Materiały techniczno-projektowe
Logalux
Wymiarowanie i dobór podgrzewaczy

Ciepło jest naszym żywiołem

Buderus

Spis Treści

1 Podgrzewacze i stacje świeżej wody Logalux do podgrzewania ciepłej wody 2
1.1 Komfort ciepłej wody 2

2 Systemy podgrzewania ciepłej wody 3
2.1 System podgrzewania pojemnościowego 3
2.2 System ładowania zasobników 6
2.3 Systemy ze stacjami świeżej wody 8

3 Rodzaje ogrzewania podgrzewaczy 9
3.1 Ogrzewanie kotłem grzewczym 9
3.2 Ogrzewanie z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej 11
3.3 Ogrzewanie instalacją solarną 13
3.4 Ogrzewanie energią elektryczną 14
3.5 Ogrzewanie parą 15

4 Regulacja temperatury c.w.u. za pomocą regulatorów Logamatic 16
4.1 Funkcje c.w.u. regulatorów kotłów grzewczych Logamatic 16
4.2 Niezależne regulatory Logamatic do przygotowania c.w.u. 16
4.3 Regulatory Logamatic do systemów podgrzewaczy 17
4.4 Regulatory Logamatic do systemów ładowania zasobników 18

5 Wymiarowanie 19
5.1 Przepisy i wytyczne 19
5.2 Procedura doboru podgrzewacza 25

6 Dobór wg współczynnika zapotrzebowania dla budynków mieszkalnych 28
6.1 Norma DIN 4708 jako pomoc w obliczeniach dla budynków mieszkalnych 28
6.2 Obliczanie współczynnika zapotrzebowania dla budynków mieszkalnych 29
6.3 Wybór podgrzewacza na podstawie wskaźnika zapotrzebowania 31
6.4 Dobór stacji świeżej wody z podgrzewaczem buforowym 33
6.5 Przykład dla budynku jednorodzinnego 40
6.6 Przykład dla budynku wielorodzinnego 43

7 Dobór podgrzewacza wg mocy trwałej c.w.u. 50
7.1 Wykres mocy trwałej jako pomoc w obliczaniu (schemat zasadniczy) 50
7.2 Procedura obliczeniowa do doboru podgrzewacza według mocy trwałej c.w.u. 52
7.3 Przykład dla temperatur c.w.u. nieprzekraczających 65°C (schemat zasadniczy) 53
7.4 Przykład restauracji 55
7.5 Przykład rzeźni (temperatura c.w.u. powyżej 65°C) 57
7.6 Przykład podgrzewacza ogrzewanego parą wodną 59

8 Dobór systemu dla szczytowego zapotrzebowania na c.w.u. 62
8.1 Obliczanie mocy nagrzewania c.w.u. w przypadku systemów podgrzewaczy 62
8.2 Szczytowe zapotrzebowanie przy dłuższym czasie nagrzewania 64
8.3 Przykład zakładu przemysłowego (schemat zasadniczy) 67
8.4 Przykład podgrzewacza ogrzewanego parą wodną 73
8.5 Zapotrzebowanie szczytowe przy krótkim czasie nagrzewania (do 2 godzin) 75
8.6 Przykład hotelu dla sportowców 75

9 Konfiguracja podgrzewacza za pomocą wykresu cieplnego 79
9.1 Metoda krzywych całkowych 79
9.2 Konstrukcja prostego wykresu cieplnego 83
9.3 Kompleksowy teoretyczny profil zapotrzebowania 85

10 Dobór systemu do basenu pływackiego 86
10.1 Wytyczne 2089 VDI jako pomoc w obliczeniach 86
10.2 Przykład pływalni krytej (schemat zasadniczy) 87

11 Wybór podgrzewczy i zasobników c.w.u. 89
11.1 Podgrzewanie ciepłej wody z marką Buderus 89
11.2 Stojące podgrzewacze wody użytkowej Logalux SU 93
11.3 Leżące pojemnościowe podgrzewacze wody użytkowej Logalux L i LT 101
11.4 Systemy ładowania zasobników: Logalux LAP z zasobnikiem Logalux SF oraz podgrzewaczem Logalux SU 114
11.5 Systemy ładowania zasobników: Logalux SLP z Logalux SF oraz LF 118
11.6 Stacje świeżej wody 137

12 Pomoce przy doborze 145
12.1 Współczynniki korekcyjne przy doborze podgrzewacza 145
12.2 Współczynnik zapotrzebowania dla budynków mieszkalnych 145
12.3 Średnie wartości zapotrzebowania na c.w.u. i energię cieplną 150
12.4 Pływalnia kryta/basen kąpielowy 153
12.5 Hale sportowe 153
12.6 Obiekty komercyjne i przemysłowe 154
12.7 Formularz do ustalenia wielkości pojemnościowych podgrzewaczy wody użytkowej (wzór do powielania) 154

13 Załącznik 157
13.1 Podstawowe wzory ilość energii cieplnej 157
13.2 Wielkości obliczeniowe 158

Indeks haseł 160

1 Podgrzewacze i stacje świeżej wody Logalux do podgrzewania ciepłej wody

1.1 Komfort ciepłej wody

1.1.1 Dobór według zapotrzebowania

Ciepła woda użytkowa, dostępna w zasadzie w każdej chwili i w każdej ilości, w dzisiejszych czasach już od dawna nie budzi niczyjego zdziwienia. Aby móc spełnić wymóg dostarczania „każdej żądanej ilość", konieczne jest przeprowadzenie starannej analizy zapotrzebowania, umożliwiającej określenie wielkości pojemnościowego podgrzewacza wody lub stacji świeżej wody. Trafność analizy zapotrzebowania jest tym wyższa, im więcej danych zostanie wskazanych oraz im bardziej będą one precyzyjne.
Obszerny, nowoczesny i odpowiadający bieżącym trendom program produktów z odpowiednią regulacją Buderus zaspokaja w zasadzie każde zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową. Istnieje możliwość wyboru między podgrzewaczami stojącymi i leżącymi, niezależnie od tego, czy przewidziany jest system podgrzewaczy czy system ładowania zasobników. Stacje świeżej wody i wymagane podgrzewacze buforowe są dostępne w różnych rozmiarach. Ten aspekt stanowi istotny punkt przy doborze wstępnym. Należy w tym przypadku uwzględnić poniższe kwestie:

- Przewidywane miejsce ustawienia
- Wymiary do wstawienia
- Wysokość pomieszczenia instalacji

Ponadto należy dążyć do uzyskania możliwie obszernej i precyzyjnej wiedzy na temat projektowanej instalacji podgrzewania c.w.u. Niniejsze materiały do projektowania mają za zadanie dostarczyć niezbędnych w tym zakresie wskazówek.

1.1.2 Wykorzystanie materiałów do projektowania podczas pracy

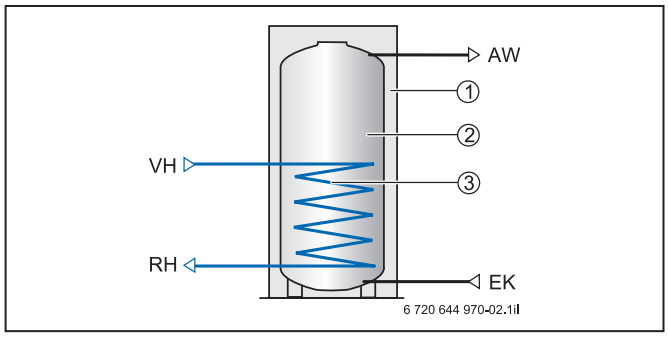
W rozdziale 2 przedstawiono systemy podgrzewania c.w.u., w rozdziale 3 – rodzaje ogrzewania podgrzewacza, a w rozdziale 4 wskazano odpowiedni układ regulacji do przygotowania c.w.u.
Rozdziały od 5 do 10 zawierają objaśnienia metod doboru podgrzewaczy. Kalkulacje są najpierw objaśniane teoretycznie, a następnie przedstawiane poglądowo na przykładzie praktycznym. Ułatwia to zrozumienie projektów o różnych danych wyjściowych.
Rozdziały 11 i 12 oprócz danych technicznych poszczególnych produktów zawierają wykresy parametrów mocy oraz przykłady instalacji przydatne podczas podłączenia hydraulicznego.
W większości przypadków największy problem podczas projektowania podgrzewacza do przygotowania c.w.u. stanowi konieczność zgromadzenia określonych informacji. Oprócz licznych tabel zawierających współczynniki zapotrzebowania c.w.u., Buderus opracowała specjalny formularz, mający na celu ułatwienie zgromadzenia niezbędnych danych (rozdział 12.7, strona 156).
Najważniejsze wzory z odpowiednimi wielkościami obliczeniowymi – rozdział 13.1, strona 159.

2 Systemy podgrzewania ciepłej wody

2.1 System podgrzewania pojemnościowego

2.1.1 Zasada działania

System podgrzewania pojemnościowego jest w praktyce częściej znany pod nazwą „podgrzewacz pojemnościowy c.w.u.”. Podgrzewacz c.w.u. to w uproszczeniu system podgrzewacza w postaci podgrzewacza pojedynczego. W systemie podgrzewacza następuje podgrzanie zimnej wody użytkowej (wody zimnej) i zmagazynowanie jej do momentu poboru. Pojemnościowy podgrzewacz c.w.u. jest w tym celu wyposażony w zasobnik z wbudowanym wymiennikiem ciepła.



Rys. 1 Zasada działania systemu podgrzewacza z pojemnościowym podgrzewaczem c.w.u. w formie pogrzewacza pojedynczego

AW Wypływ ciepłej wody
EK Dopływ zimnej wody
RH Powrót instalacji grzewczej
VH Zasilanie instalacji grzewczej
[1] Izolacja cieplna
[2] Zasobnik
[3] Wbudowany wymiennik ciepła

Wymiennik ciepła podgrzewacza c.w.u. znajduje się zawsze w dolnym obszarze zasobnika. Dzięki temu zgodnie z zasadą grawitacji „lekka” na skutek różnicy gęstości, podgrzana woda użytkowa może samodzielnie wznieść się do króćców poborowych i równomiernie rozpłynąć w całym zasobniku. System podgrzewacza może przy zastosowaniu względnie niewielkiej mocy cieplnej zmagazynować znaczne ilości ciepłej wody do wykorzystania w fazie zapotrzebowania szczytowego. Niezależnie od mocy zainstalowanego kotła, cały zapas ciepłej wody podgrzewacza pojemnościowego c.w.u. jest dostępny od razu i może być wykorzystywany w dużej ilości. Po zużyciu części zmagazynowanej ciepłej wody podgrzewacz c.w.u. może już tylko dostarczyć ilość wody odpowiadającą mocy trwałej c.w.u. wbudowanego w nim wymiennika ciepła. W trybie mocy trwałej wpływająca zimna woda jest podgrzewana zgodnie z zasadą przeciwprądu przy pełnej mocy cieplnej.
Przy dużym zapotrzebowaniu na ciepłą wodę może się zdarzyć, że miejsce ustawienia nie jest przystosowane do montażu dużego podgrzewacza bądź największy dostępny podgrzewacz nie jest wystarczający. Zapewnienie dużej pojemności podgrzewacza jest w takich przypadkach możliwe poprzez połączenie kilku stojących i leżących podgrzewaczy w jeden system (połączenie równoległe Rys. 2, strona 4; połączenie szeregowe Rys. 3, strona 4).

Szczególny przypadek zastosowania stanowi podłączenie kilku podgrzewaczy pojemnościowych do jednej centrali grzewczej. Taki układ umożliwia równoczesną realizację różnych poziomów temperatur c.w.u. – np. 60°C w natryskach hotelowych i 70°C w kuchni – przy zastosowaniu tylko jednego źródła ciepła.

2.1.2 Rodzaje ogrzewania

Wyróżnia się następujące dostępne rodzaje ogrzewania systemu podgrzewacza:

- Kocioł grzewczy
- Pompa ciepła
- Sieć ciepłownicza zdalaczynna lub system pokrewny (centralne źródło ciepła do kilku budynków)
- Energia solarna (ogrzewanie dwusystemowe do przygotowania c.w.u.)
- Energia elektryczna (dodatkowe ogrzewanie elektryczne, np. w lecie)
- Para wodna

Przydatność konkretnego rodzaju ogrzewania do danego systemu podgrzewacza jest zależna od wbudowanego wymiennika ciepła. W zależności od typu podgrzewacza c.w.u. może to być np. wspawany lub wymienny gładko-rurowy wymiennik ciepła, podlegający wymianie wymiennik ciepła z rurami ożebrowanymi z różnych materiałów, grzałka elektryczna lub rura spalin bezpośrednio zasilanego, gazowego podgrzewacza wody (rozdział 3, strona 9).

2.1.3 Przyporządkowanie układu regulacji do systemów podgrzewacza

Układ regulacji systemu podgrzewacza ma za zadanie utrzymać określoną zadaną temperaturę w podgrzewaczu przy zachowaniu maksymalnej precyzji. Rodzaj regulacji systemu podgrzewacza zależy od ogrzewania, a zatem również w tym miejscu został opisany. Przy ogrzewaniu kotłem grzewczym(→ rozdział 3.1, strona 9) lub za pomocą instalacji solarnej (→ rozdział 3.3, strona 13) zwykle stosowane są regulatory, które przy użyciu (elektrycznej) energii pomocniczej sterują odpowiednimi pompami i zaworami regulacyjnymi z siłownikiem elektrycznym w obiegu grzewczym. Wskazówki projektowe dotyczące regulacji przy ogrzewaniu kotłem grzewczym obowiązują analogicznie przy pośrednim ogrzewaniu ciepłem z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej (z węzłem cieplnym) lub przy zastosowaniu pokrewnych centrali grzewczych. Przy bezpośrednim ogrzewaniu z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej (→ rozdział 3.2, strona 11) lub parą (→ rozdział 3.5, strona 15) w obiegu grzewczym należy zastosować tak zwane „regulatory temperatury bez energii pomocniczej", które przy temperaturze na zasilaniu medium grzewczym powyżej 110°C nadal spełniają funkcję zabezpieczającego ogranicznika temperatury (STB).
W przypadku przygotowania c.w.u. przy zastosowaniu energii elektrycznej (→ rozdział 3.4, strona 14) wymagany jest termostat z czujnikiem temperatury. Stosowany w tym przypadku regulator, oprócz czujnika temperatury posiada również zawsze zabezpieczający ogranicznik temperatury, umożliwiający ew. konieczne wyłączenie bezpieczeństwa. Zestawienie regulatorów Logamatic Buderus do regulacji temperatury c.w.u. w systemach podgrzewaczy znajduje się w Tab. 1, od strony 17.

2.1.4 Charakterystyka systemu podgrzewacza

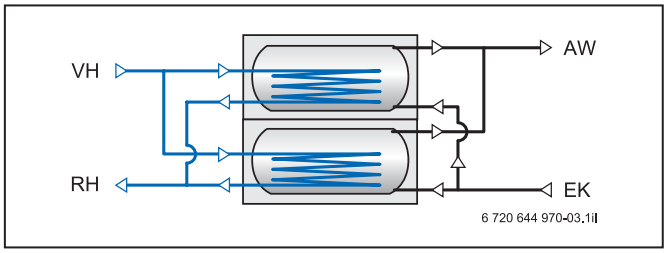
- solidne instalacje niepodatne na usterki podczas eksploatacji
- przystosowane do każdej wody użytkowej
- prosta regulacja, precyzyjne utrzymanie temperatury, brak przegrzewania
- realizacja wszystkich wymogów dotyczących komfortu
- możliwość wykonania systemu podgrzewacza stanowiącego połączenie kilku stojących i leżących podgrzewaczy pojemnościowych
- możliwość podłączenia kilku podgrzewaczy o zróżnicowanych poziomach temperatury (np. 60°C w przypadku natrysków hotelowych i 70°C w kuchni) do jednej centrali grzewczej z tylko jednym generatorem ciepła
- proste utrzymanie czystości w przypadku podgrzewaczy emaliowanych
- konieczność zapewnienia dużej przestrzeni w przypadku elektrycznych lub gazowych systemów przepływowych

Podczas projektowania systemu podgrzewacza zaleca się dokonanie precyzyjnej kalkulacji, błędy w fazie planowania, np. dobór zbyt dużego lub zbyt małego podgrzewacza mogą bowiem skutkować redukcją wydajności lub obniżeniem komfortu użytkowego.

2.1.5 Cechy szczególne połączenia równoległego

- optymalne dostosowanie do specyficznych warunków przestrzennych
- wysoka moc trwała
- możliwość oddzielnej konserwacji i czyszczenia poszczególnych podgrzewaczy c.w.u., co zapewnia ciągłość dostawy c.w.u.

Uwzględnić przyłącze zgodnie z „układem Tichelmanna”!

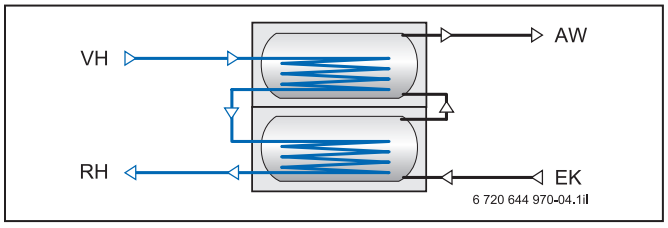


Rys. 2 Zasada działania systemu pojemnościowego składającego się z dwóch połączonych równolegle podgrzewaczy pojemnościowych (zgodnie z „układem Tichelmanna”)

AW Wypływ ciepłej wody
EK Dopływ zimnej wody
RH Powrót instalacji grzewczej
VH Zasilanie instalacji grzewczej

2.1.6 Właściwości połączenia szeregowego

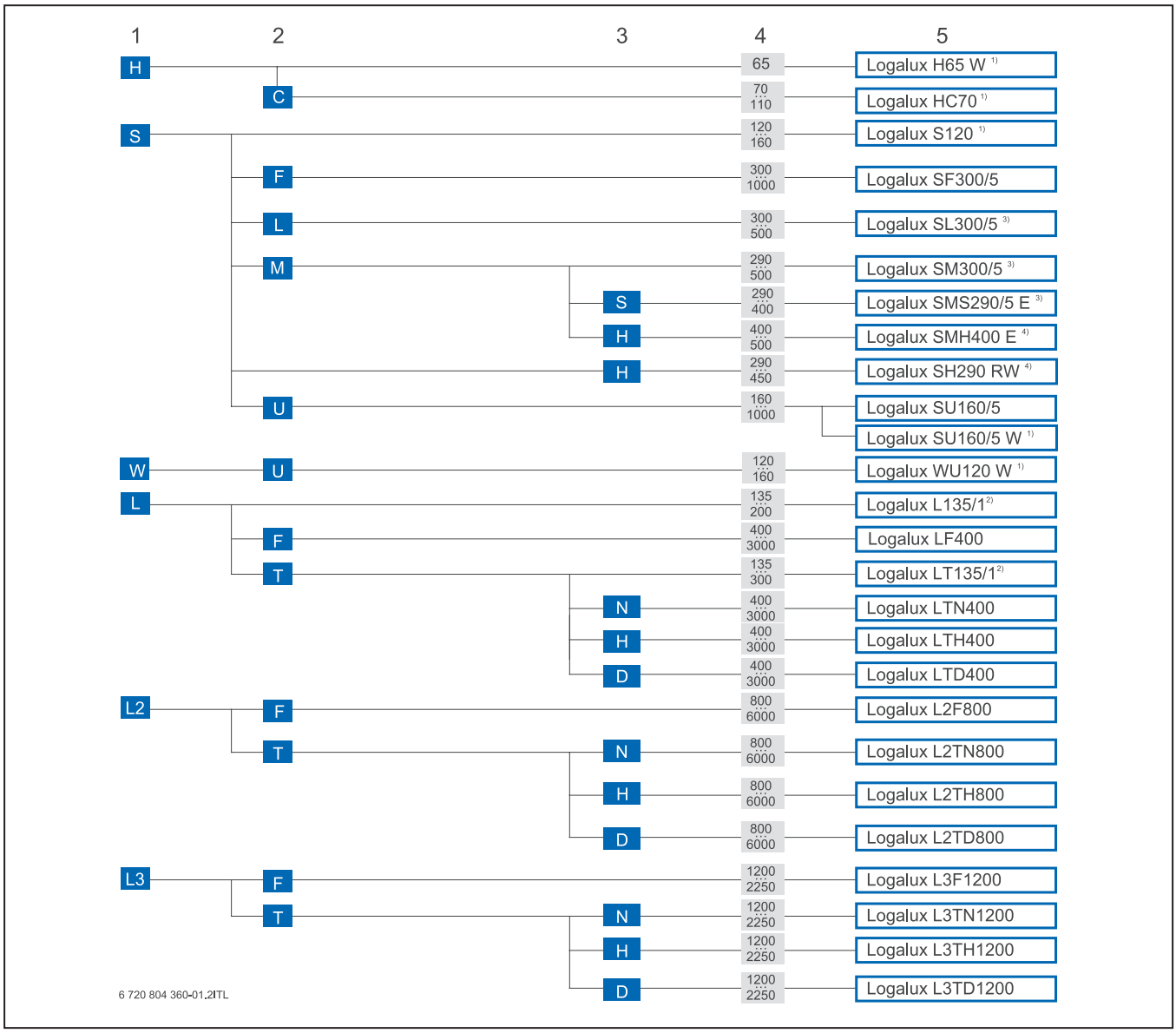
- optymalne dostosowanie do specyficznych warunków przestrzennych
- wysoki pobór szczytowy
- większe wychłodzenie wody grzewczej w porównaniu z podgrzewaczem pojedynczym, co stwarza idealne warunki do podgrzewu wody za pomocą kotła grzewczego lub z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej.



Rys. 3 Zasada działania systemu pojemnościowego składającego się z dwóch połączonych szeregowo podgrzewaczy pojemnościowych

AW Wypływ ciepłej wody
EK Dopływ zimnej wody
RH Powrót instalacji grzewczej
VH Zasilanie instalacji grzewczej

2.1.7 Oznaczenia podgrzewaczy pojemnościowych marki Buderus do podgrzewania ciepłej wody



Rys. 4 Przegląd oznaczeń podgrzewaczy Logalux marki Buderus do podgrzewania ciepłej wody

1 Rodzaj podgrzewacza:
H Wiszący
L Leżący
L2 Leżący (2 podgrzewacze)
L3 Leżący (3 podgrzewacze)
S Stojący
W Przyścienny

2 Wyposażenie systemu ogrzewania:
C Classic
F Ogrzewanie ze źródeł zewnętrznych (system ładowania)
L Zasobnik warstwowy
M Podgrzewacz multiwalentny
T Wyposażenie ponadstandardowe
U Podgrzewacz uniwersalny

3 Moc czynnika grzewczego:
D Para
N Moc standardowa
H Moc wysoka
S Stacja solarna (wbudowana)

4 Pojemność podgrzewacza od... do... litrów

5 Oznaczenie (w przykładzie najmniejszy podgrzewacz)

1) Podgrzewacz (biały) do gazowych urządzeń grzewczych (→ materiały do projektowania „Gazowy kocioł kondensacyjny Logamax plus GB... " oraz „Gazowe urządzenie grzewcze Logamax U...")
2) Podgrzewacz leżący do generatorów ciepła ustawionych na podłożu (→ materiały do projektowania określonego kotła)
3) Podgrzewacz do systemów solarnych (→ materiały do projektowania „Technika solarna Logasol")
4) Podgrzewacz do pompy ciepła (→ materiały do projektowania „Logatherm WPS")

Dostępność urządzeń zgodnie z aktualną ofertą marki Buderus (patrz aktualne cenniki PL).

2.2 System ładowania zasobników

2.2.1 Zasada działania

System ładowania zasobników różni się od systemu podgrzewacza przede wszystkim umiejscowieniem wymiennika ciepła do przygotowania c.w.u. Podczas gdy w systemie podgrzewaczy wymiennik ciepła jest wbudowany w każdym zbiorniku, system ładowania zasobników posiada przynajmniej jeden podgrzewacz c.w.u. bez zintegrowanego wymiennika ciepła. Zbiornik w systemie podgrzewaczy jest ogrzewany przez zintegrowany wymiennik ciepła od dołu do góry (zasada grawitacji). W systemie ładowania zasobników „załadowanie" zasobnika (bez wbudowanego wymiennika ciepła) następuje od góry do dołu za pomocą podgrzanej wody użytkowej (ciepłej wody użytkowej) przez specjalną pompę ładującą. Dlatego jest on również określany mianem zasobnika warstwowego (zasada ładowania warstwowego).
System ładowania zasobników posiada **zewnętrzny** wymiennik ciepła. Wymiennik ciepła jest umieszczony **na zewnątrz** zasobnika (zestaw wymiennika ciepła Logalux LAP na zasobniku → Rys. 5, strona 7, Logalux SLP obok zasobnika → Rys. 6, strona 7).
Jeżeli na skutek poboru określonej ilości wody z podgrzewacza układ regulacji zareaguje, włączając pompę ładującą do zasobnika warstwowego, należy rozróżnić dwa przypadki.

1. Jeżeli moc cieplna odpowiednia do wielkości poboru jest niższa niż maksymalna moc ogrzewania wymiennika ciepła, podgrzanie wody użytkowej następuje podczas przepływu przez wymiennik ciepła. Ilość skumulowanej ciepłej wody w zasobniku pozostaje zachowana.
2. Jeżeli moc cieplna odpowiednia do wielkości poboru przekracza maksymalną moc ogrzewania wymiennika ciepła, zużyty zostaje również zapas ciepłej wody użytkowej w zasobniku. W przypadku dalszego zapotrzebowania można dowolnie długo pobierać wodę w ilości odpowiadającej maksymalnej mocy ogrzewania (mocy trwałej) wymiennika ciepła.

Przy dużym zapotrzebowaniu na ciepłą wodę może się zdarzyć, że miejsce ustawienia nie jest przystosowane do montażu dużego zasobnika bądź największy dostępny zasobnik nie jest wystarczający. Zapewnienie dużej pojemności zasobnika jest w takich przypadkach możliwe poprzez połączenie kilku stojących lub leżących zasobników w jeden system ładowania z wymiennikiem ciepła w układzie równoległym lub szeregowym.
W przypadku dużego strumienia objętości w cyrkulacji c.w.u. należy uwzględnić maksymalny wtórny strumień objętości systemu ładowania. Musi on być większy, by możliwe było zakończenie procesu ładowania.
W przeciwnym razie należy zaplanować wyłączenie cyrkulacji podczas ładowania.
Szczególny przypadek zastosowania stanowi podłączenie kilku systemów ładowania zasobników do jednej centrali grzewczej. Taki układ umożliwia równoczesną realizację różnych poziomów temperatur c.w.u. – np. 60°C w natryskach hotelowych i 70°C w kuchni – przy zastosowaniu tylko jednego generatora ciepła.
Pompa ładująca do zasobnika warstwowego pracująca w trybie ciągłym - mniejszy zasobnik W przypadku pompy ładującej **pracującej w trybie ciągłym** temperatura w całym zasobniku jest utrzymywana na żądanym poziomie, gdyż po każdym poborze następuje natychmiastowej dogrzanie zasobnika. Można zatem wybrać mniejszą pojemność zbiornika. W praktyce wariant ten jest wybierany w przypadku zasobników o pojemności powyżej 1000 litrów w instalacjach o wydłużonych okresach zapotrzebowania, a więc bez krótkotrwałych cykli poboru szczytowego.
Pompa ładująca do zasobnika warstwowego pracująca w trybie okresowym – większy zasobnik
Pracująca w trybie okresowym pompa ładująca jest włączana tylko w razie zapotrzebowania, tzn. jej uruchomienie następuje dopiero po poborze części ciepłej wody użytkowej lub jej wychłodzeniu. Aby zapewnić dostateczny zapas ciepłej wody, w przypadku znacznych poborów należy zatem wybrać nieco większy zbiornik. Korzyścią jest natomiast mniejsze zużycie prądu przez pompę ładującą pracującą tylko w trybie okresowym.

2.2.2 Rodzaje ogrzewania

Wyróżnia się następujące główne rodzaje ogrzewania systemu ładowania zasobników:
- kocioł grzewczy (preferowany jest kocioł kondensacyjny)
- ciepło z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej lub system pokrewny (centralny generator ciepła do kilku budynków).

Zewnętrzne zestawy wymienników ciepła Logalux LAP i SLP posiadają płytowe wymienniki ciepła ze stali nierdzewnej o dużej mocy transmisji i są przystosowane do obydwu rodzajów ogrzewania. Zestaw wymienników ciepła LAP można również zastosować do ogrzewania dwusystemowego w przypadku stojących zasobników Logalux SU (przy pojemności powyżej 500 l), jeżeli wbudowany w nich gładko-rurowy wymiennik ciepła jest podłączony do termicznej instalacji solarnej (→ rozdział 11.4, strona 114 i następne).
Grzałka elektryczna (wyposażenie dodatkowe) ogrzewa zasobnik od dołu do góry, zatem zgodnie z zasadą systemu podgrzewacza. Dlatego zastosowanie grzałki w systemie ładowania zasobników ma uzasadnienie wyłączenie jako dodatkowe źródło ciepła, np. w lecie.

2.2.3 Mechanizmy regulacji systemów ładowania zasobników

Z uwagi na to, że zasada działania systemu ładowania zasobników, czyli ładowanie (ogrzewanie) od góry do dołu, znacząco różni się od zasady działania systemu podgrzewacza, należy w przypadku regulacji uwzględnić jedną szczególną kwestię: W systemie ładowania zasobników temperaturę ciepłej wody „uzyskuje się" poza zasobnikiem i jest ona wykrywana przez czujnik temperatury w zasobniku dopiero wtedy, gdy woda o tej temperaturze dotrze do czujnika. Czujnik temperatury w zasobniku nie ma zatem żadnego wpływu na temperaturę ładowania c.w.u.
Jeżeli moc wymiennika ciepła i warunki temperaturowe są znane, istniałaby możliwość montażu zaworu ograniczającego ilość w obiegu wtórnym za wymiennikiem ciepła oraz ustawienia odpowiednio do obliczonej wielkości przepływu. Pozwoliłoby to na precyzyjne uzyskanie żądanej temperatury ciepłej wody użytkowej.
Istnieją jednak dwa przypadki skrajne, które mogą występować przy włączaniu procesu ładowania.
- zasobnik jest wypełniony zimną wodą (np. o temp. 10°C), albo
- ładowanie zostaje aktywowane, ponieważ jest to wymuszone przez histerezę włączeniową regulatora (np. przy różnicy włączenia wynoszącej 5 K i temperaturze zadanej w zasobniku na poziomie 60°C, doładowanie następuje przy temperaturze 55°C).

W pierwszym przypadku należy ustawić mały strumień objętości, ponieważ musi nastąpić duży przeskok różnicy temperatur z 10°C do 60°C. W drugim przypadku różnica temperatur 5 K jest bardzo mała, a więc przy ustawionej małej wielkości przepływu i odpowiednio wysokiej temperaturze na zasilaniu skutkiem byłaby zbyt wysoka temperatura c.w.u. grożąca poparzeniem. Dobór układu regulacji musi uwzględniać te dwa skrajne przypadki.
Rodzaj regulacji systemu ładowania zasobników zależy od ogrzewania , a zatem również w tym miejscu został opisany. Zasada działania pozostaje jednak ta sama.
Przy ogrzewaniu kotłem grzewczym(→ rozdział 3.1 i następne, od strony 9) zwykle stosowane są regulatory, które przy użyciu (elektrycznej) energii pomocniczej sterują odpowiednimi pompami i zaworami regulacyjnymi z siłownikiem elektrycznym w obiegu grzewczym. Wskazówki projektowe dotyczące regulacji przy ogrzewaniu kotłem grzewczym obowiązują analogicznie przy pośrednim ogrzewaniu z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej (ze stacją transferową) lub przy zastosowaniu pokrewnych centrali grzewczych. Przy bezpośrednim ogrzewaniu z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej (→ rozdział 3.2, strona 11) w obiegu grzewczym należy zastosować tak zwane regulatory temperatury bezpośredniego działania (bez energii pomocniczej), które przy temperaturze na zasilaniu medium grzewczym powyżej 110°C nadal spełniają funkcję zabezpieczającego ogranicznika temperatury (STB). W celu całkowitego załadowania zasobnika, zwykle stosuje się regulatory z czujnikami włączania i wyłączania. Zestawienie regulatorów Logamatic Buderus do regulacji temperatury c.w.u. w systemach ładowania zasobników znajduje się w Tab. 2, na stronie 18.

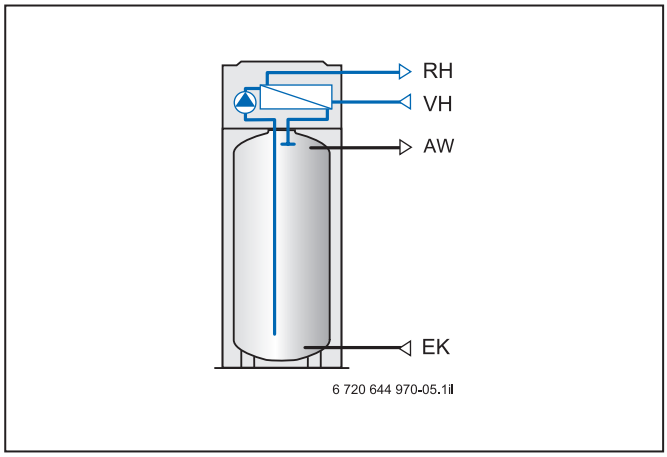
2.2.4 Właściwości systemu ładowania zasobników

- szybka dyspozycyjność c.w.u.
- podgrzanie całej zawartości zasobnika
- duży pobór szczytowy, gdyż po poborze wody z podgrzewacza do dyspozycji jest od razu maksymalna moc wymiennika ciepła
- znaczne wychłodzenie wody grzewczej, a zatem niska temperatura na powrocie, co stwarza idealne warunki do podgrzewu wody z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej oraz w zestawie z kotłem kondensacyjnym
- łatwe utrzymanie czystości zasobnika
- aby uniknąć powstawania osadów z kamienia na wymienniku ciepła, przestrzegać zalecanej twardości wody
- możliwość doboru mocy wymiennika ciepła i rozmiaru zasobnika do wymogów danej instalacji
- w budynkach mieszkalnych, w porównaniu z systemem podgrzewacza, zwykle stosowane są mniejsze zasobniki.

Podczas projektowania należy uwzględnić konieczność skonfigurowania systemu ładowania zasobników lub zapewnienia odpowiedniego układu regulacji.

2.2.5 System ładowania zasobników z zewnętrznym wymiennikiem ciepła - Set Logalux LAP lub SLP

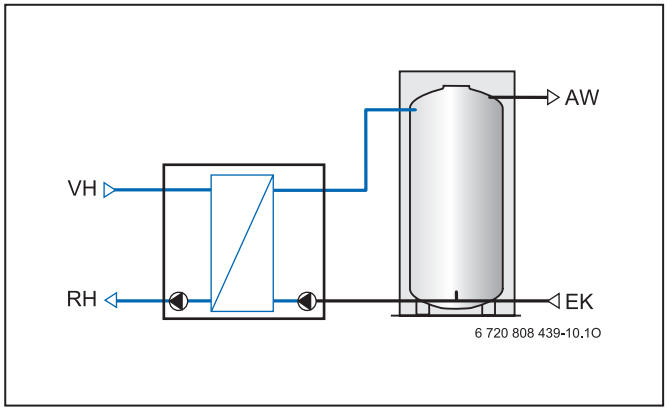
Ustawienie wymiennika ciepła na zasobniku
W przypadku tego wariantu do dyspozycji jest zestaw wymiennika ciepła Logalux LAP, występujący w kilku rozmiarach do wyboru. Zestaw wymiennika ciepła Logalux LAP można zastosować w połączeniu ze stojącym zasobnikiem Logalux SF lub podgrzewaczem Logalux SU (→ rozdział 11.4, strona 114 i następne).



Rys. 5 Zasada działania systemu ładowania zasobników z zewnętrznym zestawem wymiennika ciepła Logalux LAP, ustawionym na zasobniku

AW Wypływ ciepłej wody
EK Dopływ zimnej wody
RH Powrót instalacji grzewczej
VH Zasilanie instalacji grzewczej

Ustawienie wymiennika ciepła obok zasobnika
W przypadku tego wariantu do dyspozycji jest zestaw wymiennika ciepła Logalux SLP, występujący w kilku rozmiarach do wyboru. Zestaw wymiennika ciepła Logalux SLP może zasilać jeden zasobnik pojedynczy lub kilka zasobników Logalux SF lub LF w układzie równoległym lub szeregowym(→ rozdział 11.5, strona 118 i następne).



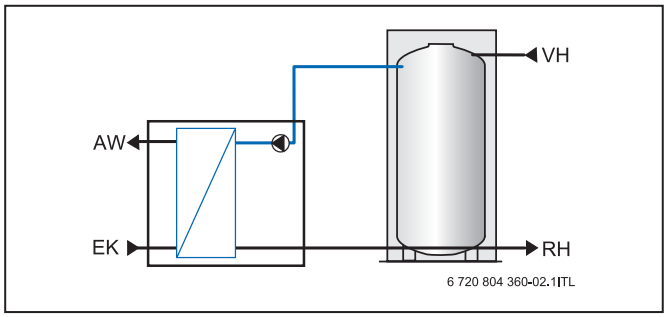
Rys. 6 Zasada działania systemu ładowania zasobników z zewnętrznym zestawem wymiennika ciepła Logalux SLP, ustawionym obok zasobnika

AW Wypływ ciepłej wody
EK Dopływ zimnej wody
RH Powrót instalacji grzewczej
VH Zasilanie instalacji grzewczej

2.3 Systemy ze stacjami świeżej wody

Rys. 7 Logalux FS40/3

Zasada działania
Systemy wyposażone w stacje świeżej wody różnią się od systemów podgrzewacza lub systemów ładowania zasobników tym, że nie dysponują żadnym system gromadzenia zapasów ciepłej wody użytkowej. Stacje ogrzewają wodę użytkową przez wymiennik ciepła na zasadzie przepływu. Aby móc udostępnić określoną ilość ciepła, stosowane są podgrzewacze buforowe, które są ogrzewane bezpośrednio przez generator ciepła. Stacje świeżej wody posiadają pompę, służącą do przetłaczania ciepłej wody.



Rys. 8 Zasada działania stacji świeżej wody z podgrzewaczem buforowym

AW Wypływ ciepłej wody
EK Dopływ zimnej wody
RH Powrót instalacji grzewczej
VH Zasilanie instalacji grzewczej

Rodzaje ogrzewania
Dostępne są następujące rodzaje ogrzewania:

- Kocioł grzewczy
- Pompa ciepła
- Ogrzewanie z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej
- Energia solarna
- Energia elektryczna

Ponieważ w systemach ze stacjami świeżej wody stosowany jest podgrzewacz buforowy, należy zwrócić uwagę szczególnie na kotły na paliwo stałe i instalacje solarne. Te źródła ciepła są już bowiem często stosowane w połączeniu z podgrzewaczami buforowymi.

Mechanizmy regulacji systemów stacji świeżej wody
Podczas eksploatacji konieczna jest regulacja dwóch temperatur. Temperatury wypływu ciepłej wody i temperatury wody w podgrzewaczu buforowym. Temperatura wypływu ciepłej wody musi być utrzymywana na stałym poziomie, niezależnie od wahań wielkości poboru. Wymóg ten jest realizowany przez regulację prędkości obrotowej pompy (Logalux FS../3). Regulacja ogrzewania podgrzewacza buforowego może następować tak jak w systemie podgrzewacza lub poprzez regulację ładowania podobną do tej, stosowanej w systemie ładowania zasobników z użyciem czujników włączania i wyłączania.

Charakterystyka systemów stacji świeżej wody
- wysoka higiena przygotowania c.w.u. dzięki zastosowaniu zasady przepływu, ponieważ nie ma konieczności gromadzenia zapasów ciepłej wody
- szybka dyspozycyjność c.w.u.
- możliwość indywidualnego doboru znamionowej mocy poboru
- znaczne wychłodzenie wody grzewczej po poborze i przez to niska temperatura na powrocie, co stwarza idealne warunki do podgrzewania wody z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej oraz w zestawie z kotłem kondensacyjnym i instalacjami solarnymi
- aby uniknąć powstawania osadów z kamienia na wymienniku ciepła, przestrzegać zalecanej twardości wody
- dobór maks. wielkości poboru do zakresu funkcjonalności obiektu
- idealne rozwiązanie do połączenia z kotłem na paliwa stałe i instalacjami solarnymi

Informacje dotyczące stacji świeżej wody i podgrzewaczy buforowych znajdują się również w materiałach do projektowania Buderus „Technika solarna Logasol”.

Oznaczenia stacji świeżej wody Buderus do przygotowania c.w.u.
Stacje świeżej wody Logalux FS...są dostępne w kilku rozmiarach.

- Logalux FS27/3
- Logalux FS40/3
- Logalux FS54/3
- Logalux FS80/3
- Logalux FS120/3
- Logalux FS160/3

Oznaczenie zawiera znamionową moc poboru w l/min przy temp. c.w.u. 60°C i temperaturze wody w podgrzewaczu buforowym 70°C.

3 Rodzaje ogrzewania podgrzewaczy

3.1 Ogrzewanie kotłem grzewczym

Z zasady nie ma to znaczenia, czy kocioł grzewczy jest zasilany olejem, gazem, energią elektryczną czy paliwami stałymi. Temperatury ogrzewania w regulatorze wynoszą poniżej 110°C. Przy temperaturze przekraczającej 110°C należy zainstalować dodatkowy zabezpieczający ogranicznik temperatury przerywający proces grzewczy.
Materiały do projektowania zawierające informacje dotyczące regulacji przy ogrzewaniu kotłem grzewczym obowiązują również analogiczne w przypadku ogrzewania pośredniego

- za pomocą ciepła z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej (ze stacją transmisji ciepła)
  oraz
- za pomocą centrali pokrewnej, w przypadku której centralny generator ciepła zasila kilka obiektów.

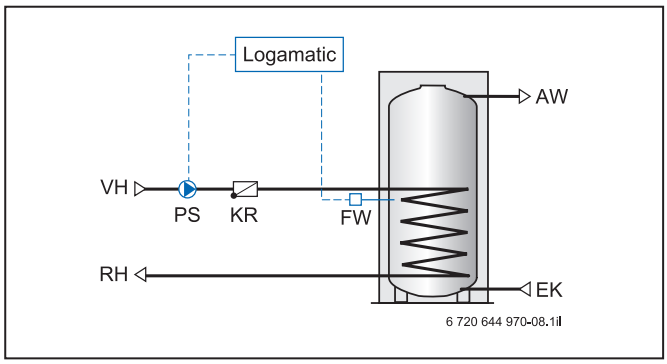
3.1.1 System podgrzewacza przy ogrzewaniu za pomocą kotła grzewczego

Podgrzewacz
Wymogiem konstrukcyjnym będącym warunkiem ogrzewania i regulacji podgrzewaczy c.w.u. marki Buderus jest umieszczenie wymiennika ciepła w dolnej części systemu. Po włączeniu ogrzewania powoduje on na skutek grawitacji przemieszanie całej zawartości podgrzewacza. Dlatego istotnymi kryteriami doboru podgrzewacza c.w.u. jest rodzaj i wielkość powierzchni grzewczej wymiennika ciepła.
Podgrzewacze Logalux oferowane przez markę Buderus posiadają zintegrowane wymienniki ciepła bądź dysponują możliwością zamontowania dodatkowych wymienników, optymalnie dostosowanych do pojemności podgrzewacza.
System podgrzewacza do przygotowania c.w.u. powinien być dobrany w taki sposób, aby dostępna moc cieplna odpowiadała mocy transmisji wbudowanego wymiennika ciepła. Należy dążyć do maksymalnego skrócenia przerwy w ogrzewaniu budynku oraz do tego, aby ogrzewanie wody w podgrzewaczu przebiegało bez cyklicznego wyłączania/włączania kotła grzewczego.

Regulacja temperatury c.w.u.
Układ regulacji systemu podgrzewacza ma za zadanie utrzymać określoną zadaną temperaturę w podgrzewaczu przy zachowaniu maksymalnej precyzji. Nowoczesne regulatory, np. Logamatic marki Buderus, umożliwiają rozsądne gospodarowanie energią i ekonomiczną pracę instalacji.
Regulację temperatury c.w.u. systemu podgrzewacza przejmuje zwykle

- regulator kotła grzewczego Logamatic z funkcją c.w.u. lub
- oddzielny regulator Logamatic do przygotowania c.w.u. (→ Tab. 1, od strony 17).

Pompa ładująca podgrzewacz i czujnik temperatury
Aby utrzymać temperaturę w podgrzewaczu na poziomie wartości zadanej, następuje sterowanie pompą ładującą podgrzewacza lub zaworem regulacyjnym poprzez regulator temperatury z czujnikiem temperatury c.w.u. w formie czujnika zanurzeniowego w podgrzewaczu (lub jako czujnik przylgowy). Dopuszczalne odchylenie od wartości zadanej można ustawić w niektórych regulatorach w parametrze Histereza włączania i wyłączania. Zawór zwrotny klapowy w rurze zasilania za pompą ładującą podgrzewacz zapobiega niepożądanemu wychłodzeniu podgrzewacza przez obieg grzewczy.



Rys. 9 Zasada regulacji systemu podgrzewacza z pompą ładującą oraz czujnikiem temperatury

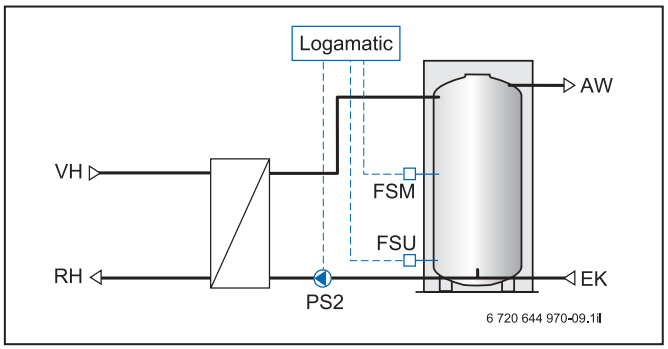
Regulator kotła grzewczego Logamatic lub oddzielny regulator Logamatic do przygotowania c.w.u. (→ Tab. 1, strona 17 i następne)

AW	Wypływ ciepłej wody
EK	Dopływ zimnej wody
FW	Czujnik temperatury c.w.u.
KR	Zawór zwrotny klapowy
PS	Pompa ładująca podgrzewacz
RH	Powrót instalacji grzewczej
VH	Zasilanie instalacji grzewczej

3.1.2 System ładowania zasobników przy ogrzewaniu za pomocą kotła grzewczego

Regulacja wstępna temperatury na zasilaniu wody grzewczej
Regulator kotła grzewczego Logamatic 4000 umożliwia ustawienie temperatury na zasilaniu wody grzewczej po stronie pierwotnej na stałą wartość powyżej temperatury zadanej c.w.u. Dzięki temu nie ma możliwości wystąpienia nadmiernej temperatury c.w.u. po stronie wtórnej.
Jeżeli regulacja wstępna temperatury na zasilaniu wody grzewczej jest z przyczyn eksploatacyjnych niemożliwa, należy przewidzieć regulację mieszaczy, aby ograniczyć temperaturę na zasilaniu wody grzewczej, a tym samym moc transmisji wymiennika ciepła.

Pompa ładująca do zasobnika warstwowego i dwa czujniki temperatury
Na Rys. 11 przedstawiony schemat prostej regulacji temperatury c.w.u. systemu ładowania zasobników. Regulacja obiegu kotła pozostaje nieuwzględniona w przypadku regulacji temperatury c.w.u. Jeżeli temperatura na zasilaniu lub strumień objętości nie mogą zostać ograniczone przez regulator obiegu kotła, alternatywnie możliwe jest zastosowanie regulatora temperatury bez energii pomocniczej (schemat → Rys. 14, strona 12).



Rys. 10 Schemat prostej regulacji systemu ładowania zasobników z pompą ładującą do zasobnika warstwowego oraz dwoma czujnikami temperatury; stała regulacja temperatury na zasilaniu po stronie pierwotnej (Logalux LAP)

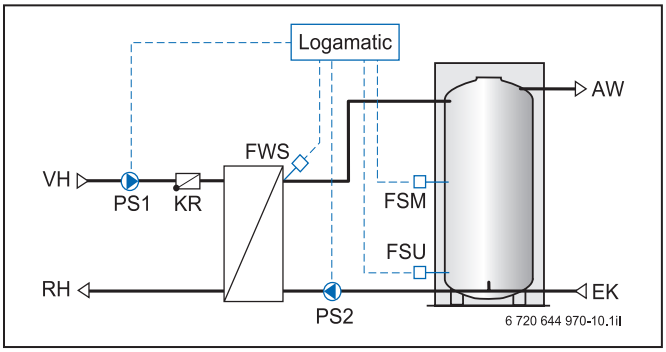
Regulator kotła grzewczego Logamatic lub oddzielny regulator Logamatic do przygotowania c.w.u. (→Tab. 2, strona 18)

AW	Wypływ ciepłej wody
EK	Dopływ zimnej wody
FSM	Czujnik temperatury c.w.u. w środkowej części zasobnika Wł.
FSU	Czujnik temperatury c.w.u. w dolnej części zasobnika Wył.
PS2	Pompa ładująca do zasobnika warstwowego (pompa obiegu wtórnego)
RH	Powrót instalacji grzewczej
VH	Zasilanie instalacji grzewczej

W przypadku tej uproszczonej wersji regulacji problematyczny jest stan rozruchu kotła grzewczego. Jeżeli kocioł grzewczy, np. w lecie nie osiągnął jeszcze dostatecznie wysokiego poziomu temperatury, wówczas sterowana czasowo, a więc pracująca w trybie ciągłym pompa ładująca do zasobnika warstwowego podczas całej fazy nagrzewania kotła grzewczego pompowałaby jeszcze zimną lub niedostatecznie nagrzaną wodę użytkową do górnego obszaru zasobnika i schłodziłaby rozgrzaną głowicę zasobnika. Rozwiązanie problemu stanowi zależny od temperatury regulator z pompą ładującą do zasobnika warstwowego pracującą w trybie okresowym. Do sterowania pompą ładującą zasobnika warstwowego PS2 (pompa obiegu wtórnego) za pomocą czujnika włączania FSM i czujnika wyłączania FSU można zastosować regulator Logamatic 4117 do przygotowania c.w.u. (→ Tab. 2, strona 18).

Pompa ładująca do zasobnika warstwowego, pompa ładująca podgrzewacz i trzy czujniki temperatury

Nowoczesny regulator temperatury c.w.u. steruje pompą ładującą podgrzewacz oraz pompą ładującą do zasobnika warstwowego za pomocą trzech czujników temperatury (→ Rys. 12). Czujnik temperatury FSM znajdujący się w połowie wysokości podgrzewacza generuje po spadku wartości poniżej różnicy włączania sygnał włączenia kotła grzewczego oraz pompy ładującej podgrzewacz i pompy ładującej zasobnika warstwowego. Czujnik wyłączania FSU jest umiejscowiony w dolnym obszarze zasobnika. Regulator porównuje temperaturę ładowania zmierzoną na czujniku referencyjnym FWS z ustawioną temperaturą zadaną c.w.u. i utrzymuje temperaturę ładowania na stałym poziomie poprzez cykliczne załączanie/wyłączanie.



Rys. 11 Schemat nowoczesnej regulacji systemu ładowania zasobników z pompą ładującą podgrzewacz i pompą ładującą do zasobnika warstwowego (strona pierwotna i wtórna) oraz trzema czujnikami temperatury (Logalux LAP i SLP)

Regulator kotła grzewczego Logamatic lub oddzielny regulator Logamatic do przygotowania c.w.u. (→ Tab. 2, strona 18)

AW	Wypływ ciepłej wody
EK	Dopływ zimnej wody
FSM	Czujnik temperatury c.w.u. w środkowej części zasobnika
FSU	Czujnik temperatury c.w.u. w dolnej części zasobnika
FWS	Czujnik temperatury c.w.u. wymiennika ciepła
KR	Zawór zwrotny klapowy
PS1	Pompa ładująca podgrzewacz (pompa obiegu pierwotnego)
PS2	Pompa ładująca do zasobnika warstwowego (pompa obiegu wtórnego)
RH	Powrót instalacji grzewczej
VH	Zasilanie instalacji grzewczej

Regulacja przy zastosowaniu pompy ładującej podgrzewacz i pompy ładującej do zasobnika warstwowego oraz trzech czujników temperatury:

- niweluje konieczność regulacji wielkości przepływu po stronie pierwotnej i wtórnej,
- zapobiega w stanie rozruchu kotła grzewczego uszkodzeniu rozgrzanej głowicy zasobnika oraz
- wyklucza występowanie nadmiernych temperatur.

Przy ustawieniu kilku zasobników w układzie szeregowym czujnik włączania można umieścić w różnych miejscach. Czujnik wyłączania jest montowany w dolnej części ostatniego zasobnika.

3.2 Ogrzewanie z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej

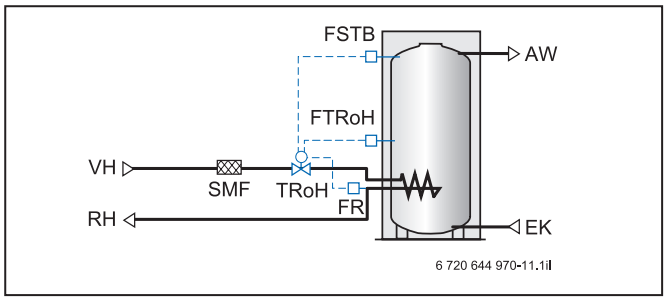
Ważnym czynnikiem wpływającym na efektywność ekonomiczną oraz niezawodność działania przy zasilaniu z sieci zdalaczynnej, są instalacje odbiorcze. Na skutek dużych różnic temperatur między zasilaniem a powrotem sieci ciepłowniczej zdalaczynnej, tzn. przez wychłodzenie przesyłanej wody grzewczej w stacji lub instalacji w budynku, uzyskuje się niższe temperatury na powrocie.

W niniejszym podrozdziale 3.2 przestawiono wyłącznie szczególne aspekty podgrzewania c.w.u. przy ogrzewaniu bezpośrednim z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej. W przypadku ogrzewania pośredniego z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej (przez stacje transmisji) bądź przy zastosowaniu pokrewnej centrali grzewczej obowiązują w zasadzie te same wskazówki projektowe, jak w przypadku ogrzewania kotłem grzewczym (→ rozdział 3.1 i następne).

3.2.1 System podgrzewacza przy ogrzewaniu z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej (zasilanie bezpośrednie)

Dobór podgrzewaczy
Bezpośrednie podłączenie do sieci zdalaczynnej przez regulator temperatury bez energii pomocniczej jest możliwe przy zastosowaniu podgrzewaczy c.w.u. z mufą do montażu na tulei zanurzeniowej (Logalux SF300 do SF1000 z wbudowanym wymiennikiem ciepła z rur ożebrowanych lub Logalux LTN albo LTH). W przypadku podgrzewaczy bez mufy do tulei zanurzeniowej regulacja może następować za pomocą regulatora temperatury z czujnikiem i zaworem regulacyjnym z siłownikiem elektrycznym.
Podstawą projektowania podgrzewaczy c.w.u. jest norma DIN 4708-2 z uwzględnieniem instrukcji zespołu roboczego ds. sieci zdalaczynnych (AGFW). W tabelach „Parametry wydajności c.w.u." oraz na wykresach mocy podgrzewaczy c.w.u. Logalux marki Buderus podane są wskaźniki mocy zgodnie z normą DIN 4708 (→rozdział 11, od strony 89).
W przypadku granicznym należy podczas doboru podgrzewacza zgodnie z normą DIN 4708 przyjąć maksymalną wartość współczynnika mocy N_L podgrzewacza (zgodnie z odpowiednią tabelą „Parametry wydajności c.w.u."). Regulator temperatury na powrocie przy podgrzewaczu pojedynczym należy wtedy ustawić na wartość wyższą o 5 K niż zostało to wskazane w technicznych warunkach przyłączeniowych operatora sieci ciepłowniczej zdalaczynnej. Ograniczenie temperatury na powrocie przy mocy trwałej nie podlega przez to zakwestionowaniu. Jeżeli wyższe ustawienie nie jest dopuszczalne, za podstawę doboru należy przyjąć temperaturę na powrocie niższą o 5 K (np. zamiast 70/50°C tylko 70/45°C).

Regulacja temperatury c.w.u.
W przypadku bezpośredniego przyłącza ciepła z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej, z uwagi na obecne ciśnienie wstępne wody grzewczej, wystarczający jest regulator temperatury bez energii pomocniczej (TRoH) (→ Rys. 13).
Gdy na czujniku temperatury RTRoH regulatora temperatury zostanie osiągnięta wartość zadana, zawór regulacyjny zamyka się i blokuje zasilanie instalacji grzewczej.
Przy doborze zaworu regulacyjnego należy uwzględnić techniczne warunki przyłączeniowe operatora sieci ciepłowniczej zdalaczynnej w odniesieniu do określonych zakresów wartości zadanej dla termostatów oraz projektowe ciśnienie różnicowe. Dostępne ciśnienie różnicowe ma decydujący wpływ na to, czy ma być zastosowany zawór odciążony czy nieodciążony ciśnieniowo. Zanieczyszczenia wszelkiego rodzaju mają negatywny wpływ na szczelność, a tym samym obniżają funkcjonalność zaworu. Dlatego zaleca się zamontowanie filtra wody (SMF).



Rys. 12 Zasada regulacji systemu podgrzewacza przy ogrzewaniu bezpośrednim z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej; np. Logalux SF z wbudowanym wymiennikiem ciepła z rur ożebrowanych (wyposażenie dodatkowe)

AW	Wypływ ciepłej wody
EK	Dopływ zimnej wody
FR	Czujnik temperatury na powrocie (w razie konieczności)
FSTB	Czujnik temperatury zabezpieczającego ogranicznika temperatury
FTRoH	Czujnik temperatury regulatora temperatury bez energii pomocniczej
RH	Powrót wody grzewczej (sieć ciepłownicza zdalaczynna)
SMF	Filtr wody
TRoH	Zawór regulacyjny regulatora temperatury bez energii pomocniczej z zabezpieczającym ogranicznikiem temperatury (wymagany przy temperaturze na zasilaniu powyżej 110°C) oraz ogranicznikiem temperatury na powrocie (w razie konieczności)
VH	Zasilanie wodą grzewczą (sieć ciepłownicza zdalaczynna)

Urządzenia zabezpieczające
W przypadku temperatury na zasilaniu powyżej 110°C zgodnie z normą DIN 4753 konieczny jest zabezpieczający ogranicznik temperatury (STB). Za pomocą czujnika temperatury FSTB monitoruje on temperaturę c.w.u. w górnej części podgrzewacza. Jeżeli zamontowany jest ogranicznik temperatury na powrocie, czujnik temperatury FR należy umiejscowić bezpośrednio na przyłączu powrotnym podgrzewacza.

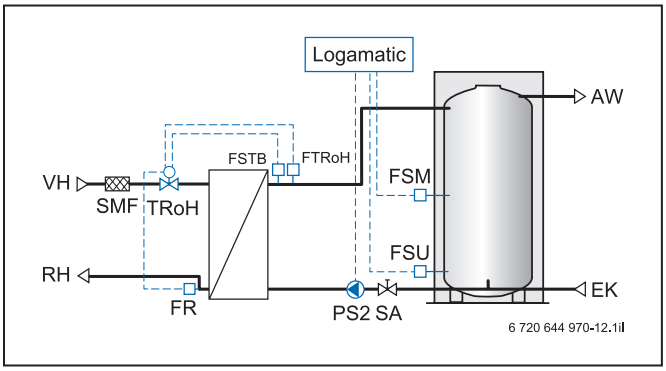
3.2.2 System ładowania podgrzewacza przy ogrzewaniu z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej (zasilanie bezpośrednie)

Bezpośrednia regulacja strumienia objętości wody grzewczej

Systemu ładowania Logalux SLP nie można zastosować w przypadku tego rodzaju ogrzewania.

Przy bezpośrednim przyłączu ciepła z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej zawsze obecne jest określone ciśnienie wstępne. Dlatego nie jest wymagana pompa obiegu pierwotnego – regulator temperatury bez energii pomocniczej (TRoH) jest wystarczający (→ Rys. 14). Kieszeń na czujnik temperatury FTRoH regulatora temperatury bez energii pomocniczej powinna być umiejscowiona możliwie blisko wypływu ciepłej wody po stronie wtórnej wymiennika ciepła. Ustawiono w nim stałą temperaturę ładowania. Właściwy człon nastawczy do regulacji strumienia objętości znajduje się po stronie pierwotnej zasilania instalacji grzewczej. Temperatura na zasilaniu systemu ładowania nie może przekraczać 75°C. Wyższa temperatura na zasilaniu wymaga zapewnienia odpowiedniego ogranicznika.
Aby zagwarantować różnicę temperatur czynnika grzewczego określoną przez operatora sieci ciepłowniczej zdalaczynnej, w celu regulacji wielkość przepływu w obiegu wtórnym należy zamontować zawór Tacosetter.

Pompa ładująca do zasobnika warstwowego i dwa czujniki temperatury
Po stronie wtórnej do przygotowania c.w.u. stosuje się regulator Logamatic 4117 lub SPI 1042 (→ Tab. 2, strona 18). Za pomocą czujnika włączania FSM i czujnika wyłączania FSU steruje on pompą ładującą zasobnika warstwowego PS2 (pompą obiegu wtórnego).
Po spadku temperatury na czujniku FSM poniżej histerezy włączania, regulator Logamatic włącza pompę ładującą do zasobnika warstwowego PS2. Pompa ta przetłacza zimną wodę zasobnika przez wymiennik ciepła do czujnika temperatury FTRoH regulatora temperatury bez energii pomocniczej. Czujnik temperatury otwiera zawór regulacyjny TRoH i aktywuje ogrzewanie. Przy maksymalnym strumieniu objętości wymiennik ciepła natychmiast przekazuje maksymalną moc, a temperatura ładowania c.w.u. po stronie wtórnej wymiennika ciepła zaczyna wzrastać. Gdy nastąpi przekroczenie ustawionej wartości zadanej temperatury c.w.u., regulator rozpoczyna powolne zamykanie, zmniejszając tym samym strumień objętości oraz moc transmisji, aż do osiągnięcia pozycji, w której temperatura ładowania c.w.u. jest zgodna z ustawioną temperaturą zadaną. Gdy zasobnik osiągnie temperaturę zadaną również na czujniku wyłączania FSU, proces ładowania jest zakończony i regulator wyłącza pompę ładującą do zasobnika warstwowego.



Rys. 13 Schemat regulacji systemu ładowania zasobników z jedną pompą ładującą do zasobnika warstwowego oraz dwoma czujnikami temperatury przy ogrzewaniu bezpośrednim z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej (zasilanie przez regulator temperatury bez energii pomocniczej)

Regulator Logamatic 4117 lub SPI 1042 do przygotowania c.w.u. (→ Tab. 2, strona 18)

AW	Wypływ ciepłej wody
EK	Dopływ zimnej wody
FR	Czujnik temperatury ogranicznika temperatury na powrocie (w razie konieczności)
FSTB	Czujnik temperatury zabezpieczającego ogranicznika temperatury
FTRoH	Czujnik temperatury regulatora temperatury bez energii pomocniczej
FSM	Czujnik temperatury c.w.u. w środkowej części zasobnika Wł.
FSU	Czujnik temperatury c.w.u. w dolnej części zasobnika Wył.
PS2	Pompa ładująca do zasobnika warstwowego (regulacja czasu włączenia w zależności od temperatury przy zastosowaniu regulatora Logamatic 4117 lub SPI 1042
RH	Powrót wody grzewczej (sieć ciepłownicza zdalaczynna)
SA	Zawór równoważący, np. Tacosetter
SMF	Filtr wody
TRoH	Zawór regulacyjny regulatora temperatury bez energii pomocniczej z zabezpieczającym ogranicznikiem temperatury (wymagany przy temperaturze na zasilaniu powyżej 110°C) oraz ogranicznikiem temperatury na powrocie(w razie konieczności)
VH	Zasilanie wodą grzewczą (sieć ciepłownicza zdalaczynna)

Regulacja opiera się na zasadzie działania sterowanej temperaturowo, **pracującej w trybie okresowym** pompy ładującej do zasobnika warstwowego (→ strona 6). Sterowana czasowo, tzn. pracująca w trybie ciągłym pompa ładująca do zasobnika warstwowego nie wymaga zastosowania regulatora Logamatic do przygotowania c.w.u. Dzięki pompie ładującej **pracującej w trybie ciągłym** nie ma konieczności nagrzewania przewodów rurowych i wymienników ciepła po uruchomieniu instalacji. Zasobnik jest zawsze w pełni nagrzany. Skutkiem tego są jednak wyższe koszty energii elektrycznej ponoszone w związku z pracą pompy.

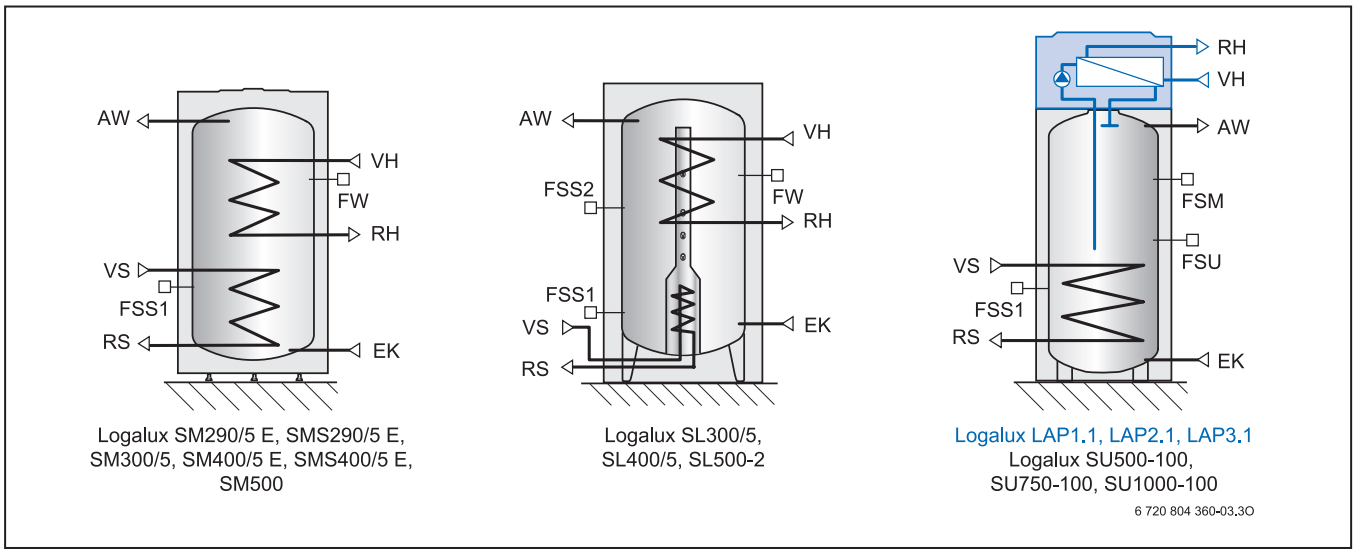
3.3 Ogrzewanie instalacją solarną

Dwusystemowe podgrzewacze c.w.u.

Idealne rozwiązanie do ogrzewania za pomocą termicznej instalacji solarnej stanowią podgrzewacze dwusystemowe z dwoma wbudowanymi wymiennikami ciepła. Kocioł grzewczy zostaje włączony przez górny wymiennik ciepła tylko przy braku mocy solarnej (→ Rys. 15).
Inną opcją jest solarne ogrzewanie podgrzewacza stojącego, do którego podłączony jest np. zewnętrzny, ogrzewany konwencjonalnie wymiennik ciepła (→ Rys. 15). Dobrym rozwiązaniem w takim przypadku jest zestaw wymiennika ciepła Logalux LAP marki Buderus. (→ rozdział 11.4, od strony 114). Można go ustawić na podgrzewaczu c.w.u. Logalux SU (pojemność powyżej 500 l), z dwusystemowym ogrzewaniem przez wbudowany gładko-rurowy wymiennik ciepła.
Aby wykorzystywać instalację solarną zarówno do przygotowania c.w.u., jak i wspomagania ogrzewania, marka Buderus opracowała specjalne podgrzewacze kombinowane. Oprócz zasobnika do przygotowania c.w.u. zawierają one także bufor grzewczy.

Regulacja przy ogrzewaniu za pomocą instalacji solarnej

Wykorzystanie termicznej instalacji solarnej, tzn. włączenie pompy cyrkulacyjnej obiegu solarnego, jest uzasadnione tylko wtedy, jeżeli temperatura w kolektorze słonecznym jest wyższa niż temperatura w podgrzewaczu. Z uwagi na to, że w termicznych instalacjach solarnych decydujące są nie dokładne temperatury, lecz wyłącznie różnica temperatur, zastosowanie znajduje w tym przypadku regulacja wg różnicy temperatur. Elektroniczne regulatory solarne rejestrują za pomocą odpowiednich czujników różnicę temperatur między kolektorem słonecznym a podgrzewaczem. Jeżeli przy zapotrzebowaniu na ciepłą wodę pojemność podgrzewacza ogrzanego solarnie nie jest wystarczająca, konieczne jest dogrzanie wody użytkowej przy zastosowaniu konwencjonalnego generatora ciepła.
Do wspólnej regulacji kotła grzewczego i instalacji solarnej Buderus opracowała specjalne moduły funkcyjne przeznaczone do sprawdzonego, modułowego systemu regulacji. Przykładowo solarny moduł funkcyjny FM244 po montażu w regulatorze kotła grzewczego Logamatic 2107 może sterować instalacją solarną z jednym odbiornikiem (podgrzewaczem). Solarny moduł funkcyjny FM443 do instalacji solarnej z dwoma odbiornikami można zamontować za pomocą łączników wtykowych w dowolnym cyfrowym regulatorze modułowego systemu regulacji Logamatic 4000.
Przy solarnym ogrzewaniu podgrzewaczy zaleca się ograniczenie czasu pracy pompy cyrkulacyjnej do minimum.



Rys. 14 Przyłącza hydrauliczne dwusystemowych podgrzewaczy solarnych z górnym wymiennikiem ciepła lub zestawem wymiennika ciepła Logalux LAP, ustawionym na podgrzewaczu, do dogrzewania konwencjonalnego

AW	Wypływ ciepłej wody
EK	Dopływ zimnej wody
FSS1	Dolny czujnik temperatury w podgrzewaczu (instalacja solarna)
FSS2	Górny czujnik progowy (instalacja solarna)
FSM	Czujnik temperatury c.w.u. w środkowej części podgrzewacza (dogrzewanie konwencjonalne)
FSU	Czujnik temperatury c.w.u. w dolnej części podgrzewacza (dogrzewanie konwencjonalne)
FW	Czujnik temperatury c.w.u. w podgrzewaczu (dogrzewanie konwencjonalne)
RH	Powrót instalacji grzewczej (dogrzewanie konwencjonalne)
RS	Powrót podgrzewacza (instalacja solarna)
VH	Zasilanie instalacji grzewczej (dogrzewanie konwencjonalne)
VS	Zasilanie podgrzewacza (instalacja solarna)

Dokładne opisy można znaleźć w materiałach do planowania Buderus „Technika solarna Logasol”.

3.4 Ogrzewanie energią elektryczną

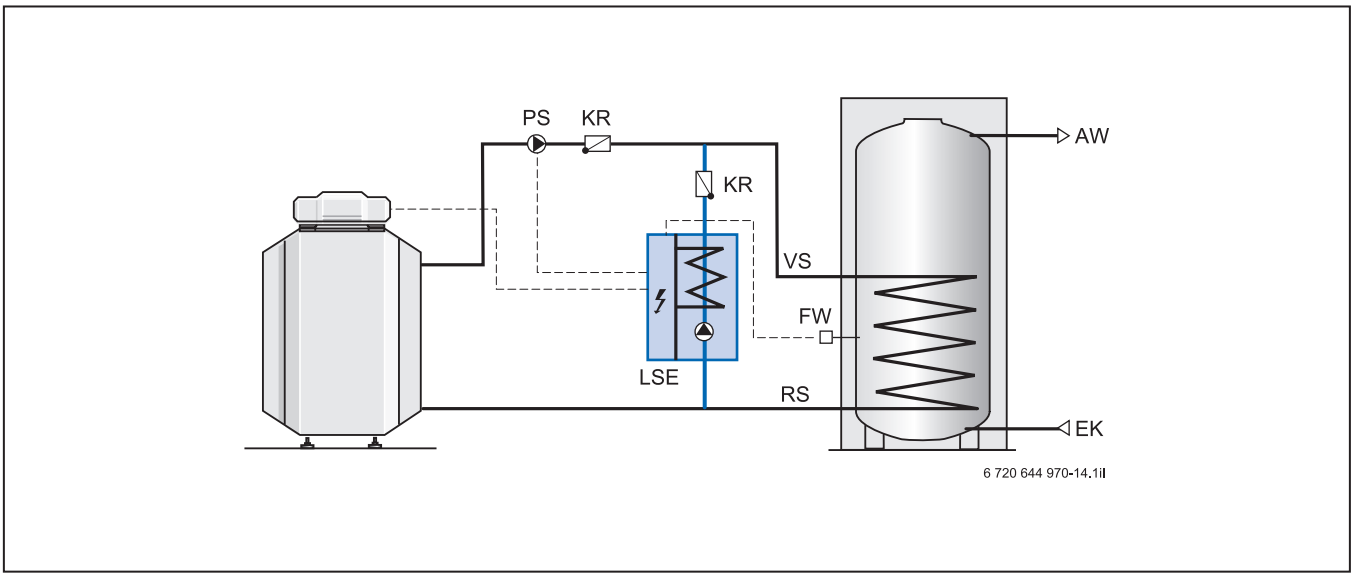
Jeżeli szczególne powody uzasadniają całkowite wyłączenie generatora ciepła, przygotowanie c.w.u. może przejąć elektryczne ogrzewanie dodatkowe.
Podczas projektowania ogrzewania elektrycznego należy uwzględnić przepisy miejscowego zakładu energetycznego (ZE).

Zestaw grzałek elektrycznych
Grzałka elektryczna jest przewidziana do montażu w dolnym obszarze danego zasobnika. W ten sposób ogrzewa ona wodę w podgrzewaczu zgodnie z zasadą grawitacji niezależnie od wybranego systemu przygotowania c.w.u.
Niektóre serie podgrzewaczy Buderus można połączyć z grzałką elektryczną. Możliwy jest późniejszy montaż.
Grzałki elektryczne do podgrzewaczy serii Logalux SU i SF są wyposażone w regulator i zabezpieczający ogranicznik temperatury.

Elektryczny układ ładowania
W przypadku elektrycznego systemu ładowania LSE grzałka elektryczna nie znajduje się w zasobniku, lecz jest zamontowana między zasilaniem a powrotem podgrzewacza. Elektryczny system ładowania jest zatem przystosowany wyłącznie do podgrzewaczy c.w.u. wyposażonych w gładko-rurowy wymiennik ciepła.
Jeżeli elementy grzewcze w elektrycznym systemie ładowania nie znajdują się w bogatej w tlen wodzie użytkowej, lecz w wodzie grzewczej, wynikają z tego w porównaniu z grzałką elektryczną następujące korzyści:

- brak zwapnienia elementów grzewczych
- brak korozji elementów grzewczych
- zwiększone bezpieczeństwo pracy
- dłuższa żywotność

Elektryczny system ładowania LSE jest w pełni zmontowany i oprzewodowany w dwóch wariantach (LSE bez korpusu; LSE V z korpusem) i jest dostarczany w trzech wersjach mocy. Jest on kompatybilny i można go doposażyć w połączeniu z systemami regulacyjnymi Logamatic EMS, 2000, 3000 i 4000 Buderus (z Logamatic HS 4201 dopiero od wersji 6.12, nie dotyczy to jednak Logama-tic HW 4201), o ile stosowany regulator jest wyposażony w regulator temperatury c.w.u. za pośrednictwem pompy ładującej podgrzewacz (w systemie podgrzewacza).



Rys. 15 Elektryczny system ładowania LSE między zasilaniem a powrotem podgrzewacza do ogrzewania za pomocą wbudowanego gładko-rurowego wymiennika ciepła podgrzewacza c.w.u.; eksploatacja możliwa tylko po wyłączeniu kotła grzewczego

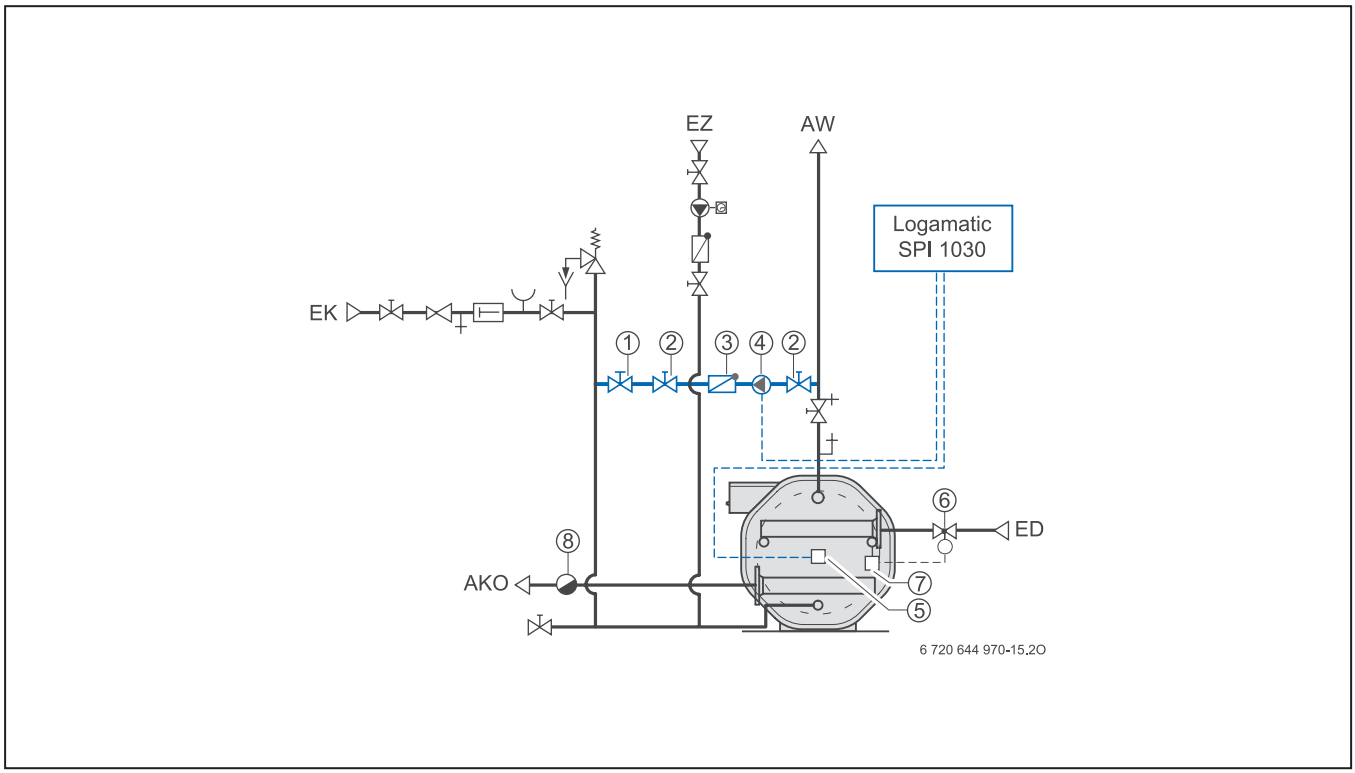
AW	Wypływ ciepłej wody
EK	Dopływ zimnej wody
FW	Czujnik temperatury c.w.u.
KR	Zawór zwrotny klapowy
LSE	Elektryczny system ładowania LSE
PS	Pompa ładująca podgrzewacz
RS	Powrót podgrzewacza
VS	Zasilania podgrzewacza

3.5 Ogrzewanie parą

Wymagania
Podczas doboru instalacji podgrzewania c.w.u. do ogrzewania parą należy uwzględnić wytyczną 2035 VDI „Zapobieganie uszkodzeniom w instalacjach grzewczych c.w.u.”. Na jej podstawie Buderus sporządziła również arkusz roboczy K 8. Znajdują się tam wskazówki dotyczące przygotowania wody do wytwarzania pary.

Odpływ kondensatu
Podczas ogrzewania parą należy zapewnić swobodny odpływ kondensatu. Jest to konieczne, by uniknąć podpiętrzenia kondensatu w wymienniku ciepła.

Regulacja
Do ogrzewania parą wystarczający jest regulator temperatury bez energii pomocniczej (→ Rys. 16, poz. 6). Przy wyborze podgrzewacza c.w.u. należy wziąć pod uwagę możliwość instalacji czujnika temperatury (→ poz. 7) współpracującego z tym regulatorem. Opcja ta jest dostępna w leżących podgrzewaczach c.w.u. Logalux LTD, L2TD lub L3TD z wymiennym gładko-rurowym wymiennikiem ciepła do ogrzewania parą.
W przypadku połączenia kilku podgrzewaczy c.w.u. ogrzewanych parą, każdy podgrzewacz wymaga oddzielnej regulacji. Jeżeli zgodnie z koncepcją podgrzewacz nie jest przewidziany do dostarczania mocy trwałej, lecz do magazynowania zapasów, należy w leżących podgrzewaczach c.w.u. Logalux LTD, L2TD lub L3TD, w celu całkowitego ogrzania podgrzewacza zainstalować przewód obejściowy z pompą (→ poz. 4) między wypływem ciepłej wody a dopływem zimnej wody. Do sterowania pompą obejścia należy zastosować regulator Logamatic SPI 1030 lub SPZ 1030 (→ Tab. 1, strona 17).



Rys. 16 Przewód obejściowy (wyróżniony) w leżących podgrzewaczach c.w.u. Logalux LTD z parowym wymiennikiem ciepła; sterowanie pompą obejścia przez regulator Logamatic SPI1030 (schemat → Rys. 92, strona 113)

AW Wypływ ciepłej wody
AKO Odpływ kondensatu
ED Dopływ pary
EK Dopływ zimnej wody
EZ Wejście cyrkulacji
[1] Zawór regulacyjny
[2] Urządzenie odcinające
[3] Zawór zwrotny klapowy
[4] Pompa obejścia
[5] Czujnik temperatury regulatora obejścia
[6] Regulator temperatury bez energii pomocniczej
[7] Czujnik temperatury regulatora temperatury
[8] Odwadniacz pływakowy z automatycznym odpowietrznikiem

Pozostałe elementy armatury → Rys. 92, strona 113

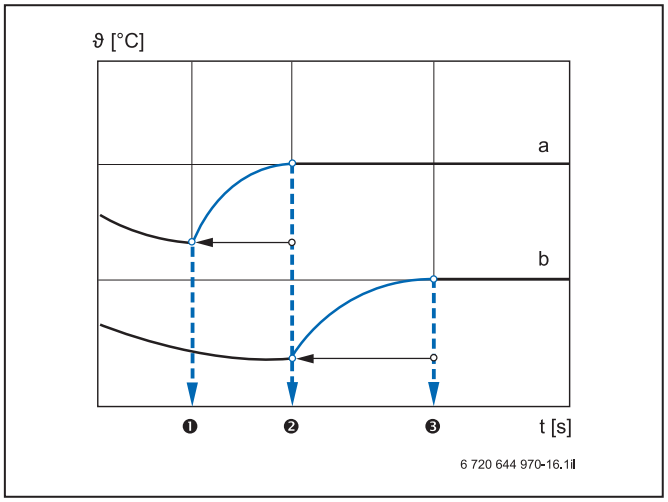
4 Regulacja temperatury c.w.u. za pomocą regulatorów Logamatic

4.1 Funkcje c.w.u. regulatorów kotłów grzewczych Logamatic

Funkcje c.w.u.
Regulatory kotłów grzewczych Logamatic EMS, EMS plus, 4121 i4211 oraz moduł funkcyjny FM441 (wyposażenie dodatkowe regulatorów cyfrowych Logamatic 4...) są przeznaczone do regulacji temperatury c.w.u. System regulacji Logamatic oferuje w tym zakresie m.in. poniższe funkcje:

- Dobieg pompy ładującej podgrzewacz w celu wykorzystania ciepła resztkowego do dalszego przygotowania c.w.u.
- Możliwość przełączenia na ekonomiczny tryb letni z eksploatacją kotła grzewczego tylko do ładowania podgrzewacza (zmniejszenie pokładów ciepła w gotowości do użycia)
- Funkcja ustawiania cykli łączeniowych pompy cyrkulacyjnej i automatycznej dezynfekcji termicznej (→ rozdział „Sterowanie czasowe", strona 21;
- Możliwość dowolnego wyboru okresów ogrzewania podgrzewacza w celu uniknięcia zbędnych doładowań podgrzewacza (np. w nocy).

Optymalizacja zegarowa preferencji c.w.u. przy zastosowaniu systemu regulacji Logamatic 4000



Rys. 17 Optymalizacja przełączania systemu regulacji Logamatic 4000 w połączeniu z optymalizacją zegarową preferencji c.w.u.

a Temperatura c.w.u.
b Temperatura pomieszczeń
ϑ Temperatura
t Czas
❶ Czas włączenia przygotowania c.w.u.
❷ Czas włączenia ogrzewania
❸ Czas zakończenia (żądana temperatura c.w.u. i pomieszczeń)

Przy funkcji optymalizacji zegarowej należy ustalić jedynie czas zakończenia ❸, w którym pomieszczenia i woda mają być ciepłe. Przyjmując ten czas za punkt wyjścia, regulator oblicza czas włączenia ogrzewania ❷ i przygotowania c.w.u ❶. Ogrzewanie podgrzewacza c.w.u. zostaje zakończone w chwili włączenia ogrzewania ❷.

4.2 Niezależne regulatory Logamatic do przygotowania c.w.u.

Ponieważ regulację temperatury c.w.u. w większości przypadków przejmują nowoczesne regulatory kotłów grzewczych, zastosowanie oddzielnych regulatorów do przygotowania c.w.u. jest ograniczone do kilku obszarów.
Zastosowanie oddzielnego regulatora Logamatic do przygotowania c.w.u. można rozważyć w następujących przypadkach:

- Kocioł grzewczy pracuje jako stałotemperaturowy kocioł grzewczy.
- Podgrzewacz pracuje w połączeniu z systemem ładowania i rozszerzenie regulatora cyfrowego Logamatic 4... o moduł funkcyjny FM445 nie jest możliwe.
- Podłączone jest elektryczne ogrzewanie dodatkowe.
- Kilka podgrzewaczy jednej instalacji ma być regulowanych oddzielnie (różne temperatury w podgrzewaczu lub wykorzystanie o różnych porach).
- Regulator przejmuje zadania dodatkowe (np. regulator Logamatic SPI steruje anodą inercyjną podgrzewaczy Logalux LF oraz LT o pojemności powyżej 400 litrów).

Zestawienie regulatorów Logamatic do regulacji temperatury c.w.u. z podziałem na systemy podgrzewaczy oraz systemy ładowania zasobników znajduje się w → Tab. 1, od strony 17 oraz w Tab. 2, strona 18.

4.3 Regulatory Logamatic do systemów podgrzewaczy

Regulator	Typ podgrzewacza	Rodzaj ogrzewania	Funkcje i wyposażenie
Logamatic EMS, EMS plus	Logalux S, SU, SM, SMS, SL, L lub LT, P, PL	Kocioł stojący lub wiszący	• Regulator kotła grzewczego z urządzeniem obsługowym do obiegów grzewczych i obiegu c.w.u. • Regulacja temperatury c.w.u. ze sterowaniem **pompą ładującą podgrzewacz**; wyposażenie zawierające m.in. czujnik temperatury c.w.u., regulator temperatury c.w.u. do 80°C, możliwość podłączenia pompy ładującej podgrzewacz, układ preferencji c.w.u., układ dobiegu pompy • **Uwaga: Możliwość podłączenia wyłącznie pomp z silnikiem prądu przemiennego, a nie dogrzewacza elektrycznego!**
Logamatic 4121 4211	Logalux S, SU, SM, SMS, SL, L lub LT, P, PL	Kocioł wiszący z Logamatic 4121; kocioł stojący z Logamatic 4211	• Regulator kotła grzewczego z urządzeniem obsługowym do obiegów grzewczych i obiegu c.w.u. • Regulacja temperatury c.w.u. ze sterowaniem **pompą ładującą podgrzewacz**; wyposażenie zawierające m.in. czujnik temperatury c.w.u., regulator temperatury c.w.u. do 80°C, możliwość podłączenia pompy ładującej podgrzewacz i pompy cyrkulacyjnej, przełącznik trybu ręcznego, układ preferencji c.w.u., układ dobiegu pompy • Funkcja dezynfekcji termicznej i wyświetlanie usterek (w urządzeniu obsługowym lub w formie tekstowej za pośrednictwem systemu zdalnego Logamatic) • **Uwaga: Brak możliwości wykorzystania regulacji temperatury c.w.u. systemu podgrzewacza w przypadku rozszerzenia o moduł funkcyjny FM445 do systemu ładowania zasobników (→ Tab. 2, strona 18)! Możliwość podłączenia wyłącznie pomp z silnikiem prądu przemiennego, a nie dogrzewacza elektrycznego!**
Moduł funkcyjny FM441	Logalux S, SU, SM, SMS, SL, L lub LT, P, PL	Kocioł wiszący z Logamatic 4122 lub 4323; kocioł stojący z Logamatic 4311, 4312 lub 4323	• Moduł funkcyjny jako wyposażenie dodatkowe lub jako element doposażenia modułowego systemu regulacji Logamatic 4000 do jednego obiegu grzewczego i jednego obiegu c.w.u. • Regulacja temperatury w c.w.u. ze sterowaniem **pompą ładującą podgrzewacz**; wyposażenie takie same jak w przypadku Logamatic 4121 i 4211 • Funkcja dezynfekcji termicznej i wyświetlanie usterek (w regulatorze Logamatic lub w formie tekstowej za pośrednictwem systemu zdalnego Logamatic) • **Uwaga: Alternatywnie do modułu funkcyjnego FM445 (→ Tab. 2, strona 18)! Na jeden regulator przypada tylko jeden moduł!**
Logamatic 4115	Logalux S, SU, SM, SMS, SL, L lub LT, P, PL,	Stałotemperaturowy kocioł grzewczy; źródło ciepła bez regulacji temperatury c.w.u.; ciepło z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej z zasilaniem pośrednim przy maks. temperaturze na zasilaniu 110°C	• Sterowanie **pompą ładującą podgrzewacz** oraz członem nastawczym do regulacji temperatury c.w.u. przy maksymalnej temperaturze na zasilaniu wody grzewczej 110°C • Wyposażenie zawierające czujnik temperatury c.w.u., regulator temperatury c.w.u. do 80°C, przełącznik trybu ręcznego, układ ekonomiczny w trybie letnim, układ preferencji c.w.u., wyjście bezpotencjałowe, układ dobiegu pompy oraz przełącznik „Elektryczne ogrzewanie dodatkowe/kocioł grzewczy" • Możliwość dodatkowej instalacji zabezpieczającego ogranicznika temperatury (moduł dodatkowy ZM436) do temperatury na zasilaniu wody grzewczej powyżej 110°C • **Uwaga: Można stosować wyłącznie pompy z silnikiem prądu przemiennego!**

Tab. 1 Możliwości zastosowania oraz funkcje regulatorów Logamatic do regulacji temperatury c.w.u. systemów podgrzewacza

Regulator	Typ podgrzewacza	Rodzaj ogrzewania	Funkcje i wyposażenie
Logamatic SPI 1022 SPZ 1022	Logalux LT... (≥ 400 l)	Stałotemperaturowy kocioł grzewczy; źródło ciepła bez regulacji temperatury c.w.u.; ciepło z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej z zasilaniem pośrednim przy maks. temperaturze na zasilaniu 110°C	• Sterowanie **pompą ładującą podgrzewacz** oraz anodą prądu zewnętrznego, z układem ekonomicznym w trybie letnim oraz termometrem do Logalux LT.400 do LT.1500 (wyposażenie dodatkowe zamiast wyposażenia podstawowego Logamatic SPI 1010) • Logamatic SPZ 1022 regulator jak Logamatic SPI 1022, jednak do sterowania **dwiema** anodami prądu zewnętrznego do Logalux LT...2000 do LT...3000 (wyposażenie dodatkowe zamiast wyposażenia podstawowego Logamatic SPZ 1010) • **Uwaga: W przypadku podgrzewaczy kilkuczłonowych** Logalux L2T...lub L3T...wymagany jest tylko jeden regulator Logamatic SP...1022, do pozostałych podgrzewaczy wystarczy Logamatic SP...1010 zawarty w wyposażeniu podstawowym!
Logamatic SPI 1030 SPZ1030	Logalux LT (> 400 l)	Ogrzewanie jak w Logamatic SP...1022, jednak przy temperaturze na zasilaniu powyżej 110°C z zabezpieczającym ogranicznikiem temperatury (STB)	• Regulatory jak Logamatic SP...1022, jednak dodatkowo ze sterowaniem silnikowym zaworem 3-drożnym do regulacji podanej temperatury na zasilaniu (bez układu ekonomicznego w trybie letnim)

Tab. 1 Możliwości zastosowania oraz funkcje regulatorów Logamatic do regulacji temperatury c.w.u. systemów podgrzewacza

4.4 Regulatory Logamatic do systemów ładowania zasobników

Regulator	Typ podgrzewacza	Rodzaj ogrzewania	Funkcje i wyposażenie
Moduł funkcyjny FM445	Logalux LAP z Logalux SF lub SU wzgl. Logalux SLP z Logalux SF lub LF	Kocioł stojący z Logamatic 4311, 4312 lub 4323; kocioł wiszący z Logamatic 4122 lub 4323	• Moduł funkcyjny jako wyposażenie dodatkowe lub jako element doposażenia Logamatic 4000 • Sterowanie pompą ładującą podgrzewacz, **pompą ładującą do zasobnika warstwowego** (pompa obiegu pierwotnego i wtórnego) oraz silnikowym **zaworem 3-drożnym** do regulacji dopływu ciepła • Wyposażenie zawierające trzy czujniki temperatury (czujnik włączania i wyłączania, czujnik wymiennika ciepła), regulator temperatury c.w.u. do 80°C, możliwość podłączenia dwóch pomp ładujących podgrzewacz i pompy cyrkulacyjnej, dwa przełączniki trybu ręcznego, wyjście bezpotencjałowe i sterowanie 3-drożnym zaworem silnikowym • Funkcja ochrony przed osadzaniem się kamienia, funkcja dezynfekcji termicznej oraz wyświetlanie usterek (w regulatorze Logamatic lub w formie tekstowej za pośrednictwem systemu zdalnego Logamatic) • **Uwaga: Alternatywnie do modułu funkcyjnego FM441 (→Tab. 1, od strony 17)! Na jeden regulator przypada tylko jeden moduł!** • **Wskazówka: W przypadku zastosowania po stronie pierwotnej regulowanych elektronicznie pomp z silnikiem prądu przemiennego, pomp o najwyższej sprawności lub pomp z silnikiem indukcyjnym trójfazowym, należy po tej samej stronie zamontować mieszacz 3-drożny (ustawienie w menu serwisowym: regulacja obiegu pierwotnego przez człon nastawczy)**
Logamatic 4126	Logalux LAP z Logalux SF lub SU wzgl. Logalux SLP z Logalux SF lub LF	Kocioł stojący bez Logamatic 4211, 4311, 4312 lub 4323; kocioł wiszący bez Logamatic 4121, 4122 lub 4323; Ciepło z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej z zasilaniem pośrednim	• Sterowanie **pompą ładującą podgrzewacz, pompą ładującą do zasobnika warstwowego** (pompa obiegu pierwotnego i wtórnego) oraz silnikowym **zaworem 3-drożnym** do regulacji dopływu ciepła • Wyposażenie takie jak w module funkcyjnym FM445, jednak dodatkowo z urządzeniem obsługowym • Funkcja ochrony przed osadzaniem się kamienia, funkcja dezynfekcji termicznej oraz wyświetlanie usterek (wskazanie w formie tekstowej lub za pośrednictwem systemu zdalnego Logamatic) • **Wskazówka: W przypadku zastosowania po stronie pierwotnej regulowanych elektronicznie pomp z silnikiem prądu przemiennego, pomp o najwyższej sprawności lub pomp z silnikiem indukcyjnym trójfazowym, należy po tej samej stronie zamontować mieszacz 3-drożny (ustawienie w menu serwisowym: regulacja obiegu pierwotnego przez człon nastawczy)** • **Brak możliwości podłączenia elektrycznego ogrzewania dodatkowego! W przypadku zastosowania regulatora Logamatic 4126** do regulacji temperatury c.w.u. **podgrzewaczy wieloczłonowych** Logalux L2F lub L3F, do każdego podgrzewacza pojedynczego wystarczy zastosować jeden regulator Logamatic SPI 1010 (wyposażenie podstawowe Logalux LF)!

