

WYBIERAMY I KUPUJEMY

■ Pompa ciepła

Włodzimierz Marcinkowski

Wybory, wybory, wybory. Najpierw najtrudniejsza decyzja – wybór ogrzewania pompą ciepła. Potem wybór jednego z kilku możliwych systemów ogrzewania. Wreszcie wybór producenta i modelu pompy ciepła.

Jeśli oczekujesz, Drogi Czytelniku, że w tym artykule dokonamy wyboru konkretnego najlepszego modelu pompy ciepła, to spotka Cię zawód. Spróbuj najpierw odpowiedzieć na pytanie – Czy znasz takie zwierzę?



A. Frommann

Copeland

Oczywiście, nikt nie zna tak pożytecznego zwierzęcia, które dawałoby i mleko, i wełnę, i jajka, i mięso. Coś takiego nie istnieje. Podobnie nie istnieje tak uniwersalna pompa ciepła, która spełniałaby optymalnie wszystkie możliwe funkcje i oczekiwania użytkownika.



Z pompą ciepła

jestes cool

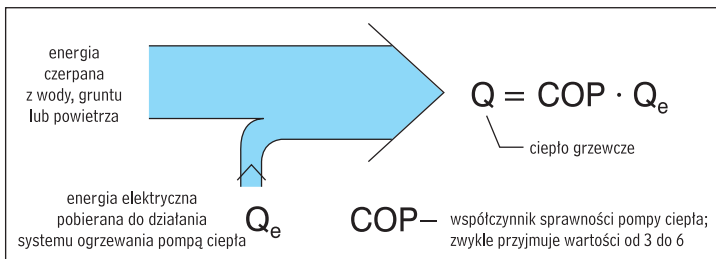
Pompy ciepła są praktycznie stosowane w Europie od 30 lat, ale w ostatnich 2 latach obserwuje się gwałtowny wzrost skali ich sprzedaży. W wielu krajach, jak np. Niemcy, Szwecja, Finlandia, Austria, Szwajcaria, Francja, liczba nowych domów wyposażonych w pompę ciepła wzrosła w 2007 roku prawie dwukrotnie w odniesieniu do roku 2006. Niemal co drugi dom budowany w tych krajach jest wyposażony w pompę ciepła (w Szwajcarii jest to 60% nowo budowanych domów). To wszystko prawda, jednak biorąc pod uwagę wyłącznie opłacalność inwestycji, można dać następujące rekomendacje.

Jeśli masz „pod ręką” gaz, to wybór pompy ciepła jest dyskusyjny.

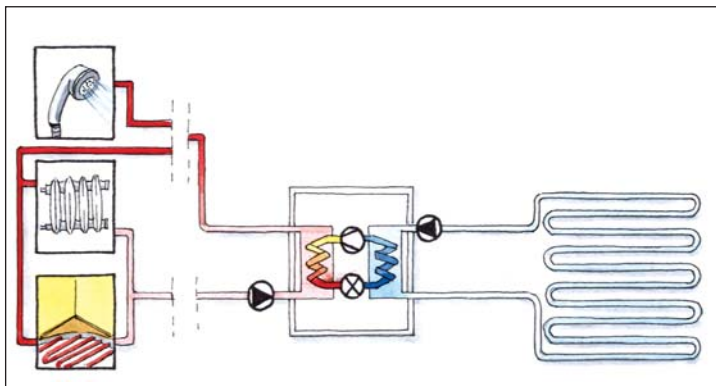
Jeśli do gazu jest daleko i trzeba budować kilkaset metrów przyłącza, pompa ciepła jest racjonalnym wyborem.

Jeśli nie ma w ogóle gazu, pompa ciepła jest najlepszym wyborem.

W tym ostatnim przypadku (brak gazu) cena działki powinna być niższa, co ma również znaczenie w całkowitym bilansie opłacalności inwestycji.



1 Zasada działania systemu ogrzewania z pompą ciepła

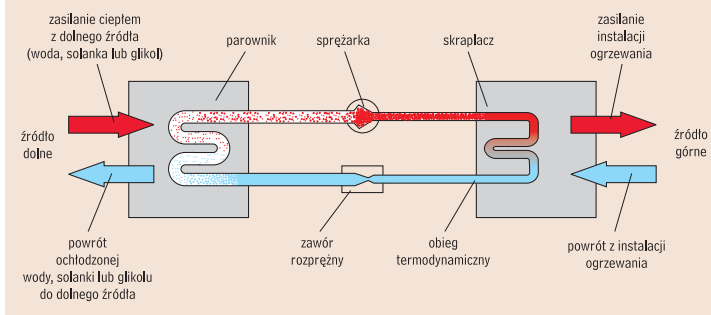


2 Schemat systemu ogrzewania z pompą ciepła

Działanie pompy ciepła

Działanie pompy ciepła polega na cyklicznej zmianie stanu fizycznego czynnika (najczęściej jest to freon) krążącego w obiegu termodynamicznym – sprężanie, skraplanie, rozprężanie, parowanie. Sprężarka zasilana prądem elektrycznym spręża parę freonu, w wyniku tego wzrasta temperatura tej pary. W skraplaczu para ulega skropleniu, oddając swoje ciepło wodzie krążącej w instalacji ogrzewania. Następnie ciekły i sprężony freon przepływa przez zawór rozprężny i w procesie rozprężania następuje jego gwałtowne ochłodzenie. Zimny freon, przepływając pod niskim ciśnieniem przez parownik, ogrzewa się, pobierając ciepło od czynnika roboczego (wody lub solanki) dolnego źródła. W wyniku ogrzania freon odparowuje, para jest zasysana przez sprężarkę i cały cykl się powtarza.

Najogólniej można mówić o podwójnej wymianie ciepła związanej z dwiema przemianami fazowymi czynnika krążącego w agregacie sprężarkowym (freonu). Najpierw z dolnego źródła (a ściślej z wody gruntowej lub solanki) pobierane jest ciepło potrzebne do odparowania freonu (ciepło parowania), a następnie freon oddaje do instalacji grzewczej ciepło skraplania.



Co to jest pompa ciepła?

Trudno wybrać coś, czego się nie zna i nie rozumie. O pompach ciepła prawie wszyscy coś słyszeli, ale nie zawsze jest to prawda. Wyjaśnijmy od razu najczęstsze nieporozumienie – otóż nie jest to ogrzewanie ciepłem gorących wód geotermalnych. Źródłem ciepła może być grunt, woda lub powietrze.

Są to źródła o temperaturze niższej niż temperatura w pomieszczeniach, a więc zadaniem pompy ciepła jest pobranie energii cieplnej z medium o niższej temperaturze (np. woda gruntowa ma temperaturę 7–12°C, a powietrze może mieć nawet –20°C) do pomieszczenia o wyższej temperaturze (ok. 20°C).

Wywołuje to skojarzenie z pompowaniem ciepła (z dołu do góry w sensie wzrostu temperatury). Nie ma w tym nic niezwykłego.

Codziennie doświadczamy praktycznego działania takiego pompowania ciepła w naszej lodówce czy zamrażarce. Z wnętrza lodówki, a ściślej z produktów żywnościowych w niej umieszczonych, jest „wypompowywane” ciepło i oddawane do pomieszczenia na zewnątrz lodówki, czyli **lodówka grzeje ciepłe pomieszczenie, zabierając ciepło z jej chłodnego wnętrza**. Wyobraźmy sobie teraz, że do wnętrza lodówki wpływa w ciągłym obiegu woda ze studni o temperaturze 10°C i po schłodzeniu w lodówce do 5°C wypływa z tejże lodówki, a następnie jest „zrucana” do innej studni. Zatem cały czas woda dostarcza do wnętrza lodówki ciepło, które jest z niej zabierane i oddawane na zewnątrz lodówki – do pomieszczenia. Tak właśnie (co do fizycznej zasady) działa pompa ciepła. Żeby mogła działać, **musi być zasilana prądem elektrycznym**.

