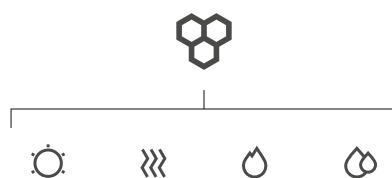




ABC POMP CIEPŁA DLA PROJEKTANTA

02/2020



Jedna z najnowocześniejszych fabryk pomp ciepła w Europie



Galmet to największy polski producent ogrzewaczy wody z 37-letnią historią. Przeszło 45 000 m² hal produkcyjnych pracuje ponad 720 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.



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	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	24

3.3. Pompy ciepła powietrze-woda do c.w.u.	29
3.3.1. Zasada działania	29
3.3.2. Opis techniczny pompy ciepła do c.w.u. ze zbiornikiem - Spectra, Basic	30
3.3.3. Dane techniczne pompy ciepła – Spectra	33
3.3.4. Dane techniczne pompy ciepła – Basic	37
3.3.5. Opis techniczny ciepła do c.w.u. bez zbiornika - Small	42
3.3.6. Dane techniczne pompy ciepła – Small	43
3.3.7. Elementy wentylacyjne przeznaczone do pomp ciepła powietrze-woda do c.w.u.	45

4. POMPY CIEPŁA SOLANKA-WODA 47

4.1. Grunt jako dolne źródło	47
4.2. Pompa ciepła solanka-woda do c.o. i c.w.u. - Maxima i Maxima Compact	48
4.2.1. Zasada działania	48
4.2.2. Opis techniczny pomp ciepła Galmet - Maxima	48
4.2.3. Opis techniczny pomp ciepła Galmet - Maxima Compact	53
4.2.4. Dane techniczne pomp ciepła Galmet - Maxima i Maxima Compact	55
4.2.4. Charakterystyki pomp ciepła Galmet - Maxima i Maxima Compact	64
4.3. Dolne źródła gruntowych pomp ciepła	76
4.3.1. Sonda pionowa	76
4.3.2. Wymiennik poziomy	77

5. PROJEKTOWANIE UKŁADÓW Z POMPAMI CIEPŁA DO C.W.U. 78

6. PROJEKTOWANIE UKŁADÓW Z POMPAMI CIEPŁA DO C.O. I C.W.U. 82

6.1. Tryby pracy pompy ciepła, punkt biwalencyjny	84
---	----

6.2. Projektowanie układów z powietrzną pompą ciepła do c.o. i c.w.u. - Airmax ²	87
6.2.1. Wyznaczanie temperatury biwalencyjnej	87
6.2.2. Przykład zastosowania Airmax ² 15 GT w różnych budynkach	87
6.2.3. Analiza doboru pomp ciepła Airmax ² do przykładowego obiektu	89
6.2.4. Airmax ² - wymagania instalacyjne	90
6.2.5. Airmax ² - dobór zasobnika c.w.u. (Maxi, Maxi Plus)	92
6.2.6. Airmax ² - dobór bufora wody grzewczej SG(B) i SG(B) Maxi (bufora z maksymalnie dużą węzownicą spiralną)	93
6.2.7. Airmax ² - dobór zbiornika kombinowanego typu zbiornik w zbiorniku (SG(K) Kumulo)	94
6.2.8. Airmax ² - dobór zbiornika kombinowanego SG(K) Complete - połączenie zbiornika Maxi i bufora w jednej obudowie	95
6.2.9. Airmax ² - wstępny szacunkowy dobór systemu z powietrzną pompą ciepła dla standardowego budynku	96
6.3. Projektowanie układów z gruntową pompą ciepła do c.o. i c.w.u. - Maxima i Maxima Compact	97
6.3.1. Analiza doboru pomp ciepła Maxima / Maxima Compact do przykładowego obiektu	97
6.3.2. Maxima i Maxima Compact - wymagania instalacyjne	98
6.3.3. Maxima - dobór zasobnika c.w.u. (Maxi, Maxi Plus)	100
6.3.4. Maxima / Maxima Compact- dobór bufora wody grzewczej SG(B)	102
6.3.5. Maxima - dobór zbiornika kombinowanego typu zbiornik w zbiorniku (SG(K) Kumulo)	103
6.3.6. Maxima - dobór zbiornika kombinowanego SG(K) Complete - połączenie zbiornika Maxi i bufora w jednej obudowie	104
6.3.7. Maxima / Maxima Compact - wstępny szacunkowy dobór systemu z gruntową pompą ciepła dla standardowego budynku	104
6.4. Projektowanie dolnego źródła pompy ciepła Maxima i Maxima Compact	106
6.4.1. Dobór sondy pionowej, wytyczne projektowe	106
6.4.2. Dobór wymiennika poziomego, wytyczne projektowe	109

7. PODSUMOWANIE 112

8. HYBRYDOWE SYSTEMY GRZEWCZE GALMET 116

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 postacią 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.

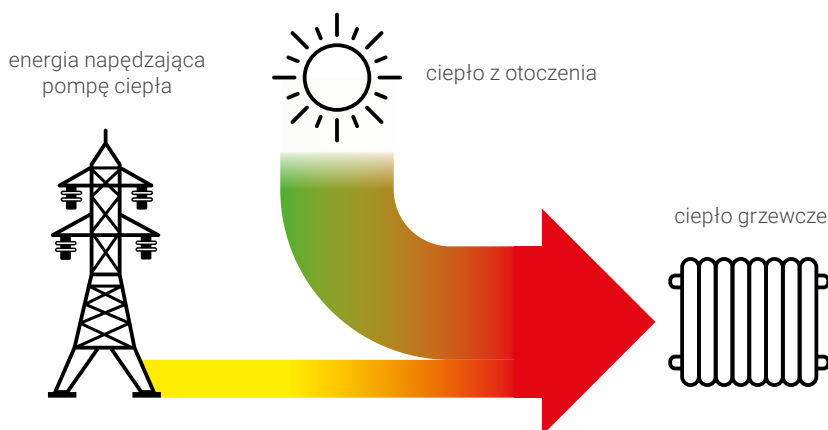
punkt pracy urządzenia - pompy ciepła dla różnych temperatur górnego i dolnego źródła osiągają różne wartości mocy grzewczej, chłodniczej, czy też elektrycznej. Punkt pracy to warunki odniesienia, przy których wyznaczono parametry urządzenia, opisuje się go zwyczajowo skrótem. Przykładowy punkt pracy 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. Wszystkie pompy ciepła Galmet napełnione są fabrycznie czynnikiem chłodniczym, są urządzeniami hermetycznie zamkniętymi.

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 energią tą dało wykorzystać się w celach grzewczych.

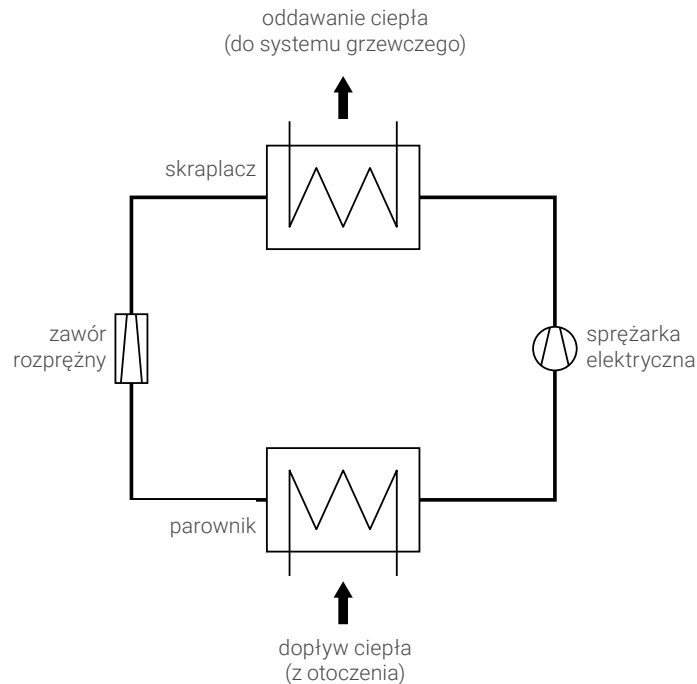


Rys. 1. Zasada działania pompy ciepła

1.2. Rodzaje pomp ciepła

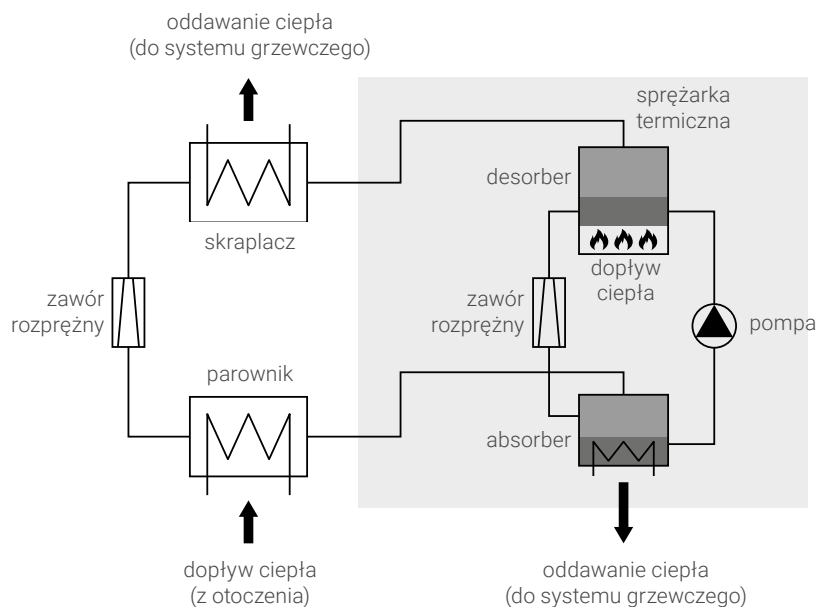
Pompy ciepła zależnie od typu i zasady działania można podzielić na:

- 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. Jedyną różnicą 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 - absorpcja amoniaku przez wodę, desorbera - oddzielenie amoniaku od wody przy dostarczeniu ciepła np. przez palnik gazowy, pompy, zaworu rozprężającego).



Rys. 3. Absorpcyjna pompa ciepła

- Adsorbcyjne pompy ciepła – druga z sorpcyjnych pomp ciepła. Pracuje jedynie w trybie cyklicznym. Na adsorbencie zachodzi przemienne 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 jednorodzinny 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.

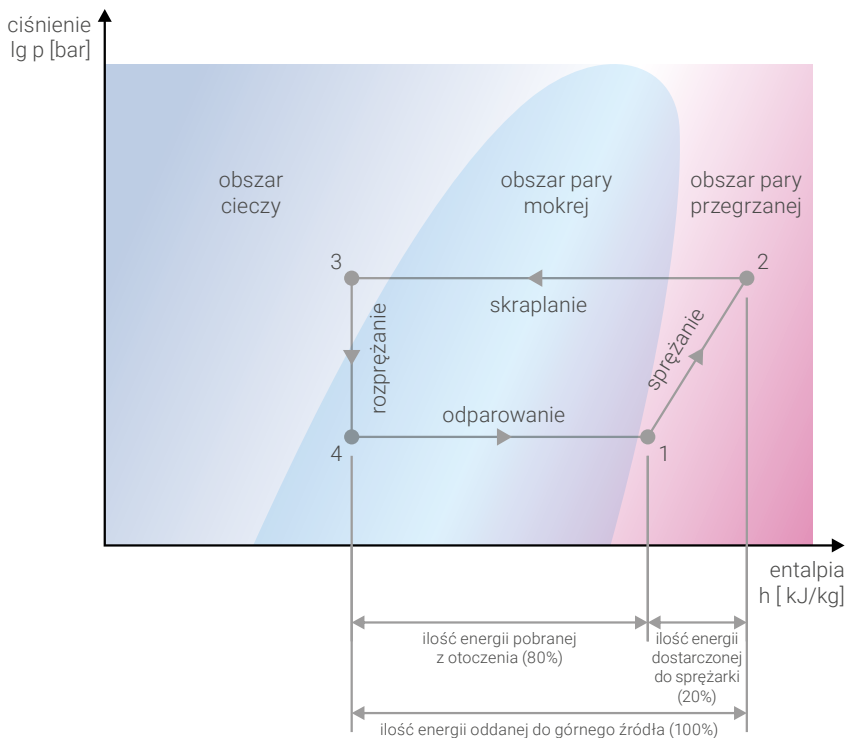
2. SPRĘŻARKOWA ELEKTRYCZNA POMPA CIEPŁA - PODSTAWY

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: R134a, R410A. Odzworowanie 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 (mieszanka 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 zmienia 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 samoczynnie 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



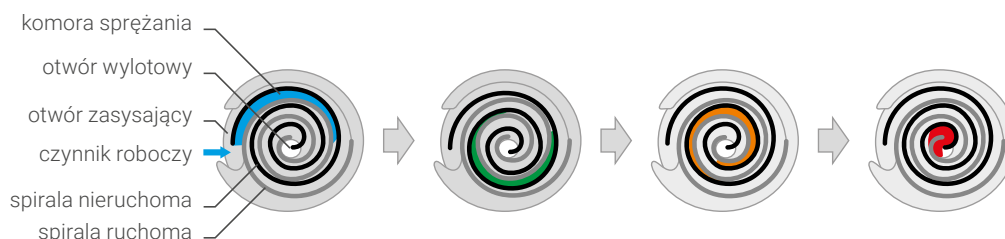
Rys. 8. Sprężarka rotacyjna

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.

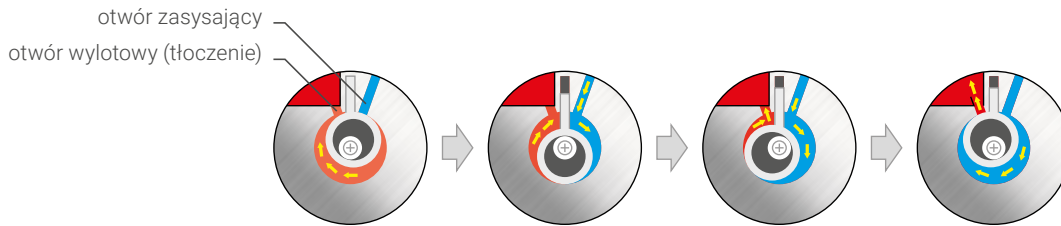
Sprężarka - dostarcza energię do układu podwyższając ciśnienie i temperaturę czynnika chłodniczego. W pompach ciepła Galmet stosowane są sprężarki elektryczne spiralne i rotacyjne.

W sprężarce spiralnej, sprężanie odbywa się przy użyciu dwóch spiral. 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: czerpalską 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.

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

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 osiągnięta 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 Galmef	punkty pracy		
powietrze-woda	c.o.	Airmax ²	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

Inna norma obowiązuje dla urządzeń generujących ciepło na cele wody użytkowej. Obecnie obowiązującą, jak wcześniej wspomniano, 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 Galmef	profil poboru wody	punkty pracy	
powietrze-woda	c.w.u.	Spectra	L	A15 W10-55	A20 W10-55
		Basic 200	L		
		Basic 270	XL		
		Basic 300	XL		
		Small	L	A20 W10-55	
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 Galmef do innych produktów na rynku należy zwracać zatem uwagę na podawaną normę oraz punkt pracy.

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:

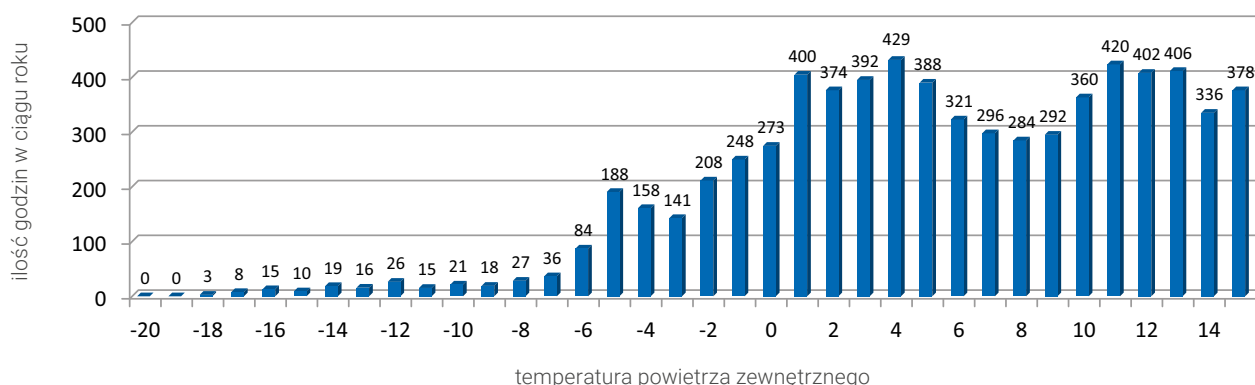
- łatwość i szybkość montażu
- czyste źródło ciepła
- powszechna dostępność dolnego źródła - powietrza
- bezobsługowość
- brak problemu magazynowania paliwa
- bezpieczeństwo - brak możliwości wybuchu czy zacczadzenia

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

- Airmax² - do c.o. i c.w.u.
- Spectra - do c.w.u.
- Basic - do c.w.u.
- Small - 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. kominiek). Ilość godzin kiedy pompa będzie wymagała wspomaganie dodatkowym źródłem (standardowo grzałką) jest niewielka, stąd też ponoszone na to ewentualne koszty są nieznaczne.

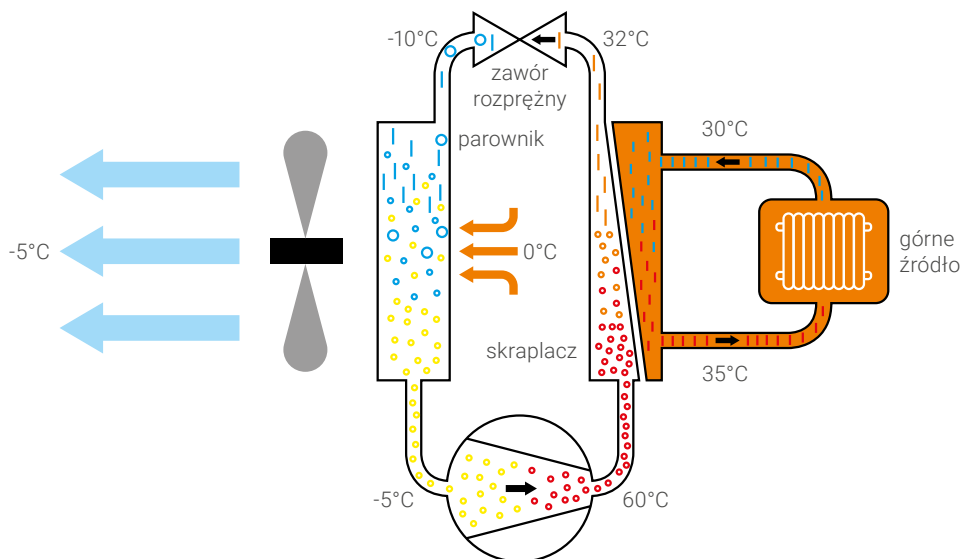
3.2. Pompy ciepła powietrze-woda do c.o. i c.w.u. - Airmax²

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 Airmax².

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
- 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 wymuszony 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 osiem jednostek:

- Airmax² 6 GT
- Airmax² 9 GT
- Airmax² 12 GT
- Airmax² 15 GT
- Airmax² 16 GT
- Airmax² 21 GT
- Airmax² 26 GT
- Airmax² 30 GT



Rys. 15. Pompa ciepła Airmax². Od lewej 12 GT/15 GT; 6 GT/9 GT

Charakterystyka typoszeregu pomp ciepła Airmax² 6-15 GT:

- ▶ Klasa efektywności energetycznej do A++.
- ▶ Wysokie COP: do 4,72 (A7W35).
- ▶ Możliwość uzyskania dofinansowania na terenie Niemiec - wpis na listę BAFA.
- ▶ System pogodowy dopasowuje parametry pracy pompy do warunków atmosferycznych.
- ▶ Możliwość ustawienia harmonogramu pracy zarówno pompy ciepła jak i pompy cyrkulacyjnej.
- ▶ Niezawodna sprężarka typu Scroll i elektroniczny zawór rozprężny maksymalizujący wydajność.
- ▶ Parownik z automatycznym systemem odszraniania i warstwą hydrofobową.
- ▶ 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.
- ▶ Inteligentne sterowanie kolorowym panelem dotykowym z funkcją termostatu.

Dodatkowo opcjonalnie:

- ▶ Soft start (łagodny i cichy rozruch sprężarki).
- ▶ Możliwość zakupu dedykowanego wymiennika płytowego (glikol-woda) do instalacji wodnej.
- ▶ Możliwość zakupu dedykowanego zaworu trójdrogowego do realizacji funkcji c.w.u.



Rys. 16. Pompa ciepła Airmax² 21-30 GT

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.

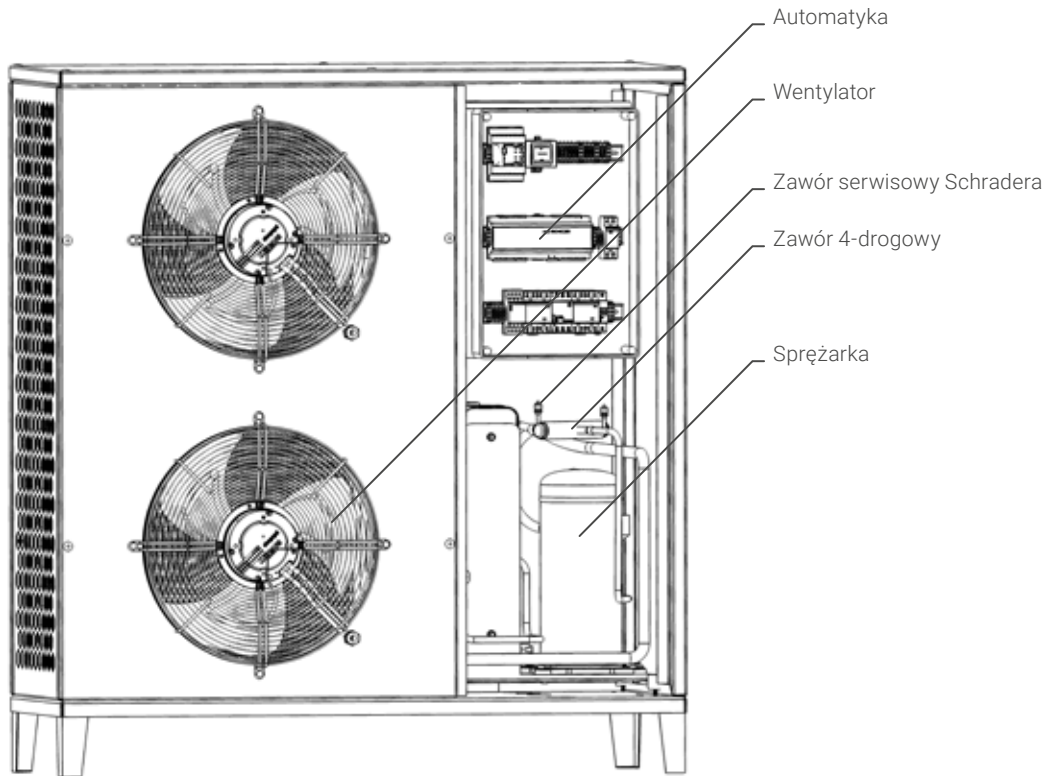
Dodatkowo opcjonalnie:

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

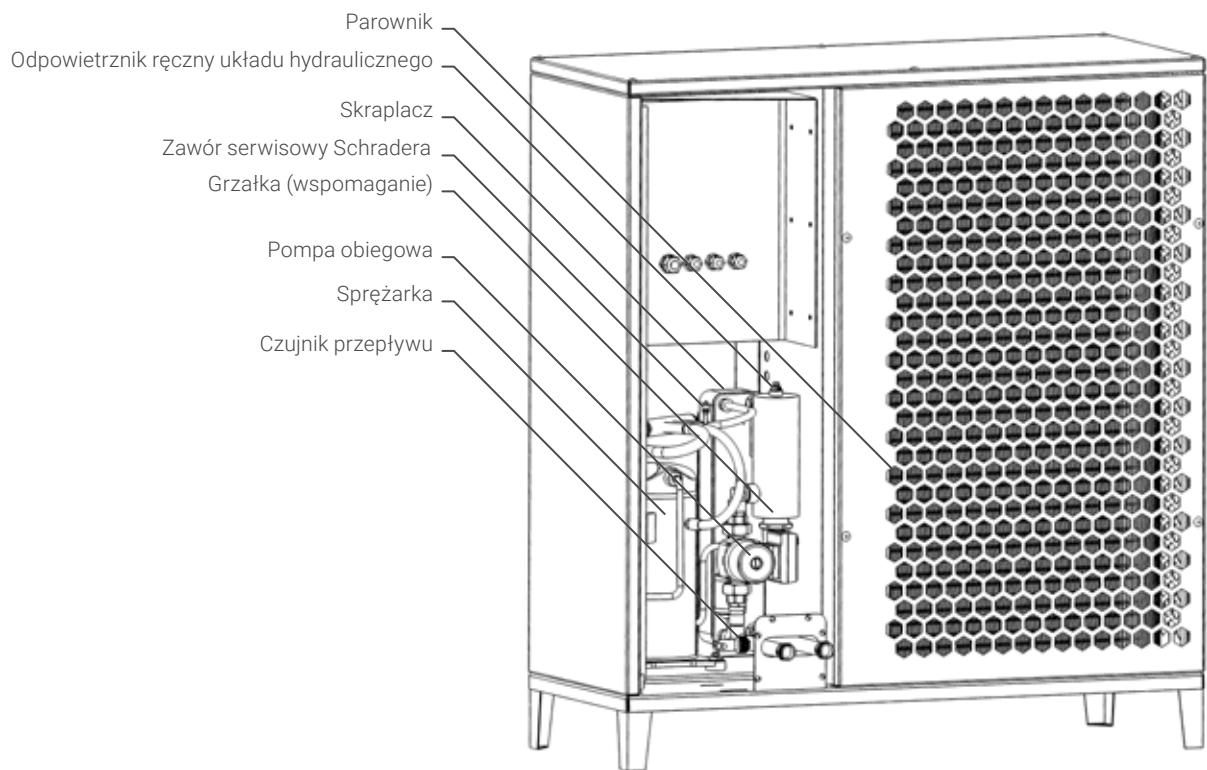
Airmax² to pompa ciepła przeznaczona do pracy na powietrzu zewnętrznym. Obudowa urządzenia wykonana jest z materiału odpornego na czynniki zewnętrzne (aluminium), co zapewnia trwałość. Pompa ciepła Airmax² została wyposażona w inteligentne sterowanie, wysokiej klasy komponenty. Zastosowano sprężarkę typu scroll dedykowaną dla pomp ciepła (dla modeli Airmax² 16-30 GT scroll z EVI). Charakteryzuje się ona wysoką wydajnością i żywotnością, a także niskim poziomem hałasu i wibracji. Parownik lamelowy o przemyślanej konstrukcji pokryty jest warstwą hydrofobową, która opóźnia oblodzenie parownika przez zmniejszenie 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 zgromadzonej 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 Airmax² 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.

Charakterystyka typoszeregu pomp ciepła Airmax² 16-30 GT:

- ▶ Klasa efektywności energetycznej do A++.
- ▶ Wysokie COP: do 4,70 (A7W35).
- ▶ Możliwość uzyskania dofinansowania na terenie Niemiec - wpis na listę BAFA.
- ▶ 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 i warstwą hydrofobową.
- ▶ Cicha praca dzięki modulowanym wentylatorom.
- ▶ Zakres pracy do -20°C.
- ▶ Energia z natury - kwalifikuje się do dofinansowania.

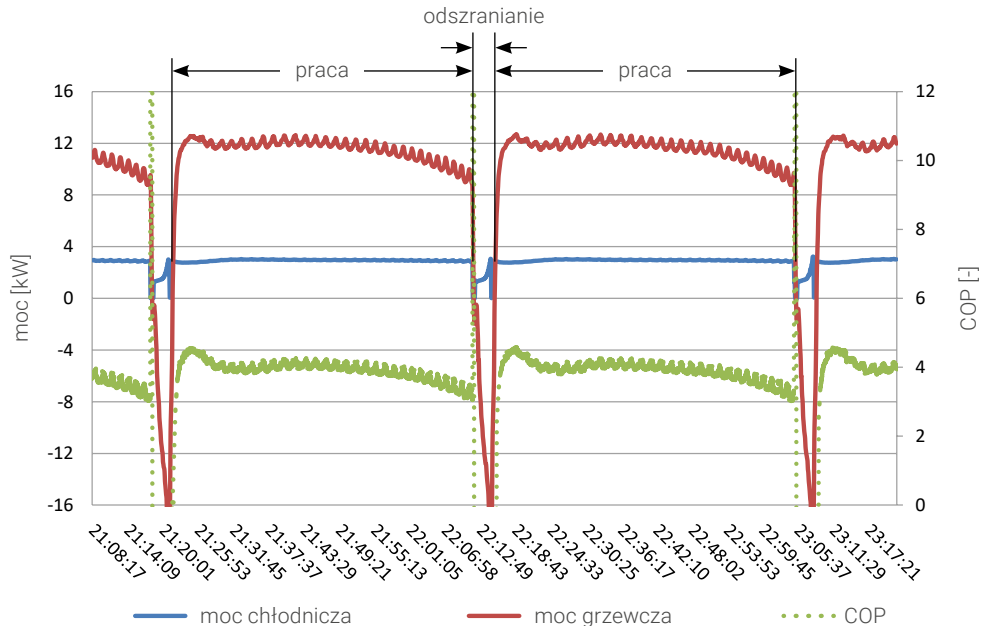


Rys. 17. Pompa ciepła Airmax² 6-15 GT - budowa; widok z przodu



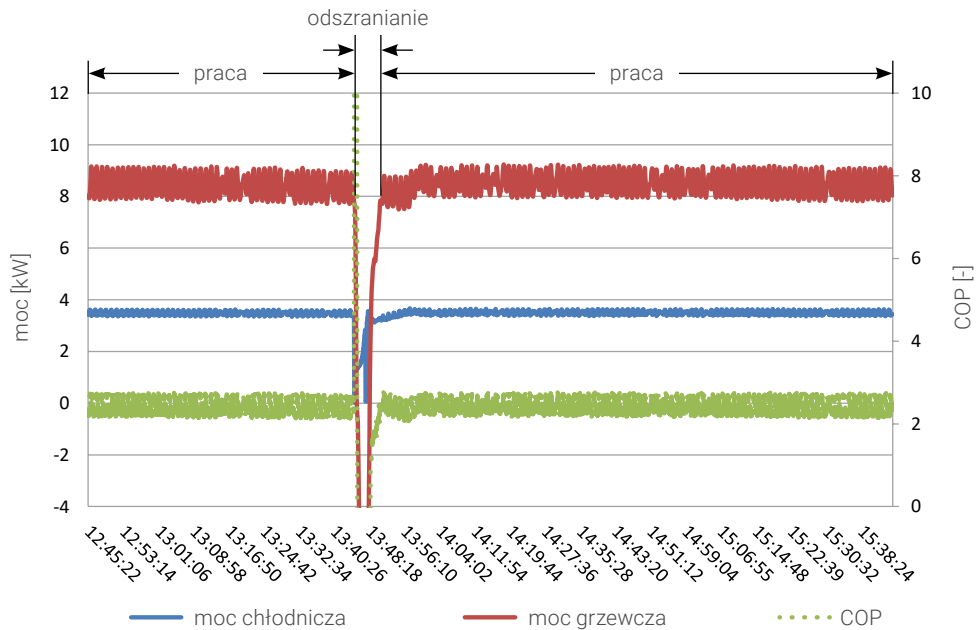
Rys. 18. Pompa ciepła Airmax² 6-15 GT - budowa; widok z tyłu

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 zasrznienia. Po odszronieniu moc grzewcza powraca na odpowiedni poziom.



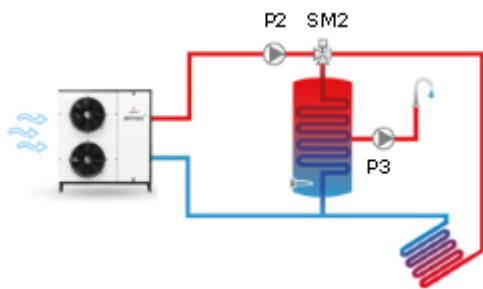
Wykres 2. Przykładowy cykl pomiarowy (A2W35) z odszranianiem

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.

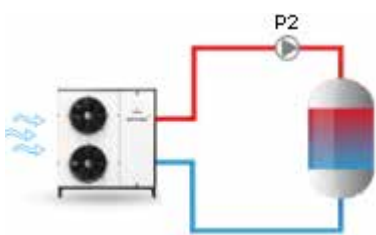


Wykres 3. Przykładowy cykl pomiarowy (A-10W45,88) z odszranianiem

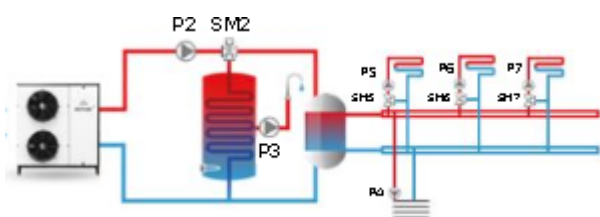
Sterownik pompy ciepła Airmax² to ecoTRONIC200-G, obsługuje on kilka podstawowych wariantów instalacji. Użytkownik ma do wyboru trzy podstawowe warianty sterowania:



Pompa ciepła może zasilać bezpośrednio instalację ogrzewania podłogowego oraz węzłownicę 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.



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 Airmax² 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).

3.2.3. Dane techniczne pomp ciepła Galmet - Airmax²

Do budowy pompy ciepła Airmax² 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 Airmax² 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 Airmax² wyposażona została w grzałkę elektryczną do ewentualnego wspomagania pracy pompy ciepła w okresach wzmożonego zapotrzebowania na ciepło.

Tabela 1. Główne komponenty pompy ciepła Airmax²

część	Airmax ²							
	6 GT	9 GT	12 GT	15 GT	16 GT	21 GT	26 GT	30 GT
sprężarka	scroll (spiralna) ZH				scroll (spiralna) ZH z EVI			
parownik	lamelowy aluminium/miedź				lamelowy aluminium/miedź			
skraplacz	płytkowy				płytkowy			
zawór rozprężny	elektroniczny				elektroniczny			
pompa obiegowa GZ	UPM3 25-75 Flex AS 130		UPML GEO 25-105 130 PWM		UPML GEO 25-105 130 PWM	UPMXL GEO 25-125 130 PWM		
wentylatory	osiowy - 1 szt.		osiowe - 2 szt.		osiowy - 1 szt.			
sterownik	ecoTRONIC 200-G				ecoTRONIC 200-G			
grzałka	7 kW				7 kW			



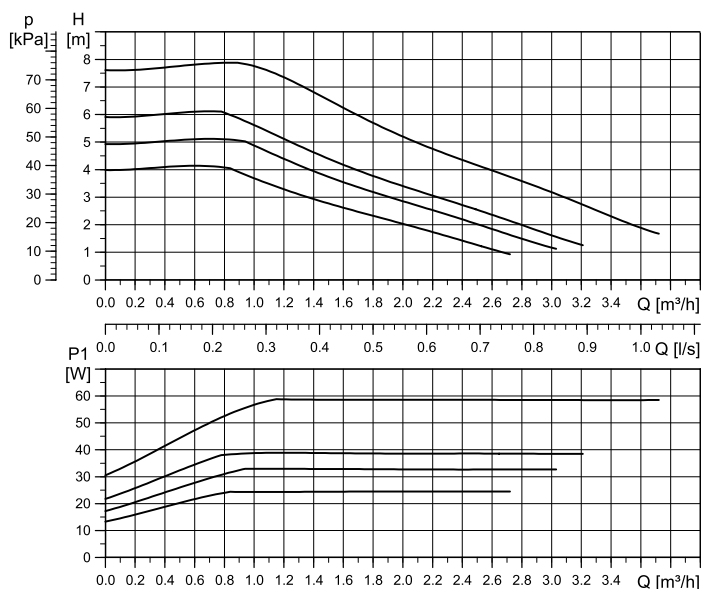
Rys. 19. Pompa obiegowa UPM3 FLEX AS

Model Airmax² 6 GT oraz 9 GT został wyposażony 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 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.

Tabela 2. Nominalny przepływ przez skraplacz pompy ciepła Airmax² 6 i 9 GT i pobór mocy pomp obiegowych (UPM3 25-75 Flex AS 130)

specyfikacja	Airmax ² 6 GT	Airmax ² 9 GT
nominalny przepływ wody przez skraplacz [m ³ /h]	1,06	1,39
nominalny pobór mocy pompy obiegowej* [W]	32	40

* 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 UPM3 25-75 Flex AS 130



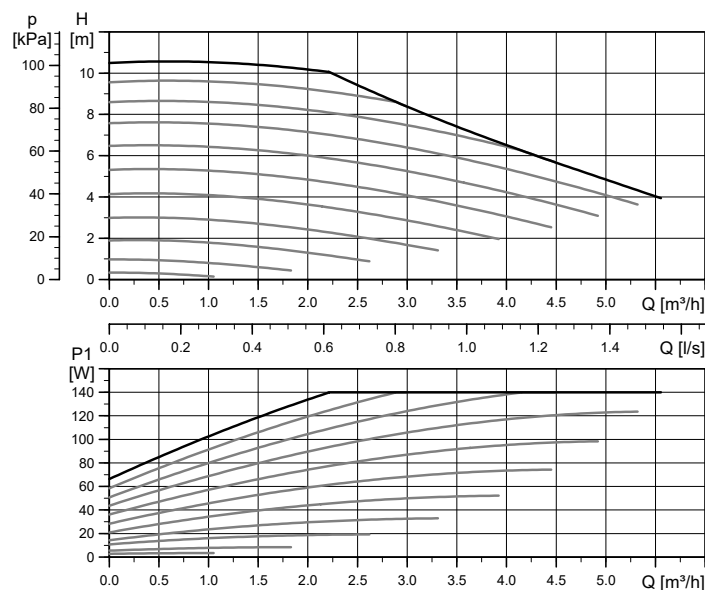
Rys. 20. Pompa obiegowa UPML GEO

Przepływ przez skraplacz w modelu Airmax² 12, 15 i 16 GT zapewnia również, 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 3. Nominalny przepływ przez skraplacz pompy ciepła Airmax² 12, 15 i 16 GT i pobór mocy pomp obiegowych (UPML GEO 25-105 130 PWM)

specyfikacja	Airmax ² 12 GT	Airmax ² 15 GT	Airmax ² 16 GT
nominalny przepływ wody przez skraplacz [m ³ /h]	1,89	2,39	2,68
nominalny pobór mocy pompy obiegowej* [W]	60	75	80

* 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 UPML GEO 25-105 130 PWM



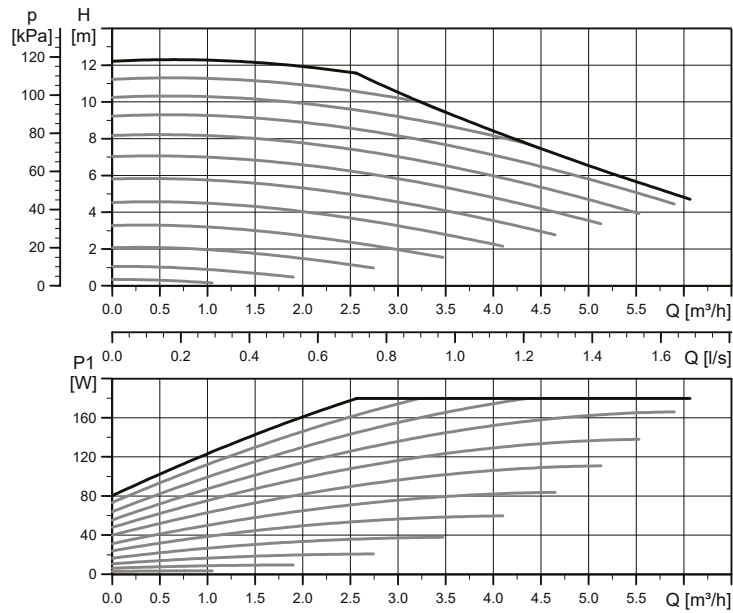
Rys. 21. Pompa obiegowa UPMXL GEO

Przepływ przez skraplacz w modelach Airmax² 21-30 GT 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 4. Nominalny przepływ przez skraplacz pompy ciepła Airmax² 21-30 GT i pobór mocy pomp obiegowych (UPMXL GEO 25-125 130 PWM)

specyfikacja	Airmax ² 21 GT	Airmax ² 26 GT	Airmax ² 30 GT
nominalny przepływ wody przez skraplacz [m ³ /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 6. 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 5. Dane podstawowe pompy ciepła Airmax²

specyfikacja	j. m.	Airmax ²								
		6 GT	9 GT	12 GT	15 GT	16 GT	21 GT	26 GT	30 GT	
numer katalogowy	-	09-260600	09-260900	09-261200	09-261500	09-261600	09-262100	09-262600	09-263000	
moc grzewcza	(A7W35) ¹	kW	6,17	8,11	11,00	13,93	15,55	20,98	26,01	29,82
COP		-	4,37	4,61	4,72	4,61	4,70	4,58	4,61	4,65
moc elektryczna		kW	1,41	1,76	2,33	3,02	3,31	4,59	5,64	6,41
moc grzewcza	(A2W35) ¹	kW	4,63	6,09	8,31	10,07	11,25	15,03	18,75	21,42
COP		-	3,28	3,44	3,58	3,55	3,55	3,46	3,51	3,52
moc elektryczna		kW	1,71	1,77	2,32	2,84	3,17	4,34	5,34	6,09
moc grzewcza	(A7W55) ¹	kW	5,52	7,31	9,83	12,54	15,75	21,22	26,40	30,10
COP		-	2,59	2,70	2,79	2,92	3,25	3,14	3,20	3,18
moc elektryczna		kW	2,13	2,71	3,52	4,30	4,85	6,76	8,25	9,47
wymiary [wys. x szer. x gł.]	mm	730 x 1295 x 520			1305 x 1295 x 520		1399 x 1477 x 700	1862 x 1690 x 700		
przyłącza hydrauliczne	-	1"	1"	1"	1"	1"	5/4"	5/4"	5/4"	
maksymalna temperatura pracy	°C	30				30				
minimalna temperatura pracy	°C	-20				-20				
maksymalna temperatura zasilania	°C	57				60				
czynnik chłodniczy	-	R410A				R410A				
ilość czynnika	kg	2,1	2,1	3,2	3,2	5,0	5,5	6,5	7,0	
sposób odszraniania	-	odwrócenie obiegu				odwrócenie obiegu				
moc grzałki elektrycznej	kW	7				7				
ilość wentylatorów	-	1		2		2	1			
moc akustyczna ²	dB	65,0	66,5	70,0	73,3	73,5	74,4	75,0	75,5	
ciśnienie akustyczne ³	dB	45,0	46,5	50,0	53,3	53,5	54,4	55,0	55,5	
napięcie i częstotliwość zasilania	V/Hz	400/50				400/50				
Prąd rozruchowy (bez ogranicznika prądu rozruchowego)	A	28	43	52	62	70	101	128	118	
Przybliżona wartość prądu rozruchowego przy zastosowaniu ogranicznika (soft start) ⁴	A	17	26	31	37	42	61	77	71	

¹ Wg EN 14511.

² Wg EN 12102.

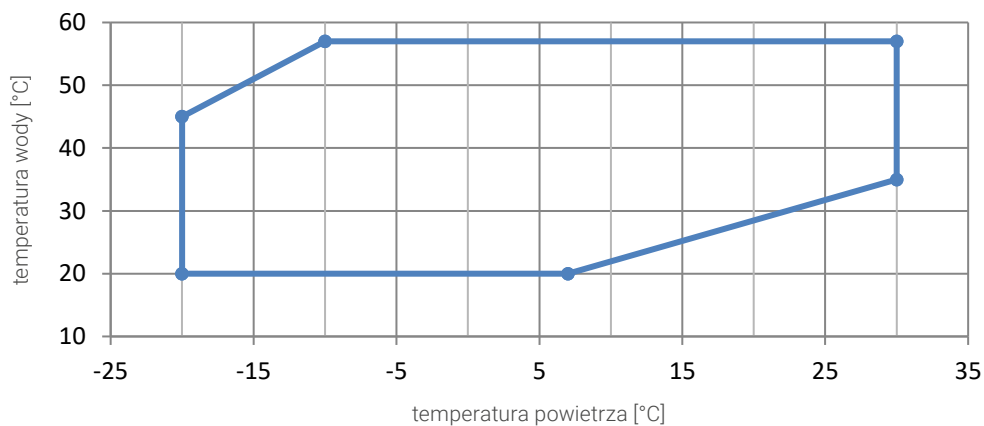
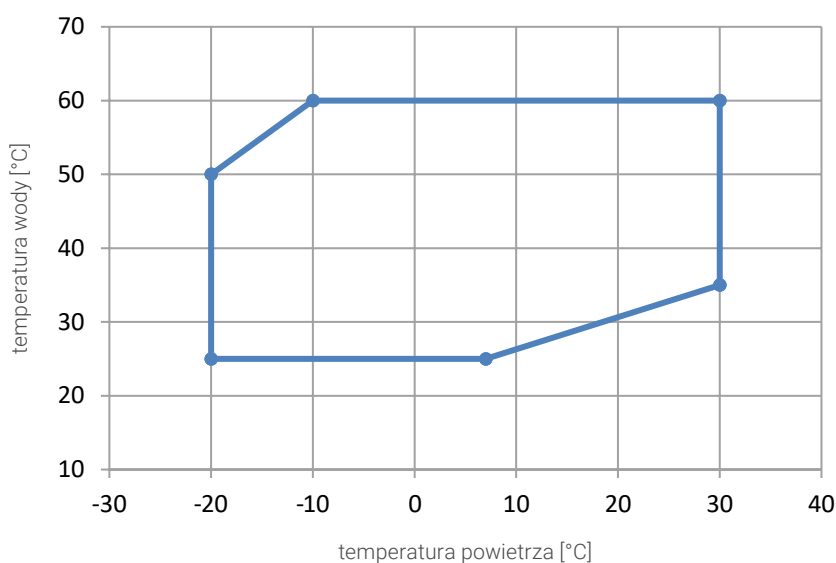
³ W odległości 4 m.

⁴ Soft start w pompach ciepła Airmax² - opcja.

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

 Tabela 6. Obszar pracy pompy ciepła Airmax² 6-15 GT

temp. powietrza [°C]	Airmax ² 6-15 GT		Airmax ² 16-30 GT	
	maksymalna temp. wody [°C]	minimalna temp. wody [°C]	maksymalna temp. wody [°C]	minimalna temp. wody [°C]
-20	45	20	50	25
-10	57	20	60	25
7	57	20	60	25
30	57	35	60	35


 Wykres 7. Obszar pracy pompy ciepła Airmax² 6-15 GT

 Wykres 8. Obszar pracy pompy ciepła Airmax² 16-30 GT

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 7. Parametry energetyczne pomp ciepła Airmax²

specyfikacja		j. m.	Airmax ²							
			6 GT	9 GT	12 GT	15 GT	16 GT	21 GT	26 GT	30 GT
SCOP ¹	klimat umiarkowany (W35)	-	3,55	3,65	3,94	4,01	4,07	3,93	3,99	4,01
η_s^2		%	139,2	143,0	154,6	157,5	159,8	154,2	156,7	157,5
klasa energetyczna		-	A+	A+	A++	A++	A++	A++	A++	A++
P _{designh}		kW	4,10	5,45	7,45	9,30	10,58	14,12	17,58	19,79
SCOP ¹	klimat umiarkowany (W55)	-	2,84	2,96	3,07	3,09	3,13	3,04	3,12	3,13
η_s^2		%	110,8	115,5	119,6	120,6	122,4	118,8	121,7	122,3
klasa energetyczna		-	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+
P _{designh}		kW	3,89	5,40	7,18	9,10	10,86	14,49	18,20	20,18
P _{designh}	klimat chłodny (W35)	kW	5,41	7,16	9,79	12,39	12,36	15,58	19,17	24,99
	klimat chłodny (W55)	kW	5,00	6,87	9,22	11,81	13,29	15,13	21,19	23,53
	klimat ciepły (W35)	kW	4,63	6,09	8,31	10,58	10,70	14,27	17,80	20,30
	klimat ciepły (W55)	kW	4,43	6,01	8,07	10,14	11,05	14,63	18,30	20,40

¹ Wg EN 14825.

² Sezonowa efektywność ogrzewania pomieszczeń.