Tab. 2 Możliwości zastosowania oraz funkcje regulatorów Logamatic do regulacji temperatury c.w.u. systemów ładowania zasobników

Regulator	Typ podgrzewacza	Rodzaj ogrzewania	Funkcje i wyposażenie
Logamatic 4117	Logalux LAP z Logalux SF lub SU wzgl. Logalux SLP z Logalux SF lub LF	Ogrzewanie z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej lub za pomocą systemu pokrewnego z **zasilaniem bezpośrednim** przy maks. temperaturze na zasilaniu 110°C	• Sterowanie **pompą ładującą podgrzewacz** w połączeniu z **regulatorem temperatury bez energii pomocniczej** (przy ogrzewaniu z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej lub za pomocą systemu pokrewnego z maks. temperaturą na zasilaniu czynnika grzewczego 110°C) • Wyposażenie zawierające dwa czujniki temperatury (czujnik włączania i wyłączania), regulator temperatury c.w.u. do 90°C, układ przełączania punktu pomiaru i wyjście bezpotencjałowe • Możliwość dodatkowej instalacji zabezpieczającego ogranicznika temperatury (moduł dodatkowy ZM436) do temperatury na zasilaniu wody grzewczej powyżej 110°C • **Uwaga: Brak możliwości podłączenia elektrycznego ogrzewania dodatkowego! W przypadku zastosowania regulatora Logamatic 4117** do regulacji temperatury c.w.u. **podgrzewaczy wieloczłonowych** Logalux L2F lub L3F, do każdego podgrzewacza pojedynczego wystarczy zastosować jeden regulator Logamatic SPI 1010 (regulator do sterowania anodą inercyjną w wyposażeniu podstawowym Logalux LF)!
Logamatic SPI 1042	Logalux SLP z Logalux LF	Ogrzewanie z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej lub za pomocą systemu pokrewnego z **zasilaniem bezpośrednim** przy maks. temperaturze na zasilaniu 110°C	• Sterowanie **pompą ładującą do zasobnika warstwowego** w połączeniu z **regulatorem temperatury bez energii pomocniczej**. Wyposażenie zawierające dwa czujniki temperatury (czujnik włączania i wyłączania), regulator temperatury c.w.u. do 90°C,termometr, układ ekonomiczny w trybie letnim oraz regulator do sterowania anodą prądu zewnętrznego do katodowej ochrony przed korozją podgrzewaczy Logalux LF (wyposażenie dodatkowe zamiast wyposażania podstawowego Logamatic SPI 1010) • **Uwaga: Możliwość zastosowania tylko pomp z silnikiem prądu przemiennego (pompy standardowe, zakaz stosowania pomp z silnikiem indukcyjnym trójfazowym oraz pomp o najwyższej sprawności)! W przypadku podgrzewaczy kilkuczłonowych** Logalux L2T lub L3T wymagany jest **tylko jeden** regulator Logamatic SPI 1042, do pozostałych podgrzewaczy wystarczy Logamatic SPI 1010 zawarty w wyposażeniu podstawowym! **W przypadku zastosowania regulatora Logamatic 4117** do regulacji temperatury c.w.u., do każdego podgrzewacza pojedynczego wystarczy zastosować jeden regulator Logamatic SPI 1010 (regulator do sterowania anodą prądu zewnętrznego w wyposażeniu podstawowym Logalux LF)!

Tab. 2 Możliwości zastosowania oraz funkcje regulatorów Logamatic do regulacji temperatury c.w.u. systemów ładowania zasobników

5 Wymiarowanie

5.1 Przepisy i wytyczne

Przepis	Nazwa	Wskazówka
Montaż i wyposażenie instalacji grzewczych i instalacji przygotowania c.w.u.		
DIN EN 1717	Ochrona przed wtórnym zanieczyszczeniem wody w instalacjach wodociągowych i ogólne wymagania dotyczące urządzeń zapobiegających zanieczyszczaniu przez przepływ zwrotny	
DIN 1988-100	Wymagania techniczne dla instalacji wodociągowych (TRWI) - część 100: Ochrona wody pitnej, utrzymanie wody pitnej, Reguły Techniczne DVGW	
DIN 1988-200	TRWI - część 200: Projektowanie oraz wykonanie; części składowe, urządzenia, materiały	→ strona 21
DIN 1988-300	TRWI - część 300: Określanie średnic rurociągów	
DIN 4701	Zasady wyznaczania zapotrzebowania ciepła (mocy grzewczej) budynków	
DIN 4708	Centralne instalacje podgrzewania c.w.u (dobór podgrzewaczy pojemnościowych z wykorzystaniem współczynników zapotrzebowania oraz mocy, od strony 35)	→ strona 23
DIN 4747-1	Instalacje ciepła zdalaczynnego - część 1: Wyposażenie bezpieczeństwa domowych węzłów cieplnych, przyłączonych do zdalaczynnych sieci ciepłowniczych	
DIN 4751-1	Instalacje ogrzewania wodnego - część 1: Otwarte i zamknięte, zabezpieczone fizycznie instalacje źródeł ciepła o temperaturze na zasilaniu do 120°C – wyposażenie zabezpieczające	
DIN 4751-2	Instalacje ogrzewania wodnego - część 2: Zamknięte, zabezpieczone termostatycznie instalacje źródeł ciepła o temperaturze na zasilaniu do 120°C – wyposażenie zabezpieczające	

Tab. 3 Wyciąg ważniejszych przepisów i wytycznych do projektowania i wykonania instalacji przygotowania wody użytkowej

Przepis	Nazwa	Wskazówka
DIN 4751-3	Instalacje ogrzewania wodnego - część 3: Zamknięte, zabezpieczone termostatycznie instalacje źródeł ciepła o znamionowej mocy cieplnej 50 kW, z wymuszonym obiegiem w źródle ciepła oraz maksymalnej temperaturze na zasilaniu do 95°C – wyposażenie zabezpieczające	
DIN 4752	Instalacje ogrzewania wodą gorącą z temperaturą na zasilaniu powyżej 110°C (zabezpieczone przed wzrostem ciśnienia powyżej 0,5 bar [w nadciśnieniu]); wymagania i wykonanie	
DIN 4753	Podgrzewacze wody i instalacje do podgrzewania wody dla wody pitnej i użytkowej	
DIN EN 12897	Zaopatrzenie w wodę – ustalenia dla pośrednio podgrzewanych, zamkniętych pojemnościowych podgrzewaczy wody	
DIN 18032-1	Hale sportowe – hale oraz pomieszczenia dla sportu i wielofunkcyjnego wykorzystania – część 1: Zasady projektowania	
DIN 18380	VOB[1]; instalacje ogrzewcze oraz centralne instalacje podgrzewania c.w.u.	
DIN 18381	VOB[1]; roboty montażowe instalacji wodnych, gazowych oraz kanalizacyjnych wewnątrz budynków	
DIN 18421	VOB[1]; roboty izolacyjne na instalacjach technicznych	
-	AVB[2]; woda	
DVGW W 551	Instalacje podgrzewania oraz rozprowadzania wody użytkowej; środki techniczne zapobiegające rozmnażaniu się bakterii Legionella w nowych instalacjach	→ strona 22
DVGW W 553	Wymiarowanie systemów cyrkulacyjnych w centralnych instalacjach podgrzewania c.w.u.	→ strona 21
EN 806	Zasady techniczne dla instalacji wodociągowych	
TRD 701	Wymagania techniczne dla kotłów parowych: instalacje kotłów parowych z wytwornicami pary grupy II	
97/23/WE	Dyrektywa europejska dla urządzeń ciśnieniowych (DGR)	
VDI 2035	Zapobieganie szkodom w instalacjach ogrzewania wodnego	
VDI 2089	Technika cieplna, wentylacyjna, doprowadzenie i odprowadzanie wody w basenach krytych i otwartych	
VDI 6001	Modernizacja instalacji sanitarnych – instalacje wodociągowe	
VDI 6002	Solarne podgrzewanie wody użytkowej	
VDI 6003	Instalacje do podgrzewania wody użytkowej – kryteria komfortu i kategorie wymagań do projektowania, oceny, stosowania	
VDI 6023	Higiena w instalacjach wodociągowych	
AGFW ...	Arkusze danych przedsiębiorstw dostarczających energię cieplną	
Instalacja elektryczna		
DIN VDE 0100	Instalacja urządzeń elektroenergetycznych o mocy nominalnej do 1000 V	
VDE 0190	Główne wyrównanie potencjałów instalacji elektrycznych	
DIN 18 382	VOB[1]; kable i instalacje elektryczne w budynkach	

Tab. 3 Wyciąg ważniejszych przepisów i wytycznych do projektowania i wykonania instalacji przygotowania wody użytkowej

[1] VOB przepisy dotyczące robót budowlanych (w Niemczech) - część C: Ogólne wymagania techniczne dotyczące robót budowlanych (ATV)
[2] Wyciąg z przepisów dotyczących robót budowlanych w budownictwie wysokościowym ze szczególnym uwzględnieniem budownictwa mieszkaniowego

Zamówienia aktualnych wydań norm DIN można realizować za pośrednictwem księgarni specjalistycznych. Informacji na temat zamawiania udostępnia również wydawnictwo Beuth na stronie internetowej www.beuth.de

Specjalistyczne wymagania techniczne dostępne są również we właściwych organizacjach technicznych.

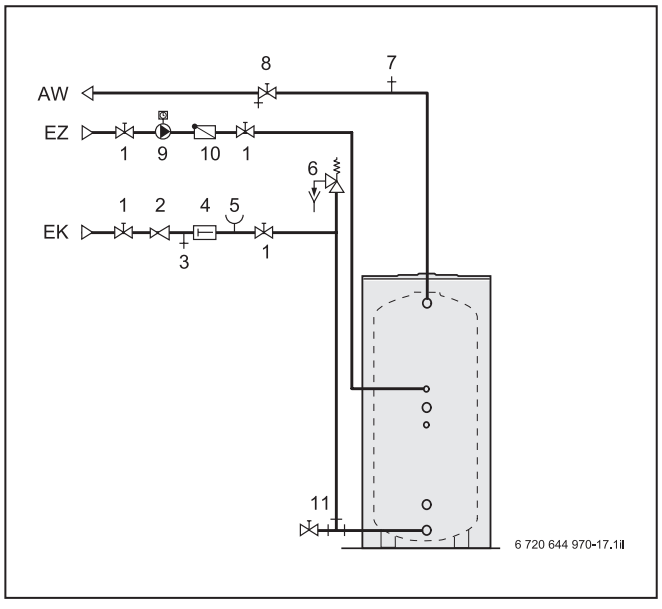
5.1.1 Przyłącza po stronie wody wodociągowej wg DIN 1988-200 (TRWI)

Pozycja	Armatura	EK	AW	EZ
1	Urządzenie odcinające	•[1)]	-	•[1)]
2	Zawór redukujący ciśnienie	•[2)]	-	-
3	Zawór kontrolny	•[3)]	-	-
4	Zabezpieczenie przed przepływem zwrotnym	•	-	-
5	Manometr	•	-	-
6	Membranowy zawór bezpieczeństwa	•	-	-
7	Zawór napowietrzający i odpowietrzający	-	•	-
8	Zawór odcinający z zaworem odwadniającym	-	•	-
9	Pompa cyrkulacyjna sterowana w funkcji czasu	-	-	•
10	Zawór zwrotny klapowy	-	-	•
11	Trójnik oraz kurek odwadniający	•	-	-

Tab. 4 Armatura na przyłączach wody wodociągowej do podgrzewacza wody użytkowej wg DIN 1988-200 (umiejscowienie → Rys. 19)

[1)] Niezbędne zastosowanie dwóch urządzeń odcinających
[2)] Wymagany, gdy ciśnienie w sieci wodociągowej jest wyższe niż dopuszczalne ciśnienie robocze podgrzewacza lub wyższe niż ciśnienie zadziałania zainstalowanego zaworu bezpieczeństwa
[3)] Niezbędny w przypadku zastosowania zaworu redukującego ciśnienie

AW Wypływ ciepłej wody
EK Dopływ zimnej wody
EZ Wejście cyrkulacji
• Wymagane zgodnie z normą DIN 1988
- niewymagane



Rys. 18 Usytuowanie armatury na przyłączach wody wodociągowej do podgrzewacza wody użytkowej wg DIN 1988

AW Wypływ ciepłej wody
EK Dopływ zimnej wody
EZ Wejście cyrkulacji
[1] Urządzenie odcinające
[2] Zawór redukujący ciśnienie
[3] Zawór kontrolny
[4] Zabezpieczenie przed przepływem zwrotnym
[5] Manometr
[6] Membranowy zawór bezpieczeństwa
[7] Zawór napowietrzający i odpowietrzający
[8] Zawór odcinający z zaworem odwadniającym
[9] Pompa cyrkulacyjna sterowana w funkcji czasu
[10] Zawór zwrotny klapowy
[11] Trójnik oraz kurek odwadniający
Wszystkie części w miejscu instalacji

5.1.2 Przewód cyrkulacyjny

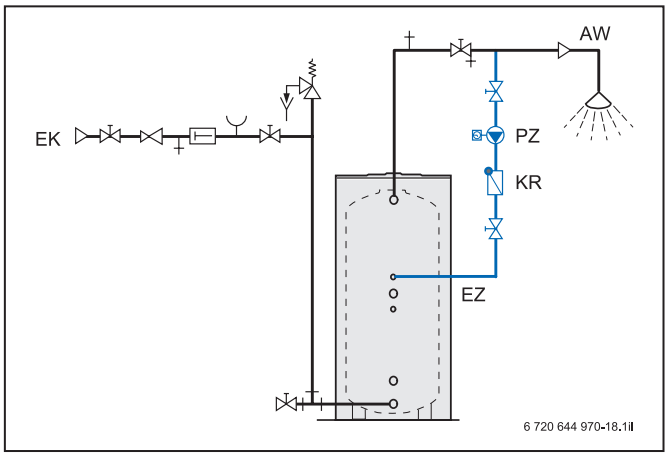
W instalacji rozprowadzającej ciepłą wodę użytkową, możliwie blisko miejsc jej poboru, należy zainstalować odgałęzienie do rurociągu cyrkulacyjnego, doprowadzonego do podgrzewacza. Przewód cyrkulacyjny w stacjach świeżej wody jest podłączany na dopływie zimnej wody. W tym obiegu cyrkuluje ciepła woda. Dzięki temu, natychmiast po otwarciu punktu poboru, użytkownik ma do dyspozycji ciepłą wodę. W przypadku większych budynków (wielorodzinnych, hoteli, itp.) instalowanie przewodów cyrkulacyjnych jest interesujące także w aspekcie strat wody. W odległych punktach poboru, jeżeli nie zastosowano przewodów cyrkulacyjnych, konieczne jest nie tylko długie oczekiwanie na dopływ ciepłej wody, ale odpływa także dużo wody niewykorzystanej.

5.1.3 Sterowanie czasowe

Zgodnie z rozporządzeniem o oszczędzaniu energii (EnEV − obowiązującym w Niemczech), instalacje cyrkulacyjne muszą być wyposażone w samoczynnie działające sterowanie do wyłączania pompy cyrkulacyjnej (maksymalnie 8 godzin na dobę wg arkusza DVGW W 551) oraz zaizolowane termicznie zgodnie z uznanymi zasadami techniki, aby uniknąć strat ciepła. Różnica temperatur pomiędzy wypływem ciepłej wody a wejściem cyrkulacji nie powinna przekraczać 5 K (→ Rys. 20). Średnice przewodów cyrkulacyjnych są wymiarowane wg normy DIN 1988-300, względnie wg wskazówek zawartych w arkuszu roboczym DVGW W 553. W instalacjach o pojemności przewodów > 3 l pomiędzy wypływem c.w.u. z podgrzewacza a punktem poboru, a także w dużych instalacjach, należy wykonywać instalacje cyrkulacyjne, zgodnie z arkuszem roboczym DVGW W 551.
Przy solarnym ogrzewaniu podgrzewaczy w małych instalacjach, zgodnie z arkuszem roboczym DVGW W 551 zaleca się ograniczenie czasu pracy pompy cyrkulacyjnej do minimum.

5.1.4 Dezynfekcja termiczna

Wykorzystując przewody cyrkulacyjne, można podwyższyć temperaturę w przeważającej części instalacji ciepłej wody, a tym samym przeprowadzić „dezynfekcję termiczną", unieszkodliwiającą bakterie (np. bakterie Legionella).
Przy dezynfekcji termicznej wskazane jest zastosowanie armatury czerpalnej z regulacją termostatyczną.
Pompy cyrkulacyjne oraz przyłączone do instalacji węże z tworzyw sztucznych muszą być odporne na temperaturę powyżej 60°C.



Rys. 19 Schemat obiegu cyrkulacji (armatury → Tab. 4, strona 21)

AW Wypływ ciepłej wody
EK Dopływ zimnej wody
EZ Wejście cyrkulacji
KR Zawór zwrotny
PZ Pompa cyrkulacyjna ze sterowaniem czasowym

5.1.5 Zachowanie higieny przy podgrzewaniu c.w.u. – zapobieganie rozmnażaniu się bakterii Legionella

Arkusz roboczy DVGW W 551 wśród instalacji przygotowania c.w.u. rozróżnia:

- Instalacje małe
  - w domach jedno- i dwurodzinnych
  - instalacje z podgrzewaczami o pojemności poniżej 400 l, jeżeli pojemność pojedynczych rurociągów pomiędzy podgrzewaczem a punktem poboru wynosi maksymalnie 3 litry (→ Tab. 5). Nie uwzględnia się przy tym przewodów cyrkulacyjnych.
- Instalacje duże, do których zalicza się wszystkie pozostałe instalacje, np.
  - budynki mieszkalne, hotele
  - domy opieki dla osób starszych, szpitale
  - obiekty sportowe i przemysłowe
  - kampingi, baseny pływackie

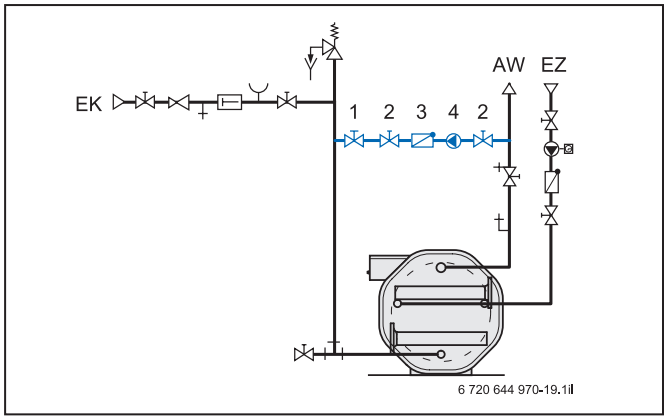
Rury miedziane Ø x grubość ścianki	Długość przewodów o pojemności 3 litrów
w mm	w m
10 x 1,0	60,0
12 x 1,0	38,0
15 x 1,0	22,5
18 x 1,0	14,9
22 x 1,0	9,5
28 x 1,0	5,7
28 x 1,5	6,1
35 x 1,5	3,7

Tab. 5 Długość rurociągów o pojemności 3 litrów

5.1.6 Wymagania dotyczącej dużych instalacji (w przypadku instalacji małych należy je traktować jako zalecenie)

- temperatura 60°C na wypływie ciepłej wody z podgrzewacza lub stacji świeżej wody
- przy wstępnym stopniu podgrzewu, cała pojemność wody musi być raz na dobę podgrzana do temperatury 60°C
- przewody cyrkulacyjne oraz towarzyszące ogrzewanie wzdłuż przewodów c.w.u. należy doprowadzić do armatury w punktach poboru ciepłej wody
- maksymalne wychłodzenie wody cyrkulacyjnej nie powinno przekraczać 5 K
- sterowanie czasowe nie powinno przerywać pracy instalacji na okres dłuższy niż 8 godzin

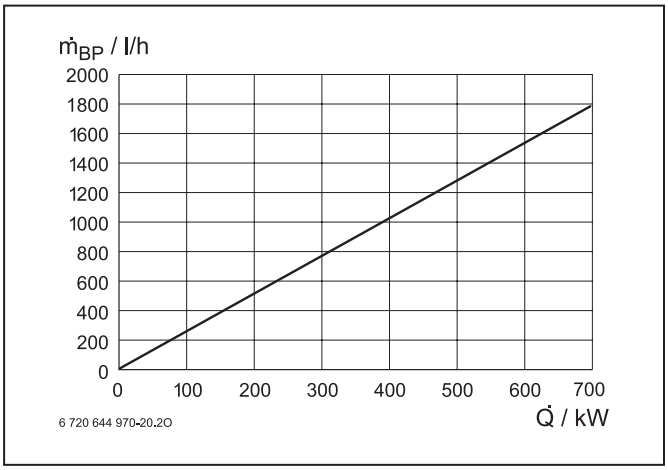
W przypadku podgrzewaczy pojemnościowych wody użytkowej marki Buderus zagwarantowane jest całkowite podgrzanie podgrzewacza. Przy leżących podgrzewaczach pojemnościowych wody Logalux LT..., L2T... oraz L3T... (powyżej 400 l), należy zapewnić pompę obejścia (→ Rys. 21, [4]), która przetłacza wodę będącą w podgrzewaczu.



Rys. 20 Przewód obejściowy (wyróżniony na niebiesko) podgrzewacza Logalux LT...o pojemności powyżej 400 litrów (schemat → Rys. 89, strona 110)

AW Wypływ ciepłej wody
EK Dopływ zimnej wody
EZ Wejście cyrkulacji
[1] Zawór regulacyjny
[2] Urządzenie odcinające
[3] Zawór zwrotny klapowy
[4] Pompa obejścia

Armatury → Rys. 19, strona 21



Rys. 21 Wymiarowanie pompy obejścia do dezynfekcji termicznej

ṁ BP wydajność pompy obejścia
Q̇ przenoszona moc cieplna

5.1.7 Ładowanie podgrzewaczy pojemnościowych c.w.u.

Pompa ładująca podgrzewacz
Pompa ładująca podgrzewacz jest sterowana przez regulator kotła grzewczego lub niezależne urządzenie regulacyjne do podgrzewania wody użytkowej. Należy przy tym pamiętać, że w układach regulacji, które implikują cykliczne załączanie i wyłączania pompy (np. regulator systemu Logamatic 4000 Buderus z modułem funkcyjnym FM445 lub regulator sterujący podgrzewem wody użytkowej Logamatic 4126), nie można stosować pomp o najwyższej sprawności bądź z silnikami trójfazowymi . Jako podstawę doboru tzw. „pompy obiegu pierwotnego” należy przyjąć efektywną moc cieplną, a więc moc przyłączonego kotła grzewczego albo moc przenoszoną przez zewnętrzny wymiennik ciepła. Łączna strata ciśnienia składa się z sumy strat ciśnienia na zewnętrznym wymienniku ciepła, kotle grzewczym, rurociągach i armaturze.
Pompa powinna być zawsze zamontowana przed elementem o największym oporze hydraulicznym. Za pompą, w kierunku przepływu czynnika grzewczego należy w każdym przypadku zamontować zawór zwrotny.

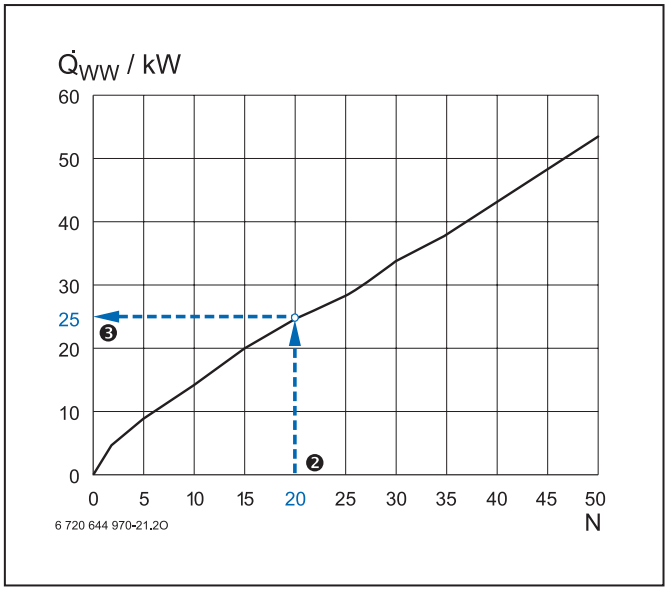
Zawór regulacyjny z siłownikiem elektrycznym
W niektórych przypadkach może się okazać, że nie przewidziano specjalnej pompy ładującej, lecz zawsze występuje określona dyspozycyjna różnica ciśnień. W takich przypadkach należy zainstalować zawór regulacyjny z siłownikiem elektrycznym, który w razie potrzeby otwiera dopływ czynnika grzewczego, a po osiągnięciu żądanej temperatury c.w.u. w podgrzewaczu pojemnościowym, zamyka się.
Sterowanie zaworem regulacyjnym z siłownikiem elektrycznym wymaga zastosowania urządzenia regulacyjnego Logamatic, którego regulator temperatury dysponuje trzema wyjściami (zestyki otw./zamk.).

5.1.8 Dodatek do mocy kotła ze względu na podgrzewanie wody użytkowej zgodnie z normą DIN 4708-2

Zapotrzebowanie mocy cieplnej do ogrzewania budynków oraz przygotowania c.w.u.
Zawsze podczas projektowania instalacji przygotowania c.w.u. należy sprawdzić, czy powiększenie mocy kotła (dodatek do mocy kotła) jest uzasadnione.
W okresie ostatnich dwudziestu lat sukcesywnie obniżano dopuszczalne wartości specyficznych cech, wpływających na straty ciepła w nowopowstałych budynkach. Wynikiem tego są bardzo niskie wartości zapotrzebowania na ciepło budynków, które właściwie wymagają niewielkich mocy kotłów - byłyby one jednak niewystarczające do podgrzewania także wody użytkowej. Dla zapewnienia komfortu użytkowania c.w.u, często konieczne jest zwiększenie mocy kotła.
Rozstrzygnięcie co do wielkości dodatku mocy do kotła grzewczego wynika z trzech wymagań podanych w normie DIN 4708-2, przy pomocy której wymiarowana jest instalacja przygotowania c.w.u.

1. Ustalony współczynnik mocy N_L wybranego podgrzewacza pojemnościowego c.w.u., musi mieć co najmniej taką wartość jak obliczony współczynnik zapotrzebowania N.
2. Moc kota $\dot{Q}_K$ musi być co najmniej tak duża jak moc trwała $\dot{Q}_D$, która jest niezbędna do osiągnięcia wymaganej wartości współczynnika mocy N_L.
3. Moc cieplna kotła $\dot{Q}_K$ musi być co najmniej tak duża jak suma zapotrzebowania ciepła na ogrzewanie budynku $\dot{Q}_N$, Geb oraz dodatku do mocy kotła $\dot{Q}_{WW}$ na potrzeby podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Jako wielkość szacunkową dodatku do mocy kotła (kW) może być przyjęta wartość współczynnika zapotrzebowania mocy N. Obliczeniową wartość dodatku do mocy kotła grzewczego $\dot{Q}_{WW}$ uzyskuje się z Rys. 23.

Większa wartość $\dot{Q}_K$ określa moc grzewczą kotła do zainstalowania.



Rys. 22 Dodatek do mocy kotła na podgrzewanie wody użytkowej na podstawie współczynnika zapotrzebowania mocy N; przykład wyróżniony na niebiesko

N Współczynnik zapotrzebowania
$\dot{Q}_{WW}$ Dodatek do mocy kotła ze względu na podgrzewanie wody użytkowej

Przykład
Dane:
- budynek wielorodzinny z 25 mieszkaniami
- zapotrzebowanie ciepła na ogrzewanie budynku ok. 75 kW ❶
- obliczony współczynnik zapotrzebowania mocy N = 20 ❷

Odczyt (→ Rys. 22.)
❸ dodatek do mocy kotła $\dot{Q}_{WW}$ = 25 kW Minimalną moc grzewczą kotła Q_K oblicza się na podstawie zapotrzebowania ciepła na ogrzewanie budynku ❸ oraz dodatku do mocy kotła ❶:

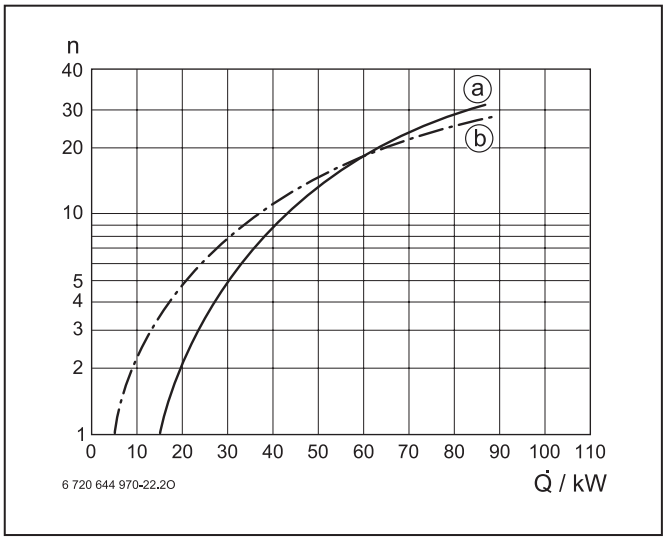
$$\dot{Q}_K = 75\ kW + 25\ kW = 100\ kW$$

Moc kotła dla budynków jedno- i dwurodzinnych
Im mniejszy jest budynek, tym relatywnie większy jest udział zapotrzebowania mocy cieplnej na podgrzewanie c.w.u. Pojemność cieplna 150-litrowego podgrzewacza zawierającego wodę o temperaturze ϑ_{Sp} = 60°C wynosi ok. 9 kWh. Przy krótkim czasie podgrzewania ta = 40 min współczynnik korekcyjny x = 0,85 podwyższa efektywną moc przyłączeniową do ok 16 kW (→ strona 63).
Każdy rodzaj dłuższej przerwy w pracy grzewczej (np. obniżenie nocne, podgrzewanie wody w podgrzewaczu), prowadzi do bardziej lub mniej odczuwalnego obniżenia temperatury pomieszczeń, co może być skompensowane jedynie przez większą moc cieplną kotła.
W przypadku budynków energooszczędnych, moc zainstalowanego kotła grzewczego należy ustalać na podstawie czasu nagrzewania się podgrzewacza wody (30 do maksymalnie 45 minut), co pozwoli uzyskać komfort użytkowania ciepłej wody użytkowej.

Moc kotła dla budynków wielorodzinnych do 30 mieszkań
Pomoc w zrozumieniu tego typu budynków stanowi Rys. 24. Przedstawiono na nim, niezależnie od siebie, wielkości zapotrzebowania mocy cieplnej na cele ogrzewania budynków oraz na podgrzewanie wody użytkowej, w zależności od ilości jednostek mieszkaniowych w budynku. W zakresie ilości mieszkań pomiędzy 20 oraz 30 przeważa zapotrzebowanie mocy na podgrzewanie wody, a więc należy dobrać większy kocioł. Czy zwiększenie mocy kotła jest wystarczające, można odczytać z Rys. 23.

Moc kotła dla budynków wielorodzinnych powyżej 30 mieszkań
Ustalanie mocy cieplnej kotła jest tutaj zasadniczo podobne, jak dla mniejszych budynków wielorodzinnych, maksymalnie do 30 mieszkań:

- należy ustalić moc kotła na pokrycie strat cieplnych budynku oraz niezależnie zapotrzebowanie mocy do podgrzewu wody użytkowej, odpowiadającej współczynnikowi mocy N_L podgrzewacza
- wykazaną różnicę porównać z Rys. 22.



Rys. 23 Przedstawienie zapotrzebowania mocy cieplnej na ogrzewanie budynków oraz na podgrzewanie wody użytkowej

a zapotrzebowanie mocy cieplnej na podgrzewanie wody użytkowej, odpowiadające współczynnikowi mocy N_L podgrzewacza
b normatywna moc na ogrzewanie budynku, według Rozporządzenia o oszczędności energii (EnEV – obowiązuje w Niemczech)
n liczba jednostek mieszkalnych
$\dot{Q}$ moc cieplna

5.2 Procedura doboru podgrzewacza

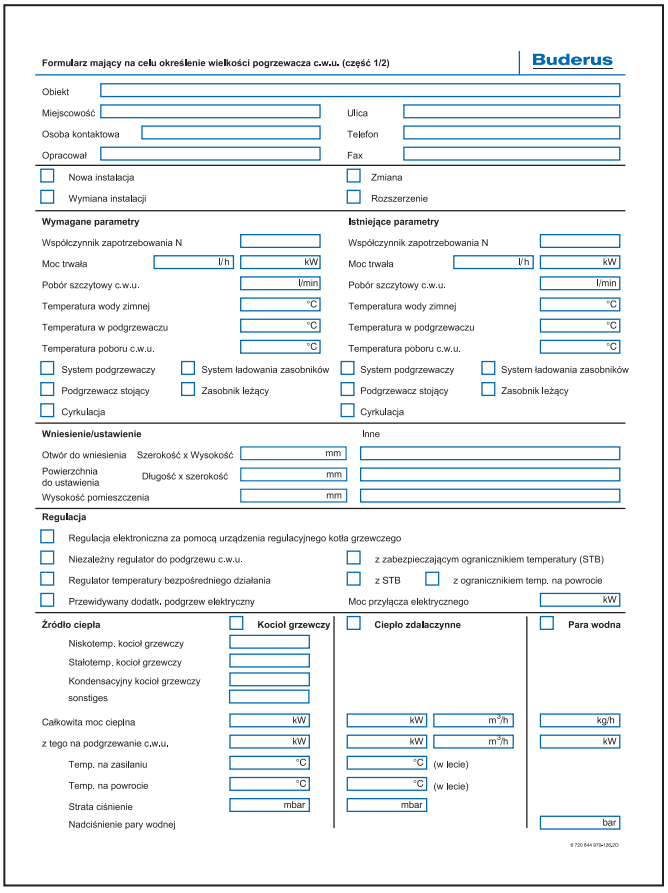
5.2.1 Sposób postępowania

Z zasady każdy dobór podgrzewacza pojemnościowego wody użytkowej powinien być przeprowadzony wg następujących, opisanych poniżej czynności:

- Przeprowadzenie analizy zapotrzebowania:
  Jako pomoc w analizie służy dwuczęściowy formularz danych (→ Rys. 24 i Rys. 25).
- Uwzględnienie specyfiki źródła ciepła
- Uwzględnienie regulacji i jej zachowania
- Ustalenie postępowania w doborze podgrzewacza:
  Ustalenie wielkości podgrzewacza jest możliwe za pomocą różnych metod. Wyboru przyjętej metody należy dokonać, kierując się wymiarem praktycznym.
- Opracować rozwiązanie

5.2.2 Formularz danych do przeprowadzenia analizy zapotrzebowania

Część 1 formularza danych, oprócz ogólnych informacji o obiekcie, zawiera dane o miejscu zainstalowania, układzie regulacji oraz rodzaju podgrzewu. Część 2 formularza danych zawiera specyficzne dane o obiekcie. Przy tym rozstrzyga się, dla jakiego obiektu podgrzewacz jest dobierany: budynku mieszkalnego, budynku o charakterze mieszkalnym, zakładu przemysłowego, basenu kąpielowego lub obiektu sportowego.



Formularz mający na celu określenie wielkości pogrzewacza c.w.u. (część 1/2) — Buderus

Obiekt
Miejscowość | Ulica
Osoba kontaktowa | Telefon
Opracował | Fax

☐ Nowa instalacja ☐ Zmiana
☐ Wymiana instalacji ☐ Rozszerzenie

Wymagane parametry		Istniejące parametry	
Współczynnik zapotrzebowania N		Współczynnik zapotrzebowania N	
Moc trwała	l/h / kW	Moc trwała	l/h / kW
Pobór szczytowy c.w.u.	l/min	Pobór szczytowy c.w.u.	l/min
Temperatura wody zimnej	°C	Temperatura wody zimnej	°C
Temperatura w podgrzewaczu	°C	Temperatura w podgrzewaczu	°C
Temperatura poboru c.w.u.	°C	Temperatura poboru c.w.u.	°C

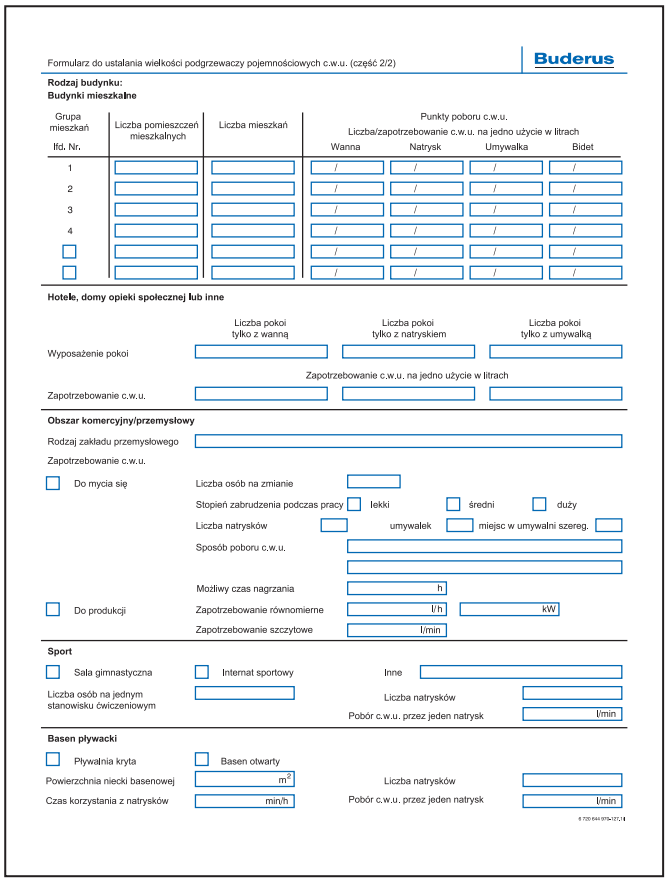
☐ System podgrzewaczy ☐ System ładowania zasobników ☐ System podgrzewaczy ☐ System ładowania zasobników
☐ Podgrzewacz stojący ☐ Zasobnik leżący ☐ Podgrzewacz stojący ☐ Zasobnik leżący
☐ Cyrkulacja ☐ Cyrkulacja

Wniesienie/ustawienie — Inne
Otwór do wniesienia — Szerokość x Wysokość — mm
Powierzchnia do ustawienia — Długość x szerokość — mm
Wysokość pomieszczenia — mm

Regulacja
☐ Regulacja elektroniczna za pomocą urządzenia regulacyjnego kotła grzewczego
☐ Niezależny regulator do podgrzewu c.w.u. ☐ z zabezpieczającym ogranicznikiem temperatury (STB)
☐ Regulator temperatury bezpośredniego działania ☐ z STB ☐ z ogranicznikiem temp. na powrocie
☐ Przewidywany dodatk. podgrzew elektryczny — Moc przyłącza elektrycznego — kW

Źródło ciepła	☐ Kocioł grzewczy	☐ Ciepło zdalaczynne		☐ Para wodna
Niskotemp. kocioł grzewczy				
Stałotemp. kocioł grzewczy				
Kondensacyjny kocioł grzewczy				
sonstiges				
Całkowita moc cieplna	kW	kW	m^3/h	kg/h
z tego na podgrzewanie c.w.u.	kW	kW	m^3/h	kW
Temp. na zasilaniu	°C	°C (w lecie)		
Temp. na powrocie	°C	°C (w lecie)		
Strata ciśnienie	mbar	mbar		
Nadciśnienie pary wodnej				bar

Rys. 24 Formularz do analizy zapotrzebowania przy określaniu wielkości podgrzewacza pojemnościowego c.w.u. (część 1; wzór do powielania → Rys. 149, strona 157)



Formularz do ustalania wielkości podgrzewaczy pojemnościowych c.w.u. (część 2/2) — Buderus

Rodzaj budynku:
Budynki mieszkalne

Grupa mieszkań lfd. Nr.	Liczba pomieszczeń mieszkalnych	Liczba mieszkań	Punkty poboru c.w.u. Liczba/zapotrzebowanie c.w.u. na jedno użycie w litrach: Wanna	Natrysk	Umywalka	Bidet
1			/	/	/	/
2			/	/	/	/
3			/	/	/	/
4			/	/	/	/
☐			/	/	/	/
☐			/	/	/	/

Hotele, domy opieki społecznej lub inne

	Liczba pokoi tylko z wanną	Liczba pokoi tylko z natryskiem	Liczba pokoi tylko z umywalką
Wyposażenie pokoi			
	Zapotrzebowanie c.w.u. na jedno użycie w litrach		
Zapotrzebowanie c.w.u.			

Obszar komercyjny/przemysłowy
Rodzaj zakładu przemysłowego
Zapotrzebowanie c.w.u.

☐ Do mycia się
Liczba osób na zmianie
Stopień zabrudzenia podczas pracy ☐ lekki ☐ średni ☐ duży
Liczba natrysków — umywalek — miejsc w umywalni szereg.
Sposób poboru c.w.u.
Możliwy czas nagrzania — h

☐ Do produkcji
Zapotrzebowanie równomierne — l/h — kW
Zapotrzebowanie szczytowe — l/min

Sport
☐ Sala gimnastyczna ☐ Internat sportowy Inne
Liczba osób na jednym stanowisku ćwiczeniowym
Liczba natrysków
Pobór c.w.u. przez jeden natrysk — l/min

Basen pływacki
☐ Pływalnia kryta ☐ Basen otwarty
Powierzchnia niecki basenowej — m^2
Liczba natrysków
Czas korzystania z natrysków — min/h
Pobór c.w.u. przez jeden natrysk — l/min

Rys. 25 Formularz do analizy zapotrzebowania przy określaniu wielkości podgrzewacza pojemnościowego c.w.u. (część 2; wzór do powielania → Rys. 148, strona 158)

Wskazówki do procedur doboru podgrzewaczy pojemnościowych:

❶ Budynki jednorodzinne → od strony 28 oraz strona 40; budynki wielorodzinne od → strony 28 oraz strona 43
❷ Budynki o charakterze mieszkalnym − zalecany jedynie program doborowy Logasoft DIWA → strona 26
❸ Obiekty komercyjne i przemysłowe → strona 52, strona 55, strona 57, strona 59, strona 67 i strona 73
❹ Obiekty sportowe → strona 75
❺ Baseny kąpielowe → strona 86

Z uzyskanych danych wynikają różne sposoby doboru podgrzewacza pojemnościowego, które w niniejszym rozdziale będą objaśnione na przykładach.

5.2.3 Normy

Pomocne przy doborze odpowiedniego podgrzewacza mogą być poniższe normy.

- **DIN 4708 → rozdział 6.1**
  Dobór podgrzewacza lub systemu ładowania zasobników do budynków o różnorodnym zasiedleniu. Podstawą jest określenie współczynnika zapotrzebowania N. Za wskaźnikiem tym kryje się szczytowy strumień objętość, występujący przez okres 10 minut. Pozwala to na odpowiednie zwymiarowanie stacji świeżej wody.
- **DIN 1988-300**
  Norma DIN 1988-300 służy do określania średnicy rur. Podstawą tego jest ustalenie szczytowego strumienia objętości (przepływu szczytowego) wynikającego z sumy przepływów w poszczególnych punktach poboru c.w.u. (przepływ sumaryczny). Dlatego norma ta jest również przydatna przy doborze stacji świeżej wody. Przeliczenia dokonuje się na podstawie współczynników w zależności od typu obiektu. Wyszczególniono następujące typy obiektów: budynki mieszkalne, szpitale, hotele, szkoły, budynki administracyjne, domy opieki, domy dla osób starszych i zakłady opiekuńcze. W budynkach mieszkalnych zwykle występują większe wartości szczytowego strumienia objętości niż wynika to z obliczeń normy DIN 4708.
- **DIN 18032 → rozdział 8.6 i 12.5**
  Zasady projektowania i budowy hal sportowych są uregulowane w normie DIN 18032-1. Zawiera ona również zalecenia dotyczące doboru systemu zasilania c.w.u.
- **VDI6002**
  Norma VDI6002 została opracowana w celu ułatwienia doboru instalacji solarnych do przygotowania c.w.u. Są tu wskazane dzienne zużycia c.w.u. oraz profile dzienne. Wyszczególniono następujące typy obiektów: budynki mieszkalne, domy studenckie, domy spokojnej starości i zakłady opiekuńcze, szpitale, pływanie kryte i kampingi.

5.2.4 Układ regulacji

W celu dokonania wyboru układu regulacji, należy wyjaśnić następujące kwestie:

- Czy można założyć działanie elektrycznego (elektronicznego) układu regulacji lub zastosowanie regulatora temperatury bezpośredniego działania (bez energii pomocniczej)?
- Czy należy przewidzieć zabezpieczający ogranicznik temperatury?
- Czy przepisy wymagają zastosowania ogranicznika temperatury na powrocie?
- Czy przewiduje się dodatkowe podgrzewanie elektryczne?
- Czy należy wybrać zewnętrzny wymiennik ciepła?
- Czy wybrany podgrzewacz posiada wszystkie wymagane możliwości do zabudowania?

Ponadto, niektóre z tych pytań mogą mieć ewentualny bezpośredni wpływ na dobór wielkości podgrzewacza. Ogranicznik temperatury powrotu redukuje z reguły moc cieplną przenoszoną przez wymiennik ciepła, tzn. może być konieczny podgrzewacz o większej pojemności. Takiego podgrzewacza wymaga także przewidziane dla okresu letniego dodatkowe podgrzewanie elektryczne, szczególnie w dużych instalacjach, gdzie moc cieplna kotła znacznie przekracza wielkości mocy, możliwe do pobrania z przyłączenia do sieci elektroenergetycznej.

5.2.5 Program komputerowy do doboru wielkości podgrzewacza

Zakres zastosowania
Program Logasoft „DIWA” pomaga w obliczeniach oraz optymalizacji podgrzewaczy i stacji świeżej wody dla różnych zapotrzebowań ciepłej wody użytkowej. Możliwe jest wymiarowanie podgrzewaczy dla budynków mieszkalnych, zgodnie z DIN 4708 (dla budynków jedno- oraz wielorodzinnych), jak również obliczenia do specjalnych zapotrzebowań, np. hoteli lub obiektów przemysłowych. Zintegrowana z programem metoda krzywych całkowych pozwala na dokonanie obliczeń przy wahających się rozbiorach c.w.u. w wielu innych przypadkach zastosowań.

Kategorie zapotrzebowania
Łącznie, do wyboru jest pięć kategorii zapotrzebowania:

- normalny podział wg DIN 4708, do ustalenia współczynnika zapotrzebowania dla budynków jedno- oraz wielorodzinnych
- normalny podział, przy dowolnym czasie trwania cykli poboru (ze względu na podwyższoną jednoczesność poboru) dla mieszkań zakładowych, siedzib firm, hoteli, internatów, kempingów, itp.
- podział blokowy dla poborów ciągłych (np. w rzeźniach) lub pojedynczych poborów szczytowych (np. w restauracjach)
- zapotrzebowanie cykliczne do ustalenia wielkości podgrzewacza oraz mocy trwałej dla obiektów sportowych lub innych obiektów, w których mają miejsce kolejne, powtarzające się cykle zapotrzebowania
- kompleksowe wskazania zapotrzebowania do określenia zwiększonego zapotrzebowania dla różnych celów, w różnych ilościach oraz przy zróżnicowanych temperaturach i czasie poboru (np. w szpitalach).

Zakres funkcji
Przy pomocy programu Logasoft DIWA, możliwe jest:

- sporządzenie danych o klientach oraz instalacjach
- przedstawienie graficzne wyników obliczeń oraz ich wydrukowanie
- korzystanie z bazy danych podgrzewaczy i stacji świeżej wody marki Buderus.

5.2.6 Przegląd metod doboru podgrzewaczy c.w.u.

Obiekt	Kryteria poboru	Dostępne metody przy obliczania ręcznym	Dodatek do mocy kotła	Kategoria programu DIWA	Wskazówki projektowe
Budynek jednorodzinny	Mieszane zasiedlenie budynku	Współczynnik zapotrzebowania wg DIN 4708	Tak	Normalny podział wg DIN 4708	→ strona 28 → strona 31 → strona 32
	Kompleksowy profil zapotrzebowania	Metoda krzywych całkowych (zalecana tylko w połączeniu z programem doborowym Logasoft DIWA)	Tak	Kompleksowe dane zapotrzebowania	→ strona 26 → strona 79
	Budynek wielorodzinny	Współczynnik zapotrzebowania wg DIN 4708	Zależnie od wielkości budynku	Normalny podział wg DIN 4708	→ strona 28 → strona 48
Obiekty przemysłowe i komercyjne	Długie okresy poboru (np. w produkcji), przy stałej ilości poboru	Zastosowanie wykresów dla mocy trwałej	Tak	Podział blokowy dla poborów ciągłych	→ strona 50 → strona 53
	Krótkie okresy poboru, przy dużej wielkości poboru (np. prysznice w zakładach pracy, na koniec zmiany)	Pełne przygotowanie zapasu c.w.u. na rozbiór szczytowy, przy długim czasie podgrzewu (ponad 2 godz.)	Nie	Zapotrzebowanie cykliczne	→ strona 67
		Przewidziana kombinacja pełnego przygotowania zapasu c.w.u. oraz mocy trwałej, wg metody krzywych całkowych (zalecana tylko w połączeniu z programem doboru Logasoft DIWA)	Tak	Kompleksowe dane zapotrzebowania lub zapotrzebowanie cykliczne	→ strona 26 → strona 76
Mieszkania zakładowe, firmowe, hotele, internaty, kempingi	Pobory o podobnym charakterze, większa jednoczesność poboru niż w domach wielorodzinnych	Budynki o charakterze mieszkalnym na podstawie DIN 4708 (zalecane tylko w połączeniu z programem doboru Logasoft DIWA)	Zależnie od wielkości budynku	Normalny podział, dowolny czas trwania cykli	→ strona 26
Ubojnie, rzeźnie	Rozbiory gwałtowne, najczęściej przy temperaturze c.w.u. powyżej 65°	Moc trwała i/lub przygotowanie pełnego zapasu; zastosować procedurę wyznaczającą liczbę „k” dla temperatur poboru powyżej 65°C	Tak	Podział blokowy dla zapotrzebowania ciągłego (tylko do wymiarowania, bez doboru podgrzewacza)	→ strona 55
Restauracje	Pojedyncze rozbiory szczytowe, najczęściej przy temperaturze c.w.u. powyżej 65°C	Pełne przygotowanie zapasu połowy zapotrzebowania c.w.u. w porze obiadowej	Nie	Podział blokowy dla pojedynczych szczytów poboru	→ strona 55
Hale sportowe, obiekty treningowe, koszary, przedszkola	Duże wielkości poboru w krótkim czasie, najczęściej na jeden prysznic przypadają 1-2 osoby, najczęściej występują stosunkowo długie czasy podgrzewania wody	Pełne przygotowanie zapasu c.w.u. na rozbiór szczytowy, przy krótszym czasie podgrzewu (do 2 godzin) dla każdej grupy liczącej ok. 25 osób (dla koszar i przedszkoli odpowiednio więcej), DIN 18032	Nie	Zapotrzebowanie cykliczne	→ strona 75
Pływalnie	Dział przygotowania wody; prysznice działają w czasie od 30 do 45 minut	Postępowanie zgodnie z wytycznymi VDI 2089	Tak	Kompleksowe dane zapotrzebowania lub zapotrzebowanie cykliczne	→ strona 86 → strona 87
Sauny, kluby fitness, obiekty medyczne	Pobór od równomiernego do burzliwego (w zależności od wielkości obiektu)	Kombinacja pełnego przygotowania zapasu c.w.u. i mocy trwałej wg metody krzywych całkowych (zalecana tylko w połączeniu z programem doboru Logasoft DIWA)	Tak	Kompleksowe dane zapotrzebowania lub zapotrzebowanie cykliczne	→ strona 26 →strona 76

Tab. 6 Kryteria wyboru procedur przy doborze podgrzewaczy pojemnościowych c.w.u.

6 Dobór podgrzewacza wg wskaźnika zapotrzebowania dla budynków mieszkalnych

6.1 Norma DIN 4708 jako pomoc w obliczeniach dla budynków mieszkalnych

Zakres obowiązywania normy DIN 4708
Norma DIN 4708 jest podstawą do obliczania wartości współczynnika zapotrzebowania N dla różnorodnie zasiedlonych budynków mieszkalnych, w celu umożliwienia doboru pogrzewaczy ciepłej wody użytkowej.
Budynki są różnorodnie zasiedlone (różna liczba osób w poszczególnych mieszkaniach) przez osoby różnych zawodów, których rozkład dnia jest w każdym przypadku inny i przez to wymagają ciepłej wody o różnych porach. Następstwem tego są długie okresy poboru c.w.u., przy stosunkowo małych poborach szczytowych. Innymi słowy, bazą zakresu ważności normy DIN 4708 jest niewielkie prawdopodobieństwo jednoczesnego wystąpienia zapotrzebowania szczytowego u wszystkich mieszkańców budynku. Mieszkania zakładowe, hotele, domy opieki dla osób starszych oraz inne budynki mające charakter obiektów mieszkalnych, nie wchodzą w zakres ważności normy DIN 4708.

Jednostka mieszkaniowa
Norma DIN 4708 definiuje pojęcie „jednostki mieszkaniowej" i przyporządkowuje jej wartość współczynnika zapotrzebowania N = 1. Współczynnik zapotrzebowania określa, że zapotrzebowanie ciepłej wody użytkowej obliczanego budynku, odpowiada N-krotnemu zapotrzebowaniu jednej jednostki mieszkaniowej.
Za „jednostkę mieszkaniową" uważa się cztery pomieszczenia, w których mieszka przeciętnie trzy do czterech osób. Jako obliczeniowy punkt poboru przyjmowana jest normalna wanna kąpielowa NB 1 (wyposażenie znormalizowane → Tab. 71, strona 149). Według wskaźników zapotrzebowania w punktach poboru WV (→ Tab. 73, strona 150) otrzymuje się z tego zapotrzebowanie energii na podgrzanie wody użytkowej wynoszące:

3,5 x 5820 Wh = 20370 Wh

Cykl rozbioru c.w.u.
W założeniach teoretycznych normy DIN 4708 przyjęto cykl rozbioru c.w.u., w którym rozbiór początkowo powoli wrasta, w pobliżu środka cyklu osiąga wartość maksymalną, a pod koniec znowu powoli spada (krzywa Gaussa). Cykl rozbioru podzielono przy tym abstrakcyjnie na 5 czasów poboru oraz 4 przerwy, przy czym trzeci pobór c.w.u. trwa zawsze 10 minut. Wszystkie inne czasy poboru, jak również przynależne do nich wielkości rozbiorów c.w.u., dla wartości współczynnika zapotrzebowania mocy w zakresie od N = 1 do N = 300, ustalono w normie DIN 4708. Wysokość trzeciego poboru można wykorzystać do obliczenia wymaganej mocy poboru szczytowego stacji świeżej wody.

Dobór podgrzewacza pojemnościowego
Aby dobrać podgrzewacz przy pomocy współczynnika zapotrzebowania lub współczynnika mocy, należy spełnić trzy warunki

1. Współczynnik mocy N_L podgrzewacza musi mieć co najmniej taką wartość jak obliczony współczynnik zapotrzebowania N.

2. Moc cieplna kotła musi być co najmniej taka jak podana razem ze współczynnikiem mocy wydajność trwała c.w.u. przy temperaturze 10/45°C.

3. Jeżeli kocioł grzewczy przewidziany jest zarówno do pracy na potrzeby grzewcze, jak również do podgrzewu wody użytkowej, wymagany jest dodatek do mocy kotła (→ Rys. 23, strona 24).

Stacja świeżej wody z podgrzewaczem buforowym
Stacja świeżej wody musi dostarczyć szczytową moc poboru, wynikającą z obliczonego wskaźnika zapotrzebowania. Wymagana pojemność podgrzewacza buforowego jest uzależniona od dostępnej mocy generatora ciepła, temperatury w podgrzewaczu buforowym i temperatury na powrocie stacji świeżej wody.

6.2 Obliczanie współczynnika zapotrzebowania dla budynków mieszkalnych

6.2.1 Formularz do obliczania współczynnika zapotrzebowania

Zapotrzebowanie c.w.u. przy centralnym zaopatrzeniu mieszkań							**Nr projektu:**		**Data:**	
							Nr arkusza:		**Opracował:**	
Obliczenie współczynnika zapotrzebowania N do ustalenia wielkości pojemnościowego podgrzewacza c.w.u.										
Projekt:		„Jednostka mieszkaniowa" wg DIN 4708-2								
Uwagi:		Przykład wypełnienia formularza								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
					punkty poboru (na mieszkanie)					
Numer grupy mieszkań	Liczba pomieszczeń mieszkalnych r	Liczba mieszkań n	Liczba osób w mieszkaniu p	n·p	Liczba punktów poboru z	Skrócony opis	Zapotrzebowanie punktów poboru w Wh W_v	Liczba punktów poboru x zapotrzebowanie punktów poboru w Wh z x W_v	Wh n·p·ΣW_Y	Uwagi
Tryb obliczeń: kolumny				3·4				6·8	5·9	
1	4 ❶	1 ❷	3,5 ❸	3,5	1	NB 1 ❹	5820 ❺	5820	20370	
Σn = 1							Σ (n · p<Σ w_V) = 20370 Wh			
$N = \frac{\Sigma(n \cdot p \cdot \Sigma w_V)}{3{,}5 \cdot 5820} = \frac{20370\ Wh}{20370\ Wh} \overset{❻}{=} 1$ ❼										

Tab. 7 Formularz jako pomoc w obliczaniu współczynnika zapotrzebowania, z przykładowymi wartościami dla „jednostki mieszkaniowej" wg normy DIN 4708-2 (wzór do powielania → Tab. 72, strona 149)

6.2.2 Sposób postępowania

Wpisać dane w odpowiednie kolumny formularza

1. Kolejny numer grupy mieszkań o takiej samej liczbie pomieszczeń i takim samym wyposażeniu sanitarnym
2. Liczba pomieszczeń mieszkalnych na podstawie projektu budowlanego, (przykład: r = 4; → Tab. 7, ❶)
3. Liczba mieszkań, względnie jednostek mieszkaniowych (przykład: n = 1; → Tab. 7, ❷)
4. Liczba osób w mieszkaniu na podstawie danych administracji lub z Tab. 70, strona 148 (przykład → Tab. 8, strona 30 i Tab. 7, ❸).
5. Wynik mnożenia wartości zamieszczonych w kolumnach 3 oraz 4
6. Liczba punktów poboru, które uwzględniono według Tab. 71, strona 149 lub Tab. 72, strona 149
7. Krótkie oznaczenie podanych w kolumnie 6 punktów poboru, na podstawie Tab. 73, strona 150 (przykład → Tab. 9, strona 30 i Tab. 7, ❹)
8. Zapotrzebowanie punktów poboru na podstawie danych z Tab. 73, strona 150 (przykład → Tab. 9, strona 30 i Tab. 7, ❺)
9. Wynik mnożenia wartości zamieszczonych w kolumnach 6 oraz 8
10. Wynik mnożenia wartości zamieszczonych w kolumnach 5 oraz 9

Zsumować wartości zapisane w kolumnie 10, a wynik wstawić do równania w dolnej części formularza (przykład → Tab. 7, ❻)
Obliczyć współczynnik zapotrzebowania (przykład → Tab. 7, ❼)

6.2.3 Wskaźniki do ustalania zapotrzebowania ciepłej wody użytkowej

Liczba pomieszczeń i liczba osób w mieszkaniu
Liczba osób w mieszkaniu p określa, ile osób rzeczywiście przebywa w danym mieszkaniu, a tym samym korzysta z ciepłej wody. Jeżeli nie dysponuje się danymi o rzeczywistej liczbie osób w mieszkaniu, można zastosować przeciętne „zaludnienie" mieszkań z Tab. 70 (→ strona 148). Liczba pomieszczeń r w każdym mieszkaniu odpowiada łącznej liczbie pokoi mieszkalnych, sypialni, pomieszczeń pobytu osób w jednym mieszkaniu. Nie uwzględnia się pomieszczeń pobocznych jak kuchnia (nie dotyczy to kuchni będącej „pomieszczeniem mieszkalnym"), sień, korytarz, łazienka i schowki. „Jednostka mieszkaniowa" wg DIN 4708 składa się z czterech pomieszczeń mieszkalnych, a zamieszkuje ją przyjęta ilość mieszkańców wynosząca 3,5 (przykład → Tab. 8 i Tab. 7, ❸).

Liczba pomieszczeń r	Liczba osób w mieszkaniu p
2½ [1]	2,3
3	2,7
3½ [1]	3,1
4	3,5 ❸
4½ [1]	3,9
5	4,3

Tab. 8 Wyciąg z tabeli „Zaludnienie mieszkań"; (pełna tabela Tab. 62, strona 129)

[1] Jako½ pomieszczenia zaliczane są sienie zamieszkałe oraz ogrody zimowe

Liczba punktów poboru oraz zapotrzebowanie punktów poboru
W normie DIN 4708 ustalono, które punkty poboru ciepłej wody w mieszkaniu są uwzględniane przy obliczaniu zapotrzebowania c.w.u. Rozróżnia przy tym normalne wyposażenie mieszkań (→ Tab. 71, strona 149) oraz wyposażenie komfortowe (→ Tab. 72, strona 149). Dla „jednostki mieszkaniowej" jako naliczany punkt poboru wg → Tab. 71, strona 149, przyjmuje się jedynie wannę kąpielową wg DIN 4475-E (1600 x 700 mm). Taka wanna otrzymuje oznaczenie skrótowe NB 1 (przykład → Tab. 9 i Tab. 7, strona 29, ❹).
Wielkość zapotrzebowania punktu poboru w_v podaje, jaka ilość ciepła jest konieczna do przygotowania ciepłej wody, każdym punkcie poboru. Wielkość ta dla normalnej wanny kąpielowej wynosi 5820 Wh (przykład → Tab. 9 i Tab. 7, strona 29, ❺).

Liczba porządkowa	Urządzenie pobierające c.w.u.	Skrót	Wielkość poboru VE przy każdorazowym użyciu [1] w l	Zapotrzebowanie punktu poboru wv na każde użycie w Wh
1	Wanna kąpielowa, DIN 4475-E (1600 mm x 700 mm)	NB 1 ❹	140	5820 (5700[2]) ❺
2	Wanna kąpielowa, DIN 4475-E (1700 mm x 750 mm)	NB 2	160	6510
3	Wanna do małych pomieszczeń lub wanna nasiadowa	KB	120	4890

Tab. 9 Wyciąg z tabeli „Zapotrzebowanie energii cieplnej przez różne urządzenia pobierające c.w.u. w mieszkaniach jako wytyczna do formularza w Tab. 72, strona 149" (pełna tabela → Tab. 73, strona 150)

[1] W przypadku wanien kąpielowych równocześnie pojemność użytkowa
[2] Wartość obliczeniowa

6.3 Wybór podgrzewacza na podstawie wskaźnika zapotrzebowania

Każdy pojemnościowy podgrzewacz wody użytkowej posiada znamionowy współczynnik mocy N_L , który podaje, dla ilu „jednostek mieszkaniowych" wystarcza jego moc. Przyjmując za punkt wyjścia współczynnik zapotrzebowania N projektuje się taki podgrzewacz, którego znamionowy współczynnik mocy N_L jest większy lub równy współczynnikowi zapotrzebowania.
Z jednej strony, Buderus oferuje możliwość doboru podgrzewacza w kombinacji z kotłem grzewczym (możliwość zastosowania podgrzewacza o pojemności do 300 l). Z drugiej strony, możliwy jest niezależny dobór podgrzewacza przy pomocy danych dotyczących mocy oraz wymiarów.

6.3.1 Dobór podgrzewaczy (do 300 litrów) w zestawie z kotłem grzewczym

Pomoce w doborze
Katalog produktów marki Buderus, w rozdziałach dotyczących określonych typów kotłów grzewczych, zawiera tabele „Parametry wydajności c.w.u." dla wszystkich wielkości mocy kotłów, w zestawie z różnymi podgrzewaczami pojemnościowymi do 300 l. Tabele te zawierają m. in. wymagane wartości współczynnika mocy N_L (→ Tab. 10). Podane parametry wydajności c.w.u. poszczególnych zestawów kotła z podgrzewaczem będą osiągnięte tylko przy zastosowaniu oferowanych przewodów łączących kocioł grzewczy z podgrzewaczem, łącznie z odpowiednią pompą ładującą podgrzewacz.

Kryteria doboru
Przy pomocy rysunków z wymiarami oraz tabeli „Wymiary" zamieszczonych w katalogu produktów marki Buderus można sprawdzić, czy określony zestaw kotła grzewczego i podgrzewacza, uwzględniając rzeczywiste możliwości wstawienia i wymiary pomieszczenia, może być zainstalowany w przeznaczonym do tego pomieszczeniu.
W przypadku braku możliwości wstawienia lub ustawienia zestawu w pomieszczeniu zainstalowania, można rozważyć inną kombinację (np. z podgrzewaczem leżącym).

Możliwe jest zastosowanie kolejnych elementów wyposażenia dodatkowego.

	Jednostka	Wielkość kotła 17	21	28	34
Logalux SU160/5[1]					
Współczynnik mocy N_L[2]	-	2,2	2,3	2,4	2,4
Moc trwała[3]	kW l/h	17 418	21 516	28 688	30 736
Czas ponownego nagrzania	t_1[4] t_2[5]	min min	35 44	28 39	21 32
Logalux SU200/5[1]					
Współczynnik mocy N_L[2]	-	3,8	3,9	3,9	4,0
Moc trwała[3]	kW l/h	17 418	21 516	28 688	30 736
Czas ponownego nagrzania	t_1[4] t_2[5]	min min	41 49	33 41	25 35
Logalux SU300/5[1]					
Współczynnik mocy N_L[2]	-	6,6	7,1	7,3	7,7
Moc trwała[3]	kW l/h	17 418	21 516	28 688	34 835
Czas ponownego nagrzania	t_1[4] t_2[5]	min min	62 69	50 57	37 46

Tab. 10 Parametry wydajności c.w.u. kotłów grzewczych Logano G125 w zestawie z podgrzewaczami stojącymi Logalux SU

[1] W połączeniu z oferowanym przewodem łączącym kocioł z podgrzewaczem
[2] W trybie stałym; temperatura na zasilaniu kotła ϑ_V = 80°C i temperatura c.w.u. w podgrzewaczu ϑ_{SP} =60°C
[3] Przy podgrzaniu z 10°C do 45°C oraz ϑ_V = 80°C
[4] Kocioł grzewczy w stanie gorącym, czas ponownego podgrzania zawartości podgrzewacza z 10°C do 60°C
[5] Kocioł grzewczy w stanie zimnym, czas ponownego podgrzania zawartości podgrzewacza z 10°C do 60°C

6.3.2 Niezależny dobór podgrzewaczy przy pomocy parametrów mocy oraz wymiarów podgrzewaczy

Pomoce w doborze
Niniejsze materiały do projektowania w → rozdziale 11, od strony 89 zawierają odpowiednie tabele z parametrami mocy c.w.u. wszystkich podgrzewaczy pojemnościowych marki Buderus, przy różnych rodzajach podgrzewu. Tabele te zawierają m. in. wartości współczynnika mocy N_L (→ Tab. 11).

Kryteria doboru
Przy pomocy odpowiednich rysunków z wymiarami oraz tabeli „Wymiary" można sprawdzić, czy określony podgrzewacz, uwzględniając rzeczywiste możliwości wstawienia i wymiary pomieszczenia, może być zainstalowany w przeznaczonym do tego pomieszczeniu. W razie potrzeby, można zastosować kombinacje mniejszych podgrzewaczy, współpracujących ze sobą.

Logalux	Temp. wody grzewczej na zasilaniu w °C	Współczynnik mocy NL[1] przy temp. wody w podgrzewaczu 60°C	Wydajność trwała c.w.u. przy temp. c.w.u. na wypływie[2]				Zapotrzebowanie wody grzewczej w m³/h	Strata ciśnienia w mbar
			45°C		60°C			
			w l/h	w kW	w l/h	w kW		
SU500	50	-	392	16	-	-	2,5	90
	60	-	757	30,8	-	-		
	70	16,7	1135	46,2	605	35,2		
	80	17,2 ❷	1486	60,5	870	50,6		
	90	17,9	1595	75,9	1145	66,6		

Tab. 11 Wyciąg z tabeli „Wydajność c.w.u. podgrzewaczy Logalux SU500 do SU1000 przy zredukowanym zapotrzebowaniu wody grzewczej"(pełna tabela → Tab. 36, strona 95)

[1] Według normy DIN 4708 współczynnik mocy dla danych standardowych (tłusty druk) odniesiono do ϑ_V = 80°C oraz ϑ_{sp} = 60°C. Minimalne zapotrzebowanie ciepła odpowiada mocy trwałej c.w.u. przy 45°C
[2] Temperatura wody zimnej na dopływie 10°C

6.3.3 Instalacje z dwoma lub trzema podgrzewaczami

W przypadku instalacji z dwoma lub trzema podgrzewaczami, odpowiedni współczynnik mocy N_L wybranego podgrzewacza odczytany z tabeli „Parametry wydajności c.w.u.", należy pomnożyć przez podaną poniżej wartość mnożnika:
- przy dwóch podgrzewaczach mnożnik 2,4
- przy trzech podgrzewaczach mnożnik 3,8

Wymagania
- podgrzewacze powinny być jednakowej wielkości
- wydajność (moc) trwała c.w.u. jest dwu- lub trzykrotnie większa niż pojedynczego podgrzewacza
- podgrzewacze powinny być połączone w systemie Tichelmanna.

Przykład

Dane:

- 2 podgrzewacze pojemnościowe Logalux SU500

Odczyt:
- 1 podgrzewacz: N_L = 17,2 (→ Tab. 11, ❷)

Obliczenie:
- 2 podgrzewacze: N_L = 17,2 x 2,4 = 41,3

Przy podgrzewaniu wody użytkowej ze zdalaczynnej sieci ciepłowniczej obowiązują inne parametry mocy oraz inne wartości mnożników.

Wartości współczynnika mocy dla innych niż ujęte w tabeli „Parametry wydajności c.w.u." wartości mocy cieplnej oraz strumieni przepływów wody grzewczej, można określić przy pomocy odpowiednich wykresów mocy. Tabele te oraz wykresy zawierające parametry wydajności c.w.u. są zawarte w rozdziale 11 od strony 89. Ponadto można tam znaleźć dalsze wskazówki projektowe do doboru podgrzewaczy o wybranych wymiarach, parametrach mocy, a także przykłady instalacji w podrozdziałach dotyczących odpowiednich typoszeregów podgrzewaczy.

6.4 Dobór stacji świeżej wody z podgrzewaczem buforowym

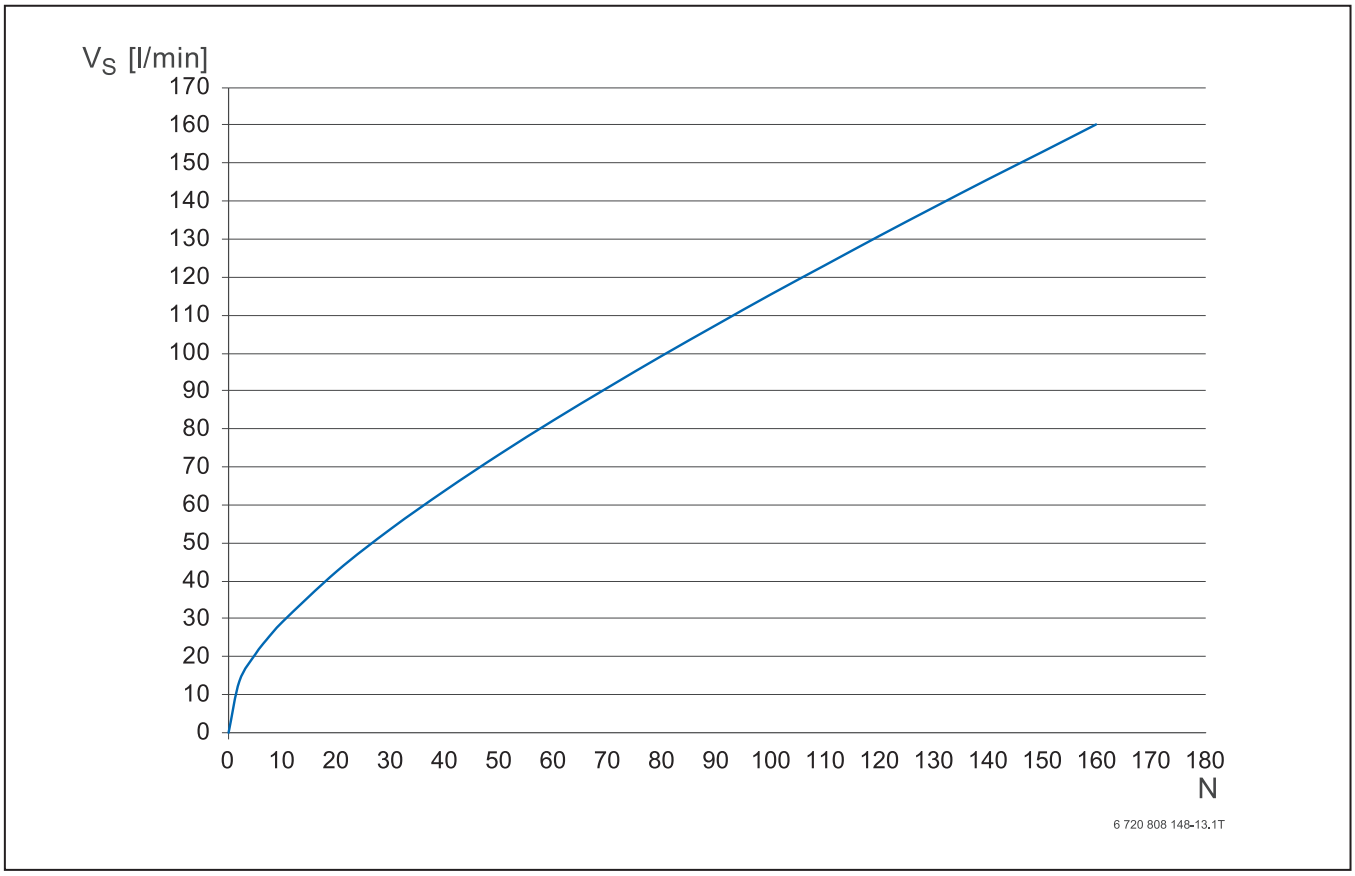
6.4.1 Określenie współczynnika zapotrzebowania N i szczytowego strumienia objętości dla budynków mieszkalnych

Dobór stacji świeżej wody jest zależny od szczytowego strumienia objętości (przepływu). Jeżeli dostępne są zmierzone wartości, należy je wykorzystać. W przypadku budynków wielorodzinnych można zastosować normę DIN 4708. Norma ta stanowi podstawę spójnej kalkulacji zapotrzebowania na energię cieplną centralnych instalacji podgrzewania wody użytkowej, jeżeli nie są wymagane szczytowe okresy zapotrzebowania trwające powyżej 10 minut. W przypadku doboru instalacji o dłuższych okresach szczytowego zapotrzebowania (np. instalacje w hotelach) norma ta nie znajduje zastosowania. Na podstawie normy DIN 4708 można określić współczynnik zapotrzebowania N, który wynika z liczby jednostek mieszkaniowych, liczby mieszkańców zamieszkujących jedno mieszkanie oraz wyposażenia. Jako pomoc przy obliczeniu wskaźnika zapotrzebowania można wykorzystać przykłady z Tab. 12. Z tabeli można również odczytać określony szczytowy strumień objętości wg DIN 4708 (okres powyżej 10 minut). Szczytowy strumień objętość (przepływ) odnosi się do temperatury 60°C na wypływie ze stacji świeżej wody. W przypadku odmiennych warunków konieczne jest określenie współczynnika zapotrzebowania N (np. za pomocą programu symulacyjnego DIWA).

Zasiedlenie i wyposażenie						
	Jednostka mieszkaniowa z liczbą osób 2,5 z wanną kąpielową NB1 (140 l)		Jednostka mieszkaniowa z liczbą osób 3,5 z wanną kąpielową NB2 (160 l)		Jednostka mieszkaniowa z liczbą osób 3,5 z wanną do dużych pomieszczeń GB (200 l)	
Jednostki mieszkaniowe	Współczynnik zapotrzebowania N	Szczytowy strumień objętości powyżej 10 min w l/min	Współczynnik zapotrzebowania N	Szczytowy strumień objętości powyżej 10 min w l/min	Współczynnik zapotrzebowania N	Szczytowy strumień objętości powyżej 10 min w l/min
3	2,1	13,9	3,4	17,3	4,2	19,1
4	2,9	16,1	4,5	19,7	5,6	21,9
5	3,6	17,8	5,6	21,9	7,0	24,4
6	4,3	19,3	6,7	23,9	8,4	26,8
7	5,0	20,7	7,8	25,8	9,8	29,0
8	5,7	22,1	9,0	27,7	11,2	31,1
9	6,4	23,4	10,1	29,4	12,6	33,1
10	7,1	24,6	11,2	31,1	14,0	35,0
11	7,9	26,0	12,3	32,6	15,4	36,8
12	8,6	27,1	13,4	34,2	16,8	38,6
13	9,3	28,2	14,5	35,6	18,2	40,4
14	10,0	29,3	15,7	37,2	19,6	42,1
15	10,7	30,3	16,8	38,6	21,0	43,7
16	11,4	31,4	17,9	40,0	22,4	45,4
17	12,1	32,4	19,0	41,3	23,8	47,0
18	12,9	33,5	20,1	42,7	25,2	48,5
19	13,6	34,4	21,3	44,1	26,6	50,1
20	14,3	35,4	22,4	45,4	28,0	51,6

Tab. 12 Przykłady szczytowego strumienia objętości w budynkach wielorodzinnych (wg DIN 4708)

Rys. 27 i Tab. 13 wskazują szczytowy strumień objętości w zależności od współczynnika zapotrzebowania N.



Rys. 26 Szczytowy strumień objętości w zależności od współczynnika zapotrzebowania N w budynkach wielorodzinnych

N Współczynnik zapotrzebowania
V_S Szczytowy strumień objętości przy temp. c.w.u. 60°C

Współczynnik zapotrzebowania N	Szczytowy strumień objętości w l/min przy temp. c.w.u. 60°C
0	0
2	13,8
5	20,8
7	24,8
10	29,3
20	42,6
30	53,8
40	63,9
50	73,4
60	82,4
70	91,0
80	99,4
90	107,5
100	115,5
110	123,2
120	130,9
130	138,4
140	145,8
150	153,0
160	160,3

Tab. 13 Współczynnik zapotrzebowania N / szczytowy strumień objętości V_s

6.4.2 Dobór wg normy DIN1988-300

Norma DIN 1988-300 służy do określania średnicy rur. Podstawą tego jest ustalenie szczytowego strumienia objętości (przepływu szczytowego) wynikającego z sumy przepływów w poszczególnych punktach poboru c.w.u. (przepływ sumaryczny). Przeliczenia dokonuje się na podstawie współczynników w zależności od typu obiektu. Wyszczególniono następujące typy obiektów:

- budynki mieszkalne
- szpitale
- hotele
- szkoły
- budynki administracyjne
- domy opieki
- domy spokojnej starości
- zakłady opiekuńcze

W budynkach mieszkalnych zwykle występują większe wartości szczytowego strumienia objętości niż wynika to z obliczeń normy DIN 4708.

Wielkość poboru ciepłej wody w l/min	Temperatura c.w.u. na wypływie[1] w °C	Wielkość poboru c.w.u. przy temp. na wypływie 60°C w l/min	Średnie zapotrzebowanie na energię cieplną [2] w Wh na jedną kąpiel pod prysznicem o wskazanym czasie trwania				
			4 min	5 min	6 min	7 min	10 min
8	35 40 45	4 4,8 5,6	930 1115 1305	1165 1395 1630	1395 1675 1955	1630 1955 2280	2325 2790 3255
10	35 40 45	5 6 7	1165 1395 1630	1455 1745 2035	1745 2095 2440	2035 2440 2850	2910 3490 4070
12	35 40 45	6 7,2 8,4	1395 1675 1955	1745 2095 2440	2095 2510 2930	2440 2930 3420	3490 4185 4885

Tab. 14 Średnie zapotrzebowanie na energię cieplną przypadające na jedną kąpiel pod prysznicem przy różnych czasach korzystania i warunkach poboru c.w.u.

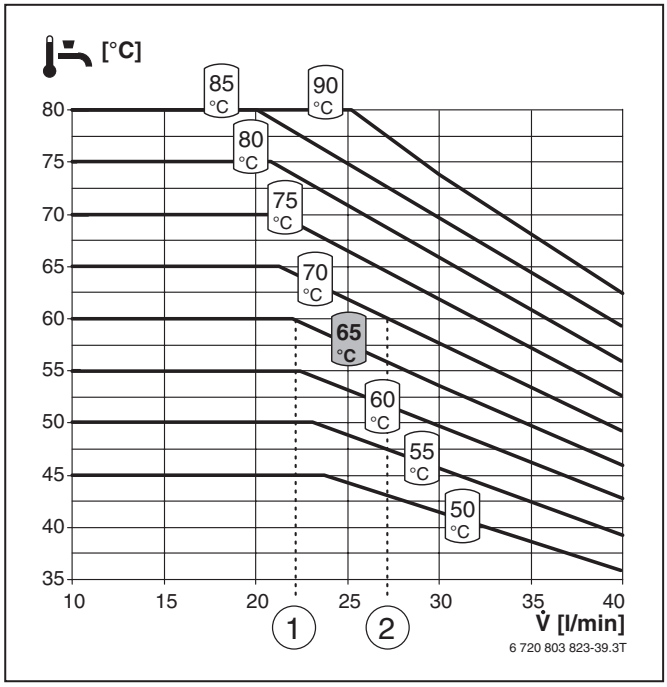
[1] Warunek: temperatura na dopływie zimnej wody 10°C
[2] Dane zaokrąglone do 5 Wh

6.4.3 Dobór stacji świeżej wody do różnych temperatur na zasilaniu i temperatur c.w.u.

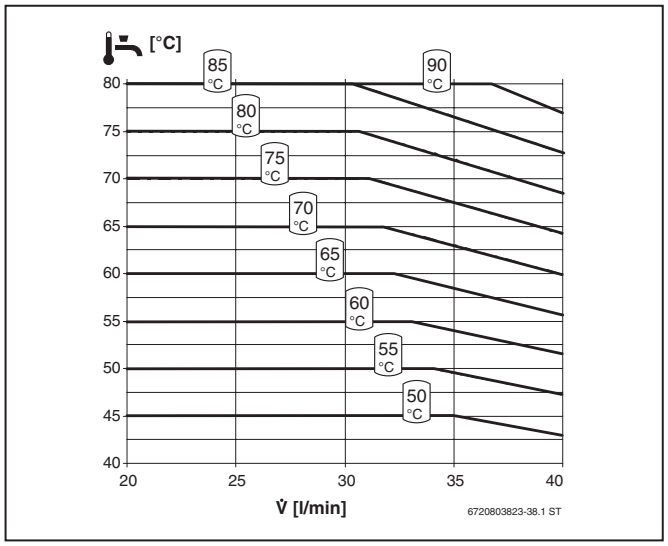
Decydującą rolę przy doborze stacji świeżej wody obok szczytowego strumienia objętości odgrywa temperatura na zasilaniu z podgrzewacza buforowego zasilającego stację. Temperatura c.w.u. na wypływie ze stacji świeżej wody, zgodnie z arkuszem roboczym DVGW W551, powinna być utrzymywana przynajmniej na poziomie 60°C, jeżeli pojemność najdłuższego przewodu c.w.u. przekracza 3 l. Im niższa temperatura na zasilaniu , tym niższy maksymalny szczytowy strumień objętości stacji świeżej wody.

Krzywa temperatury stacji świeżej wody
Poniższe charakterystyki wskazują, w jakim stopniu w zależności od wielkości poboru można zredukować temperaturę w podgrzewaczu buforowym (części dyspozycyjnej), aby uzyskać żądaną temperaturę ciepłej wody użytkowej.

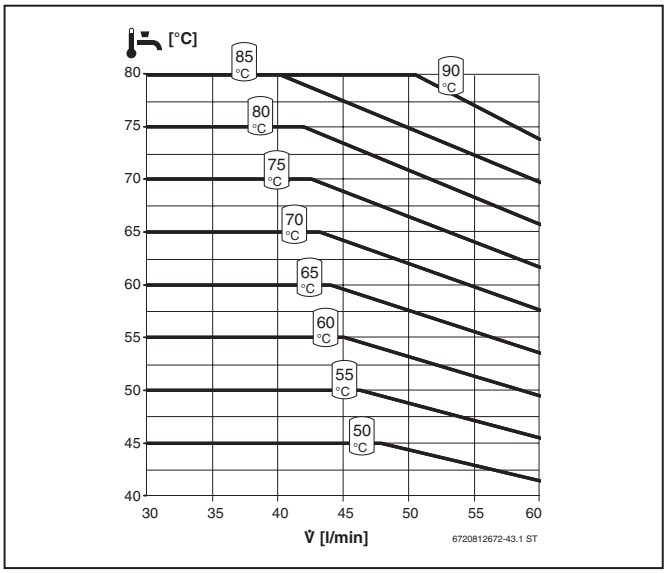
Objaśnienia symboli na Rys. 28 do Rys. 32:
- Temperatura c.w.u.
- 65 °C Temperatura w części dyspozycyjnej podgrzewacza buforowego
- $\dot{V}$ Szczytowy strumień objętości w l/min



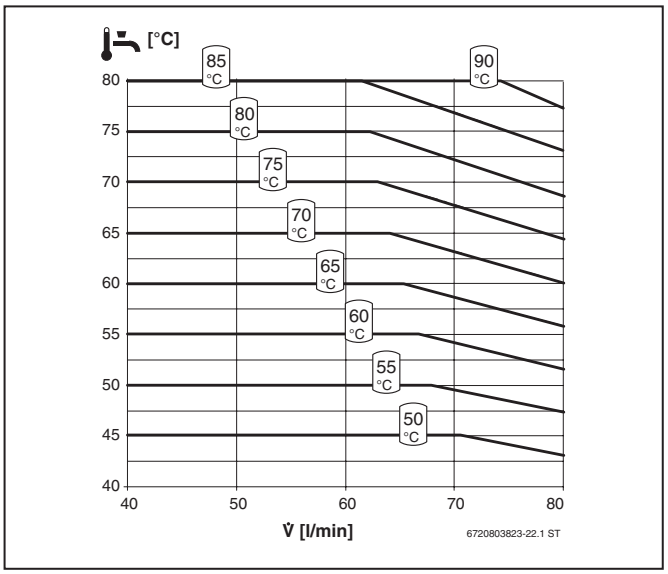
Rys. 27 Krzywa temperatury stacji pojedynczej FS27/3



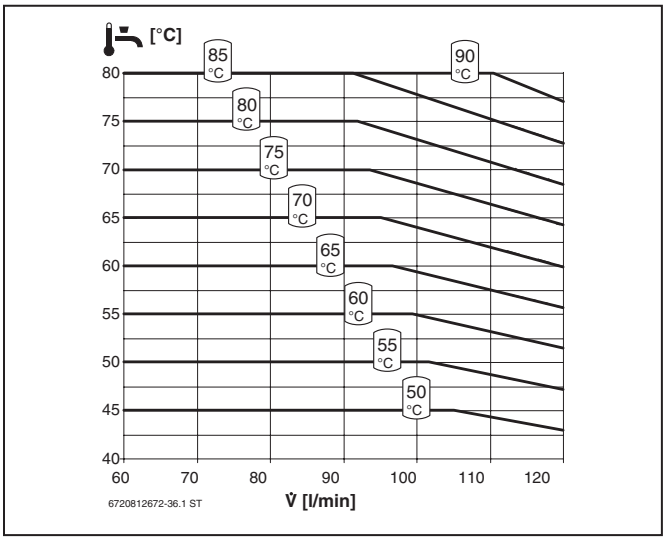
Rys. 28 Krzywa temperatury stacji pojedynczej FS40/3



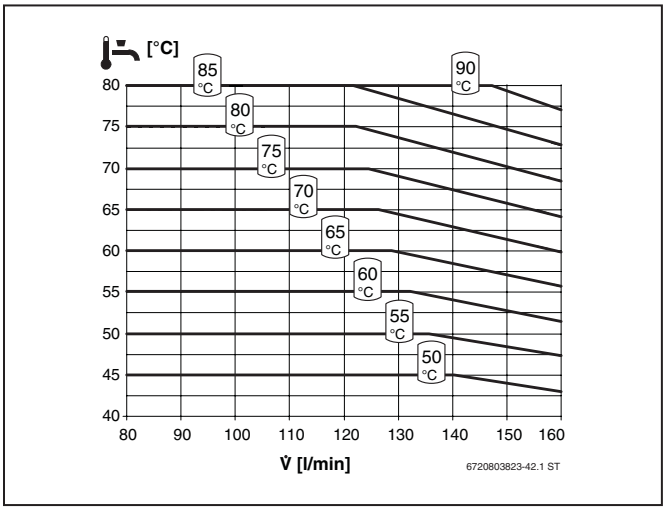
Rys. 29 Krzywa temperatury stacji kaskady FS54/3



Rys. 30 Krzywa temperatury kaskady FS80/3



Rys. 31 Krzywa temperatury kaskady FS120/3



Rys. 32 Krzywa temperatury kaskady FS160/3

Przykład:
Dane:

- budynek wielorodzinny; współczynnik zapotrzebowania: N = 7,9 (szczytowy strumień objętości 26 l/min)
- temperatura c.w.u.: 60°C

Do ustalenia:
- stacja świeżej wody odpowiednia do temperatury na zasilaniu 70°C
- stacja świeżej wody odpowiednia do temperatury na zasilaniu 65°C

Wynik:

- Przy temperaturze na zasilaniu70°C można zastosować stację świeżej wody Logalux FS27/3 (→ Rys. 27, [1]).
- Przy temperaturze na zasilaniu 65°C przy zastosowaniu stacji Logalux FS27/3 zostaje osiągnięta wydajność poboru sięgająca tylko ok. 22 l/min (→ Rys. 27, [2]). Dlatego należy zastosować stację Logalux FS40/3. Pozwala to na osiągnięcie szczytowej wydajności poboru sięgającej ok. 32 l/min (→ Rys. 28).

