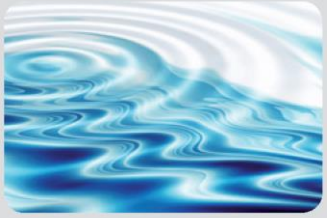
Poradnik do przygotowania ciepłej wody

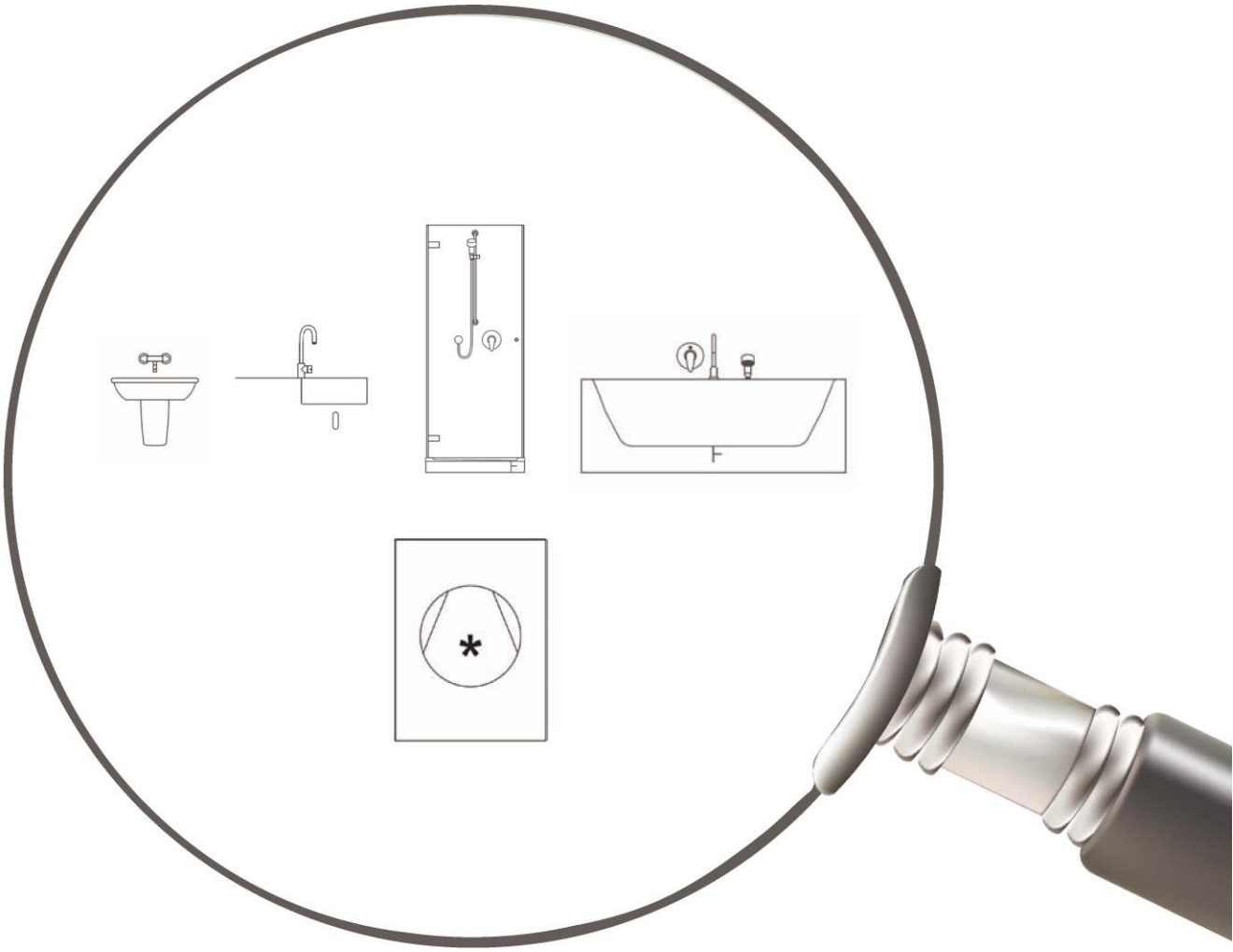
Energia z:

gruntu



wody

powietrza



1. Wprowadzenie

Ciepła woda zalicza się dzisiaj do tych oczywistości, które ułatwiają nam codzienne życie. Przyzwyczailiśmy się, że mamy ją do dyspozycji stale w wystarczającej ilości.

Aby móc spełnić oczekiwanie „w każdej ilości", to naturalnie należy przeprowadzić staranną analizę przy wyznaczaniu wielkości podgrzewacza zasobnikowego ciepłej wody.

Niniejsze wytyczne służą wszystkim osobom działającym w obszarze projektowania, wykonania i użytkowania instalacji z pompami ciepła jako poradnik w tematyce podgrzewania wody użytkowej. Niniejsza broszura zawiera w krótkiej i zrozumiałej formie wszystkie ważne zagadnienia i problemy, na które należy zwrócić uwagę. Służy ona jako jednocześnie źródło informacji oraz poradnik i powinna stanowić pomoc w Waszej pracy.

Aby móc poznać różnorodne możliwości opracowania instalacji do ogrzewania i do podgrzewania wody użytkowej lub tylko wyłącznie do podgrzewania wody użytkowej oraz ocenić ich przydatność w każdym konkretnym przypadku, to biorąc pod uwagę różne punkty widzenia, zestawiono tutaj najczęściej spotykane systemy. Celem zapewnienia równocześnie efektywności i komfortu instalacje do podgrzewania wody muszą spełniać następujące podstawowe wymagania wg ogólnie przyjętych reguł technicznych:

- dobór optymalnej wielkości podgrzewacza zasobnikowego ciepłej wody
- projekt i wykonanie instalacji zgodnie obowiązującymi wymaganiami budowlanymi
- projekt, wykonanie i nastawienie instalacji zgodnie obowiązującymi wymaganiami eksploatacyjnymi

Jednakże niniejszy poradnik, szczególnie z powodu jego ograniczonej zawartości, nie może zastąpić opracowania fachowego projektu instalacji. Powinien on stanowić pomoc w wyjaśnieniu najważniejszych zagadnień, natomiast nie pretenduje do kompletności.

W tym miejscu szczególnie podkreśla się, że zawartość niniejszej broszury w żadnym przypadku nie zwalnia od przestrzegania informacji producenta danego produktu oraz nie może ich zastępować. Rynek producentów pomp ciepła i podgrzewaczy zasobnikowych ciepłej wody jest bardzo szeroki, a rozmaitość ich produktów duża, i w rezultacie wytyczne producenta stanowią podstawowy warunek prawidłowo wykonanego montażu i działania instalacji.

Ponadto należy przestrzegać norm i ustaw obowiązujących w czasie realizacji instalacji.

Niniejszy materiał powstał dzięki uprzejmości niemieckiego stowarzyszenia BWP.

2. Podstawowe informacje o podgrzewaniu wody uzytkowej pompami ciepła

Woda jest naszym najbardziej wartościowym artykułem spożywczym. Od niej zaczyna się wszelkie życie. Jest dobrem, które należy chronić, a liczne normy, przepisy i dyrektywy powinny pomagać w zabezpieczeniu tej ochrony.

Zużycie wody łączy się z wysokim zużyciem energii. Na podgrzewanie wody użytkowej w prywatnych gospodarstwach domowych przypada kilka procent całkowitego zapotrzebowania na energię w Polsce. Świadome i odpowiedzialne postępowanie z zasobami jest tak samo konieczne, jak ich efektywne wykorzystywanie.

Ponieważ z powodu rosnących cen i malejących zasobów energii konieczne jest efektywne jej wykorzystywanie, to wybór systemu grzewczego stanowi ciągle ważną decyzję. Nowoczesny system grzewczy musi nie tylko móc ogrzewać pomieszczenia i wodę użytkową, lecz także zagwarantować, że ponoszone nakłady będą niewielkie. Efektywnym rozwiązaniem, przebijającym się w ostatnich latach na rynku, to pompy ciepła. Istnieje wiele różnorodnych kombinacji pomp ciepła i podgrzewania wody użytkowej. Od pewnego czasu nabiera coraz to większego znaczenia system „pompa ciepła do podgrzewania wody" jako właściwe rozwiązanie do przygotowywania ciepłej wody.

Aby zapewnić efektywne energetycznie i korzystne w sensie ekologicznym wykorzystanie pomp ciepła do podgrzewania wody użytkowej, to musi się spełnić kilka rozstrzygających w tym zakresie warunków. Przy współpracy pompy z pośrednio ogrzewanymi podgrzewaczami zasobnikowymi ciepłej wody należy stosować specjalne typy podgrzewaczy, zaprojektowane do tych zastosowań. Ponieważ pompy ciepła zwykle pracują przy niższych temperaturach zasilania i wyższych natężeniach przepływu, niż kotły grzewcze, to podgrzewacze zasobnikowe muszą być wyposażone w optymalizowane wymienniki ciepła o odpowiednio dużej powierzchni wymiany ciepła oraz posiadać przyłącza z wystarczająco dużymi średnicami nominalnymi.

W obliczeniach przybliżonych należy przyjąć jako punkt wyjścia min. 0.25 m^2 na 1 kW mocy grzewczej pompy ciepła, jako wymaganą jednostkową powierzchnię wymiennika ciepła. W domach wielorodzinnych lub w zakładach rzemieślniczych postulat ten sensie konstrukcyjnym i technicznym powoduje, że system pracuje na granicy swoich możliwości. Dlatego w zakresie wyższych mocy między pompą ciepła i podgrzewaczem zasobnikowym montuje się odpowiednio dobrany system ładowania. W takim przypadku przekazywanie ciepła odbywa się nie we wewnątrz podgrzewacza zasobnikowego, lecz poprzez zewnętrzny płytowy wymiennik ciepła. Ponieważ wielkość tego wymiennika nie jest ograniczona pojemnością podgrzewacza, to możliwe staje się przekazywanie dużych mocy cieplnych.

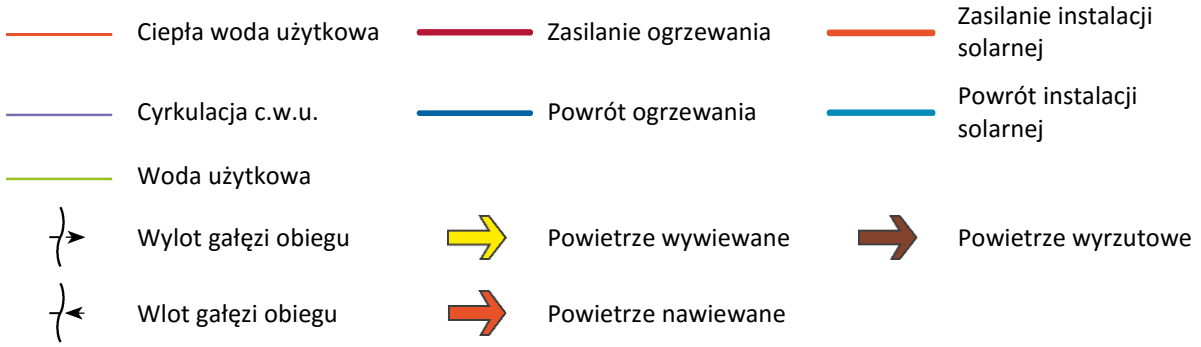
Oprócz podgrzewaczy zasobnikowych ciepłej wody, zaprojektowanych specjalnie do współpracy z pompami ciepła, istnieje wiele innych kombinacji instalacyjnych, uwzględniających specyficzne wymagania, takie jak dzienne oraz szczytowe zapotrzebowanie, system rozdziału, czy też wymagana przestrzeń montażowa. Wszystkie rozwiązania rozwijane i oferowane w zakresie podgrzewania wody użytkowej, potrafiące spełnić szczególne wymagania, zapewniają niezawodną i efektywną pracę całej instalacji.