Zatem w tym systemie ogrzewania płacimy za prąd, który nie jest bezpośrednio źródłem ciepła, ale służy tylko do „pompowania” darmowego ciepła ze źródła naturalnego (gruntu, wody, powietrza), nazywanego **źródłem dolnym** do domowej instalacji grzewczej, nazywanej **źródłem górnym**. Najważniejszą sprawą jest przepompowanie jak największej ilości energii cieplnej Q przy jak najmniejszym zużyciu energii elektrycznej Q_e , czyli osiągnięcie jak największej sprawności pompowania ciepła, określanej współczynnikiem COP (ang. Coefficient of Performance):

$$COP = Q/Q_e$$

Ponieważ ciepło jest pompowane „pod górkę”, czyli od niższej temperatury do wyższej, to im mniejsza jest ta „górką” (im mniejsza różnica temperatury), tym łatwiej jest pompować.

Sprawność pompowania ciepła jest zatem tym większa, im mniejsza jest różnica temperatur między odbiornikiem (źródłem górnym) i źródłem ciepła (źródłem dolnym). To intuicyjnie wyczuwane prawo można zapisać w prostej postaci:

$$COP \approx \frac{T_2}{T_2 - T_1}$$

gdzie T_1 i T_2 są wyrażonymi w kelwinach temperaturami źródła i odbiornika ciepła.

W realnych systemach ogrzewania, zależnie od rodzaju systemu, COP osiąga wartość od 3 do 6, najczęściej od 4 do 5.

Dlaczego pompa ciepła?

Przed wszystkim inwestor musi sobie odpowiedzieć na pytanie, dlaczego miałby wybrać ogrzewanie pompą ciepła. Poza argumentami ekologicznymi najbardziej kuszące są niskie koszty ogrzewania.

To najtańsze ogrzewanie. Koszty ogrzewania i c.w.u. dla domu 200 m² wynoszą około 1500 zł/rok, jeśli zastosowano właściwe rozwiązania. To niewiele w porównaniu z kwotą ok. 4000 zł/rok dla ogrzewania gazem lub olejem (a ich cena ciągle rośnie!) albo ok.

7000 zł/rok dla ogrzewania prądem. No tak, ale ile trzeba zainwestować, żeby tak tanio ogrzewać dom? Porównajmy opłacalność ogrzewania pompą ciepła z najbardziej popularnym ogrzewaniem gazowym. Na eksploatacji oszczędzamy ok. 2500 zł/rok.

A jak wygląda porównanie kosztów inwestycji? Zasadnicze składniki kosztów inwestycyjnych dla systemu z pompą ciepła to:

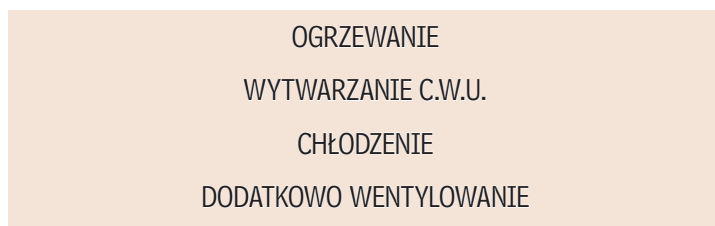
- pompa ciepła
- zbiornik c.w.u.
- tzw. dolne źródło

Pompa ciepła o mocy 7–10 kW, wystarczającej dla domu ok. 200 m², kosztuje ok. 15 000–25 000 zł. Za zbiornik c.w.u. zapłacimy 2 000–6 000 zł, a za dolne źródło od 0 do 15 000 zł, w zależności od rodzaju systemu (zero w przypadku, gdy dolnym źródłem jest powietrze). Koszt pozostałych części tzw. węzła cieplnego (pompy obiegowe, armatura instalacyjna, ew. zbiornik buforowy) i jego montażu wynosi 8 000 zł do 10 000 zł i jest porównywalny z analogiczną pozycją kosztową ogrzewania gazowego.

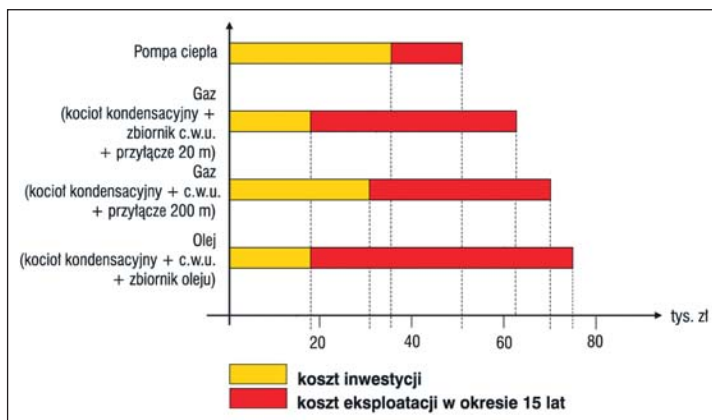
Zatem całkowity koszt inwestycji w system z pompą ciepła (bez górnego źródła, czyli bez instalacji grzewczej w pomieszczeniach, której koszt jest porównywalny dla ogrzewania pompą ciepła i dla ogrzewania kotłem gazowym) wynosi 25 000 zł–50 000 zł i może być 10 000–30 000 zł wyższy niż dla systemu ogrzewania gazowego, ale też mogą to być wydatki porównywalne, jeśli w ogrzewaniu gazowym wybierzemy drogi kocioł kondensacyjny i długość przyłącza gazowego będzie znacząca. Zatem wydatki inwestycyjne na system z pompą ciepła mogą być porównywalne z wydatkami na ogrzewanie gazowe, a w najgorszym razie będą o 10 000 zł do 30 000 zł większe i zwrócą się po 4–12 latach w wyniku oszczędności ok. 2 500 zł/rok na eksploatacji. Na wykresie 5 porównujemy koszty sumaryczne (inwestycyjne + eksploatacyjne) po 15 latach eksploatacji, dla kilku różnych systemów ogrzewania. Zauważmy, że dla kotłów nie uwzględniliśmy jeszcze kosztów komina (4 000–6 000 zł), który jest zbędny w przypadku pompy ciepła.

Do czego pompa ciepła?

Najpierw trzeba jasno określić, jakie funkcje ma spełniać pompa ciepła w naszym domu. Najbardziej oczywiste jest grzanie, ale przecież pompa ciepła może też działać odwrotnie, tj. chłodzić pomieszczenia. Jeśli wierzyć w globalne ocieplenie, to nie należy tej funkcji bagatelizować. Możemy więc mówić o pompie ciepła, która w zimie grzeje, a w lecie chłodzi. Można też poszukiwać pompy ciepła służącej wyłącznie do grzania lub wyłącznie do chłodzenia. W przypadku pompy ciepła służącej do chłodzenia, łączy się zwykle tę funkcję z wentylowaniem, czyli pompa ciepła pracuje jako swego rodzaju rekuperator/klimatyzator. **Zwykle pompa ciepła służy zarówno do ogrzewania pomieszczeń, jak też do grzania wody, czyli wytwarzania c.w.u.** Są również oferowane pompy ciepła (o niższej mocy) przeznaczone wyłącznie do wytwarzania c.w.u., pobierające ciepło z powietrza wewnątrz pomieszczeń.