6.4.4 Dobór pojemności podgrzewacza buforowego

Istotnym parametrem eksploatacyjnym stacji świeżej wody, oprócz temperatury w podgrzewaczu buforowym, jest również pojemność części dyspozycyjnej podgrzewacza buforowego. Jest ona uzależniona z jednej strony od poboru szczytowego, z drugiej zaś od dostępnej mocy dogrzewu kotła grzewczego oraz od temperatury w podgrzewaczu buforowym.

Pojemność użytkowa podgrzewacza buforowego jest uzależniona od umiejscowienia króćców oraz wewnętrznych urządzeń kierujących.

Oszacowanie **pojemności dyspozycyjnej**:
Podstawą oszacowania jest określenie szczytowej wydajności poboru:

$$\dot{Q}_{TWmax} = \frac{\dot{V} \cdot c \cdot \Delta T_{ST.ŚW.W.} \cdot 60\ min/h}{1000}$$

Wzór 1 Wzór do oszacowania szczytowej wydajności poboru

$\dot{Q}_{Twmax}$ maks. szczytowa wydajność poboru w kW
V_S szczytowy strumień objętości w l/min
C ciepło właściwe wody (= 1,163 Wh/(l x K)
$\Delta T_{ST.ŚW.W.}$ ($T_{woda\ ciepła}$ - $T_{woda\ zimna}$) w K

Wymaganą pojemność dyspozycyjną oblicza się na podstawie szczytowej wydajności poboru wg następującego wzoru:

$$V_{BV} = (\dot{Q}_{TWmax} - \dot{Q}_{Kocioł}) \cdot T_{SZ} \cdot 35\ \frac{l}{kWh}$$

Wzór 2 Wzór do obliczania pojemności dyspozycyjnej

V_{BV} pojemność dyspozycyjna w l (temperatura70°C)
$\dot{Q}_{Twmax}$ maks. szczytowa wydajność poboru w kW
$\dot{Q}_{kocioł}$ wydajność cieplna kotła w kW, dostępna do przygotowania c.w.u. (nie można wstawić do wzoru wydajności kotła z wartością powyżej 80% maksymalnej wydajności szczytowej poboru.)
T_{ps} czas trwania poboru szczytowego h

Jeżeli pojemność dyspozycyjna nie zostanie hydraulicznie oddzielona od pojemności bufora solarnego, należy zwiększyć pojemność dyspozycyjną. Wartość zwiększenia w przypadku instalacji ogrzewania podłogowego lub porównywalnych niskotemperaturowych systemów grzewczych wynosi 30%.
W przypadku „Systemów grzejnikowych" o temperaturze wg projektu wynoszącej 70/55°C, pojemność należy zwiększyć o 20%.

W źródłach ciepła o dużej pojemności wodnej pojemność wodną kotła należy dodać do obliczanej pojemności dyspozycyjnej. Zdarza się bowiem, że najpierw musi zostać podgrzana woda w kotle, zanim będzie możliwe podgrzanie wody w podgrzewaczu buforowym (długi przestój w pracy kotła lub niska temperatura w obiegu grzewczym).

Poprzez obliczenie czasu zadziałania kotła można określić, ile maksymalnie czasu potrzebuje kocioł, aby wypełnić podgrzewacz dyspozycyjny lub część dyspozycyjną podgrzewacza.

$$T_{Zadziałanie\ kotła} = \frac{\dot{Q}_{TWmax}}{\dot{Q}_{Kocioł}} \cdot T_{SZ}$$

Wzór 3 Wzór do obliczania czasu zadziałania kotła

$T_{zadziałanie\ kotła}$ czas maks. zadziałania kotła w celu doładowania podgrzewacza dyspozycyjnego/części dyspozycyjnej w h
$\dot{Q}_{kocioł}$ maksymalna wydajność cieplna kotła w kW
$\dot{Q}_{TWmax}$ maks. szczytowa wydajność poboru w kW
T_{ps} czas trwania poboru szczytowego w h

Pojemność dyspozycyjną oraz czas zadziałania kotła można również określić za pomocą programu symulacyjnego DIWA.

6.4.5 Dobór pojemności podgrzewacza lub części dyspozycyjnej podgrzewacza przy zastosowaniu pomocy tabelarycznych

Do pomocy przy doborze można alternatywnie również zastosować poniższą tabelę:

Liczba mieszkań	Wymagany szczytowy pobór10°C do 60°C w l/min	Stacja świeżej wody przy 70°C temp. bufora	Powierzchnia m²	Wymagana pojemność bufora w l przy wydajności kotła przy przygotowaniu c.w.u. w kW											
				10	15	25	35	45	65	80	100	150	200	300	400
5	17,8	FS27/3	400	-	250	200	150	-	-	-	-	-	-	-	-
8	22,1	FS27/3	640	-	300	250	250	200	-	-	-	-	-	-	-
10	24,6	FS27/3	800	-	-	300	300	250	-	-	-	-	-	-	-
15	30,3	FS40/3	1200	-	-	450	350	300	250	-	-	-	-	-	-
18	33,5	FS40/3	1440	-	-	600	400	350	300	250	-	-	-	-	-
20	35,4	FS40/3	1600	-	-	-	450	400	350	300	-	-	-	-	-
30	43,7	FS80/3	2400	-	-	-	1000	600	500	400	350	-	-	-	-
40	51,6	FS80/3	3200	-	-	-	1550	1200	750	600	500	-	-	-	-
50	58,9	FS80/3	4000	-	-	-	-	1800	1000	800	600	400	-	-	-
75	75,6	FS80/3	6000	-	-	-	-	-	2500	1800	1200	7500	400	-	-
100	90,9	FS120/3	8000	-	-	-	-	-	-	-	2500	1200	750	-	-
125	105,4	FS120/3	10000	-	-	-	-	-	-	-	-	1700	1200	750	-
150	119,2	FS120/3	12000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2000	1000	-
200	145,6	FS160/3	16000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1500	1000

Tab. 15 Pomoc przy wyborze stacji świeżej wody i pojemności podgrzewacza buforowego dla budynku mieszkalnego

W źródłach ciepła o dużej pojemności wodnej pojemność wodną kotła należy dodać do obliczanej pojemności dyspozycyjnej. Zdarza się bowiem, że najpierw musi zostać podgrzana woda w kotle, zanim będzie możliwe podgrzanie wody w podgrzewaczu buforowym (długi przestój w pracy kotła lub niska temperatura w obiegu grzewczym.

6.4.6 Dobór strumienia objętości do ładowania podgrzewacza buforowego

Aby temperatura na zasilaniu generatora ciepła szybko osiągnęła wymaganą temperaturę w podgrzewaczu buforowym, korzystna jest duża różnica temperatur. Jako wielkość orientacyjną należy przyjąć różnicę temperatur wynoszącą ok. 25 K. Wartość ta w połączeniu z dostępną wydajnością generatora ciepła może posłużyć do obliczenia strumienia objętości oraz doboru pompy ładującej podgrzewacz buforowy.

$$\dot{V}_H = \frac{\dot{Q}_H}{\Delta T \cdot c} = \frac{\dot{Q}_{Kocioł}}{25\ K \cdot 1{,}163\ \ Wh/(m^3 K)}$$

Wzór 4

$\dot{V}_H$ strumień objętości wody grzewczej w m^3/h
$\dot{Q}_{kocioł}$ wydajność cieplna kotła w kW
ΔT różnica temperatur w K
c ciepło właściwe wody w Wh/ (m^3 K)

Opcjonalnie korzystne może być zastosowanie 3-drożnego zaworu rozdzielczego (regulowanego termostatycznie lub z serwomotorem). Dzięki temu możliwa jest stała regulacja temperatury na zasilaniu do podgrzewacza buforowego do wartości zadanej. Po rozpoczęciu ładowania zbyt zimna woda grzewcza cyrkuluje najpierw z powrotem do generatora ciepła. Dopiero po osiągnięciu temperatury na zasilaniu następuje otwarcie zaworu i podgrzewacz buforowy zostaje doładowany. Pompa ładująca podgrzewacz buforowy nie wymaga w tym celu regulacji prędkości obrotowej.

6.5 Przykład dla budynku jednorodzinnego

6.5.1 Zadanie do wykonania

Dane:
Budynek jednorodzinny

- 4 mieszkańców (zarządca, dlatego znana jest liczba mieszkańców)
- 1 wanna kąpielowa GB
- 2 umywalki
- 1 bidet
- 1 zlewozmywak
- temperatura c.w. w podgrzewaczu ϑ_{sp} = 60°C
- kocioł grzewczy niskotemperaturowy o mocy 17 kW
- stojący podgrzewacz pojemnościowy c.w.u. (przyjęty dla uproszczenia).

Przy zastosowaniu programu doboru Logasoft DIWA, wybrano kategorię zapotrzebowania „Normalny podział wg DIN 4708".

Do ustalenia:
- ❶ Współczynnik zapotrzebowania N
- ❷ Typ oraz wielkość podgrzewacza pojemnościowego

6.5.2 Opracowanie Współczynnik zapotrzebowania

Współczynnik zapotrzebowania N ❶ można obliczyć przy pomocy formularza z Tab. 74 (→ strona 151) „Zapotrzebowanie c.w.u. przy centralnym zaopatrzeniu mieszkań" (przykład → Tab. 19, strona 41). Liczba punktów poboru, które należy uwzględnić oraz zapotrzebowanie punktów poboru ustala się wg Tab. 72 (→ strona 149) i Tab. 73 (→ strona 150).

- Nie uwzględnia się obydwu umywalek (przykład → Tab. 17, strona 40, ❸).
- Bidet w tym przypadku uwzględnia się, ponieważ istnieje więcej niż dwa „małe odbiorniki" (przykład → Tab. 17, strona 40 i Tab. 19, strona 41, ❹).
- Zlewozmywaka również nie uwzględnia się (przykład → Tab. 17, strona 40, ❺).
- Zapotrzebowanie punktu poboru – wanny kąpielowej GB wynosi 8140 Wh (przykład → Tab. 18, strona 40 i Tab. 19, strona 41, ❻).
- Zapotrzebowanie punktu poboru – bidetu, wynosi 810 Wh (przykład → Tab. 18, strona 40 i Tab. 19, strona 41, ❼).

Pomieszczenie	Dostępne wyposażenie	Przy ustalaniu zapotrzebowania zastosować jak poniżej
Łazienka	Wanna kąpielowa[1)] Kabina natryskowa[1)] Umywalka[1)] ❸ Bidet[2)] ❹	Zgodnie ze stanem faktycznym, wg → Tab. 73, strona 150, nr bież. 2-4 Zgodnie ze stanem faktycznym, łącznie z ew. urządzeniami dodatkowymi wg → Tab. 73, strona 150, nr bież. 5-7, jeżeli z rozmieszczenia urządzeń wynika, że możliwe jest równoczesne korzystanie z nich [3)] (nie uwzględnia się) ❸ (nie uwzględnia się)
Kuchnia	Zlewozmywak ❺	(nie uwzględnia się) ❺

Tab. 17 Wyciąg z tabeli „ Uwzględnianie urządzeń do poboru ciepłej wody w mieszkaniach o wyposażeniu komfortowym"; za wyposażenie komfortowe uważa się występowanie innych lub rozległych urządzeń aniżeli podane jako normalne wyposażenie mieszkania (pełna tabela → Tab. 70, strona 148)

[1)] Wielkości odmienne od normalnego wyposażenia
[2)] Jeżeli występuje więcej niż dwa „małe odbiorniki", należy uwzględnić bidet ❹
[3)] Jeżeli nie występuje wanna kąpielowa, należy wstawić jak w przypadku normalnego wyposażenia, zamiast kabiny natryskowej wannę kąpielową wg tabeli „Zapotrzebowanie punktów poboru wv" (→Tab. 73, strona 150). Jeżeli w takim przypadku przewidziane jest zastosowanie kilku różnych kabin natryskowych, dla kabiny natryskowej o największym zapotrzebowaniu punktu poboru należy wstawić dane wanny kąpielowej

Liczba porządkowa	Urządzenie pobierające c.w.u.	Skrót	Wielkość poboru VE na jednorazowe użycie urządzenia[1)] w l	Zapotrzebowanie punktu poboru wV na każdorazowy pobór w Wh
3	Wanna do małych pomieszczeń lub wanna nasiadowa	KB	120	4890
4	Wanna do dużych pomieszczeń (1800 mm x 750 mm)	GB	200	8140[2)] ❻
5	Kabina natryskowa[3)] z baterią mieszającą i oszczędnym natryskiem	BRS	40[4)]	1630
...	...	...	...	...
9	Bidet	BD	20	810 ❼

Tab. 18 Wyciąg z tabeli „Zapotrzebowanie energii cieplnej przez różne urządzenia pobierające c.w.u. w mieszkaniach jako wytyczna do formularza → Tab. 72, strona 149" (pełna tabela → Tab. 73, strona 150)

[1)] W przypadku wanien kąpielowych równocześnie pojemność użytkowa
[2)] Wartość obliczeniowa
[3)] Uwzględniać jedynie w przypadkach występowania wanny kąpielowej oraz kabiny natryskowej
[4)] Odpowiada czasowi wykorzystania wynoszącemu 6 minut

Zapotrzebowanie c.w.u. przy centralnym zaopatrzeniu mieszkań							Nr projektu:		Data:	
							Nr arkusza:		Opracował:	
Obliczenie współczynnika zapotrzebowania N do ustalenia wielkości pojemnościowego podgrzewacza c.w.u.										
Projekt:		Budynek jednorodzinny								
Uwagi:										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
					punkty poboru (na mieszkanie)					
Numer grupy mieszkań	Liczba pomieszczeń mieszkalnych	Liczba mieszkań	Liczba osób w mieszkaniu		Liczba punktów poboru	Skrócony opis	Zapotrzebowanie punktów poboru w Wh	Liczba punktów poboru x zapotrzebowanie punktów poboru w Wh	Wh	Uwagi
	r	n	p	n·p	z		W_v	z x W_v	n·p·ΣW_Y	
Tryb obliczeń: kolumny				3·4				6·8	5·9	
		1	4	4	1	GB	8140 ❻	8140	32560	
					1	BD ❹	810 ❼	810	3240	
Σn = 1							Σ (n · p<Σ w_V) = 35800 Wh			

$$N = \frac{\Sigma(n \cdot p \cdot \Sigma w_V)}{3{,}5 \cdot 5820} = \frac{35800\ \text{Wh}}{20370\ \text{Wh}} = 1{,}8\ ❶$$

Tab. 19 Formularz jako pomoc w obliczeniach, do przykładu z budynkiem jednorodzinnym (wzór do powielania → Tab. 72, strona 149)

Wynik pośredni

❶ Współczynnik zapotrzebowania N = 1,8 po obliczeniach na formularzu → Tab. 72, strona 149 (przykład → Tab. 19) Na podstawie tego współczynnika zapotrzebowania dobiera się typ i wielkość podgrzewacza (→ Tab. 20, strona 42 ❷). Dla uproszczenia przyjęto podgrzewacz stojący. Jego wymiary muszą być zgodne z rzeczywistymi wymiarami do wstawienia i wymiarami pomieszczenia. Uwzględniając wyliczony współczynnik zapotrzebowania N = 1,8, odpowiedni typ podgrzewacza to Logalux SU, ponieważ współczynniki mocy N_L tego typoszeregu leżą w pożądanym zakresie.

Typ oraz wielkość podgrzewacza
Należy dobrać taki podgrzewacz pojemnościowy wody użytkowej, którego współczynnik mocy NL ma wartość co najmniej taką, jak współczynnik zapotrzebowania N.
Przy wyborze wielkości podgrzewacza (do 300 l pojemności) zaleca się zestaw: kocioł grzewczy-podgrzewacz pojemnościowy (→ rozdział „Dobór podgrzewaczy (do 300 litrów) w zestawie z kotłem grzewczym", strona 31). Zaprojektowany tam kocioł grzewczy (→ strona 40) można sprawdzić w wierszu „Tryb pracy niskotemperaturowej" (przykład → Tab. 20, ❽).

		Jednostka	Wielkość kotła 17	21	28	34
Logalux SU160/5[1)]						
Wskaźnik mocy N_L	Przy pracy stałej[2)]	-	2,2 ❾	2,3	2,4	2,4
Moc trwała[3)]		kW l/h	17 418	21 516	28 688	30 736
Czas ponownego nagrzania	t_1[4)] t_2[5)]	min min	35 44	28 39	21 32	18 28
Logalux SU200/5[1)] ❷						
Wskaźnik mocy N_L	Przy pracy stałej[2)]	-	3,8 ❿	3,9	3,9	4.0
Moc trwała[3)]		kW l/h	17 418	21 516	28 688	30 736
Czas ponownego nagrzania	t_1[4)] t_2[5)]	min min	41 49	33 41	25 35	24 32
Logalux SU300/5[1)]						
Wskaźnik mocy N_L	Przy pracy stałej[2)]	-	6,6	7,1	7,3	7,7
Moc trwała[3)]		kW l/h	17 418	21 516	28 688	34 835
Czas ponownego nagrzania	t_1[4)] t_2[5)]	min min	62 69	50 57	37 46	33 41

Tab. 20 Parametry wydajności c.w.u. kotłów grzewczych Logano G125 BE Eco/G125 Eco w zestawie z podgrzewaczami stojącymi Logalux SU

[1)] W połączeniu z oferowanym przewodem łączącym kocioł z podgrzewaczem
[2)] Temperatura na zasilaniu kotła ϑ_V = 80°C i temperatura wody w podgrzewaczu ϑ_{SP} = 60°C
[3)] Przy podgrzaniu z 10°C do 45°C oraz ϑ_V = 80°C
[4)] Kocioł grzewczy w stanie gorącym, czas ponownego podgrzania zawartości podgrzewacza z 10°C do 60°C
[5)] Kocioł grzewczy w stanie zimnym, czas ponownego podgrzania zawartości podgrzewacza z 10°C do 60°C

Wynik:
❶ Współczynnik zapotrzebowania N = 1,8 po obliczeniach na formularzu z tabeli 74, strona 151 (przykład → Tab. 19, strona 41)
❷ Pojemnościowy podgrzewacz c.w.u. Logalux SU200 o pojemności 200 litrów (→ Tab. 20)
Dla pojemnościowego podgrzewacza c.w.u. Logalux SU160/5 podana wielkość współczynnika mocy NL wynosi 2,2 (→Tab. 20, ❾). Teoretycznie podgrzewacz taki byłby wystarczający do podgrzania wody użytkowej.
Praktyka wykazała jednak, że w zakresie niższych wartości współczynnika mocy, doboru podgrzewacza należy dokonywać w taki sposób, aby przy jednakowych wielkościach współczynnika zapotrzebowania i współczynnika mocy wybierać następną (większą) wielkość podgrzewacza.
Ponadto, we wskazanym przykładzie, do napełnienia wanny do dużego pomieszczenia wymagane jest już 140 l ciepłej wody użytkowej (60°C). W przedstawionym przykładzie występuje podgrzewacz Logalux SU200/5 ze współczynnikiem mocy N_L = 3,8 (→ Tab. 20, ❿).

6.6 Przykład dla budynku wielorodzinnego

Kompleksowym przykładem doboru pojemnościowego podgrzewacza wody użytkowej lub stacji świeżej wody z wykorzystaniem współczynnika zapotrzebowania jest wielorodzinny budynek mieszkalny. Dla instalacji centralnego przygotowania c.w.u. dla budynku mieszkalnego wielorodzinnego najpierw oblicza się współczynnik zapotrzebowania N. Na tej podstawie ustala się typ i wielkość podgrzewacza. W tym zakresie istnieje kilka możliwości rozwiązań, a mianowicie w przypadku rodzaju podgrzewu wody za pomocą kotła grzewczego: wariant systemu podgrzewaczy pojemnościowych lub systemu ładowania zasobników. Zwymiarowaniu podlega również stacja świeżej wody z podgrzewaczem buforowym z podgrzewem wody za pomocą kotła grzewczego.

Sposób postępowania
Stosowanie do postawionego zadania należy określić:

1. Współczynnik zapotrzebowania N
2. Typ oraz wielkość podgrzewacza dla systemu podgrzewaczy pojemnościowych, przy podgrzewaniu za pomocą kotła grzewczego
3. Typ oraz wielkość podgrzewacza dla systemu ładowania zasobników, przy podgrzewaniu za pomocą kotła grzewczego
4. Stacja świeżej wody i typ podgrzewacza buforowego przy podgrzewaniu za pomocą kotła grzewczego

Specjalne dane są wskazane przy określonym zadaniu. W praktyce nakład czasu na obliczenia zmniejsza się, ponieważ rodzaj podgrzewu jest zwykle wskazany. Przy zastosowaniu programu doboru Logasoft DIWA, wybrano kategorię zapotrzebowania „Normalny podział wg DIN 4708”.

6.6.1 Zadanie 1

Dane
Duży budynek wielorodzinny z dwiema grupami mieszkań

- 10 mieszkań 2-pokojowych, z następującym wyposażeniem:
  - 1 kabina natryskowa z normalnym natryskiem
  - 1 umywalka
  - 1 zlewozmywak
- 2 mieszkania 4-pokojowe, z następującym wyposażeniem:
  - 1 normalna wanna kąpielowa
  - 1 umywalka
  - 1 zlewozmywak
- 2 mieszkania 5-pokojowe, z następującym wyposażeniem:
  - 1 normalna wanna kąpielowa
  - 1 umywalka
  - 1 zlewozmywak

Do ustalenia:
❶ Współczynnik zapotrzebowania N

6.6.2 Opracowanie 1

Współczynnik zapotrzebowania N ❶ należy obliczyć wg formularza → Tab. 74, strona 151 „Zapotrzebowanie c.w.u. przy centralnym zaopatrzeniu mieszkań”. Sposób wypełniania tego formularza przedstawiono w przykładzie dla budynku jednorodzinnego (→ od rozdziału 6.5).

6 Dobór podgrzewacza wg wskaźnika zapotrzebowania dla budynków mieszkalnych

Zapotrzebowanie c.w.u. przy centralnym zaopatrzeniu mieszkań							**Nr projektu:**		**Data:**	
							Nr arkusza:		**Opracował:**	
Obliczenie współczynnika zapotrzebowania N w celu ustalenia wielkości pojemnościowego podgrzewacza wody										
Projekt:		Budynek mieszkalny wielorodzinny z apartamentami								
Uwagi:		Przykład wypełnienia formularza								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
					punkty poboru (na mieszkanie)					
Numer grupy mieszkań	Liczba pomieszczeń mieszkalnych	Liczba mieszkań	Liczba osób w mieszkaniu		Liczba punktów poboru	Skrócony opis	Zapotrzebowanie punktów poboru w Wh	Liczba punktów poboru x zapotrzebowanie punktów poboru w Wh	Wh	Uwagi
	r	n	p	n·p	z		W_v	z x W_v	n·p·ΣW_Y	
Tryb obliczeń: kolumny				3·4				6·8	5·9	
1	2	10	2,5	25,0	1	NB1	5700	5700	142 500	należy przyjąć rodzaj wanny NB1
2	4	2	3,5	7,0	1	NB1	5700	5700	39 900	
3	5	2	4,3	8,6	1	NB1	5700	5700	49 020	
	Σn =	15					Σ (n·p<Σ w_V) = 231420 Wh			
$N = \frac{\Sigma(n \cdot p \cdot \Sigma w_V)}{3{,}5 \cdot 5820} = \frac{280440\ Wh}{20370\ Wh} = 11{,}4$ ❶										

Tab. 21 Formularz jako pomoc w obliczeniach, do przykładu z budynkiem jednorodzinnym (wzór do powielania → Tab. 74, strona 150)

Wynik 1

❶ Współczynnik zapotrzebowania N = 11,4 po obliczeniu za pomocą formularza z tabeli 74, strona 150 (przykład → Tab. 21) Za pomocą tego współczynnika zapotrzebowania i innych wartości domyślnych należy opracować zadania od 2 do 5 zamieszczone poniżej.

6.6.3 Zadanie 2

Dane
- obliczona wartość współczynnika zapotrzebowania N = 11,4 (→Tab. 21, strona 44)
- kocioł grzewczy Logano G225
- moc kotła Q_K = 55 kW
- temperatura zasilania ϑ_V = 80°C
- temperatura c.w.u. w podgrzewaczu ϑ_{SP} = 60°C
- podgrzewacz stojący z zaspawanym gładko-rurowym wymiennikiem ciepła (podany dla uproszczenia).

Do ustalenia:
Zakłada się ogrzewanie za pomocą **kotła grzewczego**. Dla podanego współczynnika zapotrzebowania budynku wielorodzinnego należy ustalić odpowiedni pojemnościowy podgrzewacz wody dla wariantu **System podgrzewacza**:
- ❶ typ i rozmiar podgrzewacza
- ❷ moc trwała c.w.u. Q_D w kW
- ❸ strumień objętości V_H w l/h lub m^3/h
- ❹ strata ciśnienia po stronie wody grzewczej Δp_H w mbar.

6.6.4 Opracowanie 2

Aby wybrać typ i rozmiar podgrzewacza, należy przy użyciu tabel „Parametry wydajności c.w.u." (→ rozdział 11, strona 89 i nast.) wybrać pojemnościowy podgrzewacz wody, którego współczynnik mocy N_L jest nie mniejszy niż podany współczynnik zapotrzebowania N. Po wstępnym wyborze typu podgrzewacza (podany podgrzewacz stojący; wybrane typy Logalux od SU300/5 do SU400/5) z Tab. 37 (→ strona 96) wynika, że odpowiedni typ podgrzewacza to Logalux SU400/5 (→ przykład Tab. 22, ❶). W podanych warunkach podgrzewacz ten posiada współczynnik mocy 13,0 (→ Tab. 22, ❺) i dzięki temu może osiągnąć obliczony współczynnik zapotrzebowania wynoszący 11,4 (→ Tab. 21). Przewidziana moc kotła Q_K = 55 kW jest zbliżona do minimalnej wymaganej mocy trwałej c.w.u. wynoszącej 56 kW (→ Tab. 22, ❷). Strumień objętości ❸ i stratę ciśnienia po stronie wody grzewczej ❹ można również odczytać z Tab. 22.

Logalux	Temp. na zasilaniu wodą grzewczą w °C	Współczynnik mocy N_L[1] przy temp. c.w.u. w podgrz. 60°C	Moc trwała c.w.u. przy temp. c.w.u. na wypływie[2]				Zapotrzebowanie na wodę grzewczą w m^3/h	Strata ciśnienia w mbar
			45°C		60°C			
			w l/h	w kW	w l/h	w kW		
SU300/5 SU300/5W	80	9	1030	42	507	29,5	2,6	100
SU400/5 SU400/5W ❶	80	13,0 ❺	1375	56 ❷	808	47	3,5 ❸	207 ❹

Tab. 22 Wyciąg z tabeli „Parametry wydajności c.w.u. Logalux SU300/5 do SU400/5" (całość tabeli → Tab. 33, strona 93)

[1] Wg DIN 4708 dla danych standardowych (tłustym drukiem) stosuje się współczynnik mocy ϑ_V = 80°C i ϑ_{Sp} = 60°C, minimalne zapotrzebowanie na ciepło odpowiednio do mocy trwałej c.w.u. w kW przy 45°C
[2] Temperatura zimnej wody na dopływie 10°C

Wynik 2
- ❶ pojemnościowy podgrzewacz wody Logalux SU400/5 o pojemności 390 litrów
- ❷ Q_D = 56 kW przy ϑ_V = 80°C
- ❸ strumień objętości V_H = 3,5 m^3/h
- ❹ strata ciśnienia po stronie wody grzewczej Δp_H = 207 mbar.

Wybrany sposób pracy jest możliwy w przypadku tego systemu podgrzewacza. Dzięki temu w normalnych warunkach projektowych zbędne staje się opracowanie wariantu z systemem ładowania zasobników (→ rozdział „Zadanie 3", strona 46).

6.6.5 Zadanie 3

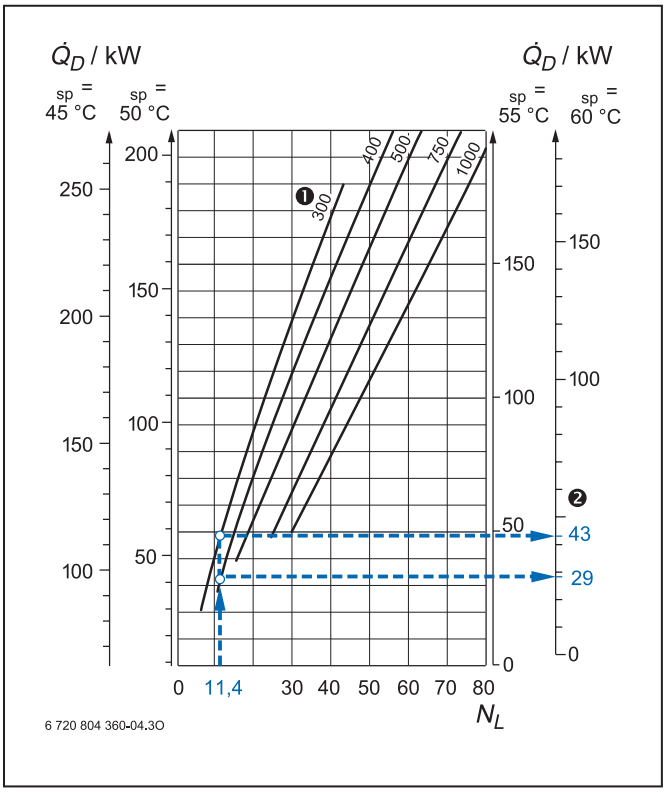
Dane
- ustalony współczynnik zapotrzebowania N = 11,4 (→ Tab. 21, strona 44)
- kocioł grzewczy Logano G225
- moc kotła Q_K = 55 kW
- temperatura c.w.u. w podgrzewaczu ϑ_{SP} = 60°C
- stojący podgrzewacz z zestawem wymiennika ciepła Logalux LAP (podany dla uproszczenia).

Do ustalenia:
Zakłada się ogrzewanie za pomocą **kotła grzewczego**. Dla podanego współczynnika zapotrzebowania budynku wielorodzinnego należy ustalić odpowiedni **system ładowania zasobników**:

- ❶ typ i rozmiar zasobnika
- ❷ moc trwała c.w.u. systemu ładowania Q_D w kW
- ❸ rozmiar wymiennika ciepła
- ❹ temperatura na zasilaniu ϑ_v w °C.

6.6.6 Opracowanie 3

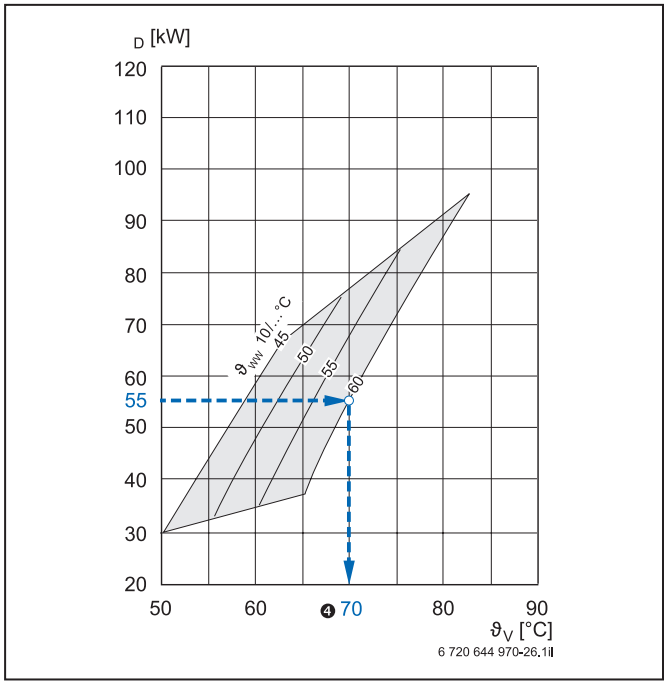
Zasobnik i moc trwała systemu ładowania
Korzystając z wykresu mocy, należy wybrać zasobnik marki Buderus, którego współczynnik mocy N_L w systemie ładowania zasobników jest nie mniejszy niż podany współczynnik zapotrzebowania N. Na podstawie współczynnika mocy, korzystając z Rys. 95 (→ strona 116, podany zasobnik stojący) należy ustalić kombinację podgrzewacza i wymiennika ciepła, w przypadku której dostępna moc kotła wynosząca 55 kW jest wystarczająca dla mocy trwałej c.w.u. przy temperaturze wody w zasobniku 60°C.
Z wykresu tego (przykład → Rys. 33) można odczytać, że przy współczynniku mocy wynoszącym 11,4 w grę wchodzi zarówno zasobnik wody Logalux SF300/5 o mocy trwałej c.w.u. systemu ładowania Q_D = 43 kW ❷, jak również zasobnik wody Logalux SF400./5 o mocy trwałej c.w.u. systemu ładowania Q_D = 29 kW. Ponieważ w większości budynków instalowane są natryski (→ strona 43), czyli odbiorniki o mniejszym w porównaniu z wanną zapotrzebowaniu, należy wybrać mniejszy zasobnik Logalux SF300/5 ❶.
Dostępna moc kotła wynosząca 55 kW jest w stanie zapewnić wymaganą moc trwałą c.w.u. systemu ładowania zasobników wynoszącą 43 kW.
Do doboru systemu ładowania zasobników służy także wykres dotyczący pompy ładującej do zasobnika warstwowego pracującej w trybie ciągłym (→ Rys. 96, strona 116).
W opisanym przykładzie budynku wielorodzinnego należy jednak wybrać pompę ładującą pracującą w trybie okresowym, gdyż w tym przypadku przewidziane jest stosowanie małego zasobnika, którego czas nagrzewania wynosi tylko 20 minut. W porównaniu z pompą pracującą w trybie ciągłym można utrzymać koszty energii elektrycznej na niskim poziomie. Pompa pracująca w trybie okresowym stanowi optymalne zasilanie tego systemu ładowania zasobników w połączeniu z regulatorem Logamatic 4126, 4117 Buderus lub 4... z modułem funkcyjnym FM445.



*Rys. 33 Objętość zasobników w systemie ładowania w przypadku urządzeń Logalux od SF300 do SF1000 w zależności od współczynnika mocy N_L, mocy trwałej i temperatury wody w zasobniku w przypadku stosowania pompy ładującej do zasobnika warstwowego pracującej **w trybie okresowym** (...); przykład wyróżniony na niebiesko (wzór Rys. 95, strona 116)*

N_L Współczynnik mocy
Q_D Moc trwała c.w.u.

Rozmiar wymiennika ciepła i temperatura na zasilaniu
Do ustalonego typu zasobnika systemu ładowania należy dobrać pasujący zestaw wymiennika ciepła Logalux LAP.
W przypadku połączenia z zasobnikiem wody Logalux SF300/5 ❶ w grę wchodzą zestawy wymiennika ciepła Logalux LAP1/5, LAP2/5 oraz LAP3/5 (→ rozdział 11.4.1, strona 114 i nast.).
Według Rys. 114 (→ strona 129) dla zestawu wymiennika ciepła wymagana byłaby temperatura na zasilaniu wynosząca 72°C. Ta może jednak wynosić maksymalnie 75°C, a w przypadku wody o twardości powyżej 8°dH nie więcej niż 70°C. Dlatego należy wybrać Logalux LAP2/5 → Z wykresu mocy trwałej zestawu wymiennika ciepła Logalux LAP2/5 ❸ przedstawionego na Rys. 115 (→ strona 129) dla dostępnej mocy kotła wynoszącej 55 kW przy podanej temperaturze podgrzewacza ϑSP = 60°C można odczytać temperaturę zasilania 67°C (przykład → Rys. 34 ❹).



Rys. 34 Moc trwała c.w.u. zestawów wymiennika ciepła Logalux LAP2/5 i LAP2.2; przykład wyróżniony na niebiesko (wzór → Rys. 115, strona 129)

ϑ_V Temperatura na zasilaniu środkiem grzewczym
Q_D Moc trwała c.w.u.

Wynik 3
- 1 zasobnik wody Logalux SF300/5 o pojemności 300 litrów
- 2 moc trwała c.w.u. na osi temperatury wody w zasobniku ϑ_{SP} = 60°C (→ Rys. 33, strona 46): Q_D = 43 kW dla systemu ładowania zasobników
- 3 zestaw wymiennika ciepła Logalux LAP2/5
- 4 temperatura zasilania w przypadku korzystania z dostępnej mocy kotła Q_K = 55 kW (→ Rys. 34): ϑ_V = 70°C.

Zamiast (zadanego) zestawu wymiennika ciepła Logalux LAP z zasobnikiem wody Logalux SF300/5 można również połączyć zestaw wymiennika ciepła Logalux SLP (→ rozdział 11.5.4, strona 122 i nast.) lub inny odpowiedni wymiennik ciepła. Korzystając z programu konfiguracyjnego dostarczonego przez producenta wymiennika ciepła, należy skonfigurować wymiennik odpowiednio do występujących wartości temperatury i mocy.

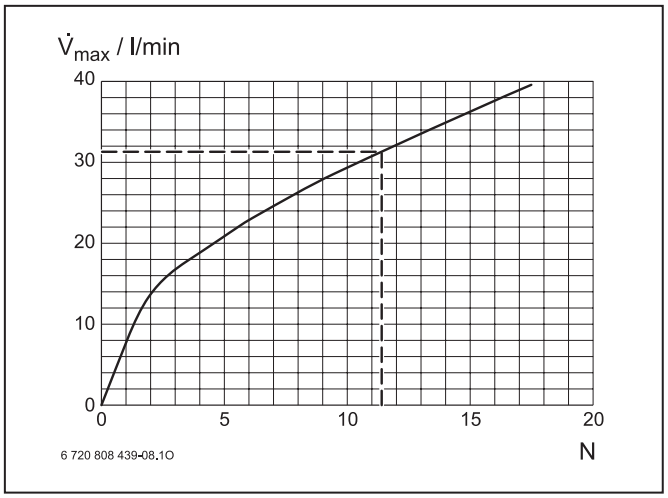
6.6.7 Zadanie 4

Dane
- obliczony współczynnik zapotrzebowania N = 11,4 (→ Tab. 18, strona 16)
- kocioł grzewczy Logano G225
- moc kotła Q_K = 55 kW
- temperatura w podgrzewaczu ϑ_{SP} = 70°C
- podgrzewacz buforowy Logalux PR

Do ustalenia:
Zakłada się ogrzewanie za pomocą kotła grzewczego.
Dla podanego współczynnika zapotrzebowania budynku wielorodzinnego należy ustalić odpowiednią stację świeżej wody z podgrzewaczem buforowym:
- typ stacji świeżej wody
- rozmiar podgrzewacza buforowego
- strumień objętości podgrzewacza buforowego w m^3/h

6.6.8 Opracowanie 4

Dobór stacji świeżej wody
Korzystając z wykresu na Rys. 35, można ustalić szczytowy strumień objętości w zależności od współczynnika zapotrzebowania N.



Rys. 35 Szczytowy strumień objętości w zależności od współczynnika zapotrzebowania N

$\dot{V}_{max}$ szczytowy strumień objętości (l/min) przy temperaturze wody 60°C
N Współczynnik zapotrzebowania

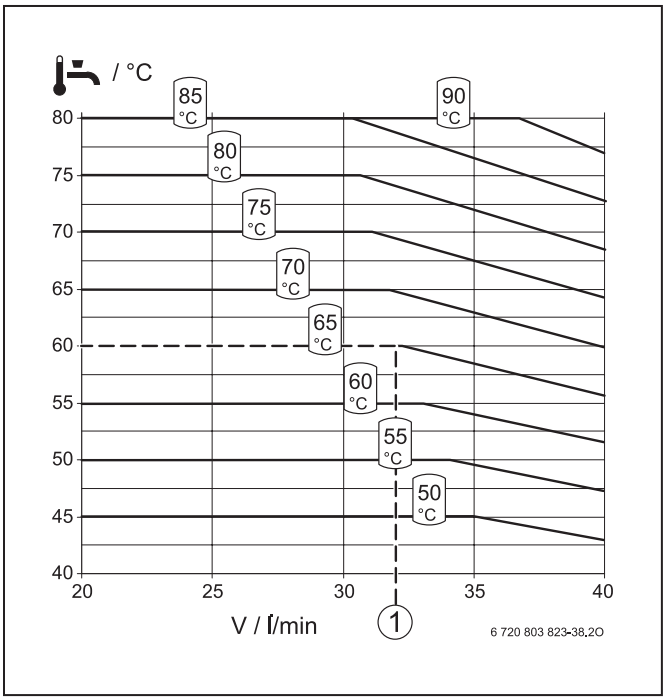
Z rysunku można odczytać, że szczytowy strumień objętości wynosi ok. 32 l/min.

	Jednostka	Stacja świeżej wody FS.../3				
		27	40	80	120	160
Szczytowy strumień objętości (60°C/10°C)	l/min	27	40	80	120	160
Współczynnik N_L wg DIN 4708[1)]	-	9	18	55	105	159

Tab. 23 Dane techniczne

[1)] w zależności od objętości dyspozycyjnej i mocy kotła

Z Tab. 23 wynika, że odpowiednia stacja świeżej wody to stacja typu Logalux FS40/3. Może ona podgrzać do 40 l c.w.u. na minutę od temperatury 10 do 60°C (odpowiednio do współczynnika N_L 18). Wymagana do tego temperatura zasilania (temperatura buforowa) wynosi 70°C.
Dla mniejszego szczytowego strumienia przepływu wynoszącego 32 l/ min temperatura zasilania 70°C nie jest wymagana. Z wykresu (→ Rys. 36, [1]) można odczytać, że wystarczy temperatura zasilania 65°C.



Rys. 36 Przebieg temperatur dla pojedynczej stacji FS40/3

Temperatura c.w.u.
Temperatura na zasilaniu
$\dot{V}$ Szczytowy strumień objętości w l/min

Oszacowanie podgrzewacza buforowego

Maksymalna szczytowa moc poboru wody $\dot{Q}_{TWmax.}$

$$\dot{Q}_{TWmax} = \dot{V}_S \cdot c \cdot \Delta T_{Świwo} \cdot \frac{60\ min/h}{1000}$$

Wzór 5

$\dot{Q}_{TWmax}$ Maks. szczytowa moc poboru wody w kW
V_S Szczytowy strumień objętości w l/min
c Ciepło właściwe (= 1,163 Wh/(l x K))
$\Delta T_{Świwo}$ ($T_{c.w.u.}$ - $T_{zimna\ woda}$) w K

$$= 32\ l/min \cdot 1,163\ Wh/lK \cdot (60 - 10)\ K \cdot \frac{60\ min/h}{1000}$$
$$= 111\ kW$$

Objętość dyspozycyjna V_{BV}

$$V_{BV} = (\dot{Q}_{TWmax} - \dot{Q}_{Kocioł}) \cdot t_{SZ} \cdot 35\ \frac{l}{kWh}$$

Wzór 6

t_{SZ} czas trwania poboru szczytowego w h
V_{BV} objętość dyspozycyjna w l
$\dot{Q}_{kocioł}$ moc kotła w kW
$\dot{Q}_{TWmax}$ maksymalna szczytowa moc poboru wody w kW

$$V_{BV} = (111\ kW - 55\ kW) \cdot 0,167\ h \cdot 35\ \frac{l}{kWh} = 327\ l$$

Przy t = t_{SZ} = 10 min (wg DIN 4708) = 0,167 h

Strumień objętości do podgrzewacza buforowego

Decydujące znaczenie dla ustalenia wymaganego strumienia objętości mają moc kotła i różnica temperatur. Różnicę temperatur ocenia się na 25 K (→ strona 48)

$$\dot{V}_H = \frac{\dot{Q}_H}{\Delta T \cdot c_P} = \frac{\dot{Q}_H}{25\ K \cdot 1,163\ Wh/(m^3 K)}$$

Wzór 7

V_H strumień objętości wody grzewczej w m^3/h
$\dot{Q}$ moc cieplna kotła w kW
Δ_T różnica temperatur w K
c_p ciepło właściwe w $Wh/(m^3\ K)$

$$\dot{V}_H = \frac{55\ kW}{25\ K \cdot 1,163 \frac{Wh}{m^3 K}} = 1,9\ m^3/h$$

Wynik 4
- stacja świeżej wody Logalux FS40/3
- podgrzewacz buforowy Logalux PR500/5 E
- strumień objętości do podgrzewacza buforowego: 1,9 m^3/h

7 Dobór podgrzewacza według mocy trwałej c.w.u.

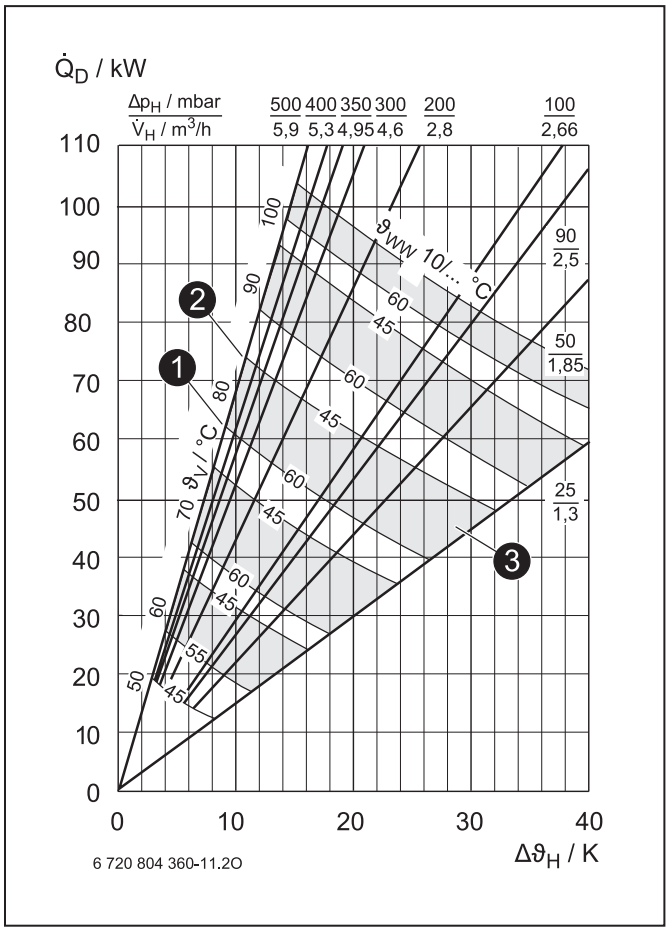
7.1 Wykres mocy trwałej jako pomoc w obliczaniu (schemat zasadniczy)

Podczas pracy z mocą trwałą, do podgrzewacza dostarczana jest ilość energii równa ilości energii oddawanej po stronie c.w.u. Podgrzewacz pracuje przy tym jak grzejnik przepływowy. Zimna woda wpływa do podgrzewacza, mając temperaturę 10°C, i wypływa, osiągnąwszy żądaną temperaturę c.w.u. W trybie mocy ciągłej objętość podgrzewacza nie gra roli; moc trwała zależy od powierzchni grzewczej i relacji temperaturowych.
Dla każdego pojemnościowego podgrzewacza wody marki Buderus dostępna jest pomoc w obliczaniu w postaci wykresu mocy trwałej.

7.1.1 Zakresy mocy trwałej

Na wykresie mocy trwałej do każdej temperatury zasilania przyporządkowane jest szare pole ograniczone od góry i od dołu (→ Rys. 37). Na przykład pole ϑ_V = 80°C ❸ ograniczone jest przez krzywe ϑ_{WW} = 10/45°C ❷ i ϑ_{WW} = 10/60°C ❶.
Pole to wyznacza zakres, w którym przy wystarczającej mocy cieplnej, temperaturze zasilania 80°C i temperaturze zimnej wody na dopływie wynoszącej 10°C, podgrzewacz może stale dostarczać ciepłą wodę o temperaturze na wypływie od 45°C do 60°C.
Dodatkowe wartości można ustalić poprzez interpolację lub ekstrapolację i przedstawić za pomocą linii pomocniczych.
Przykłady dodatkowych wartości:

- temperatura c.w.u. na wypływie (→ Rys. 38, strona 52)
- strata ciśnienia wody grzewczej i jej strumień objętości (→ Rys. 39, strona 52)
- temperatura zasilania (→ Rys. 62, strona 88).



Rys. 37 Zakresy mocy trwałej podgrzewacza Logalux SU500 (wzór → Rys. 70, strona 99)

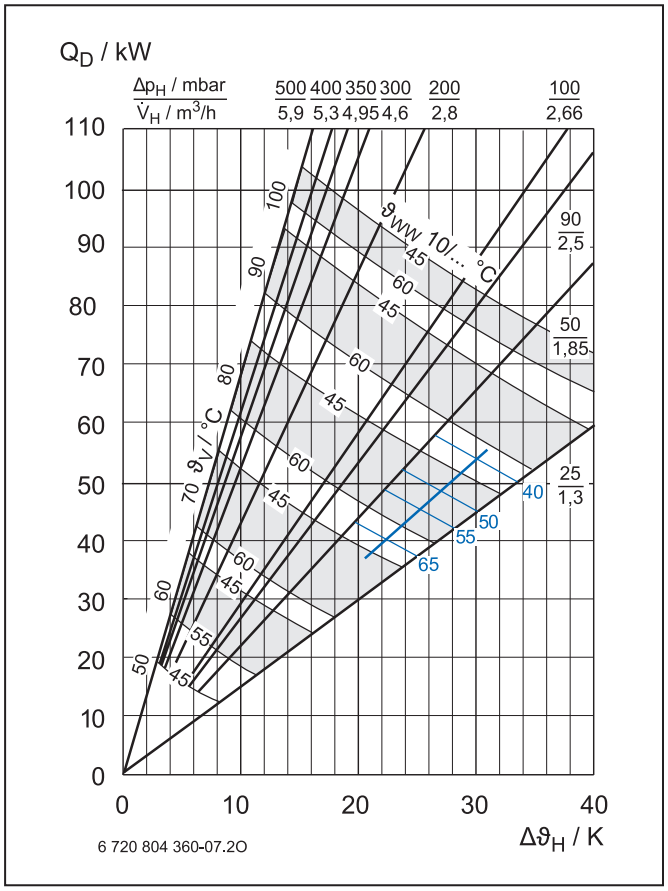
Δp_H strata ciśnienia po stronie wody grzewczej w mbar
$\Delta\vartheta_H$ różnica temperatur po stronie wody grzewczej w K
$\dot{Q}_D$ moc trwała c.w.u. w kW i w l/h przy temperaturze c.w.u. na wypływie ϑ_{WW} = 45°C
ϑ_V temperatura zasilania wody grzewczej w °C
ϑ_{WW} temperatura c.w.u. na wypływie w °C przy temperaturze zimnej wody na dopływie ϑ_{KW} = 10°C
$\dot{V}_H$ strumień objętości wody grzewczej w m³/h
[1] Krzywa ϑ_{WW} = 10/60°C
[2] Krzywa ϑ_{WW} = 10/45°C
[3] Pole ϑ_V = 80°C

Zależne wielkości:
ϑ_R temperatura powrotu wody grzewczej w °C (wynika ze wzoru $\vartheta_R = \vartheta_V - \Delta\vartheta_H$)

7.1.2 Dodatkowe temperatury c.w.u. na wypływie

- Należy podzielić odstęp między krzywymi 45°C i 60°C na trzy równe odcinki (przykład → Rys. 38, punkty dla 50°C i 55°C)
- Narysować linię pomocniczą równoległą do krzywych ograniczających zakres (→ Rys. 38, krzywe 50°C i 55°C)
- Przesunąć linię pomocniczą poza pole na odległość odpowiadającą 5°C (→ Rys. 38, krzywe 40°C i 65°C)

Dalsze przesuwanie do krzywych 35°C/70°C nie odpowiada rzeczywistym wartościom mocy!



Rys. 38 Wykres mocy trwałej dla urządzenia Logalux SU500 z liniami pomocniczymi oznaczającymi dodatkowe temperatury c.w.u. na wypływie; przykład wyróżniony na niebiesko (wzór → Rys. 69, strona 98)

ΔP_H strata ciśnienia po stronie wody grzewczej w mbar
$\Delta\vartheta_H$ różnica temperatur po stronie wody grzewczej w K
$\dot{Q}_D$ moc trwała c.w.u. w kW i w l/h przy temperaturze c.w.u. na wypływie ϑ_{WW} = 45°C
ϑ_R temperatura powrotu wody grzewczej w°C (wynika ze wzoru $\vartheta_R = \vartheta_V - \Delta\vartheta_H$)
ϑ_v temperatura zasilania wody grzewczej w °C
ϑ_{WW} temperatura c.w.u. na wypływie w °C przy temperaturze zimnej wody na dopływie ϑ_{KW} = 10°C
$\dot{V}_H$ strumień objętości wody grzewczej w m³/h

Przykład 1
Pojemnościowy podgrzewacz wody Logalux SU500 przy poborze mocy wynoszącym 60 kW powinien dostarczać c.w.u. o temperaturze 45°C. Temperatura zasilania wynosi 80°C. Jakie warunki muszą być utrzymane po stronie wody grzewczej?

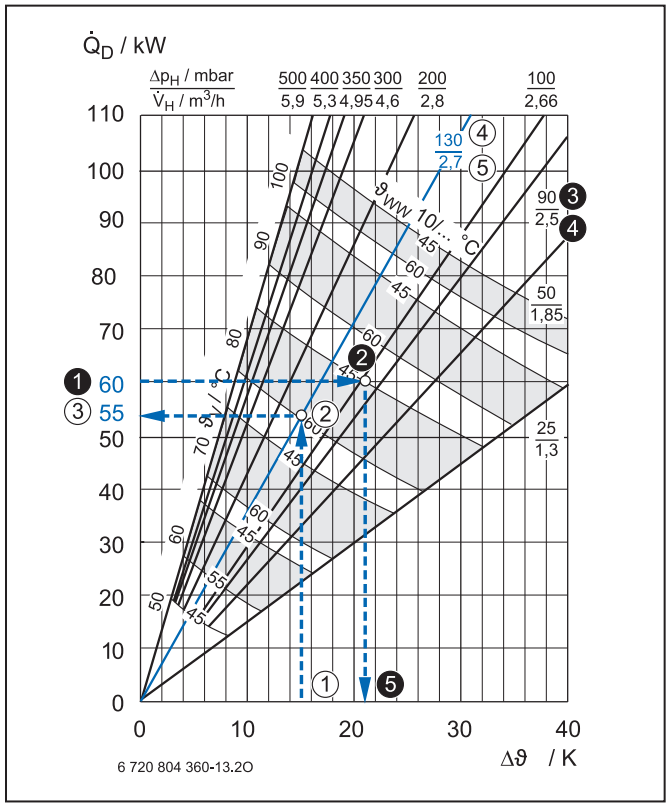
Dane
- ❶ $\dot{Q}_D$ = 60 kW
- ❷ ϑ_{WW} = 45°C (ϑ_V = 80°C)

Odczyt (Rys. 39)
- ❸ Δp_H = 100 mbar
- ❹ $\dot{V}_H$ = 2,66 m³/h
- ❺ Δ_H = 21 K

Przykład 2
Jaką moc trwałą może przekazywać pojemnościowy podgrzewacz wody Logalux SU500, jeśli zadane temperatury wynoszą 80/ 65°C po stronie wody grzewczej i 10/60°C po stronie c.w.u.?

Dane
- ❶ $\Delta\vartheta_H$ = 80°C - 65°C = 15 K
- ❷ ϑ_{WW} = 60°C (ϑ_v = 80°C)

Odczyt (→ Rys. 39)
- ❸ $\dot{Q}_D$ = 55 kW
- ❹ Δp_H ϑ 130 mbar
- ❺ $\dot{V}_H$ ϑ 2,7 m³/h



Rys. 39 Wykres mocy trwałej dla urządzenia Logalux SU500 z liniami pomocniczymi oznaczającymi dodatkowe wartości; przykłady wyróżnione na niebiesko (wzór → Rys. 69, strona 98)

ΔP_H strata ciśnienia po stronie wody grzewczej w mbar
$\Delta\vartheta_H$ różnica temperatur po stronie wody grzewczej w K
$\dot{Q}_D$ moc trwała c.w.u. w kW i w l/h przy temperaturze c.w.u. na wypływie ϑ_{WW} = 45°C
ϑ_R temperatura powrotu wody grzewczej w °C (wynika ze wzoru $\vartheta_R = \vartheta_V - \Delta\vartheta_H$)
ϑ_V temperatura zasilania wody grzewczej w °C
ϑ_{WW} temperatura c.w.u. na wypływie w °C przy temperaturze zimnej wody na dopływie ϑ_{KW} = 10°C
$\dot{V}_H$ strumień objętości wody grzewczej w m³/h

7.2 Procedura obliczeniowa do doboru podgrzewacza według mocy trwałej c.w.u.

W celu doboru podgrzewacza według mocy trwałej c.w.u. należy określić dane dotyczące zapotrzebowania na moc, typu i rozmiaru podgrzewacza oraz konfiguracji pompy.

Określanie zapotrzebowania na moc
Wymaganą moc należy obliczyć za pomocą wzoru podstawowego 77 (→ strona 159):

$$\dot{Q}_D = V_{ww} \cdot \Delta\vartheta_{ww} \cdot c$$

Wzór 8

c ciepło właściwe wody w kWh/(860 • l • K)
$\Delta\vartheta_{ww}$ różnica temperatur c.w.u. w K
$\dot{Q}_D$ moc trwała c.w.u. w kW
V_{ww} tempo poboru c.w.u. w l/h

Strumień objętości V należy określić na podstawie sumy wszystkich poborów. Te można ustalić za pomocą:

- pomiarów w instalacji (w przypadku dostępności instalacji)
- oszacowania na podstawie statystycznych wartości średnich zamieszczonych w tabelach lub na podstawie doświadczenia
- obliczenia średnich ilości pobranej wody dla konkretnych punktów i ekstrapolacja wyników na całościowe zużycie
- w razie potrzeby przeliczenia jednostek l/h lub m^3/h na kW przy użyciu powyższego wzoru podstawowego 77 (→ strona 159; ujednolicenie jednostek).

Wybór podgrzewacza
Wybór podgrzewacza powinien uwzględniać znane dane w połączeniu z wykresami mocy trwałej. Jeśli zadana temperatura na wypływie c.w.u. ma przekraczać 65°C, należy postępować w sposób opisany w rozdziale 7.5.
Wybierając podgrzewacz, należy przestrzegać następujących zaleceń:

- korzystać z odpowiednich wykresów dla podgrzewaczy leżących lub stojących
- wybrać stratę ciśnienia nieprzekraczającą 350 mbar
- w razie potrzeby przestrzegać minimalnego dopuszczalnego zapasu
- w szczególności przy wysokich temperaturach zasilania i/lub c.w.u. w podgrzewaczu należy uwzględnić współczynnik zanieczyszczenia w obliczeniach dotyczących gładko-rurowego wymiennika ciepła
- wybrać moc trwałą c.w.u. nie większą niż dostępna moc cieplna.

Obliczanie strumienia objętości
Znając moc trwałą c.w.u. należy na podstawie wykresu mocy trwałej c.w.u. podgrzewacza ustalić różnicę temperatur po stronie wody grzewczej $\Delta\vartheta_H$.
Przy użyciu tych danych można obliczyć strumień objętości za pomocą wzoru podstawowego 76 (→ strona 159):

$$\dot{V}_H = \frac{\dot{Q}_{eff}}{\Delta\vartheta_H \cdot c}$$

Wzór 9

c ciepło właściwe wody w kWh/(860 • l • K)
$\Delta\vartheta_H$ różnica temperatur po stronie wody grzewczej w K
$\dot{Q}_{eff}$ efektywna moc przyłączeniowa (moc wymiennika ciepła) w kW
V_H strumień objętości wody grzewczej w m^3/h

Określenie straty ciśnienia po stronie wody grzewczej
Dobór pompy grzewczej wymaga określenia straty ciśnienia po stronie wody grzewczej. Wartości standardowe są zamieszczone w tabelach „Parametry wydajności c.w.u.” dotyczących podgrzewacza. W szczególnych przypadkach konfiguracji należy odczytać stratę ciśnienia z wykresu mocy trwałej (w razie potrzeby obliczyć poprzez interpolację, → Rys. 39, strona 51) lub z wykresu straty ciśnienia w zależności od strumienia objętości.

7.3 Przykład dla temperatur c.w.u. nieprzekraczających 65°C (schemat zasadniczy)

7.3.1 Zadanie

W przypadku temperatur wyjściowych c.w.u. od 40°C do 65°C można skonfigurować podgrzewacz, korzystając z wykresu mocy trwałej. W tym zakresie temperatur można ustalić wartości mocy do podgrzewu wody dla temperatur innych niż 45°C lub 65°C poprzez ekstrapolację lub interpolację (→ Rys. 38, strona 51).

Dane .
- tempo poboru c.w.u. V_{ww} = 1600 l/h
- temperatura c.w.u. na wypływie ϑ_{ww} = 65°C
- temperatura zasilania wody grzewczej ϑ_V = 90°C
- proporcjonalna moc kotła używana do przygotowania c.w.u. $\dot{Q}_{eff}$ około 100 kW
- zapas c.w.u. wynoszący około 40% do 50% zapotrzebowania
- podgrzewacz leżący

Do ustalenia:
- ❶ typ i rozmiar podgrzewacza
- ❷ strata ciśnienia po stronie wody grzewczej Δp_H w mbar
- ❸ strumień objętości V_H w l/h lub m³/h
- ❹ różnica temperatur po stronie wody grzewczej $\Delta\vartheta_H$ w K
- ❺ temperatura powrotu R w °C

7.3.2 Opracowanie Moc trwała c.w.u.

Podane tempo poboru c.w.u. należy przeliczyć, korzystając z podanej różnicy temperatur (ϑ_K = 10°C) według wzoru podstawowego 77 (→ strona 159) na żądaną moc trwałą c.w.u.:

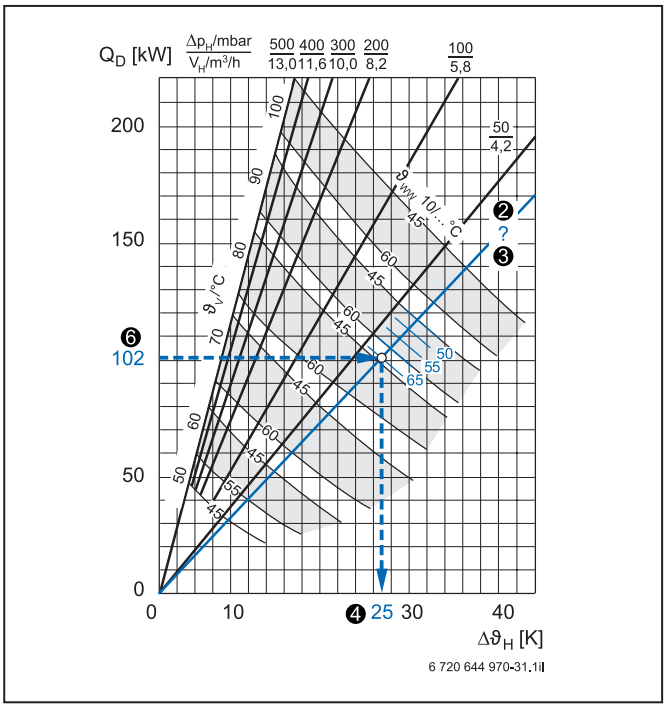
$$\dot{Q}_D = V_{ww} \cdot \Delta\vartheta_{ww} \cdot c$$

Wzór 10

$$\dot{Q}_D = 1600\ \frac{l}{h} \cdot (65 - 10)\ K \cdot \frac{1\ kWh}{860\ l \cdot K} = 102\ kW$$

Podgrzewacz należy wybrać metodą iteracji według mocy trwałej c.w.u.

Typ i rozmiar podgrzewacza
Aby wybrać typ i rozmiar podgrzewacza (podany podgrzewacz leżący), należy założyć, że obowiązuje wykres mocy trwałej dla pojemnościowych podgrzewaczy wody Logalux LTN750 i LTN950, ponieważ w przypadku podgrzewacza Logalux LTN950 ❶ możliwy jest żądany zapas wynoszący 50% (800 l). Na wykresie mocy trwałej → Rys. 80, strona 107 należy przy zadanej temperaturze zasilania wody grzewczej 90°C zaznaczyć linię pomocniczą dla temperatury c.w.u. 65°C (przykład → Rys. 40). Z wykresu można jednak jednoznacznie odczytać tylko odpowiednią różnicę temperatur po stronie wody grzewczej $\Delta\vartheta_H$ = 25 K ❹.



Rys. 40 Moc trwała c.w.u. dla urządzeń Logalux LTN750 i LTN950; przykład wyróżniony na niebiesko (zależne wielkości →Rys. 37, strona 50, wzór → Rys. 79, strona 107)

Δp_H	strata ciśnienia po stronie wody grzewczej w mbar
$\Delta\vartheta_H$	różnica temperatur po stronie wody grzewczej w K
$\dot{Q}_D$	moc trwała c.w.u. w kW i w l/h przy temperaturze c.w.u. na wypływie ϑ_{WW} = 45°C
ϑ_R	temperatura powrotu wody grzewczej w °C (wynika ze wzoru $\vartheta_R = \vartheta_V - \Delta\vartheta_H$)
ϑ_V	temperatura zasilania wody grzewczej w °C
ϑ_{ww}	temperatura c.w.u. na wypływie w °C przy temperaturze zimnej wody na dopływie ϑ_{KW} = 10°C
V_H	strumień objętości wody grzewczej w m³/h

Dla tego szczególnego przypadku konfiguracji należy najpierw obliczyć strumień objętości ❷ . Stratę ciśnienia po stronie wody grzewczej ❸ można odczytać z wykresu straty ciśnienia podgrzewacza.

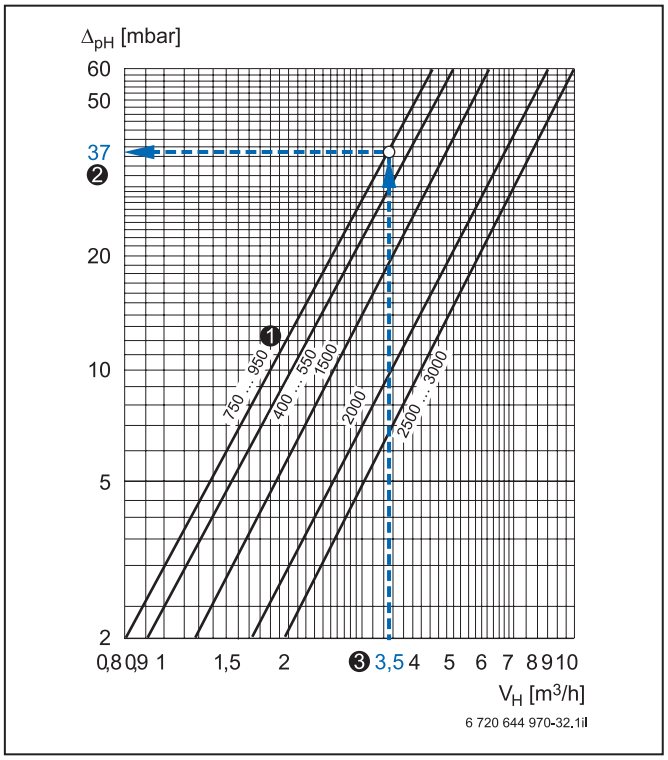
Strumień objętości
Strumień objętości oblicza się ze wzoru podstawowego 76 (→ strona 159):

$$\dot{V}_H = \frac{Q_K}{\Delta\vartheta_H \cdot c}$$

Wzór 11

$$\dot{V}_H = \frac{102\ kW}{25\ K \cdot \frac{1\ kWh}{860\ l \cdot K}} = 3509 l/h$$

Strata ciśnienia po stronie wody grzewczej
Znając obliczony wcześniej strumień objętości ❸ , można dla pojemnościowego podgrzewacza wody Logalux LTN950 ❶ odczytać stratę ciśnienia po stronie wody grzewczej ❹ z wykresu straty ciśnienia:



Rys. 41 Strata ciśnienia po stronie wody grzewczej dla urządzeń Logalux LTN400 do LTN3000; przykład wyróżniony na niebiesko (wzór → Rys. 77, strona 106)

ΔP_H strata ciśnienia po stronie wody grzewczej w mbar
$\dot{V}_H$ strumień objętości wody grzewczej w m^3/h

Wynik
- ❶ typ podgrzewacza Logalux LTN950 o pojemności 950 litrów, tak aby dostępny był zapas wynoszący 50% (800 l)
- ❷ strata ciśnienia po stronie wody grzewczej $\Delta P_H \approx 37$ mbar
- ❸ strumień objętości $\dot{V}_H = 3509$ l/h
- ❹ różnica temperatur po stronie wody grzewczej $\Delta\vartheta_H = 25$ K
- ❺ temperatura powrotu ϑ_R wynika ze wzoru $\vartheta_R = \vartheta_V - \Delta\vartheta_H = 70°C$.

7.4 Przykład restauracji

7.4.1 Zadanie

W restauracjach i jadłodajniach instalacje do przygotowania ciepłej wody należy dobrać w taki sposób, aby zaspokajały występujące w takich miejscach zapotrzebowanie szczytowe.

Dane
- restauracja podająca średnio 170 posiłków dziennie, z czego 50 rano i 120 wieczorem (w przeciągu trzech godzin)
- maksymalna temperatura zasilania wody grzewczej ϑ_V = 80°C

Do ustalenia .
- ❶ zapotrzebowanie na c.w.u. V_{ww} w l
- ❷ typ i rozmiar. podgrzewacza
- ❸ moc cieplna $\dot{Q}_{eff}$ w kW dla czasu nagrzewania $t_a \approx 0{,}5$ h
- ❹ strumień objętości $\dot{V}_H$ w m^3/h
- ❺ strata ciśnienia po stronie wody grzewczej ΔP_H w mbar.

W przypadku korzystania z narzędzia pomocniczego do doboru Logasoft DIWA należy wybrać kategorię zapotrzebowania „Podziały blokowe - pojedyncze zapotrzebowanie szczytowe".

7.4.2 Opracowanie

Zapotrzebowanie na c.w.u. i moc cieplna
Dobierając parametry podgrzewacza, należy założyć najwyższe dzienne zapotrzebowanie na c.w.u. w kuchni. Ponieważ przeważająca część porcji posiłków przypada na wieczór, należy skonfigurować podgrzewacz pod kątem tej pory dnia. W przypadku doboru podgrzewacza dla obiektów przemysłowych pomoc stanowią tabele ze wskaźnikami zużycia (→ Tab. 76, strona 153).

Za pomocą wskaźnika ❻ (przykład → Tab. 24) należy ustalić łączne zapotrzebowanie na c.w.u.:

$$V_{ww} = 120 \cdot 4\ l = 480\ l$$

Również wieczorem należy przygotować 480 litrów ❶ c.w.u. o temperaturze 60°C. Jednak łączne zapotrzebowanie nie pojawia się jednorazowo. Jest ono podzielone proporcjonalnie na fazę przygotowania posiłków oraz – po przesunięciu czasowym liczonym w godzinach – fazę zmywania.
Dla potrzebnych 480 litrów należy obliczyć:

- Według wzoru podstawowego 74 (→ strona 159) pojemność cieplną podgrzewacza

$$\dot{Q}_{Sp} = V_{Sp} \cdot (\vartheta_{Sp} - \vartheta_{KW}) \cdot c$$

Wzór 12

$$\dot{Q}_{Sp} = 480\ l \cdot 50\ K \cdot \frac{1\ kWh}{860\ l \cdot K} = 27{,}9\ kWh$$

- Według wzorów podstawowych 79 i 80 (→ strona 159) efektywną moc przyłączeniową ze współczynnikiem korekcyjnym przenoszonej mocy cieplnej x = 0,85 (→ Rys. 147, strona 147, krzywa a dla 0,5 h):

$$\dot{Q}_{eff} = \frac{Q_{Sp}}{t_a \cdot x}$$

Wzór 13

$$\dot{Q}_{eff} = \frac{27{,}9\ kWh}{0{,}5\ h \cdot 0{,}85} = 65{,}6\ kW$$ ❼

Odbiornik	Zapotrzebowanie na c.w.u. w l	Wielkość odniesienia	Temperatura wyjściowa c.w.u. w °C	Średnie zapotrzebowanie na ciepło w Wh
Budynek biurowy	10 - 40	na osobę i dzień	45	410 - 1630
Domy towarowe	10 - 40	na pracownika i dzień	45	410 - 1630
Restauracje, jadłodajnie • do przyrządzania posiłków • na zmywanie naczyń po posiłku	 4 4 ❻	 na posiłek na posiłek	 60 - 65 60 - 65	 235 - 255 235 - 255

Tab. 24 Wyciąg z tabeli „Wskaźniki średniego zapotrzebowania różnych odbiorców na c.w.u. i ciepło", przykład pogrubiony (całość tabeli → Tab. 76, strona 153)

Typ i rozmiar podgrzewacza
Odpowiedni podgrzewacz powinien zapewnić zapas wody odpowiedni do zapotrzebowania. W grę wchodzą zatem tylko podgrzewacze o pojemności nie mniejszej niż 480 litrów. Ponadto należy zapewnić moc trwałą c.w.u. wynoszącą co najmniej 65,6 kW ❼, aby czas ponownego nagrzania podgrzewacza wynosił ok. pół godziny.
Wyboru należy dokonać na podstawie Tab. 37 na stronie 96. Wybór następuje poprzez dopasowanie do mocy trwałej c.w.u., jaką dysponuje podgrzewacz ❸ po uwzględnieniu podanej temperatury zasilania wynoszącej maksymalnie 80°C ❽ (przykład → Tab. 25). Strumień objętości ❹ i stratę ciśnienia po stronie wody grzewczej ❺ należy również odczytać z tabeli.

Pojemnościowy podgrzewacz wody Logalux SU500 przy $\dot{Q}_{eff}$ = 50,6 kW ❸ zgodnie z przekształconym wzorem 13 ze strony 57 wymaga następującego dozwolonego czasu nagrzewania:

$$t_a = \frac{Q_{Sp}}{\dot{Q}_{eff} \cdot x}$$

Wzór 14

$$t_a = \frac{27{,}9\ kWh}{50{,}6\ kWh \cdot 0{,}85} = 0{,}65\ h = 39\ min$$

Choć następny w kolejności pod względem rozmiaru podgrzewacz Logalux SU750 ❾ przy $\dot{Q}_{eff}$ = 61,6 kW ❿ całkowicie pokrywa zapotrzebowanie na moc trwałą c.w.u. w wysokości 65,6 kW ❼, konieczne jest podgrzanie dodatkowo (zbędnych) 250 litrów wody użytkowej.

Logalux	Temp. zasilania wody grzewczej w °C	Współczynnik mocy NL[1] przy temperaturze c.w.u. w podgrzewaczu 60°C	Moc trwała c.w.u. przy temp. c.w.u. na wypływie[2]				Zapotrzebowanie na wodę grzewczą w m³/h	Strata ciśnienia
			45°C		60°C			
			w l/h	w kW	w l/h	w kW		w mbar
SU500 ❷	50	-	392	16	-	-	2,5 ❹	90 ❺
	60	-	757	30,8	-	-		
	70	16,7	1135	46,2	605	35,2		
	80 ❽	17,2	1486	60,5	870	50,6 ❸		
	90	17,9	1595	75,9	1145	66,6		
SU750 ❾	50	-	473	19,3	-	-	2,2	100
	60	-	974	39,6	-	-		
	70	21,7	1297	52,8	757	44		
	80	24,3	1825	74,3	1059	61,6 ❿		
	90	29,3	2365	96,3	1456	84,7		

Tab. 25 Wyciąg z tabeli „Parametry mocy c.w.u. Logalux SU500 do SU1000 przy zredukowanym zapotrzebowaniu na wodę grzewczą" (całość tabeli Tab. 36, strona 95)

[1] Wg DIN 4708 dla danych standardowych (tłustym drukiem) stosuje się współczynnik mocy ϑ_V = 80°C i ϑ_{sp} = 60°C, minimalne zapotrzebowanie na ciepło według mocy c.w.u. w kW przy 45°C
[2] Temperatura zimnej wody na dopływie 10°C

Wynik
- ❶ zapotrzebowanie na c.w.u. 2 x 480 litry przy 60°C
- ❷ pojemnościowy podgrzewacz wody Logalux SU500 o pojemności 500 litrów spełnia wymagania
- ❸ moc trwała c.w.u. $\dot{Q}_{eff}$ = 50,6 kW przy temperaturze na zasilaniu ϑ_V = 80°C dla czasu nagrzewania t_a = 39 minut
- ❹ strumień objętości $\dot{V}_H$ = 2,5 m³/h
- ❺ strata ciśnienia po stronie wody grzewczej Δp_H = 90 mbar.

Aby uniknąć spadku komfortu nagrzewania, czas nagrzewania podgrzewacza z powodu przerwania trybu grzewczego podczas przygotowania c.w.u. nie powinien przekraczać pół godziny ❸. Pojemnościowy podgrzewacz wody Logalux SU500 z czasem nagrzewania wynoszącym 39 minut jest jednak odpowiedni, ponieważ realny czas nagrzewania skraca się, gdy nie ma potrzeby całkowitego pokrycia obliczonego zapotrzebowania szczytowego. Stosowanie następnego w kolejności pod względem rozmiaru podgrzewacza Logalux SU750 o pojemności 750 litrów w tym przykładzie nie byłoby uzasadnione ekonomicznie.

7.5 Przykład rzeźni (temperatura c.w.u. powyżej 65°C)

7.5.1 Zadanie

Jeśli wymagana temperatura c.w.u. przekracza 65°C, danych dotyczących mocy nie można ustalić na podstawie wykresu mocy trwałej poprzez ekstrapolację. W tym przypadku należy obliczyć logarytmiczną różnicę temperatur i przeprowadzić porównanie współczynników przenikania ciepła (liczb k).

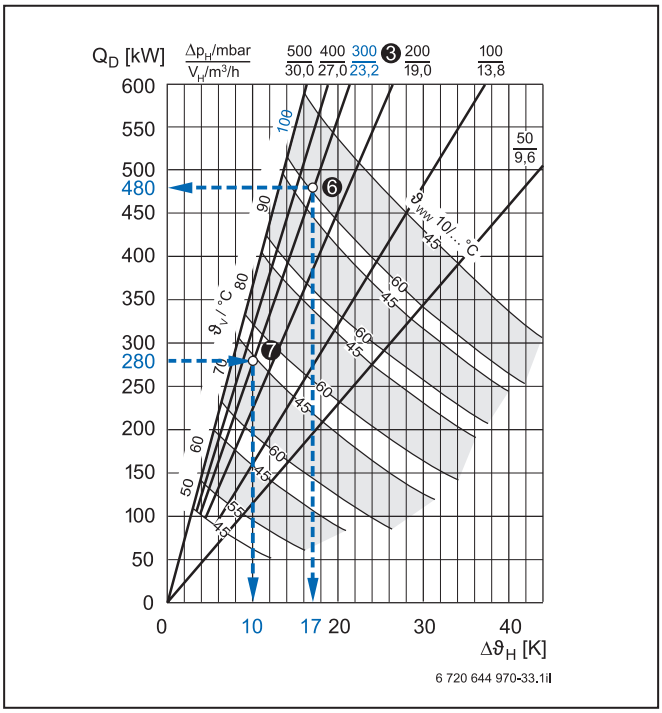
Dane.
- efektywna moc przyłączeniowa $\dot{Q}_{eff}$ = 280 kW
- temperatura zasilania wody grzewczej ϑ_V = 100°C
- temperatura c.w.u. na wypływie ϑ_{WW} = 80°C
- ze względu na dostępne miejsce należy dobrać podgrzewacz leżący; przewidziane pojemnościowe podgrzewacze wody to urządzenia Logalux od LT...2500 do LT...3000.

W przypadku korzystania z narzędzia pomocniczego do doboru parametrów Logasoft DIWA należy wybrać kategorię zapotrzebowania „Podziały blokowe - zapotrzebowanie stałe".
Do ustalenia:
- ❶ typ i rozmiar podgrzewacza
- ❷ strumień objętości $\dot{V}_H$ w l/h lub m³/h
- ❸ strata ciśnienia po stronie wody grzewczej ΔP_H w mbar
- ❹ różnica temperatur po stronie wody grzewczej $\Delta\vartheta_H$ w K
- ❺ temperatura powrotu wody grzewczej ϑ_R w °C.

7.5.2 Opracowanie

Z wykresu mocy trwałej można odczytać tylko wartości mocy trwałej dla temperatury c.w.u. na wypływie wynoszącej maksymalnie 65°C Rys. 38, strona 51).

Punkty znamionowe pracy
Korzystne jest wcześniejsze obliczenie na podstawie dostępnych danych liczby k dla rzeczywistego punktu znamionowego o możliwej do przeniesienia mocy. W tym celu wybrany zostaje typ podgrzewacza Logalux LTN ❶. Korzystając z odpowiedniego wykresu mocy trwałej należy założyć, że obowiązującą linią straty ciśnienia jest krzywa przy ΔP_H = 300 mbar (przykład → Rys. 42, ❸). Należy ją zachować do dalszych obliczeń. Służy ona do ustalenia stałej prędkości przepływu w wymienniku ciepła.
Z wykresu mocy trwałej należy odczytać dane dotyczące mocy dla punktu znamionowego ❻. Przy przewidzianej temperaturze zasilania ϑ_v = 100°C dla nagrzewania od temperatury ϑ_{KW} = 10°C do temperatury ϑ_{WW} = 60°C uzyskana moc wynosi $\dot{Q}_D \approx$ 480 kW, a różnica temperatur po stronie wody grzewczej wynosi $\Delta\vartheta_H \approx$ 17 K.
Punkt znamionowy pracy ❼ przy podanej mocy przyłączeniowej $\dot{Q}_{eff}$ = 280 kW cechuje różnica temperatur po stronie wody grzewczej $\Delta\vartheta_H$ = 10 K. Na tej samej linii straty ciśnienia należy przyjąć ten sam punkt dla nagrzewania od temperatury ϑ_{KW} = 10°C do temperatury ϑ_{WW} = 80°C przy podanej temperaturze zasilania ϑ_V = 100°C.



Rys. 42 Moc trwała c.w.u. dla urządzeń Logalux LTN2500 i LTN3000; przykład wyróżniony na niebiesko (zależne wielkości → Rys. 37, strona 50, Wzór → Rys. 83, strona 108)

ΔP_H	strata ciśnienia po stronie wody grzewczej w mbar
$\Delta\vartheta_H$	różnica temperatur po stronie wody grzewczej w K
$\dot{Q}_D$	moc trwała c.w.u. w kW i w l/h przy temperaturze c.w.u. na wypływie ϑ_{WW} = 45°C
ϑ_R	temperatura powrotu wody grzewczej w °C (wynika ze wzoru $\vartheta_R = \vartheta_V - \Delta\vartheta_H$)
ϑ_V	temperatura zasilania wody grzewczej w °C
ϑ_{WW}	temperatura c.w.u. na wypływie w °C przy temperaturze zimnej wody na dopływie ϑ_{KW} = 10°C
$\dot{V}_H$	strumień objętości wody grzewczej w m³/h

Liczba k dla rzeczywistego punktu znamionowego pracy
Najpierw należy obliczyć logarytmiczną różnicę temperatur $\Delta\vartheta_{mln}$ gładko-rurowego wymiennika ciepła dla punktu znamionowego pracy ❻ ze wzoru podstawowego 82 (→ strona 159):

$$\Delta\vartheta_{mln} = \frac{\Delta\vartheta_{duże} - \Delta\vartheta_{małe}}{\ln\frac{\Delta\vartheta_{duże}}{\Delta\vartheta_{małe}}}$$

Wzór 15 Porównanie ze wzorem → 80 strona 159 schemat

Różnica temperatur $\Delta\vartheta_{duże}$ to większa różnica temperatur, a $\Delta\vartheta_{Małe}$ to mniejsza różnica temperatur wody grzewczej i wody pitnej na początku lub na końcu wymiennika ciepła. Te różnice temperatur obliczane są na podstawie temperatury po stronie wody grzewczej ($\Delta\vartheta_H$) i temperatury po stronie c.w.u. ($\Delta\vartheta_{WW}$) .

$$\Delta\vartheta_H : 100\ °C \rightarrow 83\ °C$$
$$\Delta\vartheta_{WW}: 60\ °C \leftarrow 10\ °C$$
$$\Delta\vartheta_{małe} = 40\ K \quad \Delta\vartheta_{duże} = 73\ K$$

$$\Delta\vartheta_{mln} = \frac{73\ K - 40\ K}{\ln\frac{73\ K}{40\ K}} = 54{,}9\ K$$

Liczbę k można ustalić poprzez przekształcenie wzoru 83 (→ strona 159). Znając powierzchnię grzewczą wymiennika ciepła A wynoszącą 11,5 m² dla podgrzewaczy Logalux LTN2500 i LTN3000 (→ Tab. 39, strona 101) otrzymujemy następujące wyliczenie:

$$k_{alt} = \frac{Q}{A \cdot \Delta\vartheta_{mln}}$$

Wzór 16

$$k_{alt} = \frac{480\ kW}{11{,}5\ m^2 \cdot 54{,}9\ K} = 0{,}760\ \frac{kW}{m^2 \cdot K}$$ ❽

Liczba k dla zakładanego punktu znamionowego pracy
Ponieważ w tym przykładzie podana jest wymagana moc wynosząca 280 kW, dla punktu znamionowego ❼ również należy ustalić logarytmiczną różnicę temperatur $\Delta\vartheta_{mln}$ i odpowiadającą jej liczbę k.

$$\Delta\vartheta_H : 100\ °C \rightarrow 90\ °C$$
$$\Delta\vartheta_{WW}: 80\ °C \leftarrow 10\ °C$$
$$\Delta\vartheta_{małe} = 20\ K \quad \Delta\vartheta_{duże} = 80\ K$$

Wzór 17

$$\Delta\vartheta_{mln} = \frac{80\ K - 20\ K}{\ln\frac{80\ K}{20\ K}} = 43{,}3\ K$$

Po przyjęciu tej wartości uzyskuje się nową liczbę k:

$$k_{neu} = \frac{280\ kW}{11{,}5\ m^2 \cdot 43{,}3\ K} = 0{,}563\ \frac{kW}{m^2 \cdot K}$$ ❾

Porównanie liczb k
Następuje porównanie dwóch współczynników przenikania ciepła: k_{alt} ❽ i k_{neu} ❾. Obowiązuje zasada, zgodnie z którą w wyższych temperaturach współczynnik przenikania ciepła rośnie przy tym samym strumieniu objętości i stałej stracie ciśnienia po stronie wody grzewczej. Można zatem zastosować wszystkie wartości mocy, dla których współczynniki przenikania ciepła k_{neu} są mniejsze niż k_{alt}.
Chcąc obliczyć maksymalną moc podgrzewacza przy wysokich temperaturach na wypływie, należy wykonać powyższe obliczenia dla innej linii straty ciśnienia, w razie potrzeby wielokrotnie.

Wynik
- ❶ pojemnościowy podgrzewacz wody Logalux LTN2500 lub LTN3000 jest odpowiedni
- ❷ strumień objętości dla Q = 280 kW i $\Delta\vartheta_H$ = 10 K wg wzoru podstawowego 76 (→ strona 159):

$$V_H = \frac{280\ kW}{10\ K \cdot \frac{1\ kWh}{860\ l \cdot K}} = 24080\ l/h \cdot 24{,}1\ m^3/h$$

- ❸ strata ciśnienia po stronie wody grzewczej Δp_H = 300 mbar
- ❹ różnica temperatur po stronie wody grzewczej $\Delta\vartheta_H$ = 10 K
- ❺ temperatura powrotu $\vartheta_R = \vartheta_V - \Delta\vartheta_H$ = 90°C

7.6 Przykład podgrzewacza ogrzewanego parą wodną

7.6.1 Zadanie

Na przykładzie wysokociśnieniowej instalacji parowej o wartościach ciśnienia pary przekraczających 1,0 bar przedstawiono konfigurację pojemnościowego podgrzewacza wody do zastosowań przemysłowych o dużym ciągłym poborze wody. Wysokociśnieniowe instalacje parowe nie nadają się do ogrzewania pomieszczeń mieszkalnych.

Dane
- zakład przemysłowy z ciągłym poborem wody wynoszącym 3700 l/h
- temperatura c.w.u. ϑ_{WW} = 60°C
- temperatura zimnej wody ϑ_{KW} = 10°C
- medium grzewcze: para wodna o wartości nadciśnienia 2,5 bar
- temperatura pary nasyconej 133°C przy nadciśnieniu 2,0 bar.

Do ustalenia:
- ❶ typ i rozmiar podgrzewacza
- ❷ przepływ masowy pary m_{Da} w kg/h
- ❸ przepływ masowy kondensatu m_{Ko} w kg/h

7.6.2 Opracowanie

Moc trwała c.w.u. służąca do wyboru podgrzewacza
Najpierw należy obliczyć wymaganą moc dla godzinnego poboru wody wynoszącego 3700 litrów przy temperaturze 60°C ze Wzór 77 (→ strona 159):

$$\dot{Q}_D = \dot{V}_{ww} \cdot \Delta\vartheta_{ww} \cdot c$$

Wzór 18

$$\dot{Q}_D = 3700 \frac{l}{h} \cdot 50\ K \cdot \frac{1\ kWh}{860\ l \cdot K} = 215\ kW \quad ❹$$

Ze względu na ciągłość poboru wody należy zaplanować przygotowanie c.w.u. z mocą trwałą. W tym przypadku rozmiar podgrzewacza odgrywa drugorzędną rolę. Można używać mniejszego podgrzewacza wytwarzającego wymaganą moc trwałą.
W → Tab. 42, strona 105 należy sprawdzić, który podgrzewacz generuje taką moc (przykład → Tab. 26). Ponieważ tabela nie zawiera żadnych danych odnośnie mocy trwałej c.w.u. dla podanego ciśnienia roboczego wynoszącego 2,5 bar nadciśnienia, należy dokonać szacunkowej oceny. Dla zakresu wartości mocy od 2,0 bar do 3,0 bar nadciśnienia ❺ wybrane zostaje urządzenie Logalux LTD400.

