

ZAGADNIENIA ODZYSKU CIEPŁA W URZĄDZENIACH CHŁODNICZYCH NA PODSTAWIE DOŚWIADCZEŃ FIRMY DK

Część I

Bogdan BEDNARCZYK

DK-Kälteanlagen GmbH (Niemcy)

ODZYSK CIEPŁA Z URZĄDZEŃ CHŁODNICZYCH – MODA CZY KONIECZNOŚĆ?

Temat „Odzysk ciepła“ jest w obecnych czasach, stojących pod znakiem obniżania kosztów zużycia energii, nadzwyczaj aktualny. W poniższym tekście, poświęconym tej tematyce, zestawiono i przedstawiono krótki zarys istniejących możliwości w tym zakresie oraz ich realizacji przy pomocy urządzeń produkowanych przez firmę DK. Stanowi on podsumowanie tego o czym mówiono na posiedzeniu Europejskiego Instytutu Handlowego, które miało miejsce w siedzibie DK.

Urządzenia chłodnicze łącznie z chłodziarkami i zamrażarkami, to jedne z najpoważniejszych elementów kosztów energii w łańcuchu chłodniczym świeżych artykułów spożywczych.

Z tego też względu gospodarność nakazuje optymalne wykorzystanie spożytkowanej przez nie energii. Oznacza to m.in. niedopuszczanie do niuzasadnionego marnowania ciepła odpadowego agregatów chłodniczych, jego odzyskiwanie i stosowanie do podgrzewania wody (pitnej, użytkowej i/lub grzewczej). Jaka metoda jest najefektywniejsza pod względem ekonomicznym, to omówione zostanie w dalszej części artykułu.

Wykorzystywanie ciepła odpadowego, oddawanego przez urządzenia chłodnicze jest wprawdzie przy obecnych cenach energii dla wielu inwestorów sprawą oczywistą, jednak nie zawsze tak było. Powodów ku temu jest wiele, a jednym z nich są oferenci urządzeń do odzyskiwania ciepła. Przy projektowaniu zbyt często punktem wyjścia jest całkowita wydajność urządzeń chłodniczych. Nie uwzględnia się natomiast rzeczywistych potrzeb użytkownika. Wynikiem tego jest, szczególnie w supermarketach, „przewymiarowanie” i dobieranie za dużych urządzeń, siłą rzeczy o niekorzystnej amortyzacji.

SPOJRZENIE W PRZESZŁOŚĆ

Cofnijmy się o 15 do 20 lat. W supermarkecie o powierzchni 1 000 m² stało wówczas ok. 10 odrębnych agregatów chłodniczych – po jednym dla poszczególnych punktów chłodniczych. Urządzenie do odzyskiwania ciepła w celu podgrzewania wody użytkowej podłączone było z reguły

do sprężarki ściennego regału chłodniczego o mocy 5 lub 7,5 KM lub do sprężarki wyspy chłodniczej o mocy 3 do 4 KM. W zbiorniku służącym do odzyskiwania ciepła wbudowywano więc 2 wymienniki ciepła o stosunkowo małej średnicy przyłącza. Później zaczęto stosować urządzenia zintegrowane. Do odzyskiwania ciepła można było wykorzystywać już tylko 2 urządzenia chłodnicze – zespół dodatni i ujemny – jednakże każdy o dużym przekroju przewodów ciśnieniowych.

Aby uniknąć niepotrzebnych strat ciśnienia i wysokich temperatur skraplania, należało kilka wymienników ciepła połączyć w zespół. Tym samym uzyskiwano moce zbyt duże do codziennego zaopatrywania w ciepłą wodę. Podłączenie do zespołu dodatniego i ujemnego wymagało często tak wielu wymienników ciepła, że konieczne były większe zbiorniki. W efekcie prowadziło to do zbyt wysokich kosztów odzyskiwania ciepła.

Firma DK oferuje systemy odzyskiwania ciepła w postaci zbiorników z wbudowanymi wymiennikami ciepła dla pojedynczych urządzeń chłodniczych oraz w postaci zbiorników z zewnętrznymi wymiennikami ciepła dla zintegrowanych urządzeń chłodniczych. Tym samym do każdego przypadku można dostosować odpowiednie urządzenie.

WYNIKI DOŚWIADCZEŃ

W wyniku ciągłych pomiarów i wielu rozmów przeprowadzonych z użytkownikami urządzeń do odzyskiwania ciepła, udało się nam w trakcie naszej prawie 30-letniej działalności ustalić rzeczywistą ilość ciepłej wody potrzebnej różnym kręgom klientów.