Tabela 8. Pozostałe informacje instalacyjne - Airmax²

specyfikacja		Airmax ²				Airmax ²			
		6 GT	9 GT	12 GT	15 GT	16 GT	21 GT	26 GT	30 GT
zabezpieczenie elektryczne		C20	C25	C25	C32	C32	C32	C40	C40
kabel zasilający	rodzaj	5 x 4 mm ²						5 x 6 mm ²	
	długość	3,5 mb							
przewód panelu sterującego	rodzaj	4 x 0,5 mm ²							
	długość ¹	5 mb							
czujnik temp. (bufor, zbiornik c.w.u.)	rodzaj	2 x 0,5 mm ²							
	długość ²	5 mb							
czujnik temp. (obiegi grzewcze)	rodzaj	2 x 0,5 mm ²							
	długość ²	2 mb							
Przewód (zawór przełączający trójdrogowy c.w.u.)	rodzaj	4 x 1 mm ²							
	długość	5 mb							
Pompy obiegowe (obiegów grzewczych, cyrkulacyjna, wymiennik płytowy-bufor)	rodzaj	3 x 1,5 mm ² (dodatkowe pompy obiegowe należy podłączyć przez styczniki)							
stopień ochrony		IP24							
przyłącza hydrauliczne ³		1" mosiądz				5/4" mosiądz			

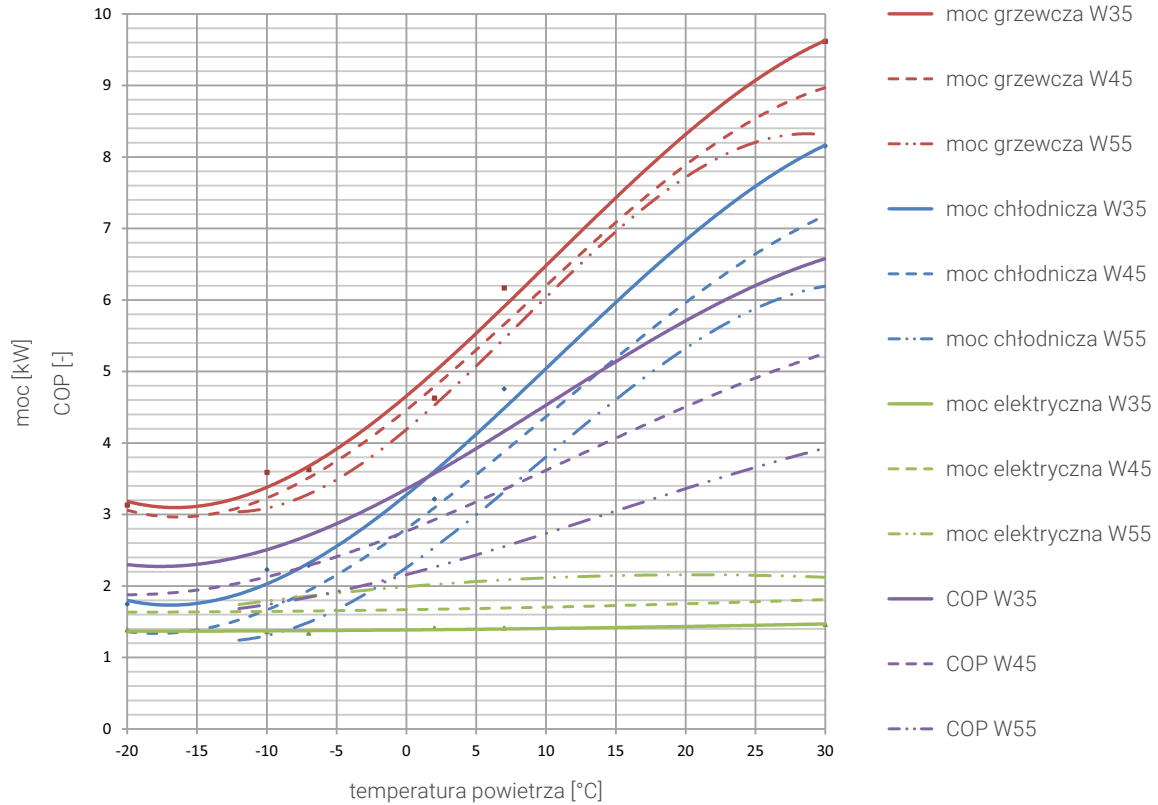
¹ Istnieje możliwość przedłużenia przewodu do maksymalnie 30 m.

² Istnieje możliwość przedłużenia przewodu do maksymalnie 15 m.

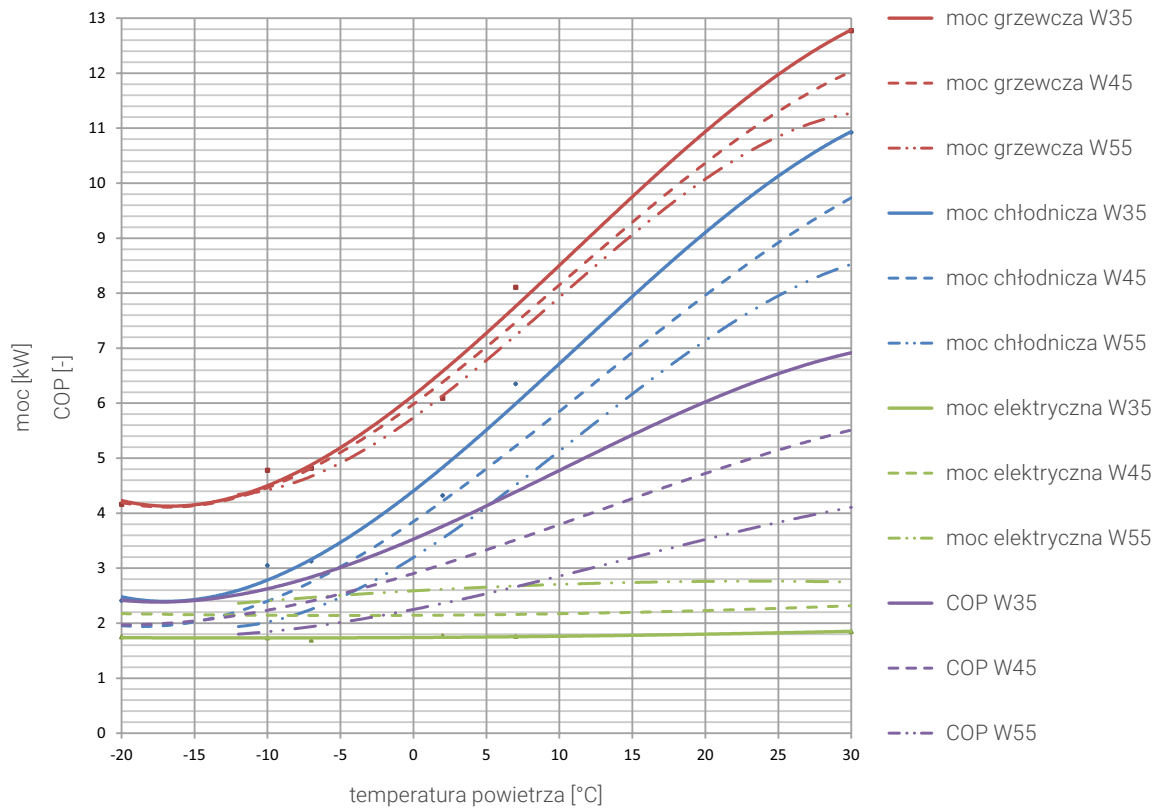
³ Nie należy redukować średnicy wewnętrznej rury, gdyż powoduje to opory przepływu.

3.2.4. Charakterystyki pomp ciepła Galmet - Airmax²

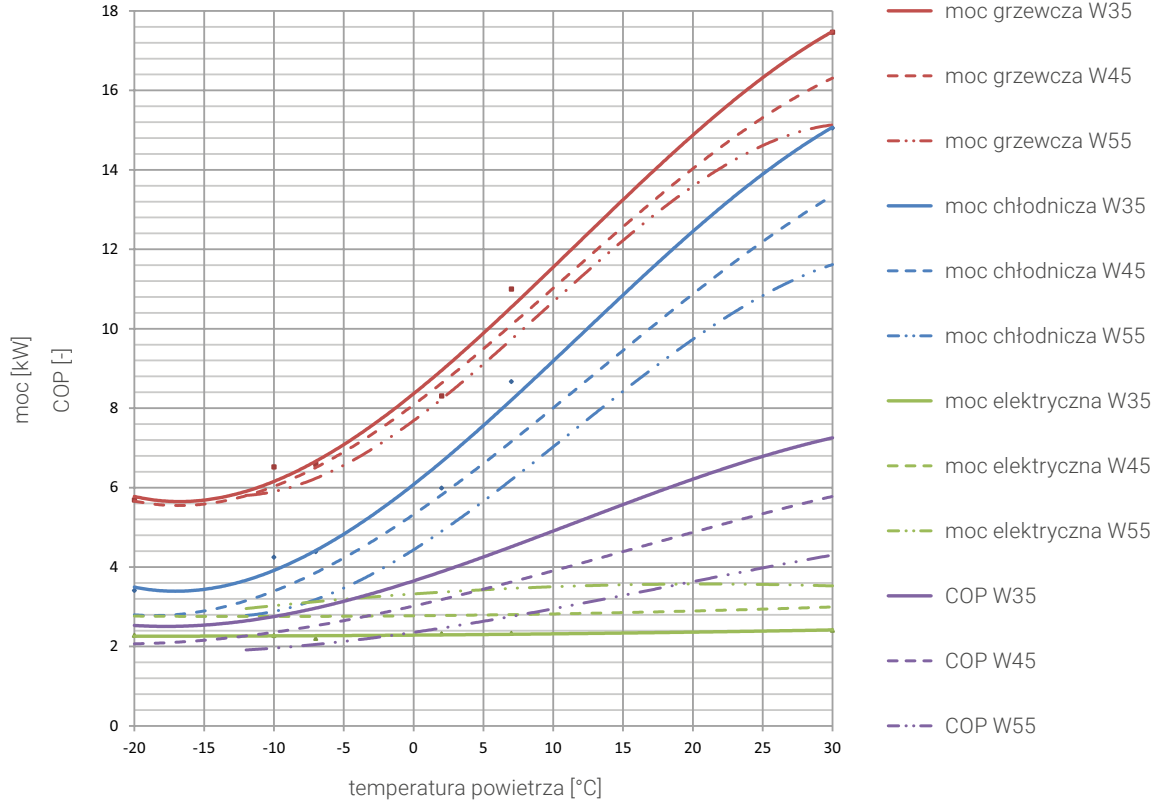
Dla każdej jednostki typoszeregu stworzono charakterystyki. Dla zastosowań niskotemperaturowych (ogrzewanie podłogowe) odpowiednia jest charakterystyka W35. Dla zastosowań wysokotemperaturowych (ogrzewanie grzejnikowe) odpowiednia jest charakterystyka W55. Wartości 35, 45 i 55 to temperatury wody (°C) na wyjściu z pompy ciepła. Analizując poniższe wykresy widoczna jest różnica w charakterystykach standardowej sprężarki scroll i sprężarki z technologią EVI. EVI przy niższych temperaturach powietrza, pozwala na uzyskiwanie większej mocy grzewczej dla wyższych parametrów wody zasilającej.



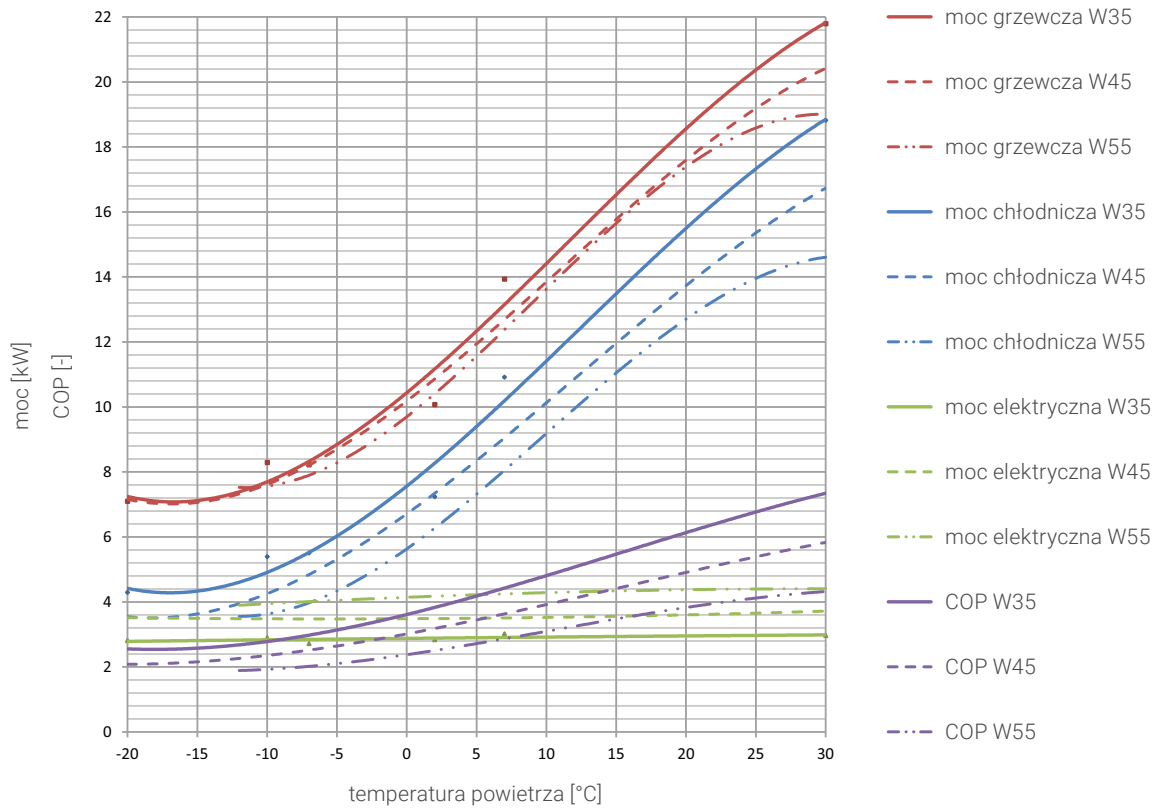
Wykres 9. Charakterystyka Airmax² 6 GT



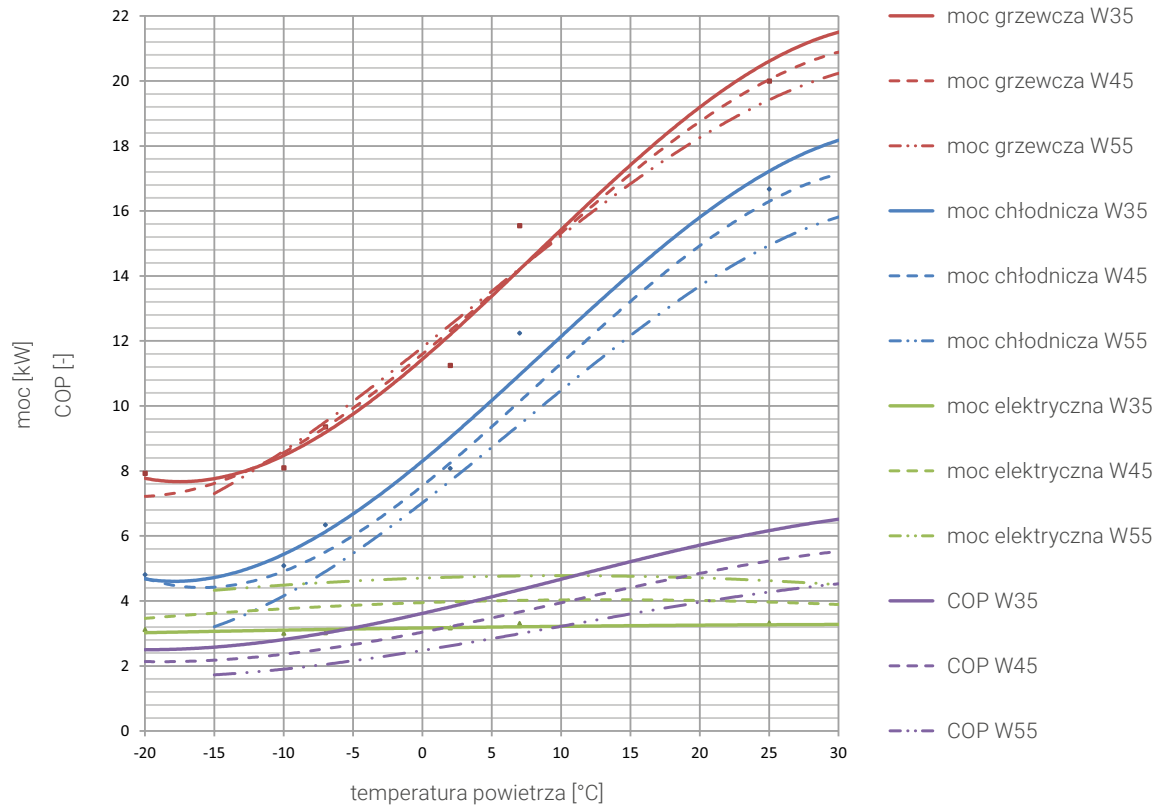
Wykres 10. Charakterystyka Airmax² 9 GT



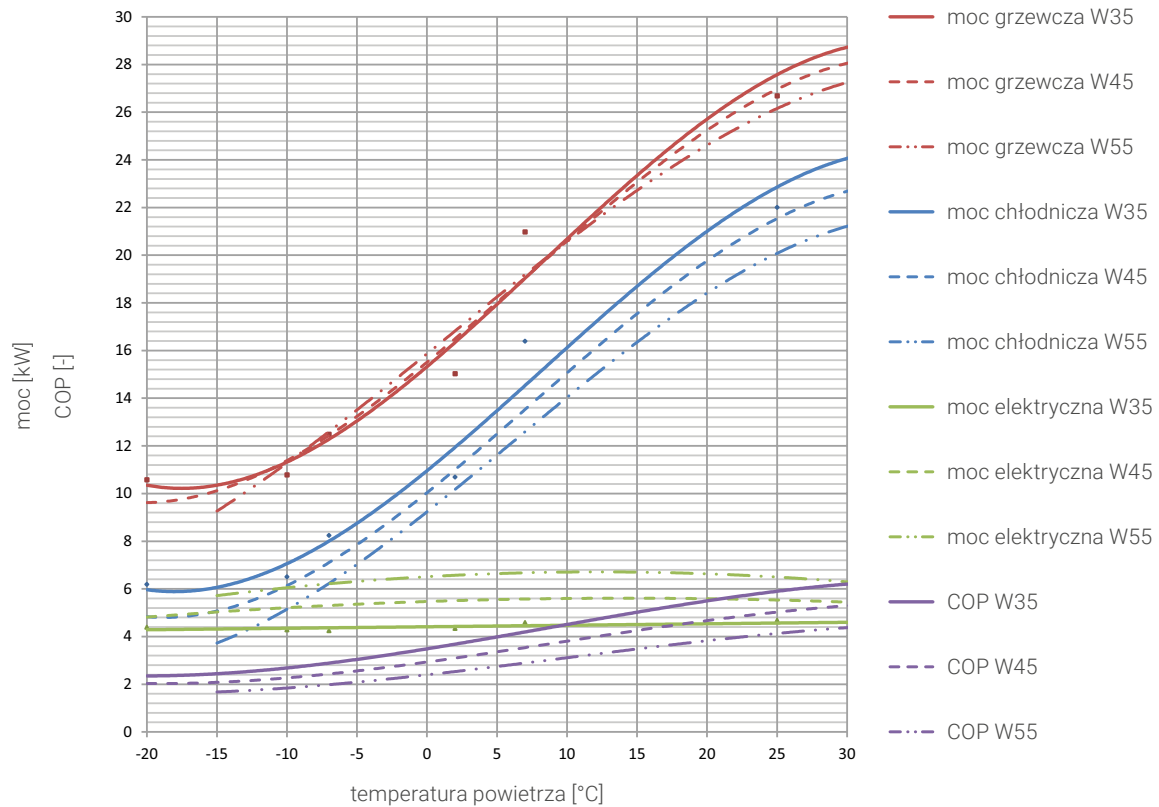
Wykres 11. Charakterystyka Airmax² 12 GT



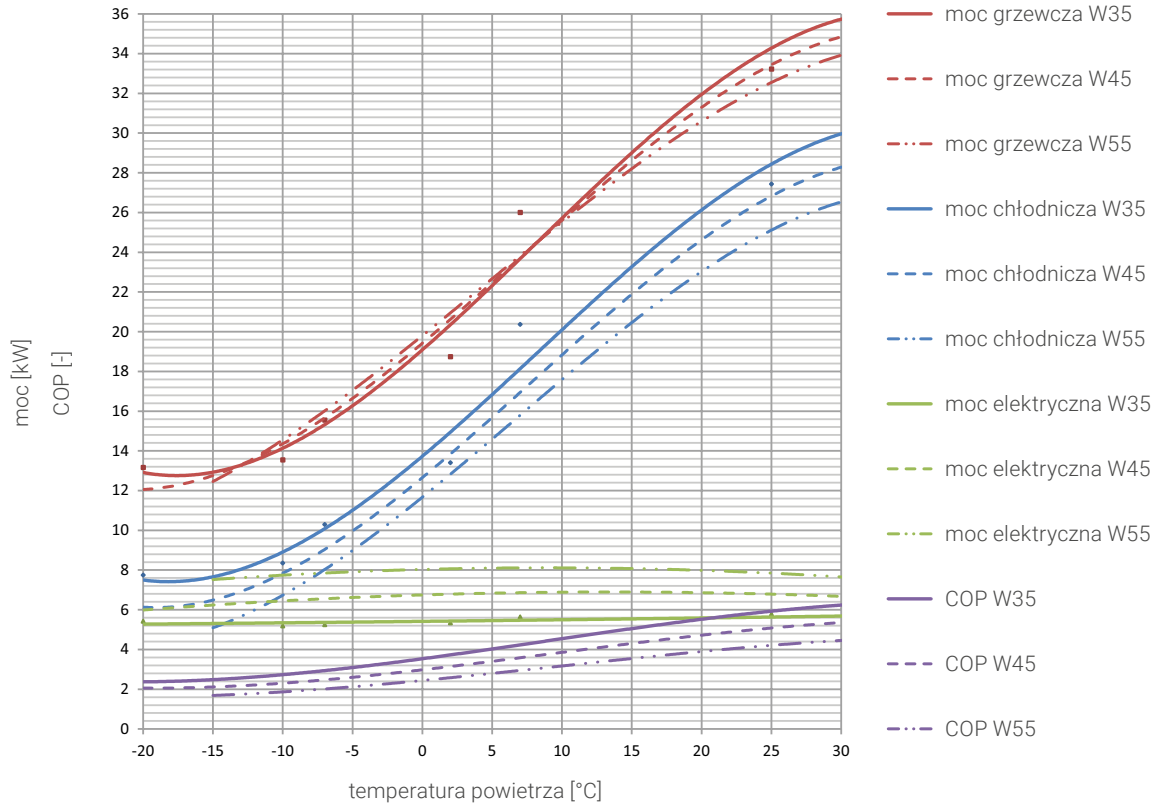
Wykres 12. Charakterystyka Airmax² 15 GT



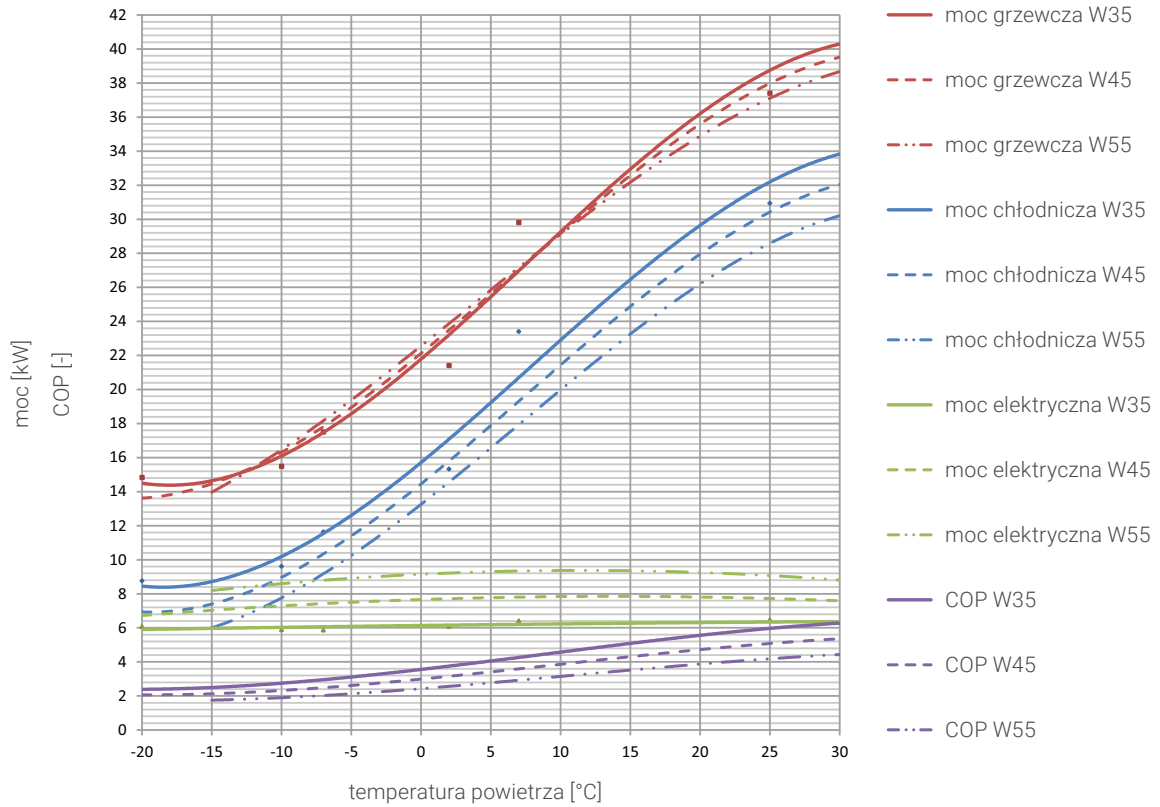
Wykres 13. Charakterystyka Airmax² 16 GT



Wykres 14. Charakterystyka Airmax² 21 GT



Wykres 15. Charakterystyka Airmax² 26 GT



Wykres 16. Charakterystyka Airmax² 30 GT

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

Wyróżniamy pompy ciepła zintegrowane ze zbiornikiem (podgrzewacz z pompą ciepła) i pompy ciepła, które służą do podłączenia do niezależnego zbiornika.

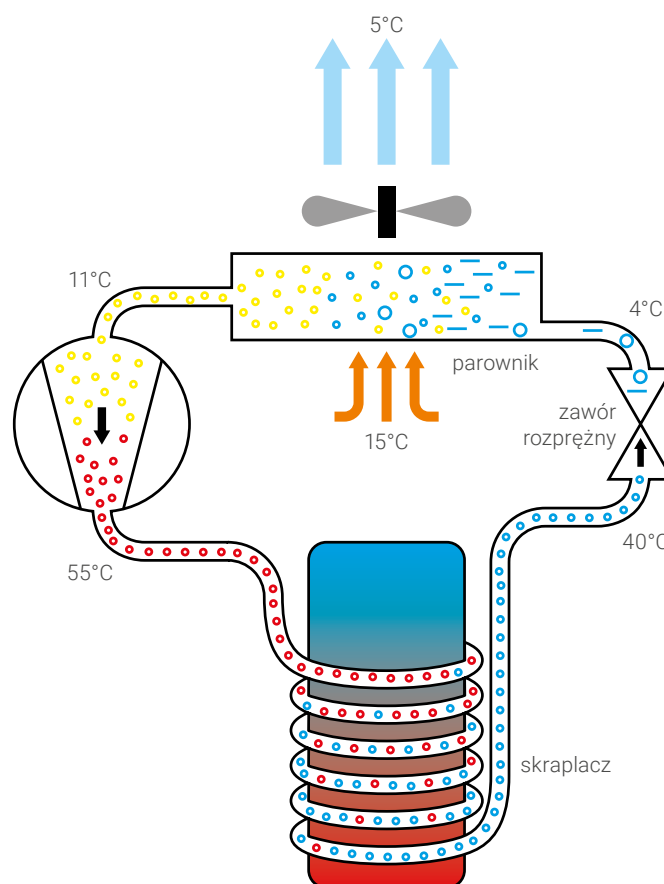
Zalety pomp powietrze-woda do c.w.u.:

- 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

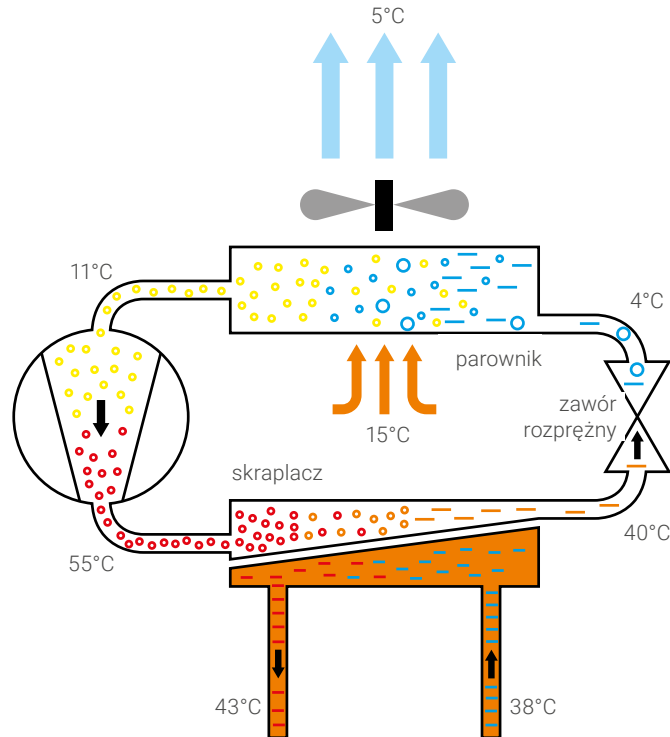
Parownik pompy ciepła powietrze-woda ma postać wymiennika lamelowego. Zachodzi w nim odparowanie czynnika. Ciepło do odparowania pochodzi z powietrza. Przepływ powietrza przez wymiennik wymuszany jest wentylatorem. Generowany przez powietrzne pompy ciepła hałas, wynika głównie z szumu pochodzącego z 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 Airmax², 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 i Spectra) specyficzną formę ma skraplacz. Jest to nawinięta na zbiornik rura aluminiowa, która przez ścianę zbiornika oddaje ciepło do wody użytkowej.



Rys. 22. Budowa i zasada działania podgrzewacza z pompą ciepła

Pompa ciepła do c.w.u. bez zbiornika (model Small) ma wbudowany skraplacz w formie wymiennika płytowego. W wymienniku tym czynnik termodynamiczny oddaje ciepło do wody. Przepływ wymuszany jest przez pompę obiegową, która znajduje się w instalacji (poza urządzeniem). Pompa ciepła może być podłączona bezpośrednio do wody użytkowej lub pod węzownicę. Wybrany wariant podłączenia determinuje rodzaj pompy obiegowej, którą należy zamontować. W przypadku podłączenia bezpośredniego, pompa obiegowa tłoczy wodę użytkową, zatem powinna mieć ona atest higieniczny. Gdy wybrany zostanie wariant podłączenia przez węzownicę pompa obiegowa wymusza obieg wody w układzie zamkniętym pomiędzy wymiennikiem płytowym pompy ciepła, a węzownicą zbiornika (zaleca się użycie wody o niskiej twardości). Ciśnienie w tym układzie zamkniętym powinno wynosić 0,5-1,0 bar. W tym przypadku stosowane są standardowe pompy obiegowe do wody kotłowej. Sterowanie pracą pompy obiegowej zapewnia sterownik pompy ciepła.



Rys. 23. Budowa i zasada działania pompy ciepła Small

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



Rys. 24. Pompa ciepła Basic 200

Charakterystyka typoszerzgu pomp ciepła Basic:

- ▶ Najwyższa klasa efektywności energetycznej: A+ (Basic 200 i Basic 270), A (Basic 300).
- ▶ Pojemności podgrzewacza 200, 270 i 300 l.
- ▶ Kompaktowe wymiary.
- ▶ Wartość współczynnika COP: teraz do 3,49 (A15W10-55).
- ▶ Podgrzewanie wody do temperatury 55°C.
- ▶ Dodatkowe węzownice spiralne do podłączenia zewnętrznych źródeł.
- ▶ Sterownik z funkcjami ECO, ANTYLEGIONELLA, PARTY oraz możliwością współpracy z dodatkowym źródłem: np. instalacją solarną lub kotłem c.o.
- ▶ Możliwość ustawienia harmonogramu pracy zarówno pompy ciepła jak i pompy cyrkulacyjnej.
- ▶ Osuszanie i częściowe klimatyzowanie pomieszczenia podczas pracy.
- ▶ Niskie zużycie energii – tylko 402 W (dla Basic 200).
- ▶ System odszraniania i zakres pracy do -7°C (dla Basic 300)
- ▶ Energia z natury - kwalifikuje się do dofinansowania.

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.



Charakterystyka pomp ciepła Spectra i Spectra Smart:

- ▶ Najwyższa klasa efektywności energetycznej: A+.
- ▶ Wysoka sprawność COP 3,52 przy (A20/W10-55) i 3,49 przy (A15/W10-55)
- ▶ SQUARE Jacket Design® - unikalny, elegancki kształt obudowy.
- ▶ Zbiornik o poj. 200 l zabezpiecza ciepłą wodę użytkową dla 4-5 osobowej rodziny.
- ▶ Woda podgrzewana nawet do 55°C.
- ▶ Wężownica spiralna umożliwia współpracę z kotłem c.o. lub kolektorami słonecznymi.
- ▶ Regulator z kolorowym panelem dotykowym.
- ▶ Możliwość ustawienia harmonogramu pracy pompy ciepła i pompy cyrkulacyjnej.
- ▶ Niskie zużycie energii – tylko 450 W.
- ▶ Osuszanie i częściowe klimatyzowanie pomieszczenia podczas pracy urządzenia.

W standardzie dla modelu Spectra Smart dodatkowo:

- ▶ Wygoda sterowania – regulator z kolorowym panelem dotykowym intuicyjnym „kafelkowym” menu.
- ▶ Wygoda użytkowania – aktywna anoda tytanowa zarządzana przez sterownik pompy ciepła
- ▶ Oszczędność – tryb ECO gwarantuje najbardziej wydajną pracę pompy.
- ▶ Komfort – tryb TURBO zapewnia ekspresowe podgrzanie wody.
- ▶ Bezpieczeństwo – tryb URLOP dla ochrony pompy ciepła w fazie oczekiwania.

Rys. 25. Pompa ciepła Spectra

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:

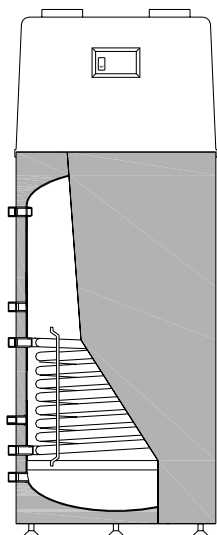
- ▶ Czujnik do sterowania obiegiem solarnym.
- ▶ Dostępne dedykowane elementy wentylacyjne.

Modele Spectra i Basic to pompy ciepła przeznaczone do zapewnienia ciepłej wody użytkowej. Mogą pracować na powietrzu zewnętrznym lub wewnętrznym, z tym, że montowane są 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 (od -7 do 35°C w przypadku Basic 300), zatem w okresie zimowym, w przypadku pobierania powietrza z zewnątrz, wymagają wspomaganie grzałką (standardowo zabudowana grzałka w zbiorniku) lub dodatkowym źródłem. Podgrzewacz zintegrowany z pompą ciepła jest emaliowany, a celem jego ochrony, wyposażony 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.

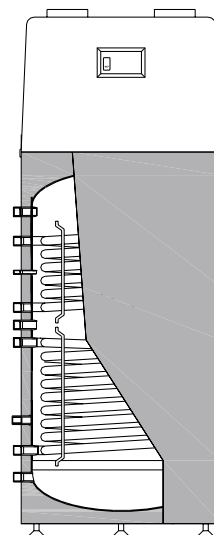
Typoszereg Basic zawiera 4 urządzenia:

- Basic 200 z jedną dodatkową wężownicą
- Basic 270 z jedną dodatkową wężownicą
- Basic 270 z dwoma dodatkowymi wężownicami
- Basic 300 z jedną dodatkową wężownicą

Model Spectra występuje jedynie w wersji 200 l z jedną dodatkową wężownicą. Dostępna jest wersja pompy ciepła Spectra Smart, która standardowo wyposażona jest w anodę tytanową - zapewniającą bezobsługowość urządzenia.

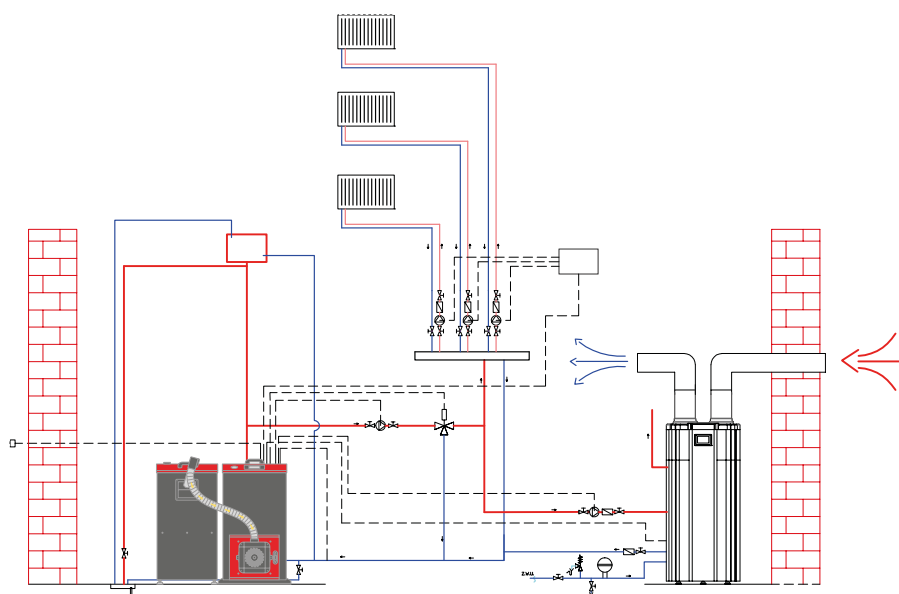


Rys. 26. Podgrzewacz z jedną dodatkową węzownicą



Rys. 27. Podgrzewacz z dwiema dodatkowymi węzownicami

Zatem każdy podgrzewacz z pompą ciepła wyposażony jest standardowo w dodatkową węzownicę. Wężownica stalowa służy do podłączenia dodatkowego źródła tj. kotła i/lub solara. Najczęściej stosowanym rozwiązaniem jest połączenie pompy ciepła (Basic, Spectra) 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.

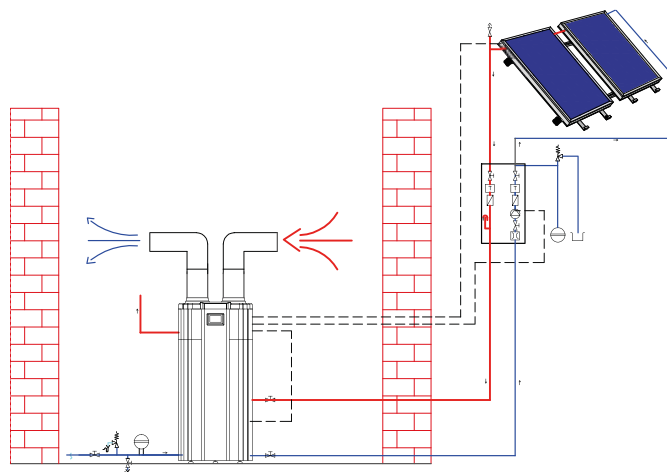


Rys. 28. Schemat połączenia pompy ciepła Spectra z kotłem pelletowym

W przypadku obsługi zestawu solarnego wystarczy dokupić czujnik PT1000 (czujnik solarny nie jest standardowo dostarczany z urządzeniem). 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.

Sterowniki stosowane w pompach ciepła do c.w.u. ze zbiornikiem:

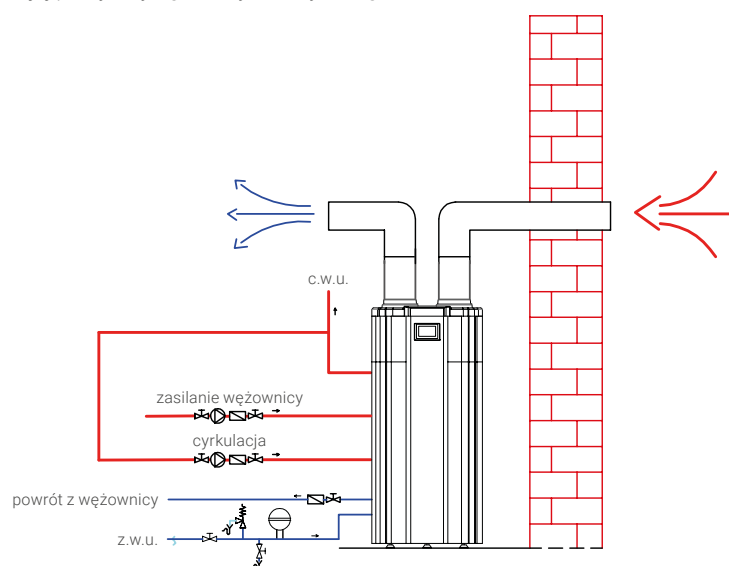
- ST 53 - sterownik pompy ciepła Basic i Small
- ST 530 - sterownik pompy ciepła Spectra



Rys. 29. Schemat połączenia pompy ciepła Spectra z kolektorami słonecznymi

Sterowniki te wyposażone są w dodatkowe funkcje, m.in.: Antylegionella (przegrzew dezynfekcyjny), Tygodniówka (harmonogram czasowy pracy pompy ciepła), Party (szybki podgrzew wody wszystkimi dostępnymi źródłami), Antyzamrażanie (ochrona zbiornika przed zamarznięciem wody).

Ponadto sterowniki mają 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. 30. Instalacja pompy ciepła do c.w.u. z cyrkulacją ciepłej wody użytkowej

3.3.3. Dane techniczne pompy ciepła – Spectra

Do budowy pompy ciepła Spectra użyto komponentów gwarantujących wysoką efektywność. Zastosowano sprężarkę rotacyjną, parownik miedziany z lamelami aluminiowymi, termostatyczny zawór rozprężny oraz wentylator promieniowy. Sterownik pompy ciepła jest intuicyjny zarówno dla instalatora jak i użytkownika, posiada kolorowy wyświetlacz dotykowy. Pompa Spectra standardowo wyposażona jest w grzałkę elektryczną 2 kW do ewentualnego wspomaganie pracy pompy ciepła w okresach wzmożonego zapotrzebowania na ciepłą wodę lub zapewnienia wody w przypadku niskich temperatur powietrza zasilającego i braku źródła dodatkowego. Model Spectra występuje w wersji 200 l z jedną węzownicą. Zbiornik pompy ciepła Spectra zabezpieczony jest anodami magnezowymi.

Pompa ciepła Spectra występuje również w wersji Smart (nr kat.: 09-363100Q). W wersji tej w zbiorniku pompy ciepła zamontowano anodę tytanową zapewniającą pełną bezobsługowość. Dodatkowo sterownik wersji Smart proponuje kafelkowy interfejs, który zapewni jeszcze bardziej intuicyjną obsługę. Sterownik ten jest również poszerzony o dodatkowe funkcje: Urlop, czy też Turbo (szybki jednorazowy podgrzew wody).

Tabela 9. Główne komponenty podgrzewacza z pompą ciepła Spectra / Spectra Smart

część	specyfikacja
sprężarka	rotacyjna
parownik	lamelowy aluminiowo-miedziany
skraplacz	nawijany na zbiornik
zawór rozprężny	termostatyczny
wentylator	promieniowy
sterownik	ST-530
grzałka	miedziana

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 zimnej 10°C i ciepłej użytkowej 55°C.

Tabela 10. Dane podstawowe pompy ciepła Spectra / Spectra Smart

specyfikacja	j.m.	Spectra / Spectra Smart
nr katalogowy	-	09-363100 / 09-363100Q
średnia moc grzewcza	kW	2
COP ¹	-	3,49
COP ²	-	3,52
maksymalna temperatura pracy	°C	55
wymiary [wys. x szer. x gł.]	mm	1560 x 660 x 670
ciężar	kg	115
moc akustyczna ³	dB	55,7
ciśnienie akustyczne ⁴	dB	45,0
zakres pracy pompy	°C	+7/+35
nominalny przepływ powietrza	m ³ /h	512
maksymalna długość kanałów powietrznych	m	10
czynnik chłodniczy	-	R134a
ilość czynnika	kg	1,2
pobór mocy elektrycznej pompy ciepła	kW	0,453
moc elektrycznej grzałki	kW	2
całkowita moc grzewcza (pompa ciepła + grzałka)	kW	4
napięcie i częstotliwość zasilania urządzenia	V/Hz	230/50
maksymalny pobór prądu	A	10,8
stopień ochrony	-	IP22
profil poboru wody (zgodnie z EN-16147)	-	L
maksymalna objętość wody zmieszanej (V ₄₀) ¹	l	247
temperatura referencyjna (Θ _{WH}) ¹	°C	52,80
maksymalna objętość wody zmieszanej (V ₄₀) ²	l	243
temperatura referencyjna (Θ _{WH}) ²	°C	52,73
sugerowane zabezpieczenie elektryczne	-	C16
króćce przyłączeniowe	-	1" (3/4" – cyrkulacja)

¹ EN-16147 A15W10-55

² EN-16147 A20W10-55

³ Wg EN 12102.

⁴ W odległości 2 m.

Celem przybliżenia pojęć: maksymalna objętość wody zmieszanej 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.

Tabela 11. Parametry zbiornika w pompie ciepła Spectra / Spectra Smart

parametry zbiornika	j.m.	wartość
materiał	-	stal/emalia
pojemność nominalna zbiornika	l	200
pojemność brutto zbiornika	l	210
pojemność rzeczywista zbiornika	l	202
ilość węzownic stalowych	szt.	1
powierzchnia wymiennika (węzownicy)	m ²	1
pojemność wymiennika (węzownicy)	l	7
max. ciśnienie pracy zbiornika	MPa	1,0
max. ciśnienie węzownicy	MPa	1,6
max. temp. pracy zbiornika	°C	100
max. temp. pracy węzownicy	°C	110
moc wymiennika (70/10/45°C)	kW	33,6
wydajność (70/10/45°C)	l/h	800
moc wymiennika (80/10/45°C)	kW	44,8
wydajność (80/10/45°C)	l/h	1070

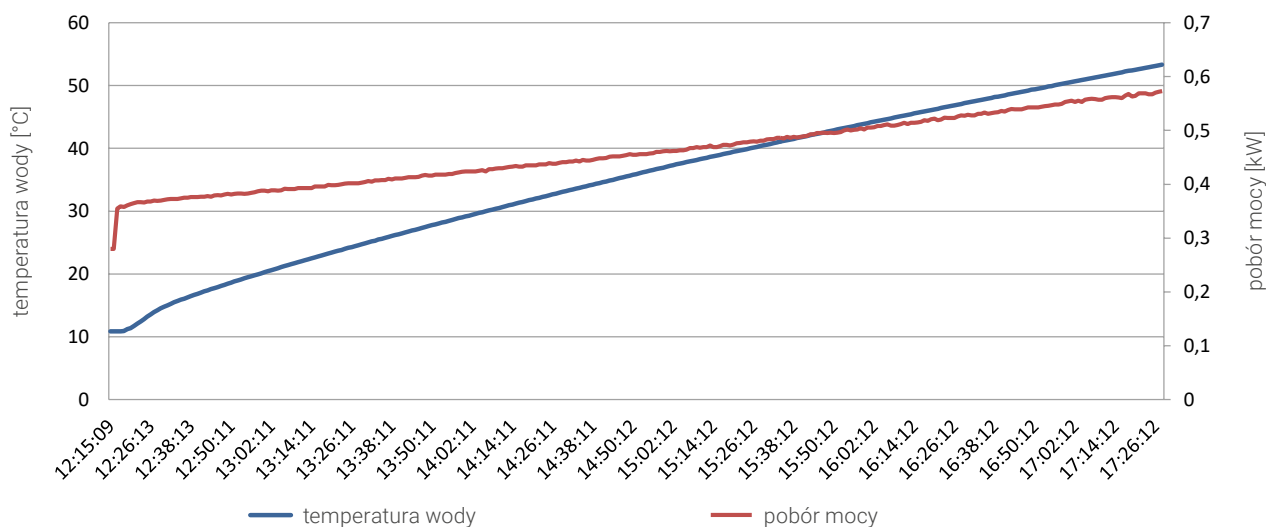
Tabela 12. Parametry energetyczne pomp ciepła Spectra / Spectra Smart

specyfikacja	j.m.	wartość
η_{wh}^1	%	142
roczne zużycie energii (AEC) ²	kWh	721

¹ Sezonowa efektywność ogrzewania wody

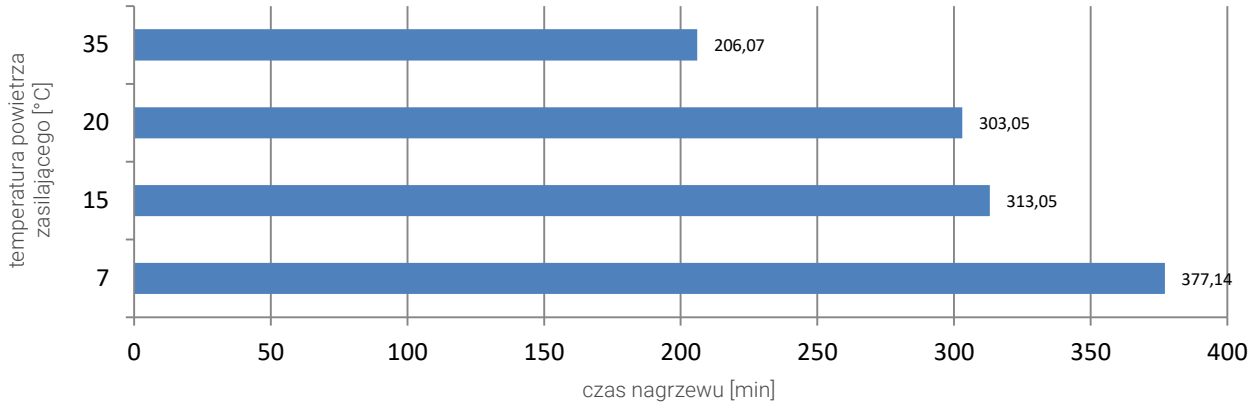
² Przy założeniu temperatury powietrza wlotowego na poziomie 20°C

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



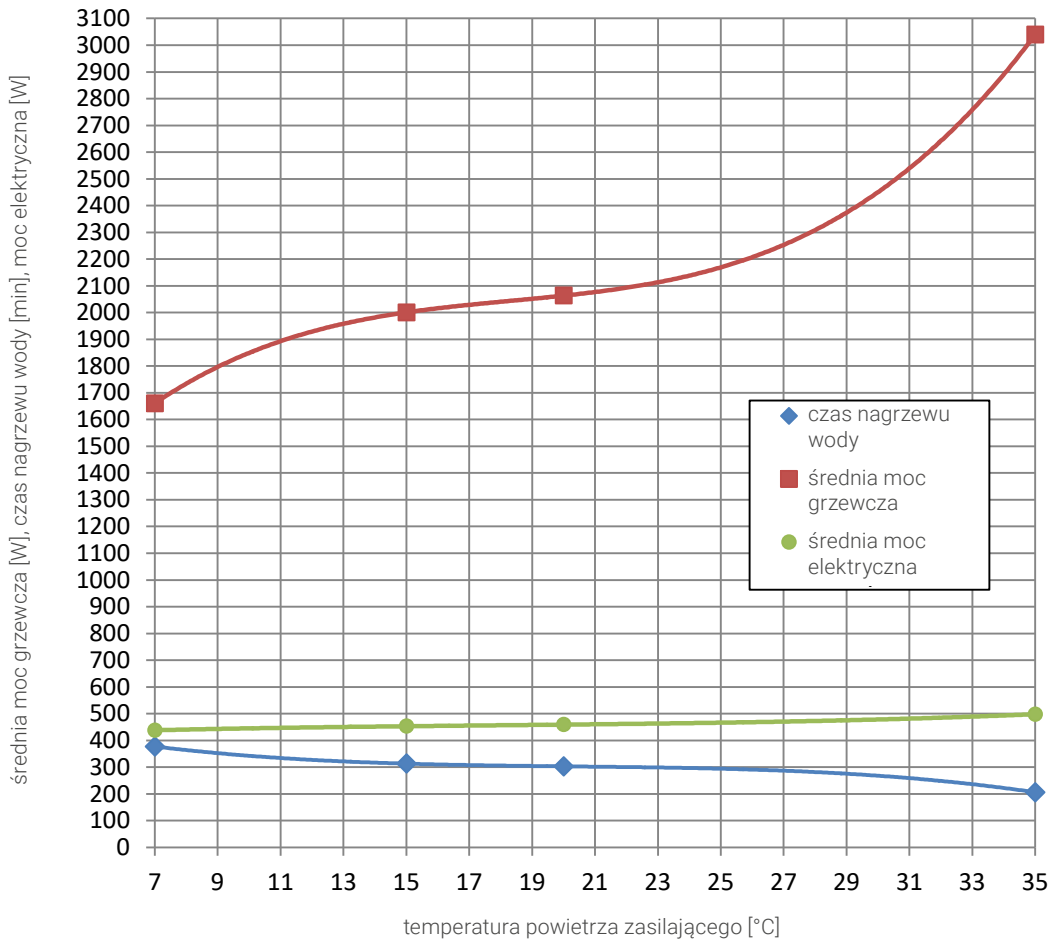
Wykres 17. Cykl nagrzewu wody przez pompę ciepła Spectra (A15 / W10-55)

Czas nagrzewu (przy temperaturze powietrza 15°C) trwał łącznie 313 minut. Średni pobór mocy w tym czasie wyniósł 453 W. W innych punktach pracy pobór prądu może się różnić. Czas potrzebny do nagrzewu wody zależy jest od temperatury powietrza zasilającego, poniżej zależność tą przedstawiono na wykresie.



