

Zapewnienie odpowiedniej temperatury c.w.u. jest jednym z głównych priorytetów, jaki trzeba spełnić w eksploatowanym obiekcie. Temperatura ciepłej wody musi być dostatecznie wysoka, aby spełnić wymagania najbardziej wybrednych użytkowników. Do niedawna większość dostępnych na rynku sprężarkowych pomp ciepła, za sprawą swoich parametrów technicznych, nie dotrzymywała warunków temperaturowych, jakie są wymagane przy przygotowaniu ciepłej wody użytkowej. Pompy ciepła firmy Buderus od momentu wprowadzenia ich na rynek podołały wyzwaniu, które stawiają przed nimi klienci w zakresie przygotowania c.w.u. Woda podgrzana może być do temperatury $+58^{\circ}\text{C}$. Osiągnięcie tak wysokiej temperatury stało się możliwe poprzez odpowiednie zabiegi konstrukcyjne w strukturze pompy ciepła, a dokładnie jej sprężarki. Wprowadzenie licznych patentów pozwoliło na podwyższenie osiągnięć (wyższe ciśnienie sprężania) oraz poprawę efektywności działania układu, czyli współczynnika efektywności pompy ciepła COP o 14%.

Osiąganie wysokich parametrów przez agregat chłodniczy w pompie ciepła mogłoby być jednoznaczne z uzyskiwaniem wysokich temperatur ciepłej wody użytkowej. Jednak należy zwrócić uwagę na odbiornik ciepła (najczęściej podgrzewacz c.w.u.), gdyż to jego właściwości zapewniają odpowiedni odbiór ciepła. Mogłoby się wydawać, że podłączenie dowolnego pojemnościowego zasobnika ciepła będzie prawidłowe. W rzeczywistości właśnie przy jego wyborze często popełniany jest błąd, który skutkuje w późniejszej eksploatacji nieprawidłową pracą pompy ciepła. Warto również zwrócić uwagę na problem mocy grzewczej potrzebnej do przygotowania c.w.u.

CZY NALEŻY ZAPEWNIĆ DODATKOWĄ MOC GRZEWczą DO TEGO CELU CZY NIE?

Jak zatem dobierać zasobniki, aby uniknąć problemów w trakcie użytkowania pompy ciepła oraz jaką moc grzewczą przewidywać na cele c.w.u. – o tym traktuje poniższy artykuł.

KOMFORT NA CO DZIEŃ

w zgodzie z naturą :)

