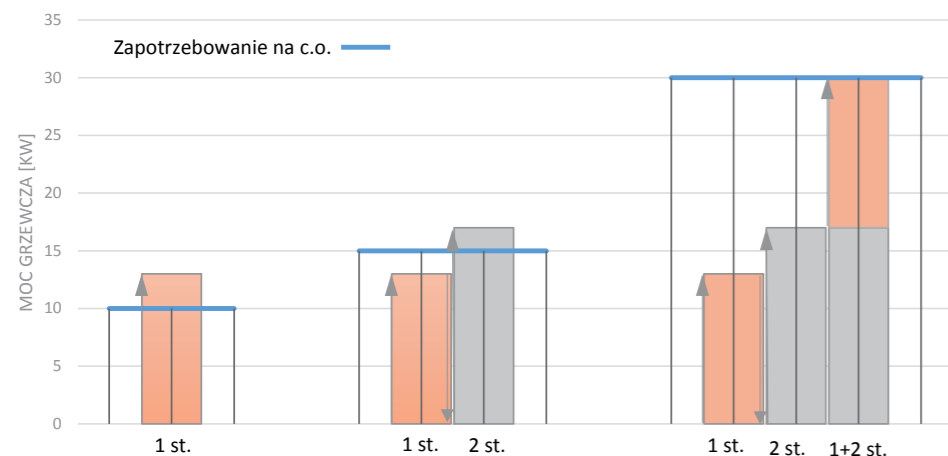


Kaskady pomp ciepła, czyli praca w ciągle udoskonalanym zespole

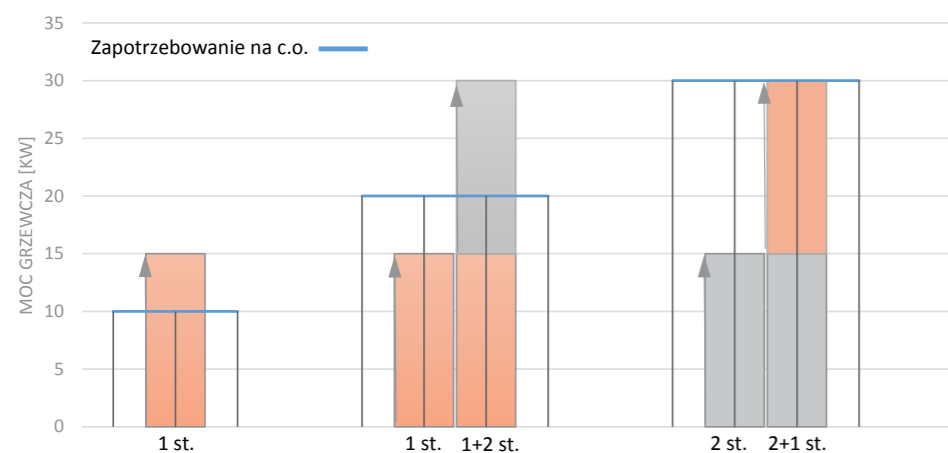
Różne układy, różne sposoby regulacji pracy poszczególnych urządzeń

DAWID PANTERA

Zasada współpracy w kaskadzie pomp ciepła o różnych mocach grzewczych:



Zasada współpracy w kaskadzie pomp ciepła o tej samej mocy grzewczej:



Od prostych kaskad...

Kaskada z wykorzystaniem zewnętrznych sygnałów blokowania lub zapotrzebowania z zewnątrz była stosowana w pierwszych pompach ciepła. Początkowo nie było potrzeby stosowania skompliko-

Pompy ciepła są coraz popularniejszym rozwiązaniem systemu ogrzewania w budynkach, również w przypadku większych wymaganych mocy. Optymalnym rozwiązaniem dla instalacji większej mocy jest połączenie urządzeń w układy kaskadowe lub stosowanie wielostopniowych pomp ciepła.

wanych układów. Rozwiązanie opierało się na kilku pompach ciepła, przy czym każda z nich wyposażona była we własną automatykę. Projektując i budując układ, należało zdecydować, która z nich będzie pompą ciepła wiodącą, a która nadążną.