Wiele systemów jest w stanie współpracować ponadto z innym odnawialnym nośnikiem energii. W przypadku instalacji solarnych można to np. uzyskać poprzez zastosowanie podgrzewacza zasobnikowego ze zintegrowanym drugim wymiennikiem ciepła.

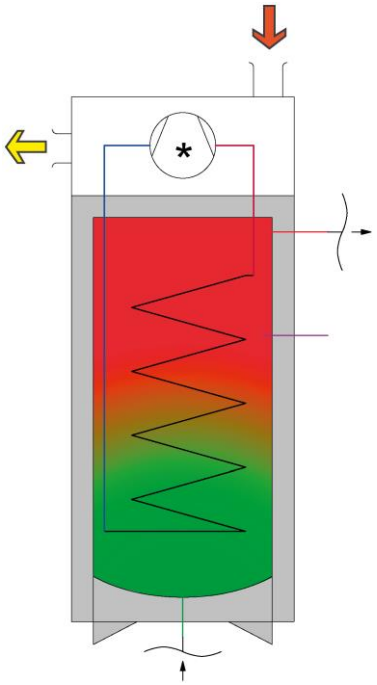
W niniejszym poradniku zamieszczono dalej przegląd dostępnych na rynku i ogólnie stosowanych systemów oraz ich przydatność do określonych wielkości instalacji, czy też zapotrzebowania.

3. Systemy do podgrzewania wody użytkowej

Legenda



3.1. Pompy ciepła do podgrzewania ciepłej wody z obiegiem powietrza



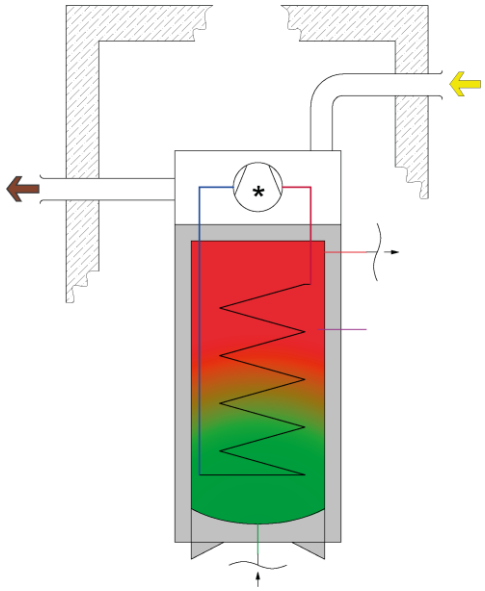
Rys.3.1: Pompa ciepła do podgrzewania ciepłej wody z obiegiem powietrza

Pompa ciepła do podgrzewania ciepłej wody, pracująca w trybie z obiegiem powietrza, wykorzystuje ciepło zawarte w otaczającym ją powietrzu. Następnie ochłodzone powietrze doprowadzane jest z powrotem do pomieszczenia z ustawioną pompą ciepła. W tym trybie pracy decydujące znaczenie posiada przeznaczenie i wolna objętość pomieszczenia, w którym ustawiono pompę ciepła. Zaleca się, aby objętość ta wynosiła min. 15 m^3/kW mocy zamontowanej pompy ciepła.

W przypadku temperatur wody > 60°C konieczne jest zastosowanie w zależności od typu pompy ciepła dodatkowego urządzenia grzewczego (najczęściej grzałki elektrycznej).

+ Prosty montaż.
+ Samodzielny, pełnowartościowy system do podgrzewania wody.
+ Chłodzenie piwnic do przechowywania zapasów i win.
+ Odprowadzanie wilgoci z pomieszczeń.
+ Zmniejszenie ryzyka zagrzybienia ścian

3.2. Pompa ciepła do podgrzewania ciepłej wody, wykorzystująca powietrze wywiewane



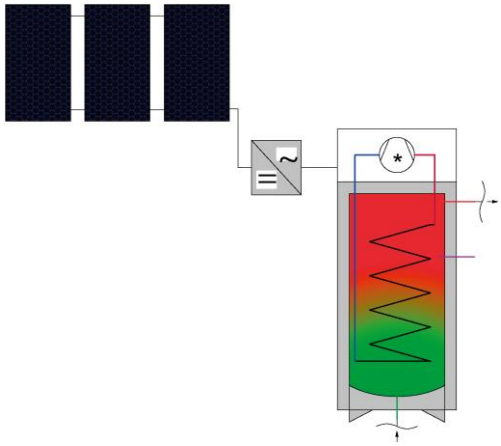
Rys.3.2: Pompa ciepła do podgrzewania ciepłej wody, wykorzystująca powietrze wywiewane

Przy pracy pompy ciepła do podgrzewania ciepłej wody celowo zasysa się powietrze z łazienki, WC, kuchni lub z innych pomieszczeń i zawartą w nim energię cieplną wykorzystuje do podgrzewania wody. Ochłodzone powietrze wywiewane odprowadzane jest jako powietrze wyrzutowe poprzez prosty system kanałów na zewnątrz, skąd również doprowadzane jest niezbędne powietrze nawiewane do pomieszczeń poprzez otwory do zasysania powietrza zewnętrznego.

W przypadku temperatur wody użytkowej > 60°C konieczne jest zastosowanie w zależności od typu pompy ciepła dodatkowego urządzenia grzewczego.

+ Prosty system wentylacji mechanicznej.

3.3. Pompa ciepła do podgrzewania ciepłej wody, wykorzystująca własną energię elektryczną z ogniw fotowoltaicznych



Rys.3.3: Pompa ciepła do podgrzewania ciepłej wody, wykorzystująca własną energię elektryczną z ogniw PV

Włączenie pompy ciepła do podgrzewania ciepłej wody z obiegiem powietrza lub z powietrzem wywiewanym do systemu fotowoltaicznego (systemu PV) można jeszcze zwiększyć efektywność instalacji z pompą ciepła, oraz zwiększyć opłacalność instalacji. Ponieważ wykorzystuje się energię elektryczną, samodzielnie wytwarzaną przez system PV, to można znacząco zmniejszyć koszty eksploatacji.

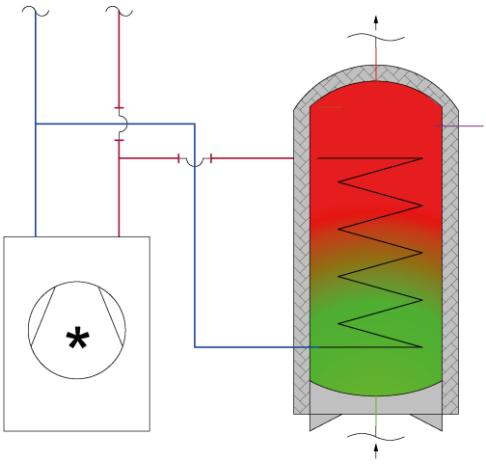
W przypadku temperatur wody > 60°C konieczne jest zastosowanie w zależności od typu pompy ciepła dodatkowego urządzenia grzewczego.

+ Małe koszty eksploatacji dzięki wykorzystywaniu samodzielnie wytwarzanej energii elektrycznej.

3.4. Podgrzewacz zasobnikowy ciepłej wody z „wysokotemperaturową” pompą ciepła

Pompa ciepła pokrywa jako samodzielne źródło ciepła całkowite zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową. Musi ona wtedy przez cały rok osiągać temperaturę zasilania ok. 70°C. Dla takiego przypadku zastosowania nadaje się „wysokotemperaturowa” pompa ciepła.

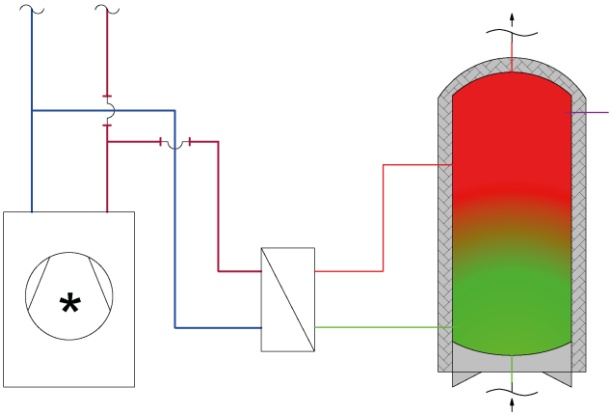
3.4.1. Podgrzewacz zasobnikowy ciepłej wody użytkowej, stojący obok



Rys.3.4.1: „Wysokotemperaturowa” pompa ciepła ze stojącym obok podgrzewaczem zasobnikowym ciepłej wody użytkowej

+ Wysokie temperatury zasilania.
+ Rozwiązanie przydatne do domów wielorodzinnych i do modernizacji.
+ Brak konieczności stosowania dodatkowych urządzeń grzewczych (np. grzałki elektrycznej).

3.4.2. System ładowania podgrzewacza zasobnikowego



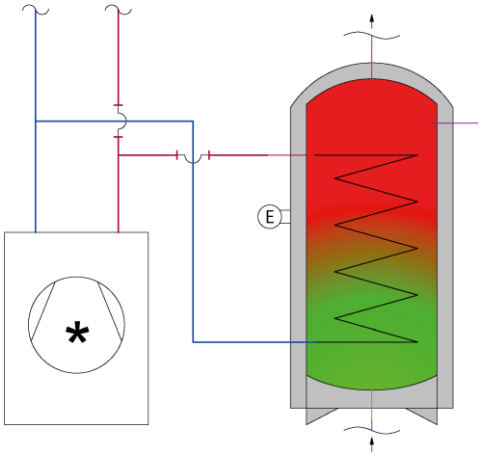
Rys.3.4.2: „Wysokotemperaturowa” pompa ciepła z systemem ładowania wymiennika płytowego do podgrzewacza zasobnikowego

+ Wymiennik ciepła dobierany niezależnie od pojemności podgrzewacza zasobnikowego.
+ Możliwość stosowania również przy dużych mocach pomp ciepła.
– Wyższe straty ciepła przy jego przekazywaniu.