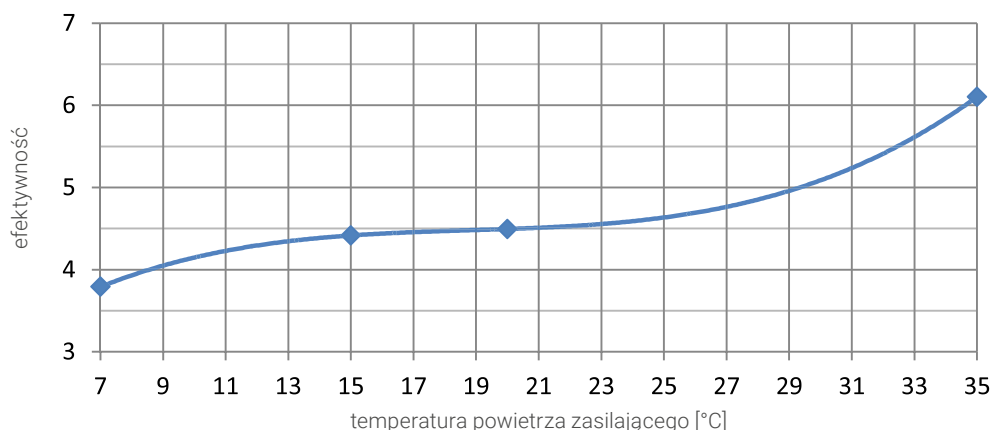
Wykres 18. Czasy nagrzewu wody 10-55°C przy różnych temperaturach powietrza zasilającego (Spectra)

W całym zakresie pracy można wykreślić krzywą obrazującą zależność pomiędzy temperaturą powietrza zasilającego, a czasem nagrzewu wody. Dodatkowo na poniższym wykresie przedstawiono zmiany mocy grzewczej oraz elektrycznej.



Wykres 19. Charakterystyka pompy ciepła Spectra w zależności od temperatury powietrza zasilającego

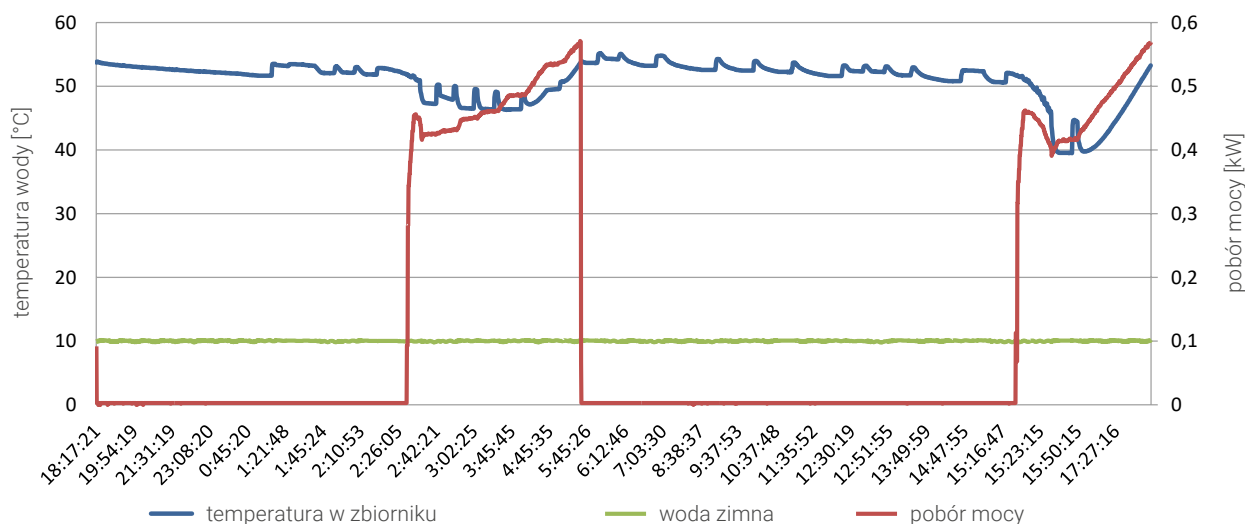
Najprostszym sposobem przedstawienia efektywności (COP) pompy ciepła jest porównanie mocy grzewczej do pobieranej w tym samym czasie mocy elektrycznej. Zmiany efektywności nagrzewu zostały przedstawione poniżej:



Wykres 20. Średnia efektywność nagrzewu pompy ciepła Spectra w zależności od temperatury powietrza zasilającego

COP pompy ciepła obliczane dla czasu samego nagrzewu zbiornika (przedstawione na powyższej charakterystyce) to zupełnie inna wartość niż ta wg PN-EN 16147, która uwzględnia przykładowy cykl dobowy poboru wody, straty postojowe i pracę w wyższym przedziale temperatur wody. Wartości zgodne z tą normą zostały podane powyżej w tabeli.

Test wg PN-EN 16147 dla pompy ciepła Spectra, przykładowo przy temperaturze powietrza 15°C, przedstawia się on następująco:



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

3.3.4. 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 podobnie jak w Spectra, zastosowano wentylator promieniowy charakteryzujący się dużym sprężem. Sterownik pompy ciepła jest intuicyjny zarówno dla instalatora jak i użytkownika, posiada monochromatyczny 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, 300 l z jedną wężownicą. Zbiornik zabezpieczony jest anodami magnezowymi.

Tabela 13. 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

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 cieplej użytkowej 55°C.

Tabela 14. Dane podstawowe pomp ciepła Basic

specyfikacja	j.m.	Basic 200	Basic 270		Basic 300
nr katalogowy	-	09-353102	09-355102	09-355202	09-356100
średnia moc grzewcza	kW	2	2		2
COP	-	3,49 ¹	3,06 ¹		2,36 ¹
		3,76 ²	3,36 ²		2,69 ²
maksymalna temperatura pracy	°C	55	55		55
wymiary [wysokość x średnica]	mm	1500 x 670	1730 x 670		1900 x 670
ciężar	kg	120	130	150	135
moc akustyczna ³	dB	57,0	56,0		62,0
ciśnienie akustyczne ⁴	dB	46,0	45,0		51,0
zakres pracy pompy	°C	+7/+35	+7/+35		-7/+35
nominalny przepływ powietrza	m ³ /h	365	313		328
maksymalna długość kanałów powietrznych	m	10	10		10
czynnik chłodniczy	-	R134a	R134a		R134a
ilość czynnika	kg	1,2	1,2		1,2
pobór mocy elektrycznej pompy ciepła	kW	0,402	0,413		0,418
moc elektrycznej grzałki	kW	2	2		2
całkowita moc grzewcza (pompa ciepła + grzałka)	kW	4	4		4
napięcie i częstotliwość zasilania urządzenia	V/Hz	230/50	230/50		230/50
maksymalny pobór prądu	A	10,7	10,7		10,6
stopień ochrony	-	IP22	IP22		IP22
profil poboru wody (zgodnie z EN-16147)	-	L	XL		XL
maksymalna objętość wody zmieszanej (V ₄₀) ¹	l	197	346		392
temperatura referencyjna (Θ _{WH}) ¹	°C	50,27	54,68		52,50
maksymalna objętość wody zmieszanej (V ₄₀) ²	l	199	347		392
temperatura referencyjna (Θ _{WH}) ²	°C	50,07	55,01		52,65
sugerowane zabezpieczenie elektryczne	-	C16	C16		C16
króćce przyłączeniowe	-	1" (3/4" cyrkulacja)	1" (3/4" cyrkulacja)		1" (3/4" cyrkulacja)

¹ EN-16147 A15W10-55

² EN-16147 A20W10-55

³ Wg EN 12102.

⁴ W odległości 2 m.

Celem przybliżenia pojęć: maksymalna objętość wody zmieszanej 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 cieplej wody w tym czasie określana jest właśnie jako maksymalna objętość wody zmieszanej.

Tabela 15. Parametry energetyczne pomp ciepła Basic

specyfikacja	j.m.	Basic 200	Basic 270	Basic 300
η _{wh} ¹	%	151	138	112
roczne zużycie energii (AEC) ²	kWh	679	1212	1499

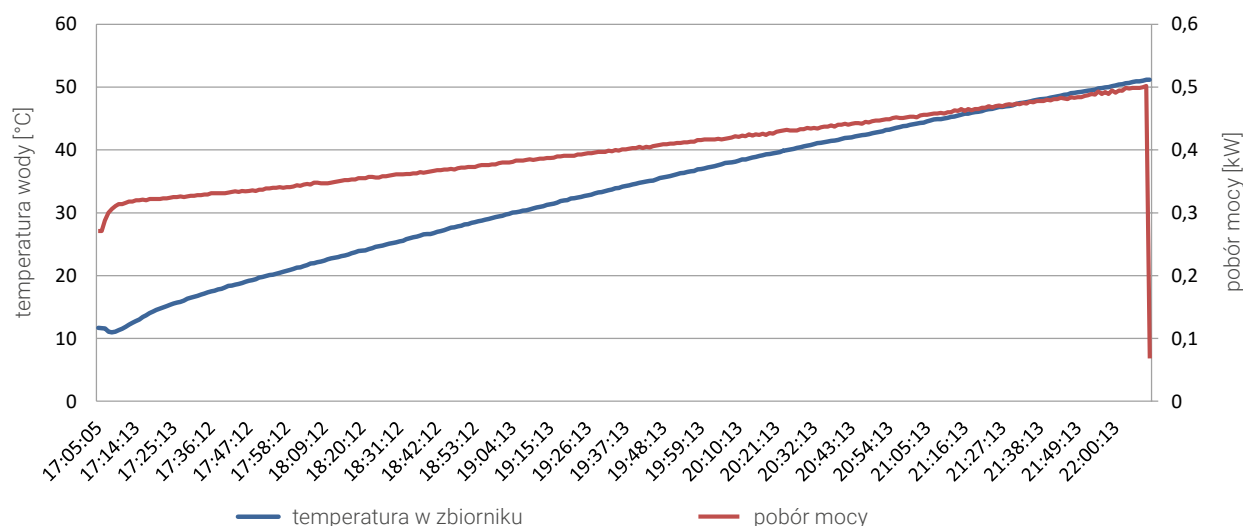
¹ Sezonowa efektywność ogrzewania wody

² Przy założeniu temperatury powietrza wlotowego na poziomie 20°C

Tabela 16. Parametry zbiornika w pompach ciepła Basic

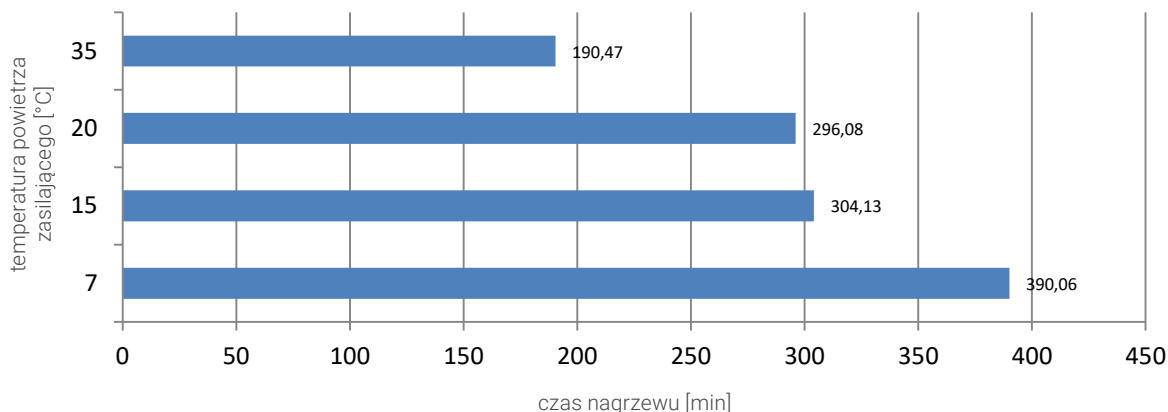
parametry zbiornika	j.m.	Basic 200 z 1 węź.	Basic 270 z 1 węź.	Basic 270 z 2 węź.	Basic 300 z 1 węź.
materiał	-	stal/emalia			
pojemność nominalna zbiornika	l	200	270	270	300
pojemność brutto zbiornika	l	210	278	278	299
pojemność rzeczywista zbiornika	l	202	270	264	291
ilość węzownic stalowych	szt.	1	1	2	1
powierzchnia wymiennika (węzownicy)	m ²	1	1	1/0,7	1
pojemność wymiennika (węzownicy)	l	7	7	7/4,9	7
max. ciśnienie pracy zbiornika	MPa	1,0			
max. ciśnienie węzownicy	MPa	1,6			
max. temp. pracy zbiornika	°C	100			
max. temp. pracy węzownicy	°C	110			
moc wymiennika (70/10/45°C)	kW	24	24	24/17	24
wydajność (70/10/45°C)	l/h	570	570	570/410	570
moc wymiennika (80/10/45°C)	kW	32	32	32/22	32
wydajność (80/10/45°C)	l/h	760	760	760/540	760

Czas nagrzewu zbiornika zależy 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:



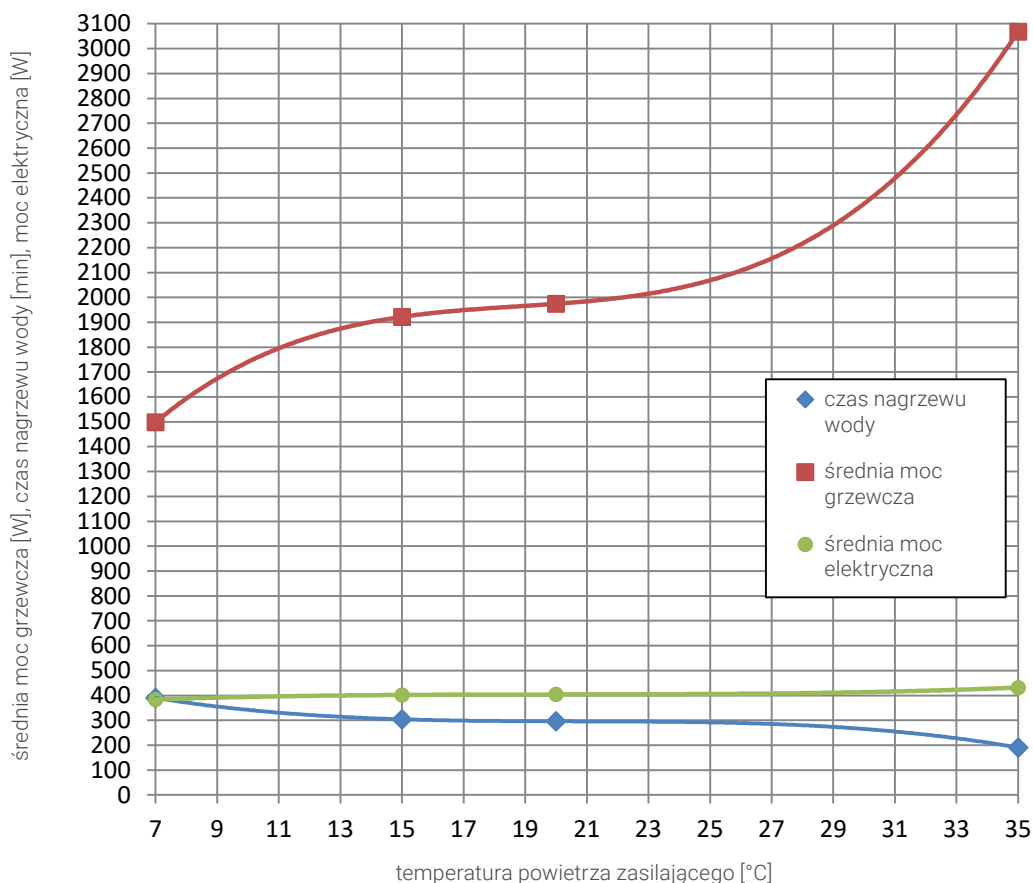
Wykres 22. Cykl nagrzewu wody przez pompę ciepła Basic 200 (A15/ W10-55)

Czas nagrzewu (przy temperaturze powietrza 15°C) trwa łącznie 304 minuty. Średni pobór mocy w tym czasie wyniósł 402 W. W innych punktach pracy pobór prądu może się różnić. Czas potrzebny do nagrzewu wody zależy od temperatury powietrza zasilającego, poniżej zależność tą przedstawiono na wykresie.



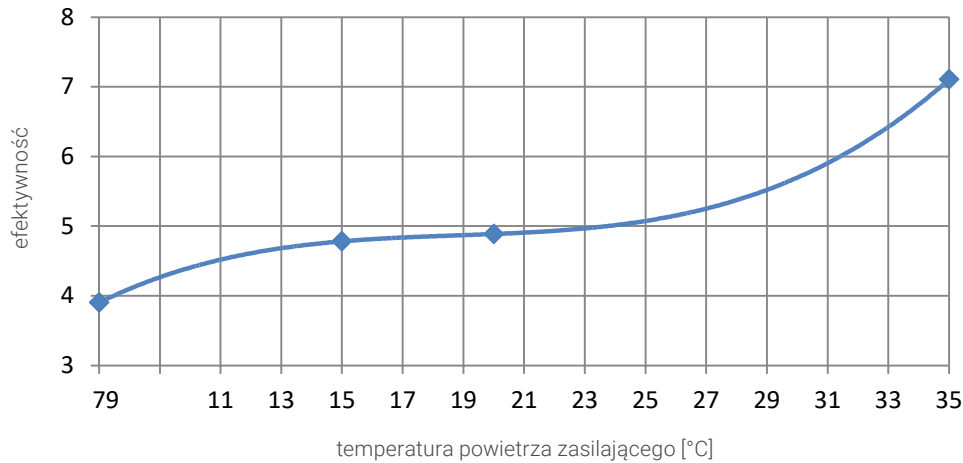
Wykres 23. Czasy nagrzewu wody 10-55°C przy różnych temperaturach powietrza zasilającego (Basic 200)

Zatem w całym zakresie pracy można wykreślić następującą zależność pomiędzy temperaturą powietrza zasilającego, a czasem nagrzewu wody. Dodatkowo wykreślono również krzywą obrazującą zmiany mocy grzewczej oraz elektrycznej.



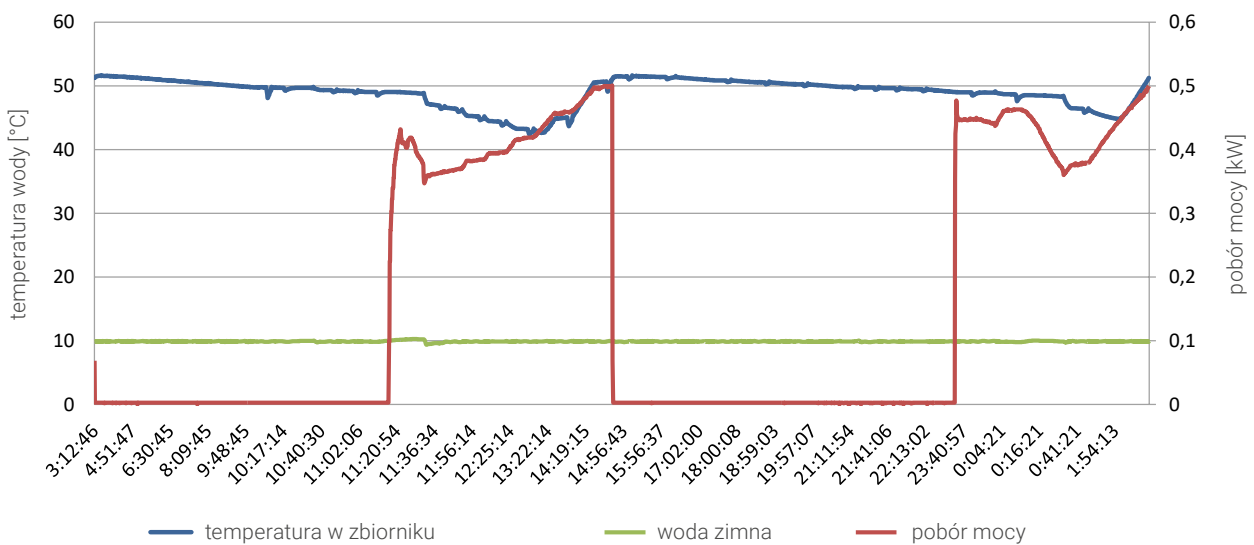
Wykres 24. Charakterystyka pompy ciepła Basic 200 w zależności od temperatury powietrza zasilającego

Najprostszym sposobem przedstawienia efektywności (COP) pompy ciepła jest porównanie mocy grzewczej do pobieranej w tym samym czasie mocy elektrycznej. Zmiany efektywności nagrzewu zostały przedstawione poniżej:



Wykres 25. Średnia efektywność pompy ciepła Basic 200 w zależności od temperatury powietrza zasilającego

COP pompy ciepła obliczane dla czasu samego nagrzewu zbiornika (przedstawione na powyższej charakterystyce) to zupełnie inna wartość niż ta wg PN-EN 16147, która uwzględnia przykładowy cykl dobowy poboru wody i straty postojowe. Wartości zgodne z normą tą zostały podane powyżej w tabeli. Test wg PN-EN 16147 dla pompy ciepła Basic 200, przykładowo przy temperaturze powietrza 15°C, przedstawia się następująco:



Wykres 26. Praca pompy ciepła Basic 200 podczas cyklu poboru wody (A15)

3.3.5. Opis techniczny ciepła do c.w.u. bez zbiornika - Small



Rys. 31. Pompa ciepła Small

Charakterystyka pompy ciepła Small:

- ▶ Klasa efektywności energetycznej: A.
- ▶ Wartość współczynnika COP: 3,75 (A15W35).
- ▶ Podgrzewanie wody do temperatury 55°C.
- ▶ Niski pobór energii: 0,375 kW.
- ▶ Możliwość podłączenia do większości wymienników pracującej instalacji.
- ▶ Możliwość współpracy z instalacją solarną.
- ▶ Sterownik z funkcjami ECO, ANTYLEGIONELLA, PARTY oraz możliwością współpracy z dodatkowym źródłem: np. instalacją solarną lub kotłem c.o.
- ▶ Obsługa pompy obiegowej dodatkowego źródła (np. solary, kocioł).
- ▶ Możliwość ustawienia harmonogramu pracy zarówno pompy ciepła jak i pompy cyrkulacyjnej.
- ▶ Osuszanie i częściowe klimatyzowanie pomieszczenia podczas pracy pompy ciepła.
- ▶ Czysta energia z natury - kwalifikuje się do dofinansowania.

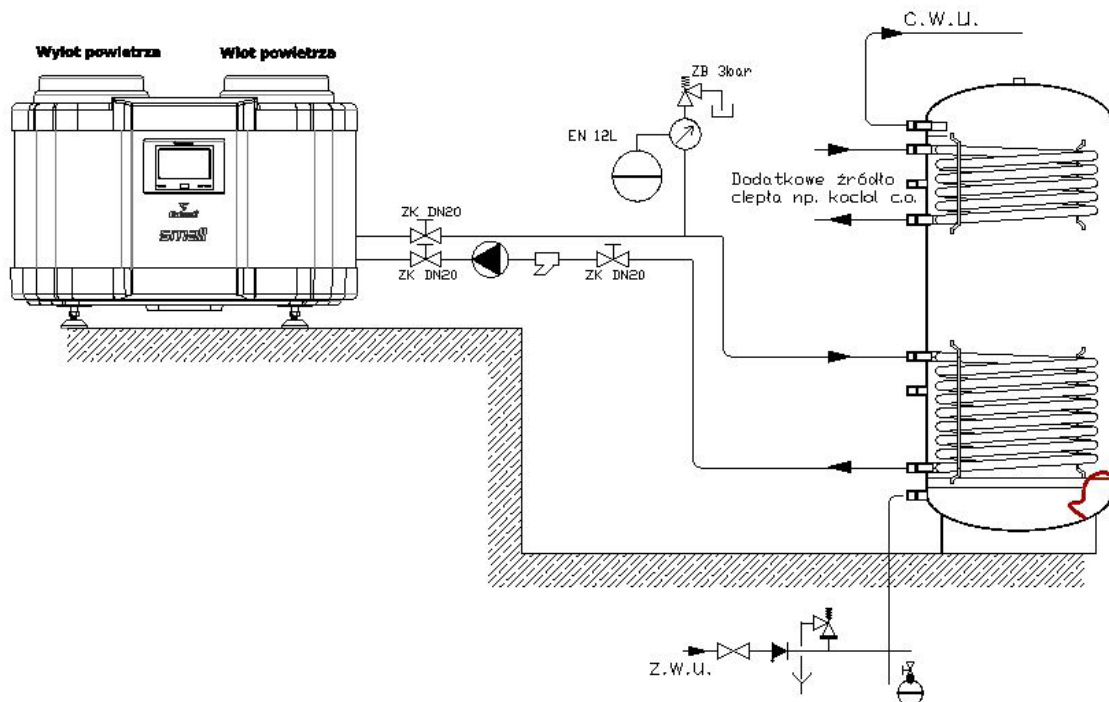
W standardzie z urządzeniem:

- ▶ Kompletny zestaw czujników temperatury.

Dodatkowo opcjonalnie:

- ▶ Czujnik do sterowania obiegiem solarnym.
- ▶ Dostępne dedykowane elementy wentylacyjne.
- ▶ Dedykowane pompy obiegowe.

Pompa ciepła Small to urządzenie przeznaczone do zapewnienia ciepłej wody użytkowej. Służy do podłączenia do oddzielnego zbiornika. Podłączenia można dokonać przez węzłownicę o powierzchni min. 1 m² lub bezpośrednio pod wodę użytkową (w tym celu należy zastosować odpowiednią pompę obiegową). Pompa obiegowa wymuszająca obieg pomiędzy urządzeniem, a zbiornikiem montowana jest na instalacji. Jeżeli urządzenie podłączone jest do węzłownicy to ciśnienie w tym układzie powinno wynosi 0,5-1 bar.



Rys. 32. Podłączenie pompy ciepła Small do węzłownicy zbiornika biwalentnego SGW(S)B

Tabela 17. Dedykowane pompy obiegowe do pompy ciepła Small

nr katalogowy	opis	przeznaczenie
09-000001	pompa obiegowa ALPHA1 L 25-40 180	podłączenie pompy ciepła Small do węzownicy zbiornika
09-000002	pompa obiegowa ALPHA1 N L 25-40 180	podłączenie pompy ciepła Small do zbiornika bezpośrednio do wody użytkowej

Urządzenia te mogą pracować na powietrzu zewnętrznym lub wewnętrznym, z tym, że podobnie jak Basic czy Spectra, montowane są wewnątrz pomieszczeń. W przypadku pracy na powietrzu obiegowym z pomieszczenia, konieczne jest zapewnienie w nim odpowiedniej wentylacji oraz zachowanie minimalnej kubatury pomieszczenia na poziomie 30m³. Odległość między kanałem wlotowym i wyrzutowym powinna wynosić co najmniej 1,5 m (do oddzielenia strumieni powietrza zastosować można kolano). Pompa Small podczas pracy ochładza i osusza powietrze. Osuszenie następuje przez wykroplenie wilgoci z powietrza, dlatego z pompy skropliny odprowadzane są wężykiem kondensatu. Ochładzanie powietrza można wykorzystać jako częściowy efekt klimatyzacyjny. Kanały powietrzne, podobnie jak w podgrzewaczach Basic i Spectra, nie powinny przekraczać 5m w linii prostej na wlocie i wylocie, każde kolano to dodatkowy opór miejscowy (odejmuje 2 m z dyspozycyjnej długości). Zakres temperaturowy pracy pompy Small to 7-35°C, zatem w okresie zimowym współpracują one z dodatkowym źródłem (kotłem) lub grzałką. Sterownik pompy Small może sterować dodatkową grzałką zasobnika (2 kW) - opcja. Grzałka ta zostaje umieszczona w zasobniku wody użytkowej, natomiast jej sterowanie odbywa się przy użyciu sterownika pompy ciepła. Pompa Small, podobnie jak Basic wyposażona jest w sterownik ST 53. Sterownik ten obsługuje dodatkowe źródło (pompę dodatkową kotła lub solara) oraz pompę cyrkulacyjną, posiada także wiele przydatnych funkcji, które zostały już szerzej opisane wyżej w opracowaniu. Czas nagrzewu zbiornika 200 l (10-55°C) w temperaturze 20°C zajmuje 455 minut.

3.3.6. Dane techniczne pompy ciepła – Small

W pompie ciepła Small zastosowano sprężarkę rotacyjną, parownik miedziany z lamelami aluminiowymi, termostatyczny zawór rozprężny oraz wentylator promieniowy. Sterownik pompy ciepła jest intuicyjny zarówno dla instalatora jak i użytkownika. Posiada monochromatyczny wyświetlacz dotykowy.

Tabela 18. Główne komponenty pompy ciepła Small

część	producent / typ
sprężarka	rotacyjna
parownik	lamelowy aluminiowo-miedziany
skraplacz	płytowy
zawór rozprężny	termostatyczny
wentylator	promieniowy
sterownik	ST 53

Tabela 19. Dane podstawowe pompy ciepła Small

specyfikacja	j.m.	Small
nr katalogowy	-	09-240201
średnia moc grzewcza	kW	2
COP	-	3,75 (A15/W35) ¹
		2,64 (A20/W10-55) ²
maksymalna temperatura pracy	°C	55
wymiary [wys. x szer. x gł.]	mm	460 x 660 x 670
ciężar	kg	36
moc akustyczna ³	dB	61
ciśnienie akustyczne ⁴	dB	50
zakres pracy pompy	°C	+7/+35
nominalny przepływ powietrza	m ³ /h	261
maksymalna długość kanałów powietrznych	m	10
czynnik chłodniczy	-	R134a
ilość czynnika	kg	0,5
maksymalna wartość wysokiego ciśnienia	bar	25
maksymalna wartość niskiego ciśnienia	bar	11
pobór mocy elektrycznej pompy ciepła	kW	0,375
napięcie i częstotliwość zasilania urządzenia	V/Hz	230/50
maksymalny pobór prądu	A	10,5 ⁵
stopień ochrony	-	IP22
sugerowane zabezpieczenie elektryczne	-	C16
króćce przyłączeniowe	-	¾"

¹ Wg EN 14511; A - temperatura wlotowa powietrza; W - temperatura wody na wyjściu z pompy ciepła.

² Wg PN-EN 16147; A - temperatura powietrza; W - zakres temperaturowy nagrzewu wody; profil poboru wody L.

³ Wg EN 12102.

⁴ W odległości 2 m.

⁵ Przy podłączeniu do urządzenia grzałki elektrycznej o mocy 2 kW.

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

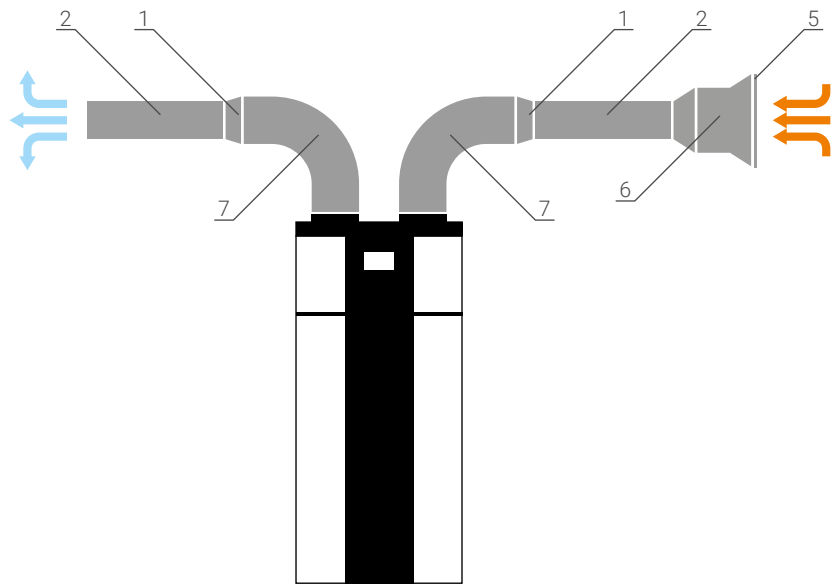
Celem pobierania/wyrzutu powietrza z/do innego pomieszczenia lub na zewnątrz stosowane są elementy wentylacyjne. Przy projektowaniu tego rodzaju rozwiązania należy mieć na uwadze opory przepływu powietrza przez dany układ. Zaleca się stosowanie rur gładkich. Rury karbowane powodują zwiększone opory przepływu 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, Spectra, Small

I.p.	numer kat.	nazwa	zdjęcie	przeznaczenie
1	M-009656	redukcja $\varnothing 200/160$ mufa/nypel		Spectra, Small
2	M-009657	rura wentylacyjna $\varnothing 160/160$ mufa/mufa (rura sprzedawana w odcinkach 1,5 mb)		Basic, Spectra, Small
3	M-009658	kolano tłoczone $\varnothing 160/160$ nypel/nypel		Basic, Spectra, Small
4	M-009659	trójnik $\varnothing 160/160$ nypel/nypel dwustr. z przepustnicą		Basic, Spectra, Small
5	M-009660	czerpnia ścienna $\varnothing 250$ nypel		Basic, Spectra, Small
6	M-009661	redukcja $\varnothing 250/160$ mufa(do czerpni)/nypel		Basic, Spectra, Small
7	M-009663	kolano $\varnothing 200/200$ mufa/nypel		Spectra, Small
8	M-009664	uchwyt do rur $\varnothing 160$		Basic, Spectra, Small
9	M-009665	złącze $\varnothing 160/160$ nypel/nypel		Basic, Spectra, Small

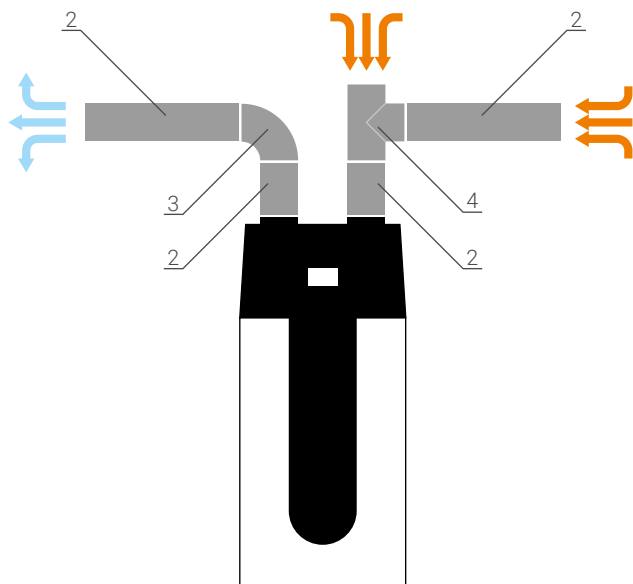
Poniżej przedstawiono przykładowe konfiguracje przy zastosowaniu wyżej wyróżnionych elementów wentylacyjnych.

Pierwsza konfiguracja przedstawia podłączenie pompy ciepła Spectra w przypadku pobierania powietrza z zewnątrz i wyrzutu do sąsiedniego pomieszczenia. Na wlocie zastosowano kolano i rurę oraz opcjonalnie redukcję z czerpnią powietrza. Odnosząc to do dyspozycyjnej długości 5 m kanału prostego: kolano 2 m, rura - 1,5 m, co sumarycznie daje wartość mniejszą niż 5 m, zatem prawidłową. Na kanale wylotowym: kolano - 2 m, rura - 1,5 m, co również daje prawidłowy rezultat.



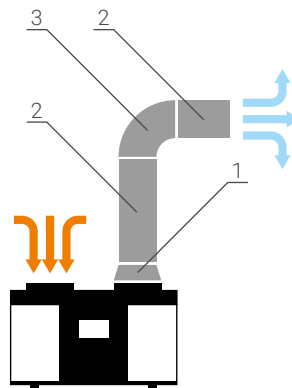
Rys. 33. Przykładowa konfiguracja kanałów powietrznych dla pompy ciepła Spectra

Kolejną przykładową konfiguracją: 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. 34. Przykładowa konfiguracja kanałów powietrznych dla pompy ciepła Basic

Przykładowa konfiguracja kanałów dla pompy ciepła Small zakłada pobór powietrza bezpośrednio z pomieszczenia oraz wyrzut na zewnątrz. Na wlocie nie zostały zastosowane żadne z elementów, natomiast na wylocie: redukcja, kolano i dwa odcinki rury. Odnosząc to do dyspozycyjnych 5 m kanału prostego na wylocie: rura - 1 m, kolano - 2 m, rura - 0,5 m, co daje wartość prawidłową, tj. mniejszą od 5 m.



Rys. 35. Przykładowa konfiguracja kanałów powietrznych dla pompy ciepła Small

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 czy zaccadzenia

Niedogodności związane z instalacjami z pompą ciepła solanka-woda:

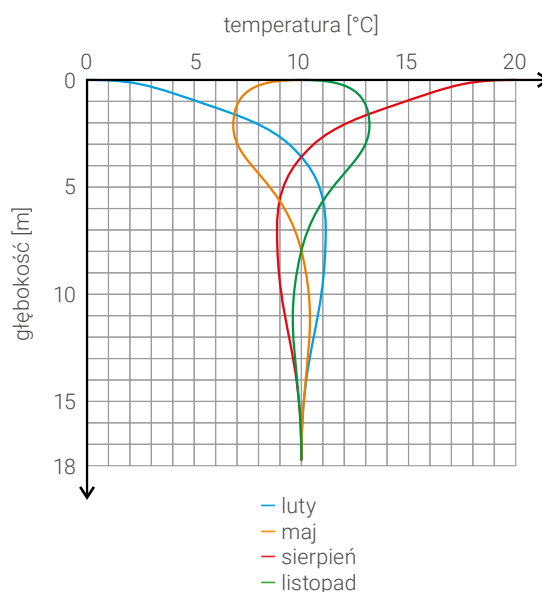
- konieczność wykonania wymiennika gruntowego, co podnosi koszty inwestycyjne
- ryzyko niepoprawnego wykonania wymiennika dolnego źródła, co skutkuje niepoprawną pracą urządzenia, bądź ją uniemożliwia

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. 36. 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 istnieje wysokie ryzyko wyeksploatowania źródła ciepła przy nieumiejętnym zaprojektowaniu wymiennika gruntowego.

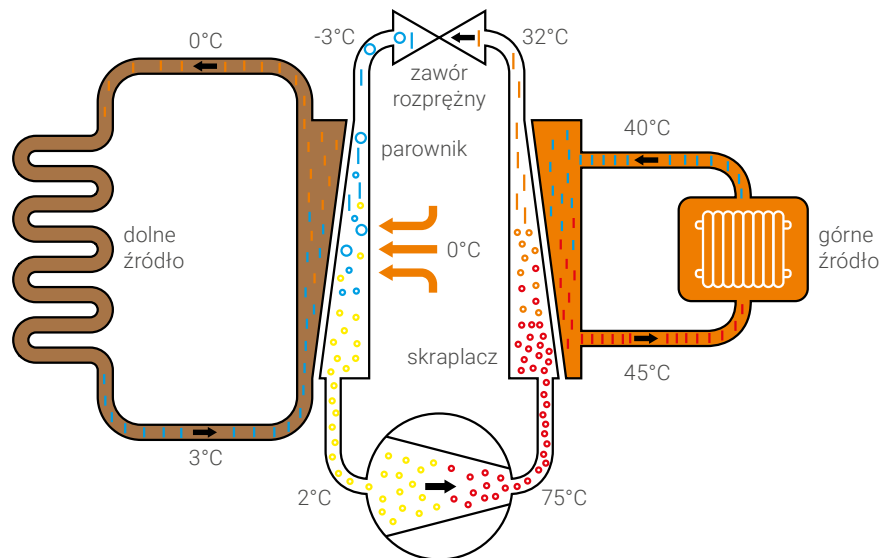
4.2. Pompa ciepła solanka-woda do c.o. i c.w.u. - Maxima i Maxima Compact

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. 37. 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 7-16 GT 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. Czynniki 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 pompy ciepła Galmet - Maxima

Typoszereg Maxima obejmuje osiem jednostek:

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



Rys. 38. Pompa ciepła Maxima 7 GT-16 GT



Rys. 39. Pompa ciepła Maxima 20 GT-42 GT

Charakterystyka typoszeregu pomp ciepła Maxima 7-16 GT:

- ▶ Najwyższa klasa energetyczna: A++
- ▶ Wysokie COP: do 4,5 (B0W35).
- ▶ Pierwsza polska pompa ciepła w systemie solanka-woda z certyfikatem EHPA-Q.
- ▶ Możliwość uzyskania dofinansowania na terenie Niemiec - wpis na listę BAFA.
- ▶ Niezawodna sprężarka typu Scroll.
- ▶ Możliwość grzania pomieszczeń, wody użytkowej, wody basenowej.
- ▶ System pogodowy dopasowuje parametry pracy pompy 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.
- ▶ Wykorzystuje Odnawialne Źródło Energii.
- ▶ Kwalifikuje się do dofinansowania.

W standardzie z urządzeniem:

- ▶ Kompletny zestaw czujników temperatury.
- ▶ Moduł internetowy do zdalnego sterowania pracą urządzenia.
- ▶ Soft Start (łagodny rozruch sprężarki), który zapewnia wydłużoną żywotność urządzenia i ciche uruchamianie.
- ▶ Elektroniczne pompy obiegowe zabudowane w urządzeniu.
- ▶ Przełączający zawór trójdrogowy do realizacji c.w.u. zabudowany w urządzeniu.
- ▶ Inteligentne sterowanie kolorowym panelem dotykowym z funkcją termostatu.

Dodatkowo opcjonalnie:

- ▶ Dedykowany wymiennik Maximus z maksymalnie dużą wężownicą spiralną, anodą tytanową i grzałką 2 kW.

Charakterystyka typoszeregu pomp ciepła Maxima 20-42 GT:

- ▶ Najwyższa klasa energetyczna: A++
- ▶ Wysokie COP: do 4,67 (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 do warunków atmosferycznych.
- ▶ Możliwość ustawienia harmonogramu pracy zarówno pompy ciepła jak i pompy cyrkulacyjnej.
- ▶ Możliwość sterowania zwozem trójdrogowym do realizacji c.w.u., grzałką elektryczną zasobnika, pompą cyrkulacyjną, obiegami grzewczymi.
- ▶ Elektroniczny zawór rozprężny maksymalizujący wydajność.
- ▶ Stała wydajność w czasie całego sezonu grzewczego.
- ▶ Wykorzystuje Odnawialne Źródło Energii.
- ▶ Kwalifikuje się do dofinansowania.

W standardzie z urządzeniem:

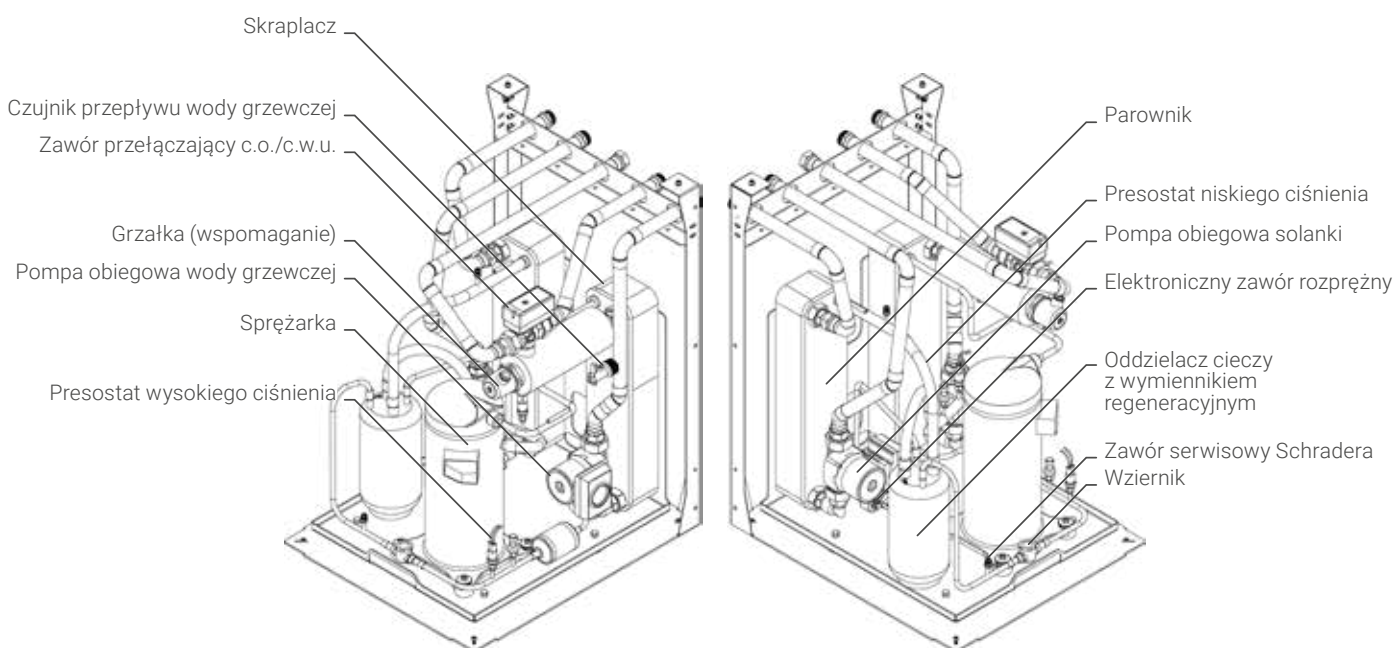
- ▶ Kompletny zestaw czujników temperatury.
- ▶ Moduł internetowy do zdalnego sterowania pracą urządzenia.
- ▶ Soft Start (łagodny rozruch sprężarki), który zapewnia wydłużoną żywotność urządzenia i ciche uruchamianie.
- ▶ Elektroniczne pompy obiegowe dostarczane wraz z urządzeniem.
- ▶ Inteligentne sterowanie kolorowym panelem dotykowym z funkcją termostatu.

Dodatkowo opcjonalnie:

- ▶ Możliwość zakupu dedykowanego zaworu trójdrogowego z siłownikiem do realizacji funkcji c.w.u.