Pompa ciepła wiodąca realizowała wszystkie zadania i mogła w razie potrzeby skorzystać z dodatkowej mocy grzewczej nadążnych pomp ciepła. Zaletą takiego rozwiązania była prostota wykonania oraz najczęściej brak dodatkowych elementów wyposażenia. Więcej punktów można jednak wymienić po stronie wad. Urządzenie wiodące pracowało zawsze jako pierwsze, a więc pracowało

najdłużej, z kolei ostatnie w kaskadzie, a więc ostatnie nadążne pracowało zwykle kilka godzin w ciągu roku. Urządzenie wiodące nie miało żadnych informacji o temperaturze w dolnych i górnych źródłach ciepła nadążnych pomp ciepła. Nie była możliwa praca równoległa pomp ciepła na różne odbiorniki ciepła.

...przez układy z wzajemną komunikacją regulatorów pomp ciepła...

Naturalną ewolucją była **wzajemna komunikacja regulatorów pomp ciepła**. Taka kaskada usunęła wszystkie niedogodności pierwszego rozwiązania. W dalszym ciągu należy wcześniej zdecydować, która z pomp ciepła jest urządzeniem wiodącym, a które pompy ciepła są nadążne, lecz służy to jedynie określeniu, na którym z regulatorów dokonujemy ustawień schematu hydraulicznego realizowanego przez instalację. Urządzenia „widzą się” wzajemnie, tak więc możliwe jest sterowanie załączaniem i wyłączeniem pomp ciepła z uwzględnieniem zarówno ich czasów pracy, jak też mocy grzewczej. Inny algorytm obowiązywać będzie, gdy do czynienia mamy z kaskadą pomp ciepła o tej samej mocy grzewczej, a inny, gdy kaskada składa się z pomp ciepła o różnej mocy grzewczej.

Kaskada pomp ciepła o tej samej mocy grzewczej Dysponując pompami ciepła o tej samej mocy grzew-



Najpiękniejszy sposób na ogrzewanie...

Zamów i zyskaj **5000 zł netto!**

Szukasz wyjątkowo pięknej, a jednocześnie oszczędnej powietrznej pompy ciepła? Nic prostszego! W trakcie trwania promocji zamów pompę marki **alpha innotec** i zyskaj 5000 zł netto!



Promocja trwa od 1 czerwca do 30 września 2017 r. Więcej szczegółów na naszej stronie www.alpha-innotec.pl

Przedsiębiorstwo
HYDRO-TECH
Konin
wyłączny przedstawiciel w Polsce

Centrala Konin
ul. Zakładowa 4D
62-510 Konin

tel: (63) 245 34 79
fax: (63) 242 37 28
email: hydro@hydro-tech.pl

czej, sensowna jest praca z wyrównaniem czasów pracy każdej z nich. W przypadku wystąpienia zapotrzebowania na ciepło, automatyka wiodącej pompy ciepła łączy w pierwszej kolejności tę z pomp ciepła, która pracowała do tej pompy najmniej. Brak pokrycia zapotrzebowania, czy inaczej mówiąc, brak zdolności pracującej pompy ciepła do pokrycia zapotrzebowania skutkuje dołączeniem kolejnej pompy ciepła z drugim najkrótszym czasem pracy i tak dalej. Stopniowe wygrzewanie instalacji spowoduje

podnoszenie temperatury na powrocie do pracujących pomp ciepła i w konsekwencji wyłączenie ich w odwrotnej kolejności.

Kaskada pomp ciepła o różnej mocy grzewczej

Różne moce grzewcze pozwalają na urozmaicenie wzajemnej pracy pomp ciepła. Wystąpienie zapotrzebowania na ciepło spowoduje załączenie w pierwszej kolejności pompy ciepła o najmniejszej mocy grzewczej, a dopiero później urządzenia o większej