Logalux	Temperatura c.w.u. w °C	Moc trwała c.w.u. w kW[1] i wymagane szerokości znamionowe odpływu kondensatu przy nadciśnieniu pary wynoszącym							
		0,1 bar	0,3 bar	0,5 bar	1,0 bar	2,0 bar	3,0 bar	4,0 bar	5,0 bar
LTD400	45	81	105	122	163	233	279	326	372
	60	81	105	122	163	209 ❻	256 ❺	302	349
LTD550	45	81	105	122	163	233	279	326	372
	60	81	105	122	163	209	256	302	349

Tab. 26 Wyciąg z tabeli „Parametry wydajności c.w.u. Logalux od LTD400 do LTD3000 (parowe wymienniki ciepła) w połączeniu z pływakowym spustem kondensatu" (całość tabeli → Tab. 42, strona 105)

[1] Wszystkie podane wartości mocy występują tylko przy ograniczonej prędkości przepływu pary w króćcach przyłączeniowych gładko-rurowego wymiennika ciepła oraz przy swobodnym wypływie kondensatu bez tworzenia się zatorów

Wymagane szerokości znamionowe odpływu kondensatu:
- Szary kwadrat DN15

Moc trwała c.w.u. nieokreślona w tabeli
Należy sprawdzić, czy pojemnościowy podgrzewacz wody Logalux LTD400 jest w stanie osiągnąć moc trwałą c.w.u. wynoszącą 215 kW przy ciśnieniu pary równym 2,5 bar.
Punktem wyjścia jest podana w tabeli wartość mocy trwałej c.w.u. podgrzewacza Logalux LTD400 przy ciśnieniu pary równym 2,0 bar.
Przy mocy trwałej c.w.u. wynoszącej 209 kW przy temperaturze poboru 60°C (→ Tab. 26, strona 59, ❻) i temperaturze pary nasyconej 133°C przy nadciśnieniu wynoszącym 2,0 bar i kondensacji w warunkach ciśnienia atmosferycznego przy 100°C uzyskuje się następujące zależności termiczne:

$$\Delta\vartheta_H : 133\ °C \rightarrow 100\ °C$$
$$\Delta\vartheta_{WW}: 60\ °C \leftarrow 10\ °C$$
$$\Delta\vartheta_{małe} = 73\ K \quad \Delta\vartheta_{duże} = 90\ K$$

Wzór 19

Dla logarytmicznej różnicy temperatur obowiązuje wyliczenie ze wzoru podstawowego 82 (→ strona 159):

$$\Delta\vartheta_{mln} = \frac{90\ K - 73\ K}{\ln(90\ K / 73\ K)} = 81{,}2\ K$$

Liczbę k można ustalić poprzez przekształcenie wzoru 83 (→ strona 159). Przy powierzchni grzewczej A wymiennika ciepła równej 2,6 m² dla podgrzewacza Logalux LTD400 (→ Tab. 39, strona 101) wyliczenie wygląda następująco:

$$k = \frac{\dot{Q}}{A \cdot \Delta\vartheta_{mln}}$$

Wzór 20

$$k = \frac{209\ kW}{2{,}6\ m^2 \cdot 81{,}2\ K} = 0{,}990\ \frac{kW}{m^2 \cdot K}$$

Za pomocą uzyskanej liczby k należy obliczyć moc trwałą c.w.u. dla nadciśnienia wynoszącego 2,5 bar, gdyż w ten sposób transfer ciepła poprawia się, a obliczona liczba k stanowi dolną granicę dla konfiguracji. Aby móc obliczyć liczbę k, należy najpierw ustalić logarytmiczną różnicę temperatur $\Delta\vartheta_{mln}$ dla tej konfiguracji.

$$\Delta\vartheta_H : 138\ °C \rightarrow 100\ °C$$
$$\Delta\vartheta_{WW}: 60\ °C \leftarrow 10\ °C$$
$$\Delta\vartheta_{małe} = 78\ K \quad \Delta\vartheta_{duże} = 90\ K$$

Wzór 21

$$\Delta\vartheta_{mln} = \frac{90\ K - 78\ K}{\ln\frac{90\ K}{78\ K}} = 83{,}9\ K$$

Zatem ze wzoru podstawowego 83 (→ strona 159) wynika wyliczenie:

$$\dot{Q} = A \cdot k \cdot \Delta\vartheta_{mln}$$

Wzór 22

$$\dot{Q} = 2{,}6\ m^2 \cdot 0{,}990\ \frac{kW}{m^2 \cdot K} \cdot 83{,}9\ K = 216\ kW$$

Wybrany podgrzewacz może stosować wymaganą moc 215 kW ❹ przy nadciśnieniu pary wynoszącym 2,5 bar.

Wynik
- ❶ Pojemnościowy podgrzewacz wody Logalux LTD400 o pojemności 400 litrów
- ❷ Przepływ masowy pary ustala się, obliczając iloraz mocy ❹ i entalpii pary (przykład → Tab. 27, ❼):

$$\dot{m}_{Da} = \frac{\dot{Q}}{h''}$$

Wzór 23

$$\dot{m}_{Da} = \frac{215\ kW}{0{,}7568\ kWh/kg} = 284\ kg/h$$

Wzór 24

- ❸ Przepływ masowy kondensatu ustala się, obliczając iloraz mocy ❹ i ciepła parowania (→ Tab. 27, ❽):

$$\dot{m}_{Ko} = \frac{\dot{Q}}{r}$$

Wzór 25

$$\dot{m}_{Ko} = \frac{215\ kW}{0{,}5965\ kWh/kg} = 360\ kg/h$$

Nadciśnienie pary w bar	Temperatura pary nasyconej w °C	Entalpia pary h" w kWh/kg	Ciepło parowania r w kWh/kg
0,1	102,3	0,7444	0,6253
0,2	104,8	0,7453	0,6233
0,3	107,1	0,7464	0,6217
0,4	109,3	0,7472	0,6200
0,5	111,4	0,7481	0,6184
0,6	113,3	0,7489	0,6169
0,7	115,2	0,7497	0,6156
0,8	116,9	0,7506	0,6142
0,9	118,6	0,7511	0,6128
1,0	120,2	0,7518	0,6116
1,5	127,4	0,7546	0,6058
2,0	133,5	0,7568 ❼	0,6009
2,5	138,9	0,7588	0,5965 ❽
3,0	143,6	0,7604	0,5925
3,5	147,9	0,7619	0,5888
4,0	151,8	0,7632	0,5854
5,0	158,8	0,7654	0,5792

Tab. 27 Parametry pary

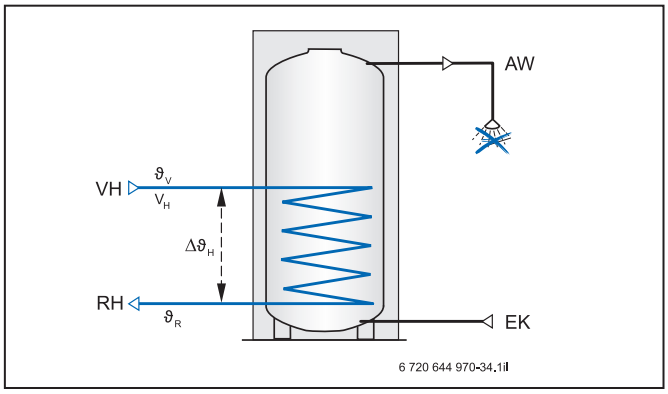
8 Dobór systemu dla szczytowego zapotrzebowania na c.w.u.

Szczytowe zapotrzebowanie na c.w.u. oznacza pobór dużych ilości wody w krótkim okresie czasu. Jego typowym przykładem jest zastosowanie przemysłowe polegające na używaniu ciepłej wody do mycia ciała przez pracowników kończących zmianę. W przypadku wystąpienia tego rodzaju zapotrzebowania można często przyjąć długi, niekiedy wielogodzinny czas nagrzewania jako punkt wyjścia dla konfiguracji.

8.1 Obliczanie mocy nagrzewania c.w.u. w przypadku systemów podgrzewaczy

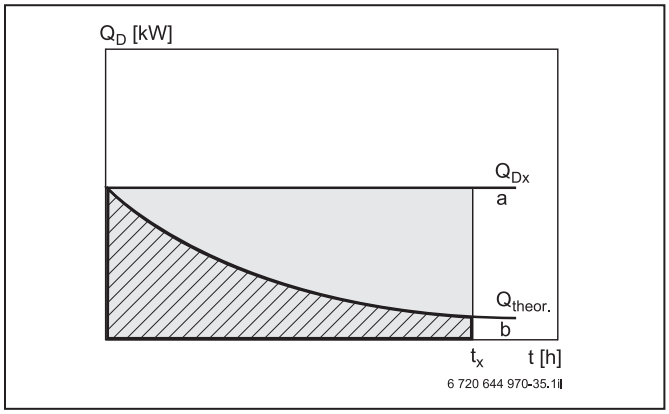
8.1.1 Przebieg nagrzewania

W odróżnieniu od pracy podgrzewacza ze stałą mocą c.w.u. podczas nagrzewania nie jest pobierana woda. Wskutek nagrzewania temperatura c.w.u. w podgrzewaczu stale wzrasta. W miarę ocieplania się wody użytkowej maleje moc przesyłowa wymiennika ciepła, przy założeniu, że temperatura zasilania jest stała.
Teoretycznie nagrzanie zawartości podgrzewacza do zadanej temperatury w czasie t_x powinno oznaczać przyjęcie ilości ciepła równej $Q_{Dx} \cdot t_x$. Ta ilość odpowiada polu powierzchni pod prostą Q_{Dx} (→ Rys. 44, krzywa a). W odróżnieniu od pracy z mocą trwałą, podczas której przekazywana moc pozostaje niezmienna, dostępna teoretyczna moc przyłączeniowa $\dot{Q}_{teor}$ (moc wymiennika ciepła) spada z upływem czasu. Przekazana ilość ciepła (→ Rys. 44, kreskowana powierzchnia pod krzywą b) jest także mniejsza niż w przypadku pracy z mocą trwałą. Oznacza to, że po upływie czasu t_x zawartość podgrzewacza nie osiąga temperatury zadanej.
Aby osiągnąć temperaturę zadaną w czasie t_x, należy zwiększyć teoretyczną moc przyłączeniową $\dot{Q}_{teor}$ tak, aby powierzchnia pod krzywą $\dot{Q}_{eff}$ odpowiadała brakującej ilości ciepła, tzn. była równa powierzchni pod krzywą Q_{Dx} (→ Rys. 45). Efektywna moc przyłączeniowa $\dot{Q}_{eff}$ jest potrzebna do określenia rozmiaru kotła i ilości wody grzewczej (w celu doboru pompy). Należy założyć teoretyczną moc przyłączeniową $\dot{Q}_{teor}$ w celu określenia czasu nagrzewania.



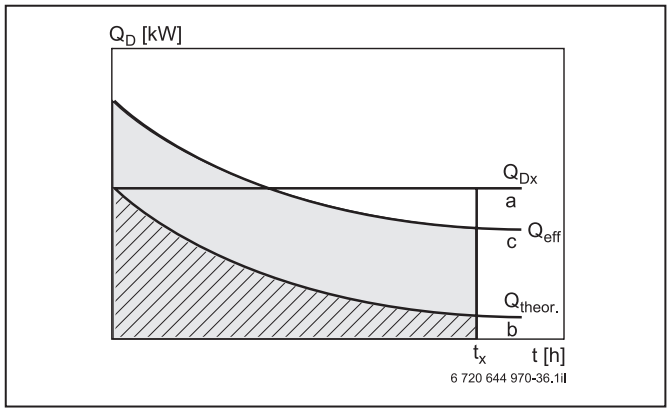
Rys. 43 Przebieg nagrzewania: brak poboru wody, tylko dopływ ciepła $\Delta\vartheta_H$ stale się zmienia

AW Wypływ ciepłej wody
$\Delta\vartheta_H$ Różnica temperatur po stronie wody grzewczej
EK Dopływ zimnej wody
RH Powrót instalacji grzewczej
ϑ_R Temperatura powrotu środka grzewczego
ϑ_V Temperatura zasilania środka grzewczego
VH Zasilanie instalacji grzewczej



Rys. 44 Przebieg nagrzewania i praca z mocą trwałą

$\dot{V}_H$ Strumień objętości



Rys. 45 Teoretyczna i efektywna moc przyłączeniowa (moc wymiennika ciepła)

Legenda do Rys. 44 i Rys. 45:

a Moc przesyłowa podczas pracy z mocą trwałą
b Moc przesyłana w trakcie nagrzewania
c Zwiększona moc przesyłana w trakcie nagrzewania
Q_D Moc (wydajność) trwała c.w.u.
$\dot{Q}_{eff}$ Efektywna moc przyłączeniowa
$\dot{Q}_{teor}$ Teoretyczna moc przyłączeniowa
t Czas

8.1.2 Współczynnik korekcyjny przenoszonej mocy cieplnej x

Rys. 148 (→ strona 147) pokazuje zależność pomiędzy współczynnikiem korekcyjnym przenoszonej mocy cieplnej x a czasem nagrzewania (przykład → Rys. 46).
Jeśli temperatura powrotu jest wyższa od temperatury zadanej w podgrzewaczu, obowiązuje krzywa a (dla temperatury zadanej w podgrzewaczu 60°C) lub krzywa b (dla temperatury zadanej w podgrzewaczu 45°C).
Jeśli temperatura powrotu jest niższa od temperatury zadanej w podgrzewaczu, obowiązują odpowiednio krzywe c lub d.

Przykład

Dane:
- czas nagrzewania t_a = 1 h
- temperatura podgrzewacza ϑ_{SP} = 60°C
- temperatura powrotu ϑ_R < 60°C.

Korekta mocy wymiennika ciepła:

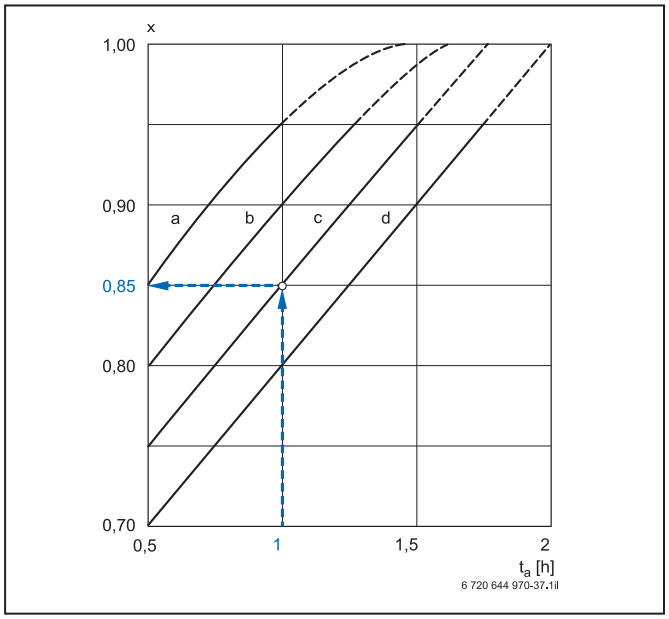
- obowiązuje krzywa c (→ Rys. 46): Współczynnik korekcyjny przenoszonej mocy cieplnej x = 0,85

$$\dot{Q}_{eff} = \frac{\dot{Q}_{teor.}}{x}$$

Wzór 26

$\dot{Q}_{eff}$ efektywna moc przyłączeniowa (moc wymiennika ciepła) w kW
$\dot{Q}_{teor.}$ teoretyczna moc przyłączeniowa (moc wymiennika ciepła) w kW
x współczynnik korekcyjny przenoszonej mocy cieplnej

W celu odczytania teoretycznej mocy przyłączeniowej $\dot{Q}_{teor.}$ z wykresu mocy trwałej podgrzewacza należy wybrać krzywą temperatury c.w.u. na wypływie, odpowiadającej temperaturze zadanej podgrzewacza.



Rys. 46 Współczynnik korekcyjny przenoszonej mocy cieplnej x; przykład wyróżniony na niebiesko (wzór → Rys. 121, strona 135)

Legenda do Rys. 46:
a Temperatura powrotu po stronie wody grzewczej wyższa od temperatury w podgrzewaczu wynoszącej np. 60°C przy mocy trwałej odnoszącej się do temperatur po stronie c.w.u. 10/60°C
b Identycznie jak w przypadku krzywej a, lecz w odniesieniu do temperatur 10/45°C
c Temperatura powrotu po stronie wody grzewczej niższa od temperatury w podgrzewaczu wynoszącej np. 60°C przy mocy trwałej odnoszącej się do temperatur po stronie c.w.u. 10/60°C
d Identycznie jak w przypadku krzywej c, lecz w odniesieniu do temperatur 10/45°C
t_a Czas nagrzewania
x Współczynnik korekcyjny przenoszonej mocy cieplnej

8.1.3 Objętościowy współczynnik korekcyjny y

W przypadku istnienia zapasu w podgrzewaczu z gładkorurowym wymiennikiem ciepła należy zawsze brać pod uwagę, że całkowite nagrzanie całej zawartości do żądanej temperatury jest niemożliwe. Dlatego w celu obliczenia użytecznej zawartości podgrzewacza należy uwzględnić objętościowy współczynnik korekcyjny y zgodnie z Tab. 69 (→ strona 147) (przykład → Tab. 28)

Przykład

Dane:
- obliczona zawartość podgrzewacza V_{Sp} = 160 l
- przyjęty rozmiar podgrzewacza Logalux SU160.

Korekta objętości podgrzewacza:

- objętościowy współczynnik korekcyjny y = 0,94 (→ Tab. 28)
- użyteczna pojemność podgrzewacza

$$V_{Sp} = 160\ l \cdot 0{,}94 = 150{,}40\ l$$

Należy wybrać następny w kolejności pod względem rozmiaru podgrzewacz Logalux SU200 o pojemności 200 litrów, z czego pojemność użyteczna w systemie wynosi jedynie 188 litrów.

Logalux	Ustawienie	Objętościowy współczynnik korekcyjny dla czasu poboru	
		15 - 20 min	poniżej 15 min
SU/S	stojące	0,94	0,89
LT/L	leżące	0,96	0,91
LT > 400	leżące	0,90	0,85

Tab. 28 Objętościowy współczynnik korekcyjny y; przykład wyróżniony na niebiesko (wzór → Tab. 69, strona 147)

8.2 Szczytowe zapotrzebowanie przy dłuższym czasie nagrzewania

Dobór systemu
W celu ustalenia wielkości podgrzewacza należy podjąć decyzję w kwestii wyboru wariantu, wybierając pomiędzy systemem podgrzewacza, systemem ładowania zasobników i stacją świeżej wody z podgrzewaczem buforowym. W przypadku wyboru stacji świeżej wody należy również skonfigurować podgrzewacz buforowy.

- **Wariant z systemem podgrzewacza**
  Tworzy się zapas dla całości zapotrzebowania. W przypadku tego wariantu wystarczy moc cieplna, której wybrane parametry odpowiadają dostępnemu czasowi nagrzewania i która jest z reguły stosunkowo niska. System podgrzewacza, czyli podgrzewacz z wbudowanym wymiennikiem ciepła, wymaga zawsze uwzględnienia „objętościowego współczynnika korekcyjnego y", (→strona 63). Całość zapotrzebowania na c.w.u. musi być objęta zapasem, gdyż podczas krótkotrwałego szczytowego poboru wody nie można obliczyć proporcjonalnej mocy trwałej.

- **Wariant z systemem ładowania zasobników**
  Tylko część całkowitego zapotrzebowania jest objęta zapasem, a reszta jest ogrzewana z mocą trwałą podczas poboru za pomocą wymiennika ciepła. Tego typu instalacje powinny być realizowane jako system ładowania zasobników, czyli z zewnętrznym wymiennikiem ciepła, gdyż w systemie ładowania możliwe jest dowolne przyporządkowanie zawartości zasobnika i mocy wymiennika ciepła. Decydujące znaczenie dla wyboru wymiennika ciepła do przygotowania c.w.u. ma dostępna moc kotła lub moc ciepła z sieci zdalaczynnej. Jeśli moc generatora ciepła nie jest dostępna zaraz po rozpoczęciu ładowania, należy uwzględnić ten fakt podczas konfiguracji.

- **Wariant ze stacją świeżej wody z podgrzewaczem buforowym**
  Tylko część zapotrzebowania pokrywa zapas w podgrzewaczu buforowym, reszta jest podgrzewana przez generator ciepła podczas poboru wody. Decydujące znaczenie dla objętości buforowej ma dostępna moc generatora ciepła.

8.2.1 Ustalanie zużycia

$$q_m = \dot{V} \cdot t \cdot c \cdot \Delta\vartheta$$

Wzór 27 Wzór na średnie specyficzne zużycie c.w.u. na pobór

C	ciepło właściwe w kWh/(860 • l • K)
$\Delta\vartheta$	różnica temperatur w K
q_m	średnie specyficzne zużycie na pobór w kWh
t	czas poboru w h
V	strumień objętości w l/h

Sumę wszystkich pojedynczych odbiorów należy ustalić poprzez

- pomiary w instalacji (w przypadku dostępności instalacji)
- ocenę za pomocą statystycznych wartości średnich zamieszczonych w tabelach lub na podstawie doświadczenia
- obliczenie średniego specyficznego zużycia na pobór

8.2.2 Obliczanie pojemności cieplnej podgrzewacza

$$Q_{Sp} = q_m \cdot n$$

Wzór 28 Wzór na pojemność cieplną podgrzewacza

n	liczba poborów
q_m	średnie specyficzne zużycie na pobór w kWh
Q_{SP}	pojemność cieplna podgrzewacza w kWh

Pojemność cieplną podgrzewacza oblicza się poprzez ekstrapolację średniego specyficznego zużycia na pobór na całościowe zużycie.
W przypadku 100-procentowego zapasu pojemność cieplna podgrzewacza jest równa całościowemu zużyciu.

8.2.3 Obliczanie objętości podgrzewacza

Wariant z systemem podgrzewacza

$$V_{Sp} = \frac{Q_{Sp}}{y \cdot \Delta\vartheta_{ww} \cdot c}$$

Wzór 29 Wzór na objętość podgrzewacza w systemie podgrzewacza

c	ciepło właściwe w kWh/(860 • l • K)
$\Delta\vartheta_{WW}$	różnica temperatur
Q_{Sp}	pojemność cieplna podgrzewacza w kWh
V_{Sp}	objętość podgrzewacza w l
Y	objętościowy współczynnik korekcyjny

W przypadku systemu podgrzewacza należy brać pod uwagę, że całkowite nagrzanie całej zawartości podgrzewacza do żądanej temperatury jest niemożliwe. Potrzebną objętość podgrzewacza należy obliczyć za pomocą „objętościowego współczynnika korekcyjnego y" (→ strona 63) dla danego stopnia wykorzystania objętości podgrzewacza. W przypadku 100-procentowego zapasu obliczona objętość podgrzewacza odpowiada szukanemu rozmiarowi podgrzewacza.

Wariant z systemem ładowania zasobników

$$V_{Sp} = \frac{Q_{Sp}}{\Delta\vartheta_{ww} \cdot c}$$

Wzór 30 Wzór na objętość podgrzewacza w systemie ładowania zasobników

c	ciepło właściwe wody w kWh/(860 • l • K)
$\Delta\vartheta_{WW}$	różnica temperatur
Q_{Sp}	pojemność cieplna podgrzewacza w kWh
V_{Sp}	objętość podgrzewacza w l

W przypadku 100-procentowego zapasu obliczona objętość podgrzewacza odpowiada szukanemu rozmiarowi podgrzewacza.
Wariant ze stacją świeżej wody z podgrzewaczem buforowym

$$V_{Sp} = \frac{Q_{Sp}}{\Delta\vartheta_{ww} \cdot c}$$

Wzór 31 Wzór na objętość podgrzewacza w przypadku stacji świeżej wody z podgrzewaczem buforowym

c	Ciepło właściwe wody w kWh/(860 • l • K)
$\Delta\vartheta_{WW}$	Różnica temperatur w stacji świeżej wody
Q_{Sp}	Pojemność cieplna podgrzewacza w kWh
V_{Sp}	Objętość podgrzewacza w l

W przypadku 100-procentowego zapasu obliczona objętość podgrzewacza odpowiada szukanemu rozmiarowi podgrzewacza.

8.2.4 Obliczanie efektywnej mocy przyłączeniowej

Wariant z systemem podgrzewacza

$$\dot{Q}_{eff} = \frac{\dot{Q}_{theor}}{x} = \frac{Q_{Sp}}{t_a \cdot x}$$

Wzór 32 Wzór na efektywną moc przyłączeniową dla systemu podgrzewacza (wzór podstawowy 78 po przekształceniu i podstawieniu do wzoru podstawowego 79 ;→ strona 159)

$\dot{Q}_{eff}$ Efektywna moc przyłączeniowa moc wymiennika ciepła) w kW
$\dot{Q}_{teor.}$ Teoretyczna moc przyłączeniowa moc wymiennika ciepła) w kW
$\dot{Q}_{Sp}$ Pojemność cieplna podgrzewacza w kWh
t_a Czas nagrzewania w h
x Współczynnik korekcyjny przenoszonej mocy cieplnej dla czasu nagrzewania przekraczającego dwie godziny wynosi x = 1

Przebieg nagrzewania systemu podgrzewacza różni się zasadniczo od przebiegu nagrzewania systemu ładowania zasobników, jednak nie ma to znaczenia przy dłuższym czasie nagrzewania (powyżej dwóch godzin). Tylko wtedy, gdy czas nagrzewania jest krótszy niż dwie godziny, należy podczas obliczania efektywnej mocy przyłączeniowej systemu podgrzewacza uwzględnić „współczynnik korekcyjny przenoszonej mocy cieplnej x" (→ strona 63).

Wariant z systemem ładowania zasobników

$$\dot{Q}_{eff} = \dot{Q}_{theor.} = \frac{Q_{Sp}}{t_a}$$

Wzór 33 Wzór na efektywną moc przyłączeniową dla systemu ładowania zasobników (przekształcony wzór podstawowy 78, → strona 159)

$\dot{Q}_{eff}$ Efektywna moc przyłączeniowa (moc wymiennika ciepła) w kW
$\dot{Q}_{teor.}$ Teoretyczna moc przyłączeniowa (moc wymiennika ciepła) w kW
$\dot{Q}_{Sp}$ Pojemność cieplna podgrzewacza w kWh
ta Czas nagrzewania w h

W przypadku systemu ładowania efektywna moc przyłączeniowa jest równa teoretycznej mocy przyłączeniowej.

Wariant ze stacją świeżej wody z podgrzewaczem buforowym

$$\dot{Q}_{eff} = \dot{Q}_{theor.} = \frac{Q_{Sp}}{t_a}$$

Wzór 34 Wzór na efektywną moc przyłączeniową dla stacji świeżej wody z podgrzewaczem buforowym (przekształcony wzór podstawowy 78, → strona 159)

$\dot{Q}_{eff}$ Efektywna moc źródła ciepła
$\dot{Q}_{teor.}$ Teoretyczna moc źródła ciepła
$\dot{Q}_{SP}$ Pojemność cieplna podgrzewacza w kWh
t_a Czas nagrzewania w h

W przypadku systemu stacji świeżej wody z podgrzewaczem buforowym efektywna moc źródła ciepła jest równa teoretycznej mocy źródła ciepła.

8.2.5 Wybór podgrzewacza lub wymiennika ciepła

Wariant z systemem podgrzewacza
Pojemnościowy podgrzewacz wody w wersji stojącej lub leżącej wybiera się zgodnie z objętością obliczoną powyżej i odpowiednią mocą trwałą po uwzględnieniu efektywnej mocy przyłączeniowej $\dot{Q}_{eff}$ i odpowiednich temperatur.
W przypadku wariantu z systemem podgrzewacza w odróżnieniu od wariantu z systemem ładowania zasobników nie można uwzględnić proporcjonalnej mocy trwałej podczas poboru, ponieważ generator ciepła jest włączany dopiero wtedy, gdy około połowa zgromadzonej ilości ciepła zostanie oddana. Do momentu włączenia kotła grzewczego upływa połowa czasu oddawania ciepła.
W najmniej korzystnym przypadku należy uczynić punktem wyjścia sytuację, gdy kocioł grzewczy w momencie włączenia jest wystudzony do temperatury pokojowej. Podczas fazy nagrzewania kotła nadal trwa oddawanie ciepła przez c.w.u. w zasobniku. Tzn. dopóki kocioł nie nagrzeje się na tyle, aby przekazywać ciepło wodzie użytkowej, większa część objętości zasobnika powyżej gładko-rurowego wymiennika ciepła jest zimna. W ciągu krótkiego czasu pozostającego do zakończenia oddawania ciepła kocioł grzewczy nie jest już w stanie nagrzewać wody użytkowej do temperatury zadanej.

Wariant z systemem ładowania zasobników
Rozróżnia się dwie możliwości:

- Zapas obejmujący całą objętość:
  Zasobnik w wersji stojącej lub leżącej wybiera się zgodnie z objętością obliczoną powyżej. Wymiennik ciepła wybiera się zgodnie z obliczoną powyżej mocą przyłączeniową przy uwzględnieniu odpowiednich temperatur.
- Zapas obejmujący część zapotrzebowania:
  W zależności od dostępnej efektywnej mocy przyłączeniowej można zredukować obliczoną powyżej objętość zasobnika. Różnica musi zostać zniwelowana przez wymiennik ciepła.

Efektywna moc przyłączeniowa $\dot{Q}_{eff}$ wymiennika ciepła musi odnosić się do **rzeczywistego czasu oddawania ciepła**.
Jeśli zaraz po rozpoczęciu poboru włączane są wymiennik ciepła i generator ciepła, obliczony rozmiar wymiennika ciepła jest najmniejszy.

Wariant ze stacją świeżej wody z podgrzewaczem buforowym
Rozróżnia się dwie możliwości:

- Zapas obejmujący całą objętość:
  Podgrzewacz buforowy wybiera się zgodnie z objętością obliczoną powyżej. Moc generatora ciepła wybiera się zgodnie z obliczoną powyżej efektywną mocą generatora ciepła.
- Zapas obejmujący część zapotrzebowania:
  W zależności od dostępnej efektywnej mocy generatora ciepła można zredukować obliczoną powyżej objętość podgrzewacza buforowego. Różnica musi zostać zniwelowana przez generator ciepła.

Efektywna moc przyłączeniowa $\dot{Q}_{eff}$ wymiennika ciepła musi odnosić się do **rzeczywistego czasu oddawania ciepła**.

8.2.6 Ustalanie parametrów doboru pompy

System podgrzewacza, system ładowania zasobników i stacja świeżej wody z podgrzewaczem buforowym (identycznie dla wszystkich wariantów)

$$\dot{V}_H = \frac{\dot{Q}_{eff}}{\Delta\vartheta_H \cdot c}$$

Wzór 35 Wzór na strumień objętości wody grzewczej

C Ciepło właściwe wody w kWh/(860 • l • K)
$\Delta\vartheta_H$ Różnica temperatur po stronie wody grzewczej w K
$\dot{Q}_{eff}$ Efektywna moc przyłączeniowa (moc wymiennika ciepła, moc generatora ciepła) w kW
V_H Strumień objętości wody grzewczej w l/h

Na podstawie wykresu mocy trwałej dla ustalonego pojemnościowego podgrzewacza wody (→ rozdział 11, strona 89 i nast.) należy ustalić różnicę temperatur po stronie wody grzewczej dla systemu podgrzewacza i obliczyć strumień objętości.
W przypadku systemu ładowania zasobników należy obliczyć strumień objętości po uwzględnieniu efektywnej mocy przyłączeniowej i temperatur po stronie środka grzewczego.
W przypadku stacji świeżej wody z podgrzewaczem buforowym różnica temperatur po stronie wody grzewczej powinna wynosić ok. 25 K. Dzięki temu możliwe jest osiągnięcie dostatecznej temperatury zasilania również przy niższych temperaturach w dolnej części podgrzewacza.

8.2.7 Ustalanie straty ciśnienia po stronie wody grzewczej (w celu doboru pompy)

Wariant z systemem podgrzewacza
Stratę ciśnienia gładko-rurowego wymiennika ciepła przy obliczonym powyżej strumieniu objętości V_H można odczytać na odpowiednim wykresie straty ciśnienia wybranego pojemnościowego podgrzewacza wody marki Buderus (→ rozdział 11, strona 89 i nast.). Podczas konfigurowania pompy należy uwzględnić pozostałe opory instalacji.

Wariant z systemem ładowania zasobników
Stratę ciśnienia wymiennika. ciepła przy obliczonym powyżej strumieniu objętości V_H można znaleźć w danych producenta wymiennika. Podczas konfigurowania pompy obiegu pierwotnego należy uwzględnić pozostałe opory instalacji.

Wariant ze stacją świeżej wody z podgrzewaczem buforowym
Strata ciśnienia podgrzewacza buforowego jest bardzo niewielka. Zasadniczo jej przyczyną są króćce. Podczas konfigurowania pompy należy uwzględnić pozostałe opory instalacji.

8.2.8 Ustalanie straty ciśnienia po stronie c.w.u. (konfiguracja pompy obiegu wtórnego w systemie ładowania zasobników)

Należy obliczyć tempo poboru c.w.u. wymiennika ciepła

$$\dot{V}_{WW} = \frac{\dot{Q}_{eff}}{\Delta\vartheta_{WW} \cdot c}$$

Wzór 36 Wzór na tempo poboru c.w.u. (po stronie obiegu wtórnego) w systemie ładowania zasobników

c Ciepło właściwe wody w kWh/(860 • l • K)
$\Delta\vartheta_{WW}$ Różnica temperatur w K
$\dot{Q}_{eff}$ Efektywna moc przyłączeniowa (moc wymiennika ciepła) w kW
V_{WW} Tempo poboru c.w.u. w l/h

Stratę ciśnienia wymiennika ciepła po stronie c.w.u. przy V_{WW} można znaleźć w danych producenta wymiennika. Podczas konfigurowania pompy obiegu wtórnego należy uwzględnić pozostałe opory instalacji. W systemach ładowania Logalux LAP i SLP wbudowane są pompy obiegu wtórnego. Osiągają one wartości strumienia objętości podane w Tab. 48, strona 115, i w Tab. 59, strona 127.

8.2.9 Ogrzewanie parą wodną lub ciepłem z sieci zdalaczynnej

System podgrzewacza i system ładowania zasobników (obydwa warianty identyczne)
W przypadku ogrzewania parą należy uwzględnić wartość mocy trwałej dla danego nadciśnienia pary.
W przypadku ogrzewania ciepłem z sieci zdalaczynnej należy uwzględnić odpowiednie temperatury dla trybu letniego i maksymalną dozwoloną stratę ciśnienia.

8.3 Przykład zakładu przemysłowego (schemat zasadniczy)

8.3.1 Zadanie

W przypadku obiektów komercyjnych i przemysłowych liczbę stanowisk do mycia się ustala się w zależności od rodzaju zakładu lub branży i liczby pracowników podczas najliczniejszej zmiany.

Dane
- instalacja natryskowa dla 90 osób
- zapas obejmujący całość zapotrzebowania lub zredukowane zapotrzebowanie
- możliwość długiego czasu nagrzewania (kilka godzin)
- tempo poboru: 8 l/min na każdym stanowisku poboru
- temperatura podgrzewacza: ϑ_{SP} = 60°C
- czas korzystania z natrysku: 6 minut, co daje 1,675 kWh średniego specyficznego zużycia na każdy pobór przy ϑ_{WW} = 40°C (→ Tab. 75, strona 152)
- temperatura na zasilaniu wodą grzewczą: ϑ_V = 80°C; podgrzewacz w wersji leżącej (ze względu na dostępne miejsce)
- 18 pryszniców dla 90 osób, czynności powodujące silne zabrudzenie (wartości orientacyjne → Tab. 79, strona 156)
- łączny czas korzystania z natrysków: ok. 30 minut

Do ustalenia:
- ❶ pojemność cieplna podgrzewacza Q_{Sp} w kWh
- ❷ objętość podgrzewacza V_{Sp} w l
- ❸ efektywna moc przyłączeniowa, moc generatora ciepła $\dot{Q}_{eff}$ w kW
- ❹ czas nagrzewania t_a w h
- ❺ strumień objętości wody grzewczej V_H w l/h
- ❻ strata ciśnienia ΔP_H w mbar
- ❼ temperatura powrotu ϑ_R w °C

W przypadku korzystania z narzędzia pomocniczego do doboru parametrów Logasoft DIWA należy wybrać kategorię zapotrzebowania „Zapotrzebowanie seryjne".

8.3.2 Opracowanie

Pojemność cieplna podgrzewacza
Najpierw ustala się zapotrzebowanie całkowite (przy zapasie 100 % równe pojemności cieplnej podgrzewacza) dla 90 poborów ze Wzór 28 (→ strona 64):

$$Q_{Sp} = 90 \cdot 1{,}675\ \text{kWh} = 151\ \text{kWh}\ ❶$$

Objętość podgrzewacza
Za pomocą pojemności cieplnej podgrzewacza ❶ należy obliczyć objętość podgrzewacza Vsp po przekształceniu wzoru podstawowego 81 (→ strona 159):

$$V_{Sp} = \frac{151\ \text{kWh}}{(60-10)\ \text{K} \cdot \frac{1\ \text{kWh}}{860\ \text{l} \cdot \text{K}} \cdot 0{,}9} = 2885\ \text{l} \approx 3000\ \text{l}\ ❷$$

W przypadku podgrzewacza buforowego objętość podgrzewacza zależy od różnicy pomiędzy temperaturą zasilania a temperaturą powrotu w stacji świeżej wody. Zazwyczaj można jednak i w tym przypadku przyjąć różnicę ok. 50 K (zasilanie 70°C, powrót ok. 20 do 25°C).

Warianty rozwiązania
W ramach prezentacji opracowania tego zadania na kolejnych stronach wyodrębniono następujące cztery warianty;

- **Wariant A**
  System podgrzewacza z pojemnościowym podgrzewaczem wody Logalux LTN3000 (→ strona 68)
- **Wariant B**
  System ładowania zasobników (dla zapasu 100%) z zewnętrznym wymiennikiem ciepła i zasobnikiem wody Logalux LF3000 (→ strona 69)
- **Wariant C**
  System ładowania zasobników (dla zapasu 50%) z zewnętrznym wymiennikiem ciepła i zasobnikiem wody Logalux LF1500 (→ strona 70)
- **Wariant D**
  Stacja świeżej wody z podgrzewaczem buforowym (dla zapasu 50%) Stacja świeżej wody Logalux i 2 podgrzewacze buforowe PR750/5 E (→ strona 71).

8.3.3 Opracowanie (wariant A)

W wariancie A dla obliczonej objętości podgrzewacza ❷ wybrany zostaje system z pojemnościowym podgrzewaczem wody Logalux LTN3000.

Efektywna moc przyłączeniowa
Znając ustaloną pojemność cieplną podgrzewacza ❶, należy po uwzględnieniu „współczynnika korekcyjnego przenoszonej mocy cieplnej x" (→ strona 63) obliczyć efektywną moc przyłączeniową ❸ ze wzoru 32 (→ strona 65). Aby móc pracować z wykresem mocy trwałej, należy wybrać czas nagrzewania t_a = 1 h ❹. Współczynnik korekcyjny przenoszonej mocy cieplnej x wynosi zatem 0,85 (→ Rys. 46, strona 63).

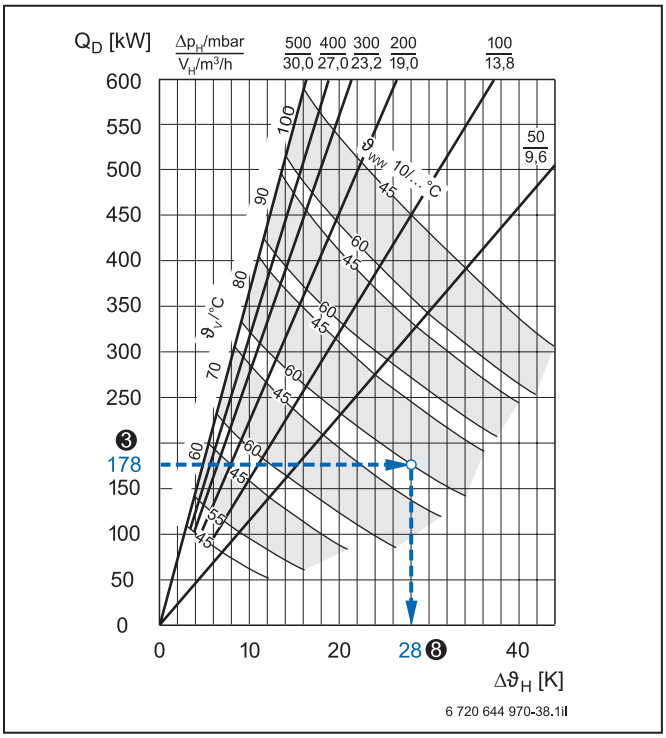
$$\dot{Q}_{eff} = \frac{Q_{Sp}}{t_a \cdot x}$$

Wzór 37

$$\dot{Q}_{eff} = \frac{151\ kWh}{1\ h \cdot 0{,}85} = 178\ kW$$

Parametry konfiguracji pompy
Na wykresie mocy trwałej dla pojemnościowych podgrzewaczy wody Logalux LTN2500 i LTN3000 należy na podstawie efektywnej mocy przyłączeniowej odczytać ❸ różnicę temperatur po stronie wody grzewczej $\Delta\vartheta_H$ = 28 K ❽ (przykład — Rys. 47).
Jeśli z wykresu nie da się odczytać strumienia objętości, należy go obliczyć ze wzoru 35 (→ strona 66).
Po podstawieniu różnicy temperatur po stronie wody grzewczej ❽ uzyskuje się następującą wartość strumienia objętości ❺:

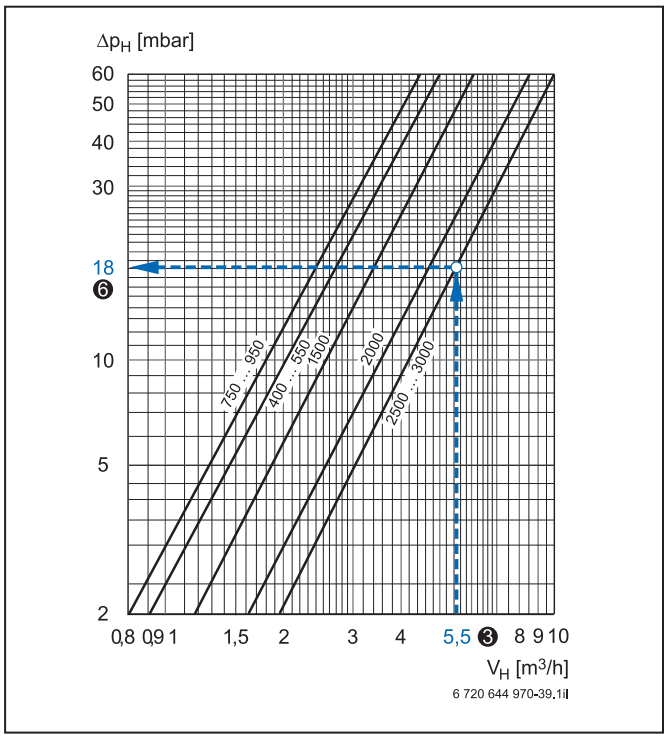
$$\dot{V}_H = \frac{178\ kW}{28\ K \cdot \frac{1\ kWh}{860\ l \cdot K}} = 5467\ l/h \quad ❺$$



Rys. 47 Moc trwała c.w.u. dla urządzeń Logalux LTN2500 i LTN3000; przykład wyróżniony na niebiesko (wzór → Rys. 83, strona 108)

Δ_{PH}	Strata ciśnienia po stronie wody grzewczej w mbar
$\Delta\vartheta_H$	Różnica temperatur po stronie wody grzewczej w K
Q_D	Moc trwała c.w.u. w kW i w l/h przy temperaturze c.w.u. na wypływie ϑ_{WW} = 45°C
ϑ_R	Temperatura powrotu wody grzewczej w °C (wynika ze wzoru $\vartheta_R = \vartheta_V - \Delta\vartheta_H$)
ϑ_V	Temperatura zasilania wody grzewczej w °C
ϑ_{WW}	Temperatura c.w.u. na wypływie w °C przy temperaturze zimnej wody na dopływie ϑ_{KW} = 10°C
V_H	Strumień przepływu wody grzewczej w m³/h

Znając dany strumień objętości ❺, należy odczytać stratę ciśnienia po stronie wody grzewczej ❻ z wykresu mocy trwałej pojemnościowego podgrzewacza wody Logalux LTN400 do LTN3000. Stratę ciśnienia po stronie wody grzewczej ΔPH dla strumienia objętości VH ≈ 5,5 m³/h ❺ można odczytać na krzywej dla wybranego pojemnościowego podgrzewacza wody Logalux LTN3000 jako 18 mbar ❻:



Rys. 48 Strata ciśnienia po stronie wody grzewczej dla urządzeń Logalux LTN400 do LTN3000; przykład wyróżniony na niebiesko (wzór → Rys. 77, strona 106)

Δp_H Strata ciśnienia po stronie wody grzewczej w mbar
V_H Strumień objętości wody grzewczej w m³/h

Wynik pośredni (wariant A)
- ❶ pojemność cieplna podgrzewacza Q_{Sp} = 151 kW
- ❷ objętość podgrzewacza VSp = 3000 l
- ❸ efektywna moc przyłączeniowa $\dot{Q}_{eff}$ = 178 kW
- ❹ czas nagrzewania t_a = .1 h
- ❺ strumień objętości $\dot{V}_H$ = 5467 l/h
- ❻ strata ciśnienia Δp_H = 18 mbar
- ❼ temperatura powrotu wynika ze wzoru $\vartheta_R = \vartheta_V - \Delta\vartheta_H$ = 52°C

8.3.4 Opracowanie (wariant B)

W wariancie B wybrany zostaje system ładowania zasobników z zewnętrznym wymiennikiem ciepła i pojemnościowym podgrzewaczem wody Logalux LF3000 (dla zapasu 100%). Ponieważ przy zewnętrznym wymienniku ciepła możliwy jest długi czas nagrzewania, w opisanym przykładzie można założyć trzygodzinny czas nagrzewania.

$$\dot{Q}_{eff} = \frac{Q_{Sp}}{t_a \cdot x}$$

Wzór 38

$$\dot{Q}_{eff} = \frac{151\ kWh}{3\ h \cdot 1} = 50{,}3\ kW\ ❸$$

Powoduje to redukcję mocy wymiennika ciepła i umożliwia stosowanie mniejszego i bardziej ekonomicznego wymiennika.

Efektywna moc nagrzewania
Efektywną moc transferu wymiennika ciepła można ustalić, korzystając ze wzoru 38 (→strona 51), mając daną pojemność cieplną podgrzewacza Q_{Sp} = 151 kWh (→ ustęp „Opracowanie", strona 67, ❶) po uwzględnieniu czasu nagrzewania t_a = 3 h ❹. W przypadku systemu ładowania z zewnętrznym wymiennikiem ciepła należy wstawić współczynnik korekcyjny przenoszonej mocy cieplnej x = 1.

Wynik pośredni (wariant B)
- ❶ pojemność cieplna podgrzewacza Q_{Sp} = 151 kW
- ❷ objętość podgrzewacza V_{Sp} = 3000 l
- ❸ efektywna moc przyłączeniowa $\dot{Q}_{eff}$ = 50,3 kW Logalux SLP1
- ❹ czas nagrzewania t_a = 3 h.

Wartości strumienia objętości V_H, straty ciśnienia Δp_H i temperatury powrotu ϑ_R zależą od typu wymiennika ciepła dla odpowiedniej różnicy temperatur po stronie c.w.u. wynoszącej 10/60°C (→ rozdział 11.5.6, strona 127).

8.3.5 Opracowanie (wariant C)

Ponieważ w przypadku wariantu C w odróżnieniu od wariantu B zapas obejmuje tylko 50% zapotrzebowania, przewidziano stosowanie zasobnika wody Logalux LF1500 o pojemności v_{Sp} = 1500 l ❷.

Pojemność cieplna podgrzewacza
Korzystając ze wzoru 74 (→ strona 159), ustala się pojemność cieplną podgrzewacza dla połowy jego objętości.

$$Q_{Sp} = V_{Sp} \cdot (\vartheta_{Sp} - \vartheta_{KW}) \cdot c$$

Wzór 39

$$Q_{Sp} = 1500\,l \cdot 50\,K \cdot \frac{1\ kWh}{860\ l \cdot K} = 87{,}2\ kWh$$

Wymiennik ciepła (→ strona 67, ❶) należy dobrać na podstawie różnicy zapotrzebowania całkowitego i pojemności cieplnej wymiennika ciepła:

$$Q_{Rest} = 151\ kWh - 87\ kWh = 64\ kWh$$

Efektywna moc przyłączeniowa
Całkowity czas korzystania z natrysków wynosi 30 minut (→ strona 67). Ponieważ dogrzewanie zaczyna się dopiero wtedy, gdy zostanie pobrane ok. 40 % objętości zasobnika, należy zapewnić większą moc wymiennika ciepła. Czas, po upływie którego zaczyna się dogrzewanie, zależy od położenia czujnika włączania. Należy ustalić opóźnienie czasowe:

$$t_z = \frac{V_{Sp}}{\dot{V}_{S(60 \cdot C)}} \cdot 0{,}4$$

Wzór 40

$$t_z = \frac{1500\ l}{86{,}4\ l \cdot min} \cdot 0{,}4 = 6{,}9\,min$$

$$t_{eff} = t_d - t_z$$

Wzór 41

$$t_{eff} = 30\ min - 6{,}9\,min = 23{,}1\ min = 0{,}385\ h$$

$$\dot{Q}_{WT} = \frac{Q_{Rest}}{t_{eff}}$$

Wzór 42

$$\dot{Q}_{WT} = \frac{64\ kWh}{0{,}385\ h} = 166\ kW$$ ❸

Ponieważ w systemie ładowania możliwy jest transfer ciepła ze stałą mocą, obowiązuje poniższe równanie:

$$\dot{Q}_{WT} = \dot{Q}_{eff} = \dot{Q}_{theor.}$$

Wzór 43

Znając efektywną moc wymiennika ciepła, należy ustalić rzeczywisty czas nagrzewania ❹ poprzez przekształcenie → wzoru 33, strona 65:

$$t_a = \frac{Q_{Sp}}{\dot{Q}_{WT}}$$

Wzór 44

$$t_a = \frac{151\ kWh}{166\ kW} = 0{,}91\ h = 54{,}5\ min$$ ❹

Wynik pośredni (wariant C)
- ❶ wariant C z obliczonej całkowitej pojemności cieplnej podgrzewacza Q_{Sp} = 151 kWh potrzebuje tylko zapotrzebowania resztkowego $\dot{Q}_{Rest}$ = 64 kWh do skonfigurowania wymiennika ciepła przy zapasie wynoszącym 50%
- ❷ objętość podgrzewacza v_{Sp} = 1500 l przy zapasie 50%
- ❸ efektywna moc przyłączeniowa $\dot{Q}_{eff}$ = 166 ϑ_{KW} (Logalux SLP4)
- ❹ czas nagrzewania t_a = 31 min

Wartości strumienia objętości V_H straty ciśnienia ΔP_H i temperatury powrotu ϑ_R zależą od typu wymiennika ciepła dla odpowiedniej różnicy temperatur po stronie c.w.u. wynoszącej 10/60°C (→ rozdział 11.5.6, strona 127).

8.3.6 Opracowanie (wariant D)

W tym przypadku – tak samo jak w wariancie C – objętość podgrzewacza buforowego ustala się w taki sposób, aby zapas obejmował 50% zapotrzebowania.
Do obliczenia pozostaje wymagana moc poboru stacji świeżej wody i moc wymiennika ciepła.

Stacja świeżej wody
Szczytowy strumień objętości Vs przy temperaturze poboru 40°C

$$\dot{V}_{S(40\,°C)} = \dot{V}_D \cdot n_D \cdot \varphi$$

Wzór 45

n	liczba natrysków
φ	jednoczesność
V_D	przepływ wody przez natrysk w l/min
V_S	szczytowy strumień przepływu w l/min

$$\dot{V}_{S(40\,°C)} = 8\ \text{l/min} \cdot 18 \cdot 1 = 144\ \text{l/min}$$

Szczytowy strumień objętości $\dot{V}_s$ przy temperaturze poboru 60°C

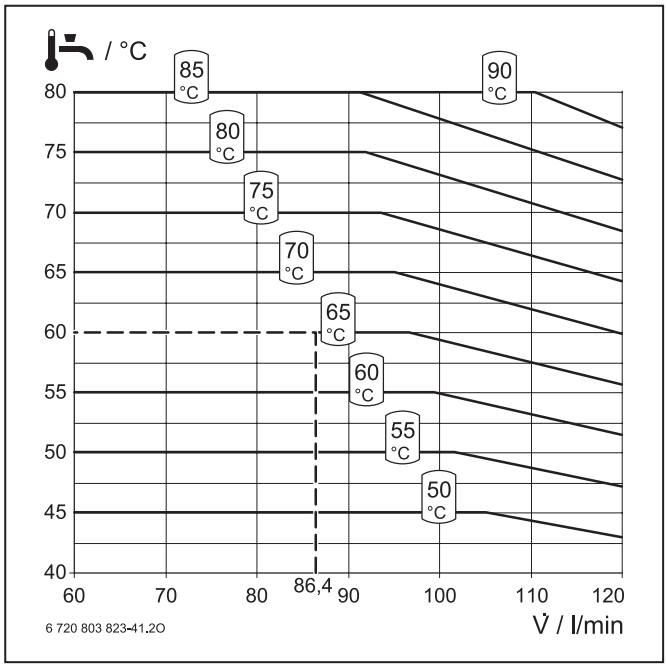
W przypadku stosowania centralnych przepływowych podgrzewaczy wody użytkowej i podłączonej objętości przewodu wynoszącej 3 litry, zgodnie z arkuszem roboczym DVGW W 551 przepisowa temperatura wody wynosi 60°C.

$$\dot{V}_{S(60°C)} = \dot{V}_{S(40°C)} \cdot \frac{T_Z - T_K}{T_W - T_K}$$

T_K	Temperatura zimnej wody
T_W	Temperatura c.w.u.
T_Z	Temperatura poboru
$\dot{V}_S$	Szczytowy strumień objętości l/min

$$\dot{V}_{S(60°C)} = 144\ \text{l/min} \cdot \frac{40 \cdot C - 10 \cdot C}{60 \cdot C - 10 \cdot C} = 86{,}4\ \text{l/min}$$

Dla strumienia objętości wynoszącego 86,4 l/min wybrana zostaje stacja świeżej wody Logalux FS120/3. Dla strumienia objętości wynoszącego 86,4 l/min i temperatury c.w.u. 60°C wymagana temperatura podgrzewacza buforowego wynosi 65°C (→ Rys. 49).



Rys. 49 Przebieg temperatur dla stacji FS120/3

	Temperatura c.w.u.
65 °C	Temperatura w części dyspozycyjnej podgrzewacza buforowego
$\dot{V}$	Szczytowy strumień przepływu w l/min

Pojemność cieplna podgrzewacza
Korzystając ze Wzór 74 (→ strona 159), ustala się pojemność cieplną podgrzewacza dla połowy jego objętości Q_{SP} .

$$Q_{Sp} = V_{Sp} \cdot (T_{VL\text{-}Friwa} - T_{RL\text{-}Friwa}) \cdot c$$

Wzór 46

$$Q_{Sp} = 1500\ \text{l} \cdot (65 - 23)\ \text{K} \cdot \frac{1\ \text{kWh}}{860\ \text{l} \cdot \text{K}} = 73{,}3\ \text{kWh}$$

Generator ciepła należy skonfigurować (→ strona 67) odpowiednio do różnicy całkowitego zapotrzebowania i pojemności cieplnej podgrzewacza:

$$Q_{Rest} = 151\ \text{kWh} - 73{,}3\ \text{kWh} = 77{,}7\ \text{kWh}$$

Efektywna moc generatora ciepła
Całkowity czas korzystania z natrysków wynosi 30 minut (→ rozdział 8.3.1). Ponieważ dogrzewanie zaczyna się dopiero wtedy, gdy zostanie pobrane ok. 40% objętości stacji świeżej wody, należy zapewnić większą moc generatora ciepła. Czas, po upływie którego zaczyna się dogrzewanie, zależy od położenia czujnika włączania. Należy ustalić opóźnienie czasowe. Dla uproszczenia przyjmuje się, że strumień objętości po stronie obiegu pierwotnego stacji świeżej wody odpowiada strumieniowi po stronie obiegu wtórnego.

$$\dot{V}_{S(60 \cdot C)} = 86{,}4 \text{ l/min}$$

$$t_z = \frac{V_{Sp}}{\dot{V}_{S(60\,^\circ C)}} \cdot 0{,}4$$

Wzór 47

$$t_z = \frac{1500 \text{ l}}{86{,}4 \text{ l/min}} \cdot 0{,}4 = 6{,}9 \text{ min}$$

$$t_{eff} = t_d - t_z$$

Wzór 48

$$t_{eff} = 30 \text{ min} - 6{,}9 \text{ min} = 23{,}1 \text{ min} = 0{,}385 \text{ h}$$

$$\dot{Q}_{WE} = \frac{Q_{Rest}}{t_{eff}}$$

Wzór 49

$$\dot{Q}_{WE} = \frac{77{,}7 \text{ kWh}}{0{,}385 \text{ h}} = 201{,}8 \text{ kW}$$

Ponieważ generator ciepła może nagrzewać podgrzewacz buforowy ze stałą mocą, obowiązuje poniższe równanie:

$$\dot{Q}_{theor.} = \dot{Q}_{WE} - \dot{Q}_{eff}$$

Znając efektywną moc generatora ciepła, należy ustalić rzeczywisty czas nagrzewania poprzez przekształcenie wzoru 34 (→ strona 65).

$$t_a = \frac{Q_{Sp}}{\dot{Q}_{WE}}$$

Wzór 50

$$t_a = \frac{151 \text{ kWh}}{201{,}8 \text{ kW}} = 0{,}75 \text{ h} = 45 \text{ min}$$

Wynik pośredni (wariant D)

- wariant D z obliczonej całkowitej pojemności cieplnej podgrzewacza Q_{sp} = 151 kWh potrzebuje tylko zapotrzebowania resztkowego $\dot{Q}_{Rest}$ = 77,7kWh do skonfigurowania wymiennika ciepła przy zapasie wynoszącym 50%
- objętość podgrzewacza vsp = 1500 l przy zapasie 50%
- efektywna moc generatora ciepła $\dot{Q}_{eff}$ = 201,8 kW
- czas nagrzewania t_a = 45 min

Wartości strumienia objętości v_H wynikają z mocy generatora ciepła i różnicy temperatur po stronie wody grzewczej wynoszącej ok. 25 K (→ strona 66).

W przypadku generatorów ciepła wykorzystujących dużą ilość wody, należy dodać objętość wody w kotle do obliczonej objętości dyspozycyjnej.

8.4 Przykład podgrzewacza ogrzewanego parą wodną

8.4.1 Zadanie

Na przykładzie zakładu przemysłowego o wysokim zapotrzebowaniu na ciepłą wodę w ciągu stosunkowo krótkiego czasu przedstawiono konfigurację podgrzewacza ogrzewanego parą z zapasem obejmującym całość zapotrzebowania.

Dane
- zapotrzebowanie na c.w.u. wynoszące około 2,1 m^3 w ciągu 20 min
- temperatura pobierania 60°C przy ϑ_{KW} = 10°C
- medium grzewcze: para o wartości nadciśnienia 2,0 bar
- wymagany czas nagrzewania t_a = 1 h
- zapas obejmujący całość zapotrzebowania.

Do ustalenia:
- ❶ typ i rozmiar podgrzewacza
- ❷ temperatura zadana podgrzewacza.

8.4.2 Opracowanie

Z uwagi na duży pobór wody w stosunkowo krótkim czasie należy zapewnić zapas całej ilości wody, która zostanie pobrana.
Wybrany zostaje pojemnościowy podgrzewacz wody Logalux LTD2000 ❶. Ponieważ nie jest możliwe całkowite nagrzanie do żądanej temperatury, należy uwzględnić „objętościowy współczynnik korekcyjny y" wg Tab. 28 (→ strona 63). Dla wybranego podgrzewacza obowiązuje wartość y = 0,9. Tym samym użyteczna objętość podgrzewacza ❸ zmniejsza się do V_{Sp} = 1800 l.
Aby móc mimo to korzystać z tego rozmiaru podgrzewacza, ustawia się wyższą temperaturę podgrzewacza.
Aby ustalić temperaturę zadaną podgrzewacza ❷, konieczne jest obliczenie potrzebnej ilości wody wg wzrostu podstawowego 74 (→ strona 159) do odbioru 2100 litrów:

$$Q_{Sp} = V_{Sp} \cdot (\vartheta_{Sp} - \vartheta_{KW}) \cdot c$$

Wzór 51

$$Q_{Sp} = 2100\,l \cdot (60 - 10)\,K \cdot \frac{1\ kWh}{860\ l \cdot K} = 122\ kWh \quad ❹$$

Temperaturę zapasu należy obliczyć na podstawie wzoru podstawowego 74 (→ strona 159), znając pojemność cieplną podgrzewacza ❹:

$$\Delta\vartheta = \vartheta_{Sp} - \vartheta_{KW} = \frac{Q}{V \cdot c}$$

Wzór 52

$$\vartheta_{Sp} = \frac{Q}{V \cdot c} + \vartheta_{KW}$$

Wzór 53

$$\vartheta_{Sp} = \frac{122\ kWh}{1800\,l \cdot \frac{1\ kWh}{860\ l \cdot K}} + 10\ °C = 68\ °C \quad ❷$$

Dla zapasu obejmującego całość zapotrzebowania na ciepłą wodę należy ustawić temperaturę zadaną podgrzewacza na 68°C ❷.

UWAGA – niebezpieczeństwo oparzenia!
► Zamontować termostatyczny zawór mieszający wody użytkowej!

Moc trwała c.w.u. (→ Tab. 29, ❺) wybranego pojemnościowego podgrzewacza wody Logalux LTD2000 przy temperaturze podgrzewacza wynoszącej 68°C wynosi nieco poniżej 419 kW, ale mimo to znacznie powyżej wymaganych 122 kW ❹. Dzięki temu można łatwo spełnić wymaganie, aby czas nagrzewania wynosił jedną godzinę.

Logalux	Temperatura c.w.u. w °C	Moc trwała c.w.u. w kW[1] i wymagane szerokości znamionowe odpływu kondensatu przy nadciśnieniu pary wynoszącym							
		0,1 bar	0,3 bar	0,5 bar	1,0 bar	2,0 bar	3,0 bar	4,0 bar	5,0 bar
LTD1500	45	122	157	186	244	349	419	488	558
	60	122	157	186	244	314	384	454	523
LTD2000	45	163	209	244	326	465	558	651	744
	60	163	209	244	326	419 ❺	512	605	698

Tab. 29 Wyciąg z tabeli „Parametry wydajności c.w.u. Logalux LTN400 do LTN3000 (wersja standardowa)" (całość tabeli → Tab. 40, strona 103)

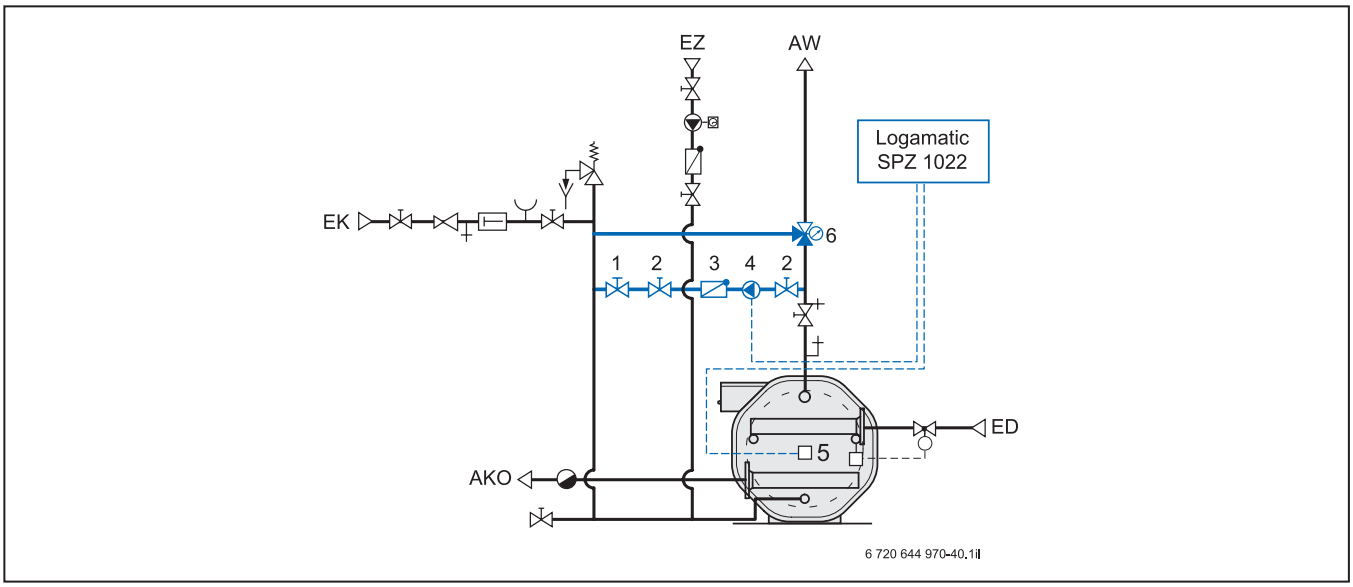
[1] Wszystkie podane wartości mocy występują tylko przy ograniczonej prędkości przepływu pary przez króćce przyłączeniowe gładko-rurowego wymiennika ciepła oraz przy swobodnym wypływie kondensatu bez tworzenia się zatorów

Wymagane szerokości znamionowe spustu kondensatu:
- DN 15
- DN 20
- DN 25

Wynik
- ❶ pojemnościowy podgrzewacz wody Logalux LTD2000 o pojemności 2000 litrów
- ❷ temperatura zadana podgrzewacza ϑ_{SP} = 68°C

Uwaga – niebezpieczeństwo oparzenia!
► Zamontować termostatyczny zawór mieszający wody użytkowej (→ Rys. 50)!

Pojemność podgrzewacza wynosząca 2000 litrów jest wystarczająca, gdyż temperatura zadana podgrzewacza jest wyższa od temperatury pobierania. Jeśli przekraczanie temperatury zadanej podgrzewacza 60°C nie jest dozwolone, należy wybrać jeden większy podgrzewacz lub kilka mniejszych, tak aby możliwe było zapewnienie efektywnego zapasu wynoszącego 2,1 m³.
W przypadku większego zapasu należy zwrócić uwagę, aby pomiędzy wypływem ciepłej wody i dopływem zimnej wody zamontowany był przewód obejścia dla zapewnienia całkowitego nagrzewania podgrzewacza.



Rys. 50 Przyłącze hydrauliczne pojemnościowego podgrzewacza wody Logalux LTD2000 z mieszaczem ciepłej wody (wyróżnionym na niebiesko) dla ochrony przed oparzeniami, oraz z regulatorem Logamatic SPZ 1022 i przewodem obejścia (wyróżnionym na niebiesko) dla zapewnienia całkowitego nagrzania przy większym zapasie; należy zapewnić swobodny odpływ kondensatu! (wzór → Rys. 92, strona 113)

AKO	Odpływ kondensatu
AW	Wypływ ciepłej wody
ED	Dopływ pary
EK	Dopływ zimnej wody
EZ	Dopływ cyrkulacji

[1]	Zawór regulacyjny
[2]	Urządzenie odcinające
[3]	Zawór klapowy przeciwzwrotny
[4]	Pompa obejścia
[5]	Czujnik temperatury regulatora obejścia
[6]	Termostatyczny zawór mieszający wody użytkowej

Pozostałe elementy instalacji → Rys. 92, strona 113

8.5 Zapotrzebowanie szczytowe przy krótkim czasie nagrzewania (do 2 godzin)

8.5.1 Przypadek zastosowania

Szczytowe zapotrzebowanie oznacza pobór dużych ilości ciepłej wody w bardzo krótkim okresie czasu. Jeśli w ciągu dnia przewidzianych jest więcej poborów szczytowych w pewnych odstępach czasu, występujące pomiędzy nimi czasy nagrzewania mogą być stosunkowo krótkie. Pomijając szczegóły, w tym przypadku obowiązują te same założenia, co w przypadku zapotrzebowania szczytowego z dłuższym czasem nagrzewania.
W celu ustalenia rozmiaru podgrzewacza, należy podjąć decyzję w kwestii wyboru systemu, wybierając pomiędzy wariantem z systemem podgrzewacza a wariantem z systemem ładowania zasobników.

8.5.2 Wybór systemu

Wariant z systemem podgrzewacza
W przypadku stosowania systemu podgrzewacza nie można uwzględnić proporcjonalnej mocy trwałej dla czasu pobierania, tzn. zapas musi obejmować całość zapotrzebowania (→ rozdział 8.2).
Wariant z systemem ładowania zasobników lub ze stacją świeżej wody z podgrzewaczem buforowym
W przypadku stosowania systemu ładowania zasobników lub stacji świeżej wody z podgrzewaczem buforowym, część wymaganego zapotrzebowania może być dostarczana za pośrednictwem zewnętrznego wymiennika ciepła lub generatora ciepła, jeśli dostępna jest odpowiednia moc przyłączeniowa (→ rozdział 8.2).
Obliczenia przebiegają w sposób opisany w rozdziale 8.3.

8.6 Przykład hotelu dla sportowców

8.6.1 Zadanie

Przykład ten ukazuje typowy przypadek konfiguracji podgrzewacza dla poboru szczytowego z krótkim czasem nagrzewania. Czas nagrzewania nie może być dłuższy niż standardowy czas trwania meczu piłkarskiego.
Zasady projektowania i budowy hal sportowych reguluje norma DIN 18032-1.

Dane
- instalacja natryskowa z 2 x 10 prysznicami
- przewidziana moc kotła grzewczego $\dot{Q}_{eff}$ = 45 kW
- zapas obejmujący całość zapotrzebowania
- temperatura podgrzewacza ϑ_{SP} = 60°C
- temperatura zasilania ϑ_{V} = 70°C
- podgrzewacz stojący ze względu na dostępne miejsce.

Należy wziąć pod uwagę co najmniej 28 osób:
- 2 drużyny piłkarskie
- 3 graczy rezerwowych
- 3 sędziów (główny i dwóch liniowych)

Do ustalenia:
- ❶ średnie specyficzne zużycie podczas jednego użycia natrysku qm w kWh
- ❷ pojemność cieplna podgrzewacza Q_{Sp} w kWh
- ❸ typ i rozmiar podgrzewacza
- ❹ teoretyczna moc przyłączeniowa $\dot{Q}_{teor}$ w kW
- ❺ czas nagrzewania t_a w. min
- ❻ strumień objętości $\dot{V}_H$ w l/h
- ❼ temperatura powrotu ϑR_w °C
- ❽ strata ciśnienia po stronie wody grzewczej Δp_H w mbar.

W przypadku korzystania z narzędzia pomocniczego do doboru parametrów Logasoft DIWA należy wybrać kategorię zapotrzebowania „Zapotrzebowanie seryjne".

8.6.2 Opracowanie

Specyficzne zapotrzebowanie na ilość ciepła
Dla celów zaopatrzenia hal sportowych zaleca się temperaturę c.w.u. wynoszącą 40°C przy tempie poboru 8 litrów na minutę. Wartości orientacyjne zapotrzebowania na ilość ciepła zamieszczono w → rozdziale 12, strona 147 i nast. Według Tab. 75, (→ strona 152) przy czasie korzystania z natrysku wynoszącym 6 minut zapotrzebowanie na ciepło wynosi 1675 Wh na osobę i skorzystanie z natrysku (przykład → Tab. 30, strona 76,❶).

Pojemność cieplna podgrzewacza
Znając średnie specyficzne zużycie ❶ , należy ustalić zapotrzebowanie całkowite dla 28 poborów (przy zapasie 100% równym pojemności cieplnej podgrzewacza) ze wzoru 28, strona 64:

$$Q_{Sp} = 28 \cdot 1{,}675 \text{ kWh}$$

$$Q_{Sp} = 46{,}9 \text{ kWh } ❷$$

Tempo poboru w l/min	Temperatura c.w.u. na wypływie w °C	Średnie zapotrzebowanie na ciepło w Wh na jeden pobyt pod natryskiem trwający				
		4 min	5 min	6 min	7 min	10 min
8	35	930	1165	1395	1630	2325
	40	1155	1395	1675 ❶	1955	2790
	45	1305	1630	1955	2280	3255
10	35	1165	1455	1745	2035	2910
	40	1395	1745	2095	2440	3490
	45	1630	2035	2440	2850	4070

Tab. 30 Wyciąg z tabeli „Zapotrzebowanie na ciepło różnych urządzeń odbiorczych c.w.u. w mieszkaniach" (całość tabeli → Tab. 73, strona 150)

Typ i rozmiar podgrzewacza

Typ podgrzewacza ❸ należy wybrać, korzystając z tabeli „Parametry wydajności c.w.u." (→ rozdział 11, strona 89 i nast.). Na podstawie obliczonej pojemności cieplnej podgrzewacza ❷ wybrany zostaje pojemnościowy podgrzewacz wody Logalux od SU400 do SU1000. Wymaganą pojemność podgrzewacza ❸ należy obliczyć, przekształcając wzór podstawowy 74 (→ strona 159). Nie jest możliwe całkowite nagrzanie całej objętości podgrzewacza do temperatury zadanej. Fakt ten należy skorygować za pomocą „objętościowego współczynnika korekcyjnego y" (→ strona 63).

Logalux	Ustawienie	Objętościowy współczynnik korekcyjny dla czasu poboru	
		15 - 20 min	poniżej 15 min
SU	stojące	0,94	0,89
LT/L	leżące	0,96	0,91
LT > 400	leżące	0,90	0,85

Tab. 31 Objętościowy współczynnik korekcyjny y; przykład wyróżniony tłustym drukiem (wzór → Tab. 69, strona 147)

Według Tab. 31 dla pojemnościowego podgrzewacza wody Logalux SU obowiązuje objętościowy współczynnik korekcyjny y = 0,89. Tym samym po przekształceniu wzoru podstawowego 74 uzyskujemy wynik (→ strona 159):

$$V_{Sp} = \frac{46{,}9\ \text{kWh}}{(60 - 10)\text{K} \cdot 0{,}89} \cdot 860 \cdot \frac{\text{l} \cdot \text{K}}{\text{kWh}}$$

$$V_{Sp} = 906\ \text{l}\ ❸$$

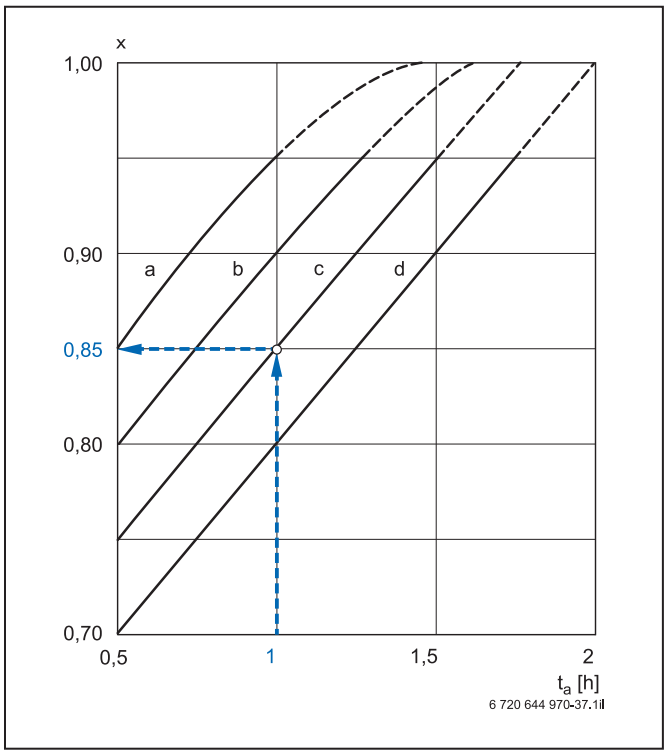
Zatem odpowiedni pojemnościowy podgrzewacz wody to Logalux SU1000 o pojemności 1000 litrów ❸.
Szacowany efektywny czas nagrzewania wynosi jedną godzinę. Z krzywej c wynika współczynnik korekcyjny przenoszonej mocy cieplnej x = 0,85 (→ Rys. 51).
Teoretyczną moc przesyłu można obliczyć po przekształceniu wzoru podstawowego 80 (→ strona 159):

$$Q_{theor.} = Q_{eff} \cdot x$$

Wzór 54

Moc transferu wymiennika ciepła

Moc transferu wymiennika ciepła pojemnościowego podgrzewacza wody spada wraz ze wzrostem temperatury podgrzewacza (→ rozdział 8.1). W celu umożliwienia wystarczającego transferu mocy, konieczne jest zwiększenie teoretycznej mocy przesyłu. Osiąga się to dzięki uwzględnieniu współczynnika korekcyjnego przenoszonej mocy cieplnej x:



Rys. 51 Współczynnik korekcyjny przenoszonej mocy cieplnej x; przykład wyróżniony na niebiesko (wzór → Rys. 148, strona 147)

a temperatura powrotu po stronie wody grzewczej wyższa od temperatury podgrzewacza wynoszącej np. 60°C przy mocy trwałej odnoszącej się do temperatur po stronie wody grzewczej 10/60°C
b identycznie jak w przypadku krzywej a, lecz w odniesieniu do temperatur 10/45°C
c temperatura powrotu po stronie wody grzewczej niższa od temperatury podgrzewacza wynoszącej np. 60°C przy mocy trwałej odnoszącej się do temperatur po stronie wody grzewczej 10/60°C
d identycznie jak w przypadku krzywej c, lecz w odniesieniu do temperatur 10/45°C
t_a czas nagrzewania
x współczynnik korekcyjny przenoszonej mocy cieplnej

Szacowany efektywny czas nagrzewania wynosi jedną godzinę. Z krzywej c wynika współczynnik korekcyjny przenoszonej mocy cieplnej x = 0,85 (→ rysunek 51). Teoretyczną moc transferu można obliczyć po przekształceniu wzoru podstawowego 80 (→ strona 159):

$$Q_{theor.} = Q_{eff} \cdot x$$

Wzór 55

$$Q_{theor.} = 45kW \cdot 0,85 = 38,25\ kW \quad ❹$$

Czas nagrzewania

Korzystając ze wzoru podstawowego 79 (→ strona 159), można ustalić czas nagrzewania t_a ❺ dla zmniejszonej teoretycznej mocy przyłączeniowej $\dot{Q}_{teor}$:

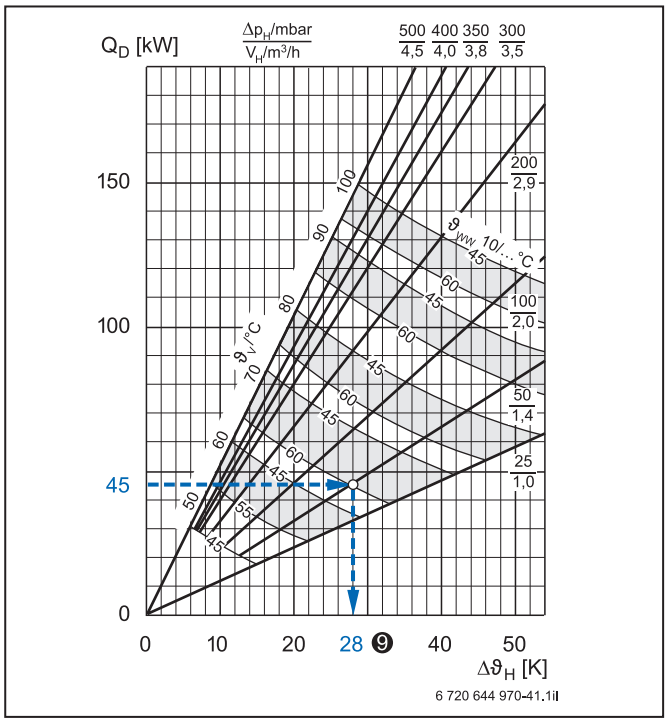
$$t_a = \frac{Q_{Sp}}{\dot{Q}_{teor.}} = \frac{46,9\ kWh}{38,25\ kW}$$

Wzór 56

$$t_a = \frac{Q_{Sp}}{\dot{Q}_{teor.}} = 1,23\ h = 74\ min \quad ❺$$

Parametry konfiguracji pompy

W celu obliczenia strumienia objętości ❻ należy odczytać z wykresu mocy trwałej pojemnościowego podgrzewacza wody Logalux SU1000 przy podanej mocy kotła grzewczego $\dot{Q}_{eff}$ = 45 kW, temperaturze zasilania ϑ_V = 70°C i temperaturze podgrzewacza ϑ_{SP} = 60°C różnicę temperatur po stronie wody grzewczej $\Delta\vartheta_H$ = 28 K ❾:



Rys. 52 Moc trwała c.w.u. dla urządzenia Logalux SU1000; przykład wyróżniony na niebiesko (wzór → Rys. 72, strona 98)

ΔP_H	Strata ciśnienia po stronie wody grzewczej w mbar
$\Delta\vartheta_H$	Różnica temperatur po stronie wody grzewczej w K
$\dot{Q}_D$	Moc trwała c.w.u. w kW i w l/h przy temperaturze c.w.u. na wypływie ϑ_{WW} = 45°C
ϑ_R	Temperatura powrotu wody grzewczej w °C (wynika ze wzoru $\vartheta_R = \vartheta_V - \Delta\vartheta_H$)
ϑ_V	Temperatura zasilania wody grzewczej w °C
ϑ_{WW}	Temperatura c.w.u. na wypływie w °C przy temperaturze zimnej wody na dopływie ϑ_{KW} = 10°C
$\dot{V}_H$	Strumień objętości wody grzewczej w m³/h

Jeśli z wykresu nie można odczytać strumienia objętości ❻ i straty ciśnienia po stronie wody grzewczej ❽, można dorysować dodatkową linię straty ciśnienia (przykład → Rys. 39, strona 51). Jeśli wartości można ustalić jedynie w przybliżeniu poprzez interpolację, zalecaną alternatywą jest obliczenie strumienia objętości ❻.
Znając różnicę temperatur po stronie wody grzewczej ❾ należy obliczyć strumień objętości ❻ ze Wzór 35, (→ strona 66):

$$\dot{V}_H = \frac{Q_{eff}}{\Delta\vartheta_H \cdot c}$$

Wzór 57

$$\dot{V}_H = \frac{45\ kW}{28\ K \cdot \frac{1}{860}\frac{kWh}{l \cdot K}}$$

$$\dot{V}_H = 1382\ l/h\ ❻$$

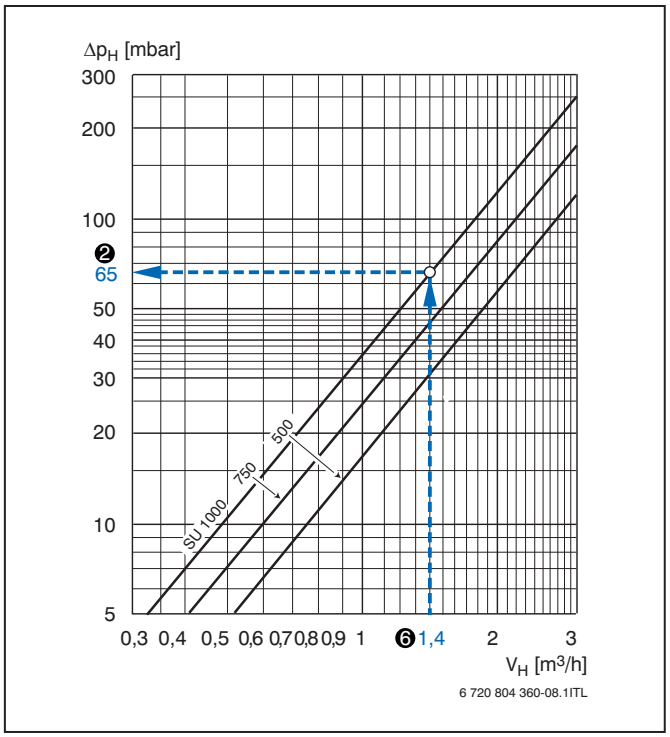
Wzór 58

Temperaturę powrotu ❼ należy obliczyć jako różnicę podanej temperatury zasilania i różnicy temperatur po stronie wody grzewczej ❾:

$$\vartheta_R = \vartheta_V - \Delta\vartheta_H = 42\ °C\ ❼$$

Wzór 59

Strata ciśnienia po stronie wody grzewczej
Znając obliczony strumień objętości ❻, należy odczytać stratę ciśnienia po stronie wody grzewczej ❽ dla pojemnościowego podgrzewacza wody Logalux SU1000 z wykresu mocy trwałej dla pojemnościowego podgrzewacza wody Logalux od SU500 do SU1000:



Rys. 53 Strata ciśnienia po stronie wody grzewczej dla urządzeń Logalux SU500 do SU1000; przykład wyróżniony na niebiesko (wzór → Rys. 68, strona 97)

Δp_H Strata ciśnienia po stronie wody grzewczej w mbar
$\dot{V}_H$ Strumień objętości wody grzewczej w m^3/h

Wynik
- ❶ specyficzne zużycie podczas jednego użycia natrysku qm = 1,675 kWh
- ❷ pojemność cieplna podgrzewacza Q_{Sp} = 46,9 kWh
- ❸ typ i rozmiar podgrzewacza Logalux SU1000 o pojemności 1000 litrów.
- ❹ teoretyczna moc przyłączeniowa $\dot{Q}_{teor.}$ = 38,25 kW
- ❺ czas nagrzewania ta = 74 min
- ❻ strumień objętości $\dot{V}_H$ = 1382 l/h
- ❼ temperatura powrotu ϑ_R = 42°C
- ❽ strata ciśnienia po stronie wody grzewczej Δp_H = 65 mbar

9 Konfiguracja podgrzewacza za pomocą wykresu cieplnego

9.1 Metoda krzywych całkowych

Wykres cieplny przedstawia graficznie zapotrzebowanie energetyczne podczas przygotowania ciepłej wody przede wszystkim dla kompleksowych profili zapotrzebowania. Tworzenie wykresu cieplnego określa się również jako metodę krzywych całkowych. Z uwagi na możliwe niedokładności konstrukcji wykresu cieplnego w przypadku stosowania metody krzywych całkowych zaleca się bezwzględnie korzystanie z narzędzia pomocniczego do doboru parametrów Logasoft DIWA (→ Tab. 6, strona 27).

9.1.1 Zapotrzebowanie energetyczne podczas przygotowania ciepłej wody

Moc nagrzewania i pojemność cieplna podgrzewacza
Przyjmuje się, że wanna napełnia się w ciągu 10 minut ciepłą wodą o temperaturze 40°C w ilości 150 litrów. Zgodnie ze wzorem podstawowym 75 (→ strona 159) woda w wannie po napełnieniu posiada następującą pojemność cieplną:

$$Q_{NB} = m_{NB} \cdot \Delta\vartheta_{WW} \cdot c$$

Wzór 60

$$Q_{NB} = 150\,l \cdot (40 - 10)\,K \cdot \frac{1\ kWh}{860\ l \cdot K}$$

$$Q_{NB} = 5{,}2\ kWh$$

Przykładowo jeśli moc cieplna dostępna w celu przygotowania ciepłej wody wynosi Q_H =14 kW, zgodnie ze wzorem podstawowym 73 (→ strona 159) ilość ciepła możliwa do przetransferowania w ciągu 10 minut wynosi:

$$Q_H = \dot{Q}_H \cdot t$$

Wzór 61

$$Q_H = 14\ kW \cdot 10\ min \cdot \frac{1\ h}{60\ min}$$

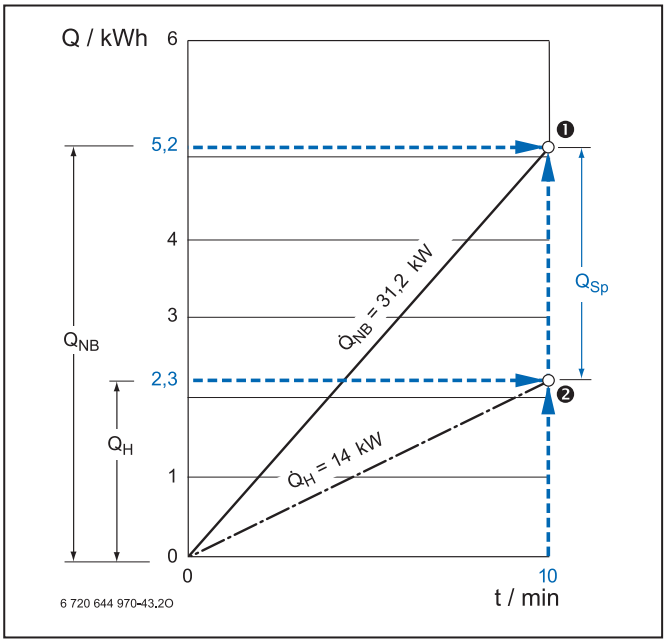
$$Q_H = 2{,}3\ kWh$$

Podgrzewacz o pojemności cieplnej $Q_{Sp} \geq 2{,}9$ kWh może pokryć deficyt zapotrzebowania na końcu pobierania.

Przedstawienie graficzne na wykresie cieplnym
Rys. 54 pokazuje zastosowanie wykresu cieplnego. Korzystając z pojemności cieplnej QNB wody, którą napełniono wannę, i 10-minutowy czas napełniania uzyskuje się punkt zapotrzebowania ❶ dla wanny. Wzrost linii zapotrzebowania od zera do punktu ❶ zgodnie z przekształconym wzorem podstawowym 73 (→ strona 159) odpowiada wymaganej mocy nagrzewania:

$$\dot{Q}_{NB} = \frac{5{,}2\ kWh}{10\ min} \cdot \frac{60\ min}{1\ h}$$

$$\dot{Q}_{NB} = 31{,}2\ kW$$



Rys. 54 Napełnienie wanny a moc trwała i pojemność cieplna podgrzewacza

Q	Ilość ciepła
Q_H	Teoretyczna moc cieplna generatora ciepła do przygotowania c.w.u.
$\dot{Q}_H$	Ilość ciepła (pojemność cieplna) dostarczona do przygotowania c.w.u.
Q_{NB}	Moc nagrzewania wymagana do napełnienia wanny
$\dot{Q}_{NB}$	Pojemność cieplna wody napełniającej wannę
Q_{Sp}	Teoretyczna wymagana pojemność cieplna podgrzewacza (deficyt zapotrzebowania)
t	Czas

Analogicznie wzrost linii nagrzewania od zera do punktu ❷ odpowiada mocy nagrzewania Q_H = 14 kW. Można od razu zauważyć, że przy większej mocy linia nagrzewania stałaby się bardziej stroma, a teoretyczna wymagana pojemność cieplna podgrzewacza Q_{Sp} (deficyt zapotrzebowania) stałaby się tym samym mniejsza.

Przy mocy cieplnej wynoszącej

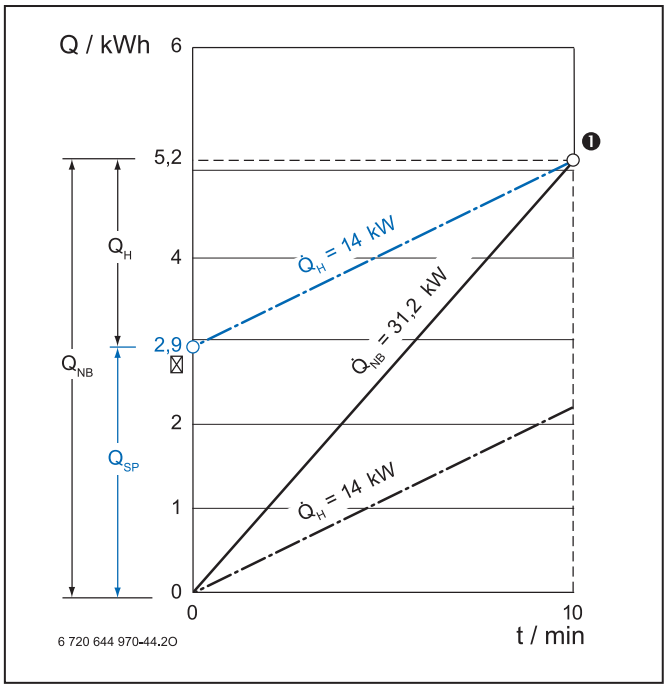
$$\dot{Q}_H = \dot{Q}_{NB} = 31{,}2\ kW$$

Wzór 62

podgrzewacz nie byłby potrzebny. Jednak z reguły generator ciepła nie jest w stanie w ciągu krótkiego czasu dostarczyć mocy szczytowej do nagrzania przepływu.