3.5. Podgrzewacz zasobnikowy ciepłej wody użytkowej ze „standardową” pompą ciepła i z grzałką elektryczną

Pompa ciepła pokrywa całkowite zapotrzebowanie na ciepłą wodę aż do osiągnięcia maksymalnej temperatury zasilania. Zapotrzebowanie przekraczające te możliwości zapewnia grzałka elektryczna zamontowana w podgrzewaczu zasobnikowym lub bezpośrednio w pompie ciepła. To korzystne cenowo rozwiązanie z dodatkową grzałką elektryczną potrafi ewentualnie osiągnąć konieczną lub żądaną temperaturę ciepłej wody wyższą od 60°C.

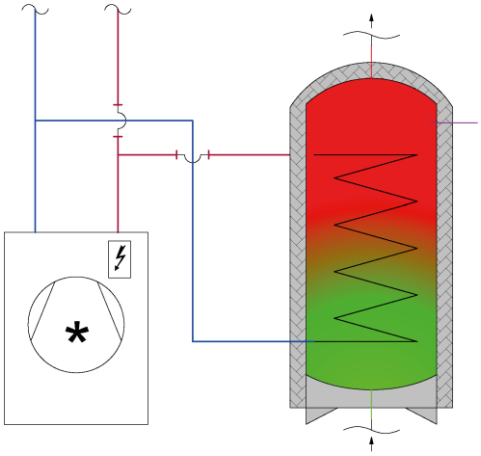
3.5.1. Elektryczna grzałka elektryczna wbudowana w podgrzewaczu zasobnikowym ciepłej wody



Rys.3.5.1: „Standardowa” pompa ciepła i podgrzewacz zasobnikowy ciepłej wody użytkowej z wbudowaną grzałką elektryczną

+ Wyższe temperatury ciepłej wody.
– Wyższe zużycie energii z powodu stosowania grzałki elektrycznej.

3.5.2. Elektryczna grzałka elektryczna wbudowana w pompie ciepła



Rys.3.5.2: „Standardowa” pompa ciepła z wbudowaną grzałką elektryczną i podgrzewacz zasobnikowy ciepłej wody użytkowej

+ Możliwość wykorzystania grzałki elektrycznej również w trybie centralnego ogrzewania.
+ Brak bezpośredniego kontaktu z ciepłą wodą, a dzięki temu mniejsze zagrożenie kamieniem kotłowym.
– Wyższe zużycie energii z powodu stosowania grzałki elektrycznej.

3.5.3 „Kompaktowa pompa ciepła” z wbudowanym podgrzewaczem zasobnikowym ciepłej wody użytkowej

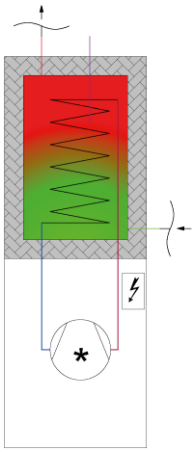
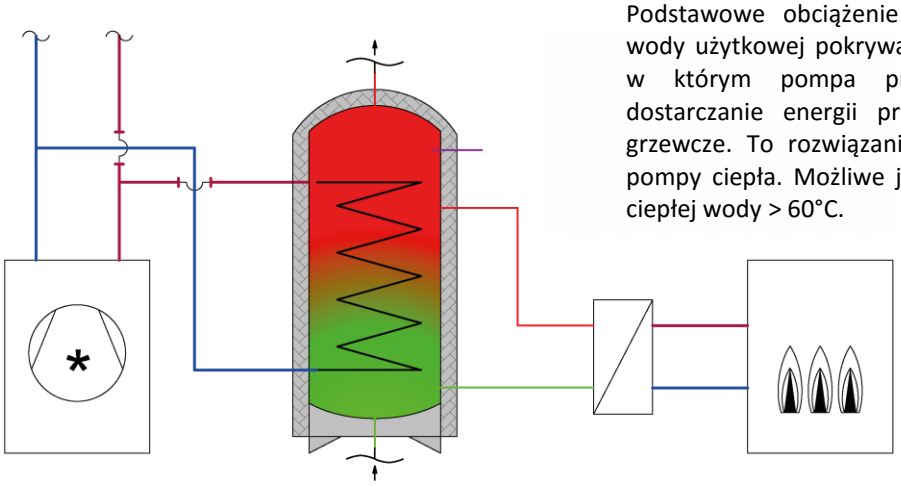


Abb.3.5.3: „Kompaktowa pompa ciepła” z wbudowanym podgrzewaczem zasobnikowym ciepłej wody użytkowej

+ Możliwość wykorzystania grzałki elektrycznej również w trybie ogrzewania.
+ Brak bezpośredniego kontaktu z ciepłą wodą, a dzięki temu mniejsze zagrożenie kamieniem kotłowym.
+ Małe zapotrzebowanie na miejsce, prosty montaż, brak konieczności stosowania dodatkowych podzespołów.
+ Dopasowany system w kompaktowej formie.
– Wyższe zużycie energii z powodu stosowania grzałki elektrycznej.

3.6. Podgrzewacz zasobnikowy ciepłej wody z dodatkowym urządzeniem grzewczym i z zewnętrznym wymiennikiem ciepła

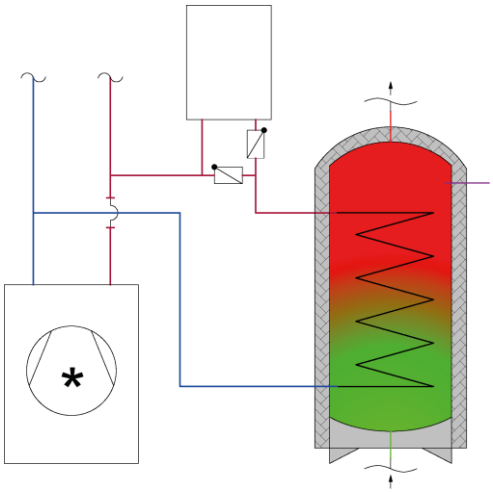
Podstawowe obciążenie cieplne do podgrzewania wody użytkowej pokrywa pompa ciepła. W zakresie, w którym pompa pracuje mniej efektywnie, dostarczanie energii przejmuje drugie urządzenie grzewcze. To rozwiązanie oferuje efektywną pracę pompy ciepła. Możliwe jest uzyskiwanie temperatur ciepłej wody > 60°C.



Rys.3.6: Podgrzewacz zasobnikowy ciepłej wody z drugim urządzeniem grzewczym i z zewnętrznym wymiennikiem ciepła

+ Pokrywanie zwiększonych szczytowych poborów ciepłej wody może przejąć drugie urządzenie grzewcze.
+ Drugie urządzenie grzewcze może wspomagać system grzewczy (np. system hybrydowy).
+ W zależności od ceny energii można przełączać pracę systemu między wykorzystywaniem pompy ciepła i drugiego urządzenia grzewczego.
– Wyższe koszty inwestycji, gdyż potrzebne są dwa urządzenia grzewcze.

3.7. Podgrzewacz zasobnikowy ciepłej wody z zewnętrznym kotłem grzewczym (podniesienie temperatury zasilania)



Rys.3.7: Podgrzewacz zasobnikowy ciepłej wody użytkowej z zewnętrznym kotłem grzewczym

Pompa ciepła przejmuje podstawowe obciążenie cieplne do podgrzewania wody i może pracować w efektywnym zakresie. Do uzyskania temperatur ciepłej wody > 60°C konieczne jest podwyższenie temperatury zasilania. Dodatkowe ciepło dostarcza w tym celu zewnętrzne urządzenie grzewcze, włączona do systemu szeregowo z pompą ciepła.

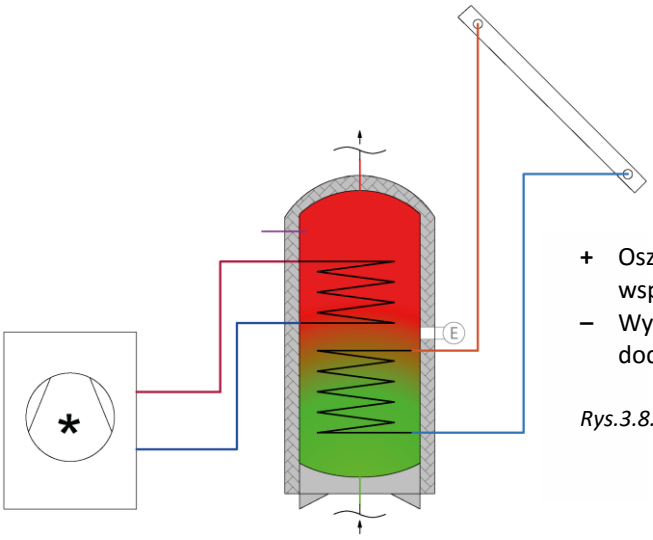
+ Pokrywanie szczytowych poborów ciepłej wody może przejąć drugie urządzenie grzewcze.
– Wyższe koszty inwestycji, gdyż potrzebna jest drugie urządzenie grzewcze.

3.8. Biwalentny podgrzewacz zasobnikowy z instalacją solarną

Wodę użytkową w podgrzewaczu zasobnikowym nagrzewa z jednej strony pompa ciepła (w górnej strefie podgrzewacza), natomiast wymiennik ciepła instalacji solarnej, usytuowany w dolnej strefie podgrzewacza, może nagrzewać wodę w całej jego objętości. W związku z tym podgrzewacz zasobnikowy dysponuje dwoma wymiennikami ciepła.

W takiej sytuacji należy pamiętać, aby w ramach zabezpieczenia przed bakteriami Legionella, jeden raz w tygodniu móc nagrzewać całą wodę w podgrzewaczu powyżej 60 °C, ewentualnie za pomocą grzałki elektrycznej. Ten przypadek wymaga koniecznie możliwości przełączania systemu na pracę w trybie zabezpieczenia przed bakteriami Legionella.

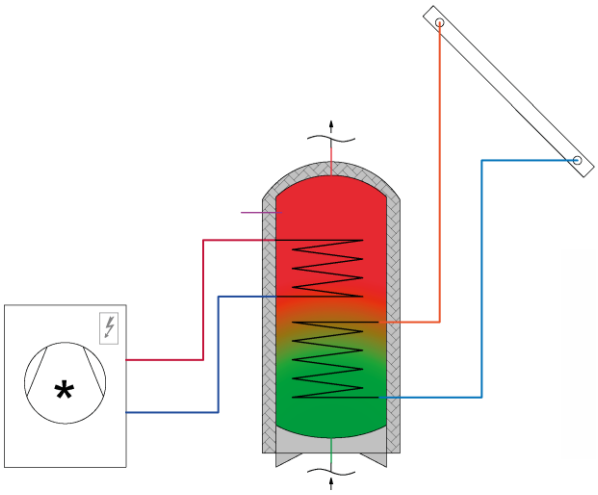
3.8.1. Grzałka elektryczna wbudowana w podgrzewaczu zasobnikowym ciepłej wody użytkowej



+ Oszczędność na kosztach eksploatacji dzięki wspomaganiu solarnemu
– Wyższe koszty inwestycji, gdyż potrzebna jest dodatkowa instalacja solarna

Rys.3.8.1: Biwalentny podgrzewacz zasobnikowy ciepłej wody z wbudowaną grzałką elektryczną i z instalacją solarną

3.8.2. Grzałka elektryczna wbudowana w pompie ciepła



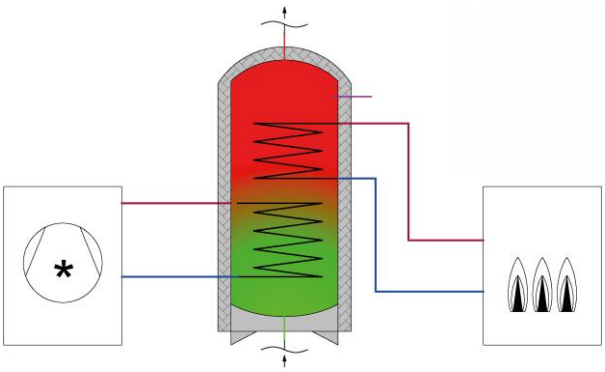
Rys.3.8.2: Biwalentny podgrzewacz zasobnikowy ciepłej wody z instalacją solarną i z wbudowaną grzałką elektryczną w pompie ciepła

+ Możliwość wykorzystania grzałki elektrycznej również w trybie centralnego ogrzewania.
+ Brak bezpośredniego kontaktu z ciepłą wodą, a dzięki temu mniejsze zagrożenie kamieniem kotłowym.
+ Oszczędność na kosztach eksploatacji dzięki wspomaganiu solarnemu podgrzewania ciepłej wody użytkowej.
– Wyższe koszty inwestycji, gdyż potrzebna jest dodatkowa instalacja solarna.