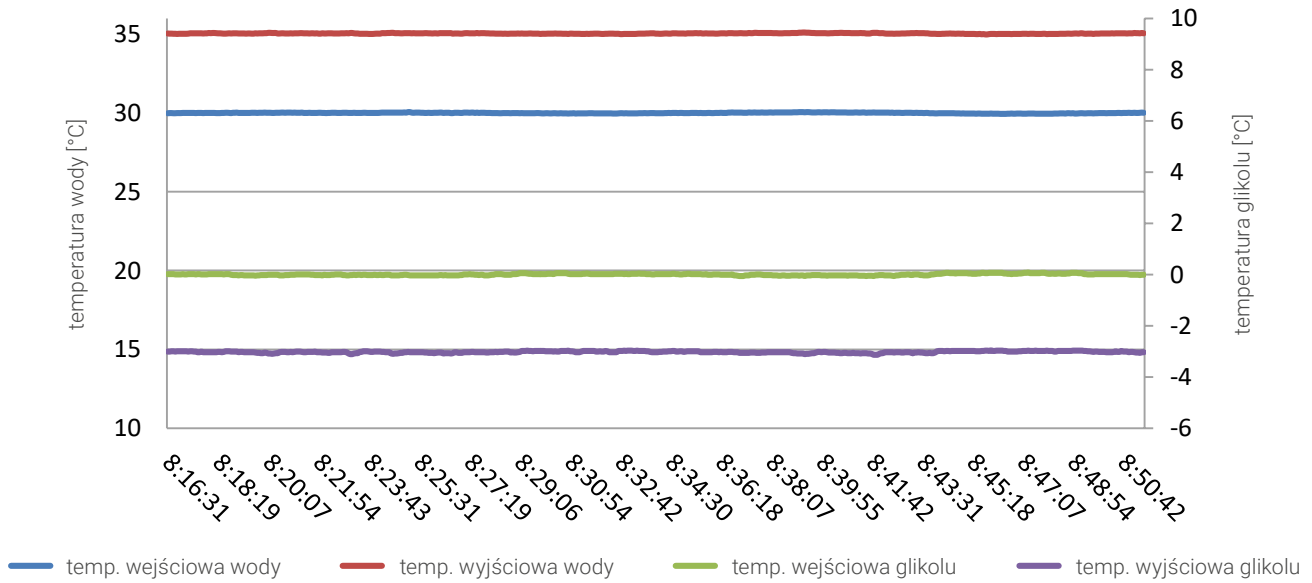
Maxima to pompa ciepła solanka-woda przeznaczona do współpracy z glikolowym wymiennikiem gruntowym. Wyposażona została w inteligentne sterowanie oraz wysokiej klasy komponenty. Zastosowano sprężarkę typu scroll dedykowaną dla pomp ciepła. Charakteryzuje się ona wysoką wydajnością i żywotnością, a także niskim poziomem hałasu i wibracji. W modelach Maxima 7-16 GT stosowana jest standardowa sprężarka scroll, natomiast w modelach Maxima 20-42 GT zastosowano sprężarkę scroll 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 przełączają przez urządzenie glikol oraz wodę. W modelach 7-16 GT są one zabudowane w urządzeniu, natomiast w modelach 20-42 GT są elementem zewnętrznym, lecz dostarczany w standardzie wraz z urządzeniem. Elektroniczny zawór rozprężny precyzyjnie reguluje pracę urządzenia, by maksymalnie wykorzystać potencjał energii zgromadzonej w gruncie. Wydłuża też żywotność sprężarki nie dopuszczając do sytuacji, w której wprowadzimy do niej nieodparowany czynnik chłodniczy. Maxima 7-16 GT wyposażona jest w trójdrogowy zawór przełączający c.w.u., co umożliwi 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.

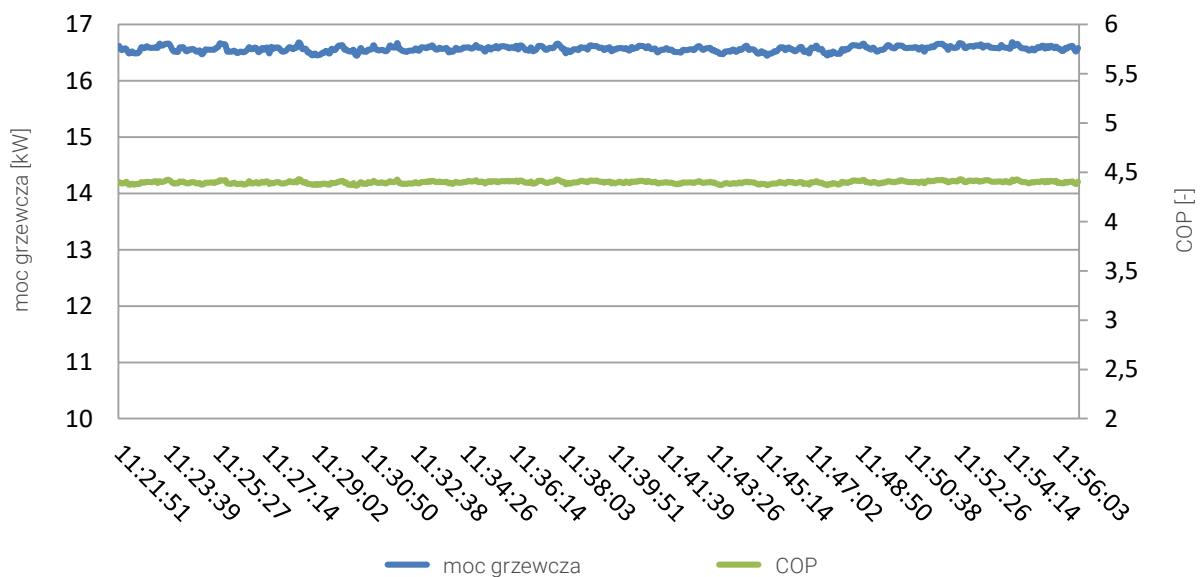


Rys. 40. Pompa ciepła Maxima 7-16 GT - budowa wewnętrzna

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 16 GT z przeprowadzonych badań (aplikacja niskotemperaturowa - W35).

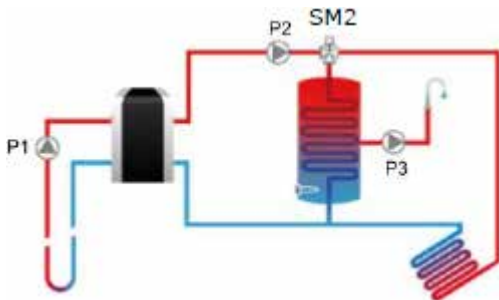


Wykres 27. Przykładowy cykl pomiarowy - Maxima 16 GT (BOW35)

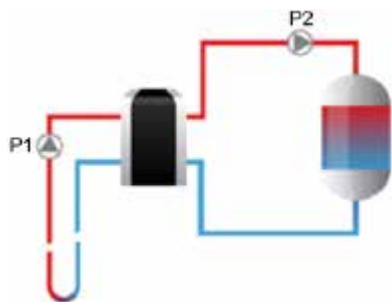


Wykres 28. Przykładowy cykl pomiarowy - Maxima 16 GT (BOW35)

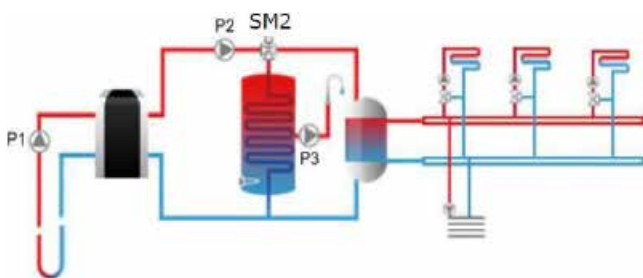
Sterownik pompy ciepła Maxima to ecoTRONIC100-G, obsługuje on kilka podstawowych wariantów instalacji. Użytkownik ma do wyboru trzy podstawowe warianty sterowania:



Pompa ciepła może zasilać bezpośrednio instalację ogrzewania podłogowego oraz węzłownicę 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 obiegu dolnego źródła- zabudowana w urządzeniu.



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 obiegu 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 tejże 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. 41. Pompa ciepła Maxima Compact

Charakterystyka pompy ciepła Maxima Compact:

- ▶ Najwyższa klasa energetyczna: A+++.
- ▶ Wysokie COP: do 4,5 (B0W35).
- ▶ Niezawodna sprężarka typu Scroll.
- ▶ Kompaktowa budowa- możliwość grzania pomieszczeń i wody użytkowej w zbiorniku c.w.u. ze stali nierdzewnej zabudowanym w jednej obudowie z pompą ciepła
- ▶ System pogodowy dopasowuje parametry pracy pompy do warunków atmosferycznych.
- ▶ Możliwość ustawienia harmonogramu pracy zarówno pompy ciepła jak i pompy cyrkulacyjnej.
- ▶ Możliwość sterowania pompą cyrkulacyjną, obiegami grzewczymi.
- ▶ Elektroniczny zawór rozprężny maksymalizujący wydajność.
- ▶ Stała wydajność w czasie całego sezonu grzewczego.
- ▶ Wykorzystuje Odnawialne Źródło Energii.
- ▶ Kwalifikuje się do dofinansowania.

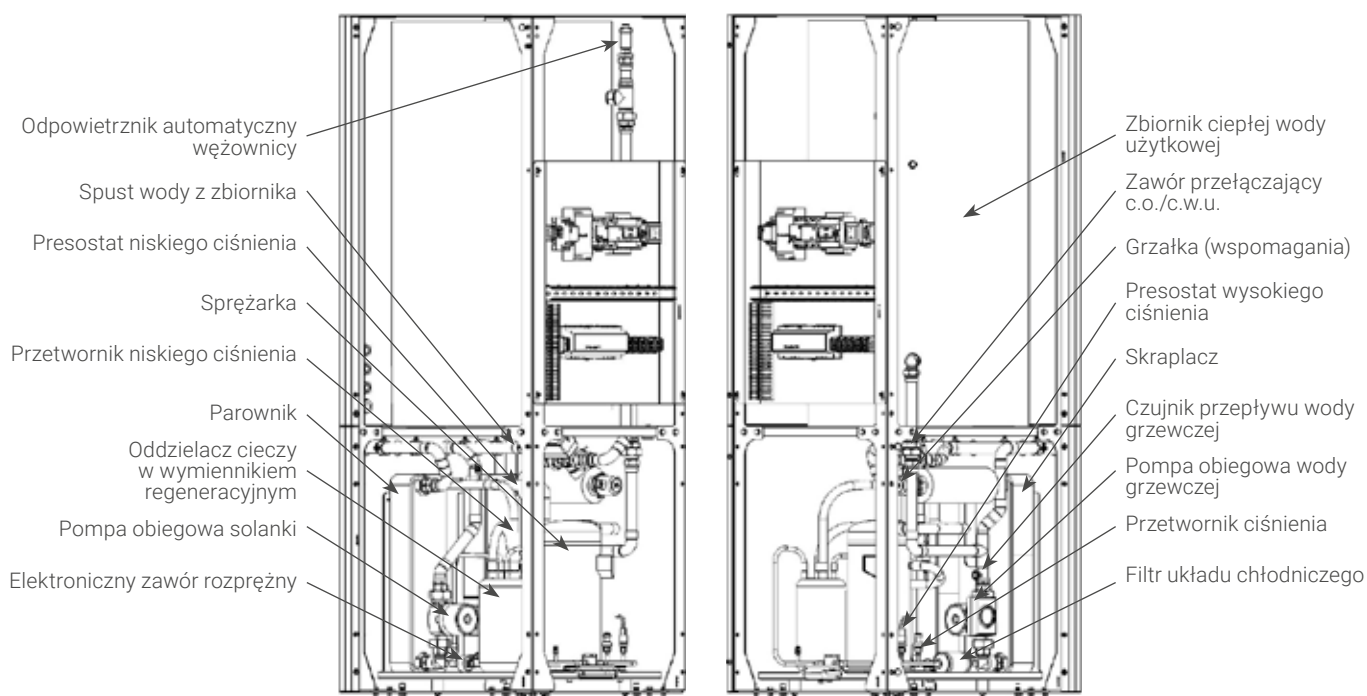
W standardzie z urządzeniem:

- ▶ Kompletny zestaw czujników temperatury.
- ▶ Moduł internetowy do zdalnego sterowania pracą urządzenia.
- ▶ Zbiornik c.w.u. ze stali nierdzewnej 316L zabudowany w urządzeniu.
- ▶ Soft Start (łagodny rozruch sprężarki), który zapewnia wydłużoną żywotność urządzenia i ciche uruchamianie.
- ▶ Elektroniczne pompy obiegowe zabudowane w urządzeniu.
- ▶ Przełączający zawór trójdrogowy do realizacji c.w.u. zabudowany w urządzeniu.
- ▶ Inteligentne sterowanie kolorowym panelem dotykowym 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 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 zgromadzonej 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.



Rys. 42. Pompa ciepła Maxima Compact 7-12 GT - budowa wewnętrzna

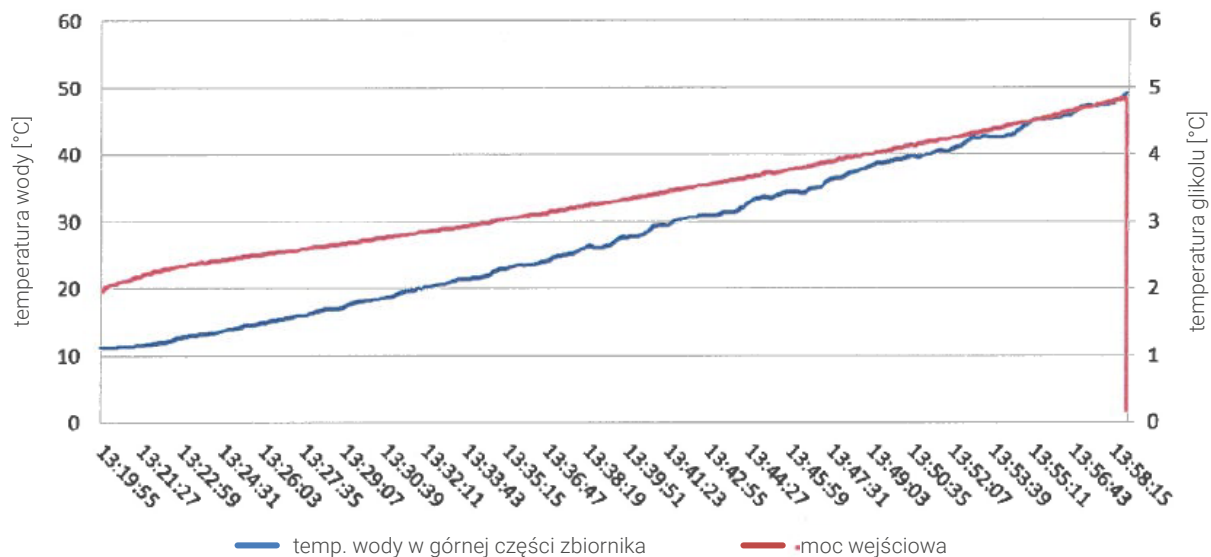
Tabela 21. Parametry zbiornika pompy ciepła Maxima Compact

specyfikacja	j.m.	wartość
materiał	-	stal nierdzewna 316L
pojemność nominalna	l	170
pojemność magazynowa*	l	145
pojemność węzownicy	l	17,7
ilość węzownic stalowych	szt.	1
powierzchnia wymiennika (węzownicy)	m ²	3,6
max. ciśnienie pracy zbiornika	MPa	0,6
max. ciśnienie węzownicy	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 29. 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 7-16 GT i Maxima Compact 7-12 GT wyposażona została w grzałkę elektryczną do ewentualnego wspomaganie pracy pompy ciepła w okresach wzmożonego zapotrzebowania na ciepło. Użytkownik ma możliwość ustawienia zezwolenia na jej pracę 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	16 GT	20 GT	28 GT	34GT	42 GT
sprężarka	scroll (spiralna) ZH				scroll (spiralna) ZH z EVI			
parownik	płytkowy							
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				-			

Tabela 23. Główne komponenty pompy ciepła Maxima Compact

część	Maxima Compact		
	7 GT	10 GT	12 GT
sprężarka	scroll (spiralna) ZH		
parownik	płytkowy		
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		



Rys. 43. Pompa obiegowa UPM3 FLEX AS

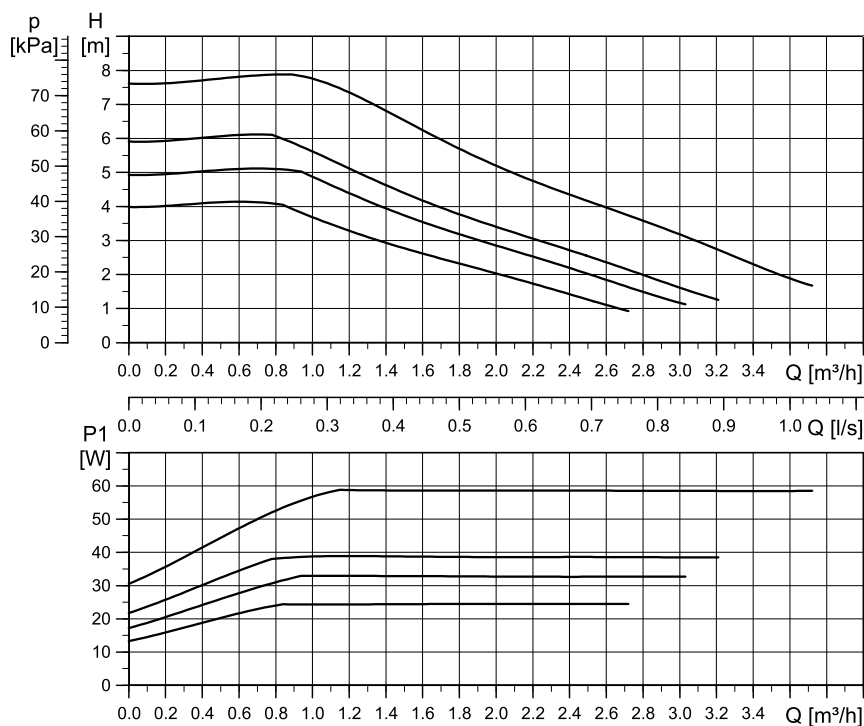
Modele Maxima 7 GT-12 GT i Maxima Compact 7-12 GT zostały wyposażone w pompę obiegową FLEX AS sterowaną sygnałem PWM. Aby utrzymać odpowiednie różnice temperatur w skraplaczu pompy ciepła, sterownik podaje odpowiedni sygnał PWM przez co prędkość pompy zależnie od potrzeb zostaje zmniejszona lub zwiększona. 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 wyznaczeniu COP pompy ciepła. Nie należy zatem dodatkowo uwzględniać go przy tworzeniu symulacji kosztów eksploatacyjnych.



Wykres 30. Charakterystyki pompy obiegowej UPM3 25-75 Flex AS 130



Rys. 44. Pompa obiegowa UPML GEO

Przepływ przez skraplacz w modelu Maxima 16 GT oraz parownik w modelach 7-16 GT zapewnia, również sterowana sygnałem PWM, elektroniczna pompa obiegowa - UPML GEO 25-105 130 PWM. Niskie zużycie energii zapewnia najwyższą klasę energetyczną (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 16 GT oraz pobór mocy pompy obiegowej (UPML GEO 25-105 130 PWM)

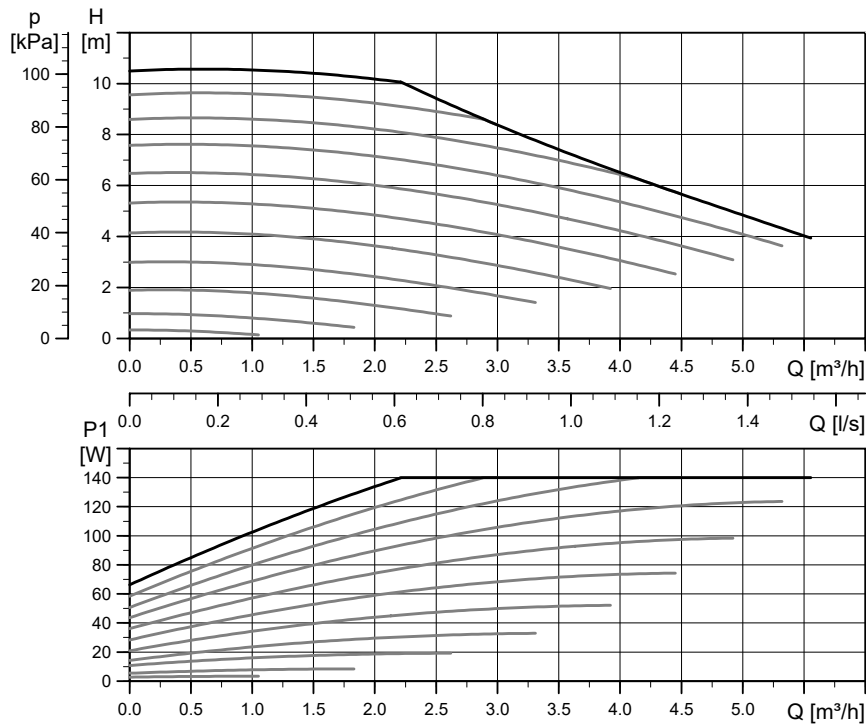
specyfikacja	Maxima 16 GT
nominalny przepływ wody przez skraplacz [m ³ /h]	2,85
nominalny pobór mocy pompy obiegowej* [W]	80

* 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 7-16 GT 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 16 GT
nominalny przepływ wody przez parownik [m ³ /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 31. Charakterystyki pompy obiegowej UPML GEO 25-105 130 PWM



Rys. 45. Pompa obiegowa Magna 3

Przytływ 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)

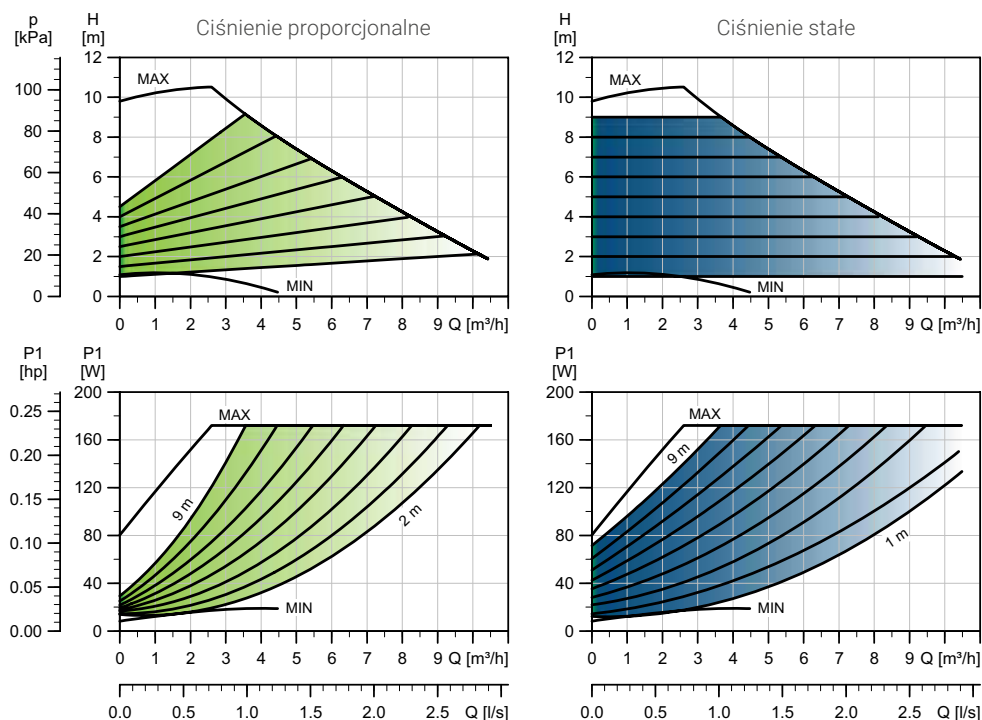
specyfikacja	Maxima 20 GT	Maxima 28 GT	Maxima 34GT
nominalny przepływ wody przez skraplacz [m³/h]	3,40	4,87	5,69
nominalny pobór mocy pompy obiegowej* [W]	60	100	120

* 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 32. Charakterystyki pompy obiegowej Magna 3 32-100

Przyływ w górnym i dolnym źródle (przez skraplacz i parownik) w modelu Maxima 42 GT zapewnią pompy obiegowe 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)

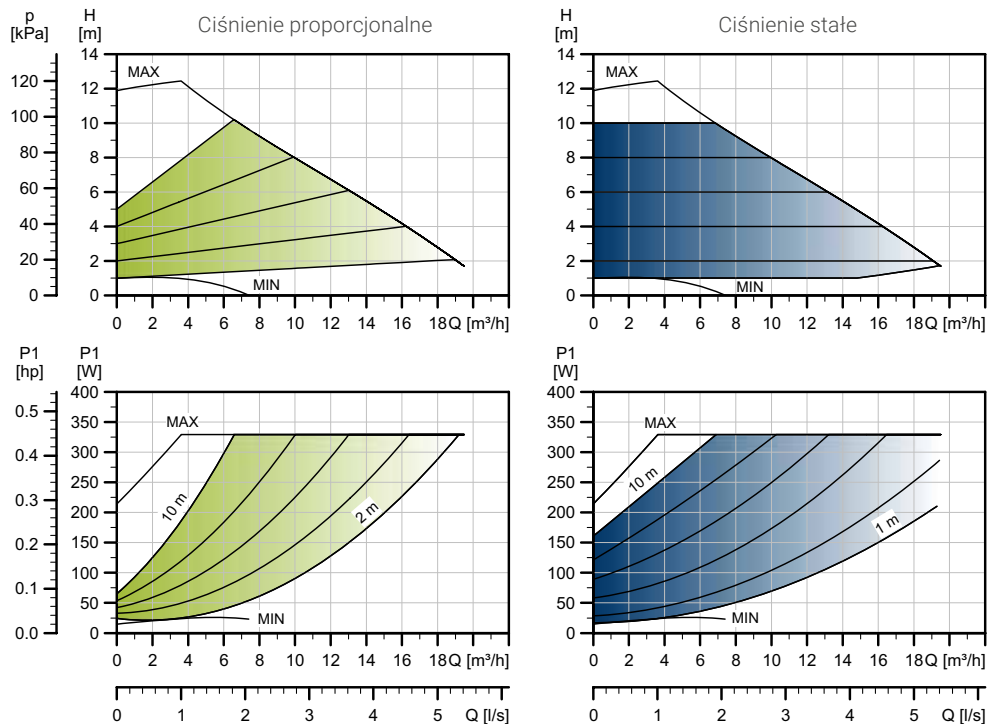
specyfikacja	Maxima 42 GT
nominalny przepływ wody przez skraplacz [m ³ /h]	7,16
nominalny pobór mocy pompy obiegowej* [W]	150

* 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 [m ³ /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 33. 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. Dane podstawowe pompy ciepła Maxima

specyfikacja		j.m.	Maxima							
			7 GT	10 GT	12 GT	16 GT	20 GT	28 GT	34GT	42 GT
moc grzewcza	B0W35 ¹	kW	7,25	9,85	12,50	16,57	19,60	28,10	32,85	41,30
COP		-	4,32	4,46	4,50	4,40	4,59	4,67	4,40	4,53
moc elektryczna	B0W55 ¹	kW	1,68	2,21	2,78	3,77	4,27	6,02	7,47	9,12
moc grzewcza		kW	6,85	9,23	11,80	15,48	20,10	28,15	34,10	41,91
COP	-	2,75	2,88	2,86	2,87	3,02	3,01	2,85	3,08	
moc elektryczna		kW	2,49	3,21	4,12	5,39	6,66	9,35	11,96	13,61
wymiary [wys. x szer. x gł.]	mm	1060 x 590 x 720				1105 x 730 x 925				
przyłącza hydrauliczne	-	1"	1"	1"	1"	5/4"	5/4"	6/4"	6/4"	
maksymalna temperatura glikolu	°C	20								
minimalna temperatura glikolu	°C	-5								
maksymalna temperatura zasilania	°C	60				65				
czynnik chłodniczy	-	R410A								
ilość czynnika	kg	2,1	2,4	2,7	2,9	4,0	5,5	6,0	7,0	
moc grzałki elektrycznej	kW	7				-				
moc akustyczna ²	dB	44,0	45,0	47,0	49,3	58,5	60,5	62,0	63,4	
ciężnienie akustyczne ³	dB	33,0	34,0	36,0	38,3	47,5	49,5	51,0	52,4	
napięcie i częstotliwość zasilania	V/Hz	400/50								
prąd rozruchowy (bez ogranicznika prądu rozruchowego)	A	43	52	62	75	101	118	140	174	
przybliżona wartość prądu rozruchowego przy zastosowaniu ogranicznika (soft start) ⁴	A	26	31	37	45	61	71	84	104	

¹ Wg EN-14511. ² Wg EN-12102. ³ W odległości 2 m. ⁴ Soft start stosowany jest w standardzie w pompach ciepła Maxima.

Tabela 32. Dane podstawowe pompy ciepła Maxima Compact

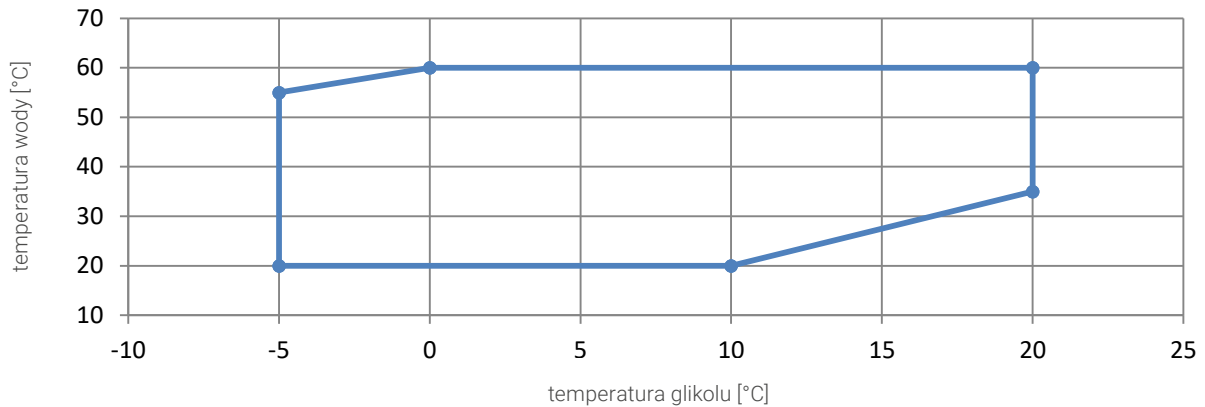
specyfikacja		j.m.	Maxima Compact		
			7 GT	10 GT	12 GT
moc grzewcza	B0W35 ¹	kW	7,25	9,85	12,50
COP ¹		-	4,32	4,46	4,50
moc elektryczna		kW	1,68	2,21	2,78
moc grzewcza	B0W55 ¹	kW	6,85	9,23	11,80
COP ¹		-	2,75	2,88	2,86
moc elektryczna		kW	2,49	3,21	4,12
COP (c.w.u.) ²		kW	2,66	2,11	2,52
wymiar [wys. x szer. x gł.]		mm	1840 x 630 x 760		
przyłącza hydrauliczne		-	1"	1"	1"
przyłącze hydrauliczne cyrkulacji c.w.u.		-	¾"		
maksymalna temperatura glikolu		°C	20		
minimalna temperatura glikolu		°C	-5		
maksymalna temperatura zasilania		°C	60		
czynnik chłodniczy		-	R410A		
ilość czynnika		kg	2,1	2,4	2,7
moc grzałki elektrycznej		kW	7		
moc akustyczna ³		dB	51,5	52,5	54,4
ciśnienie akustyczne ⁴		dB	40,5	41,5	43,4
profil poboru wody		-	L		
maksymalna objętość wody zmieszanej (V ₄₀) ²		l	199,7	192,8	198,4
temperatura referencyjna (O _{wH}) ²		°C	55,85	51,97	54,15
napięcie i częstotliwość zasilania		V/Hz	400/50		
prąd rozruchowy (bez ogranicznika prądu rozruchowego)		A	43	52	62
przybliżona wartość prądu rozruchowego przy zastosowaniu ogranicznika (soft start) ⁵		A	26	31	37

¹ Wg EN-14511. ² Wg EN-16147. ³ Wg EN-12102. ⁴ W odległości 2 m. ⁵ Soft start stosowany jest w standardzie w pompach ciepła Maxima.

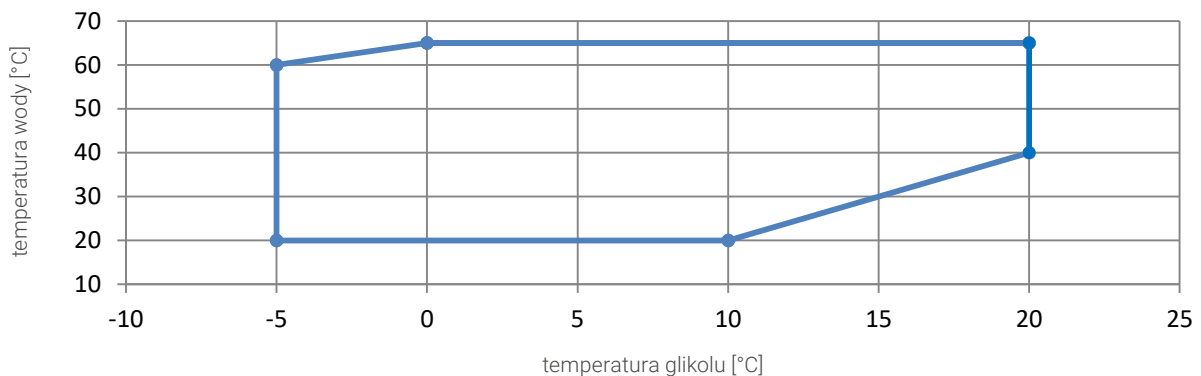
Poniżej przedstawiono obszar pracy urządzenia. Maksymalna i minimalna temperatura wody dotyczy zasilania obiegu grzewczego, czyli na wyjściu z pompy ciepła. Zakres temperatur glikolu wynosi od -5 do 20°C.

Tabela 33. Obszar pracy pompy ciepła Maxima i Maxima Compact

temp. glikolu [°C]	Maxima 7-16 GT / Maxima Compact 7-12 GT		Maxima 20-42 GT	
	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 34. Obszar pracy pompy ciepła Maxima 7-16 GT / Maxima Compact 7-12 GT



Wykres 35. Obszar pracy pompy ciepła Maxima 20-42 GT

Wartość współczynnika COP, jak wcześniej już wspomiano, 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 34. Parametry energetyczne pomp ciepła Maxima / Maxima Compact

specyfikacja		j.m.	Maxima / Maxima Compact*								
			7 GT	10 GT	12 GT	16 GT	20 GT	28 GT	34GT	42 GT	
SCOP ¹	klimat umiarkowany (W35)	-	4,56	4,64	4,69	4,63	4,61	4,76	4,60	4,69	
η_s^1		%	174,3	177,7	179,6	177,0	176,3	182,5	176,1	179,6	
klasa energetyczna		-	A++	A++	A++	A++	A++	A++	A++	A++	A++
P _{designh}		kW	8,30	11,10	14,10	18,81	19,60	28,10	32,85	41,30	
SCOP ¹	klimat umiarkowany (W55)	-	3,33	3,42	3,45	3,59	3,75	3,79	3,63	3,79	
η_s^1		%	125,1	128,9	129,9	135,5	141,8	143,5	137,0	143,7	
klasa energetyczna		-	A++	A++	A++	A++	A++	A++	A++	A++	
P _{designh}		kW	7,97	10,54	13,45	17,68	22,27	31,75	38,19	46,84	
P _{designh}	klimat chłodny (W35)	kW	8,90	12,20	15,40	20,55	23,90	34,18	40,02	50,58	
	klimat chłodny (W55)	kW	8,50	11,50	14,70	19,33	23,03	32,25	38,88	47,48	
	klimat ciepły (W35)	kW	8,50	11,60	14,70	19,51	21,09	30,21	35,24	44,63	
	klimat ciepły (W55)	kW	8,10	10,90	13,90	18,32	20,10	28,15	34,10	41,91	

η_s Sezonowa efektywność ogrzewania pomieszczeń.

* Typoszerzeg Maxima Compact składa się z modeli 7, 10, 12 GT.

¹ Wg EN 14825.

Tabela 35. Parametry energetyczne pomp ciepła Maxima Compact w trybie podgrzewania wody użytkowej

specyfikacja	j.m.	Maxima Compact		
		7 GT	10 GT	12 GT
η_{wh}	%	112,43	88,97	106,03
roczne zużycie energii (AEC)	kWh	910,6	1150,7	965,6
klasa energetyczna (c.w.u.)	-	A	A	A

η_{wh} Efektywność energetyczna podgrzewania wody.

Tabela 36. Pozostałe informacje instalacyjne - Maxima

specyfikacja			Maxima							
			7 GT	10 GT	12 GT	16 GT	20 GT	28 GT	34GT	42 GT
zabezpieczenie elektryczne			C25	C25	C32	C32	C25	C25	C32	C40
kabel zasilający	rodzaj		5 x 4 mm ²							5 x 6 mm ²
	długość		3,5 mb							
przewód panelu sterującego	rodzaj		4 x 0,5 mm ²							
	długość ¹		2 mb							
czujnik temperatury (bufor, zbiornik c.w.u.)	rodzaj		2 x 0,5 mm ²							
	długość ²		5 mb							
czujnik temperatury (obieg grzewczy)	rodzaj		2 x 0,5 mm ²							
	długość ²		2 mb							
przewód (zawór przełączający trójdrogowy c.w.u.)	rodzaj		zawór zamontowany w pompie ciepła w standardzie				4 x 1 mm ²			
	długość						5 mb			
pompy obiegowe (górnego i dolnego źródła)	zasilanie	rodzaj	pompy obiegowe zabudowane w pompie ciepła w standardzie							3 x 1,5 mm ² (pompy obiegowe podłączyć przez styczniki)
		długość								5 mb
	sterowanie	rodzaj								2 x 0,5 mm ² (0-10 V)
		długość								5 mb

pompy obiegowe (obiegów grzewczych, cyrkulacyjna)	rodzaj	3 x 1,5 mm ² (dodatkowe pompy obiegowe należy podłączyć przez styczniki)		
stopień ochrony		IP24		
przyłącza hydrauliczne ³		1" mosiądz	5/4" mosiądz	6/4" mosiądz

¹ Istnieje możliwość przedłużenia przewodu do maksymalnie 30 m.

² Istnieje możliwość przedłużenia przewodu do maksymalnie 15 m.

³ Nie należy redukować średnicy wewnętrznej rury, gdyż powoduje to opory przepływu.

Tabela 37. Pozostałe informacje instalacyjne - Maxima Compact

specyfikacja		Maxima Compact		
		7 GT	10 GT	12 GT
zabezpieczenie elektryczne		C25	C25	C32
kabel zasilający	rodzaj	5 x 4 mm ²		
	długość	3,5 mb		
przewód panelu sterującego	rodzaj	4 x 0,5 mm ²		
	długość ¹	2 mb		
czujnik temperatury (bufor)	rodzaj	2 x 0,5 mm ²		
	długość ²	5 mb		
czujnik temperatury (zbiornik c.w.u.)	rodzaj	zamontowany w pompie ciepła		
	długość			
czujnik temperatury (obiegów grzewczych)	rodzaj	2 x 0,5 mm ²		
	długość ²	2 mb		
przewód (zawór przełączający trójdrogowy c.w.u.)	rodzaj	zawór zamontowany w pompie ciepła w standardzie		
	długość			
pompy obiegowe (górnego i dolnego źródła)	zasilanie	rodzaj	pompy obiegowe zabudowane w pompie ciepła w standardzie	
		długość		
	sterowanie	rodzaj		
		długość		
pompy obiegowe (obiegów grzewczych, cyrkulacyjna)		rodzaj	3 x 1,5 mm ² (dodatkowe pompy obiegowe należy podłączyć przez styczniki)	
stopień ochrony		IP24		
przyłącza hydrauliczne ³		1" mosiądz		
przyłącze hydrauliczne cyrkulacji c.w.u. ³		¾" stal nierdzewna		

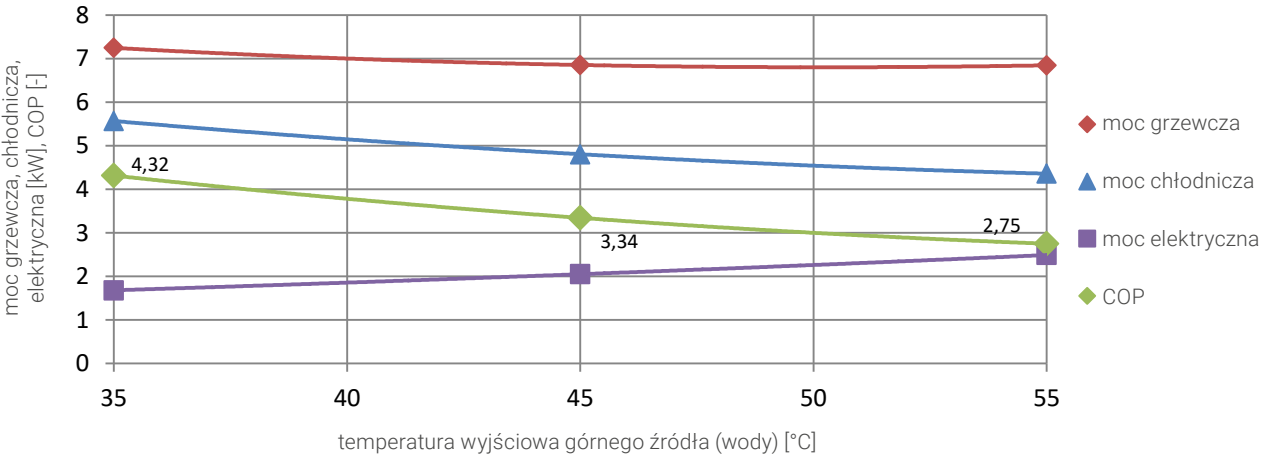
¹ Istnieje możliwość przedłużenia przewodu do maksymalnie 30 m.

² Istnieje możliwość przedłużenia przewodu do maksymalnie 15 m.

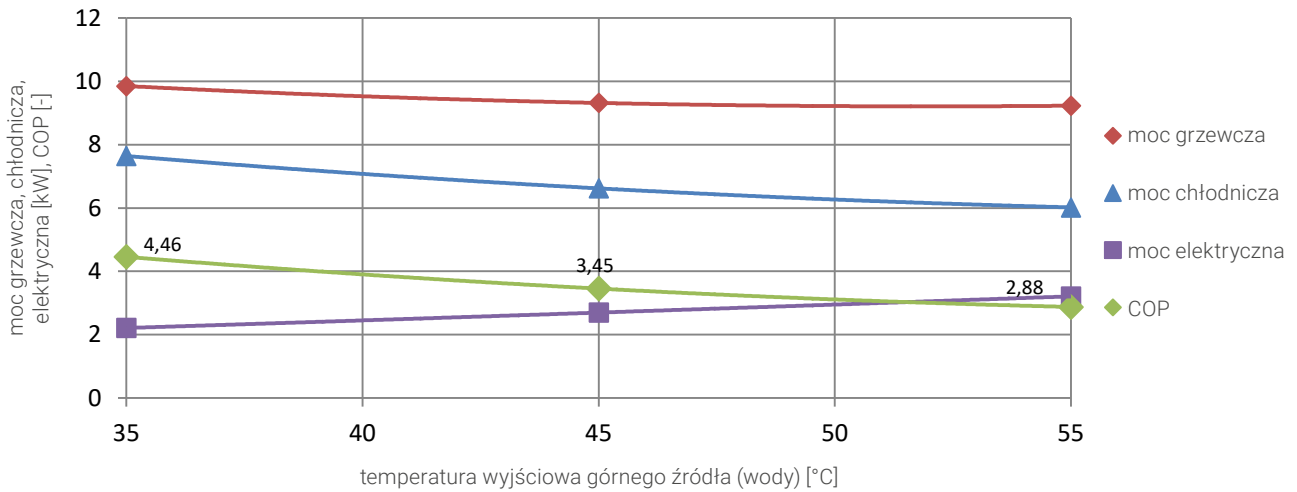
³ Nie należy redukować średnicy wewnętrznej rury, gdyż powoduje to opory przepływu.

4.2.4. Charakterystyki pomp ciepła Galmet - Maxima i Maxima Compact

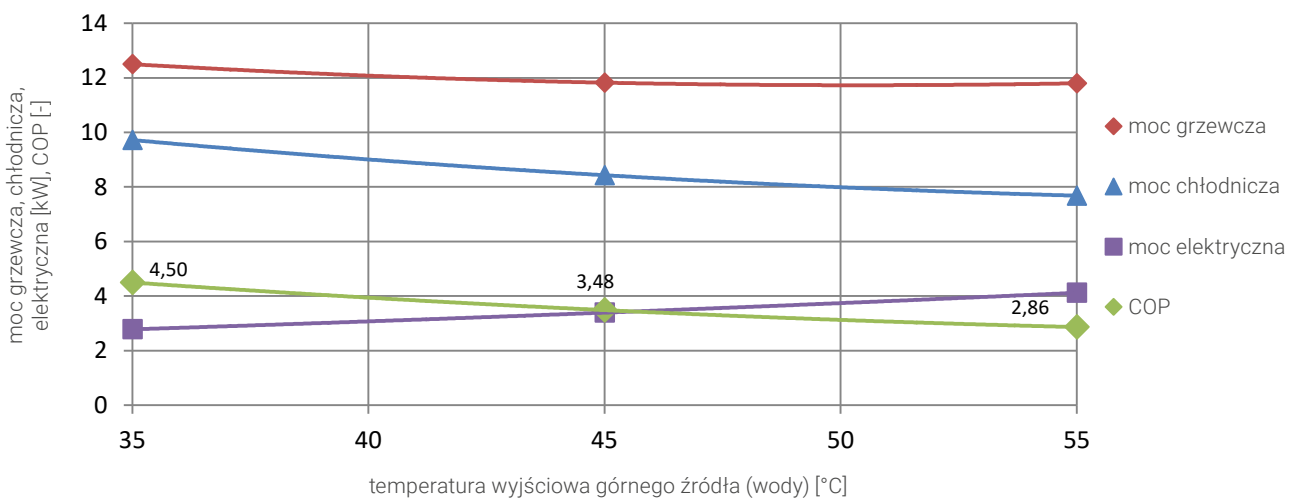
Dla każdej jednostki typoszeregu stworzono charakterystyki przy stałej temperaturze glikolu: 0°C oraz zmiennej temperaturze wody na wyjściu z pompy ciepła. Temperatura zasilania 35°C odnosi się do zastosowań niskotemperaturowych (ogrzewanie podłogowe), natomiast 55°C do zastosowań wysokotemperaturowych (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.