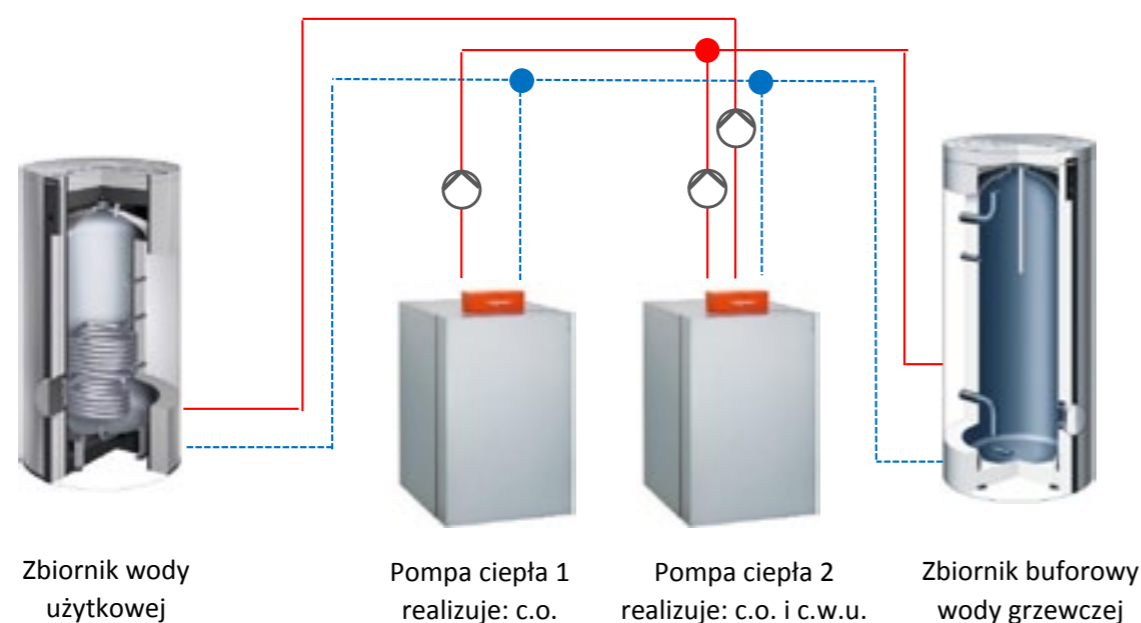
mocy. Na uwagę zasługuje fakt, iż kaskad złożona z dwóch pomp ciepła o różnej mocy może pracować 3-stopniowo:

1. stopień – praca tylko pompy ciepła o mniejszej mocy grzewczej,

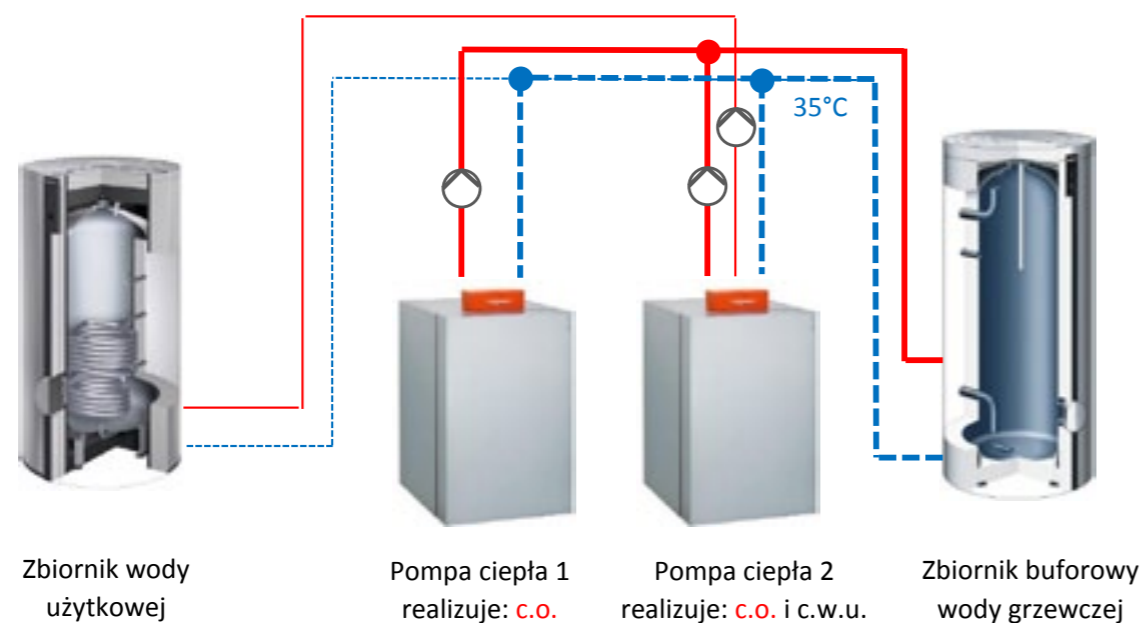
2. stopień – praca tylko pompy ciepła o większej mocy grzewczej,

3. stopień – praca obu pomp ciepła. W takim rozwiązaniu pompa ciepła o najmniejszej mocy ma zazwyczaj najdłuższe czasy pracy, ale nie są to duże różnice.

