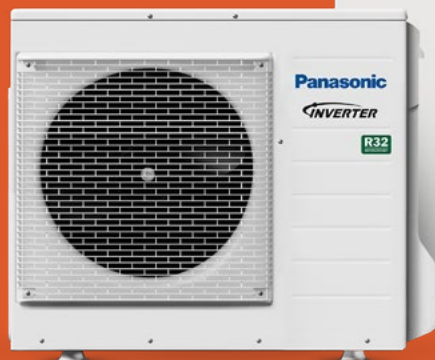


Panasonic



POMPY CIEPŁA

Poradnik od A do Z

Niniejsze treści chronione są prawem autorskim. Kopiowanie i rozpowszechnianie jest możliwe tylko za zgodą posiadacza praw autorskich. Wszelkie zmiany są zastrzeżone. Grafiki produktów przedstawionych w niniejszym poradniku są poglądowe i nie stanowią oferty w rozumieniu przepisów Kodeksu Cywilnego. Rzeczywiste produkty i barwy mogą różnić się od prezentowanych w poradniku.

SPIS TRESCI

01 Pompy ciepła, podstawowe informacje	4
1.1 Zasada działania pompy ciepła	4
1.2 Budowa pompy ciepła	4
1.3 Typy pomp ciepła	6
1.4 Górne źródło ciepła – ogrzewanie wodne czy powietrzne?	8
1.5 Czym różni się pompa ciepła typu monoblok od pompy typu split?	10
1.6 W jaki sposób zabezpieczyć pompę ciepła typu monoblok przed zamarznięciem?	11
1.7 Co to są wskaźniki COP, SCOP i η_s ?	13
1.8 Co wpływa na sprawność pompy ciepła?	15
1.9 Co oznacza, że pompa ciepła jest wysokotemperaturowa, średnotemperaturowa?	16
1.10 Co jest ważne w wyposażeniu pompy ciepła? Od czego zależy cena urządzenia?	16
1.11 Dlaczego warto mieć pompę ciepła? Wady i zalety w porównaniu z kotłem na węgiel.	17
02 Podstawy budowy układu hydraulicznego	19
2.1 Budowa układu centralnego ogrzewania w domu	19
2.2 Co to jest bufor? Czy jest niezbędny w instalacji z pompą ciepła?	21
2.3 Który typ instalacji jest najlepszy dla pompy ciepła?	24
2.4 Czy średnice rur w instalacji mają znaczenie w przypadku montażu pompy ciepła?	24
2.5 Czy zawsze można zastąpić kocioł stałopalny pompą ciepła? Jak przygotować się do zmiany instalacji w domu modernizowanym? Co należy sprawdzić?	25
03 Sterowanie pompą ciepła	27
3.1 Czy sterowanie za pomocą krzywej grzewczej jest najlepsze?	27
3.2 Jak sterowanie strefowe wpływa na budowę układu hydraulicznego maszynowni? Czy jest ono konieczne dla zachowania komfortu w pomieszczeniach?	28
3.3 Czy zastosowanie termostatu pomieszczeniowego jest konieczne dla prawidłowej pracy pompy?	29
3.4 Który rodzaj sterowania najlepiej dobrać zależnie od typu instalacji?	30
04 Jak odpowiednio dobrać pompę do budynku	31
4.1 Jak obliczyć zapotrzebowanie na moc cieplną nowego budynku?	31
4.2 Jak dobrać pompę ciepła do domu modernizowanego? Jak przeprowadzić modernizację instalacji grzewczej?	32
4.3 Co to jest dobór biwalentny?	33
4.4 Czy praca grzałki w pompie ciepła jest konieczna? Kiedy powinna być aktywna?	34
4.5 Czym skutkuje przewymiarowanie pompy ciepła?	35
05 Aspekty ekonomiczne	36
5.1 Co wpływa na koszt ogrzewania budynku pompą ciepła?	36
5.2 Czy ogrzewanie pompą ciepła się opłaca? Jak pompa ciepła wypada w porównaniu z innymi urządzeniami grzewczymi?	36
5.3 Koszty eksploatacji różnych rodzajów pomp ciepła	37
5.4 Jak szybko zwróci się inwestycja w pompę ciepła?	37
5.5 Ile energii będzie zużywać pompa ciepła? Co zrobić, żeby zużywała jej jak najmniej?	38
5.6 Czy opłaca się zamontować pompę ciepła z fotowoltaiką?	39
5.7 Jakie są największe korzyści użytkownika pompy ciepła?	40
5.8 Jakie są możliwości dofinansowania zakupu pompy ciepła?	40

06 Przed montażem	43
6.1 Jakie informacje na temat nowego budynku są istotne, aby poprawnie dobrać pompę ciepła?	43
6.2 Co jest istotne w przypadku doboru pompy ciepła do domu modernizowanego? Na co zwrócić uwagę przy wyborze rozwiązania we własnym domu?	45
6.3 Jak porównać dwie różne pompy i wyciągnąć wnioski?	46
6.4 Jak wybrać i przygotować miejsce na montaż pompy ciepła?	49
07 Po montażu	51
7.1 Jakie informacje i dokumenty powinniśmy otrzymać od instalatora po zakończeniu montażu pompy ciepła?	51
7.2 Czy mogę zmieniać parametry pracy pompy po jej uruchomieniu?	52
7.3 Co to jest Aquarea Smart Cloud i jakie korzyści oferuje?	53
7.4 Co to jest Aquarea Service Cloud i jakie korzyści oferuje?	54
7.5 Jak często należy wykonywać przegląd konserwacyjny i gwarancyjny?	55
7.6 Czy moja pompa wymaga rejestracji w CRO?	56
7.7 Jaką temperaturę utrzymywać w zasobniku c.w.u.?	58
7.8 Czy dezynfekcja termiczna wody w zasobniku ciepłej wody użytkowej jest konieczna?	59
7.9 Brak prądu a instalacja z pompą ciepła. Czy po zaniku prądu pompa ciepła wymaga ponownych ustawień?	59
7.10 Dlaczego jednostka zewnętrzna jest oblodzona i leje się z niej woda?	60
Słownik pojęć	61

Od autorów

Drogi użytkowniku, ten materiał jest skierowany bezpośrednio do Ciebie. Zakup pompy ciepła i pytania z nim związane to nieodłączny element tej inwestycji. Poprzez ten poradnik chcieliśmy przekazać jak najwięcej wiedzy w możliwie najprostszym sposobie. Materiał skierowany jest do użytkowników o różnym poziomie wiedzy, dlatego niektóre materiały mogą być początkowo niezrozumiałe. W stworzenie materiału zaangażowani byli nasi eksperci, osoby z dużym rynkowym doświadczeniem. Podziękowania za wiedzę i poświęcony czas należą się dla: **Hani Gąsior, Jolanty Wilk, Szymona Razowskiego, Dawida Wdowiaka, Marka Skrzypka i Jakuba Traczyka.**

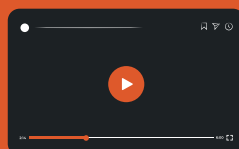
Dla ułatwienia na końcu zamieściliśmy **słownik pojęć**, który może być pomocny w zrozumieniu technicznych terminów i zwrotów. **Spis treści** jest **interaktywny** i przenosi nas do konkretnego rozdziału po jego kliknięciu, co znacznie ułatwia poruszanie się po nim w wersji elektronicznej.

Dodatkowo:

U góry każdej strony znajdziesz element, dzięki któremu wrócisz do **spisu treści**

Powrót do spisu treści 

Ikona playera sygnalizuje, że po kliknięciu dostępny jest materiał wideo



Aktywny przycisk pozwoli poszerzyć wiedzę na temat przypisanego mu zagadnienia

Zobacz 

01

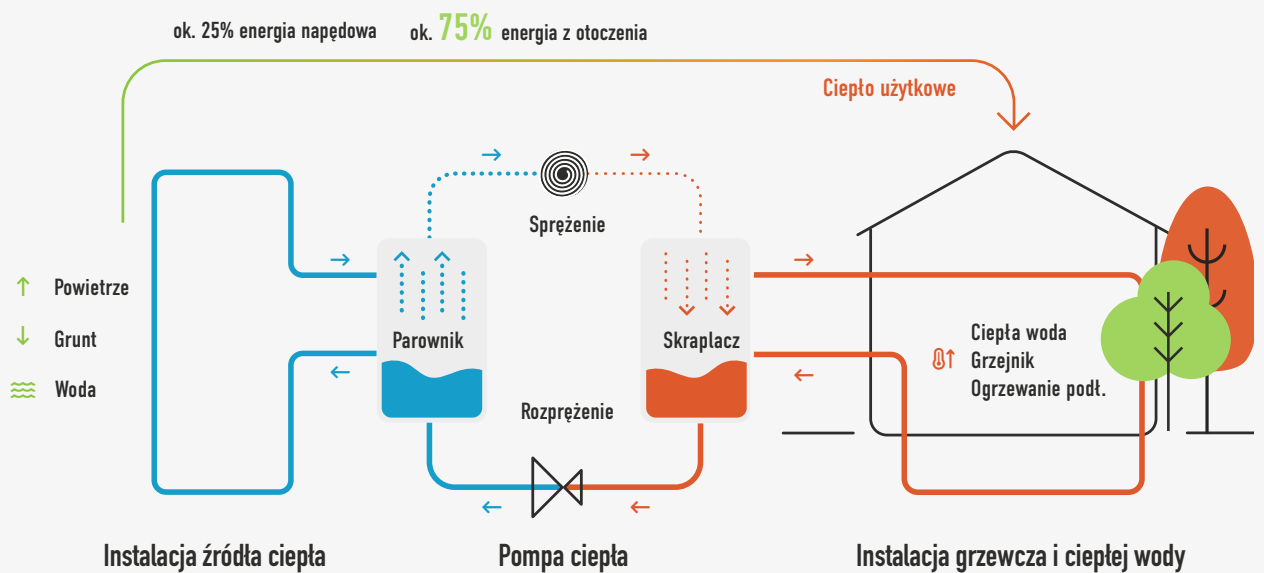
Pompy ciepła

podstawowe informacje

1.1 Zasada działania pompy ciepła

Pompa ciepła, tak jak każde urządzenie grzewcze, ma za zadanie ogrzewać budynek, a najczęściej również przygotowywać ciepłą wodę użytkową. W odróżnieniu od kotłów zasilanych paliwami kopalnymi energia do ogrzewania pobierana jest ze źródła odnawialnego. Mogą nim być np. powietrze atmosferyczne, grunt, woda. Pobrane ciepło przekazywane jest do instalacji grzewczej w budynku.

Jak to możliwe, że energia przekazywana jest z ośrodka o niższej do ośrodka o wyższej temperaturze? Wszystko dzięki sprężarce, która wymusza przepływ czynnika chłodniczego wewnątrz układu pompy ciepła. Krążąc cyklicznie pomiędzy elementami urządzenia, czynnik pośredniczy w wymianie ciepła pomiędzy źródłem ciepła (zwanym dolnym źródłem) a budynkiem. Aby proces mógł zajść, konieczne jest dostarczenie energii elektrycznej do zasilania sprężarki.



Rys. 1
Jak działa
pompa ciepła?

1.2 Budowa pompy ciepła

Każda pompa ciepła składa się z kilku głównych elementów, pomiędzy którymi cyklicznie przepływa czynnik chłodniczy, dzięki czemu ciepło dostarczane jest z dolnego źródła do budynku.

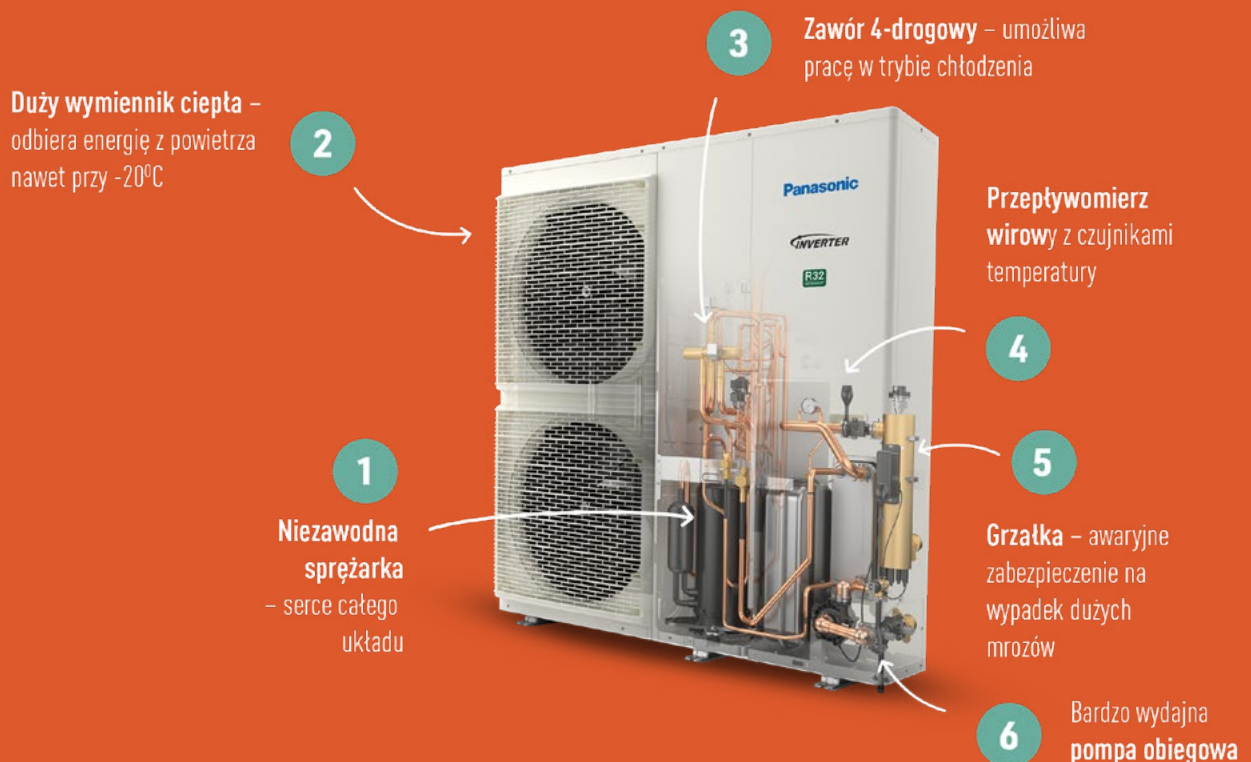
Podstawowym elementem jest parownik. Jest to wymiennik ciepła, który w trybie grzania pośredniczy w wymianie ciepła pomiędzy dolnym źródłem (np. powietrzem, gruntem lub wodą) a czynnikiem chłodniczym. Proces ten następuje podczas przemiany fazowej, czyli zamiany cieczy w parę. Aby ta przemiana mogła nastąpić, niezbędne jest dostarczenie energii z zewnątrz, czyli pobranie ciepła z otoczenia. Tak podgrzany czynnik chłodniczy zasysany jest w formie pary do sprężarki.

W sprężarce zachodzi proces sprężania par czynnika chłodniczego od ciśnienia niskiego do wysokiego, dzięki czemu na wyjściu otrzymywany jest gaz o wysokiej temperaturze. To właśnie sprężarka stanowi serce pompy ciepła, które musi być zasilane energią elektryczną, aby czynnik mógł przepływać.

Za sprężarką znajduje się kolejny wymiennik ciepła – skraplacz. Tam czynnik chłodniczy oddaje ciepło do instalacji grzewczej budynku, zmieniając swój stan skupienia z lotnego w ciekły. Podczas procesu skraplania energia oddawana jest do otoczenia, np. do wody w instalacji budynku. Podgrzana w ten sposób woda wykorzystywana jest do ogrzewania pomieszczeń lub do przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Aby zamknąć cykl, skroplony czynnik chłodniczy trafia do zaworu dławiącego, tzw. rozprężnego. W zaworze obniżane są ciśnienie i temperatura czynnika, dzięki czemu ponownie trafia on do parownika – proces wymiany ciepła rozpoczyna się na nowo.

Technologia ma znaczenie



Rys. 2
Budowa pompy ciepła – jej elementy i znaczenie
(panasonic.eu)

Pompa ciepła może być dodatkowo wyposażona w elementy usprawniające jej pracę i zwiększające możliwości jej wykorzystania. Może to być np. grzałka elektryczna, która pełni funkcję szczytowego źródła ciepła oraz zabezpieczenia układu. Dodatkowym wyposażeniem urządzenia może być również zawór czterodrożny, który pozwala na zmianę kierunku obiegu w pompie ciepła i wykorzystywanie jej w trybie chłodzenia. Dla efektywnej pracy układu istotne mogą być również wydajna pompa obiegowa i przepływomierz, pozwalające na wymuszenie i kontrolę przepływu wody przez hydrauliczną część instalacji.

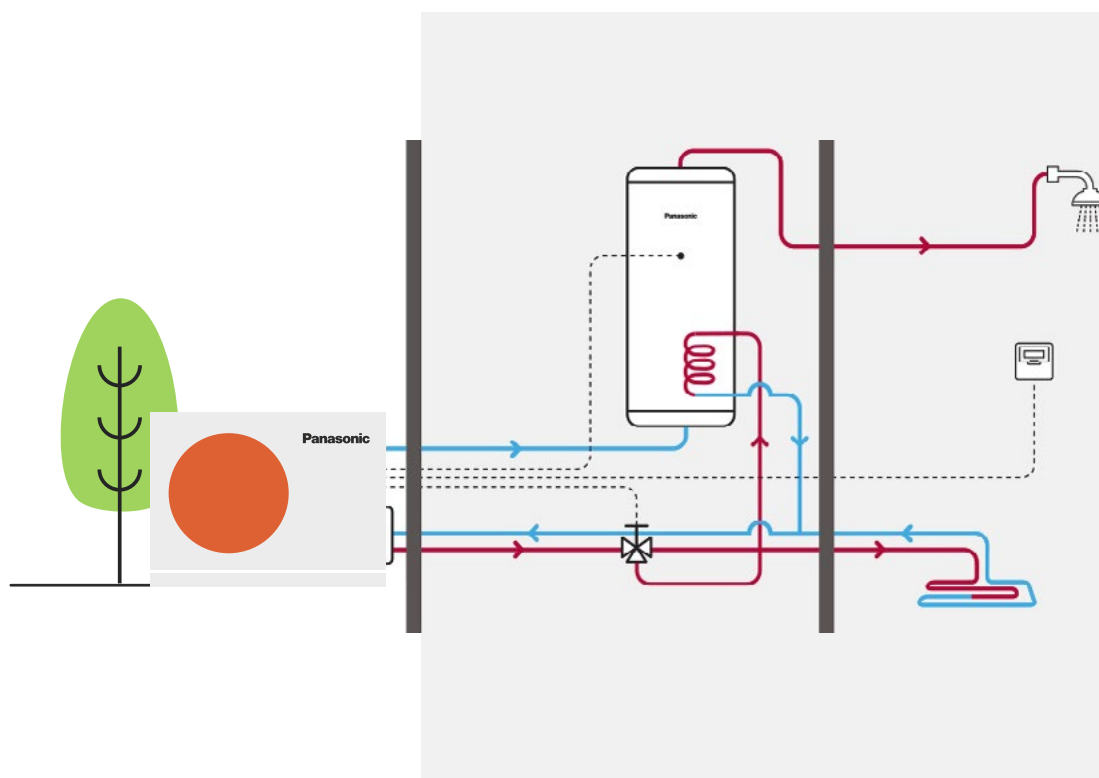
1.3 Typy pomp ciepła

Analizując rynek, można napotkać różne rodzaje pomp ciepła: powietrze–woda, solanka–woda, powietrze–powietrze itd. Co tak naprawdę oznaczają te nazwy? Co możemy z nich wywnioskować?

Niezależnie od tego, czy mamy do czynienia z powietrzem, wodą czy gruntem, zasada jest prosta – pierwszy człon nazwy określa tzw. dolne źródło ciepła. Jest to środowisko, z którego pompa pobiera energię na potrzeby ogrzewania budynku lub przygotowania ciepłej wody użytkowej. Drugi człon nazwy mówi o tym, do jakiego ośrodka ciepło jest przekazywane – najczęściej są to powietrze lub woda.

Co może być dolnym źródłem ciepła i jak je wykorzystywać?

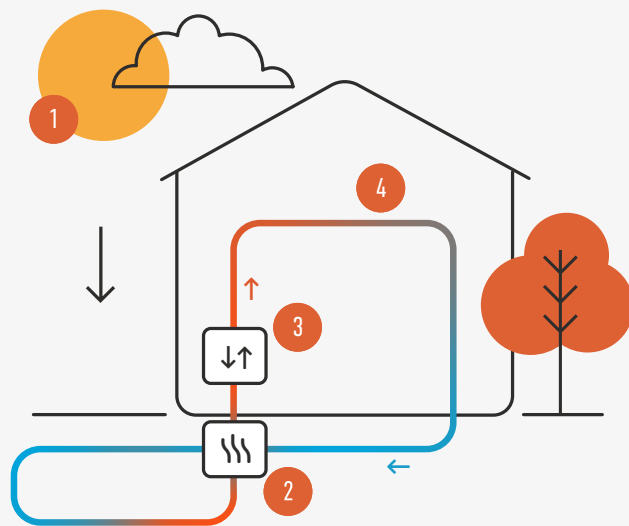
Jednym z najpopularniejszych rozwiązań na rynku są powietrzne pompy ciepła, które jako źródło ciepła wykorzystują powietrze atmosferyczne. Pompa ciepła pobiera je poprzez jednostkę zainstalowaną na zewnątrz budynku, a następnie przekazuje do instalacji wewnętrznej. Takie ułożenie urządzenia powoduje, że to właśnie powietrzne pompy ciepła są rozwiązaniem najłatwiejszym i często najtańszym w montażu.



Rys. 3
Układ z powietrzną
pompą ciepła typu
monoblok

Powietrze jest ponadto najbardziej dostępnym i nieograniczonym źródłem ciepła. Wentylatory wymuszają przepływ powietrza przez wymiennik, dzięki czemu możliwe jest przekazanie wystarczających ilości ciepła nawet do budynków o większych kubaturach. Warto jednak pamiętać, że temperatury powietrza atmosferycznego zmieniają się w ciągu roku, dlatego dobór urządzenia musi być poprzedzony odpowiednimi obliczeniami zapotrzebowania na moc cieplną. Dobrze dobrane urządzenie będzie mogło pracować nawet w skrajnych, zimowych warunkach.

Drugim pod względem popularności rodzajem pomp ciepła są pompy gruntowe. Energia cieplna pobierana jest w nich za pośrednictwem wymiennika umieszczonego pod powierzchnią ziemi. Energia zakumulowana w gruncie służy do bezpośredniego odparowania czynnika chłodniczego lub przekazywana jest do parownika pompy ciepła za pośrednictwem obiegu cieczy niezamarzającej, potocznie zwanej solanką. Rury mogą być przy tym ułożone poziomo na dużej powierzchni (tzw. kolektor poziomy) lub w głębokich odwiertach (w przypadku wymienników pionowych).

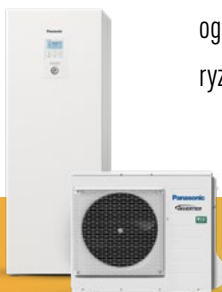


- 1 Temperatura otoczenia ogrzewa płyn w układzie pierwszym
- 2 Ogrzany płyn wymusza parowanie na ośrodku chłodniczym
- 3 Para zostaje sprężona i osiąga wysoką temperaturę
- 4 Ciepło ogrzewa dom, a schłodzony płyn wraca do obiegu

Rys. 4
Układ z gruntową
pompą ciepła

Grunt jako źródło ciepła charakteryzuje się bardziej stabilną temperaturą w ciągu roku – im głębiej położono rury, tym będzie ona wyższa i bardziej stabilna, co przełoży się na wzrost średniorocznej efektywności. Jednak poza aspektami związanymi z samą efektywnością pracy urządzenia warto zwrócić uwagę na kwestię ekonomiczną. Koszty montażu gruntowej pompy ciepła są znacząco wyższe niż w przypadku pompy powietrznej. Konieczne jest w tym przypadku wykonanie odpowiednich przekopów lub odwiertów, co zwiększa koszty inwestycyjne. Montaż gruntowego wymiennika ciepła nie pozostaje ponadto bez wpływu na otoczenie domu – powierzchnia gruntu nad rurami nie może być zacieniona, co uniemożliwia np. pokrycie go kostką lub posadzenie drzew. Warto również pamiętać, że ciepło pochodzące z gruntu, w odróżnieniu od powietrza, jest ograniczone – istnieje pewna granica, poniżej której nie można już eksploatować dolnego źródła ciepła, ponieważ istnieje ryzyko jego przemarznięcia, a w skrajnych przypadkach uszkodzenia wymiennika.