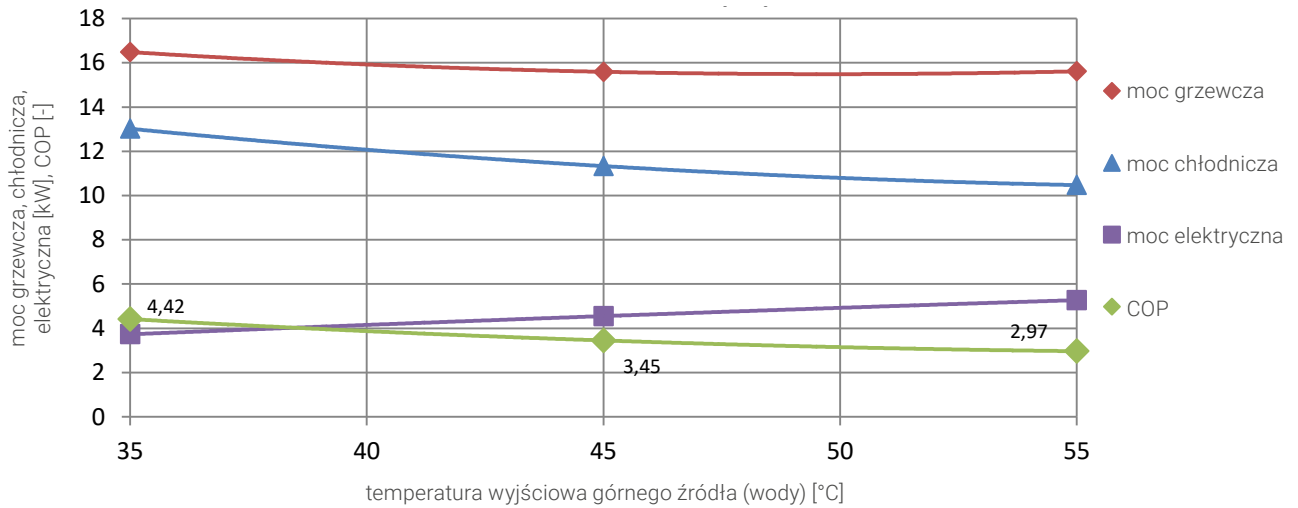
Wykres 36. Charakterystyka Maxima 7 GT i Maxima Compact 7 GT (B0)



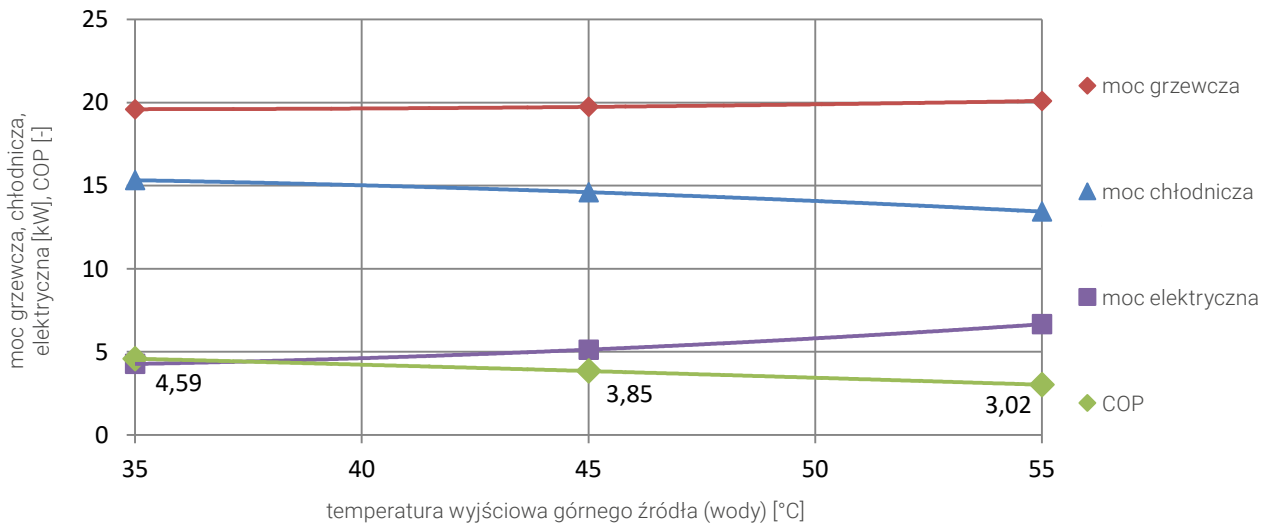
Wykres 37. Charakterystyka Maxima 10 GT i Maxima Compact 10 GT (B0)



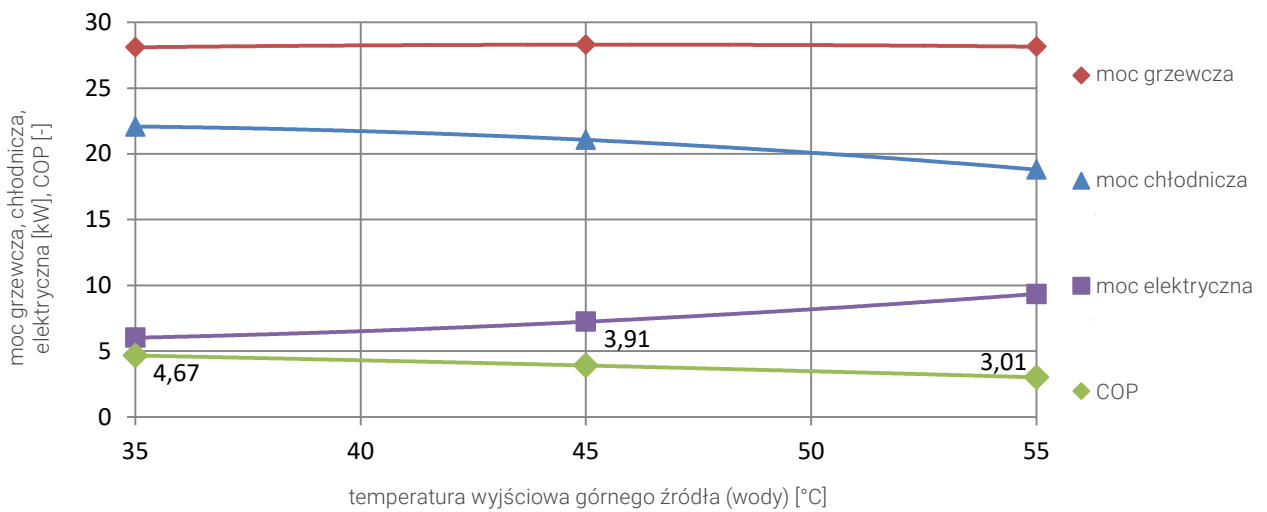
Wykres 38. Charakterystyka Maxima 12 GT i Maxima Compact 12 GT (B0)



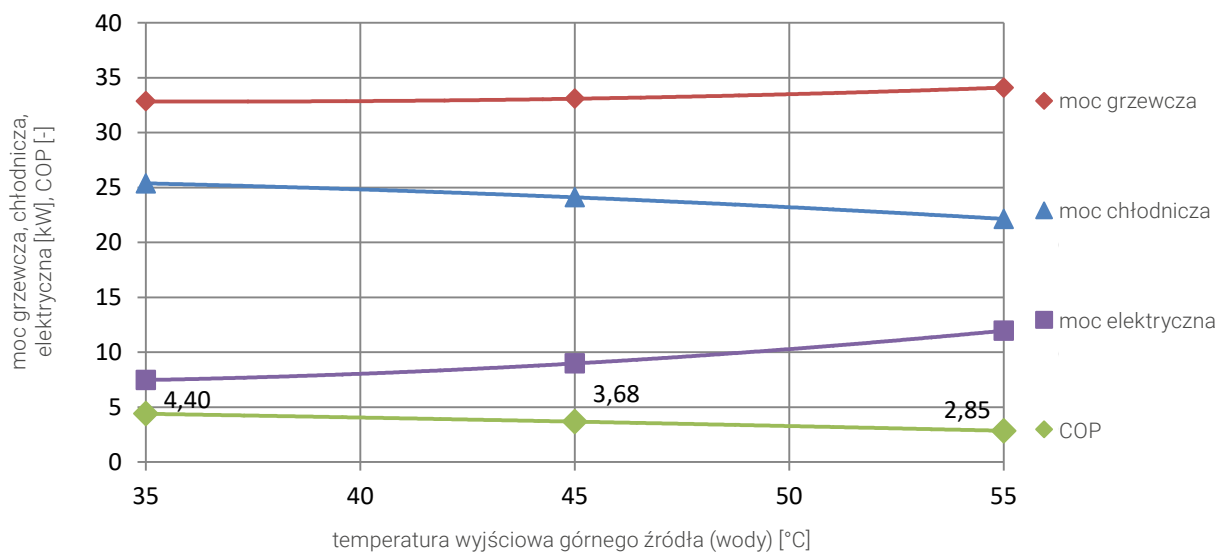
Wykres 39. Charakterystyka Maxima 16 GT (B0)



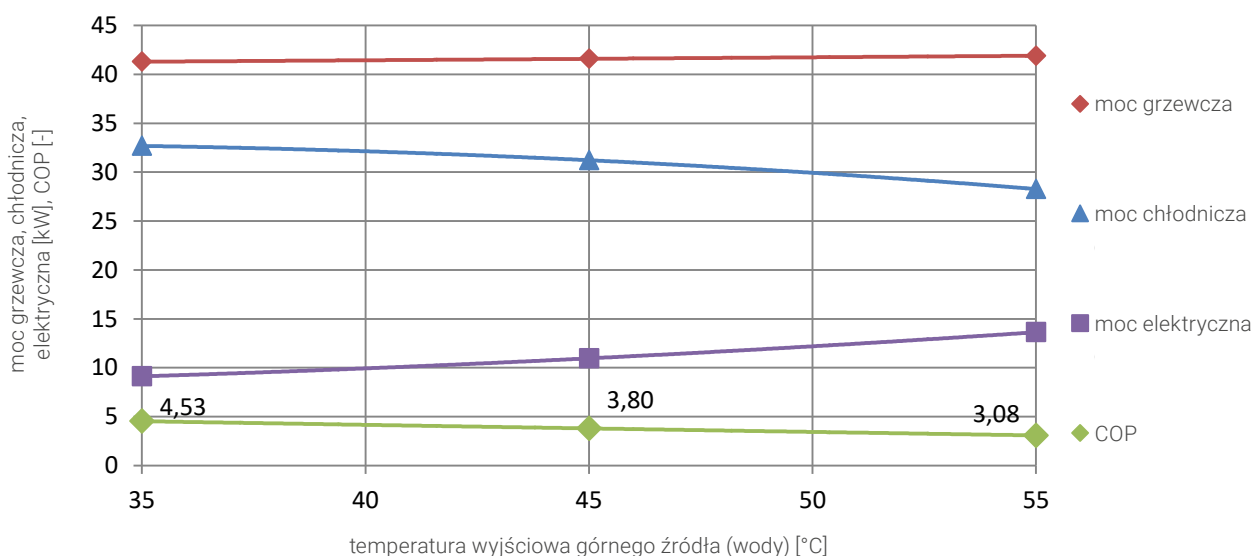
Wykres 40. Charakterystyka Maxima 20 GT (B0)



Wykres 41. Charakterystyka Maxima 28 GT (B0)



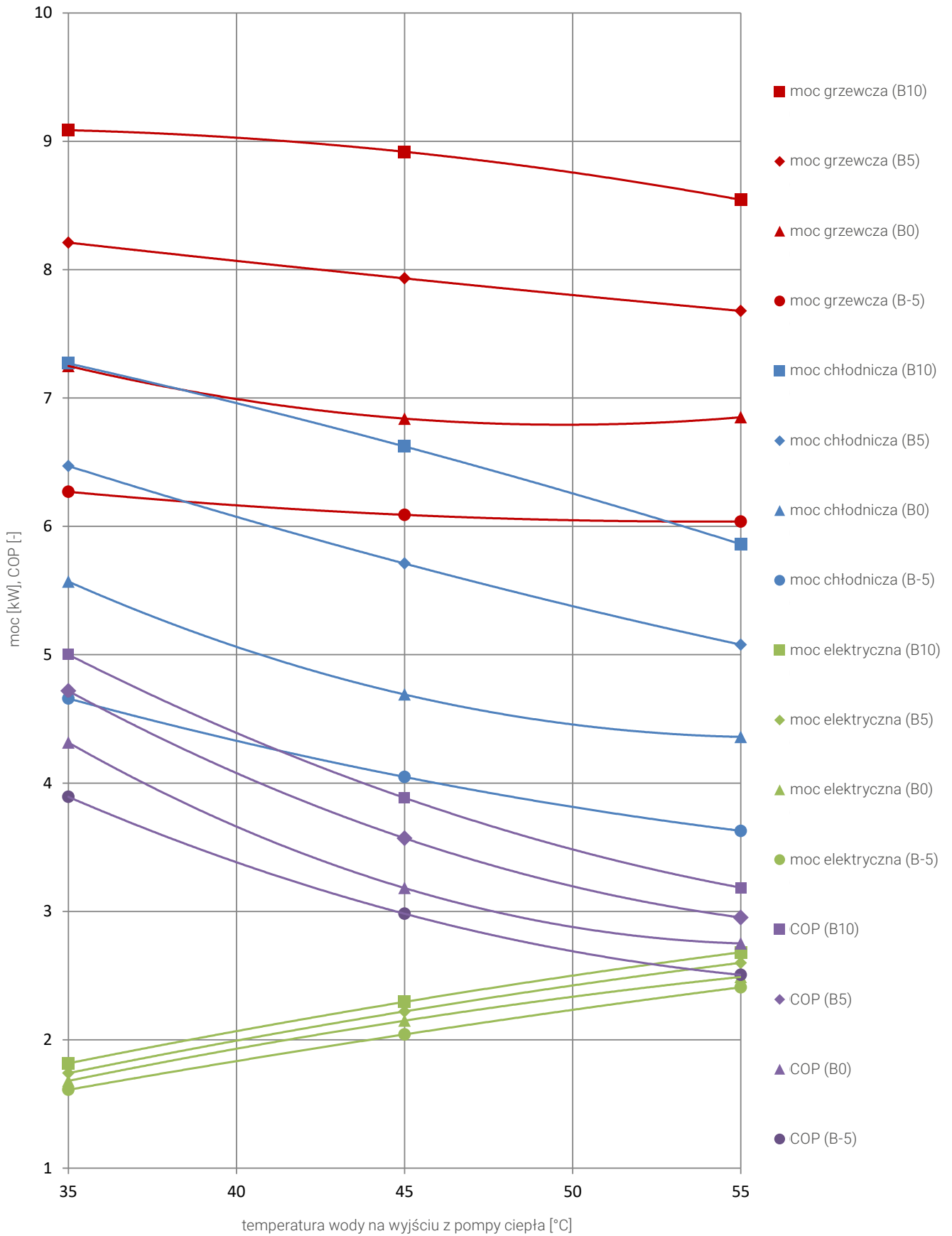
Wykres 42. Charakterystyka Maxima 34GT (B0)



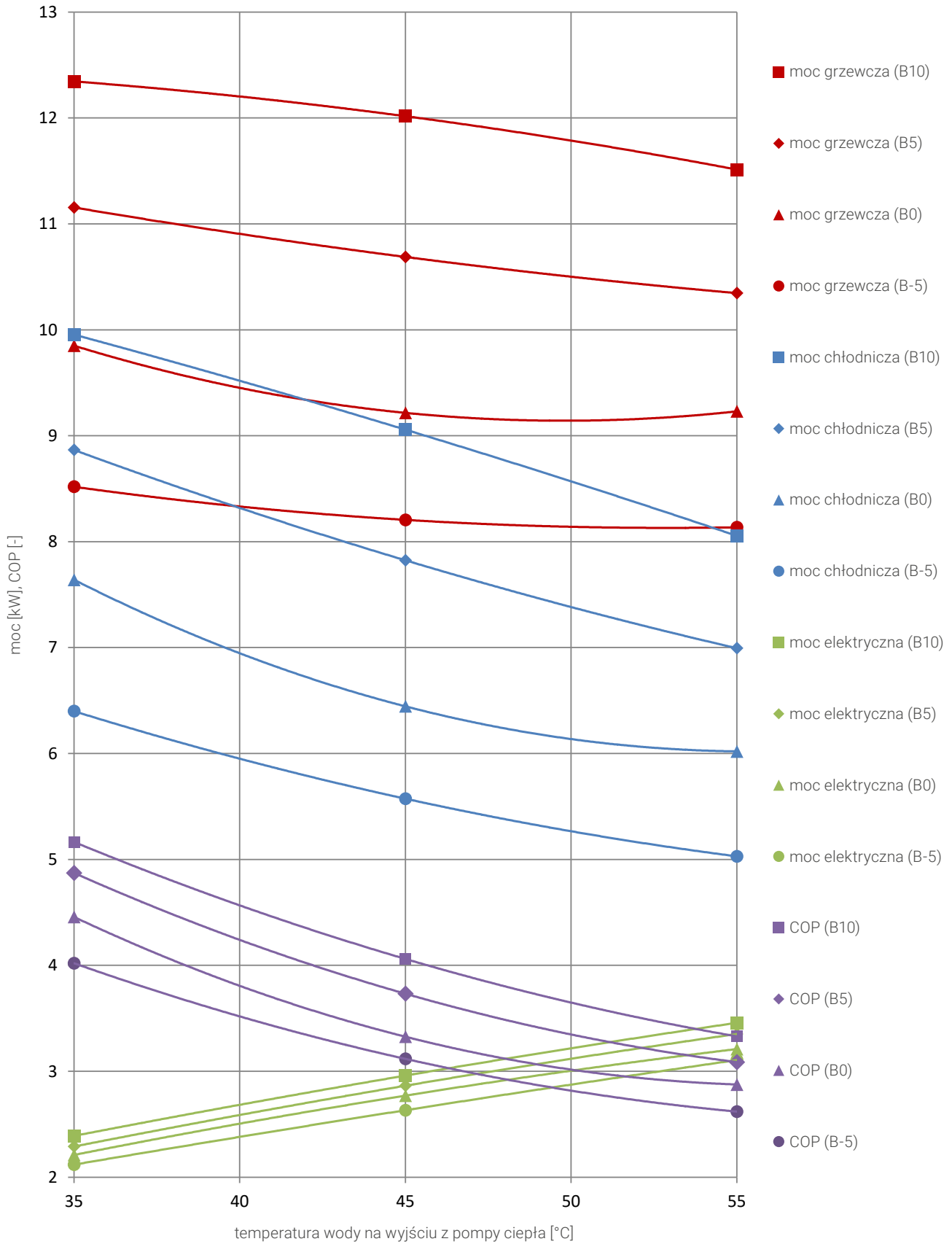
Wykres 43. Charakterystyka Maxima 42 GT (B0)

Warto zwrócić uwagę na różnice w charakterystykach modeli 7-16 GT, 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.

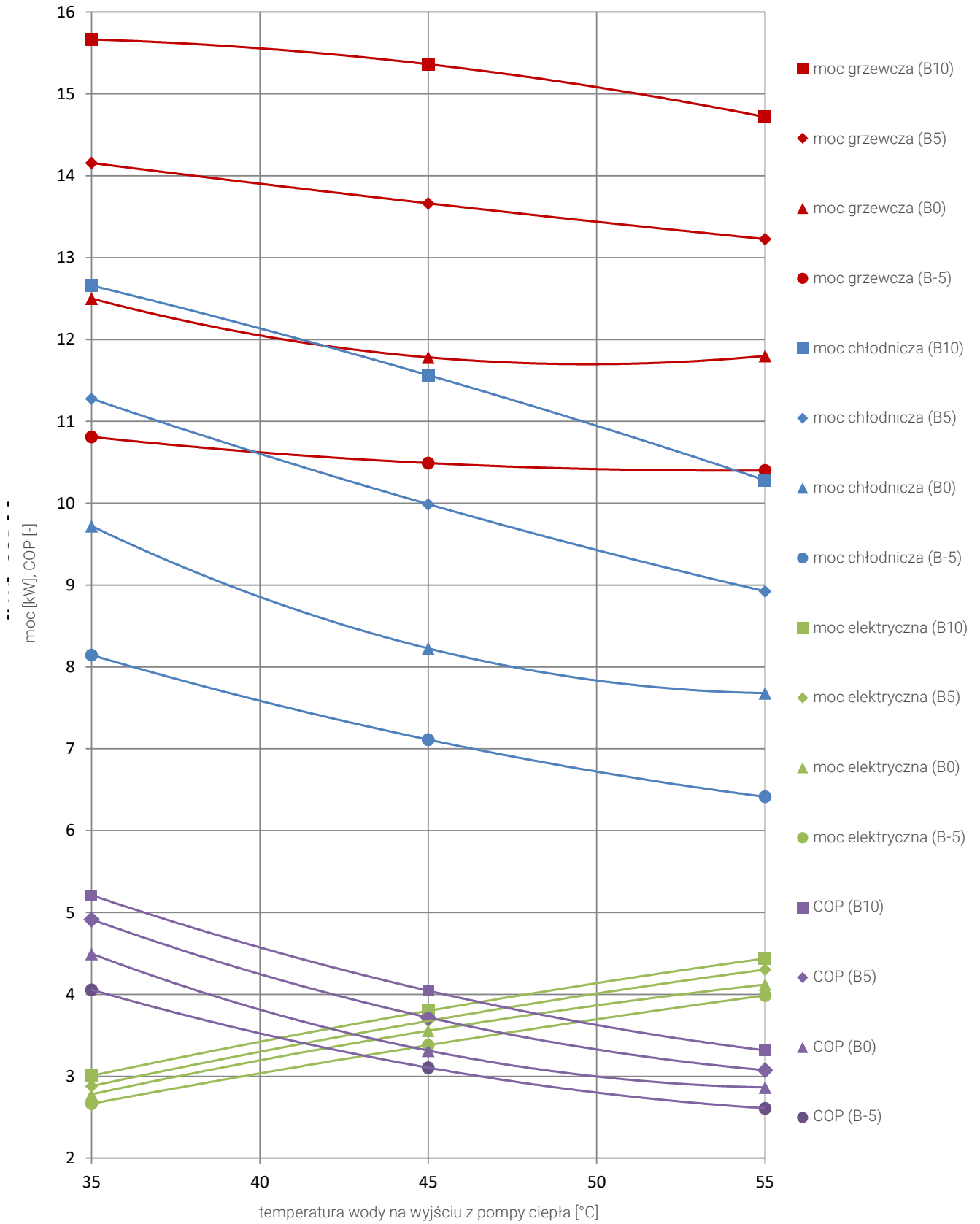
Standardowo pompy ciepła bada się zgodnie z normą przy temperaturze glikolu 0°C (na wejściu do pompy ciepła), lecz w rzeczywistości temperatura ta jest zmienna w ciągu całego roku, a zainstalowana pompa ciepła rzadko pracuje w warunkach znamionowych. Osiągana temperatura zależy od rodzaju gruntu i jego 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: 10, 5, 0, -5°C.



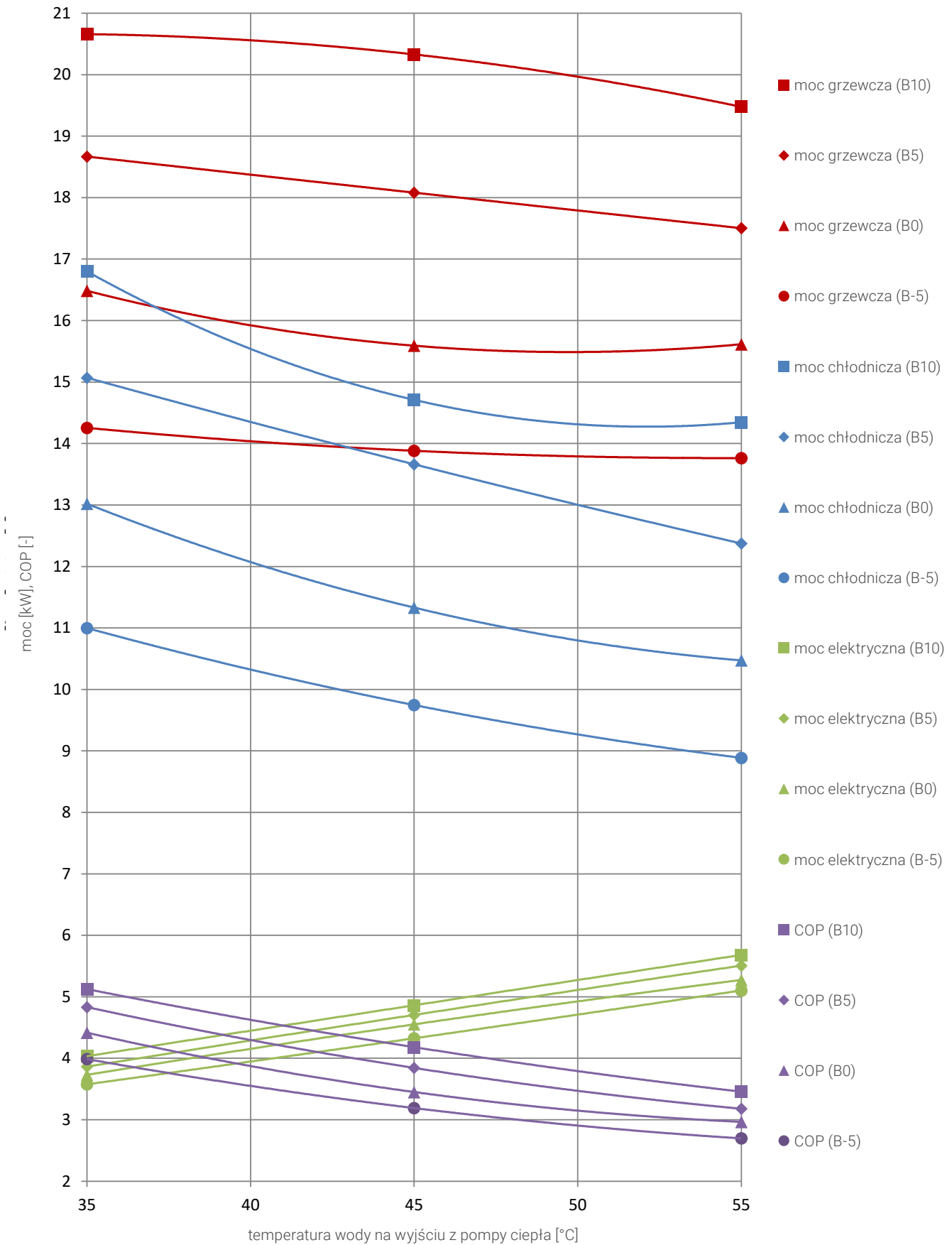
Wykres 44. Charakterystyka pompy ciepła Maxima 7 GT i Maxima Compact 7 GT dla temperatur glikolu: -5, 0, 5, 10°C



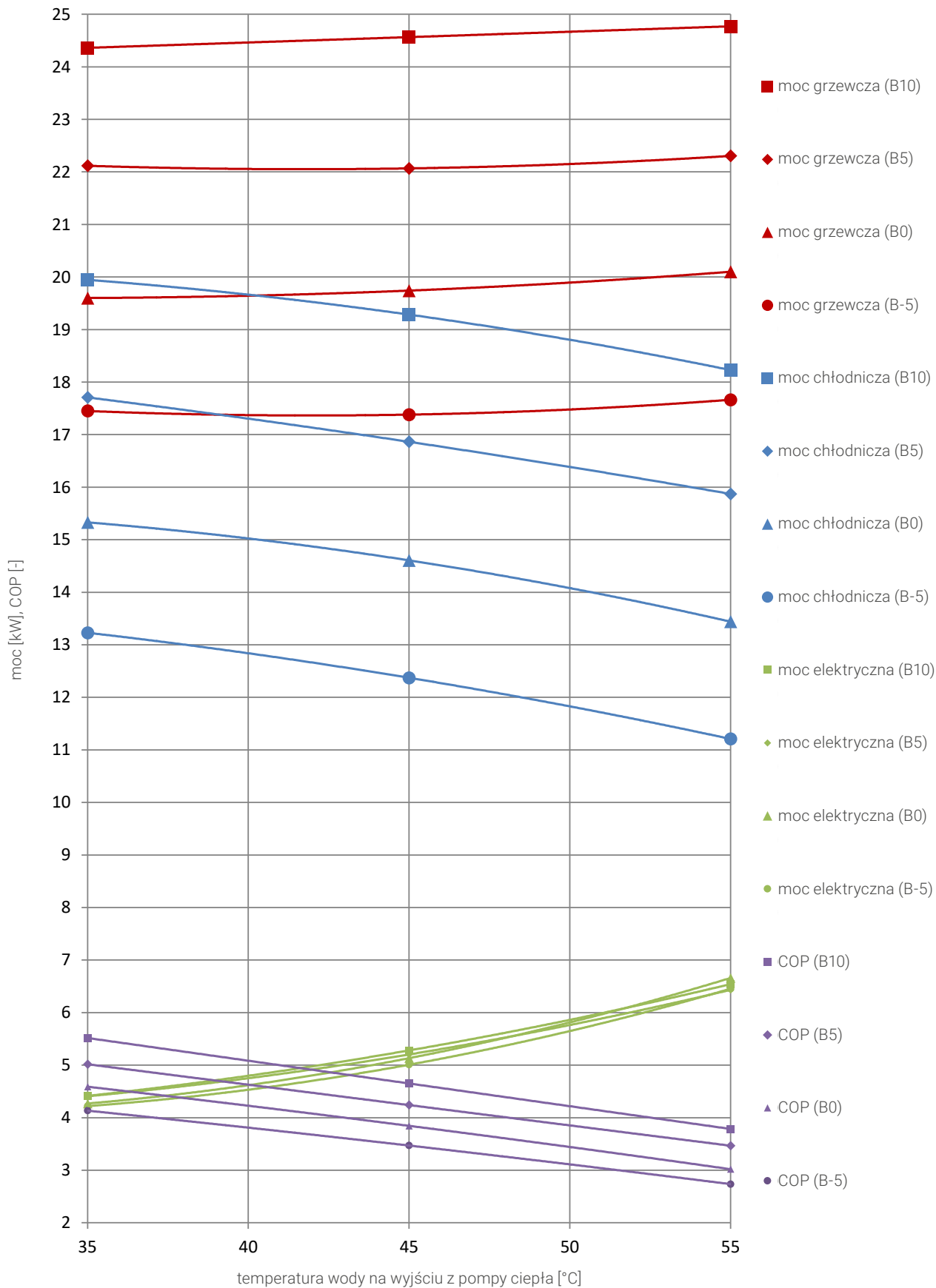
Wykres 45. Charakterystyka pompy ciepła Maxima 10 GT i Maxima Compact 10 GT dla temperatur glikolu: -5, 0, 5, 10°C



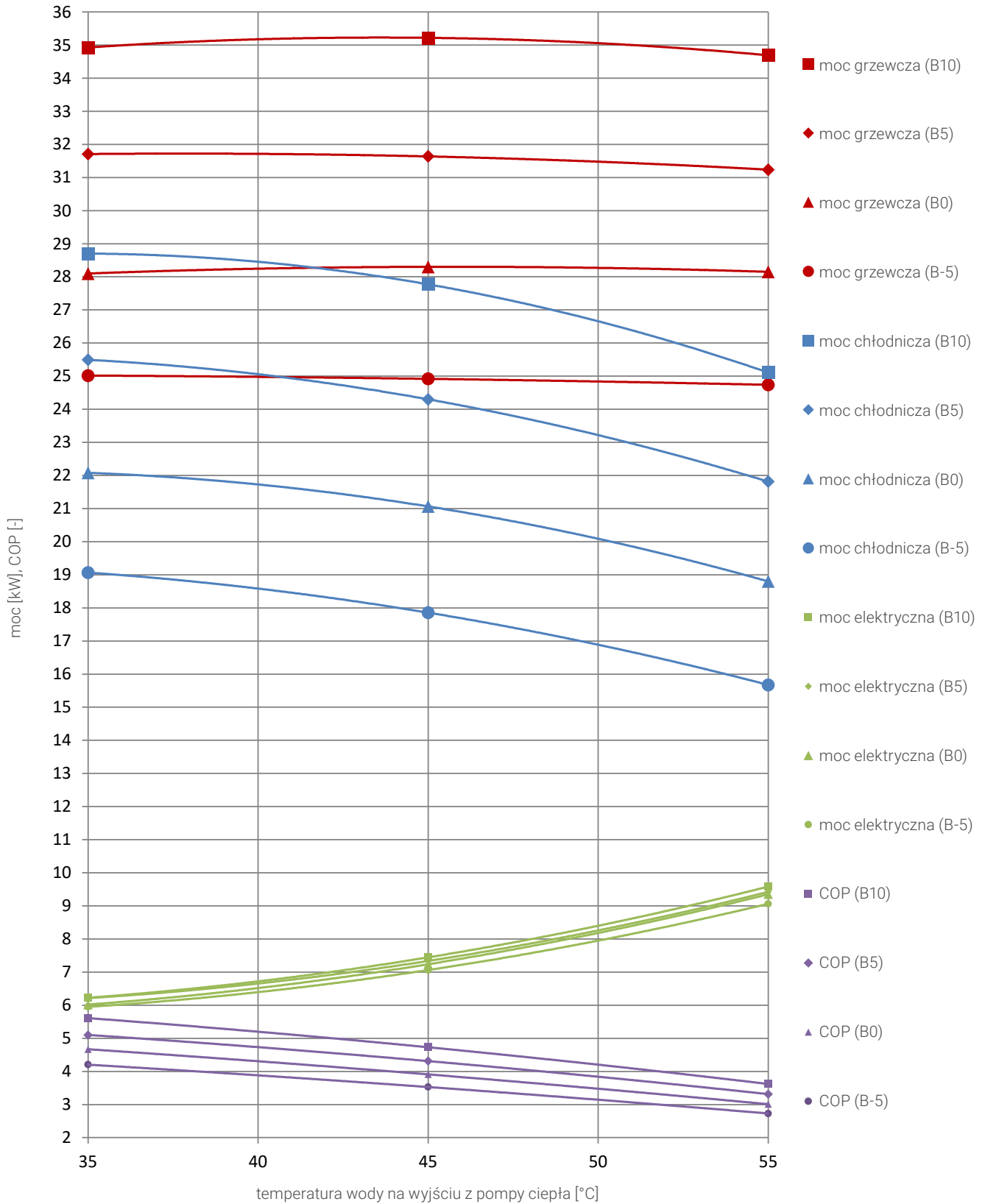
Wykres 46. Charakterystyka pompy ciepła Maxima 12 GT i Maxima Compact 12 GT dla temperatur glikolu: -5, 0, 5, 10°C



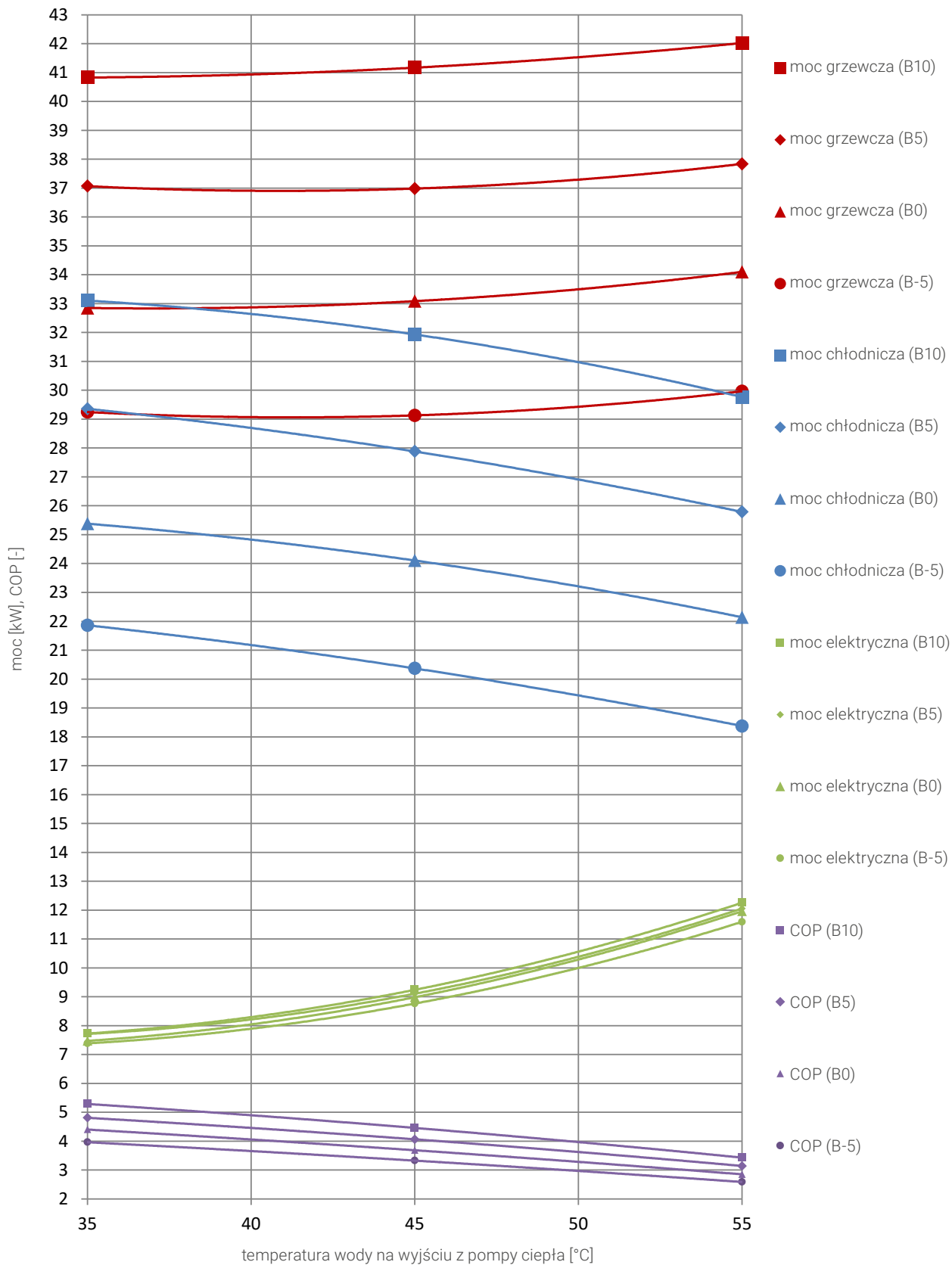
Wykres 47. Charakterystyka pompy ciepła Maxima 16 GT dla temperatur glikolu: -5, 0, 5, 10°C



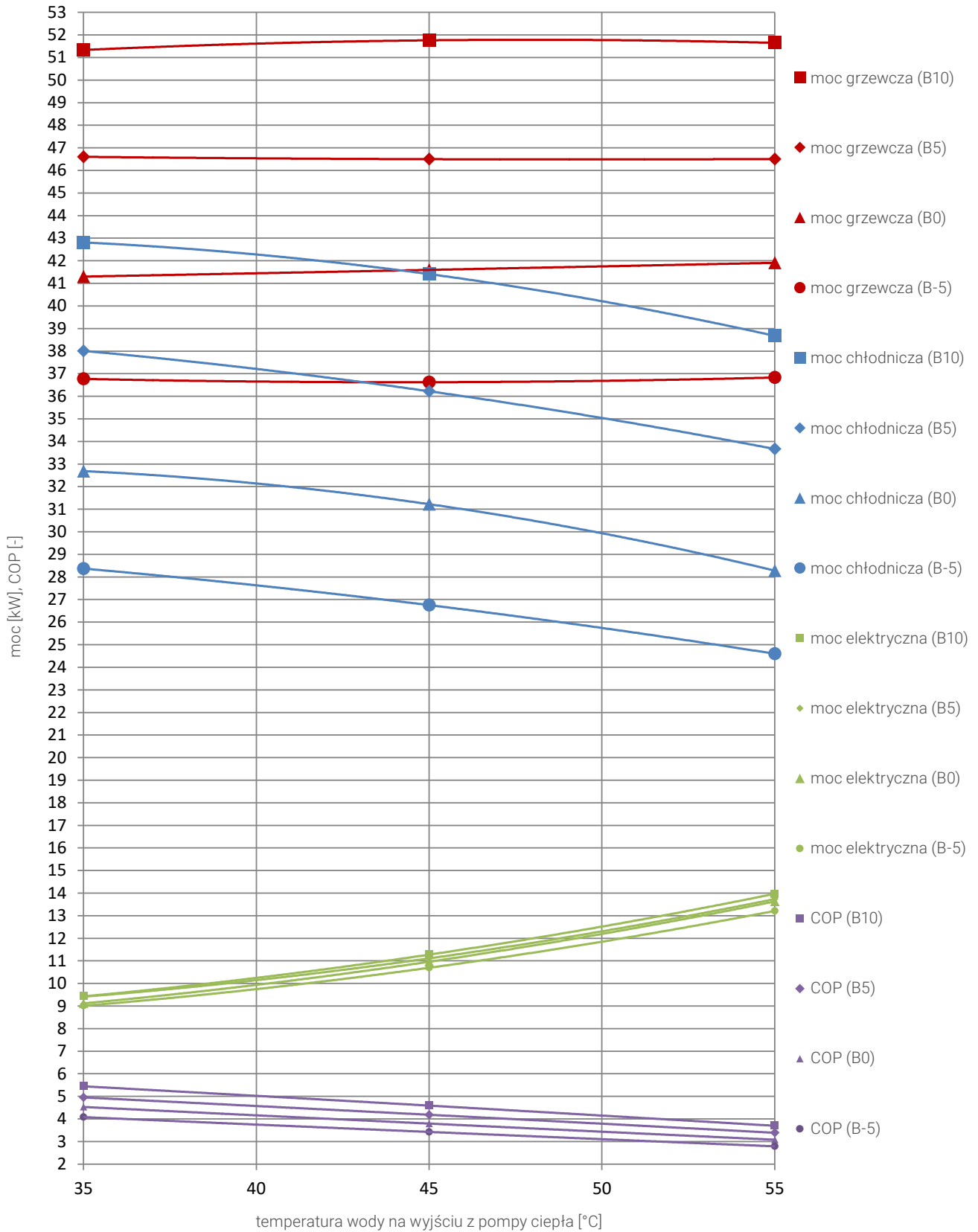
Wykres 48. Charakterystyka pompy ciepła Maxima 20 GT dla temperatur glikolu: -5, 0, 5, 10°C



Wykres 49. Charakterystyka pompy ciepła Maxima 28 GT dla temperatur glikolu: -5, 0, 5, 10°C



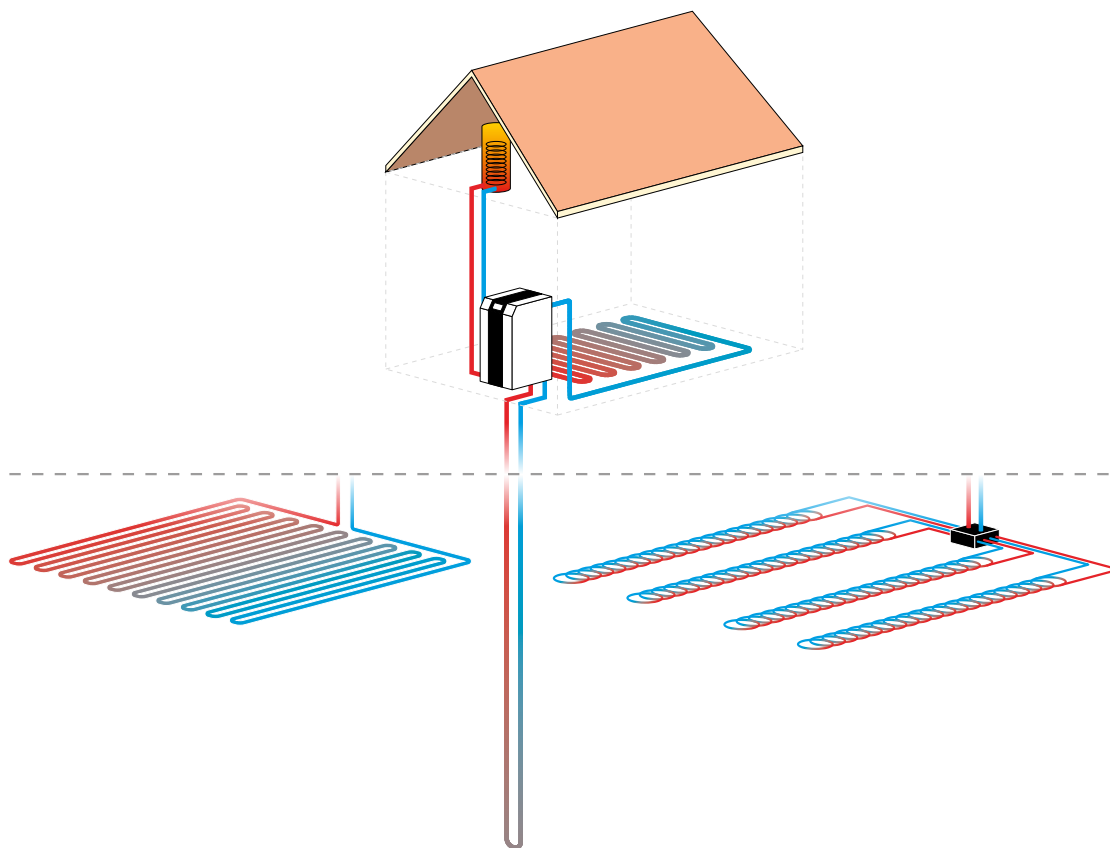
Wykres 50. Charakterystyka pompy ciepła Maxima 34GT dla temperatur glikolu: -5, 0, 5, 10°C



Wykres 51. 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. 46. 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 38. Wymagane dokumenty przy wykonywaniu odwiertu

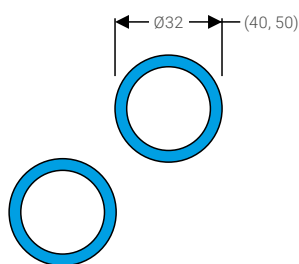
głębokość odwiertu [m]	projekt robót geologicznych		plan ruchu zakładu górniczego	
	poza obszarem górniczym	na obszarze górniczym	poza obszarem górniczym	na obszarze górniczym
≤ 30	nie	tak	nie	nie
≤ 100	tak	tak	nie	tak
> 100	tak	tak	tak	tak

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

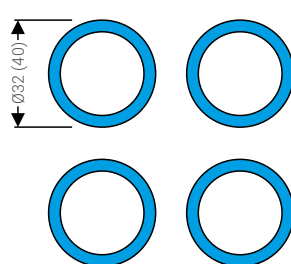
Wyróżnia się trzy podstawowe rodzaje wymienników wprowadzanych do odwiertów:

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

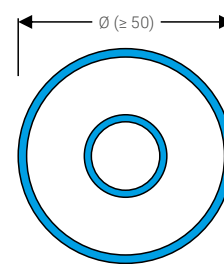
A) Wymiennik ciepła: pojedyncza U-rura



B) Wymiennik ciepła: podwójna U-rura



C) Wymiennik ciepła: rura współosiowa



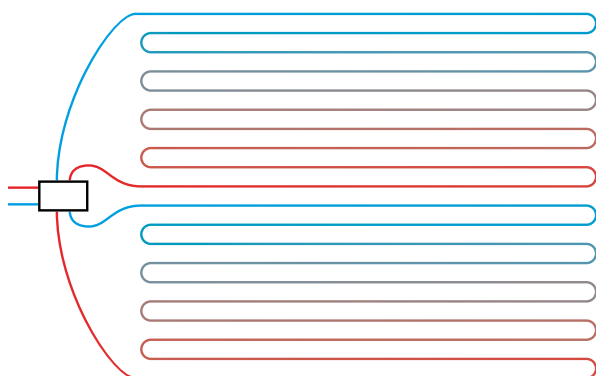
Rys. 47. Podstawowe rodzaje pionowych wymienników ciepła dla pomp gruntowych

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 jakiegokolwiek 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.

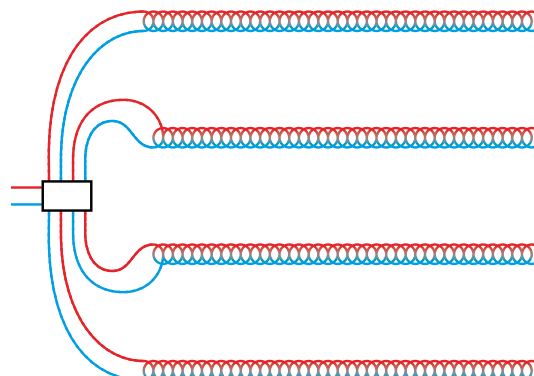
4.3.2. Wymiennik poziomy

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, regenerację 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

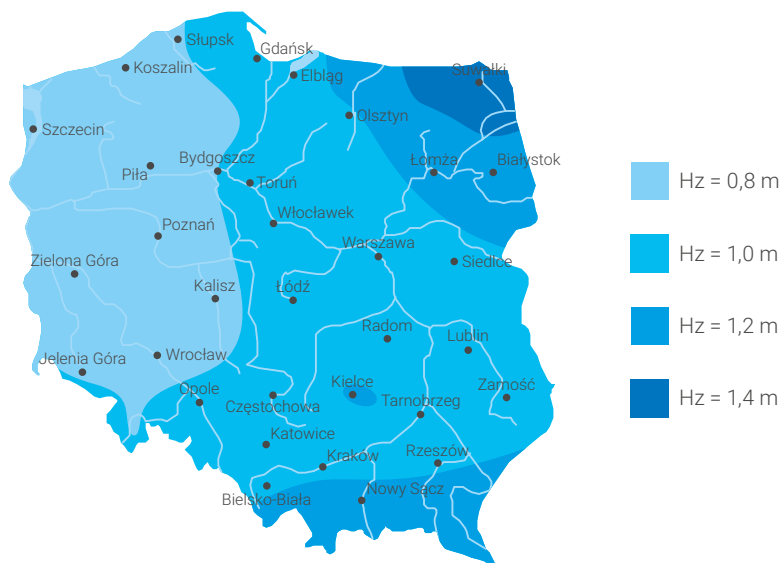


Rys. 48. Wymiennik poziomy meandryczny



Rys. 49. 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 obsypki 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 zależy promień gięcia rury.

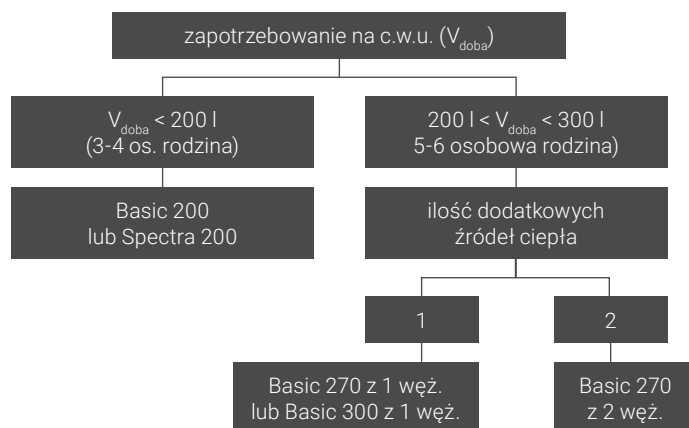


Rys. 50. Strefy przemarzania gruntu na terenie Polski wg PN-EN 1997-1:2008

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

Najczęściej wybierane rozwiązanie to połączenie pompy ciepła do c.w.u. (Basic, Spectra, Small) z kotłem c.o. W okresie zimowym ciepłą wodę zapewnia kocioł, a w okresie letnim i przejściowym pompa ciepła. Zdarza się, że użytkownik posiada już zbiornik wody użytkowej i chce podłączyć do niego ekologiczne źródło ciepła. Wtedy konieczna jest analiza możliwości wykorzystania posiadanego zbiornika. Jeśli nie posiada zbiornika, czyli projektowany będzie nowy układ, to w zależności od zapotrzebowania na ciepłą wodę możemy wybrać standardowo podgrzewacz z pompą ciepła lub pompę ciepła większej mocy Airmax² (jeśli wymagana jest duża ilość ciepłej wody lub pompa ma zapewnić c.w.u. przez cały rok, gdyż zakres pracy tych urządzeń sięga -20°C).

Podgrzewacze z pompą ciepła stosowane są głównie w budownictwie jednorodzinny lub w budynkach publicznych, w których zapotrzebowanie na wodę nie przekracza 300 l. W przypadku wyboru podgrzewacza z pompą ciepła klient ma do wyboru dwa modele Spectra oraz Basic. Cechą wyróżniającą pompę Basic jest model 270 l z jedną lub dwiema węzownicami. Poniżej pomocny diagram.