Zużywana ilość ciepłej wody

Podane poniżej wartości dotyczą wody o temperaturze +60°C. Przy niższej temperaturze wody wartości te należy powiększyć.

Kawiarnia

średnia frekwencja	25 l/miejsce siedzące
	35 l/miejsce siedzące

Gospoda/Bar

średnia frekwencja	25 l/miejsce siedzące
	35 l/miejsce siedzące

artykuły sponsorowane

artykuły sponsorowane

artykuły sponsorowane

artykuły sponsorowane

Restauracja

normalny posiłek 15 l/posiłek
20 l/posiłek

obiad z 4 lub większą liczbą dań 25 l/posiłek
30 l/posiłek

Hotel/budynek apartamentowy

2. klasa 50 l/łożko
70 l/łożko
1. klasa 80 l/łożko
100 l/łożko

Szpitala/domy starców itp.

przeciętny komfort 80 l/łożko
100 l/łożko

Zakład przetwórstwa mięsnego

60% ogólnego zużycia wody stanowi woda ciepła

Umywalka

5 l / dzień (45°C)
- wg niemieckich norm (pokrywa się z naszymi doświadczeniami)

Prysznic

45 l / dzień (45°C)
- wg niemieckich norm (pokrywa się z naszymi doświadczeniami)

Przykład obliczeniowy

W hotelu z restauracją wysokiej klasy podaje się przeciętnie 120 zestawów posiłkowych dziennie. Do utrzymania naczyń i sztućców w nieskazitelnej czystości, zmywarka zużywa dziennie 1600 litrów ciepłej wody; kuchnia zużywa ogółem 3100 litrów ciepłej wody dziennie. Urządzenia chłodnicze oddają 12,5 kW ciepła odpadowego, które może zostać wykorzystane do podgrzania wody z poziomu +10°C do +50°C = 40 K.

$$\frac{12,5 \text{ (kW)} \times 3600 \text{ (sek./h)} \times 0,85 \text{ (stopień sprawności)}}{40 \text{ (K)} \times 4,19 \text{ (kJ/kg K)} \times 1000 \text{ (kg/m}^3\text{)}} = 0,228 \text{ m}^3 = \text{ok. } 230 \text{ l/h}$$

A zatem przy 12 godzinach pracy urządzeń na dobę (średnia roczna) – ok. 2750 litrów.

Odzyskiwanie ciepła za pomocą urządzeń **DK** pokrywa więc prawie 90 procent zapotrzebowania na ciepłą wodę.

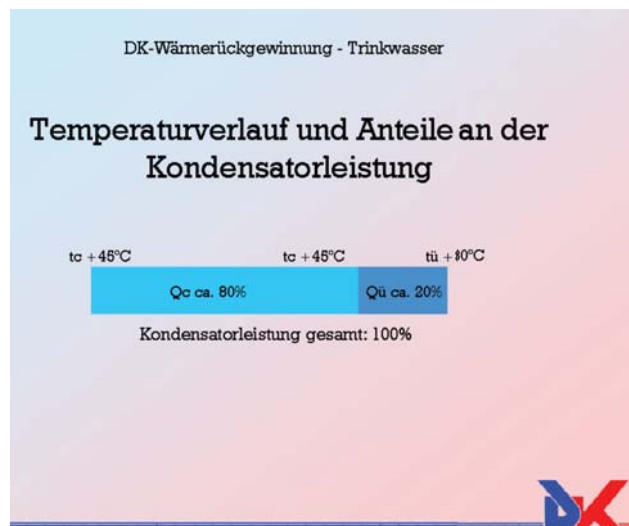
ODZYSKIWANIE CIEPŁA

- priorytet: ciepła woda użytkowa

Na podstawie swoich doświadczeń firma **DK** poleca wykorzystywanie odzyskanego ciepła w pierwszym rzędzie do podgrzewania wody użytkowej. Ciepła woda potrzebna jest każdego dnia mniej więcej w tej samej ilości, czyli przez ok. 300 dni w roku. W naszym przykładzie do podgrzewania wody użytkowej mamy więc do dyspozycji następująca ilość energii rocznie:

$$12,5 \text{ (kW)} \times 12 \text{ (h praca urządzeń/dzień)} \times 300 \text{ (dni)} = 45000 \text{ kWh/rocznie}$$

Argumentem na rzecz priorytetowego wykorzystywania odzyskiwanego ciepła do podgrzewania wody użytkowej jest też rozkład temperatury w ciepłe skraplania, który można efektywnie wykorzystać.