Panasonic
POMPY
CIEPŁA

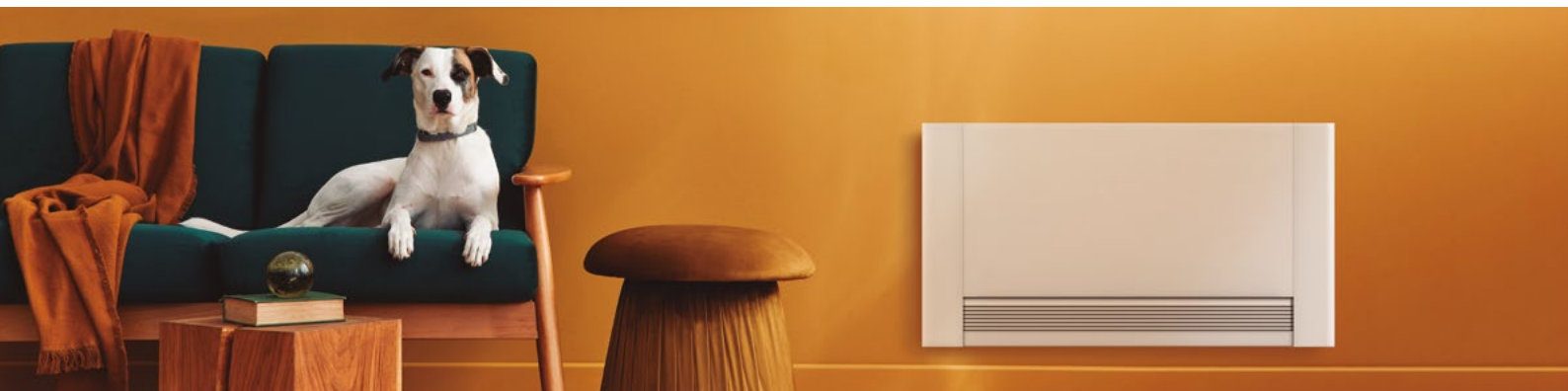


Istnieją również pompy, które pobierają ciepło z wód podziemnych lub powierzchniowych (staw, rzeka) i przekazują je wodzie w instalacji grzewczej. Teoretycznie to świetne rozwiązanie, bo woda jest bardzo dobrym nośnikiem ciepła. W praktyce jednak takich systemów nie buduje się często, bo na większości działek nie ma odpowiednich zasobów wody. Jeśli jednak nawet są, to wody podziemne mogą okazać się np. silnie zanieczyszczone związkami żelaza i manganu, które utleniając się, tworzą osad zamułający szybko cały układ.

1.4 Górne źródło ciepła – ogrzewanie wodne czy powietrzne?

Odebrane z dolnego źródła ciepło musi zostać przekazane do instalacji wewnątrz budynku. W zależności od rodzaju systemu wyróżnia się wodne oraz powietrzne systemy dystrybucji ciepła do pomieszczeń.

W przypadku instalacji wodnej ciepło odebrane w skraplaczu służy do podgrzewania wody grzewczej, która następnie zasila odbiorniki takie jak grzejniki, instalacje płaszczyznowe, klimakonwektory (zdj. niżej).



Pompy typu powietrze–powietrze, zgodnie z nazwą, pobierają ciepło z powietrza zewnętrznego, lecz nie przekazują go do wody zasilającej grzejniki lub odbiorniki płaszczyznowe. Zamiast tego mamy jednostki wewnętrzne, analogiczne do tych w klimatyzatorach, zapewniające ogrzewanie nadmuchowe za pomocą ciepłego powietrza (zdj. niżej).



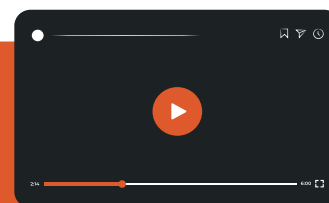
Czy wydajność pompy gruntowej jest większa od powietrznej?

Zarówno pompy gruntowe, jak i powietrzne są w stanie ogrzewać budynek dzięki energii pobranej z otoczenia. Jednak każda z nich korzysta ze źródła ciepła charakteryzującego się innymi parametrami, co powoduje, że wydajność obu urządzeń nie będzie jednakowa.

Pompy gruntowe czerpią energię zakumulowaną w warstwie gruntu. Ten, na odpowiedniej głębokości, ma stałą i dodatnią temperaturę, co pozwala na stabilną pracę urządzenia niezależnie od zmian warunków atmosferycznych. Dzięki dodatniej temperaturze gruntu pompa ciepła pracuje z wysoką efektywnością, a tym samym z niskim zużyciem energii elektrycznej. To znacząco redukuje koszty eksploatacyjne systemu. Warto jednak pamiętać, że grunt jako dolne źródło ciepła musi się regenerować, aby pompa mogła osiągać nominalną wydajność.

Pompa powietrzna pracuje w zmiennych warunkach – zmianom ulegają temperatura i wilgotność powietrza atmosferycznego w danym miejscu. To powoduje, że wartości osiąganego przez pompę sprawności będą wahać się znacząco nie tylko w ciągu roku, lecz nawet w ciągu jednej doby. W okresach od wiosny do jesieni, gdy temperatura jest wysoka, również wartości COP pompy ciepła są najwyższe. (COP określa sprawność urządzenia i jest stosunkiem ilości wytworzonej energii cieplnej do pobranej energii elektrycznej – więcej w rozdz. 1.7). Zimą oraz w okresach przejściowych (od -7°C do $+7^{\circ}\text{C}$ temperatury zewnętrznej) powietrze atmosferyczne charakteryzuje się niską temperaturą oraz wysoką wilgotnością, przez co efektywność pracy pompy ciepła jest niższa. W skrajnych warunkach wydajność urządzenia może być niewystarczająca, co spowoduje włączenie podgrzewacza elektrycznego, który wspomaga układ chłodniczy w celu uzyskania wymaganych parametrów.

Podsumowując, wydajność pomp powietrznych i gruntowych znacznie różni się w ciągu roku. Wynika to z cech dolnych źródeł ciepła. Ze względu na stabilną temperaturę gruntu pompa gruntowa będzie cechować się wyższym COP w skrajnych mroźnych, jednak okresy występowania tak niskich temperatur powietrza zewnętrznego stanowią niewielką część roku. Warto zwrócić ponadto uwagę, że średnioroczna temperatura powietrza zewnętrznego z roku na rok wciąż wzrasta, zatem zalety wynikające z wykorzystywania dolnego źródła ciepła mogą okazać się niewystarczającym argumentem, by zainwestować w ten rodzaj pompy ciepła. W związku z długim czasem zwrotu inwestycji w pompę gruntową korzystniejszy wydaje się zatem wybór pompy powietrznej. Aby realnie porównywać koszty użytkowania obu urządzeń, konieczne jest ustalenie dokładnych parametrów pracy, takich jak: temperatura gruntu na danej głębokości, temperatura powietrza zewnętrznego w danej lokalizacji, wilgotność powietrza, zawartość wilgoci w gruncie, zmiany tych parametrów w ciągu roku.



Chesz dowiedzieć się więcej o **pompach ciepła Panasonic?**
[Zobacz poradniki video](#) →

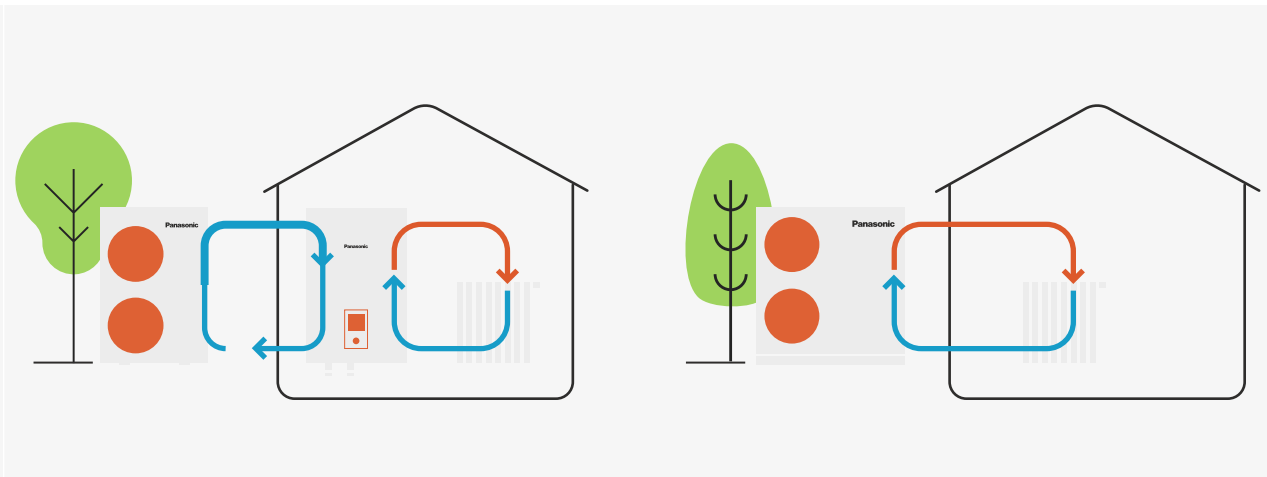
Panasonic
POMPY
CIEPŁA



1.5 Czym różni się pompa ciepła typu monoblok od pompy typu split?

Pompa ciepła typu split składa się zawsze z dwóch części nazywanych jednostkami – jedna z nich montowana jest na zewnątrz budynku, druga zaś w pomieszczeniu wewnątrz budynku, najczęściej w kotłowni. W wersji split pomiędzy jednostkami krąży czynnik chłodniczy. Monoblok to pompa ciepła przeznaczona w całości do montażu na zewnątrz budynku – wszystkie podzespoły układu chłodniczego zamknięte są w jednej obudowie. Zasadniczo w obu rodzajach konstrukcji występują te same elementy: wymienniki ciepła, wentylatory, sprężarka.

Rys. 5
Różnica pomiędzy
pompa ciepła typu
split a monoblok

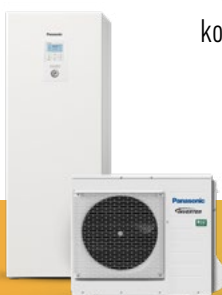


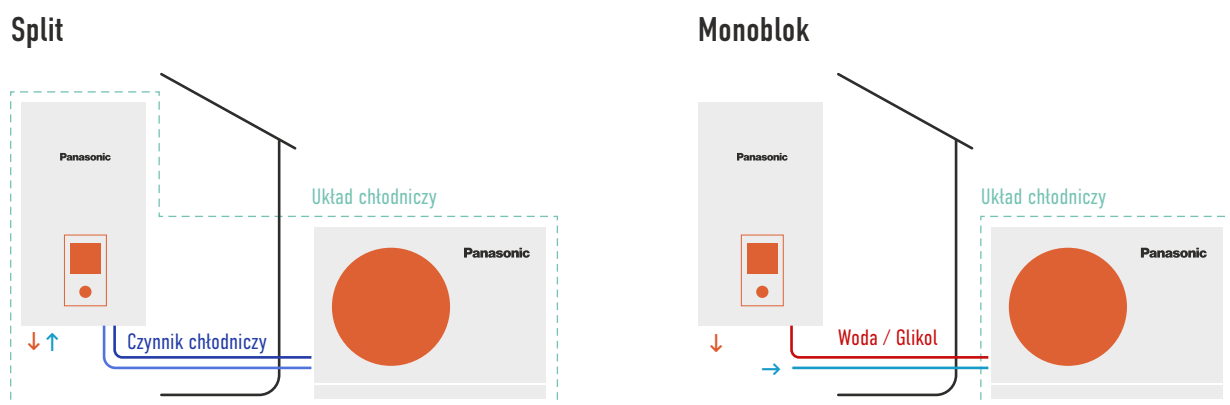
Kiedy zatem zdecydować się na pompę typu split, a kiedy na monoblok?

Pierwsza różnica związana jest ze sposobem montażu. Powietrzną pompę ciepła typu split można zainstalować praktycznie w każdym domu. Jednostka zewnętrzna (agregat) zlokalizowana jest w otoczeniu budynku, zwykle przy ścianie domu. W budynku mamy zaś jednostkę wewnętrzną. W większości sytuacji wygospodarowanie miejsca na jednostkę wewnętrzną pompy split nie powinno być kłopotliwe. Jeżeli jednak rzeczywiście nie wchodzi to w grę, bądź jeżeli nie ma możliwości wykonania instalacji freonowej lub jednostki musiałyby łączyć bardzo długie rury, korzystniejszym wyborem może okazać się pompa typu monoblok. Dodatkowo, pod wieloma względami zamontowanie pompy ciepła monoblok jest łatwiejsze niż split – nie ma tu konieczności wykonywania przyłączy chłodniczych.

Druga różnica pomiędzy jednostkami typu split i monoblok to sposób połączenia jednostki zewnętrznej z instalacją wewnątrz budynku. W przypadku pomp split pomiędzy jednostką zewnętrzną i wewnętrzną krąży czynnik chłodniczy, który nie zamarza. Ciepło przekazywane jest do wody grzewczej dopiero w jednostce wewnętrznej, przez co nie ma ryzyka zamarznięcia i uszkodzenia części hydraulicznej instalacji. W przypadku pomp monoblok wymiana ciepła między czynnikiem a wodą następuje w jednostce zewnętrznej. Ciepło przekazywane jest następnie do budynku za pośrednictwem połączeń hydraulicznych. Umieszczenie tych elementów na zewnątrz budynku powoduje ryzyko zamarznięcia i uszkodzenia części instalacji w przypadku braku zasilania energią elektryczną. Dlatego w przypadku monobloków, w odróżnieniu od pomp ciepła typu split, konieczne jest zastosowanie odpowiednich zabezpieczeń przeciwzamrożeniowych.

Panasonic
POMPY
CIEPŁA

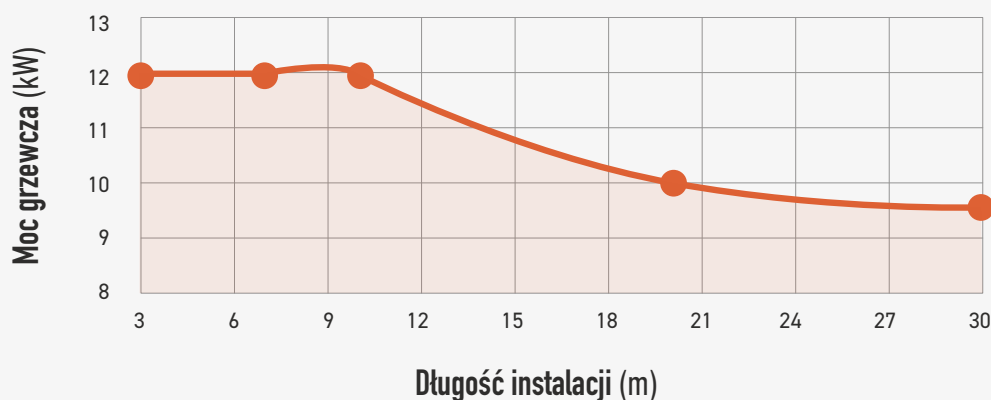




Rys. 6

Pompy ciepła split i hydrosplit (monoblok z jednostką wewnętrzną)

Warto również pamiętać, że w przypadku pomp ciepła typu split istotna jest odległość między jednostką wewnętrzną a zewnętrzną, a tym samym długość połączeń chłodniczych. Moc urządzenia należy dostosować do tej odległości, ponieważ znaczne wydłużenie ścieżki chłodniczej powoduje spadek wydajności urządzenia, co może skutkować brakiem wystarczającej ilości energii do ogrzania budynku. W takim przypadku konieczne może być dobranie urządzenia o wyższej mocy niż przy standardowej długości połączeń chłodniczych. Dlatego zawsze należy bazować na wiedzy przeszkolonego i akredytowanego instalatora.



Rys. 7

Zależność mocy pompy ciepła typu split od długości instalacji freonowej

1.6 W jaki sposób zabezpieczyć pompę ciepła typu monoblok przed zamarznięciem?

Znajomość poniższej treści jest obowiązkiem instalatora i to on powinien zadbać o prawidłowe zabezpieczenie urządzenia. Nie rekomendujemy wykonywania tych czynności na własną rękę.

Obecność hydraulicznych (wypełnionych wodą) elementów instalacji na zewnątrz budynku powoduje, że w przypadku pomp ciepła typu monoblok trzeba zastosować zabezpieczenie przeciwzamrozeniowe. Jest to konieczne, ponieważ w przypadku zatrzymania pracy urządzenia, np. podczas przerwy w dostawie prądu, woda w układzie hydraulicznym nie będzie na bieżąco

przetłaczana i podgrzewana. Jeżeli taka sytuacja wystąpi w warunkach zimowych, może doprowadzić do wychłodzenia i zamarznięcia wody. Powstały w ten sposób lód może rozerwać i uszkodzić elementy pompy ciepła. Jak zatem zabezpieczyć instalację przed uszkodzeniem?

Pierwszym sposobem jest napełnienie instalacji cieczą o niższej temperaturze zamarzania, np. wodnym roztworem glikolu. Z wielu dostępnych na rynku najbardziej popularne są glikol etylenowy i propylenowy. Pierwszy z nich cechuje się lepszymi parametrami pod względem przepływu, jest jednak substancją trującą, którą organizm ludzki może wchłaniać przez skórę, drogi oddechowe lub przewód pokarmowy. Dlatego jakkolwiek kontakt glikolu etylenowego z wodą użytkową, np. w przypadku rozszczelnienia węzownicy zasobnika ciepłej wody użytkowej, może stanowić niebezpieczeństwo dla życia i zdrowia. Warto również pamiętać, że jako substancja toksyczna glikol etylenowy wymaga specjalnych procedur utylizacji. Stąd też zdecydowanie lepszym rozwiązaniem w przypadku instalacji z pompami ciepła jest nietoksyczny glikol propylenowy.

Oprócz rodzaju glikolu istotne jest również stężenie jego roztworu wodnego. Należy je obliczyć dla temperatury krzepnięcia niższej niż minimalne temperatury powietrza atmosferycznego występujące w danej strefie klimatycznej. Niekorzystne jest jednak stosowanie roztworów o dużo wyższym stężeniu, ponieważ większy udział glikolu w mieszance wiąże się również z wyższą gęstością i lepkością. Zastosowanie takiej mieszaniny będzie powodować zbyt wysokie opory przepływu, które będzie musiała pokonywać pompa obiegowa. To z kolei skutkuje większym zużyciem energii elektrycznej oraz wzrostem kosztów eksploatacyjnych.

Pamiętać należy również, że glikol cechuje się większymi niż woda własnościami korozyjnymi. Dlatego też instalacji nie powinno się napełniać czystym glikolem. Aby uchronić układ przed korozją, roztwór można wzbogacić inhibitorem korozji lub wykorzystać gotowy płyn instalacyjny, który zawiera substancje zapobiegające korodowaniu. Wybierając glikol jako zabezpieczenie przeciwzamrożeniowe, warto zatem zapoznać się z zaleceniami producentów, zarówno roztworów glikolu, jak i pomp ciepła. Dzięki temu określić można wymagane stężenie i skład mieszaniny przy danej temperaturze krzepnięcia, co pozwoli na bezpieczną i ekonomiczną pracę urządzenia. Istotne jest również weryfikowanie parametrów glikolu podczas przeglądów okresowych pompy ciepła.

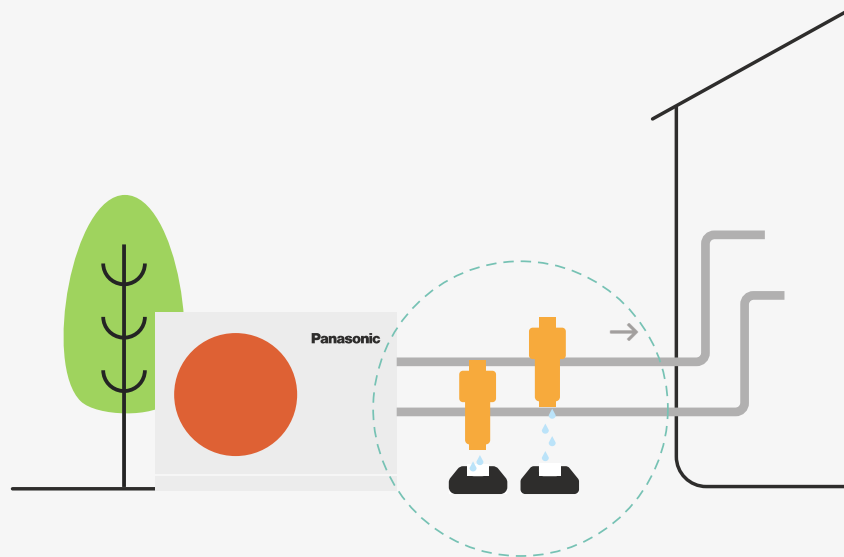
Kolejnym sposobem zabezpieczenia pomp ciepła typu monoblok przed zamarznięciem jest stosowanie zaworów przeciwmroźniowych. Ich działanie polega na grawitacyjnym upuszczeniu wody z instalacji hydraulicznej po osiągnięciu przez nią odpowiednio niskiej temperatury. Zapobiega to tworzeniu się lodu w układzie, co zabezpiecza pompę ciepła oraz rurociągi przed uszkodzeniem. Pozwala to zatem na bezpieczną pracę instalacji napełnionej wodą bez dodatków obniżających temperaturę zamarzania. Trzeba jednak pamiętać, że po zadziałaniu zaworu i spuszczeniu części wody konieczne jest ponowne napełnienie instalacji. Ograniczenie stanowi również warunek otwarcia zaworu – jeżeli działa on, bazując jedynie na temperaturze wody w instalacji, nie można go zastosować w pompach ciepła pracujących w trybie chłodzenia. Zakazane jest także stosowanie zaworów w instalacjach sterowanych za pomocą termostatów. Ich pompa obiegowa przestaje działać z chwilą osiągnięcia wymaganej temperatury w pomieszczeniu. W wyniku tego temperatura wody w instalacji na zewnątrz budynku

Panasonic
POMPY
CIEPŁA



może spaść poniżej temperatury otwarcia zaworu i pomimo występowania zasilania elektrycznego woda zostanie wypuszczona z instalacji. Stosując zawory przeciwmroźniowe, należy zatem pamiętać, aby stosować się do zaleceń producenta, tak by pompa ciepła była odpowiednio zabezpieczona. Istotne jest zatem, aby przestrzegać instrukcji montażu samych zaworów, dokonywać ich okresowych przeglądów, ale również zweryfikować, czy producent danej pompy ciepła uwzględnił stosowanie takich zabezpieczeń przeciwmroźniowych.

Rys. 8
Zawory
antyzmroźniowe

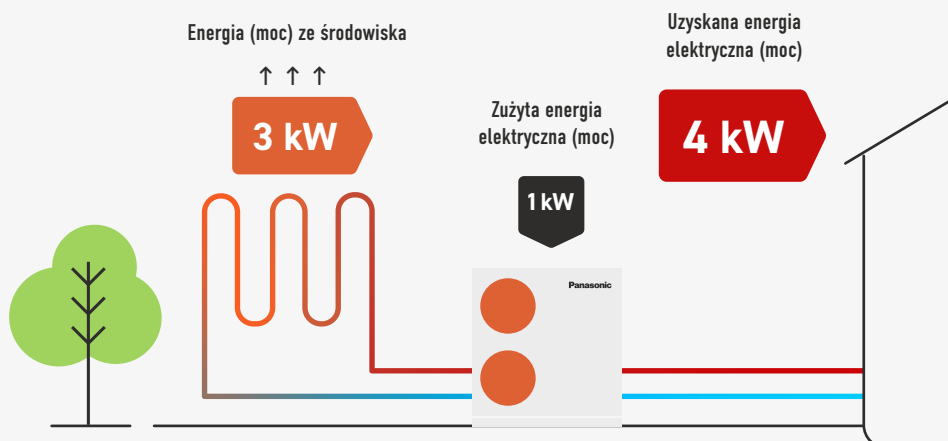


1.7 Co to są wskaźniki COP, SCOP i η_s ?

Do określenia sprawności pompy ciepła najczęściej używa się współczynników COP i SCOP.