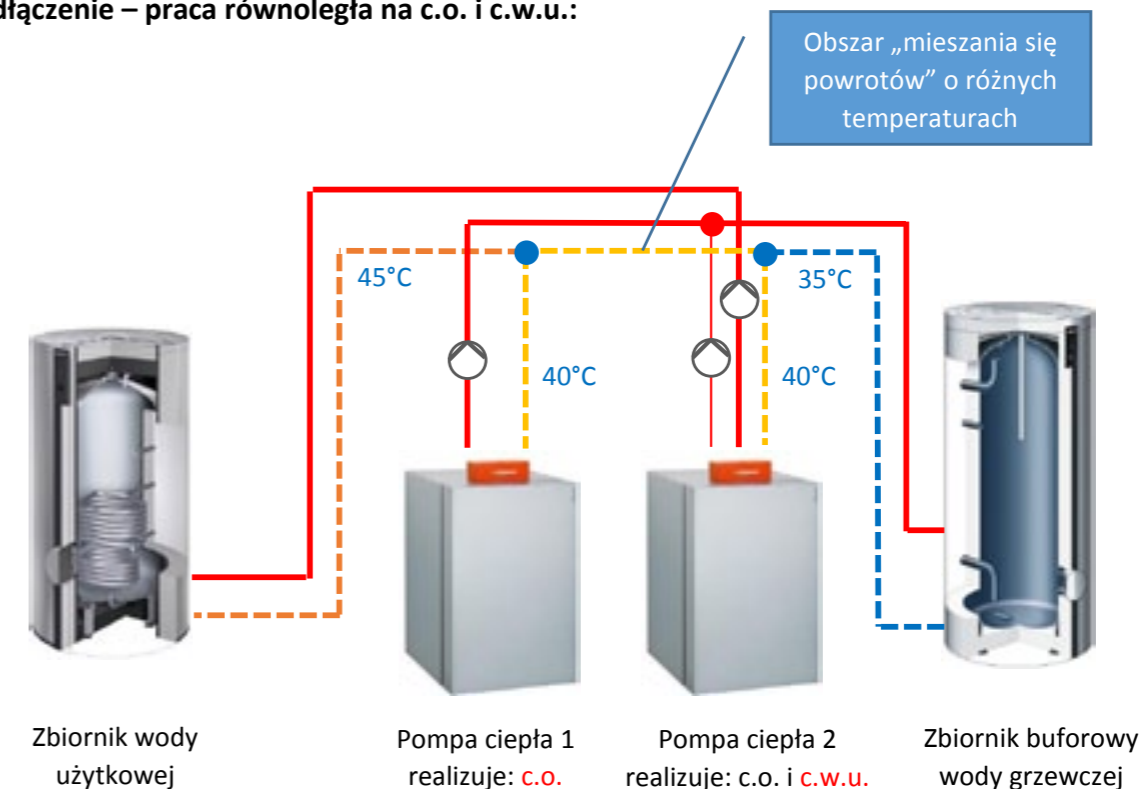
Przykład błędnego podłączenia:



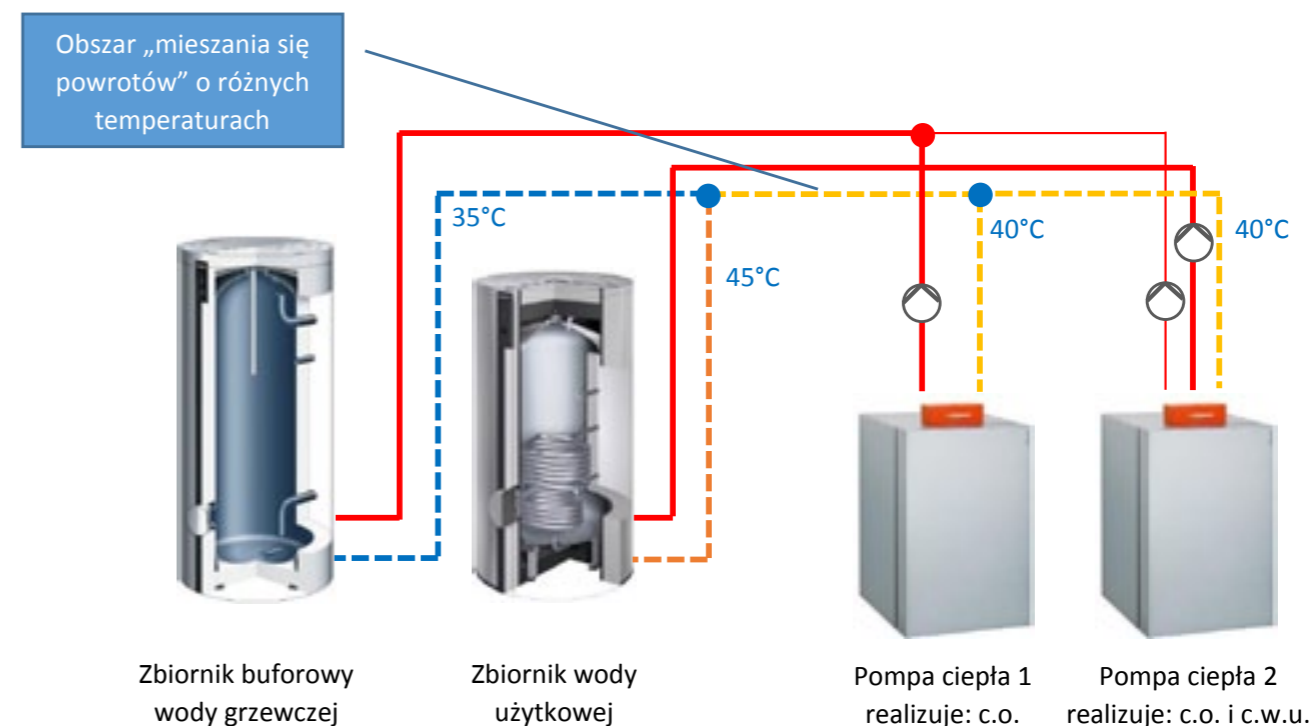
Błędne podłączenie – praca obu pomp ciepła na c.o. (bez problemów):



Błędne podłączenie – praca równoległa na c.o. i c.w.u.:



Ta sama sytuacja lecz w innym układzie urządzeń – praca równoległa na c.o. i c.w.u.:



...po rozwiązaniu z wielostopniowymi pompami ciepła

Celowo nie zostało tutaj użyte słowo kaskada, ponieważ w rzeczywistości mamy do czynienia z kilkoma pompami ciepła (najczęściej dwa urządzenia), ale tylko jednym regulatorem, który zarządza pracą obu pomp ciepła. Urządzenie składa się z pompy ciepła wiodącej „Master” oraz nadążnej „Slave”. Jedynie ta pierwsza ma regulator pozwalający na programowanie instalacji i załączanie i wyłączanie poszczególnych pomp ciepła. Nadążna pompa ciepła może pracować jedynie w instalacji z pompą „Master”, która steruje za potrzebami pracy. Obie pompy ciepła mają własny układ termodynamiczny oraz własne króćce dolnego i górnego źródła ciepła. Możemy zatem dość swobodnie budować instalację, przypisując zadania dla każdej z pomp. Zarówno pompa ciepła wiodąca, jak i nadążna może realizować ogrzewanie budynku, przygotowanie ciepłej wody użytkowej, chłodzenie pomieszczeń oraz ogrzewanie basenu, jednak co istotne oba stopnie mogą funkcjonować równoległe na różne odbiorniki ciepła w zależności od zapotrzebowania. Każda z pomp ciepła

może zostać także zablokowana do wybranej funkcji. **Moc $PC1 \neq PC2$:** jako pierwsza startuje pompa ciepła o mniejszej mocy grzewczej. Druga pompa ciepła załączana jest w przypadku gdy pierwsza pompa ciepła nie jest w stanie pokryć zapotrzebowania. Po załączeniu drugiej pompy ciepła, ta pierwsza jest wyłączana. Praca obu pomp ciepła równoległa na potrzeby c.o. ma miejsce, gdy okaże się, że moc drugiej pompy ciepła nie wystarcza.

Moc $PC1 = PC2$: jako pierwsza startuje pompa ciepła o mniejszym, łącznym czasie pracy. Druga pompa ciepła dołączana jest w przypadku braku wystarczającej mocy pierwszej. Podczas każdego kolejnego zapotrzebowania na pracę regulator na nowo odpytuje pompy ciepła o ich łączne czasy pracy i znowu jako pierwszą załącza tę z najkrótszym czasem.