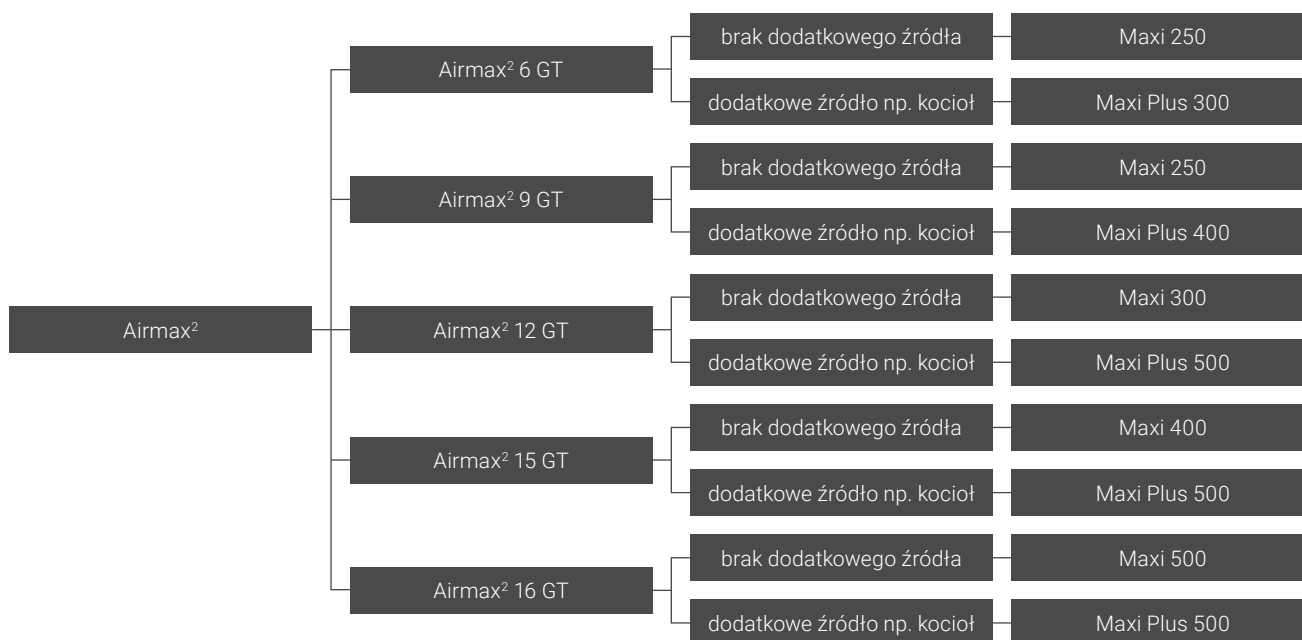
W przypadku obiektów o znacznym zapotrzebowaniu na c.w.u. np. hotel, restauracja, wspólnota mieszkaniowa, czy też jeśli pompa ciepła ma zapewniać wodę przez cały rok (w zakresie temperatur powietrza od -20°C do +30°C), zastosować należy pompę ciepła Airmax². Rozwiązanie to można zrealizować w połączeniu ze zbiornikiem Maxi lub Maxi Plus (dwie węzownice pod dwa źródła ciepła). Dobór odpowiedniego zbiornika musi uwzględniać powierzchnię węzownicy oraz czas nagrzewu wody użytkowej. Powierzchnie węzownic (optymalna i minimalna) zostały przedstawione w tabeli poniżej. Jeśli dla danej pompy ciepła zostanie zastosowana większa węzownica nie niesie to ze sobą negatywnych skutków. Natomiast zastosowanie mniejszej węzownicy będzie wiązało się z niepoprawną pracą urządzenia.

Tabela 39. Powierzchnie węzownic w przypadku podłączenia pompy ciepła Airmax²

model pompy ciepła	minimalna powierzchnia węzownicy [m ²]	optymalna powierzchnia węzownicy [m ²]
Airmax ² 6 GT	1,85	2,47
Airmax ² 9 GT	2,43	3,24
Airmax ² 12 GT	3,30	4,40
Airmax ² 15 GT	4,18	5,57
Airmax ² 16 GT	4,67	6,22
Airmax ² 21 GT	6,29	8,39
Airmax ² 26 GT	7,80	10,40
Airmax ² 30 GT	8,95	11,93

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

Poniżej przedstawiono zbiorniki produkcji Galmet dedykowane do konkretnych modeli pomp Airmax². Dobór zbiorników wynika z wymaganej minimalnej powierzchni węzownicy dla danej mocy pompy ciepła. Im większa moc pompy ciepła, tym większa wymagana powierzchnia węzownicy, a tym samym zbiornik o większej pojemności. Typoszereg Maxi to zbiorniki do pomp ciepła z jedną węzownicą. Jeśli oprócz pompy ciepła do zbiornika chcemy podłączyć źródło dodatkowe należy wybrać Maxi Plus (zbiornik z dwoma węzownicami).



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 500, pompa ciepła Airmax² 6 GT. Tyle, że w tym momencie trzeba wziąć pod uwagę czas nagrzewu wody, by nie był on zbyt długi, a przez to czas pracy sprężarki 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]

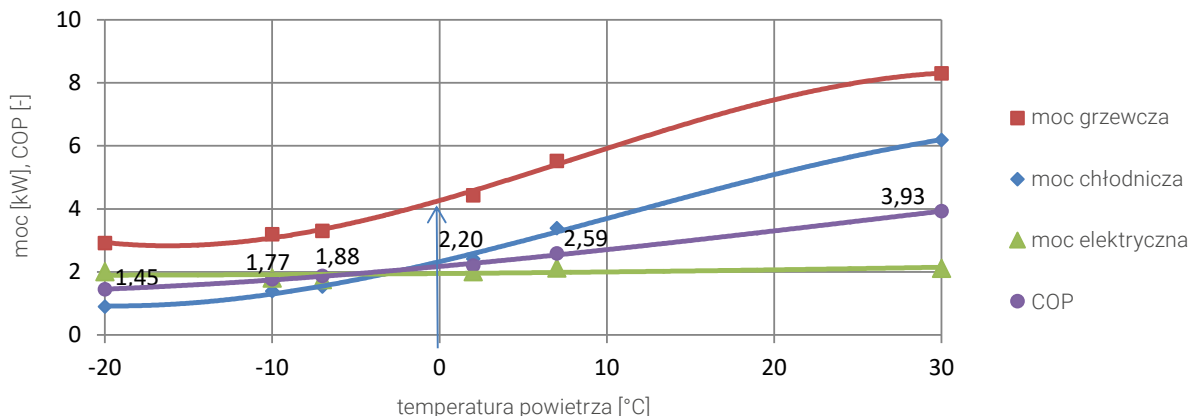
V - pojemność zbiornika [l]

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 6 GT 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:

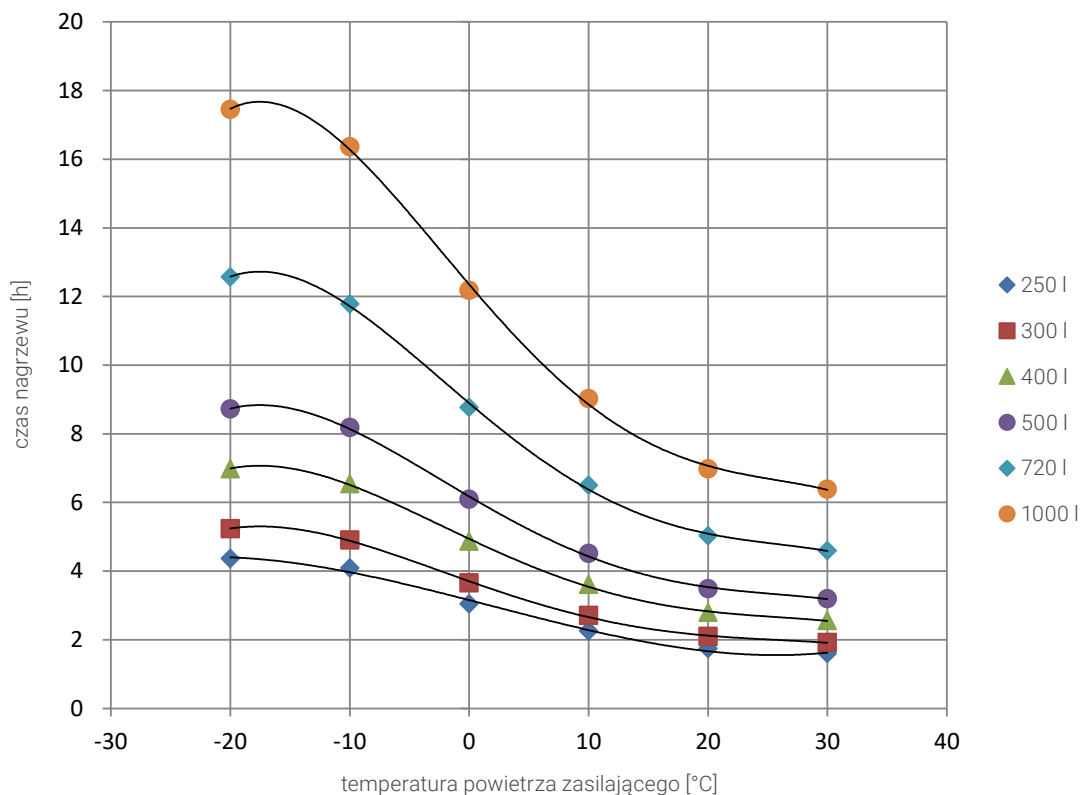


Wykres 52. Charakterystyka pompy ciepła Airmax² 6 GT (W55); wyznaczenie mocy grzewczej w temperaturze powietrza zewnętrznego 0°C

Dla Airmax² 6 GT przy temperaturze powietrza zasilającego 0°C moc grzewcza wynosi 4,3 kW, zatem przykładowo czas nagrzewu 500 l od 10°C do 55°C wyniesie w tym przypadku:

$$t_n = \frac{1000 \cdot 500 / 1000 \cdot 4,189 \cdot 45}{4,3 \cdot 3600} = 6,09 \text{ h}$$

Czas ten może się nieznacznie wydłużyć ze względu na straty ze zbiornika do otoczenia. Poniżej przedstawiono charakterystyki obrazujące szacunkowe czasy nagrzewu danej objętości wody przez Airmax² 6 GT. Im niższą temperaturę powietrza zasilającego osiągniemy, tym bardziej wydłuży się czas nagrzewu (wynika to ze spadku mocy grzewczej urządzenia).



Wykres 53. Airmax² 6 GT – szacowany czas nagrzewu zbiorników o pojemności od 250-1000 l (ΔT=45K)

Jak wcześniej wspomniano czas pracy sprężarki 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:

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

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]

$Q_{g(T_{sr})}$ - 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 40. 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 Airmax² 6 GT porównano roczne czasy pracy sprężarki przy założeniu zapotrzebowania 500 l oraz 1500 l na dobę. $Q_{g(T_{sr})}$ dla przykładowej pompy ciepła, odczytana z charakterystyki, wynosi 5,8 kW, liczbę dni w roku przyjęto 365, średnią temperaturę roczną 8°C.

Zapotrzebowanie 500 l/dobę:

$$t_n = \frac{1000 \cdot 500 / 1000 \cdot 4,189 \cdot 45}{5,8 \cdot 3600} = 1648 \text{ h}$$

Zapotrzebowanie 1500 l/dobę:

$$t_n = \frac{1000 \cdot 1500 / 1000 \cdot 4,189 \cdot 45}{5,8 \cdot 3600} = 4943 \text{ h}$$

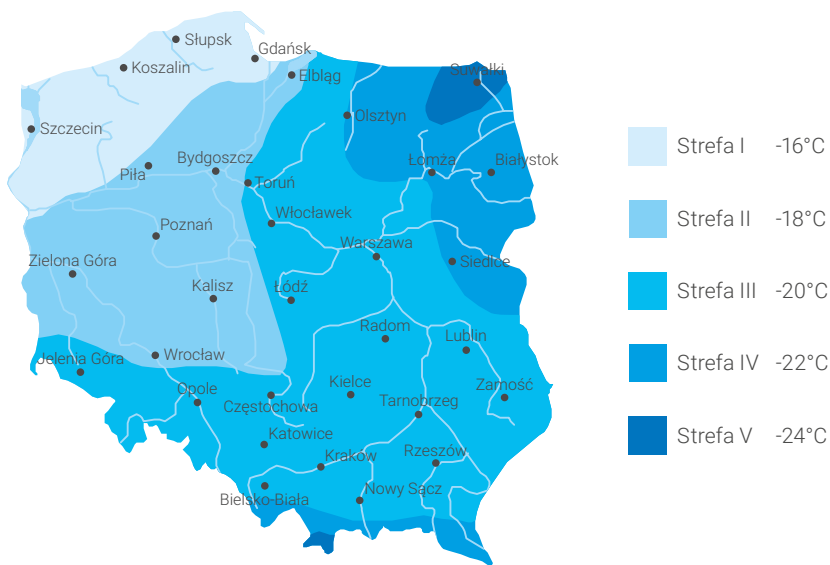
Przy zapotrzebowaniu na poziomie 500 l/dobę szacowany czas pracy sprężarki jest odpowiedni (poniżej 2000 h/rok), natomiast przy zapotrzebowaniu 1500 l, czas ten znacznie przekracza zalecany próg. W tym wypadku należy dobrać pompę ciepła większej mocy.

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)
- 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 wyrażonego w W/m². 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. 51. 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.

Tabela 41. Szacunkowe jednostkowe zapotrzebowanie budynków na ciepło na podstawie czasu budowy budynku

jednostkowe zapotrzebowanie na ciepło [W/m ²]	rodzaj budynku
130-200	budynki sprzed 1980 r.
70-130	budynki sprzed 1990 r.
60-100	budynki sprzed 2000 r.
40-60	budynki sprzed 2005 r.
10*-50	nowe budynki

* Standard domu pasywnego

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

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

q - jednostkowe zapotrzebowanie na ciepło [W/m²]

A - powierzchnia ogrzewana budynku [m²]

Inną możliwością przybliżenia wartości zapotrzebowania cieplnego jest oszacowanie na podstawie typu domu.

Tabela 42. Szacunkowe jednostkowe zapotrzebowanie budynków na ciepło na podstawie typu budynku

jednostkowe zapotrzebowanie na ciepło [W/m ²]	rodzaj budynku	zastosowane standardy
100-200	budynki niemodernizowane	brak izolacji cieplnej, podwójne szyby, wentylacja grawitacyjna
60-80	budynki po modernizacji	izolacja cieplna, podwójne szyby, wentylacja grawitacyjna
40-50	nowe budynki	izolacja cieplna, szyby izolowane cieplnie, wentylacja grawitacyjna
25-40	budynki niskoenergetyczne	izolacja cieplna, szyby izolowane cieplnie, rekuperacja
10-15	budynki pasywne	izolacja cieplna, szyby potrójne izolowane cieplnie, rekuperacja

Przykładowo zapotrzebowanie cieplne dla nowo budowanego domu jednorodzinnego o powierzchni ogrzewanej 150 m², przyjmując na podstawie powyższych tabeli jednostkowe zapotrzebowanie 50 W/m², otrzymamy:

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

Kolejnym etapem jest wyznaczenie zapotrzebowania na ciepłą wodę, a następnie **dotatku mocy na ciepłą wodę użytkową ($Q_{\text{c.w.u.}}$)**. 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.

$$Q_{\text{c.w.u.}} = 0,25 \text{ kW} \cdot n$$

n - liczba osób korzystających z wody użytkowej

Przykładowo przy 4 mieszkańcach domu:

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

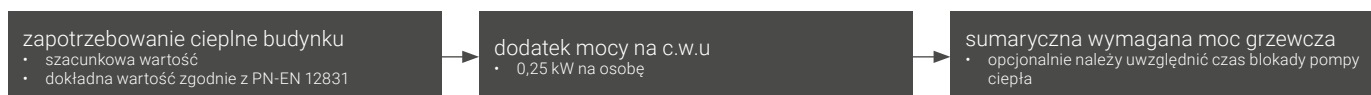
Sumując zapotrzebowanie budynku na ciepło oraz dodatek na ciepłą wodę użytkową, otrzymujemy całkowitą wymaganą **szczytową moc grzewczą urządzenia (Q)**.

$$Q = Q_{\text{budynku}} + Q_{\text{c.w.u.}}$$

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

$Q_{\text{c.w.u.}}$ - dodatek mocy na c.w.u.

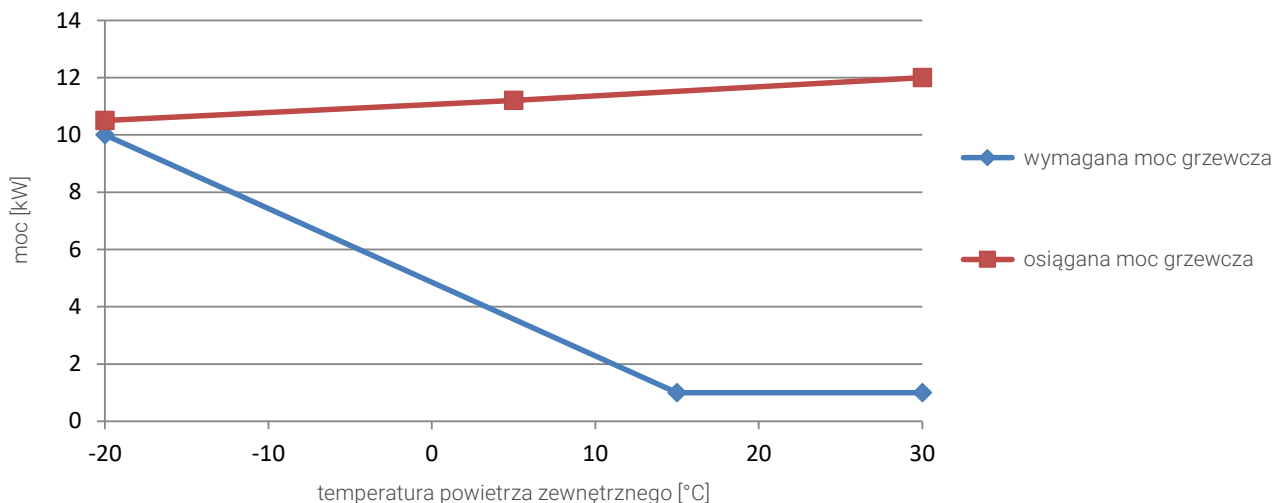
W przypadku gdy dystrybutor energii elektrycznej blokuje czasowo prace pomp ciepła należy to dodatkowo uwzględnić przez kolejny dodatek mocy, lecz taki problem zwykle nie ma miejsca. Podsumowując określanie zapotrzebowania na moc grzewczą:



6.1. Tryby pracy pompy ciepła, punkt biwalencyjny

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

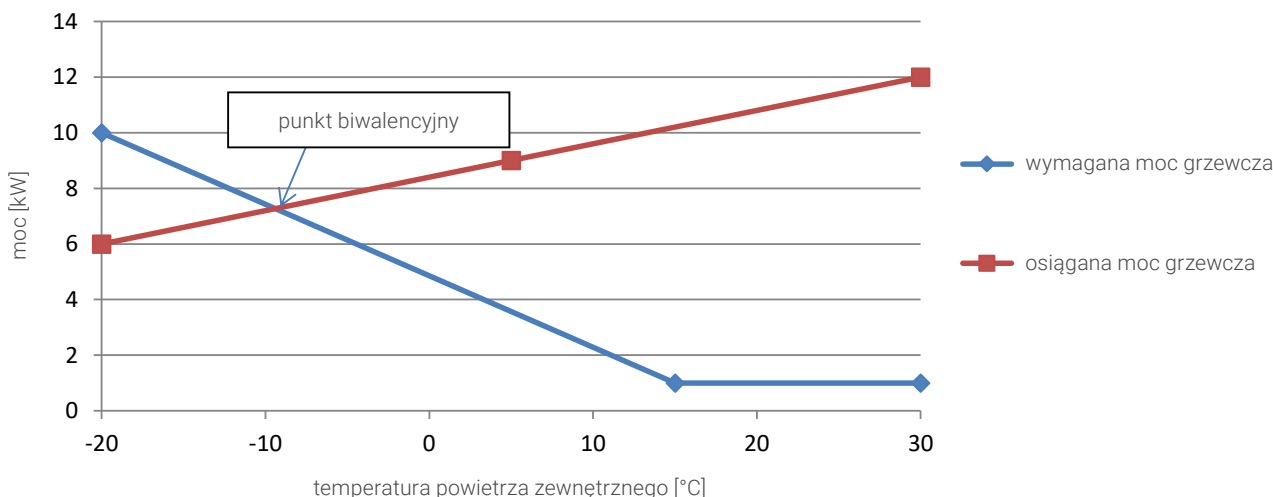
Tryb monowalenty: Pompa ciepła zapewnia 100% zapotrzebowania budynku na ciepło. Całkowite obciążenie grzewcze jest pokrywane tylko przez pompę ciepła. Jest ona jedynym źródłem ogrzewania.



Wykres 54. Tryb monowalenty

W całym zakresie temperatur powietrza zewnętrznego moc pompy ciepła jest większa od mocy wymaganej. Tryb monowalenty jest przeznaczony głównie dla pomp gruntowych, których moc jest dość stabilna w trakcie całego sezonu grzewczego. Jednak pompa powietrzna również może pracować w tym trybie. Zależy to od doboru urządzenia. Należy jednak pamiętać, że nie jest słusznym dobieranie pomp powietrznych, tak, by pracowały w trybie monowalenty, gdyż ich moc znacznie spada w niskich temperaturach powietrza zewnętrznego. Zatem dobór pompy powietrznej do pracy w trybie monowalenty 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.

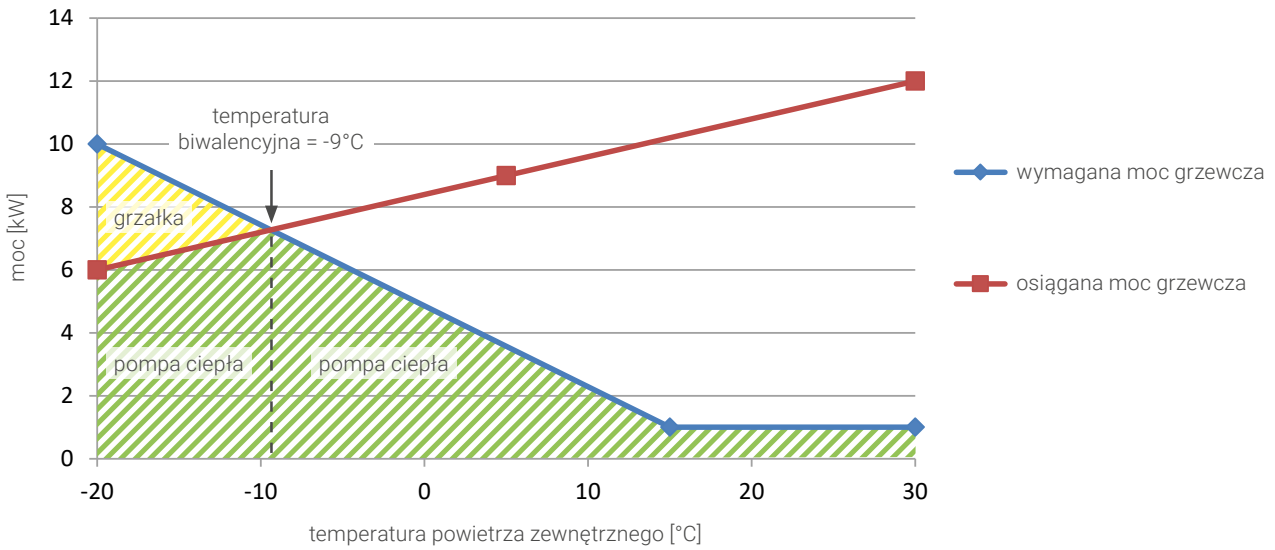
Do zaprezentowania kolejnych trybów konieczne jest zapoznanie się z pojęciem punktu biwalencyjnego. Jeśli moc pompy ciepła jest w pewnym zakresie temperatur niższa od wymaganej mocy grzewczej to na przecięciu krzywych uzyskujemy **punkt biwalencyjny**.



Wykres 55. 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 biwalenty. Przykładem takiego źródła jest kocioł c.o. Zatem przechodząc do dalszego opisu możliwych trybów pracy pompy ciepła, wyróżniamy:

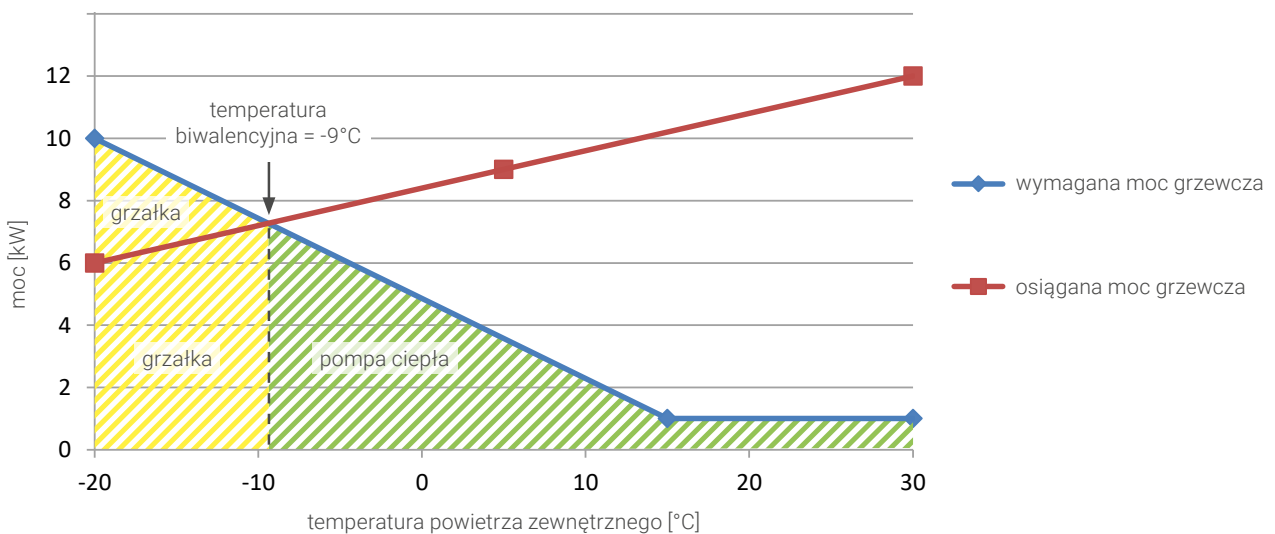
Tryb monoenergetyczny równoległy: Pompa ciepła jest wspomagana źródłem ciepła zasilanym energią elektryczną, czyli grzałką. Tryb równoległy charakteryzuje się tym, że poniżej punktu biwalencyjnego grzałka pracuje równoległe z pompą, zatem uzupełnia jedynie niedobór mocy pompy ciepła.



Wykres 56. 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 Airmax²). Moc pompy ciepła dobiera się tak, by punkt biwalencyjny dla danego budynku wypadł około -10°C.

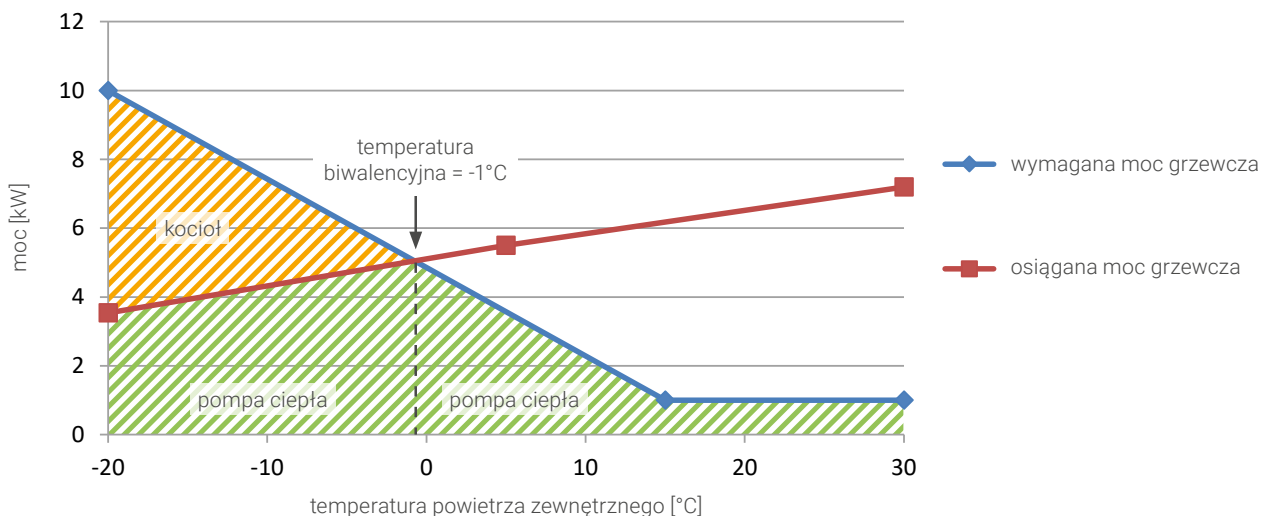
Tryb monoenergetyczny alternatywny: Pompa ciepła jest wspomagana źródłem ciepła zasilanym energią elektryczną, czyli grzałką.



Wykres 57. 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.

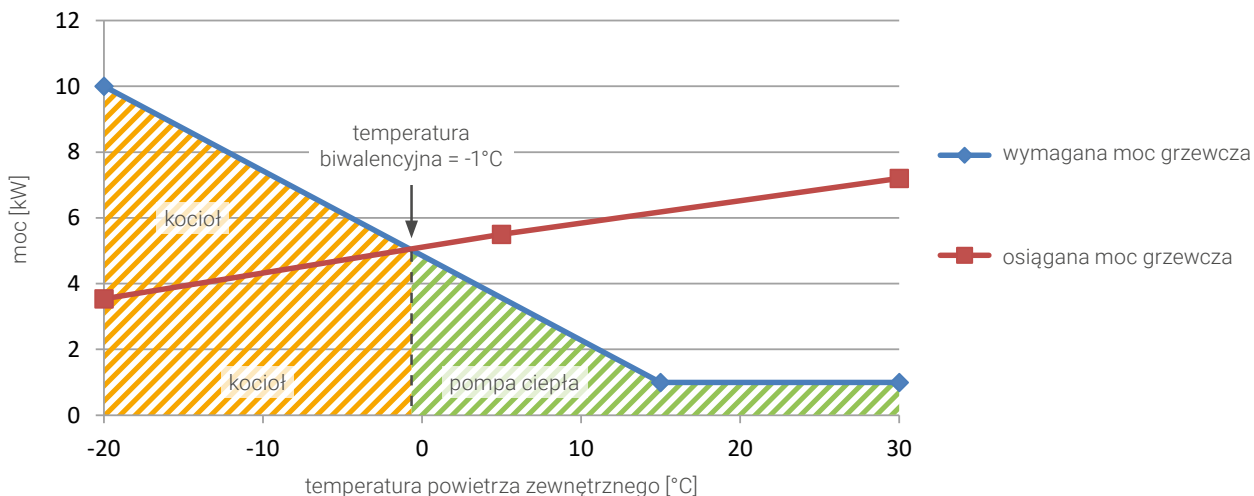
Tryb bivalentny równoległy: Pompa ciepła jest wspomagana źródłem ciepła zasilanym inną energią (gazem, węglem, olejem itp.), czyli np. kotłem gazowym.



Wykres 58. Tryb bivalentny 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 bivalentnym. 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 bivalentny alternatywny: Pompa ciepła poniżej temperatury bivalentyjnej zostaje zastąpiona źródłem ciepła zasilanym inną energią (gazem, węglem, olejem itp.), czyli np. kotłem węglowym.



Wykres 59. Tryb bivalentny alternatywny

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

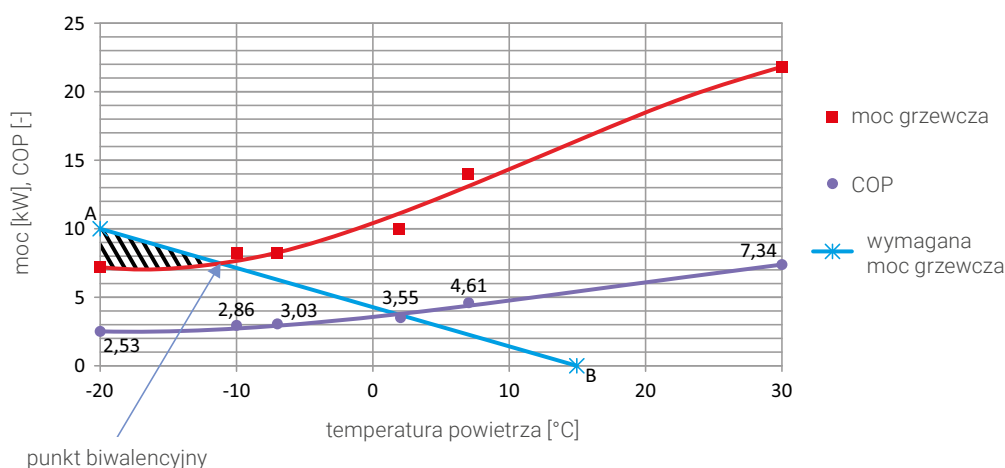
6.2. Projektowanie układów z powietrzną pompą ciepła do c.o. i c.w.u. - Airmax²

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. Zakresowany 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 60. Wyznaczanie punktu biwalencyjnego

Tabela 43. Temperatura graniczna dla różnego typu budynków

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

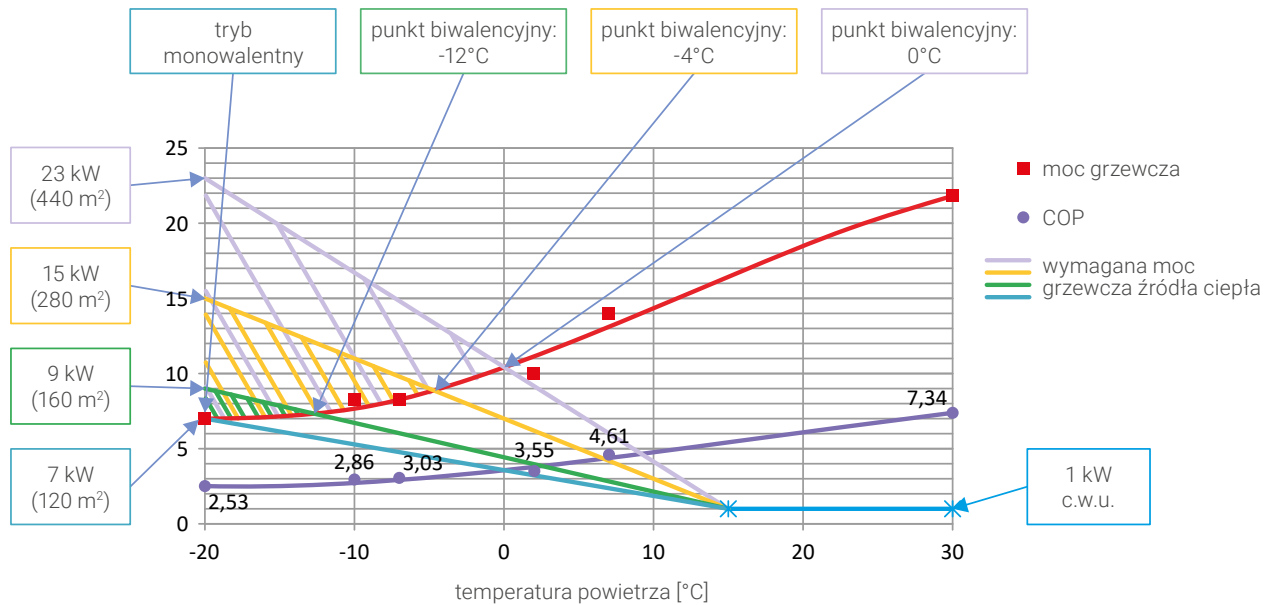
Na powyższym przykładowym wykresie przyjęto tę temperaturę na poziomie 15°C jak dla nowych i termomodernizowanych budynków. Jeśli pompa ciepła zapewnia też ciepłą wodę to moc grzewcza budynku w temperaturze granicznej, i każdej wyższej, będzie równa dodatkowi mocy na c.w.u. Taka sytuacja wystąpi na poniższej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

6.2.2. Przykład zastosowania Airmax² 15 GT w różnych budynkach

Poniżej przeanalizowano pracę pompy ciepła Airmax² 15 GT 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/m². Przyjęto ogrzewanie podłogowe, stąd też wykorzystywana jest 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 m², Q_{budynku} = 22 kW, Q_{cwu} = 1 kW, Q = 23 kW
- 280 m², Q_{budynku} = 14 kW, Q_{cwu} = 1 kW, Q = 15 kW
- 160 m², Q_{budynku} = 8 kW, Q_{cwu} = 1 kW, Q = 9 kW
- 120 m², 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 61. Zastosowanie pompy ciepła Airmax² 15 GT w czterech różnych obiektach z ogrzewaniem podłogowym oraz zapotrzebowaniem 200 l/dobę

Dla budynku o najmniejszej powierzchni ogrzewanej (120 m²) pompa ciepła Airmax² 15 GT pracowałaby w trybie monowalentyjnym, czyli pompa zapewnia 100% zapotrzebowania budynku na ciepło.

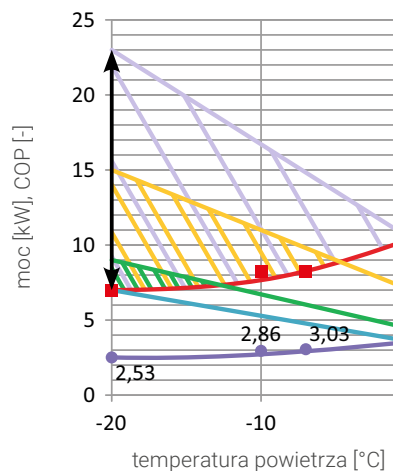
- 120 m² - tryb monowalentyjny, pompa nie wymaga wspomagania

Tryb ten, tak jak już wspomniano, 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 węzownicę o odpowiednio dużej powierzchni.

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

- 160 m² - punkt biwalencyjny wypada na -12°C, zakresowany na zielono obszar (praca źródła wspomagającego) jest niewielki
- 280 m² - punkt biwalencyjny wypada na -4°C, a zakresowany na żółto obszar (praca źródła wspomagającego) znacznie się zwiększa
- 440 m² - punkt biwalencyjny wypada na 0°C. Dodatkowo źródło będzie musiało zapewnić znaczną część energii. Grzałka 7 kW zabudowana w pompie ciepła będzie niewystarczająca, zatem pompa musiałaby pracować w trybie biwalentyjnym. Wybierając tryb biwalentyjny alternatywny, kocioł należy dobrać na szczytową moc tj. 23 kW. Jeżeli natomiast tryb biwalentyjny 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 62).

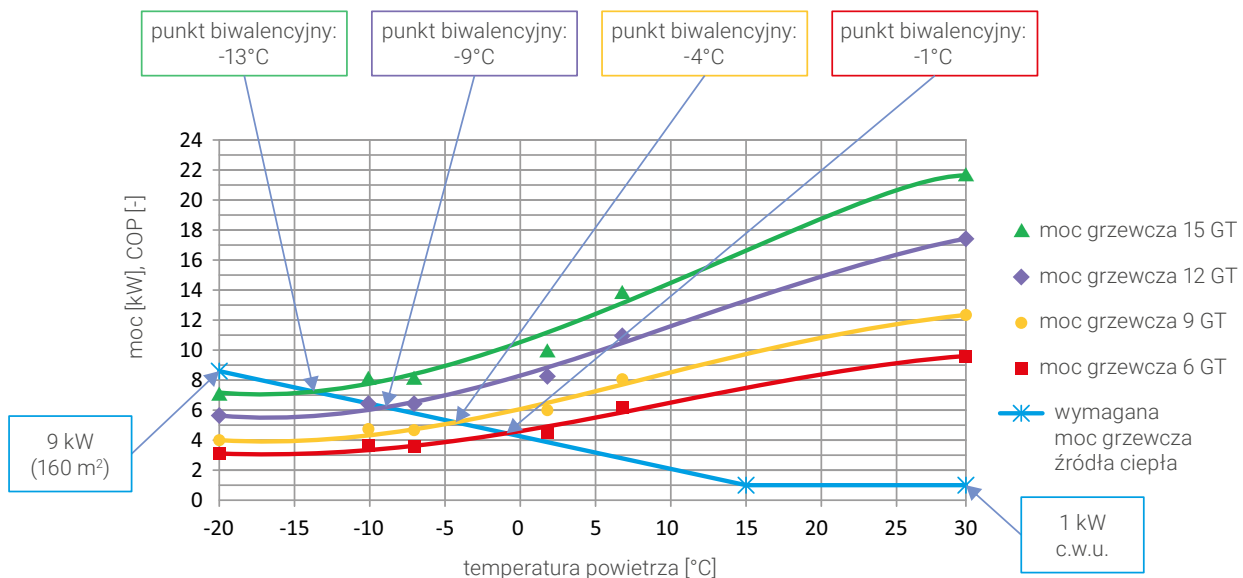
Podsumowując, w przytoczonym przykładzie pompa ciepła Airmax² 15 GT do pracy w trybie monoenergetycznym powinna być dobrana dla budynku 160 m², gdyż właśnie w jego przypadku osiągamy temperaturę biwalencyjną najbardziej zbliżoną zalecanej -10°C.



Wykres 62. Wyznaczenie mocy źródła dodatkowego w trybie biwalentyjnym równoległym

6.2.3. Analiza doboru pomp ciepła Airmax² do przykładowego obiektu

W kolejnej analizie posłużono się jednym budynkiem, do którego „przymierzono” cztery modele pompy ciepła. Budynek o powierzchni ogrzewanej 160 m², standardowym zapotrzebowaniu 50 W/m² ($Q_{\text{budynku}} = 8 \text{ kW}$), w którym zużycie c.w.u. wynosi 200 l/dobę, $Q_{\text{c.w.u.}} = 1 \text{ kW}$, $Q = 9 \text{ kW}$.

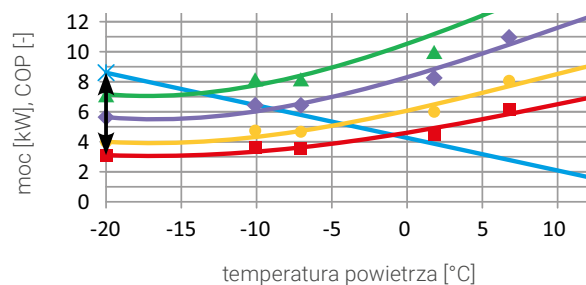


Wykres 63. Zastosowanie czterech modeli pomp ciepła Airmax² w przykładowym obiekcie z ogrzewaniem podłogowym, o zapotrzebowaniu na ciepło 8 kW i dodatku mocy na c.w.u. 1 kW

Uzyskano następujące punkty biwalencyjne:

- Airmax² 6 GT: -1°C
- Airmax² 9 GT: -4°C
- Airmax² 12 GT: -9°C
- Airmax² 15 GT: -13°C

W przykładowym budynku każda pompa ciepła Airmax² może pracować w trybie monoenergetycznym, gdyż niedobór mocy nawet dla najmniejszej pompy jest mniejszy, niż moc zabudowanej w pompie grzałki. 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 Airmax² 6 GT zaznaczono na poniższym wykresie:



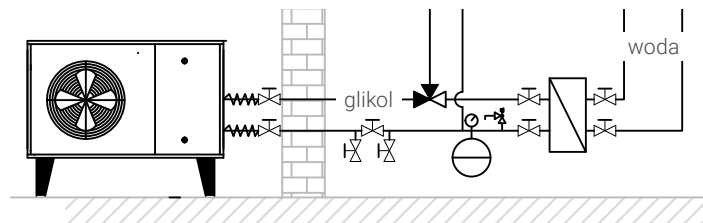
Wykres 64. Wyznaczenie niedoboru mocy pompy ciepła, czyli minimalnej mocy grzałki w trybie monoenergetycznym dla Airmax² 6 GT

Wymagana moc minimalna grzałki dla Airmax² 6 GT wynosi, zgodnie z powyższym wykresem, 6 kW. W modelu tym zabudowana jest grzałka 7 kW, zatem pompa przy współpracy z grzałką byłaby w stanie wygrzać ten budynek. Jednakże praca jednostek 6 i 9 GT wiązałaby się z bardzo dużym udziałem energii elektrycznej dostarczonej przez grzałkę. Zaleca się zatem wybór modeli 12-15 GT (gdyż w tych przypadkach temperatura biwalencyjna jest zbliżona do sugerowanych -10°C).

Podsumowując, każdą pompę ciepła można dobrać do dowolnego budynku, 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

- 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 zwirowe.
- Wybór miejsca montażu powinien uwzględniać emisję hałasu z urządzenia.
- Pompa instalowana jest na zewnątrz budynku zatem obecność wody grzewczej po stronie zewnętrznej grozi zamarznięciem, a co za tym idzie uszkodzeniem instalacji lub/i urządzenia. Z tego powodu zalecane jest stosowanie glikolu w instalacji grzewczej lub wymiennika pośredniczącego glikol/woda. Zastosowanie wymiennika pozwala na napełnienie instalacji grzewczej wodą. Po stronie zewnętrznej glikol zabezpiecza instalację przed zamarznięciem. Zaleca się stosowanie glikolu o temperaturze krzepnięcia -30°C. Jako wymiennik pośredniczący może zostać zastosowany płytowy wymiennik ciepła glikol/woda lub bufor SG(B) Maxi z wężownicą o odpowiednio dużej powierzchni.



Rys. 52. Zastosowanie wymiennika płytowego pośredniczącego glikol/woda w instalacji z pompą ciepła Airmax²

Tabela 44. Dedykowane wymienniki płytowe glikol/woda do instalacji z pompą ciepła Airmax²

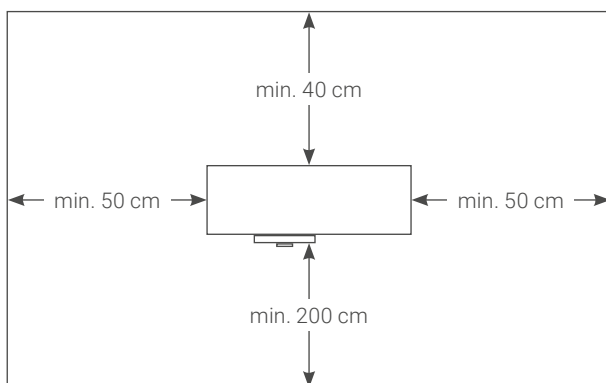
model pompy ciepła	dedykowany wymiennik płytowy	nr katalogowy
Airmax ² 6-9 GT	SWEP 40	09-000102
Airmax ² 12-16 GT	SWEP 60	09-000103
Airmax ² 21 GT	SWEP 70	09-000104
Airmax ² 26-30 GT	SWEP 100	09-000105

Tabela 45. Dedykowane zbiorniki buforowe SG(B) Maxi do instalacji z pompą ciepła Airmax²

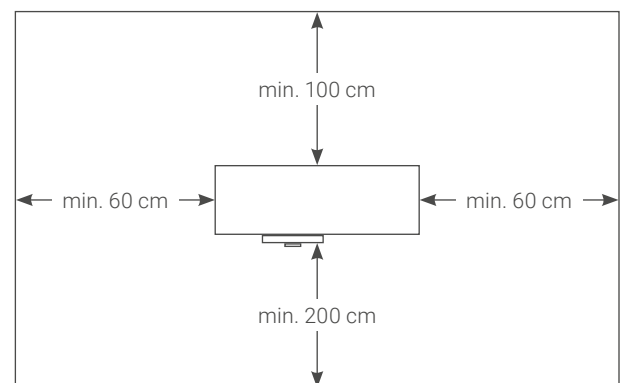
model pompy ciepła	dedykowany zbiornik buforowy	powierzchnia wężownicy (stanowiącej wymiennik ciepła glikol/woda)	pojemność magazynowa bufora	nr katalogowy
Airmax ² 6-9 GT	SG(B) Maxi 300	3,8 m ²	284 l	71-304100N
Airmax ² 12-15 GT	SG(B) Maxi 400	6,0 m ²	366 l	71-404100N
Airmax ² 16 GT	SG(B) Maxi 500	7,5 m ²	459 l	71-504100N

Podłączenie pompy ciepła do wymiennika o zbyt małej powierzchni wymiany ciepła będzie skutkowało błędem wysokiego ciśnienia w pompie.

- Montaż urządzenia powinien odbywać się z zachowaniem odpowiednich odległości od otaczających ją elementów. Odległość minimalna od ściany wynosi w zależności od modeli 40 lub 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 światła 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 osiągnięcie jak najbardziej korzystnych temperatur powietrza, mając również na uwadze ryzyko zbyt wysokich temperatur w okresie letnim. Problem można zniwelować stosując zacienienie, zadaszenie.

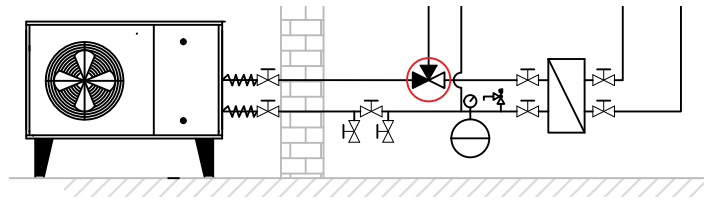


Rys. 53. Wymagane odległości montażowe Airmax² 6-15 GT (widok z góry)

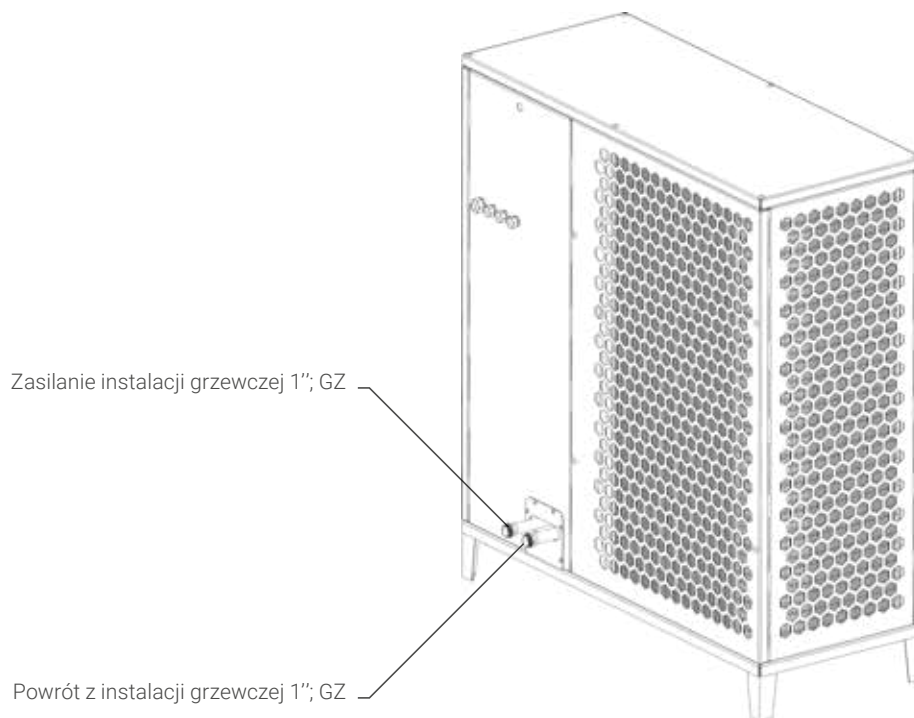


Rys. 54. Wymagane odległości montażowe Airmax² 16-30 GT (widok z góry)

- 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 pompą 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).