4 Wybór pompy ciepła ze względu na rodzaj zastosowania



5 Porównanie sumarycznych kosztów (inwestycyjnych i eksploatacyjnych) dla różnych systemów ogrzewania po 15 latach eksploatacji

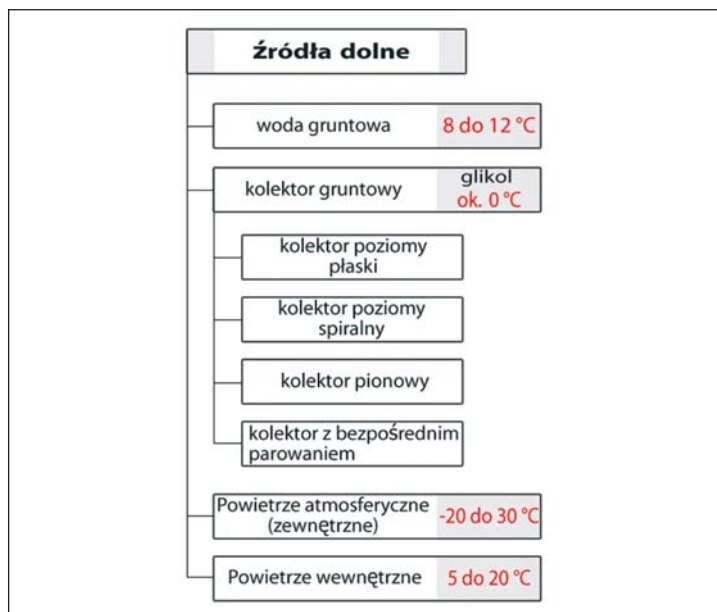
Skąd ciepło, czyli jakie źródło dolne?

To najważniejszy wybór!

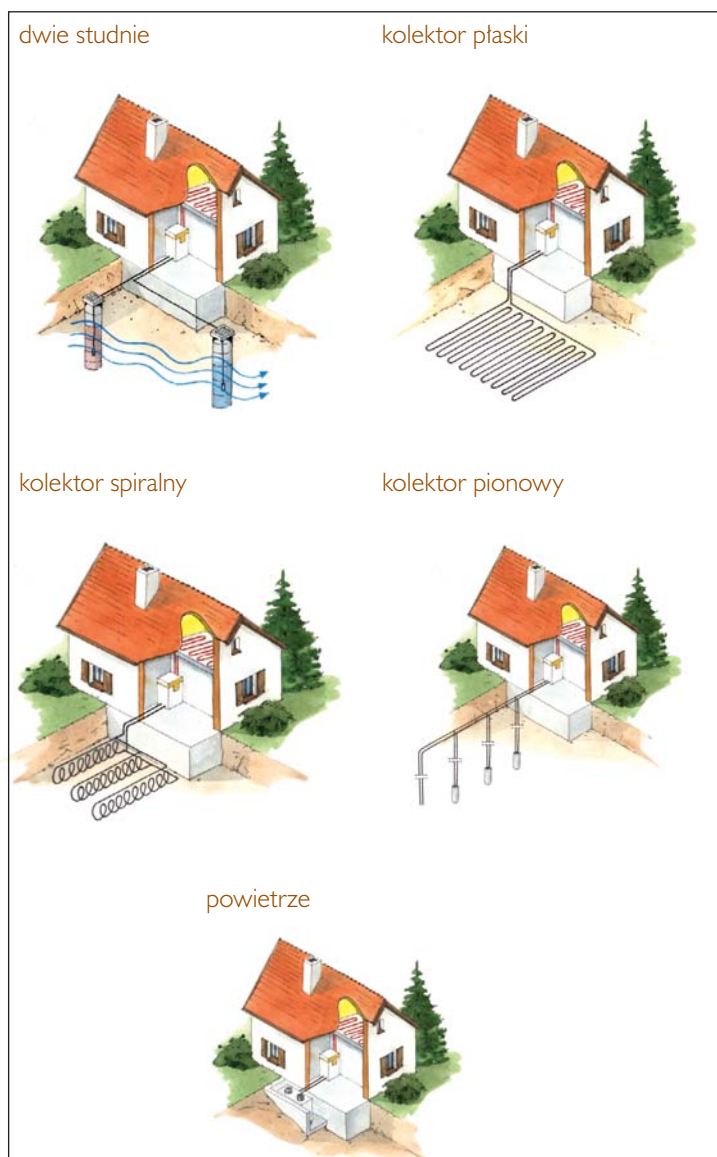
Fachowcy twierdzą, że nie pompa ciepła, lecz źródło dolne decyduje o jakości całego systemu grzewczego. Dużo w tym racji – pompa ciepła to w istocie sprężarka, której fizyczna zasada pracy jest zawsze taka sama. Jej możliwości i ograniczenia wynikają więc głównie z praw fizyki, niezależnych od starań konstruktora i producenta.

Każda pompa ciepła zawsze robi swoje – „przepompuje” ciepło ze źródła dolnego do górnego, jeśli tylko źródło dolne jest odpowiednio wydajne. Jeśli źródło dolne jest źle wybrane, źle zaprojektowane lub źle wykonane, nawet najlepsza pompa ciepła nic nie pomoże

Wiemy już, że sprawność ogrzewania pompą ciepła, określana współczynnikiem COP, jest tym większa, im mniejsza różnica temperatury ΔT między źródłem górnym (T_2) a źródłem dolnym (T_1), tj. $COP \sim T_2/\Delta T$. Najcieplejszym źródłem dolnym może być sztuczne źródło ciepła, takie jak ścieki, woda powrotna w systemach ciepłowniczych, inne ciecze, gazy lub powietrze ogrzewane w jakimś procesie technologicznym. Możliwości takich rozwiązań istnieją w przemyśle lub budownictwie komunalnym, natomiast bardzo rzadko zdarzają się w domach jednorodzinnych. Pozostają nam źródła naturalne (odnawialne) wymienione na rys. 5 i przedstawione schematycznie na rys. 6. Najwyższą temperaturę ma woda gruntowa, ok. 10°C, niezależnie od głębokości i pory roku. Rozwiązanie z wodą gruntową jako dolnym źródłem jest więc bardzo korzystne pod względem sprawności (COP osiąga wartości 5–6), niezbyt drogie inwestycyjnie, ale wymaga sprawdzenia parametrów wody, której zanieczyszczenia mogą powodować korozję wymiennika ciepła



5 Klasyfikacja źródeł energii cieplnej pobieranej przez pompę ciepła



6 Podstawowe rodzaje dolnego źródła

lub powstawanie osadów. **Kolektor gruntowy** to kilkaset metrów zakopanej w ziemi rury napełnionej roztworem glikolu, nazywanym zwyczajowo solanką. Może być **poziomy** (płaski lub spiralny) zakopany na głębokość ok. 1,5 m pod powierzchnią gruntu lub **pionowy** w odwiertach o głębokości 30 do 200 m. Glikol krążący w kolektorze gruntowym ma zwykle temperaturę od -2 do +5°C, w pierwszym przybliżeniu przyjmuje się 0°C. Sprawność systemów z kolektorem gruntowym napełnionym glikolem jest nieco gorsza niż dla wody gruntowej (COP = 4–5). Wyższe są koszty inwestycyjne, kłopotliwe jest zaangażowanie dużej powierzchni działki (dla kolektora poziomego), ale jest to rozwiązanie o wysokim stopniu niezawodności, gdyż układ zamknięty jest niewrażliwy na zanieczyszczenia czy ewentualne zmiany warunków hydrogeologicznych.

Szczególnym przypadkiem kolektora gruntowego jest **system z odparowaniem bezpośrednim**, w którym rura kolektora poziomego jest włączona w obieg termodynamiczny agregatu sprężarkowego pompy ciepła, czyli nie ma odrębnego obiegu solanki i nie ma wymiennika ciepła.