Pierwszy z nich – COP, czyli *Coefficient of Performance*, informuje o stosunku energii oddawanej do wnętrza budynku w postaci ciepła do energii elektrycznej pobieranej z sieci. Jeżeli np. na każdą pobraną 1 kWh energii elektrycznej przypadają 4 kWh oddanego ciepła, to mówimy, że COP równa się 4. Czasem spotkamy się także z określeniem, że sprawność pompy ciepła wynosi w takiej sytuacji 400%.

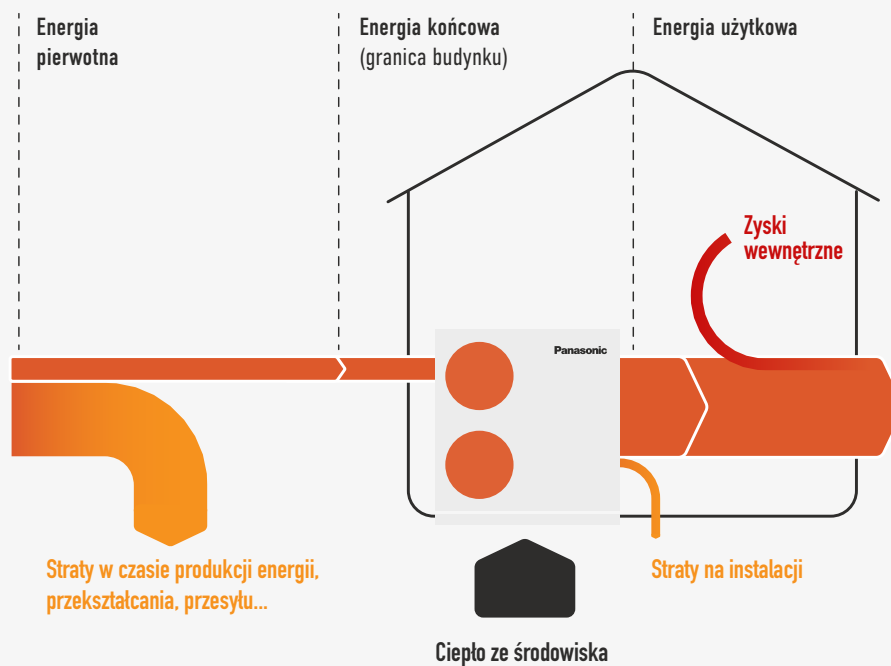
Rys. 9
Co to jest COP?



COP pompy ciepła określa jej sprawność tylko w ściśle określonych okolicznościach. Jest zatem wartością zależną od warunków, w jakich urządzenie będzie pracować. Im wyższa temperatura dolnego źródła ciepła oraz im niższa temperatura instalacji grzewczej, tym wyższe wartości COP można osiągnąć.

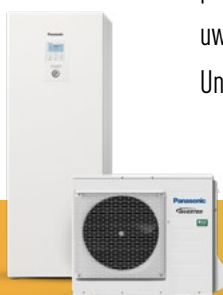
Natomiast SCOP, czyli *Seasonal Coefficient of Performance*, to wartość COP uśredniona dla całego sezonu grzewczego. Za pomocą tego współczynnika możemy obliczyć, ile pompa ciepła zużyje prądu w ciągu całego roku, a tym samym, ile będzie kosztowało ogrzewanie domu. SCOP wyznacza się, przyjmując określone założenia co do tego, jak będzie zmieniać się temperatura zewnętrzna oraz jaka będzie temperatura po stronie źródła górnego, czyli temperatura wody w obiegu c.o.

Aby jednak dokładnie obliczyć sprawność opartego o pompę ciepła systemu grzewczego pracującego w danej lokalizacji, konieczne może okazać się wyznaczenie wartości współczynnika η_s , czyli sezonowej sprawności energetycznej ogrzewania pomieszczeń. Współczynnik η_s wyraża stosunek zapotrzebowania na ciepło potrzebne w danym sezonie do rocznego zużycia energii pierwotnej niezbędnej do spełnienia tego zapotrzebowania.



Rys. 10
Czym są energia pierwotna, końcowa i użyteczna?

Panasonic POMPY CIEPŁA



Co zatem wpływa na wartość współczynnika η_s ? Podobnie jak w przypadku SCOP do wyznaczenia η_s uwzględnia się zapotrzebowanie na energię elektryczną i liczbę godzin pracy urządzenia w różnych strefach klimatycznych i przy różnych temperaturach. Ponadto bierze się jednak pod uwagę straty w trybie czuwania i w trybie wyłączenia, jak również zużycie energii przez wszystkie dodatkowe elementy takie jak grzałki elektryczne, pompy obiegowe. Znaczącą różnicę stanowi również uwzględnienie w obliczeniach średnich strat energii elektrycznej na drodze od elektrowni do naszego domu, które na terenie Unii Europejskiej wynoszą ok. 60%.

Związek między η_s a SCOP wyraża zależność:

$$SCOP \approx \eta_s \times 2,5$$

Postępowanie się współczynnikiem sezonowej sprawności energetycznej ogrzewania pomieszczeń pozwala zatem na określenie sprawności układu dla warunków bliższych rzeczywistości (wynik uwzględnia wpływ klimatu na pracę urządzenia, straty energii, zużycie prądu przez dodatkowe elementy), co pozwala na realne określenie zużycia energii elektrycznej i rzetelne porównanie pomp ciepła różnych producentów (wszyscy producenci badają pompy w tych samych warunkach, określonych w Rozporządzeniu Komisji UE z dn. 18 lutego 2013 r.).

1.8 Co wpływa na sprawność pompy ciepła?

W odróżnieniu od np. źródeł stałopalnych (kotłów na węgiel, pellet, ekogroszek) pompa ciepła jest urządzeniem grzewczym, którego sprawność zmienia się znacząco w ciągu roku. Jak zatem określić właściwą moc urządzenia? Jak zaprojektować system grzewczy, aby pompa ciepła mogła osiągać najwyższe współczynniki efektywności?

Na sprawność pompy ciepła wpływają przede wszystkim temperatury dolnego i górnego źródła ciepła. Analizując dolne źródło ciepła, można zauważyć, że w przypadku pomp gruntowych, temperatura gruntu na odpowiedniej głębokości jest niemal niezmienna w ciągu roku. Jednak powietrzne pompy ciepła, wykorzystując jako źródło powietrze, będą pracować w skrajnie różnych temperaturach – od silnych mrozów do letnich upałów. W przypadku powietrznych pomp ciepła istotnym czynnikiem będzie dodatkowo wilgotność powietrza, wpływająca na częstotliwość odszraniania wymiennika. Z kolei temperatura górnego źródła ciepła zależy przede wszystkim od rodzaju instalacji grzewczej w budynku – możemy wyróżnić układy niskotemperaturowe, np. z odbiornikami płaszczyznowymi, ale i takie, w których temperatura zasilania musi być znacznie wyższa, np. grzejnikowe. Znaczący wpływ na ten parametr ma również komfort cieplny mieszkańców budynku.

Niezależnie od rodzaju pompy ciepła, instalacji grzewczej w budynku czy osobistych preferencji związanych z temperaturą w pomieszczeniach, reguła jest niezmienna – im niższa temperatura zasilania oraz im wyższa temperatura dolnego źródła, tym wyższa sprawność pompy ciepła. O ile temperatura gruntu lub powietrza jest parametrem niezależnym od użytkownika, o tyle istnieje możliwość realnej poprawy efektywności pompy ciepła poprzez obniżenie temperatury jej górnego źródła. Możliwe jest to poprzez np. wymianę grzejników na niskotemperaturowe, wymianę okien lub drzwi na bardziej szczelne, wykorzystywanie rekuperacji w systemach wentylacji mechanicznej, zastosowanie lepszej izolacji przegród, obniżenie temperatury w pomieszczeniach. Ważne jest również zmniejszenie strat energii w układzie hydraulicznym – odpowiednie zaizolowanie przewodów hydraulicznych, stosowanie zbiorników (buforowych lub c.w.u.) o małych stratach postojowych, unikanie w miarę możliwości wymienników pośredniczących.

Warto również pamiętać o odpowiednim sposobie korzystania z instalacji przygotowania ciepłej wody użytkowej. Dobór zasobnika o odpowiednio dużej powierzchni wężownicy w stosunku do mocy urządzenia, racjonalne zaplanowanie pracy pomp

cyrkulacyjnych oraz dobór pomp obiegowych o wysokich sprawnościach czy stosowanie perlatorów pozwolą na uzyskanie wysokich sprawności pompy ciepła, również w trybie przygotowania ciepłej wody użytkowej.

1.9 Co oznacza, że pompa ciepła jest wysokotemperaturowa, średnotemperaturowa lub niskotemperaturowa?

Największą sprawność pompy ciepła osiągają we współpracy z odbiornikami niskotemperaturowymi, takimi jak np. ogrzewanie podłogowe. Istnieją układy, w których wymagana jest znacznie wyższa temperatura. Dlatego na rynku można znaleźć urządzenia przeznaczone do rozwiązań charakteryzujących się różnymi wymaganiami pod względem wartości parametru wody zasilającej. Wyróżnia się zatem pompy nisko-, średnio- i wysokotemperaturowe.

Niskotemperaturowe pompy ciepła to urządzenia zaprojektowane do stosowania w układach z odbiornikami o niskiej temperaturze zasilania. Zgodnie z Rozporządzeniem Komisji UE z dn. 18 lutego 2013 r. z zastosowaniem niskotemperaturowym mamy do czynienia, gdy temperatura na wyjściu znajdującego się w pomieszczeniu wymiennika ciepła wynosi 35°C. Dlatego niskotemperaturowe pompy ciepła efektywnie współpracują np. z ogrzewaniem podłogowym, ściennym czy sufitowym.

Pompy średnotemperaturowe są w stanie zapewnić deklarowaną wydajność grzewczą, gdy temperatura zasilania instalacji grzewczej wynosi maksymalnie 55°C.

Z kolei pompy wysokotemperaturowe są w stanie osiągnąć najwyższe parametry wody wyjściowej – nawet powyżej 65°C. Takie urządzenia mogą zasilać grzejniki wysokotemperaturowe. Wysoka wartość temperatury zasilającej instalację skutkuje obniżeniem efektywności pracy, dlatego urządzenia tego typu często wyposażone są w kaskadę, np. dwie sprężarki lub zmodyfikowane układy chłodnicze.

1.10 Co jest ważne w wyposażeniu pompy ciepła? Od czego zależy cena urządzenia?

W każdej pompie ciepła znajdują się podstawowe elementy umożliwiające jej pracę w celu ogrzewania budynku – są to sprężarka, wymienniki ciepła, zawór rozprężny. Jednak dostępne na rynku urządzenia mogą znacznie różnić się ceną. Skąd zatem tak duże rozbieżności? Czy zawsze wyższa cena oznacza lepszą jakość urządzenia?

Cena pompy ciepła w dużej mierze zależy od rodzaju dolnego źródła ciepła. W przypadku pomp gruntowych cena urządzenia będzie zawierać koszty wymiennika gruntowego. Na rynku spotykane są m.in. pompy z kolektorami pionowymi, sondami głębinowymi, wymiennikami bezpośredniego odparowania. Rodzaj technologii wpłynie bezpośrednio na koszty zakupu, ale i również montażu urządzenia. Wpływ na cenę będą mieć m.in. wymagana długość wymienników, obecność wymienników pośredniczących w wymianie ciepła (glikol – czynnik chłodniczy), głębokość instalacji kolektorów, liczba wymaganych odwiertów, powierzchnia wymaganych przekopów.

Panasonic
POMPY
CIEPŁA



Powietrzne pompy ciepła, które wykorzystują ciepło powietrza, mają wymiennik zamknięty fabrycznie w agregacie instalowanym na zewnątrz budynku. Stąd też cena urządzenia nie będzie zależeć od samej technologii i sposobu montażu agregatu, lecz w dużej mierze od jego podzespołów – ich rodzaju i stopnia złożoności układu.

Niezależnie od rodzaju pompy ciepła istotny wpływ na jej cenę będzie mieć wydajność grzewcza. Im bardziej zaawansowane technologicznie urządzenie, tym lepsze parametry jest w stanie osiągać – a to wiąże się ze wzrostem ceny. Należy jednak pamiętać o tym, że wyższy koszt zakupu urządzenia o lepszej jakości pracy zwróci się w trakcie eksploatacji poprzez mniejsze zużycie energii elektrycznej oraz dłuższą żywotność podzespołów.

Na jakie parametry warto zatem zwrócić uwagę? Pomocne w ocenie może być porównanie współczynników COP i SCOP różnych pomp ciepła. Wartość tego parametru będzie bezpośrednio wpływać na koszty eksploatacji systemu. Równie ważna jest klasa efektywności energetycznej całego urządzenia, ale też pojedynczych podzespołów, takich jak np. pompa obiegowa. Ważnym aspektem jest także koperta pracy urządzenia. Koperta pracy to nic innego jak zakres pracy urządzenia oraz parametry temperatur wody, jakie urządzenie jest w stanie wygenerować przy konkretnej temperaturze zewnętrznej. Warto w tym momencie wspomnieć o charakterystyce spadkowej mocy urządzenia w zależności od temperatury zewnętrznej. Wraz ze spadkiem temperatury na zewnątrz spadają moc pompy ciepła i jej sprawność. O kopertach pracy i porównaniu różnych pomp piszemy w rozdz. 6.3.

Różnica w cenie pompy ciepła może wiązać się również z jej dodatkowym wyposażeniem. Istnieją urządzenia z wbudowanym zasobnikiem ciepłej wody użytkowej i zaworem trójdrożnym, dzięki czemu nie trzeba dodatkowo kupować tych elementów. Część urządzeń na rynku ma również wbudowany podgrzewacz elektryczny (grzałkę), który stanowi szczytowe, zapasowe źródło ciepła. Koszt urządzenia może również wiązać się z jakością wykorzystanych materiałów, poziomem generowanego hałasu, wzornictwem jednostek.

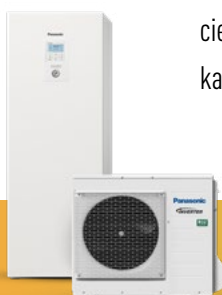
1.11 Dlaczego warto mieć pompę ciepła? Wady i zalety w porównaniu z kotłem na węgiel.

Pompa ciepła to ekologiczne urządzenie grzewcze, które w odróżnieniu od kotłów stałopalnych nie emituje do atmosfery szkodliwych substancji. Poza aspektem ekologicznym istnieje jednak jeszcze wiele powodów, dla których warto zdecydować się na pompę ciepła. Oczywiście w Polsce energia elektryczna pochodzi głównie z elektrowni opalanych węglem, na które nałożono wymóg stosowania filtrów wysokiej klasy. Dużo łatwiej jest pozbyć się emisji zanieczyszczeń w elektrowniach i elektrociepłowniach niż w czterech milionach budynków ogrzewanych kotłami węglowymi.

Już w tej chwili emisja pyłów z elektrowni i elektrociepłowni jest ponad dziesięciokrotnie mniejsza niż z przydomowych kotłów węglowych.

Wymiana stałopalnego źródła ciepła pozwala na osiągnięcie znacznych korzyści finansowych. Źródłem ciepła dla pompy ciepła jest bowiem energia odnawialna, która stanowi ok. 75% całkowitej energii potrzebnej do pracy systemu. Wysoka efektywność pomp ciepła nawet przy niskich temperaturach zewnętrznych sprawia, że zużycie energii elektrycznej jest

Panasonic
POMPY
CIEPŁA



bardzo niskie. Jeżeli energia elektryczna potrzebna do zasilenia pompy ciepła pochodzi z instalacji fotowoltaicznej, system jest w 100% ekologiczny i praktycznie bezkosztowy w eksploatacji. Dodatkowo, poza funkcją grzewczą pompa ciepła może stanowić również źródło chłodu w okresie letnim. Przy odpowiednio wykonanym projekcie instalacji grzewczej i chłodniczej możliwe jest zrezygnowanie z osobnych urządzeń klimatyzacyjnych, co pozwala na znaczną redukcję kosztów.

Poza wcześniej wspomnianymi oszczędnościami finansowymi i ograniczeniem wydatków pompa ciepła to także oszczędność czasu i komfort dla użytkownika. Przede wszystkim jest urządzeniem bezobsługowym – nie ma konieczności dostarczania do niej paliwa, więc i poświęcania czasu na jego zakup i transport. Dodatkowo, jeżeli urządzenie jest połączone z siecią internetową, użytkownik ma możliwość zdalnego sterowania systemem grzewczym budynku. Wymiana stałopalnego źródła ciepła na pompę pozwala również na ograniczenie przestrzeni przeznaczonej na kotłownię. Pompy ciepła mogą pracować w dowolnym pomieszczeniu gospodarczym, nie ma więc potrzeby budowania i wydzielania osobnych przestrzeni. W zależności od stopnia rozbudowania systemu grzewczego pompa ciepła może zająć podobną ilość miejsca jak lodówka.



Pompy ciepła **Aquarea All in One**

Zobacz

Następne Podstawy budowy układu hydraulicznego →

02

Podstawy budowy układu hydraulicznego

2.1 Budowa układu centralnego ogrzewania w domu

Zadaniem układu centralnego ogrzewania (c.o.) jest wytworzenie i dostarczenie ciepła do pomieszczeń budynku. Składa się z kilku podstawowych elementów: źródła ciepła, systemu dystrybuowania oraz odbiorników ciepła. Najczęściej spotykanym rodzajem centralnego ogrzewania jest ogrzewanie wodne. W takich instalacjach źródłem ciepła mogą być kotły, kominki z płaszczem wodnym, pompy ciepła. Ciepło przekazywane jest do pomieszczeń za pośrednictwem wody przepływającej przez odbiorniki takie jak grzejniki czy instalacje płaszczyznowe, np. podłogowe, klimakonwektory.

Wśród wodnych systemów grzewczych wyróżnić można instalacje grawitacyjne (otwarte) oraz pompowe (zamknięte). Działanie ogrzewania grawitacyjnego polega na wykorzystaniu zjawiska zmiany gęstości wody związanego ze zmianą jej temperatury – gorąca woda o niższej gęstości przepływa w górę instalacji, z kolei ochłodzona w odbiornikach grawitacyjnie przepływa w dół. W takim systemie nie ma konieczności stosowania pomp obiegowych, ważne jest jednak zachowanie możliwie małych oporów instalacji. W tym celu stosuje się rury o dostosowanych przekrojach, duże grzejniki, projektuje się odpowiednie spadki. Instalacje grawitacyjne najczęściej stosowane były w połączeniu z kotłami stałopalnymi (na drewno, koks, węgiel). W instalacjach pompowych, które są obecnie stosowane najczęściej, przepływ wody wymuszony jest poprzez pracę pomp obiegowych. Zaletą tego typu systemów jest możliwość pokonywania znacznie większych oporów hydraulicznych, co umożliwia użycie rur o mniejszych średnicach oraz projektowanie większych i bardziej rozległych układów. Dodatkowymi zaletami są szybkość rozprowadzania ciepła i mniejsza bezwładność instalacji, co pozwala na szybsze osiągnięcie komfortu cieplnego w pomieszczeniach i daje większą elastyczność regulacji. W układach z pompą ciepła zalecane jest stosowanie układów pompowych.

Rodzaje odbiorników w instalacji centralnego ogrzewania

W instalacjach centralnego ogrzewania można wyróżnić kilka sposobów przekazywania ciepła do pomieszczeń. To, jaki rodzaj odbiorników będzie najlepszy w danym budynku, zależne będzie m.in. od źródła ciepła, parametrów jego pracy, warunków komfortu cieplnego mieszkańców, sposobu wykorzystania i budowy poszczególnych pomieszczeń. Wyróżnia się kilka rodzajów odbiorników, m.in. systemy ogrzewania płaszczyznowego, instalacje grzejnikowe oraz klimakonwektory.

Ogrzewanie płaszczyznowe to wodny, niskotemperaturowy system ogrzewania pomieszczeń. Ciepło przekazywane jest za pośrednictwem wody przepływającej przez rury ułożone w odstępach pod powierzchnią podłogi, ścian lub sufitów. Z uwagi na niski parametr zasilania tych odbiorników stosowanie ich pozwala na wykorzystanie w największym stopniu potencjału

Panasonic
POMPY
CIEPŁA

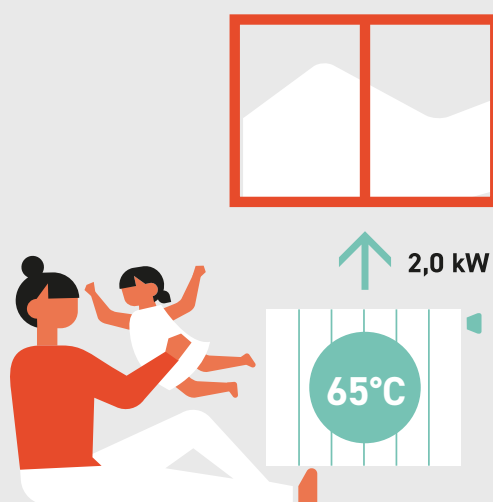


pompy ciepła. Niski parametr zasilania powoduje, że pompa może uzyskać znacznie większą sprawność niż w przypadku grzejników. Ciepło z odbiorników płaszczyznowych oddawane jest przez promieniowanie i częściowo przez konwekcję, co pozwala na uzyskanie stabilnej i równomiernej temperatury w całym pomieszczeniu.

W domach już istniejących, gdy często nie ma już możliwości ułożenia odbiorników płaszczyznowych, najczęściej spotykane są odbiorniki ciepła w postaci grzejników. W zależności od powierzchni wymiany ciepła można wyróżnić grzejniki pracujące na parametrze o niskiej lub wysokiej temperaturze. Grzejniki niskotemperaturowe pozwalają na uzyskiwanie przez pompę ciepła sprawności równie wysokich jak w przypadku odbiorników płaszczyznowych. Różnicę stanowią jednak mniejsza bezwładność cieplna takiego systemu oraz fakt, że grzejniki zajmują pewną przestrzeń w ogrzewanym pomieszczeniu. Grzejniki pracujące na wyższych parametrach wciąż mogą być stosowane z pompami ciepła. Warto jednak pamiętać, że zwiększenie temperatury zasilania spowoduje obniżenie efektywności pracy pompy ciepła. Dlatego w przypadku grzejników warto wziąć pod uwagę możliwość zainstalowania odbiorników o większej powierzchni, co pozwoli na obniżenie temperatury zasilania przy zachowaniu tej samej mocy grzewczej.

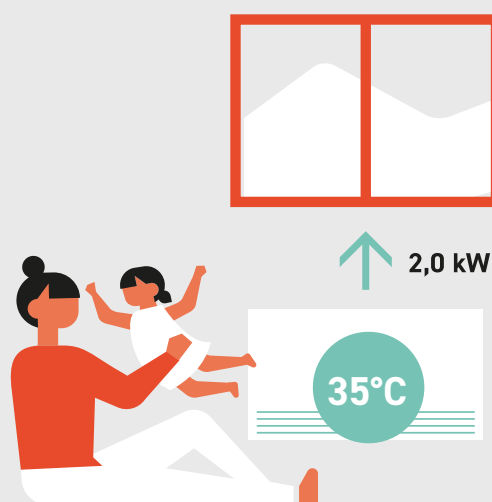
Alternatywę dla grzejników stanowią klimakonwektory. Są to urządzenia spełniające rolę grzejników, ale też klimatyzatorów. Zbudowane są z wymiennika ciepła, który może być zasilany wodą grzewczą, jak i lodową. Dodatkowo posiadają wentylator, który intensyfikuje przepływ powietrza, a tym samym wymianę ciepła. Klimakonwektory mogą być instalowane na wiele sposobów – naściennie, przysufitowo, przypodłogowo, kanałowo (do montażu np. w suficie podwieszanym). Oprócz możliwości wykorzystywania ich w celach grzewczych oraz chłodniczych zaletą klimakonwektorów jest również możliwość pracy na niskim parametrze wody grzewczej, dzięki czemu pompa ciepła jest w stanie pracować z wysoką efektywnością cieplną.

