiennika poziomego - wymagane odległości

Minimalne odległości:

- od fundamentów B > 0,5m
- minimalna głębokość (C), od 20 do 40 cm poniżej strefy przemarzania gruntu
- od granicy posesji min. 3 m
- od instalacji wodociągowych, kanalizacyjnych, elektrycznych, gazowych, ciepłowniczych itp., koron drzew o głębokich korzeniach min. 1,5 m

Jeśli chodzi o projektowanie wymiennika poziomego to podobnie jak w przypadku sondy pionowej znaczenie ma wydajność cieplna gruntu. W tym przypadku jest ona szacowana przez firmę instalacyjną po rozpoznaniu gruntu w danej lokalizacji. Znając strukturę geologiczną gruntu można przyjmować następujące wartości jej wydajności:

Tabela 87. Wydajność cieplna gruntu - wymiennik poziomy

rodzaj gleby	szacunkowa wydajność cieplna [W/m^2]
sucha gleba piaszczysta	10-15
wilgotna gleba piaszczysta	15-20
sucha gleba gliniasta	20-25
wilgotna gleba gliniasta	25-30
gleba prowadząca wody gruntowe	30-35

Wstępnie przed rozpoznaniem geologicznym można szacunkowo przyjmować wartość 20 W/m^2. Czas pracy sprężarki w ciągu roku ze względu na regenerację gruntu nie powinien przekraczać 2000 h/rok. Jeżeli prognozowany czas pracy jest większy, by umożliwić prawidłową regenerację cieplną gruntu, zaleca się zwiększenie powierzchni wymiennika o 5% na każde 100 godzin wykraczające ponad wartość 2000 h. Przykładowo gdy czas pracy będzie wynosić 2200 h/rok to należy zwiększyć powierzchnię wymiennika o 10%. W instalacji dolnego źródła zaleca się wykonanie minimum 2 pętli (2 obiegów poziomego wymiennika gruntowego), powinny być równej długości. Aby obliczyć powierzchnię wymiennika, podobnie jak w przypadku sondy pionowej, należy posłużyć się mocą chłodniczą danego urządzenia, która będzie pobierana z gruntu.

Tabela 88. Moc chłodnicza pomp ciepła Maxima / Maxima Compact

model pompy ciepła	Maxima 7 GT / Maxima Compact 7 GT	Maxima 10 GT / Maxima Compact 10 GT	Maxima 12 GT / Maxima Compact 12 GT	Maxima 16GT	Maxima 20 GT	Maxima 28 GT	Maxima 34GT	Maxima 42 GT
moc chłodnicza [W]	5570	7640	9720	12800	15330	22080	25380	32180

Z ilorazu mocy chłodniczej urządzenia i jednostkowej wydajności gruntu otrzymujemy wymaganą **powierzchnię kolektora gruntowego (l_o)**:

$$l_o = \frac{Q_{chn}}{q_v}$$

Q_{chn} - moc chłodnicza nominalna pompy ciepła w punkcie pracy B0W35 [W]

q_v - jednostkowa wydajność cieplna gruntu [W/m^2]

Przykładowo dla pompy ciepła Maxima 10 GT, zakładając odbiór ciepła z gruntu (q_v) na poziomie 20 W/m^2 otrzymamy:

$$l_o = \frac{7640}{20} = 382 \text{ m}^2$$

Wymagana powierzchnia wymiennika poziomego wynosi 382 m^2.

W tym momencie należy dokonać wyboru jaki rodzaj wymiennika poziomego zastosować. Można zdecydować się na wymiennik meandryczny lub spiralny. Rodzaje wymienników zostały opisane wyżej w opracowaniu.

W przypadku wymiennika meandrycznego kolejnym krokiem jest określenie rozstawu rur i jej długości. Stosowane są rozstawy: 0,6-1,0 m. Zalecany rozstaw zależny jest od rodzaju gruntu:

Tabela 89. Zalecany rozstaw i średnica rury wymiennika poziomego

rodzaj gleby	zalecany rozstaw rur [m]	proponowana średnica rury d_n x g [mm]
suchy grunt	0,6	25 x 2,3
przeciętny grunt	0,7	32 x 2,9
wilgotny grunt	0,8-1,0	40 x 3,7

Wybierając rozstaw rur możliwe jest wyznaczenie przybliżonej **długości rury wymiennika poziomego (l_o)**:

$$l_o = \frac{A_o}{e_p}$$

A_o - wymagana powierzchnia wymiennika [m^2]

e_p - rozstaw rur [m]

Zatem dla analizowanego przykładu:

$$l_o = \frac{382}{0,7} = 546 \text{ m}$$

Całkowitą długość rury należy podzielić na pętle. Zalecana długość pojedynczej pętli zależna jest od średnicy zastosowanej rury:

Tabela 90. Minimalna i maksymalna długość pętli w zależności od zastosowanej średnicy wymiennika

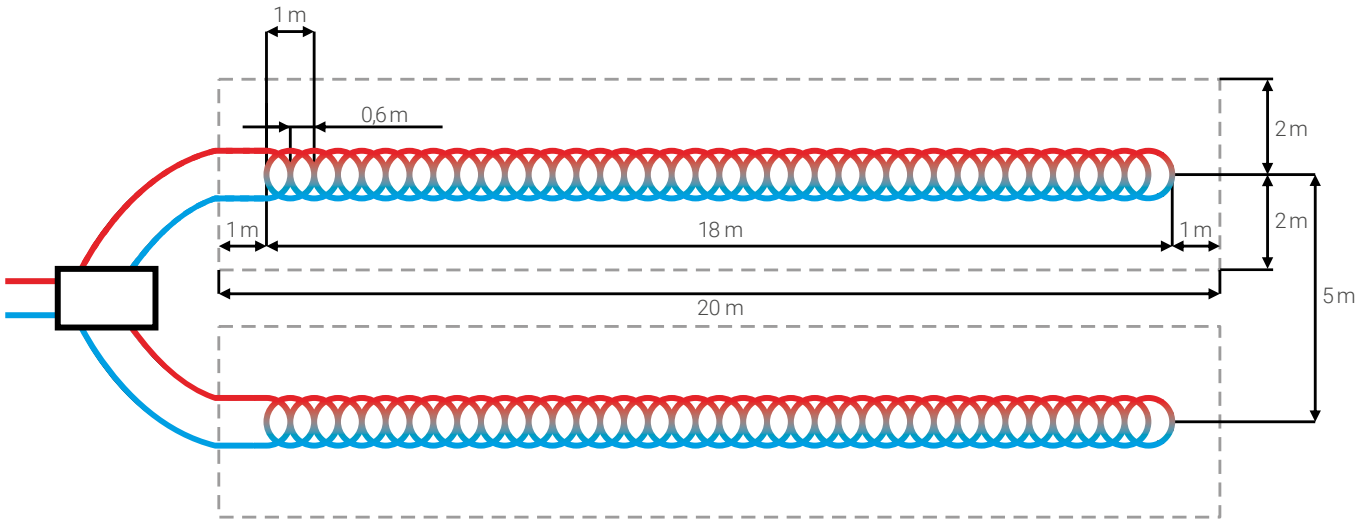
zastosowana średnica rury [mm]	minimalna długość pętli [m]	maksymalna długość pętli [m]
25	50	125
32	80	200
40	140	300

Poniżej w tabeli zamieszczono szacowane powierzchnie wymiennika poziomego dla wszystkich modeli pompy ciepła Maxima / Maxima Compact.

Tabela 91. Szacunkowa powierzchnia wymiennika poziomego (przy założeniu 20 W/m²) - dobór wymiennika poziomego meandrycznego

model pompy ciepła	wymagana szacunkowa powierzchnia wymiennika [m²]	zastosowana średnica rur [mm]	rozstaw rur [m]	szacunkowa długość rur [m]	proponowana ilość i długość pętli wymiennika [m]
Maxima 7 GT / Maxima Compact 7 GT	279	25	0,6	465	4 x 116 m
		32	0,7	399	3 x 133 m
		40	0,8	349	2 x 175 m
Maxima 10 GT / Maxima Compact 10 GT	382	25	0,6	637	6 x 106 m
		32	0,7	546	4 x 137 m
		40	0,8	478	2 x 239 m
Maxima 12 GT / Maxima Compact 12 GT	486	25	0,6	810	8 x 101 m
		32	0,7	694	5 x 139 m
		40	0,8	608	3 x 203 m
Maxima 16GT	651	25	0,6	1085	9 x 121 m
		32	0,7	930	7 x 133 m
		40	0,8	814	4 x 204 m
Maxima 20 GT	767	25	0,6	1278	11 x 116 m
		32	0,7	1096	6 x 183 m
		40	0,8	959	4 x 240 m
Maxima 28 GT	1104	25	0,6	1840	15 x 123 m
		32	0,7	1577	8 x 197 m
		40	0,8	1380	5 x 276 m
Maxima 34 GT	1269	25	0,6	2115	17 x 124 m
		32	0,7	1813	10 x 181 m
		40	0,8	1586	6 x 264 m
Maxima 42 GT	1609	25	0,6	2682	22 x 122 m
		32	0,7	2299	12 x 192 m
		40	0,8	2011	7 x 287 m

Wymiennik spiralny występuje w sekcjach o długości rury 125 m, stosowana średnica to 32 mm. Powierzchnia zajmowana przez jedną sekcję wymiennika to 80 m². Przewagą wymiennika spiralnego jest mniejsza powierzchnia prac ziemnych, gdyż do jego wykonania konieczne jest jedynie wykopanie rowów o szerokości 1 m. Natomiast w przypadku wymiennika meandrycznego konieczne jest całkowite zebranie warstwy gruntu, pod którą będzie ułożony wymiennik.