Najtańsze, bo niewymagające żadnych prac inwestycyjnych jest **wykorzystanie powietrza jako dolnego źródła**. Największym mankamentem tego rozwiązania są sezonowe i pogodowe zmiany temperatury powietrza, przy czym najgorsze warunki są w zimie, kiedy pompa ciepła jest mocno eksploatowana, a jej sprawność spada w miarę obniżania się temperatury powietrza (dla T poniżej -10°C współczynnik COP wynosi zaledwie 2–3). Wówczas pomieszczenia mogą być niedogrzone. Dlatego zwykle stosuje się tzw. **system biwalentny**, tj. poniżej pewnej granicznej temperatury zewnętrznej (np. -7°C) włącza się drugie urządzenie grzewcze – grzałka lub kocioł c.o. Powietrze jako dolne źródło ciepła doskonale się sprawdza w innych zastosowaniach – do wytwarzania c.w.u., do podgrzewania wody w basenie, do rekuperacji, czyli odzyskiwania ciepła z powietrza usuwanego z budynku. Jako dolne źródło może też być wykorzystane **powietrze wewnątrz domu** (5–20°C), ale dotyczy to zastosowań pompy ciepła ograniczonych wyłącznie do wytwarzania c.w.u. lub do klimatyzacji (w roli rekuperatora).

Jakie źródło górne?

Najlepszym rozwiązaniem instalacji c.o. jest wodne ogrzewanie podłogowe, czyli tzw. **podłógówka**, gdyż wymaga ona najniższych temperatur czynnika grzewczego (30–40°C). Jeśli podłógówka z jakichś względów nam nie odpowiada, np. mamy lekki strop drewniany czy gustujemy w puszystych dywanach, to pozostaje nam zastosować **grzejniki**. Będą one pracowały przy niskich – jak dla grzejników – temperaturach wody (50–65°C), a więc powierzchnie tych grzejników muszą być znacznie większe niż w typowych warunkach grzejnikowego c.o. Mimo że temperatura wody jest niska – jak dla instalacji z grzejnikami – to jest ona zarazem bardzo wysoka jak na możliwości pompy ciepła, co odbija się niekorzystnie na parametrach systemu ogrzewania. Spada zarówno sprawność **COP**, jak i moc pompy ciepła.

PODŁOGÓWKA $T_g = 30-40^\circ\text{C}$
 GRZEJNIKI $T_g = 50-65^\circ\text{C}$
 MIESZANE: PODŁOGÓWKA + GRZEJNIKI $T_g = 40-50^\circ\text{C}$

7 Wybór sposobu ogrzewania

Jaka moc pompy ciepła?

Przyjmuje się założenie, że współczesny dom ma dobrą termoizolację i do ogrzewania jego pomieszczeń wystarczy moc grzewcza ok. 50 W/m². Dla domów o słabej izolacji cieplnej ten parametr może wzrosnąć do wartości 70 W/m², a dla domów energooszczędnych, o bardzo dobrej termoizolacji, wystarczy 30 W/m². W starych budynkach, źle ocieplonych, z nieszczelną stolarką, ten wskaźnik może sięgać nawet 100–300 W/m², ale takich budynków nie ma sensu ogrzewać pompą ciepła. Dla współczesnego budynku rachunek jest prosty. Jeśli na przykład powierzchnia ogrzewanych pomieszczeń wynosi 160 m², to mamy 160 m² x 50 W/m² = 8 kW.

Jeśli ta sama pompa ciepła nie tylko ogrzewa dom, ale również grzeje c.w.u., to trzeba jeszcze dorzucić ok. 1 kW. Ostatecznie, dla przykładowego domu 160 m² otrzymujemy moc pompy ciepła 9 kW.

Dla pomp ciepła zaleca się strategię odmienną niż dla instalacji grzewczych z kotłem. O ile kocioł (np. gazowy) powinien mieć pewien zapas mocy, o tyle moc pompy ciepła może być trochę niedoszacowana (ok. 30% niższa niż byłaby potrzebna w największe mrozy). W kotłach stosuje się tzw. modulację mocy, tzn. moc kotła dopasowuje się do bieżących potrzeb. Pompa ciepła nie ma takich możliwości (ostatnio pojawiają się modele pomp ciepła z modulacją mocy, ale to jeszcze rzadkość), zatem przez większość czasu pracowałaby z nadmiarem mocy, wykorzystywanym tylko podczas kilku najbardziej mroźnych dni w roku. Właściwym rozwiązaniem jest wybór pompy ciepła o mocy wystarczającej dla typowej temperatury w zimie (od 0°C do -10°C) oraz zainstalowanie w zbiorniku wody

grzałki elektrycznej (o mocy 6–9 kW), wspomagającej ogrzewanie przez kilka dni w roku, gdy temperatura spada poniżej -10°C.

Jaki model pompy ciepła?

Informacje o wszystkich liczących się na rynku firmach i rodzajach oferowanych przez nie systemów podajemy w **tabeli 1**. Poprzez serwis internetowy www.cozaile.pl można znaleźć wszystkie namiary na te firmy, w szczególności adresy ich stron internetowych. Wstępnego wyboru odpowiednich dla naszego domu pomp ciepła można dokonać na podstawie przeglądu stron internetowych poszczególnych firm. Tytułem przykładu w **tabeli 2** zebrano informacje o modelach pomp ciepła oferowanych dla domów jednorodzinnych (o mocy do 30 kW) przez firmy z czołówki **tabeli 1**. Uwzględniono tylko te modele pomp ciepła, które zostały zgłoszone przez firmy (w specjalnej ankiecie) jako najbardziej polecane dla domu jednorodzinne 200 m², zamieszkanego przez 4-osobową rodzinę i zbudowanego według aktualnych standardów. Pozostaje zwrócić się do wybranych firm z zapytaniem ofertowym.

PARAMETRY
FUNKCJE STEROWNIKA
CENA
GWARANCJA
RENOMA

8 Kryteria wyboru producenta i konkretnego modelu pompy ciepła

Tabela 1. Firmy i oferowane systemy. Kolejność firm nie jest przypadkowa – wyznacza ją wynik w rankingu rozpoznawalności marki/firmy

Firma	Producent	Przedstawiciel	System					Wyniki w rankingu rozpoznawalności marki firmy
			Woda – woda	Solanka – woda		Powietrze – woda	Powietrze – powietrze	
VISSMANN	•		•	•	•	•	•	69,1%
JUNKERS	•		•	•	•	•	•	55,2% *)
ECOTHERM		•	•	•	•	•	•	38,9%
CLIMA KOMFORT		•	•	•	•	•	•	31,2%
STIEBEL ELTRON	•		•	•	•	•	•	21,5%
NIBE-BIAWAR	•		•	•	•	•	•	20,8%
VATRA	•		•	•	•	•	•	15,8%
ASPOL	•		•	•	•	•	•	13,8%
DAIKIN	•					•		12,8%
HIBERNATUS	•		•	•	•	•	•	12,4%
HYDROTECH		•	•	•	•	•	•	11,7%
FONKO	•						•	11,7%
THERMOGOLV		•					•	10,1%
DORSYSTEM		•	•	•	•	•	•	9,1%
WASSER MANN		•	•	•	•	•	•	8,7%
OCHSNER	•		•	•	•	•	•	6,4%
ROTAL	•					•		5,7%
ENGOREM	•		•	•	•	•	•	5%
NATEO	•		•	•	•	•	•	5%
OPTIMA INWEST		•	•	•	•	•	•	5%
SUN ENERGY		•	•	•	•	•	•	4,7%
ECOINSTAL		•	•	•	•	•	•	4,7%
EURONOM		•	•	•	•	•	•	4,4%
HOVAL	•		•	•	•	•	•	4,4%
EKONTECH	•		•	•	•	•	•	4,4%
ALAND	•		•	•	•	•	•	3,4%
SOLIS	•		•	•	•	•	•	3,4%
ENERGO-OPTIMAL		•	•	•	•	•	•	3%
HENNLICH		•	•	•	•	•	•	
BEGOM		•	•	•	•	•	•	
MEDSON-SPARTEC	•		•	•	•	•	•	
HUBOMAG	•		•	•	•	•	•	

KAŻDA FIRMA < 3%

*) – Wynik rankingu dla firmy Junkers pochodzi z ankiety dotyczącej branży kotłów

ZAKUP KONTROLOWANY

■ **Dyskutujemy z Czytelnikami ich wybór i zakup**



Wokół domu przepiękny, stary sad śliwowy

W ostatnich dwóch latach byliśmy na dziesiątkach budów domów z pompą ciepła. Każdy przypadek jest inny. Zatem najbardziej pouczające może być pokazanie na paru konkretnych przykładach, jakich wyborów dokonywali nasi Czytelnicy.