Pomieszczenie ze standardowymi grzejnikami żeliwnymi



Wymagana woda w temp. 65°C

Pomieszczenie z klimakonwektorem Smart



Wymagana woda w temp. 35°C

2.2 Co to jest bufor? Czy jest niezbędny w instalacji z pompą ciepła?

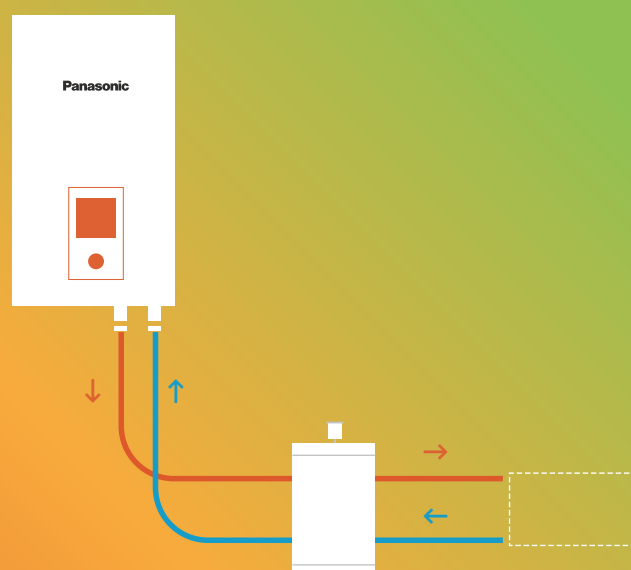
Podstawową funkcją zasobników buforowych wody grzewczej w instalacjach z pompami ciepła jest czasowe kompensowanie przez instalację grzewczą różnic między dostawą ciepła a zapotrzebowaniem na nie. Zastosowanie zasobników buforowych w ogrzewaniu pomieszczeń powinno spełniać następujące wymagania:

1. **wydłużenie czasu pracy pompy ciepła** w przypadku występowania obciążenia częściowego zapotrzebowania pomp ciepła ze względu na wzrost różnicy między obciążeniem cieplnym budynku i mocą grzewczą pompy ciepła przy wysokich temperaturach zewnętrznych;
2. **zmniejszenie liczby włączeń/wyłączeń sprężarki** pompy ciepła;
3. **buforowanie ciepła** w celu odszraniania parownika pompy ciepła;
4. **uzupełnienie (dostarczenie ciepła)** podczas planowych okresów blokowania dostaw energii elektrycznej w ramach specjalnych taryf elektr.;
5. **hydrauliczne oddzielenie obiegu urządzenia grzewczego i obiegów odbiorników** zapewniające minimalny wymagany przez pompę ciepła przepływ wody grzewczej;
6. **zarządzanie energią** przy użyciu wielu urządzeń grzewczych (instalacja solarna, biwalentny sposób pracy).

Źródło: PORT PC (Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła. Wytyczne cz. 7.)

Zbiornik buforowy często wykorzystywany jest jako sprzęgło hydrauliczne. Sprzęgło hydrauliczne jest urządzeniem przeznaczonym do łączenia obiegów kotłowego i grzewczego. Pozwala ono na połączenie ze sobą kilku urządzeń grzewczych o takich samych lub różnych parametrach pracy (kocioł gazowy, kominek z płaszczem wodnym, pompa ciepła itd.) z kilkoma obiegami grzewczymi nawet o różnych parametrach temperaturowych (wytwarzanie c.w.u., zasilanie grzejników konwekcyjnych, zasilanie ogrzewania podłogowego itd.).

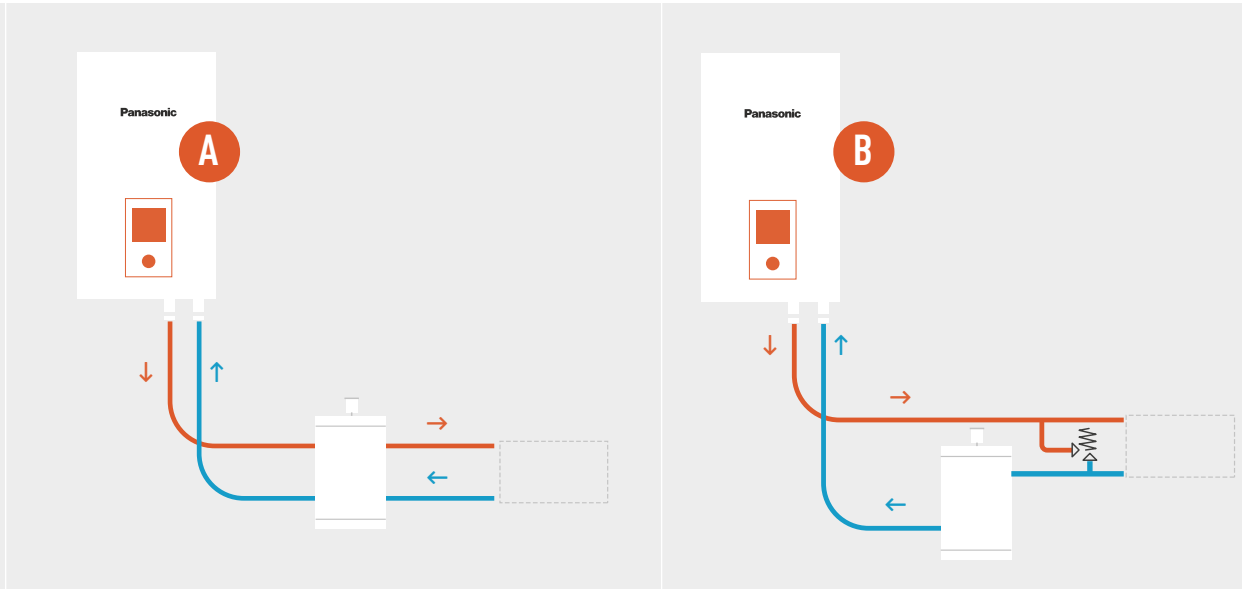
Źródło: Zasada działania sprzęgła hydraulicznego i korzyści ze stosowania – Ferro.



Sprzęgło odpowiedzialne jest za zrównoważenie ciśnienia i przepływu wody pomiędzy pompą ciepła a instalacją grzewczą budynku. Bufor działający jako sprzęgło hydrauliczne podłączony jest do instalacji równolegle. Montuje się go pomiędzy pompą ciepła a odbiornikami (grzejniki, klimakonwektory, belki rozdzielaczowe ogrzewania podłogowego) – rys. 11 A.

Rys. 11

Układ pompy ciepła z buforem wpiętym równoległe i szeregowo



Bufor jako sprzęgło hydrauliczne jest najczęściej wykorzystywany w przypadku układów mieszanych, ponieważ umożliwia zasilanie niezależnie regulowanych obiegów grzewczych. Również w instalacjach składających się z samych odbiorników płaszczyznowych sprzęgło może okazać się konieczne do zachowania odpowiednich przepływów w instalacji. Zbiornik buforowy może dodatkowo pełnić rolę magazynu ciepła potrzebnego do odładzania agregatu pompy ciepła. Podczas tego procesu czynnik chłodniczy płynie w przeciwnym kierunku niż w trybie grzania budynku. Powoduje to odbieranie części ciepła z instalacji grzewczej i przekazywanie go do wymiennika znajdującego się na zewnątrz. Aby zapobiec nadmiernemu wychłodzeniu odbiorników, stosuje się bufor zainstalowany równoległe bądź szeregowo (na powrocie z instalacji grzewczej). W przypadku bufora zainstalowanego szeregowo, w odróżnieniu od instalacji równoległej, ciepła woda grzewcza przygotowana przez pompę zasila bezpośrednio odbiorniki centralnego ogrzewania. Nie ma więc konieczności stosowania dodatkowej pompy obiegowej, która wymuszałaby przepływ czynnika. Bufor w tym układzie zasilany jest wodą powracającą z odbiorników i może służyć jako magazyn energii potrzebnej do odładzania agregatu. Pozwala to na odszronienie wymiennika przy jednoczesnym zachowaniu komfortu cieplnego w pomieszczeniach. Bufor w układzie szeregowym nie zapewnia jednak zrównoważenia hydraulicznego instalacji ani nie stanowi magazynu energii na potrzeby odbiorników instalacji centralnego ogrzewania – rys. 11 B.

Jaka powinna być optymalna wielkość zbiornika buforowego?

Panasonic
POMPY
CIEPŁA

Podsumowując dwa sposoby podłączenia bufora, warto zaznaczyć, że sprzęgło jest bezpiecznym rozwiązaniem dla instalacji modernizowanych oraz instalacji o nieznanach oporach, ale w wyniku mieszania się strumienia czynnika ogrzanego w pompie ciepła i ochłodzonego strumienia powracającego z instalacji odbiorników wystąpi w nim strata temperaturowa. To wiąże się z wyższymi kosztami eksploatacji. Bufor zainstalowany na powrocie eliminuje zjawisko podmieszania, niwelując przy tym straty



energii. Instalując jednak bufor w ten sposób, należy precyzyjnie określić opory hydrauliczne instalacji, aby mieć pewność, że pompa obiegowa urządzenia będzie w stanie je pokonać.

Wielkość bufora zależy od tego, jakie funkcje w instalacji będzie spełniać. Dokładny dobór oparty musi być na różnych warunkach brzegowych:

1. pojemność cieplna budynku,
2. moc ładowania zasobnika buforowego,
3. moc rozładowania zasobnika buforowego,
4. temperatura zewnętrzna,
5. instalacja odbioru ciepła,
6. dopuszczalny spadek temperatury wewnętrznej,
7. średnia nadwyżka temperatury grzejników lub ogrzewania płaszczyznowego,
8. minimalny czas pracy pompy ciepła zapewniający bezawaryjną eksploatację,
9. rezerwa ciepła potrzebna do przeprowadzenia odszraniania.



Panasonic
POMPY
CIEPŁA

Ważne jest, aby zapoznać się z wymaganiami producenta pompy ciepła dotyczącymi minimalnego zładu wody oraz jej zalecanego przepływu przez instalację. Odpowiednio dobrana objętość bufora pozwoli na zoptymalizowanie pracy sprężarki, zachowanie odpowiedniego zładu i przepływu oraz stworzenie magazynu energii cieplnej na potrzeby grzania budynku. Cała gama buforów dostępna jest w ofercie Panasonic.



2.3 Który typ instalacji jest najlepszy dla pompy ciepła?

Analizując możliwe rozwiązania hydrauliczne, można wyróżnić ich kilka cech optymalnych w instalacjach, w których źródłem ciepła jest pompa ciepła.

Przed wszystkim warto zaznaczyć, że instalacja centralnego ogrzewania z układem zamkniętym będzie zdecydowanie lepszym rozwiązaniem niż układ otwarty. W układzie zamkniętym, w którym instalacja nie jest bezpośrednio połączona ze zgromadzonym powietrzem atmosferycznym, możliwe jest zachowanie właściwych parametrów wody grzewczej w instalacji. Pozwala to na wydłużenie żywotności i poprawienie efektywności pracy urządzenia.

2.4 Czy średnice rur w instalacji mają znaczenie w przypadku montażu pompy ciepła?

Pompa ciepła wyróżnia się na tle innych źródeł ciepła ze względu na pewne wymogi techniczne instalacji centralnego ogrzewania, które należy spełnić. Jednym z warunków poprawnej pracy urządzenia jest utrzymanie minimalnego natężenia przepływu, a więc zagwarantowanie odpowiedniej ilości wody doprowadzanej do wymiennika ciepła – w pompach ciepła domowego użytku najczęściej stosowane są wymienniki płytowe lub płaszczowo-rurowe. Powyższy warunek jest możliwy do spełnienia m.in. poprzez zastosowanie odpowiednich przekrojów rur hydraulicznych w instalacji. Jest to o tyle ważne, że przepływ jest jedną ze zmiennych mających wpływ na przekazywanie danej mocy cieplnej.

Za wymuszenie przepływu wody w obiegu grzewczym odpowiada pompa obiegowa. Różnica ciśnień, jaką może wytworzyć pompa, nie jest nieograniczona, dlatego istotny jest jej właściwy dobór. W zależności od wymaganego przepływu pompa obiegowa jest w stanie pokonać odpowiednie opory hydrauliczne. To właśnie one są kluczowe dla zachowania odpowiedniego natężenia przepływu. Wpływ na wartość oporów mają m.in.:

- **średnica** rur w instalacji – prędkość przepływu,
- **długość** instalacji c.o.,
- **gęstość** medium grzewczego (glikol/woda),
- **liczba** złączy, kolanek, rozdzielaczy, zaworów itd.



Niezastosowanie rekomendowanych przez producenta średnic przekroju rur hydraulicznych może spowodować zwiększone zużycie energii elektrycznej przez pompę obiegową, która będzie musiała pokonać większe opory. Kolejnym problemem wynikającym z zastosowania mniejszych średnic jest zwiększenie prędkości przepływu w przewodach hydraulicznych, co może spowodować ich mechaniczne uszkodzenie – na co podatne są zwłaszcza rury miedziane. Większa prędkość przepływu powoduje również powstanie wyższego ciśnienia akustycznego, a więc hałasu – pompę obiegową można porównać do wentylatora włączonego na wyższym biegu. W skrajnym przypadku, kiedy zastosowana pompa obiegowa nie będzie w stanie wygenerować odpowiedniego przepływu, konieczna może być jej wymiana. Alternatywą jest zastosowanie sprzęgła hydraulicznego, które rozdziela układ centralnego ogrzewania na stronę pierwotną i wtórną. Obok zamieszczono tabelę rekomendowanej średnicy wewnętrznej rur hydraulicznych dla pomp ciepła Panasonic.

Średnica wewnętrzna	
$w_{\max} = 0,8 \text{ m/s}$	
3 kW	15,60
5 kW	19,50
7 kW	23,10
9 kW	26,20
12 kW	30,20
16 kW	34,90

2.5 Czy zawsze można zastąpić kocioł stałopalny pompą ciepła? Jak przygotować się do zmiany instalacji w domu modernizowanym? Co należy sprawdzić?

Zamiana źródła ciepła, jakim jest kocioł stałopalny, na pompę ciepła jest możliwa tylko po spełnieniu szeregu założeń.

W przypadku obiektu modernizowanego – z uwagi na utrudniony i kosztowny proces modernizacji instalacji centralnego ogrzewania – w pierwszej kolejności należy sprawdzić, czy zastosowano rury hydrauliczne o przekroju, który umożliwi osiągnięcie nominalnego przepływu wody dla pompy ciepła (znaczenie średnicy rur hydraulicznych przedstawiono w rozdz. 2.4.). Kolejnym krokiem powinna być weryfikacja, czy przy użyciu pompy ciepła odbiorniki (np. grzejniki) będą miały wystarczającą moc grzewczą przy założonej temperaturze zasilania. Moc grzewczą wymaganą do ogrzania danego pomieszczenia można określić w audycie energetycznym, moc grzejnika dla danej temperatury medium grzewczego można natomiast odczytać z karty katalogowej producenta. Należy pamiętać, że wymiennik ciepła, np. grzejnik czy klimakonwektor, ma inną moc grzewczą w przypadku zasilania wodą o temperaturze 70°C i 55°C. Wpływ na moc grzewczą ma również różnica temperatur na zasilaniu i powrocie: im mniejsza *delta*, tym temperatura grzejnika bliższa temperaturze zasilania, a jego moc większa. W tym przypadku nic nie jest za darmo i dla uzyskania odpowiedniej mocy konieczne będzie zwiększenie przepływu wody w instalacji. Natomiast przy zwiększaniu *delty* osiągniemy mniejszy przepływ. Zazwyczaj w istniejącym budynku instalacja nie jest przystosowana do dużych przepływów i należy zastosować układ hydrauliczny z buforem, o czym pisaliśmy w rozdz. 2.2.



Jeżeli budynek był docieplany (wymiana okien, docieplenie dachu, elewacji), grzejniki mogą okazać się przewymiarowane – dobrane do chłodniejszego budynku o gorszej izolacji, zakładając, że prawidłowo dobrano je na początku. Jeżeli zatem użytkownik wykonał termomodernizację, lecz od czasu budowy domu nie wymieniano grzejników, można spodziewać się, że obecne odbiorniki ciepła nie będą wymagały wymiany.



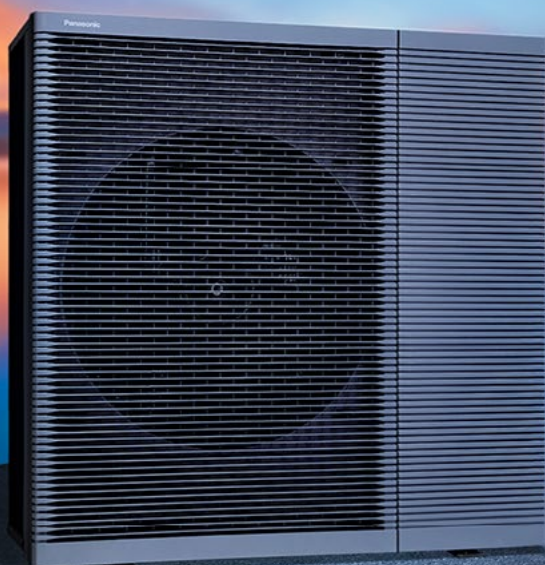
Zamknięcie układu otwartego podczas montażu pompy ciepła

W przypadku usunięcia kotła stałopalnego niezwykle istotne jest, aby z układu otwartego centralnego ogrzewania stworzyć układ zamknięty, do którego zostały dostosowane zabezpieczenia w pompie ciepła (zawór bezpieczeństwa, naczynie przeponowe). Jest to ważne, ponieważ w układzie otwartym mamy do czynienia z migracją tlenu, przyspieszającą korozję, w wyniku której może nastąpić uszkodzenie urządzenia. W sytuacji gdy kocioł stałopalny nie zostanie usunięty, należy odizolować układ zamknięty i otwarty np. poprzez montaż pośredniego wymiennika ciepła i zastosowanie odpowiednich zabezpieczeń zgodnych z normą PN-EN 12828. Instalację należałoby także przepłukać z zanieczyszczeń, które w instalacjach stałopalnych niezwykle silnie osadzają się w wodzie kotłowej. Pozwoli to na dłuższe zachowanie filtrów w dobrym stanie, a także zabezpieczy wymiennik pompy ciepła przed zanieczyszczeniem, które mogłoby doprowadzić do spadku wydajności układu.

Następne Sterowanie pompą ciepła →

Panasonic®

POMPY
CIEPŁA



Japońska
perfekcja

KOMFORT, WYDAJNOŚĆ
I DESIGN

03

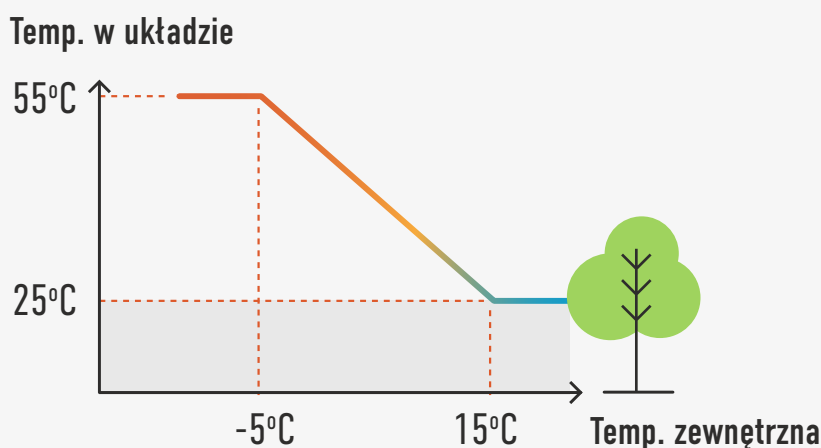
Sterowanie pompą ciepła

3.1 Czy sterowanie za pomocą krzywej grzewczej jest najlepsze?

Pompa ciepła z reguły ma możliwość sterowania temperaturą wody na dwa sposoby: za pomocą krzywej lub prostej grzewczej. Sterowanie na podstawie prostej spowoduje, iż niezależnie od temperatury zewnętrznej do odbiorników ciepła (np. grzejników lub ogrzewania płaszczyznowego) doprowadzona zostanie woda o takiej samej temperaturze. Rozpatrzmy zatem dwa przypadki. W pierwszym, gdy na zewnątrz panuje temperatura -15°C , uzasadnione będzie zasilenie odbiornika wodą o wyższej temperaturze. W przypadku gdy na zewnątrz panuje temperatura między $0-5^{\circ}\text{C}$, czyli występująca najczęściej w trzeciej strefie klimatycznej, zasilanie grzejników parametrem 55°C spowoduje dyskomfort cieplny w budynku oraz zdecydowany wzrost kosztów eksploatacyjnych związany z utrzymywaniem wysokiej temperatury przez cały okres grzania.

Wybór prostej grzewczej wymaga zatem ciągłej korekty ze strony użytkownika oraz prowadzi do dyskomfortu użytkowników w wyniku przegrzanego lub niedogrzanego obiektu.

Należy pamiętać, że ilość ciepła, które musimy dostarczyć do budynku, jest zawsze funkcją liniową zastanej temperatury, innymi słowy: im zimniej, tym więcej ciepła należy dostarczyć. W związku z powyższym, aby w sposób automatyczny uzyskać wymaganą temperaturę wody w odbiornikach ciepła, użytkownik powinien zdecydować się na wybór tzw. krzywej grzewczej. Krzywa grzewcza określa zależność temperatury wody na wyjściu ze źródła ciepła od temperatury zewnętrznej. Oznacza to, że urządzenie dostosowuje temperaturę wody do zapotrzebowania budynku na ciepło. Prawidłowo skonfigurowana krzywa grzewcza, która zapewnia komfort cieplny w budynku, nie wymaga zmian, zatem nastawa jest jednorazowa.



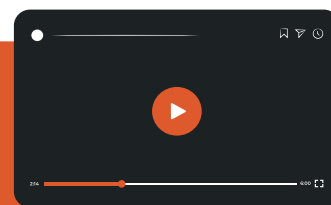
Rys. 12
Dwupunktowa
krzywa grzewcza

Obniżenie temperatury wody zasilania wtedy, kiedy jest to wymagane, spowoduje również oszczędności w eksploatacji. Należy pamiętać, że wzrost temperatury zasilania o 1°C może spowodować wzrost kosztów eksploatacyjnych o 2-3%. Pompa ciepła pobierze zatem zdecydowanie więcej energii elektrycznej na przygotowanie wody grzewczej o temperaturze 55°C niż 35°C – szacuje się, że koszty eksploatacyjne mogą wówczas wzrosnąć nawet o 40%.

3.2 Jak sterowanie strefowe wpływa na budowę układu hydraulicznego maszynowni? Czy jest ono konieczne dla zachowania komfortu w pomieszczeniach?

W przypadku instalacji centralnego ogrzewania budynek można podzielić na strefy grzewcze. Najczęściej wydziela się strefę dzienną, w skład której wchodzi salon, łazienka, kuchnia, oraz nocną – sypialnia i pozostałe pomieszczenia. Sterowanie strefowe umożliwia regulację temperatury w każdym z pomieszczeń, co wiąże się jednak z dodatkowymi kosztami inwestycyjnymi. Należy natomiast zaznaczyć, iż ten typ sterowania nie jest konieczny i wcale nie gwarantuje zachowania komfortu w pomieszczeniu, co zostanie wyjaśnione w dalszej części.

Aby móc realizować ogrzewanie strefowe, poza standardowym wyposażeniem (jak pompy obiegowe, zawory mieszające) w maszynowni powinien znaleźć się rozdzielacz z głowicami termostatycznymi podłączonymi do automatyki sterującej. Pomiaru temperatury w pomieszczeniach dokonują czujniki temperatur, które również podłącza się do sterownika. Na podstawie pomiaru temperatury głowice termostatyczne zamykają lub otwierają dopływ wody grzewczej do odbiorników ciepła. Sterując jej przepływem, regulujemy temperaturę. W ten sposób w każdym z pomieszczeń jesteśmy w stanie zapewnić zadaną temperaturę powietrza, a tym samym komfort cieplny mieszkańców budynku. Zasadność użycia powyższego sposobu w przypadku ogrzewania płaszczyznowego zależy znacząco od typu użytego jastrychu. Nie bez znaczenia jest również wysokość wylewki. Jastrych cementowy ma większą pojemność cieplną niż anhydrytowy, zatem wszelka reakcja systemu na przegrzanie lub niedogrzenie pomieszczeń będzie opóźniona, co z kolei ma negatywny wpływ na komfort cieplny. Może się również okazać, że pompa ciepła – zamiast utrzymywać stałą częstotliwość pracy lub dostosować ją do obecnego obciążenia cieplnego – będzie pracowała w krótszych cyklach. Z uwagi na oszczędność kosztów eksploatacyjnych i osiągnięcie jak najwyższego współczynnika COP zależy nam natomiast na możliwie jak najmniejszej liczbie cykli. Kolejnym ograniczeniem jest typ posadzki, którą został wykończony obiekt. Ze względu na wyższą przewodność cieplną efekt zmiany temperatury dostrzeże się szybciej w pomieszczeniu, którego podłogi pokryto gresem czy płytkami ceramicznymi niż przy podłodze drewnianej lub obłożonej dodatkowym materiałem – dywanem. Dodatkowo w omawianym sposobie sterowania skoki temperatur po odłączeniu zasilania są po czasie rekompensowane wyższą temperaturą wody grzewczej, aby ponownie nagrzać posadzkę. Innymi słowy, gwałtowne odłączenie sekcji rozdzielacza spowoduje to, że po czasie wychłodzenia podłogi ponownie trzeba będzie podnosić temperaturę o kilka stopni zamiast podtrzymywać ją na stałym poziomie. W przypadku grzejników dyskomfort cieplny będzie odczuwalny w mniejszym stopniu niż w przypadku ogrzewania płaszczyznowego, mogą jednak również występować opóźnienia w reakcji systemu na temperaturę powietrza w pomieszczeniu. Alternatywą dla sterowania strefowego jest bezpośrednie podłączenie pompy ciepła do zasilania



Chesz dowiedzieć się więcej o **zdalnym sterowaniu** pompą ciepła? [Zobacz film](#) →

Panasonic
POMPY
CIEPŁA



rozdzielacza hydraulicznego. Z uwagi na fakt, że pompa ciepła jest urządzeniem samoregulującym, taki system nie wymaga dodatkowych elementów instalacyjnych. System ogrzewania regulowany jest na podstawie przepływów ustawianych na rotametrach w rozdzielaczu oraz dostosowaniu biegu pompy obiegowej wbudowanej w pompę ciepła. Sposób ten umożliwia zredukowanie liczby cykli pracy. Dłuższy cykl pracy pozwala na dostosowanie mocy pompy do obciążenia cieplnego, co zapewni z kolei spadek kosztów inwestycyjnych.