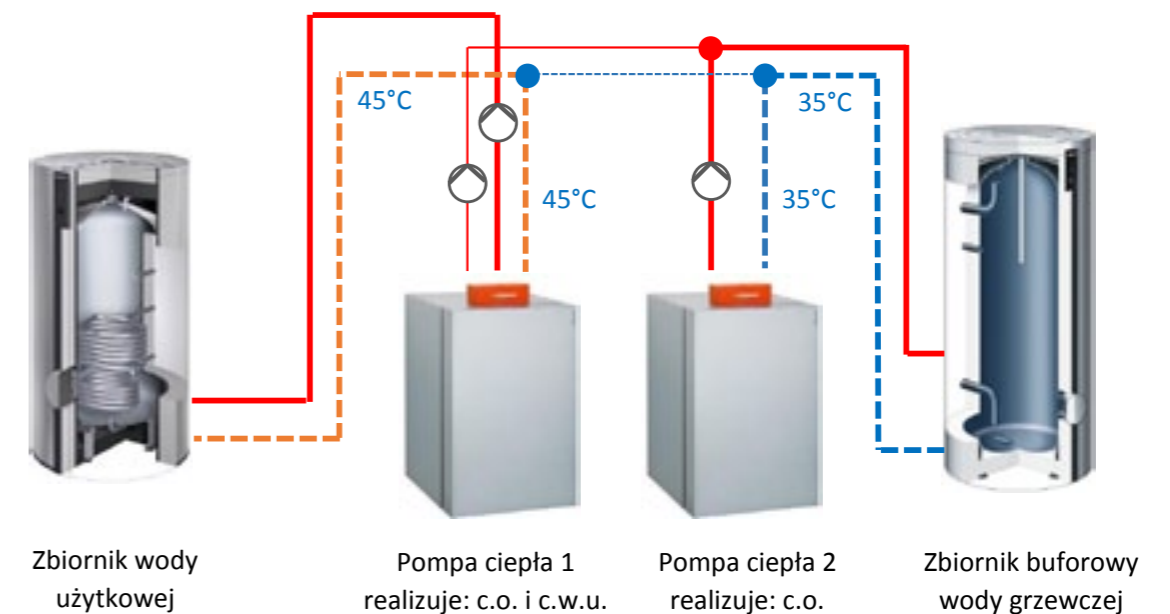
Ważna hydraulika

Instalacje złożone z kilku pomp ciepła, czy to w układzie dwustopniowym, czy w kaskadzie mogą realizować równoległe różne funkcje, np. przygotowanie ciepłej wody użytkowej i centralne ogrzewanie budynku. Należy zwrócić szczególną uwagę na sposób połącze-

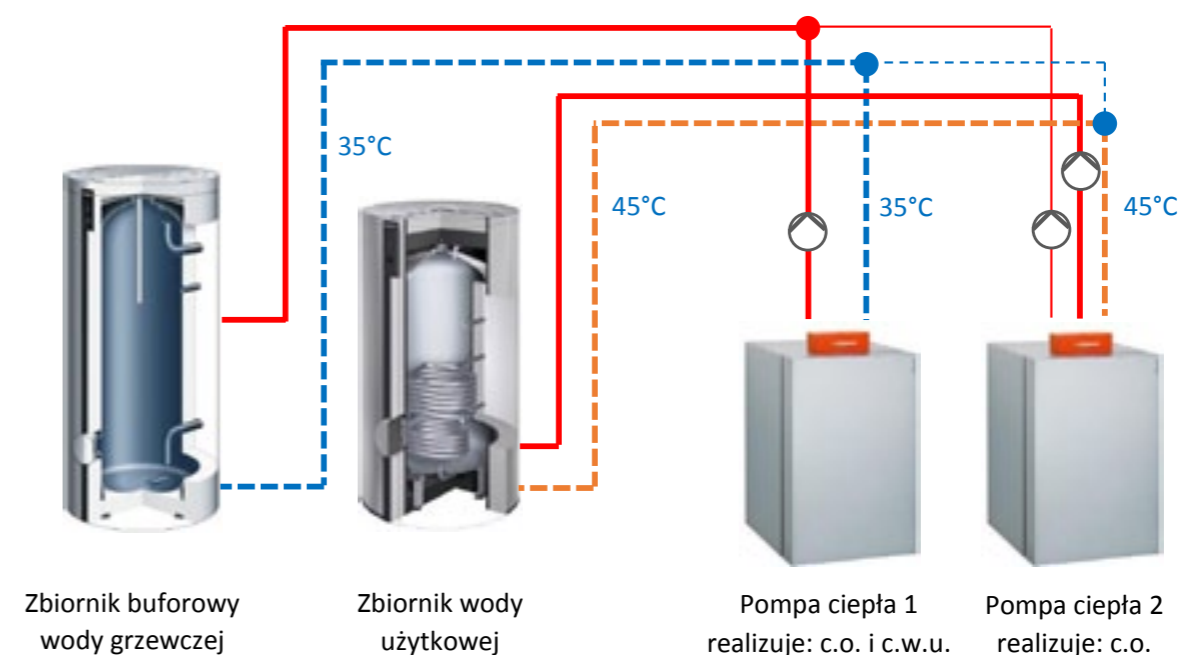
nia urządzeń pod kątem hydraulicznym, tak aby nie dochodziło do mieszania się wody o różnej temperaturze na powrotach. Błędy tutaj popełnione mogą być przyczyną późniejszych usterek, takich jak wyłączenie pomp ciepła od wysokiego ciśnienia, niezamierzone wychładzanie się zbiornika ciepłej wody czy przegrzewanie bufora wody grzewczej. Prowadzi to także do zmniejszenia efektywności pracy instalacji oraz