Case study 1 – Dom Piotra

Dlaczego wybrał Pan ogrzewanie pompą ciepła?

Dom o powierzchni użytkowej 160 m² (parter + poddasze użytkowe) powstał sprawnie i szybko.

Wybór pompy ciepła jako źródła ogrzewania niejako sam się nasuwał w wyniku kolejnych eliminacji innych rozwiązań. Najpierw, ze względu na koszt kilkusetmetrowego przyłącza, odpadł gaz. Olej stał się ostatnio paliwem bardzo drogim. Paliwa stałe nie wchodziły w grę, ponieważ właściciele bali się zabrudzeń w domu bez piwnicy, gdzie wejście do kotłowni jest niedaleko salonu i kuchni. Piotr podjął decyzję

o ogrzewaniu pompą ciepła w odpowiednim momencie, bo już w chwili rozpoczęcia budowy domu.

Przez pół roku Piotr szukał firmy – porównywał oferty i wykonawców. Tu tkwił główny problem z pompami ciepła w Polsce. Doświadczenia Piotra zasmucają. Sprzedawcy i wykonawcy, działając w przekonaniu, że oferują system ogrzewania mało znany przeciętnemu Kowalskiemu, tworzą wokół swojego produktu nimb technologii XXI wieku, za trudnej dla rozumu przeciętnego człowieka.

Można odnieść nawet takie wrażenie, że chętnie potraktowaliby skołowanego klienta jak przysłowiowego jelenia. Nie chcą wyjaśniać, negocjować, wytłumaczyć. Oczywiście, nie wszyscy.

Piotrowi było łatwiej – zawodowo zajmuje się techniczną eksploatacją budynków – rozumie technikę i uważał w szkole na lekcjach fizyki. – *Dzwoniłem, zadawałem kilka mądrych pytań, kilka głupich i wiedziałem, jaka jest uczciwość sprzedawcy – zwierza się Piotr. – Nie spieszyłem się. Dzięki temu znalazłem dobrego wykonawcę, który cierpliwie i poważnie wyjaśniał, doradzał i zaoferował mi pompę ciepła za 13 000 zł – niewiele drożej, niż kosztuje dobry piec gazowy.*

Na zewnątrz domu oglądaliśmy studzienkę z rozdzielaczem na trzy pary rur prowadzących do kolektora pionowego, którym są trzy odcinki rur (w kształcie litery U) wpuszczone do trzech odwiertów o głębokości 50 m, wykonanych w odstępach co 5 m od frontowej strony domu (nie ma tu ogródka, ale Piotr zastanawia się, co może posadzić, żeby korzenie nie narobiły problemów, bo nad kolektorami jest 1,5 m gruntu). Teren leży w dawnym korycie Wisły, więc grunt jest mokry i stwarza dobre warunki dla pracy kolektorów – łatwa wymiana ciepła między gruntem a glikolem płynącym w rurach. Zastanawiamy się wspólnie nad alternatywnymi rozwiązaniami tzw. dolnego źródła. Kolektor poziomy (w tym spiralny) odpada – wiadomo, trzeba by zniszczyć sad. Pozostaje jeszcze system dwóch studni z wodą gruntową jako nośnikiem ciepła. To tańsze rozwiązanie. Wprawdzie Piotrowi udało się wyjątkowo tanio zrobić kolektor pionowy – zapłacił 9 500 zł, ale system dwóch studni z pompą wodną niewielkiej

mocy kosztowałby znacznie mniej – do 3 000 złotych. Warunki są dobre – woda gruntowa ma poziom 1,5 m. Jednak Piotr uważa, że system dwóch studni to „totolotek”, gdyż z czasem mogą się zmienić warunki hydrogeologiczne. Źródło może wyschnąć lub zanieczyścić się. Trzeba by zakładać filtry. Natomiast w systemie zamkniętym mamy pełną kontrolę nad krążącą w nim cieczą. Z progu „kotłowni” oglądaliśmy pompę ciepła, połączoną ze zbiornikiem buforowym (200 l) oraz zasobnikiem c.w.u. (500 l). Naszym zdaniem potrzeba stosowania zbiornika buforowego jest dyskusyjna, wobec faktu, że w całym domu zainstalowano ogrzewanie podłogowe z masywną siedmiocentymetrową wylewką. Wylewka podłogowa ma zdolność akumulacyjną ciepła (pojemność cieplną), wielokrotnie większą niż 200 l wody w zbiorniku buforowym. No cóż, Piotr woli rozwiązania pewne, zgodne z koncepcją producenta pompy ciepła, a koszt zbiornika buforowego to 900 zł.

Podłógówka wcale nie musi oznaczać, że jesteśmy skazani na terakotę w całym domu. Parter wyłożony jest płytkami ceramicznymi, ale na piętrze mamy panele podłogowe. Piotr zdradza nam ciekawy patent. Otóż pod panelami, zamiast standardowej gąbki, położył tekturę, która ma znacznie lepszą przewodność cieplną.

Koszty eksploatacyjne są niewielkie. Po zasiedleniu, **miesięczne opłaty wynosiły średnio 250 zł w czasie największych mrozów i ok. 100 zł latem**, kiedy ogrzewana była tylko c.w.u.

Koszty inwestycji wyniosły nieco ponad 30 000 zł (bez instalacji ogrzewania podłogowego).

Podobną kwotę uzyskalibyśmy dla inwestycji w ogrzewanie gazowe (kocioł + zbiornik c.w.u. + przyłącze), wobec konieczności poprowadzenia ponaddwumetrowego przyłącza.



Pompa ciepła i 500-litrowy zbiornik c.w.u.

Zgrubne podliczenie kosztów inwestycji (2006 rok)

pompa ciepła	13 000 zł
dolne źródło – kolektor pionowy	9 500 zł
zbiornik buforowy	900 zł
zbiornik c.w.u.	2 600 zł
inne koszty: armatura, pompy obiegowe, montaż	5 500 zł
Całkowity koszt	31 500 zł

Case study 2 – Dom Beaty i Mariusza

Beata i Mariusz zbudowali dom na działce o powierzchni 1500 m² leżącej w pobliżu Warszawy. Posłużyli się gotowym projektem o nazwie „Bajkowy II”, w którym dokonano kilku drobnych modyfikacji (m.in. zwiększono powierzchnię salonu oraz podwyższono nieznacznie ściankę kolankową). Niepodpiwniczony budynek z poddaszem użytkowym ma 130 m². Ściana budynku jest dwuwarstwowa (POROTHERM +12 centymetrów styropianu).