tekst:
Grzegorz Łukasik

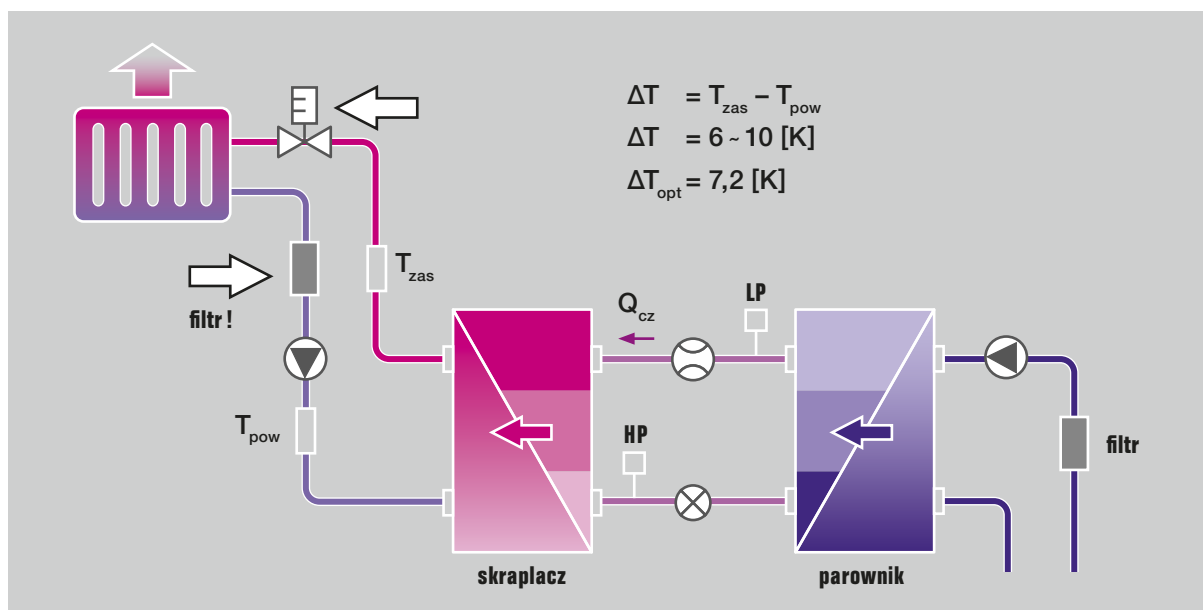


**PRZYGOTOWANIE
CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ
PRZY POMOCY **POMPY CIEPŁA****

Pompa ciepła to urządzenie chłodnicze, które podczas swojej pracy musi mieć zapewnione odpowiednie warunki brzegowe. Jednym z tych warunków jest odbiór ciepła z procesu skraplania w skraplaczu. Aby ten proces został zrealizowany, należy zapewnić nominalny przepływ wody przez ten wymiennik oraz odpowiednią jej temperaturę. Z praktyki wynika, że nominalny przepływ wody płynącej przez skraplacz może być zachwiany przez zanieczyszczenie instalacji, jej zapowietrzenie lub automatykę zainstalowaną w instalacji grzewczej, która w niektórych przypadkach powoduje w dużym stopniu ograniczenie przepływu. Oprócz tego temperatura wody powracającej z instalacji do pompy ciepła powinna być niższa

o około 6 do 10 stopni od temperatury zasilania pompy ciepła (rys. 1).

Brak odbioru ciepła wpływa bezpośrednio na pracę agregatu chłodniczego znajdującego się w pompie ciepła. W skraplaczu wzrasta ciśnienie w wyniku braku właściwych warunków skraplania par, czynnika chłodniczego, a jednocześnie następuje w nim ciągły dopływ pary wciąganej przez sprężarkę. Ciśnienie to rośnie aż do pewnego krytycznego momentu, w którym następuje wyłączenie awaryjne nazywane alarmem wysokiego ciśnienia (HP) bądź alarmem wysokiej temperatury powrotu. Zatem powstaje pytanie, jak powinna być podgrzewana ciepła woda użytkowa, aby uniknąć powyższych problemów eksploatacyjnych.

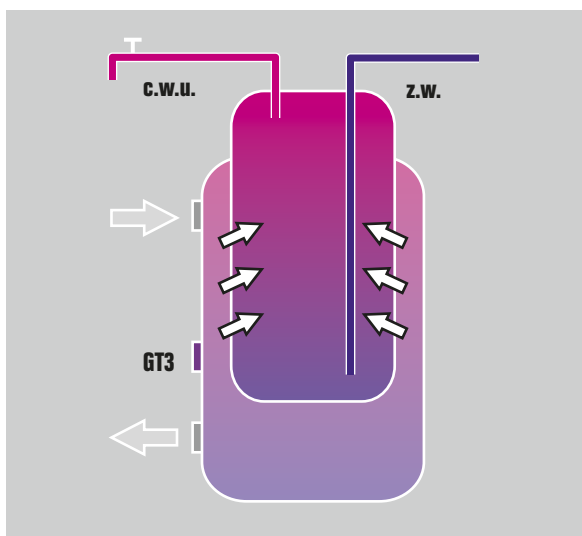


Rys.1 Parametry obrotu ciepła ze skraplacza oraz elementy systemu wpływającego na jego pracę.

ZASOBNIKI C.W.U. O KONSTRUKCJI PŁASZCZOWEJ

Jednym ze sposobów podgrzewania ciepłej wody jest zastosowanie wymiennika o dużej pojemności wodnej. Polega to na podgrzewaniu pewnego zładu wody, który następnie ma za zadanie przekazać ciepło do c.w.u. Częstym rozwiązaniem konstrukcyjnym jest wykonanie tzw. zbiornika w zbiorniku (rys. 2)

W tym przypadku woda podgrzana przez pompę ciepła wpływa górnym króćcem do płaszcza zewnętrznego, przekazuje ciepło do zbiornika wewnętrznego i ponownie wraca do pompy ciepła. Czujnik temperatury ciepłej wody GT3 znajduje się na płaszczu zewnętrznym, a zatem nie dokonuje bezpośredniego pomiaru temperatury c.w.u. Z praktyki wynika, że temperatura wody w zasobniku wewnętrznym jest o 3-4 stopnie niższa niż wskazywana przez ten czujnik. Przy doborze takiego zasobnika należy również kierować się wytycznymi związanymi z powierzchnią wymiany ciepła i zładem wody znajdującym się w płaszczu zewnętrznym.