Rys. 55. Zawór trójdrogowy przełączający



Rys. 56. Schemat przyłączy hydraulicznych pompy ciepła Airmax² 6-15 GT

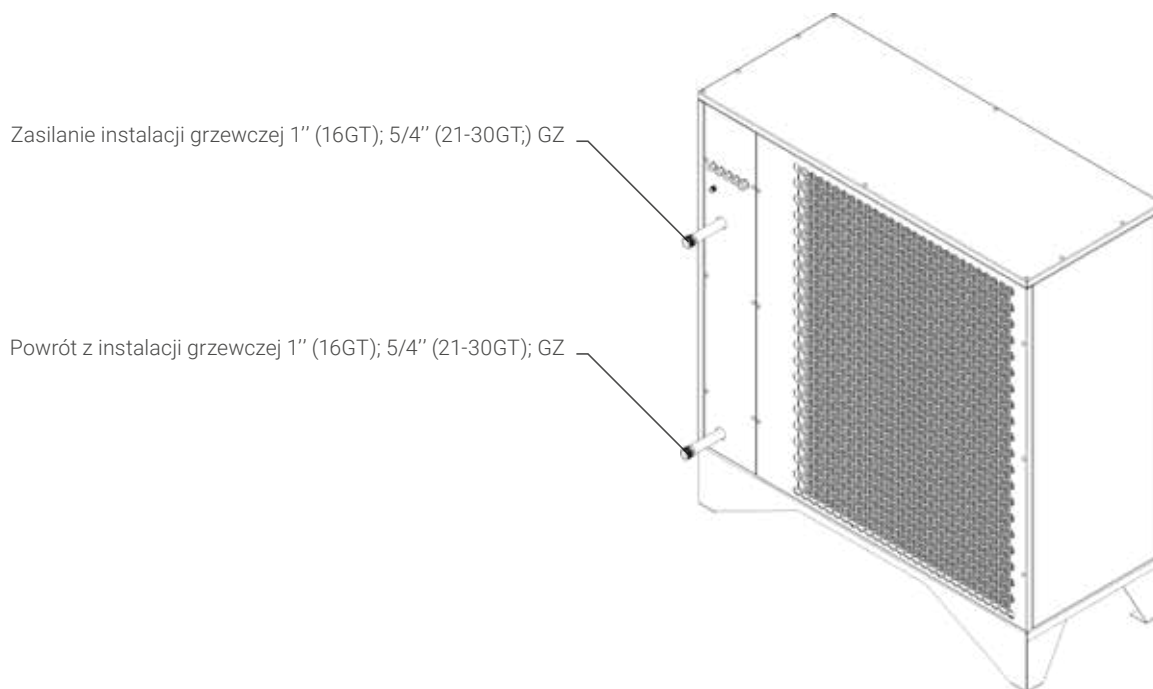

 Rys. 57. Schemat przyłączy hydraulicznych pompy ciepła Airmax² 16-30 GT

 Tabela 46. Dedykowany zawór trójdrogowy z siłownikiem dla pomp ciepła Airmax²

Model pompy ciepła	Specyfikacja		Numer katalogowy
Airmax ² 6-16 GT	AZV 643 G1" GZ, Kvs 8 m ³ /h	Zawór z siłownikiem	M-006896
Airmax ² 21-30 GT	VBI60.40-25L G6/4" GW, Kvs 25 m ³ /h	Zawór	09-000201
	GLB341.9E	Siłownik do zaworu	09-000200

- Przyłącze rurowe zaleca się wykonać z rury miedzianej o odpowiedniej średnicy wewnętrznej, należy pamiętać o izolacji cieplnej.

 Tabela 47. Wewnętrzna średnica rury przyłącza pomp ciepła Airmax²

Model pompy ciepła	Przyłącze - średnica wewnętrzna rury [mm]
Airmax ² 6 GT	Ø 20
Airmax ² 9-16 GT	Ø 26
Airmax ² 21-30 GT	Ø 32

- W układach gdzie wymagane jest sprzęgło hydrauliczne, możliwe jest zastosowanie zbiorników SG(B) o pojemnościach od 40 do 140 l.

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 9 GT nominalna moc grzewcza wynosi 8,11 kW, obliczając zgodnie z powyższym wzorem wymaganą powierzchnię wężownicy:

$$A_w = 8,11 \cdot (0,3 \div 0,4) = 2,43 \div 3,24 \text{ m}^2$$

Zatem możliwy jest dobór zasobnika Maxi 250 o powierzchni wężownicy 3 m² lub Maxi 300 o powierzchni wężownicy 3,8 m². W przypadku doboru zbiornika z dwoma wężownicami można zastosować Maxi Plus 400 o wężownicy pod pompę ciepła o powierzchni 3,8 m². Poniżej zamieszczono tabelę z dedykowanymi zasobnikami c.w.u. dla modeli pomp ciepła z serii Airmax².

Tabela 48. Proponowane zbiorniki Maxi i Maxi Plus dla pomp ciepła Airmax²

model pompy ciepła	powierzchnia wężownicy [m ²]		proponowany zasobnik Maxi	powierzchnia wężownicy w zbiorniku Maxi [m ²]	proponowany zasobnik Maxi Plus	powierzchnia wężownicy pod pompę ciepła w zbiorniku Maxi Plus [m ²]
	optymalna	minimalna				
Airmax ² 6 GT	2,47	1,85	Maxi 250	3,0	Maxi Plus 300	2,2
Airmax ² 9 GT	3,24	2,43	Maxi 250	3,0	Maxi Plus 400	3,8
			Maxi 300	3,8		
Airmax ² 12 GT	4,40	3,30	Maxi 300	3,8	Maxi Plus 400	3,8
					Maxi Plus 500	4,8
Airmax ² 15 GT	5,57	4,18	Maxi 400	5,0	Maxi Plus 500	4,8
			Maxi 500	6,0		
Airmax ² 16 GT	6,22	4,67	Maxi 400	5,0	Maxi Plus 500	4,8
			Maxi 500	6,0		
Airmax ² 21 GT	8,39	6,29	Maxi 700	6,5		
Airmax ² 26 GT	10,40	7,80	Brak w ofercie standardowych zbiorników o odpowiednio dużej wężownicy. W takich przypadkach stosowane są zbiorniki emaliowane bez wężownic z zewnętrznym płytowym wymiennikiem ciepła lub układy z kilkoma zbiornikami.			
Airmax ² 30 GT	11,93	8,95				

Jak już wspomniano wcześniej w opracowaniu, 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 termostata, gdy nastąpi zamknięcie obiegów grzewczych, utrzymanie wymaganego przepływu i odpowiedniego odbioru ciepła bez bufora byłoby niemożliwe. 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 **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]

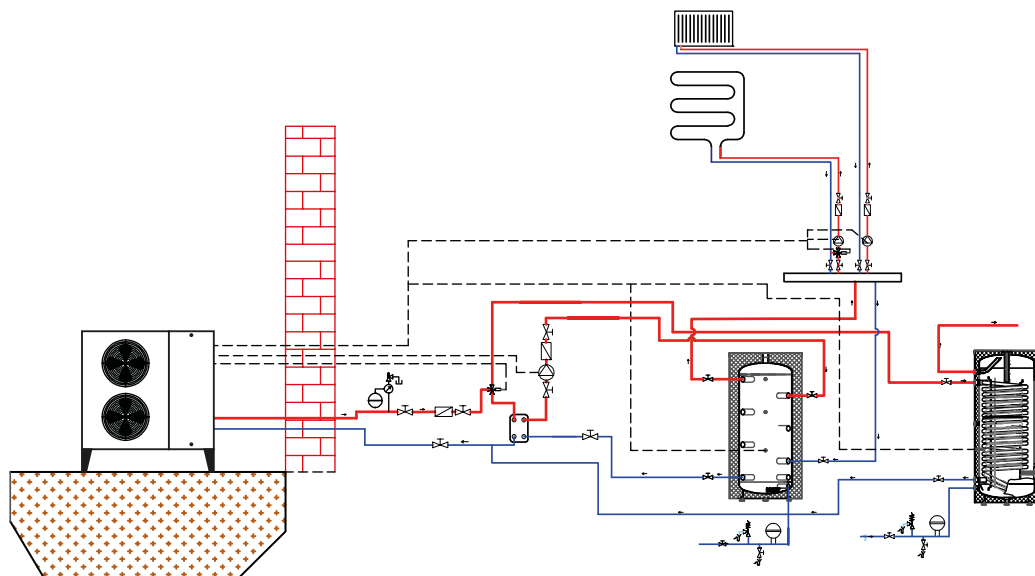
v - zalecany standardowo współczynnik: 30 l/kW (w przypadku pracy w systemie dwutaryfowym 60 l/kW)

Poniżej zamieszczono tabelę z proponowanymi modelami buforów:

Tabela 49. Proponowane zbiorniki buforowe dla Airmax² - przy założeniu 30 l/kW mocy nominalnej

model pompy ciepła	powierzchnia węzownicy stosowanej jako wymiennik glikol/woda [m ²]		sugerowana pojemność bufora [l]	proponowane bufory	powierzchnia węzownicy (wymienika glikol-woda)	rzeczywista pojemność proponowanego bufora [l]
	optymalna	minimalna				
Airmax ² 6 GT	2,47	1,85	185	SG(B) 200	-	223
				SG(B) 300	-	305
				SG(B) Maxi 300	3,8	284
Airmax ² 9 GT	3,24	2,43	243	SG(B) 200	-	223
				SG(B) 300	-	305
				SG(B) Maxi 300	3,8	284
Airmax ² 12 GT	4,40	3,30	330	SG(B) 300	-	305
				SG(B) 400	-	396
				SG(B) Maxi 400	6,0	366
Airmax ² 15 GT	5,57	4,18	418	SG(B) 400	-	396
				SG(B) Maxi 400	6,0	366
				SG(B) 500	-	467
Airmax ² 16 GT	6,22	4,67	467	SG(B) 500	-	467
				SG(B) Maxi 500	7,5	459
Airmax ² 21 GT	brak dedykowanych buforów SG(B) Maxi		629	SG(B) 800	-	728
Airmax ² 26 GT			780	SG(B) 800	-	728
Airmax ² 30 GT			895	SG(B) 1000	-	883

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



Rys. 58. Schemat układu z pompą ciepła, zbiornikiem buforowym, zasobnikiem Maxi, wymiennikiem płytowym

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

6.2.7. Airmax² - dobór zbiornika kombinowanego typu zbiornik w zbiorniku (SG(K) Kumulo)

Zbiornik kombinowany stosowany jest do połączenia większej ilości źródeł, przykładowo pompy ciepła, kotła i kolektorów słonecznych. Konstrukcyjnie zbiornik ten łączy bufor z zasobnikiem c.w.u. Stosowany może być również w instalacjach, w których dobrana moc pompy ciepła jest duża w stosunku do zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową. Dobór pojemności buforowej jest analogiczny do przedstawionego powyżej schematu doboru pojemności bufora.

Tabela 50. Proponowane zbiorniki kombinowane typu zbiornik w zbiorniku (SG(K) Kumulo) dla Airmax² - przy założeniu 30 l/kW mocy nominalnej

model pompy ciepła	sugerowana pojemność buforowa [l]	proponowane zbiorniki kombinowane	rzeczywista pojemność buforowa [l]	rzeczywista pojemność zasobnika c.w.u. [l]
Airmax ² 6 GT	185	SG(K) Kumulo 300/80	220	80
		SG(K) Kumulo 380/120	260	120
Airmax ² 9 GT	243	SG(K) Kumulo 380/120	260	120
Airmax ² 12 GT	330	SG(K) Kumulo 500/160	340	160
		SG(K) Kumulo 600/200	400	200
Airmax ² 15 GT	418	SG(K) Kumulo 600/200	400	200
		SG(K) Kumulo 800/200	600	200
Airmax ² 16 GT	467	SG(K) Kumulo 600/200	400	200
		SG(K) Kumulo 800/200	600	200
Airmax ² 21 GT	629	SG(K) Kumulo 800/200	600	200
Airmax ² 26 GT	780	SG(K) Kumulo 1000/200	800	200
Airmax ² 30 GT	895	SG(K) Kumulo 1000/200	800	200

6.2.8. Airmax² - dobór zbiornika kombinowanego SG(K) Complete - połączenie zbiornika Maxi i bufora w jednej obudowie

Tego typu zbiornik kombinowany to połączenie w jednej obudowie dwóch typów zbiorników: zbiornika Maxi oraz bufora o małej pojemności. Jest to rozwiązanie dla użytkowników niedysponujących dużą przestrzenią na montaż pompy ciepła wraz z potrzebnym osprzętem. Zbiorniki te nie są w żaden sposób połączone hydraulicznie, działają niezależnie.

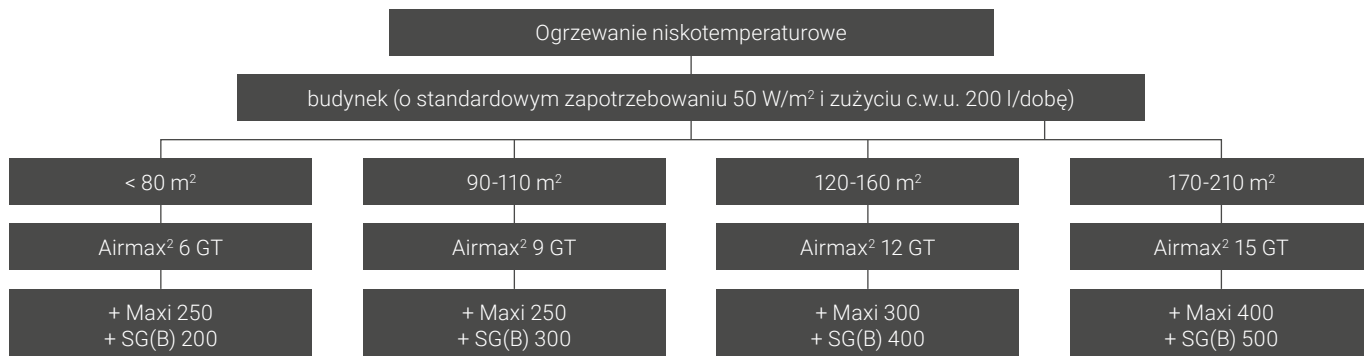
Tabela 51. Proponowane zbiorniki kombinowane SG(K) Complete (zbiornik Maxi i bufor w jednej obudowie) dla Airmax² - przy założeniu 25 l/kW mocy nominalnej

model pompy ciepła	powierzchnia wężownicy [m ²]		proponowane zbiorniki kombinowane	powierzchnia wężownicy c.w.u. w zbiorniku [m ²]	pojemność zbiornika c.w.u. [l]	sugerowana pojemność buforowa [l]	rzeczywista pojemność buforowa [l]
	optymalna	minimalna					
Airmax ² 6 GT	2,47	1,85	SG(K) Complete 250/135	3	237	154	135
Airmax ² 9 GT	3,24	2,43	SG(K) Complete 250/135	3	237	203	135

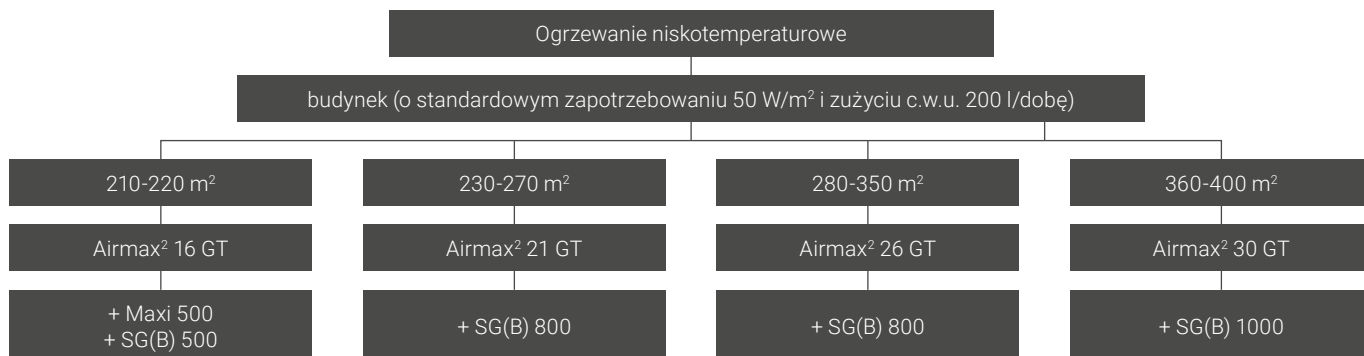
6.2.9. Airmax² - wstępny szacunkowy dobór systemu z powietrzną pompą ciepła dla standardowego budynku

Poniżej przedstawiono pomocne diagramy pozwalające na wstępny dobór rozwiązania dla standardowego domu jednorodzinnego (o zapotrzebowaniu 50 W/m² i zużyciu ciepłej wody użytkowej 200 l/dobę).

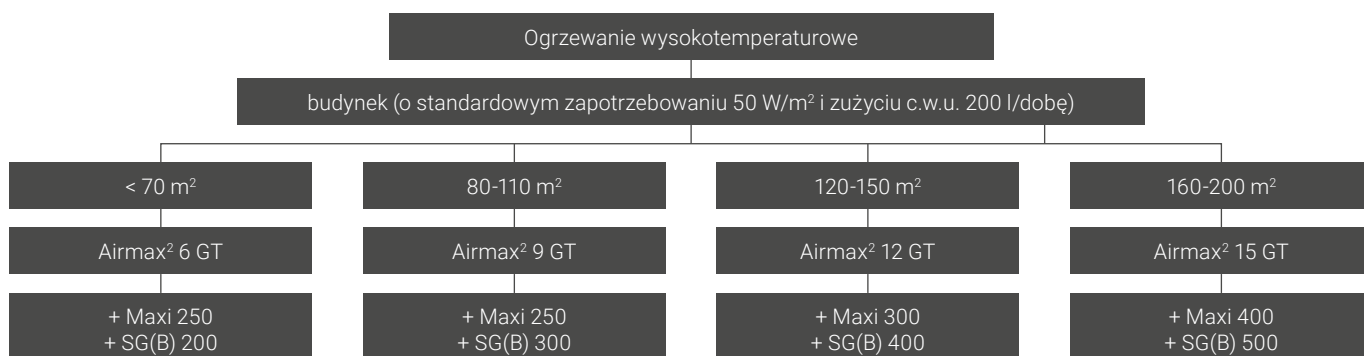
W przypadku wyboru ogrzewania niskotemperaturowego (podłogowe, ściennie) pompa ciepła Airmax² (6-15 GT), przy określonych wyżej założeniach, przeznaczona jest do domów o powierzchni ogrzewanej do około 210 m². Diagram doborowy dla ogrzewania niskotemperaturowego poniżej:



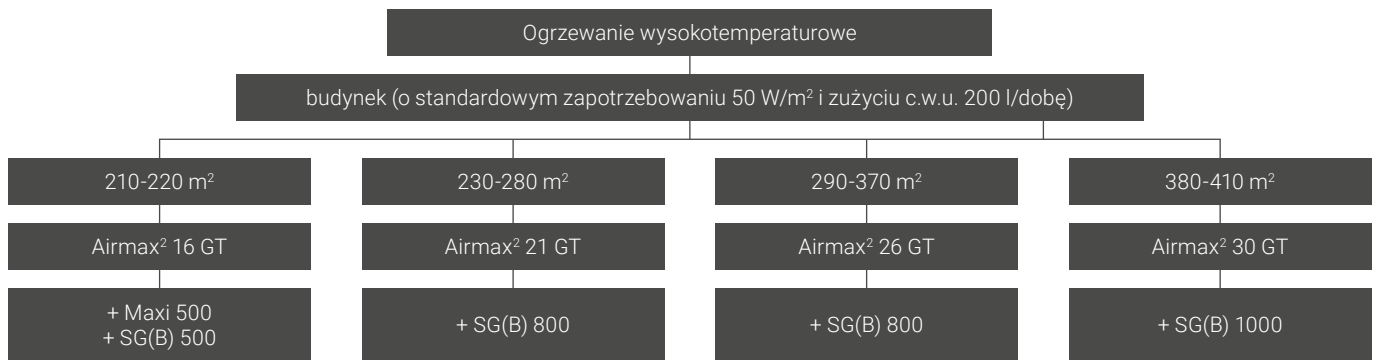
Typszereg pomp Airmax² 16-30GT, przy tych samych założeniach pozwala na ogrzewanie obiektów do 400 m²:



W przypadku wyboru ogrzewania wysokotemperaturowego (grzejnikowe) pompa ciepła Airmax² 6-15 GT, przy określonych wyżej założeniach, przeznaczona jest do domów o powierzchni ogrzewanej do maksymalnie 200 m². Diagram doborowy dla ogrzewania wysokotemperaturowego poniżej:



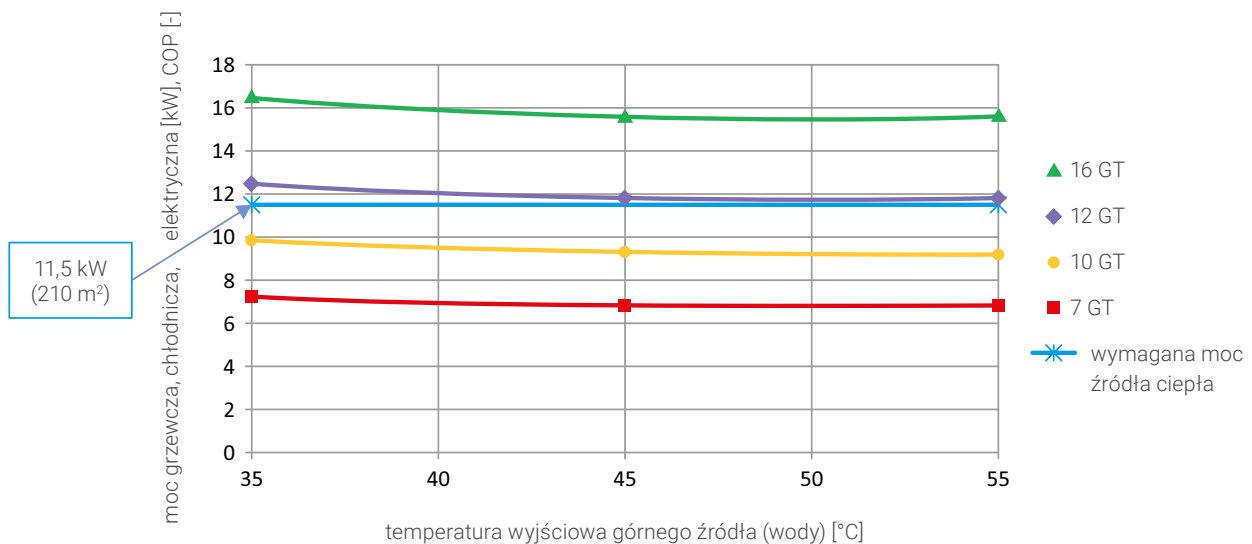
Typszereg pomp Airmax² 16-30 GT, przy tych samych założeniach w przypadku ogrzewania wysokotemperaturowego pozwala na ogrzewanie obiektów nawet do 410 m²:



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

6.3.1. Analiza doboru pomp ciepła Maxima / Maxima Compact do przykładowego obiektu

W analizie posłużono się budynkiem o powierzchni 210 m², dla którego całkowita wymagana moc grzewcza wynosi: $Q = 11,5 \text{ kW}$. Budynek jest o standardowym zapotrzebowaniu 50 W/m² ($Q_{\text{budynku}} = 10,5 \text{ kW}$), zużycie c.w.u. wynosi 200 l/dobę ($Q_{\text{c.w.u.}} = 1 \text{ kW}$). Charakterystykę budynku oraz wszystkich modeli typoszeregu Maxima / Maxima Compact przedstawiono poniżej.



Wykres 65. Dobór pompy ciepła Maxima / Maxima Compact w przykładowym obiekcie, o zapotrzebowaniu na ciepło 10,5 kW i dodatku na c.w.u. 1 kW

W przypadku pomp grunтовych dobór jest prostszy, niż dla pomp 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 modelu Maxima 12 GT lub Maxima Compact 12 GT.

6.3.2. Maxima i Maxima Compact - wymagania instalacyjne

- Wymagane napięcie 3-fazowe, 400V
- Urządzenie przeznaczone jest do montażu wewnątrz pomieszczeń. **Minimalną kubaturę pomieszczenia (V)** zgodnie z EN 378 wylicza się w następujący sposób:

$$V = N \div PL$$

N – napełnienie pompy ciepła czynnikiem chłodniczym [kg]

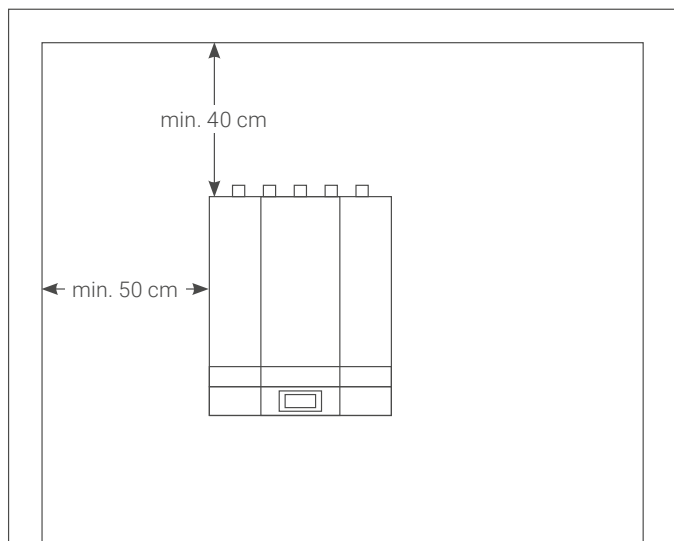
PL – praktyczna granica stężenia [kg/m³] (dla czynnika chłodniczego R410A wynosi ona 0,44kg/m³)

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

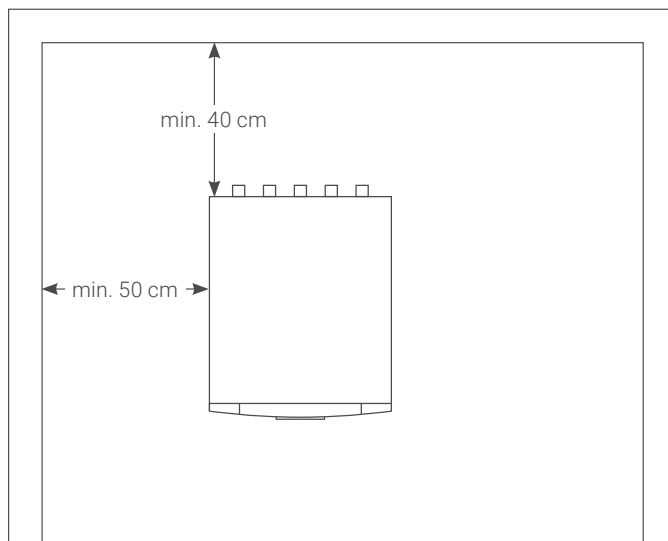
Tabela 52. Minimalna kubatura pomieszczenia do montażu pompy ciepła Maxima

model pompy ciepła	ilość czynnika chłodniczego [kg]	minimalna kubatura pomieszczenia [m ³]
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 16 GT	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.

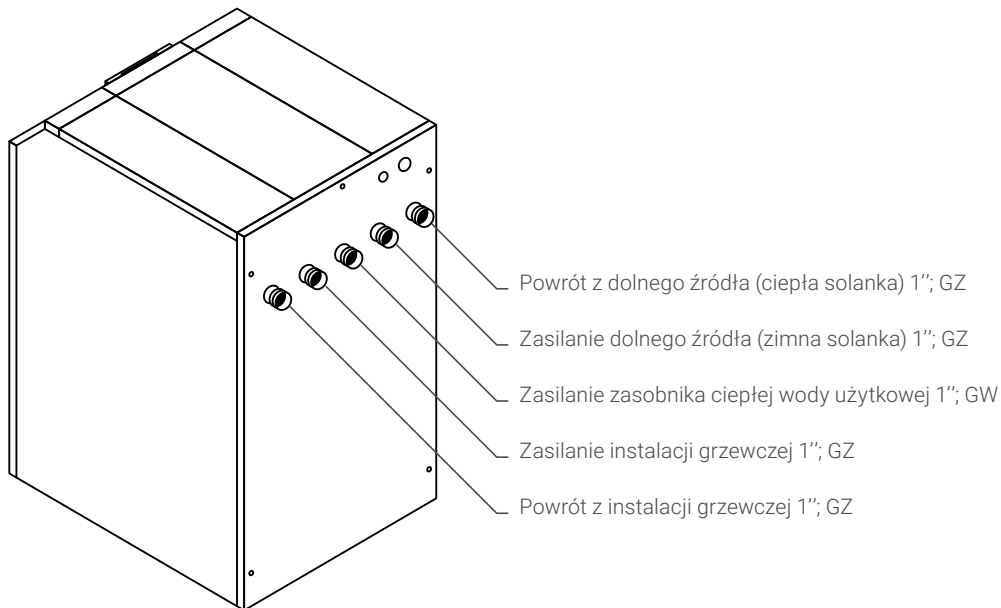


Rys. 59. Montaż pompy ciepła Maxima - minimalne odległości (widok z góry)



Rys. 60. 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 (7-16 GT) 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).

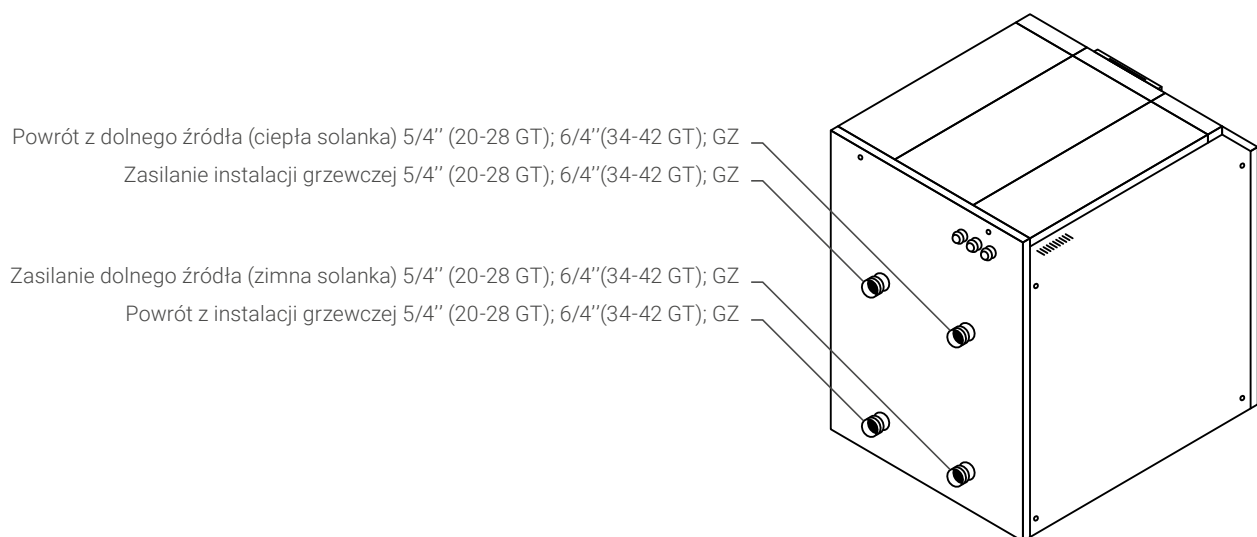


Rys. 61. Schemat przyłączy hydraulicznych pompy ciepła Maxima 7-16 GT

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

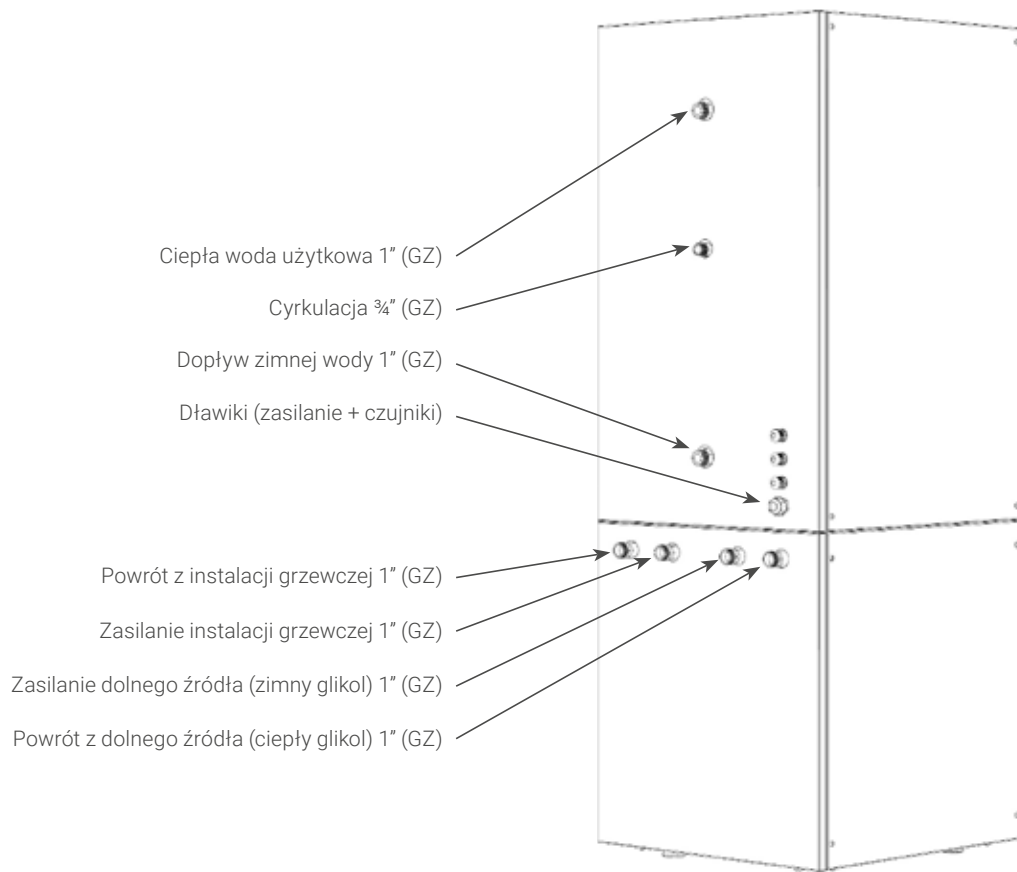
Tabela 53. Dedykowany zawór trójdrogowy z siłownikiem dla pomp ciepła Maxima

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. 62. 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. 63. Schemat przyłączy hydraulicznych pompy ciepła Maxima Compact 7-12 GT

- Przyłącze rurowe zaleca się wykonać z rury miedzianej o odpowiedniej średnicy wewnętrznej. Należy pamiętać o izolacji cieplnej.

Tabela 54. Wewnętrzna średnica rury przyłącza pomp ciepła Maxima

model pompy ciepła	przyłącze - średnica wewnętrzna rury [mm]
Maxima 7 GT / Maxima Compact 7 GT	Ø 20
Maxima 10-16 GT / Maxima Compact 10-12 GT	Ø 26
Maxima 20-28 GT	Ø 32
Maxima 34-42 GT	Ø 39

- 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 A0W35 [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:

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

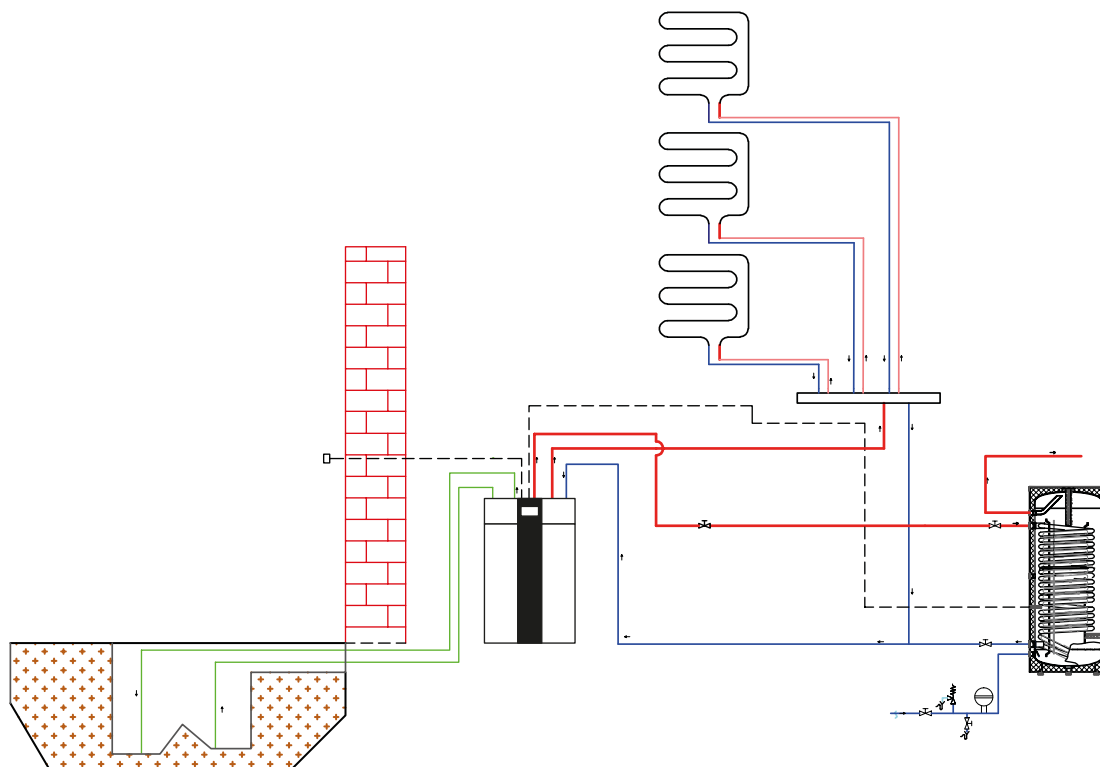
Zatem możliwy jest dobór zasobnika Maxi 250 o powierzchni wężownicy 3 m². W przypadku doboru zbiornika z dwoma wężownicami można zastosować Maxi Plus 400 z wężownicą do pompy ciepła o powierzchni 3,8 m². Poniżej zamieszczono tabelę z dedykowanymi zasobnikami c.w.u. do pomp ciepła z serii Maxima. Największa 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 55. Proponowane zbiorniki Maxi i Maxi Plus do pompy ciepła Maxima

model pompy ciepła	optymalna powierzchnia wężownicy [m ²]	proponowany zasobnik Maxi	powierzchnia wężownicy w zbiorniku Maxi [m ²]	proponowany zasobnik Maxi Plus	powierzchnia wężownicy pod pompę ciepła w zbiorniku Maxi Plus [m ²]
Maxima 7 GT	2,18	Maxi 250	3,0	Maxi Plus 300	2,2
Maxima 10 GT	2,96	Maxi 250	3,0	Maxi Plus 400	3,8
		Maxi 300	3,8		
Maxima 12 GT	3,75	Maxi 300	3,8	Maxi Plus 400	3,8
Maxima 16 GT	4,97	Maxi 400	5,0	Maxi Plus 500	4,8
		Maxi 500	6,0		
Maxima 20 GT	5,88	Maxi 500	6,0		
Maxima 28 GT	8,43	Brak w ofercie standardowych zbiorników o odpowiednio dużej wężownicy. W takich przypadkach stosowane są zbiorniki emaliowane bez wężownic z zewnętrznym płytowym wymiennikiem ciepła lub układy z kilkoma zbiornikami.			
Maxima 34 GT	9,86				
Maxima 42 GT	12,39				

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

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



Rys. 64. Schemat układu z pompą ciepła Maxima (7-16 GT) i zasobnikiem 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 wspomniano tradycyjne grzejniki szybko osiągają wymaganą temperaturę, co powoduje wyłączenie pompy ciepła. Równie szybko się wychładzają, co powoduje ponowne załączenie pompy. Bufor służy do hydraulicznego rozdzielania 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, utrzymanie wymaganego przepływu i odbioru ciepła bez bufora byłoby niemożliwe. 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]

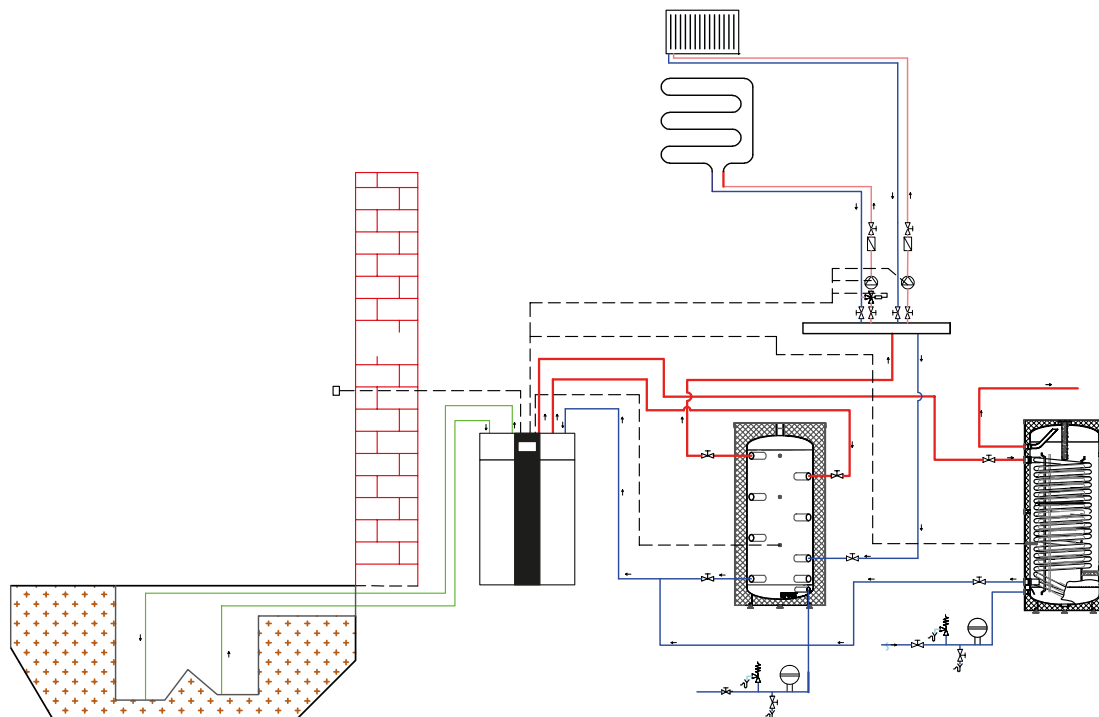
v - zalecany standardowo współczynnik: 30 l/kW (w przypadku pracy w systemie dwutaryfowym 60 l/kW)

Poniżej zamieszczono tabelę z proponowanymi modelami buforów:

Tabela 56. 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	rzeczywista pojemność proponowanego bufora [l]
Maxima 7 GT / Maxima Compact 7 GT	218	SG(B) 200	223
		SG(B) 300	305
Maxima 10 GT / Maxima Compact 10 GT	296	SG(B) 300	305
		SG(B) 400	396
Maxima 12 GT / Maxima Compact 12 GT	375	SG(B) 400	396
Maxima 16 GT	497	SG(B) 500	467
Maxima 20 GT	588	SG(B) 500	467
		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 węzownicą stalową. Tradycyjny układ z pompą ciepła Maxima zbiornikiem buforowym oraz zasobnikiem c.w.u. Maxi przedstawia się następująco:



Rys. 65. Schemat układu z pompą ciepła Maxima (7-16 GT), zbiornikiem buforowym, zasobnikiem Maxi

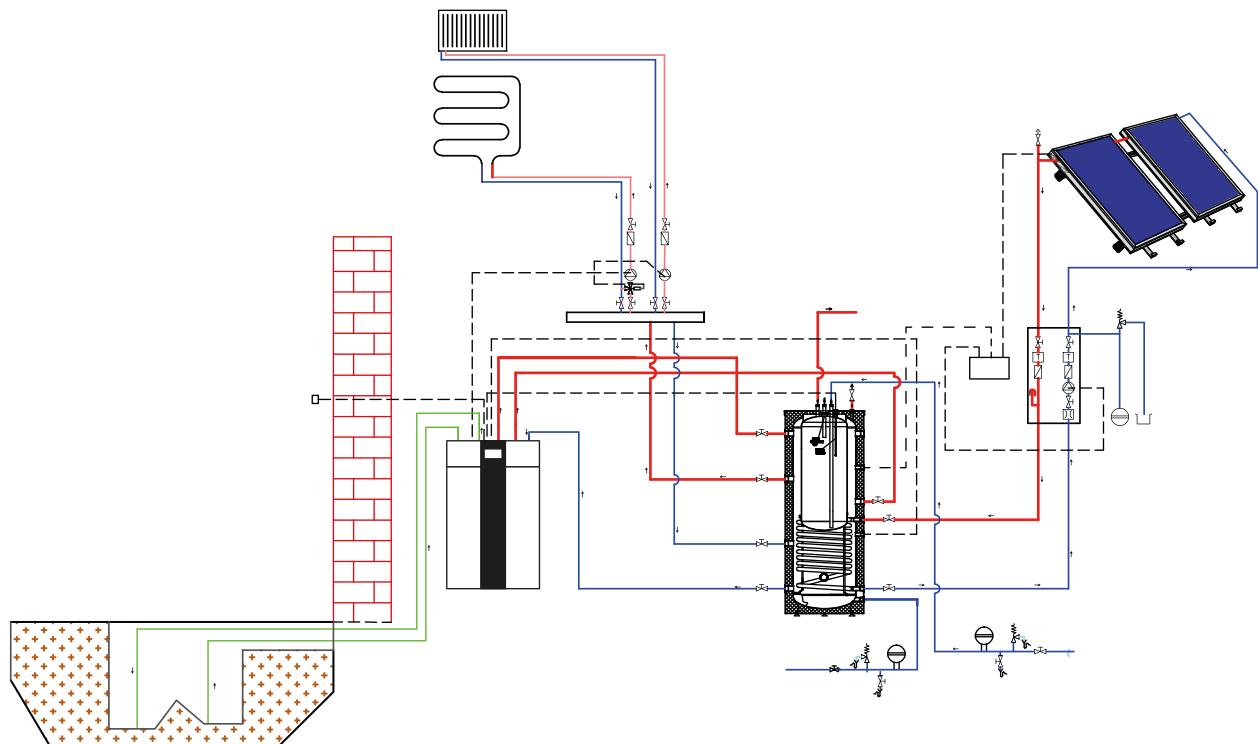
6.3.5. Maxima - dobór zbiornika kombinowanego typu zbiornik w zbiorniku (SG(K) Kumulo)

Zbiornik kombinowany stosowany jest do połączenia większej ilości źródeł, przykładowo pompy ciepła, kotła i kolektorów słonecznych. Konstrukcyjnie zbiornik ten łączy bufor z zasobnikiem c.w.u., co pozwala zaoszczędzić miejsce w kotłowni. Stosowany może być również w instalacjach, w których dobrana moc pompy ciepła jest duża w stosunku do zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową (pojawia się problem doboru zbiornika z odpowiednio dużą powierzchnią węzownicy). Dobór pojemności buforowej jest analogiczny do przedstawionego powyżej schematu doboru pojemności bufora.

Tabela 57. Proponowane zbiorniki kombinowane typu zbiornik w zbiorniku (SG(K) Kumulo) dla pompy ciepła Maxima - przy założeniu 30 l/kW mocy nominalnej

model pompy ciepła	sugerowana pojemność bufora [l]	proponowane zbiorniki kombinowane	rzeczywista pojemność buforowa [l]	rzeczywista pojemność zasobnika c.w.u. [l]
Maxima 7 GT	218	SG(K) Kumulo 300/80	220	80
		SG(K) Kumulo 380/120	260	120
Maxima 10 GT	296	SG(K) Kumulo 380/120	260	120
		SG(K) Kumulo 500/160	340	160
Maxima 12 GT	375	SG(K) Kumulo 500/160	340	160
		SG(K) Kumulo 600/200	400	200
Maxima 16 GT	497	SG(K) Kumulo 600/200	400	200
		SG(K) Kumulo 800/200	600	200
Maxima 20 GT	588	SG(K) Kumulo 800/200	600	200
Maxima 28 GT	843	SG(K) Kumulo 1000/200	800	200

Poniżej przedstawiono przykładowy schemat instalacji z pompą Maxima oraz kolektorami słonecznymi, które służą w tym przypadku do ogrzewania c.w.u. i wspomaganie centralnego ogrzewania.