3.3 Czy zastosowanie termostatu pomieszczeniowego jest konieczne dla prawidłowej pracy pompy?

Termostat pomieszczeniowy ma za zadanie sterować pracą pompy na podstawie pomiaru temperatury powietrza w pomieszczeniu, odpowiednio zezwalając pompie na pracę lub ją wyłączając. Nie jest on jednak konieczny dla osiągnięcia prawidłowej pracy urządzenia. Zazwyczaj rolę termostatu pełni sterownik pompy lub dodatkowo zakupiony osobny manipulator. Należy pamiętać, że instalacja termostatu jest opcjonalna i większość producentów jej nie wymaga. Umożliwia ona dwustopniową kontrolę nad pompą ciepła. Z reguły źródło ciepła pracuje na krzywej grzewczej, a po osiągnięciu zadanej temperatury wyłącza się. Kolejne zezwolenie na pracę następuje w chwili obniżenia temperatury wody kotłowej w obiegu grzewczym. W przypadku wyboru sterowania na podstawie termostatu pompa ciepła nie zostanie włączona lub wyłączona, dopóki nie zostanie osiągnięta zadana temperatura powietrza w pomieszczeniu, w którym znajduje się termostat. Tym samym sterowanie systemu centralnego ogrzewania w całym obiekcie jest oparte na pomiarze temperatury w jednym pomieszczeniu. Rozwiązanie tego typu stanowi ogromne wyzwanie pod kątem osiągnięcia komfortu cieplnego w całym budynku, wobec czego nie jest rekomendowane. Zastosowanie termostatu daje jednak pewność, że temperatura w danym pomieszczeniu spełni oczekiwania użytkowników. Rozdzielenie systemu na dodatkowy obieg grzewczy sterowany kolejnym termostatem z pewnością poprawiłoby komfort cieplny, jednak również nie zagwarantowałoby odpowiedniej temperatury we wszystkich pomieszczeniach. Idąc dalej tym tropem, zdecydowanie lepszym rozwiązaniem pod kątem zapewnienia komfortu cieplnego byłby podział obiegów grzewczych, w którym temperatura jednego pomieszczenia (np. salonu), zwłaszcza takiego z dużymi przeszkleniami, byłaby sterowana termostatem. Temperaturę w pozostałych pomieszczeniach oparto by na krzywej grzewczej z wyregulowanym natężeniem przepływu na rotametrach w rozdzielaczu hydraulicznym. Termostatu nie należy montować w pobliżu źródeł ciepła (np. grzejników), w miejscach narażonych na napływ powietrza zewnętrznego, czyli blisko okien, ani też zbyt nisko lub zbyt wysoko w pomieszczeniu – z reguły na wysokości 1,5 m od poziomu podłogi.



Należy również wspomnieć, że sterowanie za pomocą termostatu jest kategorycznie zabronione w przypadku pomp ciepła typu monoblok niezabezpieczonych przeciwzamrożeniowo roztworem wody i glikolu. Z uwagi na bezwładność cieplną budynku mogłoby się zdarzyć, że urządzenie nie dostanie przez dłuższy czas zezwolenia na pracę, w wyniku czego woda w obiegu grzewczym zamarznie.

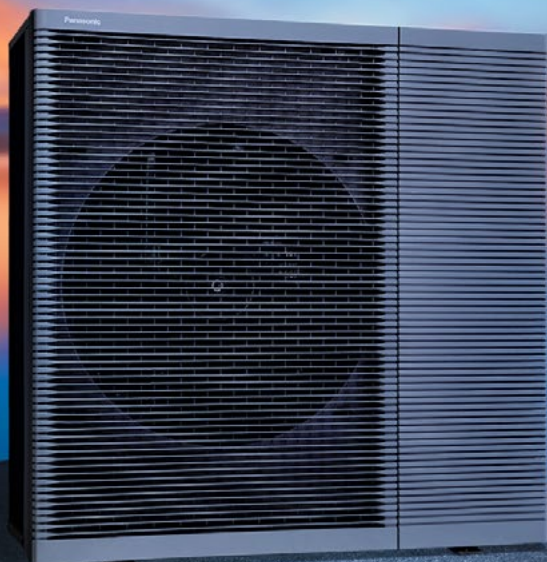
3.4 Który rodzaj sterowania najlepiej dobrać zależnie od typu instalacji?

Niezależnie od typu instalacji najlepszym rozwiązaniem będzie wybór sterowania na podstawie krzywej grzewczej. Jest to sposób, który jest najbardziej ekonomiczny i o ile zostanie odpowiednio dobrany, nie wymaga dalszych korekt. Nie generuje również dodatkowych kosztów eksploatacyjnych. Alternatywnie można zastosować sterowanie strefowe oparte na czujnikach temperatur powietrza w pomieszczeniach i głowicach termostatycznych. W tym wypadku należy liczyć się ze zwiększonymi kosztami inwestycyjnymi oraz możliwymi wyższymi kosztami eksploatacji. Sterowanie opisano szczegółowo w rozdz. 3.2. Alternatywą jest zastosowanie termostatu w pojedynczym pomieszczeniu, w którym spędzamy najwięcej czasu. Pamiętajmy jednak, że taki układ sterowania może wpływać niekorzystnie na temperatury w innych pomieszczeniach, które będą przegrzane albo niedogrzone. Wady i zalety sterowania na podstawie termostatu opisano w rozdz. 3.3.

Następne Jak odpowiednio dobrać pompę do budynku →

Panasonic®

**POMPY
CIEPŁA**



Japońska
perfekcja

NOWA GENERACJA
POMP CIEPŁA K I L

04

Jak odpowiednio dobrać pompę do budynku

4.1 Jak obliczyć zapotrzebowanie na moc cieplną nowego budynku?

Zapotrzebowanie na moc cieplną budynku to suma zysków i strat ciepła. Na zyski ciepła składają się:

- zyski z **promieniowania słonecznego**,
- **ciepło z urządzeń** elektrycznych, np. kuchenki indukcyjnej, monitorów, oświetlenia,
- **ciepło osób** przebywających w budynku,
- **ciepło przenikające** przez dach, ściany, okna, drzwi.

Na straty ciepła składają się:

- **straty przez wentylację**,
- **straty przez przenikanie** ciepła przez dach, ściany, grunt oraz okna.

Podawane w projekcie budynku sumaryczne zapotrzebowanie na moc cieplną nowego budynku wyrażane jest zazwyczaj w W/m^2 lub $kWh/m^2 \cdot rok$. Należy zwrócić szczególną uwagę, czy stan rzeczywisty obiektu zgodny jest z założeniami projektu, ponieważ jakakolwiek zmiana konstrukcyjna dotycząca przegród (ścian), rodzaju okien i drzwi czy izolacji budynku wpłynie na końcowy wynik.

Zdecydowanie najdokładniejszym sposobem określenia zapotrzebowania na moc cieplną jest niezależny audyt energetyczny przeprowadzony po zakończeniu budowy, wykonaniu pełnej izolacji ścian, dachu, stropu i podłóg oraz po zainstalowaniu systemu wentylacji – ponieważ wszystko to ma największy wpływ na straty ciepła. W przypadku budynków spełniających warunki techniczne roku 2021 spodziewana wartość zapotrzebowania na ciepło mieści się w przedziale $30-45 W/m^2$.



4.2 Jak dobrać pompę ciepła do domu modernizowanego? Jak przeprowadzić modernizację instalacji grzewczej?

Dobór pompy ciepła zawsze opiera się na określeniu zapotrzebowania budynku na moc cieplną. Zdecydowanie najdokładniejszym sposobem określenia zapotrzebowania na ciepło jest wykonanie niezależnego audytu energetycznego. Alternatywą jest określenie zapotrzebowania na podstawie sumarycznej ilości spalonego paliwa, np. węgla, drewna lub gazu. W tym celu należy określić sprawność źródła ciepła. Bazując jednak jedynie na ilości spalonego paliwa i wartościach podanych przez producenta na tabliczce znamionowej kotła, a nie uwzględniając charakterystyki instalacji c.o., sposobu palenia w kotle czy zmienności obciążenia cieplnego danego budynku w sezonie grzewczym, jesteśmy narażeni na ryzyko błędnego określenia rzeczywistego zapotrzebowania budynku na ciepło.

Równie istotna jest informacja dotycząca temperatury medium grzewczego w okresie grzewczym. Pompa ciepła jest urządzeniem, która jest w stanie przygotować wodę kotłową o względnie niższych temperaturach niż kocioł stałopalny albo gazowy. W przypadku gdy temperatura zasilania przekracza 55–60°C, należy zastosować wysokotemperaturową pompę ciepła. Naturalnie rozwiązaniem, które pozwoli obniżyć temperaturę zasilania, jest wymiana odbiorników ciepła (np. grzejników) na większe i wydajniejsze lub przeprowadzenie całkowitej modernizacji, np. wymiana ogrzewania grzejnikowego na płaszczyznowe. Pamiętajmy, iż obniżenie temperatury zasilania przekłada się bezpośrednio na wartość współczynnika COP, a więc na oszczędności związane z eksploatacją urządzenia.

Ważne! Aby uniknąć rozbieżności wynikających z błędnej oceny pracy dotychczasowego źródła ciepła, otrzymany wynik należy zweryfikować, wykorzystując inne dostępne narzędzia doborowe, np. dedykowane programy audytorskie.

Kolejnym wymogiem są średnice rur hydraulicznych, które pozwolą uzyskać odpowiedni przepływ – kluczowy dla pomp ciepła. Wymogi dotyczące średnic producenci pomp ciepła podają zazwyczaj w dokumentacji technicznej.

Panasonic



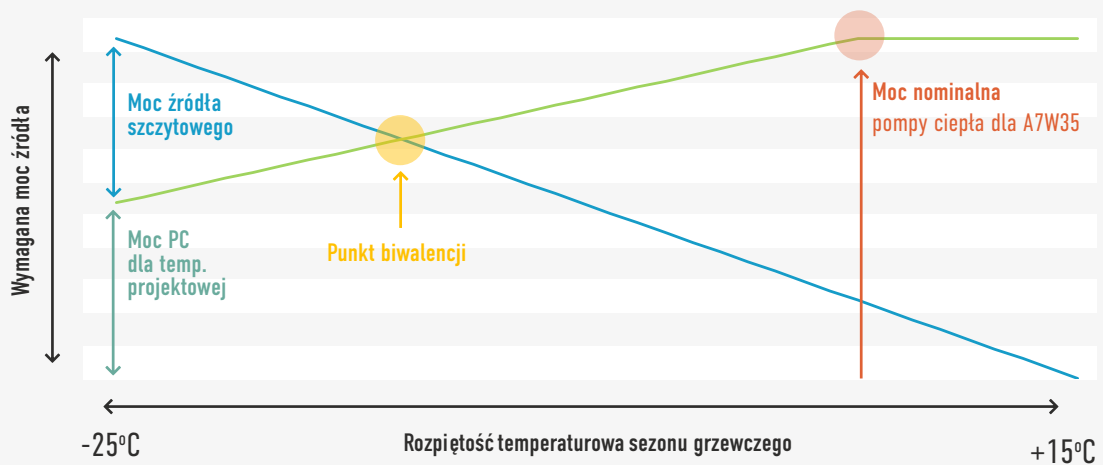
Idealne pompy ciepła

do modernizowanych domów
z istniejącymi grzejnikami

Więcej

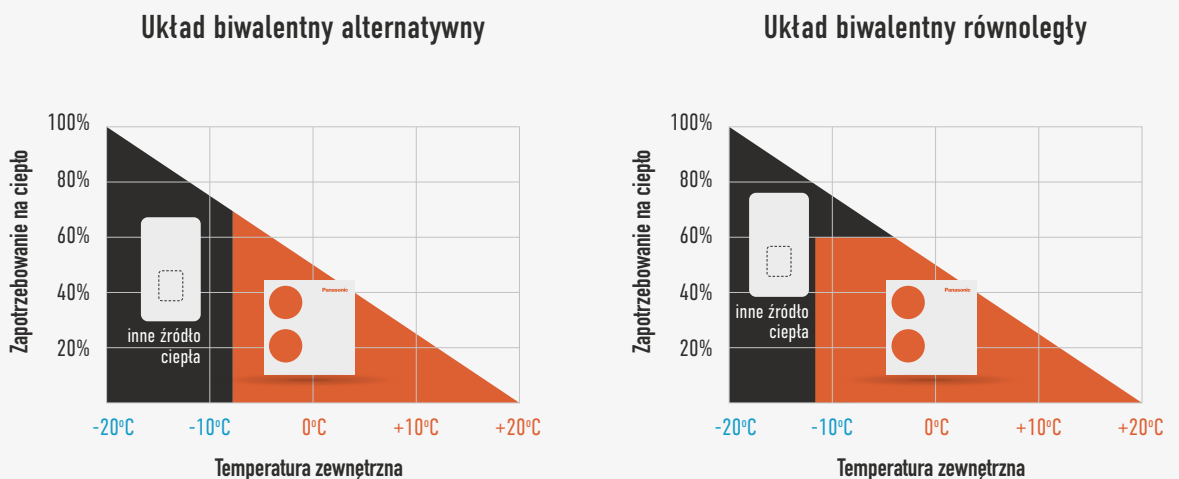
4.3 Co to jest dobór biwalentny?

Przed omówieniem doboru biwalentnego należy wyjaśnić, czym jest **punkt biwalencji**. Jest to punkt określający temperaturę zewnętrzną, w którym przecinają się dwie krzywe – krzywa wydajności grzewczej pompy ciepła, a więc mocy cieplnej, jaką jest ona w stanie dostarczyć przy określonej temperaturze zewnętrznej (na rysunku kolor zielony), oraz krzywa zapotrzebowania budynku na ciepło, która zawsze ma kształt liniowy (na rysunku kolor niebieski). Innymi słowy punkt biwalencji to temperatura powietrza na zewnątrz, poniżej której pompa ciepła nie jest w stanie dostarczyć dostatecznej ilości ciepła do budynku – brak mocy należy zrekomensować innym źródłem ciepła, np. grzałką elektryczną.



Rys. 13
Spadkowa charakterystyka mocy pompy ciepła i punkt biwalencji

Dobór pompy ciepła w trybie biwalentnym zakłada jej współpracę z innym źródłem ciepła, np. kotłem gazowym, grzałką elektryczną. Wyróżnia się dwa tryby biwalentne – alternatywny i równoległy, które różnią się zasadami współpracy.



Rys. 14
Dwa rodzaje układów biwalentnych

Równoległy tryb biwalentny polega na pracy jednego źródła ciepła do momentu, gdy zapotrzebowanie budynku na ciepło przekracza jego maksymalną wydajność. Wówczas uruchamia się dodatkowe źródło ciepła – szczytowe – i odtąd oba źródła pracują jednocześnie. To rozwiązanie stosowane jest często w przypadku, gdy pompa współpracuje z kotłami o modulowanej mocy, np. gazowymi. Zdecydowanie najczęściej spotykanym scenariuszem jest współpraca z grzałką elektryczną, która jest wbudowana w pompę ciepła albo znajduje się poza nią, np. w buforze. W prawidłowo dobranej pompie ciepła udział pracy grzałki w sezonie grzewczym stanowi zazwyczaj w trybie biwalentnym 3–5%.

W trybie alternatywnym przez większość okresu grzewczego pompa ciepła pokrywa zapotrzebowanie na moc cieplną budynku samodzielnie. Wyłącza się w warunkach najniższych temperatur zewnętrznych, kiedy jest najmniej wydajna, a wtedy rolę jedynego źródła ciepła przejmuje drugie urządzenie. Ten tryb najczęściej wykorzystywany jest z kotłami stałopalnymi, bo to zazwyczaj w takich rozwiązaniach nie ma możliwości modulacji mocy.



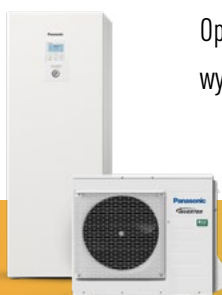
4.4 Czy praca grzałki w pompie ciepła jest konieczna? Kiedy powinna być aktywna?

Popularnie uważa się, że grzałka zużywa sporo energii elektrycznej, generując bardzo wysokie rachunki. Analizując jednak wszelkie aspekty stosowania grzałki elektrycznej jako biwalentnego źródła do wspomagania pracy pompy ciepła, łatwo można obalić ten mit.

W przypadku gdy pompa ciepła dobrana jest w sposób monowalentny, będzie pracować bez udziału grzałki elektrycznej (dobór dokonany przy założeniu, że pompa ciepła i jej układ termodynamiczny są w stanie pokryć 100% zapotrzebowania na moc budynku w danej strefie klimatycznej). To powoduje zwiększenie kosztów inwestycyjnych, ponieważ konieczny jest dobór urządzenia o mocy na tyle dużej, aby pokryć straty ciepła w budynku w najniższych temperaturach powietrza zewnętrznego. Przewymiarowanie pompy powoduje również, że inwerterowa sprężarka w pompie ciepła zaczyna pracować tak jak sprężarka on/off – ciągłe włączanie i wyłączenie wpływa na skrócenie jej żywotności.

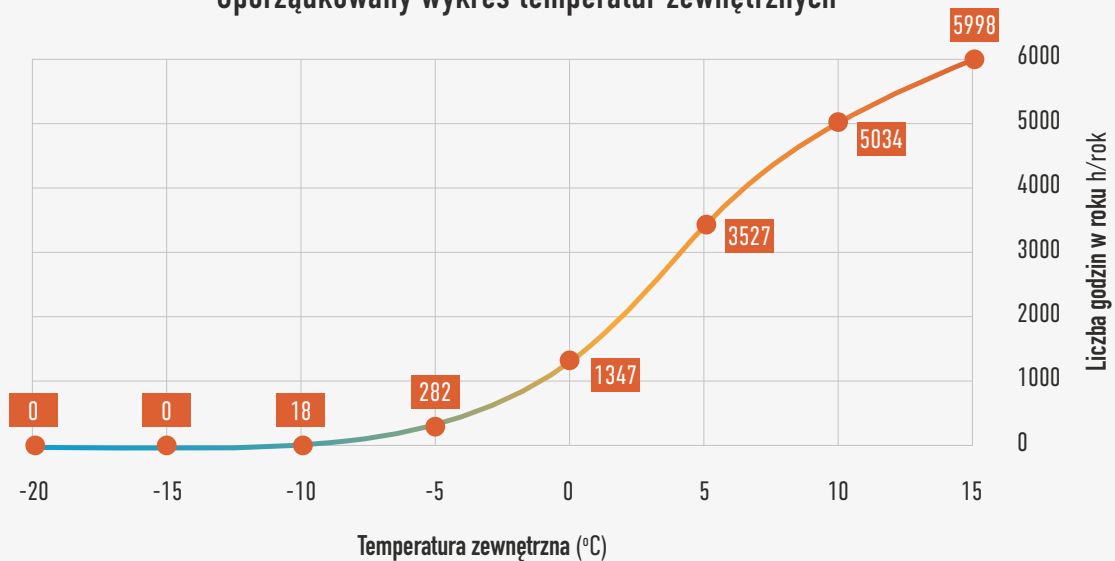
Optymalnym rozwiązaniem jest wybór takiej mocy pompy ciepła, żeby pokryć 100% zapotrzebowania budynku na ciepło przy wykorzystaniu zarówno układu chłodniczego, jak i grzałki elektrycznej, tak aby grzałka stanowiła 1–3% udziału w całko-

Panasonic
POMPY
CIEPŁA



witym bilansie. Grzałka elektryczna powinna wspomagać pracę pompy ciepła wtedy, kiedy jest to ekonomicznie i technicznie uzasadnione – w momencie osiągnięcia punktu biwalencji. Aby dokładnie zrozumieć potrzebę stosowania grzałki elektrycznej, warto przeanalizować poniższy wykres przedstawiający liczbę godzin z temperaturą równą bądź niższą określonej w ciągu sezonu grzewczego, np. w ciągu sezonu jest 18 godzin z temperaturą -10°C i poniżej. Wykres powstał na podstawie typowego roku meteorologicznego dla Warszawy. Należy zauważyć, że średnia temperatura sezonu grzewczego w Polsce to 2°C , jednak dobór dokonywany jest dla danej temperatury projektowej w strefie klimatycznej (np. w najobszerniejszej w Polsce III strefie jest to -20°C , a punkt biwalencji powinien zawierać się w przedziale od 5°C do 13°C).

Uporządkowany wykres temperatur zewnętrznych



Rys. 15

Uporządkowany wykres temperatur zewnętrznych z liczbą godzin występowania na rok

Grzałka może być ponadto również zastępczym, awaryjnym źródłem ciepła, a także może pomagać w skuteczniejszym odmrażaniu wymiennika ciepła. Stanowi zatem dodatkowe zabezpieczenie układu przy dostarczaniu ciepła do budynku.

4.5 Czym skutkuje przewymiarowanie pompy ciepła?

Przewymiarowana pompa to przede wszystkim wyższe koszty – zarówno inwestycyjne, jak i eksploatacyjne. Zakup pompy ciepła o wyższej mocy nominalnej najczęściej wiąże się z większymi kosztami pracy urządzenia, które w chwilach zwiększonej częstotliwości pracy będzie pobierać przez sprężarkę więcej energii elektrycznej. Istnieje także ryzyko zwiększenia kosztów związanych z przyspieszonymi wymianami serwisowymi zużytych elementów.

Analizując szczegóły pracy sprężarki, można oszacować dwa istotne parametry: liczbę godzin pracy oraz liczbę załączeń. Przewymiarowana pompa i jej sprężarka będą działać w trybie on/off, co przekłada się na zwiększoną liczbę uruchomień (cyklów pracy). Optymalny czas trwania cyklu pracy sprężarki można znaleźć w dokumentacji technicznej producenta urządzenia.

Następne Aspekty ekonomiczne →

05

Aspekty ekonomiczne

5.1 Co wpływa na koszt ogrzewania budynku pompą ciepła?

Na koszt ogrzewania budynku wpływa wiele czynników. Jednym z kluczowych jest izolacja termiczna budynku. Chodzi tu głównie o właściwą grubość izolacji (z jak najniższym współczynnikiem przewodzenia ciepła) pionowych i poziomych przegród budowlanych. Bardzo często budynek należy odpowiednio przygotować przed zamontowaniem pompy ciepła – zwiększy to koszty inwestycyjne, zmniejszy jednak koszty eksploatacyjne źródła ciepła. Oczywiście składową kosztów ogrzewania jest koszt samego paliwa, które będziemy spalać – energii, którą będziemy zużywać.