3.9. Biwalentny podgrzewacz zasobnikowy ciepłej wody użytkowej z drugim urządzeniem grzewczym

Podstawowe obciążenie cieplne do przygotowania ciepłej wody pokrywa pompa ciepła. W zakresie, w którym pompa pracuje mniej efektywnie, dostarczanie energii przejmuje drugie urządzenie grzewcze.

To rozwiązanie oferuje efektywną pracę pompy ciepła. Możliwe jest uzyskiwanie temperatur ciepłej wody > 60°C. W obiegu wody użytkowej należy przewidzieć możliwość przełączania systemu pracę w trybie zabezpieczenia przed legionellami.



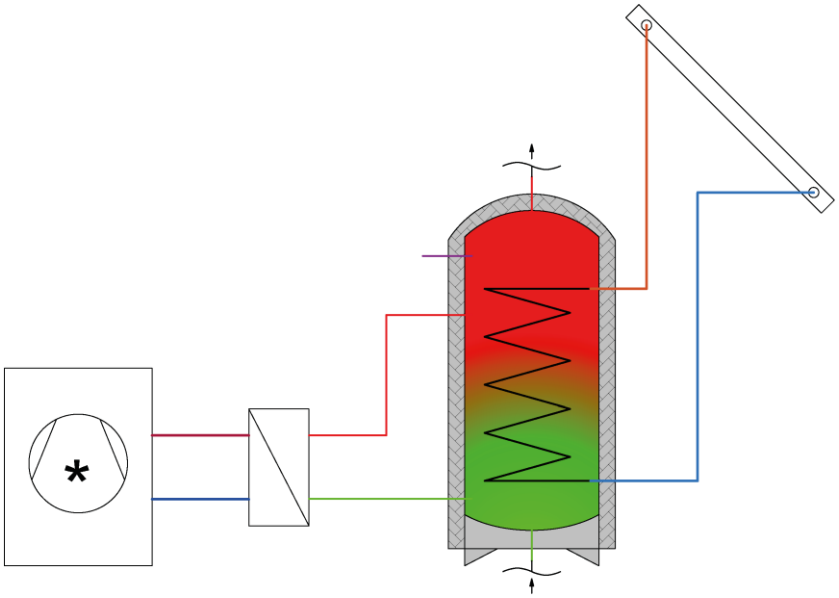
Rys.3.9: Biwalentny podgrzewacz zasobnikowy ciepłej wody z drugim urządzeniem grzewczym

+ Pokrywanie zwiększonych szczytowych poborów ciepłej wody może przejąć drugie urządzenie grzewcze.
+ Drugie urządzenie grzewcze może wspomagać system grzewczy (np. system hybrydowy).
+ W zależności od ceny energii można przełączać pracę systemu między wykorzystywaniem pompy ciepła i drugim urządzeniem grzewczym.
– Wyższe koszty inwestycji, gdyż potrzebna jest drugie urządzenie grzewcze.

3.10. System ładowania podgrzewacza zasobnikowego w wymiennikiem ciepła i z instalacją solarną

Pompa ciepła pokrywa jako samodzielne urządzenie grzewcze całe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową. Aby uzyskać temperaturę na wypływie ponad 60°C, to pompa ciepła musi mieć możliwość uzyskiwania temperatury zasilania ok. 70°C przez cały rok.

Do tego przypadku zastosowania nadaje się wysokotemperaturowa pompa ciepła. Pompę ciepła wspomaga instalacja solarna. W zależności od zwymiarowania instalacji solarnej może ona w lecie samodzielnie pokryć zapotrzebowanie na ciepłą wodę bez udziału pompy ciepła.



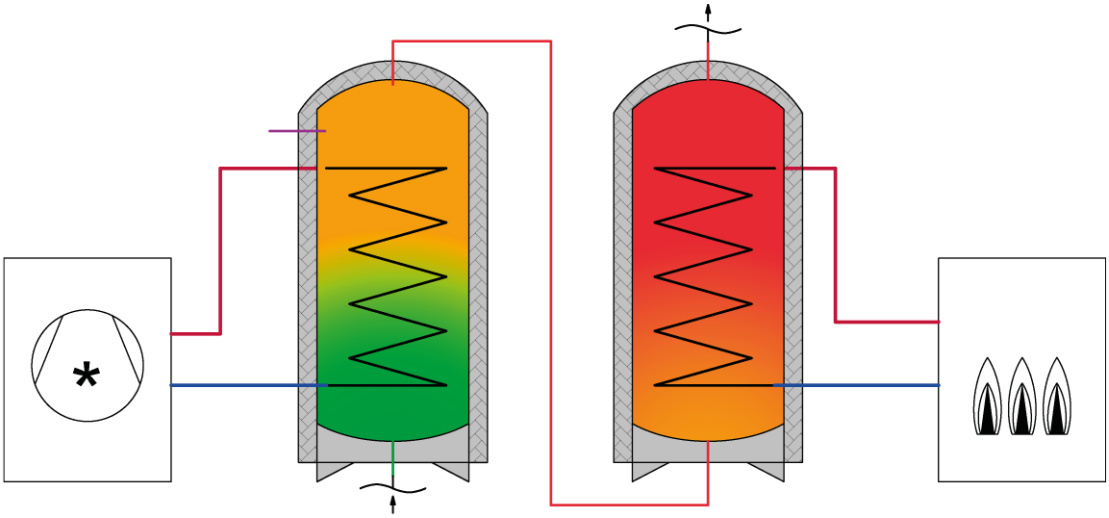
Rys.3.10: System ładowania podgrzewacza zasobnikowego w wymiennikiem ciepła i z instalacją solarną

+ Oszczędność na kosztach eksploatacji dzięki wspomaganiu solarnemu podgrzewania ciepłej wody użytkowej.
+ Możliwość wykorzystywania solarnych podgrzewaczy zasobnikowych.
+ Przez odpowiedni dobór zewnętrznego wymiennika ciepła można przenosić większą moc cieplną.

3.11. System biwalentny ze wstępnym podgrzewem ciepłej wody

Pompa ciepła pokrywa jako samodzielne urządzenie grzewcze całe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową. Aby uzyskać temperaturę na wypływie ponad 60°C, to konieczne jest przyłączenie dodatkowego urządzenia grzewczego, które potrafi osiągać wysoką temperaturę zasilania.

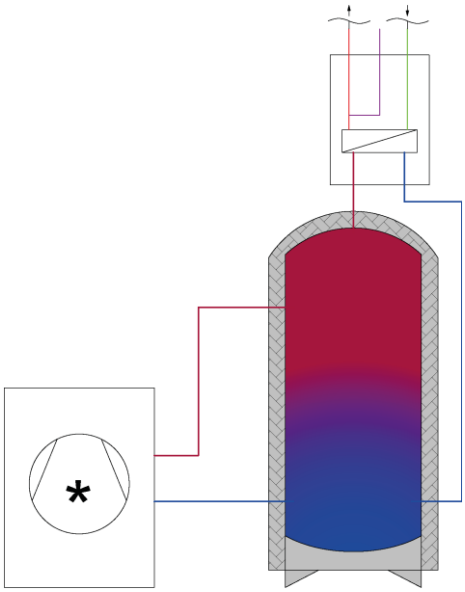
W tym przypadku należy pamiętać, że w ramach zabezpieczenia przed bakteriami Legionella musi istnieć możliwość nagrzewania całej pojemności podgrzewacza zasobnikowego (również zasobnika wstępnego podgrzewu) jeden raz tygodniowo do temperatury powyżej 60°C.



Rys.3.11: System biwalentny ze stopniem podgrzewania wstępnego

+ System do domów wielorodzinnych i do modernizacji.
+ Pompa ciepła „pracuje” w optymalnym zakresie temperatur.
– Ewentualnie wyższe koszty inwestycyjne.

3.12. Stacja świeżej wody użytkowej

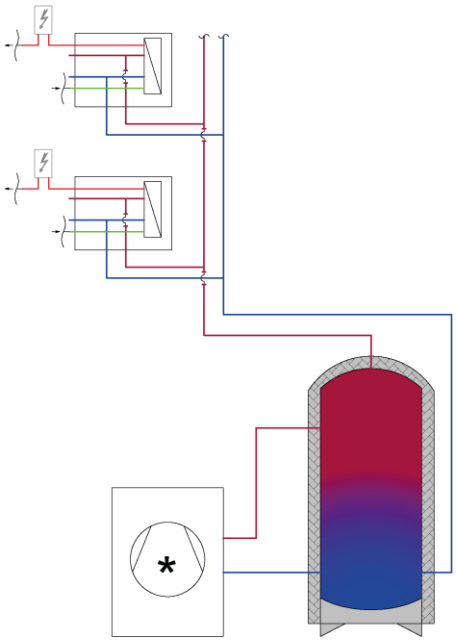


Rys.3.12: Stacja świeżej wody

Pompa ciepła dostarcza ciepło do bufora wody grzewczej. Z bufora woda grzewcza dopływa do stacji świeżej wody, w której nagrzewana jest woda użytkowej wg zasady przepływowego podgrzewu.

+ Higieniczne podgrzewanie wody użytkowej, gdyż ta nie podlega przechowywaniu.
– Ewentualnie musi się utrzymywać wyższe temperatury wody grzewczej w buforze, aby zachować ogólnie uznane reguły poprawności pracy.