Rys. 2 Zasobnik c.w.u. w postaci zbiornika w zbiorniku.

PRZYKŁAD DOBORU POJEMNOŚCI PŁASZCZA ZEWNĘTRZNEGO

- Moc pompy ciepła typu Logatherm WPS 17 przy parametrach 0/50: $P_{nom} = 16,2$ kW
- Założona pojemność zasobnika wewnętrznego: 185 dm³
- Minimalna powierzchnia wymiany ciepła: $A_{min} = 1,73$ m²
- Zakładana różnica temperatur między zasilaniem a rzeczywistą temp. c.w.u.: $\Delta T = 9$ K
- Współczynnik przenikania ciepła dla stali nierdzewnej: $\alpha = 0,7$ kW/m²*K
- Minimalna pojemność V_{min} przypadająca na 1 kW mocy zakumulowanej w płaszczu zewnętrznym (P_{ak}): 20 dm³.
- Moc odebrana (P_{od}) przez zasobnik wewnętrzny:

$$P_{od} = A_{min} * \alpha * \Delta T \text{ [kW]}$$

$$P_{od} = 10,9 \text{ kW}$$

- Wymagana akumulacja mocy (P_{ak}) w zasobniku zewnętrznym:

$$P_{ak} = P_{nom} - P_{od} \text{ [kW]}$$

$$P_{ak} = 5,3 \text{ kW}$$

- Minimalna objętość zasobnika zewnętrznego (V_{ob}):

$$V_{ob} = P_{ak} * V_{min} \text{ [dm}^3\text{]}$$

$$V_{ob} = 106 \text{ dm}^3$$

Zatem minimalna pojemność wody w zewnętrznym zasobniku powinna wynosić 106 dm³, co zapewni bezawaryjną pracę pompy ciepła.

Firma Buderus stosuje tego typu zasobniki w kompaktowych pompach ciepła, które łączą w sobie jednocześnie urządzenie grzewcze i zasobnik ciepłej wody użytkowej. Ten typ jest oznaczony literą K na końcu nazwy modelu pompy ciepła, np. Logatherm WPS 6-11 K. Ze względu na gabaryty, zasobnik typu „zbiornik w zbiorniku” stosowany jest do pomp ciepła o maksymalnej mocy 11 kW.

W tym przypadku zasobnik na ciepłą wodę użytkową ma pojemność 185 litrów, a pojemność zasobnika zewnętrznego to zaledwie 40 litrów i jest to pojemność zupełnie wystarczająca do zapewnienia prawidłowej pracy instalacji. Użycie tego rodzaju zasobników do większych pomp ciepła znacznie zwiększyłoby wymiary urządzenia i ich masę, co z funkcjonalnego punktu widzenia nie byłoby korzystne.

ZASOBNIKI DO C.W.U. Z WĘŻOWNICĄ

Drugim ze sposobów przygotowania ciepłej wody użytkowej jest jej podgrzew przy pomocy zasobnika z wężownicą. Taki zasobnik powinien charakteryzować się dużą powierzchnią wężownicy, czyli dużą powierzchnią wymiany ciepła. Jest ona niezbędna, aby przekazać do podgrzewanej wody ciepło odebrane z pompy ciepła. Minimalną powierzchnię wężownicy można oszacować na podstawie zależności (1):

$$A_{min} = P / (\alpha * \Delta T) \text{ [m}^2\text{]} \quad (1)$$

gdzie:

P – nominalna moc grzewcza pompy ciepła,

α – współczynnik przenikania ciepła,

ΔT – różnica między temperaturą zasilania z pompy ciepła, a rzeczywistą temperaturą w zasobniku c.w.u.

Zatem dla pompy ciepła typu Logatherm WPS 14, której moc grzewcza przy temperaturze zasilania 50°C wynosi 14 kW, powinien zostać zastosowany zasobnik z wężownicą emaliowaną o powierzchni około 5 m². W praktyce oznacza to, że temperatura wody powracającej do pompy ciepła nie może być wyższa niż 58°C i tylko taka powierzchnia wężownicy umożliwi przekazanie ciepła do c.w.u. Zastosowanie podgrzewacza o mniejszej powierzchni wężownicy uniemożliwi efektywny proces wymiany ciepła.