Na koszty ogrzewania wpływ będą miały także czynniki zewnętrzne, takie jak temperatura na zewnątrz czy czas trwania sezonu grzewczego. Istotny wpływ będzie miał również rodzaj górnego ciepła, a właściwie temperatura zasilania odbiorników centralnego ogrzewania i temperatura utrzymywana wewnątrz budynku. Wspomniany wcześniej współczynnik COP bardzo mocno uzależniony jest od różnicy temperatur pomiędzy dolnym (powietrze) a górnym źródłem ciepła (grzejniki / ogrzewanie płaszczyznowe). Im bliższe temperatury, tym większa szansa na wysoki współczynnik COP, a tym samym mniejszy udział energii elektrycznej potrzebnej do napędzania sprężarki. Dlatego też bardzo ważny jest dobór odpowiedniej pompy ciepła do danego budynku i jej nieprzewymiarowanie. Wpływ na ogrzewanie będzie miał zatem optymalny dobór i wybór pompy ciepła o jak najlepszych parametrach wydajnościowych przy zbilansowanych kosztach inwestycyjnych. Trzeba pamiętać o tym, że przy wyborze pompy ciepła trzeba porównywać parametry urządzenia w tych samych warunkach, np. A-7/W55 – co oznacza, że należy podać współczynniki COP przy temperaturze powietrza -7°C i temperaturze wody zasilania 55°C .

Do zapamiętania: na koszty ogrzewania pompą ciepła wpływa wiele czynników, zatem warto wszystkie je przeanalizować.

5.2 Czy ogrzewanie pompą ciepła się opłaca? Jak pompa ciepła wypada w porównaniu z innymi urządzeniami grzewczymi?

Aby odpowiedzieć na pytanie o opłacalność ogrzewania pompą ciepła, najlepiej jest porównać jej koszty eksploatacyjne do innych źródeł ciepła. Musimy pamiętać o sprowadzeniu wszystkich źródeł ciepła do wspólnego mianownika, jakim jest ilość energii w konkretnej jednostce przeliczeniowej, np. kWh z jednostki paliwa (ile kilowatogodzin otrzymamy z metra sześciennego gazu, litra oleju, tony węgla itd.). Z pomocą przychodzi stowarzyszenie POBE, które dokonuje podobnych analiz co kwartał. Ze względu na dynamicznie zmieniające się ceny surowców jest to najlepsze narzędzie do analizy kosztów eksploatacyjnych i porównania różnych źródeł ciepła.

Panasonic
POMPY
CIEPŁA



Przejdź do kalkulatora POBE →

5.3 Koszty eksploatacji różnych rodzajów pomp ciepła

Koszty eksploatacyjne różnych typów pomp ciepła muszą uwzględniać roczne koszty paliwa, roczne utrzymanie, robociznę i części zamienne – koszty serwisowe oraz ewentualne koszty napraw. W zależności od typu pompy ciepła będzie zachodziła potrzeba przeglądu/serwisu mniejszej bądź większej liczby elementów. Każdy układ instalacyjny pomp składa się z dolnego źródła ciepła, pompy ciepła i górnego źródła ciepła. W kosztach eksploatacyjnych dolnych źródeł musimy uwzględnić odpowiednio koszty eksploatacji i amortyzacji wentylatora / pompy obiegowej / pomp tłoczących i ssących. Na obiegu chłodniczym (tzw. freonowym) pompa ciepła ma cztery elementy: dwa wymienniki ciepła (parownik, skraplacz), sprężarkę i zawór rozprężny. Koszty eksploatacji będą zależne od współczynnika COP, a tym samym od wartości parametru temperaturowego na pierwszym z wymienników, oraz tego, jaką pracę będzie musiała wykonać sprężarka, aby osiągnąć odpowiedni parametr na drugim wymienniku, co finalnie wpłynie na uzyskanie założonej przez użytkownika temperatury w pomieszczeniach. Koszty eksploatacyjne górnego źródła ciepła pompy będą wynikały ze stopnia skomplikowania układu, liczby pomp obiegowych czy wielkości parametru temperaturowego ogrzewania płaszczyznowego lub grzejnikowego. Należy wspomnieć, że szacuje się, iż każdy 1°C temperatury podniesionej w instalacji przekłada się na ok. 2–3% zwiększenia kosztów eksploatacyjnych.

5.4 Jak szybko zwróci się inwestycja w pompę ciepła?

Aby poprawnie oszacować inwestycję w pompę ciepła, należy dokładnie zestawzić nakłady inwestycyjne, koszty eksploatacyjne oraz koszty zakończenia eksploatacji, czyli koszty utylizacji. Na pierwszy z etapów, poza opłatami za projekt, uzyskaniem pozwoleń na podstawie przepisów budowlanych, kosztów wyposażenia, montażu i rozruchu, duży wpływ mogą mieć ewentualne dotacje i programy dofinansowania. Nakłady w drugim etapie, czyli koszty eksploatacyjne, bardzo zależą od optymalizacji pracy pompy ciepła – np. właściwe dostosowanie krzywej grzewczej do budynku i nauczanie się zoptymalizowanego korzystania z pompy ciepła. Oczywiście znaczny wpływ na to mają również aspekty związane z temperaturami powietrza, a także rodzajem górnego źródła ciepła. W obliczaniu kosztów pełnego cyklu eksploatacji instalacji nie można pominąć również kosztów demontażu urządzenia. Zważywszy wszystkie ww. aspekty, istnieje kilka metod obliczenia zwrotu z inwestycji (źródło: Materiały szkoleniowe EUCERT).

Najprostszymi metodami są:

Metoda I – obliczenie prostego okresu zwrotu

Założywszy, że całkowity koszt zamontowania całej instalacji wynosi 30 000 PLN, roczny koszt eksploatacji szacuje się na 2 000 PLN, a dotychczasowe źródło ciepła eksploatuje 5 000 PLN, roczne oszczędności wyniosą 3 000 PLN.

Prosty okres zwrotu wynosi w tym przypadku: $30\ 000\ \text{PLN} / 3\ 000\ \text{PLN} = 10$ lat.

Metoda II – obliczenie średniej stopy zwrotu

Metoda uwzględniająca aspekty finansowe różnych inwestycji i przykładowy wybór kupna pompy ciepła wobec złożenia pieniędzy na rachunku oszczędnościowym. Przy wcześniejszych założeniach średnia stopa zwrotu wynosi $3\ 000\ \text{PLN} / 30\ 000\ \text{PLN} = 0,1$ – czyli 10%.

Jeśli stopa oprocentowania na rachunku oszczędnościowym jest wyższa niż średnia stopa zwrotu dla pompy ciepła, to korzystniejsze jest pozostawienie pieniędzy na rachunku bankowym.

Metoda III – obliczenie wartości bieżącej netto NPV

Założenie, że obecna wartość pieniądza jest wyższa niż wartość tego pieniądza w przyszłości – związane z efektem inflacji. Wartość bieżąca netto NPV wylicza się za pomocą wzoru: $NPV = V/(1+r)^n$, gdzie V – wartość kosztu w chwili powstania, r – roczna stopa dyskontowa, n – liczba lat.

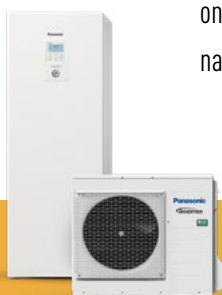
Poniższa tabela przedstawia **koszt pełnego cyklu eksploatacji** za pomocą metody **NPV** przy założeniu stopy dyskontowej **7%**.

Rodzaj kosztów	Nakład inwestycyjny w PLN	Koszt roczny w PLN	Trwałość w latach	NPV dla pełnego cyklu ekspl. przy stopie 7%	Roczne koszty w PLN
Koszty montażu pompy ciepła	30 000		15	30 000	2 000
Koszty montażu ogrzewania	15 000		25	15 000	600
Roczne koszty utrzymania (z ubezpieczeniem od awarii)		400	15	4 500	300
Roczne koszty paliwa		2 500	15	30 000	2 000
Koszty utylizacji	700		15	400	27
Koszty pełnego cyklu eksploatacji				79 900	4 927

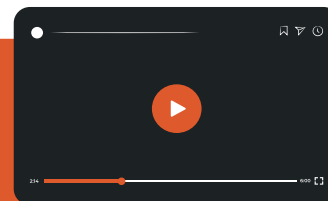
5.5 Ile energii będzie zużywać pompa ciepła? Co zrobić, żeby zużywała jej jak najmniej?

Im wyższy będzie współczynnik COP, tym mniej energii elektrycznej będzie zużywać pompa ciepła. Pompa powinna być odpowiednio dobrana, a jej instalacja i parametry pracy możliwie optymalne. Dokładne zużycie energii elektrycznej w kWh/rok dla odpowiedniego rodzaju klimatu i temperatury zasilania można znaleźć w karcie danego produktu. Za przykład posłuży dom czteroosobowej rodziny o powierzchni grzewczej 160m², z wentylacją grawitacyjną, w III strefie klimatycznej. Dom jest parterowy z poddaszem użytkowym i dachem dwuspadowym. Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową na cele ogrzewania i wentylacji wynosi 8300 kWh/rok, na c.w.u. 3850 kWh/rok, a roczne zużycie energii elektrycznej (bez energii na cele zasilania pompy ciepła) jest na poziomie 3000 kWh/rok. Średnioroczny współczynnik efektywności energetycznej badanej pompy ciepła jest na poziomie 3,5 (z pobranej kilowatogodziny mocy oddawane jest 3,5 kW mocy cieplnej), zatem powinna ona pobierać energię $(8300 \text{ kWh} + 3850 \text{ kWh})/3,5 = 3471 \text{ kWh}$. Przy założeniu jednostkowej ceny prądu z wszelkimi opłatami na poziomie 0,75 PLN/kWh daje to koszt 2603,25 PLN na rok użytkowania pompy ciepła.

Panasonic
POMPY
CIEPŁA



Zmniejszenie kosztów eksploatacji można osiągnąć poprzez optymalizację parametrów pracy i obserwację pracy pompy ciepła. Skuteczne może okazać się zastosowanie dwóch taryf energetycznych i np. wygrzewanie zbiornika z c.w.u. w czasie tańszej z nich. Bardzo przydatne może być obserwowanie parametrów pracy przez rejestrator parametrów pracy, ich archiwizowanie i zmiana podstawowych parametrów w czasie rzeczywistym za pomocą aplikacji internetowej.



Chcesz dowiedzieć się więcej o **pompach ciepła Panasonic**?
Zobacz [poradniki wideo](#) →

5.6 Czy opłaca się zamontować pompę ciepła z fotowoltaiką?

Uważa się, że moment największego zapotrzebowania pompy na ciepło nie pokrywa się z maksymalną wydajnością modułów fotowoltaicznych. Moduły fotowoltaiczne potrafią współpracować przy niskich temperaturach, odbierając moc z rozproszonych promieni słonecznych. Największe uzyski energetyczne osiąga się w okresach przejściowych, a więc czasie jesiennym i wiosennym. Poza tym okres późnojesiennie-zimowy to czas, w którym można odebrać nadwyżki wyprodukowanej energii (w systemie bilansowania energii użytkownik instalacji ma na odbiór nadwyżki rok od momentu przesłania danej ilości energii do sieci). System synergii technologii fotowoltaiki i pomp ciepła pomaga obniżyć koszty ogrzewania. Dzięki temu rozwiązaniu jesteśmy w stanie oszacować średni czas zwrotu na dość stabilnym poziomie, w odróżnieniu od dość zmiennych cen paliw kopalnych, np. węgla, gazu czy oleju opałowego.

Koszt zakupu i montażu pompy ciepła jest wyższy w porównaniu z ceną zakupu i montażu instalacji fotowoltaiki. Trzeba odpowiedzieć sobie na pytanie, czy ta inwestycja jest opłacalna. Przy obecnych trendach zmian cen paliw kopalnych wydaje się to ekonomicznie uzasadnione, a sama inwestycja zwiększa wartość nieruchomości. W dobie dopłat do instalacji fotowoltaicznych i pojawiających się co rusz dofinansowań do pomp ciepła oraz wobec ciągle rosnącego poziomu inflacji inwestycje w te dwie technologie wydają się być idealnym rozwiązaniem.

Warto sprawdzić, jak to wygląda w liczbach. Koszt montażu pompy ciepła na powierzchnię około 120 m² w dobrej izolacji o współczynniku 40 W/m² wyniesie ok. 40 tys. złotych. Instalacja fotowoltaiczna do zasilania tej pompy to koszt około 50% tej kwoty. Przy założeniu kosztu eksploatacyjnego ogrzewania w takim zestawie w wysokości ok. 250 PLN prosty czas zwrotu może wynieść około 7–8 lat. W obecnym czasie wydaje się to bardzo rozsądnym i uzasadnionym ekonomicznie rozwiązaniem.

Panasonic
POMPY
CIĘPŁA





5.7 Jakie są największe korzyści użytkownika pompy ciepła?

Poza aspektem ekonomicznym największymi korzyściami są również:

- **obniżone koszty inwestycyjne budowy** nowo powstałego budynku z uwagi na brak konieczności budowania komina czy magazynu na opał, dzięki czemu do dyspozycji pozostaje większa powierzchnia użytkowa;
- **oszczędność czasu** związana z brakiem konieczności poszukiwania paliwa o dobrych parametrach ekonomiczno-wydajnościowych dedykowanych dla źródła ciepła;
- **długa żywotność** układu instalacji pompy ciepła, przy zachowaniu wszelkich zaleceń producenckich i wykonaniu instalacji zgodnie ze sztuką;
- uczestnictwo jako użytkownik w budowaniu **ekologicznego bilansu energetycznego kraju**, który musi być realizowany z uwagi na wytyczne i rozporządzenia Unii Europejskiej w zakresie Zielonej Energii;
- **pompa ciepła może** stać się jedynym źródłem ciepła do ogrzewania domu, ale może również **współpracować** z dodatkowymi, często już zainstalowanymi, systemami typu: kolektory słoneczne czy kominek z płaszczem wodnym;
- należy pamiętać, że większość pomp dostępnych na rynku działa również w systemie rewersyjnym, tzn. **oprócz ogrzewania może także chłodzić**, co bardzo podnosi komfort budynku w miesiącach letnich, zwłaszcza w nowych budynkach, a najbardziej w budynkach bliskich zeroenergetycznym.

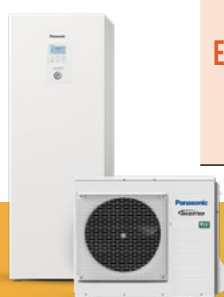
5.8 Jakie są możliwości dofinansowania zakupu pompy ciepła?

Istnieje bardzo wiele możliwości dofinansowań do instalacji pompy ciepła. Jednym z kryteriów jest podział na budynki termomodernizowane i nowo powstałe. Programy dofinansowań należy również podzielić ze względu na zasięg: na ogólnopolskie i regionalne.

Ogólnopolskie dofinansowania na 2023 rok poniżej (źródło – enerad.pl):

Nazwa programu	Dla kogo?	Wysokość wsparcia	Zakres inwestycji	Terminy
Czyste Powietrze	osoby fizyczne (właściciele domów modernizowanych)	maks. 50.900 zł	zakup i montaż pompy ciepła: gruntowej, powietrze-woda i powietrze-powietrze	nabór ciągły
Czyste Powietrze Plus	osoby fizyczne (właściciele domów modernizowanych)	maks. do 79.000 zł z instalacją PV	zakup i montaż pompy ciepła: gruntowej, powietrze-woda, powietrze-powietrze	termin naboru od 15 lipca 2022 r.
Moje Ciepło	osoby fizyczne (właściciele nowo budowanych domów)	do 30 proc. kosztów (pompa ciepła powietrzna – 7.000 zł , gruntowa – 21.000 zł)	zakup i montaż pompy ciepła powietrznej i gruntowej	do 31.12.2026 r.
Ciepłe Mieszkanie	osoby fizyczne (właściciele czy współwłaściciele lokali mieszkalnych w budynkach wielorodzinnych)	od 30 do 95 proc. kosztów, w zależności od dochodu	zakup i montaż pompy ciepła powietrznej i gruntowej	do 31.12.2023 r. (II nabór)
Stop Smog	osoby fizyczne ubogie energetycznie	do 70 proc. kosztów, średni koszt w jednym budynku/lokalu nie może przekroczyć 53.000 zł	zakup i montaż pompy ciepła	termin naboru do 2024 r.
Agroenergia	rolnicy	w 1. części programu do 20 proc. kosztów (min. 15.000 zł, maks. 25.000 zł + dodatek 10.000 zł przy instalacji hybrydowej), w 2. części programu do 100 proc. kosztów (w formie pożyczki) do 50 proc. kosztów (w przypadku dotacji). Maks. 2.500.000 zł	zakup i montaż pompy ciepła o mocy od 10 kW do 50 kW (konieczny audyt energetyczny)	nabór ciągły
Energia Plus	przedsiębiorstwa	pożyczka do 85 proc. kosztów (0,5 mln – 300 mln zł) dotacja do 50 proc. kosztów	zakup i montaż pompy ciepła	nabór wniosków odbywa się w trybie ciągłym do wyczerpania alokacji środków

Panasonic
POMPY
CIEPŁA



Oprócz dotacji na rynku funkcjonują **ulgi podatkowe**:

Nazwa ulgi	Jaki podmiot?	Zasady	Uwagi
Ulga termomodernizacyjna	osoby fizyczne, właściciele/ współwłaściciele istniejących budynków jednorodzinnych opodatkowani liniowo, według skali podatkowej lub ryczałtem	możliwość odpisania poniesionych kosztów od podstawy opodatkowania	maks. limit odliczeń to 53.000 zł na jednego właściciela

W celu zdobycia dotacji warto zwrócić się do firm i podmiotów gospodarczych pomagających w zdobyciu dodatkowych funduszy. Najczęściej są to:

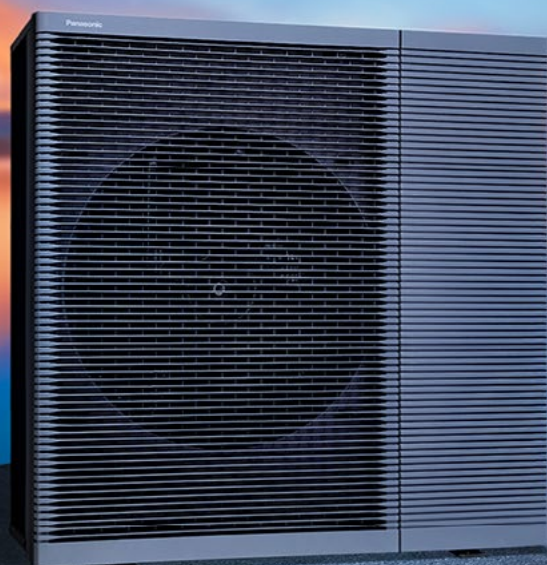
- **Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW);**
- **Wojewódzkie Fundusze Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (WFOŚiGW);**
- **Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (ARiMR);**
- **Urzędy Marszałkowskie w ramach Regionalnych Programów Operacyjnych;**
- **Fundusz Termomodernizacji i Remontów** (zarządzany przez Bank Gospodarstwa Krajowego);
- **Firmy** zajmujące się montażem pomp ciepła;
- **Samorządy gminne i powiatowe.**

Prostym i wygodnym narzędziem pozwalającym na znalezienie optymalnej formy dotacji na pompę ciepła w 2023 r. jest wyszukiwarka **EkoDotacji**.

Następne Przed montażem →

Panasonic®

**POMPY
CIEPŁA**



**Japońska
perfekcja**

**KOMFORT, WYDAJNOŚĆ
I DESIGN**

06

Przed montażem

6.1 Jakie informacje na temat nowego budynku są istotne, aby poprawnie dobrać pompę ciepła?

Dobór pompy ciepła do budynku jest kluczowym momentem inwestycji. Warto poświęcić nań dużo uwagi i przekazać instalatorowi wszystkie niezbędne informacje. Niezależnie od tego, czy dobór dotyczy nowego czy modernizowanego domu, kluczowe jest określenie zapotrzebowania na moc cieplną budynku.

W przypadku nowych budynków do projektów zazwyczaj dołączana jest charakterystyka energetyczna lub audyt energetyczny budynku. Na ich podstawie możemy określić zapotrzebowanie na moc cieplną obiektu. Ważne jest, aby budynek powstał zgodnie z projektem, czyli aby użyto dokładnie tych samych materiałów, co te uwzględnione w projekcie. W przeciwnym wypadku wszystkie obliczenia zawarte w dokumentacji będą nieaktualne. Dokumenty tego typu także mogą być obciążone błędem, dlatego ostateczny wynik należy zweryfikować. Dobór urządzenia jest tak dobry, jak rzetelne są informacje podane na etapie wywiadu.

W charakterystyce energetycznej budynku odczytamy trzy parametry: EU – energia użytkowa, EK – energia końcowa oraz EP – energia pierwotna. Przy doborze pompy ciepła kluczowy jest wskaźnik EU, który mówi o tym, ile w praktyce musimy dostarczyć energii do budynku, żeby pokryć straty związane z przenikaniem ciepła przez ściany, podłogi, wentylacją itp. Pozwala on dokonać szacunkowej kalkulacji zapotrzebowania na moc w warunkach projektowych. Służy to tego wzór:

$$\frac{Eu \times P \times (T_{pok} - T_{zew})}{24 \times Sd}$$

Gdzie:

Eu – energia użytkowa [kWh/m²]

P – powierzchnia domu [m².]

T_{pok} – docelowa temperatura pomieszczeń [°C]

T_{zew} – projektowa temperatura zewnętrzna strefy klimatycznej, w której znajduje się obiekt [°C]

Sd – stopniodni – do obliczeń można wprowadzić wartość dla Warszawy = 2660 [st. C * dni]

Panasonic
POMPY
CIEPŁA



Bez względu na to, czy posiadamy charakterystykę lub audyt energetyczny, instalatorowi należy przekazać cały projekt domu. Pozwoli to na weryfikację otrzymanych wyników. Jeżeli natomiast ich nie posiadamy, projekt będzie niezbędny.

W dokumencie tym muszą być wskazane takie informacje jak:

- **data stworzenia projektu** lub uzyskania pozwolenia na budowę – umożliwi ustalenie, według jakich warunków technicznych dany budynek został zaprojektowany;
- **powierzchnia użytkowa;**
- **powierzchnia zabudowy;**
- **technologia budowy**, grubość przegród i zastosowane do ocieplenia materiały, ich właściwości izolacyjne, czyli współczynnik λ podawany w jednostce W/mK;
- **liczba stałych mieszkańców;**
- **projekt instalacji c.o.** – w celu weryfikacji zastosowanego typu odbiorników ciepła i ich charakterystyki, projektowanych temperatur zasilania i powrotu, średnic instalacji i generowanych przez nie oporów przepływu;
- **projekt instalacji c.w.u.** wraz ze sposobem rozbioru oraz armaturą, która będzie służyła do wykorzystania tej wody, np. liczba wanien czy deszczownic, pryszniców;
- **informacje o typie wentylacji** w budynku.



6.2 Co jest istotne w przypadku doboru pompy ciepła do domu modernizowanego? Na co zwrócić uwagę przy wyborze rozwiązania we własnym domu?

Nieco trudniejszym zadaniem jest określenie zapotrzebowania na moc cieplną budynku modernizowanego lub po termomodernizacji. W takim przypadku najlepszym rozwiązaniem będzie wykonanie rzetelnego audytu energetycznego, który uwzględni stan obecny. Takie określenie zapotrzebowania na moc cieplną budynku jest zalecane. To na nim powinniśmy w pierwszej kolejności oprzeć dobór pompy ciepła, zwłaszcza jeżeli nie posiadamy aktualnego projektu ani wiedzy o izolacyjności ścian, parametrach okien i drzwi, zastosowanej technologii budowy i materiałów budowlanych.

Brak audytu energetycznego budynku nie uniemożliwia wykonania doboru. Trzeba zdać się wówczas na wiedzę i doświadczenie instalatora, który przeprowadzi z nami szeroki wywiad. Należy się do niego dobrze przygotować. W przypadku domu modernizowanego należy przygotować wszelkie dokumenty i informacje, które posiadamy, pomocny będzie także projekt budynku wraz z informacjami wyszczególnionymi w rozdz. 6.1.

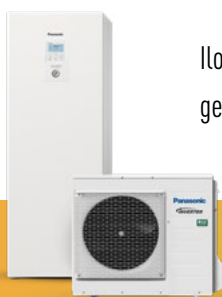
Niestety w starszych budynkach modernizowanych bardzo często nie jesteśmy w stanie potwierdzić zgodności stanu faktycznego (wykonania) z projektem, a w najgorszym przypadku nie posiadamy tego projektu wcale. Dobór oparty na wywiadzie może być obarczony błędem wynikającym z podania niewystarczających lub błędnych danych.