w konsekwencji do wzrostu kosztów eksploatacyjnych. Podstawową sprawą jest zapewnienie rozdzielenia powrotów z różnych temperaturowo odbiorników ciepła, przede wszystkim obiegu ogrzewania wody użytkowej oraz obiegu zbiornika buforowego wody grzewczej. Należy pamiętać, że temperatura zasilania pompy ciepła jest zawsze zależna od temperatury powrotu i wynosi $T_{zasilania} = T_{powrotu} + \Delta T$ ($\Delta T = 5 - 7$ K) ■

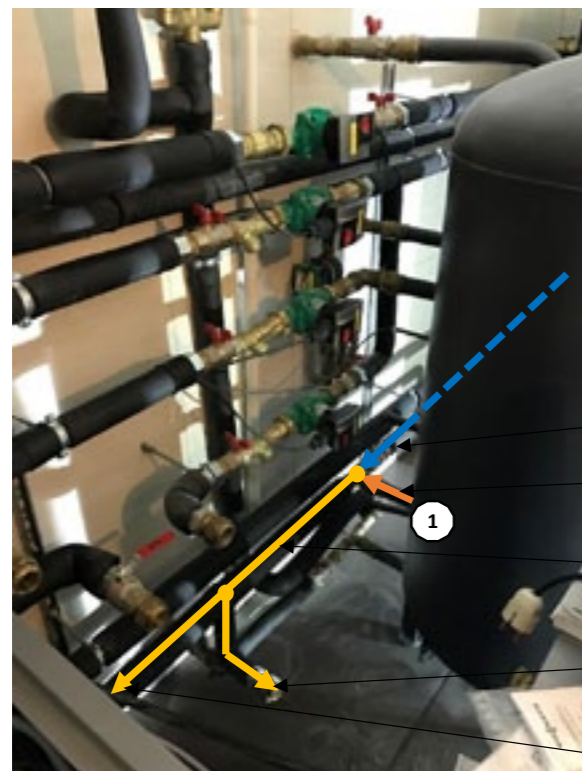
Poprawnie wykonane połączenie - praca równoległa na c.w.u. i c.o.:



Ta sama sytuacja lecz w innym układzie urządzeń – praca równoległa na c.w.u. i c.o.:



Odniesienie błędnego podłączenia do realnej sytuacji na jednej z inwestycji:



Rozwiązanie :

Powrót ① ze zbiornika ciepłej wody użytkowej powinien zostać doprowadzony bezpośrednio pod króciec powrotu wiodącej pompy ciepła.

Powrót z bufora wody grzewczej

Powrót ze zbiornika c.w.u.

Obszar mieszania się powrotów ze zbiornika buforowego oraz zbiornika ciepłej wody użytkowej

Powrót do nadążnej pompy ciepła, która na obiekcie ma realizować jedynie ogrzewanie c.o.

Powrót do wiodącej pompy ciepła, która na obiekcie ma realizować ogrzewanie c.o. i przygotowanie c.w.u.