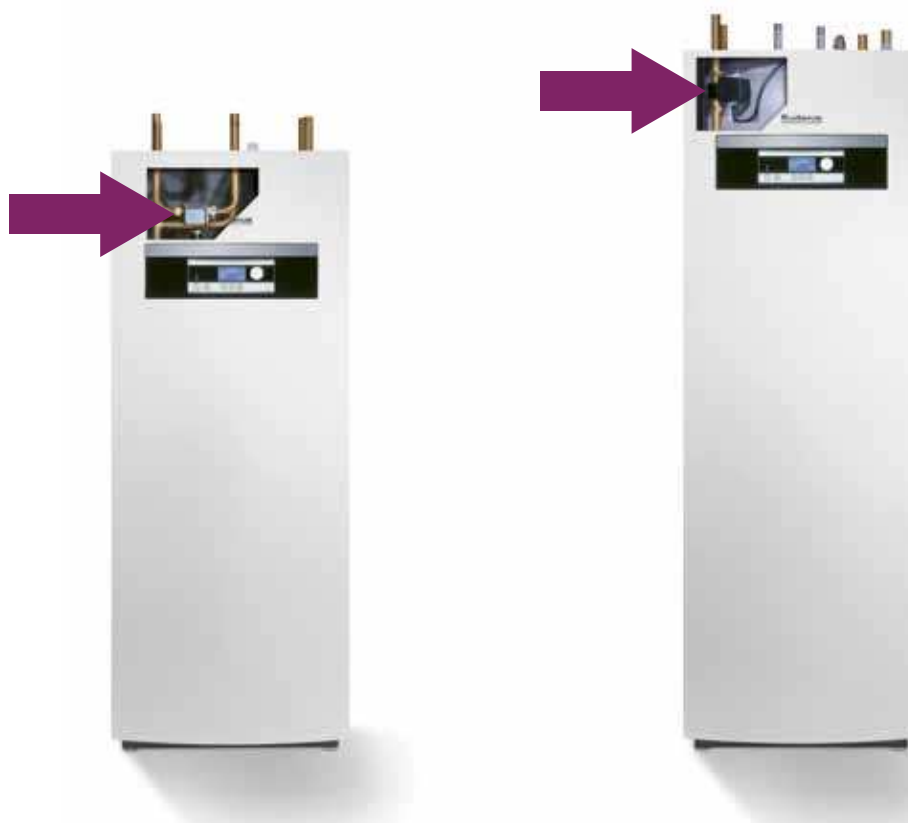
Standardowe zasobniki stosowane do kotłów gazowych lub olejowych posiadają dużo mniejsze wężownice o powierzchni ok. $1,5$ m², a zatem do takiego zasobnika można podłączyć pompę ciepła o mocy zaledwie 4 kW. Drugim ważnym parametrem zapewniającym dobry odbiór ciepła po stronie c.w.u. jest ilość wody przypadająca na jeden kilowat mocy grzewczej pompy ciepła (pojemność zasobnika powinna wynosić od 20 do 50 litrów na kilowat mocy grzewczej).

Model pompy ciepła	Moc grzewcza [kW]	Symbol zalecanego zasobnika c.w.u.	Pojemność zasobnika [dm ³]
WPS 6	6	SH 290 RW	290
WPS 7	7	SH 290 RW, SH 370 RW	290, 370
WPS 9	9	SH 290 RW, SH 370 RW, SH 450 RW	290, 370, 450
WPS 11	11	SH 370 RW, SH 450 RW	370, 450
WPS 14	14	SH 450 RW	450
WPS 17	17	SH 450 RW	450
WPS 22	22	SH 370 RW, SH 450 RW	370, 450
WPS 33	33	SH 450 RW	450
WPS 43	43	SH 450 RW	450
WPS 52	52	SH 450 RW	450
WPS 60	60	SH 450 RW	450

Tabela 1. Zalecane do stosowania zasobniki z pompami ciepła typu Logatherm WPS zasobnikowe podgrzewacze c.w.u. Logatherm SH...RW.