Niezależnie od tego, czy posiadamy projekt czy nie, należy przekazać jak najwięcej informacji, które mamy na temat budynku. Wśród nich powinny się znaleźć:

- informacje na temat **powierzchni użytkowej** budynku;
- informacje na temat **zastosowanych materiałów oraz izolacji**, wraz z podaniem jej grubości i (jeżeli znamy) współczynnika λ , w tym izolacji ścian, dachu, posadzki od gruntu, oraz rodzaju stolarki okiennej, materiałów wykonania przegród;
- informacje na temat **odbiorników ciepła**, określenie typu instalacji (ogrzewanie grzejnikowe, podłogowe, mieszane lub inne);
- informacja na temat **maksymalnej temperatury wody zasilającej instalację** w temperaturach projektowych (temperatury projektowe od -16°C do -24°C zależnie od strefy klimatycznej) lub w temperaturach ujemnych, maksymalnych, jakie zaobserwowaliśmy, użytkując dotychczas dany budynek;
- informacje na temat **obecnego typu źródła ciepła** wraz z podaniem nominalnej sprawności, zdjęcie tabliczki znamionowej oraz wszelka posiadana dokumentacja;
- **ilość paliwa zużywanego** obecnie do ogrzewania domu, najlepiej, by była to średnia z ostatnich trzech lat, oraz informacja, czy źródło ciepła jest wykorzystywane także do podgrzewania ciepłej wody użytkowej;
- **liczba stałych mieszkańców, ich preferencje** odnośnie do temperatury w pomieszczeniach i sposobu wykorzystywania ciepłej wody użytkowej.

Ilość i złożoność tych informacji są bardzo duże, dlatego należy ponownie podkreślić, że wykonanie rzetelnego audytu energetycznego budynku jest najlepszym rozwiązaniem w przypadku doboru pompy do budynku.

Panasonic
POMPY
CIEPŁA



6.3 Jak porównać dwie różne pompy i wyciągnąć wnioski?

Najprostszym sposobem jest porównanie danych z katalogu, należy mieć jednak świadomość, że są to tzw. dane nominalne, czyli określone przy konkretnych temperaturach zewnętrznych i temperaturze wody w instalacji. Ich porównanie może okazać się niewystarczające. Na jakie wskaźniki warto zwrócić uwagę, porównując dane katalogowe?

Są to niewątpliwie:

- wartość SCOP dla różnych temperatur zasilania 35°C lub 55°C;
- klasa energetyczna (A+, A++ itd.);
- poziom mocy akustycznej dB(A);
- wartość mocy nominalnej w warunkach A2W35 lub A2W55 (temperatura powietrza 2°C, temperatura wody w instalacji 35°C lub 55°C).

Czego nie sprawdzimy w katalogu, lecz co jest niezwykle istotne dla porównania dwóch różnych pomp ciepła:

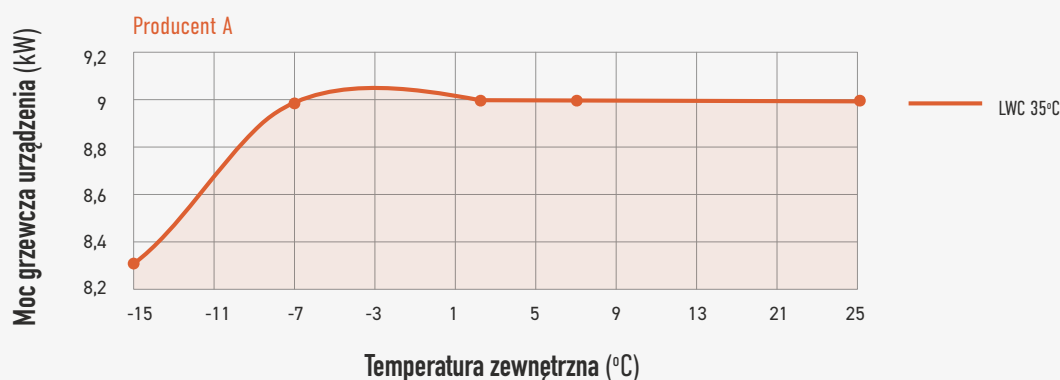
- moc pompy ciepła w ujemnych temperaturach -20°C i niższych;
- temperatura wody zasilającej, jaką pompa ciepła jest w stanie wytworzyć w ujemnych temperaturach -20°C i niższych;
- porównanie tabel wydajności urządzeń w ujemnych temperaturach i przy określonej temperaturze wody zasilającej;
- koperta pracy urządzenia – czyli zakres temperatur, jakie jest w stanie wytworzyć na zasilaniu przy danej temperaturze zewnętrznej, oraz do jakiej temperatury jest w stanie pracować sprężarka.

Porównanie tych danych jest kluczowe do określenia, czy dana pompa ciepła jest odpowiednia dla naszego budynku i zastosowanych w nim odbiorników ciepła.

Poniższe wykresy przedstawiają dwie zależności mocy pompy od temperatury zewnętrznej.

Zależność mocy pompy od temperatury zewnętrznej

Wykres prezentuje zależność mocy pompy (Producent A) od temperatury zewnętrznej oraz temperatury wody na zasilaniu

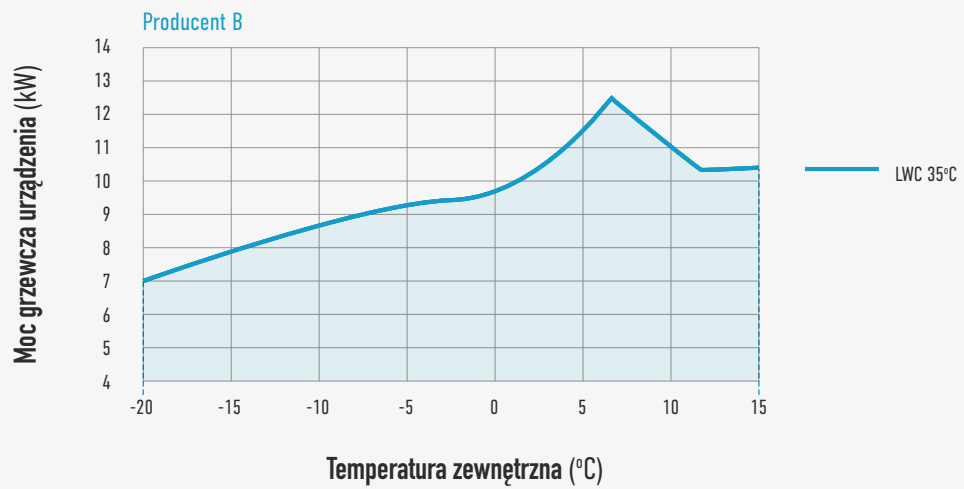


Rys. 16

Moc przykładowej pompy ciepła o nominalnej wydajności 9 kW w zależności od temp.zew. dla wody na zasilaniu o temp. 35°C

Zależność mocy pompy od temperatury zewnętrznej

Wykres prezentuje zależność mocy pompy (Producent B) od temperatury zewnętrznej oraz temperatury wody na zasilaniu



Rys. 17

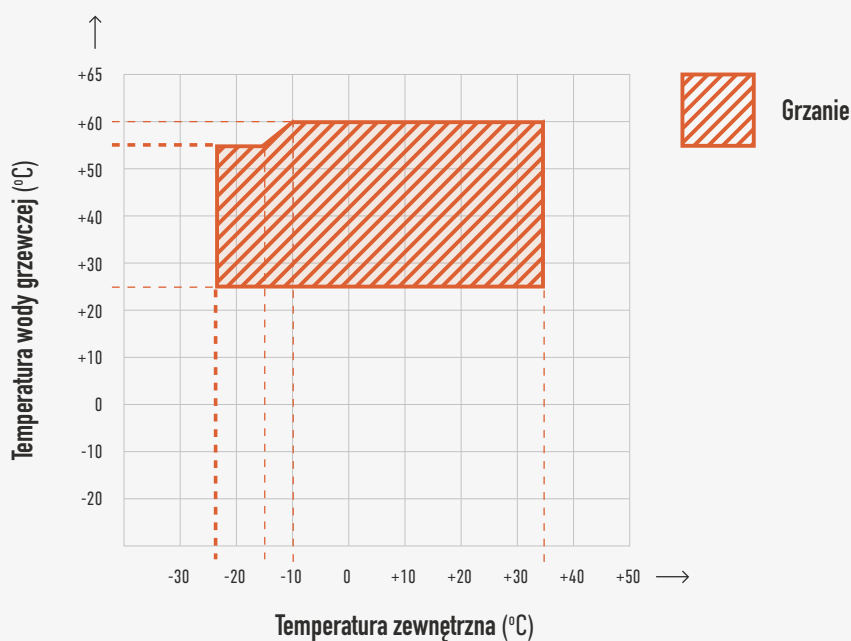
Moc przykładowej pompy ciepła o wydajności nominalnej **11 kW** w zależności od temp.zew. dla wody na zasilaniu o temp. 35°C

Powyższy przykład ukazuje, jak różne mogą być pompy. Pierwszy wykres dotyczy pompy o mocy nominalnej 9 kW podawanej przy temperaturze zewnętrznej $T_{zew}=7^{\circ}\text{C}$ i temperaturze wody $T_w=35^{\circ}\text{C}$, drugi – pompy o mocy nominalnej 11 kW dla takich samych warunków. Jak widać, charakterystyki pracy urządzeń w ujemnych temperaturach są bardzo różne. Spadek mocy pompy 11 kW jest znacznie większy niż dla pompy 9 kW. Okazuje się, że dwa, różne na pierwszy rzut oka, urządzenia mają prawie tę samą moc przy temperaturze powietrza $T_{zew}=-15^{\circ}\text{C}$ (Producent A (pompa 9 kW) = 8,3 kW, Producent B (pompa 11 kW) = 7,9 kW).

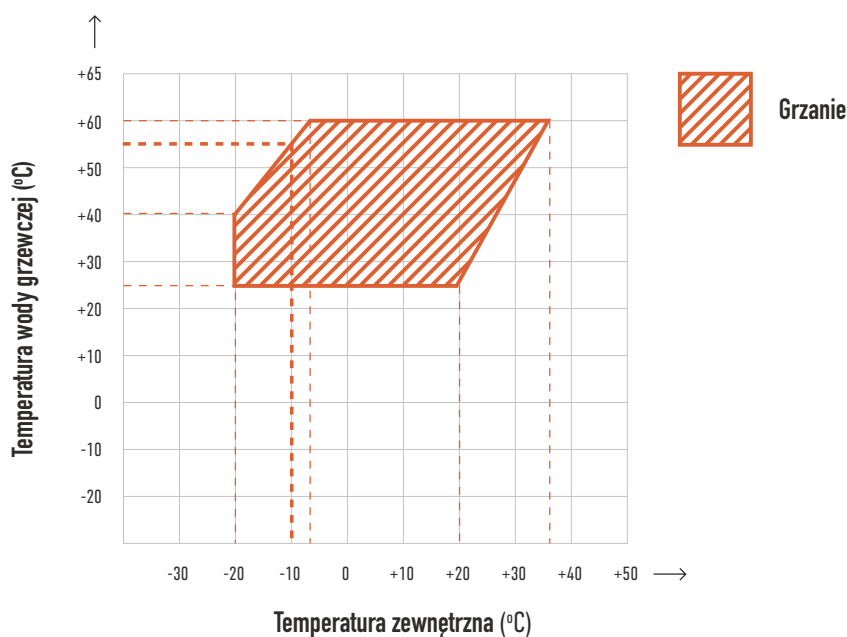


Kluczowa jest ponadto temperatura wody zasilającej instalację. W pierwszym przypadku urządzenie jest w stanie przygotować wodę w instalacji o temperaturze do 55°C przy -20°C na zewnątrz, co pokazuje poniższa koperta pracy (rys. 18), natomiast w drugim wytworzenie wody o temperaturze 55°C jest możliwe tylko do zewnętrznej temperatury -10°C (rys. 19). To urządzenie nie nadaje się do zastosowania z instalacją opartą o grzejniki, ponieważ przy -20°C jest w stanie ogrzać wodę do maks. temperatury 35°C. Jeżeli zastosujemy je w budynku z grzejnikami zaprojektowanymi na temperaturę wody 50–55°C, możemy być pewni, **że nie zostanie on ogrzany w przypadku wystąpienia skrajnych temperatur!**

Rys. 18
Koperta pracy
urządzenia
Producent A



Rys. 19
Koperta pracy
urządzenia
Producent B



6.4 Jak wybrać i przygotować miejsce na montaż pompy ciepła?

Planując instalację z pompą ciepła, należy przeanalizować kilka czynników:

1. miejsce i rozmiary maszynowni,
2. lokalizacja jednostki zewnętrznej,
3. rodzaj instalacji ogrzewania,
4. ewentualne wykorzystanie rewersyjnej pracy pompy ciepła do chłodzenia,
5. instalacja zasilania elektrycznego.

Budynek z pompą ciepła to przede wszystkim budynek bez „brudnej” kotłowni. Już na etapie projektowania instalacji pompy ciepła należy zrezygnować z budowy komina spalinowego i pomieszczenia na opał. Kotłownia nie musi być duża, wystarczy dowolne pomieszczenie gospodarcze. Mogą nim być wydzielone pomieszczenie na strychu, pralnia, suszarnia czy nawet łazienka, jeśli wybrano pompę ciepła Aquarea All-in-One (pompa ciepła typu split z wbudowanym zasobnikiem na cele c.w.u.). Warto zostawić trójnik na instalacji kanalizacyjnej, aby podłączyć odpływ skroplin z jednostki wewnętrznej pracującej w trybie chłodzenia oraz odpływ z zaworu bezpieczeństwa.



- A** pompa ciepła typu split AiO
- B** pompa ciepła typu split z zewnętrznym zasobnikiem c.w.u.
- C** pompa ciepła typu monoblok

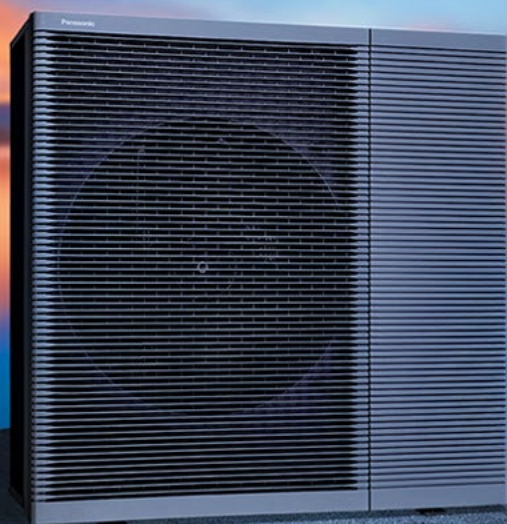
Instalując pompę ciepła i planując lokalizację jednostki zewnętrznej należy uwzględnić:

- **Przejścia przez ścianę rur instalacji chłodniczej** dla pomp ciepła Aquarea typu split i All-in-One lub **rur wodnych** dla jednostek typu monoblok.
- **Konstrukcji wsporczej** – wybór pomiędzy wspornikiem ściennym a konstrukcją na gruncie. Spód agregatu powinien być na poziomie min. 20 cm powyżej gruntu. Zalecamy również montaż jednostek dwuwentylatorowych na konstrukcji niezwiązanej z bryłą budynku.
- **Odptywu kondensatu** – aby jego odpływ był swobodny, pod urządzeniem należy zaplanować drenaż żwirowy z rurą spustową na głębokość poniżej 80 cm. Niekiedy lokalizacja agregatu nie pozwala na odprowadzenie kondensatu do gruntu. Rozwiązaniem jest wówczas grzałka tacy skroplin i ich odprowadzenie do najbliższej rynny lub pionu kanalizacji w budynku. Grzałkę tacy montuje instalator przy osadzaniu jednostki zewnętrznej.
- **Tłumienia dźwięku** – zaplanujmy agregat w miejscach, gdzie dźwięk będzie się swobodnie rozpraszał, wystrzegajmy się kątów, zaułków. Unikajmy też bliskiej styczności z działką sąsiada (w myśl prawa budowlanego nie bliżej niż 3 m lub 4 m od granicy działki) i pomieszczeń sypialnych.
- **Kierunków światła** – jak wiadomo, największe nasłonecznienie jest po stronie południowej. Jednostka zainstalowana z tej strony będzie przez większość dnia w słońcu. Może to powodować problemy z prawidłowym odczytem temperatury zewnętrznej przez umieszczony na urządzeniu czujnik temperatury, który będzie nagrzewać się od promieni słonecznych. Taki odczyt może być błędny, ponieważ faktyczna temperatura powietrza będzie niższa. Błąd odczytu temperatury wpływa na pracę jednostki, co w przypadku sterowania temperaturą wody w instalacji na podstawie krzywej grzewczej może powodować wytwarzanie wody grzewczej o zbyt niskiej temperaturze. W takim wypadku zalecamy zastosowanie opcjonalnego czujnika temperatury lub o ile to możliwe, zmianę lokalizacji agregatu.

Następne Po montażu →

Panasonic®

POMPY
CIEPŁA



Japońska
perfekcja

KOMFORT, WYDAJNOŚĆ
I DESIGN

SPRAWDŹ

07

Po montażu

7.1 Jakie informacje i dokumenty powinniśmy otrzymać od instalatora po zakończeniu montażu pompy ciepła?

Po zakończeniu montażu pompy ciepła instalator jest zobligowany do:

- przeszkolenia użytkownika/klienta z obsługi sterownika;
- przekazania instrukcji obsługi; *Panasonic dostarcza dokument w języku polskim wraz z urządzeniem.
- przekazania informacji, czy pompa ciepła wymaga wpisu do CRO (Centralny Rejestr Operatorów);
- przekazania protokołu instalacji/montażu, jeżeli wpis do CRO jest wymagany.

W sytuacji gdy inwestor ubiega się o dofinansowanie, mogą być potrzebne:

- protokół uruchomienia; *Panasonic – nieobligatoryjny
- protokół odbioru;
- etykieta energetyczna, karta produktu, deklaracja zgodności; *Panasonic dostarcza dokumenty wraz z urządzeniem.

Podpowiadamy, że etykietę energetyczną, kartę produktu i deklarację zgodności możesz samodzielnie pobrać z listy zielonych urządzeń i materiałów (ZUM), które spełniają wymagania techniczne określone w programie „Czyste Powietrze”,
(Lista ZUM – ios.edu.pl – [ZOBACZ](#))



Oprócz wyżej wymienionych dokumentów niezbędna jest oczywiście faktura wynikająca z zawartej umowy.

Dobrą praktyką rzetelnego wykonawcy jest opis pompy ciepła i jej podzespołów, opisanie procesu odladzania agregatu oraz wskazanie miejsca głównego wyłącznika pompy ciepła w sytuacjach awaryjnych.

7.2 Czy mogę zmieniać parametry pracy pompy po jej uruchomieniu?

Przy pierwszym uruchomieniu pompy ciepła instalator wykonuje indywidualnie do każdego domu nastawy kilkunastu parametrów pracy. Uwzględnia m.in.:

- tryb pracy pompy ciepła (monowalentny, monoenergetyczny, biwalentny),
- rodzaj instalacji ogrzewania (grzejniki, ogrzewanie płaszczyznowe, klimakonwektory),
- ustalony rodzaj sterowania pompą ciepła,
- wymagania użytkownika odnośnie do temperatury w pomieszczeniu,
- wymagania użytkownika odnośnie do temperatury ciepłej wody użytkowej.



Nastawy te może wykonywać jedynie wykwalifikowany personel – instalator pomp ciepła, który przeszedł szkolenie danego producenta. Wchodzenie użytkownika do strefy nastaw parametrów instalatora to nie tylko podważenie jego kompetencji, ale również rozstrojenie pracy pompy ciepła. Niewłaściwa nastawa parametrów może generować zwiększone zużycie prądu, brak spełnienia oczekiwanych założeń, a w skrajnych przypadkach prowadzić do uszkodzenia urządzenia. Użytkownik może zmieniać parametry takie jak:

- temperatura pomieszczenia, w przypadku sterowania przez termostat lub czujnik pomieszczeniowy,
- temperatura wody na zasilaniu, w przypadku sterowania poprzez krzywą kompensacji lub prostą,
- temperatura ciepłej wody użytkowej.

Panasonic
POMPY
CIEPŁA



Większość pomp ciepła ma ponadto możliwość nastawy harmonogramu pracy, dezynfekcji termicznej oraz podgląd zużycia energii elektrycznej i wartości współczynnika COP.

Parametry edytowalne w strefie użytkownika w zupełności pozwalają zapewnić komfort odpowiedni dla indywidualnych wymagań. Jeżeli użytkownik w trakcie eksploatacji nie uzyskuje wymaganych parametrów: temperatury pomieszczeń, temperatury lub ilości ciepłej wody użytkowej, powinien zgłosić się do wykonawcy pompy ciepła, który dokona korekty ustawień w strefie przeznaczonej dla instalatora. Zaletą pomp ciepła Panasonic jest możliwość zdalnego podglądu i modyfikacji parametrów poprzez usługę adaptera internetowego, który komunikuje się z internetem poprzez router wi-fi lub przewodową sieć LAN. Usługa Smart Cloud przeznaczona jest dla użytkownika końcowego, natomiast Service Cloud – dla instalatora.

7.3 Co to jest Aquarea Smart Cloud i jakie korzyści oferuje?

To inteligentna, zaawansowana i efektywna usługa umożliwiająca użytkownikowi pełne zarządzanie funkcjami ogrzewania, chłodzenia i przygotowania ciepłej wody użytkowej przez pompy ciepła Aquarea oraz monitorowanie zużycia energii w gospodarstwie domowym za pomocą smartfona, tabletu lub urządzenia mobilnego z dowolnego miejsca, 24 godziny na dobę, siedem dni w tygodniu. Pozwala m.in. na:

- zmianę nastaw temperatury,
- zmianę trybów pracy,
- ustalenie harmonogramów pracy, tzw. kalendarza,
- wgląd w orientacyjne koszty zużycia, produkcji energii oraz wartość współczynnika COP.



Panasonic

Komfort i bezpieczeństwo
24/7

Jak sterować wygodnie pompą ciepła **24/7?**

Więcej

Do zapamiętania: Aquarea Smart Cloud – Komfort i Bezpieczeństwo 24/7

7.4 Co to jest Aquarea Service Cloud i jakie korzyści oferuje?

To profesjonalne i rozbudowane narzędzie przeznaczone dla instalatora, lecz przynoszące korzyści użytkownikowi. Usługa Aquarea Service Cloud **umożliwia instalatorom zdalny serwis i monitoring pracy pompy ciepła** Aquarea 24 godziny na dobę, siedem dni w tygodniu. Diagnostyka obejmuje aż 71 parametrów, a szczegółowa historia dostępna jest dla ostatnich siedmiu dni. W przypadku pojawienia się jakichkolwiek błędów Twój instalator otrzymuje powiadomienie i może zdalnie sprawdzić status urządzenia. W wielu sytuacjach może dzięki temu zdalnie dokonać diagnozy lub serwisu bez konieczności przyjazdu na miejsce, a jeśli przyjazd okaże się konieczny, zjawi się przygotowany i wyposażony w część zamienną. Aquarea Service Cloud umożliwia instalatorowi także sprawdzenie historii pracy pompy ciepła i dostosowanie jej ustawień do potrzeb Twoich i Twojego domu. Pozwala to na oszczędność czasu i pieniędzy, skraca czas reakcji oraz zwiększa satysfakcję i poczucie bezpieczeństwa klientów.

Główne funkcje w skrócie:

- podgląd wszystkich parametrów pracy wraz z możliwością zmiany nastaw,
- funkcja „czarnej skrzynki” – zapis danych do siedmiu dni wstecz,
- zdalne serwis i diagnoza,
- powiadomienia o awarii, nieprawidłowościach w pracy wysyłane na konta instalatora oraz użytkownika,
- opieka nad urządzeniem 24 godziny na dobę.

Panasonic



**Zdalny serwis
pompy ciepła 24/7.
Zobacz korzyści.**



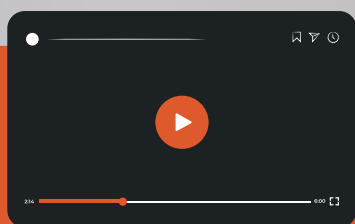
Więcej

Do zapamiętania: Aquarea Service Cloud – Komfort i Bezpieczeństwo 24/7

7.5 Jak często należy wykonywać przegląd konserwacyjny i gwarancyjny?

Przegląd konserwacyjny pomy ciepła należy wykonywać cyklicznie, przynajmniej raz w roku. Zapewni to poprawną eksploatację urządzenia, co przekłada się na system ogrzewania budynku i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Wizyta specjalisty to kontrola jednostki zewnętrznej (agregatu), wewnętrznej, sprawdzenie parametrów pracy pompy ciepła oraz przegląd instalacji wraz z zamontowanymi podzespołami. Czynności wykonywane podczas konserwacji eliminują niewłaściwe działanie urządzenia i instalacji. Pozwalają zareagować zdecydowanie wcześniej i zapobiec ewentualnym awariom.