3.13. Stacje mieszkaniowe (opcjonalnie dodatkowy pogrzewacz przepływowy)

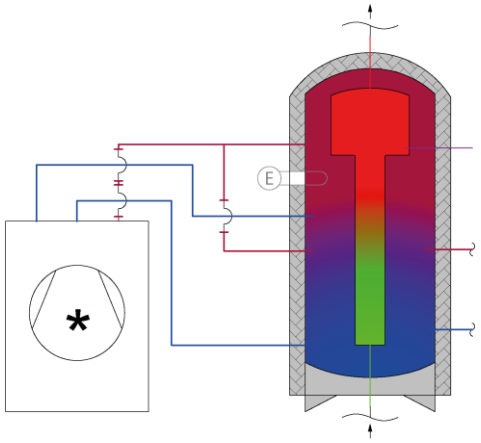


Rys.3.13: Stacje mieszkaniowe

Pompa ciepła dostarcza ciepło do bufora wody grzewczej. Z bufora woda grzewcza przepływa przewodami rozdzielającymi do stacji mieszkaniowej, w której nagrzewana jest woda użytkowa wg zasady przepływowego podgrzewu. Ponadto druga część stacji mieszkaniowej również odbiera wodę grzewczą do ogrzewania mieszkania.

+ Higieniczne podgrzewanie wody użytkowej, gdyż ta nie podlega przechowywaniu.
– Wyższe koszty inwestycyjne.

3.14. System „zbiornik–w–zbiorniku”

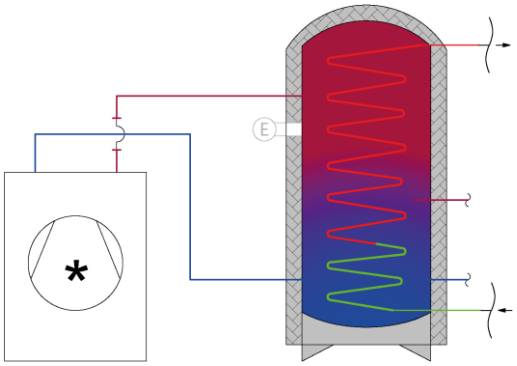


Rys.3.14: System „zbiornik–w–zbiorniku”

Pompa ciepła dostarcza ciepło do wody grzewczej w buforze wody grzewczej. W tymże buforze znajduje się zbiornik na wodę użytkową, który stale jest otoczony wodą grzewczą. W ten sposób ciepło z wody grzewczej w buforze przekazywane jest wodzie użytkowej w jej zbiorniku.

+ Niewielkie zapotrzebowanie na przestrzeń.
– Ograniczona wielkość jednorazowego poboru ciepłej wody (ilości ciepłej wody) w zależności od temperatury wody grzewczej w buforze wody grzewczej.

3.15. Bufor wody grzewczej z wbudowanym przepływowym podgrzewaczem wody



Rys.3.15: Bufor wody grzewczej z wbudowanym przepływowym podgrzewaczem wody

Pompa ciepła dostarcza ciepło do wody grzewczej w buforze wody grzewczej. W buforze usytuowany jest spiralny wymiennik ciepła całkowicie otoczony wodą grzewczą. Tutaj nagrzewana jest ciepła woda użytkowa wg zasady podgrzewu przepływowego. Ponieważ pompa ciepła sama nagrzewa wodę w buforze, to nie można uzyskiwać wysokich temperatur ciepłej wody użytkowej.

+ Higieniczne podgrzewanie wody użytkowej, gdyż ta nie podlega przechowywaniu.
+ Niewielkie zapotrzebowanie na przestrzeń.
– Ograniczona wielkość jednorazowego poboru ciepłej wody w zależności od temperatury wody grzewczej w buforze wody grzewczej.

4. Wyznaczanie zapotrzebowania

Przy wyznaczaniu zapotrzebowania w praktyce obowiązują różne założenia:

Dla budynków mieszkalnych często projektuje się proces podgrzewania wody użytkowej wg DIN 4708, Część 2. Uwzględniając wyposażenie sanitarne poszczególnych mieszkań lub modułów mieszkaniowych, liczbę mieszkańców/użytkowników oraz współczynników równoczesności poboru wyznacza się wskaźnik zapotrzebowania N. Ten wskaźnik wraz z mocą kotła grzewczego i ze wskaźnikiem wydajności (wskaźnik N_L) podgrzewacza zasobnikowego wpływają na projekt procesu podgrzewania wody użytkowej.

Tej metody, obowiązującej w planowaniu i wymiarowaniu kotłów grzewczych, z reguły jednak nie można stosować w odniesieniu do systemów z pompami ciepła, jako że rzadko dysponuje się wskaźnikami N_L dla podgrzewacza zasobnikowego przy temperaturach zasilania uzyskiwanych z pomp ciepła.

Dlatego bardziej sensowne jest opracowanie projektu na podstawie potrzebnych w instalacji ilości ciepła. Należy przy tym uwzględnić kilka wzajemnie zależnych czynników:

- dzienne zapotrzebowanie
- szczytowe zapotrzebowanie
- spodziewane straty
- pozostająca do dyspozycji moc grzewcza do dogrzania pogrzewacza zasobnikowego ciepłej wody użytkowej

Wymaganą mocą ciepłej wody użytkowej w danym okresie odniesienia musi się dysponować w postaci zmagazynowanej tejże wody użytkowej lub w postaci mocy grzewczej na jej przygotowanie.

W procesie projektowania musi się najpierw wyznaczyć maksymalne dzienne zapotrzebowanie na ciepłą wodę oraz charakterystykę jej wykorzystywania. Można przy tym wykorzystać oprócz rzeczywistych parametrów zużycia również przeciętne charakterystyki poboru. Te ostatnie przykładowo przedstawiono w normie PN EN 15450, w załączniku E, dla trzech grup użytkowników i można je indywidualnie rozszerzyć.

Z charakterystyki obciążenia określa się okres największego zapotrzebowania na moc, a z tego zapotrzebowania wynika następnie wielkość podgrzewacza zasobnikowego.

Wskazówka

W przybliżeniu można założyć wielkość średniego dziennego zapotrzebowania na energię ciepłej wody ok. 1.45 kWh na jedną osobę. Przy temperaturze przechowywania ciepłej wody 60°C odpowiada to 25 l wody na jedną osobę.

4. Wyznaczanie zapotrzebowania

W załączniku E normy PN EN 15450 podano założenia co objętości pobieranej ciepłej wody w zależności od sposobu jej pobierania.

Sposób pobierania	Energia	Objętość	Żądana wartość $\Delta\vartheta$ K	Czas poboru przy zadanym masowym natężeniu przepływu w minutach			
	kWh	l	K	przy 3.5 l/min	przy 5.5 l/min	przy 7.5 l/min	przy 9 l/min
„Mało”	0.105	3	30	0.9	0.5	0.4	0.3
Podłoga	0.105	3	30	0.9	0.5	0.4	0.3
Czyszczenie	0.105	2	45	0.6	0.4	0.3	0.2
Zmywanie naczyń, małe	0.315	6	45	1.7	1.1	0.8	0.7
Zmywanie naczyń, średnie	0.420	8	45	2.3	1.5	1.1	0.9
Zmywanie naczyń, duże	0.735	14	45	4.0	2.5	1.9	1.6
„Dużo“	0.525	15	30	4.3	2.7	2.0	1.7
Prysznic	1.400	40	30	11.4	7.3	5.3	4.4
Kąpiel	3.605	103	30	29.4	18.7	13.7	11.4

Tabela1: Założenia co objętości pobieranej ciepłej wody wg PN EN 15450

W załączniku E normy PN EN 15450 podano przeciętne charakterystyki poboru dla trzech grup użytkowników. Sformułowano dane co czasu i ilości energii poboru ciepłej wody użytkowej, które są pomocne przy projektowaniu procesu podgrzewania wody użytkowej z wykorzystaniem pompy ciepła.

Nr	Pora dnia	Energia procesu pobierania	Okres odniesienia dla systemów z częściowym magazynowaniem energii		Rodzaj poboru	Żądana wartość $\Delta\vartheta$ *(do uzyskania podczas poboru)*	Minimalna wartość $\Delta\vartheta$ do rozpoczęcia zliczania zużycia energii
	hh:mm	*kWh*				*K*	*°C*
1	07:00	0.105			mały		25
2	07:30	0.105			mały		25
3	08:30	0.105			mały		25
4	09:30	0.105			mały		25
5	11:30	0.105	☑		mały		25
6	11:45	0.105	☑		mały		25
7	12:45	0.315	☑		zmywanie naczyń	50	0
8	18:00	0.105	☑		mały		25
9	18:15	0.105	☑		czyszczenie		45
10	20:30	0.420	☑	☑	zmywanie naczyń	50	0
11	21:30	0.525	☑	☑	średni		45
Q_{DP} [kWh]		**2.1**	**1.78**	**0.945**	→		**36 litrów przy 60°C**
t_{DP} [hh:mm]		**14:30**	**9:00**	**1:00**			

Tabela2: Przeciętna charakterystyka poboru ciepłej wody przez jedną osobę (36 litrów przy 60°C) wg PN EN 15450

Nr	Pora dnia	Energia procesu pobierania	Okres odniesienia dla systemów z częściowym magazynowaniem energii		Rodzaj poboru	Żądana wartość $\Delta\vartheta$ *(do uzyskania podczas poboru)*	Minimalna wartość $\Delta\vartheta$ do rozpoczęcia zliczania zużycia energii
	hh:mm	*kWh*				*K*	*°C*
1	07:00	0.105		☑	mały		25
2	07:15	1.400	☑	☑	prysznic		40
3	07:30	0.105	☑	☑	mały		25
4	08:01	0.105	☑		mały		25
5	08:15	3.605	☑		mały		25
6	08:30	0.105	☑		mały		25
7	08:45	0.105	☑		mały		25
8	09:00	0.105	☑		mały		25
9	09:30	0.105	☑		mały		25
10	10:30	0.105	☑		podłoga	30	10
11	11:30	0.105	☑		mały		25
12	11:45	0.105	☑		mały		25
13	12:45	0.105	☑		zmywanie naczyń	45	10
14	14:30	0.315	☑		mały		25
15	15:30	0.105	☑		mały		25
16	16:30	0.105	☑		mały		25
17	18:00	0.105	☑		mały		25
18	18:15	0.105	☑		czyszczenie		40
19	18:30	0.105	☑		czyszczenie		40
20	19:00	0.105	☑		mały		25
21	20:30	0.105	☑	☑	zmywanie naczyń	45	10
22	21:15	0.735	☑	☑	mały		25
23	21:30	3.605	☑	☑	prysznic		40
Q_{DP} [kWh]		**5,845**	**5,740**	**2,24**	→		**100.2 litrów przy 60°C**
t_{DP} [hh:mm]		**14:30**	**14:15**	**1:00**			

Tabela3: Przeciętna charakterystyka poboru ciepłej wody przez jedną rodzinę (bez kąpieli, 100 litrów przy 60°C) wg PN EN 15450