Buderus, od momentu wprowadzenia pomp ciepła do swojej oferty, posiada zasobniki, które spełniają warunki dużej powierzchni wymiany ciepła wężownicy oraz odpowiedniej pojemności, co gwarantuje bezproblemową eksploatację pompy ciepła. Są to zasobniki o symbolu SH ...RW dostępne w pojemnościach 290, 370 i 450 litrów. Największy z tych zasobników posiada wężownicę o powierzchni 5,6 m², co jest rzadko spotykane wśród tego typu urządzeń z wężownicami. Do tego zasobnika można podłączyć pompę ciepła o mocy nawet 23 kW. Sposób

doboru podgrzewaczy ciepłej wody do pomp ciepła Buderus typu Logatherm przedstawiony został w tabeli 1. Powyższe warunki dotyczące podgrzewania wody spełniają również wymienniki płytowe. Często zdarza się jednak, że pomimo odpowiedniej powierzchni wymiany ciepła, zła jakość wody (duża mineralizacja) powoduje znaczne zabrudzenie płyt wymiennika, co w radykalny sposób pogarsza warunki wymiany ciepła i generuje problemy podobne jak przy eksploatacji zasobnika ze zbyt małą wężownicą. Wymienniki płytowe są rozwiązaniem



Rys. 3 Zawory 3-drogowe przełączające w pompach ciepła Buderus Logatherm WPS (po lewej) i Logatherm WPS K (po prawej).

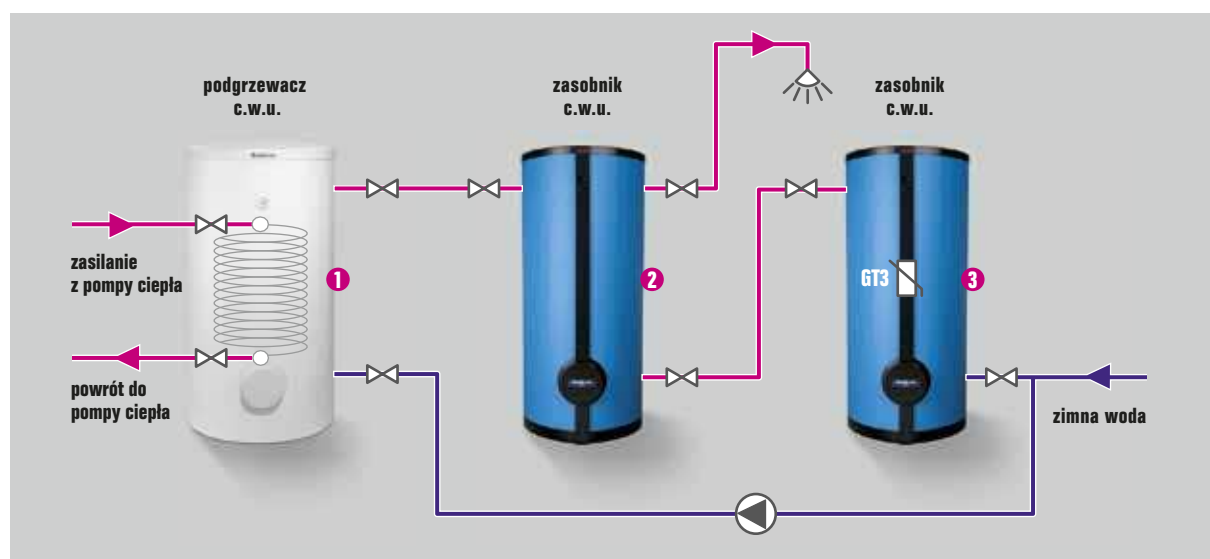
stosowanym, jednak nie polecanym w systemach grzewczych z pompami ciepła.

Warto również zwrócić uwagę na moc przewidzianą na podgrzew c.w.u. Często w projektach zdarza się, że oprócz mocy grzewczej potrzebnej na cele centralnego ogrzewania wyszczególniona jest moc potrzebna do podgrzania ciepłej wody. Czy zatem sumować obie te wartości i do takiej mocy dobierać pompę ciepła? Takie podejście powoduje, że całkowita moc grzewcza urządzenia byłaby stosunkowo duża. Efektem tego byłaby wysoka cena pompy ciepła ze względu na jej wielkość (moc grzewczą) oraz wysoki koszt instalacji dolnego źródła, która musi obsłużyć zapotrzebowanie urządzenia w energię. Wyjściem z tej sytuacji jest naprzemienna praca pompy ciepła między centralnym ogrzewaniem a przygotowaniem ciepłej wody użytkowej. Takie rozwiązanie może być realizowane poprzez zawór 3-drogowy, jak to pokazano na rysunku 3. Pozwala to na obniżenie mocy grzewczej pompy ciepła.