9.1.2 Teoretyczna pojemność cieplna podgrzewacza

Odczyt teoretycznej pojemności cieplnej podgrzewacza
Na wykresie cieplnym należy przesunąć linię nagrzewania Q_H = 14 kW do takiego równoległego położenia, aby pokrywała się z punktem zapotrzebowania ❶ (→ Rys. 55). W punkcie przecięcia ❸ z osią rzędnych można odczytać teoretyczną pojemność cieplną podgrzewacza Q_{sp} = 2,9 kWh. Na podstawie teoretycznej pojemności cieplnej podgrzewacza można ustalić odpowiednią pojemność podgrzewacza.
rysunek



Rys. 55 Ustalanie teoretycznej pojemności cieplnej podgrzewacza na podstawie podanej mocy cieplnej

Q	Ilość ciepła
$\dot{Q}_H$	Teoretyczna moc cieplna generatora ciepła do przygotowania c.w.u.
Q_H	Ilość ciepła (pojemność cieplna) dostarczona do przygotowania c.w.u.
$\dot{Q}_{NB}$	Moc nagrzewania wymagana do napełnienia wanny
Q_{NB}	Pojemność cieplna wody napełniającej wannę
Q_{Sp}	Teoretyczna wymagana pojemność cieplna podgrzewacza (deficyt zapotrzebowania)
t	Czas

Obliczanie pojemności podgrzewacza.
Przy mocy kotła grzewczego $\dot{Q}_H$ = 14 kW i czasie napełniania wanny wynoszącym 10 minut pojemność cieplna Q_H = 2,3 kWh została zastosowana jako moc trwała (→ Rys. 54, strona 79). Odpowiada to ilości ciepłej wody o temperaturze 40°C uzyskanej po przekształceniu wzoru podstawowego 75 (→ strona 159):

$$V_{WW} = \frac{Q_{WW}}{(\vartheta_{WW} - \vartheta_{KW}) \cdot c}$$

Wzór 63

$$V_{WW} = \frac{2{,}3\ \text{kWh}}{(40 - 10)\ \text{K} \cdot \frac{1\ \text{kWh}}{860\ \text{l} \cdot \text{K}}}$$

$$V_{WW} = 66\ \text{l}$$

Z różnicy względem napełnienia wanny 150 litrami ciepłej wody o temperaturze 40°C przy teoretycznej wymaganej temperaturze podgrzewacza Sp = 40°C wynika pojemność podgrzewacza:

$$V_{Sp} = 150\ \text{l} - 66\ \text{l} = 84\ \text{l}$$

9.1.3 Czynniki praktyczne

Wysokość temperatury podgrzewacza
Zakładana teoretyczna temperatura podgrzewacza wynosząca 40°C nie znajdzie zastosowania w praktyce, gdyż nie można wykluczyć strat ciepła na drodze do punktu poboru. Ponadto przy wyższej temperaturze podgrzewacza wystarczy mniejszy podgrzewacz.
Przy ϑ_{SP} = 55°C zgodnie z przekształconym wzorem podstawowym 74 (→ strona 159) wymagana objętość podgrzewacza wynosiłaby:

$$V_{Sp} = \frac{Q_{Sp}}{(\vartheta_{Sp} - \vartheta_{KW}) \cdot c}$$

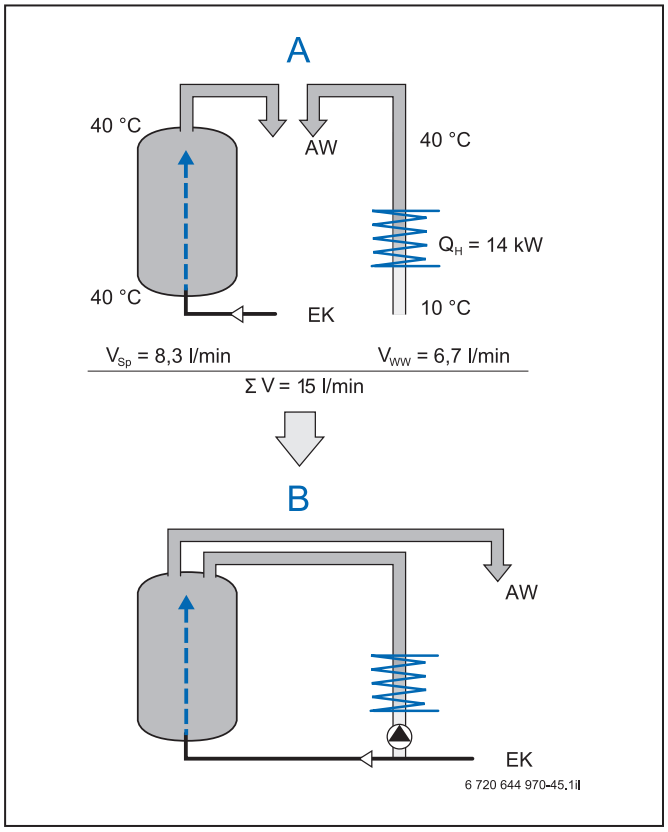
Wzór 64

$$V_{Sp} = \frac{2{,}9\ \text{kWh}}{(55 - 10)\ \text{K} \cdot \frac{1}{860} \frac{\text{kWh}}{\text{l} \cdot \text{K}}}$$

$$V_{Sp} = 55\ \text{l}$$

Objętościowy współczynnik korekcyjny y
Przyjęło się korygować rozmiar podgrzewacza za pomocą współczynnika y, uwzględniającego niecałkowite naładowanie (→ strona 63). W przypadku nowoczesnych podgrzewaczy właściwie można go pominąć, zwłaszcza, że stosowana w praktyce objętość podgrzewacza mierzona dla wartości obliczeniowej V_{Sp} musi być zawsze ustalona w odniesieniu do następnego w kolejności rozmiaru dostępnego w handlu.

Pełna moc nagrzewania w przypadku systemu ładowania i stacji świeżej wody z podgrzewaczem buforowym
Wykres cieplny (→ Rys. 55, strona 80) zakłada, że pobór 83 litrów wody z podgrzewacza i przepływowe nagrzanie 67 litrów mocą Q_H = 14 kW następują jednocześnie.



Rys. 56 Zasada działania systemu ładowania zasobników: pobór a pojemność podgrzewacza i moc trwała

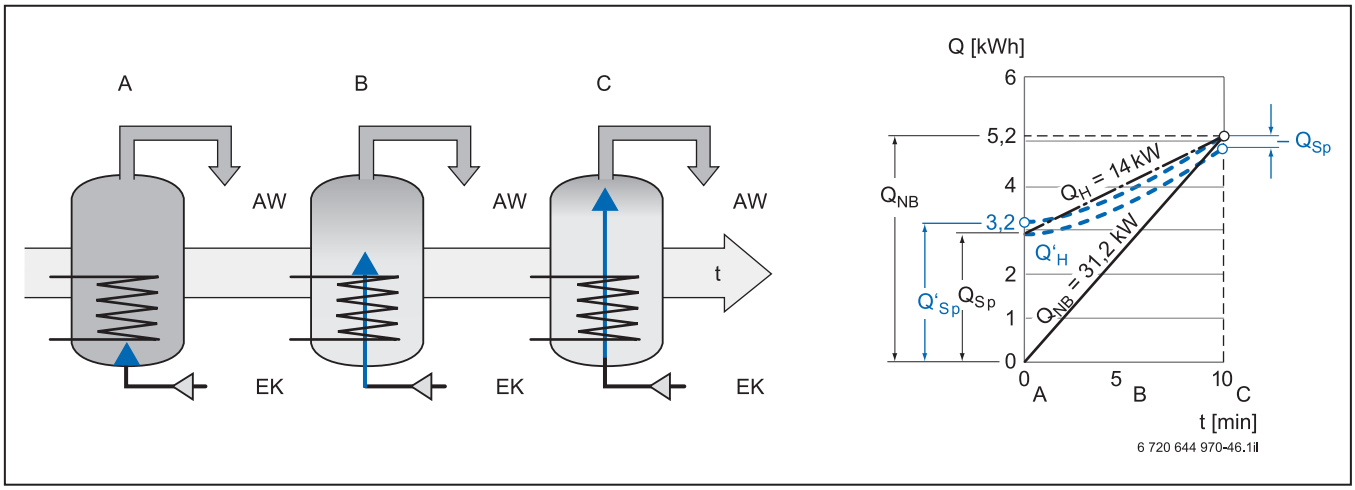
A	Zasada działania
B	System ładowania zasobników lub podgrzewacz buforowy stacji świeżej wody z nagrzewaniem za pomocą generatora ciepła
AW	Wypływ ciepłej wody lub zasilanie stacji świeżej wody
EK	Dopływ zimnej wody lub powrót stacji świeżej wody
$\Sigma\dot{V}$	Łączne tempo poboru przy napełnianiu wanny
Q_H	Teoretyczna moc cieplna generatora ciepła do przygotowania c.w.u.
$\dot{V}_{Sp}$	Tempo pobierania z podgrzewacza
$\dot{V}_{WW}$	Tempo pobierania c.w.u. (z zewnętrznego wymiennika ciepła)

Zmniejszona moc nagrzewania systemu podgrzewacza
Na początku pobierania z całkowicie napełnionego podgrzewacza wymiennik ciepła znajduje się w letniej wodzie i dlatego nie może przekazywać pełni mocy (→ Rys. 57, strona 82, poz. A). Podczas opróżniania (poz. B) wzrasta moc transferu.
Na końcu pobierania (poz. C) podtrzymywanie temperatury w podgrzewaczu opisuje następująca zależność:

$$\Delta\vartheta_{Sp} = \frac{\dot{Q}_H}{\dot{V}_{Sp} \cdot c}$$

Wzór 65

Po przeniesieniu tej sytuacji na wykres cieplny można zauważyć deficyt zapotrzebowania ($-Q_{Sp}$), który musi zostać zniwelowany przez odpowiednie zwiększenie Q_{SP} . W tym celu na wykresie cieplnym należy przesunąć linię nagrzewania Q'_H do takiego równoległego położenia, aby pokrywała się z punktem zapotrzebowania ❶ (→ Rys. 57, strona 82). W punkcie przecięcia ❹ z osią rzędnych można odczytać skorygowaną pojemność cieplną podgrzewacza Q'_{SP}.

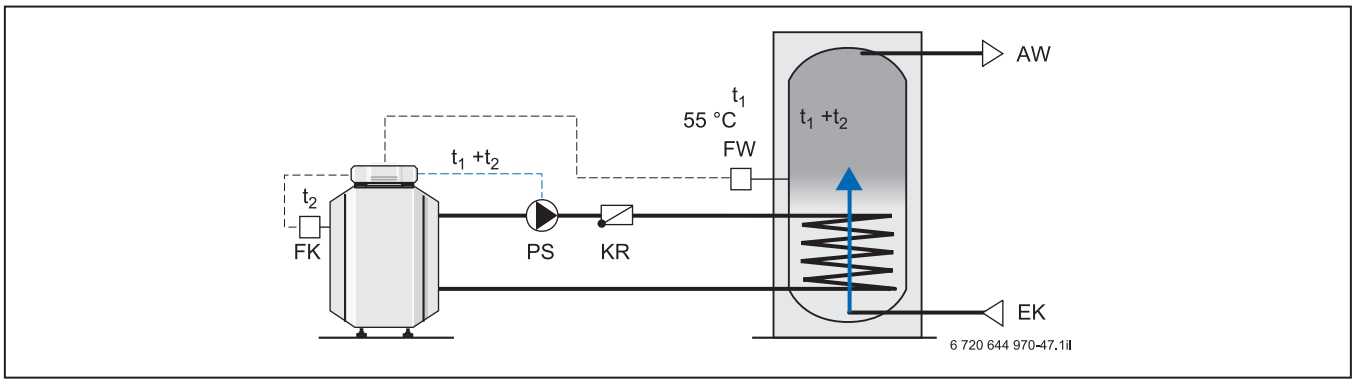


Rys. 57 Zasada działania systemu podgrzewacza: pobór i nagrzewanie z deficytem zapotrzebowania na wykresie cieplnym

AW Wypływ ciepłej wody
EK Dopływ zimnej wody
Q Ilość ciepła w kWh
$\dot{Q}_H$ Teoretyczna moc cieplna generatora ciepła do przygotowania c.w.u.
$\dot{Q}'_H$ Rzeczywista moc cieplna generatora ciepła do przygotowania c.w.u.
$\dot{Q}_{NB}$ Moc nagrzewania wymagana do napełnienia wanny
Q_{NB} Pojemność cieplna wody napełniającej wannę
Q_{Sp} Teoretyczna wymagana pojemność cieplna podgrzewacza (deficyt zapotrzebowania)
$- Q_{Sp}$ Dodatkowy deficyt zapotrzebowania
Q'_{SP} Minimalna pojemność cieplna podgrzewacza (deficyt zapotrzebowania)
t Czas

Opóźnienia włączania w przypadku systemu podgrzewacza

Sytuacja zaostrza się, jeśli żądanie mocy cieplnej pojawia się dopiero po opróżnieniu podgrzewacza w określonym stopniu, a generator ciepła dopiero ma być doprowadzony do temperatury ładowania. Opóźnienia przy włączaniu generatora ciepła noszą nazwę czasów opóźnienia (czasy martwe). Wynikają one z położenia czujnika temperatury i stanu roboczego systemu podgrzewacza. Należy przy tym rozróżniać pomiędzy czasem opóźnienia t_1 do momentu reakcji czujnika temperatury c.w.u. FW w podgrzewaczu a czasem opóźnienia t_2 trwającym do momentu osiągnięcia przez generator ciepła temperatury ładowania (→ Rys. 58). Czasy opóźnienia t_1 i t_2 w pewnych okolicznościach mogą być w sumie dłuższe niż czas zapotrzebowania.



Rys. 58 Czasy opóźnienia w przypadku systemu podgrzewacza

AW Wypływ ciepłej wody
EK Dopływ zimnej wody
FK Czujnik temperatury kotła
FW Czujnik temperatury c.w.u. (podgrzewacz)
KR Zawór klapowy przeciwzwrotny
PS Pompa ładująca podgrzewacz
t_1 Czas opóźnienia (podgrzewacz)
t_2 Czas opóźnienia (kocioł)

Elementy instalacji → Rys. 19, strona 21

9.1.4 Zapas całkowicie pokrywający zapotrzebowanie szczytowe

Konsekwencją sytuacji, w której występują wszystkie opisane czynniki praktyczne jest zapas pokrywający całkowicie szczytowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę.
W przypadku kąpieli w wannie na podstawie wzoru podstawowego 74 (→strona 159) przy temperaturze podgrzewacza 55°C uzyskuje się następującą wymaganą objętość podgrzewacza:

$$V_{Sp} = \frac{Q_{Sp}}{(\vartheta_{Sp} - \vartheta_{KW}) \cdot c}$$

Wzór 66

$$V_{Sp} = \frac{5{,}2\ \text{kWh}}{(55 - 10)\ \text{K} \cdot \frac{1\ \text{kWh}}{860\ \text{l} \cdot \text{K}}}$$

$$V_{Sp} = 100\ \text{l}$$

Wymóg minimalny stanowi przy tym dostępność całkowicie napełnionego podgrzewacza na początku zapotrzebowania szczytowego. W najmniej korzystnym przypadku podgrzewacz może być opróżniony do linii umiejscowienia czujnika temperatury. Czas opóźnienia t_1 jest wówczas bardzo krótki, ale do dyspozycji pozostaje jeszcze ok. 50% wydajności podgrzewacza (→ Rys. 59, strona 84). Jest to powodem, dla którego do pokrycia zapotrzebowania domu jednorodzinnego standardowo używa się podgrzewaczy o pojemności do 200 litrów.
Podgrzewacze mogłyby być mniejsze, zachowując przy tym ten sam komfort użytkowania, i mogłyby być zwymiarowane w bezpieczniejszy sposób, gdyby urządzenia nimi zarządzające, tzn. regulatory, uwzględniały wszystkie opisane czynniki praktyczne.
Ponieważ w przypadku krótkotrwałego zapotrzebowania szczytowego konieczny jest zapas obejmujący całość zapotrzebowania, właściwym obszarem zastosowania wykresu cieplnego są kompleksowe profile zapotrzebowania obejmujące dłuższy okres czasu. Należy również uwzględnić czas opóźnienia dla podgrzewacza t_1 (→ Rys. 59, strona 84). Czas opóźnienia kotła t_2 jest na ogół bez znaczenia ze względu na stałą gotowość temperaturową podczas trwania sezonu grzewczego.

9.2 Konstrukcja prostego wykresu cieplnego

Krótkotrwałe zapotrzebowanie szczytowe
Na podstawie przypadku zapotrzebowania, jakim jest kąpiel w wannie (→ „Przedstawienie graficzne na wykresie cieplnym", strona 79) oraz konieczności zapewnienia całkowitego zapasu można stworzyć wykres cieplny (→ Rys. 59, strona 84). Można z niego odczytać, że po ok. 28 minutach po rozpoczęciu pobierania ❺ całkowita pojemność cieplna podgrzewacza jest znowu dostępna. Co za tym idzie, identyczne zapotrzebowania mogą się powtarzać z dowolną częstotliwością w takich odstępach czasu. Jednak za każdym razem konieczna jest pełna moc kotła. Dlatego w przypadku większości praktycznych zastosowań, dla których przewidziana jest nie linia nagrzewania, a linia zapotrzebowania, powstaje wymóg zapewnienia bufora dla zapotrzebowania szczytowego Q_{SP} ❶.

Użyteczna pojemność cieplna podgrzewacza
W punkcie czasu A (→ Rys. 59) istnieje dodatnia pojemność cieplna podgrzewacza, jednak nie można stwierdzić, czy temperatura dla tej pojemności jest użyteczna. Napływająca od dołu zimna woda przejmuje większą część oddawanej mocy cieplnej i nagrzewa się „na zasadzie przepływu" według wzoru:

$$\Delta\vartheta_{WW} = \frac{\dot{Q}_H}{c \cdot V_{Sp}}$$

Wzór 67

Tempo poboru (przepływ) z podgrzewacza $\dot{V}_{Sp}$ wynika z wyrównania mieszanki:

$$\dot{V}_{Sp} = \frac{\dot{V}_{WW}}{\frac{\vartheta_{Sp} - \vartheta_{WW}}{\vartheta_{WW} - \vartheta_{KW}} + 1}$$

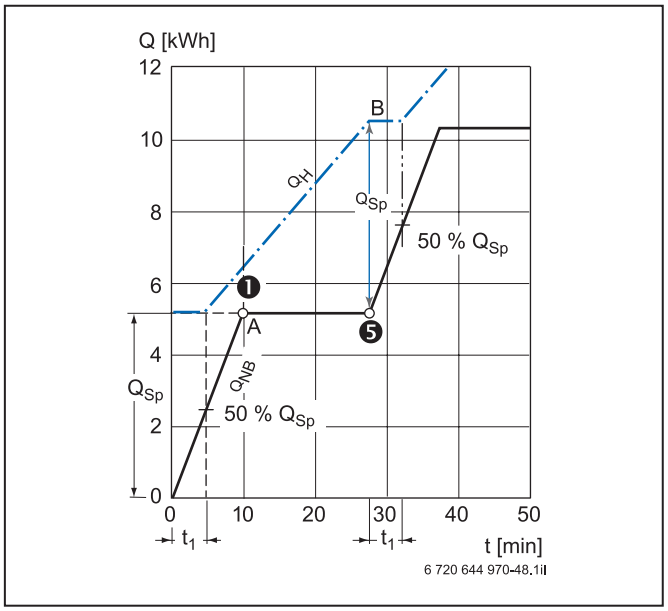
Wzór 68

Znając podane tempo poboru ciepłej wody do napełniania wanny $\dot{V}_{WW}$ = 15 l/min przy temperaturze c.w.u. ϑ_{WW} = 40°C i przyjętą temperaturę podgrzewacza ϑ_{SP} = 55°C (→ strona 80) otrzymujemy następujące wyliczenie:

$$\dot{V}_{Sp} = \frac{15\ \text{l/min}}{\frac{55\ °\text{C} - 40\ °\text{C}}{40\ °\text{C} - 10\ °\text{C}} + 1}$$

$$\dot{V}_{Sp} = 10\ \text{l/min}$$

Przy pojemności wynoszącej 100 litrów całkowite rozładowanie podgrzewacza nastąpi po 10 minutach. Wypływająca ciepła woda ma temperaturę 30°C, jeśli moc cieplna była dostępna natychmiast po rozpoczęciu poboru. Temperatura jest odpowiednio niższa, jeśli występuje czas opóźnienia t_1 (→ Rys. 59).



Rys. 59 Ustalanie teoretycznej pojemności cieplnej podgrzewacza na podstawie podanej mocy cieplnej

Q	Ilość ciepła
$\dot{Q}_H$	Teoretyczna moc cieplna generatora ciepła do przygotowania c.w.u.
Q_{NB}	Pojemność cieplna wody napełniającej wannę
Q_{Sp}	Teoretyczna wymagana pojemność cieplna podgrzewacza (deficyt zapotrzebowania)
t	Czas
t_1	Czas opóźnienia (podgrzewacz)

Minimalna pojemność cieplna podgrzewacza

Dodatnia pojemność cieplna wynosząca ok. 1,2 kWh w punkcie czasu A (Rys. 59) odpowiada wzrostowi temperatury o $\Delta\vartheta_{WW}$ = 10 K i tym samym temperaturze poboru ϑ_{WW} = 20°C. W opisywanym przypadku nie jest to wadą, gdyż po szczycie pobierania nie wystąpi zapotrzebowanie i podgrzewacz zostanie ponownie napełniony.
We wszystkich innych przypadkach wydajność podgrzewacza nie powinna nigdy spaść poniżej minimalnej pojemności cieplnej Q'_{sp} . W rozpatrywanym przypadku ze wzoru podstawowego 75 (→ strona 159) wynika następująca wartość (→ Rys. 59):

$$Q'_{Sp} = V_{Sp} \cdot (\vartheta_{Sp} - \vartheta_{Kw}) \cdot c$$

Wzór 69

$$Q'_{Sp} = 100\ l \cdot (40 - 10)\ K \cdot \frac{1\ kWh}{860\ l \cdot K}$$

$$Q'_{Sp} = 3{,}5\ kWh$$

9.3 Kompleksowy teoretyczny profil zapotrzebowania

Pojemność cieplna podgrzewacza
Pojemność cieplna podgrzewacza Q_{Sp} została dobrana odpowiednio do krótkotrwałego poboru szczytowego między punktami zapotrzebowania ❻ i ❼ z wykresu zapotrzebowania ciepła na rysunku 60 i wynosi:

Minimalna pojemność cieplna podgrzewacza
Dla wybranej temperatury w podgrzewaczu ϑ_{Sp} = 60°C i temperatury poboru c.w.u. ϑ_{WW} = 40°C pojemność cieplna nie powinna spaść poniżej Q'_{SP} = 12 kWh. Na tej podstawie ustalono punkty A i B (→ wykres 60).

Moc grzewcza
Wymaganą moc grzewczą podgrzewacza pojemnościowego c.w.u. można określić przy pomocy wzoru podstawowego 73 (→ strona 159) wykorzystując wartości pojemności cieplnej zapotrzebowania całkowitego (→ rysunek 60, punkt C) oraz przy pełnym rozładowaniu podgrzewacza (punkt A), a także przynależne do nich czasy:

$$\dot{Q}_H = \frac{Q_2 - Q_1}{t_2 - t_1}$$

Wzór 70

$$\dot{Q}_H = \frac{60\ \text{kWh} - 35\ \text{kWh}}{8\ \text{h} - 6\ \text{h}}$$

$$Q_H = 12{,}5\ \text{kW}$$

Wielkość podgrzewacza oraz rozpoczęcie podgrzewu

Wielkość podgrzewacza oblicza się na podstawie wzoru podstawowego 74 (→ strona 159):

$$V_{Sp} = \frac{Q_{Sp}}{(\vartheta_{Sp} - \vartheta_{KW}) \cdot c}$$

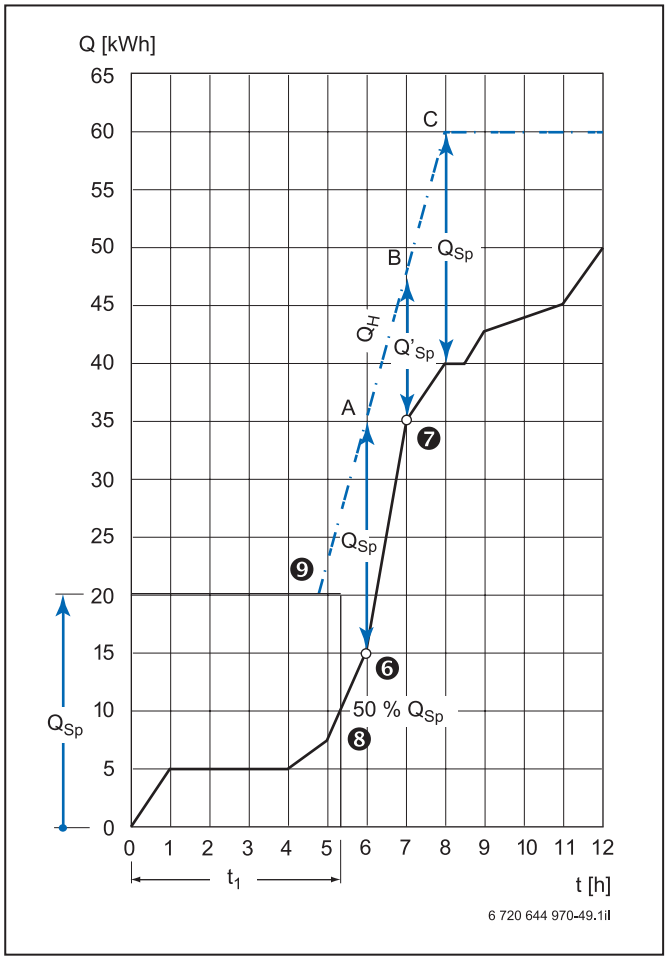
Wzór 71

$$V_{Sp} = \frac{20\ \text{kWh}}{(60 - 10)\,\text{K} \cdot \frac{1\ \text{kWh}}{860\ \text{l} \cdot \text{K}}}$$

$$V_{Sp} = 344\ \text{l}$$

Wybierana jest pojemność 400 litrów jako następna co do wielkości, dostępna w handlu pojemność podgrzewacza.

Z wykresu zapotrzebowania ciepła widocznego na Rys. 55 można wywnioskować, że przy wykorzystaniu mocy dogrzewu dopiero po 50-procentowymrozładowaniu podgrzewacza ❽ pojawia się deficyt. Zamiast możliwej korekty pojemności cieplnej podgrzewacza w górę (w przedłożonym przypadku odpowiada to przygotowaniu całego zapasu), lepszym rozwiązaniem jest skrócenie czasu opóźnienia, a tym samym udostępnienie w odpowiednim czasie mocy grzewczej ❾.



Rys. 60 Konstruowanie linii grzewczej na wykresie zapotrzebowania ciepła

Q	Ilość energii cieplnej
$\dot{Q}_H$	Teoretyczna moc cieplna generatora ciepła na potrzeby podgrzewania c.w.u.
Q_{Sp}	Teoretycznie wymagana pojemność cieplna podgrzewacza (deficyt zapotrzebowania)
Q'_{SP}	Minimalna pojemność cieplna podgrzewacza (deficyt zapotrzebowania)
t	Czas
t_1	Czas opóźnienia podgrzewacza

Ze względu na możliwe niedokładności podczas konstruowania wykresu zapotrzebowania ciepła, przy stosowaniu metody krzywych całkowych koniecznie zaleca się wykorzystanie programu obliczeniowego Logasoft DIWA (→Tab. 6, strona 27).

10 Dobór systemu do basenu pływackiego

10.1 Wytyczne 2089 VDI jako pomoc w obliczeniach

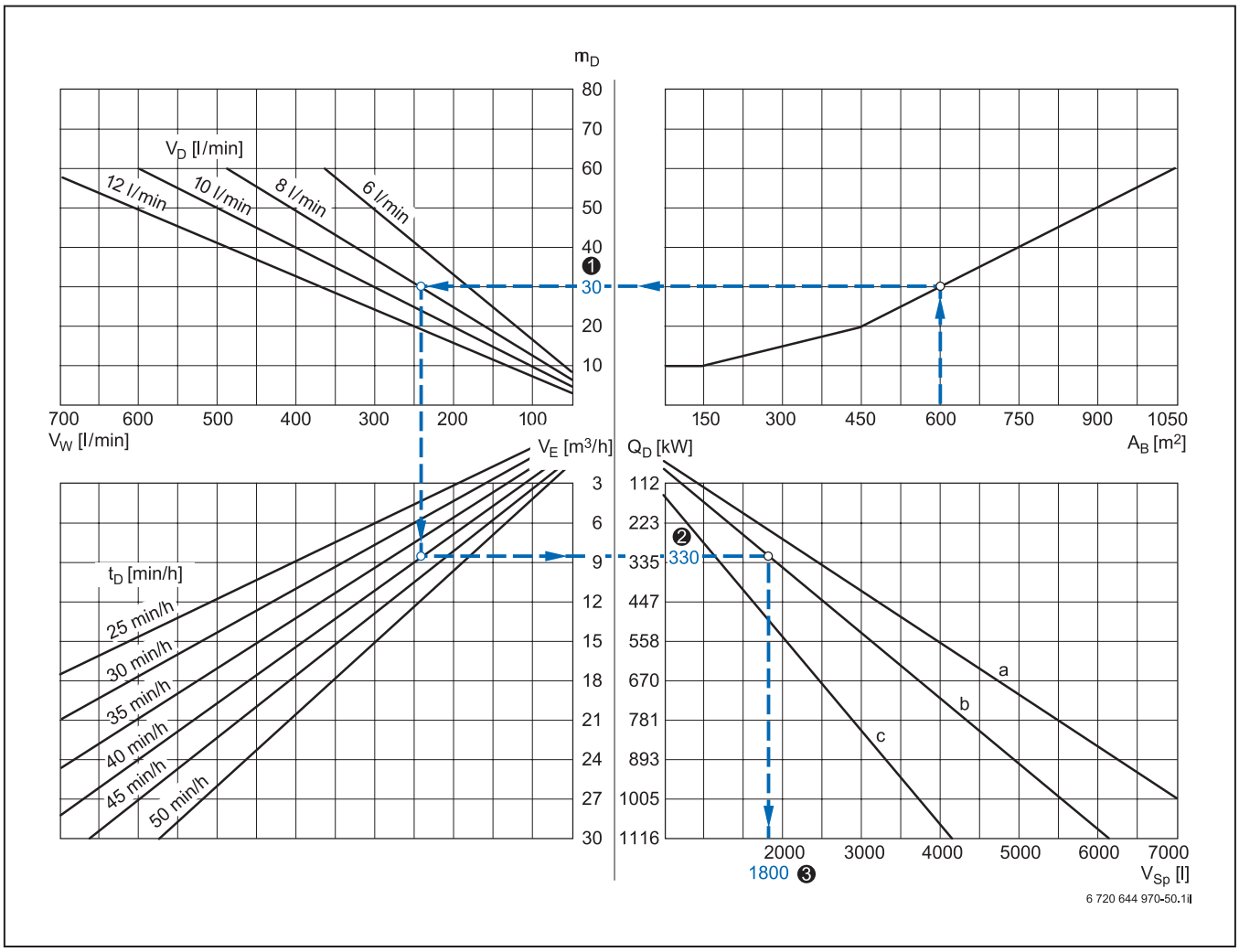
Wskaźniki

Z wartości tabelarycznych zawartych w wytycznych 2089 VDI (Niemieckiego Związku Inżynierów) można uzyskać dane dotyczące zużycia ciepłej wody oraz wartości porównawcze pomocne przy wymiarowaniu podgrzewaczy pojemnościowych wody użytkowej do basenów pływackich (→ rozdział 12.4, strona 155).

Aby właściwie dobrać podgrzewacz na podstawie nomogramu, poniższe dane wyjściowe muszą być znane bądź należy je oszacować:

- powierzchnia niecki basenu w m^2
- efektywna wydajność wody w każdym natrysku w l/min
- szacunkowy, łączny czas użytkowania natrysków w min/h (wg VDI 2089 równoczesność od 0,6 do 0,8 odpowiednio 36-48 min/h)
- udział w % przygotowanego zapasu wody w całkowitym zapotrzebowaniu ciepłej wody

Nomogram do doboru basenu pływackiego



Rys. 61 Nomogram do doboru podgrzewaczy dla basenu pływackiego (zgodnie z arkuszem 2089 VDI); przykład dla pływalni krytej wyróżniono na niebiesko (→ strona 87)

a Zapas 40% całkowitego zapotrzebowania
b Zapas 33% całkowitego zapotrzebowania
c Zapas 20% całkowitego zapotrzebowania
A_B Powierzchnia niecki basenu
n_D Wymagana liczba natrysków
Q_D Wydajność trwała c.w.u. przy temp. 10/42°C
t_D Czas użytkowania natrysków
$\dot{V}_E$ Całkowity pobór c.w.u. przy temp. 42°C
V_{Sp} Zapas c.w.u. przy temp. 60°C
$\dot{V}_W$ Całkowita wydajność wody
$\dot{V}_D$ Efektywna wydajność wody na jeden natrysk

10.2 Przykład pływalni krytej (schemat zasadniczy)

10.2.1 Zadanie

Na przykładzie pływalni krytej zostanie przedstawiony sposób doboru instalacji do podgrzewania wody użytkowej. Przy względnie dużej pojemności podgrzewacza istnieje możliwość zastosowania kilku mniejszych podgrzewaczy współpracujących ze sobą.

Dane:
- pływalnia kryta z niecką o powierzchni 600 m²
- wydajność wody na każdy natrysk 8 l/min, z samoczynnym odcięciem czasowym
- czas korzystania z natrysków 40 min/h
- udział zapasu c.w.u. w całkowitym zapotrzebowaniu wynosi 33% (przyjmuje się podgrzewacz leżący)
- temperatura na zasilaniu ϑ_V = 85°C
- temperatura c.w.u. ϑ_{WW} = 60°C.

Do ustalenia:
- ❶ wymagana liczba natrysków
- ❷ moc trwała c.w.u. Q_D w kW do podgrzewu 10/42
- ❸ pojemność podgrzewacza V_{SP} w l
- ❹ typ i wielkość podgrzewacza
- ❺ różnica temperatur po stronie wody grzewczej $\Delta\vartheta_H$ w K
- ❻ strumień objętości V_H w m³/h
- ❼ strata ciśnienia po stronie wody grzewczej Δp_H w mbar.

Przy zastosowaniu programu doboru Logasoft DIWA jako kategorię zapotrzebowania należy wybrać „Kompleksowe dane zapotrzebowania".

10.2.2 Opracowanie

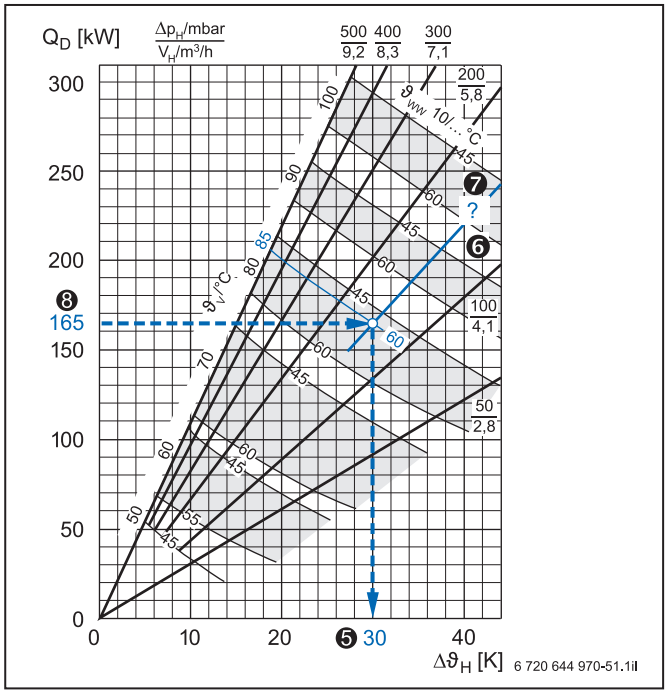
Odczyt wartości z nomogramu
Przyjmując za punkt wyjścia powierzchnię niecki basenu i wiodąc po nomogramie (→ rysunek 61, strona 86), odczytać kolejno:
- ❶ liczbę natrysków 30 sztuk
- ❷ moc trwałą c.w.u. $\dot{Q}_D$ = 330 kW
- ❸ pojemność podgrzewacza V_{Sp} 1800 l.

Wielkości do doboru pompy
Stosownie do określonej pojemności podgrzewacza ❸ wybrano podgrzewacz pojemnościowy Logalux L2TH1900 ❹. Jest to podgrzewacz podwójny składający się z dwóch podgrzewaczy wody Logalux LTH950. Dla wymaganej temperatury na zasilaniu 85°C na wykresie mocy trwałej podgrzewacza pojemnościowego Logalux LTH950 należy zatem nanieść linię pomocniczą dla temperatury wypływu c.w.u. 60°C. Linia ta stanowi linię wypośrodkowaną między krzywą ϑ_{WW} = 10/60°C w polu ϑ_V = 80°C a krzywą ϑ_{WW} = 10/60°C w polu ϑ_V = 90°C (przykład → Rys. 62). Możliwe jest odczytanie różnicy temperatur po stronie wody grzewczej ❺ przy mocy trwałej c.w.u. Q_D = 165 kW ❽ (na każdy podgrzewacz). Na podstawie wykresu mocy trwałej nie da się precyzyjnie określić strumienia objętości ❻ oraz straty ciśnienia po stronie wody grzewczej ❼.

Wg wzoru podstawowego 76 (→ strona 159) strumień objętości ❻ wynosi:

$$\dot{V}_H = \frac{165\ \text{kW}}{30\ \text{K} \cdot \frac{1\ \text{kWh}}{860\ \text{l} \cdot \text{K}}}$$

$$\dot{V}_H = 4730\ \text{l/h}\quad ❻$$

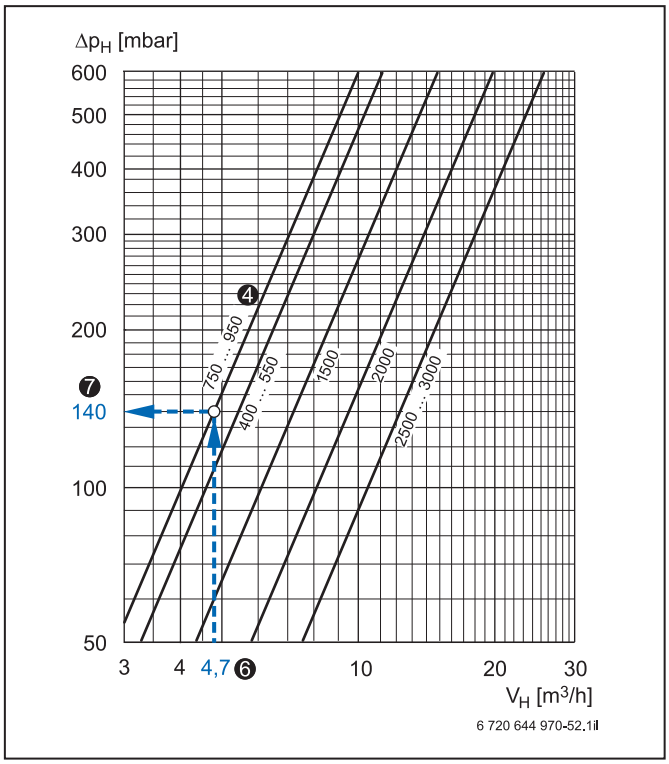


Rys. 62 Moc trwała c.w.u. Logalux LTH750oraz LTH950; przykład wyróżniony na niebiesko (wzór → Rys. 85, strona 108)

Δp_H Strata ciśnienia po stronie wody grzewczej w mbar
$\Delta\vartheta_H$ Różnica temperatur po stronie wody grzewczej w K
$\dot{Q}_D$ Moc trwała ciepłej wody w kW oraz w l/h przy temp. na wypływie c.w.u. ϑ_{WW} = 45°C
ϑ_R Temperatura na powrocie wody grzewczej w °C (wynika ze wzoru $\vartheta_R = \vartheta_V - \Delta\vartheta_H$)
ϑ_V Temperatura na zasilaniu wodą grzewczą w °C
ϑ_{WW} Temperatura na wypływie ciepłej wody w °C przy temperaturze dopływu zimnej wody ϑ_{KW} = 10°C
$\dot{V}_H$ Strumień objętości wody grzewczej w m³/h

Strata ciśnienia po stronie wody grzewczej

Mając obliczony strumień objętości wody grzewczej ❻, z wykresu strat ciśnienia podgrzewaczy Logalux LTH400 do LTH3000 można odczytać stratę ciśnienia po stronie wody grzewczej ❼ dla podgrzewacza pojemnościowego Logalux LTH950 (przykład → strona 62).



Rys. 63 Strata ciśnienia po stronie wody grzewczej Logalux LTH400 do LTH3000; przykład wyróżniono na niebiesko

ΔP_H Strata ciśnienia po stronie wody grzewczej w mbar
$\dot{V}_H$ Strumień objętości wody grzewczej w m^3/h

Wynik:
- ❶ liczba natrysków 30 sztuk
- ❷ moc trwała ciepłej wody Q_{eff} = 330 kW
- ❸ pojemność podgrzewacza V_{Sp} = 2000 l
- ❹ typ i wielkość podgrzewacza Logalux L2TH1900
- ❺ różnica temperatur po stronie wody grzewczej $\Delta\vartheta_H$ = 30 K
- ❻ łączny strumień objętości wody grzewczej przepływający przez podgrzewacz podwójny $\dot{V}_H$ = 9,4 m^3/h
- ❼ strata ciśnienia po stronie wody grzewczej ΔP_H = 140 mbar (przy podłączeniu podgrzewaczy w układzie Tichelmanna, a więc równolegle).

Alternatywnie do podgrzewacza podwójnego
Logalux L2TH1900 można zastosować podgrzewacz c.w.u. Logalux LTH2000. Wymagane dane należy określić analogicznie do powyższego schematu.

11 Wybór podgrzewaczy i zasobników c.w.u.

11.1 Podgrzewanie ciepłej wody z marką Buderus

11.1.1 Podgrzewacze/zasobniki do każdego celu zastosowania

Podgrzewacze pojemnościowe/zasobniki c.w.u. marki Buderus można stosować i łączyć ze sobą w różnych wariantach systemów podgrzewaczy lub systemów ładowania zasobników. Posiadają bardzo efektywną izolację cieplną. Zbiorniki o pojemności do 400 litrów (zbiorniki leżące o pojemności do 300 litrów) posiadają wykonaną fabrycznie izolację z pianki twardej. W zbiornikach o pojemności powyżej 500 litrów (w wersji stojącej) lub 400 litrów (w wersji leżącej) izolacja cieplna jest wykonana z pianki miękkiej, włókien poliesterowych lub segmentów z pianki twardej. Wnętrze zbiorników marki Buderus jest wyłożone termoglazurą DUOCLEAN plus, zapewniającą zachowanie wysokich standardów higienicznych powierzchni mających styczność z wodą użytkową. Zabezpieczenie przed korozją zapewnia system ochrony katodowej z termoglazurą DUOCLEAN plus oraz anodą magnezową lub bezobsługową anodą inercyjną. Wszystkie podgrzewacze pojemnościowe marki Buderus z wbudowanym wymiennikiem ciepła są certyfikowane zgodnie z europejską dyrektywą ciśnieniową 97/23/WE. Dostępne są również podgrzewacze pojemnościowe przystosowane do specjalnych rodzajów podgrzewania (np. ciepłem zdalaczynnym lub parą), a także do wody o określonych właściwościach (np. wersja do wody morskiej).

Podgrzewacze/zasobniki stojące
Stojące podgrzewacze pojemnościowe Logalux SU i zasobniki c.w.u. Logalux SF można ustawiać w różnych konfiguracjach obok kotła grzewczego. Dostępne są również odpowiednie przewody łączące kocioł grzewczy z podgrzewaczem, a także pompa ładująca podgrzewacza oraz zawór zwrotny.
Zestawienie kotła grzewczego i stojącego obok podgrzewacza jest klasycznym, szczególnie interesującym wariantem, jeżeli w kotłowni jest dostatecznie dużo miejsca. Przez zestawienie kilku stojących podgrzewaczy, z których każdy ma pojemność do 1000 litrów, można zestawić każdą żądaną pojemność podgrzewacza pojemnościowego. W zależności od systemu (system podgrzewaczy lub system ładowania zasobników) oraz układu połączenia (równoległy lub szeregowy), należy zwrócić uwagę na specjalne wymagania co do orurowania po stronie wody grzewczej oraz po stronie ciepłej wody.
Dzięki wystarczająco dużym pokrywom z otworem rewizyjnym wszystkie podgrzewacze stojące można łatwo czyścić i konserwować.

Podgrzewacze/zasobniki leżące
Leżące podgrzewacze pojemnościowe Logalux L i LT (o pojemności do 300 litrów) są do nabycia w różnych zestawach z kotłem grzewczym, w określonym wzornictwie oraz z kompletnym przewodem łączącym kocioł z podgrzewaczem. Podgrzewacze te można obciążać maksymalną masą 500 kg i w połączeniu z postawionym na nich kotłem grzewczym tworzą jednostkę oszczędzającą miejsce. Pokrywy z otworem rewizyjnym ułatwiają konserwację i przegląd.

Materiały do projektowania określonych kotłów zawierają informacje i dane techniczne dotyczące podgrzewaczy leżących o pojemności do 300 litrów.

Pojemnościowe podgrzewacze wody użytkowej Logalux LT o pojemności większej niż 400 litrów oraz zasobniki ciepłej wody Logalux LF jako zbiorniki pojedyncze lub kombinacja kilku zbiorników leżących to zwykle jedyna rozsądna możliwość pomieszczenia dużej pojemności podgrzewaczy w jednym budynku. Do konserwacji i inspekcji wystarczające są włazy otwierane ręcznie.

Podgrzewacze do zastosowań specjalnych
Podgrzewacze do zastosowań specjalnych nie są uwzględnione w tym rozdziale. Przy ich wyborze obowiązują kryteria, które różnią się od zasad doboru zastosowanych w tych materiałach.

Podgrzewacze pojemnościowe współpracujące z gazowymi urządzeniami grzewczymi
Nowoczesne gazowe urządzenia grzewcze marki Buderus mają kompaktową budowę i zajmują niewielką przestrzeń. Optymalnie dostosowane pod względem wymiarów i wzornictwa podgrzewacze pojemnościowe w białej obudowie, są przystosowane do montażu poniżej (nie wymaga dodatkowej powierzchni) lub obok gazowego urządzenia grzewczego.

Materiały do projektowania dla wybranego gazowego urządzenia grzewczego zawierają istotne wskazówki dotyczące podgrzewania ciepłej wody.

Podgrzewacze solarne
Doboru podgrzewaczy solarnych dokonuje się w zależności od zaplanowanego systemu solarnego i określonej liczby kolektorów słonecznych.

Materiały do projektowania Buderus „Technika solarna Logasol” dotyczą zarówno podgrzewaczy wody użytkowej, jak i systemów łączonych do podgrzewania wody użytkowej z solarnym wspomaganiem instalacji grzewczej.

11.1.2 Wybrane cechy i właściwości podgrzewaczy oraz zasobników Logalux

Logalux	Wymiennik ciepła	Wersja systemu	Uwagi
SU160/5 (W) do SU400/5 (W)	Zintegrowany	System podgrzewaczy pojemnościowych stojących	• podgrzewacz pojemnościowy wody użytkowej ze wspawanym gładkorurowym wymiennikiem ciepła • ochrona antykorozyjna przez anodę magnezową, bezobsługową anodę zasilania zewnętrznego z urządzeniem regulacyjnym jako wyposażenie dodatkowe • wymiennik ciepła z rur ożebrowanych (wyposażenie dodatkowe) do dwusystemowego podgrzewu z instalacji solarnej lub alternatywnie przez grzałkę elektryczną (wyposażenie dodatkowe) z możliwością montażu przez przednią pokrywę otworu rewizyjnego (tylko SU300/5 i SU400/5) • pozostałe wyposażenie dodatkowe: urządzenia regulacyjne (→ Tab. 1, strona 17), termometr, elektryczny system ładowania LSE (przyłączenie do gładkorurowego wymiennika ciepła). • izolacja cieplna z pianki twardej o grubości 50 mm • osłona z blachy stalowej do wyboru w kolorze niebieskim lub białym.
SU500(W) do SU1000 (W)	Zintegrowany	System podgrzewaczy pojemnościowych stojących	• podgrzewacz pojemnościowy wody użytkowej ze wspawanym gładko-rurowym wymiennikiem ciepła • ochrona antykorozyjna przez anodę magnezową, bezobsługową anodę zasilania zewnętrznego z urządzeniem regulacyjnym jako wyposażenie dodatkowe • wymiennik ciepła z rur ożebrowanych (wyposażenie dodatkowe) do dwusystemowego podgrzewu z instalacji solarnej z możliwością montażu przez przednią pokrywę otworu rewizyjnego; zestaw wymienników ciepła Logalux LAP do późniejszej zabudowy • pozostałe wyposażenie dodatkowe: urządzenia regulacyjne (→ Tab. 1, strona 17), grzałka elektryczna (alternatywnie do wymiennika ciepła z rur ożebrowanych) i elektryczny system ładowania LSE (przyłączenie do gładkorurowego wymiennika ciepła) • dostarczany również w wersji do wody morskiej (z dodatkową warstwą pokrywającą) • izolacja cieplna z pianki miękkiej PU o szerokości 80 mm z płaszczem PS (niebieskim) lub z włókien poliesterowych 100 mm z płaszczem PS (niebieskim i białym).
LT... od 400 l	Zintegrowany	System podgrzewaczy pojemnościowych leżących	• podgrzewacz pojemnościowy wody użytkowej z wymiennym gładkorurowym wymiennikiem ciepła • wymiennik ciepła w wersji normalnej (LTN), wysokosprawnej (LTH) lub parowej (LTD) • Logalux LT...jako podgrzewacz pojedynczy, podwójny (L2T...) lub potrójny(L3T...) • ochrona antykorozyjna przez bezobsługową anodę zasilaną zewnętrznie z urządzeniem regulacyjnym Logamatic SPI 1010 (przy pojemności podgrzewacza pojedynczego powyżej 2000 litrów 2 anody zasilane zewnętrznie z urządzeniem regulacyjnym Logamatic SPZ 1010) • izolacja cieplna z segmentów pianki twardej o grubości 90 mm • dostarczany również z certyfikatem TÜV lub w wersji do wody morskiej (z dodatkową warstwą pokrywającą).

Tab. 32 Wybrane cechy i właściwości podgrzewaczy oraz zasobników Logalux do systemów podgrzewczy i systemów ładowania zasobników

Logalux	Wymiennik ciepła	Wersja systemu	Uwagi
SF300/5 do SF1000	Zewnętrzny zestaw wymiennika ciepła Logalux LAP lub SLP	System ładowania zasobników stojących	• zasobnik c.w.u. (bez wymiennika) oraz zestaw wymiennika ciepła Logalux LAP (nasadzony) lub SLP (boczny), z wymiennikiem płytowym ze stali nierdzewnej, do dużych mocy, przy małych gabarytach • Logalux LAP montowany na pokrywie górnego otworu rewizyjnego, z odpowiednią izolacją cieplną • Logalux SLP kompletnie zmontowany, z odpowiednią izolacją cieplną, ustawiony obok zasobnika; zestaw przyłączeniowy zasobnika oraz przewody łączące wymiennik z zasobnikiem – do nabycia w ramach wyposażenia dodatkowego • pozostałe wyposażenie dodatkowe: urządzenia regulacyjne (→ Tab. 2, strona 18), wymiennik ciepła z rur ożebrowanych lub alternatywnie grzałka elektryczna (obydwa elementy montowane przez przednią pokrywę z otworem rewizyjnym podgrzewacza) SF300/5-SF400/5: • izolacja cieplna z pianki twardej o grubości 50 mm • osłona z blachy stalowej do wyboru w kolorze niebieskim lub białym SF500-SF1000: • izolacja cieplna z pianki miękkiej PU o szerokości 80 mm z płaszczem PS (niebieskim) lub z włókien poliesterowych 100 mm z płaszczem PS (niebieskim i białym) (LAP przystosowany tylko do wersji 100 mm w kolorze niebieskim) dostępny także w wersji do wody morskiej (z dodatkową warstwą pokrywającą).
SU500 (W) do SU1000 (W)	Zewnętrzny zestaw wymiennika ciepła Logalux LAP	System ładowania zasobników, stojący	• zasobnik c.w.u. oraz zestaw wymiennika ciepła Logalux LAP (nasadzony) z wymiennikiem płytowym ze stali nierdzewnej, do dużych mocy, przy małych gabarytach • izolacja cieplna z włókien poliesterowych 100 mm z płaszczem PS (tylko w kolorze niebieskim) • Logalux LAP montowany na pokrywie górnego otworu rewizyjnego, z odpowiednią izolacją cieplną • możliwy podgrzew dwusystemowy za pomocą instalacji solarnej przez wspawany gładko-rurowy wymiennik ciepła • wyposażenie dodatkowe: urządzenia regulacyjne (→ Tab. 2, strona 18) i grzałka elektryczna (montaż przez pokrywę otworu rewizyjnego podgrzewacza) • dostępny również w wersji do wody morskiej (z dodatkową warstwą pokrywającą) → Logalux SU500 do SU1000 (system podgrzewaczy).
LF od 400 l	Zewnętrzny zestaw wymiennika ciepła Logalux SLP	System ładowania zasobników leżących	• zasobnik c.w.u. (bez wymiennika) oraz zestaw wymiennika ciepła Logalux SLP, z wymiennikiem płytowym ze stali nierdzewnej, do dużych mocy, przy małych gabarytach • Logalux SLP kompletnie zmontowany, z odpowiednią izolacją cieplną, ustawiony obok zasobnika; zestaw przyłączeniowy zasobnika oraz przewody łączące wymiennik z zasobnikiem – do nabycia w ramach wyposażenia dodatkowego • Logalux LT... jako podgrzewacz pojedynczy, podwójny (L2F) lub potrójny(L3F) • ochrona antykorozyjna przez bezobsługową anodę zasilania zewnętrznego z urządzeniem regulacyjnym Logamatic SPI 1010 • urządzenia regulacyjne (→ Tab. 2, strona 18) dostępne w ramach wyposażenia dodatkowego; grzałka elektryczna z urządzeniem regulacyjnym na zapytanie • izolacja cieplna z segmentów pianki twardej o grubości 90 mm • dostarczany również w wersji do wody morskiej (z dodatkową warstwą pokrywającą).

Tab. 32 Wybrane cechy i właściwości podgrzewaczy oraz zasobników Logalux do systemów podgrzewczy i systemów ładowania zasobników

11.1.3 Pomoc w doborze podgrzewaczy pojemnościowych oraz zasobników c.w.u. (bez podgrzewaczy małych i solarnych)

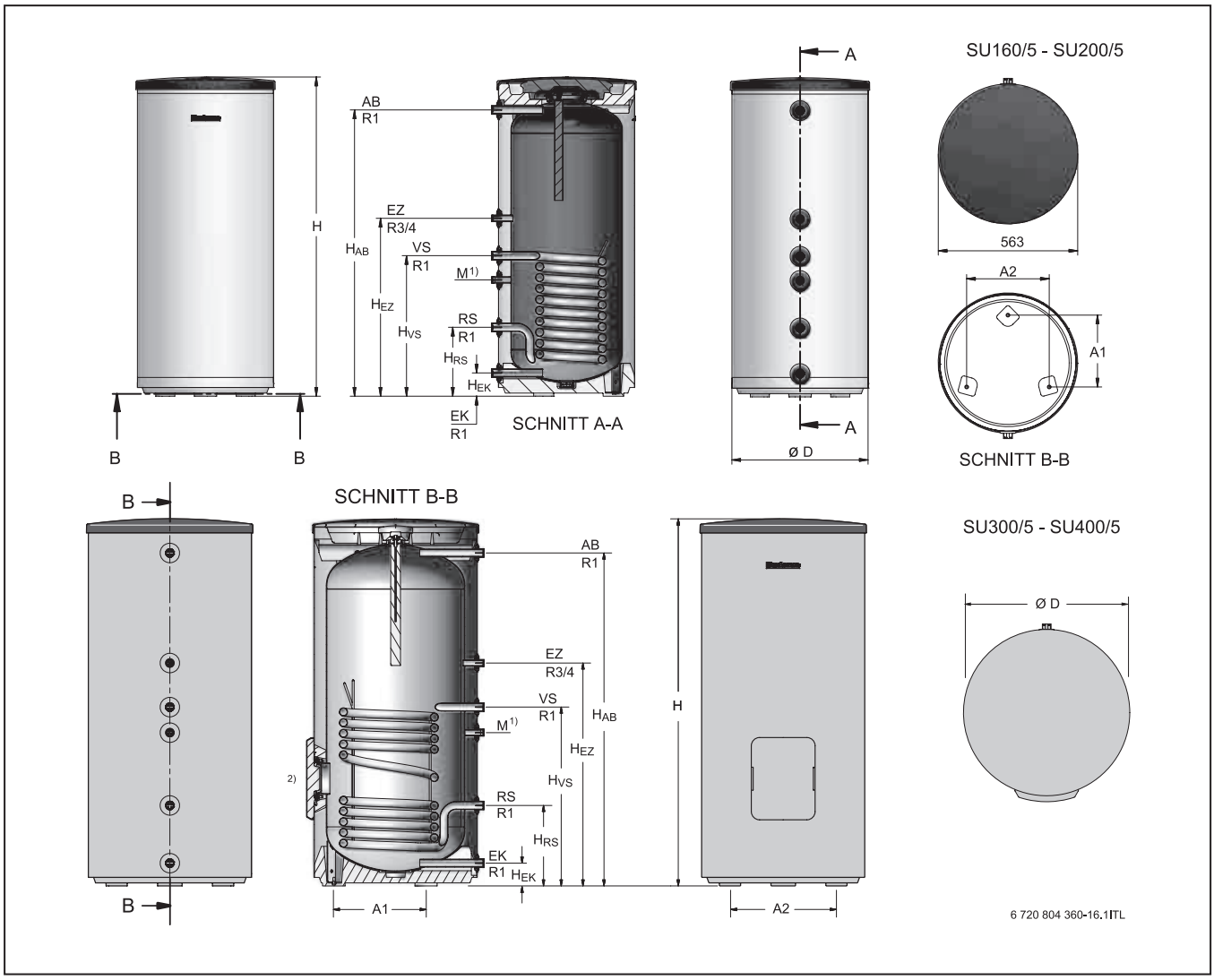
Pojemność podgrzewacza w litrach	Pojemnościowy podgrzewacz wody użytkowej Logalux w systemie podgrzewaczy ze zintegrowanym wymiennikiem ciepła			Zasobnik c.w.u. Logalux w systemie ładowania zasobników z zewnętrznym zestawem wymiennika ciepła			
	stojący		leżący	stojący			leżący
	gładko-rurowy wymiennik ciepła[1] wspawany	wymiennik ciepła z rur ożebrowanych[2] wymienny	gładko-rurowy wymiennik ciepła[3] wymienny	Logalux LAP[4] nasadzany		Logalux SLP[4] boczny	Logalux SLP[4] boczny
160	SU160/5[5]	-	-	-	-	-	-
200	SU200/5[5]	-	-	-	-	-	-
300	SU300/5[5]	SF300/5	-	SF300/5	-	SF300	-
400	SU400/5[5]	SF400/5	LT...400	SF400/5	-	SF400	LF...400
500	SU500[5]	SF500	-	SF500	SU500[6]	SF500	-
550	-	-	LT...550	-	-	-	LF...550
750	SU750[5]	-	LT...750	SF750	SU750[6]	SF750	LF...750
800	-	-	L2T...800[6]	-	-	-	L2F...800[7]
950	-	-	LT...950	-	-	-	LF...950
1000	SU1000[5]	-	-	SF1000	SU1000[6]	SF1000	-
1100	-	-	L2T...1100[7]	-	-	-	L2F...1100[7]
1200	-	-	L3T...1200[7]	-	-	-	L3F...1200[8]
1500	-	-	LT...1500	-	-	-	LF...1500
1500	-	-	L2T...1500[7]	-	-	-	L2F...1500[7]
1650	-	-	L3T...1650[8]	-	-	-	L3F...1650[8]
1900	-	-	L2T...1900	-	-	-	L2F...1900[7]
2000	-	-	LT...2000	-	-	-	LF...2000
2250	-	-	L3T...2250[8]	-	-	-	L3F...2250[8]
2500	-	-	LT...2500	-	-	-	LF...2500
3000	-	-	LT...3000	-	-	-	LF...3000
3000	-	-	L2T...3000[7]	-	-	-	L2F...3000[7]
4000	-	-	L2T...4000[7]	-	-	-	L2F...4000[7]
5000	-	-	L2T...5000[7]	-	-	-	L2F...5000[7]
6000	-	-	LT2...6000	-	-	-	L2F...6000[7]
Dane techniczne	→ strona 94, strona 95	→ strona 118	→ strona 101	→ strona 114		→ strona 118	→ strona 121

Tab. 33 Pomoc w doborze podgrzewaczy pojemnościowych oraz zasobników c.w.u. Logalux do zastosowania w systemach podgrzewaczy pojemnościowych oraz systemach ładowania zasobników ciepłej wody użytkowej

[1] Podgrzewany przez kocioł grzewczy, ciepło z sieci zdalaczynnej lub centralę grzewczą (system pokrewny do sieci zdalaczynnej)
[2] Podgrzewany przez kocioł grzewczy, ciepło z sieci zdalaczynnej przez wbudowany wymiennik ciepła z rur ożebrowanych (wyposażenie dodatkowe)
[3] Logalux LTN oraz LTH podgrzewane przez kocioł grzewczy lub ciepło z sieci zdalaczynnej (bezpośrednio lub pośrednio); Logalux LTD podgrzewany parą wodną
[4] Podgrzewany przez kocioł grzewczy lub ciepło z sieci zdalaczynnej
[5] Dostarczany również w białej obudowie jako Logalux SU... W do gazowych urządzeń grzewczych
[6] Logalux L2... – podwójny podgrzewacz/zasobnik (leżący jeden na drugim)
[7] Logalux L3. – potrójny podgrzewacz/zasobnik (leżący jeden na drugim)

11.2 Stojące podgrzewacze wody użytkowej Logalux SU

11.2.1 Wymiary i dane techniczne Logalux SU160/5 (W) do SU400/5 (W)



Rys. 64 Wymiary stojących podgrzewaczy pojemnościowych wody użytkowej Logalux SU160/5 (W) do SU400/5 (W) (wymiary w mm)

1) Tuleja zanurzeniowa wspawana
2) Możliwość montażu grzałki elektrycznej (wyposażenie dodatkowe) lub alternatywnie wymiennika ciepła z rur ożebrowanych (wyposażenie dodatkowe) do podgrzewania dwusystemowego

Logalux		Jednostka	SU160/5 (W)	SU200/5 (W)	SU300/5 (W)	SU400/5 (W)
Pojemność podgrzewacza		l	160	200	300	390
Średnica	Ø D	mm	550	550	670	670
Wysokość[1]	H	mm	1300	1530	1495	1835
Wymiar przechyłu		mm	1410	1625	1655	1965
Wysokość pomieszczenia[2]		mm	-	-	1850	2100
Zasilanie podgrzewacza[1]	H_{VS}	mm	553	553	722	898
Powrót podgrzewacza[1]	H_{RS}	mm	265	265	318	318
Dopływ zimnej wody[1]	H_{EK}	mm	81	81	80	80
Wejście cyrkulacji[1]	H_{EZ}	mm	703	703	903	1143
Wypływ c.w.u.[1]	H_{AB}	mm	1138	1399	1355	1695
Powierzchnia wymiennika ciepła		m^2	0,9	0,9	1,3	1,8
Pojemność wody grzewczej		l	6,0	6,0	8,8	12,1
Ilość ciepła na utrzymanie w gotowości[3]		kWh/24 h	1,5	1,7	1,68	2,12
Masa[4] (netto)		kg	74	84	105	128
Maksymalne ciśnienie robocze		bar	16 woda grzewcza/10 woda użytkowa			
Maksymalna temperatura robocza		°C	160 woda grzewcza/95 woda użytkowa			
Odstęp między nóżkami	A_1	mm	288	288	380	380
	A_2	mm	333	333	408	440

Tab. 34 Wymiary oraz dane techniczne stojących podgrzewaczy pojemnościowych wody Logalux SU160/5 (W) do SU400/5 (W)

[1] Należy dodać 10 - 20 mm na nóżki
[2] Minimalna wysokość pomieszczenia wymagana do wymiany anody magnezowej
[3] Wartość pomiarowa przy różnicy temperatur 45 K wg DIN 4753-8
[4] Masa z opakowaniem o ok. 5% wyższa

11.2.2 Parametry mocy Logalux SU160/5 (W) do SU400/5 (W)

Podgrzewanie przez kocioł grzewczy

Logalux	Temperatura na zasilaniu instalacji grzewczej w °C	Współczynnik mocy NL[1] przy temperaturze c.w.u. 60°C	Wydajność trwała c.w.u. przy temperaturze na wypływie[2]				Zapotrzebowanie wody grzewczej w m^3/h	Strata ciśnienia w mbar
			45°C		60°C			
			w l/h	w kW	w l/h	w kW		
SU160/5 / SU160/5W	**80**	2,5	736	30,0	429	25,0	2,6	82
SU200/5/ SU200/5W	**80**	**4,0**	**736**	**30,0**	429	25,0	2,6	82
SU300/5 / SU300/5W	**80**	**9,0**	**1030**	**42**	507	29,5	2,6	100
SU400/5 / SU400/5W	**80**	**13,0**	**1375**	**56**	808	47	3,5	207

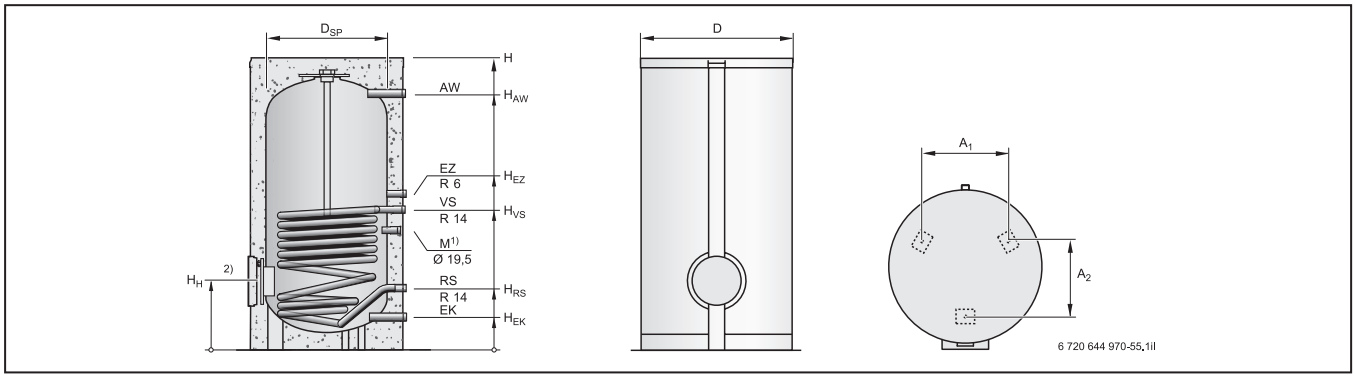
Tab. 35 Parametry wydajności c.w.u. Logalux SU160/5 (W) do SU400/5 (W)

[1] Według DIN 4708 współczynnik mocy dla danych standardowych (tłusty druk) odniesiono do ϑ_V = 80°C i ϑ_{Sp} = 60°C, minimalne zapotrzebowanie ciepła odpowiada mocy trwałej c.w.u. kW przy 45°C
[2] Temperatura na dopływie zimnej wody 10°C

Instalacja z dwoma lub trzema podgrzewaczami
- Mnożnik do współczynnika mocy N_L
- przy dwóch podgrzewaczach **= 2,4**
- przy trzech podgrzewaczach **= 3,8**

→ „Przykład" i „Warunki" na stronie 32

11.2.3 Wymiary i dane techniczne Logalux SU500 do SU1000



Rys. 65 Wymiary stojących podgrzewaczy pojemnościowych wody użytkowej Logalux SU500 do SU1000 (wymiary w mm)

[1] Tuleja zanurzeniowa wspawana
[2] Możliwość montażu grzałki elektrycznej (wyposażenie dodatkowe) lub alternatywnie wymiennika ciepła z rur ożebrowanych (wyposażenie dodatkowe) do podgrzewania dwusystemowego

Logalux		Jednostka	SU500	SU750	SU1000
Pojemność podgrzewacza		l	500	750	1000
Średnica					
- bez izolacji cieplnej	Ø D_{Sp}	mm	650	800	900
- z izolacją cieplną 80 mm	Ø$_D$	mm	810	960	1060
- z izolacją cieplną 100 mm	Ø$_D$	mm	850	1000	1100
Wysokość	H	mm	1850	1850	1920
Wymiar przechyłu		mm	1810	1815	1875
Wysokość pomieszczenia		mm	2150	2150	2220
Szerokość do wstawienia		mm	660	810	910
Zasilanie podgrzewacza	H_{VS}	mm	940	973	1033
Powrót podgrzewacza	H_{RS}	mm	303	283	326
Wysokość otworu rewizyjnego	H_H	mm	408	388	401
Dopływ zimnej wody	Ø EK	cal	R 1¼	R 1½	R 1½
		mm	148	133	121
Wejście cyrkulacji	H_{EZ}	mm	1062	1065	1126
Wypływ ciepłej wody	Ø AW	cal	R 1¼	R 1¼	R 1½
	H_{AW}	mm	1643	1648	1721
Odstęp między nóżkami	A_1	mm	483	628	711
	A_2	mm	419	546	615
Powierzchnia grzejna wymiennika ciepła		m²	2,2	3,0	3,7
Pojemność wody grzewczej		l	16	23	28
Nakład energii na pozostawanie w stanie gotowości,		kWh/24 h kWh/24 h	4,04[1] 2,21[2]	5,13[1] 2,7[2]	5,55[1] 3,13[2]
Masa[3] (netto; z izolacją cieplną)		kg	182	279	367
Maksymalne ciśnienie robocze wody grzewczej/użytkowej		bar	16/10		
Maksymalna temperatura robocza wody grzewczej/użytkowej		°C	160[4]/95		
Nr certyfikatu na podstawie badań typu wg dyrektywy 97/23/WE		-	Z-DDK-MUC-02-318302-15		

Tab. 36 Wymiary oraz dane techniczne stojących podgrzewaczy pojemnościowych wody Logalux SU400 do SU1000

[1] W przypadku Logalux SU...-80 z izolacją cieplną z pianki miękkiej PU o grubości 80 mm z płaszczem PS. Wartość pomiarowa przy różnicy temperatur 45 K wg DIN 4753-8
[2] W przypadku Logalux SU.-100 z izolacją cieplną z włókien poliesterowych o grubości 100 mm z płaszczem PS. Wartość pomiarowa przy różnicy temperatur 45 K wg EN12897
[3] Masa z opakowaniem o ok. 5% wyższa
[4] Dopuszczalne tylko w połączeniu z zestawem izolacji cieplnej

11.2.4 Parametry mocy Logalux SU500 do SU1000

Podgrzewanie przez kocioł grzewczy przy dużym zapotrzebowaniu wody grzewczej

Logalux	Temperatura wody grzewczej na zasilaniu w °C	Współczynnik mocy N_L[1] przy temperaturze c.w.u. 60°C	Wydajność trwała c.w.u. przy temperaturze na wypływie[2] 45°C w l/h	45°C w kW	60°C w l/h	60°C w kW	Zapotrzebowanie wody grzewczej w m³/h	Strata ciśnienia w mbar
SU500	50	-	446	18,2	-	-	4,95	350
	60	-	933	38,0	-	-		
	70	17	1324	53,9	700	40,7		
	80	**17,8**	**1757**	**71,5**	1041	60,5		
	90	18,9	2230	90,8	1372	79,8		
SU750	50	-	554	22,6	-	-	4,3	350
	60	-	1163	47,3	-	-		
	70	24,9	1838	63	899	52,3		
	80	**27,4**	**2176**	**88,6**	1267	73,7		
	90	32,2	2811	114,4	1740	101,2		
SU1000	50	-	757	30,8	-	-	3,8	350
	60	-	1419	57,8	-	-		
	70	30,8	1987	80,9	1 098	63,8		
	80	**34,8**	**2487**	**101,2**	1551	90,2		
	90	39,3	3068	124,9	1968	114,4		

Tab. 37 Parametry wydajności c.w.u. Logalux SU500 do SU1000 (instalacja z dwoma lub trzema podgrzewaczami „Oddzielny dobór podgrzewaczy na podstawie parametrów mocy i wymiarów", strona 32)

[1] Według DIN 4708 współczynnik mocy dla danych standardowych (tłusty druk) odniesiono do ϑ_V = 80°C i ϑ_{sp} = 60°C, minimalne zapotrzebowanie ciepła odpowiada mocy trwałej c.w.u. w kW przy 45°C

[2] Temperatura na dopływie zimnej wody 10°C

Podgrzewanie przez kocioł grzewczy przy zredukowanym zapotrzebowaniu wody grzewczej (standard przy doborze)

Logalux	Temperatura wody grzewczej na zasilaniu w °C	Współczynnik mocy N_L[1] przy temperaturze c.w.u. 60 °C	Wydajność trwała c.w.u. przy temperaturze na wypływie[2] 45 °C w l/h	45 °C w kW	60 °C w l/h	60 °C w kW	Zapotrzebowanie wody grzewczej w m³/h	Strata ciśnienia w mbar
SU500	50	-	392	16	-	-	2,5	90
	60	-	757	30,8	-	-		
	70	16,7	1135	46,2	605	35,2		
	80	**17,2**	**1486**	**60,5**	870	50,6		
	90	17,9	1595	75,9	1145	66,6		
SU750	50	-	473	19,3	-	-	2,2	100
	60	-	974	39,6	-	-		
	70	21,7	1297	52,8	757	44		
	80	**24,3**	**1825**	**74,3**	1059	61,6		
	90	29,3	2365	96,3	1456	84,7		
SU1000	50	-	595	24,2	-	-	1,9	90
	60	-	1135	46,2	-			
	70	27,8	1581	64,4	889	51,7		
	80	**30,6**	**1961**	**79,8**	1220	71		
	90	34,5	2500	101,8	1551	90,2		

Tab. 38 Parametry wydajności c.w.u. Logalux SU500 do SU1000 (instalacja z dwoma lub trzema podgrzewaczami „Oddzielny dobór podgrzewaczy na podstawie parametrów mocy i wymiarów", strona 32)

[1] Według DIN 4708 współczynnik mocy dla danych standardowych (tłusty druk) odniesiono do ϑ_V = 80°C i ϑ_{sp} = 60°C, minimalne zapotrzebowanie ciepła odpowiada mocy trwałej c.w.u. w kW przy 45°C

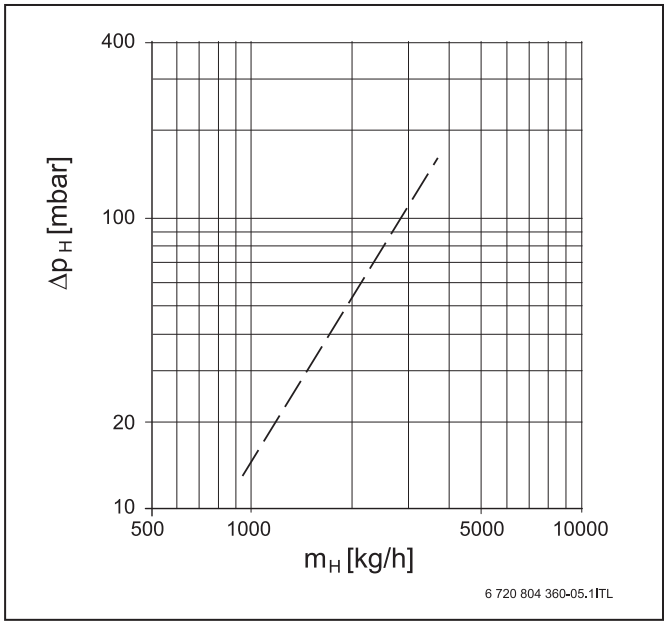
[2] Temperatura na dopływie zimnej wody 10°C

11.2.5 Wykresy straty ciśnienia i wykresy wydajności Logalux SU

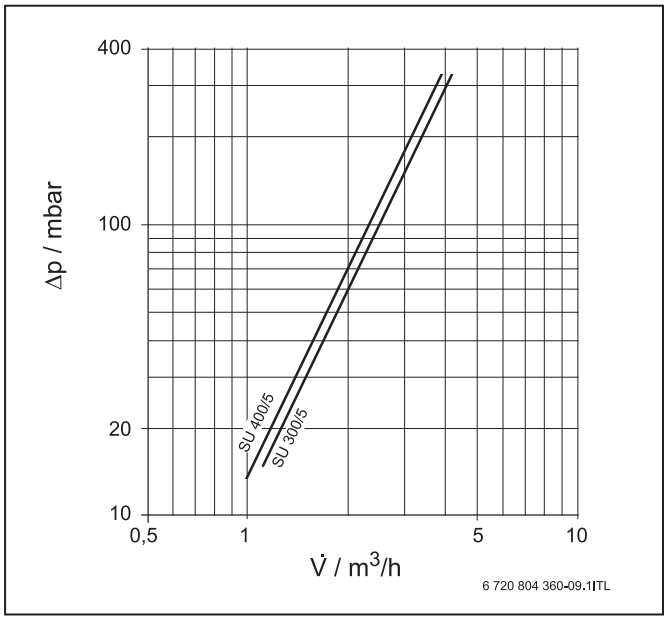
Wartości standardowe do doboru podgrzewaczy są podane w poszczególnych tabelach. W przypadkach specjalnych odpowiednie wartości można określić na podstawie wykresów.

- Procedura doboru podgrzewacza: → Tab. 6, strona 27
- Objaśnienie znaków we wzorach: → rozdział 13.2, strona 160

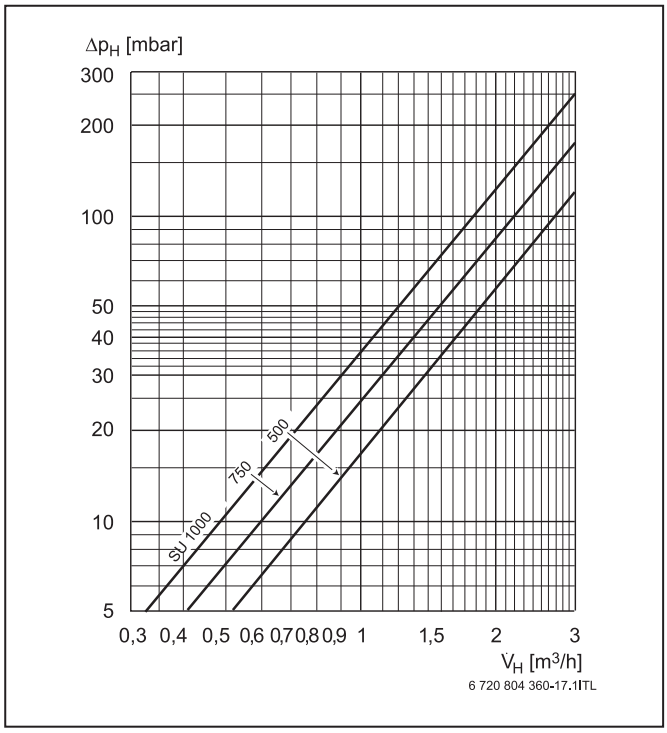
Strata ciśnienia po stronie wody grzewczej



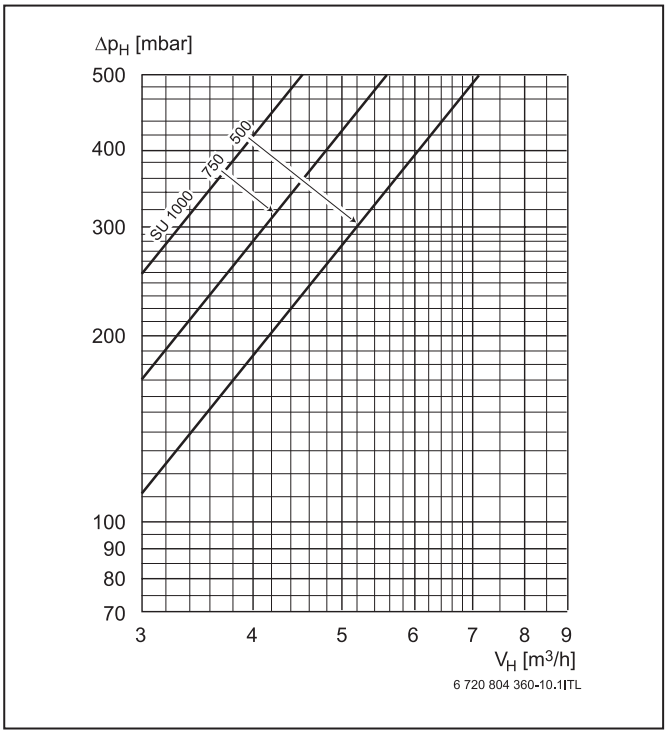
Rys. 66 Logalux SU160/5 (W) i SU200/5 (W) (wartości standardowe → Tab. 35, strona 94)



Rys. 67 Logalux SU300/5 (W) i SU400/5 (W) (wartości standardowe → Tab. 35, strona 94)



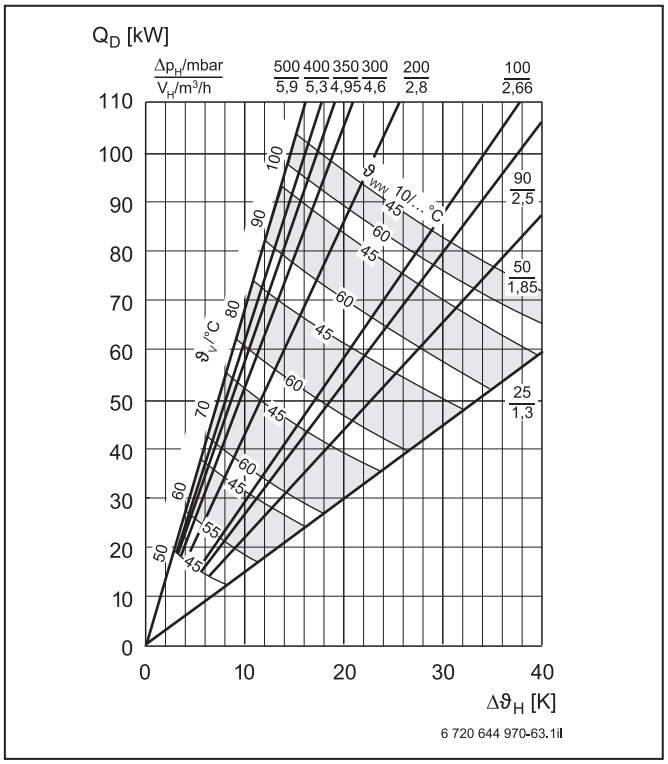
Rys. 68 Logalux SU500 do SU1000, podgrzewanie przy małym strumieniu objętości (wartości standardowe → Tab. 38, strona 96)



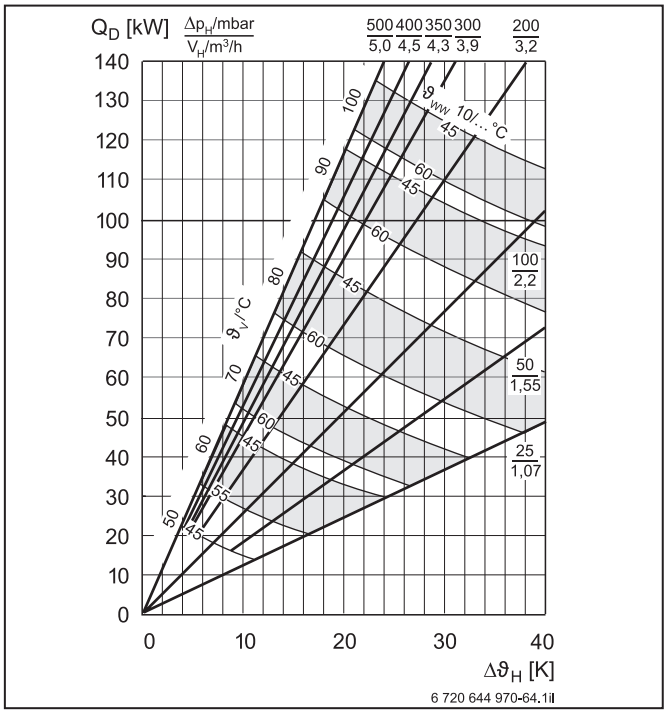
Rys. 69 Logalux SU500 do SU1000 (wartości standardowe → Tab. 37, strona 96)

Legenda do Rys. 66 do Rys. 69:

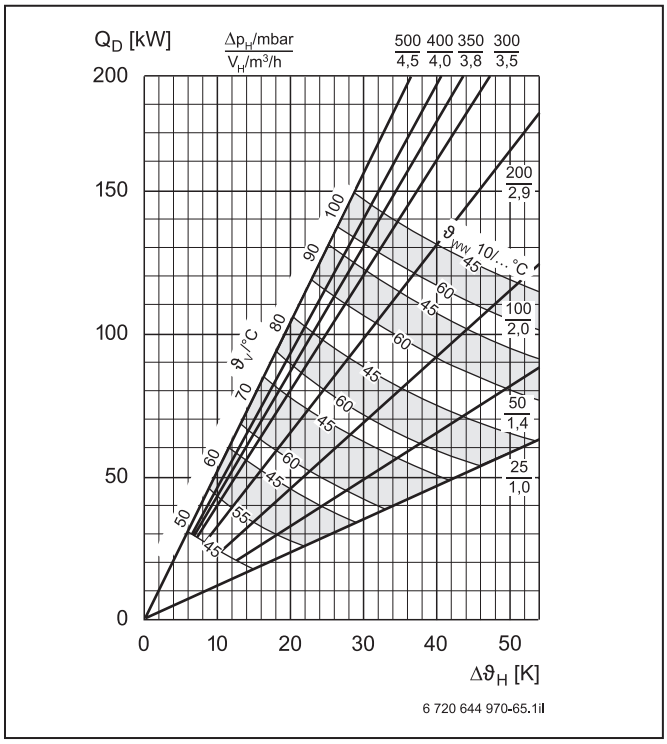
ΔP_H	Strata ciśnienia po stronie wody grzewczej
m_H	Strumień masy wody grzewczej
V_H	Strumień objętości wody grzewczej



Rys. 70 Logalux SU500 (wartości standardowe → Tab. 37, strona 96 i Tab. 38, strona 96)



Rys. 71 Logalux SU750 (wartości standardowe → Tab. 37, strona 96 i Tab. 38, strona 96)



Rys. 72 Logalux SU1000 (wartości standardowe → Tab. 37, strona 96 i Tab. 38, strona 96)

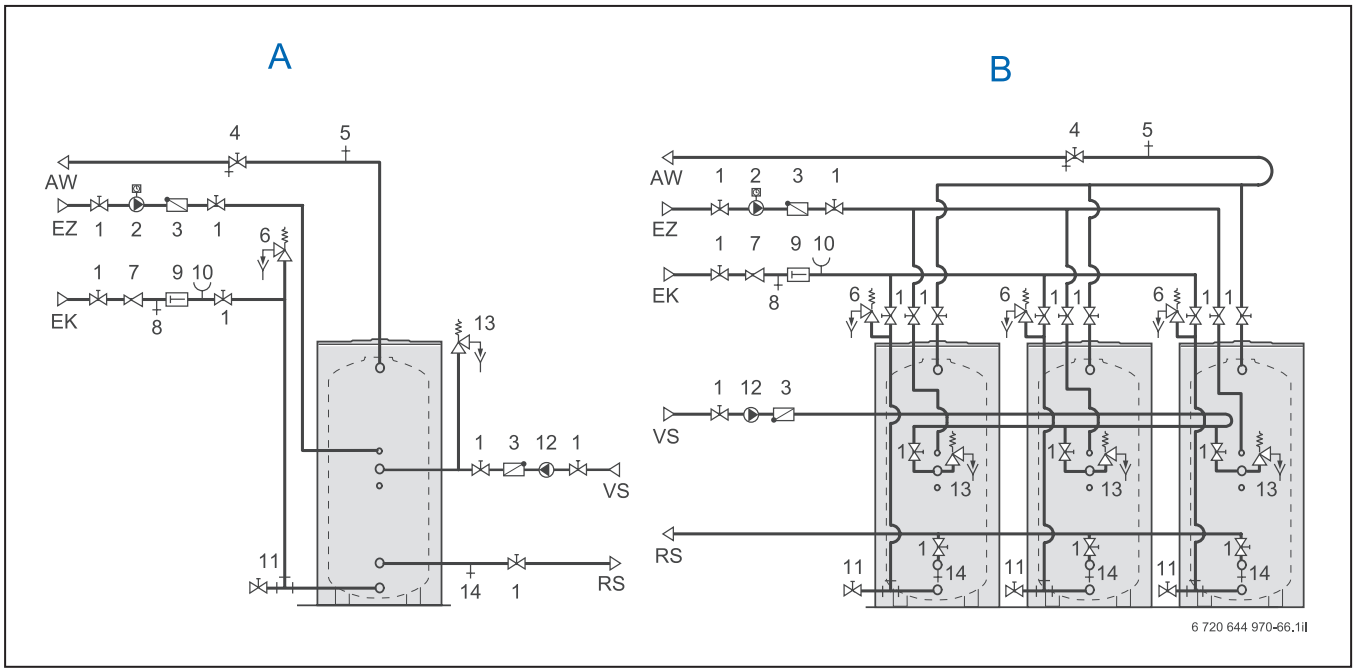
Legenda do Rys. 70 do Rys. 72:

ΔP_H	Strata ciśnienia po stronie wody grzewczej
$\Delta\vartheta_H$	Różnica temperatur po stronie wody grzewczej
$\dot{V}_H$	Strumień objętości wody grzewczej
$\dot{Q}_D$	Moc trwała

11.2.6 Przykłady instalacji Logalux SU i SF (z wbudowanym wymiennikiem ciepła)

Przykłady instalacji stanowią wyłącznie niewiążące wskazania możliwości podłączenia hydraulicznego – nie dają gwarancji kompletności. W odniesieniu do realizacji w praktyce obowiązują odpowiednie reguły techniczne.