Odzysk ciepła DK – woda pitna
Rozkład temperatury oraz udziały w wydajności cieplnej skraplacza
tc +45 °C tc +45°C tü +80°C
Qc ok. 80% Qü ok. 20%
Całkowita wydajność skraplacza: 100%

Całkowita ilość ciepła skraplania **Q** składa się z ciepła przegrzania **Qü** oraz ciepła właściwego skraplania **Qc**, przy czym udział **Qü** o wysokiej temperaturze +80 do +40°C wynosi tylko 20%. Większość energii jest więc do dyspozycji jedynie w temperaturze +40°C.

Przy jej wyłącznym wykorzystaniu do celów grzewczych, stosunkowo mały udział **Qü** o wyższej temperaturze prawie nie byłby pozytywnie zauważalny i nie zostałby sensownie wykorzystany. Natomiast podgrzanie wody użytkowej do wymaganej temperatury +60°C za pomocą **Qü** jest w wielu przypadkach możliwe.

Te +60°C wymagane jest zgodnie z zarządzeniem roboczym DVGW (Niemieckie Stowarzyszenie Wody i Gazu) nr W551 (legionella). Istnieją wprawdzie jeszcze różne inne wymagania w stosunku do małych urządzeń do 400 l (bez wymagań dotyczących temperatury) i dużych urządzeń powyżej 400 l pojemności. W naszym przypadku mamy jednak do czynienia prawie wyłącznie z dużymi urządzeniami. Dzielą się ona na dwie grupy:

- 1) stopnie podgrzewania (+60°C – 1 x dziennie w całym zbiorniku),
- 2) bezpośrednie termy wody ciepłej (stałe +60°C przy poborze wody ciepłej).