– Jako że dom jest dobrze ocieplony, przyjęto zapotrzebowanie energii na 50 W/m² – stwierdza Mariusz. – Firma wykonawcza oceniła, że grunt na działce pozwala na wykonanie dolnego źródła w postaci dwóch kolektorów pionowych o długości 60 m (założono uzysk ciepła z wymiennika gruntowego na poziomie 50 W/m.b.). Za obliczeniową temperaturę dolnego źródła przyjęto 2°C. Kolektory wykonano z rury PE 30 280 z zastosowaniem dwusekcyjnego rozdzielacza z zaworami odcinającymi. W instalacji krąży płyn roboczy Ergolid EKO. Wykonanie kolektora okazało się stosunkowo tanie i kosztowało 5500 złotych.

– Warto jednak podkreślić, że rozpiętość proponowanych cen była w tym wypadku bardzo duża, a najwyższe z nich oscylowały w granicach kilkunastu tysięcy – podkreśla inwestor. – Cieszę się, iż można było użyć kolektora pionowego, ponieważ wiem, że kolektor poziomy dosyć radykalnie ogranicza możliwość wykorzystania działki. W pewnych jej fragmentach trzeba zapomnieć o sadzeniu drzew i krzewów o silnym systemie korzeniowym. Za całość, tj. pompę i ogrzewanie podłogowe, zapłaciłem niewiele ponad 50 000 złotych brutto. Sama pompa ciepła w cenie katalogowej producenta kosztowała 31 110 złotych brutto (VAT 22%). Natomiast dzięki temu, że firma ARKA z Płocka jest firmą usługową, można było zastosować niższy 7% podatek VAT. Ostatecznie za pompę ciepła oraz montaż zapłaciłem 30 tys. złotych. To kolejny dowód na to, jak bardzo opłaca się zamawiać kompleksową usługę.

Firma ARKA zaproponowała pompę Fighter 1240 produkowaną przez NIBE, której moc grzewcza wynosi 6,43 kW, moc chłodnicza 5,14 kW, zaś COP=5. Produkt ten jest urządzeniem kompaktowym z wbudowanym wymiennikiem płaszczowym przygotowującym ciepłą wodę użytkową. Dodatkowo zamontowano w nim także moduł grzałki o trzech stopniach mocy



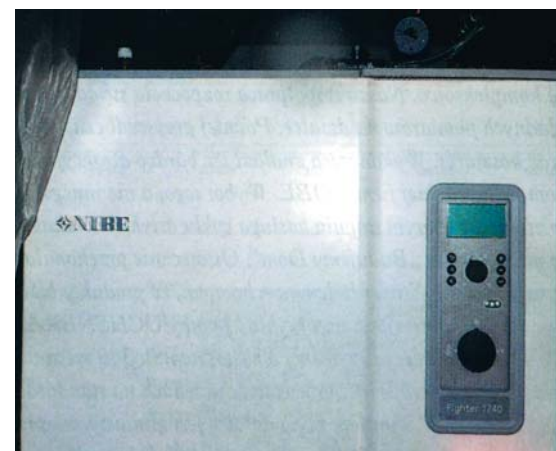
(3-6-9 kW), który może być wykorzystywany podczas zwiększonego zapotrzebowania na wodę lub do tzw. przegrzewu antybakteryjnego c.w.u. Pompa ciepła ustawiona jest w niewielkim (3 m²) pomieszczeniu znajdującym się w tylnej części garażu.

– Zanim zdecydowałem się na ofertę firmy ARKA, otrzymałem też kalkulacje od kilku innych wykonawców – wspomina Mariusz. – Na mojej decyzji zaważyła nie tylko stosunkowo niska cena (niektóre kalkulacje były nawet na nieco niższym poziomie), ale także autoryzacja producenta pomp NIBE dla płockiej firmy. Od początku byłem zdecydowany na tę właśnie markę. Nie jestem wprawdzie specjalistą, ale słyszałem wiele dobrego o jej produktach oraz miałem okazję przekonać się o tym, że są bardzo nowoczesne i ciche. Inną ważną sprawą była dla mnie kompleksowość oferty. Interesowało mnie, aby firma zamontowała mi nie tylko pompę ciepła wraz z kolektorem, ale również wykonała ogrzewanie podłogowe. W razie jakichś problemów chciałem uniknąć sytuacji, w której jeden wykonawca zrzuca winę na drugiego za nieprawidłowe efekty działania instalacji. Pompa została zamontowana wiosną 2007 roku. Pierwsze próbne uruchomienie instalacji już miało miejsce, ale czekamy na ostateczne zamknięcie domu, tj. zamontowanie drzwi garażowych oraz wejściowych.

Wykonawca instalacji zapewnia, że w pomieszczeniach mieszkalnych bez żadnego problemu będzie można osiągnąć 21°C przy temperaturze wody w instalacji podłogowej (REHAU) rzędu 35°C.

– W domu jest wprawdzie zamontowa-

ny komin, ale bardziej do celów rekreacyjnych i estetycznych związanych z wystrojem domu, niż do celów grzewczych – podkreśla właściciel. – Wierzę, że pompa ciepła zapewni budynkowi komfort cieplny. Zresztą umowa podpisana z wykonawcą jest umową określonego rezultatu. Firma gwarantuje efektywne ogrzanie domu. Z moich doświadczeń wynika, że w przypadku pomp ciepła najbardziej opłaca się wybierać firmy, które znajdują się blisko. Diabeł tkwi jak zwykle w szczegółach. Otóż w żadnej ofercie, nawet firm z drugiego końca kraju, nie znajdują się na przykład koszty zakwaterowania pracowników instalujących urządzenie i wykonujących instalację. A wbrew pozorom może być to całkiem spora suma, która podroży ofertę.



Koszt całej inwestycji w ogrzewanie, tj. pompa ciepła wraz z instalacją ogrzewania podłogowego, wyniósł niewiele ponad 50 000 złotych brutto.

Tabela 2. Przykładowe modele pomp ciepła, zgłoszone przez firmy jako najbardziej polecane dla domu jednorodzinnego 200 m², zamieszkałego przez 4-osobową rodzinę

Firma		VISSMANN www.viessmann.pl			CLIMA KOMFORT www.climakomfort.pl		
	Modele pomp ciepła	Vitocal 350 typ BWH	Vitocal 350 typ WWH	Vitocal 350-A typ AWO 120	Neuratherm typ Pro D	Neuratherm typ Pro W	VT 152
Funkcje	Tylko ogrzewanie						
	Tylko c.w.u.						+
	Ogrzewanie + c.w.u.	+	+	+	+	+	
	Chłodzenie	+	+				
System	Woda-woda T _d =10°C		+			+	
	Solanka-woda T _d =0°C	+					
	Bezpośrednie odparowanie T _d =0°C				+		
	Powietrze-woda T _d =2°C			+			+
	Powietrze-powietrze T _d =2°C						
Moc grzewcza (kW)	Podłogówka T _g =30–40°C				5,9÷30,4	7,7÷37,5	
	Układ mieszany podłogówka+grzejniki T _g =40–50°C				4,5÷28,0	6,16÷31,8	
	Grzejniki T _g =50–65°C	11,0÷17,1	14,1÷20,0	10,6÷18,5	4,5÷28,0	6,16÷31,8	
	Uwagi	1)	2)	3)	4)	5)	6)