Rys. 81. Wymiennik spiralny

Wybierając wymiennik spiralny, dolne źródło dla pompy ciepła Maxima / Maxima Compact będzie przedstawiać się następująco:

Tabela 92. Szacunkowa powierzchnia wymiennika poziomego (przy założeniu 20 W/m^2) - dobór wymiennika poziomego spiralnego

model pompy ciepła	wymagana szacunkowa powierzchnia wymiennika [m^2]	proponowany wymiennik spiralny (ilość pętli 125 m)	przybliżona wymagana powierzchnia gruntu [m^2]	powierzchnia prac ziemnych [m^2]
Maxima 7 GT / Maxima Compact 7 GT	279	4	360	72
Maxima 10 GT / Maxima Compact 10 GT	382	5	450	90
Maxima 12 GT / Maxima Compact 12 GT	486	7	540	126
Maxima 16GT	651	8	630	144
Maxima 20 GT	767	9	810	162
Maxima 28 GT	1104	13	1170	234
Maxima 34 GT	1269	15	1350	270
Maxima 42 GT	1609	18	1620	324

7. PODSUMOWANIE

Pompy ciepła to technologia pozwalająca na wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w postaci gruntu, czy też powietrza atmosferycznego. Wykorzystując dodatkowo do jej napędu energię elektryczną wytworzoną z OZE (np. z instalacji fotowoltaicznej czy elektrowni wiatrowej) uzyskujemy zupełnie bezemisyjną technologię grzewczą. Pompa ciepła może również pełnić rolę głównego źródła ciepła w hybrydowym systemie grzewczym. Źródłami uzupełniającymi sytemu mogą być przykładowo kolektory słoneczne, czy też kocioł pelletowy. Decyzja o wyborze optymalnego i komfortowego systemu grzewczego nie jest łatwym zadaniem dla inwestora, warto w tym przypadku stawiać na odnawialne źródła z myślą o otaczającym nas środowisku.

Badania pomp ciepła Galmet zostały przeprowadzone przez:

STROJÍRENSKÝ ZKUŠEBNÍ ÚSTAV

Strojírenský zkušební ústav, s.p. (SZU),
Hudcova 424/56b, CZ-621 00 Brno, Czechy

Uwaga: Autor tego opracowania oświadcza, że dołożył starań aby wykluczyć w nim wszelkie nieprawidłowości, jednak nie ponosi odpowiedzialności za ewentualne błędy w opracowaniu, oraz za wszelkie negatywne skutki i straty wynikające z korzystania niego.

NOTATKI

Galmet
energia odnawialna



Galmet
Sinum
smart home center

Galmet
GRATIS pierwsze uruchomienie

R290
ECO BOOST

Galmet
POWER INVERTER

ZŁOTY MEDAL 2022



NAJNOWSZA GENERACJA

POWIETRZNYCH POMP CIEPŁA
DO NOWYCH I MODERNIZOWANYCH BUDYNKÓW

AIRMAX³ 7-12GT

Airmax³ - najnowsza generacja powietrznych pomp ciepła do nowych i modernizowanych budynków. Nowy Airmax³ łączy zaawansowaną technologię i wyjątkową wydajność z ponadczasowym designem i klasyczną formą. Airmax 3. generacji to ekologia, wydajność oraz komfort na niespotykanym dotąd poziomie zarówno w zakresie ogrzewania jak i chłodzenia budynku.

Produkujemy w Polsce

www.galmet.com.pl

Galmet biznes

„Galmet Sp. z o.o." Sp. K.
48-100 Głubczyce, ul. Raciborska 36
tel.: +48 77 403 45 00
fax: +48 77 403 45 99

Sprzedaż: +48 77 403 45 20
sprzedaz@galmet.com.pl

www.galmet.com.pl

Produkujemy w Polsce

Wsparcie techniczne klienta i Serwis:
tel. +48 77 403 45 60

zbiorniki@galmet.com.pl
pompyciepla@galmet.com.pl
solary@galmet.com.pl
kotly@galmet.com.pl
rekuperacja@galmet.com.pl

serwis@galmet.com.pl

Więcej informacji

Producent marki Galmet zastrzega sobie prawo do wprowadzania poprawek i zmian w niniejszym katalogu, celem udoskonalenia wyrobów, w dowolnej chwili bez wcześniejszego uprzedzania. Zdjęcia, schematy i rysunki zawarte w katalogu należy traktować jako poglądowe. Katalog nie stanowi oferty w rozumieniu Kodeksu Cywilnego. Data druku: 31.03.2025 r.