technika chłodnicza i klimatyzacyjna

artykuły sponsorowane

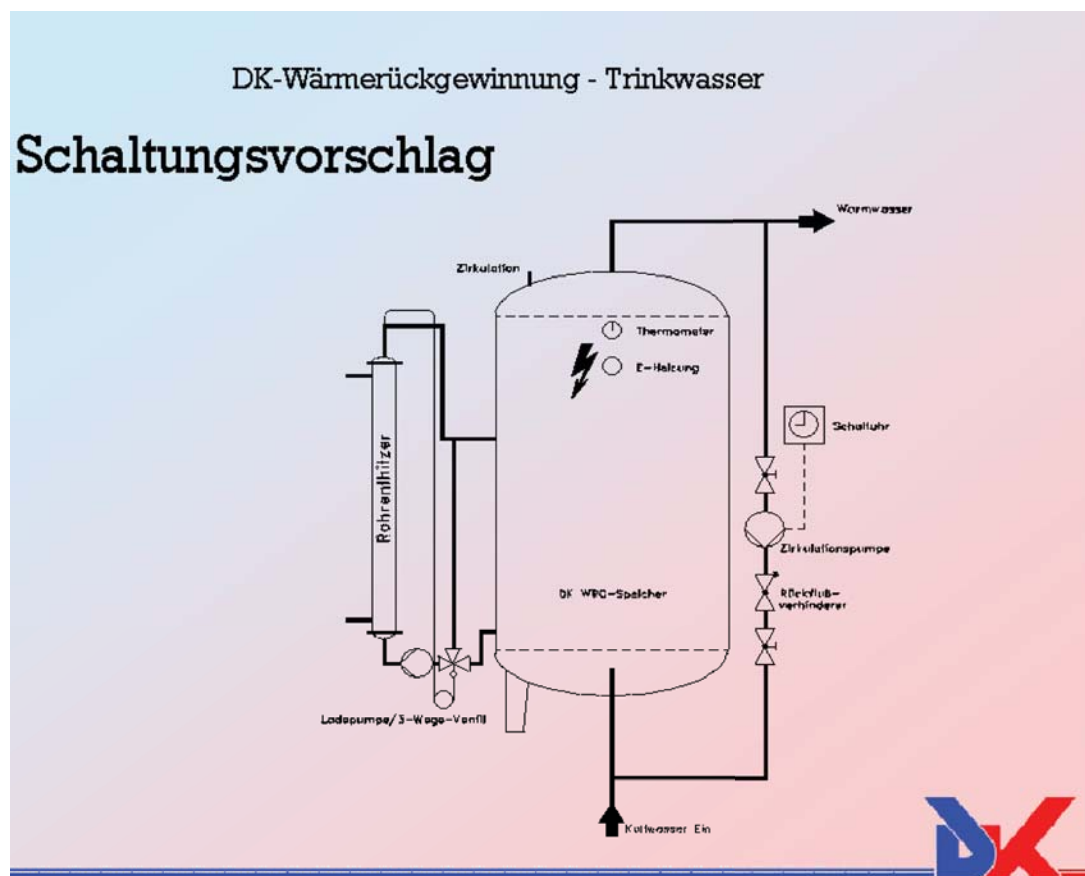
artykuły sponsorowane

artykuły sponsorowane

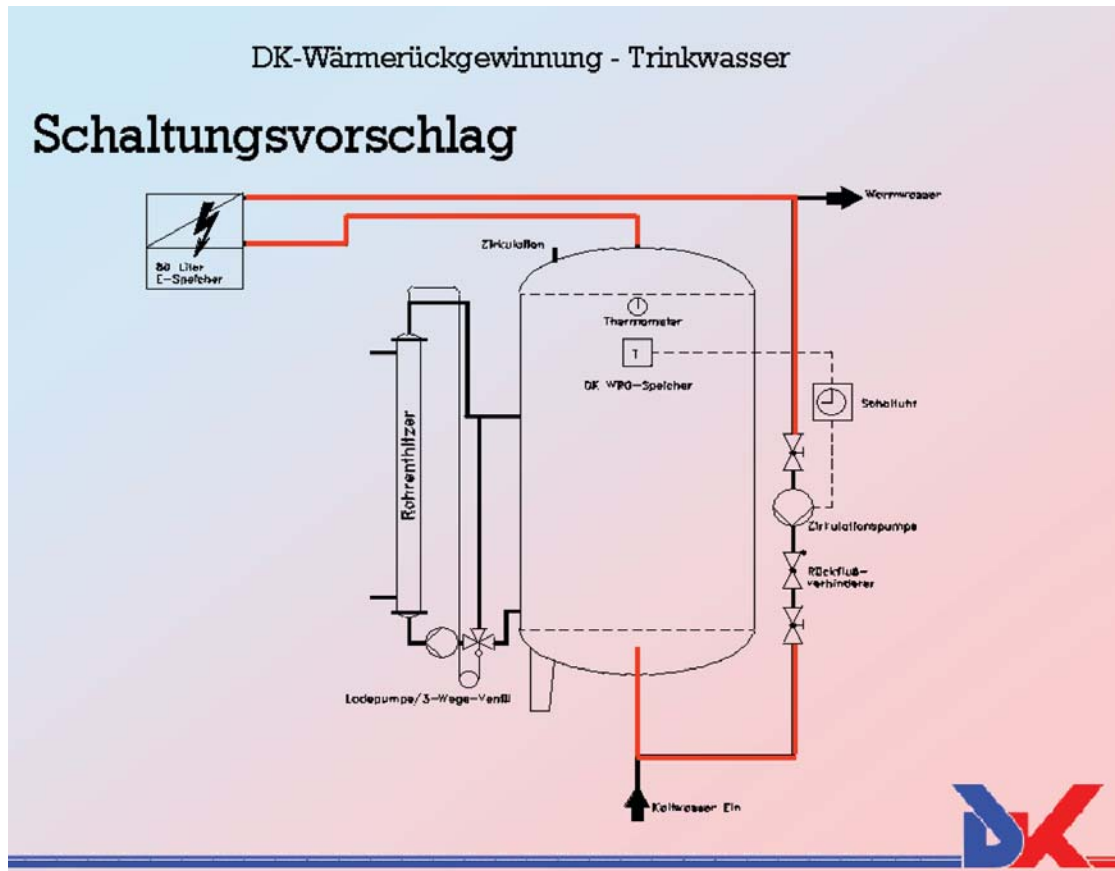
artykuły sponsorowane

Odzysk ciepła DK – woda pitna			
Propozycja układu połączeń			
Zbiornik elektr. 80 litrów		Cyrkulacja	ciepła woda
	Rurowy wymiennik ciepła odprowadzający ciepło przegrzania	Termometr Zbiornik WFG firmy DK	zegar sterujący pompa cyrkulacyjna zawór zwrotny
	Sprężarka/zawór 3-drogowy		
		woda zimna	