Podgrzewanie przez kocioł grzewczy

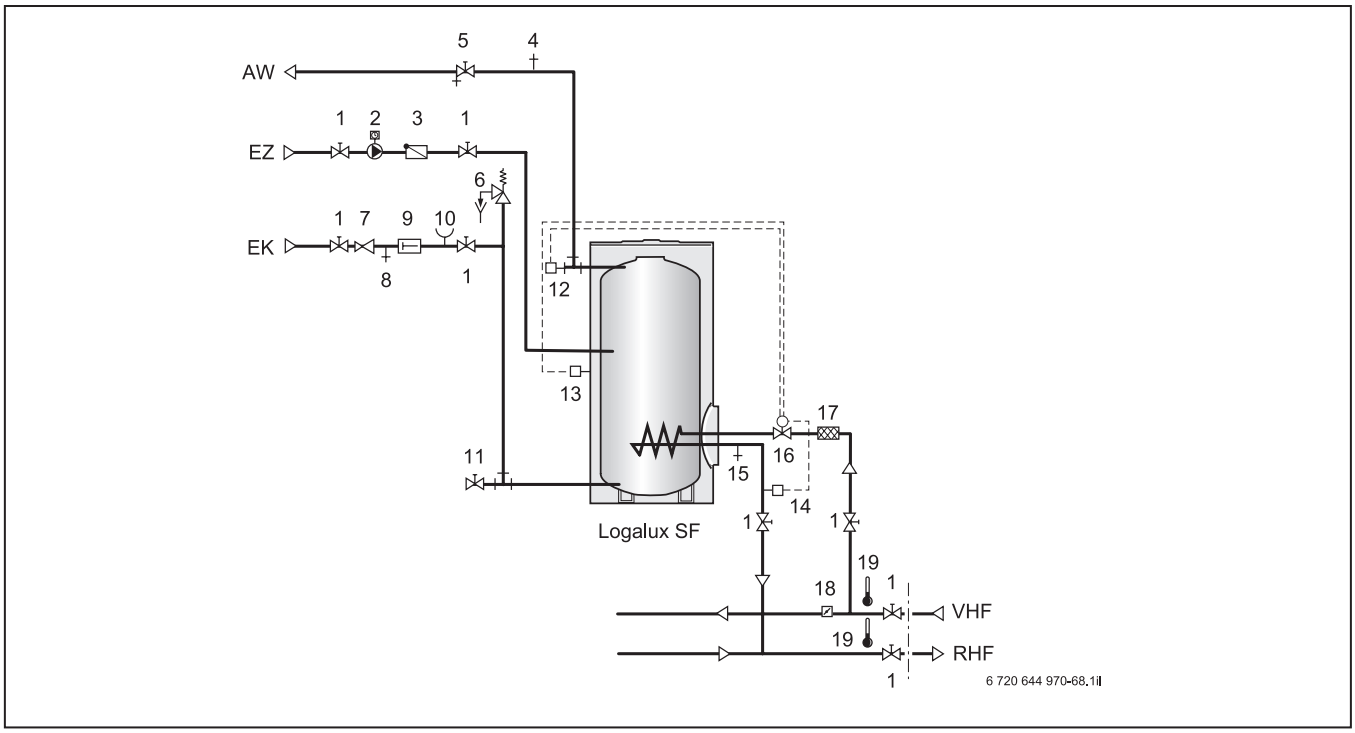


Rys. 73 Podłączenie hydrauliczne podgrzewacza c.w.u. Logalux SU ... (połączenie równoległe)

A Podgrzewacz pojedynczy
B Połączenie równoległe (możliwość odcięcia pojedynczych podgrzewaczy)
AW Wypływ ciepłej wody
EK Dopływ zimnej wody
EZ Wejście cyrkulacji
RS Powrót podgrzewacza
VS Zasilanie podgrzewacza
[1] Zawór odcinający
[2] Pompa cyrkulacyjna z zegarem sterującym
[3] Zawór zwrotny
[4] Zawór odcinający z kurkiem spustowym
[5] Zawór napowietrzająco-odpowietrzający
[6] Membranowy zawór bezpieczeństwa, sprawdzony wg DIN 4753-1 (1 szt. do każdego podgrzewacza, jeżeli są pojedynczo odcinane)
[7] Zawór redukcyjny, jeżeli ciśnienie w sieci wodociągowej jest wyższe niż 80% ciśnienia, przy którym następuje zadziałanie zaworu bezpieczeństwa
[8] Zawór kontrolny
[9] Zabezpieczenie przed przepływem zwrotnym
[10] Króćce przyłączeniowe do manometru zgodnie z DIN 4753-1, do podgrzewaczy o pojemności do 1000 litrów; manometr zgodnie z DIN 4753-1 do podgrzewaczy o pojemności powyżej 1000 litrów
[11] Trójnik oraz kurek spustowy (ważny dla szybkiego płukania/spustu)
[12] Pompa ładująca podgrzewacz
[13] Membranowy zawór bezpieczeństwa, sprawdzony zgodnie z DIN 4753-1, konieczny przy zastosowaniu dodatkowego podgrzewu grzałką elektryczną, do zabezpieczenia gładko-rurowego wymiennika ciepła przy odciętym obiegu grzewczym, ciśnienie zadziałania zaworu takie samo jak zaworu zabezpieczającego kotła grzewczego
[14] Kurek spustowy

Wszystkie części zapewnia inwestor

Podgrzewanie ze zdalaczynnej sieci ciepłowniczej – zasilanie bezpośrednie (schemat zasadniczy)



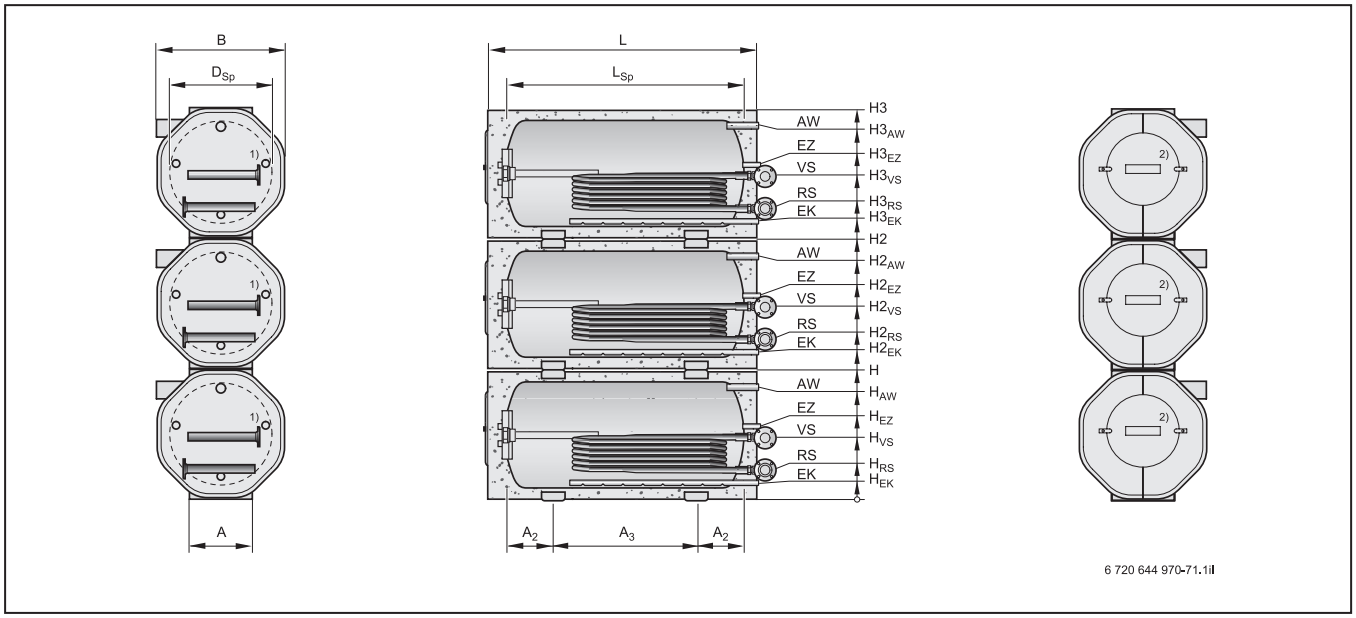
Rys. 74 Podłączenie hydrauliczne podgrzewacza c.w.u. Logalux SF... z wbudowanym wymiennikiem ciepła z rur ożebrowanych w formie schematu zasadniczego

AW Wypływ ciepłej wody
EK Dopływ zimnej wody
EZ Wejście cyrkulacji
RHF Powrót wody grzewczej (ciepło zdalaczynne)
VHF Zasilanie wody grzewczej (ciepło zdalaczynne)
[1] Zawór odcinający
[2] Pompa cyrkulacyjna z zegarem sterującym
[3] Zawór zwrotny
[4] Zawór napowietrzająco-odpowietrzający
[5] Zawór odcinający z kurkiem spustowym
[6] Membranowy zawór bezpieczeństwa; sprawdzony zgodnie z DIN 4753-1, średnica znamionowa DN20 przy uwzględnieniu mocy zamieszczonych w tabeli 50 na stronie 118 (maksymalna moc grzewcza 150 kW). W przypadku innych czynników grzewczych lub temperatur c.w.u. należy uwzględnić właściwą maksymalną moc grzewczą i dobrać większy zawór bezpieczeństwa!
[7] Zawór redukcyjny, jeżeli ciśnienie w sieci wodociągowej jest wyższe niż 80% ciśnienia, przy którym następuje zadziałanie zaworu bezpieczeństwa
[8] Zawór kontrolny
[9] Zabezpieczenie przed przepływem zwrotnym
[10] Króćce przyłączeniowe do manometru zgodnie z DIN 4753-1, do podgrzewaczy o pojemności do 1000 litrów; manometr zgodnie z DIN 4753-1 do podgrzewaczy o pojemności powyżej 1000 litrów
[11] Trójnik oraz kurek spustowy (ważny dla szybkiego płukania/spustu)
[12] Czujnik ogranicznika temperatury bezpieczeństwa przy temperaturze na zasilaniu ponad 110°C
[13] Czujnik regulatora temperatury
[14] Czujnik ogranicznika temperatury na powrocie (w razie konieczności)
[15] Zawór spustowy
[16] Regulator temperatury bezpośredniego działania z ogranicznikiem temperatury bezpieczeństwa przy temperaturze na zasilaniu ponad 110°C oraz ogranicznikiem temperatury na powrocie
[17] Filtr do wody
[18] Organ nastawczy
[19] Termometr

Wszystkie części zapewnia inwestor

11.3 Leżące pojemnościowe podgrzewacze wody użytkowej Logalux L i LT

11.3.1 Wymiary i dane techniczne Logalux LT..., L2T... i L3T... (powyżej 400 litrów)



Rys. 75 Wymiary leżących pojemnościowych podgrzewaczy wody użytkowej Logalux LT..., L2T..., L3T... (powyżej 400 litrów)

[1] Mufa R 1¼ (np. do regulatora bez energii pomocniczej)
[2] Tuleja zanurzeniowa R ¾ i kolejna mufa Rp ¾ w pokrywie włazu

Logalux Pojemność podgrzewacza		**Jednostka**	**LT... 400 400**	**LT... 550 550**	**LT... 750 750**	**LT... 950 950**	**LT... 1500 1500**	**LT... 2000 2000**	**LT... 2500 2500**	**LT... 3000 3000**
Logalux Pojemność podgrzewacza		**l**	**L2T... 800 2 x 400**	**L2T... 1100 2 x 550**	**L2T... 1500 2 x 750**	**L2T... 1900 2 x 950**	**L2T... 3000 2 x 1500**	**L2T... 4000 2 x 2000**	**L2T... 5000 2 x 2500**	**L2T... 6000 2 x 3000**
Logalux Pojemność podgrzewacza		**l**	**L3T... 1200 3 x 400**	**L3T... 1650 3 x 550**	**L3T... 2250 3 x 750**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Średnica	Ø D_{Sp}	mm	650	800	800	900	1000	1250	1250	1250
Szerokość	B	mm	810	1000	1000	1100	1200	1450	1450	1450
Długość	L LSP	mm mm	1600 1355	1510 1265	1910 1665	1910 1665	2405 2160	2150 1905	2570 2325	2970 2725
Wysokość	H H2 H3	mm mm mm	830 1680 2530	1010 2030 3050	1010 2030 3050	1110 2230 -	1210 2430 -	1460 2930 -	1460 2930 -	1460 2930 -
Nóżki	A (LT/L2T) A (L3T) A_2 A_3	mm mm mm mm	400 600 410 535	470 700 400 470	470 700 400 865	520 420 820 -	560 445 1270 -	680 505 890 -	680 505 1310 -	680 505 1710 -
Zasilanie podgrzewacza	Ø VS H_{VS} $H2_{VS}$ $H3_{VS}$	mm mm mm mm	DN50 540 1390 2240	DN50 550 1570 2590	DN50 550 1570 2590	DN50 550 1670 -	DN65 585 1805 -	DN80 725 2195 -	DN80 990 2460 -	DN80 990 2460 -
Powrót podgrzewacza	Ø RS H_{RS} $H2_{RS}$ $H3_{RS}$	mm mm mm mm	DN50 240 1090 1940	DN50 250 1270 2590	DN50 250 1270 2590	DN50 250 1370 -	DN65 285 1505 -	DN80 285 1755 -	DN80 290 1760 -	DN80 290 1760 -

Tab. 39 Wymiary oraz dane techniczne leżących zasobników c.w.u. Logalux LT..., L2T..., L3T... (powyżej 400 litrów)

Logalux Pojemność podgrzewacza Logalux Pojemność podgrzewacza Logalux Pojemność podgrzewacza		Jednostka l l l	LT... 400 400 L2T... 800 2 x 400 L3T... 1200 3 x 400	LT... 550 550 L2T... 1100 2 x 550 L3T... 1650 3 x 550	LT... 750 750 L2T... 1500 2 x 750 L3T... 2250 3 x 750	LT... 950 950 L2T... 1900 2 x 950 - -	LT... 1500 1500 L2T... 3000 2 x 1500 - -	LT... 2000 2000 L2T... 4000 2 x 2000 - -	LT... 2500 2500 L2T... 5000 2 x 2500 - -	LT... 3000 3000 L2T... 6000 2 x 3000 - -
Dopływ zimnej wody	Ø EK H_{EK} $H2_{EK}$ $H3_{EK}$	cal mm mm mm	R 1½ 145 995 1845	R 1½ 160 1180 2200	R 1½ 160 1180 2200	R½ 160 1280 -	R 2 165 1385 -	R 2 165 1635 -	R 2½ 175 1645 -	R 2½ 175 1645 -
Wejście cyrkulacji	Ø EZ H_{EZ} $H2_{EZ}$ $H3_{EZ}$	cal mm mm mm	R 1¼ 470 1310 2160	R 1¼ 570 1590 2610	R 1¼ 570 1590 2610	R 1¼ 620 1740 -	R 1¼ 690 1910 -	R 1¼ 835 2305 -	R 2 835 2305 -	R 2 835 2305 -
Wypływ ciepłej wody	Ø AW H_{AW} $H2_{AW}$ $H3_{AW}$	cal mm mm mm	R 1½ 705 1555 2405	R 1½ 860 1880 2900	R 1½ 860 1880 2900	R 1½ 960 2080 -	R 2 1055 2275 -	R 2 1300 2770 -	R 2½ 1295 2765 -	R 2½ 1295 2765 -
Pojemność wody grzewczej	LTN LTH LTD L2TN L2TH L2TD L3TN L3TH L3TD	l	2 x 10 2 x 9 2 x 10 2/2 x 10 2/2 x 9 2/2 x 10 3/2 x 10 3/2 x 9 3/2 x 10	2 x 10 2 x 9 2 x 10 2/2 x 10 2/2 x 9 2/2 x 10 3/2 x 10 3/2 x 9 3/2 x 10	2 x 14 2 x 12 2 x 10 2/2 x 14 2/2 x 12 2/2 x 10 3/2 x 14 3/2 x 12 3/2 x 10	2 x 14 2 x 12 2 x 10 2/2 x 14 2/2 x 12 2/2 x 10 - - -	3 x 18 3 x 14 3 x 10 2/3 x 18 2/3 x 14 2/3 x 10 - - -	4 x 9 4 x 14 4 x 10 2/4 x 9 2/4 x 14 2/4 x 10 - - -	5 x 18 5 x 14 5 x 10 2/5 x 18 2/5 x 14 2/5 x 10 - - -	5 x 18 5 x 14 5 x 10 2/5 x 18 2/5 x 14 2/5 x 10 - - -
Powierzchnia grzejna	LTN LTH LTD L2TN L2TH L2TD L3TN L3TH L3TD	m^2	2,6 4,2 2,6 5,2 8,4 5,2 7,8 12,6 7,8	2,6 4,2 2,6 5,2 8,4 5,2 7,8 12,6 7,8	3,6 5,6 2,6 7,2 11,2 5,2 10,8 16,8 7,8	3,6 5,6 2,6 7,2 11,2 5,2 - - -	6,9 9,75 3,9 13,8 19,5 7,8 - - -	8,4 11,2 5,2 16,8 22,4 10,4 - - -	11,5 16,25 6,5 23 32,5 13 - - -	11,5 16,25 6,5 23 32,5 13 - - -
Masa (netto)	LTN LTH LTD L2TN L2TH L2TD L3TN L3TH L3TD	kg	330 363 330 682 748 682 1034 1133 1034	367 400 367 762 828 762 1157 1256 1157	470 520 439 968 1068 906 1466 1616 1373	517 567 486 1066 1156 1004 - - -	875 957 819 1784 1948 1672 - - -	1145 1254 1068 2331 2549 2177 - - -	1300 1436 1204 2641 2913 2449 - - -	1460 1596 1364 2961 3233 2769 - - -
Maksymalne ciśnienie robocze		bar	16 woda grzewcza/10 woda użytkowa							
Maksymalna temperatura robocza		°C	160 woda grzewcza/95 woda użytkowa							
Certyfikacja wg dyrektywy ciśnieniowej		-	Z-DDK-MUC-02-318302-71							

Tab. 39 Wymiary oraz dane techniczne leżących zasobników c.w.u. Logalux LT..., L2T..., L3T... (powyżej 400 litrów)

11.3.2 Parametry mocy Logalux LT..., L2T... i L3T... (powyżej 400 litrów)

Podgrzewane przez kocioł grzewczy, pojemnościowe podgrzewacze wody Logalux LTN (wersja normalna)

Logalux	Tempera-tura wody grzewczej na zasilaniu w °C	Współczynnik mocy N_L[1] przy temperaturze c.w.u. 60°C	Wydajność trwała c.w.u. przy temperaturze na wypływie[2]				Zapotrze-bowanie wody grzewczej	Strata ciśnienia w mbar
			45°C		60°C			
			w l/h	w kW	w l/h	w kW	w m^3/h	
LTN400	50 60 70 **80** 90	- - 17 **22** 26	726 1254 1892 **2453** 3014	30 51 77 **100** 123	- - 1122 1452 1892	- - 65 85 110	12,0	350
LTN550	50 60 70 **80** 90	- - 21 **26** 30	726 1254 1892 **2453** 3014	30 51 77 **100** 123	- - 1122 1452 1892	- - 65 85 110	12,0	350
LTN750	50 60 70 **80** 90	- - 37 **49** 59	1034 1826 2794 **3641** 4400	42 74 114 **148** 179	- - 1496 2134 2706	- - 87 124 157	11,0	350
LTN950	50 60 70 **80** 90	- - 41 **53** 68	1034 1826 2794 **3641** 4400	42 74 114 148 179	- - 1496 2134 2706	- - 87 124 157	11,0	350
LTN1500	50 60 70 **80** 90	- - 70 **94** 113	1573 2706 4114 **5533** 6721	64 110 168 **225** 274	- - 2222 3212 4070	- - 129 187 237	15,5	350
LTN2000	50 60 70 **80** 90	- - 101 **134** 160	2079 3 553 5434 **7315** 8899	85 144 221 **298** 362	- - 2926 4224 5368	- - 170 246 312	20,5	350
LTN2500	50 60 70 **80** 90	- - 148 **199** 242	2739 4719 7128 **9592** 11627	111 191 290 **390** 473	- - 3806 5500 6930	- - 221 320 403	26,0	350
LTN3000	50 60 70 **80** 90	- - 156 **210** 255	2739 4719 7128 **9592** 11627	111 191 290 390 473	- - 3806 5500 6930	- - 221 320 403	26,0	350

Tab. 40 Parametry wydajności c.w.u. Logalux LTN400 do LTN3000 (wersja normalna)

[1] Według DIN 4708 współczynnik mocy dla danych standardowych (tłusty druk) odniesiono do ϑ_V = 80°C i ϑ_{Sp} = 60°C. Minimalne zapotrzebowania ciepła odpowiada wydajności trwałej c.w.u. w kW przy temp. 45°C.
[2] Temperatura na dopływie zimnej wody 10°C

Instalacja z dwoma lub trzema podgrzewaczami (np. Logalux L2TN lub L3TN)

- Mnożnik do współczynnika mocy N_L
- przy dwóch podgrzewaczach **= 2,4**
- przy trzech podgrzewaczach **= 3,8**

→ „Przykład" i „Warunki" na stronie 32

W przypadku ciepła z sieci zdalaczynnej obowiązują inne parametry mocy i mnożniki.

Podgrzewane przez kocioł grzewczy, pojemnościowe podgrzewacze wody Logalux LTH (wymienniki ciepła wysokiej mocy)

Logalux	Temperatura wody grzewczej na zasilaniu w °C	Współczynnik mocy N_L[1] przy temperaturze c.w.u. 60°C	Wydajność trwała c.w.u. przy temperaturze na wypływie[2]				Zapotrzebowanie wody grzewczej w m³/h	Strata ciśnienia w mbar
			45°C		60°C			
			w l/h	w kW	w l/h	w kW		
LTH400	50	-	979	40	-	-		
	60	-	1881	77	-	-		
	70	26	2794	114	1408	82	8,7	350
	80	34	3674	150	2266	132		
	90	42	4587	187	3058	178		
LTH550	50	-	979	40	-	-		
	60	-	1881	77	-	-		
	70	29	2794	114	1408	82	8,7	350
	80	39	3674	150	2266	132		
	90	46	4587	187	3058	178		
LTH750	50	-	1034	52	-	-		
	60	-	1826	102	-	-		
	70	46	2794	155	1848	108	7,8	350
	80	58	3641	202	2948	171		
	90	74	4400	241	3828	223		
LTH950	50	-	1287	52	-	-		
	60	-	2519	102	-	-		
	70	55	3806	155	1848	108	7,8	350
	80	70	4961	202	2948	171		
	90	86	5940	241	3828	223		
LTH1500	50	-	1881	77	-	-		
	60	-	3641	148	-	-		
	70	95	5533	225	2926	170	11,1	350
	80	126	7447	303	4334	252		
	90	147	9086	370	5654	319		
LTH2000	50	-	2420	98	-	-		
	60	-	4774	194	-	-		
	70	125	7315	298	3894	227	15	350
	80	184	9845	400	5676	330		
	90	226	11990	487	7370	426		
LTH2500	50	-	3146	128	-	-		
	60	-	6226	252	-	-		
	70	195	9548	389	5016	292	19,8	350
	80	270	12881	525	7700	448		
	90	332	15620	636	9944	578		
LTH3000	50	-	3146	128	-	-		
	60	-	6226	252	-	-		
	70	205	9548	389	5016	292	19,8	350
	80	281	12881	525	7700	448		
	90	344	15620	636	9944	578		

Tab. 41 Parametry wydajności c.w.u. Logalux LTH400 do LTH3000 (wymienniki ciepła wysokiej mocy)

[1] Według DIN 4708 współczynnik mocy dla danych standardowych (tłusty druk) odniesiono do ϑ_V = 80°C i ϑ_{Sp} = 60°C, minimalne zapotrzebowanie ciepła odpowiada mocy trwałej c.w.u. kW przy 45°C

[2] Temperatura na dopływie zimnej wody 10°C

Instalacja z dwoma lub trzema podgrzewaczami (np. Logalux L2TN lub L3TN)

- Mnożnik do współczynnika mocy N_L
- przy dwóch podgrzewaczach= 2,4
- przy trzech podgrzewaczach= 3,8

→ „Przykład" i „Warunki" na stronie 32.

W przypadku ciepła z sieci zdalaczynnej obowiązują inne parametry mocy i mnożniki.

Podgrzewane parą wodną, pojemnościowe podgrzewacze c.w.u. Logalux LTD

Logalux	Tempera-tura c.w.u.	Moc trwała c.w.u. w kW[1] i wymagane średnice znamionowe odwadniacza kondensatu przy nadciśnieniu pary wynoszącym							
	w °C	0,1 bar	0,3 bar	0,5 bar	1,0 bar	2,0 bar	3,0 bar	4,0 bar	5,0 bar
LTD400	45	81	105	122	163	233	279	326	372
	60	81	105	122	163	209	256	302	349
LTD550	45	81	105	122	163	233	279	326	372
	60	81	105	122	163	209	256	302	349
LTD750	45	81	105	122	163	233	279	326	372
	60	81	105	122	163	209	256	302	349
LTD950	45	81	105	122	163	233	279	326	372
	60	81	105	122	163	209	256	302	349
LTD1500	45	122	157	186	244	349	419	488	558
	60	122	157	186	244	314	384	454	523
LTD2000	45	163	209	244	326	465	558	651	744
	60	163	209	244	326	419	512	605	698
LTD2500	45	204	262	308	407	582	698	814	930
	60	204	262	308	407	523	640	756	872
LTD3000	45	204	262	308	407	582	698	814	930
	60	204	262	308	407	523	640	745	872

Tab. 42 Parametry wydajności c.w.u. Logalux LTD400 do LTD3000 (wymiennik ciepła zasilany parą wodną) w połączeniu z pływakowym odwadniaczem kondensatu

[1] Wszystkie moce uzyskuje się tylko przy ograniczonej prędkości strumienia pary w króćcach przyłączeniowych gładko-rurowego wymiennika ciepła i swobodnym odpływie kondensatu bez podpiętrzenia

Wymagane średnice znamionowe odwadniacza kondensatu:

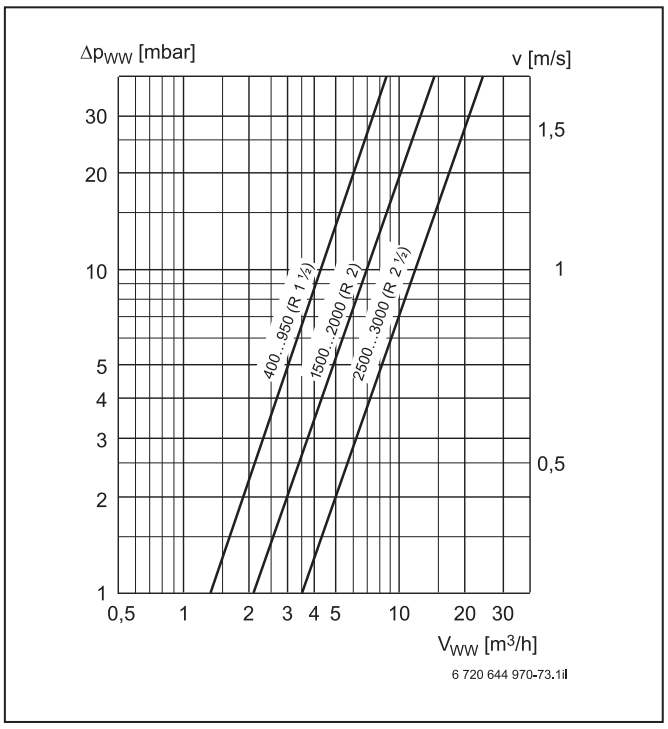
- DN 15
- DN 20
- DN 25

11.3.3 Wykresy straty ciśnienia i wykresy wydajności Logalux LT

Wartości standardowe do doboru podgrzewaczy są podane w poszczególnych tabelach. W przypadkach specjalnych odpowiednie wartości można określić na podstawie wykresów.

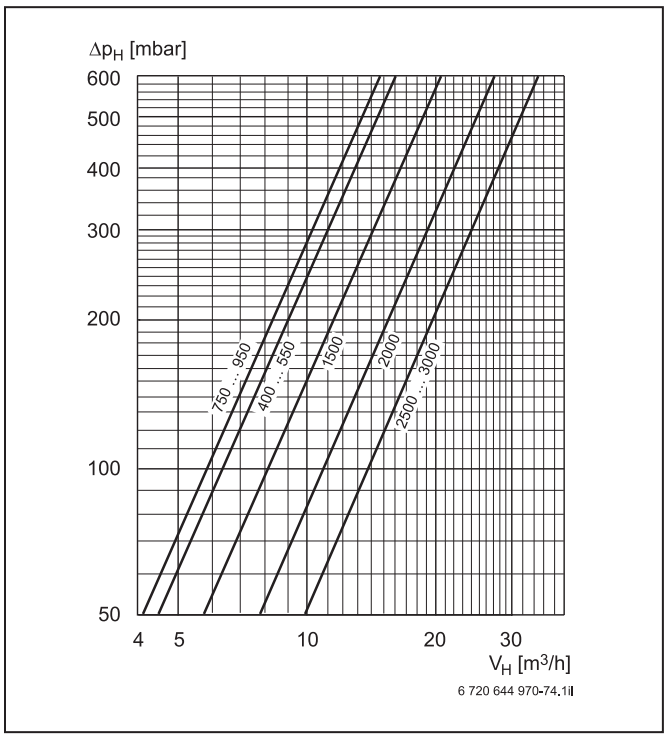
- Procedura doboru podgrzewacza: → Tab. 6, strona 27
- Objaśnienie znaków we wzorach → rozdział 13.2, strona 160

Strata ciśnienia po stronie c.w.u. i prędkość przepływu w każdym króćcu przyłączeniowym

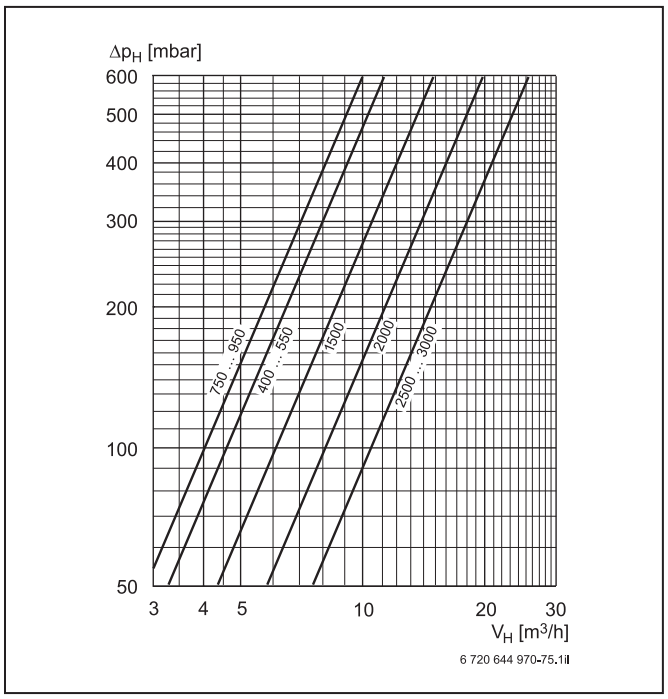


Rys. 76 Logalux LTN i LTH

Strata ciśnienia po stronie wody grzewczej



Rys. 77 Logalux LTN400 do LTN3000 (wartości standardowe → Tab. 42, strona 57)

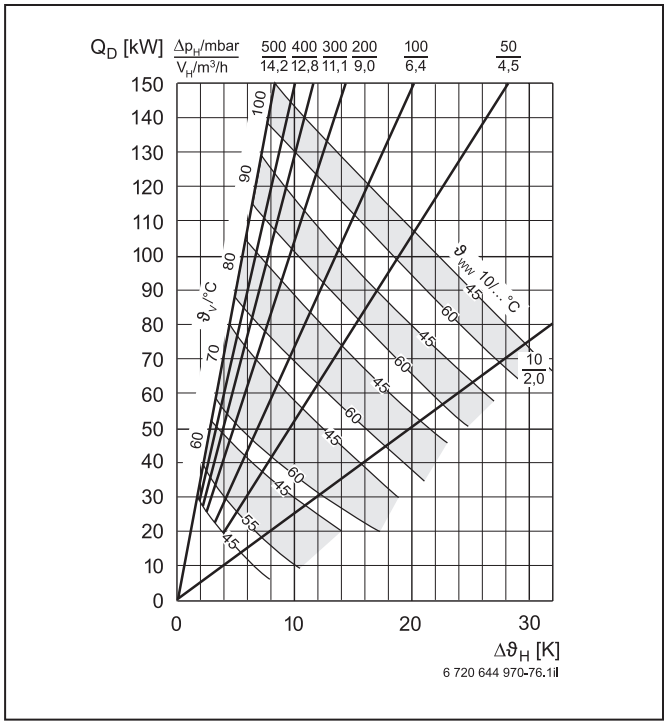


Rys. 78 Logalux LTH400 do LTH3000 (wartości standardowe → Tab. 41, strona 104)

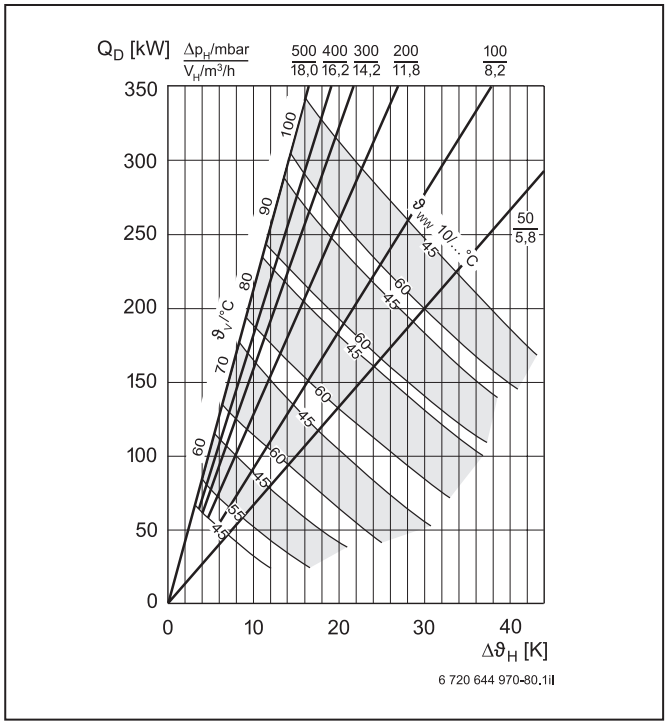
Legenda do Rys. 66 do Rys. 78:

ΔP_H	Strata ciśnienia po stronie wody grzewczej
m_H	Strumień masy wody grzewczej
$\dot{V}_H$	Strumień objętości wody grzewczej
$\dot{V}$	Prędkość przepływu w króćcu przyłączeniowym

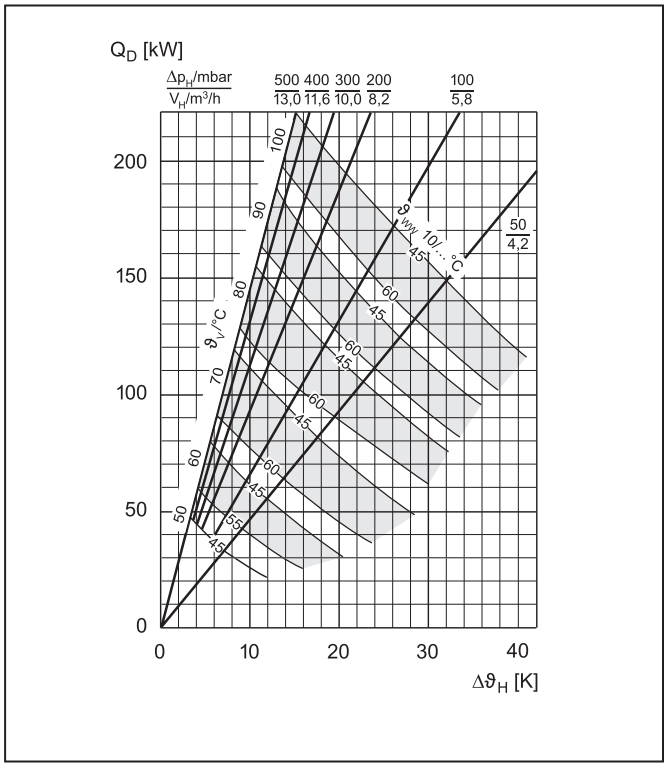
Moc trwała c.w.u Logalux LTN...



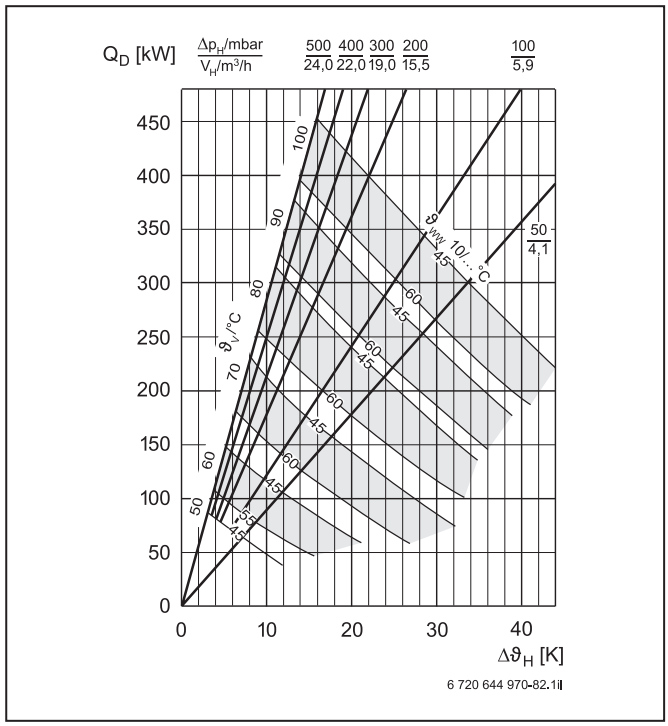
Rys. 79 Logalux LTN400 do LTN550 (wartości standardowe → Tab. 40, strona 103)



Rys. 81 Logalux LTN1500 (wartości standardowe → Tab. 40, strona 103)



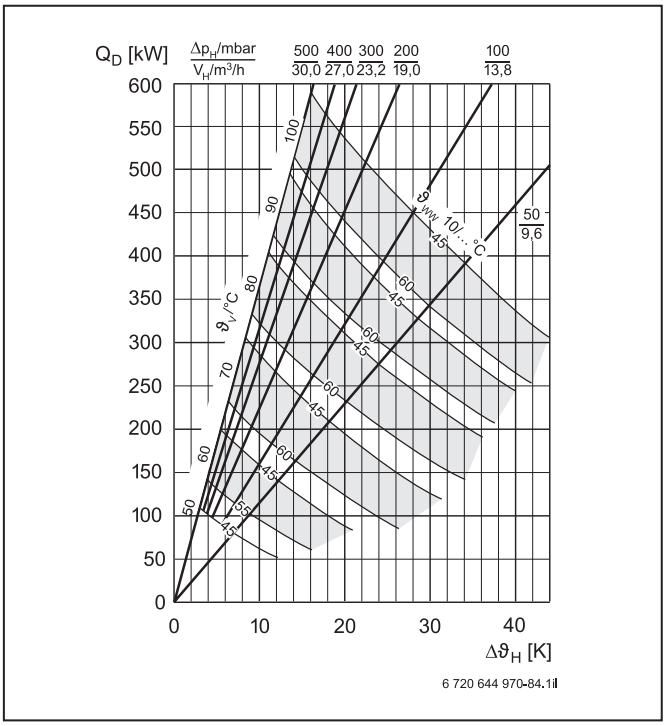
Rys. 80 Logalux LTN750 do LTN950 (wartości standardowe → Tab. 40, strona 103)



Rys. 82 Logalux LTN2000 (wartości standardowe → Tab. 40, strona 103)

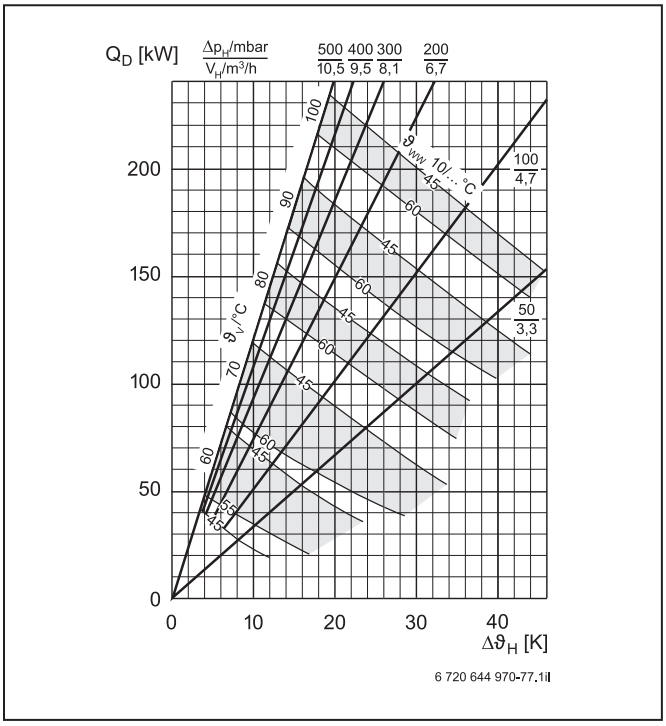
Legenda do Rys. 79 do Rys. 82:

ΔP_H	Strata ciśnienia po stronie wody grzewczej
$\Delta\vartheta_H$	Różnica temperatur po stronie wody grzewczej
V_H	Strumień objętości wody grzewczej
Q_D	Moc trwała

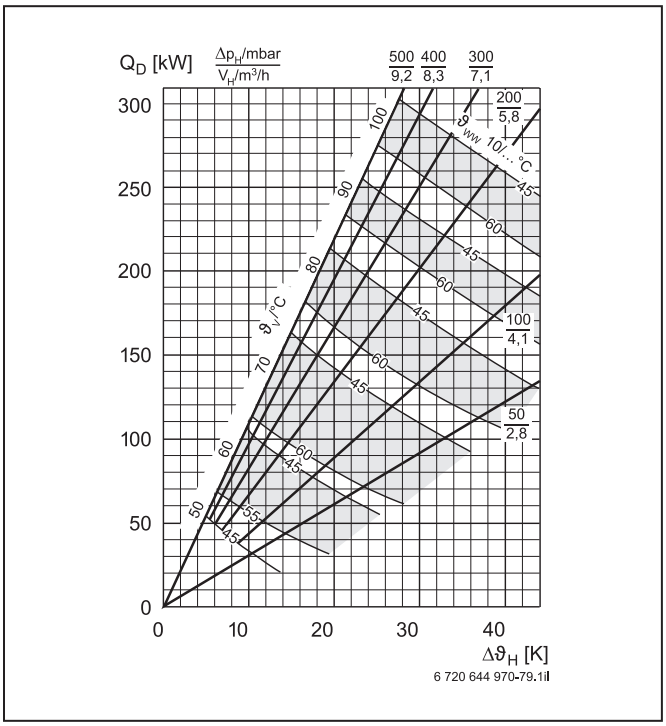


Rys. 83 Logalux LTN2500 do LTN3000(wartości standardowe → Tab. 40, strona 103)

Moc trwała c.w.u Logalux LTH...



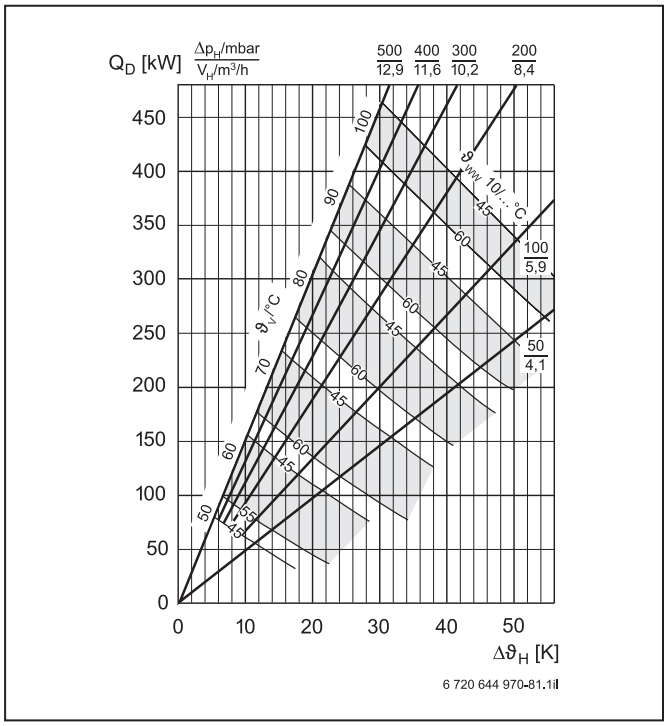
Rys. 84 Logalux LTH400 do LTH550 (wartości standardowe → Tab. 41, strona 103)



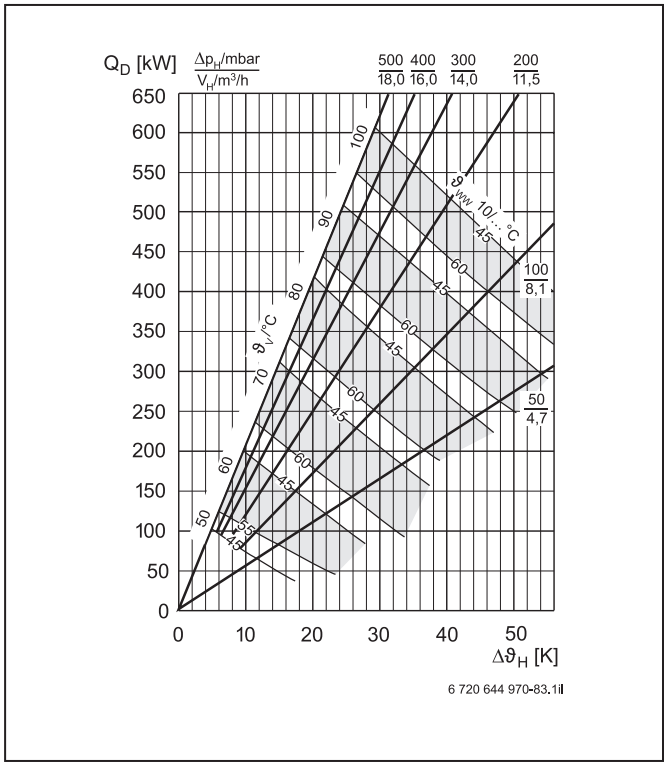
Rys. 85 Logalux LTH750 do LTH950 (wartości standardowe → Tab. 41, strona 104)

Legenda do Rys. 83 do Rys. 85:

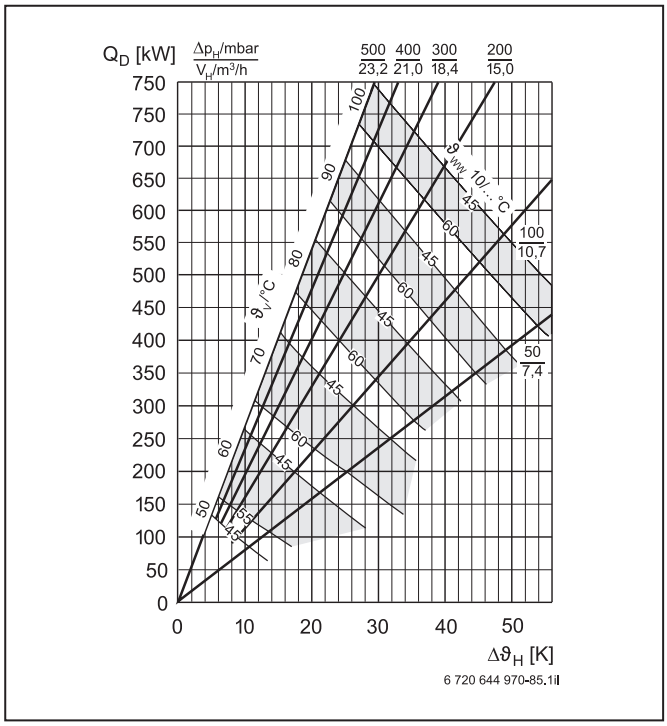
ΔP_H	Strata ciśnienia po stronie wody grzewczej
$\Delta\vartheta_H$	Różnica temperatur po stronie wody grzewczej
V_H	Strumień objętości wody grzewczej
Q_D	Moc trwała



Rys. 86 Logalux LTH1500 (wartości standardowe → Tab. 41, strona 104)



Rys. 87 Logalux LTH2000 (wartości standardowe → Tab. 41, strona 104)



Rys. 88 Logalux LTH2500 do LTH3000(wartości standardowe → Tab. 41, strona 104)

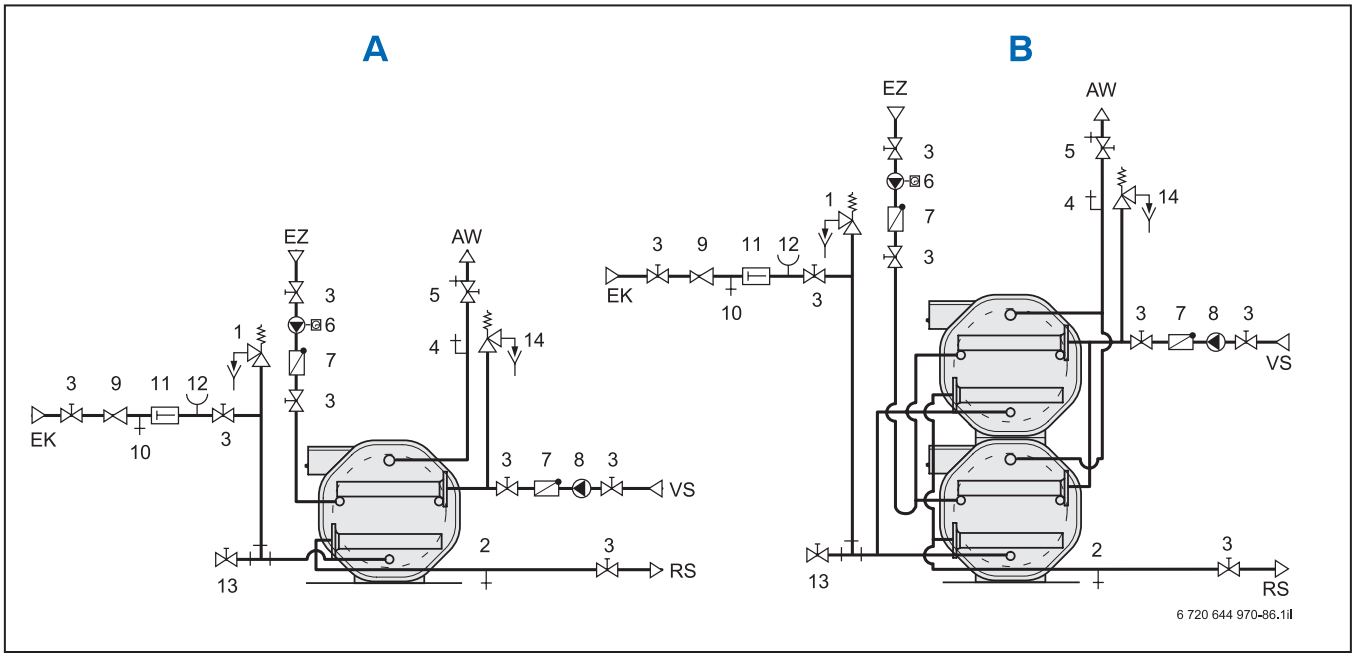
Legenda do Rys. 86 do Rys. 88:

ΔP_H	Strata ciśnienia po stronie wody grzewczej
$\Delta\vartheta_H$	Różnica temperatur po stronie wody grzewczej
V_H	Strumień objętości wody grzewczej
Q_D	Moc trwała

11.3.4 Przykłady instalacji Logalux LT... oraz L2T... (powyżej 400 litrów)

Przykłady instalacji stanowią wyłącznie niewiążące wskazania możliwości podłączenia hydraulicznego – nie dają gwarancji kompletności.
W odniesieniu do realizacji w praktyce obowiązują odpowiednie reguły techniczne.

Podgrzewanie przez kocioł grzewczy



Rys. 89 Podłączenie hydrauliczne podgrzewaczy pojemnościowych c.w.u. Logalux LT... i L2T...

A Podgrzewacz pojedynczy Logalux LT...
B Połączenie równoległe Logalux L2T...
AW Wypływ ciepłej wody
EK Dopływ zimnej wody
EZ Wejście cyrkulacji
RS Powrót podgrzewacza
VS Zasilanie podgrzewacza
[1] Membranowy zawór bezpieczeństwa; sprawdzony wg DIN 4753-1, ustęp 6.3 (1 szt. do każdego podgrzewacza, jeżeli są pojedynczo odcinane). Średnice znamionowe → Tab. 43
[2] Kurek spustowy
[3] Zawór odcinający
[4] Zawór napowietrzająco-odpowietrzający
[5] Zawór odcinający z kurkiem spustowym
[6] Pompa cyrkulacyjna z zegarem sterującym
[7] Zawór zwrotny
[8] Pompa ładująca podgrzewacz
[9] Zawór redukcyjny, jeżeli ciśnienie w sieci wodociągowej jest wyższe niż 80% ciśnienia, przy którym następuje zadziałanie zaworu bezpieczeństwa
[10] Zawór kontrolny
[11] Zabezpieczenie przed przepływem zwrotnym
[12] Króćce przyłączeniowe do manometru zgodnie z DIN 4753-1, do podgrzewaczy o pojemności do 1000 litrów; manometr zgodnie z DIN 4753-1 do podgrzewaczy o pojemności powyżej 1000 litrów
[13] Trójnik oraz kurek spustowy (ważny dla szybkiego płukania/spustu)
[14] Membranowy zawór bezpieczeństwa, sprawdzony zgodnie z DIN 4753-1, konieczny przy zastosowaniu dodatkowego podgrzewu grzałką elektryczną, do zabezpieczenia gładko-rurowego wymiennika ciepła przy odciętym obiegu grzewczym, ciśnienie zadziałania zaworu takie samo jak zaworu zabezpieczającego kotła grzewczego

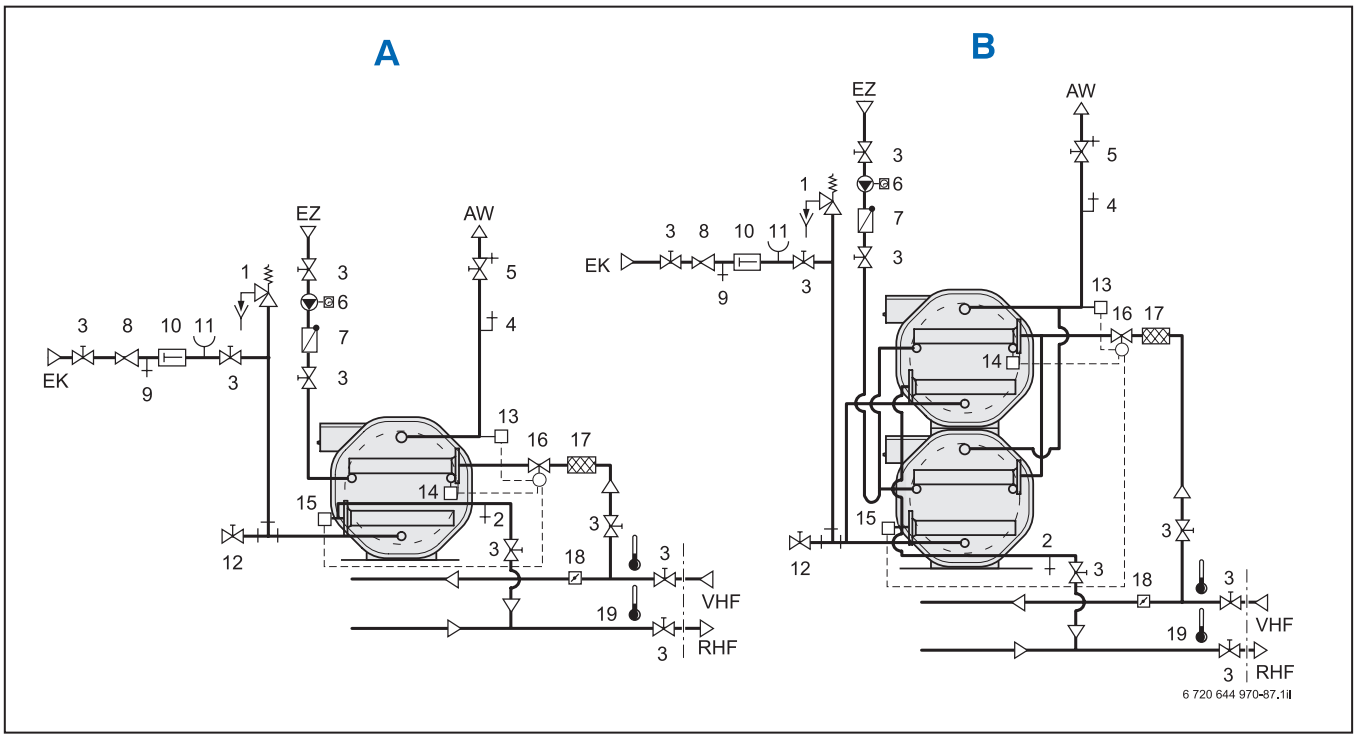
Wszystkie części zapewnia inwestor

Moc cieplna	Średnica znamionowa	do podgrzewacza Logalux
≤ 150 kW	DN20	LTN400 do LTN950, LTH400, L2TN800 do L2TN1900, L2TH800, L3TN1200 do L3TN2250 L3TH1200
≤ 250 kW	DN25	LTN1500, LTH550 do LTH950, L2TN3000, L2TH1100 do L2TH1900
< 1000 kW	DN32	LTN2000 do LTN3000, LTH1500 do LTH3000, L2TN4000 do L2TN600, L2TH3000 do L2TH6000

Tab. 43 Średnica znamionowa membranowego zaworu bezpieczeństwa [1]

Dane dotyczące średnicy znamionowej przy uwzględnieniu mocy według DIN 4708 przy temperaturze na zasilaniu 80°C. Przy innych temperaturach na zasilaniu należy uwzględnić odpowiednią maksymalną moc cieplną!

Ogrzewanie z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej



Rys. 90 Podłączenie hydrauliczne podgrzewaczy pojemnościowych c.w.u. Logalux LT... i L2T...

A Podgrzewacz pojedynczy Logalux LT...
B Połączenie równoległe Logalux L2T...
AW Wypływ ciepłej wody
EK Dopływ zimnej wody
EZ Wejście cyrkulacji
RHF Powrót wody grzewczej (ciepło zdalaczynne)
VHF Zasilanie wody grzewczej (ciepło zdalaczynne)
[1] Membranowy zawór bezpieczeństwa, sprawdzony wg DIN 4753-1 (1 szt. do każdego podgrzewacza, jeżeli są pojedynczo odcinane). Średnice znamionowe → Tab. 44
[2] Kurek spustowy
[3] Zawór odcinający
[4] Zawór napowietrzająco-odpowietrzający
[5] Zawór odcinający z kurkiem spustowym
[6] Pompa cyrkulacyjna z zegarem sterującym
[7] Zawór zwrotny
[8] Zawór redukcyjny, jeżeli ciśnienie w sieci wodociągowej jest wyższe niż 80% ciśnienia, przy którym następuje zadziałanie zaworu bezpieczeństwa
[9] Zawór kontrolny
[10] Zabezpieczenie przed przepływem zwrotnym
[11] Króciec przyłączeniowy manometru wg DIN 4753-1 w podgrzewaczach o pojemności do 1000 litrów; Manometr wg DIN 4753-1 powyżej 1000 litrów pojemności podgrzewacza
[12] Trójnik oraz kurek spustowy (ważny dla szybkiego płukania/spustu)
[13] Czujnik zabezpieczającego ogranicznika temperatury przy temperaturze na zasilaniu powyżej 110°C
[14] Czujnik regulatora temperatury
[15] Czujnik ogranicznika temperatury na powrocie (w razie potrzeby) Uwaga! Czujnik termostatu umieścić na przyłączu, tzn. w mufie na kolanie przewodu przyłączeniowego
[16] Regulator temperatury bezpośredniego działania z zabezpieczającym ogranicznikiem temperatury przy temperaturze na zasilaniu powyżej 110°C i ogranicznikiem temperatury na powrocie
[17] Filtr do wody
[18] Organ nastawczy
[19] Termometr

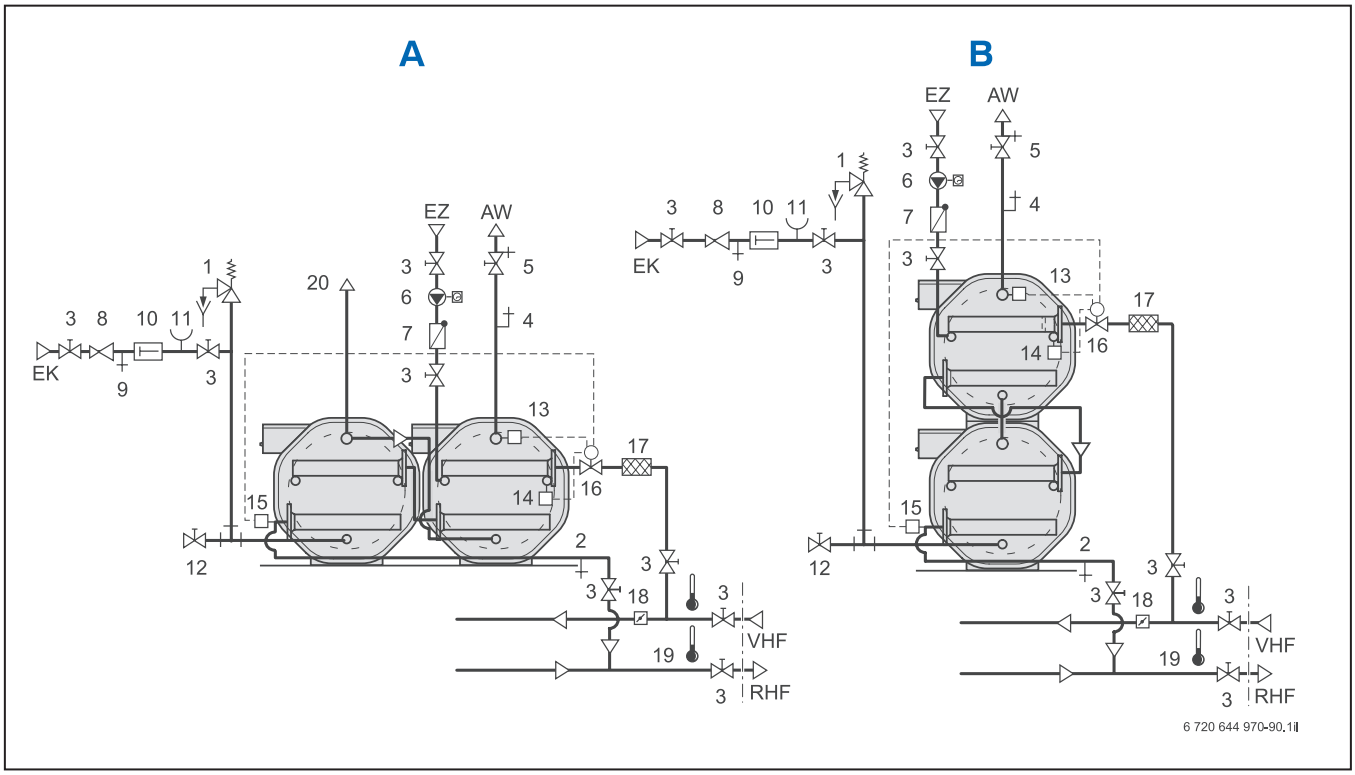
Wszystkie części zapewnia inwestor

Moc cieplna	Średnica znamionowa	do podgrzewacza Logalux
≤ 150 kW	DN20	LTN400 do LTN950, LTH400 do LTH950
≤ 250 kW	DN25	LTN1500 do LTN3000, LTH1500 do LTH3000

Tab. 44 Średnica znamionowa membranowego zaworu bezpieczeństwa [1]

Dane dotyczące średnicy znamionowej przy uwzględnieniu mocy według DIN 4708 przy temperaturze na zasilaniu 80°C. Przy innych temperaturach na zasilaniu należy uwzględnić odpowiednią maksymalną moc cieplną!

Ogrzewanie z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej



Rys. 91 Podłączenie hydrauliczne podgrzewaczy pojemnościowych c.w.u. Logalux LT... i L2T... (połączenie szeregowe)

A Połączenie szeregowe 2 x Logalux LT...
B Połączenie szeregowe Logalux L2T...
AW Wypływ ciepłej wody
EK Dopływ zimnej wody
EZ Wejście cyrkulacji
RHF Powrót wody grzewczej (ciepło zdalaczynne)
VHF Zasilanie wody grzewczej (ciepło zdalaczynne)
[1] Membranowy zawór bezpieczeństwa, sprawdzony wg DIN 4753-1 (1 szt. do każdego podgrzewacza, jeżeli są pojedynczo odcinane). Średnice znamionowe → Tab. 45.
[2] Kurek spustowy
[3] Zawór odcinający
[4] Zawór napowietrzająco-odpowietrzający
[5] Zawór odcinający z kurkiem spustowym
[6] Pompa cyrkulacyjna z zegarem sterującym
[7] Zawór zwrotny
[8] Zawór redukcyjny, jeżeli ciśnienie w sieci wodociągowej jest wyższe niż 80% ciśnienia, przy którym następuje zadziałanie zaworu bezpieczeństwa
[9] Zawór kontrolny
[10] Zabezpieczenie przed przepływem zwrotnym
[11] Króciec przyłączeniowy manometru wg DIN 4753-1 w podgrzewaczach o pojemności do 1000 litrów; Manometr wg DIN 4753-1 powyżej 1000 litrów pojemności podgrzewacza
[12] Trójnik oraz kurek spustowy (ważny dla szybkiego płukania/spustu)
[13] Czujnik zabezpieczającego ogranicznika temperatury przy temperaturze na zasilaniu powyżej 110°C
[14] Czujnik regulatora temperatury
[15] Czujnik ogranicznika temperatury na powrocie (w razie potrzeby) Uwaga! Czujnik termostatu umieścić na przyłączu, tzn. w mufie na kolanie przewodu przyłączeniowego
[16] Regulator temperatury bezpośredniego działania z ogranicznikiem temperatury bezpieczeństwa przy temperaturze na zasilaniu powyżej 110°C oraz ogranicznikiem temperatury na powrocie
[17] Filtr do wody
[18] Organ nastawczy
[19] Termometr
[20] Odpowietrznik
[1)] Połączenie szeregowe

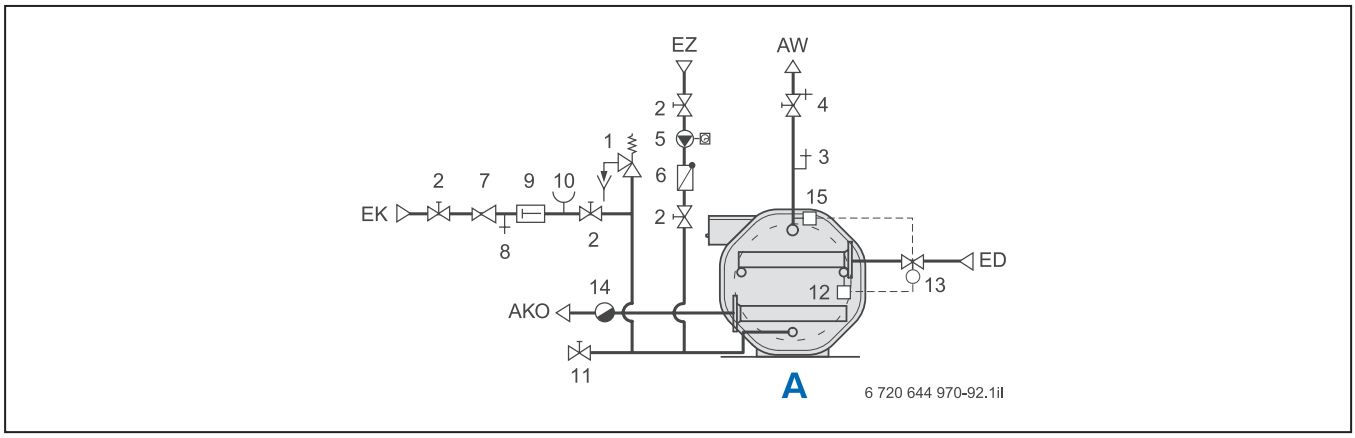
Wszystkie części zapewnia inwestor

Moc cieplna	Średnica znamionowa	do podgrzewacza Logalux
≤ 150 kW	DN20	LTN400 do LTN950, LTH400 do LTH950
≤ 250 kW	DN25	LTN1500 do LTN3000, LTH1500 do LTH3000

Tab. 45 Średnica znamionowa membranowego zaworu bezpieczeństwa [1]

Dane dotyczące średnicy znamionowej przy uwzględnieniu mocy według DIN 4708 przy temperaturze na zasilaniu 80°C. Przy innych temperaturach na zasilaniu należy uwzględnić odpowiednią maksymalną moc cieplną!

Ogrzewanie parą wodną



Rys. 92 Podłączenie hydrauliczne podgrzewaczy pojemnościowych c.w.u. Logalux LTD (zapewnić swobodny odpływ kondensatu)

A Logalux LTD
AW Wypływ ciepłej wody
AKO Odpływ kondensatu
ED Wlot pary
EK Dopływ zimnej wody
EZ Wejście cyrkulacji
[1] Membranowy zawór bezpieczeństwa, sprawdzony zgodnie z DIN 4753-1. Średnice znamionowe → Tab. 46
[2] Zawór odcinający
[3] Zawór napowietrzająco-odpowietrzający
[4] Zawór odcinający z kurkiem spustowym
[5] Pompa cyrkulacyjna z zegarem sterującym
[6] Zawór zwrotny
[7] Zawór redukcyjny, jeżeli ciśnienie w sieci wodociągowej jest wyższe niż 80% ciśnienia, przy którym następuje zadziałanie zaworu bezpieczeństwa
[8] Zawór kontrolny
[9] Zabezpieczenie przed przepływem zwrotnym
[10] Króćce przyłączeniowe do manometru zgodnie z DIN 4753-1, do podgrzewaczy o pojemności do 1000 litrów; manometr zgodnie z DIN 4753-1 do podgrzewaczy o pojemności powyżej 1000 litrów
[11] Trójnik oraz kurek spustowy (ważny dla szybkiego płukania/spustu)
[12] Czujnik regulatora temperatury
[13] Regulator temperatury bezpośredniego działania
[14] Pływakowy odwadniacz kondensatu (bez sterowania temperaturowego) z automatycznym odpowietrznikiem
[15] Czujnik zabezpieczającego ogranicznika temperatury przy temperaturze na zasilaniu powyżej 110°C

Wszystkie części zapewnia inwestor

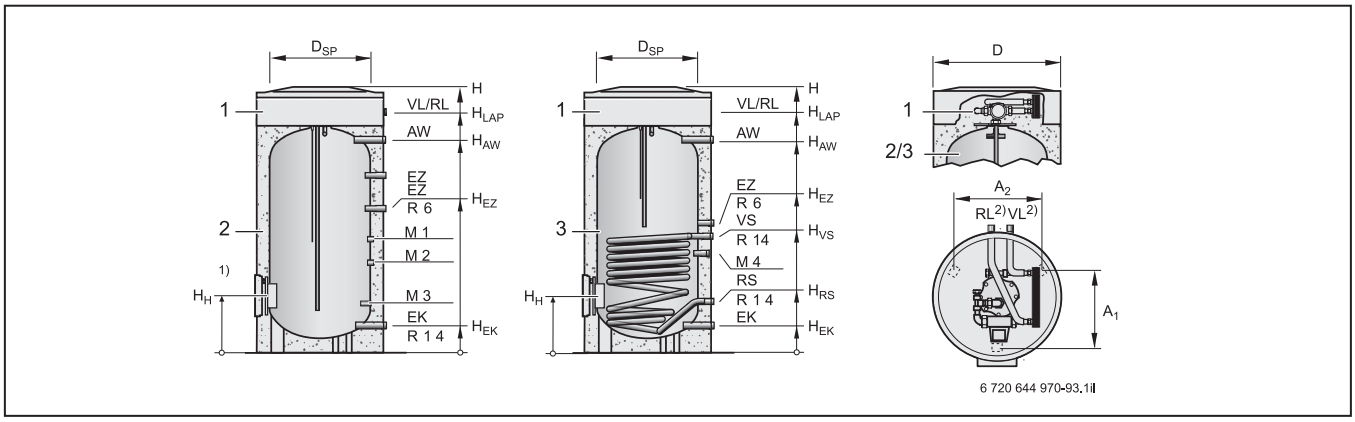
Moc cieplna	Średnica znamionowa	do podgrzewacza Logalux
≤ 150 kW	DN20	LTN400 do LTN950, LTH400 do LTH950
≤ 250 kW	DN25	LTN1500 do LTN3000, LTH1500 do LTH3000

Tab. 46 Średnica znamionowa membranowego zaworu bezpieczeństwa [1]

Dane dotyczące średnicy znamionowej przy uwzględnieniu mocy według DIN 4708 przy temperaturze na zasilaniu 80°C. Przy innych temperaturach na zasilaniu należy uwzględnić odpowiednią maksymalną moc cieplną!

11.4 Systemy ładowania zasobników: Logalux LAP z zasobnikiem Logalux SF oraz podgrzewaczem Logalux SU

11.4.1 Wymiary i dane techniczne



Rys. 93 Wymiary zestawu wymiennika ciepła Logalux LAP zamontowanego na zasobniku Logalux SF lub podgrzewaczu pojemnościowym Logalux SU

RS Powrót podgrzewacza (instalacja solarna)
VS Zasilanie podgrzewacza (instalacja solarna)
M 1 Punkt pomiaru (mufa Rp ¾ z tuleją zanurzeniową (tuleja zanurzeniowa w SF500 -SF1000 do zapewnienia na miejscu))
M 2 Punkt pomiaru (SF500-SF1000 opaska zaciskowa do czujnika przylgowego)
M 3 Punkt pomiaru (SF300/5-SF400/5 wspawana tuleja zanurzeniowa wewn.-Ø 11 mm; SF500-SF1000 opaska zaciskowa do czujnika przylgowego)
M 4 Punkt pomiaru wspawana tuleja zanurzeniowa wewn. - Ø 19,5 mm

[1] Zestaw wymiennika ciepła Logalux LAP (orurowanie na górnej pokrywie otworu rewizyjnego)
[2] Zasobnik Logalux SF (zamawiany oddzielnie)
[3] Podgrzewacz Logalux SU (zamawiany oddzielnie)
1) Możliwość montażu grzałki elektrycznej (wyposażenie dodatkowe); w zasobniku Logalux SF alternatywnie wymiennik ciepła z rur ożebrowanych do podgrzewania dwusystemowego (→ Rys. 98, strona 118)
2) Rury przyłączeniowe po stronie instalacji grzewczej należą do zakresu dostawy tylko w przypadku Logalux LAP 1/5, 2/5 oraz 3/5

Zestaw wymiennika ciepła Logalux		Jednostka	LAP 1/5, LAP 2/5, LAP 3/5		LAP1.1, LAP2.1, LAP3.1		
z Logalux			SF300/5	SF400/5	SF500	SF750	SF1000
z Logalux			-	-	SU500	SU750	SU1000
Średnica	Ø D Ø D_{Sp}	mm mm	670 –[1]	670[2] –[1]	850[2] 650	1000[2] 800	1100[2] 900
Wysokość	H	mm	1675[4]	2015[4]	2030	2030	2100
Szerokość do wstawienia		mm	670	670	660	810	910
Wysokość pomieszczenia		mm	2035[3]	2075	2390	2390	2460
Zasilanie/powrót zestawu wymiennika ciepła Logalux LAP	Ø H_{LAP}	cal mm	R 1 1595	R 1 1935	R 1 1950	R 1 1950	R 1 2020
Dopływ zimnej wody	Ø EK	cal	R 1	R 1	R 1	R 1½	R 1½
	H_{EK}	mm	80[4]	80[4]	148	133	121
Wejście cyrkulacji	H_{EZ}	mm	903[4]	1143[4]	1062	1065	1126
Wypływ ciepłej wody	Ø AW H_{AW}	cal mm	R 1 1355[4]	R 1 1695[4]	R 1¼ 1643	R 1¼ 1648	R 1½ 1721
Odstęp między nóżkami	A1 A2	mm mm	380 440	380 440	419 483	546 628	615 711

Tab. 47 Wymiary zestawu wymiennika ciepła Logalux LAP w połączeniu z zasobnikiem Logalux SF i podgrzewaczem pojemnościowym SU

[1] Izolacja cieplna z pianki twardej EPS/poliuretanowej o grubości 50 mm, niezdejmowalna
[2] W Logalux SF...-100 oraz SU...-100 z izolacją cieplną o grubości 100 mm
[3] Do montażu zestawu wymiennika ciepła Logalux LAP
[4] Należy dodać 15 - 25 mm na nóżki

Zestaw wymiennika ciepła Logalux	Jednostka	LAP1.1 LAP1/5	LAP2.1 LAP2/5	LAP3.1 LAP3/5
Masa[1] (netto)	kg	16,4	17,0	18,0
Płytowy wymiennik ciepła zintegrowany	-	Alfa Laval CB 27-18H (V22, V22)	Alfa Laval CB 27-24H (V22, V22)	Alfa Laval CB 27-34H (V22, V22)
Pompa ładująca do zasobnika zintegrowana	-	Grundfos UP 20-45 N		
Maksymalny strumień objętości po stronie wtórnej[2]	l/h	1400	1650	1800
Maksymalne ciśnienie robocze	bar	30 woda grzewcza/10 woda użytkowa		
Maksymalna temperatura robocza	°C	75[3] woda grzewcza/70 ciepła woda		

Tab. 48 Dane techniczne zestawu wymiennika ciepła Logalux LAP

[1] Doliczyć masę zbiornika (Logalux SF tabela 50, strona 118; Logalux SU → Tab. 50, strona 118); masa z opakowaniem ok. 5% większa
[2] Wskazówka: Strumień objętości cyrkulacji musi być w trybie ładowania mniejszy niż strumień objętości po stronie wtórnej
[3] Przy twardości wody od 8°dH należy ograniczyć maksymalną temperaturę na zasilaniu do 70°C

11.4.2 Parametry mocy Logalux LAP z Logalux SF oraz SU, podgrzewanie przez kocioł grzewczy

Logalux SF lub Logalux SU[1]	Zestaw wymiennika ciepła Logalux	Moc c.w.u. przy temperaturach c.w.u. 10/60°C[2] przy temperaturach wody grzewczej na zasilaniu/powrocie				Zapotrzebowanie wody grzewczej w m³/h	Strata ciśnienia w mbar
		70/50°C		75/50°C[3]			
		Współczynnik mocy NL	Moc trwała w kW	Współczynnik mocy NL	Moc trwała w kW		
SF300/5	LAP1/5	11,3	42,6	13,2	53,5	1,86	210
	LAP2/5	14,4	57,6	16,4	71,5	2,45	210
	LAP3/5	20,5	81,8	23,7	101,4	3,40	210
SF400/5	LAP1/5	14,9	42,6	17,0	53,5	1,86	210
	LAP2/5	18,5	57,6	21,2	71,5	2,45	210
	LAP3/5	25,1	81,8	29,6	101,4	3,40	210
SF500 SU500	LAP1.1	17,4	42,6	20,5	53,5	1,86	210
	LAP2.1	21,4	57,6	24,6	71,5	2,45	210
	LAP3.1	27,8	81,8	33,0	101,4	3,40	210
SF750 SU750	LAP1.1	23,8	42,6	27,2	53,5	1,86	210
	LAP2.1	28,8	57,6	32,4	71,5	2,45	210
	LAP3.1	36,2	81,8	42,5	101,4	3,40	210
SF1000 SU1000	LAP1.1	29,7	42,6	33,3	53,5	1,86	210
	LAP2.1	35,3	57,6	38,7	71,5	2,45	210
	LAP3.1	43,7	81,8	50,3	101,4	3,40	210

Tab. 49 Parametry wydajności c.w.u. zestawów wymienników ciepła Logalux LAP w połączeniu z zasobnikami Logalux SF300 do SF1000 oraz podgrzewaczami pojemnościowymi Logalux SU400 do SU1000

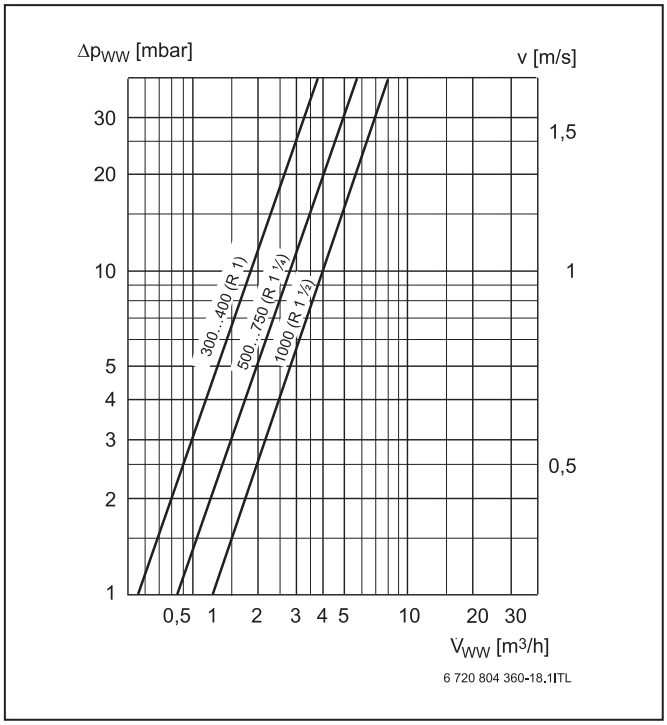
[1] W przypadku podgrzewaczy pojemnościowych Logalux SU obowiązują tylko wartości mocy trwałej, a nie współczynnika mocy
[2] Temperatura c.w.u. na wypływie 60°C przy temperaturze wody na dopływie 10°C
[3] Przy twardości wody od 8°dH należy ograniczyć maksymalną temperaturę na zasilaniu do 70°C

11.4.3 Wykresy strat ciśnienia i wykresy mocy Logalux LAP z zasobnikami Logalux SF i podgrzewaczami Logalux SU

Wykresy mocy Logalux LAP obowiązują dla wszystkich rodzajów podgrzewania. Wartości standardowe do doboru podgrzewaczy są podane w poszczególnych tabelach. W przypadkach specjalnych odpowiednie wartości można określić na podstawie wykresów.

- Procedura doboru podgrzewacza: → Tab. 6, strona 27
- Objaśnienie znaków we wzorach: → rozdział 13.2, strona 160

Strata ciśnienia po stronie c.w.u. i prędkość przepływu w każdym króćcu przyłączeniowym z Logalux SF300/5 do SF1000



Rys. 94 Logalux SF300/5 do SF1000

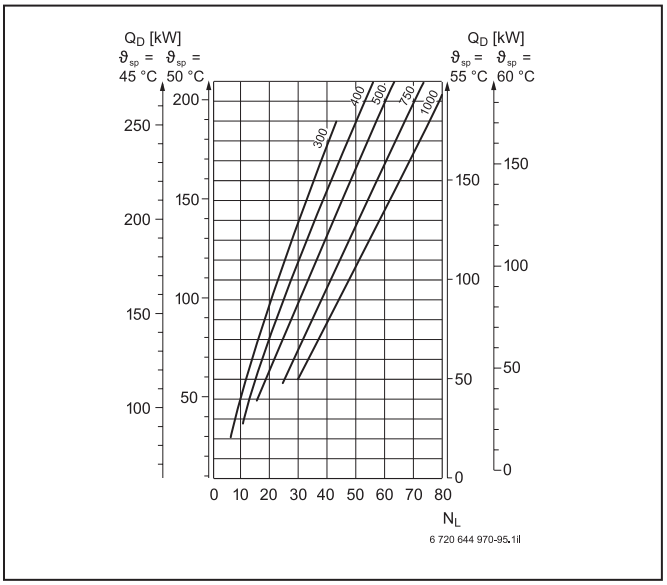
Legenda do Rys. 94 do Rys. 96:

ΔP_{WW}	Strata ciśnienia po stronie c.w.u.
$\Delta\vartheta_H$	Różnica temperatur po stronie wody grzewczej
N_L	Współczynnik mocy
Q_D	Moc trwała
v	Prędkość przepływu w króćcu przyłączeniowym
V_{WW}	Strumień objętości c.w.u.

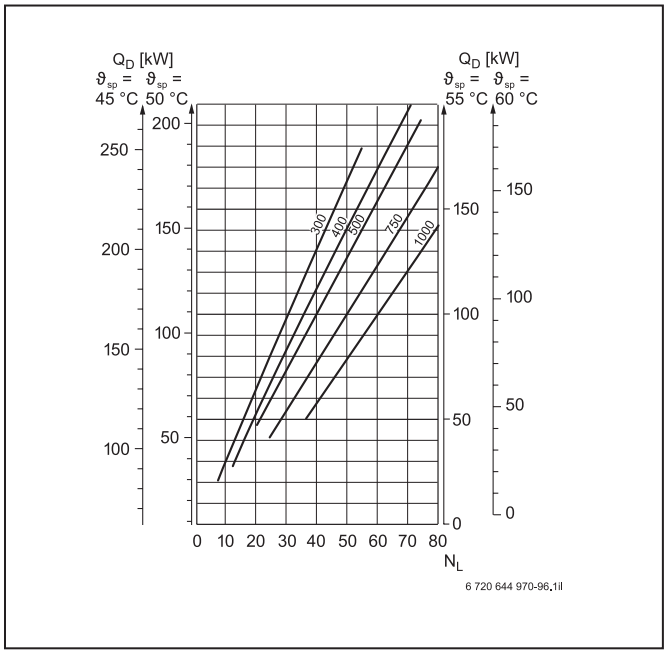
Pojemność zasobników w zależności od współczynnika mocy i mocy trwałej w systemach ładowania zasobników z Logalux SF300/5 do SF1000

Moc trwała c.w.u. różni się w zależności od trybu pracy pompy ładującej do zasobnika warstwowego:

- pompa ładująca do zasobnika warstwowego pracująca w trybie okresowym → Rys. 95, np. w połączeniu z urządzeniem regulacyjnym Logamatic 4126, 4117 lub Logamatic 4...z modułem funkcyjnym FM445
- pompa ładująca do zasobnika warstwowego pracująca w trybie ciągłym → Rys. 96, np. po podłączeniu zegara sterującego (do zapewnienia na miejscu)



Rys. 95 System ładowania zasobników Logalux SF300/5 do SF1000 w połączeniu z pompą pracującą w trybie okresowym

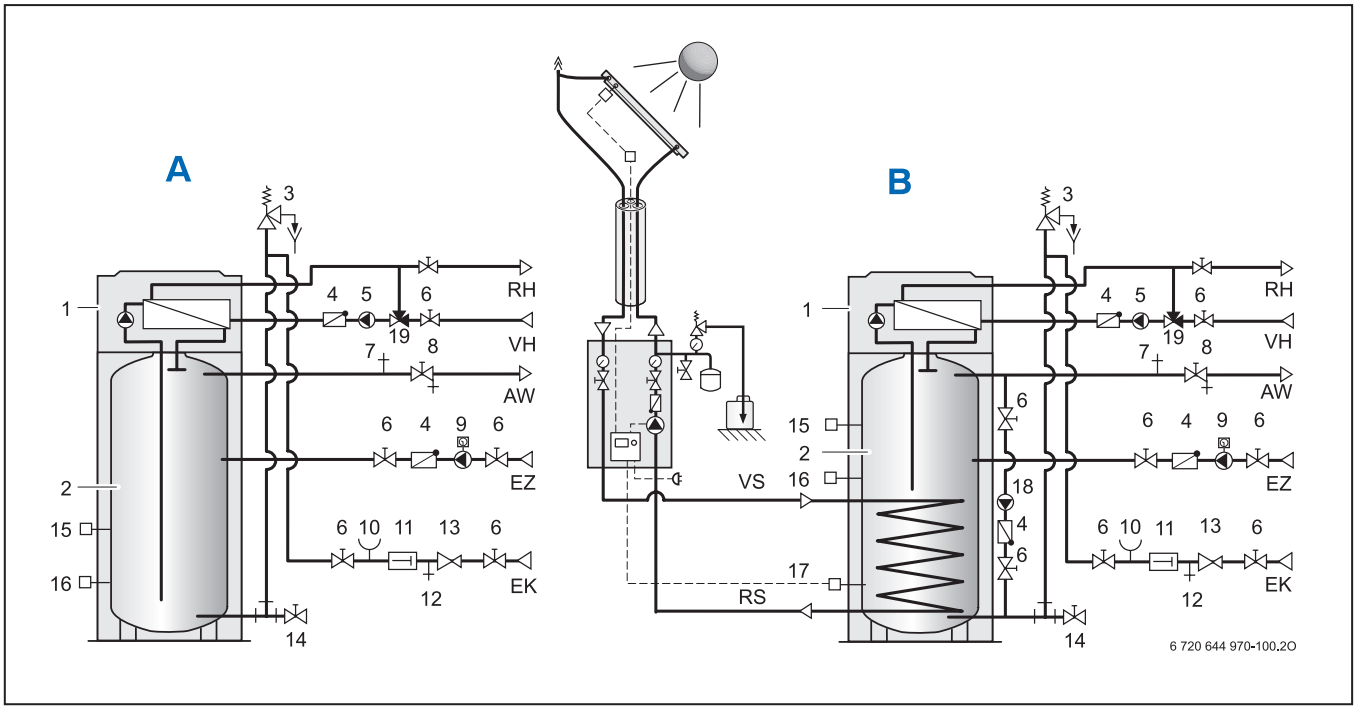


Rys. 96 System ładowania zasobników Logalux SF300/5 do SF1000 w połączeniu z pompą pracującą w trybie ciągłym

11.4.4 Przykłady instalacji Logalux LAP z zasobnikiem Logalux SF i podgrzewaczem pojemnościowym Logalux SU

Ikona Przykłady instalacji stanowią wyłącznie niewiążące wskazania możliwości podłączenia hydraulicznego – nie dają gwarancji kompletności. W odniesieniu do realizacji w praktyce obowiązują odpowiednie reguły techniczne.