Nr	Pora dnia	Energia procesu pobierania	Okres odniesienia dla systemów z częściowym magazynowaniem energii		Rodzaj poboru	Żądana wartość $\Delta\vartheta$ *(do uzyskania podczas poboru)*	Minimalna wartość $\Delta\vartheta$ do rozpoczęcia zliczania zużycia energii
	hh:mm	*kWh*				*K*	*°C*
1	07:00	0.105			mały		25
2	07:05	1.400	☑		prysznic		40
3	07:30	0.105	☑		mały		25
4	07:45	0.105	☑	☑	mały		25
5	08:05	3.605	☑	☑	kąpiel	30	10
6	08:25	0.105	☑	☑	mały		25
7	08:30	0.105	☑	☑	mały		25
8	08:45	0.105	☑	☑	mały		25
9	09:00	0.105	☑		mały		25
10	09:30	0.105	☑		mały		25
11	10:30	0.105	☑		podłoga	30	10
12	11:30	0.105	☑		mały		25
13	11:45	0.105	☑		mały		25
14	12:45	0.315	☑		zmywanie naczyń	45	10
15	14:30	0.105	☑		mały		25
16	15:30	0.105	☑		mały		25
17	16:30	0.105	☑		mały		25
18	18:00	0.105	☑		mały		25
19	18:15	0.105	☑		czysty		40
20	18:30	0.105	☑		czysty		40
21	19:00	0.105	☑		mały		25
22	20:30	0.735	☑	☑	zmywanie naczyń	45	10
23	21:00	3.605	☑	☑	kąpiel	30	10
24	21:30	0.105		☑	mały		25
Q_{DP} [kWh]		**11.655**	**11.445**	**4.445**			**199.8 litrów przy 60°C**
t_{DP} [hh:mm]		**14:30**	**13:55**	**1:00**			

Tabela4: Przeciętna charakterystyka poboru ciepłej wody przez jedną rodzinę (z kąpielą, 200 litrów przy 60°C) wg PN EN 15450

Przykład: dom wielorodzinny

6 mieszkań po 3 osoby.

Do zaprojektowania procesu podgrzewania wody użytkowej odczytuje się z tabeli okres odniesienia z największym zapotrzebowaniem na energię.

9:00	0.105	☑		mały
20:30	0.735	☑	☑	zmywanie naczyń
21:00	3.605	☑	☑	kąpiel
21:30	0.105		☑	mały
Q_{DP} [kWh]	**11.655**	**11.445**	**4.445**	
t_{DP}[hh:mm]	**14:30**	**13:55**	**1.00**	

Projekt wg okresu odniesienia

Okresem odniesienia z największym zapotrzebowaniem na energię jest przedział czasu od 20:30 do 21:30. Wtedy na jedno mieszkanie konieczne jest 4.445 kWh energii do przygotowywania ciepłej wody. Dysponując tymi danymi można zrealizować poszczególne etapy procesu projektowania.

Całkowite zapotrzebowanie na energię w okresie odniesienia wyznacza się następująco:

Q_{DPB} = $N_{NE} \cdot Q_{DPB\ NNE}$

Q_{DPB} zapotrzebowanie na energię w danym okresie odniesienia, w kWh

$Q_{DPB\ NNE}$ zapotrzebowanie na energię jednego mieszkania w danym okresie odniesienia, w kWh

N_{NE} liczba mieszkań o takiej samej charakterystyce

Przykład

Dla przykładowej instalacji oznacza to:

$Q_{DPB\ NNE}$ = 4,445 kWh

N_{NE} = 6

Q_{DPB} = 6 · 4,445 kWh

Całkowite zapotrzebowanie na energię w danym okresie odniesienia wynosi 26.67 kWh.

Z całkowitego zapotrzebowania na energię w danym okresie odniesienia można obliczyć wymaganą ilość ciepłej wody użytkowej.

$$V_{DP} = \frac{Q_{DPB}}{c_W \cdot (t_{soll} - t_{cw})} \text{ kg/litr}$$

V_{DP} wymagana ilość ciepłej wody użytkowej w danym okresie odniesienia, w litrach

Q_{DPB} zapotrzebowanie na energię w danym okresie odniesienia, w kWh

c_W ciepło właściwe (= 1.163 Wh/kg K dla wody)

t_{soll} zadana temperatura ciepłej wody w podgrzewaczu zasobnikowym

t_{cw} temperatura dopływającej zimnej wody

Przykład

Dla przykładowej instalacji oznacza to:

Q_{DPB} = 26.67 kWh

C_W = 0.001163 kWh/kg · K

t_{soll} = 60°C

t_{cw} = 10°C

$$V_{DP} = \frac{26.67\,\text{kWh} \cdot 1\,\frac{\text{kg}}{\text{litr}}}{0{,}001163\,\text{kWh/kg} \cdot \text{K} \cdot (60 - 10)\text{K}}$$

Wymagana ilość ciepłej wody użytkowej w danym okresie odniesienia wynosi 459 litrów.

Przy doborze podgrzewacza zasobnikowego należy uwzględnić następujące straty:

- strata ciepła z powodu oddawania ciepła przez powierzchnię zasobnika (straty postojowe)
- strata z powodu mieszania dopływającej wody zimnej

Straty postojowe ciepła podgrzewacza podaje się w arkuszach danych producenta.
Pojemność podgrzewacza można zwiększyć o 15–20% celem skompensowania jej straty spowodowanej mieszaniem.

$V_{Sp\text{-}min}$ = VDP · 1.15

$V_{Sp\text{-}min}$ minimalna pojemność podgrzewacza zasobnikowego w litrach

V_{DP} wymagana ilość ciepłej wody użytkowej w danym okresie odniesienia, w litrach

1.15 15 % strat z powodu mieszania

Przykład

Dla przykładowej instalacji oznacza to:

V_{DP} = 459 l

15 % strata mieszania

$V_{Sp\text{-}min}$ = 459 l · 1.15

Wymagana minimalna pojemność podgrzewacza zasobnikowego wynosi 528 litrów.

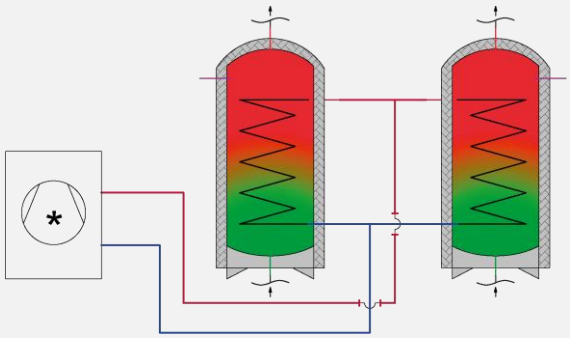
W tej sytuacji dysponuje się 2 wariantami rozwiązania problemu doboru podgrzewacza zasobnikowego:

Wariant 1:

Podgrzewacz zasobnikowy z wewnętrznym wymiennikiem ciepła

W tym przypadku dobiera się dwa podgrzewacze zasobnikowe ciepłej wody użytkowej o pojemności po 390 litrów. Zgodnie z arkuszem danych straty energii na jeden podgrzewacz wynoszą 2.78 kWh/24 h. Straty przypadające na jeden podgrzewacz zasobnikowy w całym okresie odniesienia uwzględniono wystarczająco w zwiększonej pojemności obydwóch podgrzewaczy.

Podgrzewacze zasobnikowe wody użytkowej oferują możliwość uzyskania za pomocą grzałki elektrycznej temperatury na wypływie 60°C w swojej górnej jednej trzeciej objętości.

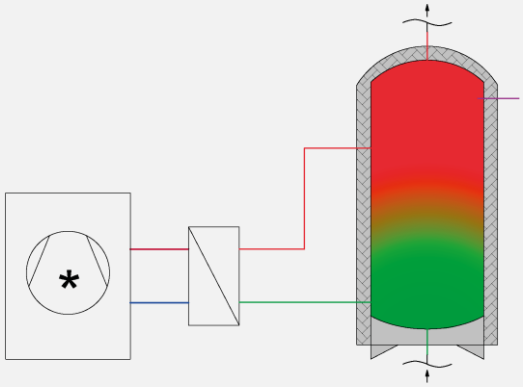


2 podgrzewacze zasobnikowe podłączone równolegle

Wariant 2:

Podgrzewacz zasobnikowy z zewnętrznym wymiennikiem ciepła

W tym przypadku dobiera się 750 litrowy podgrzewacz zasobnikowy. Zgodnie z arkuszem danych jego strata energii wynosi 3.2 kWh/24 h. Również w tym przypadku musi się zapewnić temperaturę na wypływie 60°C. W zależności od typu pompy ciepła musi się to zrealizować poprzez dogrzewanie pogrzewacza przez drugie urządzenie grzewcze lub bezpośrednio elektrycznie.



Ładujący podgrzewacz zasobnikowy z zewnętrznym wymiennikiem ciepła

W kolejnym etapie procesu projektowania musi się wyznaczyć moc grzewczą pompy ciepła potrzebną do podgrzania ciepłej wody użytkowej. Ten parametr stanowi wymaganą moc grzewczą pompy ciepła na podgrzanie ciepłej wody użytkowej i zależy od będącego do dyspozycji czasu między danymi okresami odniesienia.

$$Q_{WP} = \frac{V_{Sp} \cdot c_W \cdot (t_{soll} - t_{cw})}{T_{aufh}} \cdot \text{kg/litr}$$

Q_{WP} wymagana moc grzewcza pompy ciepła na podgrzanie ciepłej wody użytkowej w kW

V_{Sp} pojemność podgrzewacza zasobnikowego (całkowita) w litrach

c_w ciepło właściwe (= 1.163 Wh/kg K dla wody)

t_{soll} zadana temperatura ciepłej wody w podgrzewaczu zasobnikowym

t_{cw} temperatura dopływającej zimnej wody

T_{aufh} czas między okresami odniesienia w h

Przykład

Dla przykładowej instalacji przyjmuje się następujące założenia co do czasu między dwoma okresami odniesienia:

08:30	0.105	☑	☑	mały
08:45	0.105	☑	☑	mały
09:00	0.105	☑		mały
09:30	0.105	☑		mały
10:30	0.105	☑		podłoga
11:30	0.105	☑		mały
11:45	0.105	☑		mały
12:45	0.315	☑		zmywanie naczyń
14:30	0.105	☑		mały
15:30	0.105	☑		mały
16:30	0.105	☑		mały
18:00	0.105	☑		mały
18:15	0.105	☑		mały
18:30	0.105	☑		mały
19:00	0.105	☑		mały
20:30	0.735	☑	☑	zmywanie naczyń
21:00	3.605	☑	☑	kąpiel
21:30	0.105		☑	mały

11.5 godziny między dwoma okresami odniesienia

Stąd wynikają następujące obliczenia dla 1 wariantu doboru podgrzewacza zasobnikowego:

V_{Sp} = 2 · 390 litrów

c_w = 0.001163 kWh/kg K

t_{soll} = 60 °C

t_{cw} = 10 °C

T_{aufh} = 11.5 h

Q_{WP} =

$$\frac{2 \cdot 390\,\text{litrów} \cdot 1\frac{\text{kg}}{\text{litr}} \cdot 0{,}001163\frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \cdot \text{K} \cdot (60-10)\text{K}}{11{,}5\text{h}}$$

Wymagana moc grzewcza na podgrzanie ciepłej wody użytkowej wynosi 3.94 kW.