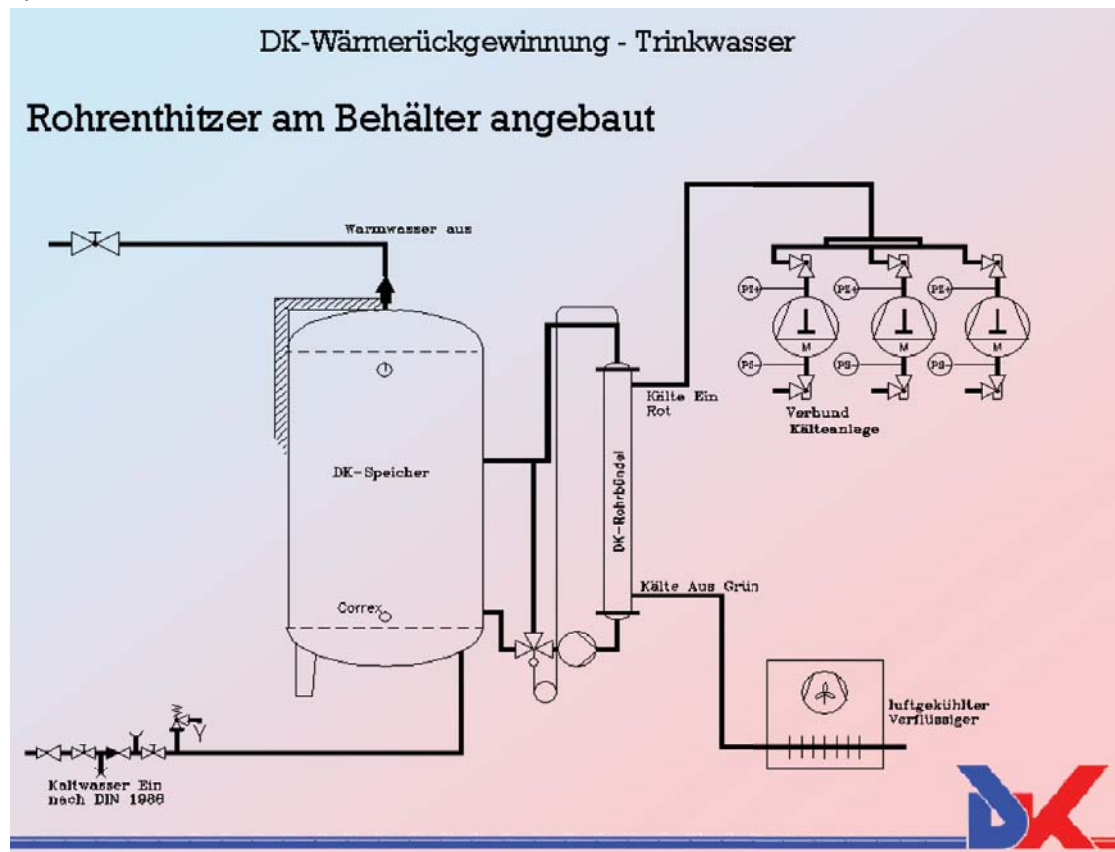
Odzysk ciepła DK – woda użytkowa			
Propozycja układu połączeń			
		Cyrkulacja	ciepła woda
	Rurowy wymiennik ciepła odprowadzający ciepło przegrzania	Termometr Grzałka elektryczna Zbiornik WFG firmy DK	zegar sterujący pompa cyrkulacyjna zawór zwrotny
	Sprężarka/zawór 3-drogowy		
		zimna woda	