Firma		STIEBEL ELTRON www.stiebel-eltron.pl				NIBE-BIAWAR www.biawar.com.pl			
	Modele pomp ciepła	WPC	WPW	WPL	WPF	Nibe Fighter 1140	Nibe Fighter 1240	Nibe Fighter 1250	Nibe Fighter 2020
Funkcje	Tylko ogrzewanie					+			+
	Tylko c.w.u.								
	Ogrzewanie + c.w.u.	+	+	+	+	+	+	+	+
	Chłodzenie					+	+	+	
System	Woda-woda T _d =10°C		+		+	+	+	+	
	Solanka-woda T _d =0°C	+			+	+	+	+	
	Bezpośrednie odparowanie T _d =0°C								
	Powietrze-woda T _d =2°C			+					+
	Powietrze-powietrze T _d =2°C								
Moc grzewcza (kW)	Podłogówka T _g =30–40°C	5,8÷13,4	6,4÷12,5	8÷12,5	5,8÷13,4	10 (6÷17)	10 (6÷12)	10 (4,5÷16)	10 (8÷14 lub do 126 przy połączeniu w kaskadę
	Układ mieszany podłogówka+grzejniki T _g =40–50°C	indywidualna kalkulacja				10 (6÷17)	10 (6÷12)	10 (4,5÷16)	10 (8÷14 lub do 126 przy połączeniu w kaskadę
	Grzejniki T _g =50–65°C	5,5÷12,7		7,7÷12,5	5,5÷12,7	10 (6÷17)	10 (6÷12)	10 (4,5÷16)	10 (8÷14 lub do 126 przy połączeniu w kaskadę
	Uwagi	7)		8)	9)	10)	10), 16)	10), 17)	10), 18)

- 1) Grzanie c.w.u. w osobnym zasobniku pojemnościowym. Wyposażenie specjalne – funkcja „natural cooling” do chłodzenia w lecie. Cykl EVI pozwala osiągać T_g=65°C. Wartości mocy przybliżone – odczytane z wykresów.
- 2) Grzanie c.w.u. w osobnym zasobniku pojemnościowym. Wyposażenie specjalne – funkcja „natural cooling” do chłodzenia w lecie. Cykl EVI pozwala osiągać T_g=65°C. Wartości mocy przybliżone – odczytane z wykresów.
- 3) Szczególnie zalecana do modernizacji instalacji grzewczych z zachowaniem starych grzejników. Wersja AWI do montażu w pomieszczeniach, wersja AWO – montaż na zewnątrz. Grzanie c.w.u. w osobnym zasobniku pojemnościowym. Temperatura c.w.u. do 58°C. Cykl EVI pozwala osiągać T_g=65°C nawet przy temperaturze zewnętrznej -15°C. Wartości mocy przybliżone – odczytane z wykresów.
- 4) Pompy ciepła do montażu na zewnątrz.
- 5) Pompy ciepła do montażu na zewnątrz.
- 6) Moc grzewcza pompy ciepła w podgrzewaczu c.w.u. 1,8 kW. Pompa jest montowana w pomieszczeniu i czerpie ciepło z powietrza o temperaturze >5°C. Pojemność zbiornika 270 l. Temperatura c.w.u. do 55°C.
- 7) Wbudowana grzałka wielostopniowa, pompa obiegowa źródła dolnego, pompa obiegowa źródła górnego, zawór przełączający c.w.u.-c.o.
- 8) Wbudowana grzałka, pompa obiegowa, wysokowydajne wymienniki.
- 9) Wbudowana grzałka, pompa źródła, pompa obiegowa źródła górnego, zawór przełączający c.w.u.-c.o.

Firma		VATRA www.vatra.pl		DAIKIN AIRCONDITIONING POLAND www.daikin.pl					
	Modele pomp ciepła	Vatra 6B2÷22B2	Vatra 9W2÷33W2	ERHQ 006 + EKHBH(X) 008	ERHQ 007 + EKHBH(X) 008	ERHQ 008 + EKHBH(X) 008	ERHQ 011 + EKHBH(X) 016	ERHQ 014 + EKHBH(X) 016	ERHQ 016 + EKHBH(X) 016
Funkcje	Tylko ogrzewanie	+	+	+	+	+	+	+	+
	Tylko c.w.u.	+	+						
	Ogrzewanie + c.w.u.	+	+	+	+	+	+	+	+
	Chłodzenie	+	+	+ w wersji EKHBX	+ w wersji EKHBX	+ w wersji EKHBX	+ w wersji EKHBX	+ w wersji EKHBX	+ w wersji EKHBX
System	Woda-woda $T_d=10^{\circ}\text{C}$		+						
	Solanka-woda $T_d=0^{\circ}\text{C}$	+							
	Bezpośrednie odparowanie $T_d=0^{\circ}\text{C}$								
	Powietrze-woda $T_d=2^{\circ}\text{C}$			+	+	+	+	+	+
	Powietrze-powietrze $T_d=2^{\circ}\text{C}$								
Moc grzewcza (kW)	Podłógówka $T_g=30-40^{\circ}\text{C}$	5,6÷20,9	5,6÷20,9	5,75	6,84	8,43	11,2	14,0	16,0
	Układ mieszany podłógówka+grzejniki $T_g=40-50^{\circ}\text{C}$			5,03	6,10	7,64	10,3	13,1	15,2
	Grzejniki $T_g=50-65^{\circ}\text{C}$								
	Uwagi	19)		Moc grzewcza dla nominalnej temperatury zewnętrznej $+7^{\circ}\text{C}$					

Firma		HIBERNATUS www.hibernatus.pl			FONKO www.fonko.pl		
	Modele pomp ciepła	W2G0E	W4G0E	W5W0E	DXW 45	SC 12	DXA 36
Funkcje	Tylko ogrzewanie	+	+	+			
	Tylko c.w.u.	+	+	+			
	Ogrzewanie + c.w.u.	+	+	+	+	+	+
	Chłodzenie	+	+	+	+	+	+
System	Woda-woda $T_d=10^{\circ}\text{C}$			+		+	
	Solanka-woda $T_d=0^{\circ}\text{C}$	+	+				
	Bezpośrednie odparowanie $T_d=0^{\circ}\text{C}$				+		
	Powietrze-woda $T_d=2^{\circ}\text{C}$						+
	Powietrze-powietrze $T_d=2^{\circ}\text{C}$						
Moc grzewcza (kW)	Podłógówka $T_g=30-40^{\circ}\text{C}$	6,1	10,3	18,4	13,1	12,1	12,0
	Układ mieszany podłógówka+grzejniki $T_g=40-50^{\circ}\text{C}$	6	10	17	13,1	12,1	12,0
	Grzejniki $T_g=50-65^{\circ}\text{C}$	5,9	9,8	16,5	brak danych		
	Uwagi	Nie ma potrzeby stosowania dodatkowych źródeł ciepła w celu uzyskania wyższych temperatur c.w.u. nawet przy -20°C na dworze			maksymalna temperatura c.w.u. 70°C	Pompa ciepła pracuje na zewnątrz domu	

10) Brak danych o zmianach mocy dla wyższych wartości T_g (układ mieszany, grzejniki).

11) Opcjonalnie z zasobnikiem VPA/VPAS.

12) Opcjonalnie z centralą wewnętrzną VVM 300, EVP 500 lub zasobnikiem VPA/VPAS.

13) Z modułem chłodzenia pasywnego PKM lub aktywnego HPAC przy współpracy z klimakonwektorami.

14) Z modułem chłodzenia pasywnego PKM lub aktywnego HPAC przy współpracy z klimakonwektorami.

15) Przy współpracy z klimakonwektorami.

16) Pompa ciepła kompaktowa z wbudowanym zbiornikiem c.w.u. o pojemności 160 l.

17) Pompa ciepła kompaktowa z wbudowanym zbiornikiem c.w.u. Nowość techniczna – możliwość modulacji mocy grzewczej w zakresie 4,5 do 16 kW.

18) Przystosowana do pracy przy niskich temperaturach powietrza, nawet do -20°C .