Jeśli przedział czasu między dwoma okresami odniesienia jest bardzo krótki, tzn. konieczna moc pompy ciepła do przygotowania ciepłej wody bardzo duża, to można rozważyć dwa rozwiązania alternatywne: albo zwiększyć wielkość podgrzewacza zasobnikowego o wartość obowiązującą dla drugiego okresu odniesienia albo dołączyć drugie urządzenie grzewcze do przygotowywania ciepłej wody.

Drugie rozwiązanie może być lepsze z punktu widzenia kosztów, gdyż nakłady inwestycyjne na wyposażenie pierwotnego źródła ciepła dla pompy ciepła są mniejsze. Jest to stosunkowo częste rozwiązanie w przypadku dużych domów wielorodzinnych.

W przypadku projektowania wg okresów odniesienia zaleca się na zakończenie kontrolę zasadności obliczeń. Moc grzewcza wyznaczona dla danego czasu nagrzewania musi być większa od obliczeniowo koniecznej mocy przy stałym poborze przez cały dzień.

Q_{WP} > $Q_{DPT} \cdot N_{NE}$

Q_{WP} wymagana moc grzewcza pompy ciepła na podgrzanie ciepłej wody użytkowej w kW

N_{NE} liczba mieszkań o takiej samej charakterystyce

Q_{DPT} zapotrzebowanie na moc przy dziennym zużyciu, w kW

Przykład

Dla przykładowej instalacji oznacza to:

10	09:30	0.105	☑		mały
11	10:30	0.105	☑		podłoga
12	11:30	0.105	☑		mały
13	11:45	0.105	☑		mały
14	12:45	0.315	☑		zmywanie naczyń
15	14:30	0.105	☑		mały
16	15:30	0.105	☑		mały
17	16:30	0.105	☑		mały
18	18:00	0.105	☑		mały
19	18:15	0.105	☑		mały
20	18:30	0.105	☑		mały
21	19:00	0.105	☑		mały
22	20:30	0.735	☑	☑	zmywanie naczyń
23	21:00	3.605	☑	☑	kąpiel
24	21:30	0.105		☑	mały
Q_{DP} [kWh]		**11.655**	**11.445**	**4.445**	
t_{DP}[hh:mm]		**14:30**	**13:55**	**1.00**	

Stały pobór przez cały dzień

Q_{WP} = 3.94 kW

N_{NE} = 6

Q_{DPT} = 11.445 kWh / 24 h

$$3.94\text{ kW} > 6 \cdot \frac{11{,}445\,\text{kWh}}{24\,\text{h}}$$

3.94 kW > 2.86 kW

Zestawienie poszczególnych etapów przy wyznaczaniu zapotrzebowania

1. Wyznaczyć charakterystykę obciążenia (poboru c.w.u.)
2. Wyznaczyć zapotrzebowanie na ciepło w najdłuższym okresie
3. Obliczyć teoretyczną pojemność podgrzewacza zasobnikowego do zabezpieczenia najdłuższego okresu
4. Wyznaczyć rzeczywistą pojemność podgrzewacza zasobnikowego z uwzględnieniem współczynników jej zwiększenia, wynikającego ze strat na promieniowanie i mieszanie wody
5. Wyznaczyć wymaganą moc grzewczą pompy ciepła
6. Kontrola zasadności obliczeń z uwzględnieniem dziennego zapotrzebowania
7. Uwzględnić moc grzewczą na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Uproszczona metoda

W odniesieniu do domów jedno- i wielorodzinnych ze standardowym wyposażeniem sanitarnym można wyznaczyć wymaganą wielkość podgrzewacza zasobnikowego oraz potrzebną moc grzewczą z wykorzystaniem uproszczonej metody:

Zwykle na jedną osobę przyjmuje się dzienne zapotrzebowanie 25 litrów (60°C). Do liczby ok. 10 osób wartość tę podwaja się przy doborze podgrzewacza zasobnikowego. W ten sposób otrzymuje się wymaganą minimalną pojemność podgrzewacza. Tę minimalną pojemność przelicza się z uwzględnieniem faktycznej zadanej temperatury ciepłej wody w podgrzewaczu zasobnikowym.

$V_{Sp} = V_{tsoll}$

$$V_{tsoll} = V_{DP60} \cdot \frac{(60 - t_{CW})}{(t_{soll} - t_{CW})}$$

V_{Sp} pojemność podgrzewacza zasobnikowego (całkowita) w litrach

V_{tsoll} pojemność ciepłej wody użytkowej przy t_{soll} w litrach

V_{DP60} pojemność ciepłej wody użytkowej przy 60°C w litrach

t_{soll} zadana temperatura ciepłej wody w podgrzewaczu zasobnikowym

t_{cw} temperatura dopływającej zimnej wody

Przykład

Dom jednorodzinny z 4 osobami:
4 osoby · 25 l · 2 = 200 litrów (60°C)

V_{DP60} = 200 l
t_{soll} = 50 °C
t_{cw} = 10 °C

$$V_{tsoll} = 200 \text{ litrów} \cdot \frac{(60 - 10)K}{(50 - 10)K}$$

Przy faktycznej zadanej temperaturze ciepłej wody 50°C otrzymuje się pojemność podgrzewacza zasobnikowego wynoszącą 250 litrów.

Ogólne podstawy obliczeń w zakresie podgrzewania ciepłej wody użytkowej

	Wzór	Przykład
Wymagana ilość ciepła Q w Wh	$Q = m \cdot c \cdot \Delta\vartheta$ $Q = m \cdot c \cdot (\vartheta_2 - (\vartheta_1)$	Jaka potrzebna jest ilość ciepła, aby podgrzać 100 kg wody od 10 °C do 55 °C? $Q = \frac{100kg \cdot 1{,}163Wh \cdot (55-10)K}{kg \cdot K}$ Q = 5 234 Wh czyli 5,23 kWh
Wymagane zapotrzebowanie na energię W (pracę) w Wh	$W = \frac{m \cdot c \cdot \Delta\vartheta}{\eta}$ $W = \frac{m \cdot c \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)}{\eta}$	Jaka potrzebna jest ilość energii, aby podgrzać 100 kg wody od 10 °C do 55 °C? $W = \frac{100kg \cdot 1{,}163Wh \cdot (55-10)K}{0{,}98 \cdot kg \cdot K}$ W = 5 340 Wh czyli 5,34 kWh
Wymagana moc P w W	$P = \frac{m \cdot c \cdot \Delta\vartheta}{t \cdot \eta}$ $P = \frac{m \cdot c \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)}{t \cdot \eta}$	Jaka potrzebna jest moc cieplna, aby podgrzać 100 kg wody od 10 °C do 55 °C w ciągu 8 h? $P = \frac{100kg \cdot 1{,}163Wh \cdot (55-10)K}{8h \cdot 0{,}98 \cdot kg \cdot K}$ P = 668 W czyli 0,668 kW
Czas podgrzewania t w h	$t = \frac{m \cdot c \cdot \Delta\vartheta}{P \cdot \eta}$ $t = \frac{m \cdot c \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)}{P \cdot \eta}$	Jak długo trwa podgrzewanie 100 kg wody od 10°C do 55°C przy mocy 2000 W? $t = \frac{100kg \cdot 1{,}163Wh \cdot (55-10)K}{2000W \cdot 0{,}98 \cdot kg \cdot K}$ t = 2.7 h
Temperatura zmieszanej wody w °C	$\vartheta_M = \frac{m_1 \cdot \vartheta_1 + m_2 \cdot \vartheta_2}{m_1 + m_2}$	Jaka jest temperatura zmieszanej wody po zmieszaniu 100 kg wody o temperaturze 55°C i 40 kg wody o temperaturze 10°C? $\vartheta_M = \frac{100kg \cdot 55°C + 40kg \cdot 10°C}{100kg + 40kg}$ ϑ_M = 42 °C
Ilość zmieszanej wody w kg	$m_M = \frac{m_2 \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)}{(\vartheta_M - \vartheta_1)}$	Ile zmieszanej wody o temperaturze 40°C otrzymuje się po zmieszaniu zimnej wody o temperaturze 10°C ze 100 kg ciepłej wody o temperaturze 55°C? $m_M = \frac{100kg \cdot (55°C - 10°C)}{40°C - 10°C}$ m_M = 150 kg
Znaczenie symboli		
Q = ilość ciepła w Wh P = moc w W W = zapotrzebowanie na energię w Wh t = czas podgrzewania w h η = współczynnik sprawności m = ilość wody w kg (1 kg to ok. 1 litr)	c = ciepło właściwe w $\frac{Wh}{kg \cdot K}$ woda: c = 1,163 $\frac{Wh}{kg \cdot K}$ = 4,1868 $\frac{Wh}{kJ \cdot K}$	$\Delta\vartheta$ = różnica temperatur w K ($\vartheta_2 - \vartheta_1$) ϑ_1 = temperatura zimnej wody w °C ϑ_2 = temperatura ciepłej wody w °C ϑ_M = temperatura zmieszanej wody w °C m_1 = ilość zimnej wody w kg m_2 = ilość ciepłej wody w kg m_M = ilość zmieszanej wody w kg

5. Przegląd ważnych norm i dyrektyw

TrinkwV	Rozporządzenie w sprawie jakości wody do użytku człowieka
DIN 2000	Centralne zaopatrzenie w wodę użytkową – zasady co do wymagań w odniesieniu do ciepłej wody, projektowania, budowy, eksploatacji i konserwacji instalacji zasilających – techniczne uregulowania w DVGW
DIN 1988	Techniczne uregulowania w zakresie instalacji wody użytkowej (TRWI)
DIN 4708	Centralne instalacje podgrzewania wody dla domów mieszkalnych
DIN 4753	Podgrzewacze wody i instalacje do podgrzewania wody użytkowej i roboczej; wymienniki ciepła z medium pośredniczącym
VDI 6023	Higiena przy projektowaniu, wykonaniu i eksploatacji instalacji domowych
DVGW W 551	Techniczne przedsięwzięcia celem zmniejszenia rozwoju legionelli
DVGW W 553	Wymiarowanie systemów cyrkulacji w centralnych instalacjach podgrzewania wody użytkowej
DVGW-VP 670	Wymagania i badania podgrzewaczy wody użytkowej
DVGW W 291	Czyszczenie i dezynfekcja instalacji rozdziału wody
DVGW W 293	Instalacje UV do dezynfekcji wody użytkowej
DVGW W 294	Instalacje UV do dezynfekcji instalacji zaopatrzenia w wodę pitną
EN 806 Część 1 i 2	Uregulowania techniczne w zakresie instalacji wody użytkowej wewnątrz budynków
PN EN 12502 1-5	Ochrona przed korozją materiałów metalowych
PN EN 1717	Ochrona wody użytkowej przed zanieczyszczeniami w jej instalacjach i ogólne wymagania w odniesieniu do urządzeń zabezpieczających, chroniących wodę pitną przed zanieczyszczeniami z powodu przepływu zwrotnego
PN EN 15450	Instalacje grzewcze w budynkach – projektowanie instalacji grzewczych z pompami ciepła