Rys. 66. Schemat instalacji z pompą ciepła Maxima (7-16 GT), kolektorami słonecznymi i zbiornikiem kombinowanym SG(K) Kumulo

6.3.6. Maxima - dobór zbiornika kombinowanego SG(K) Complete - połączenie zbiornika Maxi i bufora w jednej obudowie

Tego typu zbiornik kombinowany to połączenie w jednej obudowie dwóch typów zbiorników: zbiornika MAXI oraz bufora o małej pojemności. Jest to rozwiązanie dla użytkowników niedysponujących dużą przestrzenią na montaż pompy ciepła wraz z potrzebnym osprzętem. Zbiorniki te nie są w żaden sposób połączone hydraulicznie, działają niezależnie.

Tabela 58. Proponowane zbiorniki kombinowane SG(K) Complete (zbiornik Maxi i bufor w jednej obudowie) dla pompy ciepła Maxima - przy założeniu 25 l/kW mocy nominalnej

model pompy ciepła	optymalna powierzchnia wężownicy [m ²]	proponowane zbiorniki kombinowane	powierzchnia wężownicy c.w.u. w zbiorniku [m ²]	pojemność zbiornika c.w.u. [l]	sugerowana pojemność buforowa [l]	rzeczywista pojemność buforowa [l]
Maxima 7 GT	2,18	SG(K) Complete 250/135	3	237	181	135
Maxima 10 GT	2,96	SG(K) Complete 250/135	3	237	246	135

6.3.7. Maxima / Maxima Compact - wstępny szacunkowy dobór systemu z gruntową pompą ciepła dla standardowego budynku

Poniżej przedstawiono pomocne diagramy pozwalające na wstępny dobór rozwiązania dla standardowego domu jednorodzinnego (o zapotrzebowaniu 50 W/m² i zużyciu ciepłej wody użytkowej 200 l/dobę).

W przypadku wyboru ogrzewania niskotemperaturowego (podłogowe, ścienne) pompa ciepła Maxima 7-16 GT, przy określonych wyżej założeniach, przeznaczona jest do budynków o powierzchni ogrzewanej do około 320 m². Natomiast modele Maxima Compact 7-12 GT standardowo do budynków o powierzchni ogrzewanej do 240m². Diagramy doborowe dla ogrzewania niskotemperaturowego poniżej:



* Zbiornik Maxi dedykowany jedynie do modeli z typoszeregu Maxima. Pompy ciepła Maxima Compact posiadają już zabudowany zbiornik c.w.u. w obudowie.

W przypadku modeli pomp ciepła Maxima dużej mocy (20-42 GT) możemy zapewnić ciepło w budynkach o powierzchniach nawet do 830 m² z ogrzewaniem niskotemperaturowym.



Przy wyborze ogrzewania wysokotemperaturowego (grzejnikowe) pompa ciepła Maxima 7-16 GT, przy wyżej określonych założeniach, przeznaczona jest do domów o powierzchni ogrzewanej do maksymalnie 300 m², Maxima Compact 7-12 GT do maksymalnie 230m². Diagram doborowy dla ogrzewania wysokotemperaturowego poniżej:



* Zbiornik Maxi dedykowany jedynie do modeli z typoszeregu Maxima. Pompy ciepła Maxima Compact posiadają już zabudowany zbiornik c.w.u. w obudowie.

Wybierając modele Maxima 20-42 GT możemy zapewnić ciepło w obiekcie do 840 m² (ogrzewanie grzejnikowe). W przypadku modeli o wysokiej mocy grzewczej niemożliwe staje się dobranie zbiornika o odpowiednio dużej powierzchni wymiany ciepła. Konieczne w takim przypadku jest stosowanie zewnętrznych wymienników ciepła lub układów z kilkoma zbiornikami dla uzyskania odpowiedniej powierzchni wymiany ciepła. Dlatego też jedynie dla pompy ciepła Maxima 20 GT zaproponowano zasobnik na ciepłą wodę użytkową typu Maxi. Dla kolejnych modeli na poniższym diagramie zawarto jedynie bufory.

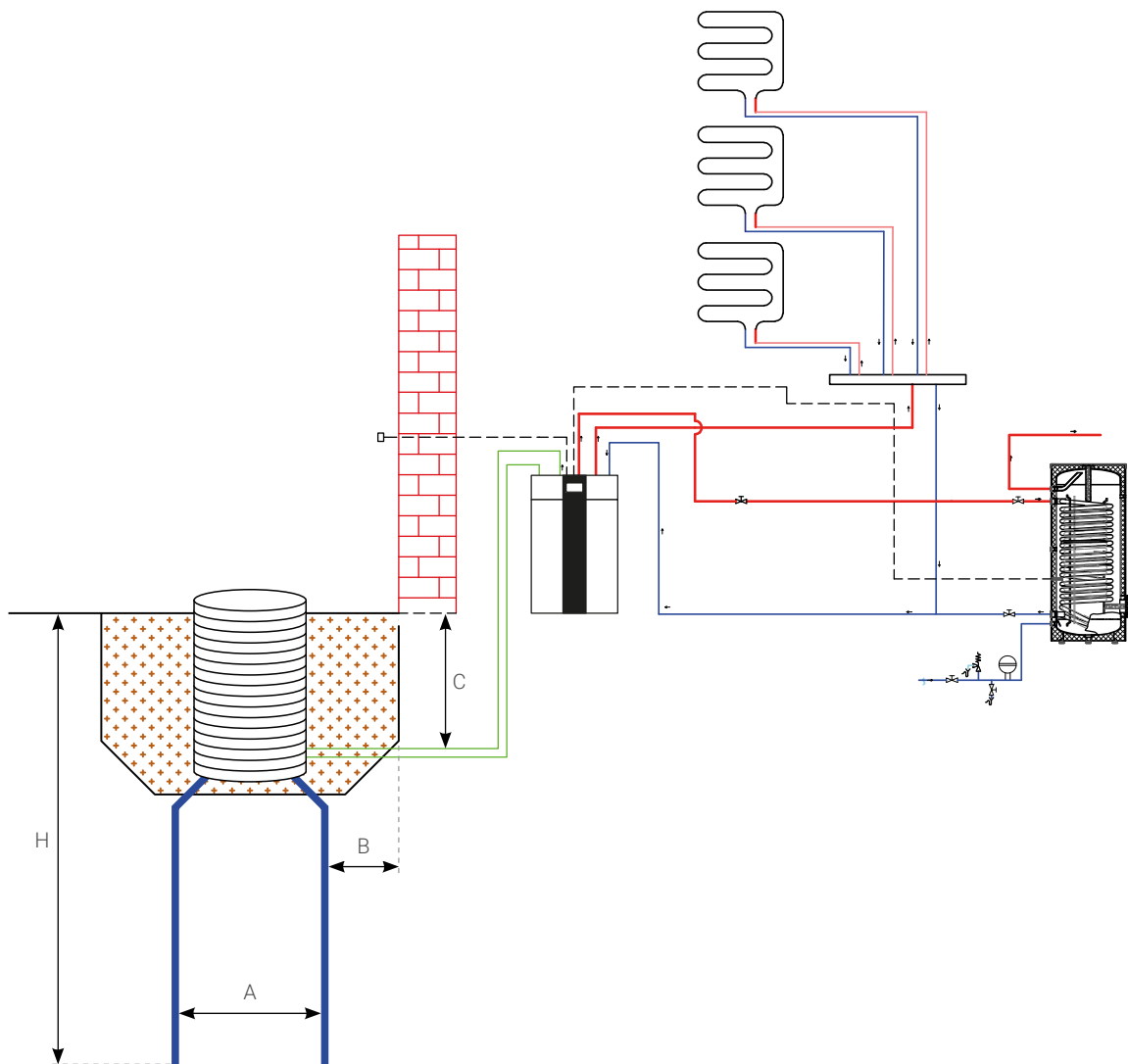


6.4. Projektowanie dolnego źródła pompy ciepła Maxima i Maxima Compact

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 pada wybór 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 studziencie, tak by mieć do niego swobodny dostęp. Stosowane są również rozdzielacze wewnętrzne - naścienne.



Rys. 67. 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 $70 \leq H < 100$ 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. Dokładną wartość można poznać przez wykonanie TRT (Test reakcji termicznej) lub na podstawie znajomości rozkładu geologicznego warstw gruntu. Znając rozkład możliwe jest obliczenie współczynnika przewodzenia ciepła dla danego gruntu. Poniżej pomocna tabela z przybliżonymi wydajnościami cieplnymi gruntu:

Tabela 59. Jednostkowa wydajność cieplna gruntu-sonda pionowa

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

Jeżeli wydajność gruntu nie jest dokładnie znana to można szacunkowo przyjąć tę wartość na poziomie 40 W/m. Czas pracy sprężarki w ciągu roku nie powinien przekraczać 2000 h/rok. Jeżeli przekracza, to dolne źródło będzie bardziej obciążone. W tym przypadku by umożliwić

prawkładową regenerację ciepłą 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 postużyć się mocą chłdniczą danego urządzenia, która będzie pobierana z gruntu.

Tabela 60. Moc chłdniczą 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 16 GT	Maxima 20 GT	Maxima 28 GT	Maxima 34GT	Maxima 42 GT
moc chłdniczą [W]	5570	7640	9720	12800	15330	22080	25380	32180

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

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

Q_{chn} - moc chłdniczą nominalną pompy ciepła w punkcie pracy B0W35 [W]

q_v - jednostkowa wydajność ciepła 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.

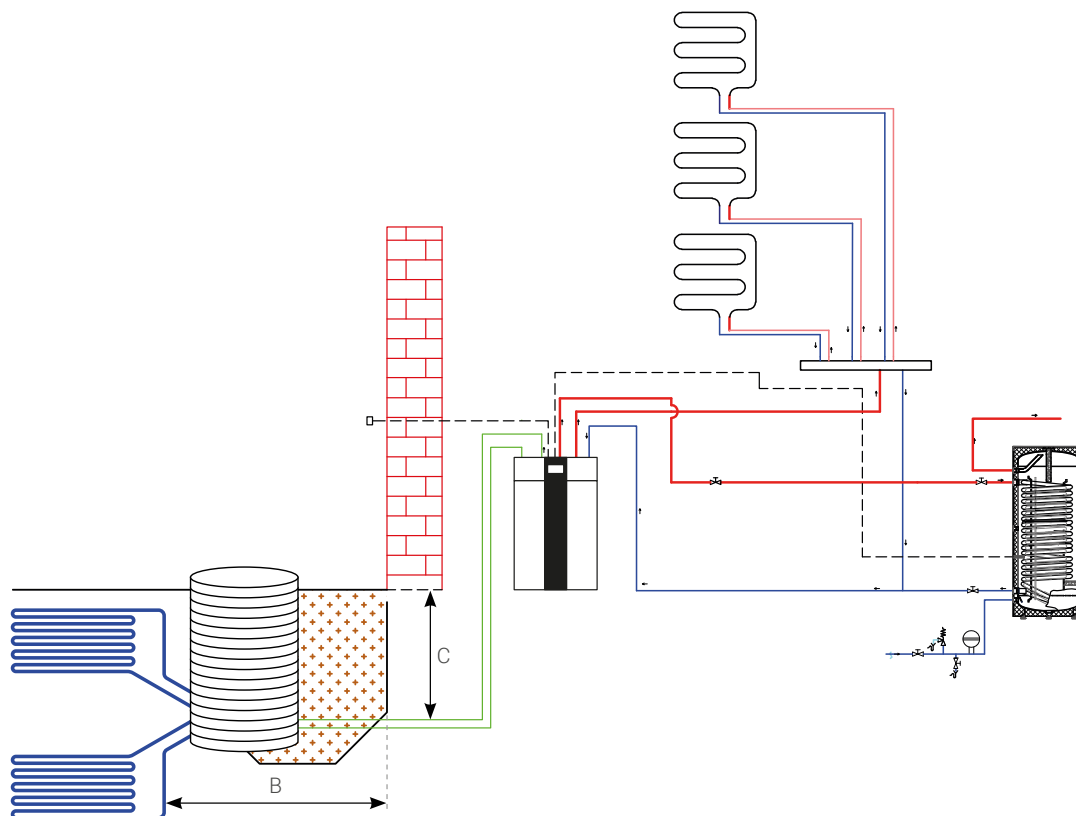
Tabela 61. Szacunkowa długość wymiennika - sonda pionowa (przy założeniu 40 W/m)

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 16 GT	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 wspomiano 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.

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. 68. Usytuowanie wymiennika poziomego - wymagane odległości

Minimalne odległości:

- od fundamentów $B > 0,5\text{m}$
- 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. Znając strukturę geologiczną gruntu można przyjmować następujące wartości jej wydajności:

Tabela 62. 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

W przypadku braku rozpoznania geologicznego można szacunkowo przyjmować wartość 20 W/m². 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 63. 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 16 GT	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/m²]

Przykładowo dla pompy ciepła Maxima 10 GT, zakładając odbiór ciepła z gruntu (q_v) na poziomie 20 W/m² otrzymamy:

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

Wymagana powierzchnia wymiennika poziomego wynosi 382 m².

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 zależy od rodzaju gruntu:

Tabela 64. Zalecany rozstaw i średnica rury wymiennika poziomego

rodzaj gleby	zalecany rozstaw rur [m]	proponowana średnica rury $d_n \times g$ [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 [m²]

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 zależy od średnicy zastosowanej rury:

Tabela 65. Minimalna i maksymalna długość pętli w zależności od zastosowanej średnicy wymiennika

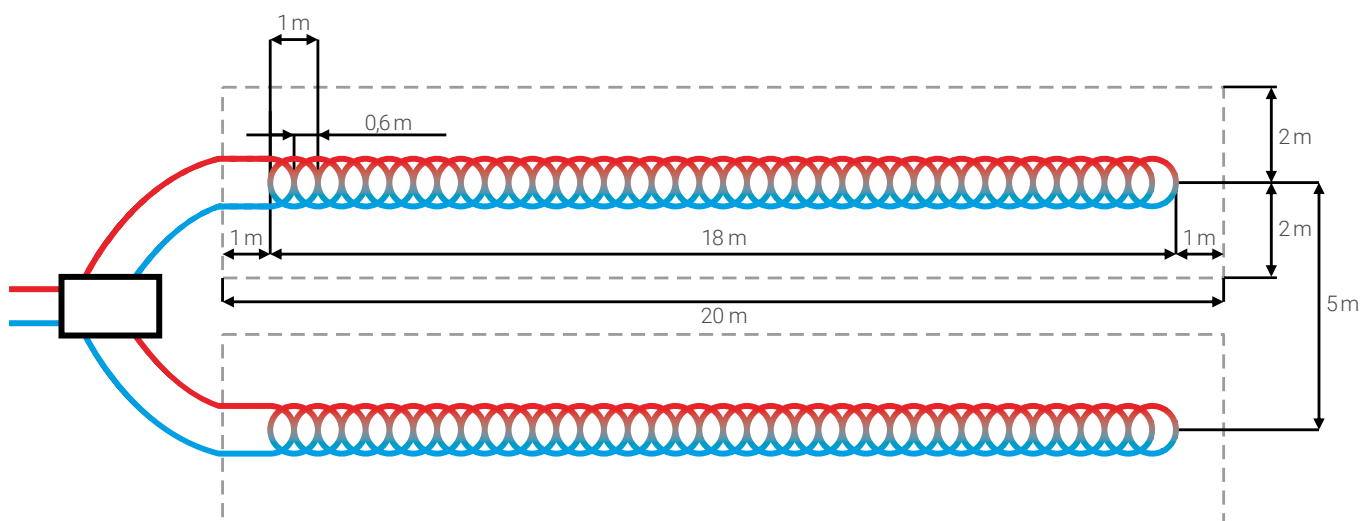
zastosowana średnica rury [mm]	minimalna długość pętli [m]	maksymalna długość pętli [m]
25	50	125
32	80	200
40	140	300

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

Tabela 66. Szacunkowa powierzchnia wymiennika poziomego (przy założeniu 20 W/m²) - dobór wymiennika poziomego meandrycznego

model pompy ciepła	wymagana szacunkowa powierzchnia wymiennika [m ²]	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 16 GT	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. 69. Wymiennik spiralny

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

Tabela 67. Szacunkowa powierzchnia wymiennika poziomego (przy założeniu 20 W/m²) - 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 16 GT	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 systemu 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:



Strojirenský 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.

8. HYBRYDOWE SYSTEMY GRZEWcze GALMET

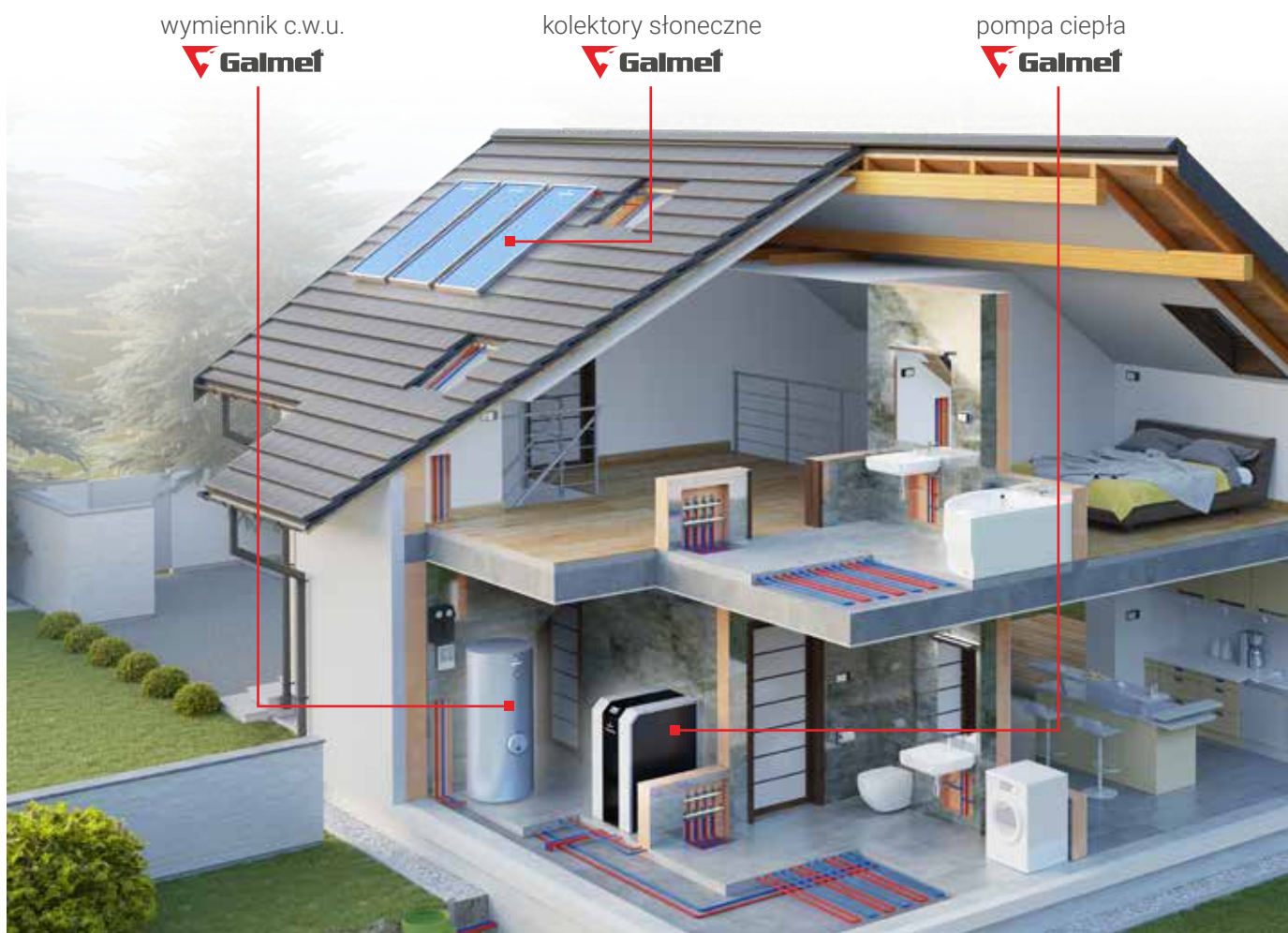
Wybierając hybrydowy system grzewczy zyskujesz:

- ▶ Nawet do 5 000 zł zysku w porównaniu z zakupem urządzeń osobno.
- ▶ Jeden sterownik do całego systemu.
- ▶ Jednego producenta, instalatora i serwis całego systemu.
- ▶ Pomoc naszego doradcy w doborze i konfiguracji urządzeń.
- ▶ Pomoc w znalezieniu lokalnego wykonawcy instalacji.
- ▶ Systemy, w skład których wchodzi urządzenia korzystające z odnawialnych źródeł energii (OZE), kwalifikują się do dofinansowania z programów regionalnych lub ogólnopolskich.
- ▶ Poprawiasz jakość środowiska naturalnego, w którym żyjesz.



Zakup wszystkich urządzeń od **jednego producenta** pozwala na zastosowanie dowolnej kombinacji wielu urządzeń, przy pewności optymalnego działania całego systemu. Wszystko po to, by sprostać indywidualnym wymaganiom każdego klienta.

Przykładowy hybrydowy system grzewczy Galmet:



PRZYKŁADOWE SCHEMATY HYBRYDOWYCH SYSTEMÓW GRZEWCZYCH GALMET

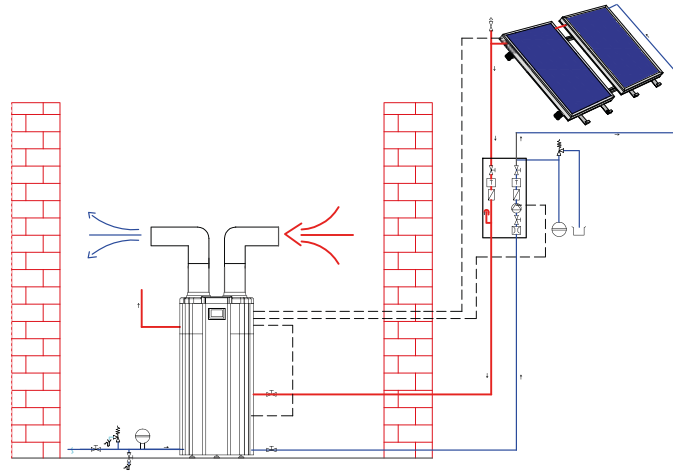
System hybrydowy **α - alfa**

Założenia projektowe:

- ▶ Do podgrzewania c.w.u.
- ▶ Ilość osób: 2-4

W skład systemu wchodzi:

- ▶ 2 kolektory miedziane KSG 21 Premium GT z osprzętem
- ▶ Pompa ciepła Spectra 200



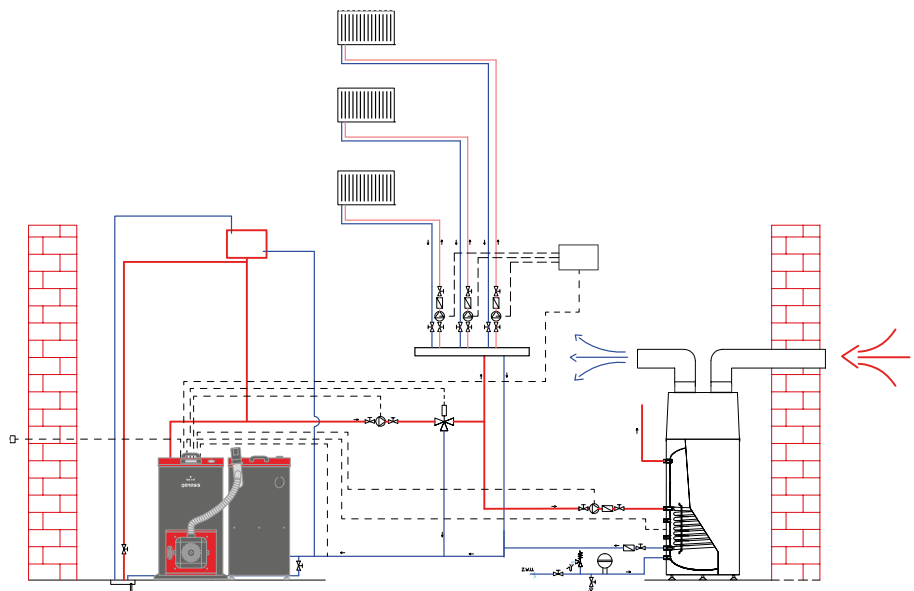
System hybrydowy **β - beta**

Założenia projektowe:

- ▶ Powierzchnia grzewcza do 150 m²
- ▶ Ilość osób: 3-4

W skład systemu wchodzi:

- ▶ Pompa ciepła Basic 200
- ▶ Kocioł c.o. na pellet Genesis Plus KPP 15 kW



Przedstawione projekty instalacji są wyłącznie rozwiązaniami przykładowymi i zostały stworzone zgodnie z istniejącymi standardami. Należy również pamiętać, aby przy każdej inwestycji projekt był skonsultowany z projektantem i dostosowany do istniejących warunków i wymogów konkretnej instalacji.

Urządzenia wchodzące w skład systemów hybrydowych nie podlegają standardowemu rabatowaniu i nie mogą być rozdzielane w celu dalszej odsprzedaży.

PRZYKŁADOWE SCHEMATY HYBRYDOWYCH SYSTEMÓW GRZEWczyCH GALMET

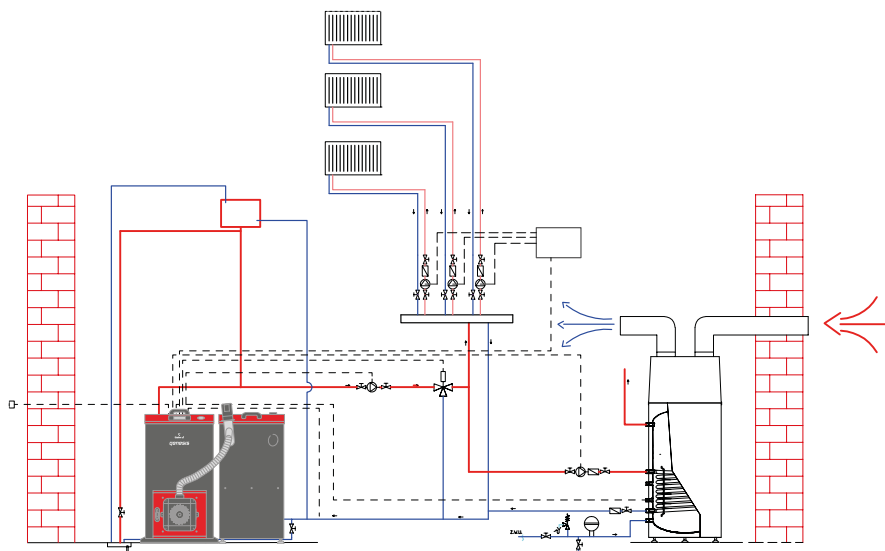
System hybrydowy **γ - gamma**

Założenia projektowe:

- ▶ Powierzchnia grzewcza do 200 m²
- ▶ Ilość osób: 3-4

W skład systemu wchodzi:

- ▶ Pompa ciepła Basic 200
- ▶ Kocioł c.o. na pellet Genesis Plus KPP 20 kW



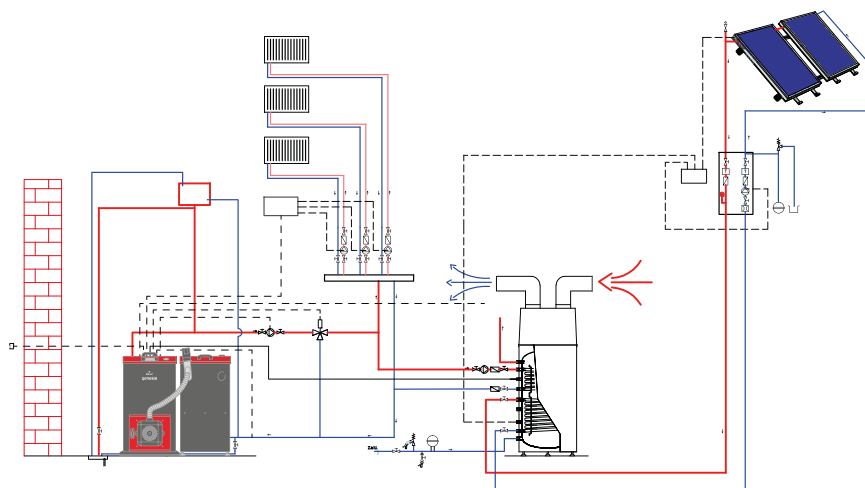
System hybrydowy **Δ - delta**

Założenia projektowe:

- ▶ Powierzchnia grzewcza do 250 m²
- ▶ Ilość osób: 3-4

W skład systemu wchodzi:

- ▶ Pompa ciepła Basic 270
- ▶ Kocioł c.o. na pellet Genesis Plus KPP 25 kW
- ▶ 2 kolektory aluminiowe KSG 27 GT z osprzętem



Przedstawione projekty instalacji są wyłącznie rozwiązaniami przykładowymi i zostały stworzone zgodnie z istniejącymi standardami. Należy również pamiętać, aby przy każdej inwestycji projekt był skonsultowany z projektantem i dostosowany do istniejących warunków i wymogów konkretnej instalacji.

Urządzenia wchodzące w skład systemów hybrydowych nie podlegają standardowemu rabatowaniu i nie mogą być rozdzielane w celu dalszej odsprzedaży.

PRZYKŁADOWE SCHEMATY HYBRYDOWYCH SYSTEMÓW GRZEWCZYCH GALMET

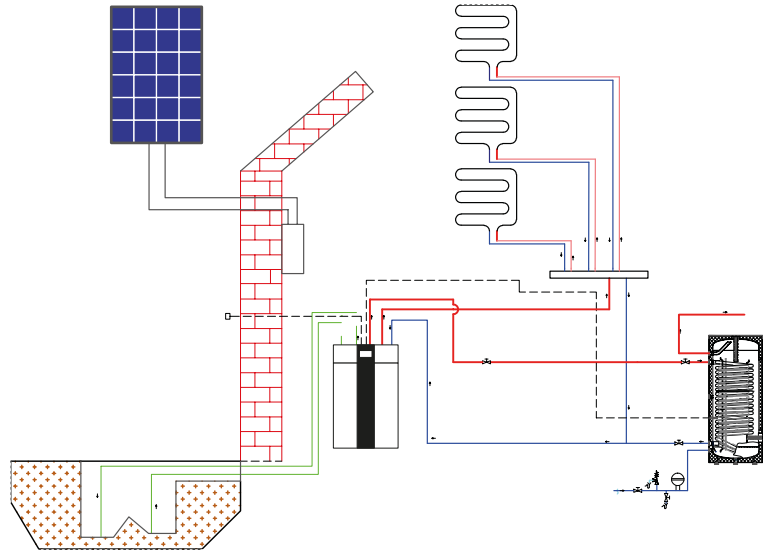
System hybrydowy **Energy Max GT**

Założenia projektowe:

- ▶ Powierzchnia grzewcza do 150 m²
- ▶ Ilość osób: 4-6

W skład systemu wchodzi:

- ▶ Pompa ciepła Maxima 10 GT
- ▶ Zestaw fotowoltaiczny ON-GRID 2,5 kW z inwerterem 3-fazowym
- ▶ Wymiennik SGW(S) Maxi 300



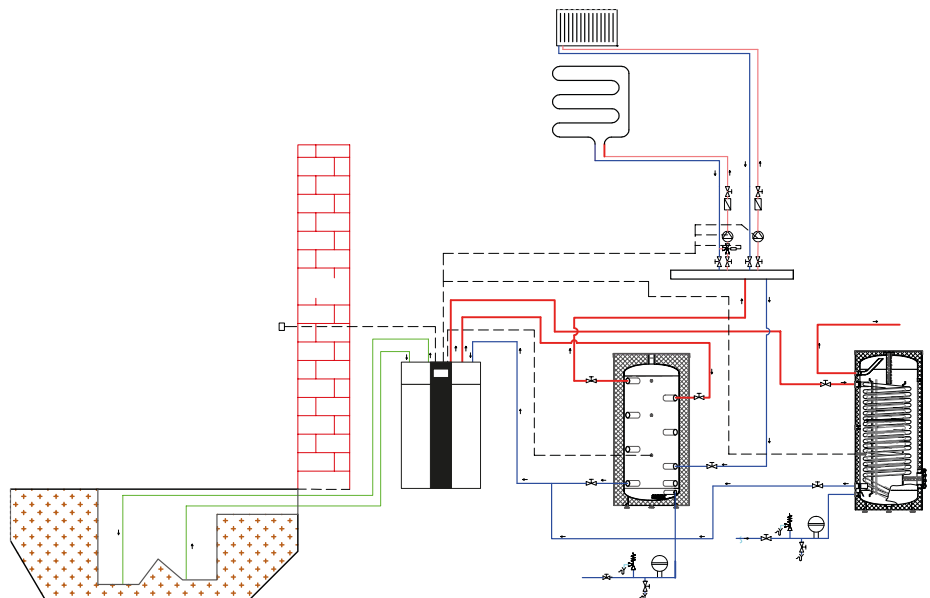
System hybrydowy **η - eta**

Założenia projektowe:

- ▶ Powierzchnia grzewcza do 180 m²
- ▶ Ilość osób: 3-5

W skład systemu wchodzi:

- ▶ Pompa ciepła Maxima 12 GT
- ▶ Wymiennik SGW(S) Maxi 300
- ▶ Zbiornik buforowy 400



Przedstawione projekty instalacji są wyłącznie rozwiązaniami przykładowymi i zostały stworzone zgodnie z istniejącymi standardami. Należy również pamiętać, aby przy każdej inwestycji projekt był skonsultowany z projektantem i dostosowany do istniejących warunków i wymogów konkretnej instalacji.

Urządzenia wchodzące w skład systemów hybrydowych nie podlegają standardowemu rabatowaniu i nie mogą być rozdzielane w celu dalszej odsprzedaży.

PRZYKŁADOWE SCHEMATY HYBRYDOWYCH SYSTEMÓW GRZEWCZYCH GALMET

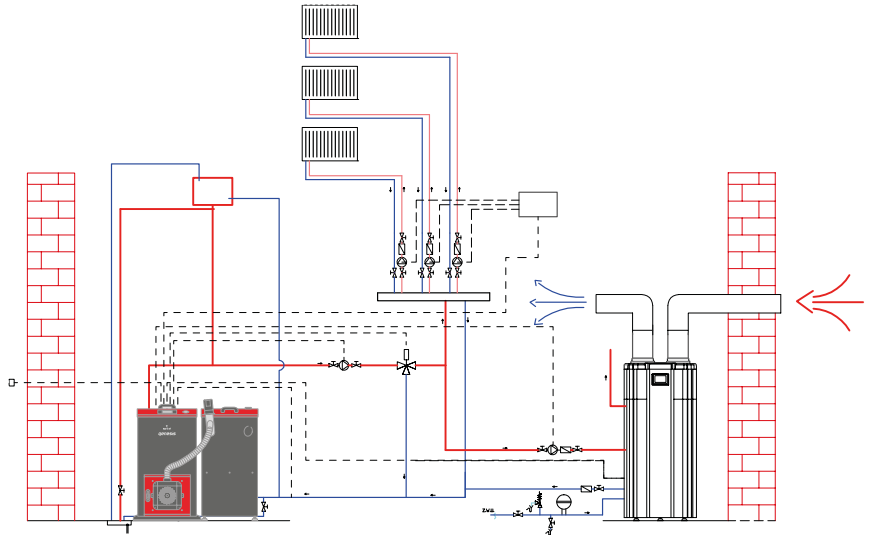
System hybrydowy **Mini**

Założenia projektowe:

- ▶ Powierzchnia grzewcza do 150 m²
- ▶ Ilość osób: 3-4

W skład systemu wchodzi:

- ▶ Pompa ciepła Spectra 200
- ▶ Kocioł c.o. na pellet Genesis Plus KPP 15 kW



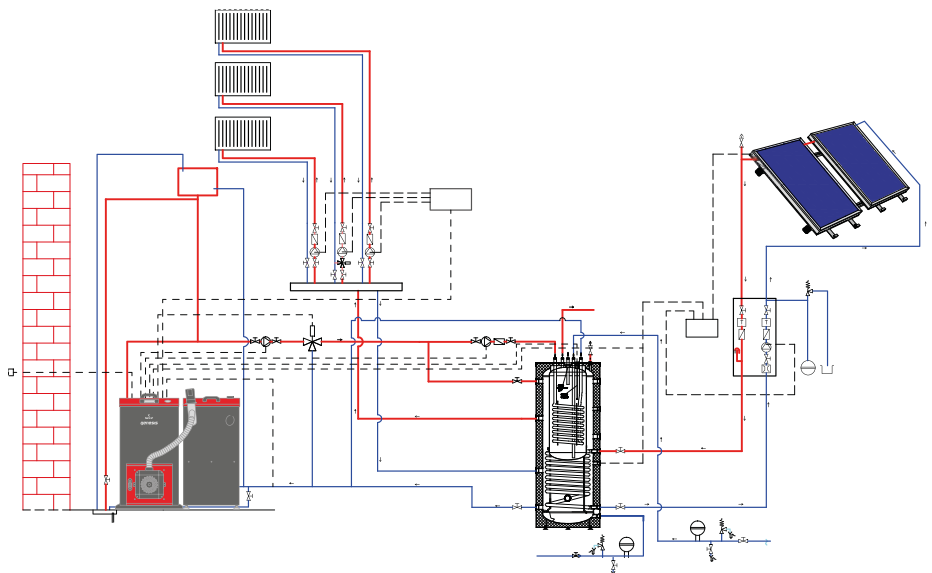
System hybrydowy **Midi**

Założenia projektowe:

- ▶ Powierzchnia grzewcza do 200 m²
- ▶ Ilość osób: 2-3

W skład systemu wchodzi:

- ▶ 2 kolektory miedziane KSG 27 Premium GT z osprzętem
- ▶ Zbiornik kombinowany SG(K) Kumulo 380/120 z 2 wężownicami
- ▶ Kocioł c.o. na pellet Genesis Plus KPP 20 kW



Przedstawione projekty instalacji są wyłącznie rozwiązaniami przykładowymi i zostały stworzone zgodnie z istniejącymi standardami. Należy również pamiętać, aby przy każdej inwestycji projekt był skonsultowany z projektantem i dostosowany do istniejących warunków i wymogów konkretnej instalacji.

Urządzenia wchodzące w skład systemów hybrydowych nie podlegają standardowemu rabatowaniu i nie mogą być rozdzielane w celu dalszej odsprzedaży.

WYKAZ HYBRYDOWYCH SYSTEMÓW GRZEWczyCH GALMET

nazwa systemu	nr katalogowy	skład systemu
Energy Flow GT	SG-000013	- pompa ciepła Spectra 200 (nr kat. 09-363100) - zestaw fotowoltaiczny ON-GRID o mocy 2,0 kW z inwerterem 1-fazowym (nr kat. 10-901100)
Energy Max GT	SG-000014	- pompa ciepła Maxima 10GT (nr kat. 09-161000) - zestaw fotowoltaiczny ON-GRID o mocy 2,5 kW z inwerterem 3-fazowym (nr kat. 10-901101) - wymiennik SGW(S) Maxi 300 (nr kat. 26-308100N)
Energy Air GT	SG-000016	- pompa ciepła Airmax ² 12 GT (nr kat. 09-261200) - zestaw fotowoltaiczny ON-GRID o mocy 2,5 kW z inwerterem 3-fazowym (nr kat. 10-901101) - wymiennik SGW(S) Maxi 300 (nr kat. 26-308100N)
α - alfa	SG-000017	- pompa ciepła Spectra 200 (nr kat. 09-363100) - 2 kolektory KSG 21 Premium GT (nr kat. 08-102102) + osprzęt
β - beta	SG-000018	- pompa ciepła Basic 200 (nr kat. 09-353102) - kocioł c.o. na pellet Genesis Plus KPP 15 kW (nr kat. 07-155500)
γ - gamma	SG-000019	- pompa ciepła Basic 200 (nr kat. 09-353102) - kocioł c.o. na pellet Genesis Plus KPP 20 kW (nr kat. 07-205500)
Δ - delta	SG-000020	- pompa ciepła Basic 270 z 2 węzownicami (nr kat. 09-355202) - kocioł c.o. na pellet Genesis Plus KPP 25 kW (nr kat. 07-255500) - 2 kolektory KSG 27 GT (nr kat. 08-102712) + osprzęt
ε - epsilon	SG-000021	- 3 kolektory aluminiowe KSG 21 GT (nr kat. 08-102112) z osprzętem - wymiennik biwalentny SGW(S)B Tower Biwal 300 (nr kat. 26-309000N) - kocioł c.o. na pellet Genesis Plus KPP 15 kW (nr kat. 07-155500)
ζ - zeta	SG-000022	- pompa ciepła Maxima 10GT (nr kat. 09-161000) - wymiennik SGW(S) Maxi 250 (nr kat. 26-258100)
η - eta	SG-000023	- pompa ciepła Maxima 12GT (nr kat. 09-161200) - wymiennik SGW(S) Maxi 300 (nr kat. 26-308100N) - zbiornik buforowy 400 (nr kat. 70-400000)
θ - theta	SG-000024	- pompa ciepła Maxima 10GT (nr kat. 09-161000) - wymiennik SGW(S) Maxi 250 (nr kat. 26-258100) - zbiornik buforowy 300 (nr kat. 70-300000) - zestaw fotowoltaiczny ON-GRID o mocy 3,0 kW z inwerterem 3-fazowym (nr kat. 10-901801)
ι - jota	SG-000025	- pompa ciepła Airmax ² 12GT (nr kat. 09-261200) - wymiennik SGW(S) Maxi 300 (nr kat. 26-308100N) - zbiornik buforowy 300 (nr kat. 70-300000)
κ - kappa	SG-000026	- pompa ciepła Airmax ² 9GT (nr kat. 09-260900) - wymiennik płytowy glikol-woda do pompy ciepła Airmax ² 9GT (nr kat. 09-000100) - wymiennik SGW(S) Maxi 250 (nr kat. 26-258100) - zbiornik buforowy 200 (nr kat. 70-200000)
λ - lambda	SG-000027	- pompa ciepła Airmax ² 15GT (nr kat. 09-261500) - wymiennik SGW(S) Maxi 400 (nr kat. 26-408100N) - zbiornik buforowy 500 (nr kat. 70-500600) - zestaw fotowoltaiczny ON-GRID o mocy 3,0 kW z inwerterem 3-fazowym (nr kat. 10-901801)
ξ - ksi	SG-000028	- pompa ciepła Airmax ² 15GT (nr kat. 09-261500) - wymiennik płytowy glikol-woda do pompy ciepła Airmax ² 15GT (nr kat. 09-000101) - 6 kolektorów KSG 21 Premium GT (nr kat. 08-102102) + osprzęt - zbiornik kombinowany SG(K) Kumulo 600/200 z 1 węzownicą (nr kat. 71-608000)
ο - omicron	SG-000029	- pompa ciepła Maxima 7GT (nr kat. 09-160700) - 3 kolektory miedziane KSG 27 Premium GT (nr kat. 08-102702) + osprzęt - zbiornik kombinowany SG(K) Kumulo 380/120 z 1 węzownicą (nr kat. 71-404000)
Σ - sigma	SG-000030	- pompa ciepła Maxima 7GT (nr kat. 09-160700) - 3 kolektory miedziane KSG 27 Premium GT (nr kat. 08-102702) + osprzęt - wymiennik biwalentny SGW(S)B Maxi Plus 300 (nr kat. 26-309100N)
Υ - ypsilon	SG-000031	- 7 kolektorów miedzianych KSG 21 Premium GT (nr kat. 08-102102) z osprzętem - kocioł c.o. na pellet Genesis Plus KPP 25 kW (nr kat. 07-255500) - zbiornik akumulacyjny warstwowy Multi-Inox 1000 (nr kat. 71-101600)
Ω - omega	SG-000032	- pompa ciepła Airmax ² 15GT (nr kat. 09-261500) - 7 kolektorów KSG 21 Premium GT (nr kat. 08-102102) z osprzętem - kocioł c.o. na pellet Genesis Plus KPP 25 kW (nr kat. 07-255500) - zbiornik akumulacyjny warstwowy Multi-Inox 1000 (nr kat. 71-101600)
Mini	SG-000010	- pompa ciepła Spectra 200 (nr kat. 09-363100) - kocioł c.o. na pellet Genesis Plus KPP 15 kW (nr kat. 07-155500)
Midi	SG-000011	- 2 kolektory miedziane KSG 27 Premium GT (nr kat. 08-102702) + osprzęt - zbiornik kombinowany SG(K) Kumulo 380/120 z 2 węzownicami (nr kat. 72-404000) - kocioł c.o. na pellet Genesis Plus KPP 20 kW (nr kat. 07-205500)
Maxi	SG-000012	- pompa ciepła Airmax ² 15GT (nr kat. 09-261500) - kocioł c.o. na pellet Genesis Plus KPP 15 kW (nr kat. 07-155500) - wymiennik biwalentny SGW(S)B Maxi Plus 500 (nr kat. 26-509100N) - zestaw fotowoltaiczny ON-GRID o mocy 3,0 kW z inwerterem 3-fazowym (nr kat. 10-901801) - zbiornik buforowy 400 z węzownicą (nr kat. 71-400000)

Nie znalazłeś zestawu dla siebie? Skontaktuj się z doradcą techniczno-handlowym Galmet i zyskaj do **5 000 zł rabatu** na optymalnie dobrany, Hybrydowy System Grzewczy dla Twojego domu!

Przedstawione projekty instalacji są wyłącznie rozwiązaniami przykładowymi i zostały stworzone zgodnie z istniejącymi standardami. Należy również pamiętać, aby przy każdej inwestycji projekt był skonsultowany z projektantem i dostosowany do istniejących warunków i wymogów konkretnej instalacji.

Urządzenia wchodzące w skład systemów hybrydowych nie podlegają standardowemu rabatowaniu i nie mogą być rozdzielane w celu dalszej odsprzedaży.

REGIONALNI DORADCY TECHNICZNO-HANDLOWI



Sławomir Ociepa

Dyrektor handlowy

kom.: +48 600 901 925
s.ociepa@galmet.com.pl

1. Przemysław Racki

kom. +48 606 895 991
p.racki@galmet.com.pl

2. Wojciech Idziak

kom. +48 664 036 861
w.idziak@galmet.com.pl

3. Łukasz Horoszko

kom. +48 606 341 112
l.horoszko@galmet.com.pl

4. Ireneusz Szychowski

kom. +48 664 035 268
i.szychowski@galmet.com.pl

5. Wojciech Lizak

kom. +48 608 208 402
w.lizak@galmet.com.pl

6. Andrzej Kozieł

kom. +48 602 323 328
a.kozieł@galmet.com.pl

7. Tomasz Szymański

kom. +48 604 231 610
t.szymanski@galmet.com.pl

8. Olaf Galara

kom. +48 602 198 811
olafgalara@galmet.com.pl

DANE KONTAKTOWE

DZIAŁ SPRZEDAŻY:

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

Woj.: lubuskie (cz. północna), wielkopolskie, kujawsko-pomorskie, zachodnio-pomorskie
Stanisław Dąbrowa
tel. +48 77 403 45 21
sprzedaz1@galmet.com.pl

Woj.: pomorskie, warmińsko-mazurskie, podlaskie, mazowieckie, łódzkie
Mateusz Lenartowicz
tel. +48 77 403 45 22
sprzedaz2@galmet.com.pl

Woj.: lubelskie, świętokrzyskie, podkarpackie, małopolskie
Rafał Haremza
tel. +48 77 403 45 23
sprzedaz3@galmet.com.pl

Woj.: śląskie, opolskie, dolnośląskie, lubuskie (cz. południowa)
Tomasz Maliszewski
tel. +48 77 403 45 26
sprzedaz4@galmet.com.pl

Kierownik działu sprzedaży:
Adam Tromsa
kom. +48 77 403 45 27
a.tromsa@galmet.com.pl

DZIAŁ WSPARCIA TECHNICZNEGO:

tel. +48 77 403 45 60

Doradca techniczny ds. kolektorów słonecznych i fotowoltaiki:
Artur Bernardt
solary@galmet.com.pl

Doradcy techniczni ds. pomp ciepła:
Julia Sobaszek, Paweł Kurek
pompyciepla@galmet.com.pl

Doradcy techniczni ds. kotłów c.o.:
Artur Adamów, Kazimierz Królewicz
kotly@galmet.com.pl

Kierownik działu wsparcia technicznego
Doradca techniczny ds. zbiorników:
Roman Balicz
zbiorniki@galmet.com.pl

SERWIS:

tel. +48 77 403 45 30
serwis@galmet.com.pl

Formularz zgłoszeniowy 24/7
dostępny na stronie
www.galmet.com.pl/pl/serwis

DZIAŁ INWESTYCYJNY:

Kierownik działu inwestycji:
Sebastian Mamczur
tel. +48 77 403 45 55
kom. +48 664 947 852
s.mamczur@galmet.com.pl

Doradca ds. dofinansowań:
Ewelina Barton
kom. +48 692 086 899
e.barton@galmet.com.pl

DZIAŁ EKSPORTU:

Kierownik działu eksportu:
Dariusz Siudmak
tel. +48 77 403 45 80
kom. +48 600 89 50 69
d.siudmak@galmet.com.pl
export@galmet.com.pl

Krzysztof Rudnicki
tel. +48 77 403 45 81
kom. +48 883 364 137
k.rudnicki@galmet.com.pl
export@galmet.com.pl

SKLEP INTERNETOWY Z CZĘŚCIAMI:

www.sklep.galmet.com.pl
tel. +48 77 403 45 20
sklep@galmet.com.pl

JESZCZE LEPSZY PROGRAM PARTNERSKI DLA INSTALATORÓW!

Dla tych, którzy zdobędą **najwyższe** noty w rankingu czekają dodatkowe **nagrody!**

Hot 7 Points Club

Instalatorze!
Dołącz do nas.
Zbieraj punkty.
Zdobywaj nagrody.

Program wspiera 

Szczegóły i regulamin na www.hotpointsclub.pl



„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

pomoc techniczna:
dział pomp ciepła: +48 77 403 45 56
pompy@galmet.com.pl

www.galmet.com.pl

 Produkujemy w Polsce