Podgrzewanie Logalux LAP przez kocioł grzewczy lub ze zdalaczynnej sieci ciepłowniczej

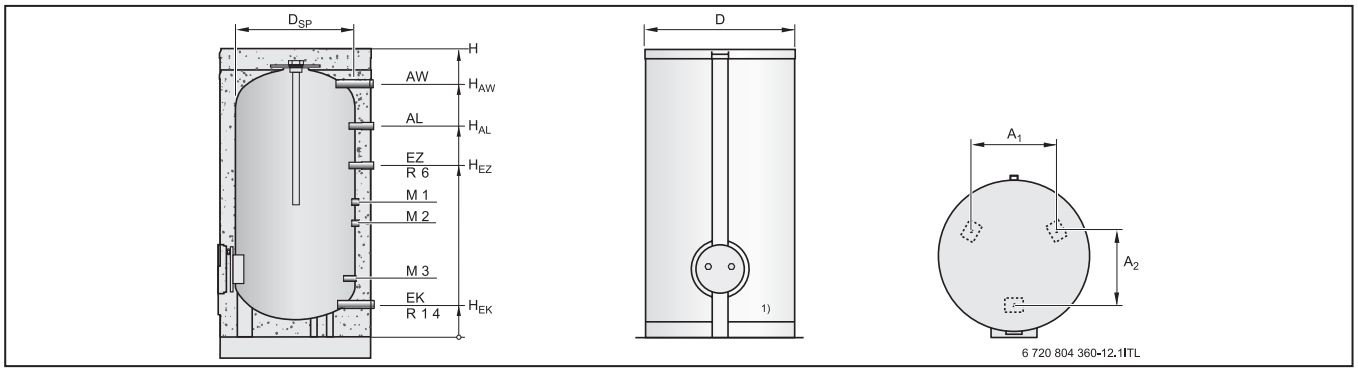


Rys. 97 Hydrauliczne przyłączenie zestawu wymiennika ciepła Logalux LAP w połączeniu z podgrzewaczem pojemnościowym Logalux SU lub zasobnikiem c.w.u. Logalux SF w systemie ładowania zasobników (przyłącza zbiorników strona 95)

A Logalux LAP z Logalux SF
B Logalux LAP z Logalux SU (alternatywnie z Logalux SF i wbudowanym wymiennikiem ciepła z rur ożebrowanych)
AW Wypływ ciepłej wody
EK Dopływ zimnej wody
EZ Wejście cyrkulacji
RH Powrót instalacji grzewczej lub powrót wody grzewczej (sieć zdalaczynna)
RS Powrót podgrzewacza (instalacja solarna)
VH Zasilanie instalacji grzewczej lub zasilanie wodą grzewczą (sieć zdalaczynna)
VS Zasilanie podgrzewacza (instalacja solarna)
[1] Zestaw wymiennika ciepła Logalux LAP
[2] Podgrzewacz pojemnościowy Logalux SU, alternatywnie zasobnik Logalux SF i wbudowany wymiennik ciepła z rur ożebrowanych
[3] Membranowy zawór bezpieczeństwa, sprawdzony wg DIN 4753-1 (1 szt. do każdego podgrzewacza, jeżeli są pojedynczo odcinane)
[4] Zawór zwrotny (do zapewnienia na miejscu)
[5] Pompa ładująca podgrzewacz (do zapewnienia na miejscu)
[6] Zawór odcinający (do zapewnienia na miejscu)
[7] Zawór napowietrzająco-odpowietrzający
[8] Zawór odcinający z kurkiem spustowym
[9] Pompa cyrkulacyjna z zegarem sterującym
[10] Króćce przyłączeniowe do manometru zgodnie z DIN 4753-1, do podgrzewaczy o pojemności do 1000 litrów; manometr zgodnie z DIN 4753-1 do podgrzewaczy o pojemności powyżej 1000 litrów
[11] Zabezpieczenie przed przepływem zwrotnym
[12] Zawór kontrolny
[13] Zawór redukcyjny, jeżeli ciśnienie w sieci wodociągowej jest wyższe niż 80% ciśnienia, przy którym następuje zadziałanie zaworu bezpieczeństwa
[14] Trójnik oraz kurek spustowy (ważny dla szybkiego płukania/spustu)
[15] Czujnik temperatury włączania
[16] Czujnik temperatury wyłączania
[17] Czujnik temperatury w zasobniku solarnym na dole
[18] Pompa cyrkulacyjna do codziennego przewarstwienia wg DVGW W551
[19] Mieszacz

11.5 Systemy ładowania zasobników: Logalux SLP z Logalux SF oraz LF

11.5.1 Wymiary i dane techniczne Logalux SF300/5 do SF1000



Rys. 98 Wymiary stojących zasobników Logalux SF300/5 do SF1000

M1 Punkt pomiaru mufa Rp ¾ z tuleją zanurzeniową (tuleja zanurzeniowa w zasobnikach SF500 -SF1000 do zapewnienia na miejscu)

M2 Punkt pomiaru (SF500-SF1000 opaska zaciskowa do czujnika przylgowego)

M3 Punkt pomiaru (SF300/5-SF400/5 wspawana tuleja zanurzeniowa wewn.-Ø 11 mm; SF500-SF1000 łącznik zaciskowy do czujnika przylgowego)

[1] Możliwość montażu grzałki elektrycznej (wyposażenie dodatkowe) lub alternatywnie wymiennika ciepła z rur ożebrowanych (wyposażenie dodatkowe) do podgrzewania dwusystemowego

Logalux		Jednostka	SF300/5	SF400/5	SF500	SF750	SF1000
Pojemność podgrzewacza		l	300	400	500	750	1000
Średnica - bez izolacji cieplnej - z izolacją cieplną 80 mm - z izolacją cieplną 100 mm	 Ø D_{Sp} Ø D Ø D	 mm mm mm	 - 670[1] -	 - 670[1] -	 650 810 850	 800 960 1000	 900 1060 1100
Wysokość	H	mm	1495[2]	1835[2]	1850	1850	1920
Wymiar przechyłu		mm	1655	1965	1810	1815	1875
Szerokość do wstawienia		mm	670	670	660	810	910
Wysokość pomieszczenia		mm	1875[3]	2115[3]	2150	2150	2200
Zasilanie/powrót wymiennika ciepła z rur ożebrowanych	Ø VH/RH	cal	R½	R½	R½	R½	R½
Dopływ zimnej wody	Ø EK H_{EK}	cal mm	R 1 80[2]	R 1 80[2]	R 1¼ 148	R 1½ 133	R 1½ 121
Wejście cyrkulacji	H_{EZ}	mm	903[2]	912	1062	1065	1126
Wypływ ciepłej wody	Ø AW H_{AW}	cal mm	R 1 1355[2]	R 1 1695[2]	R 1¼ 1643	R 1¼ 1648	R 1 1721
Króciec do ładowania	Ø AL	cal	R 1	R 1	R 1¼	R 1½	R 1½
	H_{AL}	mm	1178[2]	1383[2]	1252	1448	1496
Odstęp między nóżkami	A_1	mm	380	380	419	546	615
	A_2	mm	440	440	483	628	711
Nakład energii na pozostawanie w stanie gotowości		kWh/24 h	1,82[4]	2,04[4]	3,94[5] 2,18[6]	5,03[5] 2,69[6]	5,45[5] 3,11[6]
Masa (netto)[7]		kg	85	94	153	218	313
Maksymalne ciśnienie robocze		bar	10	10	10	10	10
Maksymalna temperatura robocza		°C	95	95	95	95	95

Tab. 50 Wymiary oraz dane techniczne stojących zasobników c.w.u. Logalux SF300 do SF1000

[1] Izolacja cieplna z pianki twardej EPE/poliuretanowej o grubości 50 mm, niezdejmowalna
[2] Należy dodać 15 - 25 mm na nóżki
[3] Minimalna wysokość pomieszczenia wymagana do wymiany anody magnezowej
[4] Płaszcz izolacji cieplnej z pianki twardej EPS/poliuretanowej o grubości 50 mm. Wartość pomiarowa przy różnicy temperatur 45 K wg DIN 4753-8.
[5] W przypadku Logalux SF...-80 z izolacją cieplną z pianki miękkiej PU o grubości 80 mm z płaszczem PS. Wartość pomiarowa przy różnicy temperatur 45 K wg DIN 4753-8
[6] W przypadku Logalux SU...-100 z izolacją cieplną z włókien poliesterowych o grubości 100 mm z płaszczem PS. Wartość pomiarowa przy różnicy temperatur 45 K wg EN 12897
[7] Masa z opakowaniem o ok. 5% wyższa

11.5.2 Parametry mocy Logalux SF300/5 do SF500 (z wbudowanym wymiennikiem ciepła)

Moc trwała c.w.u. z wbudowanym wymiennikiem ciepła z rur ożebrowanych przy podgrzewaniu z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej

Logalux	Tempera-tura na zasilaniu instalacji grzewczej w °C	Strumień objętości 300 l/h (Δp = 110 mbar)					Strumień objętości 600 l/h (Δp = 365 mbar)				
		Współczynnik mocy N_L przy temperaturze c.w.u. 60°C	Wydajność trwała c.w.u. przy temperaturze na wypływie[1]				Współczynnik mocy N_L przy temperaturze c.w.u.	Wydajność trwała c.w.u. przy temperaturze na wypływie			
			45°C		60°C		60°C	45°C		60°C	
			w l/h	w kW	w l/h	w kW		w l/h	w kW	w l/h	w kW
SF300/5	60	2,4[2]	190	7,8	-	-	3,3[2]	295	12	-	-
	65	3,1	235	9,6	-	-	4,6	370	15	-	-
	70	3,5	280	11,3	100	5,7	5,7	435	17,7	170	10,0
	80	5,1	385	15,6	185	10,7	7,5	550	22,5	300	17,5
SF400/5	60	3,5[2]	190	7,8	-	-	5,2[2]	295	12	-	-
	65	4,3	235	9,6	-	-	6,4	370	15	-	-
	70	5,4	280	11,3	100	5,7	7,9	435	17,7	170	10,0
	80	7,6	385	15,6	185	10,7	11,1	550	22,5	300	17,5
SF500	60	4,6[2]	190	7,8	-	-	6,8[2]	295	12	-	-
	65	5,6	235	9,6	-	-	8,4	370	15	-	-
	70	6,9	280	11,3	100	5,7	10,5	435	17,7	170	10,0
	80	10	385	15,6	185	10,7	12,9	550	22,5	300	17,5

Tab. 51 Parametry wydajności c.w.u. Logalux SF300/5 do SF500 z wymiennikiem ciepła z rur ożebrowanych (wyposażenie dodatkowe)

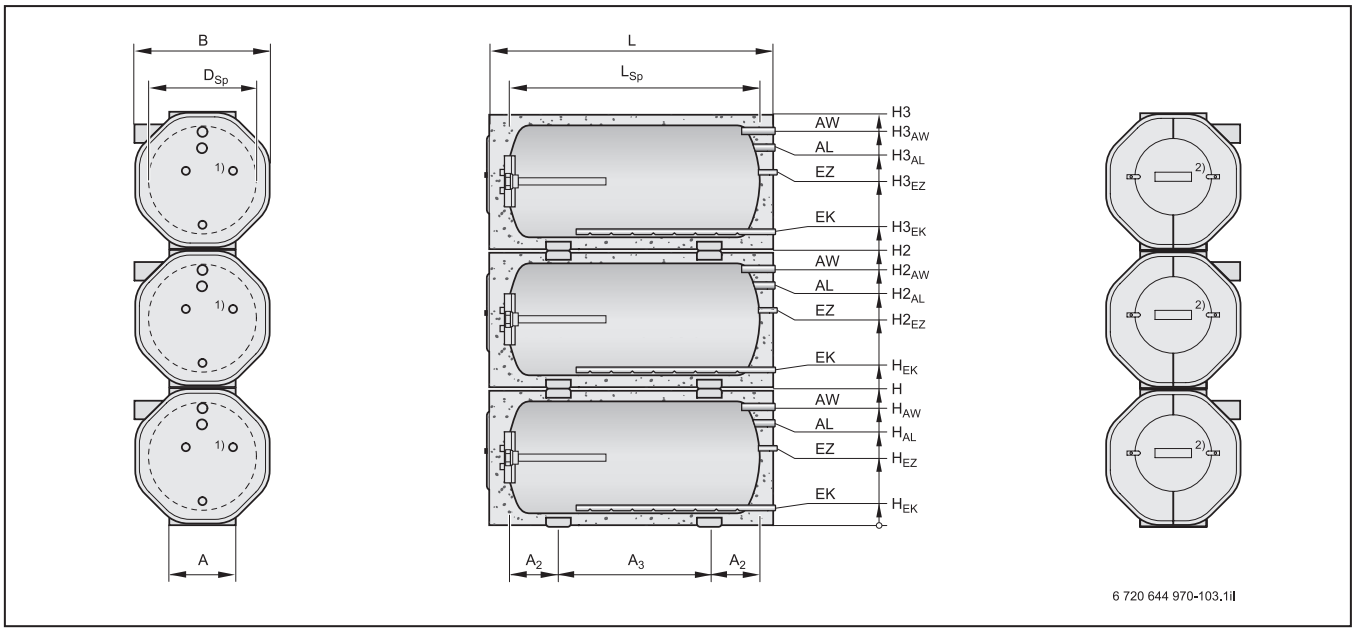
[1] Temperatura na dopływie zimnej wody 10°C
[2] Temperatura c.w.u. 55°C

Ikona Parametry wydajności c.w.u. zasobników Logalux SF300/5 do SF500 (bez wbudowanego wymiennika ciepła)
- ► w połączeniu z zestawem wymiennika ciepła Logalux LAP (system ładowania zasobników z nasadzanym płytowym wymiennikiem ciepła) → Tab. 48, strona 115,
- ► w połączeniu z zestawem wymiennika ciepła Logalux SLP (system ładowania zasobników z płytowym wymiennikiem ciepła umieszczonym z boku) → Tab. 59, strona 127.

Instalacja z dwoma lub trzema podgrzewaczami
- • Mnożnik do współczynnika mocy N_L
- - przy dwóch podgrzewaczach= 2,4
- - przy trzech podgrzewaczach = 3,8

→ „Przykład" i „Warunki" na stronie 32.

11.5.3 Wymiary i dane techniczne Logalux LF, L2F, L3F



Rys. 99 Wymiary leżących zasobników Logalux LF, L2F, L3F

[1] Mufa R 1¼ (np. do regulatora bez energii pomocniczej)
[2] Tuleja zanurzeniowa R i kolejna mufa Rp ¾ w pokrywie włazu

Logalux			LF400	LF550	LF750	LF950	LF1500	LF2000	LF2500	LF3000
Pojemność podgrzewacza		l	400	550	750	950	1500	2000	2500	3000
Logalux			L2F800	L2F1100	L2F1500	L2F1900	L2F3000	L2F4000	L2F5000	L2F6000
Pojemność podgrzewacza		l	2 x 400	2 x 550	2 x 750	2 x 950	2 x 1500	2 x 2000	2 x 2500	2 x3000
Logalux			L3F1200	L3F1650	L3F2250	-	-	-	-	-
Pojemność podgrzewacza		l	3 x 400	3 x 550	3 x 750	-	-	-	-	-
Średnica	D_{Sp}	mm	650	800	800	900	1000	1250	1250	1250
Szerokość	B	mm	810	1000	1000	1100	1200	1450	1450	1450
Długość	L L_{SP}	mm mm	1600 1355	1510 1265	1910 1665	1910 1665	2405 2160	2150 1905	2570 2325	2970 2725
Wysokość	H H_2 H_3	mm mm mm	830 1680 2530	1010 2030 3050	1010 2030 3050	1110 2230 -	1210 2430 -	1460 2930 -	1460 2930 -	1460 2930 -
Nóżki regulacyjne	A(LF/L2F) A(L3F) a_2 a_3	mm mm mm mm	400 600 410 535	470 700 400 470	470 700 400 865	520 - 420 820	560 - 445 1270	680 - 505 890	680 - 505 1310	680 - 505 1310
Króciec do ładowania	Ø AL $H2_{AL}$ $H3_{AL}$	cal mm mm mm	R 1½ 605 1455 2305	R 1½ 760 1780 2800	R 1½ 760 1780 2800	R 1½ 860 1980 -	R 2 935 2155 -	R 2 1180 2650 -	R 2½ 1145 2615 -	R 2½ 1145 2615 -
Dopływ zimnej wody	Ø EK H_{EK} $H2_{EK}$ $H3_{EK}$	cal mm mm mm	R 1½ 145 995 1845	R 1½ 160 1180 2200	R 1½ 160 1180 2200	R 1½ 160 1280 -	R 2 165 1385 -	R 2 165 1635 -	R 2½ 175 1645 -	R 2½ 175 1645 -
Wejście cyrkulacji	Ø EZ H_{EZ} $H2_{EZ}$ $H3_{EZ}$	cal mm mm mm	R 1¼ 470 950 1430	R 1¼ 570 1150 1730	R 1¼ 570 1150 1730	R 1¼ 620 1250 -	R 1½ 690 1390 -	R 1½ 835 1680 -	R 2 835 1680 -	R 2 835 1680 -
Wypływ ciepłej wody	Ø AW H_{AW} $H2_{AW}$ $H3_{AW}$	cal mm mm mm	R 1½ 705 1555 2405	R 1½ 860 1880 2900	R 1½ 860 1880 2900	R 1½ 960 2080 -	R 2 1055 2275 -	R 2 1300 2770 -	R 2½ 1295 2765 -	R 2½ 1295 2765 -
Masa	LF L2F L3F	kg kg kg	290 602 914	327 685 1040	367 762 1157	414 860 -	708 1450 -	923 1887 -	1022 2085 -	1182 2405 -
Maksymalne ciśnienie robocze		bar	10							
Maksymalna temperatura robocza		°C	95							

Tab. 52 Wymiary oraz dane techniczne leżących zasobników c.w.u. Logalux LF, L2F, L3F

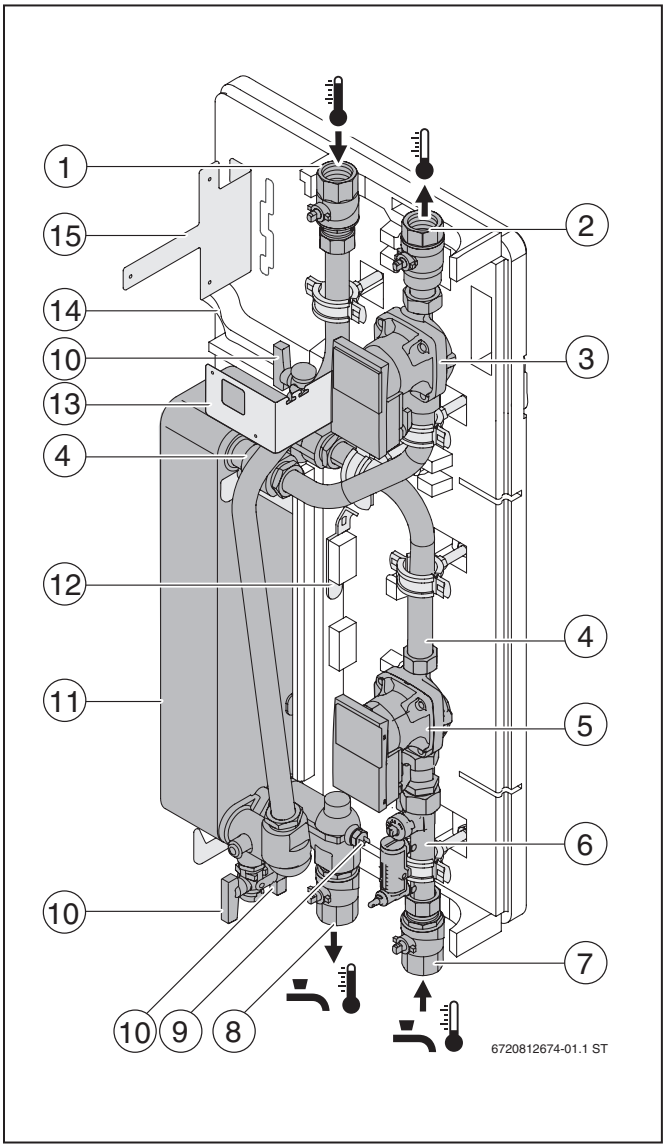
11.5.4 System ładowania zasobników Logalux SLP

Rys. 100

Wybrane właściwości i cechy szczególne

- system ładowania zasobników
- wysoka moc trwała od 80 kW do 310 kW przy temp. na wypływie c.w.u. 60°C i temp. na zasilaniu 70°C
- zawory odcinające po stronie wody użytkowej i grzewczej
- osłony termoizolacyjne i uchwyty ścienne w zakresie dostawy
- prosty serwis dzięki przyłączom do płukania
- możliwość wymiany pompy bez konieczności opróżniania po stronie instalacji dzięki wbudowanym zaworom odcinającym
- lutowany niklem wymiennik ciepła dostarczany w ramach wyposażenia dodatkowego do przyłączonych instalacji wody użytkowej z ocynkowanymi rurami stalowymi lub przy określonych właściwościach wody
- możliwość dowolnego ustawienia stacji do instalacji naściennej lub przy zastosowaniu stojaków montażowych.

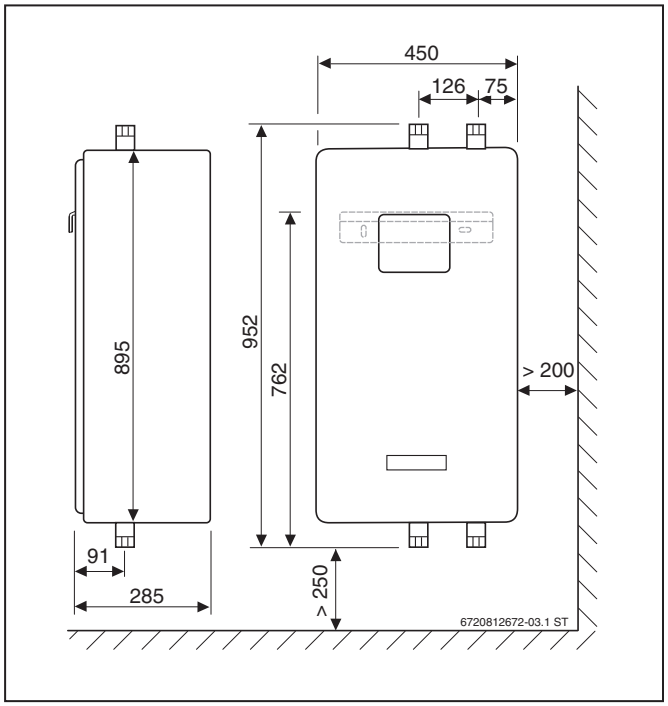
Budowa i działanie



Rys. 101 Budowa Logalux SLP bez przedniej izolacji cieplnej

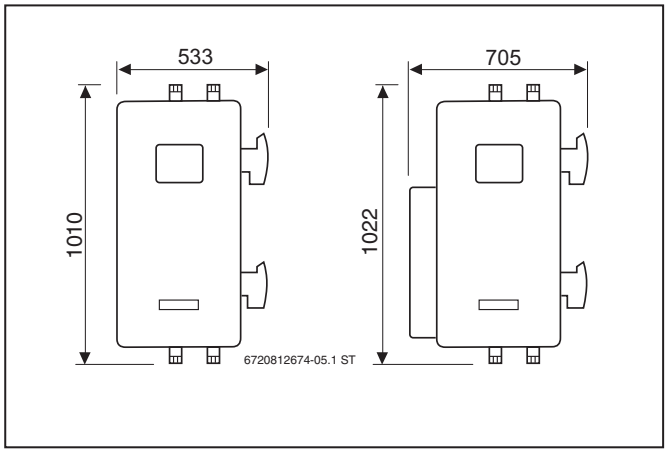
[1] Przyłącze: z generatora ciepła (zasilanie)
[2] Przyłącze: do generatora ciepła (powrót)
[3] Pompa PS1 (obieg ładowania, str. pierwotna)
[4] Hamulec grawitacyjny (wbudowany)
[5] Pompa PS2 (do ładowania zasobnika)
[6] Ogranicznik przepływu (do regulacji wtórnego strumienia objętości)
[7] Przyłącze: woda zimna (pozycja zaworu kulowego zabezpieczona plombą)
[8] Przyłącze: woda ciepła (pozycja zaworu kulowego zabezpieczona plombą)
[9] Czujnik temperatury TS17 (NTC10K, podłączenie do regulatora temperatury ładowania podgrzewacza)
[10] Kurek napełniająco-spustowy (3x)
[11] Wymiennik ciepła (przekazuje ciepło z generatora ciepła do wody użytkowej)
[12] Uchwyt do zaworów kulowych
[13] Uchwyt do modułu obsługowego
[14] Tylna część izolacji cieplnej
[15] Uchwyt do modułu SM200

Wymiary i dane techniczne



Rys. 102 Wymiary w mm

* wymiar 800 mm przy zastosowaniu przewodów łączących (wyposażenie dodatkowe)

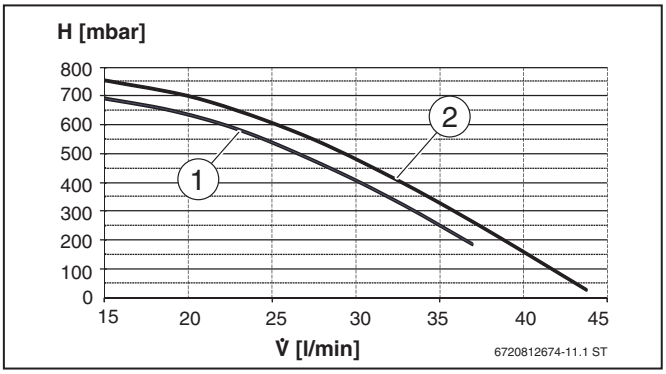


Rys 103 Wysokość i szerokość SLP3/3 do SLP5/3, wymiary w mm

		Jednostka	SLP1/3 (N)	SLP2/3 (N)	SLP3/3 (N)	SLP4/3 (N)	SLP5/3 (N)
Temperatury projektowe po stronie wtórnej		°C	60/10				
Dopuszczalna temperatura robocza (T_{max})		°C	strona pierwotna: 95/strona wtorna: 70				
Dopuszczalne ciśnienie robocze (p_{max})		bar	10				
Pompy po stronie pierwotnej			Wilo ST15/7.5 (EEI ≤ 0,21)		Wilo 25/1-8 (EEI ≤ 0,23)	Wilo 32/1-12 (EEI ≤ 0,23)	
Pompy po stronie wtórnej			Wilo Z15/7.0 (EEI ≤ 0,21)		Wilo Z25/1-8 (EEI ≤ 0,23)		
Zasilanie elektryczne (sieć)		V/Hz	230/50				
Maksymalny pobór mocy podczas pracy – strona pierwotna/wtórna		W	76/45	**76/45**	130/130	310/130	
Maksymalny pobór prądu przez pompę po stronie pierwotnej/wtórnej		A	0,7/0,44	0,7/0,44	0,95/0,95	1,37/0,95	
Przyłącza stacji po stronie pierwotnej/wtórnej			DN25 (Rp1)		DN32 (Rp1¼)	DN40 (Rp1½)/ DN32 (Rp1¼)	
Masa (m)		kg	35	37	41	49	55
Stacja ładowania:							
Moc znamionowa (P_{nom})	70/30°C 70/40°C 70/50°C	kW	80 60 40	120 90 60	160 120 80	240 180 120	310 233 155
Strumień przepływu po stronie wtórnej	70/30°C 70/40°C 70/50°C	l/min	23 17 11	34 26 17	46 34 26	69 52 34	89 67 44
Strumień przepływu po stronie pierwotnej		l/min	29	43	57	86	111
Stacja przeładowania:							
Moc znamionowa (P_{nom})		kW	40	65	100	-	-
Strumień przepływu po stronie pierwotnej/wtórnej		l/min	15/12	24/19	37/30	-	-
Temperatury projektowe po stronie pierwotnej		°C	65/26			-	-

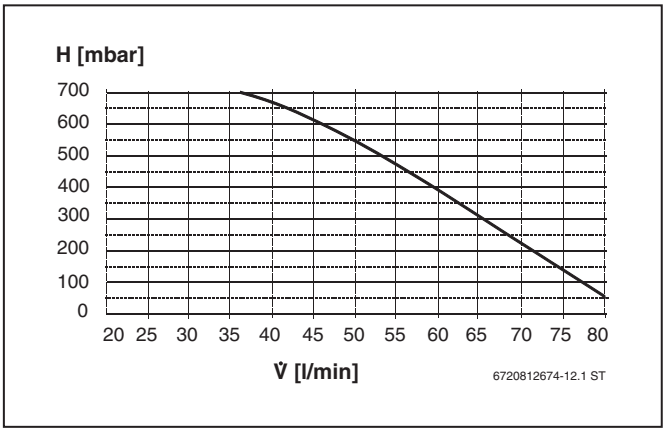
Tab. 54

Ciśnienie dyspozycyjne pomp

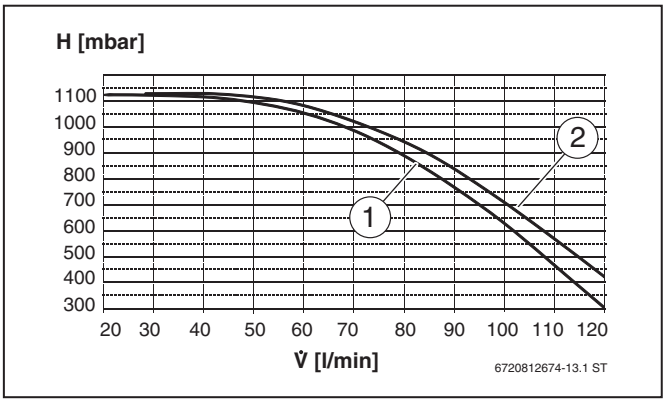


Rys. 104 Ciśnienie dyspozycyjne pompy PS11 (pierw.)

[1] SLP1/3
[2] SLP2/3

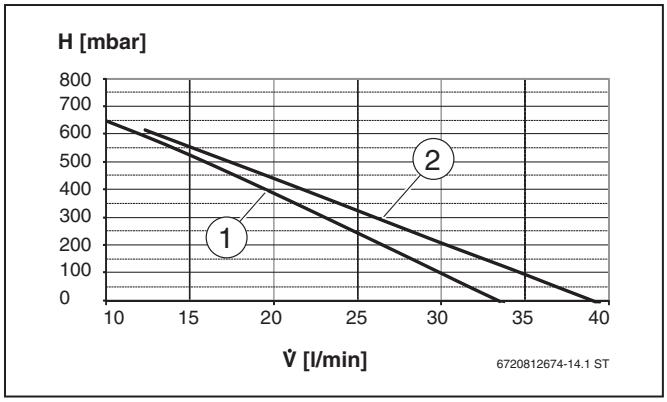


Rys. 105 Ciśnienie dyspozycyjne pompy PS11 (pierw.) do SLP3



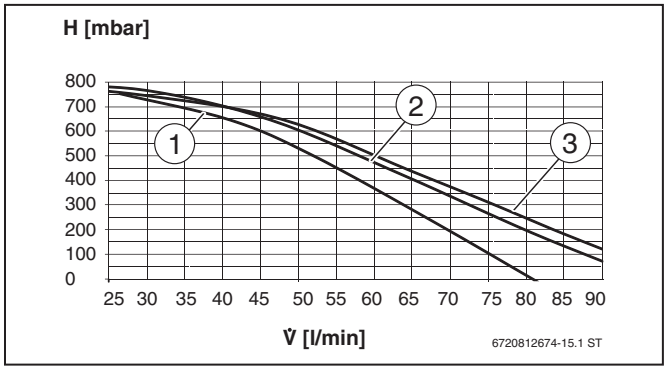
Rys. 106 Ciśnienie dyspozycyjne pompy PS11 (pierw.)

[1] SLP4/3
[2] SLP5/3



Rys. 107 Ciśnienie dyspozycyjne pompy PS2 (wtór.)

[1] SLP1/3
[2] SLP2/3

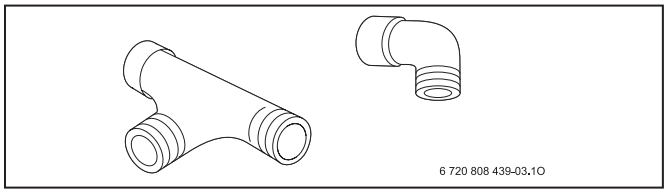


Rys. 108 Ciśnienie dyspozycyjne pompy PS2 (wtór.)

[1] SLP3/3
[2] SLP4/3
[3] SLP5/3

11.5.5 Wyposażenie dodatkowe

Zestaw przyłączeniowy zasobnika



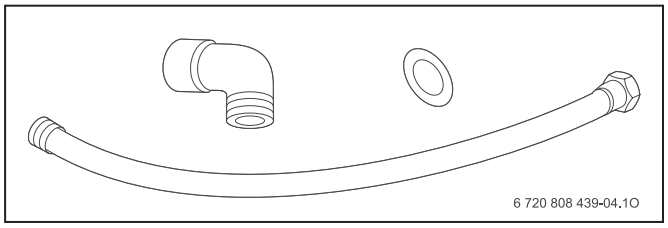
Rys. 109 Zestaw przyłączeniowy zasobnika

W celu przyłączenia zestawu wymiennika ciepła Logalux LSP do zasobnika wody Logalux SF lub LF, jako wyposażenie dodatkowe można otrzymać zestaw przyłączeniowy zasobnika. Zawiera on kolano 90° do przyłączenia zasilania (górą) oraz trójnik do przyłączenia powrotu (dołem).

Logalux	Gwint przyłączeniowy
SF300/5 oraz SF400/5	R 1
SF500	R 1¼
SF750 do SF1000	R 1½
LF400 do LF950	R 1½

Tab. 55 Zestaw przyłączeniowy zasobnika

Przewody łączące wymiennik z zasobnikiem



Rys. 110 Przewody łączące wymiennik z zasobnikiem

Do wykonania połączenia między zestawem przyłączeniowym zasobnika a wymiennikiem ciepła Logalux SLP, w ramach wyposażenia dodatkowego dostępne są specjalne przewody łączące wymiennik z zasobnikiem, wykonane z zaizolowanych cieplnie, uzbrojonych rur falistych ze stali nierdzewnej. Zakres dostawy obejmuje dodatkowo kolano 90°.

Dostępnych jest 6 różnych wersji (A-F).

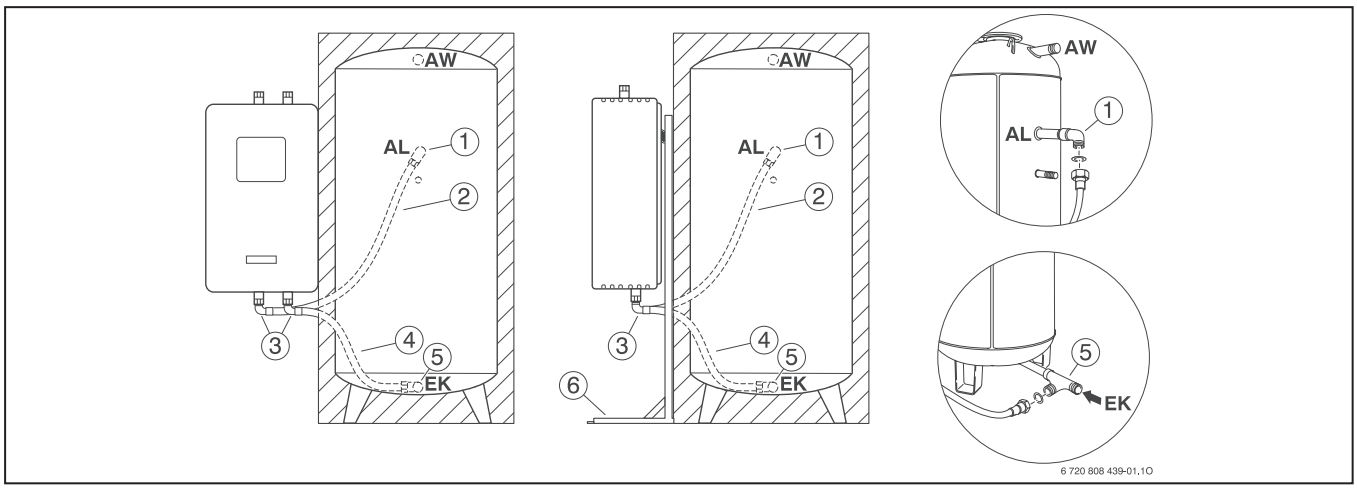
Typ	Gwint przyłączeniowy	Średnica znamionowa	Długość/mm
A	R 1 / G 1½	DN 25	850
B	R 1 / G 1½	DN 25	1100
C	R 1 / G 1½	DN 25	1300
D	R 1 / G 1½	DN 32	850
E	R1¼ / G 1½	DN 32	1100
F	R1¼ / G 1½	DN 32	1300

Tab. 56 Przewód łączący wymiennik z zasobnikiem

Należy zapewnić po jednym przewodzie łączącym odpowiedniego typu na przyłączu na zasilaniu (u góry) i przyłączu na powrocie (na dole).

		Typ przewodu łączącego do stacji ładowania zasobnika									
		SLP1 (DN25)		SLP2 (DN25)		SLP3 (DN32)		SLP4 (DN32)		SLP5 (DN32)	
Zasobnik	Jednostka	góra	dół	góra	dół	góra	dół	góra	dół	góra	dół
SF300/5	mm	A	B	A	B	-	-	-	-	-	-
SF400/5	mm	B	B	B	B	-	-	-	-	-	-
SF500	mm	B	B	B	B	E	E	-	-	-	-
SF750	mm	B	C	B	C	E	F	E	F	E	F
SF1000	mm	C	C	C	C	F	F	F	F	F	F
LF400	mm	A	B	A	B	-	-	-	-	-	-
LF550	mm	A	B	A	B	D	E	-	-	-	-
LF750	mm	A	B	A	B	D	E	D	E	D	E
LF950	mm	A	C	A	C	D	F	D	F	D	F

Tab. 57 Pomoc w doborze przewodu łączącego do zasobnika pojedynczego

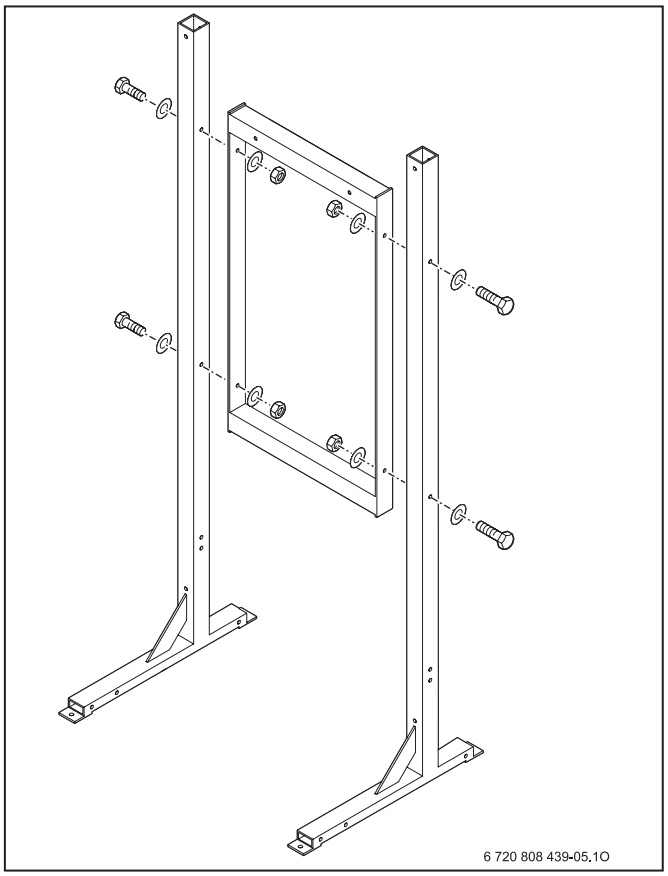


Rys. 111 Podłączenie przewodów łączących zasobnika

AL Króciec ładujący
AW Wypływ ciepłej wody
EK Dopływ zimnej wody
[1] Kolano 90° (z zestawu przyłączeniowego zasobnika)
[2] Górny przewód łączący wymiennik ciepła z zasobnikiem
[3] Kolano (zakres dostawy przewodu łączącego zasobnika)
[4] Dolny przewód łączący wymiennik ciepła z zasobnikiem
[5] Trójnik (z zestawu przyłączeniowego zasobnika)
[6] Stojak montażowy

Podłączenie kilku zasobników dobywa się w miejscu eksploatacji.

Stojak montażowy
Stojak montażowy umożliwia ustawienie stacji w dowolnym miejscu. Każda stacja musi posiadać oddzielny stojak. Stojak można przykręcić do podłoża.



Rys. 112 Stojak montażowy

Płytowy wymiennik ciepła lutowany niklem
W ramach wyposażenia dodatkowego dostępny jest płytowy wymiennik ciepła lutowany niklem, przeznaczony do przyłączonych instalacji wody użytkowej z ocynkowanymi rurami stalowymi i znajdujący zastosowanie w przypadku określonych właściwości wody. Należy go zamontować na miejscu.

Wartości graniczne jakości wody
- Strona pierwotna (woda grzewcza): według VDI 2035
- Strona wtórna (woda użytkowa): zgodnie z normą DIN 1988

► Przestrzegać wartości granicznych aktualnego rozporządzenia w sprawie wody użytkowej.

WSKAZÓWKA: Awaria stacji na skutek osadów z kamienia w wymienniku ciepła.
► Przy twardości wody powyżej 20°dH zamontować instalację demineralizacyjną.

Aby zminimalizować osady z kamienia w wymienniku ciepła, zalecamy montaż instalacji demineralizacyjnej już przy twardości wynoszącej 14°dH.
Temperatura na zasilaniu generatora ciepła powinna być ograniczona do 70°C.
Wymiennik ciepła zamontowany w stacji jest lutowany miedzią. Wymiennik ciepła lutowany niklem (wyposażenie dodatkowe) należy montować przy uwzględnieniu danych z poniższej tabeli:

Właściwość	Wartość	Lutowanie miedzią	Lutowanie niklem
Twardość wody	<4 4 - 20	- X	X X
Wartość pH	6,5 - 7,0 7,0 - 7,4 7,4 - 9,0 9,0 - 9,5	- X[1)] X -	X X X X
Zawartość siarczanu w mg/l	> 70 70 - 250	X -	X X
Przewodność właściwa w µS/cm	10 - 500 500 - 2790	X -	X X

Tab. 58 Przystosowanie wymienników ciepła według określonych właściwości

[1)] Gdy wartość TOC < 1,5 mg/l.
X odpowiedni
- nieodpowiedni

W przypadku przyłączenia sieci rurociągów wykonanych ze stali ocynkowanej wymagany jest wymiennik ciepła lutowany niklem.
Stojak montażowy umożliwia ustawienie stacji w dowolnym miejscu. Każda stacja musi posiadać oddzielny stojak. Stojak można przykręcić do podłoża.

11.5.6 Parametry mocy zestawów wymiennika ciepła Logalux SLP z zasobnikiem Logalux SF i LF Moc trwała c.w.u. zestawów wymiennika ciepła Logalux SLP

Logalux SLP	Temperatura po stronie pierwotnej w °C	Moc trwała c.w.u. w kW[1)]	Strona pierwotna		Strona wtórna	
			Strumień objętości w l/h	Ciśnienie dyspozycyjne w mbar	Strumień objętości[2)] w l/h	Ciśnienie dyspozycyjne w mbar
SLP1	70/30 70/40 70/50	80 60 40	1740	300	1380 1020 660	220 360 450
SLP2	70/30 70/40 70/50	120 90 60	2580	75	2040 1560 1020	80 250 410
SLP3	70/30 70/40 70/50	160 120 80	3420	330	2760 2040 1560	440 530 620
SLP4	70/30 70/40 70/50	240 180 120	5160	500	4140 3120 2040	280 450 560
SLP5	70/30 70/40 70/50	310 233 155	6660	300	5340 4020 2640	100 350 520

Tab. 59 Moc trwała c.w.u. zestawów wymiennika ciepła Logalux SLP

[1)] Temperatura wypływu c.w.u. 60°C przy temperaturze dopływu zimnej wody 10°C
[2)] Strumień objętości cyrkulacji w trybie ładowania musi być mniejszy niż wtórny strumień objętości

Parametry wydajności c.w.u. zestawu wymiennika ciepła Logalux SLP z zasobnikiem Logalux SF

Zasobnik c.w.u. Logalux	Zestaw wymiennika ciepła Logalux	Moc trwała c.w.u. przy temperaturze po stronie pierwotnej 70/30°C w kW[1)]	Współczynnik mocy N_L przy temperaturze w zasobniku 60°C
SF300/5	SLP1 SLP2	80 120	20 30
SF400/5	SLP1 SLP2	80 120	25 35
SF500	SLP1 SLP2 SLP3	80 120 160	28 42 55
SF750	SLP1 SLP2 SLP3 SLP4 SLP5	80 120 160 240 310	38 51 64 101 126
SF1000	SLP1 SLP2 SLP3 SLP4 SLP5	80 120 160 240 310	46 58 75 110 140

Tab. 60 Parametry wydajności c.w.u. zestawu wymiennika ciepła Logalux SLP w połączeniu z zasobnikiem Logalux SF300 do SF1000

[1)] Temperatura wypływu c.w.u. 60°C przy temperaturze dopływu zimnej wody 10°C

Parametry wydajności c.w.u. zestawu wymiennika ciepła Logalux SLP z zasobnikiem Logalux LF

Zasobnik c.w.u. Logalux	Zestaw wymiennika ciepła Logalux	Moc trwała c.w.u. przy temperaturze po stronie pierwotnej 70/30°C w kW[1)]	Współczynnik mocy N_L przy temperaturze w zasobniku 60°C
LF400	SLP1 SLP2	80 120	25 35
LF550	SLP1 SLP2 SLP3	80 120 160	32 43 58
LF750	SLP1 SLP2 SLP3	80 120 160	28 42 55
SF750	SLP1 SLP2 SLP3 SLP4 SLP5	80 120 160 240 310	38 51 64 101 126
LF950	SLP1 SLP2 SLP3 SLP4 SLP5	80 120 160 240 310	45 57 74 105 130
LF1500	SLP2 SLP3 SLP4 SLP5	120 160 240 310	69 88 122 151
LF2000	SLP2 SLP3 SLP4 SLP5	120 160 240 310	80 99 135 176
LF2500	SLP3 SLP4 SLP5	160 240 310	110 155 191
LF3000	SLP4 SLP5	240 310	162 205

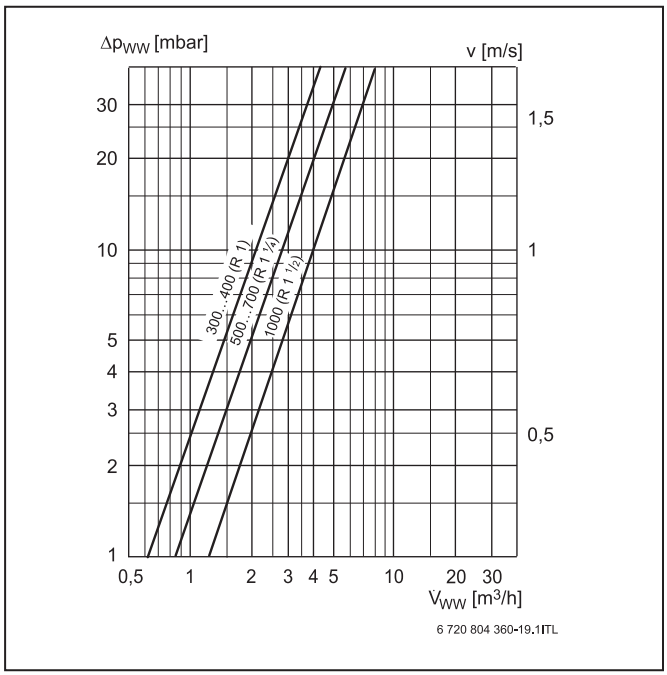
Tab. 61 Parametry wydajności c.w.u. zestawu wymiennika ciepła Logalux SLP w połączeniu z zasobnikiem Logalux LF400 do LF3000

[1)] Temperatura wypływu c.w.u. 60°C przy temperaturze dopływu zimnej wody 10°C

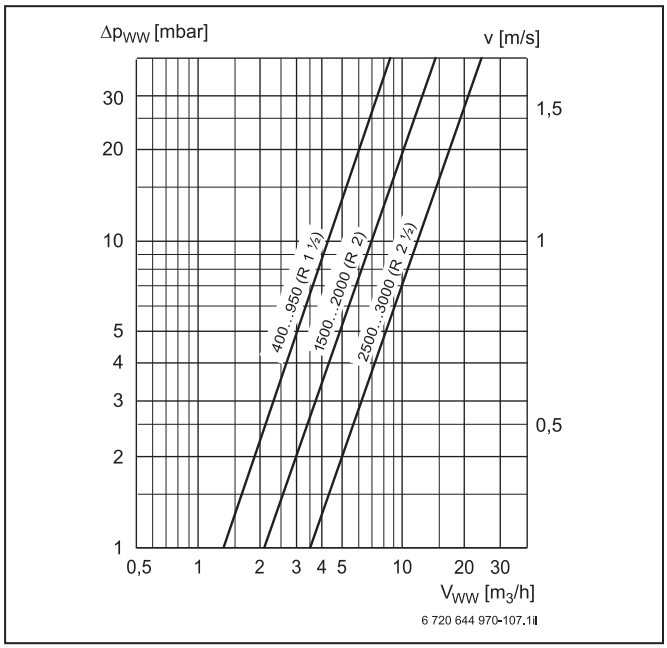
11.5.7 Wykresy mocy i strat ciśnienia zestawu wymiennika ciepła Logalux SLP z zasobnikiem Logalux SF i LF

Wartości standardowe do doboru zasobników są podane w odpowiednich tabelach. W przypadkach specjalnych, odpowiednie wartości można określić na podstawie wykresów.
Sposoby doboru zasobników: → Tab. 6, strona 27
Objaśnienie znaków zastosowanych we wzorach:
→ rozdział 13.2, strona 160

Strata ciśnienia po stronie c.w.u. i prędkość przepływu przez króćce przyłączeniowe



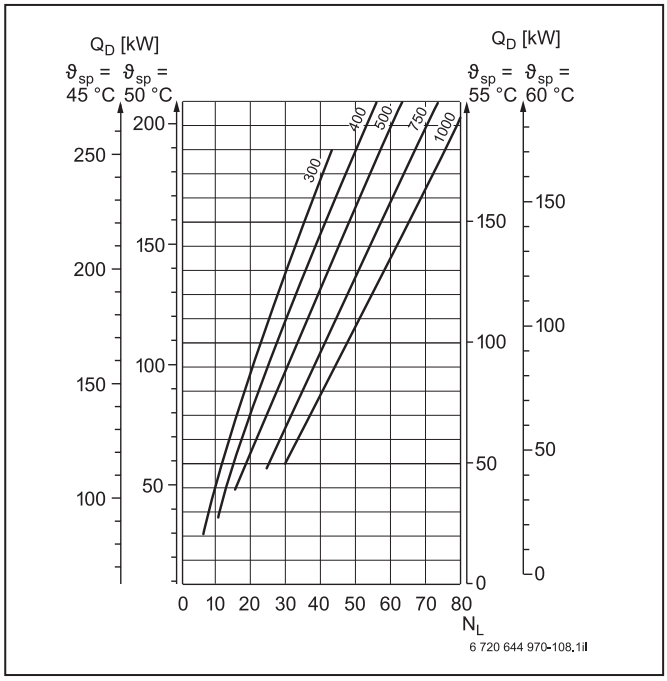
Rys. 113 Logalux SF300 do SF1000



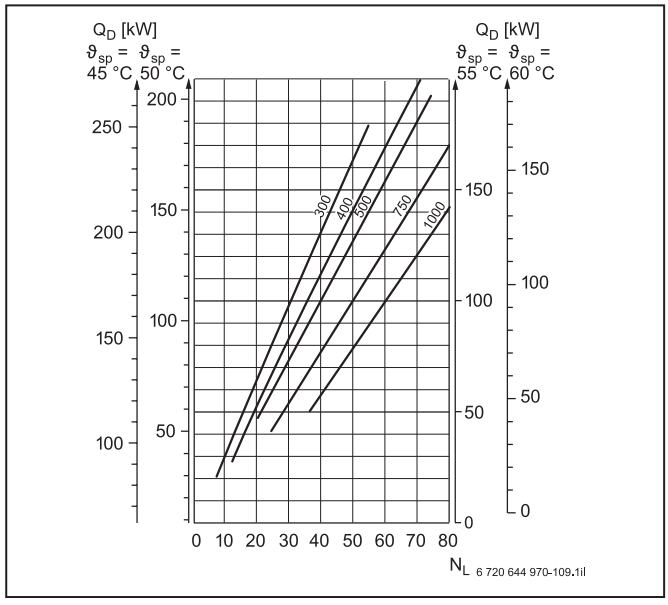
Rys. 114 Logalux LF400 do LF3000

Pojemność zasobników w zależności od współczynnika mocy N_L, mocy trwałej c.w.u. oraz temperatury w zasobniku
Moc trwała c.w.u. różni się w zależności od trybu pracy pompy ładującej do zasobnika warstwowego:

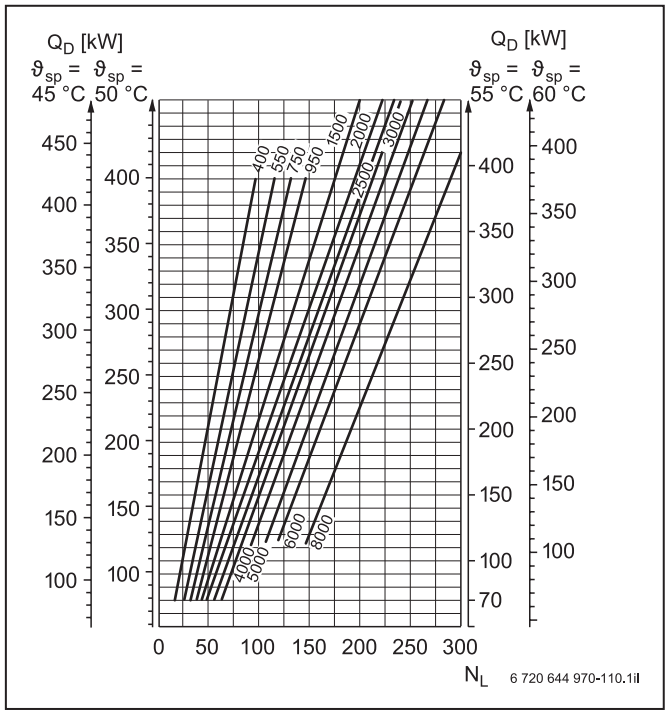
- pompa ładująca do zasobnika warstwowego pracująca w trybie okresowym → Rys. 114 i Rys. 116, np. w połączeniu z regulatorem Logamatic 4126, 4117 lub Logamatic 4... z modułem funkcyjnym FM445
- pompa ładująca do zasobnika warstwowego pracująca w trybie ciągłym → Rys.115 i Rys. 117, np. przy podłączeniu zegara sterującego zapewnianego przez inwestora



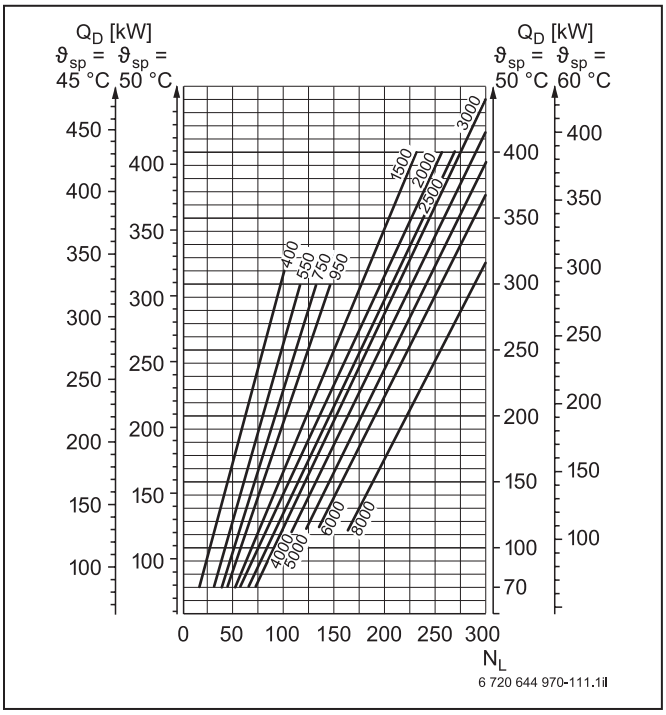
Rys. 115 System ładowania zasobników z Logalux SF300 do SF1000 z pompą ładującą pracującą w trybie okresowym



Rys. 116 System ładowania zasobników z Logalux SF300 do SF1000 z pompą ładującą pracującą w trybie ciągłym



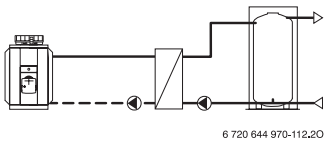
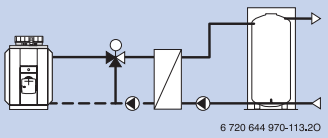
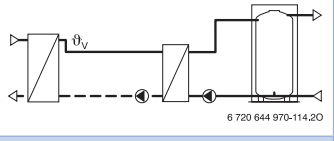
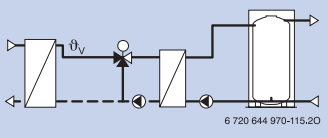
Rys. 117 System ładowania zasobników z Logalux LF i L2F z pompą ładującą pracującą w trybie okresowym



Rys. 118 System ładowania zasobników z Logalux LF i L2F z pompą ładującą pracującą w trybie ciągłym

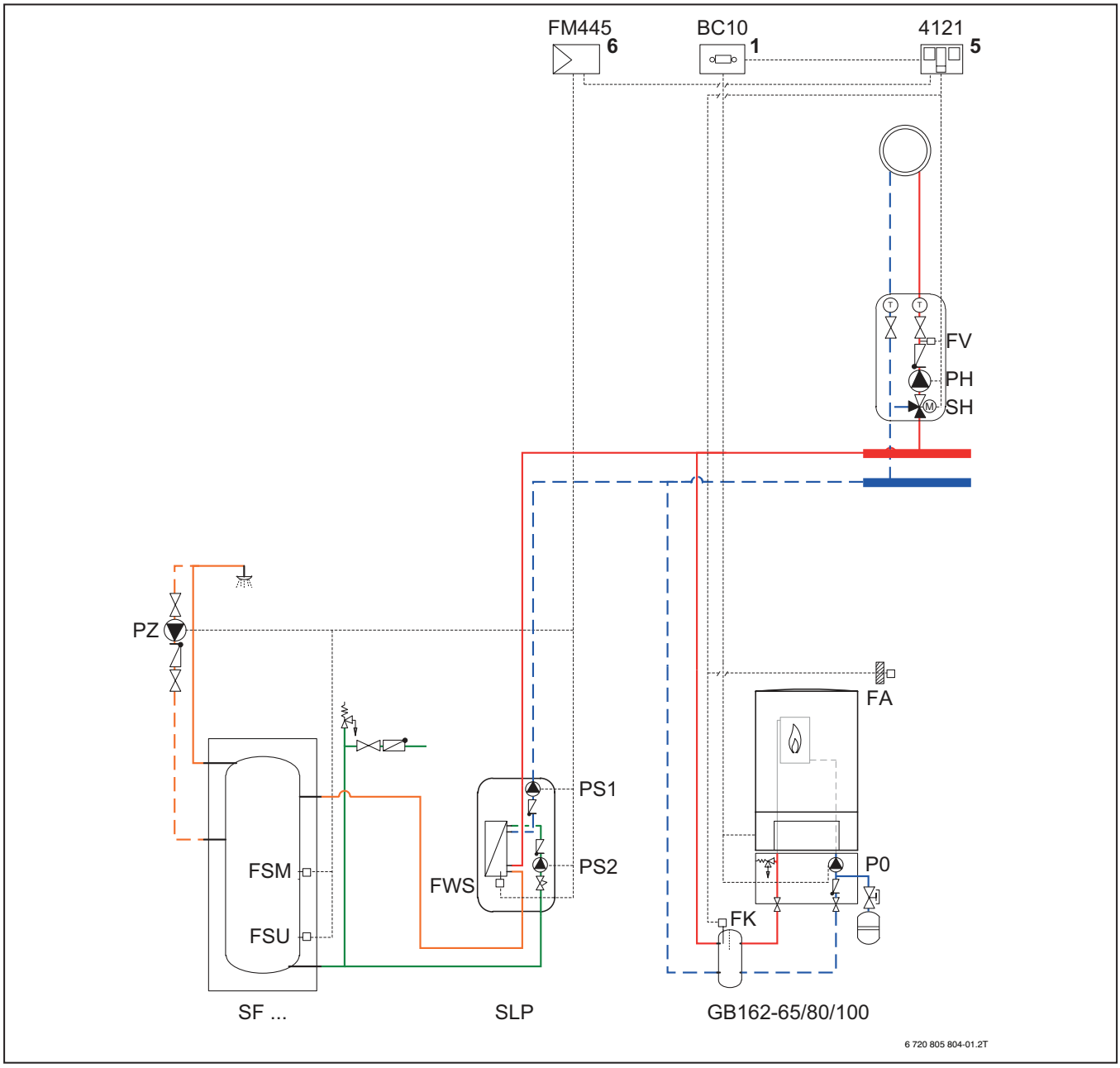
11.5.8 Przykłady instalacji zestawu wymiennika ciepła Logalux SLP z zasobnikiem Logalux SF i LF

Przykłady instalacji stanowią niewiążące wskazanie możliwego do wykonania podłączenia hydraulicznego – bez gwarancji kompletności schematu. W odniesieniu do realizacji w praktyce obowiązują odpowiednie reguły techniczne.

Rodzaj podgrzewu	Schemat hydrauliczny	Urządzenie regulacyjne	Przykład
Kocioł grzewczy	 6 720 644 970-112.2O	• moduł funkcyjny FM445 (do regulatora Logamatic 4121, 4112, 4211, 4311, 4312 lub 4313) lub regulatora Logamatic 4126 (funkcje regulacyjne →Tab. 2, strona 18)	→ Rys. 119 do 121; strona 132 i nast.
Kocioł grzewczy	 6 720 644 970-113.2O	• moduł funkcyjny FM445 (do regulatora Logamatic 4121, 4112, 4211, 4311, 4312 lub 4313) lub regulatora Logamatic 4126 (funkcje regulacyjne → Tab. 2, strona 18) • pompa obiegu wtórnego, ze stałą prędkością obrotów • zawór mieszający do regulacji mocy.	→ Rys. 119 do 121; strona 132 i nast.
Stacja transmisji ciepła zdalaczynnego, zasilanie pośrednie	 6 720 644 970-114.2O	• moduł funkcyjny FM445 (do regulatora Logamatic 4121, 4112, 4211, 4311, 4312 lub 4313) lub regulatora Logamatic 4126 (funkcje regulacyjne → Tab. 2, strona 18)	→ Rys. 119 do 121; strona 132 i nast.
Stacja transmisji ciepła zdalaczynnego, zasilanie pośrednie	 6 720 644 970-115.2O	• moduł funkcyjny FM445 (do regulatora Logamatic 4121, 4112, 4211, 4311, 4312 lub 4313) lub regulatora Logamatic 4126 (funkcje regulacyjne → Tab. 2, strona 18) • pompa obiegu wtórnego, ze stałą prędkością obrotów • zawór mieszający do regulacji mocy	→ Rys. 119 do 121; strona 132 i nast.

Tab. 62 Przegląd możliwych schematów hydraulicznych systemów ładowania zasobników z zestawem wymiennika ciepła Logalux SLP i zasobnikiem Logalux SF lub LF

Przykład instalacji – system ładowania Logalux SLP z gazowym urządzeniem kondensacyjnym



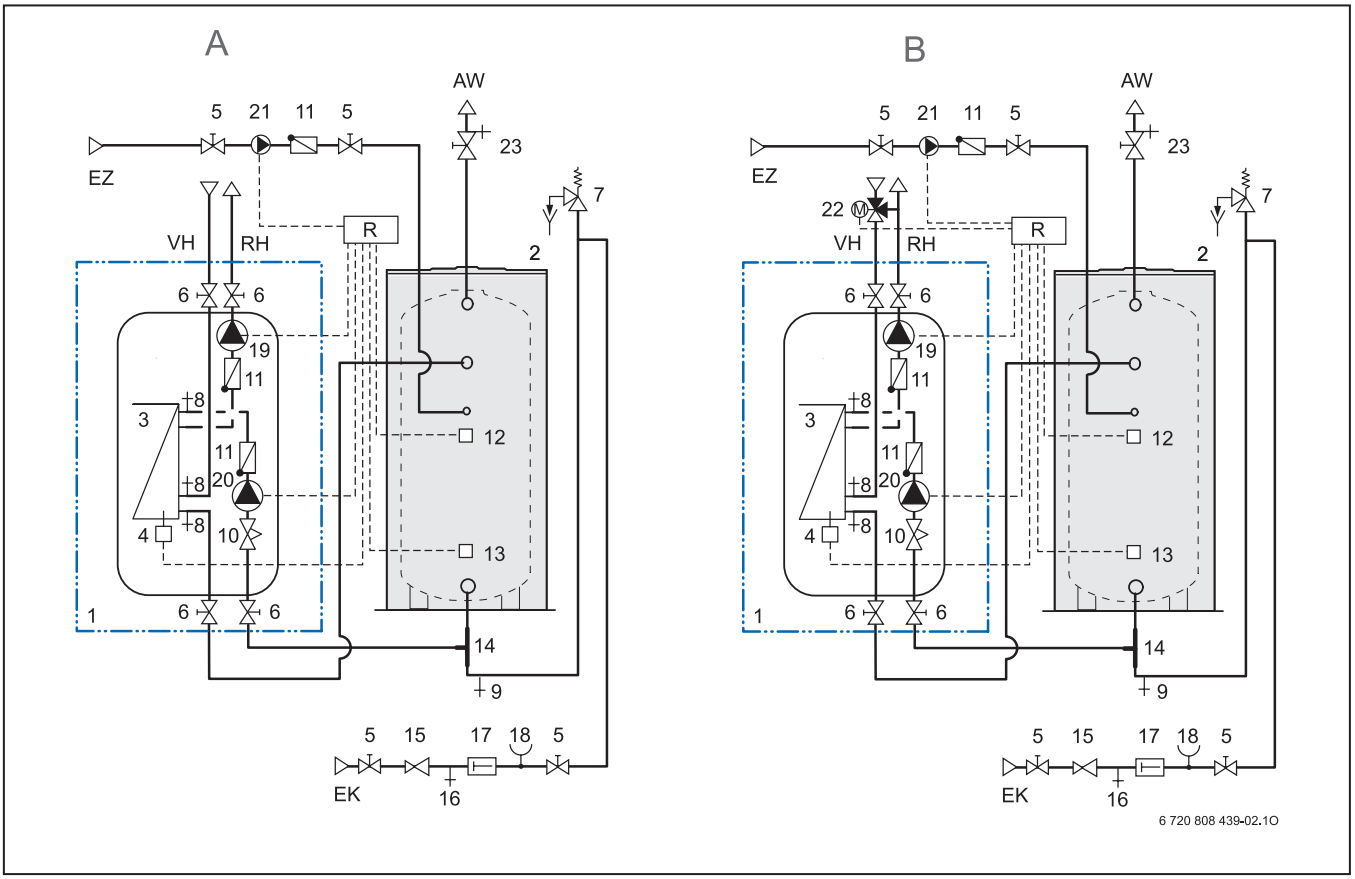
Rys. 119 Schemat instalacji z urządzeniem regulacyjnym (niewiążący schemat zasadniczy)

Lokalizacja modułu:

[1] W generatorze ciepła/zimna
[5] Na ścianie
[6] W urządzeniu regulacyjnym 4000

4121 Urządzenie regulacyjne
BC10 Sterownik podstawowy
FA Czujnik temperatury zewnętrznej
FK Czujnik temperatury zwrotnicy
FM445 Moduł systemu ładowania zasobnika
FSM Czujnik temperatury w środkowej części zasobnika c.w.u.
FSU Czujnik temperatury w dolnej części zasobnika c.w.u.
FV Czujnik temperatury zaworu mieszającego
FWS Czujnik temperatury do regulacji temperatury ładowania zasobnika c.w.u.
GB162... Gazowe urządzenie kondensacyjne Logamax plus
P0 Pompa obiegu pierwotnego
PH Pompa obiegu grzewczego
PS1 Pompa obiegu ładowania, strona pierwotna
PS2 Pompa do ładowania zasobnika c.w.u.
PZ Pompa cyrkulacyjna
SF.. Pojemnościowy podgrzewacz wody
SH Zawór mieszający 3-drogowy
SLP System ładowania

Ogrzewanie za pomocą kotła grzewczego lub ze zdalaczynnej sieci ciepłowniczej (zasilanie pośrednie)



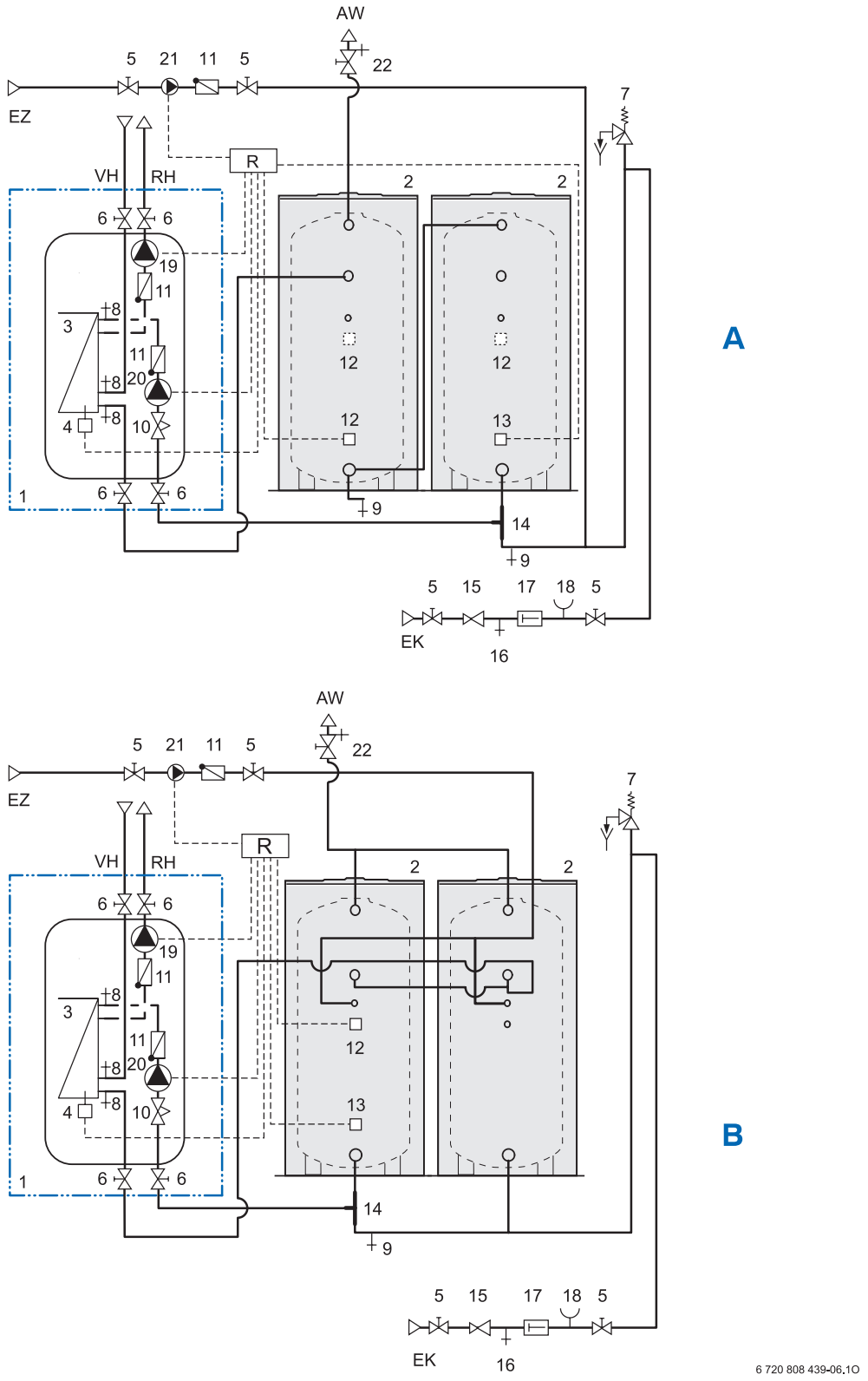
Rys. 120 Podłączenie hydrauliczne zestawu wymiennika ciepła Logalux SLP w połączeniu z zasobnikiem Logalux SF w systemie ładowania zasobnika; rysunek schematyczny dotyczy z zasady także leżących zasobników c.w.u. Logalux LF → Rys. 121, strona 135)

A bez mieszacza 3-drogowego na zasilaniu instalacji grzewczej
B z mieszaczem 3-drogowego na zasilaniu instalacji grzewczej
AW Wypływ ciepłej wody
EK Dopływ zimnej wody
EZ Wejście cyrkulacji
R Regulator Logamatic (Tab. 62, strona 130)
RH Powrót instalacji grzewczej lub powrót wody grzewczej (ciepło zdalaczynne)
VH Zasilanie instalacji grzewczej lub zasilanie wodą grzewczą (ciepła zdalaczynne)
[1] Zestaw wymiennika ciepła Logalux SLP
[2] Zasobnik c.w.u. Logalux SF
[3] Płytowy wymiennik ciepła
[4] Czujnik temperatury wymiennika ciepła (zakres dostawy SLP)
[5] Urządzenie odcinające
[6] Zawór kulowy (zakres dostawy Logalux SLP)
[7] Membranowy zawór bezpieczeństwa (w gestii inwestora), sprawdzony zgodnie z normą DIN 4753-1. Średnice znamionowe Tab. 63
[8] Zawór do napełniania i spustu (zakres dostawy Logalux SLP)
[9] Zawór do napełniania i spustu
[10] Zawór dokładnej regulacji (Tacosetter)
[11] Zawór zwrotny klapowy
[12] Punkt pomiarowy czujnika temperatury włączania
[13] Punkt pomiarowy czujnika temperatury wyłączania
[14] Trójnik z zestawu przyłączeniowego zasobnika (Rys. 108 na strona 124)
[15] Reduktor ciśnienia, jeżeli ciśnienie w sieci wodociągowej przekracza 80% ciśnienia zadziałania zaworu bezpieczeństwa
[16] Zawór kontrolny
[17] Zabezpieczenie przed przepływem zwrotnym
[18] Króciec przyłączeniowy manometru zgodny z normą DIN 4753-1 pojemność zasobnika powyżej 1000 litrów
[19] Pompa obiegu pierwotnego (pompa grzewcza)
[20] Pompa obiegu wtórnego, pompa ładująca do zasobnika
[21] Pompa cyrkulacyjna (w przypadku regulatora Logamatic SPI 1041 z zegarem sterującym w gestii inwestora)
[22] 3-drogowy zawór mieszający (sterowany elektrycznie)
[23] Zawór odcinający z zaworem odwadniającym

Moc cieplna	Średnica znamionowa	do zasobnika Logalux
≤ 150 kW	DN 20	SF300 do SF1000
≤ 250 kW	DN 25	SF500 do SF1000
≤ 1000 kW	DN 32	SF750 do SF1000

Tab. 63 Średnica znamionowa membranowego zaworu bezpieczeństwa [7]

Ogrzewanie za pomocą kotła grzewczego lub ze zdalaczynnej sieci ciepłowniczej (zasilanie pośrednie)



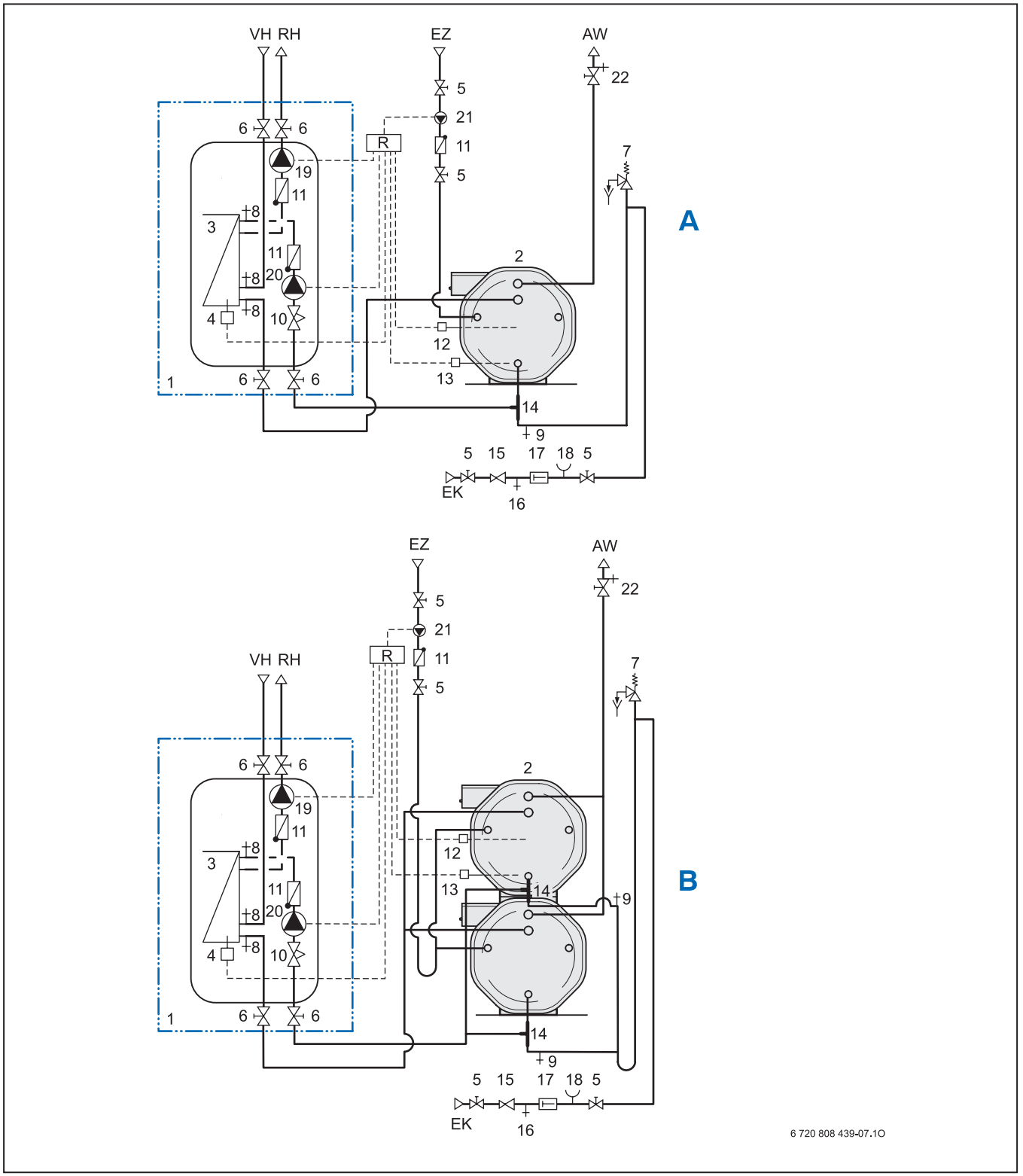
Rys. 121 Podłączenie hydrauliczne zestawu wymiennika ciepła Logalux SLP w połączeniu z dwoma zasobnikami Logalux SF w systemie ładowania zasobnika; rysunek schematyczny dotyczy z zasady także leżących zasobników c.w.u. Logalux LF (→ Rys. 121, strona 135)

A Zasobniki połączone szeregowo (uwzględnić większe straty ciśnienia niż w połączeniu równoległym).
B Zasobniki połączone równolegle
AW Wypływ ciepłej wody
EK Dopływ zimnej wody
EZ Wejście cyrkulacji
R Regulator Logamatic Tab.62, strona 130)
RH Powrót instalacji grzewczej lub powrót wody grzewczej (ciepło zdalaczynne)
VH Zasilanie instalacji grzewczej lub zasilanie wodą grzewczą (ciepła zdalaczynne)
[1] Zestaw wymiennika ciepła Logalux SLP
[2] Zasobnik c.w.u. Logalux SF
[3] Płytowy wymiennik ciepła
[4] Czujnik temperatury wymiennika ciepła (zakres dostawy SLP)
[5] Urządzenie odcinające
[6] Zawór kulowy (zakres dostawy Logalux SLP)
[7] Membranowy zawór bezpieczeństwa (w gestii inwestora), sprawdzony zgodnie z normą DIN 4753-1 (1 sztuka w każdym zasobniku pod warunkiem możliwości oddzielnego odcięcia). Średnice znamionowe → Tab. 64.
[8] Zawór do napełniania i spustu (zakres dostawy Logalux SLP)
[9] Zawór do napełniania i spustu
[10] Zawór dokładnej regulacji (Tacosetter)
[11] Zawór zwrotny klapowy
[12] Punkt pomiarowy czujnika temperatury włączania (pozostałe możliwe lokalizacje zaznaczone linią przerywaną)
[13] Punkt pomiarowy czujnika temperatury wyłączania
[14] Trójnik z zestawu przyłączeniowego zasobnika (→ Rys. 108, strona 124)
[15] Reduktor ciśnienia, jeżeli ciśnienie w sieci wodociągowej przekracza 80% ciśnienia zadziałania zaworu bezpieczeństwa
[16] Zawór kontrolny
[17] Zabezpieczenie przed przepływem zwrotnym
[18] Króciec przyłączeniowy manometru zgodny z normą DIN 4753-1 pojemność zasobnika powyżej 1000 litrów
[19] Pompa obiegu pierwotnego (pompa grzewcza)
[20] Pompa obiegu wtórnego, pompa ładująca do zasobnika
[21] Pompa cyrkulacyjna
[22] Zawór odcinający z zaworem odwadniającym

Moc znamionowa	Średnica znamionowa	do zasobnika Logalux
≤ 150 kW	DN 20	SF300 do SF1000
≤ 250 kW	DN 25	SF500 do SF1000
≤ 1000 kW	DN 32	SF750 do SF1000

Tab. 64 Średnica znamionowa membranowego zaworu bezpieczeństwa [7]

Ogrzewanie za pomocą kotła grzewczego lub ze zdalaczynnej sieci ciepłowniczej (zasilanie pośrednie)



Rys. 122 Podłączenie hydrauliczne zestawu wymiennika ciepła Logalux SLP w połączeniu z jednym lub dwoma zasobnikami Logalux LF w systemie ładowania zasobnika; rysunek schematyczny dotyczy z zasady także stojących zasobników c.w.u. Logalux SF (→ Rys. 119, strona 132 i Rys. 120, strona 133)

A z jednym zasobnikiem c.w.u.
B z dwoma zasobnikami c.w.u. w układzie równoległym
AW Wypływ ciepłej wody
EK Dopływ zimnej wody
EZ Wejście cyrkulacji
R Regulator Logamatic (→ Tab. 62, strona 130)
RH Powrót instalacji grzewczej lub powrót wody grzewczej (ciepło zdalaczynne)
VH Zasilanie instalacji grzewczej lub zasilanie wodą grzewczą (ciepła zdalaczynne)
[1] Zestaw wymiennika ciepła Logalux SLP
[2] Zasobnik c.w.u. Logalux LF
[3] Płytowy wymiennik ciepła
[4] Czujnik temperatury wymiennika ciepła (zakres dostawy Logalux SLP)
[5] Urządzenie odcinające
[6] Zawór kulowy (zakres dostawy Logalux SLP)
[7] Membranowy zawór bezpieczeństwa (w gestii inwestora), sprawdzony zgodnie z normą DIN 4753-1 (1 sztuka w każdym zasobniku pod warunkiem możliwości oddzielnego odcięcia). Średnice znamionowe → Tab. 65
[8] Zawór do napełniania i spustu (zakres dostawy Logalux SLP)
[9] Zawór do napełniania i spustu
[10] Zawór dokładnej regulacji (Tacosetter)
[11] Zawór zwrotny klapowy
[12] Punkt pomiarowy czujnika temperatury włączania (przeciwległa strona zasobnika)
[13] Punkt pomiarowy czujnika temperatury wyłączania (przeciwległa strona zasobnika)
[14] Trójnik z zestawu przyłączeniowego zasobnika (→ Rys. 108, strona 124)
[15] Reduktor ciśnienia, jeżeli ciśnienie w sieci wodociągowej przekracza 80% ciśnienia zadziałania zaworu bezpieczeństwa
[16] Zawór kontrolny
[17] Zabezpieczenie przed przepływem zwrotnym
[18] Króciec przyłączeniowy manometru zgodny z normą DIN 4753-1 pojemność zasobnika powyżej 1000 litrów
[19] Pompa obiegu pierwotnego (pompa grzewcza)
[20] Pompa obiegu wtórnego, pompa ładująca do zasobnika
[21] Pompa cyrkulacyjna
[22] Zawór odcinający z zaworem odwadniającym

Moc cieplna	Średnica znamionowa	do zasobnika Logalux
≤ 150 kW	DN 20	LF400 do LF950
≤ 250 kW	DN 25	LF500 do LF950
≤ 1000 kW	DN 32	LF750 do LF3000

Tab. 65 Średnica znamionowa membranowego zaworu bezpieczeństwa [7]

11.6 Stacje świeżej wody

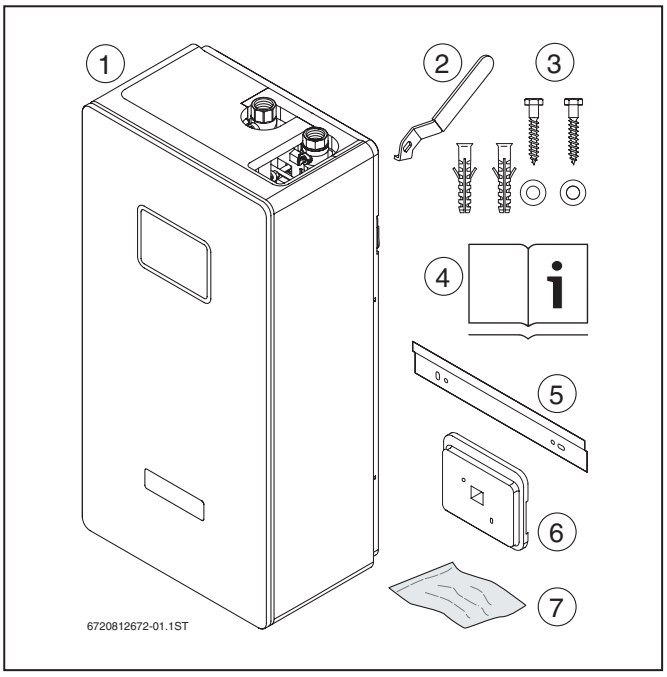
11.6.1 Logalux FS FS27/3 do FS160/3

Rys. 123 Stacja świeżej wody Logalux FS27/3 | FS40/3

Wybrane właściwości i cechy szczególne

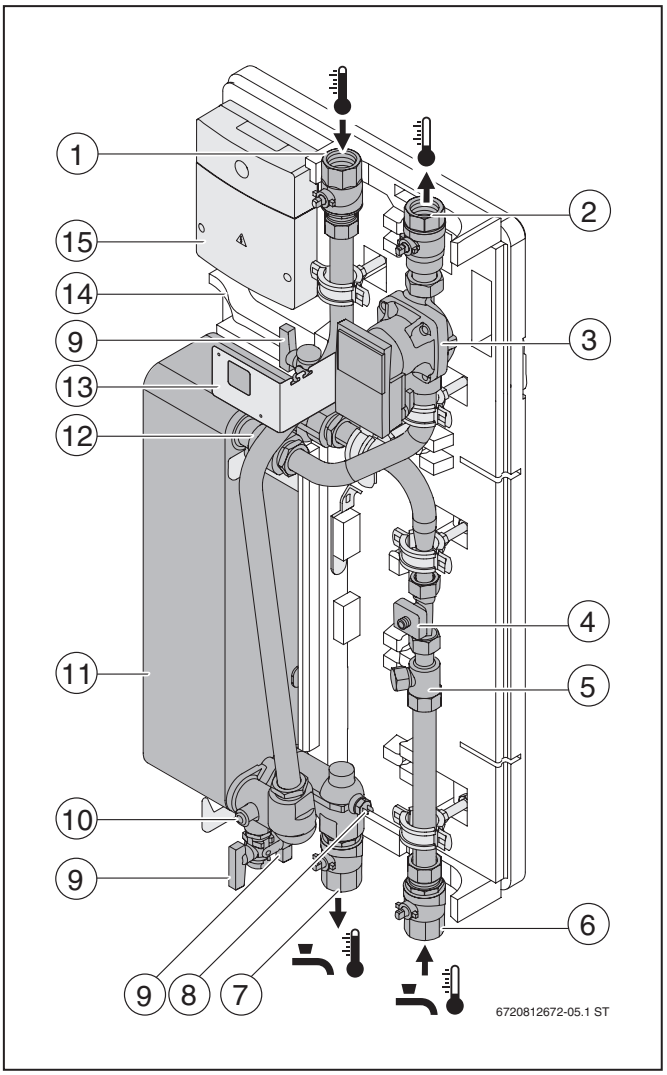
- Wysoka higiena podgrzewania wody opartego na zasadzie przepływu
- Wysoka moc poboru wynosząca od 27...160 l/min przy temperaturze na wypływie c.w.u. 60°C i temperaturze w podgrzewaczu buforowym 70°C
- Możliwość ustawienia kaskadowego maksymalnie 4 stacji (Logalux FS160/3)
- Dostosowane do budynków wielorodzinnych z maks. ok. 160 jednostkami mieszkaniowymi
- Możliwość sterowania siłownikiem z 3-drożnym zaworem mieszającym do zależnego od temperatury zasilania na powrocie za pomocą wbudowanego regulatora
- Stała temperatura na wypływie dzięki pompie z regulacją obrotów w obiegu bufora
- Kurki zamykające po stronie wody użytkowej i grzewczej
- Osłony termoizolacyjne i uchwyty ścienne w zakresie dostawy
- Prosty serwis dzięki przyłączom do płukania
- Możliwość wymiany pompy bez konieczności opróżniania po stronie instalacji dzięki wbudowanym kurkom zamykającym
- Wymiennik ciepła lutowany niklem dostępny w ramach wyposażenia dodatkowego przeznaczony do przyłączonych instalacji wody użytkowej z ocynkowanymi rurami stalowymi lub do zastosowania w przypadku określonych właściwości wody
- Instalacja naścienna lub możliwość ustawienia w dowolnym miejscu przy zastosowaniu opcjonalnego stojaka montażowego

Konstrukcja i działanie



Rys. 124 Zakres dostawy stacji pojedynczej (z pokrywą)

[1] Stacja świeżej wody łącznie z modułem
[2] Uchwyt do zaworów kulowych, umieszczony w izolacji termicznej
[3] Śruby, kołki i podkładki do uchwytu nasciennego (po 2 x)
[4] Instrukcja montażu i konserwacji
[5] Uchwyt ścienny
[6] Element dystansowy do modułu obsługowego, umieszczony w izolacji termicznej
[7] Torebka z drobnymi częściami

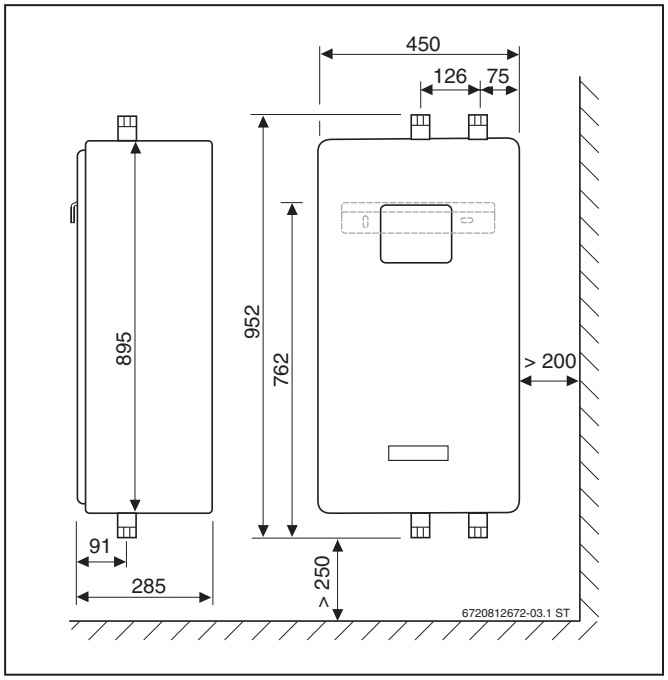


Rys. 125 Stacja świeżej wody bez przedniej izolacji cieplnej, bez regulatora

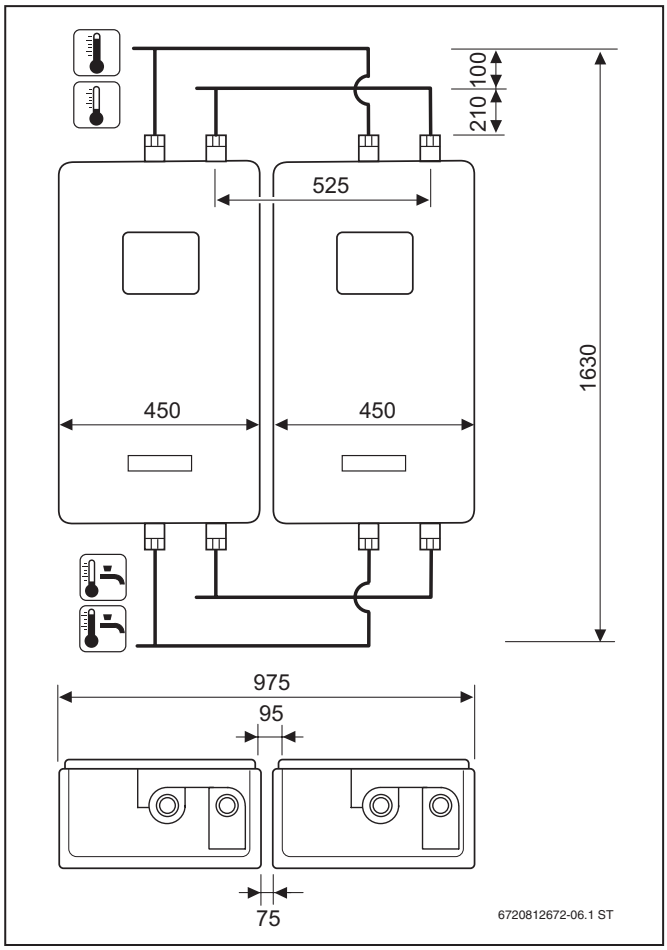
[1] Przyłącze: od zbiornika buforowego (zasilanie)
[2] Przyłącze: do zbiornika buforowego (powrót)
[3] Pompa PS11 (obieg ładowania, pierw.)
[4] Czujnik strumienia objętości
[5] Trójnik do podłączenia przewodu cyrkulacji z pompą (w systemie podgrzewania wstępnego: funkcja ochrony przed bakterią Legionella)
[6] Przyłącze: woda zimna (pozycja zaworu kulowego zabezpieczona plombą)
[7] Przyłącze: woda ciepła (pozycja zaworu kulowego zabezpieczona plombą)
[8] Czujnik temperatury TS17 (do regulacji temperatury c.w.u.), NTC12K[1)]
[9] Kurek napełniająco-spustowy (3x)
[10] Czujnik temperatury w zbiorniku buforowym (zasilanie), NTC12K[1)]
[11] Wymiennik ciepła
[12] Hamulec grawitacyjny pierwotny (zintegrowany)
[13] Uchwyt do modułu obsługowego
[14] Tylna część izolacji cieplnej
[15] Moduł MS100

Stację można zestawiać ze zbiornikami buforowymi Logalux P, Logalux PL i Logalux PNR. Może ona również stanowić dodatkowe wyposażenie zbiorników buforowych będących już w eksploatacji. Wbudowana pompa obiegu pierwotnego zasila stację ciepłem. Zasilanie stacji jest przyłączane do zbiornika buforowego u góry, a powrót – na dole.
Stacje kaskadowe składają się z 1 stacji Logalux FS40/3 (master) i maksymalnie 3 kolejnych FS40/3 (stacja uzupełniająca - slave). Stacje uzupełniające posiadają regulator bez wyświetlacza. Dodatkowo w każdej stacji należy zamontować zawór kaskadowy.
Do połączenia stacji kaskadowej Logalux FS80/3 dostępny jest zestaw przyłączeniowy do kaskad. Umożliwia on proste połączenie obydwu stacji. Wybór strony przyłączenia należy do inwestora.
W ramach wyposażenia dodatkowego stacji świeżej wody Logalux FS27/3 i FS40/3 dostępny jest przewód cyrkulacji z pompą cyrkulacyjną. Można go w prosty sposób zainstalować w stacji. Dyspozycyjną wysokość tłoczenia pompy cyrkulacyjnej można odczytać z Rys. 135, strona 142.
W przypadku kaskady pompę cyrkulacyjną należy ustawić na zewnątrz stacji świeżej wody.