Przegląd jednostki zewnętrznej (agregatu) to kontrola instalacji chłodniczej, elektrycznej, odpływu skroplin, podkładek wibroizolacyjnych, konstrukcji wsporczej i wymiennika ciepła. Przy zabrudzonym wymienniku ograniczony jest przepływ powietrza, a więc mniej energii do odebrania, co skutkuje niską wydajnością. Do strat energetycznych prowadzą też ubytki izolacji rur chłodniczych. Nieskompensowane wibracje mogą rozszczelnić układ chłodniczy na połączeniach rur. Defekty rozpoznane podczas konserwacji należy wyeliminować. Niekiedy częstotliwość czyszczenia wymiennika w agregacie należy zintensyfikować z uwagi na zapylenia środowiska (pyłące drzewa i trawy w pobliżu jednostki).



Chesz wiedzieć więcej o **serwisie pomp ciepła?**
[Zobacz film](#) →



Przegląd jednostki wewnętrznej to głównie czyszczenie filtrów w pompie ciepła oraz w instalacji. Ma to na celu zapewnienie odpowiedniego przepływu oraz ochronę wymiennika w jednostce wewnętrznej przed cząstkami stałymi, osadami wytrącanymi w instalacji wodnej. Kolejne czynności to sprawdzenie okablowania, kontrola zabezpieczenia elektrycznego, ciśnienia i szczelności instalacji wodnej, naczynia przeponowego, sprawdzenie działania zaworu trójdrożnego, pomp obiegowych, zaworów mieszających, kontrola kontaktu i położenia czujników, anody magnezowej w zbiorniku emaliowanym.

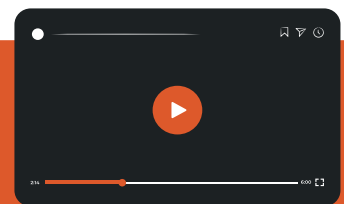
Sprawdzenie parametrów pracy to odczyty, które określają poprawność działania urządzenia lub instalacji. Instalator kontroluje: przepływ wody po stronie c.o. i c.w.u., efektywność energetyczną pompy ciepła (pobór energii, produkcja energii, COP), liczbę włączeń i wyłączeń sprężarki, całkowity czas działania. Dzięki usłudze Service Cloud parametry pracy zapisane przez instalatora podczas pierwszego uruchomienia stanowią wartości referencyjne w kolejnych latach pracy.

Instalator może wykorzystać formularz protokołu przeglądu okresowego, który udostępnia firma Panasonic lub posłużyć się własnym formatem. Co ważne, systematyczny przegląd jest wymagany nie tylko do zapewnienia poprawnej i bezawaryjnej pracy pompy ciepła, lecz także do utrzymania gwarancji producenta. Warunek to wykonywanie co najmniej raz w roku odpłatnego przeglądu konserwacyjnego, który może być zrealizowany tylko przez Akredytowaną Firmę Instalacyjną wymienioną w karcie gwarancyjnej. Przeglądy konserwacyjne są w całości odpłatne, zgodnie z cennikiem Akredytowanej Firmy Instalacyjnej. Protokół przeglądu konserwacyjnego powinien być przechowywany przez użytkownika.

Zgodnie z prawem UE producent jest zobowiązany do udzielenia 2-letniej rękojmi. Każde rozszerzenie gwarancji, możliwe pod określonymi warunkami, jest dobrą wolą producenta. Firma Panasonic jako gwarant daje możliwość przedłużenia do 3 i 5 lat na warunkach zapisanych w karcie gwarancyjnej. Akredytowana Firma Instalacyjna jest wykonawcą gwarancji.

To ważne: instalator udziela swojej gwarancji, której warunki określa w umowie zawieranej z inwestorem.

EKSPLOATOWANIE INSTALACJI Z POMPĄ CIEPŁA WEDŁUG ZAPISÓW INSTRUKCJI OBSŁUGI I KARTY TECHNICZNEJ TO ZAPEWNIENIE WYDŁUŻONEJ ŻYWOTNOŚCI I BEZAWARYJNOŚCI SYSTEMU Z POMPĄ CIEPŁA.



Jak wygląda polityka gwarancyjna pomp ciepła Panasonic?

[Dowiedz się](#) →

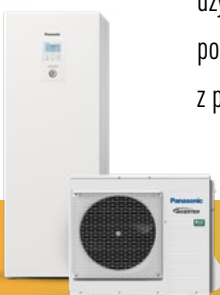
7.6 Czy moja pompa wymaga rejestracji w CRO?

Pompa ciepła wymaga rejestracji w CRO przy spełnieniu dwóch warunków:

- Gdy zawiera fluorowany gaz cieplarniany (F-gaz);
- Gdy ilość F-gazu wynosi co najmniej 5 ton równoważnika dwutlenku węgla (CO₂eq) dla urządzeń niehermetycznie zamkniętych lub co najmniej 10 ton CO₂eq dla urządzeń hermetycznie zamkniętych oznakowanych jako takie przez producenta.

Spełniające te warunki instalacje z pompą ciepła podlegają obowiązkowej rejestracji w Centralnym Rejestrze Operatorów zgodnie z ustawą o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych z dn. 15 maja 2015 r. (tekst obowiązujący Dz.U. 2020 poz. 2065). Czynności te leżą w obowiązku operatora – w praktyce jest nim użytkownik lub właściciel urządzenia. Rejestracja jest bardzo prostym procesem przypominającym zakładanie konta na portalu społecznościowym. Następnym krokiem jest założenie KARTY URZĄDZENIA, do której wpisuje się po prostu dane z protokołu instalacji otrzymanego od instalatora.

Panasonic
POMPY
CIEPŁA



Co w praktyce oznaczają CO₂eq oraz urządzenie hermetycznie / niehermetycznie zamknięte?

Rodzaj F-gazu	Minimalna ilość F-gazu podlegająca rejestracji w systemie CRO dla urządzeń niehermetycznie zamkniętych (np. typu split) odpowiadająca 5 t CO ₂ eq	Minimalna ilość F-gazu podlegająca rejestracji w systemie CRO dla urządzeń hermetycznie zamkniętych (np. typu monoblok) odpowiadająca 10 t CO ₂ eq
R-410A	2,4 kg	4,8 kg
HFC-32 (R32)	7,4 kg	14,8 kg

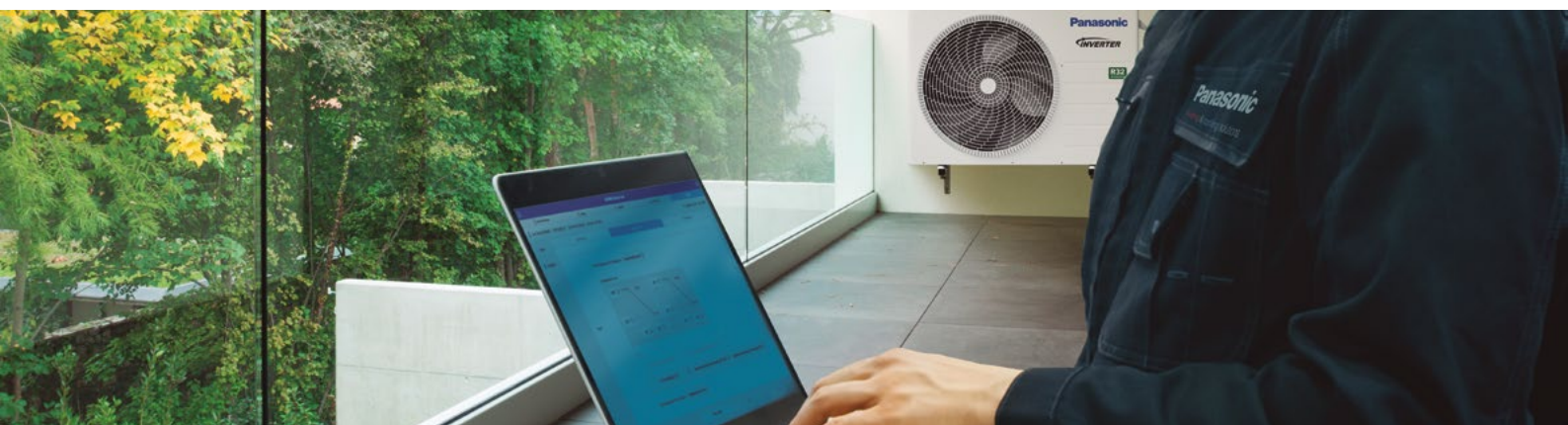
Skrócona instrukcja rejestracji:

- Rejestracji dokonuje się poprzez wypełnienie formularza na stronie internetowej cro.ichp.pl w zakładce **REJESTRACJA**. Podajemy w nim imię, nazwisko i adres, a także dane do administrowania kontem, tj. numer telefonu, adres poczty elektronicznej i hasło, które posłużą do logowania się do systemu (administratorem konta może być inna osoba). Po wystąpieniu formularza należy potwierdzić rejestrację, klikając link otrzymany w automatycznej wiadomości.

Po zalogowaniu się na aktywne (potwierdzone) konto w bazie CRO należy założyć kartę dla pompy ciepła. Na założenie karty jest **15 dni roboczych** (czyli 3 tygodnie):

- Dla urządzeń **wymagających instalacji** (z pomp Panasonic dotyczy tylko typu split i All-in-One) – termin biegnie od dnia zakończenia instalowania oraz napełnienia czynnikiem chłodniczym.
- Dla urządzeń **niewymagających instalacji** (np. urządzenia hermetycznie zamknięte) – termin biegnie od dnia dostarczenia tego urządzenia na miejsce eksploatacji.
- Do karty urządzenia wpisujemy dane takie jak: rodzaj i ilość substancji F-gaz, adres eksploatacji, kategorię urządzenia, nazwa urządzenia, model, numer seryjny oraz data produkcji.

Niedopełnienie obowiązku rejestracji grozi karą administracyjną!



Jeżeli Twoja instalacja z pompą ciepła podlega rejestracji w CRO, każdego roku będzie wymagana kontrola szczelności instalacji freonowej. Uprawniony instalator przeprowadza kontrole metodą pośrednią lub bezpośrednią.

Metoda pośrednia to analiza parametrów pracy poprzez metody:

- środka pieniającego,
- detektora szczelności o dokładności do 5g/rok (jest on wymagany zgodnie z ustawą F-gaz).

Moduł internetowy z usługą Service Cloud może posłużyć do analizy parametrów pracy podczas kontroli szczelności.

Metoda bezpośrednia wykonywana jest za pomocą gazu obojętnego.

Poprawnie wykonana instalacja nie będzie wymagała ingerencji w układ chłodniczy przez wiele lat. W sprawnej instalacji z pompą ciepłą czynnik chłodniczy nie podlega wymianie. Gdy podczas kontroli szczelności metodą pomiaru pośredniego zachodzi podejrzenie wystąpienia nieszczelności, instalator przystępuje do metod bezpośrednich. Mają one na celu znalezienie jej miejsca, a następnie naprawę. Najczęstszym miejscem powstawania nieszczelności są połączenia skręcane, czyli łączenia instalacji chłodniczej przy jednostce wewnętrznej i zewnętrznej. Pompy ciepła Panasonic poddawane są testom na szczelność przed opuszczeniem fabryki.

Należy pamiętać, że czynności serwisowych i wpisów do karty urządzenia powinien dokonywać serwisant posiadający stosowny certyfikat, natomiast użytkownik udziela dostępu do konta. Wpisów należy dokonywać na bieżąco w ciągu 15 dni roboczych (3 tygodnie) od momentu zakończenia czynności przy urządzeniu.

Instrukcje założenia konta i karty urządzenia, lista F-gaz, kategorii urządzenia oraz aktualności są dostępne na stronie Centralnego Rejestru Operatorów.

7.7 Jaką temperaturę utrzymywać w zasobniku c.w.u.?

Nastawy temperatury ciepłej wody użytkowej należy dostosowywać do swoich potrzeb z uwzględnieniem aspektu ekonomicznego.

Dla większości użytkowników temperatura w przedziale 45–50°C jest wystarczająca. Odczuwalna temperatura ciała człowieka to 36,6°C, więc woda cieplejsza o około 8 stopni daje poczucie komfortu. Jednak przy niższej temperaturze ciepłej wody należy uważać na zagrożenie legionellozą, która dobrze rozwija się w temperaturach 30–45°C.

Panasonic
POMPY
CIEPŁA



Ponieważ na przestrzeni sezonu grzewczego wymagana temperatura ciepłej wody użytkowej jest zasadniczo wyższa od temperatury zasilania ogrzewania, współczynnik efektywności podczas przygotowania ciepłej wody jest niższy w porównaniu do ogrzewania budynku. Ze względu na efektywność temperatura ciepłej wody ustawiona jest poniżej 60°C.

7.8 Czy dezynfekcja termiczna wody w zasobniku ciepłej wody użytkowej jest konieczna?

Legionella to bakteria, która wzrasta w odpowiednich warunkach, takich jak stojąca woda oraz odpowiednie kwasowość (pH) i temperatura.

Legionella

(Choroba legionistów
Gorączka Pontiac)

↑ Wzrost bakterii

- Woda stojąca
- 38–42°C
- pH 5–8,5

✗ Zwalczanie bakterii

- Temp. wody $\geq 65^\circ\text{C}$
- 20–30 minut

Zalecany jest wygrzew zasobnika c.w.u., gdy nie pobiera się z niego wody w ciągu doby. Przykładem takiej sytuacji jest wyjazd na urlop, kiedy wody w zbiorniku nie używa się na bieżąco. Nisko ustawiona temperatura umożliwi przy sprzyjającym pH rozwój bakterii.

Używając dezynfekcji termicznej, należy mieć świadomość, że nawet kilka godzin po zakończeniu wygrzewu, bez rozbioru wody, temperatura utrzyma się na wysokim poziomie. W instalacjach bez termostatycznego zaworu mieszającego może dojść do oparzenia gorącą wodą lub przegrzewania natrysku.

Aktywacja dezynfekcji termicznej w pompach ciepła Panasonic pozwala na uruchomienie harmonogramu do wygrzania legionelli raz w tygodniu według ustawień wprowadzonych przez akredytowanego instalatora.

7.9 Brak prądu a instalacja z pompą ciepła. Czy po zaniku prądu pompa ciepła wymaga ponownych ustawień?

Po zaniku napięcia i ponownym uruchomieniu pompy ciepła nie trzeba wprowadzać ponownie wszystkich ustawień. Sterownik ma wbudowaną pamięć, przez co wszelkie parametry, które zostały wprowadzone, będą zapamiętane. Po włączeniu prądu pompa ciepła Panasonic uruchomi się automatycznie z wcześniejszymi wartościami ustawień, urządzenie jest pod tym względem całkowicie bezobsługowe.

Mając zainstalowaną pompę typu monoblok, należy pamiętać, że układ hydrauliczny jest na zewnątrz budynku. Pisaliśmy o tym w rozdz. 1.5. W związku z tym konieczne należy zastosować zabezpieczenie antyzamrozeniowe na wypadek przerwy

w zasilaniu. Mamy do wyboru dwa jego rodzaje: zawory antyzamrozeniowe albo glikol, którego zastosowanie zalecamy. O zabezpieczeniach piszemy w rozdz. 1.6.

Przy urządzeniach typu split problem z zamarznięciem wody w instalacji nie występuje, dlatego po włączeniu prądu urządzenie uruchomi się automatycznie z wcześniej ustawionymi parametrami.

7.10 Dlaczego jednostka zewnętrzna jest oblodzona i leje się z niej woda?

Szronienie się wymiennika jednostki zewnętrznej jest naturalnym zjawiskiem wynikającym ze specyfiki działania układu grzewczego pompy ciepła, o którym pisaliśmy w rozdz. 1.1 i 1.2. Oblodzenie wymiennika występuje najczęściej w okresach



Prawidłowe zalodzenie

przejściowych, czyli od -7°C do $+7^{\circ}\text{C}$ temperatury zewnętrznej, gdy wilgotność powietrza jest względnie wysoka. W przypadku trybu ogrzewania wymiennik jednostki zewnętrznej to parownik, w którym pobór energii cieplnej z otoczenia opiera się na przemianie fazowej czynnika chłodniczego z fazy ciekłej na parę. Do tego procesu potrzebne jest dostarczenie energii zgromadzonej w powietrzu. Kierunek przekazywania energii zawsze jest taki sam: z otoczenia o wyższej temperaturze do otoczenia o niższej temperaturze, dlatego wymiennik pompy ciepła zawsze będzie zimniejszy niż powietrze na zewnątrz. Z uwagi na dużą wilgotność powietrza przetłaczanego przez wymiennik za pomocą wentylatora na wymienniku osadza się wilgoć, która zamarza na jego powierzchni. Gdy ta pokrywa lodu będzie na tyle duża, by zaburzyć proces wymiany ciepła, urządzenie wchodzi w tryb odszraniania. Odszronienie polega na odwróceniu kierunku obiegu chłodniczego, tak by przez parownik przetłoczony został gorący czynnik chłodniczy, co spowoduje rozpuszczenie się zalegającej warstwy lodu na wymienniku jednostki zewnętrznej. Woda z wymiennika spływa po jego powierzchni i gromadzi się na tacy ociekowej, z której następnie usuwana jest przez liczne otwory. Po zakończeniu odszraniania pompa ciepła wraca do normalnej pracy.

Panasonic
POMPY
CIEPŁA



Następne Słownik pojęć →

08

Słownik pojęć

Pompa ciepła – urządzenie, którego podstawowym zadaniem jest odebranie energii ze środowiska/otoczenia (dolnego źródła ciepła) i przekazanie jej do układu centralnego ogrzewania lub ciepłej wody użytkowej (górnego źródła ciepła) przy niewielkim udziale energii dostarczanej w postaci prądu.

Górne źródło ciepła – element instalacji pompy ciepła, do którego przekazywana jest energia przez czynnik roboczy. Może to być instalacja centralnego ogrzewania, jak i instalacja ciepłej wody użytkowej.

Dolne źródło ciepła – element instalacji pompy ciepła, od którego przekazywana jest energia przez czynnik roboczy do instalacji górnego źródła. Dolnym źródłem może być energia pochodząca z powietrza, gruntu, wody, ciepła odpadowego z procesu technologicznego.

Czynnik roboczy – inaczej czynnik chłodniczy. Jego zadaniem jest cykliczne przekazywanie energii, przy wykorzystaniu zjawisk procesu termodynamicznego, z układu dolnego źródła do górnego źródła ciepła. Przykładowe nazwy czynnika stosowanego w pompach ciepła: R-32, R-410a.

Parownik – wymiennik ciepła w układzie chłodniczym pompy ciepła, w którym na skutek parowania czynnika roboczego następuje przekazanie ciepła – w funkcji grzania przekazanie ciepła z dolnego źródła do czynnika roboczego.

Skraplacz – wymiennik ciepła w układzie chłodniczym pompy ciepła, w którym na skutek skraplania czynnika roboczego następuje przekazanie ciepła – w funkcji grzania przekazanie ciepła od czynnika roboczego do układu wodnego górnego źródła ciepła.

Zawór rozprężny – podstawowy element układu chłodniczego pompy ciepła, w którym następuje redukcja ciśnienia czynnika roboczego, tak aby mógł ponownie odebrać ciepło w parowniku, a cykl pracy układu był powtarzalny.

Zawór trójdrożny – element w układzie hydraulicznym, który w podstawowej funkcji pracy pompy ciepła przetacza strumień przepływającego ciepłego medium (wody lub glikolu) między centralne ogrzewanie i ciepłą wodę użytkową, zgodnie z aktualnym algorytmem pracy.

Sprężarka – podstawowy element układu chłodniczego pompy ciepła, który ma za zadanie podnieść temperaturę i ciśnienie czynnika roboczego do właściwych wartości, które umożliwią odpowiedni proces skraplania czynnika w skraplaczu. Jest to część układu pompy ciepła, do której pracy należy dostarczyć energię z sieci elektrycznej.

Zład wody – ilość wody w układzie hydraulicznym w budynku.

Zbiornik buforowy – element instalacji hydraulicznej, który poprzez zgromadzenie dodatkowego zładu wody zabezpiecza optymalną pracę pompy ciepła m.in. w czasie odszraniania wymiennika. Zbiornik zabezpiecza zład i przepływ pompy ciepła, wydłużając cykl pracy pompy.

Zbiornik c.w.u., inaczej **zasobnik ciepłej wody użytkowej** – zbiornik z wymiennikiem ciepła (węzownica) o określonej powierzchni, którego zadaniem jest skumulowanie wody o zakładanej temperaturze, w celu dalszego jej rozbioru na różne odbiorniki, np. prysznice, wanny, krany itp.

COP – współczynnik efektywności pracy pompy ciepła. Mówi o stosunku energii elektrycznej dostarczonej z zewnątrz do całkowitej energii wychodzącej ze skraplacza pompy ciepła. Wielkość chwilowa, określona w momencie pomiaru przy konkretnych wartościach temperatury zewnętrznej i temperatury produkowanej wody.

SCOP – współczynnik sezonowej efektywności pracy pompy ciepła. Inaczej mówiąc, jest to współczynnik COP mierzony w całej rozpiętości sezonu.

η_s – sezonowa sprawność energetyczna ogrzewania pomieszczeń wyrażona jako stosunek zapotrzebowania na ciepło potrzebne do ogrzania pomieszczeń w danym sezonie (dostarczone przez pompę) do rocznego zużycia energii pierwotnej niezbędnej do spełnienia tego zapotrzebowania.

Temperatura biwalencji – temperatura powietrza, przy której źródło ciepła, np. pompa ciepła, uruchamia dodatkowe (szczytowe) źródło ciepła, np. grzałkę elektryczną, po to by cały system mógł pokryć zapotrzebowanie budynku na ciepło w temperaturach projektowych.

Moc akustyczna – wartość określana w dB, charakteryzująca dane źródło dźwięku. Wartość wyznaczana w laboratorium, stanowiąca podstawę do porównań emisji hałasu urządzeń.

Ciśnienie akustyczne – wartość określana w dB, mierzona w pewnej odległości od urządzenia. Poziom ciśnienia akustycznego zależy od odległości od źródła dźwięku, a także od współczynnika kierunkowego rozchodzenia się dźwięku.

CRO – Centralny Rejestr Operatorów – spis operatorów urządzeń, które zawierają co najmniej 3 kg substancji kontrolowanych lub 5 ton ekwiwalentu CO₂. Gromadzone są tam Karty Urządzeń oraz Karty Systemów Ochrony Przeciwpożarowej. Stosowane najczęściej w pompach ciepła czynniki robocze mają odpowiednio ekwiwalent: R-32 – 675 (co oznacza, że każdy uwolniony 1 kg gazu odpowiada produkcji 675 kg CO₂), R-410a – 2088.

Pompa obiegowa – element instalacji hydraulicznej, którego zadaniem jest pokonanie oporów hydraulicznych instalacji i wymuszenie ruchu cieczy w określonym kierunku.

Zawór czterodrożny – zawór pozwalający na zmianę kierunku przepływu czynnika chłodniczego, a co za tym idzie zmianę trybu pracy pompy z grzania na chłodzenie.

Stopniodni grzania – informują o liczbie dni w okresie grzewczym, w których niezbędne jest dostarczenie energii, aby ogrzać budynek do temperatury pomieszczenia wynoszącej 21°C. Metoda najczęściej zakłada temperaturę bazową (powietrza zewnętrznego) na poziomie 15°C lub 18°C. Gdyby w budynku nie było ogrzewania, to do uzyskania temperatury 21°C, przy temperaturze bazowej, wystarczą zyski wewnętrzne, np. od ludzi przebywających w budynku, od gotowania, oświetlenia, urządzeń AGD oraz od promieniowania słonecznego. Za grzewcze przyjmuje się dni, w których średnia dzienna temperatura zewnętrzna jest niższa niż temperatura bazowa. Jest to uproszczony opis tej metody, szczegółowy sposób obliczania stopniodni dostępny jest w licznych publikacjach w internecie.

W stworzenie materiału zaangażowani byli nasi eksperci, osoby z dużym rynkowym doświadczeniem. Podziękowania za wiedzę i poświęcony czas należą się dla: **Hani Gąsior, Jolanty Wilk, Szymona Razowskiego, Dawida Wdowiaka, Marka Skrzypka i Jakuba Traczyka.**

Panasonic

POMPY CIEPŁA