Dodatkowo warto rozłożyć podgrzew ciepłej wody użytkowej w czasie, co również pozwala na obniżenie mocy grzewczej urządzenia. Podgrzaną wodę można magazynować w zasobnikach pojemnościowych. Przykładowo podgrzanie zasobnika o pojemności 1000 litrów od temperatury 10 do 50°C w ciągu jednej godziny wymagałoby podłączenia pompy ciepła o mocy 48 kW, natomiast rozkładając podgrzew na 3 godziny wystarczy nam pompa ciepła o mocy zaledwie 17 kW. Zgromadzona ilość wody w zasobniku pozwoli na obsłużenie zwiększonego poboru wody przez użytkowników, po którym pompa ciepła przygotuje kolejną jej „porcję”. Oczywiście ostateczny dobór mocy grzewczej urządzenia musi być poprzedzony obliczeniami sprawdzającymi, aby nie doszło do sytuacji, w której pompa ciepła będzie podgrzewać przez całą dobę przyjętą ilość wody. W takiej sytuacji pompa ciepła nie zabezpieczy zapotrzebowania na centralne ogrzewanie. Takie podejście do przygotowania ciepłej wody użytkowej stosowane jest przy większych instalacjach, gdzie występuje większy rozbiór wody. Przykładowy sche-

mat ideowy takiej instalacji przedstawiono na rysunku 4. W skład układu wchodzi dwa zasobniki pojemnościowe 2 i 3 oraz jeden zasobnik z wężownicą pełniący rolę podgrzewacza. W zasobniku 3 znajduje się czujnik na temperaturę (GT3). Zasobniki są kolejno ładowane ciepłą wodą użytkową z podgrzewacza 1. Gdy oba zbiorniki są napełnione i następuje rozbiór wody z zasobnika 2, zasobnik 3 jest wypełniany zimną wodą wypierając ciepłą wodę do zasobnika 2. Kiedy temperatura czujnika c.w.u. obniży się poniżej zadanej wartości, wówczas następuje uruchomienie pompy 4 i ponowne ładowanie zasobników 2 i 3. W pompach ciepła firma Buderus „produkcja” ciepłej wody następuje poprzez przełączanie się zaworu 3-drogowego między centralnym ogrzewaniem a ciepłą wodą użytkową. Takie rozwiązanie stosowane jest we wszystkich pompach ciepła z serii Logatherm o wydajności od 6 do 60 kW. W urządzeniach jednosprężarkowych o wydajności od 6 do 17 kW ciepła woda jest wytwarzana priorytetowo. Jednak automatyka sterująca pozwala kontrolować również zapotrzebowanie na c.o. Jeżeli po 30 minutach pracy na ciepłą wodę wystąpi zapotrzebowanie na c.o., wtedy pompa ciepła przełączy się na 20 minut na system grzewczy, aby uzupełnić ciepło, a następnie ponownie wróci do podgrzewania c.w.u. W urządzeniach dwusprężarkowych z serii Logatherm WPS22-60 można samodzielnie wybrać, czy obie sprężarki czy dowolna jedna z nich bądź żadna mają pracować przy podgrzewie wody oraz ustalić kolejność produkcji c.w.u. (w prioritycie lub nie).

Wieloletnie doświadczenie firmy Buderus w produkcji pomp ciepła i wypracowane standardy pozwalają na uniknięcie błędów związanych z doбором zasobników do tych urządzeń. Dzięki temu unikamy problemów związanych z eksploatacją i ewentualnych dodatkowych, niepotrzebnych kosztów związanych z serwisowaniem instalacji. Również przemyślane rozwiązanie podgrzewania większej ilości ciepłej wody skutkuje obniżeniem kosztów inwestycyjnych, co może sprawić, że oferta przedstawiona inwestorowi będzie bardziej konkurencyjna.



Rys. 4. Przykładowy schemat rozwiązania ładowania pojemnościowych zasobników na c.w.u.