Wymiary i dane techniczne



Rys. 126 Wymiary do zamocowania stacji świeżej wody jako stacji pojedynczej w mm (uchwyt ścienny przedstawiony w kolorze szarym)

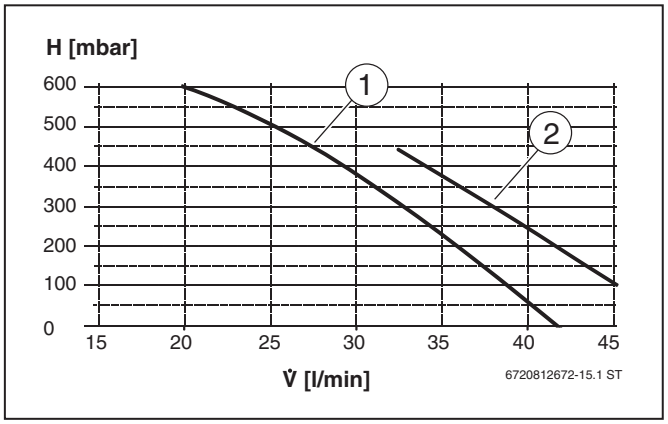


Rys. 127 Wymiary kaskady dwuczęściowej połączonej z zestawem orurowania (wyposażenie dodatkowe)

Stacja świeżej wody	Jednostka	FS27/3 (N)	FS40/3 (N)	FS54/3 (N)	FS80/3 (N)	FS120/3 (N)	FS160/3 (N)
Moc przenoszenia w punkcie obliczeniowym, pierwotna 70 °C/23 °C, wtórna 60 °C/10 °C	kW	95	140	190	280	420	560
Dopuszczalne temperatury robocze (T_{max})	°C	+95					
Dopuszczalne ciśnienie robocze (p_{max})	bar	10					
Maksymalny strumień przepływu	l/min	40	40	80	80	120	160
Minimalny strumień przepływu (wtórny)	l/min	2					
Pierwotny strumień przepływu (70°C/23°C)	l/min	29	43	58	86	129	172
Wtórny strumień przepływu (60°C/10°C)	l/min	27	40	54	80	120	160
Masa (m)	kg	26	31	52	62	93	124
Zasilanie elektryczne (sieć)	V/Hz	230/50					
Pompa PS11 pierwotna		Wilo ST15/7.5 PWM2 (EEI ≤ 0,21)					
Maksymalny pobór prądu, pompa PS11 pierwotna	A	0,70					
Maksymalny pobór mocy podczas pracy, pompa PS11 pierwotna	W	76	76	2x76	2x76	3x76	4x76
Liczba wskaźników mocy zgodnie z DIN 4708 (w zależności od strumienia głównego oraz mocy kotła)	-	9	18	30	55	105	160
Przyłącza stacji świeżej wody	DN	25 (Rp1")					

Tab. 67 Dane techniczne

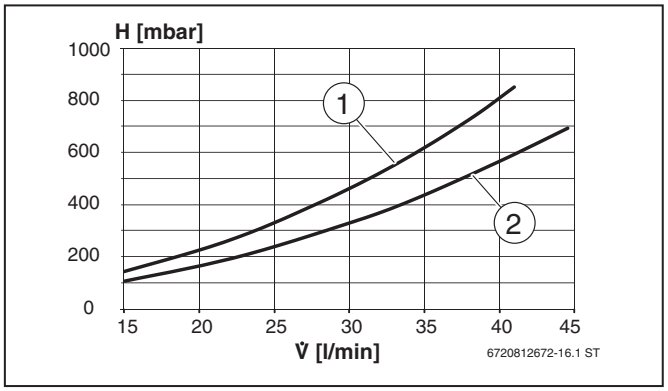
Ciśnienie dyspozycyjne po stronie pierwotnej stacji świeżej wody



Rys. 128 Ciśnienie dyspozycyjne po stronie pierwotnej stacji świeżej wody

[1] FS27/3
[2] FS40/3

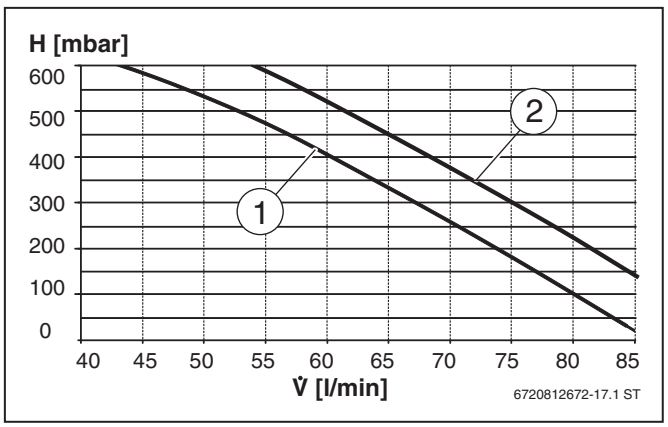
Strata ciśnienia po stronie wtórnej stacji pojedynczej



Rys. 129 Strata ciśnienia po stronie wtórnej stacji świeżej wody

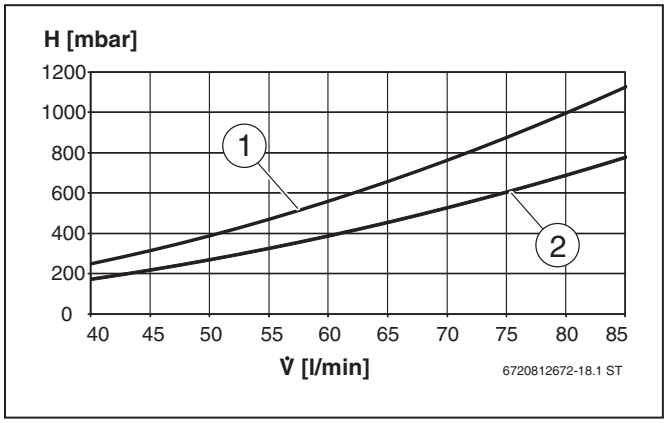
[1] FS27/3
[2] FS40/3

Ciśnienie dyspozycyjne kaskady dwuczęściowej z zestawem orurowania



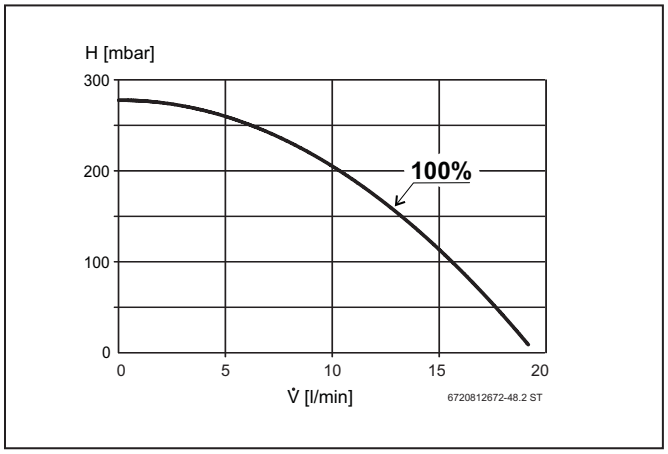
Rys. 130 Ciśnienie dyspozycyjne po stronie pierwotnej kaskady z zestawem orurowania

Strata ciśnienia po stronie wtórnej kaskady dwuczęściowej z zestawem orurowania



Rys. 131 Strata ciśnienia po stronie wtórnej kaskady z zestawem orurowania i zaworem kaskadowym

Charakterystyka pompy cyrkulacyjnej



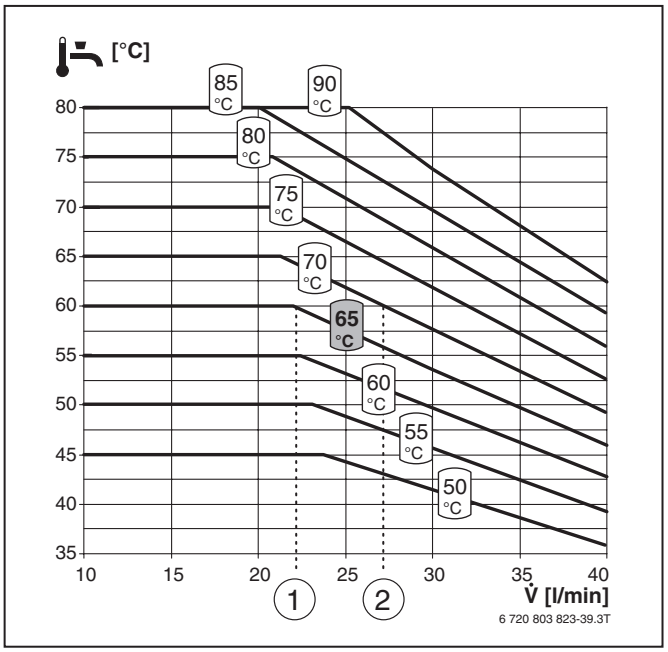
Rys. 132 Charakterystyki pompy cyrkulacyjnej w przewodzie cyrkulacji (w systemie podgrzewania wstępnego: pompa do ochrony przed bakterią Legionella)

[1...7] Stopnie pompy

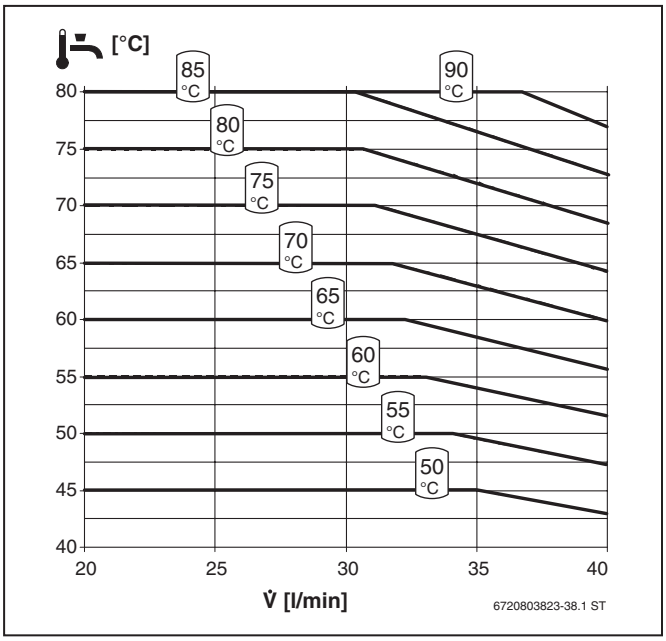
Przebieg temperatury stacji świeżej wody
Poniższe charakterystyki wskazują, o ile można zredukować temperaturę w zbiorniku buforowym (część dyspozycyjna) w zależności od wielkości poboru, aby osiągnąć żądaną temperaturę c.w.u. Maksymalny strumień objętości po stronie wtórnej jednej stacji wynosi 40 l/min.

Przykład 1: Stacja pojedyncza FS27/3: Aby osiągnąć temperaturę c.w.u. 60°C, przy poborze wynoszącym 22 l/min wymagana jest temperatura 65°C w części dyspozycyjnej (→ Rys. 133, [1]).

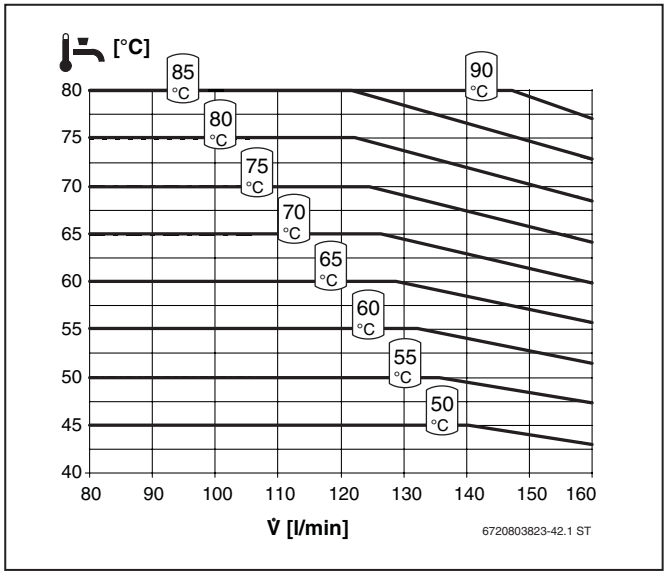
Przykład 2: Stacja pojedyncza FS27/3: Aby osiągnąć temperaturę c.w.u. 60°C, przy poborze wynoszącym 27 l/min wymagana jest temperatura 70°C w części dyspozycyjnej (→ Rys. 133, [2]).



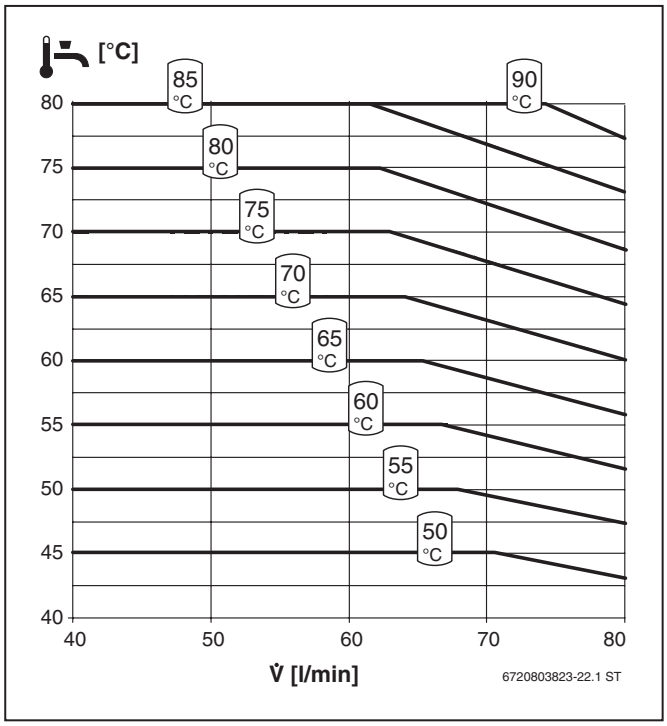
Rys. 133 Przebieg temperatury stacji pojedynczej FS27/3



Rys. 134 Przebieg temperatury stacji pojedynczej FS40/3

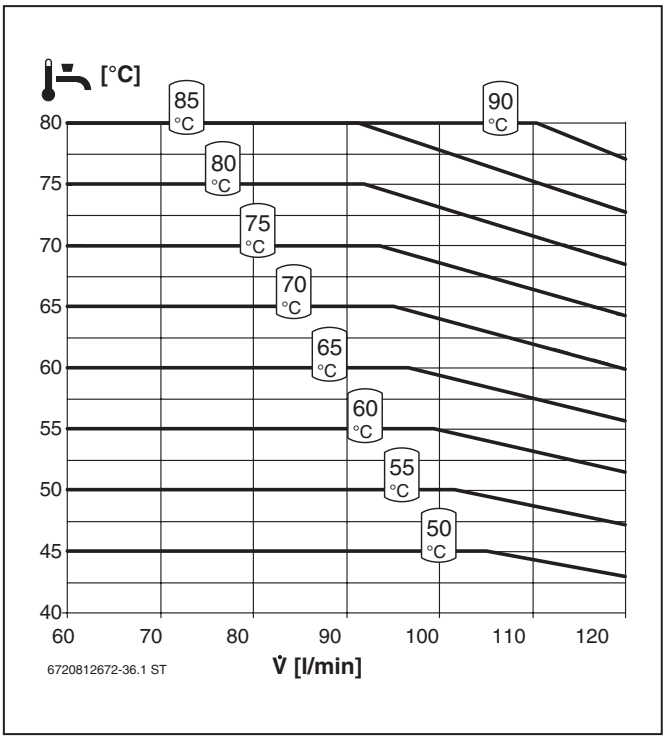


Rys. 135 Przebieg temperatury kaskady FS54/3

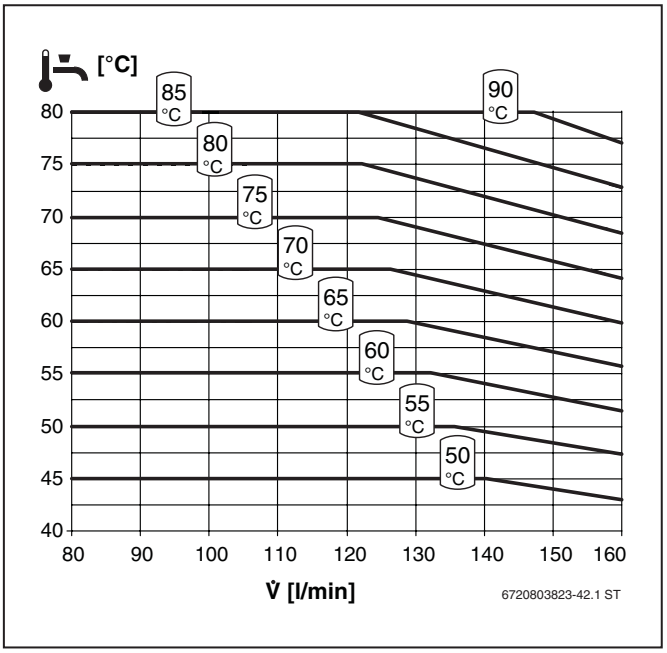


Rys. 136 Przebieg temperatury kaskady FS80/3

Legenda do Rys. 133, 134, 135 i 136:
- Temperatura c.w.u.
- 65 °C Temperatura w części dyspozycyjnej zbiornika buforowego
- V Szczytowy strumień objętości w l/min



Rys. 137 Przebieg temperatury kaskady FS120/3

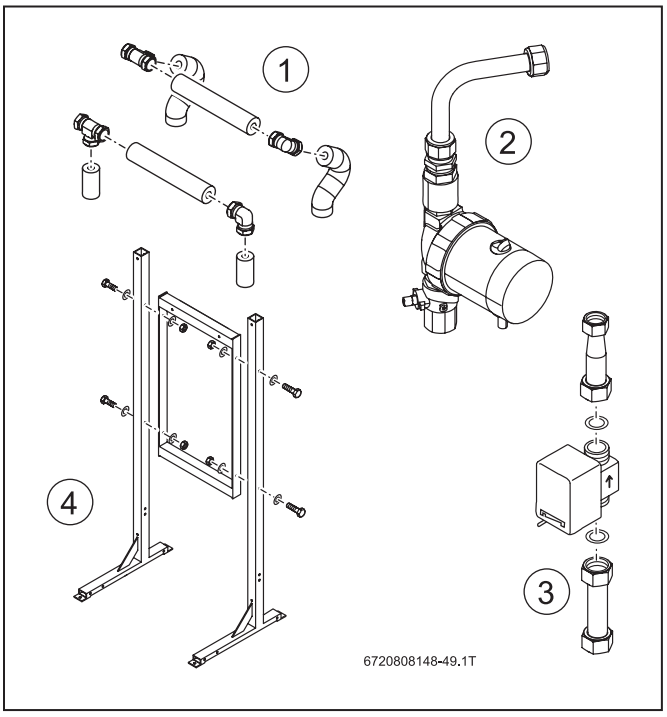


Rys. 138 Przebieg temperatury kaskady FS160/3

Legenda do Rys. 137 i Rys. 138:

- Temperatur c.w.u.
- 65 °C Temperatura w części dyspozycyjnej zbiornika buforowego
- V Szczytowy strumień objętości w l/min

Wyposażenie dodatkowe

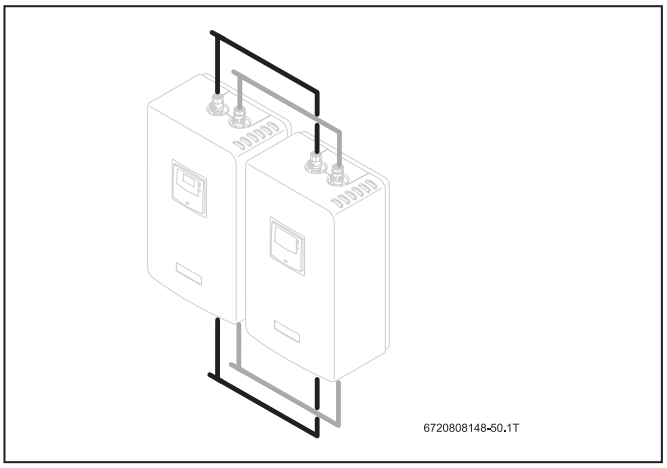


Rys. 139 Wyposażenie dodatkowe do stacji świeżej wody

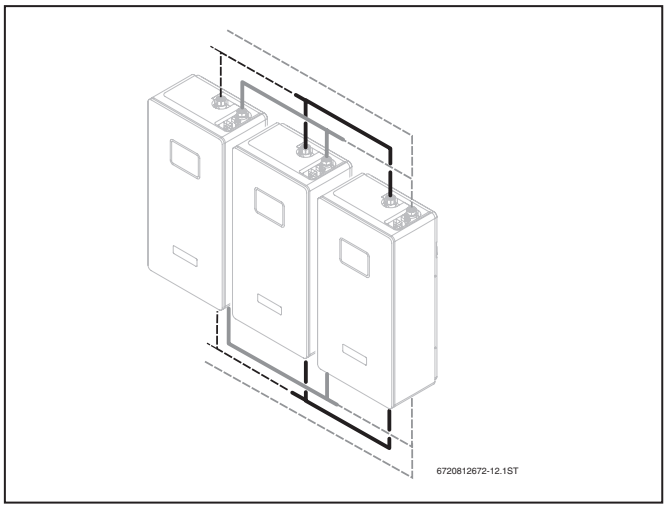
[1] Zestaw orurowania do połączenia dwóch stacji
[2] Przewód cyrkulacji z pompą do FS27/3, FS40/3
[3] Zawór kaskadowy
[4] Stojak do montażu na podłożu

Możliwości instalacji kaskady dwuczęściowej z zestawem orurowania

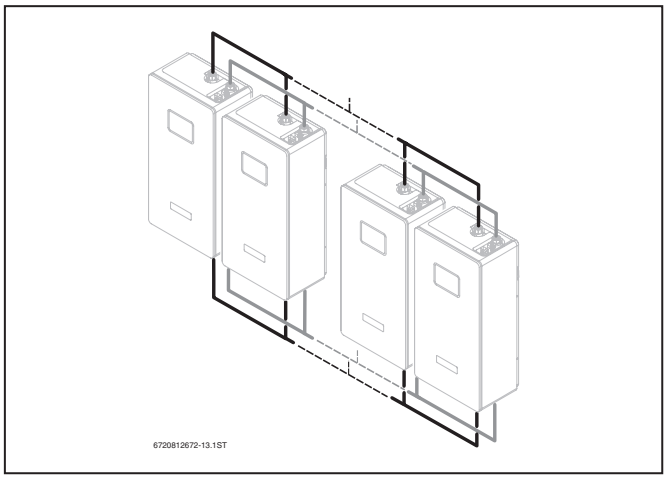
Do połączenia stacji kaskadowej Logalux FS80/3 dostępny jest zestaw orurowania. Umożliwia on proste połączenie obydwu stacji. Wybór strony przyłączenia należy do inwestora. Zestaw orurowania w przypadku kaskad trzy- lub czteroczęściowych można zastosować z dodatkowym orurowaniem dostępnym w miejscu eksploatacji (na rysunku jako linia przerywana) (→ Rys. 141, Rys. 142 i Rys. 143).



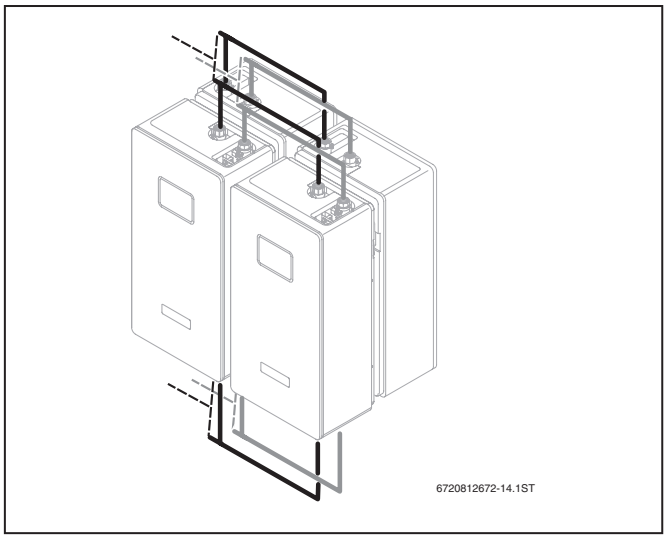
Rys. 140 Przykład: FS80/3 z zestawem orurowania



Rys. 141 Przykład: FS120/3 z zestawem orurowania (zasada Tichelmanna)



Rys. 142 Przykład: FS160/3 z dwoma zestawami orurowania



Rys. 143 Przykład: FS160/3 z dwoma zestawami orurowania (alternatywnie: połączyć 4 stacje w jeden szereg)

Wartości graniczne jakości wody

- Strona pierwotna (woda grzewcza): według VDI 2035
- Strona wtórna (woda użytkowa): zgodnie z normą DIN 1988

► Przestrzegać wartości granicznych aktualnego rozporządzenia w sprawie wody użytkowej.

WSKAZÓWKA: Awaria stacji na skutek osadów z kamienia w wymienniku ciepła.
► Przy twardości wody powyżej 20°dH zamontować instalację demineralizacyjną.

Aby zminimalizować osady z kamienia w wymienniku ciepła, zalecamy montaż instalacji demineralizacyjnej już przy twardości wynoszącej 14°dH.
Wymiennik ciepła zamontowany w stacji jest lutowany miedzią. Wymiennik ciepła lutowany niklem (wyposażenie dodatkowe) należy montować przy uwzględnieniu danych z poniższej tabeli:

Właściwość	Wartość	Lutowany miedzią	Lutowany niklem
Twardość wody w °dH	< 4 4 - 20	- X	X X
Wartość pH	6,5 - 7,0 7,0 - 7,4 7,4 - 9,0 9,0 - 9,5	- X[1)] X -	X X X X
Zawartość siarczanu w mg/l	> 70 70 - 250	X -	X X
Przewodność właściwa w µS/cm	10 - 500 500 - 2790	X -	X X

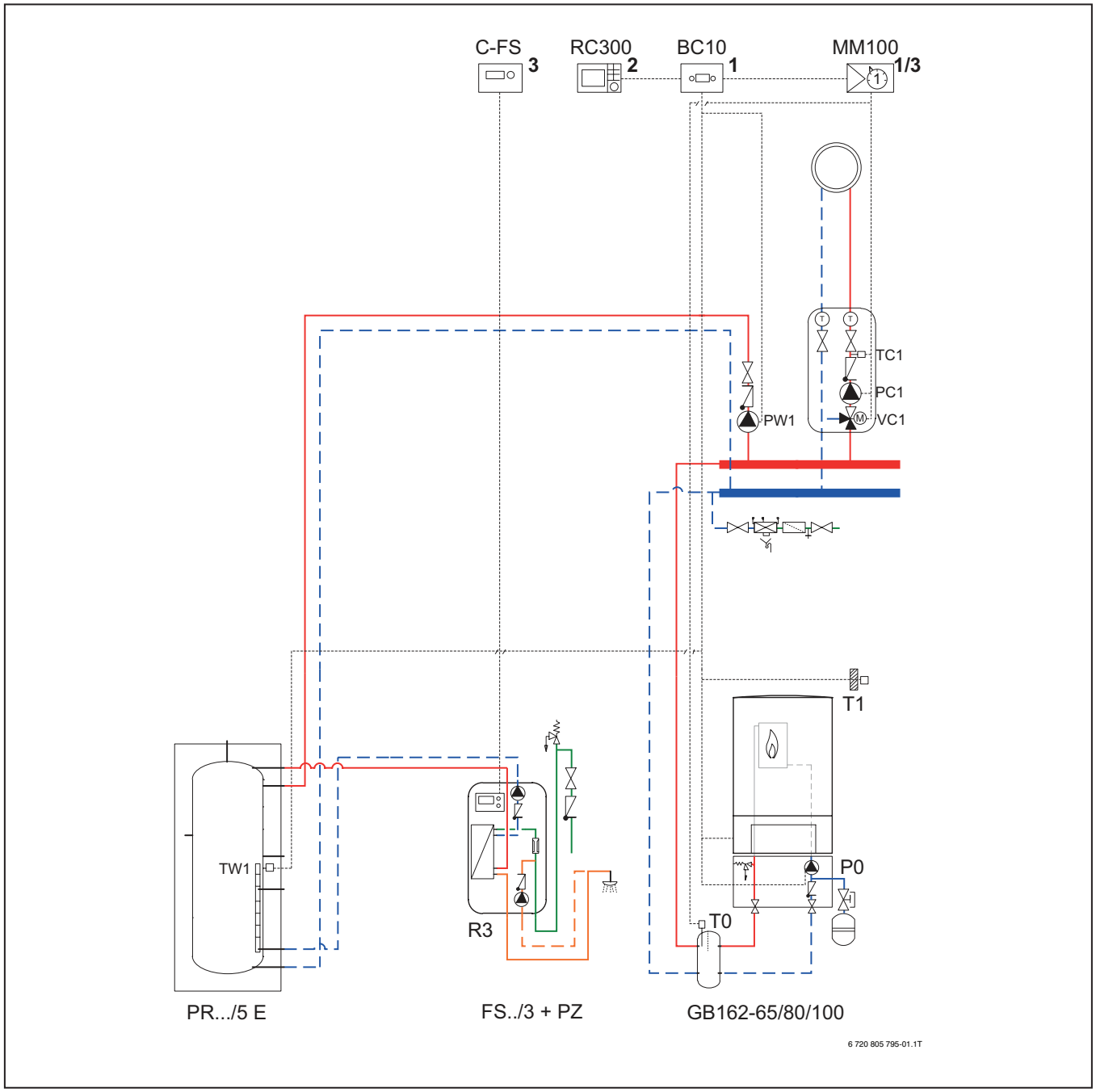
Tab. 68 Przystosowanie wymienników ciepła według określonych właściwości

[1)] Gdy wartość TOC < 1,5 mg/l
X odpowiedni
- nieodpowiedni

W przypadku przyłączenia sieci rurociągów wykonanych ze stali ocynkowanej wymagany jest wymiennik ciepła lutowany niklem.

Informacje dotyczące stacji świeżej wody i podgrzewaczy buforowych znajdują się również w materiałach do projektowania Buderus „Technika solarna Logasol”.

11.6.2 Przykład instalacji – stacja świeżej wody dla ok. 18 jednostek mieszkaniowych



Rys. 144 Schemat instalacji z układem regulacji do ok. 18 jednostek mieszkaniowych (niewiążący schemat zasadniczy)

Lokalizacja modułu:

[1] W generatorze ciepła/zimna
[2] W generatorze ciepła/zimna lub na ścianie
[3] W stacji
BC10 Sterownik podstawowy
C-FS Sterownik stacji świeżej wody
FA Czujnik temperatury zewnętrznej
FS../3 Stacja świeżej wody
GB162... Gazowe urządzenie wentylacyjne Logamax plus
MM100 Moduł mieszacza
PC0 Pompa obiegu pierwotnego
PC1 Pompa obiegu grzewczego
PR.../5 E Zbiornik buforowy
PW1 Pompa ładująca podgrzewacz
PZ Przewód cyrkulacji
R3 Pompa cyrkulacji
RC300 Jednostka ładująca układ
T0 Czujnik temperatury zwrotnicy
TC1 Czujnik temperatury zaworu mieszającego
TW1 Czujnik temperatury w zbiorniku buforowym
VC1 Zawór mieszający 3-drogowy

Przygotowanie c.w.u.

Gdy regulator stacji świeżej wody wykryje przepływ na podstawie pomiaru przez czujnik strumienia objętości, następuje włączenie pompy po stronie pierwotnej stacji świeżej wody w celu wyregulowania temperatury na czujniku temperatury po stronie wtórnej stacji świeżej wody do ustawionej temperatury c.w.u. Gdy pomiar nie wykazuje już przepływu, pompa wyłącza się.

12 Pomoce przy doborze

12.1 Współczynniki korekcyjne przy doborze podgrzewacza

Określenie wielkości podgrzewaczy pojemnościowych wody użytkowej marki Buderus może nastąpić przy uwzględnieniu różnych aspektów i jest uzależnione od warunków zastosowania.
Między innymi należy wziąć pod uwagę, czy moc trwała c.w.u. jest wymagana w trybie ciągłym czy tylko krótkotrwale oraz czy konieczny jest duży zapas c.w.u. dla zapotrzebowania szczytowego.

12.1.1 Pokrycie zapotrzebowania c.w.u. przez moc trwałą

Dobór podgrzewaczy pojemnościowych wody użytkowej odbywa się przy pomocy wykresów mocy trwałej (→ strona 50), jeśli maksymalna moc trwała c.w.u. podgrzewacza jest wymagana krótkotrwale lub w trybie ciągłym. Z podanych poniżej danych, co najmniej trzy muszą być znane:

- moc trwała c.w.u.
- temperatura zasilania wody grzewczej
- różnica temperatur wody grzewczej
- temperatura c.w.u. na wypływie (40°C do 65°C przy temperaturze wody zimnej na dopływie 10°C)
- strata ciśnienia po stronie wody grzewczej.

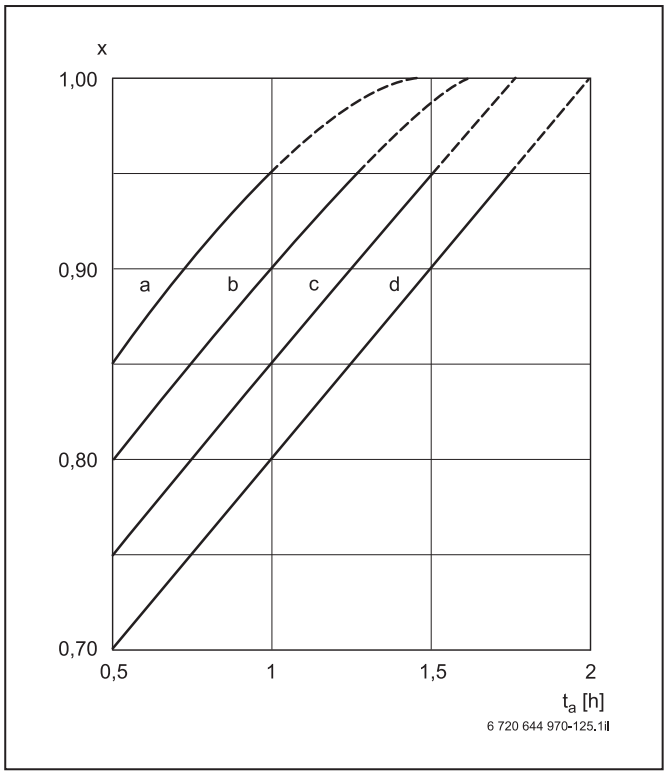
12.1.2 Pokrycie zapotrzebowania c.w.u. przez przygotowanie zapasu dla poborów szczytowych

Objętościowy współczynnik korekcyjny y
Pojemność znamionowa pojemnościowego podgrzewacza wody użytkowej musi być większa od wymaganej pojemności podgrzewacza. Nie jest możliwe 100% podgrzanie całkowitej pojemności podgrzewacza do temperatury wymaganej (→ rozdział 8.1.3, strona 63). Udział będącej do dyspozycji wody o żądanej temperaturze w podgrzanym podgrzewaczu uzyskuje się z Tab. 69.

Logalux	Ustawienie	Objętościowy współczynnik korekcyjny dla czasu poboru	
		15 - 20 min	poniżej 15 min
SU/S	stojący	0,94	0,89
LT/L	leżący	0,96	0,91
LT > 400	leżący	0,90	0,85

Tab. 69 Objętościowy współczynnik korekcyjny y

Współczynnik korekcyjny x przenoszonej mocy
Przy poborach szczytowych, powtarzających się w określonych odstępach czasu, do podgrzewania wody w podgrzewaczu pojemnościowym miarodajna jest efektywna moc trwała Q_{eff} (= moc przyłączeniowa).
Obowiązujący dla systemu podgrzewaczy pojemnościowych współczynnik korekcyjny x (→ rozdział 8.1.3, strona 63) umożliwia określenie efektywnej mocy trwałej Q_{eff}, uwzględniając czas podgrzewania przy przebiegu podgrzewu bez równoczesnego poboru ciepłej wody.



Rys. 145 Współczynnik korekcyjny x przenoszonej mocy

a Temperatura na powrocie po stronie wody grzewczej wyższa niż temperatura wody w podgrzewaczu, np. 60°C, przy mocy trwałej odniesionej do temperatur po stronie ciepłej wody 10/60°C
b Jak w punkcie a, jednak odniesiona do temperatur 10/45°C
c Temperatura na powrocie po stronie wody grzewczej niższa niż temperatura wody w podgrzewaczu, np. 60°C, przy mocy trwałej odniesionej do temperatur po stronie ciepłej wody 10/60°C
d Jak w punkcie c, jednak odniesiona do temperatur 10/45°C
x Współczynnik korekcyjny przenoszonej mocy
t_a Czas podgrzewu

12.2 Współczynnik zapotrzebowania dla budynków mieszkalnych

Współczynnik zapotrzebowania N określa, ile „jednostek mieszkaniowych" zawiera budynek mieszkalny. Obliczenie następuje w oparciu o normę DIN 4708-2. Jedną z najważniejszych pomocy podczas obliczeń jest formularz „Zapotrzebowanie c.w.u. przy centralnym zaopatrzeniu mieszkań". Przy pomocy współczynnika zapotrzebowania, z tabel zawierających parametry mocy można określić wymaganą wielkość podgrzewacza oraz przynależną moc trwałą.

12.2.1 Wytyczne do ustalenia zapotrzebowania c.w.u. w budynkach mieszkalnych

Liczba pomieszczeń oraz zaludnienie mieszkań
Liczba pomieszczeń r w każdym mieszkaniu odpowiada łącznej liczbie pokoi mieszkalnych, sypialni, pomieszczeń pobytu osób w jednym mieszkaniu. Nie uwzględnia się pomieszczeń pobocznych jak kuchnia (nie dotyczy to kuchni będącej „pomieszczeniem mieszkalnym"), sień, korytarz, łazienka i schowki.
Liczba osób w mieszkaniu p określa, ile osób rzeczywiście przebywa w danym mieszkaniu, a tym samym korzysta z ciepłej wody. Jeżeli nie dysponuje się danymi o rzeczywistej liczbie osób w mieszkaniu, można zastosować przeciętne „zaludnienie" mieszkań z → Tab. 70.

Liczba pomieszczeń r	Zaludnienie (liczba osób) p
1	2,0[1)]
1½ [2)]	2,0
2	2,0
2½	2,3
3	2,7
3½	3,1
4	3,5
4½	3,9
5	4,3
5½	4,6
6	5,0
6½	5,4
7	5,6

Tab. 70 Zaludnienie mieszkań jako wytyczne do formularza → Tab. 72, strona 149

[1)] Zaludnienie p = 2,5, jeśli występują przeważnie mieszkania z jednym lub dwoma pomieszczeniami
[2)] Jako½ pomieszczenia traktuje się zamieszkałą sień lub ogród zimowy

Uwzględnienie istniejących punktów poboru ciepłej wody
Zgodnie z normą DIN 4708 przy doborze pojemnościowych podgrzewaczy c.w.u., na ogół pod uwagę brany jest jedynie największy punkt poboru.
Jeżeli występuje tylko kabina prysznicowa, mimo to przyjmuje się wartość jak dla wanny kąpielowej. Punkty poboru takie jak umywalki, bidety i zlewozmywaki kuchenne, nie są na ogół uwzględniane. W przypadku wyposażenia mieszkania w urządzenia sanitarne, należy zasadniczo rozróżnić pomiędzy wyposażeniem standardowym (→ Tab. 71, strona 149) a komfortowym (→ Tab. 72, strona 149).
Dla punktów poboru w wannach kąpielowych oraz przy innych urządzeniach, dla których wielkości poboru odbiegają od wartości podanych w Tab. 73 (→ strona 150), należy oddzielnie obliczyć zapotrzebowanie punktu poboru w_V w Wh oraz wprowadzić je do formularza w Tab. 74 (→ strona 151).
Obowiązuje wzór podstawowy 75 (0> strona 159). Przyjmując symbole z formularza oraz Tab. 73 (strona 150), przedstawia się on następująco:

$$w_V = V_E \cdot \Delta\vartheta \cdot c$$

Wzór 72

Jako różnicę temperatur $\Delta\vartheta$ przyjmuje się wartość 35 K.

Punkty poboru c.w.u. w mieszkaniach z wyposażeniem standardowym

Pomieszczenie	Dostępne wyposażenie	Przy ustalaniu zapotrzebowania zastosować jak poniżej
Łazienka	Wanna kąpielowa, DIN 4475-E (1600 mm x 700 mm), 140 l **lub** kabina natryskowa z baterią mieszającą i normalnym natryskiem 1 umywalka	Wanna kąpielowa, DIN 4475-E (1600 mm x 700 mm), 140 l (nie uwzględnia się)
Kuchnia	1 zlewozmywak kuchenny	(nie uwzględnia się)

Tab. 71 Uwzględnienie urządzeń pobierających c.w.u. w mieszkaniach ze standardowym wyposażeniem sanitarnym, do ustalenia liczby punktów poboru z (Tab. 74, strona 151) oraz zapotrzebowania c.w.u. w punktach poboru w_V (→ Tab. 73, strona 150)

Punkty poboru c.w.u. w mieszkaniach z wyposażeniem komfortowym

Pomieszczenie	Dostępne wyposażenie	Przy ustalaniu zapotrzebowania zastosować jak poniżej
Łazienka	Wanna kąpielowa[1)] Kabina natryskowa Umywalka Bidet[2)]	Zgodnie ze stanem faktycznym, wg Tab. 73, strona 150, nr poz. 2 - 4 Zgodnie ze stanem faktycznym, łącznie z ew. urządzeniami dodatkowymi wg Tab. 73, strona 150, nr poz. 5 - 7, jeżeli z rozmieszczenia urządzeń wynika, że możliwe jest równoczesne korzystanie z nich[3)] (nie uwzględnia się) (nie uwzględnia się)
Kuchnia	Zlewozmywak kuchenny	(nie uwzględnia się)
Pokój gościnny	Wanna kąpielowa **albo** Kabina natryskowa Umywalka Bidet	Po jednej na pokój zgodnie ze stanem faktycznym, wg Tab. 73, strona 150, nr poz. 1 - 4, przyjmując 50% zapotrzebowania punktu poboru w_V zgodnie ze stanem faktycznym, ew. urządzenie dodatkowe wg tabeli 73, strona 150, nr poz. 5 - 7, przyjmując 100% zapotrzebowania punktu poboru w_V 100% zapotrzebowania punktu poboru wg Tab. 73[4)], strona 150 100% zapotrzebowania punktu poboru wg Tab. 73, strona 150

Tab. 72 Uwzględnienie urządzeń pobierających c.w.u. w mieszkaniach z wyposażeniem komfortowym, do ustalenia ilości punktów poboru z (→ Tab. 74, strona 151) oraz zapotrzebowania c.w.u. w punktach poboru w_V (→ Tab. 73, strona 150); za komfortowe uważa się występujące w mieszkaniu wyposażenie inne lub bogatsze niż podano dla wyposażenia standardowego (→ Tab. 71, strona 149)

[1)] Wielkość różniąca się od wyposażenia standardowego (→ Tab. 71, strona 149)
[2)] Bidet uwzględnia się, jeżeli występuje więcej niż dwa „małe punkty poboru”
[3)] Jeżeli nie jest dostępna wanna kąpielowa, należy – jak w przypadku wyposażenia standardowego – zamiast kabiny natryskowej, przyjąć wannę wg Tab. 73, strona 150. Jeżeli w takim przypadku występuje kilka różnych kabin natryskowych, dla kabiny natryskowej o największym zapotrzebowaniu punktu poboru należy wstawić dane dotyczące wanny kąpielowej
[4)] W przypadku gdy w pokoju gościnnym nie występuje wanna kąpielowa lub kabina natryskowa

Zapotrzebowanie w punkach poboru wV
Wytyczne do formularza → Tab. 74, strona 151

Nr poz.	Urządzenie pobierające c.w.u.	Skrót	Wielkość poboru VE przy jednokrotnym wykorzystaniu[1]) w l	Zapotrzebowanie w punkcie poboru wV przy każdym poborze w Wh
1	Wanna kąpielowa, DIN 4475-E (1600 mm x 700 mm)	NB 1	140	5700[2)]
2	Wanna kąpielowa, DIN 4475-E (1700 mm x 750 mm)	NB 2	160	6510
3	Wanna do małych pomieszczeń lub wanna nasiadowa	KB	120	4890
4	Wanna do dużych pomieszczeń (1800 mm x 750 mm)	GB	200	8140[2)]
5	Kabina natryskowa z baterią mieszającą i oszczędnym natryskiem	BRS	40[3)]	1630
6	Kabina natryskowa z baterią mieszającą i normalnym natryskiem	BRN	90	3660
7	Kabina natryskowa z baterią mieszającą i natryskiem luksusowym	BRL	180	7320
8	Umywalka	WT	17	730[2)]
9	Bidet	BD	20	810
10	Mała umywalka do rąk	HT	9	370[2)]
11	Zlewozmywak kuchenny	SP	30	1120[2)]

Tab. 73 Zapotrzebowanie na energię cieplną różnych urządzeń pobierających c.w.u. w mieszkaniach

[1)] Przy wannach jest to jednocześnie pojemność użytkowa
[2)] Wartość obliczeniowa
[3)] Odpowiada czasowi użytkowania 6 minut

12.2.2 Zapotrzebowanie c.w.u. przy centralnym zaopatrzeniu mieszkań (formularz zgodnie z normą DIN 4708 – wzór do powielania)

Przy doborze na podstawie wskaźnika zapotrzebowania N należy ustalić wielkości obliczeniowe i wpisać je w formularzu „Zapotrzebowanie c.w.u. przy centralnym zaopatrzeniu mieszkań” (→ Tab. 74, strona 151). Przykład wypełnienia formularza objaśniono na — stronie 29.

Zapotrzebowanie c.w.u. przy centralnym zaopatrzeniu mieszkań							**Nr projektu:**		**Data:**	
							Nr arkusza:		**Opracował:**	
Obliczenie współczynnika zapotrzebowania N w celu ustalenia wielkości pojemnościowego podgrzewacza wody										
Projekt:										
Uwagi:										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
					punkty poboru (na mieszkanie)					
Numer grupy mieszkań	Liczba pomieszczeń r	Liczba mieszkań n	Zaludnienie p	n·p	Punkty poboru (na mieszkanie z	Skrócony opis	Zapotrzebowanie punktów poboru w Wh W_v	Liczba punktów poboru x zapotrzebowanie punktów poboru w Wh z x W_v	Wh n·p·ΣW_Y	Uwagi
Tryb obliczeń: kolumny				3·4				6·8	5·9	
Σn = _____							Σ (n·p<Σ w_V) = _____			
$N = \frac{\Sigma(n \cdot p \cdot \Sigma w_V)}{3{,}5 \cdot 5820} = \frac{}{20370\ Wh} =$ _____										

Tab. 74 Formularz do określenia współczynnika N dla budynków mieszkalnych zgodnie z normą DIN 4708-2 (wytyczne – rozdział 12.2.1, od strony 148)

12.3 Średnie wartości zapotrzebowania na c.w.u. i energię cieplną

Zapotrzebowanie na energię cieplną na jedną kąpiel pod prysznicem wg czasu trwania oraz warunków poboru

Wielkość poboru ciepłej wody w l/min	Tempera-tura c.w.u. na wypływie w °C	Średnie zapotrzebowanie na energię cieplną [1] w Wh na jedną kąpiel pod prysznicem o wskazanym czasie trwania				
		4 min	5 min	6 min	7 min	10 min
8	35	930	1165	1395	1630	2325
	40	1115	1395	1675	1955	2790
	45	1305	1630	1955	2280	3255
10	35	1165	1455	1745	2035	2910
	40	1395	1745	2095	2440	3490
	45	1630	2035	2440	2850	4070
12	35	1395	1745	2095	2440	3490
	40	1675	2095	2510	2930	4185
	45	1955	2440	2930	3420	4885

Tab. 75 Średnie zapotrzebowanie na energię cieplną przypadające na jedną kąpiel pod prysznicem przy różnych porach korzystania i warunkach poboru c.w.u.

[1] Warunek: temperatura wody zimnej na dopływie 10°C; dane zaokrąglone do 5 Wh

Średnie zapotrzebowanie na c.w.u. oraz energię cieplną przez różnych odbiorców

Odbiorca	Zapotrzebowanie c.w.u. w l	Wielkość odniesienia	Tempera-tura c.w.u. na wypływie[1] w °C	Zapotrzebowanie na energię cieplną[2] w Wh
Natryski				
obiekty sportowe	35	na 1 natrysk	40	1220
przemysł, praca mało brudząca	40	na 1 natrysk	40	1395
przemysł, praca mocno brudząca	55	na 1 natrysk	40	1920
Urządzenia kąpielowe				
wanny standardowe	120	na 1 kąpiel	45	4885
duże wanny	200	na 1 kąpiel	45	8140
wanny do hydroterapii	300	na 1 kąpiel	45	12210
wanny do dużych pomieszczeń	300	na 1 kąpiel	45	12210
Budynek mieszkalny jednorodzinny				
prosty standard	30	na osobę i dobę	60	1745
średni standard	40	na osobę i dobę	60	2325
podwyższony standard	50	na osobę i dobę	60	2910
Budynek mieszkalny wielorodzinny				
budownictwo mieszkalne socjalne	25	na osobę i dobę	60	1455
budownictwo powszechne	35	na osobę i dobę	60	2035
budownictwo o podwyższonym standardzie	45	na osobę i dobę	60	2620
Hotele, apatamentowce				
zwykłe	30	na łóżko i dobę	60	1745
2. klasy	50	na łóżko i dobę	60	2910
1. klasy	70	na łóżko i dobę	60	4070
Akademik dla studentów				
średnia roczna[3]	37	na osobę i dobę	60	2150
zimowy okres szczytowy[3]	46	na osobę i dobę	60	2675
Dom dla osób starszych				
średnia roczna[3]	36	na osobę i dobę	60	2090
zimowy okres szczytowy[3]	40	na osobę i dobę	60	2320
Rzemiosło/przemysł				
przy długim poborze szczytowym	36 - 42	na 1 natrysk	45	1465 - 1710
przy krótkotrwałym poborze szczytowym	30 - 36	na 1 natrysk	45	1220 - 1465
wartość przybliżona dla dowolnego	50	na osobę i dobę	40	1745
stanowiska czyszczenia[4]	30	na osobę i dobę	60	1745
Szkoły				
bez natrysków	5 - 15	na ucznia i dobę	45	205 - 610
z natryskami	30 - 50	na ucznia i dobę	45	1220 - 2035
Koszary	30 - 50	na osobę i dobę	45	1220 - 2035
Pływalnie kryte				
ogólnodostępne	60	na użytkownika	40	2095
prywatne	30	na użytkownika	40	1050
standard[3]	20 - 30	na użytkownika	60	1160 - 1745
dobrze wyposażone[3]	30 - 50	na użytkownika	60	1745 - 2610
Sauny				
ogólnodostępne	100	na użytkownika	40	3490
prywatne	50	na użytkownika	40	1745
Kluby fitness	40	na użytkownika	60	2325
Kąpiele lecznicze	200 - 400	na pacjenta i dobę	45	8140 - 16280

Tab. 76 Wskaźniki średniego zapotrzebowania na c.w.u. oraz energię cieplną różnych odbiorców

Odbiorca	Zapotrzebowanie c.w.u. w l	Wielkość odniesienia	Temperatura c.w.u. na wypływie[1] w °C	Zapotrzebowanie na energię cieplną[2] w Wh
Szpitale				
ze zwykłym wyposażeniem medycznym	50	na łożko i dobę	60	2910
z przeciętnym wyposażeniem medycznym	70	na łóżko i dobę	60	4070
z bogatym wyposażeniem medycznym	90		60	5235
średnia roczna[3]	38	na łożko i dobę	60	2030
zimowy okres szczytowy[3]	42	na łóżko i dobę	60	2440
Budynki biurowe	10 - 40	na osobę i dobę	45	410 - 1630
Domy handlowe	10 - 40	na pracownika i dobę	45	410 - 1630
Restauracje, jadłodajnie				
na przygotowanie	4	na posiłek	60 - 65	235 - 255
na zmywanie naczyń po posiłku	4	na posiłek	60 - 65	235 - 255
Piekarnie				
przygotowanie ciasta, czyszczenie maszyn i urządzeń	40	na m^2 powierzchni wypieku i dobę	60	2325
sprzątanie zakładu	1	na m^2 powierzchni	60	60
utrzymywanie higieny przez pracowników (natrysk, mycie rąk)	40	roboczej na pracownika i dobę	60	2325
Masarnie				
gotowanie, czyszczenie maszyn i urządzeń	60	na 1 świnię i tydzień	60	3490
sprzątanie zakładu	2	na m2 powierzchni	60	120
utrzymywanie higieny przez pracowników (natrysk, mycie rąk)	40	roboczej na pracownika i dobę	60	2325
Ubojnie				
kadzie z flakami (pojemność 100 l)	400	na godzinę	60	23255
kadzie rosołowe (pojemność 500 l)	50	na godzinę	60	2910
kadzie do parzenia wieprzowiny (pojemność 200 l)	200	na godzinę	60	11630
Mleczarnie	1 - 1,5	na 1 litr mleka	75	75 - 115
Pralnie	250 - 300	na 100 kg prania	75	18900 - 22680
Zakłady fryzjerskie				
salon męski	55 - 90	na 1 stanowisko pracy i dobę	45	2240 - 3660
salon damski	150 - 200	na 1 stanowisko pracy i dobę	45	6100 - 8140
sprzątanie zakładu	1	na m^2 powierzchni zakładu	45	40

Tab. 76 Wskaźniki średniego zapotrzebowania na c.w.u. oraz energię cieplną różnych odbiorców

[1] Warunek: temperatura na dopływie zimnej wody 10°C
[2] Dane zaokrąglone do 5 Wh
[3] Wartości zgodne z normą VDI 6002
[4] Włącznie z zapotrzebowaniem dla kuchni oraz do sprzątania

12.4 Pływalnia kryta/basen kąpielowy

Wartości doświadczalne
Przy podgrzewaniu wody użytkowej w systemie podgrzewaczy pojemnościowych uwzględnia się rzeczywisty czas użytkowania natrysków (zależnie od frekwencji odwiedzających) tylko od 25 do 45 minut w ciągu godziny. Z Tab. 77 i Tab. 78 można odczytać dane o zapotrzebowaniu na c.w.u. niezbędne do doboru podgrzewacza.

Wytyczne dla instalacji do podgrzewania wody użytkowej w pływalniach krytych lub basenach kąpielowych pochodzą z dokumentacji VDI 2089 „Ogrzewanie, wentylacja pomieszczeń oraz uzdatnianie wody w basenach kąpielowych".
W przypadku wartości różniących się do dyspozycji jest nomogram. Przykład doboru podgrzewacza pojemnościowego przy pomocy nomogramu dla basenu kąpielowego objaśniono na stronie 86.

Dane do doboru ciepłej wody na podstawie wielkości niecki basenowej

Powierzchnia wody niecki basenowej w m²	Liczba natrysków	Wielkość poboru c.w.u. przez 1 natrysk		Zużycie c.w.u. przez jedną osobę w l		Temperatura c.w.u. na wypływie w °C
		w l/s	w l/min	normalne	maksymalne	
do 150	10	0,20 - 0,27	12 - 16	50 - 80	150	max. 42[1)]
151 do 450	20	0,20 - 0,27	12 - 16	50 - 80	150	max. 42[1)]
na każde kolejne 150	10 dodatkowo	0,20 - 0,27	12 - 16	50 - 80	150	max. 42[1)]

Tab. 77 Dane do doboru c.w.u. dla pływalni krytych/basenów kąpielowych, w zależności od wielkości niecki basenowej

[1)] Jako temperaturę obliczeniową przy doborze podgrzewacza przyjmuje się 60°C (ochrona przed bakterią Legionella)

Dane porównawcze dotyczące korzystania z natrysków

Czas korzystania z natrysków[1)] w min/h	Wielkość poboru c.w.u. przez 1 natrysk w l/min	Czas trwania kąpieli pod prysznicem jednej osoby, przy zużyciu 80 l c.w.u. w min
35 - 45	8	6,25 - 10,00
30 - 40	10	5,00 - 8,00
25 - 35	12	4,20 - 6,75

Tab. 78 Dane porównawcze dotyczące wykorzystania natrysków w pływalniach krytych

[1)] W przypadku oszczędnych instalacji natryskowych z głowicami natryskowymi z możliwością ustawienia jednorazowej ilości wody i samoczynnym urządzeniem wyłączającym, można przyjąć najkrótszy czas korzystania z natrysków

12.5 Hale sportowe

Zalecenia
W halach sportowych zaleca się uwzględnienie następujących danych przy doborze:

- temperatura ciepłej wody 40°C
- pobór ciepłej wody przez natrysk 8 l/min
- czas kąpieli jednej osoby pod prysznicem 4 min
- 25 osób biorących udział w ćwiczeniach
- temperatura w podgrzewaczu 60°C (ochrona przed bakterią Legionella)
- czas podgrzewu wody 50 min

Zasady oraz wskazówki do projektowania instalacji do podgrzewania wody użytkowej w halach sportowych zawiera norma DIN 18032-1.
Przy doborze podgrzewaczy pojemnościowych należy zastosować procedurę dla zapotrzebowania szczytowego z krótkim czasem podgrzewu (przykład → strona 75).

12.6 Obiekty komercyjne i przemysłowe

Przy ustalaniu ilości oraz wyposażenia stanowisk przeznaczonych do mycia się i kąpieli pracowników w obiektach komercyjnych i przemysłowych, zgodnie z normą DIN 18228-3 należy kierować się rodzajem pracy lub gałęzi przemysłu, a także liczbą zatrudnionych na najliczniejszej zmianie. Liczbę miejsc do mycia oraz natrysków należy rozdzielić w odpowiedniej proporcji.

Liczba stanowisk do mycia i kąpieli na 100 osób

Stopień zabrudzenia w trakcie pracy	Zwykłe warunki pracy	Nadzwyczajne warunki pracy[1)]
lekki	15	-
średni	20[2)]	-
duży	25[3)]	25

Tab. 79 Wytyczne dotyczące liczby stanowisk do mycia i kąpieli pod natryskiem w obiektach komercyjnych i przemysłowych zależnie od warunków pracy

[1)] Niebezpieczne warunki pracy lub jeśli dany wyrób wymaga zastosowania szczególnych środków w zakresie higieny
[2)] Dwa stanowiska do mycia odpowiadają jednemu prysznicowi
[3)] Jedno stanowisko do mycia odpowiadają jednemu prysznicowi

Średnie zapotrzebowanie na jedno stanowisko do mycia i jedno użycie

Urządzenie pobierające c.w.u.	Wielkość poboru ciepłej wody w l/min	Czas korzystania w min	Zużycie c.w.u. podczas jednego wykorzystania w l	Temperatura c.w.u. na wypływie w °C	Średnie zapotrzebowanie energii cieplnej na jedno wykorzystanie[1)] w Wh
Umywalka	6	5	30	35	870
Umywalka szeregowa z zaworem wylotowym	6 - 10	3 - 5	30	35	870
Umywalka szeregowa z zaworem natryskowym	3 - 5	3 - 5	15	35	435
Okrągła umywalnia zdrojowa dla 6 osób	20	3 - 5	60	35	1740
Okrągła umywalnia zdrojowa dla 10 osób	25	3 - 5	75	35	2175
Instalacja natryskowa bez przebieralni	8	6[2)]	50	35	1450
Instalacja natryskowa z przebieralnią	10	15[3)]	80	35	2320
Wanna kąpielowa	25	30[4)]	250	35	7250

Tab. 80 Wytyczne dotyczące zapotrzebowania na c.w.u. i energię cieplną na jednym stanowisku do mycia w obiektach komercyjnych i przemysłowych

[1)] Średnie zapotrzebowanie na energię cieplną na jednego zatrudnionego i dobę → Tab. 76, strona 153
[2)] Czas kąpieli pod prysznicem bez przebierania się
[3)] Wraz z czasem czynności towarzyszących, przy czym rzeczywisty czas kąpieli wynosi ok. 8 minut
[4)] Wraz z czasem czynności towarzyszących

12.7 Formularz do ustalenia wielkości pojemnościowych podgrzewaczy wody użytkowej (wzór do powielania)

Ustalenie wielkości pojemnościowych podgrzewaczy wody użytkowej jest możliwe przy pomocy różnych metod. Przy wyborze właściwej metody, należy kierować się względami praktycznymi.

Jako pomoc w analizie zapotrzebowania c.w.u. jest do dyspozycji dwuczęściowy formularz:

Formularz mający na celu określenie wielkości pogrzewacza c.w.u. (część 1/2) Buderus

Obiekt

Miejscowość | Ulica

Osoba kontaktowa | Telefon

Opracował | Fax

☐ Nowa instalacja ☐ Zmiana

☐ Wymiana instalacji ☐ Rozszerzenie

Wymagane parametry			**Istniejące parametry**		
Współczynnik zapotrzebowania N			Współczynnik zapotrzebowania N		
Moc trwała	l/h	kW	Moc trwała	l/h	kW
Pobór szczytowy c.w.u.		l/min	Pobór szczytowy c.w.u.		l/min
Temperatura wody zimnej		°C	Temperatura wody zimnej		°C
Temperatura w podgrzewaczu		°C	Temperatura w podgrzewaczu		°C
Temperatura poboru c.w.u.		°C	Temperatura poboru c.w.u.		°C

☐ System podgrzewaczy ☐ System ładowania zasobników ☐ System podgrzewaczy ☐ System ładowania zasobników

☐ Podgrzewacz stojący ☐ Zasobnik leżący ☐ Podgrzewacz stojący ☐ Zasobnik leżący

☐ Cyrkulacja ☐ Cyrkulacja

Wniesienie/ustawienie			**Inne**
Otwór do wniesienia	Szerokość x Wysokość	mm	
Powierzchnia do ustawienia	Długość x szerokość	mm	
Wysokość pomieszczenia		mm	

Regulacja

☐ Regulacja elektroniczna za pomocą urządzenia regulacyjnego kotła grzewczego

☐ Niezależny regulator do podgrzewu c.w.u. ☐ z zabezpieczającym ogranicznikiem temperatury (STB)

☐ Regulator temperatury bezpośredniego działania ☐ z STB ☐ z ogranicznikiem temp. na powrocie

☐ Przewidywany dodatk. podgrzew elektryczny Moc przyłącza elektrycznego kW

Źródło ciepła	☐ **Kocioł grzewczy**	☐ **Ciepło zdalaczynne**		☐ **Para wodna**
Niskotemp. kocioł grzewczy				
Stałotemp. kocioł grzewczy				
Kondensacyjny kocioł grzewczy				
sonstiges				
Całkowita moc cieplna	kW	kW	m^3/h	kg/h
z tego na podgrzewanie c.w.u.	kW	kW	m^3/h	kW
Temp. na zasilaniu	°C	°C	(w lecie)	
Temp. na powrocie	°C	°C	(w lecie)	
Strata ciśnienie	mbar	mbar		
Nadciśnienie pary wodnej				bar

6 720 644 970-126.2O

Rys. 146 Formularz do analizy zapotrzebowania przy określaniu wielkości podgrzewacza pojemnościowego c.w.u. – wzór do powielania część 1

Formularz do ustalania wielkości podgrzewaczy pojemnościowych c.w.u. (część 2/2) **Buderus**

Rodzaj budynku:
Budynki mieszkalne

Grupa mieszkań lfd. Nr.	Liczba pomieszczeń mieszkalnych	Liczba mieszkań	Punkty poboru c.w.u. Liczba/zapotrzebowanie c.w.u. na jedno użycie w litrach Wanna	Natrysk	Umywalka	Bidet
1			/	/	/	/
2			/	/	/	/
3			/	/	/	/
4			/	/	/	/
☐			/	/	/	/
☐			/	/	/	/

Hotele, domy opieki społecznej lub inne

	Liczba pokoi tylko z wanną	Liczba pokoi tylko z natryskiem	Liczba pokoi tylko z umywalką
Wyposażenie pokoi			
	Zapotrzebowanie c.w.u. na jedno użycie w litrach		
Zapotrzebowanie c.w.u.			

Obszar komercyjny/przemysłowy

Rodzaj zakładu przemysłowego

Zapotrzebowanie c.w.u.

☐ Do mycia się
- Liczba osób na zmianie
- Stopień zabrudzenia podczas pracy ☐ lekki ☐ średni ☐ duży
- Liczba natrysków ☐ umywalek ☐ miejsc w umywalni szereg. ☐
- Sposób poboru c.w.u.
- Możliwy czas nagrzania h

☐ Do produkcji
- Zapotrzebowanie równomierne l/h kW
- Zapotrzebowanie szczytowe l/min

Sport

☐ Sala gimnastyczna ☐ Internat sportowy Inne

Liczba osób na jednym stanowisku ćwiczeniowym

Liczba natrysków

Pobór c.w.u. przez jeden natrysk l/min

Basen pływacki

☐ Pływalnia kryta ☐ Basen otwarty

Powierzchnia niecki basenowej m^2

Liczba natrysków

Czas korzystania z natrysków min/h

Pobór c.w.u. przez jeden natrysk l/min

6 720 644 970-127.1il

Rys. 147 Formularz do analizy zapotrzebowania przy określaniu wielkości podgrzewacza pojemnościowego c.w.u. – wzór do powielania część 2

13 Załącznik

13.1 Podstawowe wzory ilość energii cieplnej Q w kWh

$$Q = \dot{Q} \cdot t \qquad kWh = kW \cdot h$$

Wzór 73 Wzór podstawowy i ujednolicenie jednostek dla ilości energii cieplnej wzgl. pojemności cieplnej

Pojemność cieplna podgrzewacza Q_{SP} w kWh

$$Q_{Sp} = V_{Sp} \cdot (\vartheta_{Sp} - \vartheta_{KW}) \cdot c \qquad kWh = l \cdot K \cdot \frac{kWh}{l \cdot K}$$

Wzór 74 Wzór podstawowy i ujednolicenie jednostek pojemności cieplnej podgrzewacza

Pojemność cieplna c.w.u. Q_{ww} w kWh

$$Q_{WW} = V_{WW} \cdot (\vartheta_{WW} - \vartheta_{KW}) \cdot c \qquad kWh = l \cdot K \cdot \frac{kWh}{l \cdot K}$$

Wzór 75 Wzór podstawowy i ujednolicenie jednostek pojemności cieplnej c.w.u.

Obj. strumień przepływu wody grzewczej V_H w l/h

$$\dot{V}_H = \frac{\dot{Q}_K}{\Delta\vartheta_H \cdot c} \qquad l/h = \frac{kW}{K \cdot \frac{kWh}{l \cdot K}}$$

Wzór 76 Wzór podstawowy i ujednolicenie jednostek objętościowego strumienia przepływu wody grzewczej

Moc trwała c.w.u. Q_D w kW

$$\dot{Q}_D = \dot{V}_{WW} \cdot \Delta\vartheta_{WW} \cdot c \qquad kW = \frac{l}{h} \cdot K \cdot \frac{kWh}{l \cdot K}$$

Wzór 77 Wzór podstawowy i ujednolicenie jednostek mocy trwałej c.w.u.

Objętość c.w.u. V_{ww} w l

$$V_{WW} = V_{Sp} \cdot \frac{\Delta\vartheta_{Sp}}{\vartheta_{WW} - \vartheta_{KW}} \qquad l = l \cdot \frac{K}{K}$$

Wzór 78 Wzór podstawowy i ujednolicenie jednostek ilości ciepłej wody

Czas podgrzewu t_a w h

$$t_a = \frac{Q_{Sp}}{\dot{Q}_{theor.}} = \frac{V_{Sp} \cdot \Delta\vartheta_{Sp} \cdot c}{\dot{Q}_{theor.}} \qquad h = \frac{l \cdot K \cdot \frac{kWh}{l \cdot K}}{kW}$$

Wzór 79 Wzór podstawowy i ujednolicenie jednostek czasu podgrzewu; ($Q_{teor.}$ dla systemu podgrzewaczy pojemnościowych → Wzór 80)

Efektywna moc przyłączona Q_{eff} w kW

$$\dot{Q}_{eff} = \frac{Q_{theor.}}{x} \qquad kW = \frac{kW}{1}$$

Wzór 80 Wzór podstawowy i ujednolicenie jednostek efektywnej mocy przyłączonej (mocy wymiennika ciepła)

Pobór c.w.u. z podgrzewacza V_{Sp} w l/h

$$\dot{V}_{Sp} = \frac{Q_{eff}}{(\vartheta_{WW} - \vartheta_{KW}) \cdot c} \qquad l/h = \frac{kW}{K \cdot \frac{kWh}{l \cdot K}}$$

Wzór 81 Wzór podstawowy i ujednolicenie jednostek poboru c.w.u. z podgrzewacza

Logarytmiczna różnica temperatur $\Delta\vartheta_{mln}$ w K

$$\Delta\vartheta_{min} = \frac{\Delta\vartheta_{groß} - \Delta\vartheta_{klein}}{\ln\left(\frac{\Delta\vartheta_{groß}}{\Delta\vartheta_{klein}}\right)} \qquad K = \frac{K}{1}$$

Wzór 82 Wzór podstawowy i ujednolicenie jednostek logarytmicznej różnicy temperatur

Przenoszona moc cieplna Q w kW

$$Q = A \cdot k \cdot \Delta\vartheta_{mln} \qquad kW = m^2 \cdot \frac{kW}{m^2 \cdot K} \cdot K$$

Wzór 83 Wzór podstawowy i ujednolicenie jednostek przenoszonej mocy cieplnej

Punkty pomiarowe dla wielkości obliczeniowych → strona 161

Wielkości obliczeniowe → strona 160

Indeksy:

a	podgrzewanie
D	moc trwała
eff	efektywna/y
H	woda grzewcza
K	kocioł grzewczy
KW	woda zimna
ln	logarytmiczna/y
m	średni
R	powrót
Sp	podgrzewacz
teor.	teoretyczna/y
V	zasilanie
WT	wymiennik ciepła
WW	ciepła woda

Ponieważ objętość 1 l wody odpowiada dokładnie masie 1 kg, w odpowiednich wzorach podano objętość V, a nie masę „m”.

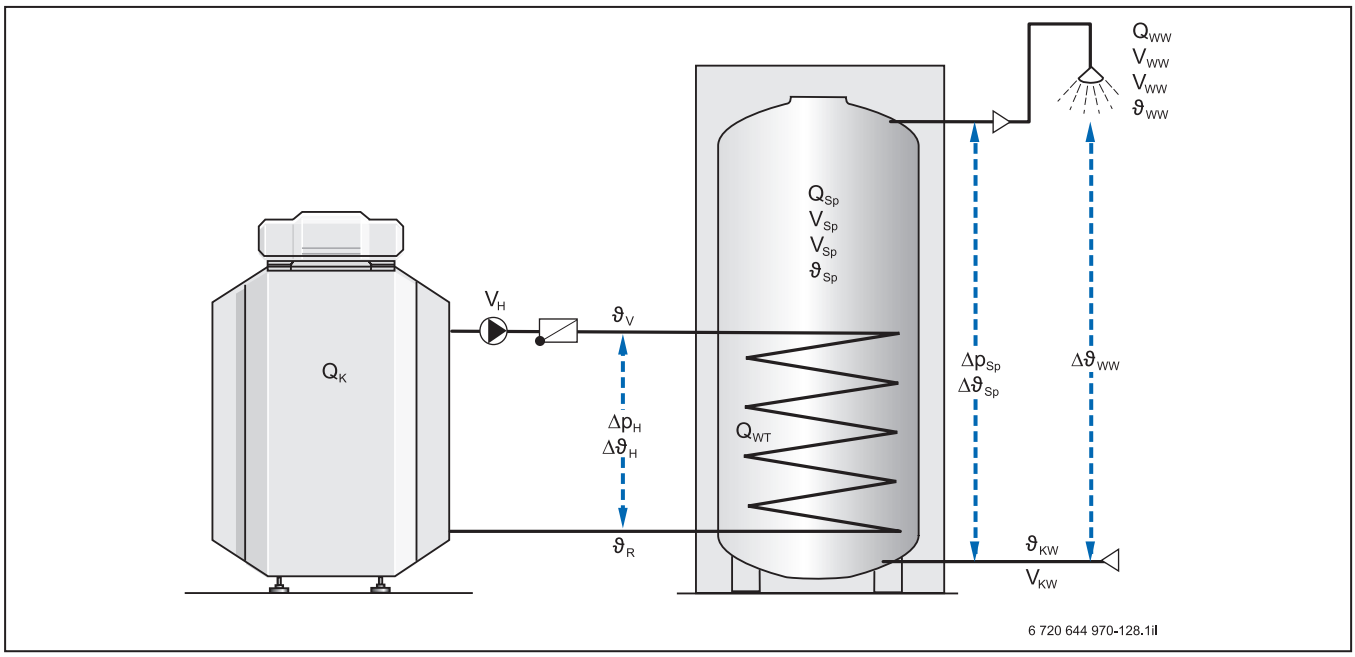
13.2 Wielkości obliczeniowe

Wielkość	Oznaczenie we wzorach	Jednostka
Moc cieplna	$\dot{Q}$	kW
Moc kotła grzewczego	$\dot{Q}_K$	kW
Moc (wydajność) trwała c.w.u.	$\dot{Q}_D$	kW
Moc wymiennika ciepła (moc trwała)	$\dot{Q}_{WT}$	kW
Teoretyczna moc przyłączeniowa	$\dot{Q}_{teor.}$	kW
Efektywna moc przyłączeniowa	$\dot{Q}_{eff}$	kW
Ilość energii cieplnej	Q	kWh
Pojemność cieplna podgrzewacza/zasobnika	Q_{Sp}	kWh
	Q_{WW}	kWh
Objętościowy strumień przepływu wody	$\dot{V}$	l/h
Strumień przepływu wody zimnej	$\dot{V}_{KW}$	l/h
Pobór z podgrzewacza	$\dot{V}_{Sp}$	l/h
Strumień objętości wody grzewczej	$\dot{V}_{WW}$	l/h
	$\dot{V}_H$	l/h
Ilość wody	V	l
Pojemność podgrzewacza	V_{Sp}	l
Ilość c.w.u. (zmieszanej)	V_{WW}	l
Temperatura	ϑ	°C
Temperatura wody zimnej[1]	ϑ_{KW}	°C
Temperatura wody w podgrzewaczu	ϑ_{SP}	°C
Temperatura c.w.u. na wypływie (zmieszanej)	ϑ_{WW}	°C
Temperatura zasilania czynnika grzewczego	ϑ_V	°C
Temperatura powrotu czynnika grzewczego	ϑ_R	°C
Różnica temperatur	$\Delta\vartheta$	K
Różnica temperatur po stronie wody grzewczej	$\Delta\vartheta = \vartheta_V - \vartheta_R$	K
Podgrzewanie pojemności podgrzewacza	$\Delta\vartheta_{Sp} = \vartheta_{Sp} - \vartheta_{KW}$	K
Różnica temperatur po stronie c.w.u.	$\Delta\vartheta_{WW} = \vartheta_{WW} - \vartheta_{KW}$	K
Czas	t	h, min
Czas podgrzewu	t_a	h, min
Strata ciśnienia	Δp	mbar
Strata ciśnienia po stronie wody grzewczej	Δp_H	mbar
Strata ciśnienia po stronie c.w.u.[2]	Δp_{WW}	mbar
Prędkość przepływu[3]	v	m/s
Właściwa pojemność cieplna wody	c	kWh/(l - K)
Powierzchnia grzejna (powierzchnia wymiennika)	A	m^2
Współczynnik przenikania ciepła	k	kW/(m^2 - K)
Współczynnik korekcyjny przenoszonej mocy cieplnej	x	-
Objętościowy współczynnik korekcyjny	y	-
Znamionowy współczynnik mocy	N_L	-
Współczynnik zapotrzebowania	N	-
prowizoryczny współczynnik zapotrzebowania	N_V	-

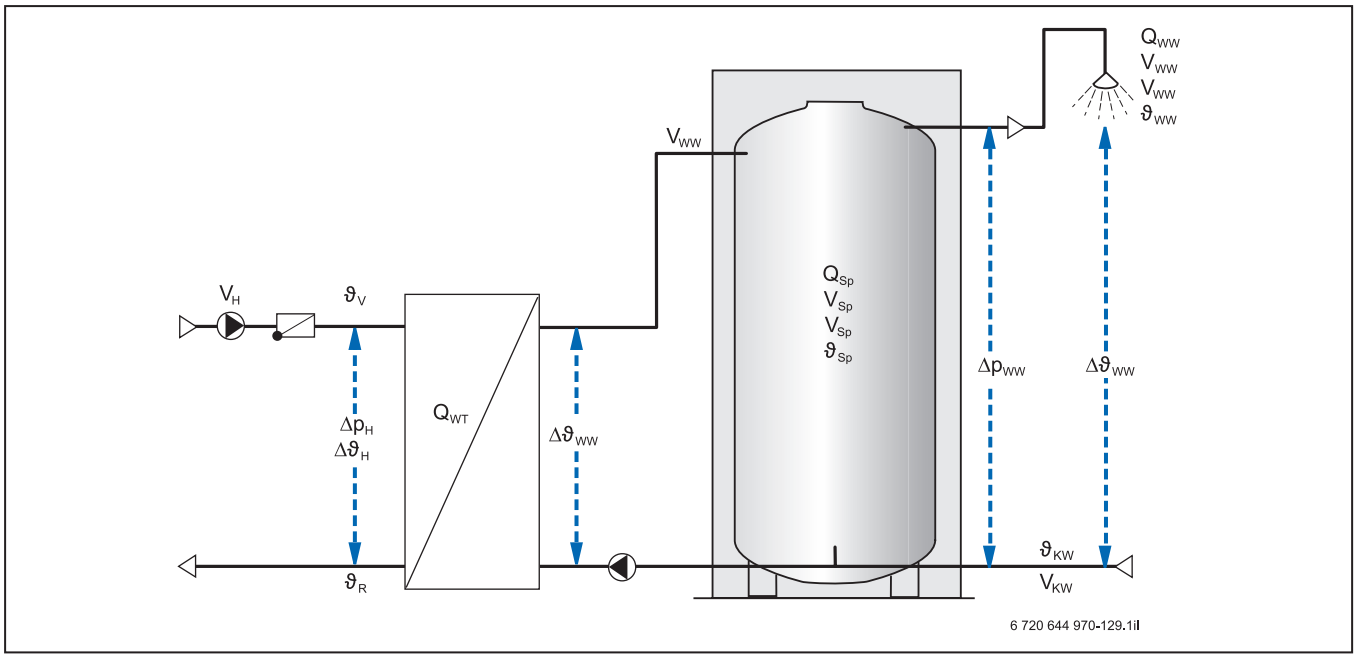
Tab. 81 Wielkości obliczeniowe do wymiarowania systemu podgrzewaczy pojemnościowych oraz systemów ładowania zasobników do podgrzewania wody użytkowej (punkty pomiarowe → strona 161; podstawowe wzory → strona 159)

[1] Z reguły temperatura wody zimnej ϑ_{KW} = 10°C; możliwe inne wartości, jeżeli np. podgrzewacz jest połączony szeregowo
[2] Podgrzewacz wzgl. zasobnik i zewnętrzny wymiennik ciepła w systemie ładowania
[3] Zmierzona na króćcach przyłączeniowych podgrzewacza

Punkty pomiarowe dla wielkości obliczeniowych



Rys. 148 Przegląd punktów pomiarowych wielkości obliczeniowych w systemie podgrzewaczy pojemnościowych (podstawowe wzory → strona 159; wielkości obliczeniowe → strona 160)



Rys. 149 Przegląd punktów pomiarowych wielkości obliczeniowych w systemie ładowania zasobników (podstawowe wzory → strona 159; wielkości obliczeniowe → strona 160)

Indeks haseł

C

Czas opóźnienia
- patrz Opóźnienie włączenia
- patrz Wykres mocy cieplnej

D

Dezynfekcja termiczna
- Przez przewód cyrkulacji ... 23, 83
- Przez przewód obejściowy ... 23

Dodatek do mocy kotła na podgrzewanie wody użytkowej ... 24, 28

E

Efekt podgrzewania ... 63

Efektywna moc przyłączeniowa ... 63

F

Formularz do ustalenia zapotrzebowania
- Logalux FS i FS-Z ... 138
- Logalux FS27/3 do FS160/3 ... 140
- Stacja świeżej wody ... 9
- Wzór do powielania ... 158-159
- Zastosowanie ... 26

Formularz wg normy DIN 4708-2
- Przykład ... 30, 42, 45, 152
- Wzory ... 160
- Wzór do powielania ... 152

L

Liczba k
- Obliczenia ... 59, 61

Logalux L135/1 do L200/1
- Właściwości i cechy szczególne ... 90-91

Logalux L200
- Pomoc w doborze ... 93

Logalux LF, L2F, L3F
- Pomoc w doborze ... 93
- Przykład instalacji ... 133, 136
- Właściwości i cechy szczególne ... 90-91
- Wykres współczynnika mocy systemu ładowania ... 131
- Wymiary i dane techniczne ... 121-122

Logalux LT, L2T, L3T
- Parametry mocy ... 104-106
- Pomoc w doborze ... 93
- Przykład instalacji ... 111-114
- Właściwości i cechy szczególne ... 90-91
- Wykres mocy trwałej ... 108-109
- Wykres straty ciśnienia ... 107
- Wymiary i dane techniczne ... 102

Logalux LT135/1 do LT300/1
- Właściwości i cechy szczególne ... 90-91

Logalux LT160 do LT300
- Pomoc w doborze ... 93

Logalux SF300 do SF500
- Przykład instalacji (wbudowany wymiennik ciepła) ... 101

Logalux SF300/5 do SF500
- Pomoc w doborze (z wymiennikiem ciepła) ... 93
- Właściwości i cechy szczególne (z wymiennikiem ciepła) ... 90-91

Logalux SF300/5 do SF1000
- Parametry mocy systemu ładowania ... 116
- Pomoc w doborze ... 93
- Przykład instalacji ... 118, 133, 136
- Właściwości i cechy szczególne ... 90-91
- Wykres współczynnika mocy systemu ładowania ... 117,130
- Wymiary i dane techniczne ... 119

Logalux SU160 (W) do SU300 (W)
- Pomoc w doborze ... 93
- Właściwości i cechy szczególne ... 90-91
- Wykres straty ciśnienia ... 98

Logalux SU160/5 (W) do SU400/5 (W)
- Wymiary i dane techniczne ... 94

Logalux SU500 do SU1000
- Parametry mocy ... 97
- Parametry mocy systemu ładowania ... 116
- Pomoc w doborze ... 93
- Przykład instalacji ... 118
- Wykres mocy trwałej ... 99
- Wykres straty ciśnienia ... 98
- Wymiary i dane techniczne ... 96
- Właściwości i cechy szczególne ... 90-91

Logamatic patrz Regulacja

Logasoft DIWA (program komputerowy ... 27-28

M

Metoda krzywych całkowych
- patrz Wykres mocy cieplnej

N

Nomogram (basen pływacki) ... 87

Normy ... 20

O

Ochrona przed bakterią Legionella patrz Dezynfekcja termiczna

Ogrzewanie energią elektryczną ... 15

Ogrzewanie energią solarną
- Podłączenie hydrauliczne z Logalux LAP ... 118

Ogrzewanie parą wodną
- Wymagania ... 16
- Przykład dla mocy trwałej ... 60
- Przykład zapotrzebowania szczytowego ... 74
- Układ regulacji obejścia ... 16
- Odpływ kondensatu ... 16, 60, 106

Ogrzewanie z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej
- System ładowania zasobników (ogrzewanie bezpośrednie) ... 13
- System ładowania zasobników (ogrzewanie pośrednie) ... 10
- System podgrzewaczy (ogrzewanie bezpośrednie) ... 12
- System podgrzewaczy (ogrzewanie pośrednie) ... 10

Ogrzewanie za pomocą kotła grzewczego
- System ładowania zasobników ... 10
- System podgrzewaczy pojemnościowych ... 10

Określanie wielkości
- Formularz do ustalenia zapotrzebowania ... 158-159
- Podstawowe wzory ... 160
- Program komputerowy Logasoft DIWA ... 27-28

Opóźnienie włączania
- Czas opóźnienia ... 83
- Dodatkowy podgrzew elektryczny ... 15, 91

Oprogramowanie (Logasoft DIWA) ... 27-28

P
Podgrzewacz patrz również Logalux
Leżące ... 90, 102, 104-106, 121
Oznaczenia ... 6
Pomoc w doborze ... 93
Pompa ładująca podgrzewacz ... 24
Przegląd ... 91, 93
Specjalne ... 90
Stojące ... 90, 94-98, 100-101, 115-120, 123
Wyposażenie ... 91
Zestawienie z kotłem grzewczym ... 32
Pojemnościowy podgrzewacz wody patrz Podgrzewacz
Pojemność cieplna podgrzewacza ... 71-72, 74
Pojemność podgrzewacza buforowego
Dobór ... 38
Pomoc w doborze ... 93
Pomoc w doborze pojemnościowego podgrzewacza wody Logalux ... 93
Pomoce przy doborze
Formularz do ustalenia zapotrzebowania ... 158-159
Hale sportowe ... 156
Obiekty komercyjne i przemysłowe ... 157
Oprogramowanie (program komputerowy Logasoft DIWA) ... 27-28
Pływalnie kryte/baseny kąpielowe ... 87, 156
Średnie wartości zapotrzebowania ... 153
Zapotrzebowanie na c.w.u. ... 153-154
Zapotrzebowanie na energię cieplną ... 153
Procedura kalkulacji
Basen pływacki ... 87
Dobór wg mocy trwałej c.w.u. 53
Program komputerowy Logasoft DIWA ... 27-28
Przegląd ... 28
Wykres energii cieplnej ... 80
Przegląd
Podgrzewacze ... 91, 93
Schematy hydrauliczne systemów ładowania zasobników ... 131
Sposoby doboru zasobników ... 28
Przepisy ... 20
Przewód cyrkulacji ... 22
Przyłącza po stronie wodnej
Przewód cyrkulacji ... 22
Zgodnie z normą DIN 1988-2 ... 22
Punkty poboru ... 31, 150

R
Regulacja
Przy ogrzewaniu energią elektryczną ... 15
Przy ogrzewaniu parą wodną ... 16
Przy ogrzewaniu z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej (bezpośrednio) ... 12-13
Przy ogrzewaniu z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej (pośrednio) ... 10
Przy ogrzewaniu za pomocą instalacji solarnej ... 14
Przy ogrzewaniu za pomocą kotła grzewczego ... 10
System ładowania zasobników ... 7, 19
System podgrzewaczy pojemnościowych ... 5, 18
Regulator temperatury bezpośredniego działania ... 10, 12-13
Urządzenia regulacyjne Logamatic ... 17-19
Wybór ... 27

S
Strata ciśnienia po stronie wody grzewczej
Obliczenia ... 67
Z tabeli mocy ... 46, 57
Z wykresu mocy trwałej ... 58
Strumień objętości wody grzewczej
Obliczenia ... 46, 57, 67, 69
Z wykresu mocy trwałej ... 51, 69
System
patrz System ładowania zasobników
patrz System podgrzewaczy
System ładowania zasobników patrz również Zestaw wymienników ciepła Logalux LAP patrz również Zestaw wymienników ciepła Logalux LSP
Ogrzewanie z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej (bezpośrednio) ... 13
Ogrzewanie z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej (pośrednio) ... 10
Ogrzewanie za pomocą kotła grzewczego ... 10
Z zewnętrznym wymiennikiem ciepła ... 8
System podgrzewaczy pojemnościowych
Ogrzewanie z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej (bezpośrednio) ... 12
Ogrzewanie z sieci ciepłowniczej zdalaczynnej (pośrednio) ... 10
Ogrzewanie za pomocą kotła grzewczego ... 10
Zasada działania ... 4

U
Układ równoległy
System podgrzewaczy pojemnościowych ... 5
Układ szeregowy
System podgrzewaczy pojemnościowych ... 5

W
Wielkości obliczeniowe
Przegląd ... 161
Punkty pomiarowe ... 162
Współczynnik korekcyjny
Objętościowy współczynnik korekcyjny y ... 64, 77, 148
Współczynnik korekcyjny x przenoszonej mocy ... 64, 77, 148
Współczynnik przenikania ciepła patrz Liczba k
Współczynnik zapotrzebowania
Patrz także Dodatek do mocy kotła na podgrzewanie wody użytkowej
Formularz wg normy DIN 4708-2 ... 30, 42, 45, 152
Jednostka mieszkaniowa ... 29-30
Pomoce przy doborze (budynek mieszkalny) ... 148, 150, 152
Pomoce przy doborze (podgrzewacze) ... 32-33
Przykład dla budynku jednorodzinnego ... 41
Przykład dla budynku wielorodzinnego ... 44
Wykres mocy cieplnej
Czas opóźnienia ... 84
Minimalna pojemność cieplna podgrzewacza ... 85
Przykład wanny kąpielowej ... 80
System ładowania zasobników ... 82
System podgrzewaczy pojemnościowych ... 82
Teoretyczna pojemność cieplna podgrzewacza ... 81
Wykres mocy trwałej patrz również Logalux
Budowa ... 51
Dodatkowe wartości ... 51-52, 54, 88
Przykład ... 48, 54, 58, 69, 78, 88
Wykres straty ciśnienia patrz również Logalux
Przykład ... 70, 79, 89

Wykres współczynnika mocy patrz również Logalux
Logalux FS40 i FS80 9
Przykład 47,49,72
Wytyczne 20

Z

Zapotrzebowanie punktów poboru 31, 151
Zawór regulacyjny z siłownikiem elektrycznym 24
Zestaw wymiennika ciepła Logalux LAP
Parametry mocy z Logalux SF300/5 do SF1000 116
Parametry mocy z Logalux SU 116
Podłączenie hydrauliczne 118
Wykres straty ciśnienia 117
Wykres współczynnika mocy 117, 130-131
Wymiary i dane techniczne 115
Zestaw wymiennika ciepła Logalux LSP
Parametry mocy 128
Podłączenie hydrauliczne 131, 133, 136
Przewód łączący wymiennik ciepła z zasobnikiem 126
Zestaw przyłączeniowy zasobnika 125
Wymiary i dane techniczne 123
Znamionowy współczynnik mocy
Definicja 32
Do dwóch lub trzech podgrzewaczy 33
Z tabel mocy 32,43

Robert Bosch Sp. z o.o.
ul. Jutrzenki 105
02-231 Warszawa
Infolinia Buderus 801 777 801
www.buderus.pl

01.2017

Buderus