Nie pretenduje się do kompletności

6. Spis rysunków i tabel

Strona 4	Rys.3.1:	Pompa ciepła do podgrzewania ciepłej wody z obiegiem powietrza
Strona 5	Rys.3.2:	Pompa ciepła do podgrzewania ciepłej wody, wykorzystująca powietrze wywiewane
	Rys.3.3:	Pompa ciepła do podgrzewania ciepłej wody, wykorzystująca własną energię elektryczną z ogniw PV
Strona 6	Rys.3.4.1:	„Wysokotemperaturowa” pompa ciepła ze stojącym obok podgrzewaczem zasobnikowym ciepłej wody użytkowej
	Rys.3.4.2:	„Wysokotemperaturowa” pompa ciepła z systemem ładowania podgrzewacza zasobnikowego
Strona 7	Rys.3.5.1:	„Standardowa” pompa ciepła i podgrzewacz zasobnikowy ciepłej wody użytkowej z wbudowaną grzałką elektryczną
	Rys.3.5.2:	„Standardowa” pompa ciepła z wbudowaną grzałką elektryczną i podgrzewacz zasobnikowy ciepłej wody użytkowej
Strona 8	Rys.3.5.3:	„Kompaktowa pompa ciepła” z wbudowanym podgrzewaczem zasobnikowym ciepłej wody użytkowej
	Rys.3.6:	Podgrzewacz zasobnikowy ciepłej wody użytkowej z drugim urządzeniem grzewczym i z zewnętrznym wymiennikiem ciepła
Strona 9	Rys.3.7:	Podgrzewacz zasobnikowy ciepłej wody użytkowej z zewnętrznym kotłem grzewczym
	Rys.3.8.1:	Biwalentny podgrzewacz zasobnikowy ciepłej wody z wbudowaną grzałką elektryczną i z instalacją solarną
Strona 10	Rys.3.8.2:	Biwalentny podgrzewacz zasobnikowy ciepłej wody z instalacją solarną i z wbudowaną grzałką elektryczną w pompie ciepła
	Rys.3.9:	Biwalentny podgrzewacz zasobnikowy ciepłej wody użytkowej z drugim urządzeniem grzewczym
Strona 11	Rys.3.10:	System ładowania podgrzewacza zasobnikowego w wymiennikiem ciepła i z instalacją solarną
Strona 12	Rys.3.11:	System biwalentny z podgrzewaniem wstępnym
Strona 13	Rys.3.12:	Stacja świeżej wody
	Rys.3.13:	Stacje mieszkaniowe
Strona 14	Rys.3.14:	System „zbiornik–w–zbiorniku”
	Rys.3.15:	Bufor z wbudowanym przepływowym podgrzewaczem wody
Strona 16	Tabela 1:	Założenia co objętości pobieranej ciepłej wody wg PN-EN 15450
Strona 16	Tabela 2:	Przeciętna charakterystyka poboru przez jedną osobę (36 litrów przy 60°C) wg PN-EN 15450
Strona 17	Tabela 3:	Przeciętna charakterystyka poboru przez jedną rodzinę (bez kąpieli, 100 litrów przy 60°C) wg DIN EN 15450
Strona 18	Tabela 4:	Przeciętna charakterystyka poboru przez jedną rodzinę (z kąpielą, 200 litrów przy 60°C) wg DIN EN 15450

7. Wykaz terminów i pojęć

Buforowy wody grzewczej	Ciśnieniowy zasobnik do magazynowania ciepłej wody grzewczej, podłączony hydraulicznie do systemu grzewczego. Istnieje również możliwość zintegrowania z nim podgrzewacza zasobnikowego wody użytkowej (➔ Bufor typu „kombi”)
Charakterystyka obciążenia	Przebieg zapotrzebowania na moc do podgrzewania wody użytkowej
Charakterystyka poboru	Dzienny przebieg zapotrzebowania na energię do realizacji procesów pobierania ciepłej wody
Jednorazowy pobór	Ilość ciepłej wody, którą może dostarczyć podgrzewacz zasobnikowy
Bufor wody grzewczej typu „Kombi”	➔ Buforowy wody grzewczej z wbudowanym podgrzewaczem wody użytkowej w postaci usytuowanego wewnątrz podgrzewacza zasobnikowego do podgrzewania wody użytkowej (➔System „zbiornik–w–zbiorniku”) lub ➔ podgrzewacza przepływowego
Kompaktowa pompa ciepła	Pompa ciepła z wbudowanym w jednej obudowie podgrzewaczem zasobnikowym ciepłej wody
Płytowy wymiennik ciepła	Wymiennik ciepła zbudowany z płytek metalowych, najczęściej odpowiednio ukształtowanych, które są usytuowane w taki sposób, że w następujących po sobie kolejnych przestrzeniach przepływa na zmianę medium przekazujące ciepło oraz medium nagrzewane
Podgrzewacz zasobnikowy ciepłej wody użytkowej	W systemach z pompami ciepła: ciśnieniowy zbiornik do gromadzenia zapasu ciepłej wody użytkowej, podłączony do systemu hydraulicznego
Powietrze nawiewane	Strumień powietrza doprowadzanego do pomieszczenia
Powietrze wyrzutowe	Strumień powietrza odprowadzanego z budynku lub z mieszkania
Powietrze wywiewane	Strumień powietrza odprowadzanego z pomieszczenia
Przepływowy podgrzewacz wody	Pewna odmiana ➔ bufora typu „kombi” podgrzewacza zasobnikowego, będącego buforem z usytuowanym wewnątrz rurowym wymiennikiem ciepła do podgrzewania wody użytkowej wg zasady przepływu, często z możliwością przyłączenia do systemu instalacji solarnej poprzez kolejny wbudowany wymiennik ciepła
System „zbiornik–w–zbiorniku”	System zbiorników składający z ➔ bufora wody grzewczej z usytuowanym wewnątrz zbiornikiem na ciepłą wodę użytkową. Opcjonalnie można przyłączyć do systemu instalację solarną poprzez kolejny wbudowany wymiennik ciepła. Odmiana ➔ Bufor typu „kombi”
System hybrydowy	System grzewczy lub system do podgrzewania wody użytkowej dysponujący dwoma lub więcej możliwościami wytwarzania ciepła. Najczęściej jest to kombinacja pompy ciepła i gazowego lub olejowego kotła grzewczego
System ładowania zasobnika	System, w którym woda użytkowa jest podgrzewana w pogrzewaczu zasobnikowym poprzez ➔ wymiennik ciepła, usytuowany poza podgrzewaczem
Układ zabezpieczenia przed bakteriami Legionella	Układ zabezpieczenia przed legionellami zapewniający, że cała zawartość wody użytkowej w systemie jej przygotowywania i rozprowadzania jeden raz dziennie osiąga temperaturę powyżej 60°C celem niezawodnego zniszczenia (dezynfekcja termiczna) ewentualnie istniejących legionelli (bakterii przenoszących chorobę legionistów)
Wysokotemperaturowa pompa ciepła	Pompa ciepła potrafiąca osiągać wyższe temperatury zasilania od pompy standardowej. Wysokotemperaturowa pompa ciepła nadaje się do ogrzewania starych budynków lub do podgrzewania wody użytkowej powyżej 60°C.

11. Stopka redakcyjna

Prawa autorskie:

Federalne Stowarzyszenie Pomp Ciepła (BWP) e. V.

Federalne Stowarzyszenie Pomp Ciepła (BWP) e. V., z siedzibą w Berlinie, jest stowarzyszeniem branżowym, które obejmuje cały łańcuch problematyki polepszenia jakości. W BWP zorganizowało się ok. 620 instalatorów, projektantów, firm wiertniczych, firm przemysłu grzewczego i dostawców energii, angażujących się w dziedzinie stosowania efektywniejszych pomp ciepła.
Nasi członkowie zatrudniają w dziedzinie pomp ciepła ok. 5 000 współpracowników i uzyskują ponad 1.5 mld Euro obrotów. Obecnie członkami Federalnego Stowarzyszenia Pomp Ciepła (BWP) e. V. jest 95 procent niemieckich producentów pomp ciepła, ok. 30 dostawców energii oraz ok. 400 zakładów rzemieślniczych i projektantów.

www.waermepumpe.de
Charlottenstr. 24
10117 Berlin

Osoba kontaktowa: Gregor Dilger, Tel.: 030/208 799-716,
dilger@waermepumpe.de

Wydawca:

Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła

Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła (PORT PC) jest stowarzyszeniem osób związanych z branżą pomp ciepła. PORT PC powstała w styczniu 2011 r., od 2012 jest członkiem Europejskiego Stowarzyszenia Pomp Ciepła (EHPA) z siedzibą w Brukseli. Jest Krajowym Koordynatorem systemu szkoleń i certyfikacji dla instalatorów pomp ciepła EUCERT oraz wydawcą pierwszej w Polsce serii branżowych wytycznych projektowania, wykonania i odbioru instalacji z pompami ciepła.
Działania merytoryczne koordynuje Rada Programowo-Naukowa PORT PC pod przewodnictwem dr inż. Mariana Rubika, niekwestionowanego autorytetu w dziedzinie pomp ciepła w Polsce. W działaniach PORT PC uczestniczą wybitni polscy specjaliści z polskich i zagranicznych uczelni technicznych oraz instytutów badawczych - m.in. z Akademii Górniczo-Hutniczej, Politechniki Warszawskiej, Politechniki Krakowskiej, Instytutu Fraunhofera ISE w Niemczech.

W 2014 roku PORT PC podpisała porozumienie z największymi branżowymi organizacjami pomp ciepła w Europie (Niemieckie WBP oraz Austriackie WPA) o współpracy m.in. w zakresie rozpowszechniania wiedzy o technologii pomp ciepła. Niniejsza publikacja została wydana dzięki zawartemu porozumieniu z BWP.

www.portpc.pl
Ul. Przybyszewskiego 29/5
30128 Kraków

Osoba kontaktowa: Sebastian Kaletka, Tel.: +48 664 979 972,
biuro@portpc.pl

Materiał powstał we współpracy z firmami:
Buderus
Dimplex
NIBE
Rotex
Stiebel Eltron
Vaillant
Viessmann

Zawartość przewodnika opracowano starannie. Nacisk położono na to, aby przedstawić właściwe i aktualne informacje.
Jednakże jakakolwiek odpowiedzialność za aktualność, prawdziwość i kompletność informacji jest wykluczona.

Redakcja: Alexander Sperr, Tony Krönert (BWP)
Opracowanie graficzne: Tony Krönert (BWP)
Stan: listopad 2013

11. Stopka redakcyjna

Członkowie wspierający PORT PC:

Federalne Stowarzyszenie Pomp Ciepła (BWP) e. V.
Charlottenstraße 24
10117 Berlin
Tel.: 030 208 799 711
Fax: 030 208 799 712
www.waermepumpe.de

© Federalne Stowarzyszenie Pomp Ciepła (BWP) e. V.

Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła
ul. Przybyszewskiego 29/5
30-128 Kraków
Tel.: 048 664 979 972
www.portpc.pl
Stowarzyszenie Pomp Ciepła (BWP) e. V.