Rys. 1



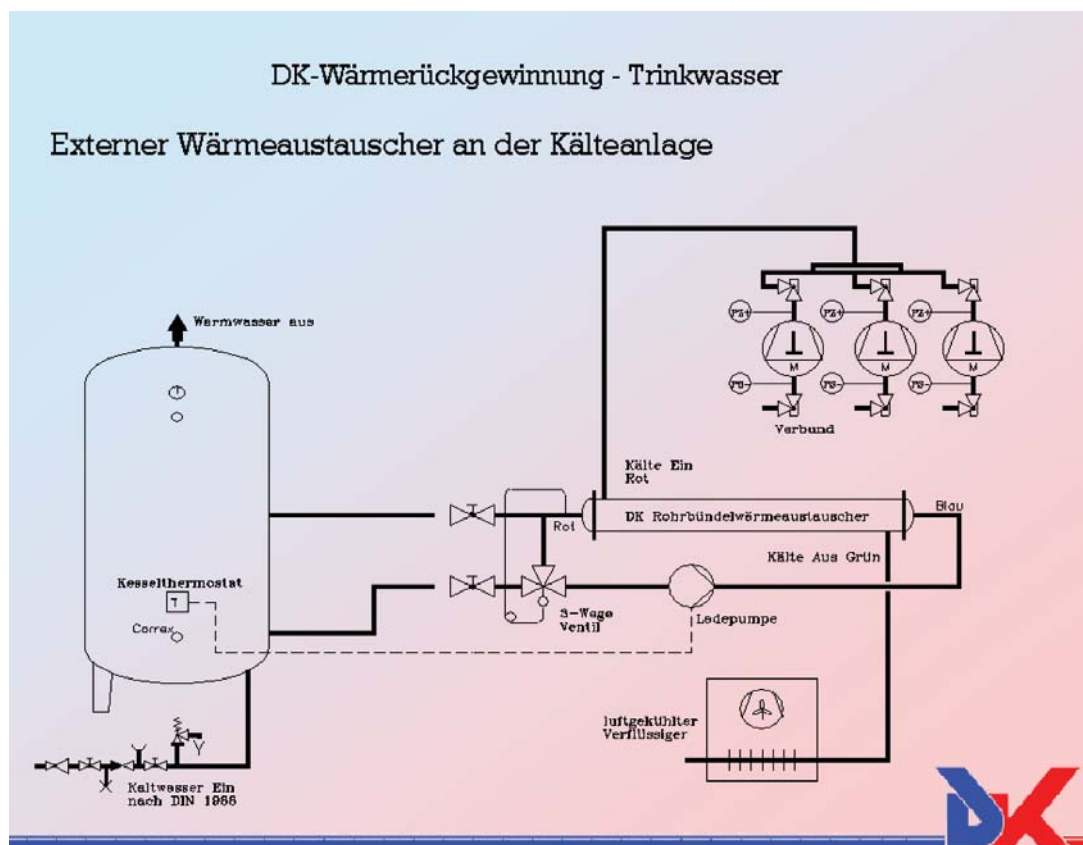
Rys. 2



Rys. 3

Odzysk ciepła DK – woda pitna			
Skraplacz rurowy wbudowany przy zbiorniku			
	Woda ciepła, wyjście		
	Zbiornik DK	Zimno, wejście czerwone Rurowy wymiennik ciepła DK Zimno, wyjście, zielone	Zespolone urządzenie chłodnicze
	Correx		
Woda zimna, wejście wg DIN 1986			Chłodzony powietrzem skraplacz

Odzysk ciepła DK – woda pitna			
Zewnętrzny wymiennik ciepła przy urządzeniu chłodniczym			
Woda ciepła, wyjście		Zimno, wejście, czerwony	Zespolone urządzenie chłodnicze
	Czerwony	Rurowy wymiennik ciepła DK	niebieski
Termostat kotła	Zawór 3-drogowy	Sprężarka	Zimno, wyjście, zielony
Correx			
Woda zimna, wejście wg DIN 1986		Chłodzony powietrzem skraplacz	



Rys. 4

Podgrzewanie wody użytkowej

- wersja z wewnętrznymi/zewnętrznymi wymiennikami ciepła

Zewnętrzne wymienniki ciepła:

Do podgrzewania wody użytkowej w połączeniu z zespolonymi agregatami chłodniczymi uzasadnione jest stosowanie dwuściannych skraplaczy zewnętrznych/oziębiaczy rurowych. Wymienniki ciepła mogą w tym przypadku zostać zamontowane albo przy zbiorniku wody użytkowej (prowadzenie rurociągu ze środkiem chłodzącym od urządzenia zespolonego do zbiornika), albo bezpośrednio przy zespolonym agregacie chłodniczym (bez dodatkowego prowadzenia rurociągu ze środkiem chłodzącym /

prowadzenie rurociągu z wodą od wymiennika ciepła do zbiornika). Zastosowanie 3-drogowego zaworu termostaticznego gwarantuje stałą temperaturę wyjściową ciepłej wody przy wymienniku ciepła – również przy obciążeniu częściowym.

Domieszka ciepłej wody przy obciążeniu częściowym zapobiega skraplaniu w wymienniku ciepła powodowanemu dopływem zimnej wody, co jest korzystne szczególnie w supermarketach wykorzystujących wyłącznie ciepło przegrzania $Q_{\dot{u}}$.

Dla substancji syntetycznych jako czynników chłodniczych zewnętrzne wymienniki ciepła wykonane są z miedzi; do urządzeń z zastosowaniem amoniaku instaluje się wymienniki wykonane ze stali lub stali szlachetnej.

cdn...