19) Automatyka pompy ciepła umożliwia sterowanie: kolektorem gruntowym, studniami głębinowymi, kotłownią z pompą ciepła, ciepłą wodą użytkową wraz z cyrkulacją c.w.u. oraz z dezynfekcją c.w.u., układem solarnym do produkcji c.w.u., układem ogrzewania grzejnikowego, układem ogrzewania podłogowego, układem dodatkowego (szczytowego) źródła ciepła, układem podgrzewania wody basenowej, układem chłodzenia klimakonwektorami, układem centrali klimatyzacyjnej, układem instalacji z kominkiem oraz innymi układami w zależności od potrzeb klienta.

20) Kompaktowa pompa ciepła ze zintegrowanym zasobnikiem ciepłej wody o pojemności 180 l wykonanym ze stali nierdzewnej. Technologia TWS – warstwowego podgrzewania wody. Wyposażona w spiralną sprężarkę typu Scroll, wymienniki ciepła ze stali nierdzewnej, pompy obiegowe dolnego i górnego źródła, układ łagodnego rozruchu, trójdrogowy zawór rozdzielający ciepłą wodę na potrzeby c.o./c.w.u., elektryczny trójstopniowy podgrzewacz pomocniczy o mocy 3/6/9 kW (4,5 kW dla instalacji jednofazowej), nowoczesną automatykę pogodową z wyświetlaczem graficznym, przystosowaną do współpracy z modułem chłodzenia pasywnego i aktywnego. Pompa jest dostępna również w wersji 230 V oraz z zasobnikiem z miedzi. Opcjonalne możliwości wyposażenia pompy w: sterowanie drugim obiegiem grzewczym. Moduł komunikacji bezprzewodowej Danfoss OnLine. Moduł chłodzenia pasywnego/aktywnego.

Firma		DANFOSS			JUNKERS (Grupa Bosch) www.junkers.pl		
	Modele pomp ciepła	DHP-H 10 (10kW)	DHP-A 10 (10kW)	DHP-C 10 (10kW)	AE 80-1/ASC160 AE 100-1/ASC160	TM 75-1 TM 90-1 TM 110-1	TE 75-1 TE 90-1 TE 110-1
Funkcje	Tylko ogrzewanie			+			+ (23)
	Tylko c.w.u.						
	Ogrzewanie + c.w.u.	+	+	+	+	+	
	Chłodzenie			+			
System	Woda-woda $T_d=10^{\circ}\text{C}$	+		+			
	Solanka-woda $T_d=0^{\circ}\text{C}$	+		+		+	+
	Bezpośrednie odparowanie $T_d=0^{\circ}\text{C}$						
	Powietrze-woda $T_d=2^{\circ}\text{C}$		+		+		
	Powietrze-powietrze $T_d=2^{\circ}\text{C}$						
Moc grzewcza (kW)	Podłogówka $T_g=30-40^{\circ}\text{C}$	9,5	9,5	9,5	7,2; 8,9	7,3; 9,1; 10,9	7,3; 9,1; 10,9
	Układ mieszany podłogówka+grzejniki $T_g=40-50^{\circ}\text{C}$						
	Grzejniki $T_g=50-65^{\circ}\text{C}$	9,1	8,5	9,1			
	Uwagi	20)	21)	22)	24)	25)	26)

Firma		OCHSNER www.ochsner.pl				SOLIS www.solis.pl			
	Modele pomp ciepła	GMSW 10	GMSW 10 HK	GMDW 11	GMWW 10	GMWW 10 HK	SO-100	SO-100 Woda-woda	SO-130
Funkcje	Tylko ogrzewanie								
	Tylko c.w.u.								
	Ogrzewanie + c.w.u.	+	+	+	+	+	+	+	+
	Chłodzenie		+			+	+	+	+
System	Woda-woda $T_d=10^{\circ}\text{C}$				+	+		+	
	Solanka-woda $T_d=0^{\circ}\text{C}$	+	+				+		+
	Bezpośrednie odparowanie $T_d=0^{\circ}\text{C}$			+					
	Powietrze-woda $T_d=2^{\circ}\text{C}$								
	Powietrze-powietrze $T_d=2^{\circ}\text{C}$								
Moc grzewcza (kW)	Podłogówka $T_g=30-40^{\circ}\text{C}$	10,1	10,1	12,3	9,6	9,6	7,8	11,3	9,7
	Układ mieszany podłogówka+grzejniki $T_g=40-50^{\circ}\text{C}$	9,2	9,2	9,2	8,4	8,4	7,5	10,65	9,3
	Grzejniki $T_g=50-65^{\circ}\text{C}$	9,0	9,0	9,1	8,1	8,1	7,3	9,7	9,05
	Uwagi								

- 21) Powietrzna pompa ciepła ze zintegrowanym zasobnikiem ciepłej wody o pojemności 180 l wykonanym ze stali nierdzewnej. Technologia TWS – warstwowego podgrzewania wody. Wyposażona w spiralną sprężarkę typu Scroll, wymienniki ciepła ze stali nierdzewnej, pompy obiegowe dolnego i górnego źródła, układ łagodnego rozruchu, trójdrogowy zawór rozdzielający ciepłą wodę na potrzeby c.o. c.w.u., elektryczny pięciostopniowy podgrzewacz pomocniczy o mocy 3/6/9/12/15 kW (trójstopniowy 4,5 kW dla instalacji jednofazowej), nowoczesną automatykę pogodową z wyświetlaczem graficznym. Moduł zewnętrzny jest w pełni kontrolowany przez jednostkę centralną – funkcja automatycznego oszraniania. Pompa jest dostępna również w wersji 230 V oraz z zasobnikiem z miedzi. Opcjonalnie możliwość wyposażenia pompy w: sterowanie drugim obiegiem grzewczym. Moduł komunikacji bezprzewodowej Danfoss OnLine.
- 22) Kompaktowa pompa ciepła ze zintegrowanym zasobnikiem ciepłej wody o pojemności 180 l wykonanym ze stali nierdzewnej i wbudowanym modułem chłodzenia pasywnego. Technologia TWS – warstwowego podgrzewania wody. Pompa jest wyposażona w spiralną sprężarkę typu Scroll, wymienniki ciepła ze stali nierdzewnej, pompy obiegowe dolnego i górnego źródła, układ łagodnego rozruchu, trójdrogowy zawór rozdzielający ciepłą wodę na potrzeby c.o./c.w.u., elektryczny trójstopniowy podgrzewacz pomocniczy o mocy 3/6/9 kW (4,5 kW dla instalacji jednofazowej), nowoczesną automatykę pogodową z wyświetlaczem graficznym. Pompa jest dostępna również w wersji 230 V oraz z zasobnikiem z miedzi. Opcjonalnie możliwość wyposażenia pompy w: sterowanie drugim obiegiem grzewczym. Moduł komunikacji bezprzewodowej Danfoss On Line. Moduł chłodzenia aktywnego.
- 23) Z możliwością podłączenia zasobnika c.w.u.
- 24) AE – moduł zewnętrzny, ASC – moduł wewnętrzny ze zintegrowanym zasobnikiem c.w.u. 163 l.
- 25) Ze zintegrowanym zasobnikiem c.w.u. o pojemności 163 l, ze stali szlachetnej, płaszczem wody grzewczej i elektryczną anodą antykorozyjną. Wbudowane pompy obiegu dolnego oraz górnego. Do 65°C na zasilaniu c.o. Wbudowany dogrzewacz elektryczny.
- 26) Z wbudowanym zaworem trójdrogowym oraz przyłączem do zasobnika c.w.u. Wbudowane pompy obiegu dolnego oraz górnego. Do 65°C na zasilaniu c.o. Wbudowany dogrzewacz elektryczny.